

平成 23 年度 環境経済の政策研究

低炭素社会へ向けての各種経済的手法の  
短・中・長期的及びポリシーミックス効果の評価  
最終研究報告書

平成 24 年 3 月

滋賀大学

京都大学 東京大学 立命館大学 京都産業大学



平成 23 年度 環境経済の政策研究  
低炭素社会へ向けての各種経済的手法の  
短・中・長期的及びポリシーミックス効果の評価

目 次

序論

佐和隆光 .....	3
I 研究の成果及び進捗結果 .....	11
1. 研究の成果 .....	11
1.1 研究の背景と目的 .....	11
1.2 3カ年における研究計画及び実施方法 .....	12
1.3 本研究の成果 .....	18
1.4 行政ニーズとの関連・位置づけ .....	21
1.5 政策インプリケーション .....	24
2. 3カ年における進捗結果 .....	28
2.1 3カ年における実施体制(研究参画者と分担項目、前年度からの改善事項等)...	28
2.2 3カ年における進捗状況 .....	31
2.3 ミーティング開催や対外的発表等の実施状況 .....	34
II 研究の実施内容 .....	45
要約 .....	45
1. 本論 1 .....	
1.1 「鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究」 一方井誠治...	61
1.2 「エコ製品の「量産効果」の定量的評価」 小杉隆信 .....	72
1.3 「日本の自動車諸税の改革に関する検討」 小杉隆信 .....	81
1.4 「EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の筋道に関する 研究」 一方井誠治 .....	91
1.5 「ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の 効果の検討」 竹濱朝美 .....	96
1.6 「厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択 及び経済的手法に関する研究」 竹下貴之 .....	113

1.7 「GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究」	
中野桂・和田佳之 .....	126
2. 本論 2	
ポスト東日本大震災の日本経済 ―エコとエネルギーを「成長」の梃子に―	
佐和隆光 .....	135
3. 本論 3	
3.1 「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO <sub>2</sub> 排出削減 の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析」	
藤井秀昭・東倉翔太 .....	153
3.2 結論(行政ニーズとの関連及び政策インプリケーションを含む)	
藤井秀昭・東倉翔太 .....	174
結びに代えて	
佐和隆光 .....	177
III 添付資料 .....	181

平成 23 年度 環境経済の政策研究  
低炭素社会へ向けての各種経済的手法の  
短・中・長期的及びポリシーミックス効果の評価

序論

滋賀大学 学長 佐和隆光

1. はじめに

過去 3 年度にわたり、私たちの研究グループは気候変動（温暖化）を緩和（mitigate）するための経済的措置のポリシー・ミックスについて、精力的に研究を推し進めてきた。気候変動対策には、大別して、規制措置と経済的措置とがある。規制措置とは、何かを禁止したり義務付けたりする措置を意味する。経済的措置とは、主として税制を改革して、価格メカニズムを通じて、温室効果ガス排出量の 95% を占める二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量削減を狙いとする措置を意味する。

名実ともに、日本が自由主義国家であることを自任するならば、さまざまな経済的措置を適切に組み合わせて実施することが、気候変動対策の支柱に据えられなければならない。言い換えれば、規制措置はあくまでも補完的役割に留めるべきである。経済的措置の狙いは、「市場の力」を最大限活用し、消費者や生産者の「選択の自由」を尊重しつつ、CO<sub>2</sub> 排出削減という目標を達成することである。経済的措置の具体例をいくつか挙げてみよう。

2. 炭素税から環境税へ

第一に、環境税が挙げられる。1990 年代初頭、北欧三国、オランダ、デンマークで炭素税が導入された。炭素含有量に応じて、化石燃料に課税する税のことである。日本でも炭素税を導入すべきであるとする環境庁（当時）と、経済団体連合会（当時）の意向を汲み、導入に反対する通産省（当時）は、90 年代を通じて、相互に反目しあった。その後、炭素税という名称が経済界の反発を招きやすいとの配慮から、温暖化対策税、環境税といった具合に改名される歴史をたどった。

ただし、所得税、酒税、たばこ税、石油石炭税、自動車取得・保有税、消費税など、課税の対象となるモノ・サービスまたは行為が税の頭に付くのが通例なのだが、環境税という呼称は「環境に税を課する」ことを意味するかのようであり、税の名称としては不適切である。また、間接税の多くは、税源が安定している（税率を引き上げても課税対象の消費が目に見えて減ったりはしない）ことを、その存立条件としているのに対し、炭素税の場合、税源を痩せ細らせるために課する税であるという意味で、極めて特異な税だと言わねばなるまい。そのため、イギリスでは、炭素税という名称の代わりに、気候変動課徴金（climate change levy）という名称を用いている。

さて、炭素税に対する経済界の反発がいかに熾烈であるのかを示す一例を示そう。とあるエネルギー専門家は、私に次のように語った。「エネルギー問題に関わる学者は、原子力

の賛否を問う踏み絵の前に立たされる。同じく環境問題に関わる学者は、炭素税の賛意を問う踏み絵の前に立たされる」。ともあれ私自身は、一貫して、炭素税導入の意義を高く評価する論を展開してきた。

### 3. 環境税のマクロ経済効果は中立的

炭素税の導入に反対する論者は、次のような理由を挙げる。1)炭素税は経済成長を鈍化させる。2)炭素税を導入しても、CO<sub>2</sub>排出削減効果は乏しい。3)炭素税はエネルギー集約型産業の国際競争力を損なう。これら反対の論拠に対し、私は次のように反論したい。

マクロ経済（国内総生産）の成長を鈍化させるという命題は、次のような理由で一蹴される。炭素税を導入すれば、ガソリン、灯油、ガス、電力などのエネルギー源のみならず、ありとあらゆる商品の価格を高騰させる。所得が所与のもとで、価格の上昇は実質的な個人消費支出を減少させる。話がそこで終われば、確かに、炭素税は国内総生産を抑えるという負の効果を持つ。しかし、炭素税収の使い方次第では、負の効果を相殺することができる。

欧州諸国が炭素税を導入するに当たっては、税収中立の原則を貫くケースが多い。すなわち、炭素税収に等しいだけ、所得税減税または社会保障費等の税外負担を軽減する。そうすることにより可処分所得が増えるから、個人消費支出、したがって国内総生産は増える。炭素税の直接的効果である個人消費支出減と、可処分所得の増加による個人消費支出増とを差し引きすれば、マイナスなのかプラスなのかと問われれば、「やってみないと分からない」と答えるしかないけれども、マイナスであれプラスであれ、その絶対値は極めて小さいはずである。

炭素税収のもう一つの使途として、温暖化対策の原資として用立てることが考えられる。たとえば、公共施設の省エネ化を促進するための投資、高価なエコ製品の普及を促すための補助金、電気バスを市営バスに導入することへの補助金、エコポイント等の原資として炭素税収を活用すれば、有意なCO<sub>2</sub>排出削減効果が認められるのみならず、内需喚起の効果もまた相当大きいものと予想される。一見、温暖化対策特別会計を作るかのように見えるかも知れないが、道路特別会計に代表されるように、財政の硬直化を招くという意味で特別会計の評判はいたってよろしくない。したがって、一般会計の歳入に繰り入れられた炭素税収の使途を温暖化対策に充当してもらうよう、財政当局に願い出るしか仕方があるまい。

以上に述べたとおり、環境（炭素）税はマクロ経済に対して中立的である。だがしかし、ミクロ経済的に見れば、環境税の導入により、得をする産業（winner industry）と被害を受ける産業（loser industry）がある。前者には、燃費効率の優れた乗用車を生産する自動車メーカー、太陽光パネルを生産するメーカー、電池メーカーなどが含まれる。後者には、エネルギー集約型の素材産業が含まれる。以上はあくまでも産業レベルの話であって、企

業レベルでの話ではない。低燃費車の開発に後れを取る自動車メーカーは、自由で競争的な市場経済の下では撤退を余儀なくされる。

#### 4. 国際競争力への懸念を払拭

環境税を導入するに当たっては、ルーザー・インダストリーのロスを最小限に食い止めるための、何らかの措置が講じられなければならない。次の二つの案が考えられる。一つは、たとえば鉄鋼業のようなエネルギー集約度の高い産業については、原燃料として用いる石炭、重油などを免税とする。もう一つは、鉄鋼などのエネルギー集約度の高い製品を輸出する際には、炭素原単位の申告に基づき、税を還付する。逆に、たとえば韓国から鉄を輸入する際には、水際で炭素原単位を申告させ課税する。要するに、国内で消費する鉄鋼には課税し、海外に輸出する鉄鋼には課税しないものとする。こうした措置を講じることにより、国際競争力低下の懸念を払しょくすることができる。

#### 5. 短・中・長期の環境税の効果

環境税のCO<sub>2</sub>排出削減効果が乏しいとの見解に対する反論は以下のとおりである。確かに、ガソリン、灯油、軽油、電力は生活必需品であり、価格弾力性は小さい。したがって、環境税の導入によるCO<sub>2</sub>排出削減効果は乏しいというわけである。短期的には、確かにその通りである。

しかし、機器の置き換えをも含む中期的な効果は、決して小さくはない。環境税の導入により、ガソリン価格が10円上がるにせよ、誰もが移動のために必要だから乗用車に乗っているのだから、走行距離を有意に減らすことはあるまい。そのため、短期的な効果は乏しいと言わざるを得ない。しかしながら、数年後、自動車を買換える際には、燃費効率の良い車に買換える可能性は高い。その結果、中期的（3～5年）には、CO<sub>2</sub>排出量は有意に削減されるはずである。電気料金の値上がりについても、同様の消費者行動が予想される。住宅やマンションを新築する際には、断熱材は無論のこと、ペアガラス、LED（light-emitting diode）照明などを備え付けるだろう。

低燃費車（エコ・カー）や省電力の家電製品へと、消費者の選好がシフトすれば、生産者の側も、それへの「適応」としての技術開発に取り組まざるを得なくなる。エコ製品の熾烈な開発競争の結果、次々と新製品が登場してくる。したがって、長期的（5～10年）な時間幅で考えれば、環境税のCO<sub>2</sub>排出削減効果はますます大きくなる。

以上を要するに、環境税のCO<sub>2</sub>排出削減効果の評価は、どういう時間的視野のもとで考えるかによって、まったく異なってくる。短期、中期、長期と、時間的視野を長くすればするほど、環境税のCO<sub>2</sub>排出削減効果は大きくなる。環境税の効果が乏しいと断ずる向きの中には、時間軸が抜け落ちているとしか言いようがない。

## 6. 環境税の難点を補う排出量取引制度の導入

京都議定書のように、先進各国に対して基準年比の削減率目標が明示されている場合には、環境税だけで目標を達成できる保証はない。つまり、目標を達成できる税率を、神ならざる人間に決定せよというのは、不可能を要求するに等しい。先に述べたとおり、時間的視野の長短により効果が違って来るからには、税率の決定はなおさらのこと難しいと言わざるを得ない。

同じことを言い換えれば、環境税の導入だけで、CO<sub>2</sub> 排出削減の目標を確実に達成することは望めそうにない。そこで登場してくるのが排出量取引 (emissions trading) である。所与の排出量を各企業に割り当て、排出量 (権) の余った企業は取引市場で余剰分を売る。不足する企業は取引市場で不足分を買う。EU ではすでに導入済みの排出量取引制度は、次のような非効率性を免れない。

「割り当て」を政府が決めるのだとすれば、何を基準に決めるのかが問題となる。

**Grandfathering** という「割り当て」方式がある。これまでの排出量に応じて排出量を割り当てる (たとえば、毎年 3% 削減しようとするならば、昨年度の排出量の 97% の排出量を今年度は割り当てる) 方式を意味する。割り当てを決めるのが「神」ならざる政府であるからには、不公正さは拭い切れない。排出量のすべてを競売 (オークション) するのが、最小の費用で削減目標が達成されるという意味で効率的である。また、排出量 1 トンの市場価格は、内生的に決まる (市場が決める) 削減目標を達成するのに必要な環境税率 (円/トン) に他ならない。

当初、排出量の完全割当制からスタートして、徐々に競売制へと移行してゆくというのが、EU-ETS (欧州連合の排出量取引制度) の狙いとするところである。日本国内で完全競売制の排出量取引を導入すると、次のような問題が生じてくる。

ある年の夏が猛暑だったとしよう。電力消費の増分は、負荷調整のたやすい火力発電所により供給されることになる。その結果、電力会社は排出量取引市場で排出量を購入せざるを得なくなり、排出量の市場価格は高騰する。その煽りを受けるのが、たとえば、前以て価格を決めて輸出契約している鉄鋼メーカーである。排出量の予期せぬ値上がりのために、採算割れに追い込まれかねない。環境税率は時々刻々変動したりはしないため、企業は経営計画を立てやすい。ところが、完全競売制の排出量取引の場合、排出量の価格という人為的な不確実性のゆえに、企業は経営計画を立てにくくなる。固定為替レート制と変動為替レート制の違いを連想させる。

## 7. 固定価格買い取り制度

再生可能エネルギーの普及を促すための固定価格買い取り制 (feed in tariff) は、見事な社会技術として称賛に値する。太陽光発電パネルなど再生可能エネルギーにより発電される電力の全量を、運転開始後 20 年間にわたり、固定価格 (電力料金の数倍) で買い取ることを電力会社に義務付け、買い取りに要した費用を電力料金の引き上げにより補てんする



という制度である。電力消費者全体で、広く薄く費用を負担しようというわけである。太陽光パネルを取り付けた人が利益を受け、取り付けない人の負担が増えるというのは、いかなものかとの批判があることを付言しておかねばなるまい。

太陽光パネルにも量産効果が働くとし、また中国をはじめとする新興国が太陽光パネルの生産に乗り出せば、太陽光パネルの価格は一挙に下落する。再生可能エネルギー発電装置の価格の下落に応じて、当然、固定価格もまた下落する。ならば、早めに取り付けようとするから、固定価格買い取り制度の導入後、再生可能エネルギー発電装置の普及率は一挙に高まるに違いあるまい。ドイツはこの制度の導入により、電力供給に占める再生可能エネルギー電源の比率は、20%を目指して伸び続けている。

日本でも、菅直人総理が退陣の条件の一つに挙げた再生可能エネルギー特別措置法が国会を通過したものの、買い取り価格等についての細部は未定のまま、年度を越そうとしている。再生可能エネルギー電源の電力供給に占める割合が、未だ1%程度に過ぎないわが国において、固定価格買い取り制度の適切な運営が、今後の再生可能エネルギー比率の向上の決め手となることだけは確かだ。

補助金と固定価格買い取り制度とを比べてみると、前者の場合、補助金の授受の手続きが煩瑣であり、行政コストが高くつくのに対し、後者の場合、電力会社の料金算定ソフトを変更するだけですむというメリットを持つ。また、固定価格買い取り制度の場合、広く薄く電力消費者が費用を負担するのに対し、補助金の場合、国または地方公共団体の歳費、したがって税金により、費用が賄われなければならない。中央政府も自治体政府も巨額の財政赤字を抱えるわが国の場合、政府の財政負担がないという意味で、固定価格買い取り制度の導入が望まれる。

## 8. 自動車税制のグリーン化

乗用車の低燃費化は、目下、世界の自動車メーカー各社間の技術開発競争の目玉となっている、わが国のCO<sub>2</sub>総排出量に占める自動車からの排出量の割合は20%弱である。平均的な燃費を50%改善することにより、総排出量の10%近くの削減が達成される。

自動車には次のような税が課せられている。取得税、自動車重量税、自動車税である。自動車の取得税と保有税を燃費効率(km/l)に逆比例させるよう改めたらどうだろうか。燃費効率が平均値に等しい車の保有税をまず定めた上で、燃費効率の優れた車の保有税を安く、劣った車のそれを高くし、増減税同額となるようにする。

この税制改革は低燃費車の普及を促すという点で、きわめて効果的だと予想される。間もなく売られるプラグイン・ハイブリッド車の燃費効率は60km/lとのことだから、排気量が同じサイズのガソリン乗用車との価格差を3年程度で回収できる程度に、税率曲線の傾斜を定める必要がある。走行中にCO<sub>2</sub>をまったく排出しない電気自動車については、取得税も保有税もゼロとするのが道理である。

なぜなら、1kWの電力を発電するのに排出するCO<sub>2</sub>は、電源のすべてが石炭であっても約900gであるのに対し、ガソリン1ℓを燃やした際に排出するCO<sub>2</sub>は2,300gである。三菱自動車のi-MIEVの場合、1kWで10km走行することができる。標準的なガソリン自動車(10km/ℓ)と比べれば、CO<sub>2</sub>排出量は60%少ない。また、電気自動車の価格は高価であるため、税制面で手厚く優遇して、普及を促すべきである。目下のところ、補助金で対処しているようだが、普及を促す経済的措置としては、補助金よりも税制面での優遇措置の方が望ましい。

## 9. 東日本大震災と原発事故

2011年3月11日午後2時46分に東日本を急襲した大震災により誘発された福島第一原発事故は、温暖化対策の在り方につき、大きな修正を迫ることとなった。従来、原子力発電の電力供給比率を上げることが、温暖化対策の必須の決め手とされてきた。政府のエネルギー基本計画によると、2019年の原発依存率が41%、2030年のそれは53%と想定されてきた。少なくとも発電時に、原発はCO<sub>2</sub>をまったく排出しない。火力発電所を原発で置き換えることにより、CO<sub>2</sub>の排出削減をかなえようというわけである。また、その前提として、電力化率(エネルギー供給に占める電力の割合)の更なる向上が想定され、今後とも、電力需要は伸び続けることが当然視されていた。

再生可能エネルギーの導入に対し、政府は余りにも消極的に過ぎたと言わざるを得ない。固定価格買い取り制度の導入を論じる際にも、対象は太陽光発電に限られ、その他の再生可能エネルギーに対しては冷淡きわまりなかった。その結果、大型水力発電を除く再生可能エネルギー電源の供給比率はわずか1%という低水準に留まり続けてきた。

福島原発事故以降、定期検査を終えた原発の運転再開は見送られ、2月24日現在、国内の54基の原発のうち、わずか3基しか稼働していない。目下、減原発のもとでの電力需給のひっ迫度を検証する、という壮大な社会実験の真っ最中である。節電に励んだせいで、昨年夏の東京電力圏内の電力需要のピークロードは、一昨年夏のそれを20%近くも下回った。今冬もまた、原発依存率の最も高い関西電力圏でも、2月20日までは、11基の原発のうち高浜原発3号機(87万kW)のみが稼働していたが、これまでのところ、ピーク需要はおおむね供給力を10%強下回っており、停電の懸念は払しょくされたかのような気配である。とはいえ、2月20日以降は、定期検査のためにすべての原発が止まるが、関西電力が公表した20日以降の1週間の需給予測によると、「電力使用率は87~91%の『安定』か『やや厳しい』状況にとどまる」とことである。

## 10. 減原発下の地球温暖化対策

従来、省エネルギーの必要性は広く喧伝されてきたにもかかわらず、必ずしも節電には重きが置かれてこなかった。その理由は、原発の新增設に対する甘い見通しのもと、電力

供給力の順調かつ大幅な伸びが期待されていたからである。とはいえ、今や電力供給に関する見通しは 180 度の転換を余儀なくされた。

「原発依存度をどこまで減らせるか」が、これからのエネルギー政策を考える上での鍵となる設問となった。「どこまで減らせるか」という設問に答えるには、次の二つが要諦となる。一つは、再生可能エネルギーの普及が、どれくらいのスピードで、どれくらいまで達成されるのか。もう一つは、生活の利便性や快適性を損なうことなく、どれくらいまでの節電が達成可能なのか。

所与の電力供給のもとで停電を回避するには、需要 (kW) のピークカット、すなわち需要の平準化が求められる。しかし、温暖化対策のためには、すなわち CO<sub>2</sub> 排出削減のためには、電力消費量 (kWh) の削減が必要である。福島原発の事故の前には、電力供給に占める原発の割合は 25%程度であった。昨年夏の電力消費量は、前年比約 15%程度削減された。今後、更なる機器の省電力化と、それらの普及を推し進めることにより、電力消費量を 25%削減しなければなるまい。

節電を推し進めるためには、技術のイノベーションに加えて、経済的措置のイノベーションが求められている。すでに述べたとおり、再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度は、画期的な社会技術のイノベーションとしての評価に値する。

誰も想定しなかった「減原発の下での地球温暖化対策」の筆頭に掲げられるのは、すでに紹介した各種経済的措置のポリシー・ミックスに他なるまい。

## 11. ポリシー・ミックスの評価基準

ポリシー・ミックスの語源をたどれば、マクロ経済の安定と成長の両立を図るために適切な金融政策と財政政策の組み合わせを意味するとのことである。環境経済学では、地球温暖化を防ぐために、環境税制と排出量取引を同時に行うことをポリシー・ミックスと呼ぶ慣わしとなった。しかし、近年、気候変動を緩和するための経済的措置は上記二つに限られることなく、自動車諸税のグリーン化、各種補助金、再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度など、選択肢の幅が大いに広まった。ポリシー・ミックスの良し悪しを評価するに当たっては、以下のような基準が挙げられる。

第一に、温室効果ガスの有意な排出削減効果が認められること。効果が認められないポリシー・ミックスが無意味であることは、改めて言うまでもあるまい。複数個の経済的措置を、相乗効果が発揮されるよう組み合わせることが望まれる。

第二に、経済的措置の導入に当たっては、公正さが担保されなければならない。たとえば、環境税の導入に際しては、ルーザーを置き去りにしてはなるまい。たとえば、エネルギー集約型産業の原燃料については免税措置を講じることにより、公正さを担保しなければなるまい。また、エネルギー集約型産業の国際競争力の維持にも配慮すべきである。

第三に、費用対効果についての配慮を欠いてはならない。最終的に費用を負担するのは消費者である(生産者は税や排出量取引に要した費用を 100%価格に転嫁することを前提と

する)。費用に見合うだけの効果が発揮されるよう、実施に当たって、きめ細かな措置が講じられなければならない。たとえば、ガソリン代や電力料金の領収書に環境税額を書き込むだけで、税額の多寡にかかわらず、気候変動対策の費用の一部を自分が負担していることを消費者に意識させ、日常生活における省エネルギーのモチベーションを高めるという、いわゆるアナウンスメント効果にも期待が寄せられる。

第四に、行政コストを必要最低限に抑えること。補助金と税制優遇措置とを比較すると、行政コストが安いという意味で、後者の方に利点がある。排出量取引と環境税とを比べれば、行政コストが安いという点で環境税に分があるけれども、削減目標を達成するという点で排出量取引に分がある。

第五に、複数の経済的措置を組み合わせるに際し、それらの効果に時間差があることに配慮して、導入の順序等についても、入念な検討が求められる。

以上に述べ進めてきたとおり、環境税を中心に据え、その他の施策の長所と短所を吟味し、短所を補うような措置を講じて、費用対効果において望ましいポリシー・ミックスを提案しなければならない。

## I 研究の成果及び進捗結果

### 1. 研究の成果

#### 1.1 研究の背景と目的

京都議定書 10 周年に当たる 2007 年、気候変動への関心が空前の高まりを見せた。2009 年 12 月の COP15 でポスト京都の国際枠組みについて意見の一致を見ようとしたが、コペンハーゲン合意の採択にまでは至らず、2010 年 12 月の COP16 でも、京都議定書の「延長」を主張する新興国・途上国とそれに賛同する欧州連合に対し、米中印の参加を絶対条件とする日露加の対立が解消せぬまま、ポスト京都議定書の前途は暗たんたるまま、年を越した。2009 年 9 月には、鳩山イニシアティブ（2020 年までに 1990 年比 25% 排出削減）が公表され、様々なモデルを用いて、その経済影響の吟味が試みられた。一方には、プラスの経済影響を唱える向きが、他方には、マイナスの経済影響を唱える向きが相対峙した。モデル分析結果は、モデル分析者またはその所属先の立場を直截に反映するものであるに過ぎず、10 年先の経済について予測することは、神ならざる人間にとっては不可能であり、所詮は「為にするモデル分析」でしかないことが看過されていた。また、いずれのモデル分析も、マクロ経済影響の評価に終始し、どのようなポリシーミックスを講じることにより、鳩山イニシアティブの目標を達成するのかについては言及を避けていた。

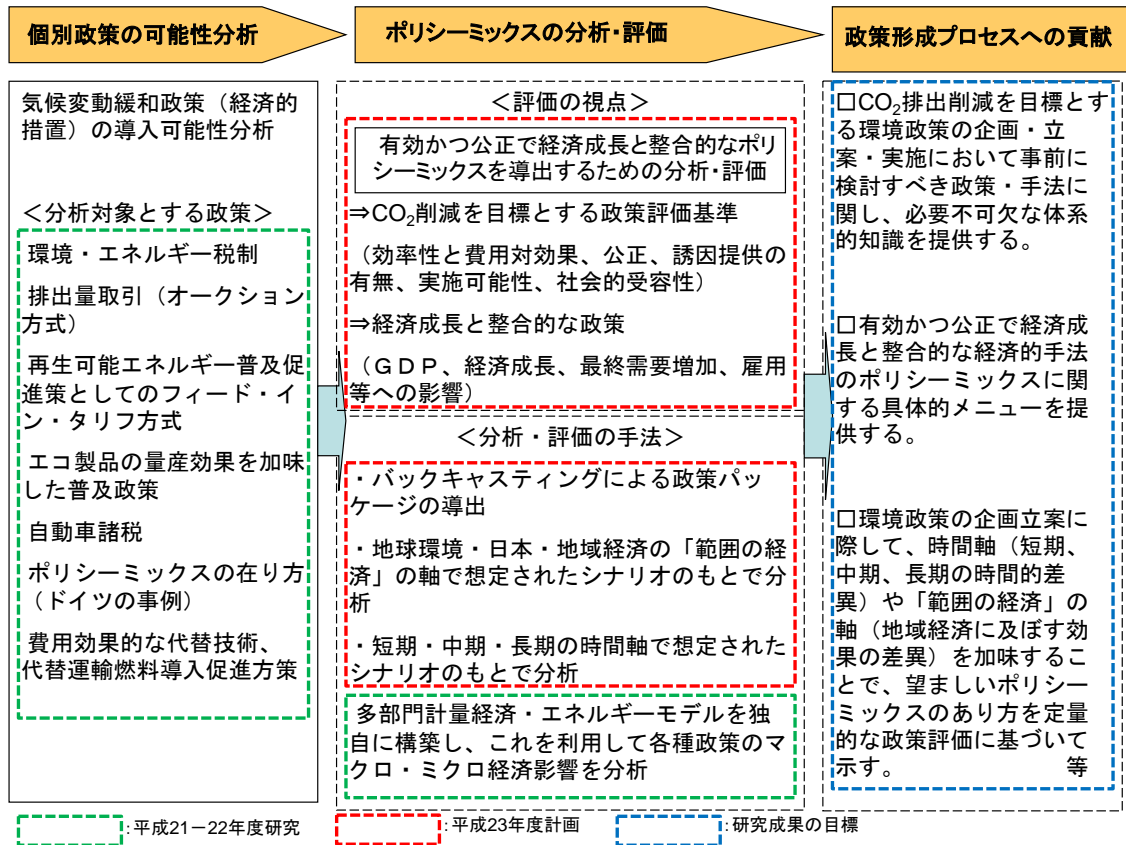
本研究は、環境政策の経済影響を巡る様々な「誤解」を正すことを第一義とする。定性的かつ論理的な分析は、代表者である佐和が各種刊行物において開示しており（最も新しい文献は『グリーン資本主義』岩波書店、2009 年）、本研究の主たる狙いは、定量的な分析により「気候変動緩和策がこれからの世界の経済成長のバネ仕掛けとなる」ことを実証することにある。ここで言う環境政策には、環境税、排出量取引、自動車諸税の付加軽減措置、フィード・イン・タリフ、エコ製品への補助金・優遇税制などがある。経済影響には、マクロ・ミクロ経済への影響、途上国経済への影響とそのブーメラン効果などがある。仮に、負の経済影響を被る産業があるとするならば、その影響を軽減するための措置を補完的に講じる必要性の有無について判断する。

温暖化対策のマクロ・ミクロ経済影響等を定量的に評価するために「多部門計量経済・エネルギーモデル」（多部門計量経済モデルとエネルギー間競合モデルを統合した計量モデル）をオリジナルに構築し、各種温暖化対策のポリシーミックスによるマクロ・ミクロ経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果を評価する及び産業への経済効果（エネルギー需給も考慮）に関するシミュレーションを実施する。また 2012 年 3 月、東京にて環境経済の政策研究に関するシンポジウムを開催し、日本の低炭素社会へ向けた「経済的手法のポリシーミックス」のあり方について議論を行い、社会に広く啓蒙を促したい。

## 1.2 3カ年における研究計画及び実施方法

### 1.2.1 3カ年における研究計画

本研究では、平成21年度から平成23年度の3カ年において、下図に見るとおり、個々の温暖化対策（税、排出量取引、再生可能エネルギー普及促進策としてのフィード・イン・タリフ方式、エコ製品の量産効果を加味した普及策等の経済的措置）のGHG排出削減効果と経済影響について定量分析をおこなうことを目的とした。「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を独自に構築するなどして、評価の視点及び分析・評価手法を確立し、望ましいポリシーミックスの在り方とその効果を定量的に評価する。かくして、本研究の最終成果は、各種温暖化対策の望ましいポリシーミックスを提案することにある。



（註）図中の括弧付きの通し番号は下記本文中の「研究項目」の番号を示す。

図 3カ年における研究計画と成果目標

## 1.2.2 3カ年における研究項目と分担

### (1) 平成21年度（平成21年10月～平成22年3月）

#### ○研究参画者と担当研究項目

氏名	所属機関・部局・役職名	研究項目
佐和隆光	立命館大学政策科学研究科教授	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車税の付加・軽減が、エコカー普及に及ぼす効果の分析</li> <li>経済的手法が低炭素化技術の開発を促進する効果およびエコ製品の量産効果の分析</li> </ul>
一方井誠治	京都大学経済研究所先端政策分析研究センター教授	<ul style="list-style-type: none"> <li>家庭部門・産業部門における温室効果ガス削減行動の費用及び動機等に関する調査分析</li> </ul>
竹濱朝美	立命館大学産業社会学部教授	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギーの普及策の効果検証及び電源構成の推移</li> <li>経済的手法が低炭素化技術の開発を促進する効果およびエコ製品の量産効果の分析</li> </ul>
藤井秀昭	京都産業大学経済学部准教授	<ul style="list-style-type: none"> <li>経済的手法のマクロ経済分析</li> </ul>
小杉隆信	立命館大学政策科学部准教授	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギーの普及策の効果検証及び電源構成の推移</li> <li>経済的手法が低炭素化技術の開発を促進する効果およびエコ製品の量産効果の分析</li> </ul>
近藤久美子	立命館大学経営学部講師	<ul style="list-style-type: none"> <li>経済的手法のミクロ経済分析</li> </ul>
竹下貴之	東京大学地球持続戦略研究イニシアティブ特任講師	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界エネルギー需給モデルの構築及び分析等</li> </ul>

### (2) 平成22年度（平成22年4月～平成23年3月）

#### 1) 研究項目別の担当者

氏名	所属機関・部局・役職名	担当項目(次表)
佐和隆光	立命館大学 R-GIRO(立命館グローバル・イノベーション研究機構)特別招聘教授、滋賀大学学長	研究全体を統括・指導する
一方井誠治	京都大学経済研究所先端政策分析研究センター教授	(3) (7) (9)
竹濱朝美	立命館大学産業社会学部教授	(4) (5)
藤井秀昭	京都産業大学経済学部准教授	(1) (2) (3)
小杉隆信	立命館大学政策科学部准教授	(5) (6)
竹下貴之	東京大学地球持続戦略研究イニシアティブ特任講師	(1) (3) (8)
近藤久美子	滋賀大学国際センター講師	(2) (9)

## 2) 研究項目

NO	担 当 内 容
(1)	多部門計量経済モデルを用いた、CO <sub>2</sub> 排出削減を目標とする経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響に関する体系的な研究により理論的かつ実証的な研究を踏まえて、日本の低炭素社会へ向けて、有効かつ公正で経済成長に支障をきたさない経済的手法のポリシーミックスに関する説得力に富む提言を行う。
(2)	環境税制に関する税率、減免措置、課税段階、税収使途、従来のエネルギー税制の見直し等が及ぼすCO <sub>2</sub> 削減効果と経済影響を評価し、望ましい環境税制の在り方に関する合理的な提言を行う。
(3)	オークション方式の排出権取引に関するモデル・シミュレーションから求められる排出権価格により、目標達成を可能とする環境税の税率水準を推定する。世界エネルギー需給モデルを用いてシャドウ・プライスの推定を行う。
(4)	再生可能エネルギー普及促進策としてのフィード・イン・タリフ方式(固定価格買取制度)に関する「ドイツ型」と「日本型」のCO <sub>2</sub> 排出削減(再生可能エネルギー普及)効果を比較し、系統安定化に要する費用負担の望ましい在り方を明示する。
(5)	太陽光発電、エコカー(電気自動車、プラグイン・ハイブリッド車等)、定置型燃料電池、電気バス等のエコ製品の「量産効果」を定量的に評価する。
(6)	自動車諸税の付加・軽減措置、完全燃費比例型への改革等が、燃費効率の分布(平均と分散)とCO <sub>2</sub> 排出量/kmの分布に対して及ぼす効果を推計する。
(7)	鳩山イニシアティブ(2020年までに温室効果ガス排出量を90年比25%削減)の目標達成のために必要な環境政策を提案する。
(8)	長期最適化型世界エネルギーシステムモデルを用いて、①厳しい気候変動制約下における今世紀の費用効果的な代替推進技術・代替運輸用燃料導入パターンをモード別・世界地域別に描写すること、②運輸用燃料税や車両購入補助金等の経済政策手法をどのように実施すれば費用効果的に運輸部門に対して低炭素化のインセンティブを与えることができるか、を具体的かつ定量的に検討する。さらに、同モデルを援用して、安倍イニシアティブ(2050年までに温室効果ガス排出量を半減する)の目標達成のために必要な施策と費用負担について定量的に吟味する。
(9)	EU域内排出量取引制度(EU-ETS)の実態調査、第3フェーズ取引内容の法規制論議、及びドイツのポリシーミックスについて現地調査を行う。国別排出量制限(キャップ)の変更やEUレベルのキャップ設定、オークションや有償割当量等に関する議論の最新情報を収集する。

## (3) 平成23年度(平成23年4月～平成24年3月)

### 1) 研究項目別の担当者

氏 名	所属機関・部局・役職名	担当項目(次表)
佐和隆光	滋賀大学長	研究全体を統括・指導する
一方井誠治	京都大学学際融合教育研究推進センター特定教授	(2) (6)
竹濱朝美	立命館大学産業社会学部教授	(3)
藤井秀昭	京都産業大学経済学部准教授	(1)
小杉隆信	立命館大学政策科学部准教授	(4) (5)
竹下貴之	東京大学地球持続戦略研究イニシアティブ特任講師	(7)
中野桂	滋賀大学経済学部教授	(8)
和田佳之	滋賀大学経済学部准教授	(8)



## 2) 研究項目

NO	担 当 内 容
(1)	多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO <sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析
(2)	EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の道筋に関する研究
(3)	ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討
(4)	日本の自動車諸税の改革に関する検討
(5)	エコ製品の「量産効果」の定量的評価
(6)	鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究
(7)	厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究
(8)	GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究

### 1.2.3 平成 23 年度の研究項目別の実施方法

- (1) 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析
- ① 平成 22 年度に構築した「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」の行動方程式の推計期間を 1991 年から 2008 年として再推計するなど、行動方程式及び諸変数の係数の精度を高める。
  - ② CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のポリシーミックスを検討し、モデル・シミュレーションにより、それらの CO<sub>2</sub> 排出削減効果とミクロ・マクロ経済影響を評価する。モデル・シミュレーションの結果を分析し、ポリシーミックスと併せて検討されるべき必要な施策を設計し提案する。
- (2) EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の道筋に関する研究
- ① EU-ETS 第 3 期間におけるオークション規則等に関する欧州委員会気候対策総局へのヒアリング及び関連文献の分析を行う。
  - ② ドイツにおける EU-ETS 第 2 期間におけるオークションの実施及び第 3 期間の準備状況に関するドイツ政府等へのヒアリング及び関連文献の分析を行う。
- (3) ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討
- ① 欧州各国の FIT の制度設計に関する調査を実施し、日本に類似の制度を採用した場合の費用と効果を検証する。日本型 FIT とドイツ型 FIT の普及効果、CO<sub>2</sub> 削減効果、費用を比較する。これにより、わが国に望ましい FIT の在り方について提言する。
  - ② 欧州の FIT について、再生可能エネルギー導入目標、普及状況、買取価格水準、

- FIT 買取補償費用、電力集中企業に対するサーチャージ減免等について、調査する。
- ③ 再生可能エネルギー促進のための公的融資制度、その普及効果について、ドイツの実態を調査する。
  - ④ 再生可能エネルギーに伴う系統強化費用、需給バランス調整の対応策と費用について、ドイツの経験を調査する。
  - ⑤ ドイツ型 FIT において、再生可能エネルギー電力の優先接続を可能にしている前提条件は、送電・配電系統が発電部門から分離されていることである。EU 委員会による発電と送電の分離政策、分離に伴う送電業者における需給バランス調整技術の発展について調査する。
- (4) 日本の自動車諸税の改革に関する検討
- ① 欧州における CO<sub>2</sub> 排出係数連動型の自動車税制改革の詳細とその効果について、文献およびヒアリング調査を行う。
  - ② 研究項目「エコ製品の「量産効果」の定量的評価」で調査される量産効果を踏まえた長期的な費用と便益とを比較考量した上での最も適切な経済的措置の水準の時間的経路を決定する方法を検討する。
  - ③ 自動車諸税の改革と環境税やエコカー導入補助金等の複数の経済的措置が同時に採られる場合を考えて、研究項目「エコ製品の「量産効果」の定量的評価」で調査される電気自動車の量産効果を踏まえつつ、各種措置の望ましい組み合わせと時間的経路に関する考察を行う。
- (5) エコ製品の「量産効果」の定量的評価
- ① リチウムイオン電池に関する統計データの収集やヒアリング調査を踏まえて、エコカー（電気自動車など）の量産効果に関する分析を行う。
  - ② エコカーが経済的に成立するために必要とされる将来の技術進歩と普及経路を提示する。
  - ③ 上記の普及経路を実現するための政策について検討する。
- (6) 鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究
- ① ドイツにおける「エコロジー税制改革」から「持続可能性国家戦略」「エネルギー・気候統合計画」「エネルギー・コンセプト」に至る政策展開をたどり、ドイツの基本戦略とポリシーミックスの実態を分析する。
  - ② ①の結果を日本の政策と比較分析するとともに、本研究全体の成果も踏まえ、より長期的な視点も含めた鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案について検討する。

(7) 厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究

- ① 自動車メーカー関係者等, 専門家へのヒアリング
- ② 先行関連研究のサーベイ
- ③ 費用効果的な技術・燃料選択の運輸モードによる相違に関するモデル分析のファイナライズ
- ④ 運輸部門における費用効果的な技術・燃料選択の地域による相違に関するモデル分析
- ⑤ 運輸部門における低炭素化のコベネフィット (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM 排出削減効果) に関するモデル分析
- ⑥ 国際学会発表 2 件 (イタリア・ペルージャ (ICAE2011) , スタンフォード大学 (IEW2011))を通して, 結果の妥当性について専門家から意見を伺う。

(8) GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究

- ① 滋賀県の湖東地域を対象としたバイオマスエネルギー利用に関する GIS データの収集
- ② 所得及び消費データと上記 GIS データを結合させた解析
- ③ 解析結果を国内外の事例と比較し、評価する。

### 1.3 本研究の成果

#### 1.3.1 研究項目（1）：多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析

本研究では、まず「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を開発した。本モデルは、日本の地球温暖化対策に係る経済的手法や環境エネルギー政策が、日本のエネルギー消費量及び CO<sub>2</sub> 排出量に与える影響を定量的に評価できるだけでなく、同時に、日本経済に与える影響を経済全体及び産業部門別の経済指標によって定量的に評価できる分析ツールである。本モデルの特徴は、バブル崩壊後の日本経済の実際データ(1991～2008年)をもとに、経済とエネルギー消費及び CO<sub>2</sub> 排出の関係を忠実に再現しており、地球温暖化対策に係る経済的手法の導入が日本経済、エネルギー需給及び CO<sub>2</sub> 排出削減に対する効果を 17 分類の産業部門レベルで定量的に検証できることである。

次に、本研究では、モデル利用の具体的な政策シミュレーションとして、①石油石炭税(地球温暖化対策税)の税率上乘せに伴うマクロ・ミクロ経済影響及び CO<sub>2</sub> 排出削減評価、②減原発と代替電源方法(既存火力発電拡張、太陽光発電・風力発電導入)によるマクロ・ミクロ経済影響及び CO<sub>2</sub> 排出削減評価、の2つのモデル・シミュレーション分析をおこなった。

#### 1.3.2 研究項目（2）：EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の道筋に関する研究

EU は、これまで大部分が無償割当により企業に配分されてきた EUA (欧州排出クレジット) の配分方式を第一期間、第二期間から大きく変え、2013 年からの第三期間では、オークションによる有償配分を基本方針とすることとしている。欧州委員会は、オークションへの転換は EU がこれまで主導してきた市場メカニズムの活用を一層進め、企業に対して排出量に比例したコストを負担させることでより合理的で効率的な温室効果ガスの削減を目指すものであるとしているが、産業界からはこれによるコスト増を懸念する声もある。

本研究では、前記のような産業界からの声も受けた EU のオークション全面移行に向けたベンチマーク方式による無償配分による産業界への移行支援措置等について概観した上で、2010 年から政府によるオークションを他国に先んじて積極的に進めているドイツの状況について情報収集を行い、これまで、ほぼ大きな問題が起こることなくオークションが行われてきた実態について取りまとめた。

### 1.3.3 研究項目（3）：ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討

ドイツの再生可能エネルギー電力（以下、再エネ）に対するフィード・イン・タリフについて、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（以下、再エネ特措法）と比較し、日本が摂取すべき点と普及効果を考察した。第一に、再エネ特措法においても送電業者に対して、①優先接続義務、②発電・送電分離、③系統拡張義務が必要である。これを整備しない限り再エネが普及することはない。第二に、ドイツは 15 分間隔の風力および太陽光発電の予測システムと広域系統運用により需給調整する系統運用技術を発展させている。第三に、買取期間を 20 年とするなら、平均日射量で、初期投資に対して年間売電収入が 10～12%（借入金利を差し引いて、実質投資収益率年 6～7%）を実現する買取価格であれば、太陽光発電は順調に普及するであろう。売電収入比率が 13% になると、需要が過熱する。第四に、太陽光発電の年間設置容量は、基本的にはシステム価格の下落に規定される。ドイツと類似の制度を導入する場合、太陽光発電の累積設備容量は、システム価格の下落が年 9% の場合、2021 年に 44GW、年 12% の下落の場合 74GW が導入される可能性がある。ただし、優先接続、発・送電分離、系統拡張義務の整備が不可欠である。

### 1.3.4 研究項目（4）：日本の自動車諸税の改革に関する検討

#### 研究項目（5）：エコ製品の「量産効果」の定量的評価

エコ製品のコストが低下するメカニズムとしての量産効果（規模の経済や生産習熟効果）を検討し、さまざまなエコ製品の量産効果の度合いを表す数値を先行研究から得るとともに、国産の太陽光発電システム、定置用燃料電池システム、リチウムイオン電池利用の次世代自動車に関して定量的評価を詳しく行った。さらに、2030 年頃までにこれらのエコ製品が従来型技術とコスト面で競争可能な水準に達しうるために必要な生産・普及の水準を試算し、我が国のエコ技術を国内のみならず海外市場で普及させることが重要になることなどを示した。

次世代自動車としてハイブリッド自動車を取り上げ、その普及施策に関する分析も行った。これまでの普及実績に基づき 2020 年までの販売台数を予測することで、2020 年までに新車販売の約半分を次世代自動車にするという目標達成に関する定量的検討を行うとともに、経済的措置により単純投資回収年数を短くすることによる目標達成の早期化の見通しを示した。また、現在検討されている環境自動車税に関する税率設定の具体的な提案を試みた。

### 1.3.5 研究項目（6）：鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究

鳩山イニシアティブは、単に、気候変動の防止・緩和のために日本が温室効果ガスを 2020 年までに 1990 年比で 25%削減すること等を前提に、途上国支援を表明したものと捉えるべきではない。気候変動問題は 2020 年以降も続く、今後長期にわたる対処が不可避であり、同イニシアティブは、技術や資金力にまさる先進国による途上国の支援という従来型の発想を超えて、化石燃料や今回事故を起こした原子力発電に大きく頼ってきた 20 世紀型の日本の社会経済そのものの再構築までを目指すものとあらためて捉え直すべきである。そのためには、エネルギー政策をはじめとする経済政策を所与のものとして気候変動政策を組み立てるのではなく、エネルギー政策その他の経済政策との本質的な統合を図ることにより、これからの日本の社会経済の構造をダイナミックに変革していくことに、鳩山イニシアティブの本質的な意味合いがあると認識すべきであろう。ドイツはエネルギー政策と気候変動政策とをまさに一体化した大胆な政策統合を行いつつ社会経済変革の努力を続けており、それを気候変動の安定化のみならずエネルギー安全保障や雇用の促進・経済の競争力の強化につなげている。本研究では、その状況を分析しつつ、ひるがえって日本の政策の問題点を明らかにし、今後取るべき政策の方向について提言を行った。

### 1.3.6 研究項目（7）：厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究

本研究では、長期最適化型世界エネルギーシステムモデルを用いて、三点の定量的分析を行った。第一に、厳しい気候変動制約下における、今世紀の、運輸モード別の、費用効果的な運輸技術導入パターンを描写し、結果は運輸モードにより大きく異なることを示した。第二に、厳しい気候変動制約下において、電気自動車または水素燃料電池ハイブリッド車が、2020 年以降、我が国の乗用車ストックの 20%以上を占めるために必要な車両購入費用削減率を導出した。その結果、長期的には、両運輸技術がこの目標を達成するために必要な車両購入費用削減率は 20%程度であることを示した。第三に、厳しい気候変動制約達成の自動車起源大気汚染物質排出削減への貢献度を評価した。その結果、厳しい気候変動制約の達成により、自動車起源大気汚染物質排出量を今世紀末にかけてほぼ一定にできるという便益をもたらすこと、自動車起源の SO<sub>2</sub> 排出量の削減効果は大きいものの、NO<sub>x</sub>・PM 排出量の削減効果は小さいこと、を示した。

### 1.3.7 研究項目（8）：GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究

本研究の成果は、まず、滋賀県の湖東定住自立圏（彦根市、愛荘町、豊郷町、甲良町および多賀町）における木質バイオマスの利用実態調査について、先行研究（中野、野瀬、寺尾、2011）のデータを基に解析を行い、当該地域における住宅用薪ストーブの利用実態

と将来的な需要予測の推計精度の向上をはかった点である。特に、住宅における暖房用の薪ストーブ設置は着実にのびており、2011年の倍の水準になるのは、1994年を起点とした線形モデルでは17年後の2028年頃とされていたが、ロジスティック・モデルを適用すると早ければ2015年頃には倍になると推計された。また、バイオマス利用の盛んなカナダのブリティッシュ・コロンビア州での聞き取り調査を行い、日本におけるバイオマス利用の今後の方向性とまた将来直面する可能性のある問題点を明らかにした。

#### 1.4 行政ニーズとの関連・位置づけ

##### 1.4.1 研究項目（1）：多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析

気候変動緩和策は東日本大震災後においても重要な政策であり、政策決定に際しては、環境税、排出量取引、自動車諸税の付加軽減措置、フィード・イン・タリフ、エコ製品への補助金・優遇税制などの経済的手法による経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果に関する有効性が定量的に評価されていることが望まれる。そこで本研究では、それらの対策と組み合わせによるマクロ・ミクロ経済影響等の定量評価ツールとして、「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」をオリジナルに構築し、産業への経済効果（エネルギー需給）を明示的に取扱いつつ、経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果を試算するシミュレーションを可能とした。

2009年10月に実施した地球温暖化問題に関する閣僚委員会(副大臣級検討チーム)によるモデル分析では、2020年の国内のCO<sub>2</sub>排出量を1990年比25%削減(真水)という中期目標の達成に向けて必要な費用等の推計と、十分な温暖化対策をおこなわなかった場合の費用等を推計しているが、本モデルの一層の精緻化と改善を展開させることにより、産業レベルでの経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果を検証することが可能となる。

##### 1.4.2 研究項目（2）：EU-ETSにおける割当方式からオークション方式への移行の道筋に関する研究

日本では、これまで気候変動政策に関して市場メカニズムを活用した本格的な政策はほとんど導入されてこなかったといっても過言ではない。2011年に、再生可能エネルギーの固定価格買取制度に関する法律がようやく成立し、また、いわゆる炭素税が2012年の秋から導入されることとなっているが、その買取り価格や炭素税率が最終的にどの程度に設定されその効果を発揮するかについては依然として不確定なところがある。加えて、温室効果ガス削減政策の柱となるべき、排出量取引制度については、現在も国レベルでは検討が凍結されており、その導入の目途がたっていない。

EUは2005年の欧州排出量取引制度の開始から既に8年目に入っており、この制度の目的からほぼ必然的に導かれるオークション制度への全面移行を目指すことにより、さらに政策の質の向上を図っている。日本が政策的にこの段階に至るにはまだかなりの時間を要することが予想されるが、いずれはEUのたどった道筋をたどることが合理的との判断に至るものと考えられる。その意味で、このオークション方式の動向を把握しておくことは重要である。

#### 1.4.3 研究項目(3):ドイツのFITの制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討

「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(以下、再エネ特措法)が2012年7月から施行予定であるため、EEG(ドイツ再生可能エネルギー法)と比較して、再エネ特措法が考慮すべき点を整理した。

第一に、再エネの優先接続を確実に実行させるため、1時間または15分ごとの風力発電と太陽光発電の給電データの開示、給電制限に伴う売電利益損失分を補てんする補償制度の整備が必要である。第二に、ドイツ復興金融公庫(KfW)の再エネ融資のように、公的な低利融資を充実させる必要がある。ドイツは大規模融資と買取制により再エネ産業の早期成長を促し、これを輸出産業に成長させてきた。今後は、洋上風力と地熱発電で同様の成長モデルを追及するであろう。第三に、ドイツでは、風力発電の買取価格は既に卸電力価格と同等で、バイオマスの買取価格も、産業用電気料金と同等である。買取制を10年間実施すれば、太陽光発外の買取価格は、産業用電気料金以下することが可能である。

#### 1.4.4 研究項目(4):日本の自動車諸税の改革に関する検討

##### 研究項目(5):エコ製品の「量産効果」の定量的評価

2020年までに1990年比で25%という大幅な大室効果ガス排出量削減、しかもそれを、今後の原子力発電の新設が見込めない状況で達成するためには、再生可能エネルギーの活用と省エネルギーを一層進展させなければならない。

そのために普及させるべきエコ製品の一部、例えば太陽光発電システムについて、費用効率性の上で問題があるので直近の拡大に消極的な意見がある一方、量産効果が大きいいため長期的な視野から拡大を進めるべきとする主張がある。その議論においては量産効果の詳細な定量的評価が必要である。また、我が国が生産するエコ製品を海外に適用することで、貿易収支の改善を図り、さらに量産効果も得られる。エコ製品の外需拡大という視点から、温室効果ガス排出削減の国際枠組みとして検討されている二国間メカニズムの意義が評価できる。

エコ製品の普及拡大のための経済的措置としては、一時的な補助金や減税措置にとどまらず、より安定的・抜本的な施策が求められている。再生可能エネルギーの普及に関して



は固定価格買取制度の導入が決まったが、省エネルギー技術については、例えば次世代自動車に関しては税制調査会での環境自動車税（仮称）など、まだ議論中である。この種の自動車税改革の設計・評価を具体的にを行うことは、運輸部門での省エネルギー化を進めるための政策議論の進展に貢献することになる。

#### 1.4.5 研究項目（6）：鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究

日本の気候変動政策はこれまでいくつかの問題点があった。第一に炭素価格の導入・維持という考え方が政策全般に浸透していなかったことである。第二に排出量取引制度、炭素税、再生可能エネルギー導入のための固定価格買取制度などの市場メカニズムを活用した政策の導入が遅れてきたことである。第三に、エネルギー政策や雇用政策、国際競争力の強化政策など、他政策との統合の努力が不十分であったことである。

このような状況について、日本でも環境省を中心として問題を克服しようという動きはあったものの、産業界や他政策との調整がうまく進まず、結果として日本の気候変動政策は十分な成果を上げているとは言いがたい状況にある。本研究では、かつては日本のような状況も見受けられたドイツがどのような経緯をへて現在のような市場メカニズムを活用した政策の導入やエネルギー政策などとの全面的な政策統合を行ってきたのかその背景を探った。これは、現在の日本の行政ニーズにも合致したものであり、今後の気候変動政策の方向を確立していく上で大きな参考となるものである。

#### 1.4.6 研究項目（7）：厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究

運輸部門における将来のモード別比重に関しては、旅客部門では、所得の増加とともに航空機のウェイトが高まること、及び、貨物部門では、外航船舶がアクティビティベースで今後も主要であり続けること、が予測されている。しかるに、平成22年3月に公表された「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップの提案～環境大臣試案～」の中の、自動車部門以外のモードにおける低炭素化に向けた技術戦略は未だ粗い。こうした中、全てのモードについて、低炭素化に資する費用効果的な技術戦略を具体的・定量的に示すことは、大きな政策的意義を持つ。また、電気自動車等次世代自動車については、平成20年7月に閣議決定された「低炭素社会づくり行動計画」では、2020年までに新車販売の50%（保有台数の20%）の割合で導入するという野心的な目標を掲げている。こうした中、究極的なクリーンエネルギー自動車である電気自動車と燃料電池自動車が導入の柱となるために必要な、コスト削減目標もしくは必要な補助金額を定量的に示すことは大いに有用である。

#### 1.4.7 研究項目（8）：GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究

これまでもバイオマスエネルギーに関して賦存量に関する供給サイドの調査は多くあったが、実際にどのぐらいの需要が存在しているのか、またその需要は将来的にどのように変化していくのかという需要サイドの研究が不足していた。本研究では特に薪利用に着目し、その実態を明らかにすることによって、バイオマスエネルギー利用促進の課題を抽出し、それに対する政策立案に結びつけようとするものである。また、本研究では、海外の先進地域の聞き取り調査により、将来直面する可能性のある問題を明らかにし、問題を未然に防ぐとともに、今後のバイオマス利用推進政策の方向性を明らかにすることを目的としている。

### 1.5 政策インプリケーション

#### 1.5.1 研究項目（1）：多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析

- 「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を利用することにより、税導入や電源構成変更による経済全体及び産業レベルでの経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果等を検証することが可能となった。
- 石油石炭税(地球温暖化対策税)の税率上乘せ(仮に 2011 年 10 月から 2015 年 4 月まで段階的に導入された場合)に関するシミュレーションでは、繊維、パルプ・紙、一次金属製造業、その他製造業といったエネルギーコスト比率の高いエネルギー多消費型産業において生産額の減少幅が高いことが確認されたが、同時に、原油価格上昇(2020 年時点で 30 ドル/バレル上昇)による負の影響のほうが大きいことが確認された。
- 減原発と代替電源方法(既存火力発電拡張、太陽光発電・風力発電導入)に関するシミュレーションでは、原子力発電依存度を引き下げて再生可能エネルギーの導入を図ると、CO<sub>2</sub> の排出削減を促すが、電力価格上昇による生産価格上昇に伴い GDP が減少し、繊維業、一次金属、建築業における付加価値の減少率が比較的に大きくなる。このため、今後、再生可能エネルギーを導入する際には、電力価格上昇に対する費用負担が大きい産業に対する優遇措置等を検討する必要があると考えられる。一方で、約 700 万 kW 規模の再生可能エネルギーの導入が、生産額(すべて国産と仮定したとき)の増加を通じて、日本の就業者数を約 0.2~0.3%程度増加(2020 年時)させると試算された。

### 1.5.2 研究項目（2）：EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の道筋に関する研究

日本では排出量取引制度については、東京都の事例をのぞき、本格的な制度は存在しない。また、国としては、排出量取引制度に関する法案の作成についてもその検討を凍結しているところである。そのため、オークション方式への移行に係る政策については、日本への適用について具体的に言及するのは難しい状況にある。

しかしながら、温室効果ガスを削減しながら雇用をはじめとする経済を発展させていくためには、いずれにせよ排出量取引制度などの市場メカニズムを本格的に活用した制度を導入することが最も合理的な政策と判断されるときが必ずくるものと思われる。その際には、EUやドイツの先行事例を学び、後発政策としてオークション制度も初めから組み込んだ政策立案につなげていくことが必要であり、その点で本研究は行政ニーズに沿ったものであると言える。

### 1.5.3 研究項目（3）：ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討

- 太陽光発電の場合、20 年買取で、初期投資に対して年間売電収入が 10～12%（借入金利を除いて、実質投資収益率年 6～7%）を実現すれば、太陽光は普及するであろう。年間売電収入比率 13%になると、需要が過熱する。
- ドイツの送電業者は、①アンシラリー・サービスなど周波数制御技術、②15 分間隔の風力と太陽光の予測システム、③風力発電の広域での集合化(agggregation)により電力変動を平滑化、④系統の広域運用により、風力 29GW と太陽光 25GW（2011 年末推定）を連系して電気品質を維持している。この柔軟・分散・予測型系統システムは新興国へのインフラ輸出に発展する可能性が高い。
- 原子力発電を所有する発電会社が送電網を支配する限り、大規模風力やメガソーラーは、系統拡張の不足問題に直面する。優先接続義務、系統拡張義務、発電・送電の分離、これらの条件整備無しには、ドイツのような普及は難しい。給電状況を確認するため、15 分ごとの風力と太陽光の給電データとロードカーブの開示が必要である。

### 1.5.4 研究項目（4）：日本の自動車諸税の改革に関する検討

#### 研究項目（5）：エコ製品の「量産効果」の定量的評価

- 太陽光発電システム、定置用燃料電池システム、さらにはリチウムイオン電池利用の次世代自動車には相当の量産効果が存在し、量産が十分に進めば、2030 年頃には従来型技術とコスト面で競争可能な水準に達しうる。量産効果を通じた大幅なコスト低下を目指す上では、製品によっては日本以外の大手メーカーの量産が世界的に進めばよいとの考えもありうるが、技術的に優位性を有する国内メーカーでのコスト低下を進めようとする

る戦略を採るならば、国内で見込まれる需要だけでは不十分であり、輸出の促進により国内メーカーの生産規模を拡大することが肝要である。そのためには、ここで取り上げたような個々の導入スケールが小さいエコ製品についても CO<sub>2</sub> 排出削減クレジットが得られるような枠組み（例えば、二国間メカニズム）を活用して、輸出先を積極的に開拓することが望まれる。

- 次世代自動車として当面の導入が期待されるハイブリッド自動車の普及促進のため、自動車の CO<sub>2</sub> 排出係数に依存して税率を定める環境自動車税は有効に機能しうる。この種の税を自動車税と自動車重量税に代えて導入し、税率を適切に設定することによって、自動車への課税総額を維持しつつ、ハイブリッド自動車の単純回収年数が 2 年程度短縮されて、新車販売の半分を次世代自動車にするという目標の早期達成につながる。

#### 1.5.5 研究項目（6）：鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究

- 率直に言って、これまでの日本の気候変動政策はその意図に反し、十分な成果を上げてきたとは言いがたい状況にある。EU やドイツの政策を分析してきた結果からは、次のような政策を早急に確立する必要がある。①市場における炭素価格の確立、②排出量取引制度など市場メカニズムを活用した政策の本格的な導入、③エネルギー政策、雇用政策、経済の国際競争力の向上政策などとの政策統合の推進。
- なかでも、東日本大震災と原子力発電所の事故後の日本としては、エネルギー政策と気候変動政策との統合が急務である。その柱は、①再生可能エネルギー導入の加速化、②エネルギー効率の根本的改善によるエネルギー消費量の削減、である。特に日本では、石炭火力の増大が大きな問題点であり、また、電力によるエネルギー利用が重視され、熱が廃熱として捨てられ有効に利用されていない点に関し改善が必要である。
- さらに、原子力発電については、①事故の可能性、②テロの可能性、③再生可能エネルギー費用と比較した、廃棄物管理や事故処理費用等も含めた費用、について十分検討を行い、国民の意向も踏まえて気候変動政策のひとつとしての位置づけを再検討する必要がある。

#### 1.5.6 研究項目（7）：厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究

- 運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出削減限界費用は高いため、費用最小化の観点のみで気候変動緩和策を講じる場合、運輸部門における低炭素化がそれほど進まない恐れがある。
- 機器特性、運行特性、技術・燃料の適用可能性、需要密度、等の運輸モードの特徴により、気候変動制約下での費用効果的な運輸技術導入戦略は運輸モードにより大きく異なる。

- る。
- 水素は航空部門を低炭素化する上で費用効果的な代替燃料であること、水素燃料電池車がコスト競争的となるための障壁は大きくないこと、を勘案すれば、水素導入に向けた研究開発・社会基盤整備を継続することが有用。
  - 厳しい気候変動制約の達成は、運輸部門のエネルギー供給安定度向上、自動車起源大気汚染物質排出量削減といった副次的便益を伴う。ただし、液体バイオ燃料等の低炭素な代替燃料を導入しても、NO<sub>x</sub>・PM の排出量の大幅削減につながるとは言えない。
  - 大型トラック部門において、クリーンで安価な代替運輸技術を増やすこと、ディーゼル内燃エンジン車への後処理技術の充実によってその NO<sub>x</sub>・PM 排出原単位を更に低下させること、が必要。

#### 1.5.7 研究項目（8）：GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究

- 住宅における暖房用の薪ストーブ設置は堅実にのびており、あわせて薪需要も着実に増加することが明らかになった。先行研究のアンケート調査からは、薪の入手方法に課題が存在していることが判っており、政策的には生産者と消費者を結びつける流通システムの確立が急務であることがあらためて明らかになった。
- 海外における木質バイオマス利用の実態調査を通じて、家庭用の薪ストーブの普及をはかる一方で、排気による大気汚染を未然に防止する施策の必要性が明らかになった。具体的には排気基準の制定、より環境負荷の少ない薪ストーブあるいは他の暖房器具への買い替えに対する補助金制度の設立などである。また、環境性能や効率性の観点から地域熱供給システムの導入の必要性も明らかになった。

## 2. 3カ年における進捗結果

### 2.1 3カ年における実施体制(研究参画者と分担項目、前年度からの改善事項等)

#### 2.1.0 研究参画者と分担項目

平成 21 年度及び平成 22 年度の研究参画者と分担項目は、上述の「1.2.2 3カ年における研究項目と分担」を参照されたい。ここでは、平成 23 年度の実施体制(研究参画者と分担項目)を再掲する。

#### 1) 平成 23 年度（平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月）の研究項目別の担当者

氏 名	所属機関・部局・役職名	担当項目(次表)
佐和隆光	滋賀大学長	研究全体を統括・指導する
一方井誠治	京都大学学際融合教育研究推進センター特定教授	(2) (6)
竹濱朝美	立命館大学産業社会学部教授	(3)
藤井秀昭	京都産業大学経済学部准教授	(1)
小杉隆信	立命館大学政策科学部准教授	(4) (5)
竹下貴之	東京大学地球持続戦略研究イニシアティブ特任講師	(7)
中野桂	滋賀大学経済学部教授	(8)
和田佳之	滋賀大学経済学部准教授	(8)

#### 2) 平成 23 年度（平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月）の研究項目

NO	担 当 内 容
(1)	多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO <sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析
(2)	EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の道筋に関する研究
(3)	ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討
(4)	日本の自動車諸税の改革に関する検討
(5)	エコ製品の「量産効果」の定量的評価
(6)	鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究
(7)	厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究
(8)	GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究

それぞれの研究項目の 3 カ年における実施体制(前年度からの改善事項等)については、以下に詳しく記述する。

### 2.1.1 研究項目（1）：多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析

実施体制については、平成 21 年度に研究参画者（藤井）がマクロ経済分析の関連論文サーヴェイをおこない、平成 22 年度以降はリサーチ・アシスタント(RA)として京都大学大学院博士課程の東倉翔太氏が加わり、「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」の構築を開始した。本モデルのうち多部門マクロ経済計量モデルの基本は、研究参画者（竹下）の J-MACRO モデル(Takeshita 2003)を再構築したものである。モデル構築にあたっては、原則毎月開催の定例研究会において研究代表者（佐和学長）、研究参画者（竹下）をはじめ、その他の研究参画者からアドバイスを受けてモデル構築を進めてきた。

平成 22 年度研究において「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」の基本的枠組みを構築し、平成 23 年度研究では以下の 3 点についてモデルの改良を進めた。

- ① モデルの行動方程式の推計期間を拡張して 1991～2008 年を対象に再推計した。平成 22 年度で構築したモデル内の行動方程式のパラメータの推計期間は SNA 産業連関表におけるデータ制約から 1997～2005 年であったが、平成 23 年度においては産業連関表に関するデータ源を経済産業研究所の「JIP データベース 2009」に置き換えることで、行動方程式のパラメータ推計期間を全て 1991～2008 年に拡張した。
- ② 行動方程式及び諸変数の係数の精度を高めた。
- ③ エネルギーモデルで推計された産業部門別エネルギーコストの変動が、マクロ経済モデルにおける産業部門別エネルギーコストの変動に反映されるようにした。平成 22 年度においては、エネルギー間競争モデル内で推計された産業別エネルギー価格指数を多部門計量経済モデルにおける産業別生産価格の説明変数の 1 つに用いていたが、平成 23 年度においては、エネルギー間競争モデルで推計されたエネルギーコストを中間投入額の説明変数の 1 つに用いている。そのため、エネルギー価格の変動は産業別中間投入額の変動としてモデル内で描写されるようになった（図参照）。

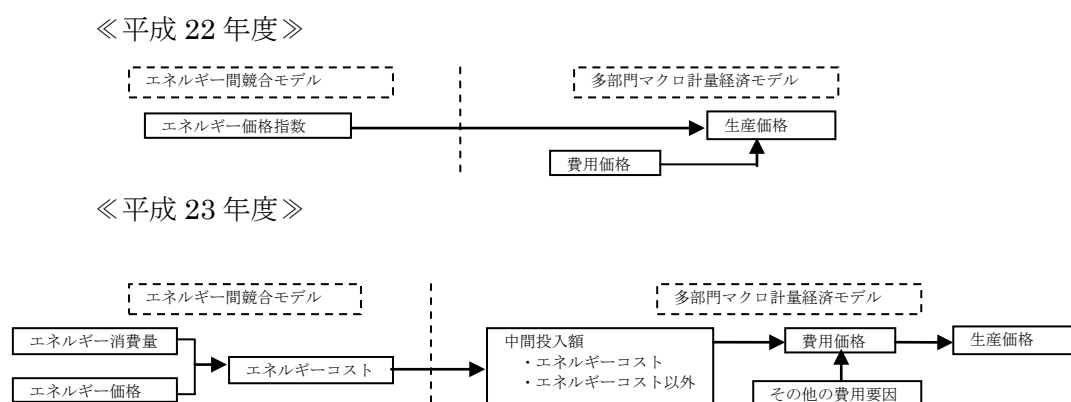


図 エネルギー価格から生産価格へのリンクに関して

### 2.1.2 研究項目（2）：EU-ETSにおける割当方式からオークション方式への移行の道筋に関する研究

実施体制については、平成 22 年度については、他の研究分担者（藤井）の助力を得つつ、研究分担者（一方井）がEUの政策運営状況を取りまとめるとともに、ドイツ環境・自然保護及び原子力安全省を訪問し、2010 年から本格的に開始されたドイツの EUA オークションの実施状況について担当官からヒアリングを行った。

23 年度は、引き続き、欧州排出量取引制度におけるオークションの実施規則の制定状況等について文献調査を行うとともに、ドイツ環境・自然保護及び原子力安全省の担当官を再び訪問し、2011 年におけるオークションの実施状況とその全体的な評価に関するヒアリングを行うなど、最新の情報の入手を行った。

### 2.1.3 研究項目（3）：ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討

前年度に引き続き、ドイツの太陽光発電産業関係者（BSW-Solar, Fraunhofer ISE, BEE など）、風力発電産業協会（BWE）へのヒアリング調査を実施した。近年進行する大規模太陽光発電、洋上風力発電の系統連系と電力系統の安定化問題、2012 年の EEG 改正点について、対応状況をヒアリングした。送電業者 Amprion 社および BDEW（ドイツ・エネルギー水力産業協会）の担当者にヒアリングを実施し、ドイツの送電網における風力および太陽光発電の給電状況と需給調整の方法、風力および太陽光の予測システムの実態、風力発電の給電制限の制度などについて、解説を得ることができ、より正確な理解ができた。

### 2.1.4 研究項目（4）：日本の自動車諸税の改革に関する検討

#### 研究項目（5）：エコ製品の「量産効果」の定量的評価

平成 21 年度から平成 23 年度において研究参画者（小杉）が実施した。

### 2.1.5 研究項目（6）：鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究

22 年度は研究分担者（一方井）が日本国内の企業をはじめとする気候変動対策の状況を分析するとともに、EUの排出量取引制度を中心にEUの気候変動政策の動向の把握に努めた。また、ドイツ環境・自然保護及び原子力安全省の担当官を訪問し、2020 年までの政策を定めた「気候変動・エネルギー政策パッケージ」及び 2050 年までの政策のロードマップを定めた「エネルギー・コンセプト」を中心にヒアリングを行った。

23 年度は、引き続き、研究分担者（一方井）がEUの気候変動政策の動向をフォローするとともに、ドイツ環境・自然保護及び原子力安全省の担当官に加え、ドイツ経済技術省



の担当官を訪問し、両省が共同で作成した「エネルギー・コンセプト」の制定経緯等を中心にヒアリングを行った。

#### 2.1.6 研究項目（7）：厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究

研究実施体制については、研究参画者（竹下）が、ワークステーションとそれにインストールされたモデル構築・解法ソフトウェアを用いて研究を進め、知見を収集してきた。そして、得られた成果について、研究代表者（佐和学長）、他の研究参画者、他の研究者よりご助言・ご指導を頂きながら、内容の修正や方向性の確定等を行ってきた。前年度は、割引率について「主観的割引率」の概念をモデルに導入し、分析を行ったが、今年度発表を行った国際会議（スタンフォード大学）において、専門家より「部門別・地域別・時点別に異なる割引率を説得力ある形で設定することは困難であり、透明性の観点からも、割引率の複雑化は望ましくない」とのご助言を得たことを踏まえ、今年度のモデル計算では一律5%の割引率を用いることとした。

#### 2.1.7 研究項目（8）：GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究

本研究項目は、平成23年度から新規に参加したものであり、本年度は中野を中心にデータ解析を行っている。なお、先行研究中野とともに行った野瀬光弘氏（薪く炭く KYOTO）、寺尾尚純氏（琵琶湖博物館）には引き続きご協力を頂くとともに、エコロジカル・フットプリントの計算にあたっては和田喜彦氏（同志社大学）のご協力も得ている。

### 2.2 3カ年における進捗状況

#### 2.2.1 研究項目（1）：多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析

- バブル崩壊後（1991～2008年）の日本の経済・エネルギー両面を忠実に再現した「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を構築し、完成させた。
- 石油石炭税(地球温暖化対策税)の税率上乘せに関するシミュレーション、減原発と代替電源方法（既存火力発電拡張、太陽光発電・風力発電導入）に関するシミュレーションを実施した。
- 太陽光発電導入に伴う追加的需要に関する産業連関的波及効果（産業連関表の投入係数、輸入比率データ等）のモデル内での取り扱いについて精緻化及び改善が必要である。

- 今後のシミュレーションの汎用化に対応するために、「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」の前提条件の入力表と結果の出力表のシステム化が必要である。

#### 2.2.2 研究項目（2）：EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の道筋に関する研究

主として、ドイツにおける 2010 年からのオークションの本格実施の経験からは、EUA のオークションが、その価格づけや市場の健全性等について、これまでのところ大きな問題がないことが確認された。ただし、欧州排出量取引制度の第三期間である 2013 年以降のオークションの全面実施への移行については、ベンチマークによる企業への無償配分などによる移行措置の動向などについて、引き続き注意を払う必要がある。

#### 2.2.3 研究項目（3）：ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討

- EEG 会計報告書により買取制の費用構造を分析した。日本にドイツと類似の制度を実施する場合の住宅用太陽光発電の買取費用を計算した。「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」に対応して、日本の買取制が考慮すべき点を整理し、大規模風力とメガソーラーの系統連系における系統安定化対策を調査した。
- ドイツ買取制 EEG の制度設計について、買取価格と設置費用、再エネ発電の収益性、家庭と企業の分担金、電力集中企業の分担金減免、発電・送電分離をめぐる EU 指令、給電制限、15 分間隔の風力予測システムを分析した。ドイツの太陽光発電の年間設置容量と買取価格について回帰分析し、日本に類似制度を導入した場合の効果を推定した。EEG 買取価格は、システム価格の下落に応じて引き下げているため、システム価格と買取価格の間に共変性が発生する。基本的には、システム価格の下落に応じて年間設置容量が規定される。

#### 2.2.4 研究項目（4）：日本の自動車諸税の改革に関する検討

##### 研究項目（5）：エコ製品の「量産効果」の定量的評価

- 平成 21 年度には、エコ製品の量産効果に関する基本理論の調査と、量産効果の定量的推計に関する先行研究調査を行った。また、量産効果を踏まえた製品の将来普及分析に関する既存研究を調査・検討し、さらに、普及分析において鍵となる消費者の製品選択の選好、とりわけ消費者が製品を購入しようとする際の必要収益率についての基礎分析を試みた。
- 平成 22 年度には、エコ製品として特に太陽光発電および定置用燃料電池システムに焦点

を当て、量産効果を考慮した技術開発・普及戦略を定量的に検討した。さらに、税制調査会で検討が開始された環境自動車税について、税制改革による次世代自動車普及効果の評価に関する準備的検討を行った。

- 平成 23 年度においては、次世代自動車に焦点を当てた量産効果を調査・分析し、将来のコスト低下の見通しを示すとともに、次世代自動車普及のための CO<sub>2</sub> 排出係数依存型税制の具体的な提案を試みた。

#### 2.2.5 研究項目（6）：鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究

これまでの研究を通じドイツにおける気候変動政策と日本における気候変動政策の性格の違いが明らかになるとともに、それが環境保全や経済発展などの面からどのような効果の違いとなって現れてきているかについても同時に明らかになってきた。そのため、日独両国の政策そのものへの評価という視点を踏まえつつ、日本の気候変動政策の問題点を抽出し、併せて今後向かうべき日本の気候変動政策の方向について大きな示唆を得ることができた。

#### 2.2.6 研究項目（7）：厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究

- 自動車メーカー関係者等、専門家へのヒアリングを実施。
- 先行関連研究の包括的なサーベイを実施。
- 厳しい気候変動制約下における、費用効果的な技術・燃料選択の運輸モードによる相違に関するモデル分析の実施。
- 電気自動車または水素燃料電池車が、2020年以降、我が国の乗用車ストックの20%以上を占めるために必要な車両購入費用削減率に関するモデル分析の実施。
- 厳しい気候変動制約達成が自動車起源大気汚染物質排出量削減に貢献する度合（副次的便益）に関するモデル分析の実施。
- 国際学会発表 2 件（スウェーデン（IEW2010）、イタリア（ICAE2011））を通して、結果の妥当性について専門家から意見を伺った。

#### 2.2.7 研究項目（8）：GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究

- 本研究項目は、本年度より新規参加のため、まずはデータを GIS に取り込む作業を行った。データ解析については本報告書執筆現在(2012 年 1 月)においても継続して行っているところである。

## 2.3 ミーティング開催や対外的発表等の実施状況

### 2.3.1 ミーティング開催の実施

平成21年度（平成21年10月以降）から平成23年度の研究期間において、以下の内容で延べ23回のミーティングを実施した。

#### (1) 平成21年度（平成21年10月～平成22年3月）

	開催日時・場所	会議内容	出席者
1	平成21年 10月1日（木） 14:00～17:00 京都大学経済研究所	テーマ：運輸部門における低炭素化技術の評価・ 検討・長期世界エネルギーシステムモ デルによる解析 報告者：竹下貴之（立命館大学 立命館グローバ ル・イノベーション研究機構）	佐和隆光（立命館大学大学院） 藤井秀昭（京都産業大学） 竹下貴之（立命館大学） 竹下博之（立命館大学）
2	10月14日（水） 14:00～17:00 京都大学経済研究所	テーマ：環境経済の政策研究：経済的手法のミク ロ経済影響 報告者：近藤久美子（立命館大学） テーマ：再生可能エネルギー普及促進策としての feed-in-tariff 制に関する日本とドイツ の比較 報告者：竹濱朝美（立命館大学）	佐和隆光（立命館大学大学院） 一方井誠治（京都大学） 竹濱朝美（立命館大学） 藤井秀昭（京都産業大学） 小杉隆信（立命館大学） 近藤久美子（立命館大学）
3	11月18日（水） 16:30～18:40 京都大学経済研究所	テーマ：家庭部門における温室効果ガス削減行動 メカニズムの分析 報告者：一方井誠治（京都大学） テーマ：炭素排出削減技術の研究開発および導入 政策の数理モデル分析に関する話題提供 報告者：小杉隆信（立命館大学）	佐和隆光（立命館大学大学院） 一方井誠治（京都大学） 竹濱朝美（立命館大学） 藤井秀昭（京都産業大学） 小杉隆信（立命館大学） 近藤久美子（立命館大学） 竹下貴之（立命館大学）
4	12月25日（金） 10:00～12:30 立命館大学朱雀 キャンパス	1. 近藤先生からの海外出張報告 2. 平成21年度成果報告書に向けた報告書骨子 等に関する検討	佐和隆光（立命館大学大学院） 竹濱朝美（立命館大学） 藤井秀昭（京都産業大学） 近藤久美子（立命館大学） 竹下貴之（東京大学）
5	平成22年 1月28日（木） 15:30～17:30 京都大学経済研 究所	1. 平成21年度の成果報告書の作成に関する検討 2. 平成21年度「環境経済の政策研究」成果報告 書〔概要〕の作成に関する検討	佐和隆光（立命館大学大学院） 一方井誠治（京都大学） 藤井秀昭（京都産業大学） 小杉隆信（立命館大学） 近藤久美子（立命館大学） 竹下貴之（東京大学）

6	2月26日(金) 14:00~17:00 京都大学経済研究所	1. 平成21年度の成果報告書の作成に関する検討 2. 平成21年度「環境経済の政策研究」成果報告書〔概要〕の作成に関する検討	佐和隆光(立命館大学大学院) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 近藤久美子(立命館大学) 竹下貴之(東京大学)
7	3月19日(金) 14:00~17:00 京都大学経済研究所	平成21年度「環境経済の政策研究」の成果報告発表についての検討	佐和隆光(立命館大学大学院) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 近藤久美子(立命館大学) 竹下貴之(東京大学)

(2) 平成22年度(平成22年4月~平成23年1月)

	開催日時・場所	会議内容	出席者
1	平成22年 4月28日(水) 15:00~18:15 京都大学 経済研究所 北館101	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(東倉)今年度より参加されるRA紹介</li> <li>・(藤井)今年度「環境経済の政策研究」の計画</li> <li>・(早野)「環境経済の政策研究」研究費について</li> <li>・「環境経済の政策研究」委員コメント(要回答)</li> <li>・「環境経済の政策研究」三者打ち合わせについて</li> <li>・(竹下)多部門計量経済モデルを用いた研究に関する説明</li> <li>・(全員)多部門計量経済モデルに関する質疑応答</li> </ul> <p>【配布資料】平成22年度「環境経済の政策研究」研究計画</p>	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 竹下貴之(東京大学) 近藤久美子(京都大学) 東倉翔太(RA)(京都大学) 早野純矢(立命館大学人文社会RO) (オブザーバー) 手塚哲央(京都大学)
2	5月28日(金) 9:30~11:30 京都大学 経済研究所 北館101	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(佐和)「グリーンイノベーションタスクフォース」紹介</li> <li>・(藤井)「環境経済の政策研究」ミーティング(5月21日(金))結果報告</li> </ul> <p>【配布資料】</p> <p>①平成23年度 科学・技術重要施策アクション・プラン</p> <p>②「環境経済の政策研究」に関する環境省との打合せ(5月21日)の内容</p>	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 近藤久美子(京都大学) 東倉翔太(RA)(京都大学) (オブザーバー) 手塚哲央(京都大学)
3	7月7日(水) 13:00~17:00 京都大学 経済研究所 北館101	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(小杉)「自動車諸税の改革に関する予備的検討」に関する発表</li> <li>・(近藤)「炭素税の産業連関分析:セクター別価格上昇率の試算」に関する発表</li> <li>・(藤井・竹下・東倉)多部門計量経済モデルに関する質疑応答</li> </ul>	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 竹下貴之(東京大学) 近藤久美子(京都大学) 東倉翔太(RA)(京都大学)

4	9月3日(金) 15:00~17:40 京都大学 経済研究所 北館 101	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(東倉) 多部門計量経済モデルの再推計に関する中間報告</li> <li>・(藤井) 平成 22 年度「環境経済の政策研究」報告書スケルトン案について</li> <li>・(近藤) 環境省でのミーティング(8月26日)概要報告および炭素税研究に関する報告</li> </ul>	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 近藤久美子(京都大学) 東倉翔太(RA)(京都大学)
5	9月24日(金) 15:00~17:30 京都大学 経済研究所 北館 202	増井利彦先生(国立環境研究所社会環境システム研究領域)による講演 「AIMモデルをはじめとする『超長期ビジョンの検討』」	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 近藤久美子(京都大学) 東倉翔太(RA)(京都大学) (オブザーバー) 手塚哲央(京都大学)
6	10月6日(水) 13:00~17:45 京都大学 経済研究所 北館 101	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(一方井)「ドイツのポリシーミックスに関して」</li> <li>・(小杉)「エコ製品の『量産効果』の評価」に関する中間報告</li> <li>・(東倉)「多部門計量経済モデルの再推計」に関する報告</li> </ul>	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 近藤久美子(滋賀大学) 東倉翔太(RA)(京都大学) (オブザーバー) 手塚哲央(京都大学)
7	11月12日(金) 14:00~17:45 京都大学 経済研究所 北館 201	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(竹濱)「ドイツ太陽光発電に対する Feed-in Tariff の状況と Lead Scenario について」</li> <li>・(竹下)「電源構成・核燃料サイクル最適化モデルを用いた風力・太陽光発電大規模導入のわが国電源構成に与える影響の分析検討」</li> </ul>	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 竹下貴之(東京大学) 東倉翔太(RA)(京都大学) (オブザーバー) 手塚哲央(京都大学)
8	12月22日(水) 15:00~17:45 京都大学 経済研究所 北館 102	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(藤井)「環境経済の政策研究 平成 22 年度の成果報告について」</li> <li>・(東倉)「エネルギーサブモデルに関する報告」</li> </ul>	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 竹下貴之(東京大学) 近藤久美子(滋賀大学) 東倉翔太(RA)(京都大学)
9	平成 23 年 1月22日(土) 13:00~16:30 京都大学 経済研究所 北館 101	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(東倉) 多部門計量経済モデルとエネルギーサブモデルに関する報告</li> <li>・(全員) 政策研究としての研究成果の確認と取りまとめに関して</li> </ul>	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 小杉隆信(立命館大学) 竹下貴之(東京大学) 近藤久美子(滋賀大学) 東倉翔太(RA)(京都大学)

(3) 平成23年度(平成23年4月～平成24年1月)

	開催日時・場所	会議内容	出席者
1	平成23年 4月13日(水)  15:00～18:00  立命館大学 京都朱雀キャン パス501会議室	昨年度研究成果における審査・評価委員からの指摘事項とその回答に関して	一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 和田佳之(滋賀大学) 小杉隆信(立命館大学) 竹下貴之(東京大学) 東倉翔太(京都大学)
2	5月27日(金)  14:00～17:00  キャンパスプラ ザ京都 第4演習室 5階	1) 4月の環境省とのキックオフ・ミーティングの概要説明(藤井) 2) 新エネルギー技術の経済的措置の水準(買取価格等)の逐次の最適意思決定支援プロセス(小杉先生) 3) 他部門計量経済・エネルギー統合モデルの改良点について(東倉氏)	佐和隆光(滋賀大学) 竹濱朝美(立命館大学) 中野桂(滋賀大学) 竹下貴之(東京大学) 小杉隆信(立命館大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 東倉翔太(京都大学)
3	7月29日(金)  14:30～17:00  キャンパスプラ ザ京都 第2演習室 5階	発表:「東日本大震災の日本経済への影響」 講師 齊藤 成人氏 (日本政策投資銀行・関西支店 企画調査課 課長)	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 中野桂(滋賀大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 竹下貴之(東京大学) 東倉翔太(京都大学)  肥夏敦子(滋賀大学)
4	9月5日(月)  14:00～17:00  メルパルク京都 第2演習室 4階	発表:「多部門計量経済・エネルギー統合モデルの概要と各種地球温暖化対策シミュレーション」の報告 発表者:東倉翔太氏  その他、環境省訪問(9月15日)についての打合せ	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 中野桂(滋賀大学) 和田佳之(滋賀大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 竹下貴之(東京大学) 東倉翔太(京都大学)  肥夏敦子(滋賀大学)
5	10月14日(月)  14:00～17:00  キャンパスプラ ザ京都 第1講習室 6階	発表:「多部門計量経済・エネルギー統合モデルの概要と各種地球温暖化対策シミュレーション」の報告の続き 発表者:東倉翔太氏  発表:「シェールガスとは」 発表者:竹下貴之  発表:「ドイツ型FIT最近の状況」 発表者:竹濱朝美	佐和隆光(滋賀大学) 竹濱朝美(立命館大学) 小杉隆信(立命館大学) 中野桂(滋賀大学) 藤井秀昭(京都産業大学) 竹下貴之(東京大学) 東倉翔太(京都大学)  肥夏敦子(滋賀大学)
6	12月9日(金)  16:00～19:00  キャンパスプラ ザ京都	発表:「拡張産業関連表を利用した再生可能エネルギー導入の雇用効果分析」について 講師:本藤 祐樹氏 (横浜国立大学 大学院環境情報研究院・学府 准教授)	佐和隆光(滋賀大学) 一方井誠治(京都大学) 竹濱朝美(立命館大学) 小杉隆信(立命館大学) 中野桂(滋賀大学) 藤井秀昭(京都産業大学)

	第1 講習室 6階		東倉翔太 (京都大学) 肥夏敦子(滋賀大学)
7	12月28日(水) 14:00~16:00 大津サテライト ミーティングル ーム 5階	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シンポジウム開催について</li> <li>  ・登壇者選定</li> <li>・最終報告書作成について</li> </ul>	佐和隆光 (滋賀大学) 一方井誠治 (京都大学) 竹濱朝美 (立命館大学) 小杉隆信(立命館大学) 藤井秀昭 (京都産業大学)  肥夏敦子(滋賀大学)



## 2.3.2 対外的発表等の実施（平成 21 年 10 月～平成 24 年 3 月）

### （1）佐和隆光（研究代表者）

- ・佐和隆光、「GDP 崇拜の日本を襲った大震災」『経』2011 年 4 月号 pp.36-39
- ・Takamitsu Sawa, “Crisis cost and opportunity”, *The Japan Times*, 2011/04/18
- ・「停電か節電か」京都新聞 天眼 2011 年 04 月 23 日
- ・Takamitsu Sawa, “The market economy and the environment”, *Sustainability Science: A Multidisciplinary Approach* 2011.
- ・佐和隆光、「今こそ必要な節電型ライフスタイルへの転換」『経』2011 年 5 月号 pp.36-39
- ・Takamitsu Sawa, “Our choice: profits or safety”, *The Japan Times*, 2011/05/17.
- ・佐和隆光、「原発事故の底流を探る」信濃毎日新聞 2011 年 5 月 23 日
- ・佐和隆光・近藤久美子、「日本における炭素税の短期的経済影響」季刊環境研究 2011 No.161
- ・佐和隆光、「大震災とブラックスワン」京都新聞 天眼 2011 年 6 月 4 日
- ・佐和隆光、「原発事故の真因はブラック・スワンへの無知と無視」『経』2011 年 8 月号 pp.44-47
- ・佐和隆光、「電力需給と『セイの法則』」京都新聞天眼 2011 年 8 月 27 日
- ・佐和隆光、「原発新規立地は不可能へ」信濃毎日新聞 2011 年 9 月 26 日
- ・佐和隆光、「絶対安全という虚構」京都新聞天眼 2011 年 10 月 8 日
- ・佐和隆光、「震災復興のコストはだれが負担すべきか」『経』2011 年 10 月号 pp.36-39
- ・佐和隆光、「グリーン・エコノミーの未来」日刊工業新聞、2010 年 8 月 10 日
- ・佐和隆光、「管政権の「新成長戦略」に足りないもの」『経』7 月号、2010 年 7 月、pp.44-47
- ・佐和隆光、「温暖化対策なくして経済成長なし」グリーン・ジャーナル、2010 年 6 月 10 日、pp.6-7
- ・佐和隆光、「環境調和型都市の威力発揮を」京都新聞、2010 年 6 月 19 日
- ・佐和隆光、「グリーン資本主義-グローバル「危機」克服の条件 -」『US フォーラム講和要約』、2010/06/02 pp.1-43
- ・佐和隆光、「気候変動対策なくして成長なし」『グローバル経営』2010 年 5 月号
- ・佐和隆光、「環境研究顔に」朝日新聞、2010 年 4 月 11 日
- ・Takamitsu Sawa, “Could environmentalism really be communism in disguise?”, *The Japan Times*, 2010/04/13.
- ・佐和隆光、「環境主義は「隷従への道」か？」『経』4 月号、pp.44-47
- ・佐和隆光、「「グリーン資本主義」で日本経済は再生できるか」『潮』2010 年 4 月号、pp.60-65
- ・佐和隆光、「成熟化時代における三つの成長戦略」『経』2 月号、pp.44-47

- Takamitsu Sawa, “Eco-policies help spur economies”, *The Japan Times*, 2010/01/01.

(2) 一方井誠治 (研究参画者)

- 一方井誠治、「エネルギー政策は、気候変動政策と統合せよ」、毎日新聞社『週間エコノミスト』9.28号 (pp.50～pp.53)、2011年
- 一方井誠治、「気候変動政策とエネルギー政策の統合」、植田和弘・梶山恵司編著、国民のためのエネルギー原論 pp. (53～pp.271)、日本経済新聞社、2011年
- 一方井誠治、「気候変動政策とエネルギー政策の統合ードイツと日本ー」、環境プランニング学会・2011年度秋季講演会口頭発表、2011年11月26日
- 一方井誠治、「気候変動問題から見た地球文明の発展と日本の将来」、日本総合研究所『Business and Economic Review』(pp.4～pp.14)、2011年
- 一方井誠治、「環境保全と経済成長」、『環境情報科学』40-2、(pp.32～pp.36)、2011年
- 一方井誠治、「ドイツと日本の気候変動政策」、CAPS (京都大学(先端政策分析研究センター)公開セミナー口頭発表、キャンパスプラザ京都、2011年3月4日
- 一方井誠治、栗田郁真、堀勝彦、「家庭部門における地球温暖化に関わる情報把握、認識及び政策選好」『季刊環境研究第』163号 (pp.111～pp.115)、2011年
- 一方井誠治、「国民負担額からみた経済との両立」、『環境会議 (特集：25%削減のシナリオを検証する)』2010年春号、(pp.46～pp.51)、宣伝会議、2010年

(3) 竹濱朝美 (研究参画者)

- 竹濱朝美、「ドイツ再生可能エネルギー買取制の費用と効果：日本が買取制設計において考慮すべき点」、人間と環境、日本環境学会、2012年、Vol.38, No.1, 印刷中.
- 竹濱朝美・梶山恵司、「再生可能エネルギー買い取り制度 (FIT) の費用と効果」、植田和弘・梶山恵司編著、国民のためのエネルギー原論、日本経済新聞社、2011年、pp.195-223. 査読なし
- 竹濱朝美、「再エネ普及のカギは買い取り価格、参考になるドイツの先進性」、『エコノミスト』、2011年9月6日号、pp.84-86. 査読なし
- 竹濱朝美、「ドイツにおける太陽光発電に対するフィード・イン・タリフの制度設計、費用と効果」、立命館産業社会論集、Vol.46, No.3. pp.1-25. 2010.
- 竹濱朝美、「低炭素社会実現に向けた住宅用太陽光発電に対する Feed-in Tariff 導入シナリオ」政策科学、立命館大学政策科学部、Vol. 17. p. 93-123. 2010.(査読有り).
- 竹濱朝美、「太陽光発電に対するフィード・イン・タリフの買取費用、ドイツ型と日本型の比較」立命館産業社会論集、Vol. 46, No. 2. pp.1-24. 2010.

- ・竹濱朝美, 「消費生活における温室効果ガス削減としての太陽光発電普及政策」, 環境と消費者・入門消費経済学 3. 第 2 章. 石橋春男・日本消費経済学会編. 慶應義塾大学出版会. p. 13-40. 2010. (査読有り)
- ・竹濱朝美, 「ドイツの再生可能エネルギー法による太陽光発電促進策とその経済効果」, 日本の科学者. Vol. 44, No. 4, p. 30-35. 2009. (査読有り)

(4) 藤井秀昭 (研究参画者)

(国際会議発表)

- ・Hideaki FUJII(2012).”Rethinking Japan’s Energy Policy after the Quake,” The 39th Annual International Energy Conference and the 33rd Annual Area Conference (The 2012 ICEED Conferences), Boulder, Colorado, forthcoming (April 15-18, 2012).
- ・Shota HIGASHIKURA, Tetsuo TEZUKA, Hideaki FUJII, Takayuki TAKESHITA(2012). “The Economic and CO<sub>2</sub> Emission Effects of Japan’s Denuclearization and Renewable Energy Promotion after the Tohoku-Pacific Ocean Earthquake — Some Implications resulted from the Integrated Model of Multi-sectoral Macroeconomy and Energy —”, The 3<sup>rd</sup> IAEE Asian Conference, Kyoto, 20-22 February, 2012.

(国内口頭発表)

- ・藤井秀昭(2011). 「低炭素社会へ向けての各種経済的手法の効果の評価ツール構築への試み」環境省主催「平成 23 年版環境・循環型社会・生物多様性白書を読む会」香川県高松市、2011 年 6 月 29 日。
- ・藤井秀昭(2010). 「低炭素社会に向けての経済的手法の活用について」環境省主催「平成 22 年版環境・循環型社会・生物多様性白書を読む会」青森県青森市、2010 年 7 月 1 日。

(国内学会)

- ・東倉翔太, 手塚哲央, 藤井秀昭, 竹下貴之(2011). 「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる日本の CO<sub>2</sub> 排出削減に関する経済的手法の評価」エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集, 2011 年 7 月。

(5) 小杉隆信 (研究参画者)

(論文)

- ・小杉隆信 「太陽光発電システムの最適普及経路と電力固定買取価格に関する定量分析」, 政策科学 (立命館大学政策科学部紀要), 19 卷 2 号, 1-13 頁 (2012 年 2 月)
- ・小杉隆信 「太陽光発電および定置用燃料電池システムに関する量産効果を考慮した

技術開発・普及戦略」, 季刊環境研究, 161号, 150-155頁 (2011年5月)

- Takanobu Kosugi: "Assessments of 'greenhouse insurance': a methodological review," *Asia-Pacific Financial Markets*, Vol.17, No.4, pp.345-363 (December 2010)

(口頭発表)

- 小杉隆信: 「不確実性下における新エネルギーの普及目標達成に向けた経済的措置の基礎検討」, 第29回エネルギー・資源学会研究発表会, 大阪国際会議場 (2010年6月17日)
- Takanobu Kosugi: "A simple feedback control approach for economic measures to deploy new energy technologies," *The First International 100% Renewable Energy Conference and Exhibition*, Türkan Saylan Cultural Center, Turkey (October 8, 2011)

(その他)

- 小杉隆信 「地球温暖化の抑制と再生可能エネルギーの利用」, エコひょうご (財団法人ひょうご環境創造協会情報誌), 62号, 1-2頁 (2011年12月)

(6) 竹下貴之 (研究参画者)

(査読付き学術論文誌)

- T. Takeshita (2012) "Assessing the Co-Benefits of CO<sub>2</sub> Mitigation on Air Pollutants Emissions from Road Vehicles." *Applied Energy* (forthcoming).
- T. Takeshita (2011) "Global Scenarios of Local Air Pollutant Emissions from Road Transport through to 2050." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8, pp. 3032-3062.

(査読付き Book Chapters)

- T. Takeshita (2011) "Future Roles of Electricity and Hydrogen in the Global Energy System under Climate Change Mitigation Constraints." In: A.M. Harris (Ed.), *Clean Energy: Resources, Production and Development*. Nova Science Publishers, New York, NY, USA, pp. 185-218.
- T. Takeshita (2010) "Cost-Optimal Technology and Fuel Choices in the Transport Sector under a Stringent Climate Stabilization Target." In: S. Simard (Ed.), *Climate Change and Variability*. SCIYO, Rijeka, Croatia, pp. 439-462.

(査読付き国際会議論文)

- T. Takeshita (2011) "Assessing the Co-Benefits of CO<sub>2</sub> Mitigation on Local Air Pollutants Emissions from Road Vehicles." In: *Proceedings of Third International Conference on*

Applied Energy, May 16-18, 2011, Perugia Centro Congressi, Perugia, Italy.

- T. Takeshita (2010) “Cost-Optimal Technology and Fuel Choices in the Transport Sector in Achieving a Stringent CO<sub>2</sub> Stabilization Target.” In: Proceedings of International Energy Workshop 2010, June 21-23, 2010, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden.

(国内学会)

- 竹下貴之 (2012) CO<sub>2</sub> 排出削減の副次的効果に関するモデル分析—自動車起源大気汚染を例として— 第 28 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス予稿集

(国内招待講演)

- 竹下貴之 (2010) 「燃料電池の最新動向を考慮したモデル分析」第 3 回 Environmental & Resource Economics Workshop 平成 22 年 8 月 26 日東北大学
- 竹下貴之 (2009) 「運輸部門における低炭素化技術の評価・検討」第 4 回枠組検討委員会平成 21 年 10 月 2 日(財)運輸政策研究機構

(7) 中野桂・和田佳之 (研究参画者)

(国外口頭発表)

- Katsura NAKANO, Mitsuhiro NOSE, Naozumi TERAOKA. “A Potential Demand for Wood Fuel in a rural/suburban area of Japan,” at The Biomass and Bioenergy Research Group Weekly Presentation, University of British Columbia, September 11, 2011.

(国内口頭発表)

- Katsura NAKANO, Mitsuhiro NOSE, Naozumi TERAOKA, Yoshihiko WADA. “Impact of the Diffusion of Wood Stoves on Ecological Footprint: A Case Study in a rural/suburban area of Japan,” at International Symposium on EcoTopia Science 2011, Nagoya University, December 10, 2011.



## II 研究の実施内容

### 低炭素社会へ向けての各種経済的手法の 短・中・長期的及びポリシーミックス効果の評価

#### 要 約

本研究は、気候変動（地球温暖化）を緩和するための各種経済的措置の効果を評価すると同時に、それらのマクロ・ミクロ経済影響を評価することを狙いとする。経済的措置とは、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の排出削減を促すインセンティブを市場に仕掛けることを意味する。環境税と排出量取引がその代表例だが、日本が市場経済の国であることを自任しながら、経済的措置を嫌う向きが多い。その理由として挙げられるのが、経済的措置の導入が、経済成長率を低下させるとの「誤解」である。また、電力供給の原発依存度を上げることこそが CO<sub>2</sub> 排出削減の決め手なのだから、効果の乏しい経済的措置を講じる必要はない、と主張する向きが少なくなかった。2011年3月11日の東日本大震災により誘発された福島第一原発の事故は、今後の減原発（電力供給の原発依存度の低下）を必至のものとし、CO<sub>2</sub> 排出削減のためには各種経済的措置を総動員せざるを得なくなった。期せずして、私たちの研究プロジェクトの意義は深まりを見せた。目下、政府はエネルギー・環境政策の見直しの真っ最中だが、私たちの研究成果が「見直し」に貢献できるものと確信している。

本研究の主たる狙いは、定量的な分析により「気候変動緩和のための経済的措置を講じることが、これからの世界の経済成長のバネ仕掛けとなる」ことを実証することにある。経済的措置には、環境税、排出量取引、自動車諸税の付加軽減措置、フィード・イン・タリフ、エコ製品への補助金・優遇税制などがある。経済影響には、マクロ・ミクロ経済への影響、途上国経済への影響とそのブーメラン効果などがある。仮に、負の経済影響を被る産業があるとするならば、その影響を軽減するための措置を補完的に講じる必要がある。

温暖化対策のマクロ・ミクロ経済影響等を定量的に評価するために「多部門計量経済・エネルギーモデル」（多部門計量経済モデルとエネルギー間競合モデルを統合した計量モデル）をオリジナルに構築し、各種経済的措置のポリシーミックスによるマクロ・ミクロ経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果を評価するシミュレーション分析を実施した。

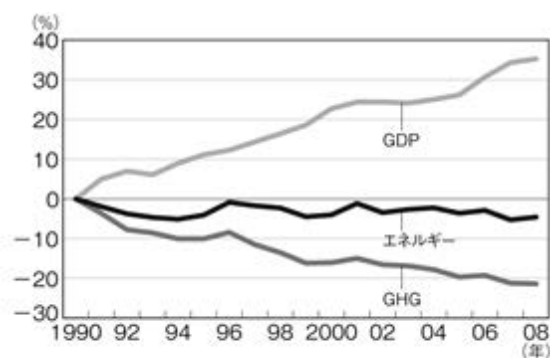
本研究の成果は3つの本論により構成されている。まず本論1では、低炭素社会へ向けて検討すべき重要な7つの研究テーマに関する政策研究と分析の結果を纏めている。次に本論2では、東日本大震災後の日本経済のとるべき指針として、エコとエネルギーを「成長」の梃子とするべきことを提唱している。本論3では、日本における環境エネルギー政策の実施による CO<sub>2</sub> 排出削減効果と経済影響を、マクロ経済レベルだけでなく産業部門別の評価を可能とさせる「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を独自に構築し、本モデルの利用により、地球温暖化対策税導入と減原発による CO<sub>2</sub> 排出削減効果とミクロ

及びマクロ・レベルの経済影響に関するモデル・シミュレーション分析をおこなっている。

以下に、本研究を構成する3つの本論の研究成果内容を研究テーマ別に詳述する。

最初に、本論1では7つの研究テーマに関する研究成果を纏めている。

第1の研究は、「鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究」（一方井誠治）である。鳩山イニシアティブをめぐる状況は、今日大きく変わっている。同イニシアティブの実現を考えるに当たっては、先進国が途上国を支援するという従来型の発想を超えて、化石燃料や原子力発電に大きく頼ってきた20世紀型の日本の社会経済そのものの再構築までを目指すことがまずもって必要であり、本研究では、その観点にたつて、幅広い提言を行った。ドイツはエネルギー政策と気候変動政策とを一体化した大胆な政策統合を行いつつ社会経済変革の努力を続けており、それを気候変動の安定化のみならずエネルギーの安全保障や雇用の促進・経済の競争力の強化につなげている（図1-1）。日本でも、次のような政策を早急に確立する必要がある。①市場における炭素価格の確立、②排出量取引制度など市場メカニズムを活用した政策の本格的な導入、③エネルギー政策、雇用政策、経済の国際競争力の向上政策などとの政策統合の推進。なかでも、東日本大震災と原子力発電所の事故後の日本としては、エネルギー政策と気候変動政策との統合が急務である。その柱は、再生可能エネルギー導入の加速化と、エネルギー効率の根本的改善によるエネルギー消費量の削減である（図1-2）。特に日本では、これまでも石炭火力の増大が大きな問題点であり、原子力発電を気候変動・エネルギー政策のなかで、どう位置づけるべきかの検討も急務である。



(注)GHG排出量は土地利用、土地利用変化及び林業部門の影響を除いた排出量  
(出所)国立環境研究所「温室効果ガスインベントリ(附属書1国の温室効果ガス排出量データ)」、世界銀行、より栗田郁真・京都大学経済研究所研究員作成

図1-1 ドイツの温室効果ガス、GDP、エネルギー使用量の推移（1990年比）

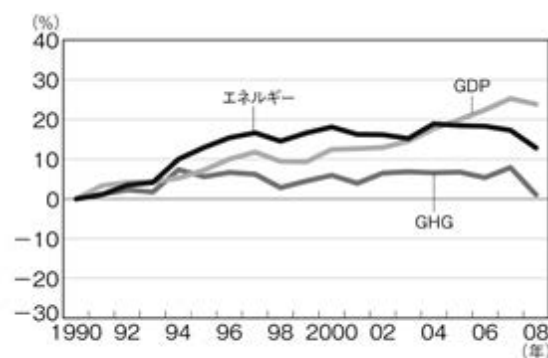


図1-2 日本の温室効果ガス、GDP、エネルギー使用量の推移（1990年比）



第2の研究は、「エコ製品の「量産効果」の定量的評価」（小杉隆信）である。

本研究では、現時点で高価なエコ製品の普及を促進する根拠となる量産効果について、太陽光発電システム、定置用燃料電池システム、リチウムイオン電池利用の次世代自動車に着目した詳しい評価を行った。その結果、これらの技術は量産が十分に進めば2030年頃には従来型技術とコスト面で競争可能な水準に達しうることが示された。量産効果を通じた大幅なコスト低下を目指す上では、製品によっては日本以外の大手メーカーの量産が世界的に進めばよいとの考えもありうるが、技術的に優位性を有する国内メーカーでのコスト低下を進めようとする戦略を採るならば、国内で見込まれる需要に対応する生産・出荷だけでは不十分であり、輸出の促進により国内メーカーの生産規模を拡大することが肝要との示唆が得られた（図1-3、図1-4）。そのためには、個々の導入スケールが小さいエコ製品についてもCO<sub>2</sub>排出削減クレジットが得られるような二国間メカニズムなどの新たな枠組みを実現・活用して、輸出先を積極的に開拓することが望まれる。

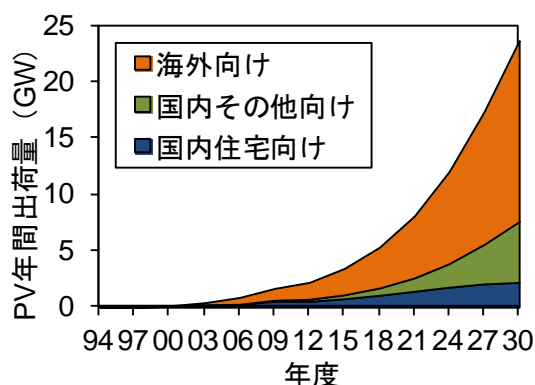


図1-3 太陽光発電システム出荷量の設定

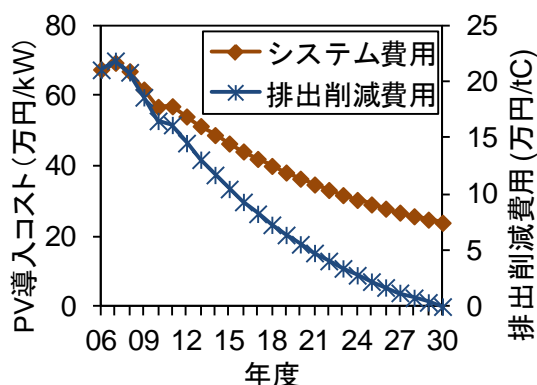


図1-4 太陽光発電システム費用（工事費込み）と炭素排出削減費用の推計

第3の研究は、「日本の自動車諸税の改革に関する検討」（小杉隆信）である。

本研究では、次世代自動車の普及拡大のための具体的な経済的措置としての自動車税改革に関する設計・評価を試みた。次世代自動車としてハイブリッド自動車を探り上げ、これまでの普及実績に基づき今後の販売台数を推計する簡易モデルを構築した。モデル分析の結果、例えば自動車のCO<sub>2</sub>排出係数に依存して税率を定める税制を既存の自動車税と自動車重量税に代えて導入し、税率を適切に設定することによって、自動車への課税総額を維持しつつ、ハイブリッド自動車の単純回収年数が2年程度短縮されて、2020年までに新車販売の半分を次世代自動車にするという目標の早期達成に繋げることができることなどを示した（図1-5、図1-6）。

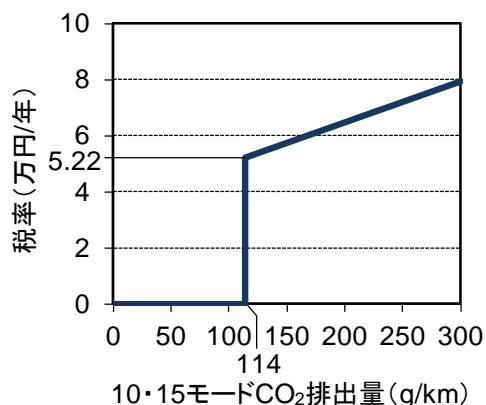


図 1 - 5 自動車の CO<sub>2</sub> 排出係数税率 (環境自動車税率) の設定

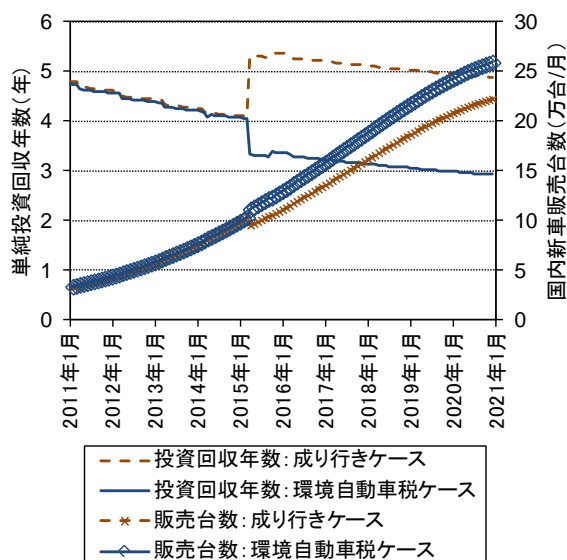


図 1 - 6 ハイブリッド自動車の投資回収年数と国内新車販売台数の推計

第 4 の研究は、「EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の筋道に関する研究」(一方井誠治)である。

本研究では、欧州排出量取引制度において、無償配分方式からオークション配分方式への移行を進める EU の動向を概観するとともに、2010 年から政府によるオークションを他国に先んじて積極的に進めているドイツの状況について情報収集と分析を行い(表 1 - 1)、これまで、ほぼ大きな問題が起こることなくオークションが行われてきたこと、2013 年の本格実施も大きな問題なく進められる見込みであるとの状況をとりまとめた。他方、日本では、オークション制度はもとより排出量取引制度をはじめとする市場メカニズムを本格的に活用した国の政策はほとんど導入されてこなかった。しかしながら、温室効果ガスを削減しながら雇用をはじめとする経済を発展させていくためには、いずれは EU が試行錯誤しつつ行ってきた、市場メカニズムを活用した政策が最も効率的で効果が高いものであるとの判断に至るものと予測される。その意味で、このオークション方式の動向を把握しておくことは重要であり日本が排出量取引制度を導入する際には、EU やドイツの先行事例を学び、後発政策のメリットを最大限に活かし、オークション制度も適切に組み込んだ政策立案につなげていくことが必要である。

表 1 - 1 ドイツにおける 2011 年のオークション実施状況

Table 2: Comprehensive Overview for 2011

Month	Contract	Number of Auctions	Bid Volume	Auction Volume	Cover Ratio	Clearing Price	Revenue
January	Spot	4	5,931,000	1,200,000	*4.94	*14.14 €	16,965,000 €
	Futures	4	11,877,000	2,280,000	*5.21	*14.51 €	33,071,400 €
February	Spot	3	8,657,000	1,200,000	*7.21	*14.66 €	17,595,000 €
	Futures	4	14,081,000	2,280,000	*6.18	*14.87 €	33,892,200 €
March	Spot	5	11,693,000	1,500,000	*7.80	*15.92 €	23,886,000 €
	Futures	5	25,105,000	2,850,000	*8.81	*16.54 €	47,139,000 €
April	Spot	4	9,529,000	1,200,000	*7.94	*16.45 €	19,737,000 €
	Futures	4	18,997,000	2,280,000	*8.33	*16.92 €	38,577,600 €
May	Spot	5	19,924,000	1,500,000	*13.28	*16.62 €	24,930,000 €
	Futures	4	24,197,000	2,280,000	*10.61	*16.69 €	38,047,500 €
June	Spot	4	15,479,000	1,200,000	*12.90	*15.12 €	18,147,000 €
	Futures	5	20,503,000	2,850,000	*7.19	*15.55 €	44,328,900 €
July	Spot	4	15,477,000	1,200,000	*12.90	*12.49 €	14,988,000 €
	Futures	4	21,270,000	2,280,000	*9.33	*12.63 €	28,790,700 €
August	Spot	5	8,868,000	1,500,000	*5.91	*11.94 €	17,913,000 €
	Futures	5	20,097,000	2,850,000	*7.05	*12.41 €	35,374,200 €
September	Spot	4	3,719,000	1,200,000	*3.10	*11.62 €	13,944,000 €
	Futures	4	14,079,000	2,280,000	*6.18	*11.67 €	26,613,300 €
October	Spot	4	10,012,000	1,200,000	*8.34	*10.21 €	12,255,000 €
	Futures	4	14,088,000	2,280,000	*6.18	*10.35 €	23,586,600 €
November	Spot	4	24,466,500	3,265,500	*7.49	*9.73 €	31,788,435 €
	Futures	-	-	-	-	-	-
<b>Spot</b>		<b>46</b>	<b>133,755,500</b>	<b>16,165,500</b>	<b>*8.27</b>	<b>*13.12 €</b>	<b>212,148,435 €</b>
<b>Futures</b>		<b>43</b>	<b>184,294,000</b>	<b>24,510,000</b>	<b>*7.52</b>	<b>*14.26 €</b>	<b>349,421,400 €</b>
<b>Total</b>		<b>89</b>	<b>318,049,500</b>	<b>40,675,500</b>	<b>**7.82</b>	<b>**13.81 €</b>	<b>561,569,835 €</b>

Source: EEX, DEHST

\* Equally weighted average

\*\* Volume-weighted average

第 5 の研究は、「ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討」（竹濱朝美）である。

本研究の成果としては、ドイツの再生可能エネルギー電力（以下、再エネ）に対する feed-in tariff（以下、買取制）について、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（以下、再エネ特措法）と比較し、摂取すべき点を確認した。①再エネ特措法においても一般電力事業者に対して、優先接続義務、系統拡張義務、発電業と送電業の分離を課することが必要である。この整備なしには、再エネの大規模普及はない。②太陽光発電は、20 年買取で、初期投資に対して年間売電収入が 10~12%（借入金利を除いて実質投資収益率年 6~7%）を実現すれば、普及するであろう（図 1 - 7）。③ドイツと類似の制度を導入する場合、太陽光発電の累積設備容量は、システム価格の下落が年 9%の場合、2021 年に 44GW、年 12%の下落の場合 74GW を導入できる可能性がある（図 1 - 8、表 1 - 2）。

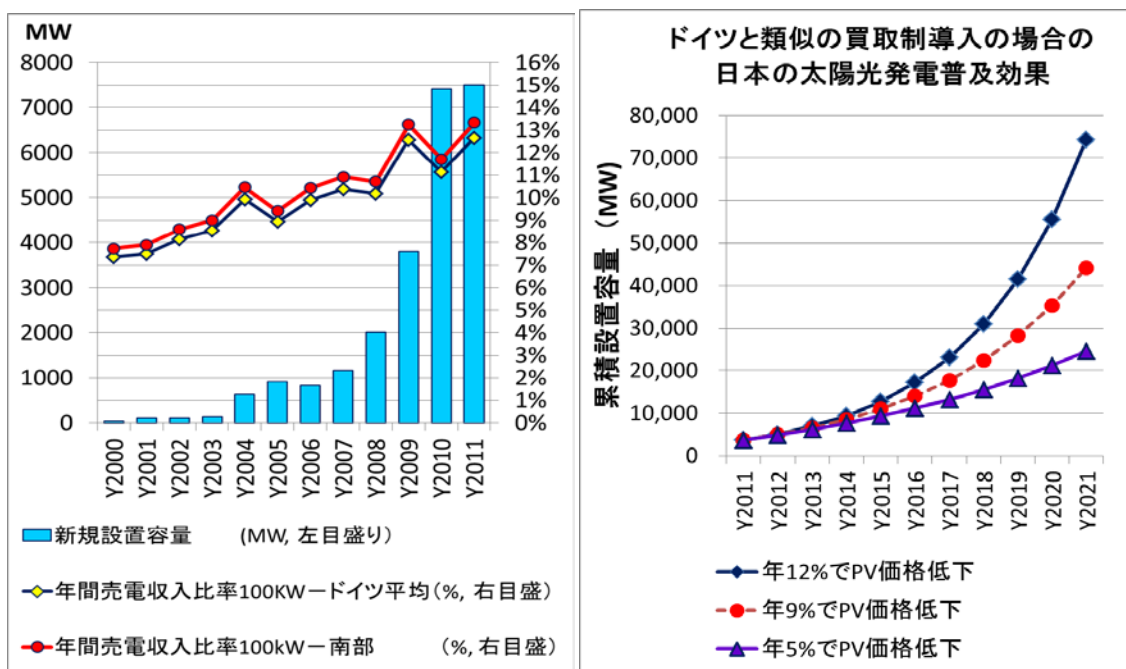


図 1-7 ドイツ太陽光発電の年間売電収入比率 図 1-8 類似制度導入による PV 普及効果

表 1-2 ドイツと類似の買取制を日本に導入した場合の太陽光発電の導入量

ケース	太陽光発電システム価格の低下率(%/年)	累積設備容量、2021年(GW)	新規設置容量、2021年(GW)	Grid Parity (家庭用電力料金同等になる時期)
A	-12	74.3	18.8	2018年
B	-9	44.1	8.8	2021年
C	-5	24.6	3.3	-

本研究における行政ニーズとの関連・位置づけとしては、①再エネを確実に優先接続させるため、15分ごとの風力発電と太陽光発電の給電データの開示、給電制限に伴う売電利益損失分の補てん制度が必要であること、②ドイツ復興金融公庫(KfW)の再エネ融資のような公的 low-cost 融資を充実させる必要があること、が挙げられる(表 1-3)。

本研究の政策インプリケーションとして、ドイツの送電業者は、アンシラリーサービスなどの周波数制御技術、15分間隔の風力と太陽光の予測システム、系統広域運用により、風力 29GW と太陽光 25GW を連系しつつ需給調整する系統運用を発展させていることを指摘している(図 1-9)。

表 1 - 3 KfW（ドイツ復興金融公庫）の再生可能エネルギー向け低利融資

主要内容	対象事業	融資額	融資条件
標準プログラム	太陽光発電、バイオマス、水力発電、地熱エネルギー、電気熱コンバインドサイクル	投資コストの最大で100%を融資。最大で1000万ユーロまで。	低利。10年の固定金利。初期期間の返済猶予。
プレミアム・プログラム	再エネ熱利用、大規模施設	投資コストの最大で100%を融資。最大で1000万ユーロまで。	長期低利融資。事業開始初期に返済猶予。零細企業特別低利融資。優遇的返済ボーナス。
深度地熱向け融資	地中400メートル以上掘削、深度石油熱地熱エネルギーと水蒸気熱地熱エネルギー	純投資コストの80%を融資。最大で1000万ユーロまで。	長期低利融資。事業立ち上げ期に返済猶予。零細企業に利率優遇。返済ボーナス。
地熱エネルギーを発見できないリスクに対するプログラム	深度地中熱エネルギーが発見されないリスクに対する融資	掘削費用の80%まで融資。一つの井戸掘削につき1600万ユーロまで。	地熱を発見できない場合、負債の100%まで免除。10年融資。1年または2年まで事業立ち上げ期に返済猶予
洋上風力	ドイツ北海、バルチック海の沖合風力発電建設。	必要な総負債額の70%まで。1件最大で7億ユーロ(約700億円)まで融資	大規模融資、10年間、10年固定金利。

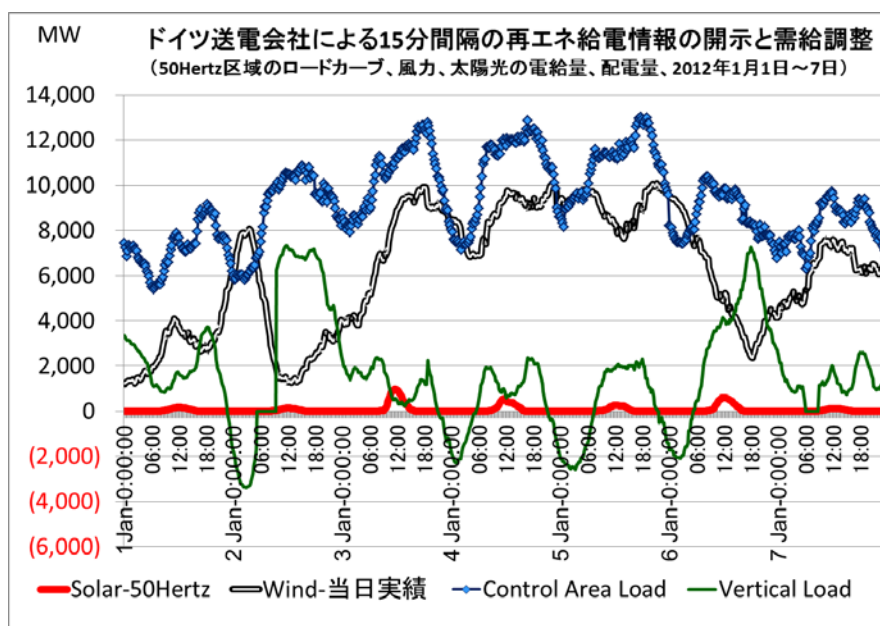


図 1 - 9 ドイツ送電会社による 15 分間隔の風力と太陽光の給電情報開示と需給調整の例

第6の研究は、「厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究」（竹下貴之）である。

本研究の成果として、長期最適化型世界エネルギーシステムモデルを用いて、以下の結果を得た。

- 厳しい気候変動制約下における、費用効果的な技術・燃料導入パターンは運輸モードにより大きく異なる。
- 同制約下において、電気自動車または燃料電池自動車が、2020年以降、我が国の乗用車ストックの20%以上を占めるために必要な車両購入費用削減率は、長期的には、ともに20%程度である。
- 厳しい気候変動制約の達成により、自動車起源大気汚染物質排出量を今世紀末にかけてほぼ一定にできる一方、自動車起源NO<sub>x</sub>排出量の削減効果は小さい。

本研究における行政ニーズとの関連・位置づけは以下のとおりである。これまでに発表された公的見解においては、自動車以外のモードにおける、低炭素化に向けた技術戦略が粗い。また、2020年までに新車販売の半数を次世代自動車とする目標が掲げられている中、究極的なクリーンエネルギー自動車が導入の柱となるために必要な、コスト削減目標（または補助金額）を示すことは有用である。

本研究での政策インプリケーションは以下のように要約される。

- 運輸モードの特徴を踏まえ、モード毎に、低炭素化に向けた技術戦略を実施すべき。
- 水素導入に向けた研究開発・社会基盤整備に向けた準備を継続することが有用。
- 厳しい気候変動制約の達成は、運輸部門のエネルギー供給安定度向上、大気汚染物質排出削減等の副次的便益をもたらす。
- 液体バイオ燃料等の低炭素な代替燃料の導入は、NO<sub>x</sub>排出量の大幅削減につながらない。

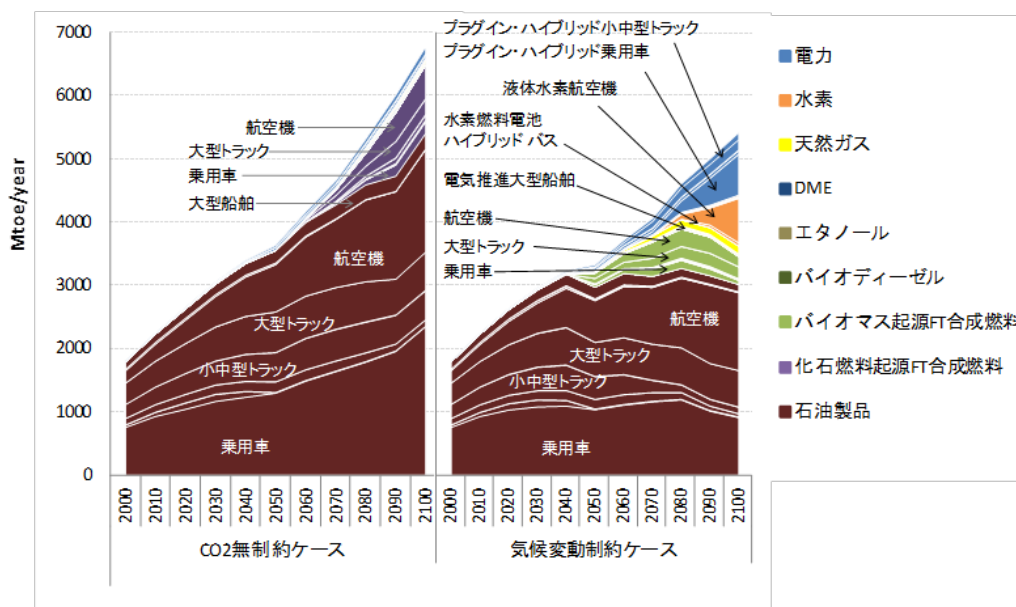


図1-10 2ケースにおける世界の運輸用燃料消費量の燃料別・モード別内訳

第7の研究は、「GISデータを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究」(中野桂、和田佳之)である。

バイオマスエネルギーに関して賦存量の調査は多くあったが、実際にどのぐらいの需要が存在しているのか、またその需要は将来的にどのように変化していくのかという需要サイドの十分な研究がなかった。そこで、本研究では、まず、滋賀県の一地域を対象に、先行研究で得られたデータを基に解析を行い、当該地域における住宅用薪ストーブの利用実態を明らかにし、将来的な需要予測の推計精度の向上を行った。その結果、住宅における暖房用の薪ストーブ設置は着実に増えており、これまでの線形モデルを用いた予測では倍増するには17年程度かかるとされていた期間が、ロジスティック・モデルを適用すると相当に短くなる可能性があることが分かった。

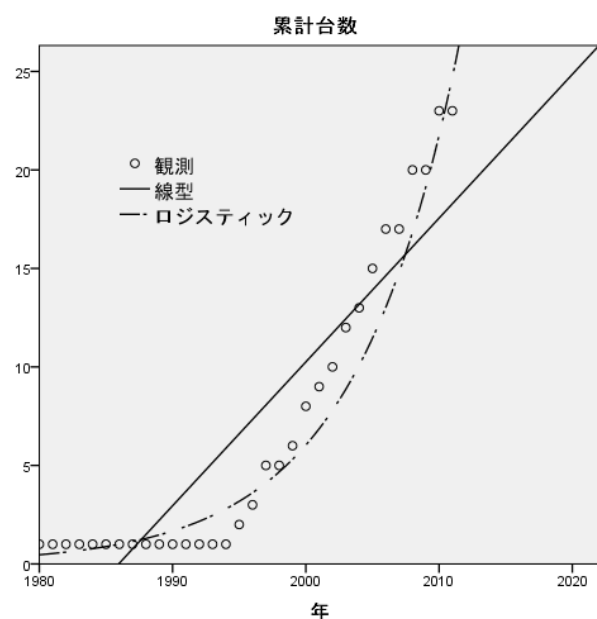


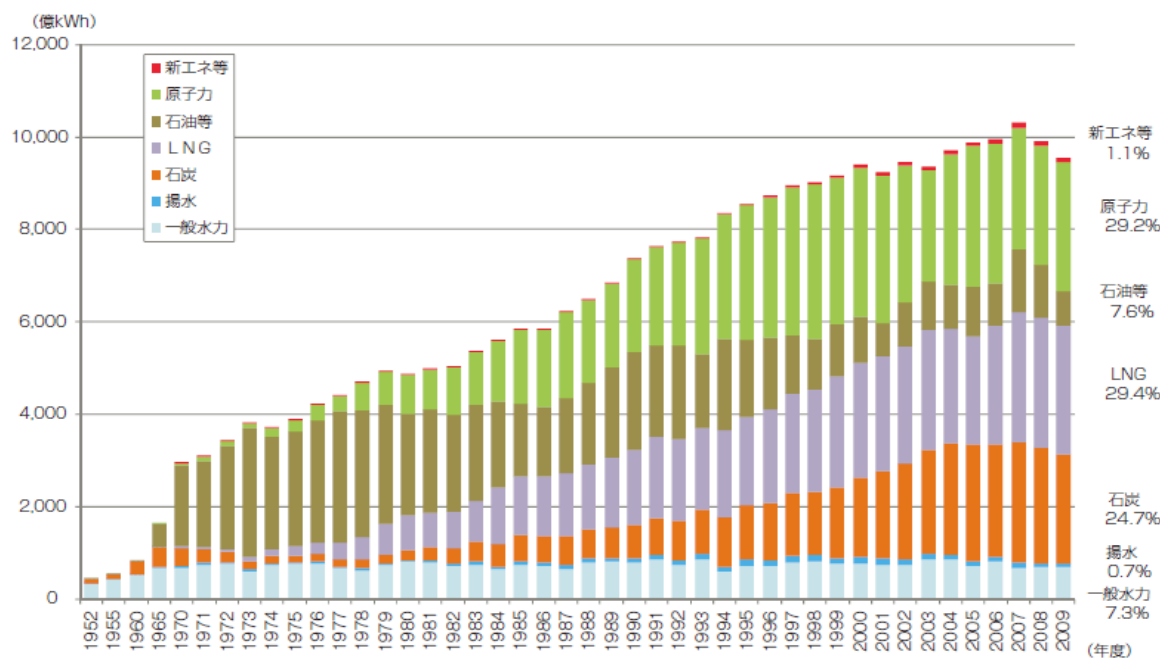
図1-11 ロジスティック曲線を用いた普及予測(例)

したがって薪需要も着実に増加することが明らかになったわけだが、先行研究のアンケート調査からは、薪の入手方法に課題が存在していることが判っており、政策的には生産者と消費者を結びつける流通システムの確立が急務であることがあらためて明らかになった。

本研究では、バイオマス利用の盛んなカナダ・ブリティッシュコロンビア州での聞き取り調査も行い、家庭用の薪ストーブの普及をはかる一方で、排気による大気汚染を未然に防止する施策の必要性が明らかになった。具体的には排気基準の制定、より環境負荷の少ない薪ストーブあるいは他の暖房器具への買い替えに対する補助金制度の設立などである。また、個別の薪ストーブの普及もさることながら、環境性能や効率性の観点から地域熱供給システムの導入の必要性も明らかになった。

次に、本論 2 は、「ポスト東日本大震災の日本経済 ―エコとエネルギーを「成長」の梃子に―」（佐和隆光）である。

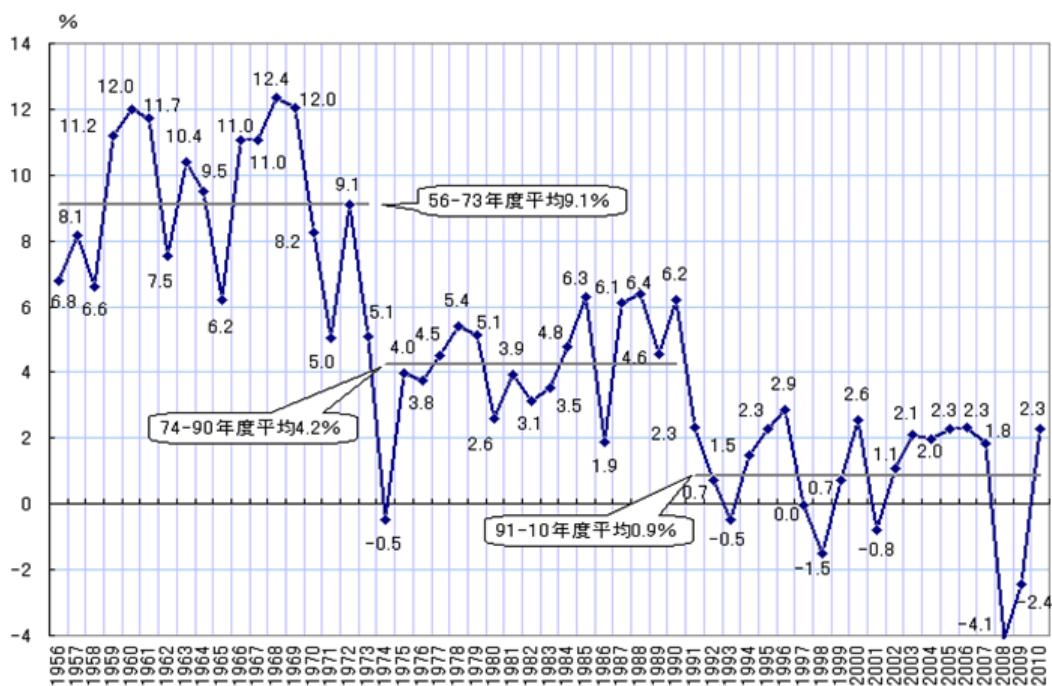
2011年3月12日に東日本を急襲した大震災と、地震と津波による福島第一原発の事故は、20世紀型パラダイムの崩壊と新しいパラダイムの模索の始まりを意味する。「滅多に起こらず、神ならざる人間には予測できないが、仮に起これば大きな影響を及ぼす事象」のことをブラック・スワンと言う。ナシム・ニコラス・タレブの *The Black Swan* (2007) は、2008年の国際金融危機を予測した著作としてもはやされたが、タレブは別の著書 *Robustness and Fragility* (2010) の中で、「2008年危機はブラック・スワンではなかった。あれはブラック・スワンに関する無知と無視の上に築かれたシステムの脆さが現れたに過ぎない」と述べている。東日本大震災はまさしくブラック・スワン以外の何物でもなかった。他方、原発事故は、タレブが国際金融危機について言ったのと同じく「ブラック・スワンに関する無知と無視の上に築かれたシステムの脆さが現れたに過ぎない」。「エネルギー基本計画」（2010年6月17日）は、2019年には電力供給に占める原発の比率は41%、2030年のそれは53%と見積もっている。ことほど左様に、原発は温室効果ガス排出削減の決め手とされてきたが、今後、原発の新増設は不可能であり、「原発依存度をどこまで下げられるか」が問われている。減原発の下での気候変動対策は、環境税を中軸に据えた経済的措置 (economic measures) のポリシーミックスでなければならない。経済的措置が経済成長を減速させるだとか、CO<sub>2</sub>排出削減効果が乏しいと批判する向きも少なくないが、グリーン成長という一語に要約される通り、「気候変動対策なくして経済成長なし」と私は言いたい。これからの経済成長は、エコ製品の普及をバネ仕掛けとするしかない。



(出所) 経済産業省『エネルギー白書 2011』

図 2 - 1 発電電力量の推移（一般電気事業用）





(注) 年度ベース。93SNA連鎖方式推計(80年度以前は63SNAベース「平成12年版国民経済計算年報」)。  
 2011年1-3月期・2次速報(2011年6月9日)。平均は各年度数値の単純平均。  
 (資料)内閣府SNAサイト

図 2 - 2 経済成長率の推移

最後に、本論 3 は、「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析」(藤井秀昭、東倉翔太)である。

本研究における第一の成果は、産業部門を 17 分類に分割し、エネルギー需給をも考慮した日本経済の構造(1991~2008年)を忠実にモデル化した「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を構築したことである(表 3-1、図 3-1)。本モデルを活用することにより、税導入や電源構成変更による経済全体及び産業レベルでの経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果等を検証することが可能となり、将来的には再生可能エネルギー導入政策による産業連関的波及効果の産業部門影響の定量的評価も期待できる。

表 3 - 1 多部門マクロ計量経済モデルとエネルギー間競合モデルの概要

[多部門マクロ計量経済モデルの概要]

対象地域	日本(地域分割なし)
対象期間(サンプル)	・年次(暦年)データ ・推定期間: 1991~2008年(18年間)
モデル規模	・方程式数: 519本
基本構造	・不均衡動学型 ・マークアップ価格原理
産業連関モデル	・17産業部門分割(一部の 변수において19産業分割、詳細は付録「本論3 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの詳細」を参照のこと) [商品×商品(SNAIO)と産業×産業(SNA)併用] ・産業分類は以下のとおりである。 (農林水産業、鉱業、食品品、繊維、パルプ・紙、化学、石油・石炭、窯業土石、一次金属、金属機械、その他製造、建設業、電気ガス水道、運輸通信業、サービス・その他第三次産業、一般政府、対家計民間非営利団体) ・投入係数は外生的に付与。
フィードバック構造	需要、生産、分配の3ブロックにおいてフィードバック構造を形成。
消費需要の決定	マクロ家計消費関数(ライフサイクル・恒常所得仮説)
労働需要の決定	コブ・ダグラス型生産関数

[エネルギー間競合モデルの概要]

対象地域	日本(地域分割なし)
対象期間(サンプル)	・年次(暦年)データ ・推定期間: 1991~2008年(18年間)
モデル規模	・方程式数: 383本
基本構造	・不均衡動学型
エネルギー消費分類	産業分類: 総合エネルギー統計に基づく13分類 運輸分類: 総合エネルギー統計に基づく9分類 家庭・業務分類: エネルギー経済統計要覧(日本エネルギー経済研究所2010)に基づく各5分類
フィードバック構造	エネルギー消費量とエネルギー価格の推定においてフィードバック構造を形成

多部門マクロ計量経済モデル

エネルギー間競合モデル

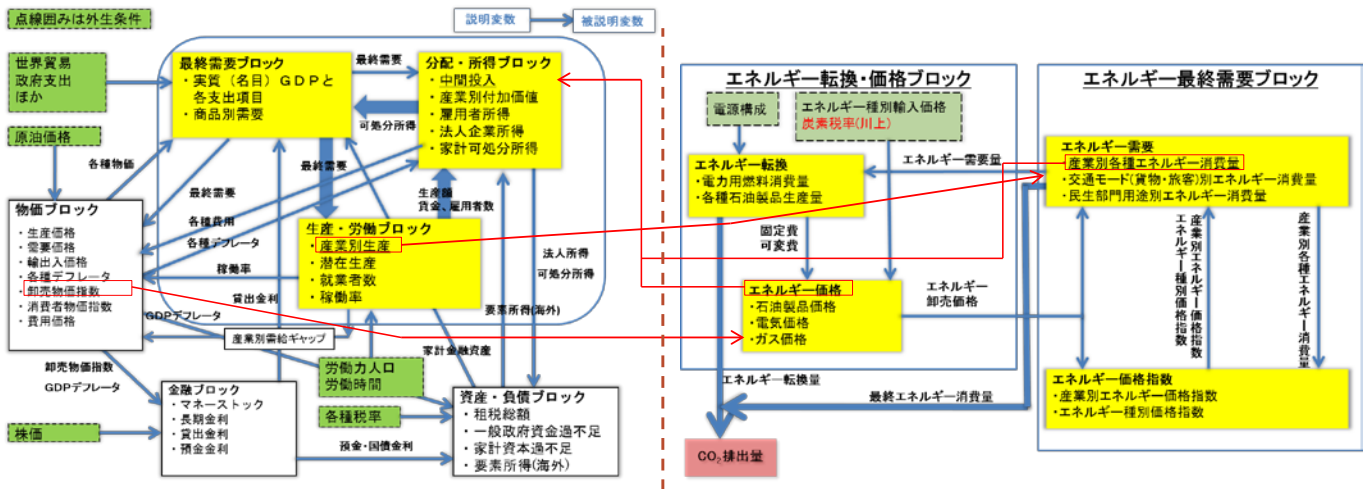


図 3 - 1 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの概要図

本研究における第二の成果は、本モデルを活用した2つの政策シミュレーションである。一つめの政策シミュレーションは、石油石炭税(地球温暖化対策税)の税率上乘せ(仮に2011年10月から2015年4月まで段階的に実施した場合)に関するシミュレーションであり(表3-2、表3-3)、繊維、パルプ・紙、一次金属製造業、その他製造業といったエネルギーコスト比率の高いエネルギー多消費型産業において生産額の減少幅が高いと試算されたが、同時に、原油価格上昇(2020年時点で30ドル/バレル上昇)による負の影響のほうが大きいことが検証された(図3-2、図3-3)。

表3-2 各種ケースにおける石油石炭税率

適用期間	現状固定ケース			税率改正ケース		
	原油・ 石油製品 (1klあたり)	ガス状 炭化水素 (1tあたり)	石炭 (1tあたり)	原油・ 石油製品 (1klあたり)	ガス状 炭化水素 (1tあたり)	石炭 (1tあたり)
2011年9月 以前	2040円	1080円	700円	2040円	1080円	700円
2011年10月 ～ 2013年3月				2290円	1340円	920円
2013年4月 ～ 2015年3月				2540円	1600円	1140円
2015年4月 ～ 2020年12月				2800円	1860円	1370円

表3-3 石油石炭税(地球温暖化対策税)の税率上乘せ影響のシミュレーションの前提条件

BaU ケースに対する乖離率[%]

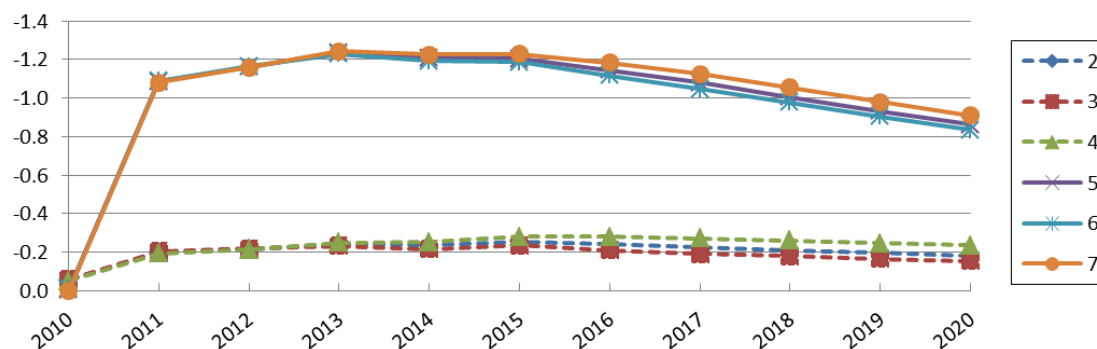


図3-2 BaU ケースに対する各ケースの国内総生産の乖離率(暦年)

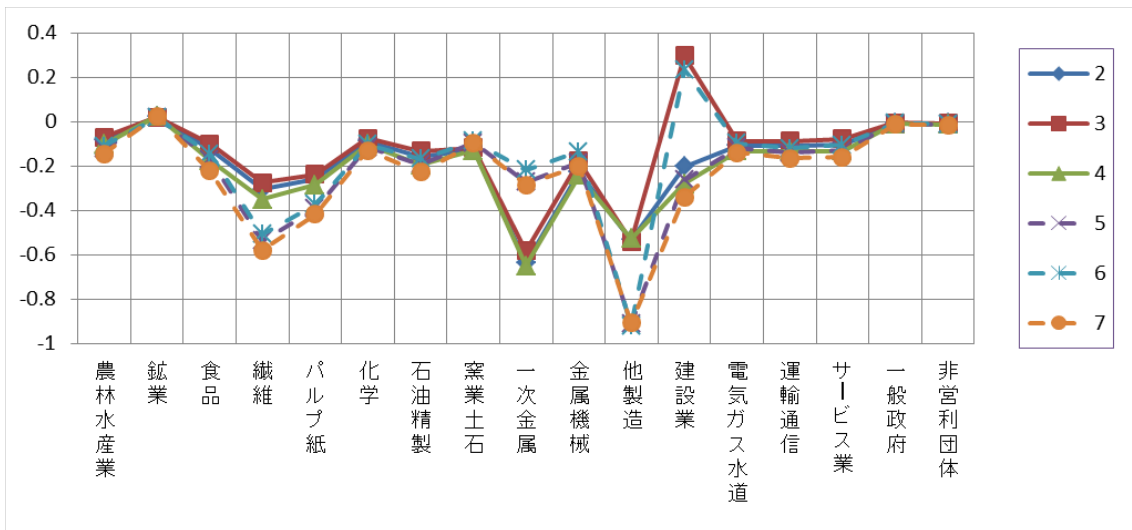


図 3 - 3 BaU ケースに対する各ケース 2~7 の産業部門別生産額の乖離率

二つめの政策シミュレーションは、減原発と代替電源方法（既存火力発電拡張、太陽光発電・風力発電導入）に関するシミュレーションであり（表 3 - 4）、原子力発電依存度を引き下げて再生可能エネルギーの導入を図ると、CO<sub>2</sub> の排出削減を促すが、電力価格上昇による生産価格上昇に伴い GDP が減少し、繊維業、一次金属、建築業における付加価値の減少率が比較的に大きくなる。このため、今後、再生可能エネルギーを導入する場合、電力価格上昇に対する費用負担が大きい産業に対する優遇措置等を検討する必要があることが検証された。一方で、約 700 万 kW 規模の再生可能エネルギーの導入が実現された場合、生産額（すべて国産と仮定したとき）の増加を通じて、日本の就業者数を約 0.2~0.3%程度増加(2020 年時)させると試算された（図 3 - 4、図 3 - 5）。

表 3 - 4 原発減の影響に関するシミュレーションの前提条件

ケース	原子力発電所の想定	原子力の代替エネルギー	
A1(BaU)	耐用年数を40年とし、耐用年数を超えた原子力発電所は随時廃炉にする。	火力発電による代替(火力による発電量の構成は2010年時に固定する)	
A2		再生可能エネルギー導入(太陽光と風力発電)	線形に導入するケース
A3			習熟曲線に従い徐々に導入量を増加させるケース
A4		短期間による大規模導入	
B1	原子力発電所の設備容量を2011年9月時点の水準に保ち、また、耐用年数を設定しない。	火力発電による代替(火力による発電量の構成は 2010 年時に固定する)	
B2		再生可能エネルギー導入(太陽光と風力発電)	線形に導入するケース
B3			習熟曲線に従い徐々に導入量を増加させるケース
B4		短期間による大規模導入	

BaU ケースに対する変化率 [%]

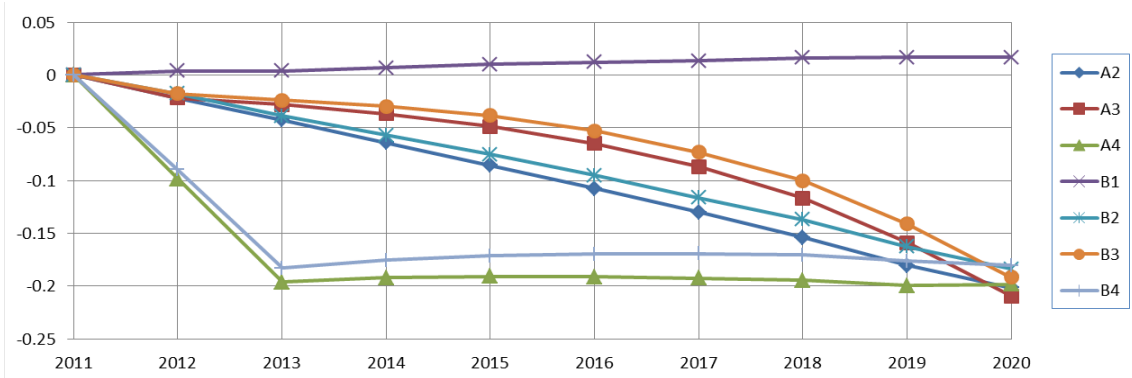


図 3 - 4 各ケース (A2 - A4、B1 - B4) の BaU ケースに対する国内総生産の乖離率 (暦年)

BaU ケースに対する変化率 [%] (2020 年)

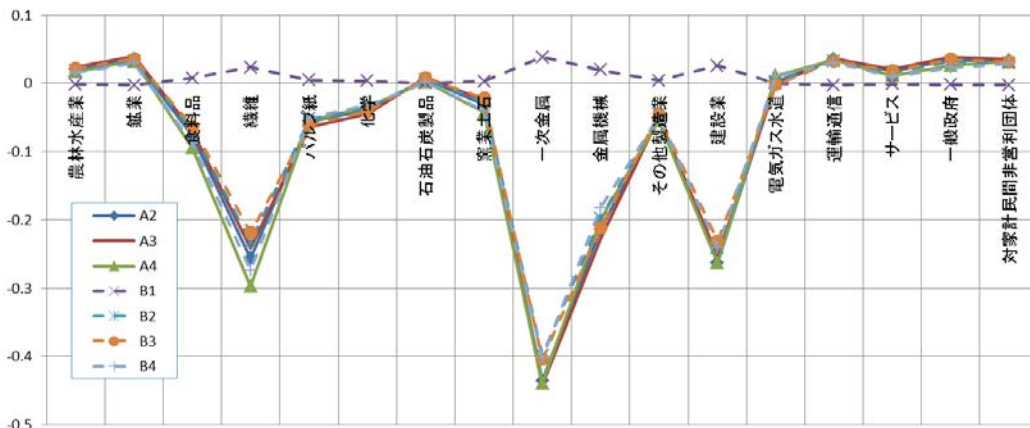


図 3 - 5 各ケース (A2 - A4、B1 - B4) の BaU ケースに対する産業部門別付加価値額の乖離率

このように、本研究全体として、減原発の下でのグリーン成長と気候変動（温暖化）対策の在り方、排出量取引や再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度についての現地調査、エコ製品の量産効果の定量的評価、自動車諸税のグリーン化の効果の定量的評価、長期世界モデルを援用しての世界の運輸部門の低炭素化シミュレーション、GIS データを用いてのバイオマスエネルギーの利用可能性の定量的評価、各種経済的措置の効果を数的に評価するための多部門計量経済・エネルギーモデルの構築と各種経済的措置の効果のシミュレーションなど、気候変動対策としての経済的措置を包括的に研究した本プロジェクトの成果は質・量ともに多大であり、豊富な政策的インプリケーションを有しており、行政的ニーズに応えるに足るもの、と僭越ながら確信する次第である。

昨年の 3.11 東日本大震災とそれに伴う福島第一原発の事故により、国のエネルギー・環境政策は、抜本的な見直しを迫られている。国のエネルギー・環境政策を策定するに当たり、本研究プロジェクトにより得られた成果と知見が、何らかの形で貢献することを期待したい。

## 1. 本論 1

### 1.1 「鳩山イニシアティブ実現のために必要な政策提案に向けた研究」

京都大学学際融合教育研究推進センター特定教授一方井誠治

#### 1.1.1 鳩山イニシアティブの今日的意味

いわゆる「鳩山イニシアティブ」とは、2009年9月に開催された国連気候変動首脳会議で当時の鳩山首相が述べた、各国が結束して気候変動に対処していくための途上国支援を中心とした日本の気候変動対策に関する提案である。演説では、先進国が、相当の、新規で追加的な官民による資金援助で途上国の発展に貢献すること等の4項目を掲げ、2010年から3年間で1兆7500億円を途上国の支援のために用意すると述べた。

鳩山首相は、この途上国支援に言及する際の基本認識として、「先進国は、率先して排出削減に努める必要があると考えて」おり、日本について、「長期の削減目標を定めることに積極的にコミットしていくべきである」とし、「中期目標についても、温暖化を止めるために科学が要請する水準に基づくものとして、1990年比で言えば、2020年までに25%削減をめざします」と述べた。また、その実現に関して「政治の意思として、国内取引制度や再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入、地球温暖化対策税の検討をはじめとして、あらゆる政策を総動員して実現をめざしていく決意です」と述べた。ただし、同時に、「すべての主要国の参加による意欲的な目標の合意」が、我が国の国際社会への約束の前提となると述べた。

その後、鳩山首相は辞任し、現在、当時とはかなり状況が異なってきている。すなわち、国内においては、2020年までに1990年比25%の温室効果ガスを削減する目標や、排出量取引制度の導入を盛り込んだ温暖化対策推進基本法は、2012年2月現在、成立の目途は立っていない。唯一、再生可能エネルギーの固定価格買取制度に関する法律が2011年に成立し、また、地球温暖化対策税の2012年からの導入が日程にあがっているが、税制改正法はまだ成立しておらず、固定価格買取制度についてもその具体的な買取価格などは定まっていない状況にある。さらに、国際的には2011年12月のCOP17において、国際社会は、2020年からの新たな国際枠組みを定めることを目指すことを合意し、それまでの間、京都議定書の延長を決議したが、日本は、米国や中国が参加しない京都議定書枠組みの延長は認められないとして、京都議定書で定める先進国グループの削減目標からの離脱を表明した。

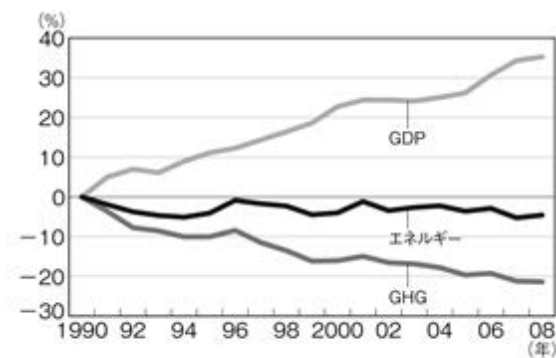
このような状況の中で、鳩山イニシアティブを実現するための政策とは、今日、どのような意味を有するものと理解したらよいのだろうか。研究分担者（一方井）は、鳩山イニシアティブについては、単に、気候変動の防止・緩和のために日本が温室効果ガスを2020年までに1990年比で25%削減するとの方針のもと、気候変動対策にかかる途上国支援を表明したものと狭く捉えるべきではないと考える。すなわち、気候変動問題は2020年以降

も続く、今後長期にわたる対処が不可避であり、同イニシアティブは、技術力や資金力にまさる先進国による途上国の支援という従来型の発想を超えて、化石燃料や今回事故を起こした原子力発電に大きく頼ってきた 20 世紀型の日本の社会経済そのものの再構築までを目指すなかで途上国支援をも位置づけるものと改めて広く捉え直すべきであると考える。

そのためには、エネルギー政策をはじめとする経済政策を所与のものとして気候変動政策を組み立てるのではなく、まずは、エネルギー政策その他の経済政策との本質的な統合を図ることにより、これからの日本の社会経済の構造をダイナミックに変革していくことが重要である。実際、ドイツはエネルギー政策と気候変動政策とをまさに一体化した大胆な政策統合を行いつつ社会経済変革の努力を今日も続けており、それを気候変動の安定化のみならずエネルギーの安全保障や雇用の促進・経済の競争力の強化につなげている。以上のような観点から、本件研究では、いわゆる鳩山イニシアティブを実現するための政策にこだわらず、ドイツの政策やその実施状況を分析しつつ、ひるがえって日本の政策の問題点を明らかにし、今後取るべき政策の方向について広く提言を行うものである。

### 1.1.2 温室効果ガスを削減しつつ経済成長を続けるドイツ

最初に、図 1.1 - 1 を見てみよう。1990 年以降ドイツは温室効果ガスの排出量及びその大きな要因であるエネルギー使用量を削減しつつ、一方で GDP を増加させてきた。一般的に



(注) GHG 排出量は土地利用、土地利用変化及び林業部門の影響を除いた排出量  
(出所) 国立環境研究所「温室効果ガスインベントリ(附属書)国の温室効果ガス排出量データ」、世界銀行、および栗田郁真・京都大学経済研究所研究員作成

図 1.1 - 1 ドイツの温室効果ガス、GDP、エネルギー使用量の推移 (1990 年比)

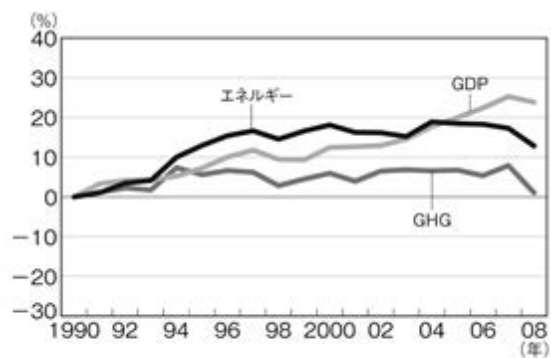


図 1.1 - 2 日本の温室効果ガス、GDP、エネルギー使用量の推移 (1990 年比)

公害による汚染防止対策と比べて、温室効果ガスの削減はエネルギーの使用そのものと深くかかわっており、その削減とエネルギー使用量、経済成長とは切り離すのが技術的にも難しいと言われてきた。しかしながら、この図はドイツがこの 20 年間、それを着実に実現し、気候変動面でのいわゆるグリーン成長を体現してきていることを示している。もとよりドイツといえども 2009 年には世界不況の影響を受けて自国の GDP を低下させており、GDP と温室効果ガスの切り離しは、長期にわたるトレンドを見る必要があるが、まずは、ドイツが実際にその結果を出していることは注目すべきであろう。



### (1) 日本より高い GHG 削減目標

1990 年をベースとしたドイツの 2020 年の温室効果ガス削減目標は 40%である。これは、EU 全体の削減目標である 20%をはるかに上回っている。しかも、この目標は、2011 年に国会に再提出された地球温暖化対策推進基本法案で掲げている 2020 年までに 25%減という日本の削減目標にある、「すべての主要国による公平かつ実効性のある国際的な枠組みの構築及び意欲的な目標の合意を前提」というような条件がついていない。ちなみに京都議定書 2008 年－2012 年の第一約束期間における削減目標はドイツがマイナス 21%、日本はマイナス 6%であるが、日本の場合には 4%近く吸収源による相殺が認められており、大きな差がある。

これについて、ドイツは東西ドイツの統合などの事情から、効率の悪い石炭火力の改善などにより、現時点では容易に温室効果ガスを削減できるのであり、既にエネルギー効率が高い日本とは状況が異なるとの見方がある。

しかしながら、ドイツはこの 2020 年の削減目標にとどまらず、2050 年までの 10 年ごとの温室効果ガスの削減目標や電源構成における再生可能エネルギーの導入目標等を既に明確に定めており、(表 1.1 - 1) 2050 年の温室効果ガスの削減目標は 80-95%となっている。この目標は、単に東西ドイツの統合効果や日本との電源構成の違いなどから容易に成し遂げられるものではないことは明らかであり、ドイツの諸目標が日本と比べて容易に達成できるものであるとの理解は正しくない。

表 1.1 - 1 「エネルギー・コンセプト」に掲げられた目標

	気候変動	再生可能エネルギー		効率の向上		
	GHG削減目標 (1990年比)	電力	エネルギー合計	エネルギー合計	エネルギー生産性	建物リノベーション
2020年	-40%	35%	18%	-20%	2.1%/年 ずつ向上	1%を2% に向上
2030年	-55%	50%	30%	↓		
2040年	-70%	65%	45%			
2050年	-80~-95%	80%	60%	-50%		

注 ドイツ環境省資料をもとに筆者作成

### (2) 過去 10 年余の急速かつ計画的な取り組み

ドイツは欧州諸国の中では最もモノづくり産業が多く、日本と比較的似た産業構造を有している。そのようなドイツでなぜ、このような大胆な温室効果ガスの削減政策の導入が

可能となったのだろうか。

実は、これまでの状況を振り返ると、1990年代までのドイツは政治的には日本とあまり異なった状況ではなく、産業界の強い反対を背景に、積極的な気候変動政策はなかなか進んでこなかった。それが、1998年の社会民主党のシュレーダー政権の誕生により、連立政党となった緑の党などがかねてより主張していたエコロジー税制改革がスタートし、環境の保全と雇用の確保を同時達成する二重の配当政策が導入された。この二重の配当政策は、企業等が使用する燃料への新たな課税で得られる税収の大半を企業が負担する従業員の社会保障費への補助とするものであり、エコロジー税制改革に対する企業の受容度を高める上で大きな役割を果たした面がある。

次いで2002年には国家持続性戦略を策定し温室効果ガスの削減目標や雇用・有業率目標などを定め、2005年には一部の産業界からの反対はあったもののEUの排出量取引制度に参加した。さらに2007年暮れにはエネルギー・気候変動統合計画を策定し2020年までに温室効果ガスを40%削減する目標の具体化を図り、2010年には、2050年までに温室効果ガスの80%-95%削減を目指す長期の政策ロードマップである「エネルギー・コンセプト」を策定した。このタイトルは、気候変動問題はすなわちエネルギー問題であり、エネルギー問題は一国の経済の要であり、その政策の方向を、現在のドイツの主要電源エネルギーである石炭及び原子力中心の利用から再生可能エネルギーに大胆に変えるということを表している。すなわち、ドイツでは気候変動政策とエネルギー政策を全面的に統合した形で進めているところにドイツの気候変動政策の最大の特徴がある。

### (3) ドイツの基本戦略

2010年に策定された「エネルギー・コンセプト」は、きわめてわかりやすい合理的な考え方に支えられている。すなわち、温室効果ガスの削減は、IPCCの第4次報告書をベースに先進国が行うべき温室効果ガスの削減目標を基礎に設定するとともに、気候変動が進み、同時に化石燃料をはじめとする資源の需給が逼迫し価格が高騰していく可能性が高い将来の経済環境を見据えている。これ対処するため、いち早く自国の経済成長と化石燃料の使用や温室効果ガスの排出との関係を切り離し（デカップリング）、現在の石炭を中心とした化石燃料の利用と原子力の利用を、風力などの再生可能エネルギーに転換していくことを目指している。同時にその過程で、コストの低減も含めた新たな技術の開発を促して新たな産業を興すことで雇用を確保し、それらをドイツ経済の強みとする戦略を描いている。

また、単に、現在のエネルギー供給構造を再生可能エネルギーに置き換えるのではなく、無駄の多い現在のエネルギー利用を徹底的に効率化することでエネルギー使用量そのものを減らしつつ再生可能エネルギーを導入していくこととしている。なお、2022年までの脱原発方針については、事故やテロの可能性による深刻な環境汚染への強い懸念とともに、将来にわたる原発コストもその理由のひとつとされている。

ちなみに、2020年までの温室効果ガス40%削減にかかる費用に関しては、ドイツ政府は

おおよそ 2020 年時点で 310 億ユーロを要する一方で、それを 50 億ユーロ以上も上回る化石燃料費の節約が可能となるとの試算を行っている。これは、先進国は既に極めて高い温室効果ガスの限界削減費用に直面しており、気候変動対策は経済的にペイしないとの通説では説明できないものである。しかしながら、筆者の調査研究では日本においても現時点での平均的な足元の限界削減費用は未だマイナスであり、当面の削減対策は経済的にもペイするとの結果がでており、ドイツにおいてこのような見通しがあることは十分理解できるものである。

また、電力需給に関しては、ドイツは現時点では年間を通じた電力の輸出入に関しては、例えば 2008 年には発電量の 9.8%を輸出し、6.3%輸入しており、年間を通して見ると輸出国であるものの、2040 年以降は、電力の供給力が若干不足する。そのため、その分についてその時点で最も安い電力を他国から輸入することとなるとの現実的な見通しを立てている。しかしながら、前記の「エネルギー・コンセプト」では、同時に、2050 年までには再生可能エネルギーのコストをさらに下げその導入稼働割合を高めることにより、最終的にはドイツの電力を純輸出にすることを目指すとしている。また、再生可能エネルギーの安定利用のため、自国内はもとより欧州全体の電力網の再整備を促し、さらにはアフリカの砂漠地帯での発電を念頭においた広域電力網の構想も有している。

このように、ドイツは決して自国の経済を犠牲にして一方的に環境保全を優先させているわけではなく、電力についても、今後さらに大きな負担が予想される巨額の燃料コストや更なるコスト増の可能性がある原子力発電コストの回避を念頭に、再生可能エネルギーの更なる技術・システム改善による自国産の低コストの電力の獲得を目指している。すなわち、あくまでコスト面の合理的な将来見通しの上に立って、ドイツ経済の強化と気候変動の安定化の同時達成を実現することをその基本目標としているのである。

このことは、このエネルギー・コンセプトが、ドイツの環境・自然保護及び原子力安全省と、経済・技術省と共同作業により作成されたことにも表れている。ちなみに、研究分担者（一方井）が 2012 年 2 月に訪問したドイツ経済・技術省の気候変動政策担当課長のアントニオ・フルガー博士によると、ドイツでは、政権交代があった 1998 年以前から気候変動問題やエネルギー問題は多くの政策にまたがるものとの政府部内での共通認識があり、経済・技術省と環境・自然保護及び原子力安全省との共同作業は当然の帰結であったとのことである。

#### （４）市場を活用した政策メニュー

そのようなドイツの目標の実現を支えているのが、市場を活用した政策メニューである。もとより今日の環境問題は、市場が現実には生じる環境破壊に関するコストを内部化し得なかったことから生じたと言われている。ドイツはまさにその市場に環境費用を内部化することで、逆に市場の力を利用して社会経済の変革を行おうとしている。具体的には、エネルギー税、燃料税の導入、EU のキャップアンドトレードへの参加、再生可能エネルギー導

入にかかる固定価格買取制度の導入などである。また、欧州排出量取引制度は、その排出クレジット（EAU）の一定割合をオークションで配分することを認めているが、ドイツはそれをいち早く 2010 年から開始し、その収入を気候変動対策にも活用し、2013 年からは、EU の方針に従い、さらにその割合を拡大することとしている。

ここでは、気候変動対策やエネルギー構造の変革は、個人の好みや善意に頼って行われるのではなく、如何に儲かるかという経済的な投資の観点を中心に推進される。これは歴史的に見ても最も強力な社会経済の推進力のひとつである。ただし、前述したように、一方で市場は環境破壊を助長してきた歴史もあることから、一步その利用方法を誤れば再び新たな環境問題を引き起こす可能性があることは認識しておく必要がある。

以上、ドイツの基本戦略は、野心的な目標を設定して市場を活用した政策手段を駆使しつつ、20 世紀型の経済発展構造から、地球環境や世界経済の状況変化に合わせた 21 世紀型の経済発展構造へと自国の経済の早期の移行を図ろうとしているものと見る事ができる。

### 1.1.3 20 世紀型の経済発展構造から抜け出せていない日本

温室効果ガスの排出量、エネルギー使用量と GDP の推移を表した日本の状況（図 1.1 - 2）を見ると、ドイツとの違いが鮮明になる。先に述べたように、京都議定書第一約束期間における日本の削減目標は、森林吸収源の相殺分を含めると実質約マイナス 2% であり、ドイツの同期間におけるマイナス 21% に比べるとかなり低いものであった。そのような中で、2008 年のリーマンショックによる経済不況に見舞われるまでは、日本の排出量は基準年の 1990 年を概ね 5% 以上も上回っており、2007 年にはそれが 8% 近くまで上昇した。もし、2008 年からの経済不況がなければ日本の温室効果ガスの排出量は、基準年を 10% 以上越えていた可能性が高く、2012 年までの排出量は京都議定書の削減目標を大幅に上回っていたものと思われる。いずれにしても、日本の経済成長はエネルギー使用や温室効果ガス排出量の増加と切り離されておらず、化石燃料使用の増加とともに経済が成長した 20 世紀型の経済構造から未だ抜け出せていない日本の実態を表している。

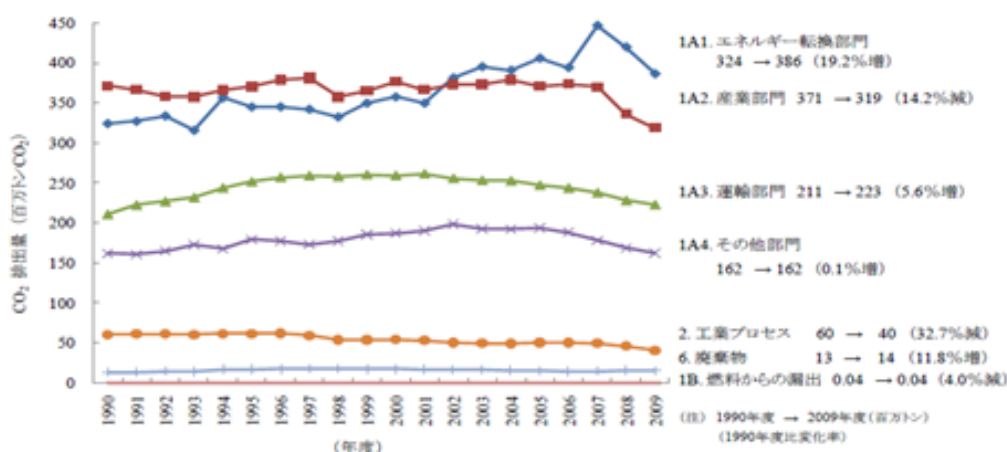
#### （1）エネルギー政策と気候変動政策の矛盾

日本は何故、このような 20 世紀型の経済発展構造から抜け出せていないのだろうか。その理由は日本において、エネルギー政策と気候変動政策が十分に統合されていないことにあると研究分担者（一方井）は考えている。その最大のポイントは石炭火力と再生可能エネルギーをめぐる政策の方向性の違いである。エネルギー政策ではエネルギーの安全保障が極めて重要な目標となる。その際、エネルギーのベストミックスの考え方のもと、相対的に安価で政治的にも安定したオーストラリアからの高品質の石炭の安定輸入は、日本のエネルギー安全保障の大きな柱のひとつとして位置づけられ、その割合が 1970 年代以降増加している。他方、温室効果ガスの削減の観点からは、他のエネルギー源に比べて相対的に二酸化炭素の排出量の多い石炭の利用増大は世界的にも大きな問題とされてきた。さら

に、再生可能エネルギーの開発と導入は、温室効果ガスの削減の観点からはきわめて重要な課題となっていたが、これまでの日本の発電体制の中では、電力会社にとって再生可能エネルギーの導入の増大は収益の面や電力の安定性などの技術的な面からいっても歓迎されないものとなっていた。

図 1.1 - 3 は日本の温室効果ガスのセクター別排出量であるが、日本においては、発電所が大半を占めるエネルギー転換部門における排出量の増加が特に目立っている。これは先の石炭火力の総体的な増加が大きな要因となっている。

このような気候変動政策とエネルギー政策の大きな矛盾を、原子力発電量の増大という方策により一挙にカバーしようというのがこれまでの日本の方針であった。ただし、東日本大震災以前から、地元における新規立地の難しさや、2006 年の中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所の停止などに見られるように、日本の原子力発電事業はこれまでも予定どおりには進んでおらず、その結果、前記のような政策上の矛盾が解消されず、経済成長とあいまった石炭火力の増大とともに日本の温室効果ガスは増加基調をたどったというのがこれまでの状況である。



注: ( )内の数字は1990年度比  
出典: 日本国温室効果ガスインベントリ報告書2011. 4

図 1.1 - 3 各部門の二酸化炭素排出量の推移

また、日本の電力は安定供給が何よりも優先され、電力会社の地域独占体制ともあいまって、通常の経済財では行われる価格による需給調整のメカニズムが弱く、節電等の需要管理が効果的に行われてこなかったということも指摘されよう。なお、現在、米国におけるオイル・シェールガスや日本近海でのメタンハイドレードの開発・利用が話題となっている。しかしながら、オイル・シェールガスは従来型の化石燃料であることに加え、その利用拡大に伴う地下水汚染が懸念されており、同様にメタンハイドレードについても、同様に従来型の化石燃料であることに加え、予期せぬメタンの噴出等の恐れも指摘されてい

ることから、日本におけるその利用拡大については、日米双方における GHG 排出に関する将来的な影響等について慎重に検討する必要がある。

## (2) 日本の気候変動政策の問題点

日本の気候変動政策の弱点は、ドイツの気候変動政策と裏腹の関係にある。すなわち、日本は産業界や国民の自主的な取り組みにあまりに頼りすぎ、温室効果ガスの排出を低減させる上でまずは基本となる、二酸化炭素を多く排出する活動に対して経済的な負荷を与える政策手段をきちんと導入することができなかつたことである。また、効果的、継続的な再生可能エネルギーの開発導入策を講じてくることができなかったことである。さらに、日本は1970年代からの二度にわたる石油ショックの時代に進めたエネルギー効率の大幅改善という過去の遺産に安住して、結果的に1990年以降のエネルギー効率の抜本的な改善に必ずしも積極的に取り組んでこなかつたことも指摘できよう。

何よりも、そのような積極的な気候変動政策は、日本の経済全体の将来の発展と密接な関係があるとの位置づけがなされてこなかつた。すなわち、産業構造や消費構造を化石燃料依存の体質から再生可能エネルギーの積極利用の方向に変え、同時に資源・エネルギー効率の高い体質に自発的に変えていく。その過程で、自国の経済そのものの発展構造を変え、従来型のエネルギーや資源の価格が上昇していく可能性が高い将来の経済環境にいち早く対応する経済を作るという重要な役割が気候変動政策にある。そのことは日本の経済の発展にとっても必要不可欠であるという観点からの、気候変動政策と経済政策との統合問題に正面から取り組んでこなかつたことが問題である。

このような状況が生じたその背景には、エネルギー政策は経済産業省の専管事項であるのに対し、気候変動政策は環境省、経済産業省等の共管事項であるという、政策形成上の非対称性があることも指摘できる。すなわち、エネルギー政策が独自の視点からまず決定され、気候変動政策は、それを大前提として形成されざるを得なかつたのである。

## (3) 原子力発電と気候変動対策

これまで、原子力発電はクリーンで低コストの発電システムであり、気候変動対策の切り札と言われてきた。しかしながら、福島での事故の発生後、原子力発電は地震の多い日本においてクリーンな発電システムと本当に言えるのか、事故による復興、補償費用を別としても、本当に低コストの発電システムであるのかという点について、大きな疑問が投げかけられている。この点をあいまいにしたまま、日本が従来と同じエネルギー政策、気候変動政策を維持することは、環境の保全の観点からも日本経済の発展の観点からも大きな過ちを犯すおそれがあることは明らかである。原子力発電については、国民的な議論とそれを踏まえた明確な方針の確立が必要である。

#### 1.1.4 長期的なトレンドを見据えた政策統合と合理的な選択

そもそも将来にわたる気候変動を放置しておいて経済の発展が保障されることはあり得ず、いずれにしても、日本は気候変動の安定化対策と経済の発展の同時達成を図っていく以外の選択はないことは明らかである。

その観点からは、少なくともこれまでの日本の温室効果ガスの削減政策は成果を上げてきたとは言い難く、経済の状況もドイツより優位にあるとは言い難い。日本は、今後早急に気候変動政策の建て直しを計る必要がある。もとより、それは同時に日本の経済の今後の発展につながるものである必要がある。研究分担者（一方井）が考える今後の建て直しのポイントは以下のとおりである。

##### **（１）今日の投資に影響を与える長期的炭素価格の確立**

日本の将来の社会経済を作るのは今日の投資である。これまでの日本の気候変動政策の最大の問題は、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出に明示的な価格がついていなかったため、従来型の投資が継続されてきてしまったきらいがあることにある。市場において、炭素クレジットのような形で将来にわたり炭素価格が明示され、それが着実に上昇していくことが企業や家庭において認識されれば、それらの投資は自ずから温室効果ガスを低減させる方向に向かう。また、大型の公共投資にしても将来の炭素価格を無視した設計をすることは不可能となる。投資の方向性を変えない限り経済社会は変わらない。

##### **（２）市場メカニズムを利用した政策手法が不可欠**

この炭素価格を確立するためには、炭素税の導入やキャップ付き排出量取引制度、さらには再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）などの市場メカニズムを利用した政策手法の導入が不可欠である。このことは、これまで企業や国民の自主的取り組みに多くを負ってきた日本の温室効果ガス削減政策と、税や排出量取引、FITを中心に進めてきたドイツの削減政策の削減実績を見ればもはや明らかである。なお、いうまでもなく市場メカニズムを利用した政策手法は、温室効果ガスの排出に価格をつけるというのが基本であり、それを前提とした技術開発競争、価格低減競争がなされることが期待される。また、このような政策手法は、政府支出によるエコポイント制度などの補助金政策と異なり、国民の支持がある限り比較的安定的な息の長い政策手段となる可能性が高いことも重要である。

##### **（３）環境と経済を統合する環境経済政策を**

これまで述べてきたように、気候変動問題は単なる環境問題ではなく、エネルギー問題そのものであり、日本の将来を左右する経済問題でもある。日本はまずは気候変動政策とエネルギー政策の一層の統合を図る必要がある。その際、ドイツのエコロジー税制改革において環境の保全と雇用の確保の二重の配当政策がとられたことが企業による政策受容性を高めたように、環境と経済をブリッジする政策上の工夫をなお一層行うべきである。ま

た、日本の公害防止政策が、厳しい規制とあいまった各種の支援制度の組合せで効果を発揮したように、いわゆる「プッシュ」及び「プル」を組み合わせた政策とすることも重要であろう。このような考え方は、ドイツにおいても、排出量取引制度のオークション収入を気候変動対策に利用するという形で援用されている。

これらの一連の政策に期待される基本的な組合せは以下の通りである。

- ①経済的措置
- ②直接規制
- ③情報整備・提供その他の支援措置

また、これらの政策を活用した主な政策分野としては以下のものが重要である。

- ①再生可能エネルギー導入とスマートグリッド整備
- ②エネルギー効率改善
- ③化石燃料利用の火力発電所の高効率化
- ④原子力発電の再検討
- ⑤既存建物、新築建物の高効率・高品質化
- ⑥運輸施設と運輸機器の改善
- ⑦吸収源（森林等）対策の促進
- ⑧ライフスタイルの変革・改善
- ⑨技術開発、調査研究の促進
- ⑩政策立案・実施における透明性と市民参加

今回の東日本大震災と福島原子力発電所の事故は、原子力は安全かつクリーンで安価な電源であるという一種の前提のもとに進められてきた気候変動政策とエネルギー政策の本質的な矛盾を顕在化させたという側面がある。このような状況のなかで、私たちは、気候変動政策に関して今後どのような方策をとることが最も合理的であり、経済も含めた日本の将来に最も良い結果をもたらすかという選択を行わなければならない。もとより長期的な最終目標と復興に向けた当面の対応は分けて考える必要があるが、環境と経済の双方を視野に、経済合理的な思考に支えられた、脱原発をも含んだドイツの多様で計画的な気候変動・エネルギーへの取り組みは、ドイツ同様、国内資源は限られているものの優れた技術力と組織力を持つ日本にとって大きな参考となろう。

#### <参考文献>

- ・植田和弘、梶山恵司編著、国民のためのエネルギー原論、2011年、日本経済新聞出版社
- ・一方井誠治；低炭素化時代の日本の選択、2008年、岩波書店
- ・ペーター・ヘニッケ、ディーター・ザイフリート；ネガワットー発想の転換から生まれる次世代エネルギー；朴勝俊訳、2001年、省エネルギーセンター



- ・ 諸富徹・浅岡美恵；低炭素経済への道、2010年、岩波新書
- ・ 佐和隆光；グリーン資本主義、2010年、岩波新書
- ・ 天野明弘；排出取引、2008年、中公新書
- ・ ドイツ政府資料；Energy Concept, 2010
- ・ 竹内恒夫；環境構造改革ードイツの経験から、2004年、リサイクル文化社

## 1.2 「エコ製品の「量産効果」の定量的評価」

立命館大学 政策科学部 准教授 小杉隆信

### 1.2.1 量産効果に関する基礎

量産効果とは、一般に、ある製品の生産量の増加に伴い生産性が向上し、1単位の製品の生産に必要な投入要素が減少することをいう。これは伝統的には規模の経済、すなわち生産ラインの規模の拡大により単に製品当たりのコストが低下するという、規模に関する収穫逓増を指すが、市場への導入初期にある太陽光発電や電気自動車といったエコ製品の将来の普及方策の文脈では、累積生産量の増加に伴って種々の要因により生産コストが減少する、いわゆる習熟効果あるいは学習効果の意味で用いられることが多い。

規模の経済は、生産規模の増加に伴って近似的に一定の率で生産コストが低下するというモデルで表されることが多く、例えば表 1.2 - 1 に、いくつかの文献による規模の経済に関する推計例を示す。

習熟効果は、以下のコスト低下の諸要因をすべて一括で扱って計測するのが一般的である。これらの諸要因には、規模の経済（以下の④）も含まれることに注意が必要である。ただし、狭い意味では以下の①だけを習熟効果と呼び、その他の諸要因と区別して計測する研究例もある（IEA, 2000）。

- ① 同じ製品の生産の経験を通して生産プロセスの改善が行われ、生産性が向上することによってコストが減少する。（learning by doing）
- ② 技術開発を通じた製品性能（例えばエネルギー変換効率）の向上により、製品のサービス（例えば出力）あたりのコストが減少する。（learning by researching）
- ③ 製品自体の大型化（例えば風車の大型化）により、製品のサービス（例えば出力）あたりのコストが減少する。
- ④ 生産ラインの規模の拡大により単に製品あたりのコストが低下する。（規模の経済）
- ⑤ その他の要因、例えば他種の技術進歩からの波及効果、技術の利用者からの改善提案の反映等により生産コストが減少する。

規模の経済と同様に、習熟効果も累積生産量が 2 倍になるごとに近似的に一定の率（進歩率）で生産コストが低下するというモデルで表されることが多い。いくつかのエコ製品に関して習熟率を推計した例を表 1.2 - 2 に示す。

なお、上記の効果は本来はコストで測られるべきであるが、現実にはコストデータを公表資料から得るのは難しく、価格で分析せざるを得ない場合がほとんどである。その場合、価格とコストが比例するとは限らないことに注意が必要である（高橋, 2001）。

表 1.2 - 1 日本におけるエコ製品生産の規模の経済に関する推計例

製品	年産量倍増あたりコスト低下率(%)	出典
シリコン太陽電池セル	6.7% (年産 10MW 未満) 13~16% (年産 10~100MW)	遠藤, 田村(2001)
定置用固体高分子型燃料電池システム	19.0%	経済産業省 (2005)
自動車用リチウムイオン電池セル	14.3%	環境対応車普及方策検討会 (2010)

表 1.2 - 2 日本を対象としたエコ製品の生産習熟効果 (進歩率) の推計例

製品	進歩率	被説明変数	説明変数	対象期間	出典
太陽光発電システム	17.45%	設備コスト	累積生産量	1979~1998	槌屋 (1999)
太陽光発電システム	20.5%	設備コスト	累積生産量	1979~2003	高瀬, 石橋 (2007)
太陽光発電システム	10.2%	価格	累積導入量	1994~2008	戒能 (2008)
太陽光発電モジュール	16%	価格	累積生産量	1993-2008	朝野 (2010)
太陽光発電用インバータ	25%	価格	累積導入量	1993-2008	朝野 (2010)
太陽光発電 (モジュール/インバータ以外の機器)	20%	価格	累積導入量	1993-2008	朝野 (2010)
太陽光発電設置工事費	12%	価格	累積導入量	1993-2008	朝野 (2010)
風力発電システム	11.3~ 12.9%	建設価格	累積導入量	1980~2003	佐藤, 中田 (2005)
風力発電システム	6.6~ 8.5%	建設価格	累積導入量	2000~2003	同上
家庭用燃料電池システム	19.1~ 21.4%	価格	累積生産量	2004~2008	Staffell and Green(2009)
鉛蓄電池	9.7%	価格	累積生産量	1986~2007	戒能 (2008)
密閉アルカリ電池	23.7%	価格	累積生産量	1986~2007	戒能 (2008)
ニッケル-水素電池	22.0%	価格	累積生産量	1993~2007	戒能 (2008)
リチウムイオン電池	34.0%	価格	累積生産量	1998~2007	戒能 (2008)
リチウムイオン電池	30%	価格	累積生産量		篠田他 (2009)

### 1.2.2 量産効果による次世代自動車の将来コストの推計

2010 年度に実施した太陽光発電および定置用燃料電池システムの量産効果の分析（小杉, 2011）に引き続き、2011 年度は次世代自動車の量産効果の定量的評価を行った。

#### (1) ハイブリッド自動車（ニッケル水素電池利用）

ハイブリッド自動車（プラグインハイブリッド自動車は含まない）は、1997 年に市販が開始されてから現在に至るまで多くのモデルが登場してきたが、搭載している電池はリチウムイオン電池と比べて安価とされるニッケル水素電池が主流である。ハイブリッド自動車のコストを在来車との差額で表すことにすると、その過去の値は、ハイブリッド自動車の在来車との差額の最大 2 分の 1 を補助するという 1998～2005 年度のクリーンエネルギー自動車等導入促進事業の補助実績（次世代自動車振興センター, 2011b）から把握することができる。これらの値に基づくハイブリッド自動車の在来車との差額の推計値と、新世代自動車の基礎となる次世代電池技術に関する研究会（2006）および次世代自動車振興センター（2011a）から得られるハイブリッド自動車の国内生産台数の推移に基づく累積生産台数とをグラフ上にプロットし、生産習熟効果を推計したものを図 1.2 - 1 に示す。ここで、本節での表示金額はすべて GDP デフレータにより 2010 年実質換算したものである。これから推計される進歩率は 3.7% で、比較的低い値となった。この進歩率に従えば、今後、ハイブリッド自動車の累積生産台数が相当に増加したとしても、現在の技術の延長線上では、在来車との価格差が 1 台あたり 30 万円を下回る見込みは薄い。

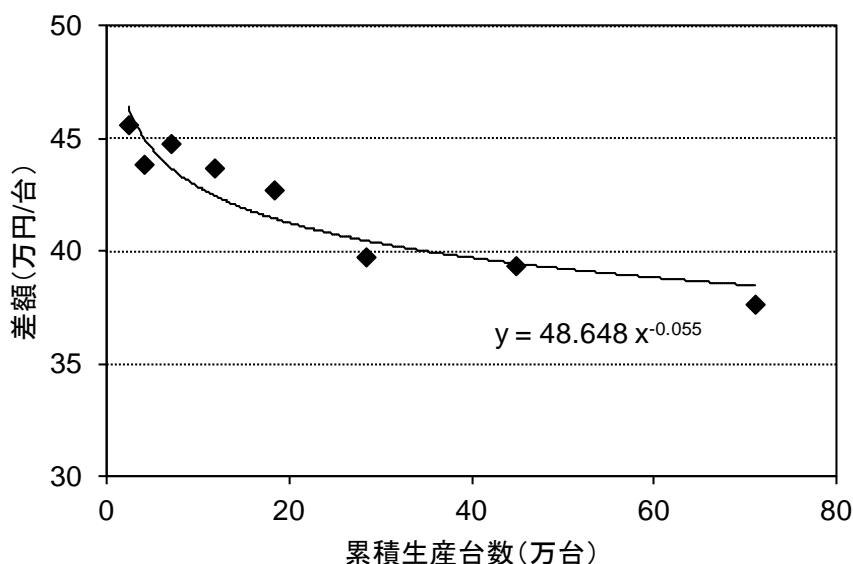


図 1.2 - 1 ハイブリッド自動車の累積国内生産台数および在来車との価格差

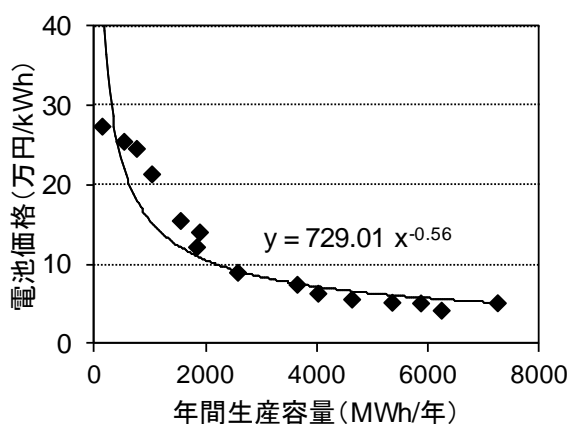
## (2) プラグインハイブリッドおよび電気自動車（リチウムイオン電池利用）

現在国内で生産・市販されているプラグインハイブリッドおよび電気自動車は、ニッケル水素電池よりも体積エネルギー密度が高いリチウムイオン電池を利用している。これらの自動車は市販後の歴史が浅く、在来車比の差額の推移に関する情報は十分には得難い。代わりに、国内のリチウムイオン電池の規模の経済および生産習熟の効果を機械統計年報に基づく1995～2009年の価格推計（経済産業省経済産業局調査統計部, 1997-2010）から推計した。結果を図1.2-2に示す。ここで、1.2.1節に示したように、規模の経済の効果は本来であれば技術進歩（例えばエネルギー密度の向上）によるコスト低下分は含めるべきではないが、この期間中の技術進歩の定量的な把握が困難であるため、ここでの規模の経済効果は技術進歩分を含めた疑似的なものとして示されていることに注意が必要である。同様に、ここでの生産習熟効果は規模の経済効果を含んでいる。

図1.2-2から、リチウムイオン電池のコストの低下を規模の経済によって説明する場合には、年産規模倍増あたり32.1%でコストが低下すると推計され、一方、生産習熟によって説明する場合には、進歩率22.9%、つまり累積生産容量倍増あたり22.9%でコストが低下すると推計されることになる。

以上の結果を用いて、リチウムイオン電池利用のプラグインハイブリッドおよび電気自動車の在来車との価格差の推計を試みると、次のようになる。なお、これまでに生産されたリチウムイオン電池は主に情報機器向けのものであると推測されるので、上記に示したリチウムイオン電池の価格をそのまま自動車用に適用できるわけではないが、以下では、年産規模あるいは累積生産容量倍増あたりのコスト低下率については上記と同様の値が適用できるものと仮定する。

(a) 規模の経済



(b) 生産習熟

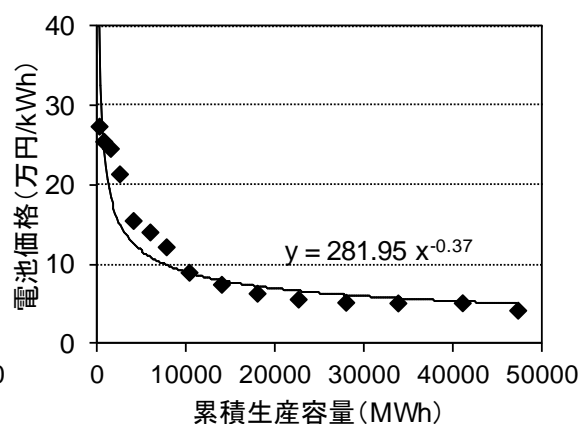


図1.2-2 リチウムイオン電池の年間生産および累積生産容量に対する価格の変化

価格差の推計に先立ち、まず、将来のプラグインハイブリッドおよび電気自動車の生産台数の推移を想定する必要がある。ここでは図 1.2 - 3 のように、各種自動車の国内新車販売台数が指数関数的に増加し、2020 年度にはプラグインハイブリッドと電気自動車を合わせて 12 万台、すなわち新車販売の約 3 分の 1 を占めるに至るといったシナリオを想定した。

プラグインハイブリッドおよび電気自動車の価格の推計には、リチウムイオン電池の価格に加えて、搭載する電池の容量および在来車との価格差（電池以外）が必要となる。搭載電池容量については現在市販されているこれらの自動車の仕様に基づき、電池以外の価格については Bandivadekar et al. (2008) を参照して表 1.2 - 3 のように想定した。電気自動車はエンジンが不要になることから、電池の価格分を除けば在来車よりも安価となる。

一方、2010 年度における軽四輪の電気自動車の在来車との価格差の実績値は、三菱自動車工業製の i-MiEV へのクリーンエネルギー自動車等導入促進事業の補助実績（114 万円/台）から、228 万円/台と見積もられる。これと表 1.2 - 3 の想定から、2010 年度の自動車用リチウムイオン電池の価格を 15.9 万円/kWh と推定した。

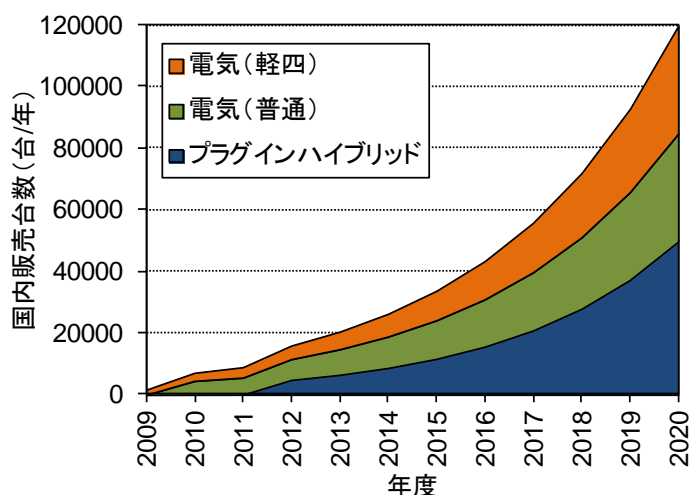


図 1.2 - 3 プラグインハイブリッドおよび電気自動車の販売台数の将来想定

表 1.2 - 3 プラグインハイブリッドおよび電気自動車の価格に関する想定

車種	搭載電池容量	電池以外の価格(在来車比)
プラグインハイブリッド	4.4 kWh	23.8 万円
電気 (軽四)	16 kWh	-27.0 万円
電気 (普通)	24 kWh	

2011年度以降の将来の電池価格は、さまざまな不確実性を考慮して、いくつかのケース別に推計を行うことにした。電池価格は規模の経済効果あるいは生産習熟効果によって低下するものとし、その低下の度合いとして、1.2.1節に示した先行研究（規模の経済に関しては、環境対応車普及方策検討会, 2010；生産習熟に関しては、篠田他, 2009）での値を用いるケースと、本節で推計した値を用いるケースとを考えた。また、いずれの効果も計算するのにも必要となる電池の国内生産容量は、図 1.2 - 3 に示した国内で販売される自動車に搭載される電池の総容量の 1.5 倍の場合と 3 倍の場合の 2 通りを考えることとした。

これらのケース別の自動車向けリチウムイオン電池価格の将来推計値を図 1.2 - 4 に示す。推計の結果、ケースによって将来推計値には大きな差があり、2020年度には最も安価と推計されるケースで 1.9 万円/kWh となる一方、最も高価と推計されるケースでは 10.2 万円/kWh となった。ただし、本研究での機械統計年報に基づく量産効果による推計では、2020年度の価格は 3.4~5.2 万円/kWh の幅に収まっている。

この電池価格の将来推計値を利用してプラグインハイブリッドおよび電気自動車の在来車との価格差の推計を行った結果を図 1.2 - 5 に示す。軽四輪の電気自動車の 2020年度における在来車比の価格差は、電池価格の推計値の幅に対応して、ケース間で 3.9~136 万円/台という非常に大きな幅が生じると推計された。

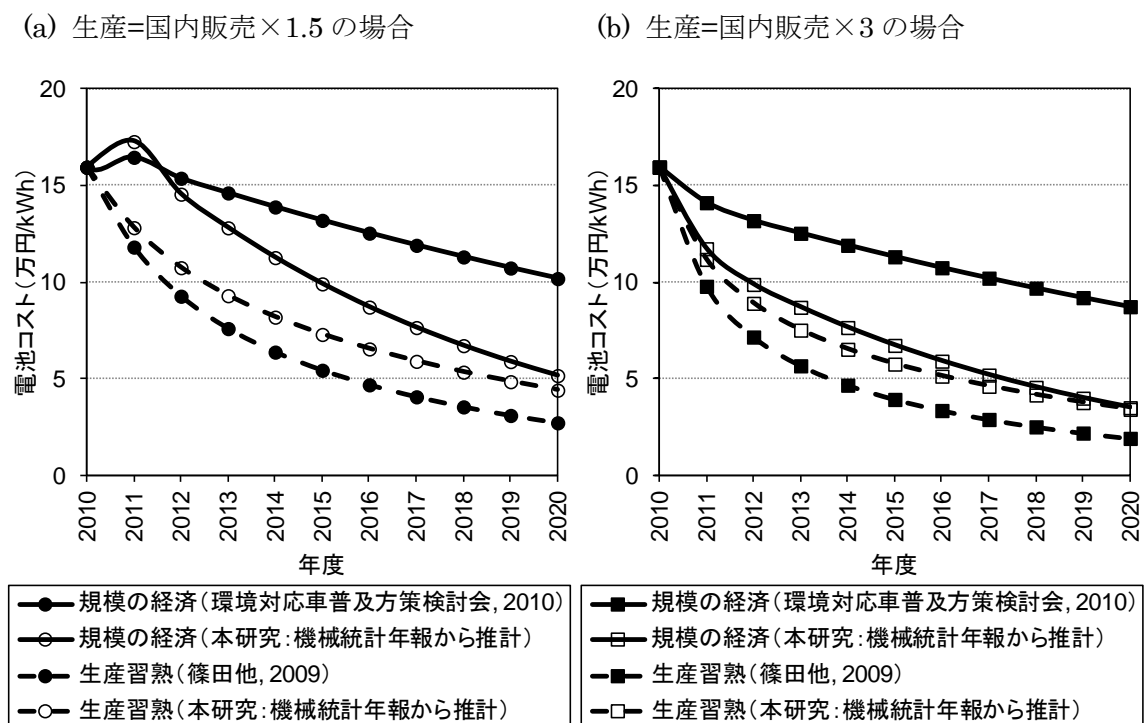
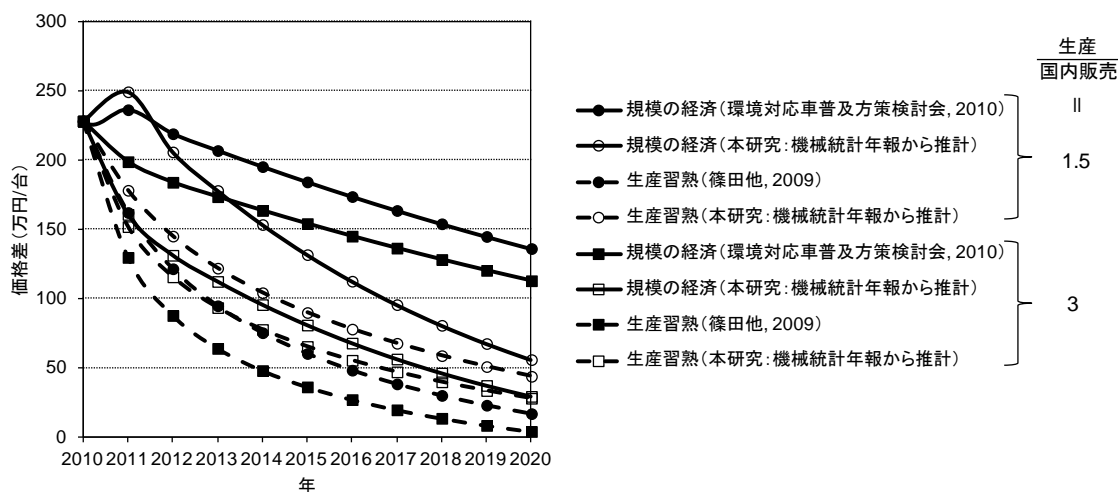
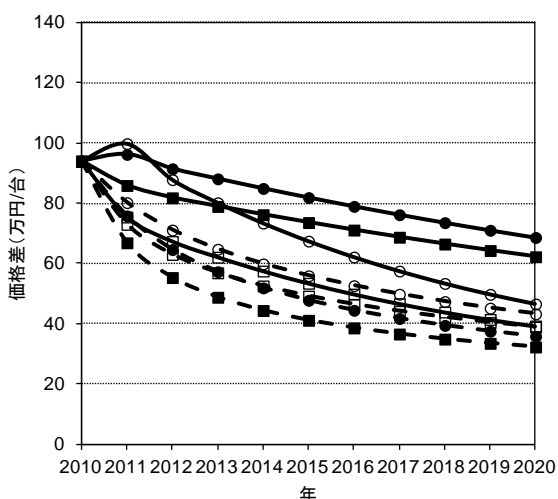


図 1.2-4 自動車向けリチウムイオン電池価格の将来推計

(a) 電気自動車（軽四輪自動車）



(b) プラグインハイブリッド自動車



(c) 電気自動車（普通自動車）

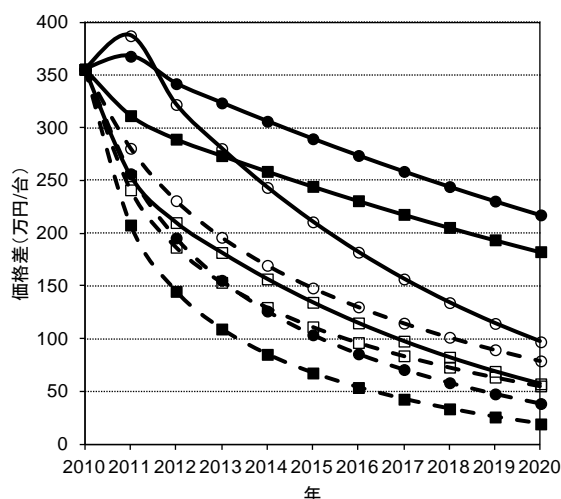


図 1.2-5 プラグインハイブリッドおよび電気自動車の在来車との価格差の将来推計

国内販売自動車搭載の電池の総容量に対して電池の生産容量が大きいほど在来車との価格差は小さくなり、本研究での機械統計年報に基づく量産効果による推計では、電池生産が国内販売分の3倍の場合には、電気自動車（軽四）の在来車との価格差が30万円/台を下回る見通しとなった。この水準は、これまでのリチウムイオン電池利用のハイブリッド自動車の在来車との価格差よりも低い。

プラグインハイブリッド自動車は電池の搭載量が比較的少ないので電池の価格の不確実性が在来車との価格差に及ぼす影響は小さいが、それでも、2020年度の価格差の推計値には32.3～68.6万円/台の幅がある。本研究での機械統計年報に基づく量産効果による推計では、電池生産が国内販売分の3倍の場合に在来車との価格差が40万円/台未満になると推計



された。

一方、電池の搭載量が大きい電気自動車（普通自動車）は、在来車との価格差のケース間の差が拡大することが図 1.2 - 5 (c)からみてとれる。本研究での機械統計年報に基づく量産効果によれば、電池生産が国内販売分の 3 倍の場合に在来車との価格差が 60 万円/台未満との推計結果が得られた。なお、2010 年度の価格差が 356 万円/台と推計されているが、これは、クリーンエネルギー自動車等導入促進事業の補助実績から推計される価格差とは大きな隔たりがある。現在販売されている普通電気自動車は、本来あるべき値よりも相当低い価格設定がなされていることが推測される。

### 1.2.3 小括

本節で行った分析から得られる示唆をまとめると、以下のようになる。

- ・太陽光発電システムや定置用燃料電池システムの量産効果（小杉, 2011）と同様に、リチウムイオン電池には相当の量産効果が存在する。リチウムイオン電池を利用する次世代自動車であるプラグインハイブリッドおよび電気自動車は現時点では高価であるが、普及が進展すれば価格は低下する。例えば 2020 年度にこれらの自動車が国内新車販売の 3 分の 1 を占める程度にまでシェアを拡大するとすれば、軽四輪電気自動車の在来車との価格差がハイブリッド自動車の在来車比の価格差を下回る可能性がある。
- ・そのためには、国内販売の自動車向けだけではなく輸出用にもリチウムイオン電池の生産を行うことにより、国内電池メーカーの生産規模を拡大することが前提となる。京都メカニズムあるいは二国間メカニズムのような CO<sub>2</sub> 排出削減に関わる市場メカニズムを活用することなどによって、我が国の技術の輸出先を積極的に開拓することが望まれる。
- ・年産規模や累積生産量の倍増あたりのコスト低下率という量産効果を表す値には様々な推計が存在し、用いる値によって将来のコストの推計値は大きく変わる。さらに、量産効果は本来ならコストに基づいて分析すべきところ、データ取得上の限界から価格を用いて分析を行わざるを得ないが、一般に価格がコストと比例関係にあるとは限らない。量産効果に基づく将来のエコ製品の価格推計にはこうした問題があることをよく留意し、過信は控えるべきであろう。

### 参考文献

- Bandivadekar, A., Bodek, K., Cheah, L., Evans, C., Groode, T., Heywood, J., Kasseris, E., Kromer, M., Weiss, M. (2008). On the Road in 2035: Reducing Transportation's Petroleum Consumption and GHG Emissions. Report No. LFEE 2008-05 RP, Laboratory for Energy and the Environment, Massachusetts Institute of Technology.
- IEA (2000). Experience Curves for Energy Technology Policy, OECD/IEA, Paris.
- Staffell, I, Green, R.J. (2009). Estimating future prices for stationary fuel cells with

- empirically derived experience curves. *International Journal of Hydrogen Energy*, 34, 5617-5628.
- 朝野賢司 (2010). 太陽光発電は需要創出によりどこまでコストが下がるのか, (財)電力中央研究所研究報告 Y09020.
- 遠藤栄一, 田村佳彦 (2001). 「太陽電池の研究開発に関する費用効果分析」, 電気学会論文誌 B, 121(11), 1472-1482.
- 戒能一成 (2008). 「太陽光発電・蓄電池の容量当費用の将来推計について」低炭素電力供給システムに関する研究会新エネルギー大量導入に伴う系統安定化対策・コスト負担検討小委員会第3回会議資料, <http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g81128a03j.pdf>. (2009年10月21日アクセス)
- 環境対応車普及方策検討会 (2010). 環境対応車普及戦略. <http://www.env.go.jp/air/report/h22-02/>. (2011年2月9日アクセス)
- 経済産業省 (2005). 定置用燃料電池市場化戦略検討会報告書, 官公庁環境専門資料, 40, 41~68.
- 経済産業省経済産業局調査統計部 (1997-2010). 平成8年~平成21年機械統計年報, 経済産業調査会.
- 小杉隆信 (2011). 「太陽光発電および定置用燃料電池システムに関する量産効果を考慮した技術開発・普及戦略」, 季刊環境研究, 161, 150-155.
- 佐藤健実, 中田俊彦 (2005). 「再生可能エネルギー利用技術の習熟曲線: 風力発電建設費のケーススタディ」第21回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集, 163-166.
- 次世代自動車振興センター (2011a). 電気自動車等保有・生産・販売台数統計 <http://www.cev-pc.or.jp/NGVPC/data/>. (2012年1月12日アクセス)
- 次世代自動車振興センター (2011b). 補助事業の進捗状況. <http://www.cev-pc.or.jp/CEV/hojokin-toha/hojokin-toha-1.html>. (2012年1月12日アクセス)
- 篠田幸男, 田中秀雄, 秋澤淳, 柏木孝夫 (2009). 「蓄電池の学習曲線と最適電源構成を考慮したプラグインハイブリッド自動車の導入評価」電気学会論文誌 B, 129, 84-91.
- 新世代自動車の基礎となる次世代電池技術に関する研究会 (2006). 次世代自動車用電池の将来に向けた提言. <http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g60824b01j.pdf>. (2010年6月14日アクセス)
- 高瀬香絵, 石橋直樹 (2007). 「学習曲線を用いた太陽光発電への累積投資額によるコスト低下推計」Governance Design Laboratory Working Paper #GDL0702001. <http://www.gdl.jp/papers/GDL0702001.pdf>. (2010年2月2日アクセス)
- 高橋伸夫 (2001). 「学習曲線の基礎」経済学論集, 66(4), 2-23.
- 槌屋治紀 (1999). 「学習曲線による新エネルギーのコスト分析」太陽エネルギー, 25, 37-41.

### 1.3 「日本の自動車諸税の改革に関する検討」

立命館大学 政策科学部 准教授 小杉隆信

#### 1.3.1 検討の範囲と手順

運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出量の削減のために、次世代自動車の普及が期待されている。ここでは、次世代自動車として当面の普及の主流となるであろうハイブリッド自動車を検討対象として、この普及を促進するという視点から自動車諸税に関する分析を行う。具体的には、燃費比例型といった自動車諸税の付加・軽減措置（佐和, 2009）として提案されているドイツ等欧州における炭素排出係数比例型課税の日本版として税制調査会（2009）が示している環境自動車税（仮称）について、定量的な分析を行う。なお、ここでは自動車のうちで自家用乗用車を検討対象とする。

分析の手順は以下の通りである。

【手順 1】 1.2 節で分析したハイブリッド自動車（ニッケル水素電池利用）の在来車との価格差に関する習熟効果に基づき、2010 年末までの販売価格差の推移を推計する。

【手順 2】 上記に基づき、これまでの減税・補助金実績を考慮した場合の消費者からみた正味の販売価格差の推移を推計する。

【手順 3】 さらに、これまでのガソリン価格の推移も考慮して、消費者からみたハイブリッド自動車の単純投資回収年数の推移を推計する。

【手順 4】 以上の情報と、ハイブリッド自動車の新車販売台数の実績値を用いて、回帰分析により、新車販売台数を投資回収年数で説明する回帰モデルを推定する。

【手順 5】 現在のエコカー減税の終了後（2015 年度以降）には特段の政策がとられない場合（成り行きケース）において、ハイブリッド自動車の 2020 年までの新車販売台数を上のモデルによって推計する。

【手順 6】 2015 年度から、自動車税と自動車重量税を環境自動車税（自動車の CO<sub>2</sub> 排出係数に着目した税制）として再編する場合（環境自動車税ケース）を考え、課税総額が差し引きで変化しない程度の環境自動車税率を定めて、その税率が適用される場合のハイブリッド自動車の 2020 年までの新車販売台数を推計する。

#### 1.3.2 検討結果

【手順 1】 ハイブリッド自動車の 2010 年末までの在来車との価格差の推計

ハイブリッド自動車の 1998～2005 年度の在来車との販売価格差は、1.2 節に示したように、クリーンエネルギー自動車等導入促進事業の補助実績（次世代自動車振興センター, 2011）から把握することができる。これから導き出された進歩率 3.7%に基づき、2010 年末までのハイブリッド自動車の在来車との販売価格差を推計した。本節での表示金額はすべて GDP デフレーターにより 2010 年実質換算したものである。結果を図 1.3 - 1 に示す。販売価格差は 2010 年末までに 34 万円/台に達したものと見積もられた。

### 【手順2】 減税・補助金実績を考慮した場合の正味の販売価格差の推計

これまで、ハイブリッド自動車に対して減税や補助金といった経済的支援措置が採られてきた。税金に関しては、自動車税制のグリーン化により2002～2008年度の間、当初の自動車税の半減、自動車取得税の1.8～2.2%減額が行われ、2009年度以降のいわゆるエコカー減税では自動車重量税と自動車取得税が免税となった。さらに、1998～2006年の間、クリーンエネルギー自動車等導入促進事業による補助金が支給された。図1.3-1には、手順1で推計したハイブリッド自動車の在来車との販売価格差からこれらの減税・補助金分を差し引き、消費者からみた正味の販売価格差の推移を推計したものも示している。

なお、2009年度から実施されたエコカー補助金は、ハイブリッド自動車以外の多くの自動車も支給対象として含まれていたことから、ここでの差し引き計算には加味していない。

### 【手順3】 消費者からみたハイブリッド自動車の単純投資回収年数の推計

ハイブリッド自動車の投資回収年数は、手順2で得られたハイブリッド自動車の在来車との正味の販売価格差を、年間の燃料費の節約分で割ることにより推計される。燃料費の推計にあたっては、ガソリン価格を日本エネルギー経済研究所石油情報センター(2011)から得て、年間走行距離を1万kmとし(新世代自動車の基礎となる次世代電池技術に関する研究会, 2006)、燃費を在来車とハイブリッド車のそれぞれについて11.5km/lおよび22.1km/lと想定した(環境対応車普及方策検討会, 2010)。推計結果を図1.3-2に示す。

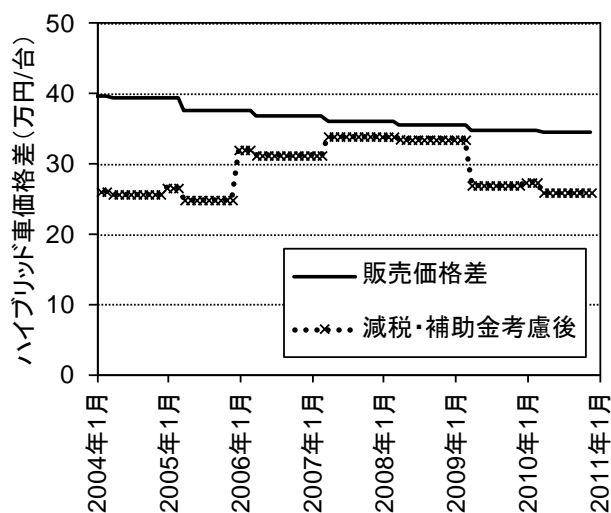


図1.3-1 ハイブリッド自動車の在来車との販売価格差および減税・補助金考慮後の価格差推計値(2004～2010年)

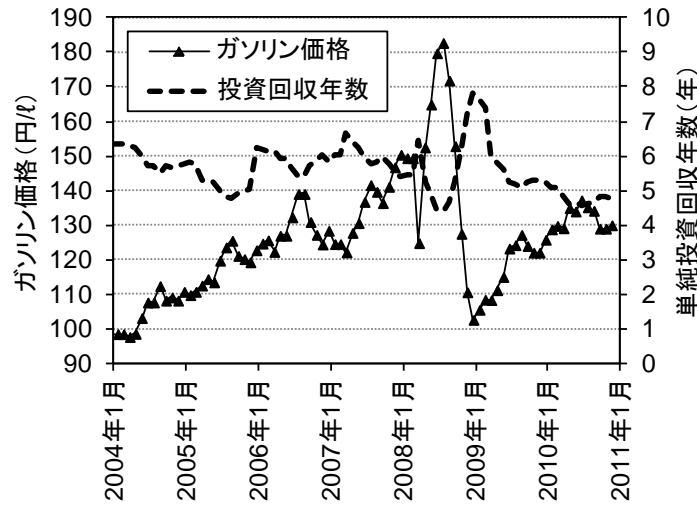


図 1.3 - 2 ガソリン価格および単純投資回収年数推計値 (2004～2010 年)

【手順 4】ハイブリッド自動車の新車販売台数を投資回収年数で説明する回帰モデルの推定  
 ハイブリッド自動車の 2004～2010 年の 7 年間にわたる月別新車販売台数実績 (日本自動車販売協会連合会, 2005-2011) に対して X-12-ARIMA (U.S. Census Bureau, 2011) により季節調整を行ったものを従属変数として、手順 3 で推計した投資回収年数を独立変数とするモデルを推定する。

ここで、松本他 (2008) と同様に、販売台数は基本的にはロジスティック曲線に沿って伸びるものとしつつ、その曲線の項に消費者のハイブリッド自動車選択確率の項を掛け合わせることで販売台数が予測されるという考え方を採用する。消費者の購入選択確率を決定づける要因としては、自動車の外見・デザインや地球温暖化問題への関心度合いなどさまざまなものが考えられるが (一方井他, 2011)、本節では、投資回収年数が最も重要な要因であると仮定してモデル化を行う。

各月  $t$  のハイブリッド自動車の新車販売台数 (季節調整済) から計算される累積販売台数を  $N_t$  (万台)、手順 3 で推計された単純投資回収年数を  $P_t$  (年) とし、新車販売台数の推定値を  $\hat{X}_t$  (万台/月) とするとき、最小二乗法により以下の回帰式が得られた。

$$\hat{X}_t = 0.0360 \frac{K - N_t}{K} N_t \exp(-0.0775 P_t) + 1.821 D_t.$$

ここで、普及ポテンシャル  $K$  は松本他 (2008) と同様に 3700 万台とした。また、 $D_t$  はエコカー補助金を表すダミー変数であり、2009 年 4 月から 2010 年 8 月までの間は 1、それ以外は 0 と与えた。

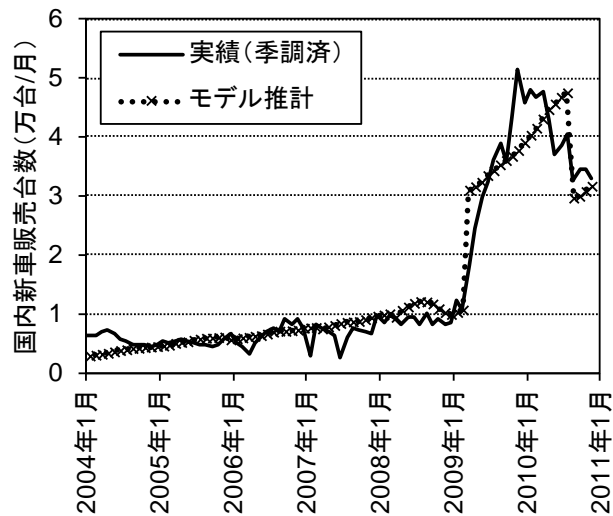


図 1.3 - 3 これまでのハイブリッド自動車の国内新車販売台数（季節調整済）とモデル推計

得られた回帰モデルによる推計を実績と同じグラフに示したものを図 1.3 - 3 に示す。このモデルは、ハイブリッド自動車の普及は投資回収年数が不変であればロジスティック成長曲線のトレンドに沿って伸びるものの、単純投資回収年数が 1 年短くなるとトレンドよりも販売量が 8% 増加することを示している。

**【手順 5】ハイブリッド自動車の 2020 年までの新車販売台数の推計（成り行きケース）**

2014 年度まで延長されることになったエコカー減税が廃止された後、2015 年度以降には特段の政策がとられない場合を成り行きケースとして、2020 年までのハイブリッド自動車の新車販売台数を上のモデルによって推計する。将来のガソリン価格は、エネルギー・環境会議コスト等検証委員会（2011）が想定した原油価格の推移と、社会保障と税の一体改革に伴う消費増税の見通しに基づき図 1.3 - 4 のように設定した。このとき、ハイブリッド自動車の従来車との価格差（同図）、投資回収年数および国内新車販売台数が図 1.3 - 5 のように推計された。

成り行きケースでは、エコカー減税の廃止直後にハイブリッド自動車の投資回収年数が 1.3 年長くなって 5.3 年に伸びる。これによって販売台数は若干ペースダウンするものの、基本的にはロジスティック曲線のトレンドに従って伸び続け、2018 年度には総新車販売の約半分に相当する 215 万台に、2020 年度には 263 万台に達すると推計された。

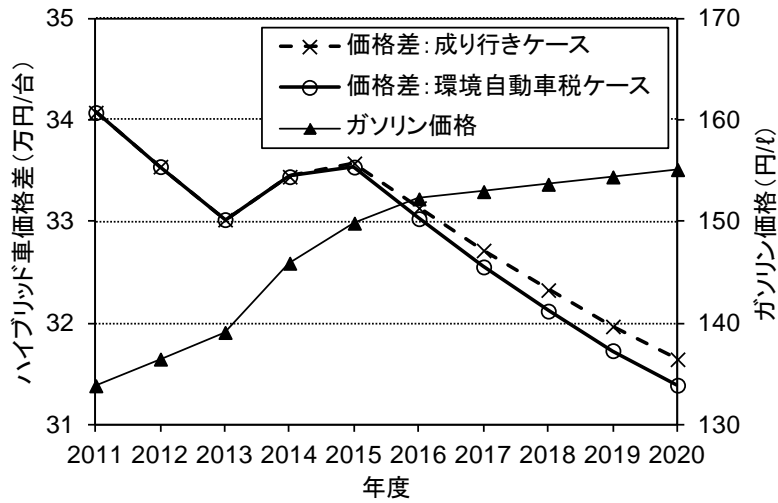


図 1.3 - 4 将来のガソリン価格想定およびハイブリッド自動車の従来車との価格差の推計

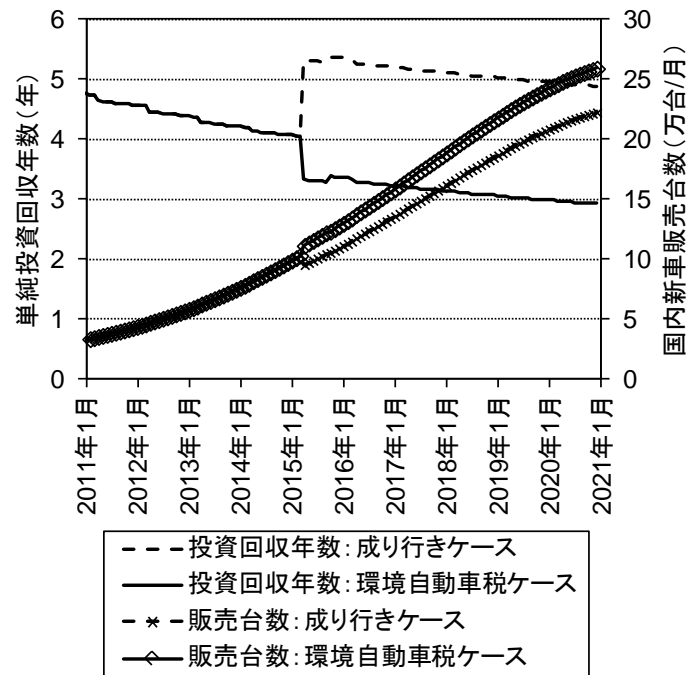


図 1.3 - 5 将来のハイブリッド自動車の投資回収年数と国内新車販売台数の推計

【手順 6】自動車税と自動車重量税を環境自動車税に再編する場合の税率設定と、そのとき（環境自動車税ケース）のハイブリッド自動車の 2020 年までの新車販売台数の推計

2015 年度から、税制調査会（2009）が示している環境自動車税（図 1.3 - 6）を自動車税と自動車重量税に代わって導入するとし、年間課税総額が 2009 年度予算ベースの自動車税と自動車重量税の合計 2.5 兆円に収まるようにしつつ、ハイブリッド自動車の投資回収年数ができるだけ短縮できるような税率を探索した。

年間走行距離を 1 万 km とし、10・15 モード燃費値に対する実走行燃費値の換算係数を 0.7 とした (山田, 本藤, 2009; 堀, 金田, 2009)。さらに、環境自動車税の課税総額の計算には自動車の排気量と 10・15 モード CO<sub>2</sub> 排出量のストックベースの分布が必要となるが、排気量の分布は将来においても変わらないと想定し、自家用乗用車 (小型自動車および普通自動車) の総保有台数に占める排気量別のシェアは自動車検査登録情報協会 (2008) により、軽自動車、小型自動車および普通自動車の 3 種別の保有シェアは自動車検査登録情報協会 (2010) を参照して、それぞれ最近の値をもとに設定した。

2020 年において総保有台数の 2 割程度が次世代自動車になることが期待されていることから (次世代自動車普及戦略検討会, 2009; 環境対応車普及方策検討会, 2010)、ストック全体の 80% が内燃機関 (ICE) 自動車で残りが次世代型自動車と想定し、次世代型自動車のうちでは電気自動車 (EV)、プラグインハイブリッド自動車 (PHV) およびハイブリッド自動車 (HV) の比率を、2020 年における年間販売台数の想定 (小沢, 2010) を参考に、ストックベースで 2:1:7 とした。

10・15 モード CO<sub>2</sub> 排出量の分布は、国内の自動車メーカーが販売している ICE 自動車および HV の燃費一覧 (国土交通省, 2010) をもとに設定した。ただし、次世代型自動車については、現在販売されていない排気量レベルにおいても将来は販売がなされるとし、その 10・15 モード CO<sub>2</sub> 排出係数は、近い排気量レベルでの実績を参考に想定した。なお、技術進歩による CO<sub>2</sub> 排出係数の改善はここでは考慮していない。

以上により想定した、2015~2020 年頃の自動車ストックの排気量と 10・15 モード CO<sub>2</sub> 排出量の分布にしたがう代表的な 100 台の特性を表したものを図 1.3 - 7 に示す。

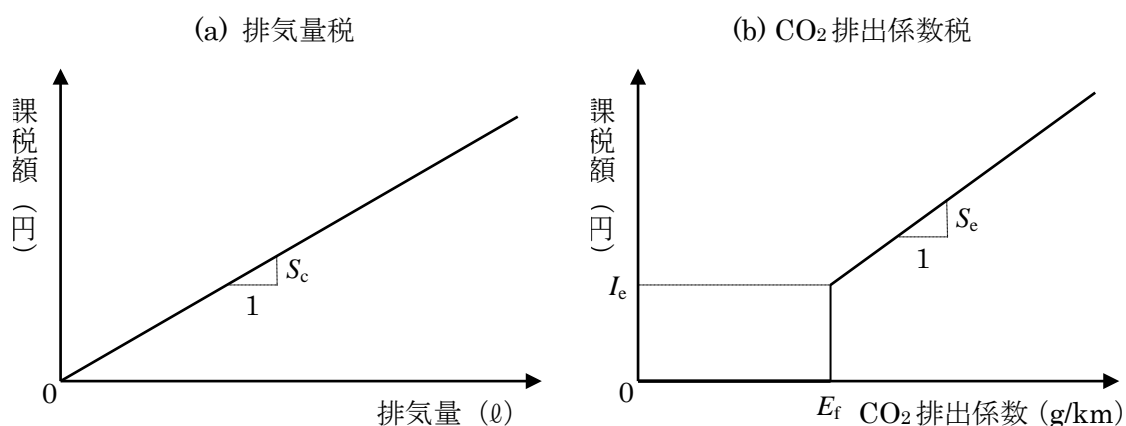


図 1.3 - 6 環境自動車税の課税の考え方



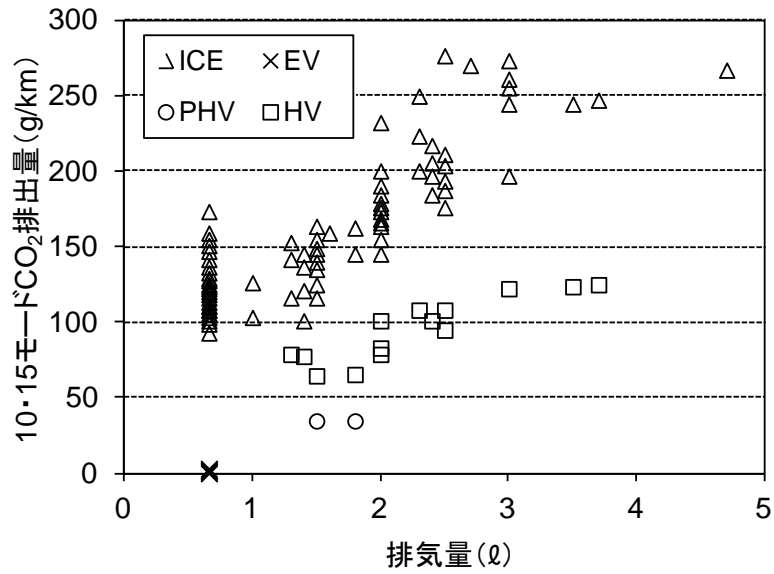


図 1.3 - 7 排気量と 10・15 モード CO<sub>2</sub> 排出量の分布想定 (代表的な 100 台)

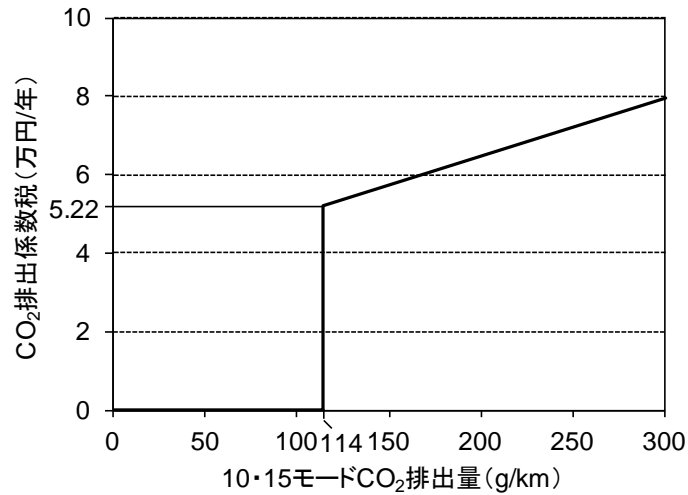


図 1.3 - 8 導出された CO<sub>2</sub> 排出係数税率設定

これと、2015 年度のハイブリッド自動車の在来車からの価格差推計値に基づいて図 1.3 - 6 に示した環境自動車税率を定めるパラメータを推計したところ、ハイブリッド自動車の従来車との正味の価格差をできるだけ縮めるためには、排気量税と CO<sub>2</sub> 排出係数税のうちで後者の課税だけを行えばよく、その税率は図 1.3 - 8 に示すように得られた。

この税率設定に基づく CO<sub>2</sub> 排出係数税額の分布は図 1.3 - 9 のようになる。

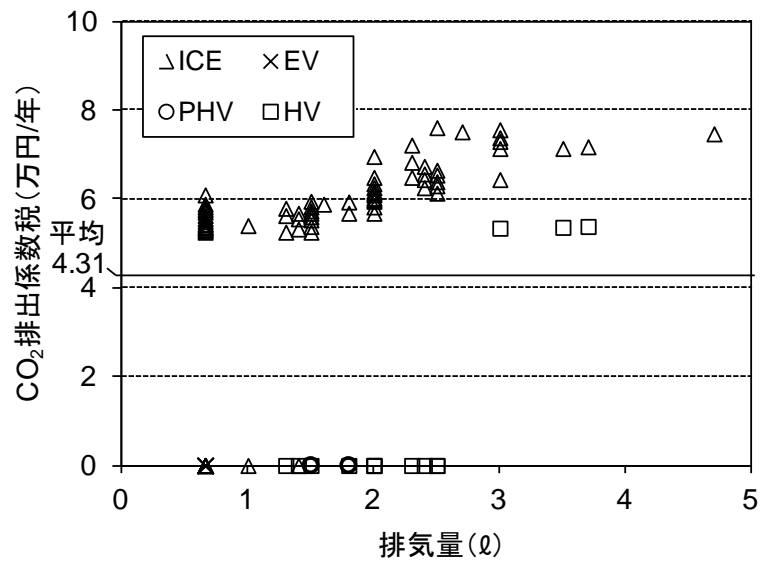


図 1.3 - 9 計算された税率設定に基づく CO<sub>2</sub> 排出係数税額の分布（代表的な 100 台）

上記の税が 2015 年度から適用される場合（環境自動車税ケース）におけるハイブリッド自動車の従来車との価格差、投資回収年数および国内新車販売台数は、先に示した図 1.3 - 4 と図 1.3 - 5 のように推計される。

### 1.3.3 小括

本節で行った分析から得られる示唆をまとめると、以下のようになる。

- ・ 今後見込まれる原油高に伴うガソリン価格の上昇等により、次世代自動車の投資回収年数は短縮の方向に向かい、普及が進む。エコカー減税終了後の 2015 年度には単純投資回収年数は 5.3 年となる。その後は特段の政策を導入せずともハイブリッド自動車の国内販売台数は伸び、2018 年度には国内販売が 215 万台（全新車販売の約半分）に達すると推計される。
- ・ しかし、経済的措置によりハイブリッド自動車の普及をさらに進めることが可能である。例えば、単純投資回収年数を 1 年短くするような政策によって販売量を 8% 増加できると見積もられる。
- ・ 2015 年度以降、自動車税と自動車重量税に代えて、自動車の CO<sub>2</sub> 排出係数に依存して税率を定める環境自動車税を導入し、CO<sub>2</sub> 排出係数が 114 g/km 未満の自動車で 0 円、それ以外の自動車では  $5.22 + 0.0147 \times (\text{CO}_2 \text{ 排出係数 (g/km)} - 114)$  万円（例えば、CO<sub>2</sub> 排出係数 180 g/km の自動車では 61,900 円）と設定すると、ハイブリッド自動車の単純投資回収年数を 2015 年度で 3.2 年に短縮できる。
- ・ このとき、特段の政策を導入しない場合と比べて、ハイブリッド自動車の 2015 年度以降

の国内販売が 16%増え、国内販売が全新車販売の半分に達する時期が 1 年早まると推計される。また、税収は、現行の自動車税と自動車重量税の課税総額と同じ水準で維持される。

## 参考文献

- U.S. Census Bureau (2011). The X-12-ARIMA Seasonal Adjustment Program. <http://www.census.gov/srd/www/x12a/>. (2011 年 11 月 27 日アクセス)
- 一方井誠治, 栗田郁真, 堀勝彦 (2011). 「消費者のハイブリッド車の購入要因に関する実証分析」環境経済・政策学会 2011 年大会.
- エネルギー・環境会議コスト等検証委員会 (2011). コスト等検証委員会報告書. [http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive02\\_hokoku.html](http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive02_hokoku.html). (2012 年 1 月 5 日アクセス)
- 小沢鋭仁 (2010). 地球温暖化対策に係る中長期ロードマップの提案～環境大臣小沢鋭仁試案～目標達成のための対策・施策パッケージ. [http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mlt\\_roadmap/shian\\_100331/main.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mlt_roadmap/shian_100331/main.pdf). (2011 年 2 月 9 日アクセス)
- 環境対応車普及方策検討会 (2010). 環境対応車普及戦略. <http://www.env.go.jp/air/report/h22-02/>. (2011 年 2 月 9 日アクセス)
- 国土交通省 (2010). 自動車燃費一覧 (平成 22 年 3 月). [http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha\\_fr10\\_000004.html](http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr10_000004.html). (2011 年 2 月 9 日アクセス)
- 佐和隆光 (2009). グリーン資本主義, 岩波書店.
- 次世代自動車振興センター (2011). 補助事業の進捗状況. <http://www.cev-pc.or.jp/CEV/hojokin-toha/hojokin-toha-1.html>. (2012 年 1 月 12 日アクセス)
- 次世代自動車普及戦略検討会 (2009). 次世代自動車普及戦略. <http://www.env.go.jp/air/report/h21-01/>. (2011 年 2 月 9 日アクセス)
- 自動車検査登録情報協会 (2008). 諸分類別自動車保有車両数, No. 30 (平成 20 年 3 月末現在), 自動車検査登録情報協会.
- 自動車検査登録情報協会 (2010). 自動車保有台数(平成 22 年 3 月末現在). <http://www.airia.or.jp/number/car/2010/2010c03.pdf>. (2011 年 2 月 9 日アクセス)
- 新世代自動車の基礎となる次世代電池技術に関する研究会 (2006). 次世代自動車用電池の将来に向けた提言. <http://www.meti.go.jp/press/20060828001/20060828001.html>. (2011 年 2 月 9 日アクセス)
- 税制調査会 (2009). 「資料 (地方環境税)」平成 21 年度第 20 回税制調査会 (2009 年 12 月 7 日) 資料. <http://www.cao.go.jp/zei-cho/gijiroku/zeicho/2009/21zen20kai.html>. (2011 年 2 月 9 日アクセス)
- 日本エネルギー経済研究所石油情報センター (2011). 価格情報. <http://oil-info.ieej.or.jp/>

[price/price.html](#). (2011年11月26日アクセス)

日本自動車販売協会連合会（自販連）(2005-2011). 新車登録台数年報, 第 28~34 集, 自販連.

堀雅夫, 金田武司 (2009). 「HEV, PHEV 導入によるエネルギー需給変化と CO<sub>2</sub> 削減の効果」自動車技術会論文集, 40, 1101-1106.

松本光崇, 近藤伸亮, 藤本淳, 梅田靖, 槌屋治紀, 増井慶次郎, 李賢映 (2008). 「クリーンエネルギー自動車の普及評価モデルの構築」エネルギー・資源学会論文誌, 29, 49-55.

山田俊介, 本藤祐樹 (2009). 「寿命分布を考慮した製品最適導入計画モデル—二酸化炭素の排出削減に向けたグリーンカーの導入分析—」エネルギー・資源学会論文誌, 30, 9-15.

## 1.4 「EU-ETS における割当方式からオークション方式への移行の筋道に関する研究」

京都大学学際融合教育研究推進センター特定教授一方井誠治

### 1.4.1 欧州排出量取引制度におけるオークション実施の動向

2005 年から開始された欧州排出量取引制度は、その第 1 期間においては、ほとんどの EUA（欧州クレジット）の対象施設への配分が過去の排出量をベースにした無償配分方式となっていた。その後、2008 年からの第二期間においては、過去に積極的に温室効果ガスを削減した企業への配分が、そうでない企業に対して相対的に少なくなるのは不公平であるとの批判等を踏まえ、その施設の効率性を考慮したベンチマーク方式がより多く用いられることとなった。しかしながら、この方式も多くの手間を要する一方で皆が合意しうるような正確で公平な配分を行うのは難しいということもあり、2013 年からの第 3 期間からは、カーボン・リーケージの問題をかかえる施設に対して移行措置として無償配分される EUA をのぞき、市場を活用した最も効率的かつ公平な配分方式と考えられるオークションでの配分を原則とすることとされた。

温室効果ガスの大規模排出施設に関する、加盟各国によるオークション量は、全体量の 88%は過去の検証済み排出量実績をベースに、10%は経済成長の見込まれる国へ、残り 2%は 2005 年排出量が京都議定書基準年排出量を 20%以上下回っている国へ別途配分することとされた。これに伴い、これまで各国ごとに定められていた国別割り当て計画制度は廃止され、EU 全体の単一キャップが実現することとなった。また、オークション収入の用途は、それぞれのオークションを実施する各加盟国が決定するが、オークション収入の少なくとも 50%は再生可能エネルギー技術の開発などの気候変動対策に充てることとされた。

2013 年の第 3 期間から行われる航空部門へのキャップの導入に係るオークションについては、配分総量の 15%をオークションに充てることとされているが、この割合は今後増大される可能性がある。オークション収入の用途は加盟各国が決定することとされているが、第 3 諸国の気候変動対策や世界のエネルギー効率の改善や再生可能エネルギーの推進、森林伐採の回避への取組などに使われることが期待されており、その用途については欧州委員会へ通知することとされている。

なお、オークションについては、加盟各国の判断で、一定量に限り第一期間から実施することが可能な制度となっていたが、実際にはこれに応じた国はほとんどなく、第二期間の半ばである 2010 年から実施したドイツの事例が最も大規模な先行事例となっている。

### 1.4.2 ドイツの第 2 期間におけるオークション実施状況

#### (1) オークションの基本設計

欧州排出量取引制度では、第 2 期において最大 10%までのオークションを自主的に行うことが認められていた。ドイツは 2009 年 7 月にオークション規則を定めた。その基本概念は以下の通りである。

- ①シンプルで透明性の高い設計であること
- ②既存の制度を活用し、競争により政府と企業にとって低コストとなることにより費用効果の高いアプローチであること
- ③市場と企業のニーズに応じた回数の多いオークションであること
- ④市場へのアクセスはオープンで排他性のないものであること
- ⑤透明性を高めるため情報開示と報告を行うこと

2010年1月1日から開始されたオークションの基本枠組みは以下の通りである。

- ・週に一回のペースで行うこと
- ・現物は毎週火曜日午前11時に30万EUAをオークションに付すること
- ・先物は毎週水曜日午後3時に57万EUAをオークションに付すること
- ・市場へのアクセスは直接及び間接のものを認めること
- ・最小入札単位は、現物が500EUA、先物が1000EUAであること
- ・取引所により毎日の状況が報告されること、及び、ドイツ排出量取引当局による定期的な報告が行われること

## (2) オークションの実施状況

ドイツにおける2010年のオークションされたEUAの総量は約4000万である。また、2011年には、89回にわたり、4067万余のEUAがオークションにかけられ、平均落札価格は14.36ユーロ、総額で5億6157万ユーロの収入があった。なお、落札価格は、2011年の1月には現物、先物ともに14ユーロを超えていたが、同年11月には現物価格が10ユーロを割り込むなど、年末にかけて低下傾向が続いた(表1.4-1)。現物と先物の割合は約2:3となっている。2011年に行われたオークションの二次市場における割合は約1.1%であり、現物、先物ともオークションの落札価格とEUAの2次市場の価格とはほぼ一致していた(図1.4-1)(図1.4-2)。

EUA市場を監視している独立市場監視局による2011年のドイツのオークションに係る報告書では、「オークションは滞りなく行われ、落札価格についても意図的な価格操作等は認められなかった」としている。

### 1.4.3 2013年以降におけるドイツのオークション実施予定

ドイツ環境省によると、ドイツは、EUの方針に従って、2013年以降のオークションを進めていく予定であるが、その際、主として製造業等が含まれるベンチマークによる配分と電力会社を中心となるオークションによる配分の割合はおおよそ半々となる見込みである。ただし、製造業等の企業についてもベンチマークによる配分のみでは不足することが見込まれるので、それらの企業もオークションに参加することが見込まれている。

表 1.4 - 1 ドイツにおける 2011 年のオークション実施状況

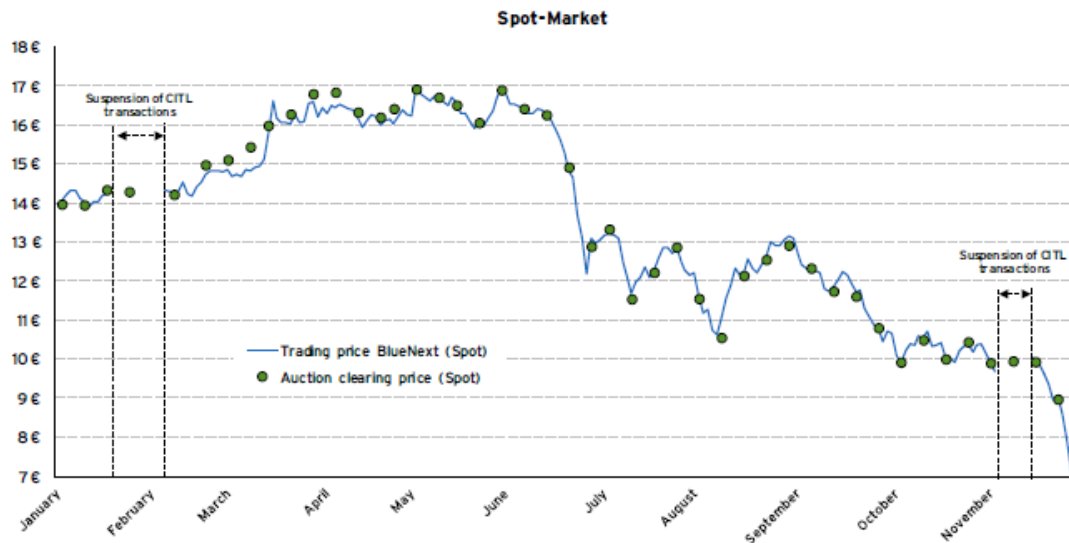
Table 2: Comprehensive Overview for 2011

Month	Contract	Number of Auctions	Bid Volume	Auction Volume	Cover Ratio	Clearing Price	Revenue
January	Spot	4	5,931,000	1,200,000	*4.94	*14.14 €	16,965,000 €
	Futures	4	11,877,000	2,280,000	*5.21	*14.51 €	33,071,400 €
February	Spot	3	8,657,000	1,200,000	*7.21	*14.66 €	17,595,000 €
	Futures	4	14,081,000	2,280,000	*6.18	*14.87 €	33,892,200 €
March	Spot	5	11,693,000	1,500,000	*7.80	*15.92 €	23,886,000 €
	Futures	5	25,105,000	2,850,000	*8.81	*16.54 €	47,139,000 €
April	Spot	4	9,529,000	1,200,000	*7.94	*16.45 €	19,737,000 €
	Futures	4	18,997,000	2,280,000	*8.33	*16.92 €	38,577,600 €
May	Spot	5	19,924,000	1,500,000	*13.28	*16.62 €	24,930,000 €
	Futures	4	24,197,000	2,280,000	*10.61	*16.69 €	38,047,500 €
June	Spot	4	15,479,000	1,200,000	*12.90	*15.12 €	18,147,000 €
	Futures	5	20,503,000	2,850,000	*7.19	*15.55 €	44,328,900 €
July	Spot	4	15,477,000	1,200,000	*12.90	*12.49 €	14,988,000 €
	Futures	4	21,270,000	2,280,000	*9.33	*12.63 €	28,790,700 €
August	Spot	5	8,868,000	1,500,000	*5.91	*11.94 €	17,913,000 €
	Futures	5	20,097,000	2,850,000	*7.05	*12.41 €	35,374,200 €
September	Spot	4	3,719,000	1,200,000	*3.10	*11.62 €	13,944,000 €
	Futures	4	14,079,000	2,280,000	*6.18	*11.67 €	26,613,300 €
October	Spot	4	10,012,000	1,200,000	*8.34	*10.21 €	12,255,000 €
	Futures	4	14,088,000	2,280,000	*6.18	*10.35 €	23,586,600 €
November	Spot	4	24,466,500	3,265,500	*7.49	*9.73 €	31,788,435 €
	Futures	-	-	-	-	-	-
<b>Spot</b>		<b>46</b>	<b>133,755,500</b>	<b>16,165,500</b>	<b>*8.27</b>	<b>*13.12 €</b>	<b>212,148,435 €</b>
<b>Futures</b>		<b>43</b>	<b>184,294,000</b>	<b>24,510,000</b>	<b>*7.52</b>	<b>*14.26 €</b>	<b>349,421,400 €</b>
<b>Total</b>		<b>89</b>	<b>318,049,500</b>	<b>40,675,500</b>	<b>**7.82</b>	<b>**13.81 €</b>	<b>561,569,835 €</b>

Source: EEX, DEHST

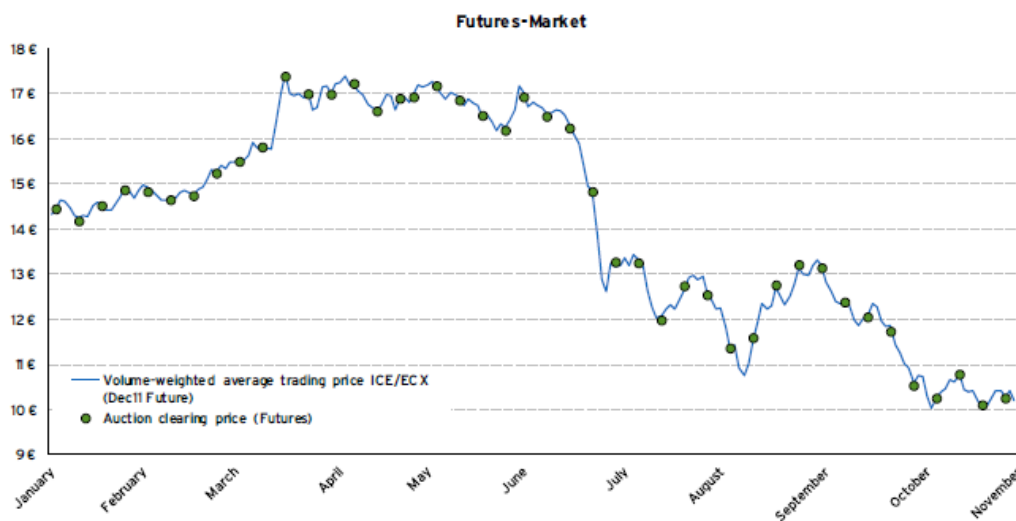
\* Equally weighted average

\*\* Volume-weighted average



Source: BlueNext, EEX, DEHST

図 1.4 - 1 ドイツにおける 2011 年の EUA 市場価格とオークション落札価格（現物）



Source: ICE/ECX, EEX, DEHST

Figure 5: Futures market clearing prices and volume-weighted average price at ICE/ECX (Dec11 Future) in 2011

図 1.4 - 2 ドイツにおける 2011 年の EUA 市場価格とオークション落札価格（先物）

なお、EUとしては、2013年からのオークション収入の少なくとも半分は気候変動対策に使うことが定められているが、ドイツでは、オークション収入の全額を現在既に設立されているエネルギー・気候変動特別基金に繰り入れ、再生可能エネルギーの開発・普及等



に充てることとしている。

#### 1.4.4 割当方式からオークション制度への移行の見通し

研究参画者（一方井）が2012年2月に面談した、ドイツ環境・自然保護及び原子力安全省のオークション担当官であるメイケ・ソッカー博士によると、ドイツのオークションは、2010年以来、全体として円滑に実施されており、2013年以降も大きな混乱なく、オークションの本格実施に移行していく見込みであるとのことである。

2013年以降は、発電所が全面的にEUAの取得がオークションによることとなるため、電力価格の上昇などの予測から電力需要者からのオークションへの反対などはないのかとの問いに対してのソッカー博士の見解は以下のとおりである。

- ・ 電力会社については、特に、欧州排出量取引制度の第一期間に、いわゆるウインド・フォール・プロフィットによる巨額の利益を得たことへの反発が未だ大きく、その意味で、今回のオークション制度には、それを防ぐものとしての国民の理解が高い。
- ・ 他の国々がオークション制度を導入していない状況のなかで、ドイツがこのような制度を導入することによりドイツの電力価格が将来ともに上昇し、経済へ悪影響があるのではないかとの見方もないわけではないが、自分（ソッカー博士）としては、オークションにより、電力会社のさらなる合理的な行動により経済効率がより高まり、将来的にはむしろ、電力価格の低下につながると考えている。

以上のように、ドイツにおいては、オークション制度は現在までのところ、特段の問題や反対が起こることなく、2013年の本格実施に向けて進んでいるものと考えられる。ただし、ソッカー博士によると、その背景には徹底した情報公開と透明性の確保に努力が払われていることが重要であるとの話があった。

もとより、ドイツの場合は、日本と比べて電力の自由化や発送電の分離などが進んでおり、日本がオークション制度を気候変動対策の柱の一つとして導入するには、まだまだ多くの環境整備が必要である。しかしながら、この情報公開と透明性の確保は、このような費用を伴う政策を実施していく上で欠かせないものであるという面で、改めて日本の気候変動政策の立案にあたり留意すべき点であると言えよう。

#### <参考文献>

1. 環境省資料「欧州の排出量取引制度の検討状況について」2011年10月
2. ドイツ政府資料「Auctioning of Emission Allowances in Germany: Periodical Report for November and the entire Year 2011」2011年12月
3. Meike Soker, Auctioning experience in Phase 2 and outlook to Phase 3, 2011年2月

## 1.5 「ドイツの FIT の制度設計に関する調査と類似の制度を採用した場合の効果の検討」

立命館大学 産業社会学部 教授 竹濱朝美

### 1.5.1 はじめに

日本では、2011年8月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(以下、再エネ特措法)が成立したが、買取価格や買取期間について、いまだ詳細は決まっていない。他方、ドイツは2000年に固定価格買取制 (feed-in tariffs。以下、買取制と略記する) を導入し、風力発電、太陽光発電を飛躍的に普及させた。ドイツの買取制は、電力系統との連系や公的融資など、関連制度との有機的連関を作り出している。日本が原発依存から再生可能エネルギー(以下、再エネと略する)に移行するには、買取制の設計についてドイツの経験から摂取する必要がある。ドイツの買取制の制度設計、費用と効果、日本の再エネ特措法が摂取すべき点、ドイツと類似の買取制を日本に導入した場合の太陽光発電の導入効果を推計する。

### 1.5.2 再生可能エネルギーの普及

ドイツは、2000年に Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien :Erneuerbare-Energien-Gesetz(再生可能エネルギーに優先接続を与える法律:再生可能エネルギー法。以下、EEG と記す)を導入し、固定価格による買取制を開始した(EEG は2000年4月1日施行、2004年8月1日改正、2009年1月1日改正、2012年1月1日改正)。2000年以後、風力発電が急速に拡大し、2004年からは太陽光発電とバイオマス発電が普及した。現在は、北海とバルト海沖合で洋上風力発電が拡大している。

ドイツの風力発電の累積容量は、2010年末で27,214MW(1MW=1000KW)に達したのに対して、日本は2,304MWに過ぎない。太陽光発電の累積容量はドイツが2010年末で17,320MWに対して、日本が3,618MWである(図1.5-1)。ドイツの再エネ発電量は、最終電力消費量の20%に達した(2011年末、風力8%、バイオマス5%、水力3%、太陽光3%)。2000年~2010年の期間に、ドイツは再エネ発電量を10%も増加させた(図1.5-2)。

ドイツの太陽光発電は、BMU(環境自然保護原子力安全省)のリード・シナリオの予測すら上回って拡大してきた。リード・シナリオは実際には、太陽光発電の実績導入量が予測を上回るたびに、予測を書き換えて、実績を後追いしてきたに過ぎない(図1.5-3, 竹濱・梶山, 2011)。

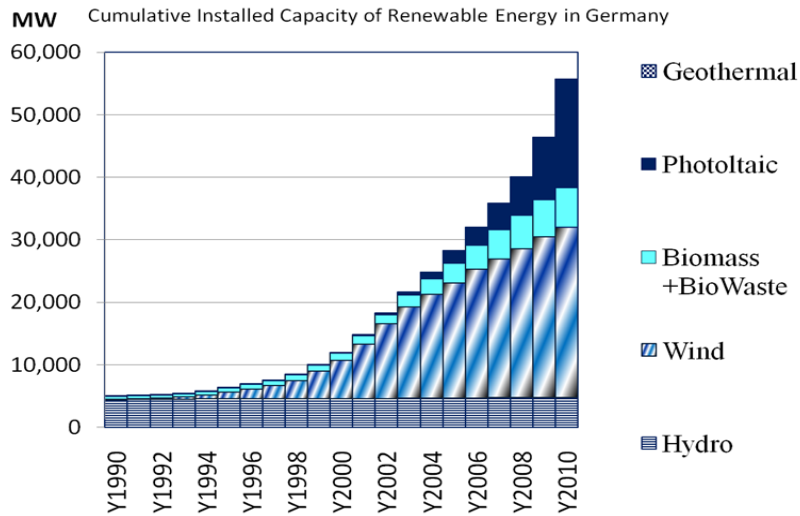


図 1.5-1 ドイツ再生可能エネルギーの累積設備容量  
(出所) BMU, AGEE-Stat より作成

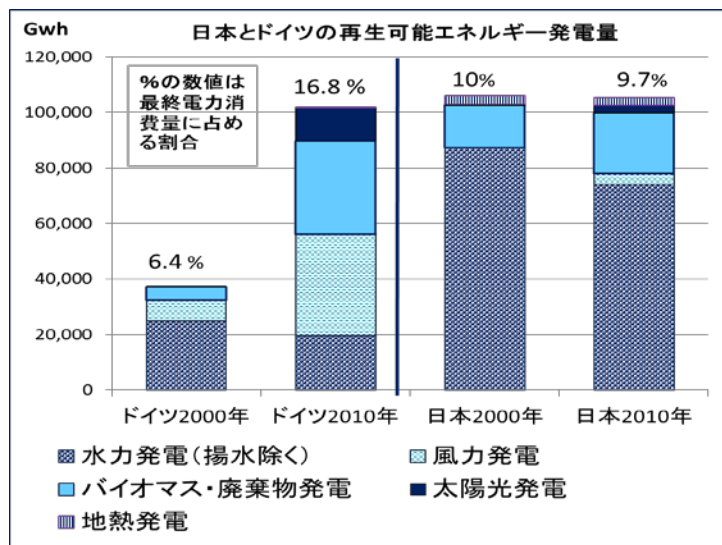


図1.5-2 日本とドイツの再生可能エネルギー発電量  
(出所) IEA (2011) Electricity Information 2011; BMU(2011) Development of Renewable Energy Sources in Germany 2010 より作成. (注) %の数字は最終電力消費量に占める割合

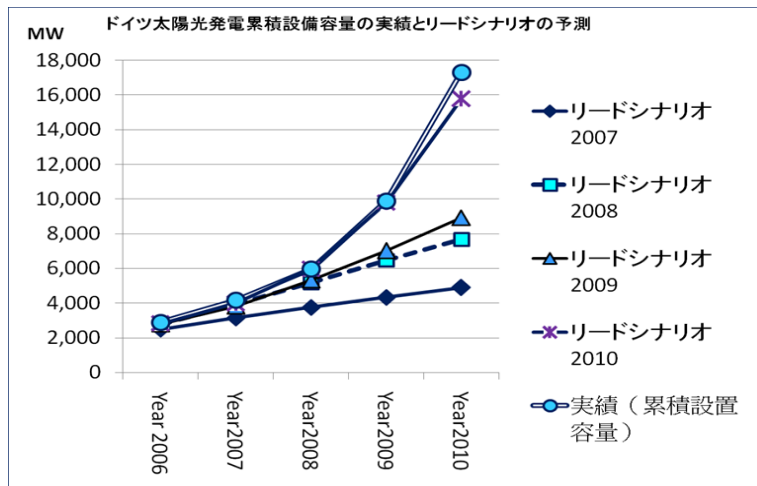


図1.5-3 ドイツ太陽光発電の実績（累積設備容量）とリード・シナリオの予測

(出所) DLR, Fraunhofer IWES & IFNE (2010) Langfristszenarien und Strategien für Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland; BMU (2009) Leitszenario 2009より筆者作成.

### 1.5.3 EEG 買取制の基本設計

ドイツの買取制の要点を示す(表 1.5-1)。第一に、周知のとおり、EEGは再エネ電力を 20 年間、固定価格で買い取ることを送電・配電業者に義務付けている。買取価格は、エネルギー種類ごとに、収益性を確保できる水準に設定している。設置時点で 20 年間の売電収入が約束され、確実に設置費用を回収できる(和田、2008)。電力消費者は、電気消費量に応じて再エネ電力の買取費用を分担する(EEG 分担金)。EEG は税金を財源としないため、制度の持続性が高い(大島,2010)。

第二に、新規システムに対する買取価格は、発電開始が遅れるごとに買取価格を引き下げ(遞減率)、かつ発電技術ごとの発電費用に合わせて引き下げる。太陽光発電では、システム価格の急落に対応して、2009 年には 8~11%、2010 年には年間で 24%~27%も引き下げた。太陽光の買取価格は、現在は半年ごとに見直している。反対に、早期普及を奨励する洋上風力や地熱では遞減率ゼロにしている。EEGでは、年間の買取規模上限枠(キャップ)は設定していない。<sup>1</sup>

第三に EEG では、送電・配電事業者に対して、再エネ電力を他の電力よりも「遅滞なく優先的に」電力系統に接続、送電する優先接続義務を課す。送電・配電業者はまず、再エネ電力を優先的に給電し、不足分を化石燃料や原子力発電で補う系統運用を基本にしなければならない。

第四に、大規模な風力や地熱、メガソーラーでは、送電・配電線や変電設備等など、電力系統の拡張が必要になるが、EEG では、系統拡張の義務は送電・配電業者が負う。EEGでは、再エネ発電者は系統拡張費用を負担する必要はない(EEG 2012 , § 9)。

第五に、EEGは、再エネ電力の導入目標を条文に明記している。2000年EEGでは、電力供給量に占める再エネ電力の比率を、2020年までに35%、2030年に50%、2040年に65%、2050年に80%

<sup>1</sup>年間買取規模に上限枠(キャップ)を設けることは、スペインや韓国の経験が示すように、円滑な普及を妨げる。キャップが設定されると、年度初期に急速に導入が進んで年間上限枠に達し、年度後半に導入が停滞する。あるいは買い取りが翌年に延期され、予定した収益が得られない。

にする。2020年までに最終エネルギー消費量の18%にする目標である。

EEGに比べると、日本の再エネ特措法は、①電力会社に対する優先接続義務の規定が無い。これでは風力発電は、電力系統への接続を遅延ないし回避される懸念がある。②再エネ特措法では、電力会社に電力系統の拡張義務がない。このままでは、風力や地熱などでは、再エネ発電者が送電線の拡張費用を負担させられ、収益性を確保できなくなる恐れがある。

表1.5-1 買取制に関する日本とドイツの比較

	ドイツ	日本
優先接続義務	あり。送電業者、配電業者の義務	なし
電力系統拡張義務	送電業者、配電業者に拡張義務	規定なし
導入目標	供給電力量のうち2020年に35%。2030年に50%。2040年に65%。2050年に80%。条文に記載あり。	規定なし
買い取り期間	20年	未定
買取価格	収益性を確保できる買取価格。価格は法の条文に記載。	現時点では、未定
買取価格の決定	国会議員が審議	調達価格委員会が審議し経産大臣が決める。委員選任方法は不明
情報開示義務	送電、配電業者が年間給電量、分担金の算定根拠、電力集中型企業の減免額を開示。	情報開示。詳細未定
給電情報の開示	送電業者は1時間ごと風力発電の予測とリアルタイムを開示義務(自主的に風力と太陽光の予測とリアルタイムを15分ごと開示)	
電力網の構造	発電と送電の分離。	電力会社が発電、送電、配電小売を一貫運営
給電管理(給電制限)	系統安定性に必要な場合。送電業者は給電データの開示義務。	
(出所)筆者作成		

#### 1.5.4 EEG の買取価格

2012年EEGは、洋上風力、小規模風力、地熱、小規模バイオマスの価格を引き上げた。再エネ発電の低コスト化を進めるためである。2012年EEGの買取価格の要点を示す(表1.5-2)。

①陸上風力は、5年間の初期買取価格の後、基本買取価格に移行し、20年買い取る。発電量が基準発電量の150%未満の風車は、初期価格を20カ月～80か月に延長する。風車の建替や技術更新、システム・サービスにボーナス買取価格を出す。システム・サービスは、風力電力の周波数、周期、電圧の調整、無効電圧制御、出力制御を行うもので、システム・サービス費用に割増買取価格を出す。日本も、同様の機能に対して割増金を出す必要がある。

②2012年EEGでは、洋上風力発電の早期設置を促すために、初期買取価格を最初の12年間、15ct/kWhとし、逡減率ゼロ%を2017年まで延長する。洋上風力は高い技術を要する点で、輸出産業として有望であるため積極的に推進する。

③埋立地ガス、下水汚泥ガス発電では、高効率ガス化処理技術にボーナス(割増買取価格)を

与える。バイオマス発電では、エネルギー作物利用(菜種、トウモロコシ、豆科植物、穀物等)、木質バイオマス、景観維持のための木材利用、液肥利用(30%以上)、革新的ガス化処理技術、CHPコジェネ発電にボーナスを与える。2012年EEGは、5MWまでの小規模バイオマスの買取価格を引き上げた。

表1.5-2 2012年EEGの買取価格(風力発電、太陽光発電、バイオマス発電、地熱発電)

■陸上風力						■バイオマス発電						
20年買い取り。初めの5年は初期買取価格。その後、基本買取価格。						通減率、2%/年。基本買取価格に各種ボーナスあり						
通減率1.5%/年。買取期間20年。						ct/kWh	基本買取価格	クラス1	クラス2	ガス化処理ボーナス	廃棄物嫌気性発酵バイオガス	小規模バイオガス
ct/kWh	初期買取価格	基礎買取価格	システム・ボーナス	建替え・ボーナス	小規模風力	75kWまで	14.3	6	8	買取対象5MW以下	16	25
2012年	8.93	4.87	0.48	0.5	9.93	150kWまで	14.3	6	8	≤700標準m <sup>3</sup> : 3	16	
2013年	8.8	4.8	0.47	0.49	8.8	500kWまで	12.3	6	8	≤1000標準m <sup>3</sup> : 2	16	
初期買取価格の延長年数	基準発電量に対する比率(～150%)に応じて初期買取価格を延長					750kWまで	11	5	6,または8	≤1400標準m <sup>3</sup> : 1	14	
	基準発電量の150%のとき、初期買取価格5年、延長なし					5MWまで	11	4	6,または8		14	
	基準発電量の125%のとき、初期買取価格10.56年。					20MWまで	6				14	
	基準発電量の82.5%のとき、初期買取価格20年					クラス1:	エネルギー作物利用(トウモロコシ、ソルガム、ライ麦、ビーツ、マメ科植物)					
	50 kWまでの小規模風車は、初期買取価格で20年					クラス2:	家畜糞、家畜液体排泄物、景観管理の剪定、雑草刈り					
■洋上風力						■地熱発電						
2017年まで、通減率ゼロ。2018年から通減率7%/年						2017年まで通減率ゼロ。買取期間20年						
2017年まで、初期買取価格15ct/kWh、基礎買い取り価格3.5ct/kWh						2017年まで基本買取価格、25ct/kWh。石油系地熱利用ボーナス 5ct/kWh						
■太陽光発電						2018年から基本買取価格23.75 ct/kWh ボーナス4.75 ct/kWh						
2012年1月～6月30日に発電開始 (ct/kWh)						小規模バイオガス: 嫌気性発酵バイオガス、75kW以下、家畜排せつ物80%以上						
建物屋根 30kWまで	24.43											
建物屋根 30kW超	23.23											
建物屋根 100kW超	21.98											
建物屋根 1000kW超	18.33											
地面設置	17.94					(出所) Erneuerbare-Energien-Gesetz: EEG, 2012から要約						
転換地、地面設置	18.76 農地の地面設置は買い取りなし											
自家消費 建物屋根 30kW以下	自家消費30%以上は12.43。 30%未満は8.05											
自家消費 建物屋根 30kW超	自家消費30%以上は11.23。 30%未満は6.85											
自家消費 屋根 100kW～500kW	自家消費30%以上 9.98。 30%未満 5.60											
前年の年間設置容量に応じて翌年の通減率を調整												
2011年の年間設置容量が2500-3500MWの場合、翌年の買取価格は、9%低減。												
4501-5500MWの場合、-15%。 5501-6500MWの場合、-18%。												
買取価格は半年ごと見直し。年通減率-24%以内、7月以降の通減率-15%以内												

### 1.5.5 収益性と普及効果の関係

再エネが普及するかどうかは、買取価格と買取期間しだいである。ドイツの買取価格は、設置費用、借入金利、維持費、火災保険料、太陽光発電インバーター取替など、全ての経費を差し引いても、銀行預金よりも高い収益を出せる水準に設定している。2004年にEEGは、太陽光の買取価格を大幅に引き上げた。この時、太陽エネルギー産業連盟(BSW-Solar)は、銀行融資を受けても年6%の収益を出せる水準を目安に、政府と交渉した。2004年当時の長期金利は年4%であった。長期金利や預金金利を上回る6%/年の収益性を実現できるなら、個人投資家も発電事業に投資するだろうとの判断であった(BSW-Solar および Fraunhofer ISEへのヒアリングによる)。以後、太陽光発電の収益性は向上し、ドイツは太陽光発電世界の地位を築いた(竹濱, 2011)。

ドイツの太陽光発電の年間売電収入比率を示す(図1.5-4。年間売電収益比率=年間売電収入/システム価格)。年間売電収入比率は2006年以降、ドイツ南部の発電量では11～13.3%、ドイ

ツの平均的発電量で 10～12.7%である。日射量の多い地域や低価格モジュールを調達できる大規模プロジェクトでは、売電収入比率が 15%という事例も少なくない。KfW(ドイツ復興金融公庫)の融資の金利は、2.5～7%程度であるので、借入金利を考慮しても、収益を出すことができる。

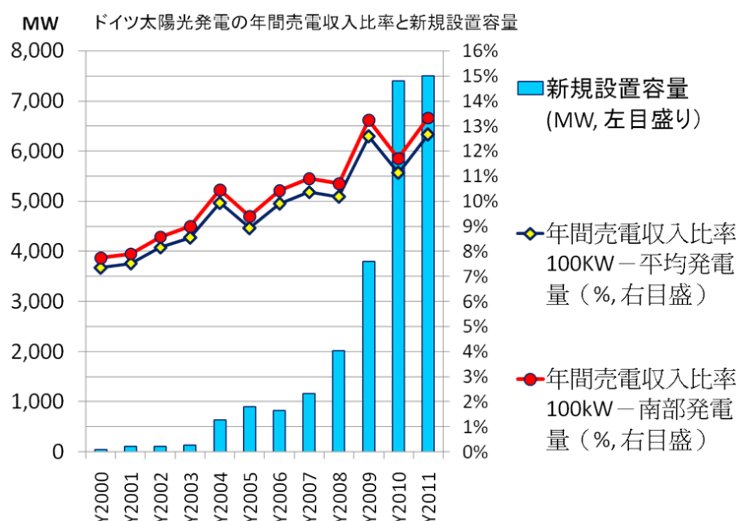


図 1.5-4 ドイツ太陽光発電の年間売電収入比率と新規設置容量の推移

(出所)BMU(2011) AGEE-Stat の新規設置容量、BSW-Solar と業者ヒアリングによる価格データより筆者算出。  
(注)年間売電収入比率=年間売電収入/システム価格。100kW 屋根用システムの年末買取価格。平均発電量 950kWh/kWp、南部発電量 1000kWh/kWpとして計算。

ドイツの経験に基づけば、買取期間が 20 年の場合、平均的発電量で年間売電収入比率が 10～13%程度(実質投資収益率 6%以上)となる買取価格であれば、日本でも順調に普及が進むであろう。年間売電収入比率7%以下では、大規模の発電事業の普及は進まない。他方、売電収入比率が 13%になると、需要が過熱する可能性がある。ただし買取期間が15 年の場合は、5 年間の売電収入分だけ、20 年買取の場合よりも収益性を高くする必要がある。ドイツと日本では地価も金利状況も異なるため、これらはあくまで参考である。

買取制は、電力消費者の負担によって再エネを支援する制度であるから、過剰収益性は社会的公平を欠くことになる。このため EEG では、システム価格の低下に合わせて買取価格を下げていく。結局、新規設置容量は、システム価格の低下に応じて、増大する関係になる。ドイツ太陽光発電のシステム価格と新規設置容量の回帰分析がこれを裏付ける。

$$\text{Log(年間新規設置容量)} = 14.389 - 2.259 \text{Log(PV システム価格)}$$

$$t\text{-value} \quad (10.856) \quad (-6.247)$$

$$\text{有意確率 } p \quad 0.000 \quad 0.003 \quad R^2=0.907 \quad \text{Adj. } R^2 =0.884$$

年間新規設置容量: ドイツ太陽光発電の新規設置容量 [KW]。PV システム価格: 2004～2010 年の BSW-Solar 提供のシステム価格。2006 年以降は、100kWp 以下システムの場合[ユーロ/kWp]。ドイツ物価指数で実質化。

### 1.5.6 風力発電はグリッド・パリティ（電力料金同等）

再エネの買取価格が電力卸価格平均と同等になれば、再エネ電力は、他の電源と競争することができる。現在、産業用電力料金は 13.6ct/kWh、卸価格平均は 5.3ct/kWh である。陸上風力の初期買取価格は 9ct/kWh で、既に産業用電力料金より安い。運転開始 5 年を経過した陸上風力の基本買取価格 4.9ct/kWh は、卸価格平均よりも低く、grid parity(電力料金同等) である (図 1.5-5)。バイオマス発電は産業用電気料金と同等になった。太陽光発電の地面設置が家庭用料金よりも安くなった (図 1.5-6)。地面設置 21.1ct/kWh に対して、家庭用電気料金 25ct/kWh である。屋根用太陽光も、2013 年までに家庭用料金と同等になるであろう。

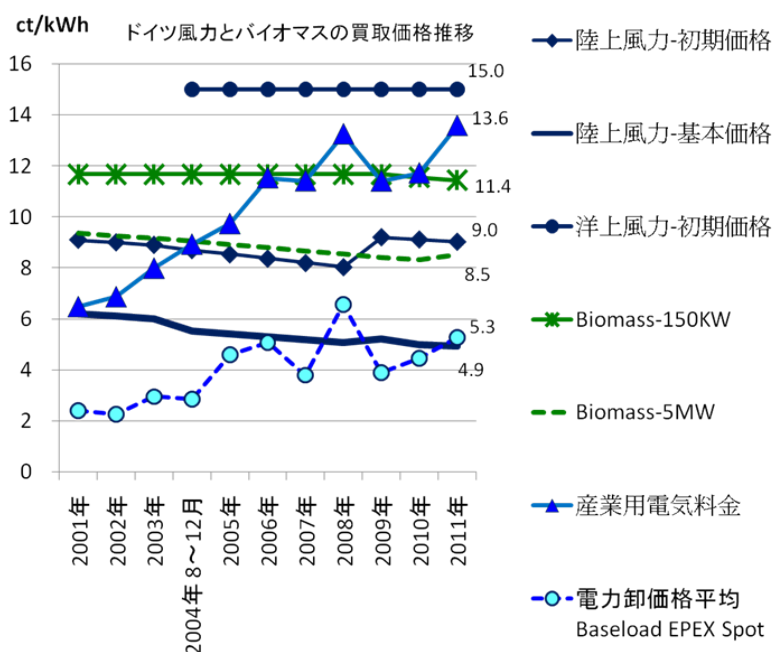


図 1.5-5 ドイツ風力発電とバイオマスの買取価格の推移

(出所)2009 年 EEG; EEX Base Load Power EPEX Spot; BDEW の電力料金データより筆者作成。

(注)産業用電気料金は、電気税、EEG 分担金、CHP 法分担金を含む。



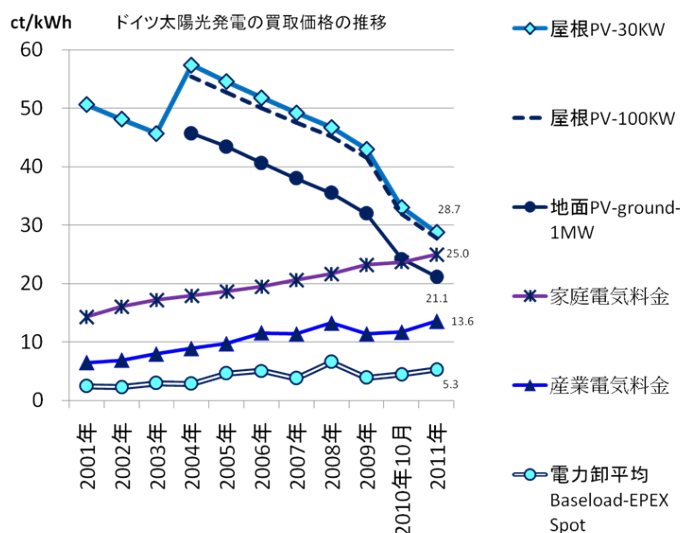


図 1.5-6 太陽光発電の買取価格の推移 (モデル試算、1kWh あたり)

(出所) EEX, Baseload Power EPEX Spot; BDEW 電力料金データより筆者作成。

(注) 屋根用 30kW、100kW、地面設置 1MW システムの加重平均 1kWh あたり買取価格

### 1.5.7 企業と家庭の分担金

第一に、家庭の EEG 分担金を確認しよう。2011 年度の家庭用電気料金は 24.95 ct/kWh で、EEG 分担金は 3.53ct/kWh であった。家庭用電気料金には、EEG 分担金、売上税(付加価値税) 3.98ct、電気税(電力消費にかかる環境税) 2.05ct、CHP 法分担金(電熱コージェネレーション促進税、KWKG) 0.03ct を含む(BDEW, 2011)。年間 3500kWh を消費するモデル家庭(3人世帯)の分担金は、年間 123.55 ユーロである(図 1.5-7)。

第二に、EEG 分担金が再エネの拡大に伴い上昇している。2012年の分担金は、3.59ct/kWh になった(EEG/KWK-G, 2011a)。2013年の分担金は、4.74ct/kWh になる(EEG KWK-G, 2011b)。このためドイツ政府は、コストの低い洋上風力と地熱発電の開発を促進する方針である(BMU, 2011a)。

第三に、減免を受けない一般企業は、家庭と同額の分担金を負担する。2011 年の産業用電気料金 13.58ct/kWh に対して、分担金 3.53ct/kWh であった。景気後退により産業用電気料金が低下したため、分担金の比重は、相対的に大きくなった。

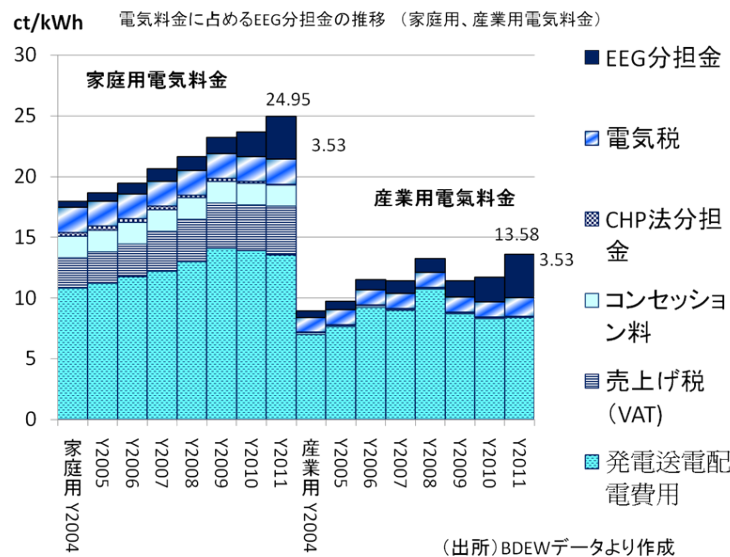


図 1.5-7 電気料金に占める EEG 分担金の推移、家庭用料金と産業用料金の内訳  
 (出所)BDEW データより作成。  
 (注)家庭用電気料金は年間電力消費 3500kwh のモデル世帯の場合。

### 1.5.8 電力集中型企業に対する分担金減免

EEG は製造業の国際競争力を維持するため、電力消費量が多い製造業(以下、電力集中型企業)と鉄道企業の分担金を減免する。2011年までの EEG は、製造業では、「1つの変電所で、購入電力量と自家消費量が年間 10 GWh を超える企業、かつ、電力費用が粗付加価値額の 15% 以上を占める製造業」と、鉄道企業に減免を与えた。2012年 EEG は、「一つの変電所で、購入電力量と自家消費量が年間 1GWh を超える企業で、かつ電力費用が粗付加価値額の 14% 以上を占める製造業」と鉄道企業に減免を認める (Bundesregierung, 2011)。減免企業の範囲を拡大するため、家庭と一般企業の分担金が大きくなる。

粗付加価値に対する購入電力額の比率によって減免を与えるため、主に中小企業が減免の恩恵を受けている (BMU, 2010b)。大規模機械メーカーや自動車メーカーは粗付加価値額が大きく、電力費用の粗付加価値に占める比率は相対的に小さいため、減免から外れる場合が多い。

ドイツの経験に学ぶなら、日本は、粗付加価値や売り上げに対する比率ではなく、一定規模以上の購入電力費用の企業に減免を与えることが必要である。

### 1.5.9 送電・発電分離と優先接続

#### 1.5.9.1 EU 指令による発電・送電分離

ドイツの送電会社 (380kV と 220kV の送電業務を担当) が再エネを積極的に電力系統に給電することができるのは、EU 指令によって送電業が大規模発電業者(統合的電力事業者)から分離され、全ての電源を差別なく接続することを義務づけられているからである。2009年 EU 指令 Directive 2009/72/EC は、統合的電力事業者に送電業の分離を要求した。EU 指令

は、①資本、業務、経営陣、財務、技術利用について、統合的電力事業者が送電業者に影響力を及ぼすことを禁止する。②全ての電源を送電網、配電網に自由に差別なく接続させること、③再エネに優先接続を与えることを命じる（EU，2009）。

EU 指令に従ってドイツの送電事業と発電事業は分離し、別法人である。現在、ドイツの送電会社は、Tennet 社がオランダの送電会社、50Hertz 社はベルギーの送電会社の子会社である。Amprion 社は、大手発電・エネルギー会社 RWE グループにより 25% 所有、スイス系生命保険その他の企業連合により 75% 所有されている。EnBW Transportnetze 社は発電会社 EnBW グループの子会社である。

#### 1.5.9.2 送電・配電会社における買取制の負担

買取制による発電会社、送電会社、配電会社の負担を示す。EEG では、送電会社は、再エネ電力の買取および需給バランス調整費用を、全て、EEG の分担金に転嫁する。このため、送電会社にとっては、買取制に伴う需給バランスの追加的経済負担は、論理上はゼロである。<sup>2</sup> 「EEG はコスト・ニュートラルである。我々は法律に従って、再生可能エネルギー電力を買収するだけである」（2010年8月26日、送電会社 Amprion、需給バランス会計担当副社長）。他方、発電会社は、再エネの発電量に相当する分量の化石火力発電の販売機会を失うため、売上額が減少する。発電会社が買取制に抵抗を示すのは、この理由による。

### 1.5.10 風力発電の系統連系と系統安定化対策

#### 1.5.10.1 送電・配電業者の系統拡張義務

ドイツの風力発電量は最終電力消費量の 8%、太陽光発電は 3% に達した。北海とバルト海周辺では、大規模な洋上風力発電建設が急速に拡大しているため、超高压送電網の拡張が課題である。ドイツ・エネルギー庁（DENA）のシナリオは、2020 年までに累積設備容量が陸上風力 37GW、洋上風力 14GW、バイオマス発電 6.2GW、太陽光発電 17.9GW、地熱発電 0.28GW が導入される場合、超高压送電線の拡張が 3400km～3600km 必要と推計している（DENA, 2010）。現実には、太陽光発電の累積容量実績は、既に 2010 年末で 17.3GW となっているため、DENA シナリオ以上に送電線拡張が必要と考えられる。

#### 1.5.10.2 出力抑制と給電データの開示

風力発電と太陽光発電は気象条件により変動するため、周波数制御や系統電力の需給調整が必要である。EEG では、再エネ電力が供給過剰になる場合は、配電・送電業者は風力や太陽光の給電の出力抑制をすることができる（2012 年 EEG § 11, § 12, EnWG § 13(1), § 14(1)）。これを給電管理（feed-in management）と呼ぶ。

<sup>2</sup>ただし、送電・配電業者にとっても、風力発電と太陽光発電の増加によって、需給バランスと系統電力の安定化のための技術的困難は増加する。EEG では、電力系統の拡張の費用が送電会社、配電会社の営業にとって経済合理的でない場合には、再生可能エネルギーの優先接続義務を免れることができる。

2012年 EEG から、送・配電業者が出力抑制できるよう 100kW 以上の風力発電と 30kW 以上の太陽光発電にリモート・コントロール設置を義務づける。給電管理による売電収入の減少について、損失収入分の 95%に経済的補償を与える。給電管理の直前 15 分間の発電量に基づき、売電収入の損失分を補償する (2012年 EEG § 11)。

ただし EEG は、送電業者が給電管理を乱用しないように、給電管理に条件を付けている。

①送電・配電業者は、再エネ電力の実績給電データを開示する義務がある。②再エネを最大限に受け入れたことを数値データで証明する義務がある。③送電業者は、1 時間ごとの風力発電予測と実績給電データを開示する義務がある (2012年 EEG § 11 ; Bundesnetzagentur, 2011 ; StromNEV)。この規制に従い、ドイツの送電業者は、風力と太陽光の給電データ(予測とリアルタイム・データ)、ロードカーブ(予測とリアルタイム・データ)、配電網への配電量、管理区域内の需要と発電電力を 15 分毎に開示している(図 1.5-8)。

日本の再エネ特措法も、①給電制限の条件の明確化、給電制限による損失収入を補償する制度が必要である。②日本でも電力業者にロードカーブと風力、太陽光の給電データを 15 分ごとに開示させる必要がある。日本の一般電気事業者は「風力発電の受け入れ枠が満杯」を理由に風力発電の連系を拒んできた。しかし風力発電の給電データは開示されていないため、風力発電者は、電力会社の「理由」の真偽を確認することもできない。

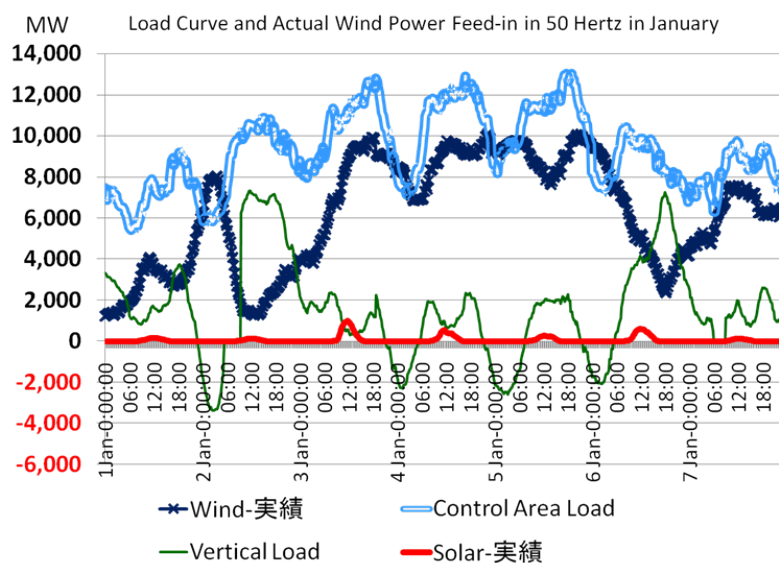


図 1.5-8 ドイツ送電業者 50 Hertz による風力と太陽光からの給電情報の開示

(出所) 50Hertz Transmission, Vertikale Netzlast, Windenergie, Regelzonenlast より筆者作成。

(注) Vertical Load は、高圧送電線から配電網への配電電力をプラス、配電網から高圧送電線への逆潮流をマイナスで表示。Control Area Load は域内の発電と他区域への配送電。Wind は風力発電の給電、Solar は太陽光発電からの給電。

### 1.5.10.3 風力、太陽光の予測システムと系統連系

欧州の送電業者は、再エネの優先接続義務のもとで、大規模風力発電所と電力網の系統連系 (grid integration) の技術を進展させている。次のような進展がみられる。①気象データを活用し

た風力発電と太陽光発電の発電予測システムと、それによる需給調整手法の進展。②風力発電所における無効電力制御、周期の安定性、周波数制御、電圧制御のコントローラー技術。③広域の複数の風力発電所を集合化し、出力変動を平滑化する系統運用(EWEA, 2010; 安田, 2011)。④電力の輸出入により国境を越えた広域系統運用による需給調整。

現在、ドイツの全ての送電業者は、風力および太陽光の発電電力を15分ごとに予測し、予測情報を共有して需給調整を行う。15分ごとの風力発電と太陽光発電の予測給電データとリアルタイム実績値を公表している。2011年の50Hertzの域内では、風力発電の電力は、最大値が8762MW、変動の最大値が15分で+809MW~-820MW、1時間で-2,088MW~+2,042MWの変動、24時間で-7,666MW~+7,717MWとなる変動を経験したが、同社はこれを需給調整している(50Hertz, 2011年データより筆者計算)。50Hertz送電区域では、風力発電の供給電力が域内需要を上回っているため、余剰分を配電網から高圧送電網に逆潮流で送電している(前掲、図1.5-8)。<sup>3</sup>

日本の電力業界は、風力発電と太陽光発電の電力は系統不安定化をもたらすと主張して抑制してきた。しかし欧州の現実には、前日予測システムにより、風力と太陽光の発電量の変動の大部分について、需給調整を準備することが可能になっている。欧州は、電力系統の広域運用、周波数等の制御によって、風力発電の出力変動に対応する系統運営システムを形成しつつある(EWEA, 2010)。将来、これらの系統制御システムは、風力発電の大量導入が進行する新興国への電力インフラ輸出に発展する可能性が高い(図1.5-9)。これ以上、日本が電力分野で立ち遅れることは、将来の日本経済の成長を損なうものである。

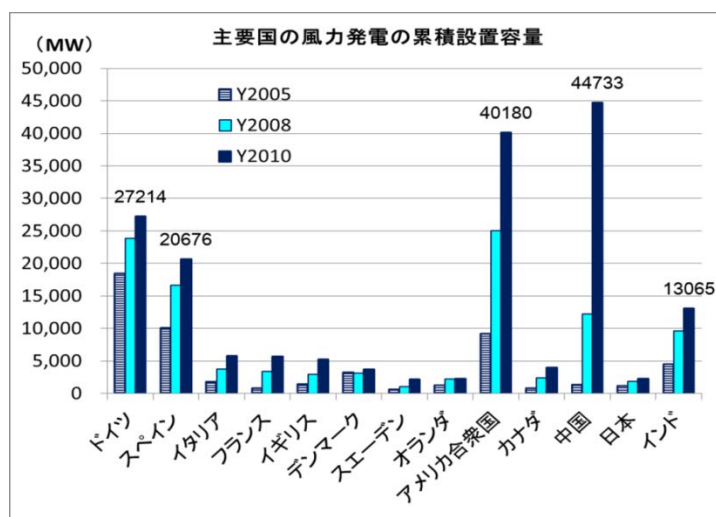


図 1.5-9 主要国における風力発電累積設備容量

(出所)GWEC, Global Wind Report (2005-2010)より筆者作成

<sup>3</sup>前掲、図1.5-8で vertical load がマイナスの時刻は、風力発電からの余剰電力を配電網から高圧送電網へ逆潮流している。1月2日の早朝には、風力発電の給電は最大で8071MW、配電網からの逆潮流は最大で3,370MWに達している。

### 1.5.11 買取制による産業効果と雇用効果

買取制はドイツの再エネ産業の発展と雇用創出をもたらした。第一に、ドイツの風力発電製造業の付加価値額は94億ユーロ（うち国内出荷分14.5億ユーロ）、輸出比率は81%に達した（2008年）。風力発電産業全体で、9万人分の雇用を創出した（DEWI,2009）。ドイツの太陽電池モジュールの生産量は、2000年の15MWから2010年に3,200MWに拡大した。2010年のシリコン・ウェハーの生産量は11,000MW、そのうち42%を輸出した。2010年末時点でドイツの太陽電池のセル、モジュール、部品製造業は130,000人の雇用を維持している（BSW-Solar, 2011）。

第二に、再エネ発電によって2010年に創出された雇用は、風力発電96,100人、太陽光発電107,800人、バイオマス66,300人、合計29万1000人であった（BMU, 2011a, バイオマス燃料、交通燃料を除く）。この再エネ発電による雇用は、ドイツ農林水産業の雇用（約85万人）の3分の1に匹敵する（表1.5-3）。

第三に、ドイツで再エネの導入が円滑に進むのは、買取制に合わせて政府系銀行KfW（ドイツ復興金融公庫）が低利融資を大量に提供しているからである（表1.5-4）。KfW融資は、再エネ発電と熱利用、CHPコンバインドサイクルに10億円/件、地熱を発見できない場合のリスクに16億円/件、洋上風力発電に700億円/件の巨額融資を10年固定金利で提供する。事業初期の元金返済猶予（1年～3年）もある。これらは融資という形の政府補助金である。日本も買取制に合わせて積極的な低利融資制度が必要である。

表1.5-3 ドイツ再生可能エネルギー発電により創出された雇用数

[人]	投資による雇用	維持修理による雇用	2010年の雇用	2009年の雇用	2008年の雇用	2007年の雇用
風力発電	77,700	18,400	96,100	102,100	95,600	85,700
太陽光	102,100	5,700	107,800	64,700	60,300	38,300
水力発電	3,300	4,300	7,600	7,800	7,900	8,100
地熱発電	10,200	3,100	13,300	14,500	14,700	10,300
固形バイオマ	14,000	27,600	41,600	47,600	47,800	48,300
バイオガス・液体バイオマス	16,000	8,700	24,700	22,800	19,300	19,100
小計	223,300	67,800	291,100	259,500	245,600	209,800

（出所）BMU(2011) Renewably Employed, Short and Long Term Impacts of the Expansion of Renewable Energy on the German Labour Market に筆者加筆

注) バイオマス燃料、バイオマス系交通用燃料、公共資金研究に関連する雇用は含まない。

表1.5-4 KfW（ドイツ復興金融公庫）による再生可能エネルギー低利融資制度

主要内容	対象事業	融資額	融資条件
標準プログラム	太陽光発電、風力発電、バイオマス発電、水力発電、地熱エネルギー、電気熱コンバインドサイクル	投資コストの最大で100%を融資。最大で2,500万ユーロまで。	低利。10年の固定金利。初期期間の返済猶予。
プレミアムプログラム	再エネ熱利用、大規模施設	投資コストの最大で100%を融資。最大で1,000万ユーロまで。	長期低利融資。事業開始初期に返済猶予。零細企業特別低利融資。優遇的返済ボーナス。
深度地熱向け融資	地中400メートル以上掘削、深度石油熱地熱エネルギーと水蒸気熱地熱エネルギー	純投資コストの80%を融資。最大で1,000万ユーロまで。	長期低利融資。事業立ち上げ期に返済猶予。零細企業に利率優遇。返済ボーナス。
地熱エネルギーを発見できないリスクに対するプログラム	深度地中熱エネルギーが発見されないリスクに対する融資	掘削費用の80%まで融資。一つの井戸掘削につき1,600万ユーロまで。	地熱を発見できない場合、負債の100%まで免除。10年融資。1年または2年まで事業立ち上げ期に返済猶予
洋上風力	ドイツ北海、バルチック海の沖合風力発電建設。	必要な総負債額の70%まで。1件最大で7億ユーロ（約700億円）まで融資	大規模融資、10年間。10年固定金利。

(出所) <http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/index.jsp>より要約

## 1.5.12 ドイツ型買取制を日本に導入した場合の効果

### 1.5.12.1 ドイツ型買取制による太陽光発電の普及効果に関する回帰分析

ドイツの買取制による太陽光発電の普及効果について、新規設置容量、買取価格、システム価格、収益性の関係について、回帰分析した。

$$a) \text{Log (Annual Capacity)} = 23.668 - 4.769 \text{Log(Price)} + 0.957 \text{Log(Tariff)}$$

$$t\text{-value} \quad (8.236) \quad (-6.064) \quad (2.918)$$

$$\text{有意確率 } p \quad 0.000 \quad 0.000 \quad 0.013$$

$$R^2=0.897, \text{ Adj. } R^2=0.880, \text{ DW}=0.817, \text{ 対象期間：2000年～2009年.}$$

$$b) \text{Log (Annual Capacity)} = 14.389 - 2.259 \text{Log (Price)}$$

$$t\text{-value} \quad (10.856) \quad (-6.247)$$

$$\text{有意確率 } p \quad 0.000 \quad 0.003$$

$$R^2=0.907, \text{ Adj. } R^2=0.884, \text{ 対象期間：2004年～2009年.}$$

Annual Capacity: ドイツ太陽光発電システム新規設置容量[KW]。Tariff: 100kW以下システムに対する太陽光電力の買取価格[€/kWh]、物価指数で実質化。Price: BSW-Solar提供によるドイツ太陽光発電システム価格[€/kWp]、物価指数で実質化。

実績と推計式との適合性において、(b)式が最も実績と適合する。新規設置容量は、システム価格の下落に基本的に規定される。買取価格や売電収入比率（売電収入／システム価格）と新規設置容量との相関は弱い。EEGの買取価格は、システム価格の下落に応じて政策的に引き下げられ、収益性は一定の範囲に抑えられるからである。2004～2009年の売電収入比率（年間売電収入／システム価格）は9%～12%台であった。年間売電収入比率10%以上を実現する買取価格であれば、新規設置容量は、基本的にはシステム価格の低下に応じ

て導入が進むと推定する。

### 1.5.12.2 ドイツ型買取制を日本に導入した場合の太陽光発電の導入効果

上記の  $\text{Log (Annual Capacity)} = 14.389 - 2.259 \text{ Log (Price)}$  に基づいて、日本にドイツ型買取制と類似の制度を導入した場合の日本の太陽光発電の新規設置容量、累積設備容量を推計した。システム価格の低下速度を年-5%、-9%、-12%の三ケースについて計算した。システム価格に対する年間売電収益比率が10%となる買取価格の水準で、20年間、発電量全量を買収するものとした。

累積設備容量は、2020年には、44.1 GW（システム価格低下、年9%の場合）、あるいは74.3 GW（システム価格低下、年12%の場合）と推定する。年12%でシステム価格の低下が続く場合、ドイツのPV Roadmapの導入目標70 GWと同規模の累積導入量を達成できる可能性がある（表1.5-5、図1.5-10）。

表 1.5-5 ドイツと類似の買取制を日本に導入した場合の太陽光発電の導入量

ケース	太陽光発電システム価格の低下率(%/年)	累積設備容量、2021年(GW)	新規設置容量、2021年(GW)	Grid Parity (家庭用電力料金同等になる時期)
A	-12	74.3	18.8	2018年
B	-9	44.1	8.8	2021年
C	-5	24.6	3.3	-

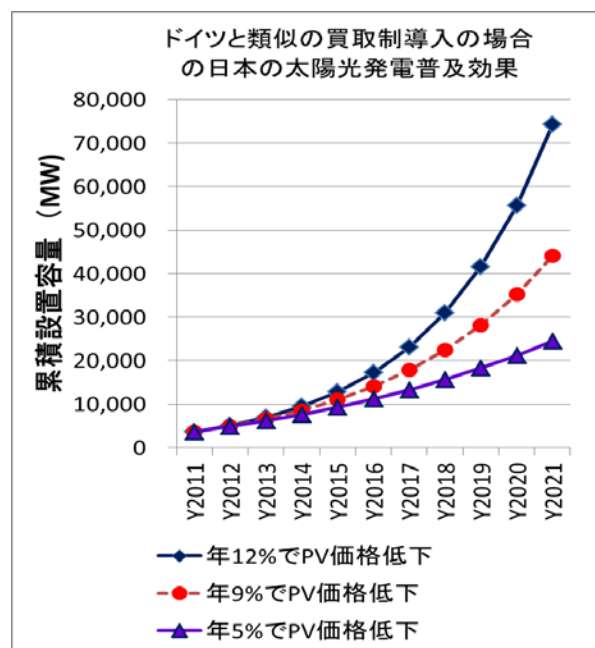


図 1.5-10 ドイツと類似の買取制を導入した場合の日本の太陽光発電普及効果の推定 (出所) 筆者作成



### 1.5.13 まとめ

第一に、日本の再エネ特措法においても、電力業者（送電業者）に再エネの優先接続を義務付けること、発電と送電を分離させることが再エネ普及の不可欠の条件である。これに基づいて、電力業者に電力系統の拡張義務を課す必要がある。

第二に、電力業者による給電制限の乱用が発生しないように、給電制限が許される条件について基準を整備する必要がある。1時間または15分ごとの風力発電と太陽光発電の給電データの開示を義務付けることが必要である。

第三に、太陽光発電の新規設置容量は、システム価格の低下と買取価格によって概ね規定される。ドイツの経験から、買取制が普及効果を上げるには、初期設置費用に対して年間売電収入が10%～13%、すべての経費を差し引いても、実質投資収益率で年6～7%以上を実現できれば、再生可能エネルギーは順調に普及する可能性が高い。年間売電収入がシステム価格の10%程度あれば、基本的には、新規設置容量は、システム価格の低下に応じて、普及が進むであろう。

第四に、ドイツでは15分間隔の発電予測システムに基づいて、大規模な風力発電および太陽光発電を電力系統に連系し、系統の広域運用と需給調整を行うシステムが進展しつつある。これらの系統運用システムは、新興国へのインフラ輸出につながる可能性がある。日本の電力構造における系統連系の立ち遅れが懸念される。

第五に、ドイツと類似の買取制を日本の太陽光発電に実施する場合、累積設備容量は、2021年に44.1GW（システム価格低下、年9%の場合）、あるいは74.3GW（システム価格低下、年12%の場合）が可能であると推計される。

### 参考文献

BDEW (2011) Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken 2011, BDEW.

BMU (2010a) Leitstudie 2010, Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global.

[http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2010\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2010_bf.pdf).

BMU (2010b) Informationen zur Anwendung von § 40 ff. EEG (Besondere Ausgleichsregelung) für das Jahr 2010. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hg\\_ausgleichsregelung\\_2010\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hg_ausgleichsregelung_2010_bf.pdf).

BMU (2011a) Renewably Employed : short and long term impacts of the expansion of renewable energy on the German labour market. [http://www.bmu.de/files/english/pdf/application/pdf/broschuere\\_erneuerbar\\_beschaeftigt\\_en\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/english/pdf/application/pdf/broschuere_erneuerbar_beschaeftigt_en_bf.pdf).

BMU (2011b) Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland (AGEE-Stat).

BSW-Solar (2011) Statistische Zahlen der deutschen, Solarstrombranche (Photovoltaik) Januar 2012.

- Bundesnetzagentur (2011) Leitfaden zum EEG-Einspeisemanagement. Available from <http://www.bundesnetzagentur.de>.
- Bundesregierung (2011) Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG). [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg\\_2012\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf).
- DENA (2010) Dena Grid Study II – Integration of Renewable Energy Sources in the German Power Supply System from 2015-2020 with an Outlook to 2025.
- DEWI (2009) Status 30.06.2009, (<http://www.dewi.de> より入手可能) .
- EEG/KWK-G (2011a) Prognose der EEG-Umlage 2012 nach AusglMechV, Prognosekonzept und Berechnung der ÜNB. [http://www.eeg-kwk.net/de/file/111014\\_Prognose\\_EEG-Umlage-2012\\_final.pdf](http://www.eeg-kwk.net/de/file/111014_Prognose_EEG-Umlage-2012_final.pdf).
- EEG KWK/G (2011b) Prognose der Bandbreite der EEG-Umlage 2013 nach AusglMechAV, Prognosekonzept und Berechnung der ÜNB. [http://www.eeg-kwk.net/de/file/111115\\_Veroeffentlichung\\_EEG-Umlage-Range\\_2013.pdf](http://www.eeg-kwk.net/de/file/111115_Veroeffentlichung_EEG-Umlage-Range_2013.pdf).
- EU (2009) Directive 2009/72/EC, Concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0055:0093:EN:PDF>.
- European Wind Energy Association (2010) Powering Europe, Wind Energy and the Electricity Grid. [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/reports/Grids\\_Report\\_2010.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/Grids_Report_2010.pdf).
- 50Hertz (2011) Hochrechnungswerte-Windenergieeinspeisung 2011, <http://www.50hertz.com/de/153.htm>.
- 大島堅一 (2010) 再生可能エネルギーの政治経済学, 東洋経済新報社.
- 佐和隆光 (2009) グリーン資本主義—グローバル「危機」克服の条件
- 竹濱朝美 (2011) 再エネ普及のカギは買い取り価格、参考になるドイツの先進性, 84-86, エコノミスト, 2011年9月6日号.
- 竹濱朝美・梶山恵司 (2011) 再生可能エネルギー買い取り制度 (FIT) の費用と効果, 植田和弘・梶山恵司編著, 国民のためのエネルギー原論, 195-223, 日本経済新聞社.
- 安田陽 (2011) 世界からみた我が国の風力発電の系統連系問題, 日本風力エネルギー学会誌, 風力エネルギー, 35, 13-18.
- 和田武 (2008) 飛躍するドイツの再生可能エネルギー, 1-55, 世界思想社.

## 1.6 「厳しい気候変動制約下における運輸部門の費用効果的な技術・燃料選択及び経済的手法に関する研究」

東京大学 地球持続戦略研究イニシアティブ 特任講師 竹下貴之

### 1.6.1 序論

国際エネルギー機関（IEA）によれば、2007年から2030年までの間、運輸部門は、発電部門に次ぎ二番目に大きいCO<sub>2</sub>排出部門であり続けること、及び、同期間中の世界の石油需要の伸びのほとんど（約97%）を占めること、が予測されている（IEA, 2009a）。これらの点は、地球温暖化防止とエネルギーセキュリティ向上のためには、運輸部門において、効果的なエネルギー戦略・低炭素化戦略を立案、実施していくことの重要性を示唆している。さらに、運輸部門は、経済活動や日常生活と密接に関連しているため、及び、道路や鉄道線路といった運輸インフラストラクチャが長寿命であるため、非弾力的で政策に影響されにくいことが指摘されている（IEA, 2000）。しかも、運輸部門は、発電部門や産業部門と異なり、多数の小規模な運輸機器（車両等）によって構成されているため、集中的な低炭素化対策がとりにくく、限界CO<sub>2</sub>排出削減費用が高い（IEA, 2008）という特徴がある。したがって、運輸部門の費用効果的な低炭素化に資する技術・燃料選択の具体像を導出するとともに、そのような代替推進技術・代替燃料の普及を促し得る経済的手法を考案することは、少なからぬ政策的意義を持つと言えよう。

そこで、本研究では、一次エネルギー生産から最終エネルギー消費に至るフローと、世界のエネルギーバランスを記述し、システム数理工学手法に基づいて構築された長期最適化型世界エネルギーシステムモデルを用いて、以下の三点につき、具体的かつ定量的に検討することを目的とする。

- ① 厳しい気候変動制約下における、今世紀の、運輸モード別の、費用効果的な推進技術・燃料導入パターン
- ② 厳しい気候変動制約下において、「究極的なクリーンエネルギー車」が、2020年以降、我が国の乗用車ストックの20%を占めるために必要な車両購入価格削減率
- ③ 厳しい気候変動制約達成の、自動車起源大気汚染物質排出削減への貢献度

### 1.6.2 研究手法

#### 1.6.2.1 評価モデルの構造

本研究では、長期最適化型世界エネルギーシステムモデルとして、REDGEM70 モデル（Takeshita and Yamaji, 2008）を利用した。本モデルは、エネルギー関連技術・CO<sub>2</sub>排出削減対策技術を多数考慮している、技術積上げ型（ボトム・アップ型）モデルである。本モデルでは、外生的に与えたエネルギーサービス需要の満足、一次エネルギー資源の利用可能性、新技術の最大市場普及率等の制約条件の下、2000年 - 2100年とした対象期間中のエネ

ルギーシステム総コスト現在価値換算を最小化するような cost-optimal なエネルギーシステムの発展経路と各種技術の導入パターンを、世界 70 地域別に、1 期 10 年毎に決定する。本モデルでは、与えられた大気中 CO<sub>2</sub> 濃度安定化目標を達成する上で、CO<sub>2</sub> 排出を「いつ」「どこで」削減するかに関して、完全な自由度を与えている。

REDGEM70 モデルの構造を図 1.6 - 1 に示す。このように、本モデルは、一次エネルギー供給からエネルギー変換を経て最終エネルギー消費に至るエネルギーフローを詳細に記述していること、二次/最終エネルギー（運輸用燃料）やそれらの製造技術を包括的に扱っていること、最終エネルギー代替にまつわるコストや効率の変化を考慮すること等によって最終エネルギーの代替関係を詳細に表現していること、といった特徴を持つ。また、本モデルでは、エネルギー需要の長期価格弾力性の関数として表わされる、エネルギー需要削減に伴う消費者効用の損失をエネルギーシステム総コストに含めることにより、最終利用部門毎に、価格誘導効果によるエネルギーサービス需要削減（省エネルギー）量を決定する。

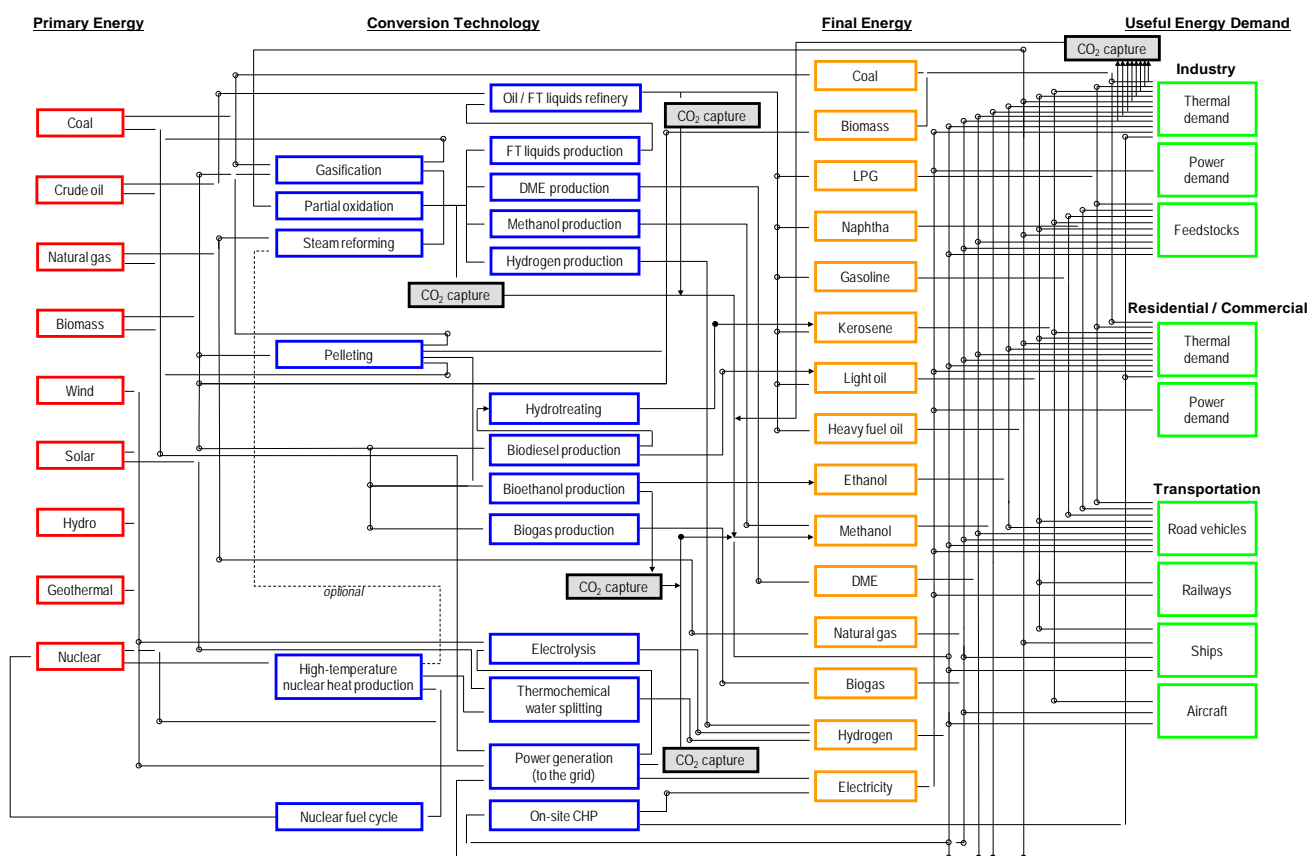


図 1.6 - 1 世界エネルギーシステムモデル REDGEM70 の構造

注) FT=Fischer Tropsch, DME=Dimethyl ether, CHP=combined heat and power.

REDGEM70 モデルは、運輸用燃料の経済性（delivered cost of transport fuels）を適切に表現するために三点の特徴を備えている。第一に、一次エネルギー生産、地域間エネルギー

輸送、エネルギー貯蔵、二次エネルギー変換、地域内二次エネルギー送配、最終エネルギー供給というように、最終エネルギーの全供給経路を考慮している。第二に、インフラストラクチャを明示的に考慮した上で、上述の最終エネルギー供給経路の各段階において capital cost と operating cost を区別して考慮している。第三に、単位エネルギーあたり地域内送配コストと最終供給コストを、二次/最終エネルギー毎に設定することに加え、最終エネルギー需要の分散の度合を考慮することにより、地域別、時点別、最終利用部門別に設定している。

運輸部門については、推進技術と運輸用燃料の可能な組合せとして表現される「運輸技術」に対して、実走行燃費（または実運行エネルギー原単位）、機器購入コスト、機器運用コスト、大気汚染物質排出原単位といったパラメーターを設定している。そして、12 運輸モード別（運輸モードの分類については図 1.6 - 2 参照）、地域別、時点別に外生的に与えているエネルギーサービス需要（運輸部門については人 km/年・トン km/年で表現）を満足する、運輸技術の費用効果的な組合せを、運輸モード別に、モデル内生的に決定する。所与とする運輸アクティビティ需要と、内生的に決定される運輸モード別の各種運輸技術の導入パターンとの関係、すなわち、運輸アクティビティの需給バランスは、自動車部門（5 運輸モード）については式(1)により、その他の運輸モード（7 運輸モード）については式(2)により決定される。また、自動車部門からの大気汚染物質の排出量については、SO<sub>2</sub>については式(3)により、NO<sub>x</sub>・PM については式(4)により決定される。なお、式(1) - (4)で用いる定数及び変数の定義は表 1.6 - 1 に掲載している。

$$Ract(m,i,t) - S(m,i,t) \leq \sum_s \sum_v LF(m,i,t) * ADT(m,i,t) * vin(m,s,t) * V(m,v,i,s) \quad (1)$$

$$NRact(m,i,t) - S(m,i,t) \leq \sum_s \sum_v LF(m) * vin(m,s,t) * CAP(m,v,i,s) \quad (2)$$

$$Sem(m,i,t) = \sum_s \sum_v Sef(m,v,i,s) * FE(m,v,i,s) * ADT(m,i,t) * vin(m,s,t) * V(m,v,i,s) \quad (3)$$

$$NSem(m,p,i,t) = \sum_s \sum_v NSef(m,p,v,i,s) * ADT(m,i,t) * vin(m,s,t) * V(m,v,i,s) \quad (4)$$

表 1.6 - 1 式(1) - (4)における定数及び変数の定義の一覧

名称	定義	種類
$Ract(m,i,t)$	モード $m$ , 地域 $i$ , 時点 $t$ における自動車運輸アクティビティ需要 (人km/年 or トンkm/年)	定数
$NRact(m,i,t)$	モード $m$ , 地域 $i$ , 時点 $t$ における非自動車運輸アクティビティ需要 (人km/年 or トンkm/年)	定数
$LF(m,i,t)$	モード $m$ , 地域 $i$ , 時点 $t$ における稼働率 (人/台 or トン/台)	定数
$ADT(m,i,t)$	モード $m$ , 地域 $i$ , 時点 $t$ における年間走行距離 (km/year)	定数
$vin(m,s,t)$	時点 $s$ に製造された、モード $m$ に属する運輸技術の時点 $t$ における残存率	定数
$FE(m,v,i,s)$	時点 $s$ に製造された運輸技術 $v$ の、地域 $i$ での実走行燃費 (MJ/台km)	定数
$Sef(m,v,i,s)$	時点 $s$ に製造された運輸技術 $v$ のSO <sub>2</sub> 排出原単位 (g/MJ)	定数
$NSef(m,p,v,i,s)$	時点 $s$ に製造された運輸技術 $v$ の大気汚染物質 $p$ の排出原単位 (g/台km)	定数
$V(m,v,i,s)$	時点 $s$ に製造された運輸技術 $v$ の台数 (台)	変数
$CAP(m,v,i,s)$	時点 $s$ に製造された運輸技術 $v$ の設備容量 (人km/年 or トンkm/年)	変数
$S(m,i,t)$	モード $m$ , 地域 $i$ , 時点 $t$ における省運輸アクティビティ需要 (人km/年 or トンkm/年)	変数
$Sem(m,i,t)$	モード $m$ からの、地域 $i$ , 時点 $t$ におけるSO <sub>2</sub> 排出量 (g/年)	変数
$NSem(m,p,i,t)$	モード $m$ からの、地域 $i$ , 時点 $t$ における大気汚染物質 $p$ の排出量 (g/年)	変数

運輸部門のエネルギー所要量は、外生的に与えている運輸アクティビティ需要から省アクティビティ需要を減じたもの、と、実運行エネルギー原単位（単位アクティビティあたりエネルギー所要量）の積により導出される。自動車部門については、実運行エネルギー原単位は、実走行燃費（台 km あたりエネルギー所要量）を稼働率（台あたり人数またはトン数）で除すことにより導出される。

### 1.6.2.2 設定データと仮定

各運輸モードのエネルギーサービス需要の将来予測値を図 1.6 - 2 に示す（予測手法の詳細については、Takeshita (2012)を参照されたい）。本予測値は、活用した先行研究の性質上、まずは世界 11 地域別に算出されるが、次のステップとして、購買力平価換算国内総生産、現在のモード別運輸アクティビティ需要（入手可能ならばその予測値）、本モデルが依拠している将来の社会・経済シナリオ“IIASA/WEC case B” (Nakicenovic et al., 1998) の underlying storyline である「地域的多様性は 21 世紀を通じてある程度保持される」を勘案し、これら世界 11 地域別予測値を REDGEM70 モデルにおける各地域に分配した。

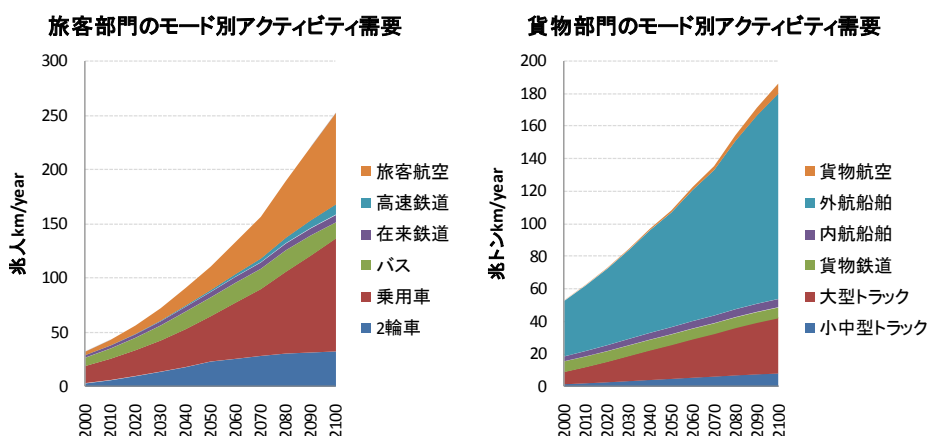


図 1.6 - 2 旅客部門（左図）及び貨物部門（右図）のモード別運輸アクティビティ需要の予測値

注) 内航船舶輸送は小型船舶と大型船舶によって行われる一方、外航船舶輸送は全て大型船舶によって行われると想定。

本研究では、包括的な文献調査と専門家へのヒアリングにより、全 12 モードについて、導入可能な運輸技術を特定した。例として、エネルギー消費量が高い運輸モードである、乗用車、大型トラック、航空の各部門において導入可能と想定した運輸技術を表 1.6 - 2 から表 1.6 - 4 に示す。

表 1.6 - 2 乗用車部門において利用可能と想定した運輸技術

	ガソリン	軽油	LPG	ガソฮอล์	エタノール	DME	CNG	圧縮気体水素	電力
内燃エンジン	+	+	+	+	+	+	+	+	
ハイブリッド	+	+	+	+	+	+	+	+	
プラグイン・ハイブリッド	+	+		+	+				+
燃料電池ハイブリッド	+					+		+	
バッテリー									+

注) 行に示した推進技術と列に示した運輸用燃料の導入可能な組合せを+印で示している。

表 1.6 - 3 大型トラック部門において利用可能と想定した運輸技術

	軽油	エタノール	DME	CNG
内燃エンジン	+	+	+	+

注) 表 1.6 - 2 の脚注と同様。

表 1.6 - 4 航空部門において利用可能と想定した運輸技術

	ジェット燃料	LNG	液体水素
内燃エンジン	+	+	+

注) 表 1.6 - 2 の脚注と同様。

次に、運輸技術に対して設定されるパラメーターの値について説明する。図 1.6 - 3 に、ガソリン内燃エンジン車の実走行燃費を 1 とした場合の、乗用車部門における各種運輸技術の実走行燃費の比率の推定値と予測値を示す。また、図 1.6 - 4 に、乗用車部門における各種運輸技術の機器購入コストの推定値と予測値を示す。

図 1.6 - 4 に示すデータの設定においては、以下 5 点の重要な前提条件を想定している。第一に、プラグイン・ハイブリッド車については、走行の 65% が電気走行と想定している (Grahn et al., 2009)。第二に、電気自動車以外の乗用車は燃料充填一回あたり走行距離は 500 km である一方、電気自動車の一充電あたり走行距離は 200 km と想定している。第三に、従来型ハイブリッド車用、プラグイン・ハイブリッド車用、電気自動車用の Li-ion バッテリーのコストは、それぞれ、最終的に US\$<sub>2000</sub> 460/kWh, US\$<sub>2000</sub> 420/kWh, US\$<sub>2000</sub> 330/kWh まで低下すると想定している (IEA, 2009b)。第四に、proton exchange membrane (PEM) 燃料電池スタックのコストは最終的に US\$<sub>2000</sub> 95/kW まで低下すると想定している (Grahn et al., 2009)。第五に、燃料電池ハイブリッド車用高圧気体水素貯蔵タンク (700 bar) のコストは最終的に US\$<sub>2000</sub> 313/kg-H<sub>2</sub> まで低下すると想定している (IEA, 2005; Grahn et al., 2009)。

500 km の燃料充填一回あたり走行距離を持つ水素燃料電池ハイブリッド車と、200 km の一充電あたり走行距離を持つ電気自動車の機器購入コストの将来値 (究極的に到達し得る値) の相対関係については、詳細な文献調査の結果、たとえ後者の走行距離を短くしてバッテリーに要するコストを抑制するとしても、共通して、前者の方が後者より小さいと見積もられていることを、重要なポイントとして指摘できる (Bandivadekar et al., 2008; Grahn et al., 2009; IEA, 2009b)。

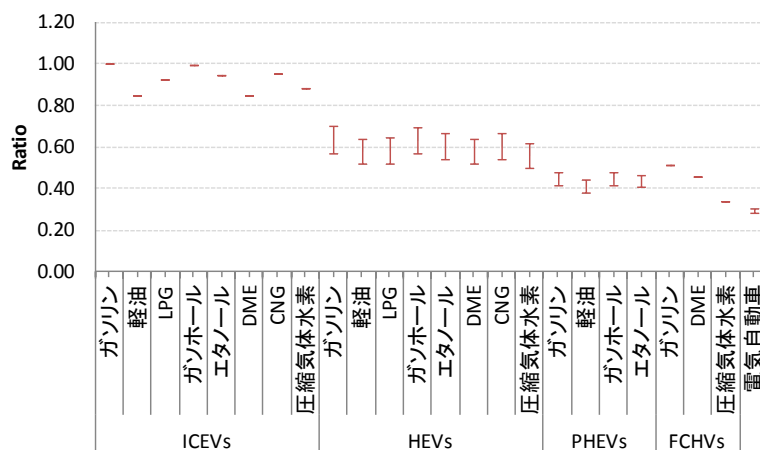


図 1.6 - 3 乗用車部門における各種運輸技術の実走行燃費の比率

注) 幅は対象期間中の経年変化を示している。ICEVs=内燃エンジン車, HEVs=ハイブリッド車, PHEVs=プラグイン・ハイブリッド車, FCHVs=燃料電池ハイブリッド車。

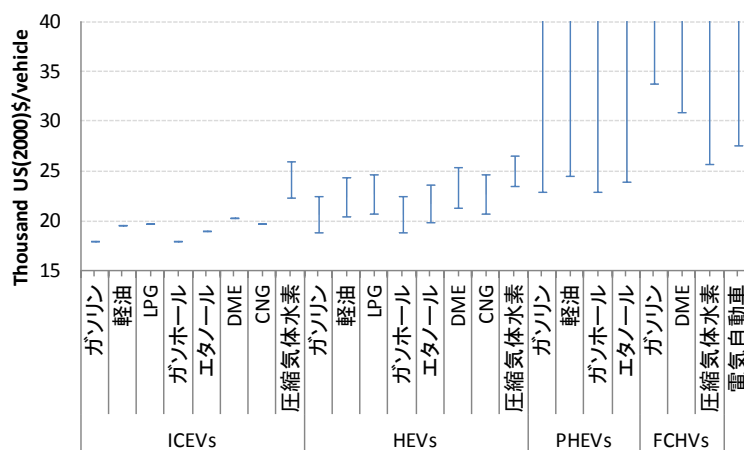


図 1.6 - 4 乗用車部門における各種運輸技術の機器購入コスト

注) 図 1.6 - 3 の脚注と同様。

図 1.6 - 5 に、ガソリンと軽油の SO<sub>2</sub> 排出原単位を、図 1.6 - 6 に、ガソリン内燃エンジン乗用車の NO<sub>x</sub>・PM 排出原単位を、世界地域別・時点別に示す。先進国における燃料中の硫黄含有率の経年変化については、EPA Tier 2, EURO 5・6, 大気汚染防止法といった関連規制を考慮して設定した。先進国における NO<sub>x</sub>・PM 排出原単位の経年変化についても、US Federal Emission Standards, Euro 5・6, ポスト新長期規制といった関連規制を考慮して設定した。発展途上国における排出原単位の経年変化については、一定のラグを伴って先進国の値にキャッチアップすると想定して設定した。図 1.6 - 7, 図 1.6 - 8 には、ガソリン内燃エンジン車、または、ディーゼル内燃エンジン車の NO<sub>x</sub>・PM 排出原単位を 1 とした場合の、自動車部門における各種運輸技術の NO<sub>x</sub>・PM 排出原単位の比率を示す。



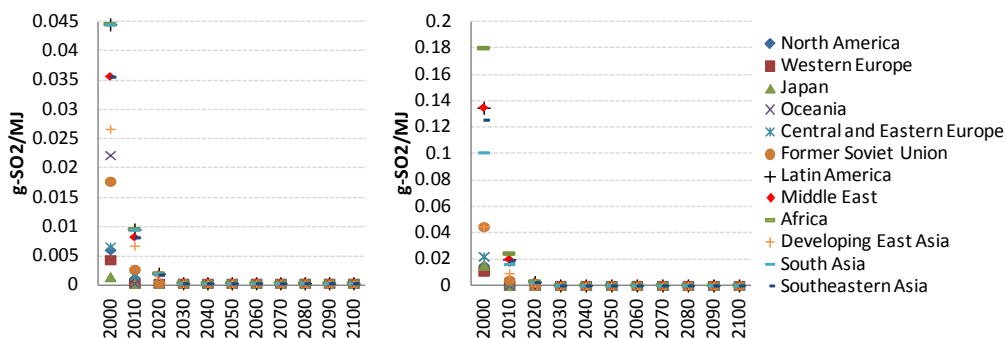


図 1.6 - 5 ガソリン（左図）と軽油（右図）の SO<sub>2</sub> 排出原単位

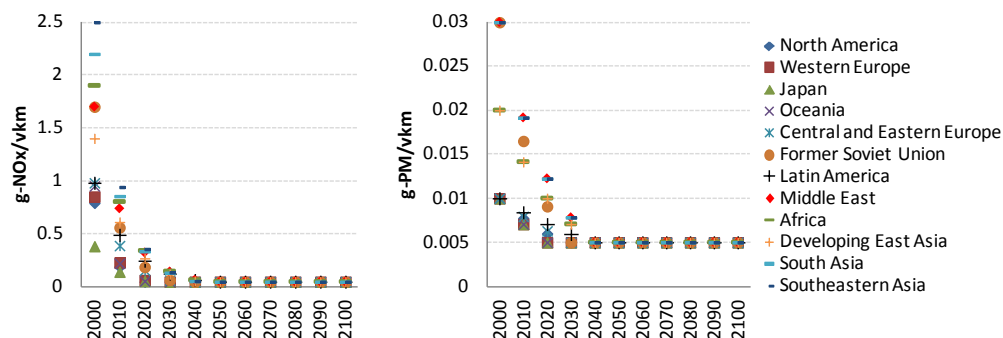


図 1.6 - 6 ガソリン内燃エンジン乗用車の NO<sub>x</sub>・PM 排出原単位

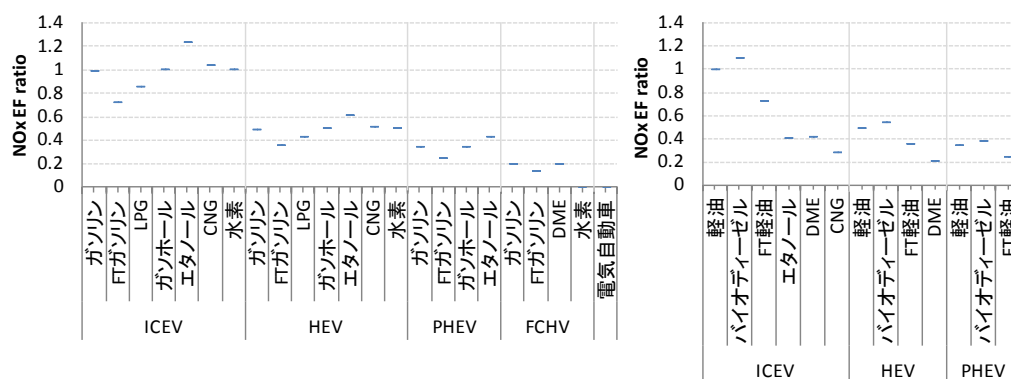


図 1.6 - 7 自動車部門における各種運輸技術の NO<sub>x</sub> 排出原単位の比率

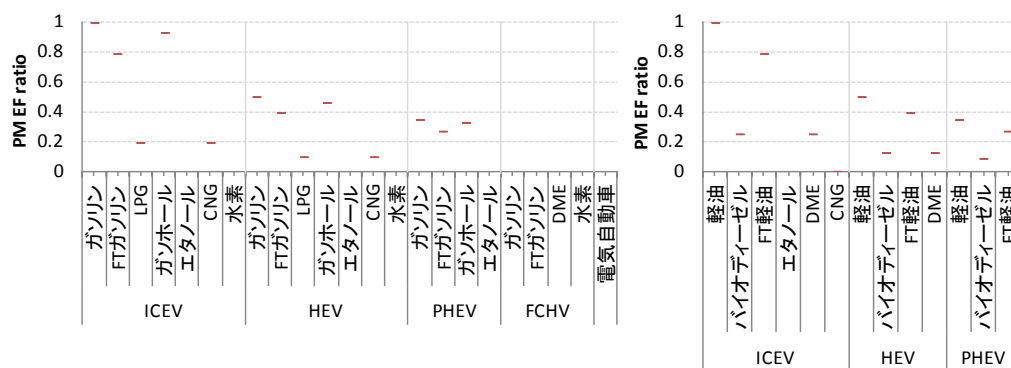


図 1.6 - 8 自動車部門における各種運輸技術の PM 排出原単位の比率

本研究では、以下の2ケースを REDGEM70 モデルで計算する。

- ① CO<sub>2</sub>無制約ケース: CO<sub>2</sub>排出量やその大気中濃度に関して制約を課さないケース。
- ② 気候変動制約ケース: 2100年の大気中CO<sub>2</sub>濃度を400 ppmvに安定化する制約を課すケース。この制約は、2100年における、産業革命前からの気温上昇幅を2℃以下に抑制することに相当する (IPCC, 2007)。

### 1.6.3 分析結果

#### 1.6.3.1 気候変動制約下における運輸モード別の費用効果的な運輸技術導入パターン

図 1.6 - 9 に、上述の2ケースにおける、今世紀の世界全体の費用効果的な運輸用燃料導入パターンを、燃料別及び運輸モード別に示す。両ケースの結果から、電力、バイオマス起源 FT 合成燃料 (Biomass-to-Liquids, BTL)、水素、天然ガスが、運輸部門からの費用効果的な CO<sub>2</sub> 排出削減に貢献し得る運輸用燃料と見なすことができる。厳しい気候変動制約を課す場合、従来型ハイブリッド車やプラグイン・ハイブリッド車等の高効率運輸技術の普及により、世界全体の運輸用燃料消費量は、CO<sub>2</sub>無制約ケースと比較して顕著に減少する。気候変動制約ケースでは、運輸用燃料の消費構成が多様化し、石油製品への依存度が低下することも併せて考慮すれば、厳しい気候変動制約を課すことにより運輸部門におけるエネルギー供給安定度を高めることができると指摘することができる。

また、厳しい気候変動制約下における費用効果的な運輸技術導入パターンは、運輸モードにより大きく異なることを指摘することができる。乗用車部門では、プラグイン・ハイブリッド車とバイオマス起源 FT ガソリンが費用効果的な CO<sub>2</sub> 排出削減対策オプションとして選択される。バス部門は、多くの先行研究でも指摘されているように (e.g., IEA (2005))、水素燃料電池ハイブリッド車にとって魅力的なニッチ市場となっている。その第一の理由は、水素燃料電池ハイブリッド車が市場においてコスト競争的となり得るような PEM 燃料電池スタックのコストレベルは、乗用車部門と比較してバス部門の方が厳しくないことである。第二の理由は、バスは通常、集中的に燃料供給されるため、送配や燃料供給のために巨額のインフラ整備が必要になるという水素の普及阻害要因をある程度抑制できることである。

小中型トラック部門における、厳しい気候変動制約下の運輸技術選択は、spark ignition エンジンではなく compression ignition エンジンが好まれる点を除けば、乗用車部門と同様の傾向を示し、プラグイン・ハイブリッド車とバイオマス起源 FT 軽油が費用効果的な CO<sub>2</sub> 排出削減対策オプションとして選択される。一方、気候変動制約の有無によらず、大型トラック部門において選択される運輸技術のほぼ全てをディーゼル内燃エンジン車が占め、CO<sub>2</sub>無制約ケースでは化石燃料起源 FT 軽油が、気候変動制約ケースではバイオマス起源 FT 軽油が代替燃料として選択される。その第一の理由は、同部門では代替運輸技術の数が少ないことであり、その第二の理由は、ディーゼル内燃エンジン車のエネルギー効率が高いこ

とである。

航空部門では、バイオマス起源 FT 灯油と液体水素航空機が費用効果的な CO<sub>2</sub> 排出削減対策オプションとして選択され、気候変動制約ケースの今世紀末期では、同部門が運輸部門の中で最大の水素消費部門となる。小型船舶部門における、厳しい気候変動制約下の運輸技術選択はバス部門と同様の傾向を示す一方（同部門のエネルギー消費量は非常に小さい）、大型船舶部門では、LNG を燃料とする電気推進システムが費用効果的な CO<sub>2</sub> 排出削減対策技術として選択される。気候変動制約の有無によらず、大型船舶部門のエネルギー消費量はその運輸アクティビティ需要の大きさと比べて小さくなっているが、この主因は、同部門のベースライン技術である、重油を燃料とする低速ディーゼルエンジンのエネルギー効率が非常に高い（IEA, 2009b）ことである。一方、二輪車と鉄道部門は、他の運輸モードと比較してエネルギー消費量が小さい（ほぼ negligible なレベル）が、電化の推進が費用効果的な CO<sub>2</sub> 排出削減対策として選択される。電動二輪車と電気鉄道のエネルギー効率の高さが、これら運輸モードのエネルギー消費量を小さくしている主因である。

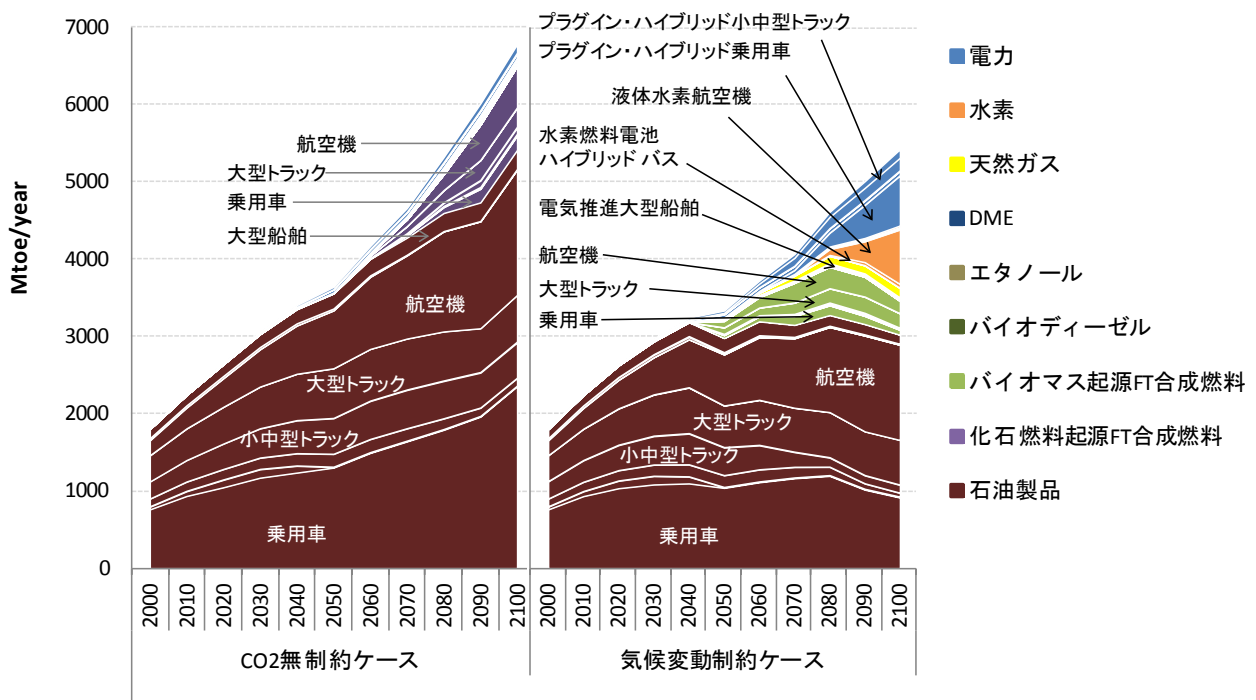


図 1.6 - 9 2 ケースにおける世界の運輸用燃料消費量の燃料別・モード別内訳

### 1.6.3.2 クリーンエネルギー乗用車がコスト競争的となるために必要な購入費用削減率

気候変動制約ケースの我が国において、2020 年以降、電気自動車または水素燃料電池ハイブリッド車が乗用車部門の車両ストックの 20%以上を占めるために必要な、両運輸技術の車両購入費用削減率に関する試算結果を示す。数理計画理論によれば、上述の制約条件

式をモデルに含めて最適化計算をした場合、その制約条件式にかかるシャドープライスを、同条件を満足するために必要な車両購入費用削減幅と見なすことができる。図 1.6 - 10 に、このようにして得られた電気自動車と水素燃料電池ハイブリッド車の車両購入費用削減幅を、それらの車両購入費用の比として示す。四点の重要な知見を得ることができる。

- (1) 2020 年の結果については次のように解釈することができる。すなわち、2020 年においてこれら運輸技術のいずれかが、我が国乗用車部門の車両ストックの 20%以上を占めるためには、車両購入費用を上回る補助金を支給しなければならない。これは、電気自動車と水素燃料電池ハイブリッド車のいずれにとっても、普及のためには急速充電器や水素供給インフラ等の整備といった、いわば社会システムの変革が必要であり、それを賄う費用も補わなければならないことを意味している。政策的含意としては、2020 年という早期の、技術的に未成熟な段階で野心的な目標を掲げて、これらのクリーンエネルギー乗用車の普及を進めようとするれば、社会的に大きな費用を負担しなければならない可能性が高いことを示唆している。
- (2) 電気自動車の方が、目標達成のために必要な車両購入費用削減率が急速に低下し、それ以降電気自動車の車両購入費用が低下しないと想定した 2030 年からは、車両購入費用削減率は安定的に推移する。このように、電気自動車の方が早い段階からコスト競争力を持つ可能性があることは、電気自動車と水素燃料電池ハイブリッド車の現段階の技術レベルを俯瞰すれば十分に解釈可能である。電気自動車は既に一般販売が開始されている一方、水素燃料電池ハイブリッド車は未だ研究開発段階であり、その一般販売に向けては、燃料電池スタックコストの低減（プラチナ等のレアメタル利用量の削減等）、安全かつ経済的な水素貯蔵技術の開発等、解決しなければならない技術的課題は山積している。
- (3) ただし、2050 年以降は相対関係が逆転する。すなわち、超長期的には、水素燃料電池ハイブリッド車の方が、電気自動車と比較して、目標達成に必要な車両購入費用削減率は低くて済み、コスト競争力がより高くなる。これは、一充電あたり走行距離 200 km の電気自動車と、水素燃料電池ハイブリッド車の超長期的に到達し得る車両購入費用の水準を比較すると、後者の方が前者より低いことが最新の文献において共通して指摘されているという前述した知見と整合的である。
- (4) いずれにせよ、長期的に見れば、電気自動車と水素燃料電池ハイブリッド車が自律的に市場で選択されるために必要な車両購入費用削減率は 20%程度であり、長期的な研究開発目標として決して厳しいハードルではない。つまり、電気自動車や水素燃料電池ハイブリッド車が、長期的に我が国の乗用車部門の車両ストックの 20%以上を占める可能性は十分にあると判断される。

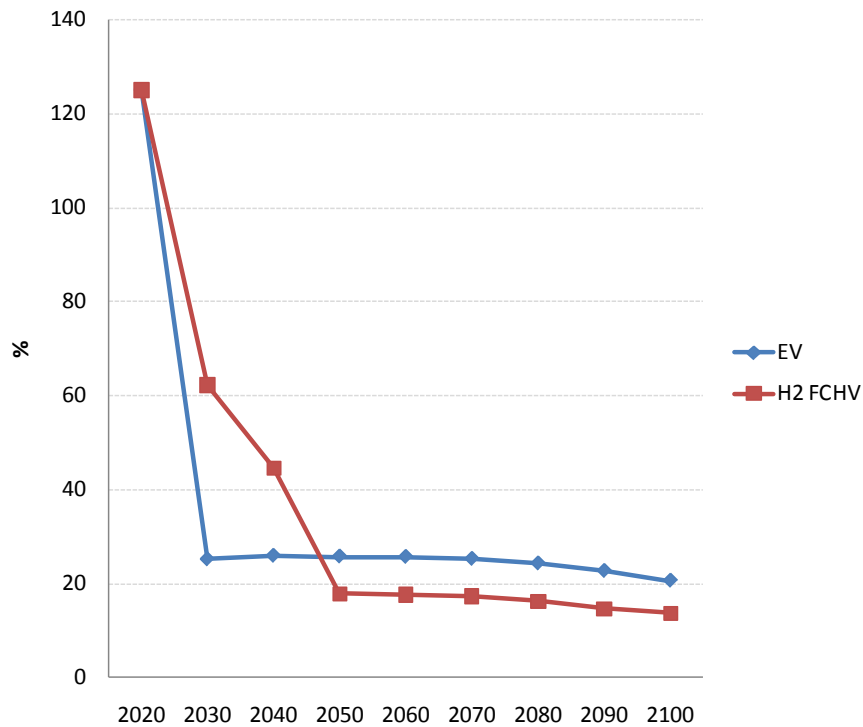


図 1.6 - 10 我が国で電気自動車または水素燃料電池ハイブリッド車が乗用車の車両ストックの 20%以上を占めるために必要な車両購入費用削減率

### 1.6.3.3 厳しい気候変動制約達成の自動車起源大気汚染物質排出削減への貢献度

図 1.6 - 11 に、2 ケースにおける、今世紀の世界全体の自動車起源の  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、PM の排出量を示す。まず、気候変動制約の有無によらず、自動車部門、及び、自動車用燃料部門における、これら大気汚染物質の排出原単位に対する規制強化のため、自動車起源大気汚染物質排出量は、今世紀中頃にかけて劇的に減少することを指摘することができる。しかし、 $\text{CO}_2$  無制約ケースでは、今世紀中頃以降、自動車起源大気汚染物質排出量が増加に転じるというリバウンド効果が見られる。その理由は、自動車部門からの  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、PM の排出原単位が下げ止まる一方で、同ケースでは、石油製品や FT 合成燃料を燃料とする内燃エンジン車等、大気汚染物質排出原単位が大きな値を持つ運輸技術が高いシェアを維持したまま、自動車部門における燃料消費量が単調増加することである。その反面、気候変動制約ケースにおいては、そのようなリバウンド効果を最大限緩和し、自動車起源大気汚染物質排出量を今世紀末にかけてほぼ一定にできる。その理由は、従来型ハイブリッド車やプラグイン・ハイブリッド車といった、大気汚染物質排出原単位が小さな値を持つ高効率技術が普及すること、及び、それに伴って自動車部門での燃料消費量の伸びが抑制されることである。

図 1.6 - 12 に、気候変動制約ケースにおける  $\text{CO}_2$  無制約ケースと比較した自動車起源大気汚染物質排出量の削減率について、時点別排出量で見た削減率、及び、2020 年 - 2100 年の

累積排出量で見た削減率を示す。このように、厳しい気候変動制約の達成が自動車起源大気汚染物質排出量を削減させる効果は、SO<sub>2</sub>が最大である。その主因は、気候変動制約ケースにおいて自動車部門の主要な代替燃料の一つとして導入されるバイオマス起源FT合成燃料のNO<sub>x</sub>・PM排出原単位は比較的大きな値を持つが、SO<sub>2</sub>排出原単位はゼロであることである。一方、厳しい気候変動制約の達成が自動車起源大気汚染物質排出量を削減させる効果は、NO<sub>x</sub>が最小である。その主因は、大型トラック部門が両ケースの全時点で、自動車起源NO<sub>x</sub>排出量の最大シェアを占めること、及び、同部門は代替運輸技術が少なく、両ケースでほぼ同じ技術・燃料選択が行われ、ほぼ同じ大気汚染物質排出量をもたらすことである。この点は、液体バイオ燃料等、カーボン・ニュートラルまたは低炭素な代替燃料を自動車部門に導入しても、NO<sub>x</sub>やPMの排出量の大幅削減につながるとは言えないことを示唆している。

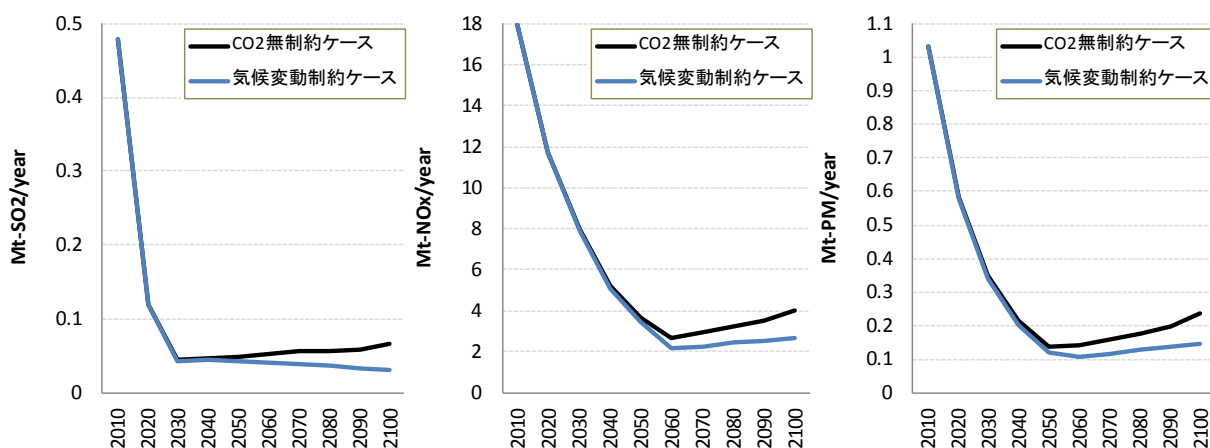


図 1.6 - 11 2 ケースにおける世界の自動車起源の SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、PM の排出量

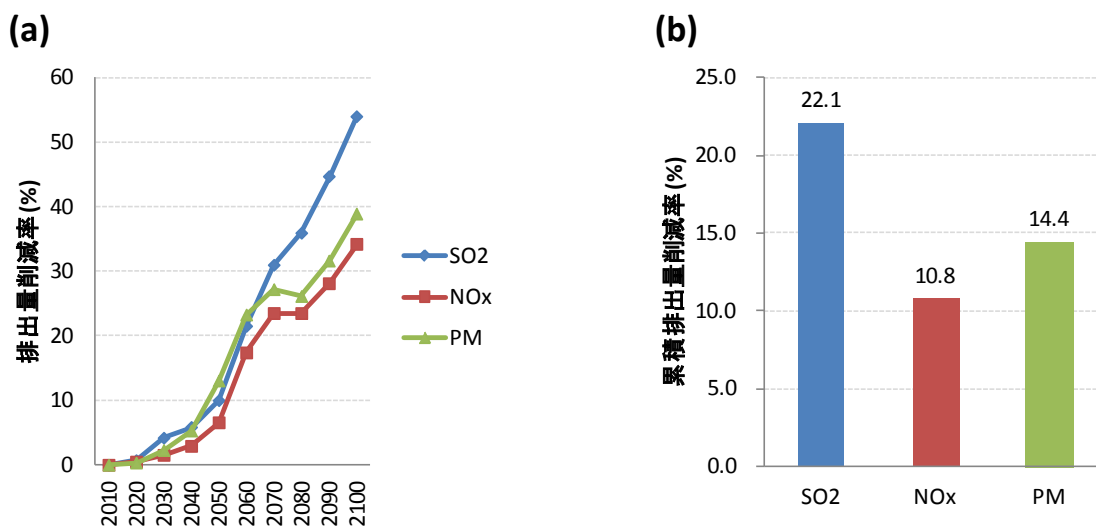


図 1.6 - 12 気候変動制約ケースにおける CO<sub>2</sub>無制約ケースと比較した自動車起源大気汚染物質の時点別排出量で見た削減率 (a)、及び、2020 年 - 2100 年の累積排出量で見た削減率 (b)

#### 1.6.4 総括

本研究では、運輸部門と同部門への燃料供給を詳細に記述した、長期最適化型世界エネルギーシステムモデルを用いて、三点の定量的分析を行った。第一に、厳しい気候変動制約下における、今世紀の、運輸モード別の、費用効果的な運輸技術導入パターンを描写した。その結果、厳しい気候変動制約下における費用効果的な運輸技術導入パターンは、運輸モードにより大きく異なることを示した。第二に、厳しい気候変動制約下において、電気自動車または水素燃料電池ハイブリッド車が、2020年以降、我が国の乗用車ストックの20%以上を占めるために必要な車両購入費用削減率を導出した。その結果、長期的に見れば、両運輸技術がこの目標を達成するために必要な車両購入費用削減率は20%程度であり、長期的な研究開発目標として決して厳しいハードルではないことを示した。第三に、厳しい気候変動制約達成の自動車起源大気汚染物質排出削減への貢献度を評価した。その結果、厳しい気候変動制約の達成により、自動車起源大気汚染物質排出量を今世紀末にかけてほぼ一定にできるという便益をもたらすこと、自動車起源のSO<sub>2</sub>排出量の削減効果は大きいものの、NO<sub>x</sub>・PM排出量の削減効果は小さいこと、を示した。

#### 参考文献

- Bandivadekar, A. et al., 2008. On the road in 2035: reducing transportation's petroleum consumption and GHG emissions. Report No.LFEE 2008-05 RP, Laboratory for Energy and the Environment, MIT, Cambridge, MA.
- Grahn, M. et al., 2009. Fuel and vehicle technology choices for passenger vehicles in achieving stringent CO<sub>2</sub> targets: connections between transportation and other energy sectors. *Environmental Science & Technology* 43, 3365-3371.
- IEA (International Energy Agency), 2000. *World Energy Outlook 2000*. IEA, Paris.
- IEA, 2005. *Prospects for hydrogen and fuel cells*. IEA, Paris.
- IEA, 2008. *Energy technology perspectives 2008: scenarios & strategies to 2050*. IEA, Paris.
- IEA, 2009a. *World Energy Outlook 2009*. IEA, Paris.
- IEA, 2009b. *Transport, energy and CO<sub>2</sub>: moving toward sustainability*. IEA, Paris.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. *Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, New York.
- Nakicenovic, N., Grubler, A., McDonald, A. (Eds.), 1998. *Global Energy: Perspectives*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Takeshita, T., 2012. Assessing the co-benefits of CO<sub>2</sub> mitigation on air pollutants emissions from road vehicles. *Applied Energy* (forthcoming).
- Takeshita, T., Yamaji, K., 2008. Important roles of Fischer-Tropsch synfuels in the global energy future. *Energy Policy* 36, 2791-2802.

## 1.7 「GIS データを利用したバイオマスエネルギーの利用可能性に関する研究」

滋賀大学 経済学部 教授 中野桂

滋賀大学 経済学部 准教授 和田佳之

### 1.7.1 はじめに

本研究は、滋賀県彦根市による平成 22 年度湖東定住自立圏バイオマス系資源潜在量調査委託事業で中野桂、野瀬光弘、寺尾尚純らが行った研究を発展させたものである。その元となった研究では滋賀県の湖東地域（彦根市、愛荘町、多賀町、甲良町、豊郷町）を対象と、県市区町村:町丁字コードを利用して、それぞれの市町から 5 つの地区を無作為に抽出し、抽出された地区については地区内を踏査し悉皆調査を行っている。この調査では、煙突の有無や聞き取りから、薪ストーブもしくは灯油と薪の風呂用併用釜などを利用している世帯を割り出し、さらにそれらの利用状況（利用開始時期、燃料の入手方法、燃料の価格など）についてアンケート調査を行ったものである。

その先行研究の結果をまとめると以下の通りである（表 1.7 - 1 参照）。①薪風呂を利用中もしくは利用可能な状態である世帯がまだ数多く見られる。②踏査地区における薪ストーブの導入世帯の地域世帯数に対する比率は、0.1～0.9%である。③薪ストーブについては地域的な偏りがあり、市内中心部は（別荘地として開発された一部地域を除き）ほとんどなく、平地の農村部は稀に、山に近いところでは比較的密にある。④薪ストーブの導入比率は彦根市、豊郷町、甲良町はそれぞれ 0.2、0.1、0.3%であるのに対し、多賀町、愛荘町では 0.8、0.9%である。⑤今回の調査から単純推計される各市町の薪ストーブの台数は、彦根（81 台）、豊郷（2 台）、甲良（7 台）、愛荘（59 台）、多賀（20 台）の合計 169 台である。

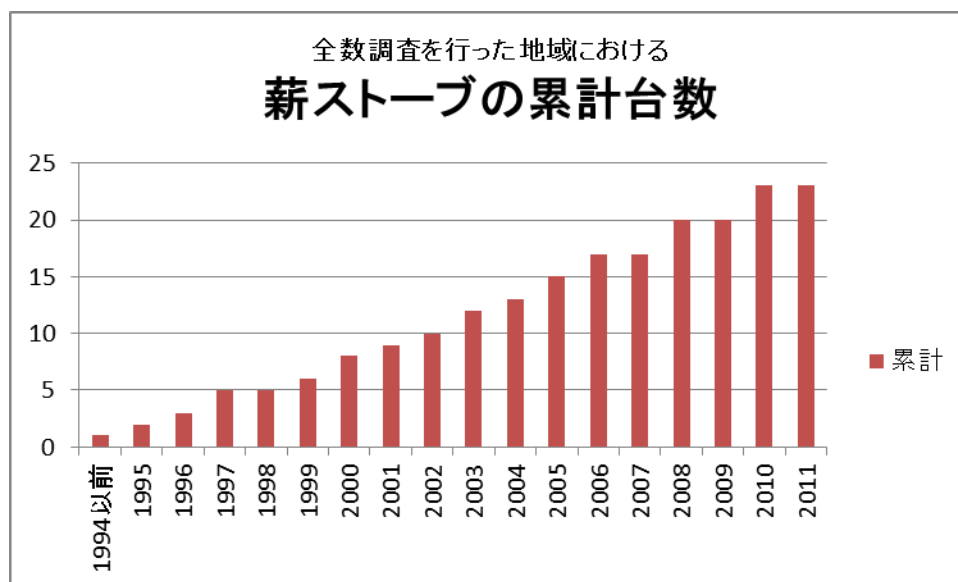
表 1.7 - 1 踏査地区におけるバイオマス利用実態と 1 市 4 町全域における普及推計

区分	薪ストーブ (含ペレット ストーブ)	薪風呂	その他	計	薪ストーブ導入世帯の全世帯数に対する比率 (%)	薪ストーブの 予想台数
彦根市	12(11)	26(14)	9(4)	37(29)	0.2	81
豊郷町	1(1)	2(2)	1(1)	4(4)	0.1	2
甲良町	4(4)	1(1)	1(1)	6(6)	0.3	7
愛荘町	3(3)	2(2)	2(2)	7(7)	0.9	59
多賀町	7(7)	9(7)	4(1)	20(15)	0.8	20
合計	27(26)	40(26)	17(9)	74(61)	—	169

出典：中野桂、野瀬光弘、寺尾尚純、「平成 22 年度湖東定住自立圏バイオマス系資源潜在量調査委託事業」、彦根市、2011 年



またこの先行研究では、薪ストーブの導入時期を基に、1994年を起点とした時系列トレンドから、薪ストーブの累計台数が2011年の倍の水準になるのは17年後の2028年頃であると結論づけている（図1.7-1参照）。



出典：中野桂、野瀬光弘、寺尾尚純、「平成 22 年度湖東定住自立圏バイオマス系資源潜在量調査委託事業」、彦根市、2011 年

図 1.7 - 1 薪ストーブの累計台数

### 1.7.2 推計精度の向上について

本研究は、先行研究のデータに基づき、解析を行うことにより、調査対象全域の薪利用実態をより明らかにするとともに、将来的な需要予測の推計精度の向上をはかろうとするものである。

#### 1.7.2.1 地域属性データを用いた推計精度の向上

先行研究においては踏査した地区の薪ストーブ平均導入率を用いて、単純に踏査調査地区とならなかった地区での導入数を単純に推計しているが、本研究では世帯年齢構成や所得、職業、項目別消費支出などのデータと合わせて、推計の精度を向上させることを試みた。そのために本年度は上記の調査データを GIS（地理情報システム）に取り込み、調査地区の属性と薪ストーブの普及状況について、分析を行った。

残念ながら、現時点で推計モデルの確定までには至っていないが、以下に検討状況を記す。

まず、薪ストーブは高額であるので、世帯収入の高い地域でのより多く利用されているのではないかと仮説を立てた。所得に関して、300 万円未満、300 万円以上 500 万円

未満、500万円以上700万円未満、700万円以上1000万円未満、1000万円以上の5階層で見た場合、700万円以上1000万円未満の世帯数が多い地域では、薪ストーブの設置台数が多い傾向が見てとれる<sup>1</sup>。

また、6歳未満の子どものいる、いわゆる子育て世帯の多い地区では薪ストーブ所有者が比較的多いといえるかもしれない<sup>2</sup>。

地理的特性としては、農林漁業に従事する人の割合が高い地域に薪ストーブの設置台数が多いことがみてとれ、燃料となる薪の入手しやすさが薪ストーブの導入の契機となっていると思われる。

その他、項目別消費支出調査などのデータも用いて、薪ストーブ導入の決定要因について分析中であるが、現在までのところ確定的なモデルが得られていない理由としては、サンプル数が依然として十分でない点が挙げられる。また、所得との関連についても、実地調査の中で明らかになったことであるが、時間に余裕の出た退職者で薪ストーブを導入している方もいるという点である。こうした方々は現役世代と比べ必ずしも収入が高くないので、必ずしも所得と薪ストーブの導入台数は直線関係にはないことになる。いずれにせよ、この点についてはさらに継続して検証して行きたい。

#### 1.7.2.2 普及に関する時系列データの推計精度の向上について

先にも述べたように、先行研究では、1994年を起点とした時系列トレンドから、薪ストーブの累計台数が2011年の倍の水準になるのは17年後の2028年頃であると結論づけている。しかしながら、一般にももの普及はロジスティック曲線で近似できることが多い。電化製品などはその典型であり、他の利用者が増えるにしたがって製品の利用価値が高まるネットワーク効果などがその背景にはあると思われるので、薪ストーブの普及を同様に考えることはできないかもしれない。しかしながら、先行研究の聞き取り調査から、薪の入手先が限られることが普及の妨げになっていることから、一定以上の普及が進み、薪の供給体制が確立され、薪の価格も下がると、急速に普及して行くことも予想できる。

そこで、本研究では、薪ストーブの導入時期のデータにロジスティック曲線を当てはめた場合に将来的な普及がどのようなようになるかを検討した(図1.7-2)。

<sup>1</sup>例えば、地区別の薪ストーブ台数を従属変数、所得階層別世帯数を説明変数として、線形回帰した場合、700万円以上1000万円未満の世帯数について係数が正となり、11%の水準で有意となる。

<sup>2</sup>統計的には未検証。

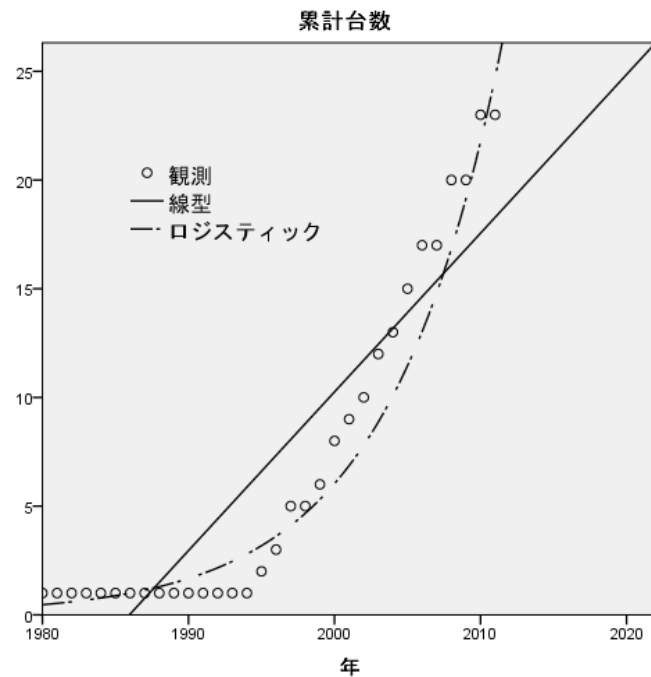


図 1.7 - 2 ロジスティック曲線を用いた普及予測(例)

図 1.7 - 2 は 1980 年を起点として、線形回帰とロジスティック回帰を行った結果を示している（定数項あり）。パラメーター選択によって結果は大きく変わるので、あくまで参考までに一例を示したものであることに留意する必要があるが、普及過程が一定のロジスティック曲線に従う場合、かなり早く普及が進むことが判る。起点をどの時点にとるかなどによって結果は異なるが、図のようなケースの場合、早ければ 2015 年頃には、現在の倍の水準になる可能性もある。

### 1.7.3 普及による環境負荷の削減について

#### 1.7.3.1 世帯別・個人別負荷の削減

薪の消費量であるが、先行研究のアンケート調査では、かなりのばらつきが見られ、薪の入手ルートが確保できていないために、薪利用を控えている世帯が多く見られた。

薪の消費量については、暖房面積の広さや地域差もあり、さまざまであるが、ここではある世帯がひと冬に 4,000kg を消費するとして<sup>3</sup>、もしこの世帯が薪ではなく、灯油を代わりに利用していたとするとどれだけ環境負荷が増えるかを推計する。

まず、完全乾燥した薪 1 キログラムは 4,600kcal、通常含水率は 25% 程度と見込まれる

<sup>3</sup>この数字は、薪販売業者からの聞き取りならびにある薪利用者（筆者の一人）の数年間にわたる使用実績などに基づく。一日中稼働させるような時には約 30kg であり、このような状態は 12 月半ばから 3 月半ばまでの 3 か月続く（30kg×90 日＝2,700kg）。また、11 月初旬から 12 月半ばまでの 1 か月半と、3 月半ばから 4 月下旬までの 1 か月半の約 3 か月で（15kg×90 日＝1,350kg）。合計で 4,050kg となる。

ので、含水率25%の薪1キログラムの持つ熱量は3,450kcal(=4,600×0.75)と見積もられる<sup>4</sup>。さらに、薪ストーブの燃焼効率を25%とすると、この薪から取り出して利用している有効熱量は862.5kcal(=3,450×0.25)となる。一方、灯油1リットルは8,200kcalであり、特に室内燃焼の場合、エネルギーロスがゼロであるので、薪の有効熱量との比較で、含水率25%の薪は灯油約0.105ℓ(=862.5/8200)に相当すると推計できる。

つまり、標準的な一日の薪消費量30キログラムは灯油3.15リットルに相当することになり、4,000キログラムの薪は420リットルの灯油に相当することになる。灯油1リットルからのCO<sub>2</sub>排出量は2.49193kgなので<sup>5</sup>、420リットルの灯油を燃やすとCO<sub>2</sub>排出量は1046.6kg(約1トン)になると計算できる。したがって、薪を燃焼させても地表上にある炭素を増やさないというカーボンニュートラルの考え方に従えば、暖房を灯油から薪に変えると約1トンのCO<sub>2</sub>を削減することになる。

日本の一人あたりのCO<sub>2</sub>排出量は約9.3トン(2008年)<sup>6</sup>といわれており、また日本の平均的世帯人員は2.62である<sup>7</sup>ので、1世帯当たり24トン余りとなる。したがって、1トンの削減は約4.3%の削減になる。

次に、エコロジカル・フットプリントの削減効果について推計を行う。この場合も同様に、ひと冬の暖房として420リットルの灯油を燃やす代わりに4,000kgの薪を利用しましょう。灯油の排出係数は0.000689gha/litter/yearであるので<sup>8</sup>、灯油を使った場合のエコロジカルフット・プリントは0.29ghaとなる。これは世帯での削減量であり、日本の平均的世帯人員は2.62であるので、一人あたりの削減量は0.111gha(=0.29/2.62)となる。日本の平均的エコロジカルフットプリントは年間4.4ghaであるので、この0.111ghaというのは、平均的日本人の年間エコロジカル・フットプリントの約2.5%に相当する。

CO<sub>2</sub>排出量ならびにエコロジカル・フットプリント指標の双方の観点から、薪ストーブへの転換は、環境負荷の低減に大いに資することが判る。

このほか、灯油の燃焼からはCH<sub>4</sub>やN<sub>2</sub>Oなどの温暖化効果ガスの排出もある。その際の排出係数は、それぞれギガジュールあたり0.0095kgGHG/GJ、0.00057kgGHG/GJである<sup>9</sup>。米国の環境保護庁(US EPA)のAP42には、灯油だけでなく、薪の燃焼からの排出物について、詳細な排出原単位が示されているので<sup>10</sup>、現在、その比較検討を行っているところである。

<sup>4</sup>これらの数字の算出にあたってはトコナメエプロスのウェブサイトを参考にした。

<http://www.tokep.co.jp/jotul/eco/charcoal.html>.

<sup>5</sup>灯油1リットル当たり36.7MJで、かつ0.0679kgCO<sub>2</sub>/MJとされるので、灯油1リットル当たり2.49193kgのCO<sub>2</sub>排出量となる。出典は「事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン(試案ver1.6)」、2005年。

<sup>6</sup>日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編「EDMC/エネルギー・経済統計要覧2011年版」、2011年。

<sup>7</sup>厚生労働省「平成21年度国民生活基礎調査の概況」、2010年。

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa09/1-1.html>

<sup>8</sup>この換算係数はGlobal Footprint Networkによる。

<sup>9</sup>既出、環境省「事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン(試案ver1.6)」、2005年。

<sup>10</sup><http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>.

### 1.7.3.2 地域全体の環境負荷の削減

上述の通り、灯油利用から薪利用に転換することによって、一般的に CO<sub>2</sub> の排出を大きく減らせるが、先行研究で明らかになった通り、現時点で調査対象地区の薪ストーブの普及率は 0.1～0.9%である。仮に普及率を 1%とした場合、薪ストーブの導入に伴う CO<sub>2</sub> の削減効果は、0.043% (=4.3%/100) で、倍の 2%になったとしても地域全体で見た削減効果は 0.1%に満たない。

## 1.7.4 カナダにおけるバイオマス利用の実態

### 1.7.4.1 規制および補助金制度

森林資源の豊富なカナダでは、従来から薪の利用が盛んであった。郊外だけでなく、都市部においても古くからの住宅には暖炉が備えられていることが多い。しかしながら、近年、煙による大気汚染も問題とされるようになってきた。これに対する対策として、アメリカのEPAが定めた煤煙に関する基準<sup>11</sup>を満たすような薪ストーブ等に転換するか、もしくは天然ガスあるいは電力を利用した暖房施設に切り替えるような政策がとられるようになってきている。ブリティッシュ・コロンビア州、ケベック州においてはこのような買い替えに対する補助金制度が導入されている。例えばバンクーバーおよびその周辺地区 (Metro Vancouver) では \$ 250 の補助金が出る<sup>12</sup>。

### 1.7.4.2 地域熱供給システムの導入促進

一方で、燃焼効率を高め排気対策を施したうえで、積極的に地域に熱および電力供給をする取り組みも見られてきている。

ブリティッシュ・コロンビア州ビクトリアにある Dockside Green という開発プロジェクトでは、木質ガス化施設を用いて暖房および給湯を行っている (写真 1～3)。周知の通り、木質バイオマスを直接燃焼させるのではなく、高温に熱しガス化してから燃焼させるシステムでは、排気に含まれる煤煙を大幅に削減することが可能となる。電気集塵機も備え、排気についてはブリティッシュ・コロンビア州環境省の粒状物質に関する規制値の 50%以下を達成することを目標としている<sup>13</sup>。計画では、CO<sub>2</sub> を年間 3,460 トン削減し、二酸化

<sup>11</sup>米国における薪ストーブの排気基準に関しては EPA によって定められた 1988 年基準と、その後に出された 1990 年基準の二つがある。

<sup>12</sup>より正確には以下の通り。“\$250 per exchange when replacing an uncertified wood burning appliance with a qualifying wood burning appliance OR propane appliance OR EnerChoice rated natural gas appliance OR electric insert. \$350 per exchange when replacing an uncertified wood burning appliance with a qualifying natural gas appliance that is NOT eligible for Fortis BC’s EnerChoice Fireplace Program.”  
<http://www.metrovancouver.org/services/air/health/Pages/WoodStoveExchangeProgram.aspx> より。

<sup>13</sup>City of Victoria, “Dockside Green Performance Indicators,” March 2007,  
[http://www.victoria.ca/cityhall/pdfs/currentprojects\\_dockside\\_indctr.pdf](http://www.victoria.ca/cityhall/pdfs/currentprojects_dockside_indctr.pdf). 以下、Dockside Green に関する記述はこの報告書を参考にした。

炭素税（\$30/t）を年間 103,800 ドル節約する予定となっている。こうした地域熱供給システムは、熱効率も単独の薪ストーブなどに比べ高く、欧米では導入が進められているものである。

表 1.7 - 2 Dockside Green 木質バイオマスガス化施設の概要

所在地	カナダ／ブリティッシュ・コロンビア州／ビクトリア市
開発面積	6.05ha
供給対象面積（完工時）	130 万 ft <sup>2</sup> あるいは約 12 万 m <sup>2</sup> （住居、店舗、その他）
対象人員（完工時）	2200 名（1100 居住区分）
事業内容	熱および温水供給システム
設立	2009 年 5 月
熱供給能力	有効熱量 7 MMBtu/時 <sup>14</sup> あるいは 7,400 MMBtu/年 <sup>15</sup>
特長	開発地域では、このほかに屋上緑化、汚水処理施設、風力発電、など

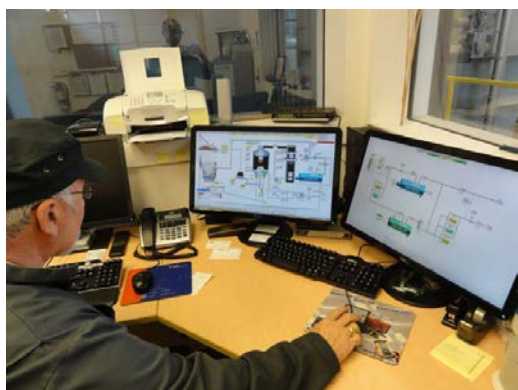
写真 1 住居エリア



写真 2 ガス化施設外観



写真 3 ガス化施設制御室



<sup>14</sup>システムの設置会社である Nexterra のホームページ <http://www.nexterra.ca/industry/dockside.cfm> による。

<sup>15</sup>City of Victoria, “Dockside Green Performance Indicators,” March 2007,による。

写真4 建設中の施設 (UBC)



写真5 木質チップ送管用ブレード



現在価格は廃材c\$40/dry ton、木質チップc\$85/dry ton、ペレットc\$100~120/dry tonであり<sup>16</sup>、当然に廃材を用いるのが合理的であるように思われるが、実際には釘やその他金属ゴミなどの混入によりガス化プラント自身の停止が頻発し、多少高くても品質の安定しているチップを燃料として用いている。木質廃材の場合には4~6%が灰として排出されるが、チップになると1%まで下がるという点も、単価としては高価であってチップ燃料を用いる利点でもある<sup>17</sup>。

Dockside Greenと同様の施設は、ブリティッシュ・コロンビア大学にも建設中である(2012年2月竣工予定)。ただし、2740万カナダドル(約22億円<sup>18</sup>)をかけて建設中の同大学の施設は、熱供給だけでなく2メガワットの発電も行う仕様になっている。

#### 1.7.5 まとめ

本研究は、滋賀県の湖東定住自立圏における木質バイオマスの利用実態調査について、先行研究(中野、野瀬、寺尾、2011)を発展させ、薪ストーブの利用実態と将来的な需要予測の推計精度の向上を目指した。例えば、これまで線形モデルに基づき薪ストーブの台数が2011年の倍になるのは17年後とされていたが、ロジスティック・モデルを適用すると早ければ2015年頃には倍になる可能性もあることが分かった。

灯油から薪利用に転換することによって、一人あたりのCO<sub>2</sub>排出量やエコロジカル・フットプリント指標は低減されると試算されたが、現行の普及率を考えると相当の速さで普及しても地域的な環境負荷を大幅に減少させるほどではないことも明らかになった。

バイオマス利用の盛んなカナダ・ブリティッシュコロンビア州での聞き取り調査を行い、薪ストーブの利用が日本より盛んな地域では大気汚染などの問題が発生して、米国の環境

<sup>16</sup>DocksideGreenにおける聞き取りによる。

<sup>17</sup>同上。

<sup>18</sup>換算レートとして2011年平均80.80円/ドルを使用。

保護局の基準に基づいた薪ストーブを利用のみを認める規制や、より環境負荷の少ない薪ストーブもしくは他の暖房設備への転換を促す補助金制度を設立していることが判った。また、戸別対応ではなく、木質バイオマスによる地域熱供給システムの導入も積極的に進めていることが判った。これらのことは、日本における木質バイオマス利用促進の今後を考える上で、また将来直面する可能性のある問題の未然の防止という観点から、政策的に示唆に富むものであった。



## 2. 本論 2

### ポスト東日本大震災の日本経済 —エコとエネルギーを「成長」の梃子に—

滋賀大学 学長 佐和隆光

#### 2.1 彦根城中堀のブラック・スワン

彦根城中堀にブラック・スワンがいる。姿かたちは白鳥すなわちスワンと同じだけれども、唯一、違うところは羽が黒いことである。スワンとは、首とくちばしが長く、くちばしが赤く、羽の色の白い水鳥を意味する。

滋賀大学の関係者に尋ねてみると、彦根城中堀にブラック・スワンがいることは知っているが、そのことに驚きを感じた人は一人もいなかった。私がなぜ驚いたのかというと、2007年に原著が刊行され、09年に日本語訳が刊行されたナシーブ・ニコラス・タレブが著した *The Black Swan* という本を読んでいたからである。



図 2.1 - 1 彦根城中堀のブラックスワン

2008年に国際金融危機が勃発した。サブプライムローン、すなわち低所得者向け住宅ローンを組み込んだ債務担保証券が売り出され、非常に利回りがいいということで、欧米の金融機関が当該の証券を大量に保有していた。ところが、アメリカの住宅価格が下落局面を迎えたことにより、多くの低所得者が債務不履行となり、その証券は紙切れ同然になってしまった。それが国際金融危機の引き金になったのだが、*The Black Swan* は08年危機を予測した著作であるとして、30カ国語に翻訳され、世界的なベストセラーとなった。

実のところタレブは、後ほど述べるとおり、「国際金融危機はブラック・スワンではなか

った」と言うのだが、多くの読者はまるでブラック・スワンの意味を勘違いしていたかのようである。タレブの定義によれば、ブラック・スワンとは「滅多に起こらないけれども、仮に起きれば、大きな衝撃を及ぼす事象」を意味する。普通の人にとって、国際金融危機はそうであったし、今回の東日本大震災、そして福島第一原発事故も、これに類するもののように思える。

*The Black Swan* の翻訳書の帯に書いてある名言を紹介しよう。上巻の帯には「あり得ないなんてあり得ない」と、下巻の帯には「あり得ないがあつたらどうする」と書いてある。つまり、この世の中には「あり得ないなんてあり得ない」という、当たり前でありながら、案外気づかれていないメッセージが上巻の帯に書かれており、下巻の帯には「あり得ないがあつたらどうする」という意味深長なメッセージが書かれている。

## 2.2 ブラック・スワンの意味と語源

著者のタレブについて簡単に紹介しておく、レバノン生まれで、ペンシルベニア大学のウォートン・スクールで経営学修士号(MBA)を取得したのち、パリ大学で経済学の博士号を取得している。その後、ウォール街のデリバティブ・トレーダーとして名を馳せるかわら、タレブはニューヨーク大学の *The Courant Institute of Mathematical Sciences* の客員教授を務め、確率論のリスク管理への応用を研究する研究者でもあった。現在は、ウォール街からは引退し、マサチューセッツ大学のアマースト分校で学長専任教授（学長が任命した教授）として不確実性科学を研究しているとのことだ。

先ほどは、ブラック・スワンを「めったに起こらないけれども、起きれば大変大きな衝撃を及ぼす事象」と大雑把に定義したのだが、もう少し正確に定義すると、次のとおりである。

第一に、ブラック・スワンとは、異常であること、言い換えれば、事前の予測・予想の範囲内に収まらないことである。

東日本大震災を念頭に置いて、この定義をご覧いただければ、大震災がブラック・スワンだったことを納得できる。マグニチュード9.0 を超える大地震に日本が襲われるなどということは異常であり、同時に、事前の予測・予想の範囲内に収まらなかったことを、否定する人はまずいないだろう。3月11日の午後2時46分に起きた大地震を、午後2時に予測した地震学者は一人もいなかったし、「いつ起こるのかは予測できないけれども、近い将来、三陸沖に大地震が起こる可能性が高い」という事前予測もまた、少なくとも私の耳には聞こえてこなかった。

日本は地震国であるため、政府は巨額の研究費を地震予知の研究に費やしてきた。にもかかわらず、地震を予知する可能性が高まったという気配は、いささかたりとも認められない。地震学者の間でも、地震予知の研究を推進すべきか否かについて意見は二分されているようだ。

第二に、ブラック・スワンとは、仮に起これば、とても大きな衝撃のある事象を意味す

る。1770 年にオーストラリアへの入植者が、姿かたちはスワンと寸分違わないのに、羽の色が真っ黒な水鳥を見て驚いたことが、ブラック・スワンの語源なのだが、近代西欧の人びとにとって、仮説なり予測なりが外れることは大変な衝撃なのである。だからこそ、黒いスワンがオーストラリアにいるのを見て衝撃を受けたのだ。

### 2.3 国際金融危機はブラック・スワンでなかった

異常なこと、思いがけないことが起こるといえるというのは、「あり得ない」と思っていたことが起きることを意味するがゆえに、大変な衝撃なのである。とはいえ、事前に予測できなかったにもかかわらず、事後的には適当な説明をでっち上げ、あたかもそれらが予測可能であったかのように言う。

2008 年の国際金融危機は、まさしくその典型例である。前もって危機の勃発をだれも予測できなかったし、実物経済にも影響を及ぼし、世界同時不況を招いたという衝撃はとても大きかった。先ほど少し触れたとおり、アメリカの低所得者向け住宅ローンを組み込んだ債務担保証券が売り出され、それを欧米の金融機関が大量に保有していたがために、アメリカの住宅価格の下落を受けて、国際金融危機が勃発したのだ、という分かりやすい事後的説明がなされたものの、だからといって、一見、ブラック・スワンもどきの国際金融危機を、言葉の正確な意味でのブラック・スワンとはみなさいというのが、タレブの見解なのである。

日本のバブル崩壊の際にも、同じくそうだった。1989 年末、日経平均株価は、空前にして絶後の高値 3 万 8916 円を付けた。日本経済新聞の 1990 年 1 月 3 日付朝刊に掲載された、有名エコノミストや大企業の経営者の「今年の景気見通し」アンケートを見ると、ほとんどの回答者が、日経平均株価を 4 万円超と予測していた。

ところが、1990 年の正月が明けるや否や、株価は下落の局面を迎え、以来、株価は坂道を転げ落ちるかのようには下落し、いま現在、8600 円ぐらいの水準にある。3 万 8916 円に対して 8600 円だから、過去 20 年間のあいだに 4 分の 1 以下にまで下落したことになる。株価下落が予想外であったこと、しかも、その衝撃が大きかったこと。そして、エコノミストたちの施す事後的説明が納得的であっても、次のブラック・スワンの襲来が予測可能とはなっただけではない。その意味では、1990 年のバブル崩壊もまた、ブラック・スワンもどきではあるけれども、タレブに言わせれば、言葉の正確な意味でのブラック・スワンではなかったということになる。

実際、国際金融危機が勃発したのは 2008 年である。それからわずか 3 年後の 2011 年にギリシャのデフォルト（債務不履行）、すなわち国家財政の破綻が起きて、それがイタリア、スペインなどにも飛び火し、「ユーロ危機」と呼ばれる国際金融危機に再び見舞われた。今後、ユーロ危機が、どれほど大きな衝撃を世界経済に及ぼすかについては予断を許さない状況にあると言わざるを得ない。つまり、2008 年の国際金融危機は、こういうシナリオで起きたのだということを事後的に説明することはできても、そのわずか 3 年後のギリシャ

のデフォルトに始まるユーロ危機を、だれも予測できなかった。

## 2.4 無視されがちなブラック・スワン

タレブは、*Robustness and Fragility* という本を 2010 年に出版し、日本語訳のタイトルは『強さと脆さ』と直訳されている。「金融システムは将来起こりうる問題すべての根源だ」という文言が帯に書かれてある。

この近著の中でタレブは「2008 年の国際金融危機は少なくともブラック・スワンではなかった。あれはブラック・スワンという事象についての無知、そして無視の上に築かれたシステムの脆さが現れたただ」と言っている。

つまり、ブラック・スワンとは、「めったには起こらないけれども、起きれば大変な影響を及ぼす事象」のことなのだが、タレブに言わせれば、1990 年代後半から 2000 年代にかけて金融市場の国際化が進展し、金融工学を駆使して開発された複雑な、したがってハイリスク・ハイリターンな金融商品が市場に続々と登場した。こうした金融市場の複雑化を野放しにしていたことの必然的結果が 2008 年の国際金融危機にほかならない、とタレブは言う。

ものごとには「強さ」(robustness)と「脆さ」(fragility)があるのだが、ブラック・スワンに襲われるかもしれない、襲われることが間違いないというような脆い(fragile)状況下にあるにもかかわらず、それを無視したがるのが人間の習性のようなものである。2008 年の国際金融危機は、国際金融システムの「脆さ」を無視していたために起きたのだ、とタレブは言うのだ。

他方、1997 年から 2006 年まで足掛け 19 年間、アメリカの FRB 議長を務めたアラン・グリーンズパンは、アメリカの上院での証言で、2008 年危機を「100 年に一度の危機である」、すなわちブラック・スワンの襲来にはほかならなかったと主張してはばからなかった。ブラック・スワンなのだから、予測可能な範囲内になかった。だから、金融当局の責任ではないと抗弁するわけだが、タレブに言わせれば、グリーンズパン議長の野放図な金融政策、すなわち金融自由化をやみくもに推し進めた結果、08 年危機が必然的に起きたのだということになる。

## 2.5 欧州人と日本人の認識の差異

すでに述べたとおり、1770 年に、スコットランドがオーストラリアの領有を宣言し、入植が始まったのだが、入植者が驚いたことの一つは、羽の黒いスワンがオーストラリアにいたことだった。つまり、「あり得ない」はずのことを目の当たりにしたわけである。姿かたちは、スワンと同じなのだが、唯一の相違点は羽が黒いということだけである。以来、「あり得ないはずのことが起きて、それが大きな衝撃を及ぼす」ことを「ブラック・スワン」に比喻するようになった。

やや堅苦しい話になるが、欧州人と日本人の認識上の差異を、ここに見て取ることがで

きる。かっちりした「型」や「枠組み」を与えて物事を定義する「プラトン主義」がヨーロッパ人特有のものの考え方である。かっちりした型、枠組み、定義を与えて、自然現象や社会現象を考える。こうしたヨーロッパ型の思考法が「科学」を生み出したのである。他方、日本人の思考法には、良きにつけ悪しきにつけ、型や枠組みにこだわらない融通無碍なところがある。だから、ブラック・スワンを見たからと言って、少しも驚かずに「黒鳥」と名付けて平気で済ます。白鳥がいるのだから、黒鳥がいても何ら驚くに値しないというわけである。

そこで私は、なぜオーストラリアにしかいないはずのブラック・スワンが彦根城の中堀にいるのかを、彦根市の観光局に電話で問い合わせ調べてもらったところ、次のような経緯がわかった。1860年の桜田門外の変で、彦根藩主の井伊直弼大老が、水戸藩の脱藩浪士によって暗殺された。この事件が起きて以来、両藩の対立には非常に深刻なものがあり、廃藩置県後も彦根市と水戸市の不仲は持ち越された。

1970年、井伊直弼大老の曾孫の井伊直愛さんが彦根市長だったときに、水戸と彦根が親善都市協定を結んで仲直りをした。協定の発効を記念して、彦根市から水戸市に堀の白鳥が贈られ、水戸市から彦根市に梅の苗木が贈られた。そして、1987年に彦根城で世界古城博が開催された際に、ブラック・スワン4羽が水戸市から彦根市に贈られた。以来、彦根城の中堀をブラック・スワンが泳ぐようになった。

次にでてくる疑問は、なぜ水戸の偕楽園の千波湖にブラック・スワンがいたのかである。そこで調べてみると、1978年、山口県宇部市から水戸市に、常盤湖に棲むブラック・スワン2羽が贈られたことがわかった。

では、なぜ宇部の常盤湖にブラック・スワンがいたのかという疑問が当然でてくる。宇部市が、ブラック・スワンの原産地であるオーストラリアのニューカッスル市と姉妹都市であることを知り、その疑問を解くことができた。要するに、ニューカッスルから宇部へ、宇部から水戸へ、水戸から彦根へといった経路を経て、ブラック・スワンが彦根城中堀に棲むようになったわけである。

## 2.6 経済にも生命体にも必要な冗長性

タレブが言うには、大切なのはブラック・スワンの襲来に対して頑健（ロバスト）なシステムをつくることである。「目隠しをしてスクールバスを運転していて事故を起こした連中には、二度とバスを運転させてはならない」。この文言は、まさしくアラン・グリーンズパンに対する痛烈な批判に他ならない。

つまり、90年代後半から2010年代半ば過ぎまで、グリーンズパンの指揮のもとに金融政策をつかさどっていた連中は、ブラック・スワンについて無知、あるいは、それを無視していたという意味で、まさしく「目隠しをしてスクールバスを運転していた」に等しいというのである。そういう連中には、二度と金融政策をつかさどらせてはならない、とタレブは言うのである。

さらにタレブは次のように言う。「最適化・効率化ばかりを追求する経済学者には経済の仕組みの本質が見えない」。経済システムは、効率的に設計されているだけではなく、さまざまな意味でのロバストネス（頑健性）を備えていなければならない。だから、効率化ばかりを追求していると、経済の仕組みの本質が見えにくくなる。

言い換えれば、経済の仕組みと生命体の仕組みは同じだということになる。人間に腎臓が2つあるのはなぜなのか。一方の腎臓が機能障害を起こしたときに、もう一つの腎臓が健全であれば、命を永らえることができる。ロバストネスという観点からすれば、腎臓が二つあるのは有意味である。しかし、効率性の観点からすれば、同じ臓器が二つあるのはムダである、一つで十分ではないかということになる。とはいえ、何事につけ、安全・安心の観点からはバックアップ（予備の装置）が必要とされる。経済の仕組みもまた、効率一辺倒に設計されているわけではなく、さまざまなバックアップが仕込まれている。そうすることによって、経済が破たんし陥る危険性を未然に防いでいるのである。

要するに、生命体にせよ経済にせよ、効率一辺倒に設計されているのだとすれば、ブラック・スワンに襲われた際に脆弱であり過ぎる。ブラック・スワンの襲来に備えての冗長性（redundancy）を備えているシステムこそが頑健なのである。効率を唯一の価値尺度とする経済学者は、冗長性をムダと決めつけるがゆえに、現実経済を単純化し過ぎて捉える性癖がある、タレブは言う。

さらにタレブは「複雑化を単純化により中和せよ」と言う。すでに述べたとおり、1990年代以降、金融市場のグローバル化が急速に進展し、複雑な金融商品が次々と登場した。こうした金融市場の複雑化の必然的結果として、国際金融危機を引き起こされたのだから、複雑な金融商品の発売を法的に禁止するといった措置を講じる必要がある、とタレブは言う。国際金融危機の再発を防ぐためには、すなわち金融市場をロバストにするためには、金融市場を単純化しなければならない。

金融市場のグローバル化がもたらした結果の一つとして、今年、起きたギリシャのデフォルト（債務不履行）と、それに起因するユーロ危機が挙げられる。利回りの高いギリシャ国債を大量に保有する欧州各国の金融機関は、ギリシャの財政赤字が膨らみ、利払いが不能になることを恐れてギリシャ国債を売りに出たため、利回りが100%を超えるほどまで国債価格が下落した。そうすると、当然、銀行のバランスシート上の問題が生じる。ユーロ危機を防ぐためには、ギリシャを破産させてはならないという合意のもと、ユーロ圏の銀行にギリシャ国債の半分を償却させるという措置を講じた上で、各国政府が税金をつぎ込んで、銀行の救済に当たった。

## 2.7 福島原発事故はブラック・スワンではなかった

東日本大震災はブラック・スワンだったのだろうか。地震そのものはブラック・スワン以外の何ものでもなかった、と私は考える。つまり、100年に一度ぐらいしか起きない異常な自然災害であり、しかも事前に予測不可能であったこと、そして、大震災がもたらした

衝撃が極めて甚大であったという意味で、ブラック・スワンそのものだった。

ところが、福島原発事故は、タレブが 2008 年の国際金融危機について言ったのと同じく、ブラック・スワンではなかった。第一に、予測不可能なことではなかった。事故の原因は、原発事故という「めったに起こらないが、起きれば大きな衝撃を及ぼす」事象についての無知・無視の上に築かれたシステムの脆さのせいで、必然的に起きたことではなかったろうか。ここでいうところのシステムとは、政府のエネルギー政策、電力会社の効率性追求、絶対安全という神話の盲信などを意味する。

ブラック・スワンの襲来への備えとして、私は、10 年ほど前から「電力自由化と原子力発電推進は二律背反である」と主張してきた。にもかかわらず、経済産業省の資源エネルギー庁は、一方で原子力発電の推進をうたいながら、他方で電力自由化を推し進めた。1995 年の電力の卸売り自由化に始まり、小売りも部分的に自由化され、今日に至っている。

現在、わが国には 10 の電力会社があるが、1995 年に電力自由化が始まるまでは、完全な地域独占権が電力会社に与えられていた。例えば、高温の泉源を持つ温泉宿が地熱発電所を作ったとしよう。発電所を作るのは一向に構わないし、発電された電力を自分で使うのはいいけれども、余った電力を売ることは法的に禁止されていた。

何のために自由化したのかというと、欧米先進諸国に比べて日本の電力料金が高過ぎるから、料金を値下げするための方便の一つとして、イギリスに倣って、電力の卸売りと小売りの自由化を推し進めようとしたのである。言い換えれば、日本の電力料金が高過ぎるのは、電力会社が地域独占という特権を与えられているからであり、電力会社は普通の会社になり、IPP(Independent Power Plant)との競争的環境のもとで、効率化を推し進め、料金を引き下げる努力をすべきである、と。

## 2.8 寿命と連続運転期間の延長

原発の寿命延長という問題がある。日本原子力発電の敦賀原発 1 号機と関西電力の美浜原発 1 号機の運開（運転開始）が 1970 年で、これら二つが、わが国の商用原発のうち最古であり、今年で 42 年目を迎える。法律に明記されているわけではないが、原発の寿命は 40 年であるとされてきた。しかし、昨年、この二つの原発の寿命を 10 年延長することを原子力安全・保安院が認めた。電力会社が、大学教授をはじめとする有識者から成る委員会に委嘱して策定された「技術評価書」に基づき、寿命延長の可否が決定される。

その次に古い原発が福島第一原発の 1 号機であり、1971 年に運開している。昨年 40 歳を迎えるということで、これについても、「60 年まで延長を可とする」との技術評価書に基づき、今年 2 月 7 日、安全・保安院が寿命を 10 年延長することを認めた。

機械には何であれ、多かれ少なかれ、経年劣化がある。だからこそ、40 年で廃炉にするという暗黙の了解があったにもかかわらず、寿命を 60 年まで延長する。原発の設備そのものは経済的には完全に償却し切っているわけだから、電力会社とすれば、20 年間も寿命を延長できれば、発電コストに占める濃縮ウランのコストの比率は低いわけだから、原発は

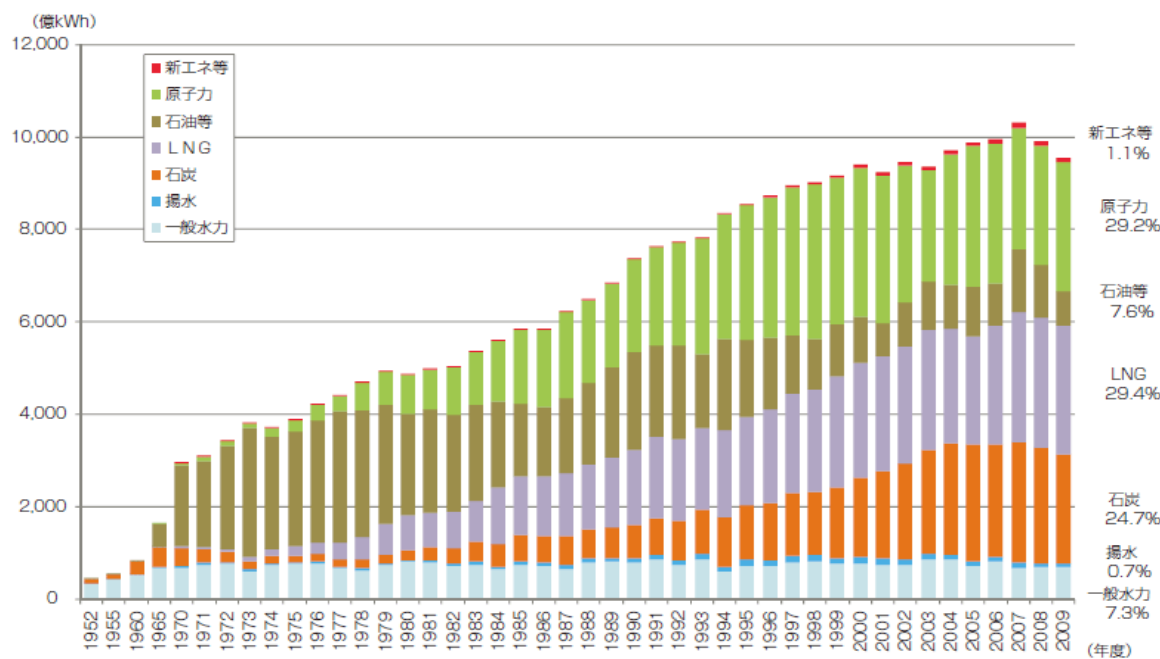
大幅な利益を生む金の卵になる。

定期検査の間隔を延長することもまた、原発の稼働率を上げるという意味で、電力会社にとって望ましいことである。実際、2009年1月の法改正により、それまで定期検査が終了した日以降13ヵ月を超えない時期に次の定期検査に入ることが義務付けられていたのを、定期検査が終了した日以降、13ヵ月を超えない時期、18ヵ月を超えない時期、24ヵ月を超えない時期の3つの間隔について「選択」できることとなった（ただし、国の認可が必要）。

要するに、近年、官民あがて、原発の効率化に励んできたのだ。ここに諸悪の根源があった、と私は考える。一般に、効率化や最適化の追求は、安全・安心とトレードオフ関係にある。電力会社も政府も「絶対安全」を無条件に信じ込み、原発事故への頑健性を備えることを怠ってきたことへの報いが、福島第一原発事故ではなかったろうか

## 2.9 電力需給の「セイの法則」

日本の発電電力量の推移を見ると、「水主火従」の時代だった1955年の消費電力総量は2010年のその20分の1に過ぎない。1950年代前半には、どんな家庭電化製品が庶民の住宅に備わっていたのかというと、電灯とラジオぐらいのものだった。扇風機は、よほどのお金持ちの家にはしかなかった。夏には団扇や扇子で涼をとっていた。アイロンも同じくお金持ちの家にはしかなかった。火鉢で熱くした「こて」をアイロン代わりに使っていた。現在の約20分の1程度の電力の大部分を水力発電所が供給しており、足らずを石炭火力で補っていた。



(出所) 経済産業省『エネルギー白書 2011』

図 2.9 - 1 発電電力量の推移（一般電気事業用）



ところが、1960年ぐらいになると、扇風機やアイロンが中流の家庭に備わるようになり、白黒テレビ、電気冷蔵庫、電気洗濯機、電気掃除機が急速な勢いを駆って普及し始めた。そのおかげで、電力消費量は急増し、その増分をまかなったのが石油火力だった。石油という使いやすく安価な液体燃料が石炭に置き換わり、大量に輸入され「水主火従」から「火主水従」の時代への移行を遂げたのである。

1970年代半ば以降には、原子力発電の占めるシェアが急拡大した。1991年にバブル崩壊不況に襲われて以降の20年を「失われた20年」と言うが、その間、ほとんど経済は成長しなかったにもかかわらず、電力消費だけは着実に増え続けた。古典派経済学の命題の一つに「供給がそれ自らの需要をつくり出す」というセイの法則がある。過去20年間、電力に関する限り、セイの法則が大手を振ってまかり通って来たかのようである。

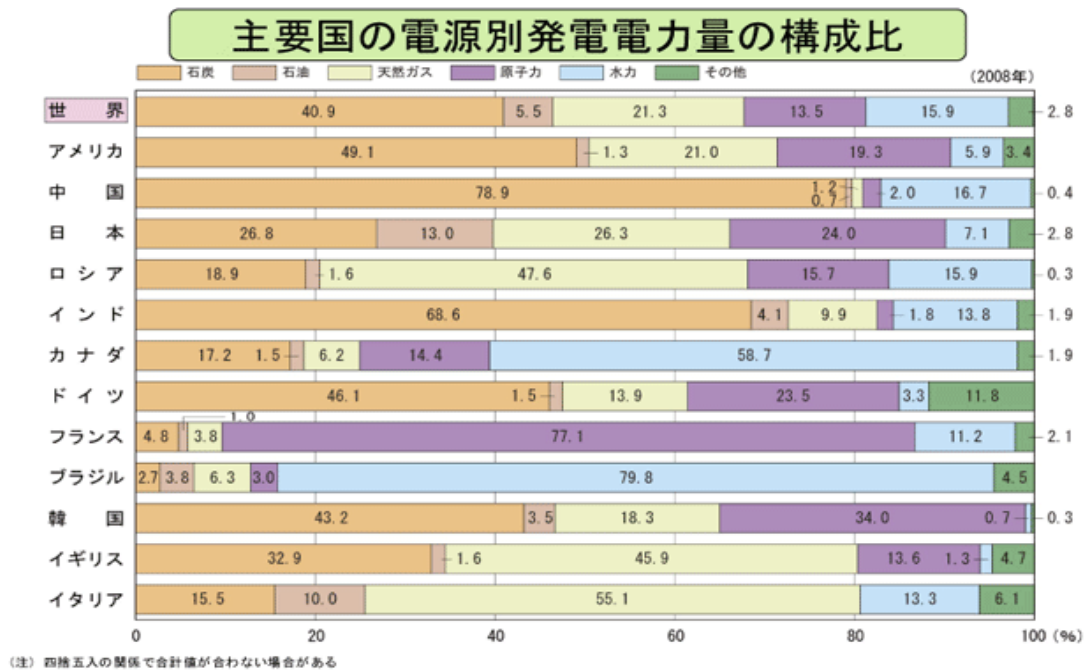
電力会社は原発と天然ガス火力発電所を新增設して供給力を増やし、それに見合うだけの需要をつくり出してきた。過去四半世紀のうちに、エアコンが急速に普及した。ビルのドアというドアが自動開閉になり、駅の構内は明る過ぎるほど明るくなった。欧米先進諸国に比べて、日本は、電力多消費国である。北欧の寒冷地域で消費電力が多いのは当然だが、日本と気象の似通ったイタリアと比べると、日本の一人当たり消費電力はイタリアのその1.5倍にも及ぶ。

## 2.10 原発への国の関与

2007年の国別の電源別発電電力量の比率を比較してみると、圧倒的に原子力比率が高いのはフランスであり、電力供給の78%を原発に頼っている。この年、柏崎の原発が地震で止まっていたせいもあって、2007年に関する限り23.5%と少な目だったが、2000年から2006年にかけてのころは、原発比率は34%にまで達していた。

韓国もまた原子力の比率が34%と、2007年時点で、日本の2005年レベルに達している。中国の原発比率は、2007年の時点では、まだごくわずかだが、今後の原発建設計画を見ると、2020年ごろには、日本や韓国並みになることはほぼ確実と見てよい。

外国での原発の運営方式について見ると、フランスでは国が80%出資する原発公社が運営に当たっている。イギリス、ロシア、韓国、中国も同様である。効率化、すなわち利潤最大化を追求する民間企業が原発を経営するのは、安全・安心の観点から許容すべきではないというのが、世界の常識のようである。民間の電力会社に原発の建設と運営を任せているのは、日本とアメリカだけである。ただし、アメリカには、原子力規制委員会（NRC: Nuclear Regulatory Committee）という3千人もの職員を抱える中立的な監視機関があり、原発を厳正に見張っている。その意味で、日本の原発の在り方は極めて特殊だったと言わざるを得ない。



(出所) 原子力・エネルギー図面集 2011

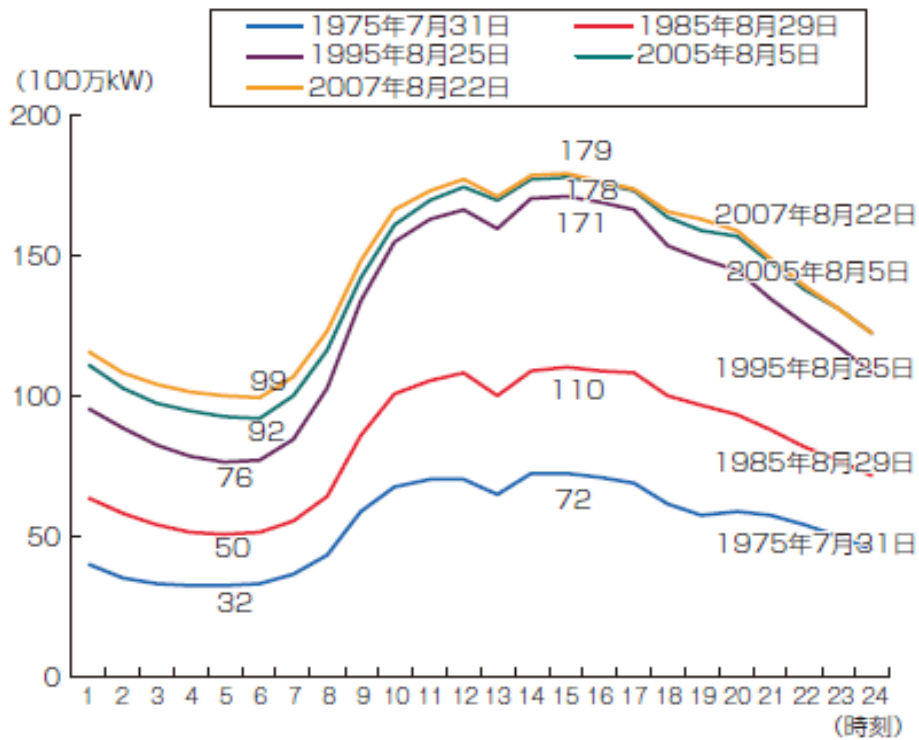
図 2.10 - 1 主要国の電源別発電電力量の構成 (2007 年)

#### 2.11 ピークロード・プライシング

電力需要は、夏は夜にボトムとなり、昼間（午後 1 時から 3 時）にピークとなる。1975 年には 7200 万 kW だった電力需要のピーク 10 年後の 85 年には 1 億 1 千万 kW になり、その 10 年後の 95 年には 1 億 7000 万 kW、2005 年が 1 億 7800 万 kW ですから、1995 年以降、今日に至るまで、電力需要の夏のピークはほとんど変わっていない。要するに、1995 年ごろにエアコンがほぼ普及し尽くしたためだと読み取れる。

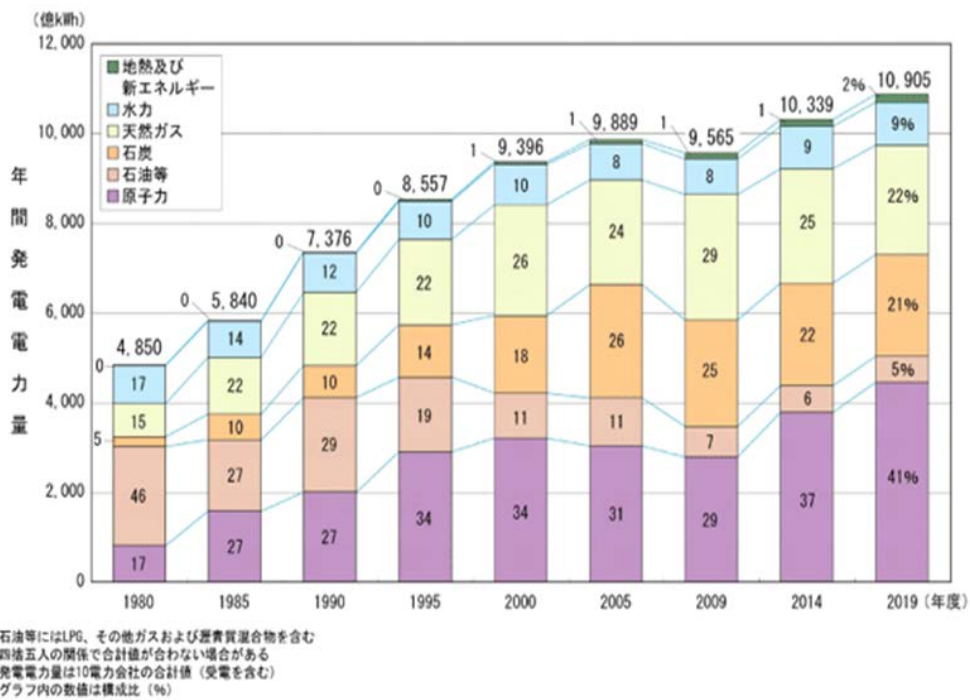
1975 年から 2005 年までの 30 年間に、7200 万 kW から 1 億 7900 万 kW まで 2.5 倍増している。平均年率で 3.3% の増加ぶりです。停電を回避するには、電力の供給力を需要のピークを上回る水準に維持する必要があるのだから、ピークをカットするための工夫を凝らす必要がある。電力需要が年間最高のピークに達するのは、夏の暑い日の午後 1 時から 3 時にかけてのことである。ピークカットするための一案として、夏の午後 1 時から 3 時までの電力料金を例えば 2 倍にするという、ピークロード・プライシングという措置がある。そうすると、多くの家庭で午後 1 時から 3 時の間はエアコンを消すか、設定温度を 2℃ 上げる、あるいは窓を開け放しにするなどして、ピークロードを下げるようになる。

政府のエネルギー基本計画によると、今回の事故が起きるまでは、2019 年に原発比率を 41% にするという目標が掲げられている。今後当分の間、原発の新增設が不可能に近いことは事実だから、エネルギー政策を根本的に見直さざるを得ない状況に追い込まれたことは否定しがたい。



(出所) 電気事業連合会調べ

図 2.11 - 1 夏季1日の電気の使われ方 (年間最大電力を記録した日)



(出所) 原子力・エネルギー図面集 2011

図 2.11 - 2 電源別発電電力量の実績及び見通し

## 2.12 減原発下の京都議定書目標達成

次に、気候変動問題と経済成長について考えてみよう。温室効果ガス（GHG）とは、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、代替フロン 2 種、六フッ化硫黄の 6 つのガスを意味する。とはいえ、日本の場合、6 つの温室効果ガスを二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）換算して足し合わせた総量の 95% を CO<sub>2</sub> が占めている。GHG の排出削減は CO<sub>2</sub> の排出削減とほぼ同じと見てよい。基準年である 1990 年の GHG 排出総量は 12 億 6100 万トンだった。

京都議定書は、2008 年から 12 年までの 5 年間の平均排出量を、基準年比で 6% 削減することを日本に義務付けている。2007 年、過去最高の排出量を記録した。基準年を 5% 近く上回っていた。ところが、経済成長率の鈍化の効果は大きく、08 年以降、GHG 排出量は激減し、目標は難なく達成されそうな気配さえ感じられた。

ところが、3:11 原発事故後、定期検査を終えた原発の運転再開を立地県の知事が認めず、2012 年 2 月 10 日現在、54 基の原発のうち 3 基しか動いていない。4 月末には、すべての原発が停止しかねない。供給力の不足を火力発電所により補おうとすれば、CO<sub>2</sub> の排出量が増えることになる。

しかしながら、福島第一原発の事故以来、とりわけ東京では、徹底的な節電が行われた。どこのビルでもエレベータの半数しか動いていなかった。多くのエスカレータは止まっていたか減速していた。駅の照明は抑えられた。自動販売機の灯りは消灯された。自動開閉ドアには押しボタンが取り付けられた。一見、非常事態のようではあったが、欧州諸国並みになったというに過ぎなかった。

節電の効果は顕著だった。東京電力圏内の 2010 年夏のピークロードは 6000 万 kW だったのが、今年の最高は 4900 万 kW に抑えられ、供給力 5300 万 kW を余裕をもって下回ることができた。約 20% のピークカットが達成されたのだが、だからといって、生活の利便性や快適性が損なわれたという実感は乏しい。今後、ますますの節電に励むことにより、減原発の時代を乗り切らねばならない。

## 2.13 鳩山イニシアティブの達成可能性

2009 年 9 月に鳩山内閣が発足して間を置かず、鳩山総理は「2020 年に、1990 年比 25% 温室効果ガス排出量を削減する」という中期目標、鳩山イニシアティブを表明した。それに先立つ 2008 年 7 月、福田康夫内閣（当時）は「2050 年までに 2005 年比で 60~80% 削減する」という長期目標を主な内容とする「低炭素社会行動計画」を閣議決定していた。ところが、2020 年の中期目標については曖昧なままに放置されていた、その理由は明らかだ。2050 年には、閣僚諸氏は皆いなくなっているからだ。40 年余り先の長期目標を閣議決定して、それが達成されなくても、当時の閣僚に責任を問うわけにはゆかない。ところが、2020 年には皆生きているから、目標達成の責任を負わねばならない、

「2020 年に 1990 年比 25% 削減」という鳩山イニシアティブに対しては、産業界を中心に、「経済に悪影響がある」との批判が飛び交った。私自身は、2020 年までに 25% 削減するこ

とは可能性の範囲内にあると主張し続けてきた。その理由は以下のとおりである。

第一に、人口は横ばいで推移すること。2006 年をピークにして人口は減少局面に入った。1990 年の人口と 2020 年の人口はほぼ等しい。しかも、年齢構成が高齢化するから、ビジネス・アズ・ユージュアルで CO<sub>2</sub> 排出量は減少するはずだ。

第二に、LED 照明などのエコ電化製品、太陽電池、定置型燃料電池、電気自動車などがどんどん普及し、住宅やビルの省エネ化が進むだろうから、生活の利便性と快適性を損なうことなく CO<sub>2</sub> 排出量を削減できる。

第三に、2010 年から 2020 年の経済成長率は、平均年率で高々 1~1.5% に過ぎず、経済成長により CO<sub>2</sub> 排出量が有意に増える可能性は乏しい。

第四に、経済がいつそうソフト化すること。生産過程において大量の化石燃料を用いるエネルギー集約型産業は徐々に衰退し、金融、情報通信、医療、福祉、教育、法務などの産業が経済の中核部に居座るようになる。例えば、銀行が 100 万円の付加価値を生産するのに排出する CO<sub>2</sub> と、鉄鋼業が 100 万円の付加価値を生産するのに排出する CO<sub>2</sub> を比較すれば、両者の間には雲泥の差がある。この一例が示すとおり、経済のソフト化が進めば、おのずから GDP 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量は減ることになる。

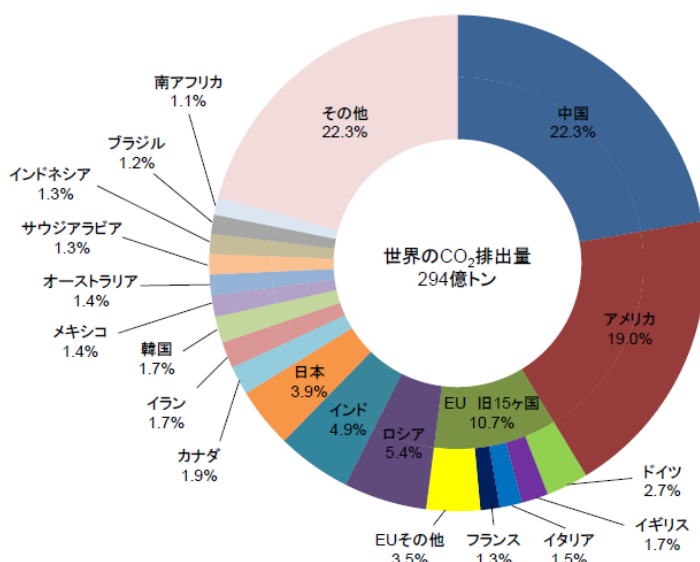
第五に、人々の環境意識が向上すること。省エネ、節電、省資源。廃棄物の 3R（ゴミの減少（Reduce）、再利用（Reuse）、リサイクル（Recycle））などが、日常生活に着実に浸透しつつある。こうしたライフスタイルの変化が CO<sub>2</sub> 排出量を減少させることは確実である。例えば、LED（Light Emitting Diode）灯が白熱灯に置き換われれば、消費電力は 5 分の 1 程度にまで減らせる。目下のところ、高価格なのが欠点だが、高くても買うという消費者の意識の変化が着実に進展している。

第六に、「若者の車離れ」が着実に進んでいること。今どきの若者の多くは、3 ナンバーの高級車に乗ることなどには興味がないばかりか、車を運転すること自体が面倒くさいと考える。何でも面倒くさがるのは困ったことではあるが、車を運転するのが面倒くさいというよりも、街の中へ車で出ていけば、車を止めるところを探すのが大変だし、駐車料金も高いとなると、若者のクルマ離れは当然の結果だと私には思える。若者のクルマ離れ、そして電気自動車やハイブリッド車のような低燃費車の普及により、CO<sub>2</sub> 排出総量の 20% を占める運輸部門の排出量が半減すれば、それだけで 10% の排出削減が達成される。

#### 2.14 激増する新興国の CO<sub>2</sub> 排出量

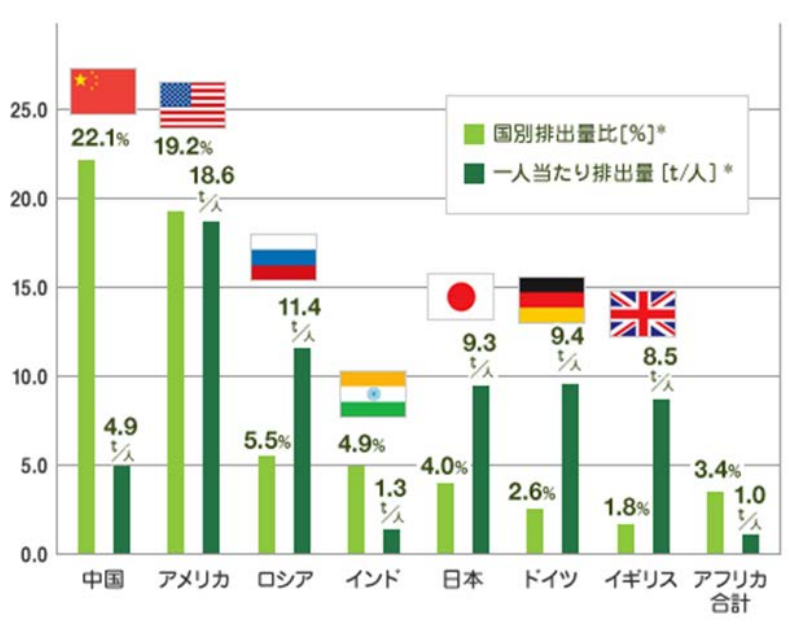
2008 年の世界の総 CO<sub>2</sub> 排出量は 294 億トンだが、最大の排出国は中国であり、世界の 22.3% を占めている。中国の人口は 13 億、世界の人口は 70 億弱だから、人口比（18%）を超える割合の CO<sub>2</sub> を中国は排出している。アメリカは、10 年前までは世界の総排出量の 25% を占めていたのだが、いまや中国に追い抜かれ 19% まで減っている。排出量そのものは、結構、増えているのだが、世界の排出量に占める比率は減っている。次いで EU15 カ国、ロシア、インド、日本、カナダと続く。

人口が 13 億の中国は、排出量は世界一だが、一人当たりで見ると年間 4.9 トンということで決して高くはない。他方、アメリカの一人当たり排出量は年間 18.6 トンだから、中国の 4 倍近くになる。日本の一人当たり排出量は中国の約 2 倍であり、EU 諸国もほぼ同等である。少なくとも一人当たりで見ると、先進国には、もっと減らす余地があるようだ。人口 12 億のインドは、排出量では日本を追い抜いているが、一人当たりで見ると 1.3 トンと非常に少ない。



(出所) IEA 「KEY WORLD ENERGY STATISTICS」 2009 を元に環境省作成

図 2.14 - 1 世界のエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量 (2008 年)



(出所) エネルギー・経済統計要覧 2011 年版

図 2.14 - 2 国民 1 人当たりの排出量比較 (2008 年)

## 2.15 グリーン成長

21世紀は環境の世紀だと言われるが、その意味するところは二つある。一つは、地球環境問題、とりわけ気候変動（地球温暖化）問題がより一層深刻化し、人々の関心を集めるようになること。もう一つは、環境制約が技術革新や経済発展のバネ仕掛けになること。つまり、環境制約をはね返そうとする技術革新が経済成長の駆動力として働くのだ。

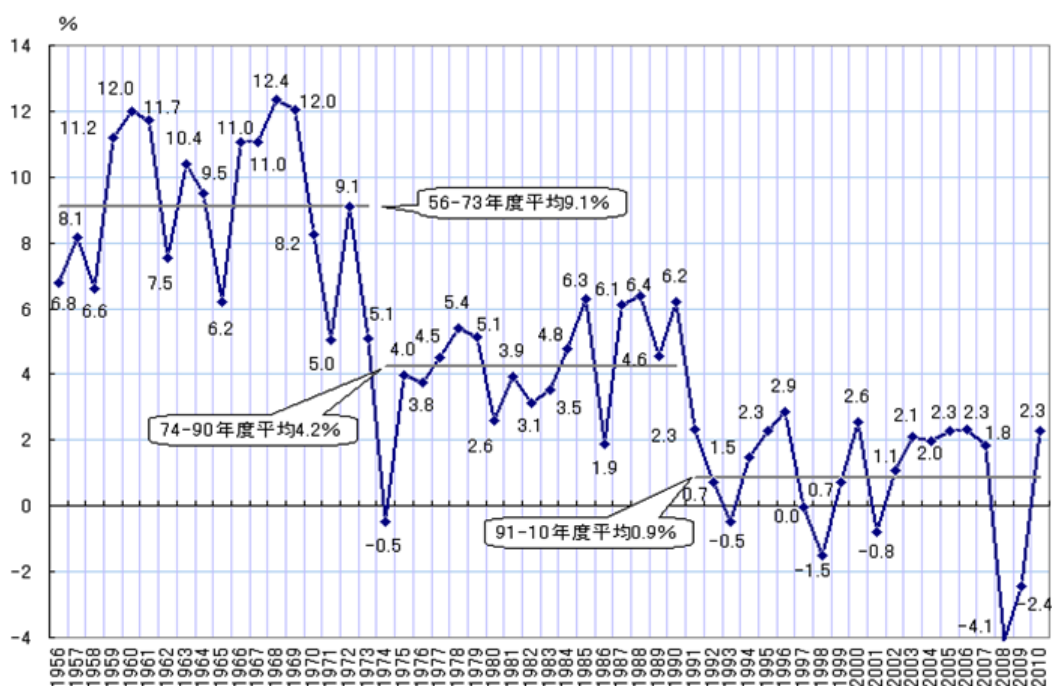
オバマが3年前に大統領に就任して間もなく、グリーン・ニューディールという政策を提案した。目下、中間選挙での敗北と経済の低迷のせいでトーンダウンの感が否めないが、再生可能エネルギーの利活用、温暖化防止のためのエコ製品の普及、ビル・住宅の省エネ化などを不況脱出への手だてにしようとするのが、グリーン・ニューディールの狙いである。就任直後、「今後10年間で1500億ドルの温暖化防止のための公共投資を行い、500万人の雇用を創出する」とオバマは言っていた。つまり、温暖化対策を経済成長の梃子にしようとするオバマ大統領の意気込みは、「温暖化対策なくして経済成長なし」という私見と一致する。今年のAPECの大会でも「グリーン成長」がキャッチフレーズの一つとされていた。オバマ大統領は、3年前のことを忘れてしまったのかなと思いきや、ちゃんと覚えていてグリーン成長を主張していた。

一般に、何らかの不足とか制約の克服が技術革新の源泉であり、技術革新なくして経済成長なしだ、と私自身は考える。技術革新により生まれた耐久消費財の普及過程において経済は成長するのだ。

21世紀の不足と制約は何なのかというと、一つは、不老長寿への尽きせぬ願い。もう一つは、環境制約である。こうした時代文脈を反映して、政府の総合科学技術会議が、ライフ・イノベーションとグリーン・イノベーションを、これからの技術革新の柱にすることを謳い上げている。

## 2.16 自動車生産の経済全体への波及効果

さてここで、戦後の日本経済を振り返ってみよう。1956年度から1973年度まで（58年度から73年度までが高度成長期）の実質経済成長率は平均年率9.1%という、今の中国並みの高さだ。1973年10月のオイルショックで原油価格が4倍高となり、74年度には、戦後のはじめてのマイナス成長を経験した。ともあれ、オイルショックが高度成長期に終止符を打ち、その後は4%台の成長率で推移いたしました。私が「減速経済期」と名付ける1974年度から90年度までの経済成長率は平均年率で4.2%、高度成長期の半分以下に落ち込んだ。



(注) 年度ベース。93SNA連鎖方式推計(80年度以前は63SNAベース「平成12年版国民経済計算年報」)。  
 2011年1-3月期・2次速報(2011年6月9日)。平均は各年度数値の単純平均。  
 (資料)内閣府SNAサイト

図 2.16 - 1 経済成長率の推移

1991年3月にバブル崩壊不況に陥ったのだが、91年度から2010年度までの実質経済成長率は平均年率で0.9%、マイナス成長を合計5回も経験している。2010年度の2.3%というのは速報値であり、2011年3月の大震災で住宅、企業設備、公共施設などが破壊された分を勘定に入れると、もう少し低くなる可能性がある。実質経済成長率は平均年率0.9%ですが、名目成長率は0.3%に過ぎなかった。なぜなら、この間、物価が下落していたからである。また、今年2月13日に公表された速報値によると、2010年度の実質経済成長率はマイナス0.9%だった。

次に、戦後の各種耐久消費財の世帯普及率を見てみよう。1957年ごろから、電気冷蔵庫、電気洗濯機、電気掃除機、白黒テレビなどが急速な勢いを駆って普及した。そのおかげで、日本経済は高度成長することができたのだ。それらが、1960年代末には、100%近くまで普及した。その後を襲ったのが、3C(カラーテレビ、乗用車、エアコン)だった。オイルショック後、欧米先進諸国が2%台の成長率にスローダウンしたのに対し、日本が4%台の成長率を維持できたのは、乗用車の普及のおかげに他ならなかった。

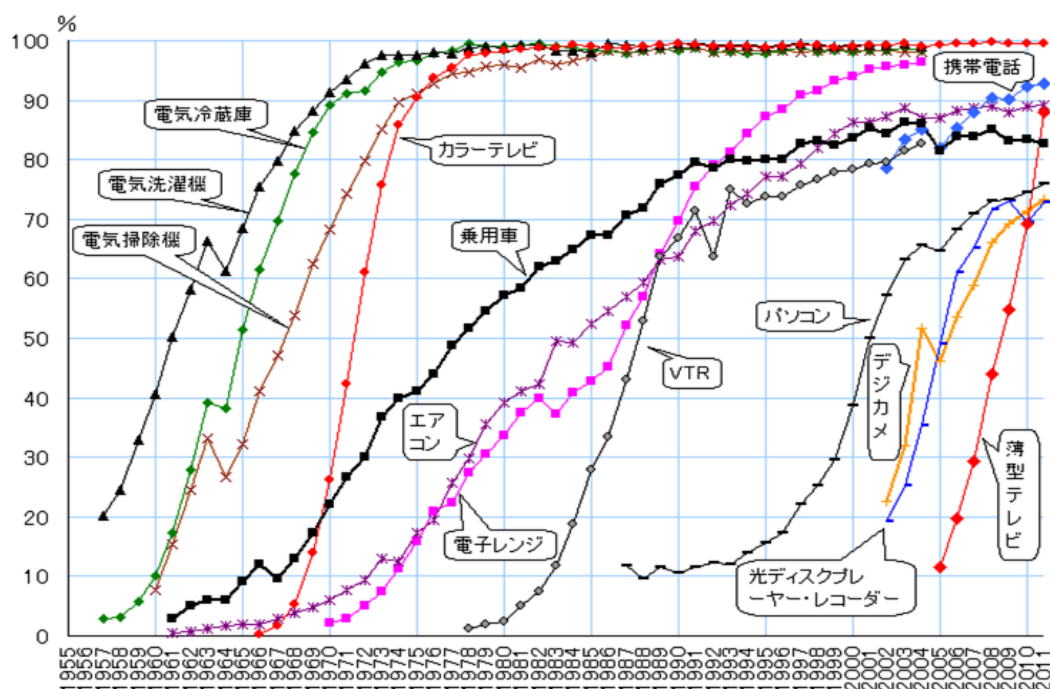
乗用車の世帯普及率は、1965年に10%に達し、1970年に20%に達しました。その後、普及率はほぼ一直線的に増え続け、1991年に80%に達し、その後は、85%前後で横ばい状態が続いている。若者の車離れにくわえて、日本では自動車の保有に伴うコスト(保有税、保険料、車庫代、車検料等)が高いため、約15%の世帯は乗用車を買いたくても買えない



のが実情である。

平成不況が 1991 年に始まって以来の 20 年間、景気はずっと低迷し続けている。その間に普及したものは何だったのかというと、携帯電話、デジカメ、パソコン、DVD プレーヤーなどのデジタル製品ばかりだった。デジタル製品がいくら普及しても、経済全体に対する波及効果は微々たるものに過ぎない。直接的な波及効果の恩恵を被るのは電子部品メーカーぐらいのもので、経済全体に対する波及効果はきわめて小さい。

乗用車 1 台の重さは 1 トン以上もあるから、乗用車が普及することにより、ありとあらゆる素材型産業にプラスの波及効果がある。のみならず、銀行、損害保険会社、ショッピングセンターにも効果が波及する。経済全体への波及効果がこんなに大きな製品は、自動車を置いて他には見当たらない。



(注) 単身世帯以外の一般世帯が対象。1963年までは人口5万以上の都市世帯のみ。1957年は9月調査、58～77年は2月調査、78年以降は3月調査。05年より調査品目変更。デジカメは05年よりカメラ付き携帯を含まず。薄型テレビはカラーテレビの一部。

(資料)内閣府「消費動向調査」

図 2.16 - 2 主要耐久消費財の世帯普及率の推移

### 2.17 減原発化の気候変動対策

すでに述べたとおり、1991 年度から 2010 年度にかけての 20 年間、日本経済はほとんど成長しないまま推移した。2010 年度の「新成長戦略」はと問われれば、私は「エコ製品の普及を促すしかない」と答えたい。

戸建て住宅の太陽電池普及率は今のところ 3% 台に過ぎない。10%、20%、30% ぐらいまで普及率を高めれば、そして、ビル、マンション、学校、病院の屋上などにどんどん取り

付けられるようになれば、それが経済成長に寄与するところは大きであろう。

政府は、新成長戦略の一環として、エコ製品の普及を促すような施策を積極的に取らねばならない。エコ製品の普及が進めば、いわゆる量産効果が働いて値段が下がり、さらに普及が進むという好循環を生み出すような施策が求められている。気候変動対策には規制的措置と経済的措置とがある。何かを禁止したり義務付けたりするのが規制的措置。税制等を改革し、価格メカニズムを通じて CO<sub>2</sub> 排出削減をかなえようとするのが経済的措置である。日本が自由主義国家を自任するのなら、規制的措置を必要最低限に抑え、経済的措置を中心とするポリシーミックスにより、エコ製品の普及を促進し、日本経済の成長と雇用の増進に努めなければならぬ。

とりわけ、3.11以降の日本では、電力供給の原発依存度を減らさざるを得ない状況に追い込まれた。電源で CO<sub>2</sub> を排出しない原発は、気候変動対策の切り札のように言われてきた。2019年度に原発依存度を41%まで高めるという政府のエネルギー基本計画は、2020年までに GHG 排出量を1990年比25%削減するとの鳩山イニシアティブを達成するための必要条件だと解されてきた。「原発をどこまで減らせるか」を問う壮大な社会実験が現在進行中である。逆に言えば、「どこまで節電できるのか」が問われている。その設問は「電力需要のピーク(kW)をどれほどカットできるのか」と「電力消費量(kWh)をどれほど削減できるのか」の二様に分かれることを強調しておかねばならない。電力需要のピークカットは停電を回避するために必要であり、電力消費量の削減は CO<sub>2</sub> 排出削減のために必要なものである。

### 3. 本論 3

#### 3.1 「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルによる各種 CO<sub>2</sub> 排出削減の経済的手法のマクロ・ミクロ経済影響評価に関する実証分析」

京都産業大学 経済学部 准教授 藤井秀昭

京都大学 大学院エネルギー科学研究科博士課程 東倉翔太

##### 3.1.1 研究の背景と目的

###### 3.1.1.1 研究背景

日本では環境政策に関して様々な取り組みが検討されており、国内の地球温暖化緩和政策に関して、各種経済的手法(炭素税、再生可能エネルギー導入、エコ製品の普及促進等)と排出削減目標との整合性や削減に掛かる費用の大きさ、及び国民経済上の負担等の議論がおこなわれている。2009年10月、地球温暖化問題に関する閣僚委員会(副大臣級検討チーム)が、モデル分析を実施する複数の研究機関に対してモデル分析に基づく評価等を要請した。そこで、共通のマクロフレーム(外生条件)を設定したうえで、2020年の国内の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量を1990年比25%削減(真水)という中期目標の達成に向けて必要な費用等の推計と、十分な温暖化対策をおこなわなかった場合の費用等を推計している。

ところが、上述の研究では、CO<sub>2</sub> 排出削減に伴う経済影響の評価に関して、国民負担や財政収支といった経済全体のパフォーマンスを表わすマクロ経済指標を用いて考察をおこなっているため、それらのモデル・シミュレーション分析では、個別の産業部門における費用負担の差異、すなわち、環境・エネルギー政策によって、特定の産業が他の産業に比してどの程度多くの費用等の負担が掛かるのかに関する定量的な評価はなされていない。

###### 3.1.1.2 研究目的

本研究では、まず、炭素税や再生可能エネルギー導入によるCO<sub>2</sub> 排出削減効果とミクロ及びマクロ・レベルでの経済影響を、マクロ経済レベルだけでなく、日本経済の産業部門別評価を可能とさせる「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」(多部門マクロ計量経済モデルとエネルギー間競合モデルの連結)を独自に構築することを目的としている。そして、この「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を利用して、各種環境・エネルギー政策によって被害(一次的に費用を支払う)を受ける産業の産出量や雇用等の影響評価の推計をおこなう。

本章では、多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルを利用することにより、次の二つの政策のCO<sub>2</sub> 排出削減効果とミクロ及びマクロ・レベルでの経済影響に関するモデル・シミュレーション分析をおこなった。つまり、(1)仮に導入された場合の石油石炭税率の上乗せ(2011年10月以降)に伴う日本のマクロ経済及び産業部門別の影響評価、(2)「減原発」の代替電源方法によって生じるマクロ経済・産業部門別の影響評価、である。

## 3.1.2 先行研究

### 3.1.2.1 環境政策評価を目的としたモデル・アプローチの概要

モデル利用による環境・エネルギー政策評価に関する分析手法には、トップダウン型とボトムアップ型が存在する。本研究で独自に構築した多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル(産業部門別分類の明示化)はトップダウン型である。このモデルでは日本経済及び日本のエネルギー需給に関する実際データを重視している。各種経済主体の行動を表現した行動方程式(あるいは構造方程式)は経済理論に基づいて定式化され、行動方程式の諸変数のパラメータは観測された実際データに基づいて統計学的に推定される。ただし、将来予測をおこなうためには予測期間に見合った推定期間の実績値の存在が不可欠であるが、過去に実績がないものをモデルのなかで反映させるには、モデラーが恣意的にデータを入力する必要が生じるため、シミュレーションに主観的要素が入るなど固有の課題が存在する。

### 3.1.2.2 本研究で使用するモデルと他の研究機関によるモデルとの比較

表 3.1 - 1 の比較表において、環境・エネルギー政策評価を対象としている国内の代表的なシミュレーション・モデルを示す。トップダウン型モデルとして、伴(2010)による Forward looking 型 CGE モデル、国立環境研究所(2010)による AIM/CGE モデル等が挙げられ、ボトムアップ型モデルとしては、地球環境産業技術研究機構(2010)の DNE21+、国立環境研究所(2010)の AIM/Enduse モデルが挙げられる。

### 3.1.2.3 本研究で使用する多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの長所と短所

本研究で独自に構築したモデルの基本は、トップダウン型のマクロ計量モデルである。トップダウン型モデルとしては、これとは別に、CGE(Computable General Equilibrium)モデルがある。CGE モデルにおける行動方程式は、消費者の効用最大化や企業の利潤最大化等に基づいており、各市場は価格メカニズムによって均衡している。したがって、それらの均衡解は最適化を満足させる一方、CGE モデルの中で採用された行動方程式のパラメータ等が実際データに基づいておらず、それによるシミュレーション結果が現実に対して乖離しているケースも見受けられるとの見方も存在する(川崎 1999)。

また、マクロ計量モデルの代表的な批判としては「ルーカス批判」(Lucas 1976)がある。本来は政策変更や外部環境の変化によって、消費関数や投資関数などの行動方程式のパラメータは変化するにもかかわらず、トップダウン型計量モデルにおいては政策変更や外部環境の変化後も推定された係数(パラメータ)が固定されたままである。よって、これを用いた政策変更等の効果に関するシミュレーション結果は信頼性を欠くとする批判である。

一方、この同時方程式モデルは一般均衡モデルと比較すれば、行動方程式における各変数の相互関係が定量的かつ明確に表現され、モデルのシミュレーションにおいては、シミュレーション条件と結果の関係を定量的かつ明示的に示すことが可能である。さらに、本研究で構築した「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」では、分類された産業

表 3.1-1 日本における代表的なモデル

研究機関 (研究者名)	モデル名	モデルの対象・特徴	対象期間	産業分類	分析結果
日本経済研究センター (2010)	マクロモデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本を対象</li> <li>実質 GDP 等の経済変数</li> <li>二酸化炭素排出量</li> <li>マクロ計量経済モデル</li> </ul>	1980～2020年	産業分類は特になし	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素税 (川上課税) の導入効果、個別技術進歩は織り込まない</li> <li>産業構造の転換を考慮せず GDP と失業率で負担評価</li> </ul>
伴金美 (2010)	Forward Looking OGE モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本を対象</li> <li>技術モデル: エネルギー需要、CO<sub>2</sub> 排出量、限界削減費用</li> <li>経済モデル: 実質 GDP、生産額、所得</li> <li>応用一般均衡モデル</li> </ul>	2005～2020年	業務部門 運輸部門 発電部門 を含めて 38 分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 年単位で効用・利潤の最大化</li> <li>技術進歩の促進等の効果を積極的に反映</li> <li>税収の温暖化対策への積極的な活用が GDP 損失の緩和に寄与</li> </ul>
国立環境研究所 (2010)	AIM/OGE (Japan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本を対象</li> <li>実質 GDP 等の経済変数</li> <li>二酸化炭素排出量</li> <li>応用一般均衡モデル</li> </ul>	2000～2020年	107 部門 113 財	<ul style="list-style-type: none"> <li>炭素税収取を低炭素投資促進に充当することで経済影響を緩和均衡モデルの性格上、対策なしと比べ GDP は低下するが弱状よりも縮小することはない</li> </ul>
国立環境研究所 (2009)	AIM/Enduse (Japan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本を対象</li> <li>導入技術、コスト、二酸化炭素排出削減量</li> <li>技術積み上げモデル</li> </ul>	2000～2020年	107 部門 113 財	<ul style="list-style-type: none"> <li>2020 年の温室効果ガス排出量を 1990 年比 25% 削減を国内のみで達成することが厳しいことを示す</li> </ul>
地球環境産業技術研究機構 (RITE) (2010)	DNE21+ (RITE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界 (54 地域分類) を対象</li> <li>各種エネルギー消費量</li> <li>温室効果ガス排出量</li> <li>二酸化炭素排出削減技術のシステム・コスト評価</li> <li>線形計画モデル (動学的費用最小化)</li> </ul>	2000～2050年	エネルギー多消費型 産業を 5 部門に分割	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域別・部門別に技術の詳細な評価が可能。それらが整合的に評価可能。</li> </ul>
日本エネルギー経済研究所 (2010)	IEEJ モデル (EDMC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本を対象</li> <li>マクロ経済の諸変数</li> <li>エネルギー需給量、二酸化炭素排出量</li> <li>計量経済モデルと線形計画モデルの連携</li> </ul>	2000～2030年	産業分類は特になし	<ul style="list-style-type: none"> <li>最先端技術を設備更新時に最大限導入するケースで 2020 年時点で CO<sub>2</sub> 排出量 15% 減 (2005 年比)</li> <li>電源構成の提示</li> <li>炭素税導入の経済影響</li> </ul>

部門を明示的に取り扱っており、環境エネルギー政策の変更に伴う負担の感度分析を産業部門別におこなうことができるため、産業部門別への影響評価が可能となる。

### 3.1.3 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの概要と構造

本研究で用いる多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルは、多部門マクロ計量経済モデルと、エネルギー間競争モデルを統合した不均衡動学型の計量モデルである。推計期間は1991～2008年(18年間)であり、その期間の日本のエネルギー需給や経済構造及び産業構造を忠実に描写したモデルとなっている(図3.1-1)。さらに、本モデルでは、17の産業部門分割(一部の 변수において19産業部門分割、詳細は後掲の付録「本論3 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの詳細」参照)をおこなっており、モデルのシミュレーションにおいては、マクロ経済影響や全体のエネルギー需給影響のみならず、17産業部門別の影響評価が可能となる。以下の節で、各モデルの概要を説明する。

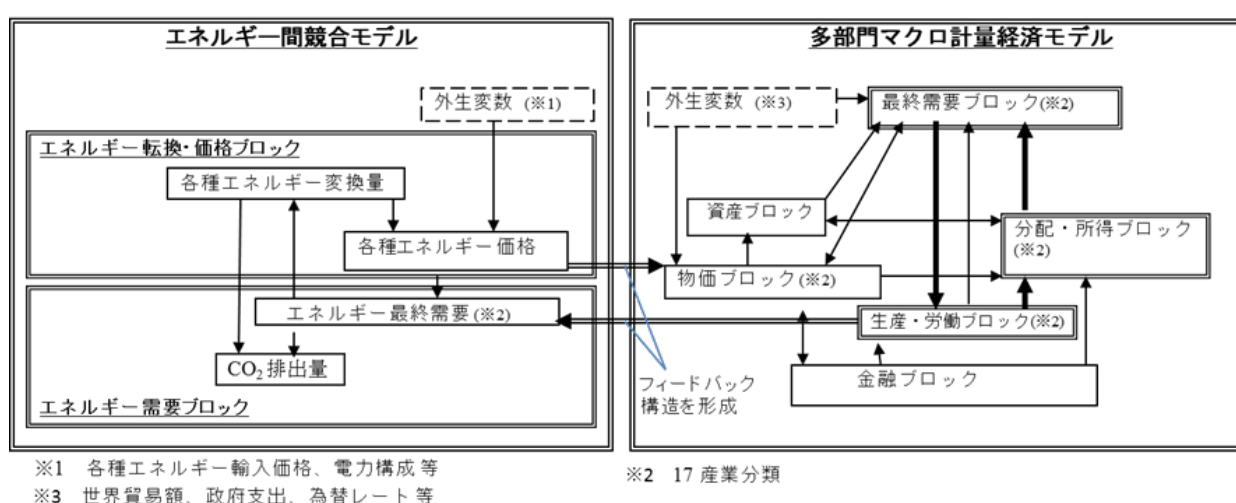


図 3.1 - 1 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの基本構造

#### 3.1.3.1 多部門マクロ計量経済モデルの概要と構造

本研究で用いる多部門マクロ計量経済モデルの基本は、J-MACRO モデル(Takeshita 2003)を再構築したものであり、最小二乗法で推計した行動方程式と定義式(合計 519 本)の連立体系として構成されている。表 3.1 - 2 に、本研究で構築した多部門マクロ計量経済モデルの基本構造を示す。本研究で構築した多部門マクロ計量経済モデル(詳細は後掲の付録「本論 3 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの詳細」参照)は、最小二乗法により推計された行動方程式と定義式の連立体系として構成されている。本モデルは、最終需要ブロック、生産・労働ブロック、分配・所得ブロック、資産・負債ブロック、物価ブロック、金融ブロックから構成されており、財・サービス市場、労働市場、貨幣市場を描写している。また、17 商品×産業(一産業で一商品を生産すると仮定)の部門分割をおこなっている。また、本モデルでは、経済の仕組みを「支出≡生産≡分配」の三面等価の体系を忠実にモデル化しており、直接効果、間接効果、誘発効果、輸入漏洩効果に加えて、価格調整効果といった価格面・金融面が及ぼす影響など、政策がマクロ経済に及ぼす影響経路を明示的に表現することができる。また需要面だけでなく供給面をも内生化していることにより、部門間の相互依存関係を考慮しつつ部門ごとの価格調整を含めた需給調整メカニズムを表現することができる。

表 3.1 - 2 多部門マクロ計量経済モデルの概要

対象地域	日本(地域分割なし)
対象期間(サンプル)	・年次(暦年)データ ・推定期間：1991～2008年(18年間)
モデル規模	・方程式数：519本
基本構造	・不均衡動学型 ・マークアップ価格原理
産業連関モデル	・17産業部門分割(一部の 변수において19産業分割、詳細は付録「本論3 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの詳細」を参照のこと) [商品×商品(SNA10)と産業×産業(SNA)併用] ・産業分類は以下のとおりである。 (農林水産業、鉱業、食料品、繊維、パルプ・紙、化学、石油・石炭、窯業土石、一次金属、金属機械、その他製造、建設業、電気ガス水道、運輸通信業、サービス・その他第三次産業、一般政府、対家計民間非営利団体) ・投入係数は外生的に付与。
フィードバック構造	需要、生産、分配の3ブロックにおいてフィードバック構造を形成。
消費需要の決定	マクロ家計消費関数(ライフサイクル・恒常所得仮説)
労働需要の決定	コブ・ダグラス型生産関数

### 3.1.3.2 エネルギー間競合モデルの概要と構造

本研究で用いるエネルギー間競合モデルは、日本のエネルギー需給に関して、1991～2008年(年次(暦年)データ、18年間)を推計期間とした計量モデルである。永田他(1996)によるエネルギー間競合モデルの基本的考え方を参考とし、関数構造の修正及び推計期間の拡張等の変更を加えて再推計をおこなった(表 3.1 - 3)。図 3.1 - 1 が示すように、本モデルではエネルギー需要ブロックとエネルギー転換・価格ブロックにより構成されている。まず、エネルギー需要ブロックではエネルギー価格指数ブロックで求められたエネルギー総合価格指数、多部門マクロ計量経済モデルで推計された産業部門別生産額等から産業、民生、運輸の各部門におけるエネルギー最終消費量を決定する。エネルギー転換・価格ブロックではエネルギー需要ブロックにより決定した、エネルギー源別消費量を用いて、各種エネルギーの変換量を求め、さらに、一次エネルギーの輸入価格等から、電力、石油精製品、都市ガスに関して、現実のエネルギー生産価格決定を反映する形で各種エネルギー価格を決定する。

表 3.1 - 3 エネルギー間競合モデルの概要

対象地域	日本(地域分割なし)
対象期間(サンプル)	・年次(暦年)データ ・推定期間：1991～2008年(18年間)
モデル規模	・方程式数：383本
基本構造	・不均衡動学型
エネルギー消費分類	産業分類：総合エネルギー統計に基づく13分類 運輸分類：総合エネルギー統計に基づく9分類 家庭・業務分類：エネルギー経済統計要覧(日本エネルギー経済研究所2010)に基づく各5分類
フィードバック構造	エネルギー消費量とエネルギー価格の推定においてフィードバック構造を形成

### 3.1.3.3 多部門マクロ計量経済モデルとエネルギー間競合モデルの連結

本研究では、地球温暖化緩和対策や電源構成の変化により、エネルギー価格や二酸化炭素排出量、およびマクロ経済に対してどのような因果関係のもとでどのような影響・効果があるかを定量的に評価する。そのため、多部門マクロ計量経済モデルとエネルギー間競合モデルを連結し、シミュレーションをおこなう。図 3.1 - 1 に示すように、マクロ計量経済モデルの物価・価格ブロックで推定された卸売物価指数が、エネルギー間競合モデルの各種エネルギー価格推定に用いられ、生産・労働ブロックで推定された産業部門別生産額が、産業部門別エネルギー消費量の説明変数の一つに用いられる。また、マクロ計量経済モデル内の中間投入額は、エネルギー消費によるものと、非エネルギー消費によるものと

分割されており、エネルギー間競争モデルで推計されたエネルギーコストは、エネルギー消費による中間投入額へと接続している。最終的に統合したモデルにおけるファイナルテスト<sup>22</sup>をおこない、各内生変数について、いずれも低い誤差率(5%未満)であることを確認している。

### 3.1.4 石油石炭税率の上乗せに伴う影響評価

#### 3.1.4.1 シミュレーション条件

本節では、2011年10月から2015年4月にかけて、仮に税率上乗せが実施された場合の石油石炭税に関して、多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルを用いて、その影響をマクロ経済、産業部門別及びエネルギー需給の観点から分析をおこなう。その石油石炭税とは、2011年度税制改正大綱(環境省 2010)において詳細が記載されている環境関連税であり、その分析対象期間を2010～2020年とした。表3.1-4における「税率改正」ケースにおいて、石油石炭税に関する上乗せ税率の具体的な内容を示す。また、本シミュレーションでは、表3.1-5に示すように、「石油石炭税率固定」ケースをBaUケースとし、「税率改正」ケースや「原油価格高騰」ケースを分析対象としている。さらに、上乗せ税収分の使途(3種類)も含め、計7ケースにおけるシミュレーションをおこない、税率改正や原油輸入価格の上昇に伴う経済影響やエネルギー消費削減効果等の分析をおこなった。

表 3.1 - 4 各種ケースにおける石油石炭税率

表 3.1 - 5 各シミュレーション条件の概要

適用期間	現状固定ケース			税率改正ケース		
	原油・ 石油製品 (1klあたり)	ガス状 炭化水素 (1tあたり)	石炭 (1tあたり)	原油・ 石油製品 (1klあたり)	ガス状 炭化水素 (1tあたり)	石炭 (1tあたり)
2011年9月 以前	2040円	1080円	700円	2040円	1080円	700円
2011年10月 ～ 2013年3月				2290円	1340円	920円
2013年4月 ～ 2015年3月				2540円	1600円	1140円
2015年4月 ～ 2020年12月				2800円	1860円	1370円

#### 3.1.4.2 国内総生産と二酸化炭素排出量への影響

BaU ケースにおける GDP の年平均成長率(2010～2020年)は0.74%となり、2020年時におけるGDPの大きさは594兆円と推計される。表3.1-6に国内総生産のシミュレーション結果を示す。表にはBaUケース(税率固定)における対象期間2010年から2020年までの、国内総生産(GDP)を示し、その他のケースに関してはBaUケースにおけるシミュレーション結果からの乖離率を示す。また、図3.1-2に、国内総生産に関するケース2～7の推計結果のケース1(BaU)に対する乖離率を示す。同図で示すように、原油価格高騰や税率改正に伴う燃料価格上昇が、国内総生産にとって負の影響を与えると推計される。今回の分析では、2020年時点で石油石炭税の上乗せによるGDPへの影響がマイナス約0.2%であるの

<sup>22</sup>本モデルの精度、及び、内挿期間中における追跡能力を評価するため、1991～2008年の18年間について内挿テストを行っており、内挿テストとしては、最も厳しいファイナルテスト(動学テスト)を採用している。ファイナルテストでは、外生変数のみ所与とし、先決内生変数には1期前のモデルの解を順次代入することによって全期間にわたるシミュレーションを動的に行っており、内生変数計算値について推定期間全体の平均誤差率を計算している。ファイナルテストにより、同時決定過程における誤差の増幅、及び、ラグ構造に基づく時系列的な誤差の累積を考慮した、モデルの総合的な性能を評価することができる。



に対して、「原油価格高騰＋税率上乘せ」ケースではGDPへの影響が同じくマイナス約1.0%となり、原油価格高騰による負の影響のほうが大きいことが確認された。特に、経年的に税率が変化する2010年から2015年にかけての乖離率の増加が大きい。税収使途のケース別で見ると、「公的固定資本形成増額」ケースが、他の「所得税減税」ケースや「還流しない」ケースに対して国内総生産の乖離率が小さくなることが検証された。

表3.1-7と図3.1-3にBaUケースに対する各ケースの二酸化炭素排出量の乖離率(BaUケースに関しては実数値)を示す。BaUケースにおける2020年の二酸化炭素排出量はおよそ12億4千万トン(90年比17%増)と推計され、今回のシミュレーションから、「原油価格高騰＋税率改正」ケースにおいては約6%、「税率改正」ケースにおいては約1%の二酸化炭素排出削減効果(2020年時)があることが示された。

表 3.1 - 6 石油石炭税率上乘せのシミュレーション結果(国内総生産)

	単位	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
BaU	兆円	552	556	560	564	569	573	577	581	586	590	594
ケース2	%	-0.056	-0.199	-0.216	-0.242	-0.235	-0.254	-0.240	-0.225	-0.209	-0.195	-0.183
ケース3	%	-0.059	-0.203	-0.218	-0.233	-0.216	-0.234	-0.209	-0.192	-0.179	-0.166	-0.155
ケース4	%	-0.050	-0.194	-0.213	-0.248	-0.253	-0.279	-0.281	-0.272	-0.260	-0.247	-0.234
ケース5	%	-0.005	-1.086	-1.162	-1.237	-1.210	-1.204	-1.145	-1.079	-1.006	-0.931	-0.861
ケース6	%	-0.009	-1.089	-1.164	-1.229	-1.192	-1.185	-1.115	-1.048	-0.977	-0.903	-0.835
ケース7	%	0.000	-1.080	-1.158	-1.244	-1.227	-1.228	-1.184	-1.124	-1.054	-0.980	-0.910

(注) ケース2～ケース7はBaUとの乖離率(%)を示す。

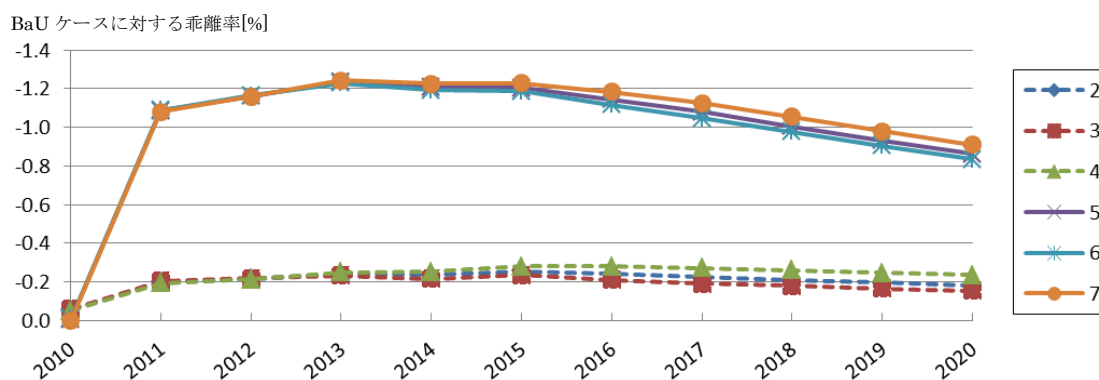


図 3.1 - 2 BaU ケースに対する各ケースの国内総生産の乖離率(暦年)

表 3.1 - 7 石油石炭税率上乘せのシミュレーション結果〔二酸化炭素排出量〕

	単位	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
BaU	億トン	11.8	12.1	12.3	12.4	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	12.4
ケース2	%	-0.481	-0.616	-0.679	-0.738	-0.762	-0.803	-0.823	-0.829	-0.829	-0.826	-0.824
ケース3	%	-0.482	-0.618	-0.681	-0.737	-0.760	-0.801	-0.820	-0.826	-0.827	-0.825	-0.823
ケース4	%	-0.479	-0.615	-0.678	-0.738	-0.765	-0.808	-0.832	-0.840	-0.843	-0.841	-0.840
ケース5	%	-0.001	-1.993	-3.132	-3.953	-4.544	-5.003	-5.324	-5.534	-5.663	-5.726	-5.751
ケース6	%	-0.003	-1.994	-3.133	-3.952	-4.543	-5.002	-5.321	-5.532	-5.661	-5.725	-5.750
ケース7	%	0.000	-1.991	-3.130	-3.953	-4.548	-5.009	-5.333	-5.546	-5.676	-5.741	-5.766

(注) ケース2～ケース7はBaUとの乖離率(%)を示す。

BaU ケースに対する乖離率[%]

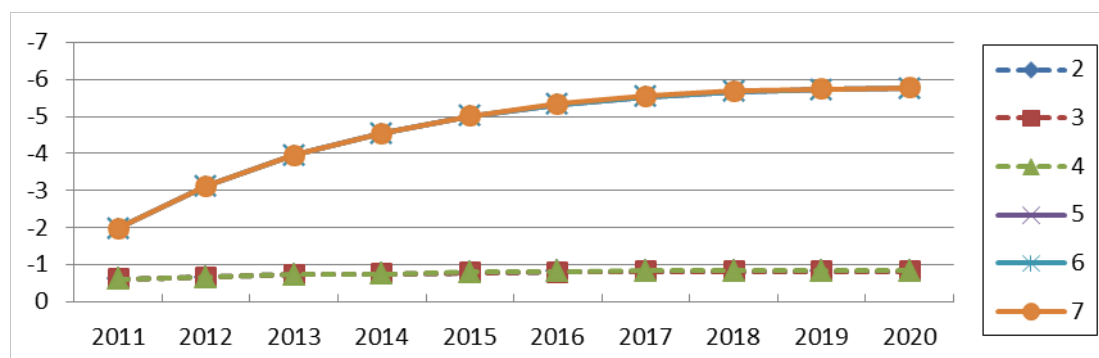


図 3.1 - 3 BaU ケースに対する各ケースの二酸化炭素排出量の乖離率(暦年)

### 3.1.4.3 産業部門別にみた分析結果

次に、原油価格高騰や石油石炭税の上乗せに伴う産業部門別の生産額やエネルギー消費量への影響について検証をおこなう。表 3.1 - 8 と図 3.1 - 4 に、BaU ケースに対する各ケース 2～7 の産業部門別生産額の乖離率を示す。原油価格の上昇や石油石炭税率の上乗せに伴う燃料価格の上昇は、生産額を減少させることが検証され、特に、「税率改正」ケースでは、一次金属が 0.6%減少し、「原油価格高騰+税率改正」ケースにおいては、繊維、紙パルプ、その他製造業がそれぞれ 0.6%、0.4%、0.9%減少した(2020 年時)。

また、建設業に関しては、石油石炭税の上乗せ分を翌年の公的固定資本形成に増額するケース(ケース 3 とケース 6)において、生産額が BaU ケースに対して増加している。これは、J I Pデータベース(経済産業研究所 2009)によると、1991～2008 年の日本経済では建設業への公的固定資本形成の配分が他産業に比べて比較的に大きかったことを反映している。

表 3.1 - 9 と図 3.1 - 5 に BaU ケースに対する各ケース 2～7 の部門別エネルギー消費量の乖離率を示す。シミュレーション結果から燃料価格の上昇に伴い、各部門のエネルギー消費量は削減され、特に、「税率改正+原油価格高騰」ケースにおいて、2020 年の繊維(2.6%)、化学(2.8%)、石油精製(4.2%)、金属機械(4.6%)、その他製造(3.4%)、業務(3.0%)に関して、エネルギー消費量が BaU ケースに対して大きく減少した。

また、窯業土石、鉄鋼業、非鉄一次金属に関しては、「税率改正」ケースに対して、「原油価格高騰+税率改正」ケースのほうがエネルギー消費量の減少率が小さかった。これは、「原油価格高騰+税率改正」ケースにおいて、比較的に安価なエネルギーへの代替(天然ガスや石炭等)が促進されることにより、原油価格高騰に伴う費用負担の影響を緩和させており、それによりエネルギー消費の低下を抑制しているものと考えられる。

表 3.1 - 8 石油石炭税率上乘せのシミュレーション結果〔産業別生産額〕

		単位	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
農林水産業	BaU	兆円	13.1	13.1	13.1	13.1	13.2	13.2	13.2	13.2	13.3	13.3
	ケース2	%	-0.023	-0.043	-0.055	-0.059	-0.067	-0.070	-0.072	-0.075	-0.078	-0.081
	ケース3	%	-0.025	-0.044	-0.053	-0.055	-0.062	-0.061	-0.062	-0.064	-0.067	-0.070
	ケース4	%	-0.022	-0.042	-0.057	-0.066	-0.077	-0.086	-0.092	-0.096	-0.100	-0.103
	ケース5	%	-0.030	-0.041	-0.050	-0.058	-0.068	-0.075	-0.084	-0.096	-0.109	-0.122
	ケース6	%	-0.032	-0.042	-0.048	-0.053	-0.062	-0.066	-0.074	-0.085	-0.098	-0.111
	ケース7	%	-0.028	-0.040	-0.052	-0.065	-0.078	-0.091	-0.104	-0.117	-0.131	-0.144
鉱業	BaU	兆円	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	ケース2	%	0.004	0.008	0.011	0.012	0.015	0.017	0.018	0.019	0.021	0.022
	ケース3	%	0.004	0.008	0.010	0.012	0.014	0.015	0.016	0.017	0.018	0.019
	ケース4	%	0.004	0.008	0.011	0.013	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.025
	ケース5	%	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.011	0.013	0.015	0.018	0.021
	ケース6	%	0.003	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.011	0.013	0.015	0.018
	ケース7	%	0.003	0.005	0.007	0.009	0.011	0.013	0.015	0.018	0.021	0.024
食料品	BaU	兆円	29.0	29.2	29.4	29.6	29.8	30.0	30.2	30.4	30.7	30.9
	ケース2	%	-0.034	-0.061	-0.080	-0.090	-0.103	-0.108	-0.111	-0.115	-0.120	-0.125
	ケース3	%	-0.038	-0.064	-0.080	-0.085	-0.095	-0.093	-0.092	-0.094	-0.096	-0.100
	ケース4	%	-0.029	-0.058	-0.084	-0.104	-0.125	-0.142	-0.154	-0.163	-0.170	-0.176
	ケース5	%	-0.045	-0.061	-0.074	-0.083	-0.097	-0.105	-0.117	-0.133	-0.152	-0.171
	ケース6	%	-0.048	-0.064	-0.073	-0.078	-0.088	-0.090	-0.098	-0.112	-0.128	-0.146
	ケース7	%	-0.040	-0.057	-0.077	-0.097	-0.118	-0.139	-0.161	-0.181	-0.202	-0.222
繊維	BaU	兆円	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	ケース2	%	-0.082	-0.139	-0.181	-0.205	-0.238	-0.258	-0.272	-0.284	-0.295	-0.305
	ケース3	%	-0.084	-0.141	-0.178	-0.197	-0.226	-0.239	-0.249	-0.259	-0.268	-0.276
	ケース4	%	-0.078	-0.136	-0.184	-0.217	-0.256	-0.288	-0.309	-0.326	-0.338	-0.349
	ケース5	%	-0.195	-0.252	-0.307	-0.354	-0.404	-0.444	-0.477	-0.506	-0.525	-0.537
	ケース6	%	-0.197	-0.254	-0.305	-0.346	-0.392	-0.425	-0.454	-0.480	-0.498	-0.509
	ケース7	%	-0.191	-0.249	-0.311	-0.366	-0.422	-0.474	-0.515	-0.547	-0.569	-0.581
紙・パルプ	BaU	兆円	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	ケース2	%	-0.073	-0.130	-0.164	-0.180	-0.208	-0.223	-0.232	-0.241	-0.251	-0.260
	ケース3	%	-0.075	-0.131	-0.159	-0.170	-0.196	-0.204	-0.211	-0.220	-0.229	-0.239
	ケース4	%	-0.071	-0.129	-0.167	-0.189	-0.220	-0.242	-0.255	-0.266	-0.275	-0.285
	ケース5	%	-0.090	-0.124	-0.156	-0.185	-0.219	-0.249	-0.282	-0.317	-0.355	-0.393
	ケース6	%	-0.092	-0.125	-0.151	-0.175	-0.206	-0.230	-0.261	-0.296	-0.334	-0.372
	ケース7	%	-0.088	-0.122	-0.159	-0.194	-0.231	-0.268	-0.305	-0.342	-0.379	-0.417
化学	BaU	兆円	26.6	26.9	27.0	27.2	27.2	27.3	27.4	27.4	27.5	27.5
	ケース2	%	-0.029	-0.051	-0.063	-0.069	-0.078	-0.081	-0.083	-0.085	-0.087	-0.088
	ケース3	%	-0.030	-0.052	-0.060	-0.062	-0.070	-0.069	-0.069	-0.071	-0.073	-0.075
	ケース4	%	-0.028	-0.050	-0.065	-0.073	-0.085	-0.092	-0.096	-0.098	-0.100	-0.102
	ケース5	%	-0.032	-0.043	-0.053	-0.061	-0.071	-0.078	-0.087	-0.097	-0.107	-0.117
	ケース6	%	-0.033	-0.043	-0.049	-0.054	-0.062	-0.066	-0.073	-0.083	-0.093	-0.103
	ケース7	%	-0.030	-0.042	-0.054	-0.066	-0.077	-0.089	-0.100	-0.110	-0.120	-0.130
石油・石炭	BaU	兆円	10.2	10.3	10.4	10.4	10.5	10.5	10.6	10.7	10.8	10.8
	ケース2	%	-0.051	-0.089	-0.111	-0.122	-0.139	-0.145	-0.149	-0.152	-0.156	-0.159
	ケース3	%	-0.053	-0.091	-0.108	-0.113	-0.127	-0.126	-0.125	-0.127	-0.130	-0.133
	ケース4	%	-0.048	-0.087	-0.114	-0.132	-0.154	-0.169	-0.178	-0.185	-0.190	-0.194
	ケース5	%	-0.055	-0.074	-0.090	-0.103	-0.118	-0.130	-0.144	-0.159	-0.176	-0.194
	ケース6	%	-0.057	-0.076	-0.087	-0.094	-0.106	-0.110	-0.120	-0.134	-0.150	-0.167
	ケース7	%	-0.051	-0.072	-0.093	-0.113	-0.133	-0.154	-0.173	-0.192	-0.210	-0.228
窯業土石	BaU	兆円	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7
	ケース2	%	-0.040	-0.074	-0.091	-0.099	-0.112	-0.118	-0.121	-0.123	-0.124	-0.126
	ケース3	%	-0.040	-0.074	-0.089	-0.094	-0.106	-0.110	-0.112	-0.114	-0.116	-0.118
	ケース4	%	-0.040	-0.073	-0.092	-0.100	-0.113	-0.121	-0.124	-0.126	-0.128	-0.129
	ケース5	%	-0.027	-0.036	-0.045	-0.053	-0.061	-0.068	-0.075	-0.082	-0.089	-0.096
	ケース6	%	-0.027	-0.036	-0.042	-0.048	-0.055	-0.060	-0.066	-0.074	-0.081	-0.088
	ケース7	%	-0.026	-0.035	-0.045	-0.054	-0.063	-0.071	-0.079	-0.086	-0.092	-0.099
一次金属	BaU	兆円	24.3	24.6	24.8	25.0	25.2	25.4	25.6	25.7	25.9	26.0
	ケース2	%	-0.248	-0.434	-0.509	-0.535	-0.604	-0.627	-0.630	-0.632	-0.631	-0.637
	ケース3	%	-0.250	-0.433	-0.493	-0.504	-0.569	-0.573	-0.572	-0.575	-0.577	-0.583
	ケース4	%	-0.247	-0.434	-0.512	-0.542	-0.612	-0.640	-0.644	-0.645	-0.645	-0.649
	ケース5	%	-0.086	-0.116	-0.143	-0.165	-0.189	-0.207	-0.226	-0.243	-0.257	-0.272
	ケース6	%	-0.088	-0.115	-0.126	-0.134	-0.154	-0.153	-0.168	-0.187	-0.203	-0.219
	ケース7	%	-0.085	-0.116	-0.146	-0.172	-0.197	-0.220	-0.240	-0.257	-0.270	-0.284
金属機械	BaU	兆円	171.0	173.6	175.4	177.1	178.8	180.4	182.2	184.0	186.1	187.3
	ケース2	%	-0.087	-0.154	-0.183	-0.194	-0.218	-0.224	-0.226	-0.226	-0.225	-0.227
	ケース3	%	-0.088	-0.152	-0.169	-0.166	-0.186	-0.175	-0.173	-0.174	-0.175	-0.178
	ケース4	%	-0.085	-0.153	-0.187	-0.201	-0.227	-0.239	-0.242	-0.242	-0.240	-0.242
	ケース5	%	-0.059	-0.078	-0.094	-0.108	-0.124	-0.134	-0.148	-0.161	-0.172	-0.184
	ケース6	%	-0.060	-0.077	-0.080	-0.080	-0.092	-0.086	-0.095	-0.109	-0.122	-0.135
	ケース7	%	-0.057	-0.078	-0.098	-0.116	-0.133	-0.149	-0.164	-0.177	-0.187	-0.200

(注) ケース 2～ケース 7 は BaU との乖離率 (%) を示す。

表 3.1 - 8 石油石炭税率上乗せのシミュレーション結果〔産業別生産額〕(つづき)

		単位	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	
その他製造業	BaU	兆円	26.3	25.7	24.6	23.5	22.2	20.7	19.3	17.8	16.2	14.5	
	ケース2	%	-0.078	-0.141	-0.182	-0.211	-0.262	-0.306	-0.346	-0.395	-0.457	-0.532	
	ケース3	%	-0.078	-0.141	-0.181	-0.209	-0.261	-0.305	-0.346	-0.397	-0.462	-0.539	
	ケース4	%	-0.078	-0.141	-0.183	-0.213	-0.263	-0.307	-0.346	-0.394	-0.454	-0.527	
	ケース5	%	-0.097	-0.140	-0.190	-0.243	-0.309	-0.387	-0.478	-0.591	-0.735	-0.913	
	ケース6	%	-0.097	-0.140	-0.189	-0.241	-0.307	-0.386	-0.478	-0.594	-0.740	-0.921	
	ケース7	%	-0.097	-0.140	-0.191	-0.244	-0.310	-0.388	-0.478	-0.590	-0.732	-0.908	
	建設業	BaU	兆円	47.9	47.3	46.2	45.2	44.3	43.3	42.5	41.8	41.5	40.1
ケース2	%	-0.049	-0.099	-0.127	-0.139	-0.162	-0.160	-0.173	-0.181	-0.189	-0.189	-0.202	
ケース3	%	-0.053	-0.085	-0.009	0.093	0.114	0.268	0.312	0.308	0.298	0.298	0.298	
ケース4	%	-0.043	-0.096	-0.142	-0.171	-0.202	-0.229	-0.247	-0.259	-0.266	-0.280		
ケース5	%	-0.057	-0.076	-0.089	-0.102	-0.127	-0.132	-0.161	-0.191	-0.223	-0.263		
ケース6	%	-0.061	-0.062	0.029	0.129	0.149	0.296	0.324	0.297	0.262	0.236		
ケース7	%	-0.052	-0.074	-0.104	-0.134	-0.167	-0.200	-0.234	-0.268	-0.300	-0.341		
電気ガス水道	BaU	兆円	22.9	23.0	23.2	23.3	23.4	23.5	23.7	23.8	23.9	24.1	
	ケース2	%	-0.034	-0.061	-0.076	-0.083	-0.095	-0.099	-0.101	-0.104	-0.106	-0.109	
	ケース3	%	-0.036	-0.062	-0.072	-0.074	-0.084	-0.082	-0.081	-0.083	-0.085	-0.088	
	ケース4	%	-0.032	-0.060	-0.078	-0.090	-0.105	-0.115	-0.121	-0.125	-0.129	-0.132	
	ケース5	%	-0.031	-0.043	-0.052	-0.060	-0.070	-0.077	-0.086	-0.096	-0.107	-0.119	
	ケース6	%	-0.033	-0.043	-0.048	-0.051	-0.059	-0.059	-0.066	-0.075	-0.086	-0.097	
	ケース7	%	-0.029	-0.041	-0.054	-0.067	-0.080	-0.093	-0.105	-0.117	-0.129	-0.141	
	運輸通信	BaU	兆円	57.9	58.5	58.9	59.2	59.6	59.9	60.2	60.6	61.1	61.4
ケース2	%	-0.032	-0.058	-0.074	-0.082	-0.093	-0.097	-0.099	-0.102	-0.102	-0.104	-0.107	
ケース3	%	-0.034	-0.060	-0.071	-0.074	-0.083	-0.081	-0.081	-0.083	-0.085	-0.087		
ケース4	%	-0.030	-0.057	-0.077	-0.089	-0.104	-0.115	-0.122	-0.126	-0.130	-0.133		
ケース5	%	-0.038	-0.051	-0.062	-0.071	-0.083	-0.091	-0.102	-0.114	-0.126	-0.140		
ケース6	%	-0.039	-0.052	-0.059	-0.064	-0.073	-0.076	-0.084	-0.095	-0.107	-0.120		
ケース7	%	-0.035	-0.049	-0.064	-0.079	-0.094	-0.109	-0.124	-0.138	-0.152	-0.166		
サービス業	BaU	兆円	379.7	383.0	385.4	387.9	390.3	392.8	395.4	398.2	401.4	403.8	
	ケース2	%	-0.030	-0.054	-0.070	-0.077	-0.088	-0.091	-0.094	-0.096	-0.099	-0.102	
	ケース3	%	-0.032	-0.055	-0.065	-0.067	-0.075	-0.071	-0.070	-0.072	-0.074	-0.077	
	ケース4	%	-0.027	-0.052	-0.073	-0.086	-0.101	-0.113	-0.120	-0.125	-0.129	-0.133	
	ケース5	%	-0.034	-0.046	-0.056	-0.064	-0.075	-0.081	-0.091	-0.103	-0.116	-0.130	
	ケース6	%	-0.036	-0.047	-0.052	-0.054	-0.062	-0.061	-0.068	-0.079	-0.091	-0.105	
	ケース7	%	-0.031	-0.044	-0.059	-0.073	-0.088	-0.103	-0.118	-0.132	-0.146	-0.160	
	一般政府	BaU	兆円	73.4	74.7	76.1	77.4	78.8	80.1	81.5	82.8	84.2	85.5
ケース2	%	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.008	
ケース3	%	-0.002	-0.004	-0.005	-0.005	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	
ケース4	%	-0.002	-0.004	-0.005	-0.007	-0.008	-0.009	-0.010	-0.010	-0.010	-0.011		
ケース5	%	-0.003	-0.004	-0.005	-0.005	-0.006	-0.006	-0.007	-0.008	-0.009	-0.010		
ケース6	%	-0.003	-0.004	-0.005	-0.005	-0.005	-0.006	-0.006	-0.007	-0.008	-0.009		
ケース7	%	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.009	-0.010	-0.011	-0.012	-0.013		
対家計民間非営利	BaU	兆円	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	
	ケース2	%	-0.002	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007	-0.008	-0.008	-0.008	-0.009
	ケース3	%	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007	-0.006	-0.007	-0.007	
	ケース4	%	-0.002	-0.004	-0.006	-0.007	-0.009	-0.010	-0.011	-0.012	-0.013	-0.013	
	ケース5	%	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.007	-0.007	-0.008	-0.009	-0.011	
	ケース6	%	-0.003	-0.005	-0.005	-0.006	-0.006	-0.007	-0.007	-0.008	-0.009	-0.011	
	ケース7	%	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.009	-0.010	-0.011	-0.012	-0.013	

(注) ケース 2～ケース 7 は BaU との乖離率 (%) を示す。

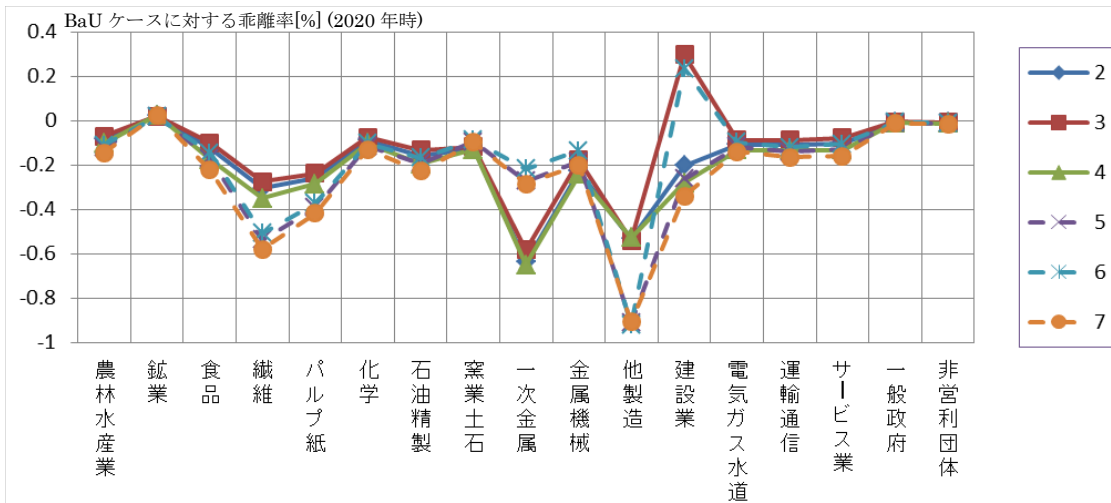


図 3.1 - 4 BaU ケースに対する各ケース 2～7 の産業部門別生産額の乖離率

表 3.1 - 9 石油石炭税率上乘せのシミュレーション結果〔エネルギー消費量〕

		単位	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
全体	BaU	PJ	11566	11659	11692	11705	11701	11688	11674	11658	11649	11622
	ケース2	%	-0.361	-0.532	-0.640	-0.706	-0.792	-0.847	-0.882	-0.910	-0.934	-0.956
	ケース3	%	-0.362	-0.533	-0.636	-0.696	-0.780	-0.827	-0.859	-0.887	-0.911	-0.931
	ケース4	%	-0.359	-0.530	-0.641	-0.710	-0.800	-0.860	-0.898	-0.929	-0.955	-0.977
	ケース5	%	-0.683	-0.953	-1.242	-1.526	-1.816	-2.101	-2.382	-2.656	-2.923	-3.185
	ケース6	%	-0.684	-0.954	-1.237	-1.516	-1.803	-2.082	-2.359	-2.633	-2.900	-3.161
	ケース7	%	-0.681	-0.952	-1.243	-1.530	-1.823	-2.114	-2.398	-2.675	-2.944	-3.206
農林水産業	BaU	PJ	150	148	145	143	141	139	137	136	134	133
	ケース2	%	-0.025	-0.044	-0.055	-0.059	-0.065	-0.067	-0.067	-0.068	-0.069	-0.070
	ケース3	%	-0.028	-0.046	-0.054	-0.055	-0.061	-0.058	-0.058	-0.058	-0.059	-0.060
	ケース4	%	-0.021	-0.041	-0.056	-0.064	-0.074	-0.081	-0.085	-0.087	-0.089	-0.090
	ケース5	%	-0.032	-0.042	-0.050	-0.057	-0.065	-0.071	-0.079	-0.088	-0.099	-0.109
	ケース6	%	-0.034	-0.044	-0.049	-0.053	-0.061	-0.062	-0.069	-0.079	-0.089	-0.099
	ケース7	%	-0.028	-0.039	-0.051	-0.062	-0.074	-0.085	-0.097	-0.108	-0.118	-0.129
鉱業	BaU	PJ	17	18	18	19	19	19	20	20	21	21
	ケース2	%	-0.072	-0.130	-0.203	-0.283	-0.366	-0.450	-0.528	-0.597	-0.657	-0.707
	ケース3	%	-0.072	-0.129	-0.204	-0.284	-0.368	-0.452	-0.530	-0.600	-0.660	-0.710
	ケース4	%	-0.072	-0.130	-0.203	-0.283	-0.365	-0.448	-0.525	-0.594	-0.654	-0.704
	ケース5	%	-0.192	-0.309	-0.440	-0.579	-0.716	-0.844	-0.954	-1.041	-1.098	-1.120
	ケース6	%	-0.192	-0.309	-0.441	-0.580	-0.717	-0.845	-0.957	-1.043	-1.101	-1.123
	ケース7	%	-0.192	-0.309	-0.440	-0.578	-0.715	-0.842	-0.952	-1.038	-1.095	-1.117
食料品	BaU	PJ	160.85	161.22	161.48	161.86	162.20	162.48	162.76	163.06	163.47	163.73
	ケース2	%	-0.194	-0.256	-0.309	-0.334	-0.360	-0.373	-0.379	-0.382	-0.384	-0.386
	ケース3	%	-0.199	-0.260	-0.310	-0.330	-0.353	-0.360	-0.361	-0.362	-0.362	-0.363
	ケース4	%	-0.185	-0.248	-0.308	-0.344	-0.378	-0.403	-0.418	-0.425	-0.429	-0.432
	ケース5	%	-0.582	-0.754	-0.908	-1.032	-1.153	-1.263	-1.371	-1.481	-1.592	-1.704
	ケース6	%	-0.587	-0.758	-0.909	-1.029	-1.146	-1.249	-1.353	-1.461	-1.570	-1.681
	ケース7	%	-0.574	-0.746	-0.907	-1.042	-1.171	-1.293	-1.409	-1.524	-1.637	-1.749
繊維	BaU	PJ	15	15	15	14	14	14	14	14	14	13
	ケース2	%	-0.152	-0.226	-0.287	-0.328	-0.380	-0.419	-0.448	-0.473	-0.494	-0.514
	ケース3	%	-0.154	-0.228	-0.284	-0.321	-0.370	-0.402	-0.426	-0.450	-0.470	-0.489
	ケース4	%	-0.150	-0.225	-0.291	-0.340	-0.398	-0.447	-0.482	-0.510	-0.533	-0.554
	ケース5	%	-0.498	-0.704	-0.926	-1.153	-1.397	-1.641	-1.884	-2.128	-2.369	-2.608
	ケース6	%	-0.500	-0.705	-0.924	-1.146	-1.387	-1.624	-1.863	-2.105	-2.345	-2.584
	ケース7	%	-0.496	-0.702	-0.931	-1.165	-1.415	-1.669	-1.918	-2.165	-2.408	-2.647
紙・パルプ	BaU	PJ	105	105	104	103	103	102	101	101	100	100
	ケース2	%	-0.087	-0.149	-0.188	-0.209	-0.241	-0.259	-0.270	-0.280	-0.289	-0.298
	ケース3	%	-0.089	-0.150	-0.184	-0.199	-0.229	-0.240	-0.249	-0.259	-0.269	-0.278
	ケース4	%	-0.085	-0.148	-0.191	-0.218	-0.253	-0.278	-0.292	-0.304	-0.313	-0.321
	ケース5	%	-0.131	-0.184	-0.237	-0.287	-0.339	-0.388	-0.437	-0.486	-0.534	-0.580
	ケース6	%	-0.133	-0.185	-0.232	-0.276	-0.327	-0.369	-0.416	-0.465	-0.514	-0.561
	ケース7	%	-0.129	-0.183	-0.240	-0.295	-0.352	-0.407	-0.459	-0.509	-0.557	-0.603
化学	BaU	PJ	1732	1739	1745	1749	1751	1750	1748	1746	1744	1739
	ケース2	%	-0.430	-0.564	-0.596	-0.578	-0.604	-0.593	-0.565	-0.543	-0.524	-0.512
	ケース3	%	-0.431	-0.565	-0.595	-0.574	-0.598	-0.584	-0.553	-0.529	-0.509	-0.497
	ケース4	%	-0.428	-0.563	-0.597	-0.581	-0.609	-0.602	-0.576	-0.555	-0.538	-0.527
	ケース5	%	-0.896	-1.199	-1.491	-1.739	-1.970	-2.175	-2.356	-2.520	-2.669	-2.808
	ケース6	%	-0.897	-1.200	-1.490	-1.736	-1.964	-2.166	-2.344	-2.506	-2.654	-2.793
	ケース7	%	-0.894	-1.198	-1.491	-1.743	-1.975	-2.184	-2.367	-2.532	-2.682	-2.822

(注) ケース 2～ケース 7 は BaU との乖離率 (%) を示す。

表 3.1 - 9 石油石炭税率上乘せのシミュレーション結果〔エネルギー消費量〕(つづき)

		単位	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
窯業土石	BaU	PJ	155.62	152.98	150.33	148.02	145.96	144.15	142.58	141.18	139.97	138.77
	ケース2	%	-0.174	-0.381	-0.574	-0.741	-0.915	-1.067	-1.193	-1.298	-1.386	-1.460
	ケース3	%	-0.171	-0.378	-0.570	-0.735	-0.909	-1.060	-1.186	-1.291	-1.379	-1.453
	ケース4	%	-0.176	-0.382	-0.577	-0.744	-0.918	-1.071	-1.197	-1.302	-1.390	-1.463
	ケース5	%	-0.115	-0.167	-0.223	-0.278	-0.333	-0.385	-0.434	-0.479	-0.521	-0.558
	ケース6	%	-0.112	-0.164	-0.218	-0.272	-0.327	-0.377	-0.427	-0.472	-0.514	-0.551
	ケース7	%	-0.117	-0.169	-0.225	-0.281	-0.336	-0.389	-0.438	-0.483	-0.524	-0.562
鉄鋼業	BaU	PJ	1119	1130	1133	1137	1139	1141	1144	1148	1153	1153
	ケース2	%	-0.853	-1.459	-1.679	-1.747	-1.956	-2.020	-2.017	-2.012	-2.007	-2.009
	ケース3	%	-0.854	-1.457	-1.662	-1.717	-1.921	-1.968	-1.960	-1.957	-1.954	-1.957
	ケース4	%	-0.852	-1.458	-1.682	-1.754	-1.964	-2.033	-2.031	-2.026	-2.020	-2.022
	ケース5	%	-0.233	-0.313	-0.382	-0.439	-0.496	-0.540	-0.581	-0.615	-0.641	-0.663
	ケース6	%	-0.235	-0.311	-0.366	-0.408	-0.460	-0.487	-0.524	-0.560	-0.588	-0.611
	ケース7	%	-0.232	-0.312	-0.385	-0.446	-0.503	-0.553	-0.595	-0.629	-0.654	-0.675
非鉄金属	BaU	PJ	63	63	63	63	62	62	62	61	61	61
	ケース2	%	-0.853	-1.459	-1.679	-1.747	-1.956	-2.020	-2.017	-2.012	-2.007	-2.009
	ケース3	%	-0.854	-1.457	-1.662	-1.717	-1.921	-1.968	-1.960	-1.957	-1.954	-1.957
	ケース4	%	-0.852	-1.458	-1.682	-1.754	-1.964	-2.033	-2.031	-2.026	-2.020	-2.022
	ケース5	%	-0.233	-0.313	-0.382	-0.439	-0.496	-0.540	-0.581	-0.615	-0.641	-0.663
	ケース6	%	-0.235	-0.311	-0.366	-0.408	-0.460	-0.487	-0.524	-0.560	-0.588	-0.610
	ケース7	%	-0.232	-0.312	-0.385	-0.446	-0.503	-0.553	-0.595	-0.629	-0.654	-0.675
金属機械	BaU	PJ	228	223	218	214	211	209	208	207	206	204
	ケース2	%	-0.784	-1.416	-2.138	-2.898	-3.750	-4.615	-5.473	-6.311	-7.123	-7.907
	ケース3	%	-0.787	-1.416	-2.125	-2.873	-3.720	-4.571	-5.425	-6.265	-7.080	-7.865
	ケース4	%	-0.782	-1.415	-2.141	-2.905	-3.758	-4.629	-5.487	-6.325	-7.136	-7.920
	ケース5	%	-1.688	-2.727	-3.977	-5.385	-6.929	-8.559	-10.242	-11.944	-13.638	-15.308
	ケース6	%	-1.691	-2.727	-3.964	-5.360	-6.901	-8.516	-10.197	-11.901	-13.598	-15.270
	ケース7	%	-1.686	-2.726	-3.980	-5.392	-6.937	-8.571	-10.255	-11.957	-13.650	-15.319
その他製造	BaU	PJ	254	246	232	218	203	188	172	157	141	125
	ケース2	%	-1.851	-3.280	-4.357	-5.030	-5.733	-6.230	-6.532	-6.768	-6.998	-7.250
	ケース3	%	-1.851	-3.279	-4.352	-5.022	-5.726	-6.225	-6.533	-6.776	-7.016	-7.278
	ケース4	%	-1.851	-3.281	-4.361	-5.035	-5.738	-6.234	-6.534	-6.764	-6.988	-7.232
	ケース5	%	-2.688	-3.699	-4.725	-5.669	-6.596	-7.500	-8.377	-9.276	-10.235	-11.273
	ケース6	%	-2.688	-3.698	-4.719	-5.661	-6.590	-7.495	-8.379	-9.285	-10.253	-11.302
	ケース7	%	-2.688	-3.700	-4.728	-5.674	-6.601	-7.504	-8.378	-9.272	-10.225	-11.256
建設業	BaU	PJ	144.70	141.33	136.49	132.05	127.51	123.17	119.12	115.58	113.27	108.01
	ケース2	%	-0.045	-0.092	-0.118	-0.127	-0.147	-0.142	-0.153	-0.159	-0.165	-0.177
	ケース3	%	-0.043	-0.072	0.003	0.102	0.119	0.267	0.302	0.290	0.274	0.270
	ケース4	%	-0.042	-0.092	-0.135	-0.160	-0.186	-0.208	-0.222	-0.231	-0.235	-0.248
	ケース5	%	-0.052	-0.070	-0.080	-0.092	-0.114	-0.117	-0.144	-0.172	-0.202	-0.238
	ケース6	%	-0.050	-0.050	0.041	0.137	0.152	0.292	0.311	0.277	0.237	0.207
	ケース7	%	-0.049	-0.070	-0.097	-0.125	-0.153	-0.183	-0.214	-0.244	-0.271	-0.308
運輸	BaU	PJ	3092	3034	2975	2919	2867	2818	2773	2733	2698	2662
	ケース2	%	-0.088	-0.120	-0.145	-0.157	-0.170	-0.174	-0.174	-0.175	-0.176	-0.177
	ケース3	%	-0.092	-0.124	-0.143	-0.146	-0.153	-0.146	-0.139	-0.135	-0.132	-0.131
	ケース4	%	-0.082	-0.115	-0.146	-0.167	-0.189	-0.207	-0.220	-0.230	-0.238	-0.246
	ケース5	%	-0.216	-0.300	-0.384	-0.459	-0.532	-0.596	-0.658	-0.720	-0.780	-0.841
	ケース6	%	-0.221	-0.304	-0.381	-0.448	-0.515	-0.569	-0.623	-0.680	-0.737	-0.794
	ケース7	%	-0.211	-0.296	-0.384	-0.469	-0.551	-0.629	-0.704	-0.774	-0.843	-0.909
業務	BaU	PJ	1901	1988	2044	2084	2114	2138	2157	2174	2189	2203
	ケース2	%	-0.601	-0.753	-0.928	-1.083	-1.233	-1.368	-1.479	-1.569	-1.642	-1.701
	ケース3	%	-0.601	-0.753	-0.928	-1.082	-1.232	-1.367	-1.477	-1.567	-1.640	-1.699
	ケース4	%	-0.601	-0.753	-0.928	-1.084	-1.234	-1.369	-1.481	-1.571	-1.644	-1.703
	ケース5	%	-1.702	-2.374	-3.141	-3.947	-4.792	-5.653	-6.515	-7.369	-8.209	-9.032
	ケース6	%	-1.702	-2.374	-3.141	-3.947	-4.791	-5.652	-6.513	-7.367	-8.208	-9.030
	ケース7	%	-1.702	-2.374	-3.141	-3.948	-4.793	-5.655	-6.517	-7.371	-8.212	-9.034
家庭	BaU	PJ	2428	2495	2551	2599	2641	2678	2712	2743	2771	2798
	ケース2	%	-0.114	-0.143	-0.174	-0.192	-0.209	-0.224	-0.233	-0.240	-0.245	-0.248
	ケース3	%	-0.114	-0.143	-0.174	-0.192	-0.209	-0.224	-0.233	-0.240	-0.245	-0.248
	ケース4	%	-0.114	-0.143	-0.174	-0.192	-0.209	-0.224	-0.233	-0.240	-0.245	-0.248
	ケース5	%	-0.390	-0.524	-0.661	-0.787	-0.913	-1.035	-1.152	-1.265	-1.376	-1.484
	ケース6	%	-0.390	-0.524	-0.661	-0.787	-0.913	-1.035	-1.152	-1.265	-1.376	-1.484
	ケース7	%	-0.390	-0.524	-0.661	-0.787	-0.913	-1.035	-1.152	-1.265	-1.376	-1.484

(注) ケース2~ケース7はBaUとの乖離率(%)を示す。

BaU ケースに対する乖離率[%] (2020 年時)

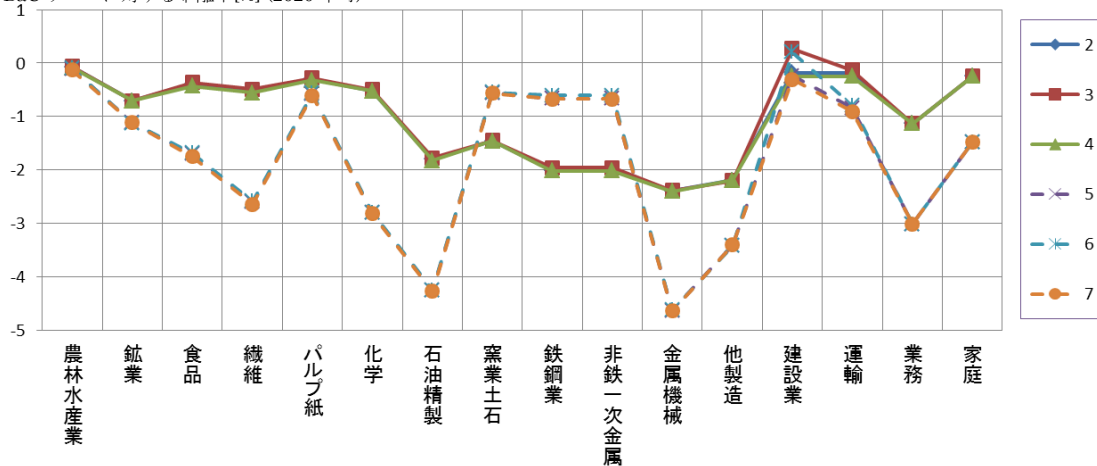


図 3.1 - 5 ケース 2~7 の BaU ケースに対する部門別エネルギー消費量の乖離率

#### 3.1.4.4 結果の概要

上述の石油石炭税の上乗せと原油価格高騰に関するシミュレーション結果を以下にまとめる。

- (1) BaU ケースにおける GDP の年平均成長率は 0.74% となり、2020 年時の GDP の大きさは 594 兆円と推計され、2020 年時の二酸化炭素排出量はおよそ 12 億 4 千万トン(90 年比 17% 増)となった。「税率改正」ケースと「原油価格高騰+税率改正」ケースにおける国内総生産の減少率は、2020 年時でそれぞれ 0.2% と約 1.0% となり、二酸化炭素排出量に関しては、それぞれ約 1% と約 6% となることが検証された。さらに、税收使途のケース別で見ると、「公的固定資本形成増額」ケースは、「所得税減税」ケースや「還流しない」ケースに対し、国内総生産の乖離率が小さくなることが検証された。
- (2) 原油価格高騰や石油石炭税の上乗せに伴う産業部門別生産額の影響に関しては、「税率改正」ケースでは、一次金属が約 0.6% 減少し、「原油価格高騰+税率改正」ケースにおいては、繊維、紙パルプ、その他製造業がそれぞれ 0.6%、0.4%、0.9% 減少した(2020 年時)。
- (3) 部門別エネルギー消費量への影響に関しては、「税率改正+原油価格高騰」ケースにおいて、繊維(2.6%)、化学(2.8%)、石油精製(4.2%)、金属機械(4.6%)、その他製造(3.4%)、業務(3.0%)に関して、減少率が比較的に大きくなっている(2020 年時)。また、窯業土石、鉄鋼業、非鉄一次金属に関しては、「原油価格高騰+税率改正」ケースにおいて、比較的に安価なエネルギーへの代替(天然ガスや石炭等)が促進されることが確認された。

#### 3.1.5 原子力依存度と再生可能エネルギー導入に関する分析

##### 3.1.5.1 シミュレーション条件

本節では、原子力依存度やそれを代替する火力発電や再生可能エネルギー導入に伴う影響評価をおこなう。分析期間を 2011~2020 年とし、実際に国内に存在する原子力発電所における耐用年数を 40 年とするシナリオ(A)と、耐用年数を設定しないシナリオ(B)を想定した。次に、原子力発電の代替として、火力発電による代替と、再生可能エネルギー(太陽光発電と風力発電)による代替の二つを想定した(表 3.1 - 10)。さらに、再生可能エネルギー導入量に関しては、(1)線形に導入量が増加するケース、(2)習熟曲線に基づき導入量を増加させるケース、(3)短期間における大量導入、の 3 ケースを設定した。そして、最も現実的なケースである A1 ケースを BaU ケースとしている。表 3.1 - 10 で示した 8 つのケースに関

して、表 3.1 - 11 にケース別の電源別設備容量を示す。

再生可能エネルギーに関しては、太陽光発電と風力発電システムを対象としており、その発電量の割合は、「長期エネルギー需給見通し」(経済産業省 2010)における再生可能エネルギー最大導入ケースにおける値(太陽光：風力=350：200<sup>23</sup>)を用いている。そして、エネルギー間競合モデル内の電力価格決定プロセス(エネルギー転換・価格ブロック)において、必要とされる再生可能エネルギー導入量(発電量)から、太陽光と風力発電の設備容量やその導入コスト<sup>24</sup>が求められ、その再生可能エネルギー導入コストは追加的に、電力価格の合計コストに付加される。また、再生可能エネルギー導入コストは多部門マクロ計量経済モデルにおいては、追加的な需要として金属機械部門の最終需要に付加され、産業連関的に他産業への生産波及がおこなわれる。

表 3.1 - 10 シミュレーション条件

ケース	原子力発電所の想定	原子力の代替エネルギー	
A1(BaU)	耐用年数を40年とし、耐用年数を超えた原子力発電所は随時廃炉にする。	火力発電による代替(火力による発電量の構成は2010年時に固定する)	
A2		再生可能エネルギー導入(太陽光と風力発電)	線形に導入するケース
A3			習熟曲線に従い徐々に導入量を増加させるケース
A4			短期間による大規模導入
B1	原子力発電所の設備容量を2011年9月時点の水準に保ち、また、耐用年数を設定しない。	火力発電による代替(火力による発電量の構成は2010年時に固定する)	
B2		再生可能エネルギー導入(太陽光と風力発電)	線形に導入するケース
B3			習熟曲線に従い徐々に導入量を増加させるケース
B4			短期間による大規模導入

表 3.1 - 11 ケース別の電源別設備容量[万 kW]

《A1(BaU)ケース》

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
水力	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385
地熱	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
石炭	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560
LNG	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782
石油	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331
原子力	4261	4261	4261	4132	3994	3911	3854	3744	3728	3728
風力	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
合計	22378	22378	22378	22249	22111	22028	21971	21861	21845	21845

《A2 ケース》

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
水力	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385
地熱	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
石炭	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560
LNG	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782
石油	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331
原子力	4261	4261	4261	4132	3994	3911	3854	3744	3728	3728
風力	34	69	103	137	172	206	240	274	309	343
太陽光	36	72	107	143	179	215	250	286	322	358
合計	22439	22510	22579	22520	22453	22440	22452	22412	22467	22537

<sup>23</sup>原油換算 kL で計算した比率。

<sup>24</sup>太陽光発電と風力発電のシステム・コストに関しては、「NEDO 再生可能エネルギー技術白書」(新エネルギー・産業技術総合開発機構 2010)より、2009年時点での設備価格を用いている。さらに、年間の平均発電量のデータや耐用年数(20年)、金利(4%)等の想定値から、発電コスト(円/kWh)を求めている。



《A3 ケース》

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
水力	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385
地熱	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
石炭	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560
LNG	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782
石油	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331
原子力	4261	4261	4261	4132	3994	3911	3854	3744	3728	3728
風力	9	13	19	29	43	65	97	145	218	343
太陽光	0	1	3	6	11	22	45	89	179	358
合計	22378	22383	22391	22275	22156	22106	22104	22086	22233	22537

《A4 ケース》

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
水力	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385
地熱	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
石炭	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560
LNG	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782
石油	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331
原子力	4261	4261	4261	4132	3994	3911	3854	3744	3728	3728
風力	9	172	343	343	343	343	343	343	343	343
太陽光	0	179	358	358	358	358	358	358	358	358
合計	22378	22720	23070	22941	22803	22720	22663	22553	22537	22537

《B1 ケース》

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
水力	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385
地熱	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
石炭	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560
LNG	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782
石油	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331
原子力	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261
風力	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
合計	22378	22378	22378	22378	22378	22378	22378	22378	22378	22378

《B2 ケース》

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
水力	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385
地熱	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
石炭	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560
LNG	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782
石油	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331
原子力	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261
風力	34	69	103	137	172	206	240	274	309	343
太陽光	36	72	107	143	179	215	250	286	322	358
合計	22439	22510	22579	22649	22720	22790	22859	22929	23000	23070

《B3 ケース》

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
水力	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385
地熱	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
石炭	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560
LNG	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782
石油	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331
原子力	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261
風力	9	13	19	29	43	65	97	145	218	343
太陽光	0	1	3	6	11	22	45	89	179	358
合計	22378	22383	22391	22404	22423	22456	22511	22603	22766	23070

《B4 ケース》

	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
水力	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385	4385
地熱	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
石炭	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560	3560
LNG	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782	5782
石油	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331	4331
原子力	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261	4261
風力	9	172	343	343	343	343	343	343	343	343
太陽光	0	179	358	358	358	358	358	358	358	358
合計	22378	22720	23070	23070	23070	23070	23070	23070	23070	23070

### 3.1.5.2 国内総生産と産業部門別付加価値額への影響

シミュレーションの結果から、BaU ケースにおける GDP の年平均成長率は 0.74% となり、2020 年時における GDP の大きさは 594 兆円となった。また、ケース A2~A4、B2~B4 において、再生可能エネルギー導入(約 700 万 kW)ケース(A2~A4、B2~B4)における 2020 年時の BaU ケースに対する GDP の減少率はおよそ 0.2% となっている(表 3.1 - 12、図 3.1 - 6)。

図 3.1 - 7 に、BaU ケースに対する各ケース(A2~A4、B1~B4)の産業部門別付加価値額の乖離率を示す。再生可能エネルギー導入に伴う電力価格の上昇により、繊維業(0.25%)、紙パルプ業(0.05%)、化学(0.04%)、窯業土石(0.02%)、一次金属(0.41%)、金属機械(0.23%)、その他製造業(0.03%)、建設業(0.25%)において付加価値額が減少することがわかる。

表 3.1 - 12 原子力依存度と再生可能エネルギー導入に関する分析結果〔国内総生産〕

	単位	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
A1(BaU)	兆円	556	560	564	569	573	577	581	586	590	594
A2	%	0.000	-0.022	-0.043	-0.064	-0.085	-0.107	-0.130	-0.154	-0.180	-0.201
A3	%	0.000	-0.022	-0.028	-0.037	-0.049	-0.065	-0.087	-0.117	-0.159	-0.209
A4	%	0.000	-0.098	-0.196	-0.192	-0.191	-0.191	-0.192	-0.195	-0.200	-0.198
B1	%	0.000	0.004	0.004	0.007	0.010	0.012	0.013	0.016	0.017	0.017
B2	%	0.000	-0.018	-0.039	-0.057	-0.075	-0.095	-0.116	-0.137	-0.163	-0.184
B3	%	0.000	-0.018	-0.024	-0.030	-0.038	-0.053	-0.073	-0.100	-0.141	-0.192
B4	%	0.000	-0.090	-0.183	-0.175	-0.171	-0.170	-0.169	-0.170	-0.176	-0.180

(注) A2~B4はA1(BaU)との乖離率(%)を示す。

BaU ケースに対する変化率 [%]

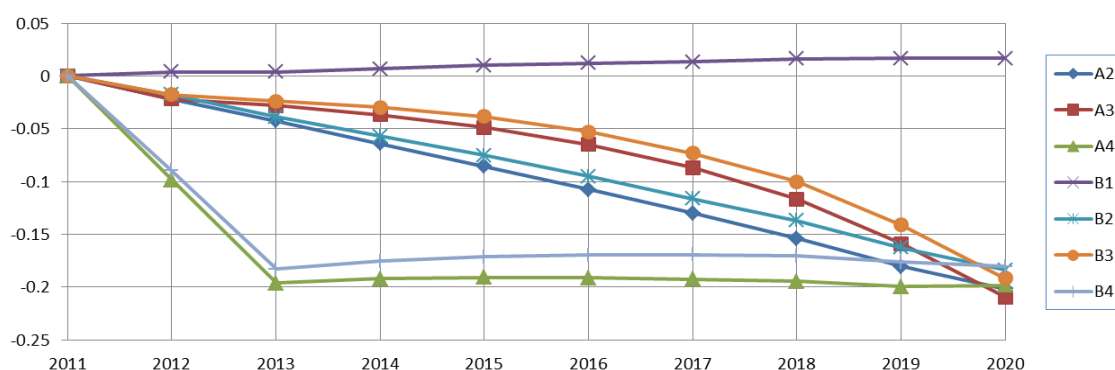


図 3.1 - 6 各ケース (A2 - A4、B1 - B4) の BaU ケースに対する国内総生産の乖離率 (暦年)

BaU ケースに対する変化率 [%] (2020 年)

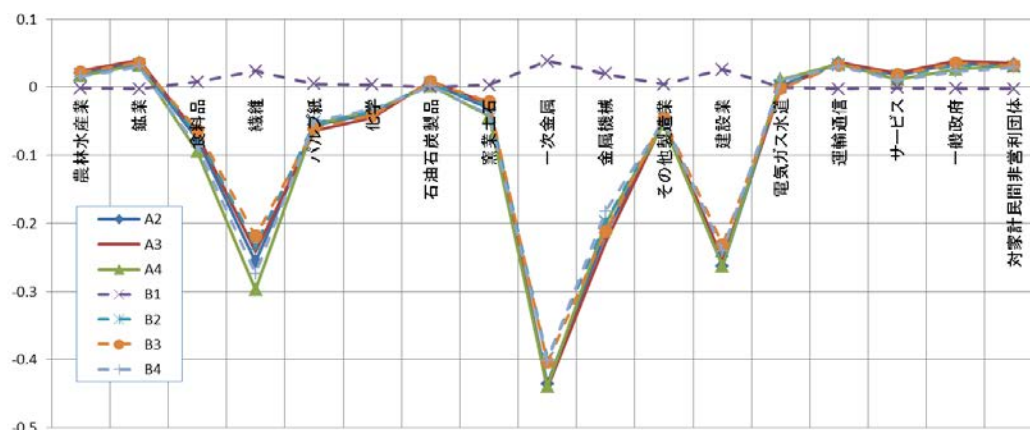


図 3.1 - 7 各ケース (A2 - A4、B1 - B4) の BaU ケースに対する産業部門別付加価値額の乖離率

### 3.1.5.3 産業部門別生産価格の影響

生産価格は、エネルギーコストを含む中間投入額等の費用要因から推計される。シミュレーション結果から、再生可能エネルギー導入量に伴い、特定の産業において、生産価格の上昇が確認された。図 3.1 - 8 に、各ケース(A2 - A4、B1 - B4)における BaU ケースに対する産業部門別生産価格の乖離率を示す。同図から、2020 年時点において、再生可能エ

エネルギー導入に伴う電力価格の上昇や中間投入額の上昇により、繊維業、窯業土石、一次金属、その他製造業といったエネルギー多消費型産業の生産価格においてそれぞれ 1.0%、0.3%、2.5%、0.5%上昇している。

BaU ケースに対する変化率[%] (2020 年)

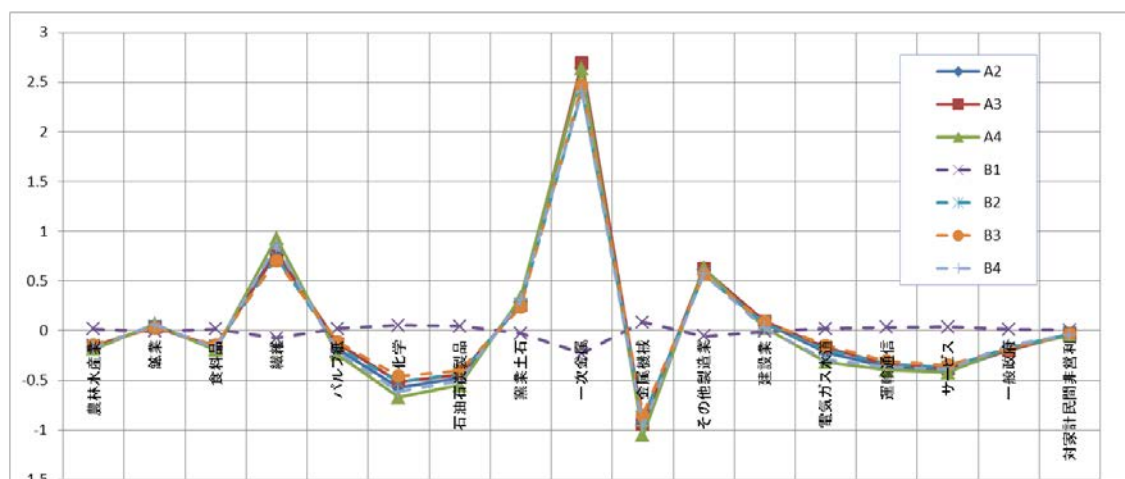


図 3.1 - 8 各ケース (A2 - A4、B1 - B4) の BaU ケースに対する産業部門別生産価格の乖離率

### 3.1.5.4 産業部門別就業者数への影響

産業部門別就業者数のシミュレーション結果から、2009 年の総就業者数(一般政府部門と対家計非営利団体部門を除く)が約 5,966 万人であるのに対して、BaU ケースにおける 2020 年時点の総就業者数は約 5,200 万人となり、減少率は年平均 0.6%となっている。また、A4 ケースの総就業者数の BaU ケースに対する乖離率は 2020 年時においてプラス約 0.03%となっており、再生可能エネルギー導入に伴う雇用創出効果が僅少であるが確認された。

表 3.1 - 13 と図 3.1 - 9 に、BaU ケースに対する各ケース(A2 - A4、B1 - B4)の産業部門別就業者数の乖離率を示す。再生可能エネルギー導入による各産業の生産額の上昇に伴い、食品業(0.05%)、紙パルプ(0.07%)、一次金属(0.16%)、金属機械(0.14%)、建設業(0.11%)等の産業部門において就業者数の増加が見られた。また、金属機械、一次金属、建設業においては、再生可能エネルギー導入時期の違いが 2020 年時の就業者数の上昇率に影響を与えていることがわかり、特に、A4 ケース(短期間における大規模導入)において、その上昇率が大きくなっている。

表 3.1 - 13 原子力依存度と再生可能エネルギー導入に関する分析結果〔就業者数〕

	単位	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	
農林水産業	BaU	万人	271.6	263.0	254.5	246.4	238.4	230.8	223.4	216.2	209.3	202.6
	ケース2	%	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
	ケース3	%	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002
	ケース4	%	0.000	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	ケース5	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ケース6	%	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
	ケース7	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
	ケース8	%	0.000	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	鉱業	BaU	万人	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.4	7.3
ケース2		%	0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.007	-0.008
ケース3		%	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.003	-0.004	-0.005	-0.005	-0.007
ケース4		%	0.000	-0.005	-0.009	-0.010	-0.010	-0.011	-0.011	-0.011	-0.010	-0.010
ケース5		%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
ケース6		%	0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	-0.005	-0.006	-0.006	-0.007
ケース7		%	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006
ケース8		%	0.000	-0.004	-0.009	-0.009	-0.010	-0.010	-0.011	-0.010	-0.010	-0.010
食料品		BaU	万人	140.5	141.3	141.9	142.7	143.4	144.1	144.9	145.7	146.6
	ケース2	%	0.000	0.003	0.007	0.011	0.016	0.020	0.025	0.029	0.033	0.038
	ケース3	%	0.000	0.003	0.005	0.007	0.009	0.013	0.016	0.021	0.026	0.034
	ケース4	%	0.000	0.012	0.029	0.037	0.041	0.044	0.046	0.046	0.045	0.045
	ケース5	%	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.004	-0.004
	ケース6	%	0.000	0.002	0.006	0.010	0.014	0.018	0.022	0.026	0.030	0.034
	ケース7	%	0.000	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.014	0.018	0.023	0.030
	ケース8	%	0.000	0.012	0.028	0.036	0.040	0.042	0.043	0.043	0.042	0.042
	繊維	BaU	万人	20.3	19.4	18.6	17.7	16.9	16.1	15.3	14.6	13.8
ケース2		%	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
ケース3		%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
ケース4		%	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004
ケース5		%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ケース6		%	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
ケース7		%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
ケース8		%	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004
紙・パルプ		BaU	万人	22.7	22.5	22.3	22.1	21.8	21.6	21.3	21.0	20.8
	ケース2	%	0.000	0.004	0.010	0.017	0.024	0.031	0.038	0.043	0.047	0.052
	ケース3	%	0.000	0.004	0.008	0.011	0.015	0.019	0.024	0.030	0.036	0.045
	ケース4	%	0.000	0.017	0.044	0.059	0.066	0.070	0.071	0.069	0.066	0.064
	ケース5	%	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.004	-0.005	-0.005	-0.005
	ケース6	%	0.000	0.003	0.009	0.015	0.022	0.028	0.034	0.039	0.042	0.047
	ケース7	%	0.000	0.003	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.026	0.032	0.041
	ケース8	%	0.000	0.017	0.043	0.057	0.064	0.067	0.067	0.065	0.061	0.059
	化学	BaU	万人	36.9	36.5	36.0	35.5	35.0	34.5	34.0	33.5	33.0
ケース2		%	0.000	0.001	0.003	0.006	0.008	0.010	0.013	0.014	0.016	0.017
ケース3		%	0.000	0.001	0.002	0.004	0.005	0.006	0.008	0.010	0.012	0.015
ケース4		%	0.000	0.006	0.014	0.019	0.022	0.023	0.024	0.023	0.022	0.022
ケース5		%	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002
ケース6		%	0.000	0.001	0.003	0.005	0.007	0.009	0.011	0.013	0.014	0.016
ケース7		%	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007	0.008	0.010	0.013
ケース8		%	0.000	0.005	0.014	0.019	0.021	0.022	0.023	0.022	0.021	0.020

(注) ケース 2～ケース 8 は BaU との乖離率 (%) を示す。

表 3.1 - 13 原子力依存度と再生可能エネルギー導入に関する分析結果〔就業者数〕(つづき)

		単位	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
石油・石炭	BaU	万人	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
	ケース2	%	0.000	0.002	0.005	0.008	0.012	0.016	0.019	0.023	0.026	0.029
	ケース3	%	0.000	0.002	0.003	0.005	0.007	0.010	0.012	0.016	0.019	0.024
	ケース4	%	0.000	0.008	0.020	0.028	0.033	0.036	0.038	0.038	0.038	0.037
	ケース5	%	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003
	ケース6	%	0.000	0.001	0.004	0.007	0.010	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026
	ケース7	%	0.000	0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.017	0.022
	ケース8	%	0.000	0.007	0.019	0.027	0.032	0.035	0.036	0.036	0.035	0.035
窯業土石	BaU	万人	34.0	33.4	32.8	32.1	31.5	30.8	30.2	29.6	29.0	28.4
	ケース2	%	0.000	0.001	0.004	0.006	0.008	0.011	0.013	0.015	0.017	0.019
	ケース3	%	0.000	0.001	0.003	0.004	0.005	0.007	0.008	0.011	0.013	0.017
	ケース4	%	0.000	0.006	0.015	0.020	0.022	0.023	0.023	0.023	0.022	0.022
	ケース5	%	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002
	ケース6	%	0.000	0.001	0.003	0.005	0.007	0.010	0.012	0.013	0.015	0.017
	ケース7	%	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007	0.009	0.011	0.015
	ケース8	%	0.000	0.006	0.015	0.020	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021	0.020
一次金属	BaU	万人	42.3	42.5	42.6	42.7	42.8	42.8	42.7	42.7	42.7	42.6
	ケース2	%	0.000	0.009	0.022	0.039	0.056	0.073	0.089	0.102	0.111	0.122
	ケース3	%	0.000	0.009	0.017	0.025	0.034	0.045	0.057	0.071	0.085	0.105
	ケース4	%	0.000	0.038	0.097	0.134	0.156	0.167	0.172	0.170	0.162	0.157
	ケース5	%	0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.007	-0.009	-0.010	-0.012	-0.012	-0.013
	ケース6	%	0.000	0.007	0.020	0.034	0.050	0.065	0.079	0.092	0.100	0.111
	ケース7	%	0.000	0.007	0.014	0.021	0.028	0.037	0.047	0.060	0.073	0.093
	ケース8	%	0.000	0.036	0.094	0.130	0.150	0.160	0.163	0.160	0.151	0.146
金属機械	BaU	万人	460.0	450.0	439.6	429.2	418.7	408.3	398.0	388.0	378.4	368.6
	ケース2	%	0.000	0.008	0.022	0.037	0.053	0.069	0.084	0.097	0.106	0.117
	ケース3	%	0.000	0.008	0.016	0.024	0.032	0.042	0.054	0.067	0.082	0.102
	ケース4	%	0.000	0.037	0.093	0.126	0.145	0.154	0.156	0.154	0.147	0.143
	ケース5	%	0.000	-0.002	-0.003	-0.004	-0.006	-0.008	-0.010	-0.011	-0.012	-0.012
	ケース6	%	0.000	0.007	0.019	0.033	0.047	0.061	0.075	0.086	0.095	0.106
	ケース7	%	0.000	0.007	0.014	0.020	0.026	0.034	0.045	0.057	0.071	0.092
	ケース8	%	0.000	0.035	0.091	0.123	0.139	0.146	0.148	0.145	0.137	0.133
その他製造業	BaU	万人	179.7	173.1	165.8	157.8	149.4	140.5	131.4	122.1	112.5	102.6
	ケース2	%	0.000	0.001	0.002	0.002	0.000	-0.004	-0.011	-0.021	-0.036	-0.056
	ケース3	%	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	-0.002	-0.007	-0.015	-0.029	-0.053
	ケース4	%	0.000	0.004	0.008	0.006	0.001	-0.007	-0.017	-0.029	-0.044	-0.062
	ケース5	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.004	0.005
	ケース6	%	0.000	0.001	0.002	0.002	0.000	-0.004	-0.010	-0.019	-0.032	-0.051
	ケース7	%	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	-0.002	-0.006	-0.013	-0.025	-0.048
	ケース8	%	0.000	0.004	0.007	0.006	0.001	-0.007	-0.016	-0.027	-0.040	-0.056
建設業	BaU	万人	407.0	396.0	385.6	375.9	366.6	357.8	349.3	341.5	334.8	327.2
	ケース2	%	0.000	0.003	0.009	0.016	0.026	0.036	0.047	0.058	0.067	0.078
	ケース3	%	0.000	0.003	0.007	0.011	0.016	0.022	0.030	0.039	0.049	0.063
	ケース4	%	0.000	0.013	0.038	0.059	0.076	0.090	0.100	0.107	0.109	0.112
	ケース5	%	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.006	-0.007	-0.008	-0.008
	ケース6	%	0.000	0.003	0.008	0.015	0.023	0.032	0.042	0.052	0.060	0.071
	ケース7	%	0.000	0.003	0.006	0.009	0.013	0.018	0.025	0.033	0.042	0.055
	ケース8	%	0.000	0.013	0.037	0.057	0.074	0.086	0.095	0.101	0.102	0.104
電気ガス水道	BaU	万人	38.4	37.8	37.1	36.4	35.8	35.2	34.6	34.0	33.4	32.9
	ケース2	%	0.000	0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.019	0.022	0.026
	ケース3	%	0.000	0.001	0.002	0.003	0.005	0.007	0.010	0.013	0.016	0.020
	ケース4	%	0.000	0.004	0.011	0.018	0.024	0.029	0.034	0.037	0.040	0.042
	ケース5	%	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003
	ケース6	%	0.000	0.001	0.002	0.004	0.007	0.010	0.013	0.017	0.020	0.023
	ケース7	%	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.014	0.018
	ケース8	%	0.000	0.004	0.011	0.018	0.023	0.028	0.032	0.035	0.037	0.039
運輸通信	BaU	万人	328.3	324.1	320.1	316.2	312.4	308.7	305.0	301.4	297.9	294.4
	ケース2	%	0.000	0.001	0.003	0.006	0.009	0.013	0.016	0.019	0.022	0.025
	ケース3	%	0.000	0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.016	0.021
	ケース4	%	0.000	0.005	0.014	0.022	0.027	0.030	0.033	0.034	0.034	0.035
	ケース5	%	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003
	ケース6	%	0.000	0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.014	0.017	0.020	0.023
	ケース7	%	0.000	0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.011	0.014	0.018
	ケース8	%	0.000	0.005	0.014	0.021	0.026	0.029	0.031	0.032	0.032	0.032
サービス業	BaU	万人	3495.4	3504.1	3513.1	3522.2	3531.6	3541.0	3550.6	3560.5	3570.8	3581.0
	ケース2	%	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.009	0.011
	ケース3	%	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007	0.009
	ケース4	%	0.000	0.002	0.004	0.007	0.010	0.012	0.014	0.016	0.017	0.018
	ケース5	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
	ケース6	%	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.007	0.008	0.010
	ケース7	%	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007
	ケース8	%	0.000	0.001	0.004	0.007	0.009	0.012	0.013	0.015	0.016	0.017

(注) ケース 2～ケース 8 は BaU との乖離率 (%) を示す。

BaU ケースに対する変化率 [%] (2020 年)

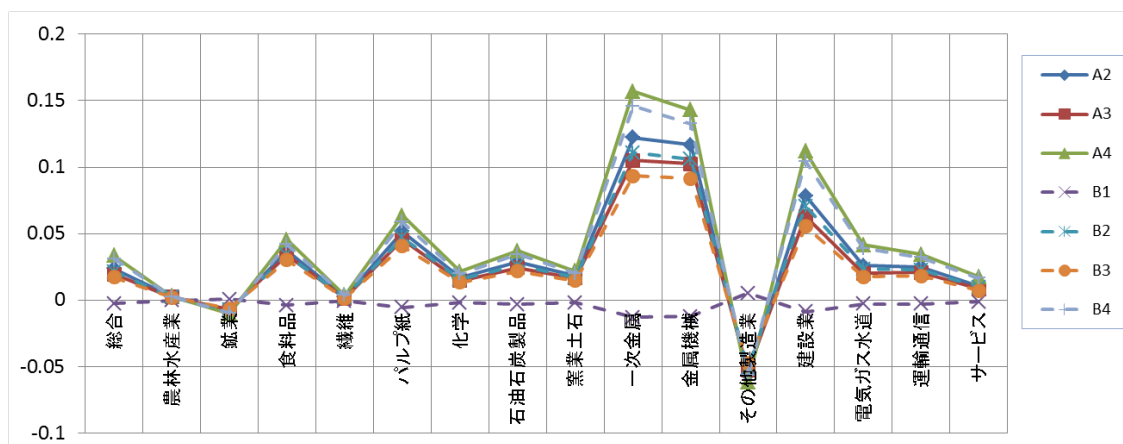


図 3.1 - 9 各ケース (A2 - A4、B1 - B4) の BaU ケースに対する産業部門別就業者数の乖離率

### 3.1.5.5 二酸化炭素排出量への影響

国内エネルギー起源の二酸化炭素排出量に関しては、BaU ケースにおいて、年率平均 0.6%で増加し、2020 年時にはおよそ 12 億 4000 万トンとなった。表 3.1 - 14 と図 3.1 - 10(2020 年時)に、各ケース(A2 - A4、B1 - B4)の BaU ケースに対する二酸化炭素排出量の乖離率を示す。図から、2020 年時において再生可能エネルギー導入に伴う二酸化炭素排出量の減少率は、2.3～3.4%となっており、また、再生可能エネルギー導入時期の違いが 2020 年時の二酸化炭素排出量の減少率に影響を与えることがわかる。A シナリオ(原子力発電所の耐用年数を 40 年とする)と B シナリオ(耐用年数を設定しない)を比べると、B シナリオにおいては、火力による発電量が抑えられるため、およそ 3%二酸化炭素排出量が削減される。

表 3.1 - 14 原子力依存度と再生可能エネルギー導入に関する分析結果〔二酸化炭素排出量〕

	単位	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
A1(BaU)	億トン	12.1	12.3	12.4	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.4	12.4
A2	%	0.000	-0.107	-0.303	-0.553	-0.841	-1.159	-1.507	-1.884	-2.299	-2.703
A3	%	0.000	-0.107	-0.229	-0.354	-0.504	-0.697	-0.955	-1.303	-1.786	-2.404
A4	%	0.000	-0.487	-1.386	-2.011	-2.387	-2.644	-2.843	-3.014	-3.183	-3.298
B1	%	0.000	-0.019	-0.035	-0.061	-0.096	-0.133	-0.165	-0.204	-0.237	-0.257
B2	%	0.000	-0.087	-0.267	-0.492	-0.743	-1.024	-1.338	-1.676	-2.059	-2.442
B3	%	0.000	-0.087	-0.193	-0.293	-0.407	-0.563	-0.787	-1.096	-1.546	-2.143
B4	%	0.000	-0.467	-1.349	-1.948	-2.287	-2.507	-2.673	-2.806	-2.942	-3.038

(注) A2～B4 は A1(BaU)との乖離率 (%) を示す。

BaU ケースに対する変化率 [%]

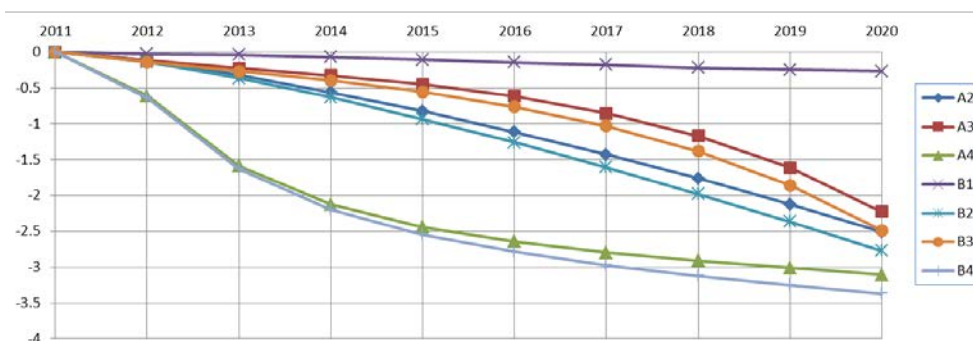


図 3.1 - 10 各ケース (A2 - A4、B1 - B4) の BaU ケースに対する二酸化炭素排出量の乖離率

3.1.5.6 結果の概要

原子力依存度と各種代替方法に関するシミュレーション結果を以下にまとめる。

- (1) 再生可能エネルギー導入に伴う電力価格の上昇は、生産価格を上昇はさせ、A2 - 4 ケース、B2 - 4 ケースでは、BaU ケースに対して、特に、繊維業(1.0%)、窯業土石(0.3%)、一次金属(2.5%)、その他製造業(0.5%)において生産価格の上昇が見られた(2020 年時)。またその、生産価格の上昇や中間投入額の上昇に伴い、産業別の付加価値額の減少がみられ、主に、繊維業(0.30%)、一次金属(0.45%)、建設業(0.25%)において比較的大きく表れる
- (2) 再生可能エネルギー導入により国内の生産額は増加するが、電力価格の上昇に伴う負の影響が強く、2020 年時において国内総生産はおよそ 0.2%減少し、二酸化炭素排出量に関しては、最大で約 3.4%削減される。
- (3) 再生可能エネルギー導入による生産額の上昇に伴い、総就業者数は BaU ケースに対し、0.2~0.3%増加する(2020 年)。また、産業部門別の雇用創出効果は以下の、食品業(0.05%)、紙パルプ(0.07%)、一次金属(0.16%)、金属機械(0.14%)、建設業(0.11%) 等において確認された。
- (4) 原子力発電所の耐用年数を設定しないケース(B1)においては、火力発電の資本コストや燃料コストの増大を抑えるため、電力価格は BaU ケースに対し安価となる。それに伴い、国内総生産は僅少であるが、0.02%増加する。

## 3.2 結論(行政ニーズとの関連及び政策インプリケーションを含む)

### 3.2.1 行政ニーズとの関連

気候変動緩和策は東日本大震災後においても重要な政策であり、政策決定に際しては、環境税、排出量取引、自動車諸税の付加軽減措置、フィード・イン・タリフ、エコ製品への補助金・優遇税制などの経済的手法による経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果に関する有効性が定量的に評価されていることが望まれる。そこで本研究では、それらの対策と組み合わせによるマクロ・ミクロ経済影響等の定量評価ツールとして、「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」をオリジナルに構築し、産業への経済効果（エネルギー需給）を明示的に取扱いつつ、経済影響と CO<sub>2</sub> 排出削減効果を試算するシミュレーションを可能とした。

2009年10月に実施した地球温暖化問題に関する閣僚委員会(副大臣級検討チーム)によるモデル分析では、2020年の国内のCO<sub>2</sub>排出量を1990年比25%削減(真水)という中期目標の達成に向けて必要な費用等の推計と、十分な温暖化対策をおこなわなかった場合の費用等を推計しているが、本モデルの一層の精緻化と改善を展開させることにより、産業レベルでの経済影響とCO<sub>2</sub>排出削減効果を検証することが可能となる。

### 3.2.2 政策インプリケーション

本研究では、独自に開発した「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を用いて、石油石炭税率上乘せに伴う影響評価、東日本大震災後の2012～2020年までの原子力代替手段に対する影響評価、についてのマクロ経済及び産業部門別影響、エネルギー需給に関する分析をおこなった。

以下に本研究全体の結果と政策インプリケーションを示す。

- (1) 「多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデル」を利用することにより、税導入や電源構成変更による経済全体及び産業レベルでの経済影響とCO<sub>2</sub>排出削減効果等を検証することが可能となった。
- (2) 石油石炭税(地球温暖化対策税)の税率上乘せ(仮に2011年10月から2015年4月まで段階的に実施した場合)に関するシミュレーションでは、繊維、パルプ・紙、一次金属製造業、その他製造業といったエネルギーコスト比率の高いエネルギー多消費型産業において生産額の減少幅が高いことが確認されたが、同時に、原油価格上昇(2020年時点で30ドル/バレル上昇)による負の影響のほうが大きいことが確認された。
- (3) 減原発と代替電源方法(既存火力発電拡張、太陽光発電・風力発電導入)に関するシミュレーションでは、原子力発電依存度を引き下げて再生可能エネルギーの導入を図ると、CO<sub>2</sub>の排出削減を促すが、電力価格上昇による生産価格上昇に伴いGDPが減少し、繊維業、一次金属、建築業における付加価値の減少率が比較的に大きくなる。このため、今後、再生可能エネルギーを導入する際には、電力価格上昇に対する費用負担が大きい産業に対する優遇措置等を検討する必要があると考えられる。一方で、約700万kW規模の再生可能エネルギーの導入が、生産額(すべて国産と仮定したとき)の増加を通じて、日本の就業者数を約0.2～0.3%程度増加(2020年時)させると試算された。

ただし、本研究に関する今後の課題としては次の点が残されている。

- (1) 本研究では、1991～2008年をモデルパラメータ推計期間としているため、東日本大震災後のパラメータ変化を考慮していない。そのため、シミュレーション結果の値における信頼性の向上に関しては、今後追加的な分析が必要であると考えられる。
- (2) 再生可能エネルギーの導入に関しては、その導入額を金属機械部門の最終需要額に直接付加しているため、国産の金属機械部門の製品として取り扱っている。そのた



め、本モデルで、再生可能エネルギー技術(太陽光発電システムや風力発電システム)導入に関する、マクロ経済影響、産業部門別影響、エネルギー需給影響をより定量的に分析するためには、産業部門の一つとして追加的に、再生可能エネルギー部門を構築し、実際のそれらの生産プロセスに基づいた投入係数を用いる必要がある。さらに、本研究では、再生可能エネルギー製品を国内産に限定しているため、今後は、その導入に伴う各種経済・エネルギー需給影響を輸入の観点も含めて議論を行う必要がある。

#### 参考文献

1. Lucas,R.E.(1976). “Econometric Policy Evaluation: A Critique”, in K. Brunner and A. H. Metzler eds., *The Phillips Curve and Labor Markets*, North Holland
2. Takeshita, Takayuki (2003). “An Analysis of the change in the Government Investment Multiplier in the Japanese Economy Using Several Model Types,” *Journal of Applied Input-Output Analysis*. Vol. 9, pp:1-34.
3. 川崎研一(1999). 「応用一般均衡モデルの基礎と応用」 日本評論社
4. 環境省 (2010). 「環境省税制改正要望の結果について」 2010年12月
5. 経済産業省 資源エネルギー庁 「総合エネルギー統計」 各年版
6. 経済産業省(2010). 「長期エネルギー需給見通し」
7. 経済産業省 「海外事業活動動向調査」 各年版<sup>(※)</sup>
8. 厚生労働省 「労働力調査年報」 各年版<sup>(※)</sup>
9. 厚生労働省 「毎月勤労統計調査年報」 各年版<sup>(※)</sup>
10. 国立環境研究所(2010). 増井利彦 「AIMモデルの概要と経済モデルの役割」 環境経済・政策学会発表資料、2010年9月<sup>(※)</sup>
11. 財務省 「法人企業統計年報」 各年版<sup>(※)</sup>
12. 住環境計画研究所編(2009). 「家庭用エネルギーハンドブック」 省エネルギーセンター
13. 新エネルギー・産業技術総合開発機構(2010). 「NEDO 再生可能エネルギー技術白書」
14. 高木康順他 (1997). 『応用計量経済学 I』 多賀出版<sup>(※)</sup>
15. 電気事業連合会 (2010). 「電力統計情報」<sup>(※)</sup>
16. 東洋経済新報社編(2009). 「マクロデータファイル年次版」<sup>(※)</sup>
17. 内閣府 「国民経済計算年報」 各年版<sup>(※)</sup>
18. 内閣府 (2007). 「SNA 産業連関表 (平成12年基準)」<sup>(※)</sup>
19. 経済産業研究所 (2009). 「JIP データベース 2009」
20. 内閣府 「民間企業資本ストック年報」 各年版<sup>(※)</sup>
21. 永田豊 他 (1996). 「エネルギー間競争モデル」 電力経済研究, 35, p. 93-105
22. 日本エネルギー経済研究所 (2010). 「EDMC エネルギー経済統計要覧 2010」 省エネルギーセンター
23. 日本ガス協会(2009). 「ガス事業便覧」<sup>(※)</sup>
24. 日本銀行調査統計局 「経済統計年報」 各年版<sup>(※)</sup>
25. 伴金美(2010). 「Forward Looking 型 CGE モデル 25%削減の経済・産業への影響」 環境経済・政策学会発表資料、2010年9月

(※印は後掲の付録「本論 3 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの詳細」において引用した文献を示す)



結びに代えて

滋賀大学 学長 佐和隆光

## 1. 減原発下の気候変動対策

本研究プロジェクトの狙いは、気候変動（地球温暖化）対策としての各種経済的措置の短・中・長期的な有効性について研究・調査し、それらに基づき、具体的な政策提言を行うことである。

本研究プロジェクトの2年度目が終わる直前の2011年3月22日午後2時46分、東日本大震災が勃発し、それに誘発された福島第一原発の事故に見舞われた。従来、温室効果ガスの95%を占める二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出削減の切り札とされてきた原発の新增設は、現在進行中（目下のところ工事中断中）の2基を除き、不可能と断じて差し支えあるまい。

2010年に策定された「エネルギー基本計画」は、2020～30年には、電力供給の原発依存度を40～50%にまで高めることを想定していた。こうした「想定」は非現実的であるばかりか、原発の寿命を40年から60年に延長することもまた許されなくなり、今後の電力供給は、否も応もなく「減原発」へと向かわざるを得なくなった。私たちの研究プロジェクトもまた「減原発下での気候変動対策としての経済的措置の有効性の評価」へと舵を切り直す必要に迫られるようになった。

実際、11基の原発を保有し、原発依存度が51%に及ぶ関西電力は、高浜原発3号機（87万kW）が定期検査に入った2月20日をもって、すべての原発の運転が停止され、暫しの原発ゼロ時代に突入した。にもかかわらず、関西電力が発表した週間予報によると、ピーク電力需要（午後6時ごろ）は供給力を9～16%下回るとのことである。停止中の火力発電所を稼働させて、原発に代替させているとのことである。

昨年夏、東京電力管内のピークロードは4900万kW、一昨年夏の6000万kWと比べて18%のピークカットが成し遂げられた。消費電力(kWh)もまた約15%減少した。減原発下での停電回避のためにはピークカットが、そして低炭素化すなわちCO<sub>2</sub>排出削減のためには消費電力の削減が求められる。減原発のもとで原発を代替する役割は、長期的には再生可能エネルギーに期待されるが、短期的には火力発電所しか担えない。仮にkWh当たり

の CO<sub>2</sub> 排出量が 20% 増えるにせよ、消費電力 (kWh) を 17% 削減しさえすれば、電源での CO<sub>2</sub> 排出量は増えない。

## 2. 電力消費の節減とピークカット

消費電力を 20% 近く削減すること、すなわち節電を達成するには、住宅やビルの省エネ化、LED 照明の普及、ムダな電力消費の節減が求められる。そのためのインセンティブをいかにして仕掛けるかが問われているのだ。わが国が自由主義経済の国であることを自任するのなら、何かを禁止または義務付ける規制的措置ではなく、市場にインセンティブを仕掛ける経済的措置を優先すべきである。

生活の快適性と利便性の追求が、電力多消費を必然的に伴うことは否定できない。とはいえ、生活の快適性と利便性を些かたりとも犠牲にすることなく、電力消費を削減する余地は十分残されている。実際、昨年夏には、上述のような節電を達成することができたのだが、だからといって、生活の快適性と利便性が損なわれたと感じた人は、そう多くはあまるまい。そのことはとりもなおさず、ムダな電力消費がいかに多かったのかを示唆して余りある。クールビズ、オフィスビルの稼働エレベータ数を半減する、駅やネオンの照明の照度を下げる、駅の券売機の半分をオフにする、自動開閉ドアに押しボタンを取り付ける等々により、損なわれた利便性は高が知れていると少なくとも私は考える。

今後、更なる節電を達成するには、生活習慣を改めることが必要となつてこよう。夏のクールビズと冬のウォームビズを徹底させ、不必要な電力消費を節減し、駅やネオンの照度を更に下げるなどすれば、生活の利便性と快適性を損なうことなく、電力消費を 20% 近く削減することは、可能性の範囲内に十分収まるはずである。

環境税制をはじめとする経済的措置を導入するに当たっては、被害を受ける産業（ルーザー・インダストリー）のロスを最小限に食い止めるべく、然るべき措置を併せ講じなければならない。私たちの研究テーマである「各種経済的措置の短・中・長期的効果とポリシー・ミックス効果の評価」とされているが、福島原発事故を経た後、各種経済的措置を総動員して、低炭素社会づくりを目指さなければならない。

再生可能エネルギーにより原発の穴埋めをするには時間がかかるため、当分の間は、電力供給の火力発電依存度が高まらざるを得まい。今後、化石燃料の価格は上昇基調の下に

あり続けるだろうから、また環境税の導入により、電力料金の高騰は不可避だと言わざるを得まい。電力料金の高騰は、ムダな電力消費を節減に寄与し、電源での CO<sub>2</sub> 排出を削減するのに一役買うこととなる。

### 3. 本研究プロジェクトの政策インプリケーション

研究代表者である筆者は、本研究プロジェクトの成果に満足している。減原発の下でのグリーン成長と気候変動（温暖化）対策の在り方、排出量取引や再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度についての現地調査、エコ製品の量産効果の定量的評価、自動車諸税のグリーン化の効果の定量的評価、長期世界モデルを援用しての世界の運輸部門の低炭素化シミュレーション、GIS データを用いてのバイオマスエネルギーの利用可能性の定量的評価、各種経済的措置の効果を数量的に評価するための多部門計量経済・エネルギーモデルの構築と各種経済的措置の効果のシミュレーションなど、気候変動対策としての経済的措置を包括的に研究した本プロジェクトの成果は質・量ともに多大であり、豊富な政策インプリケーションを有しており、行政的ニーズに応えるに足るもの、と僭越ながら確信する次第である。

昨年の 3.11 東日本大震災とそれに伴う福島第一原発の事故により、国のエネルギー・環境政策は、抜本的な見直しを迫られている。国のエネルギー・環境政策を策定するに当たり、本研究プロジェクトにより得られた成果と知見が、何らかの形で貢献することを期待したい。



### Ⅲ 添付資料

#### 付録 本論 3 多部門マクロ計量経済・エネルギー統合モデルの詳細

京都大学 大学院エネルギー科学研究科博士課程 東倉翔太  
 京都産業大学 経済学部 准教授 藤井秀昭

#### 1. 多部門マクロ計量経済モデル

##### (1)概要

本研究で用いる多部門マクロ計量経済モデルは、J-MACRO モデル(竹下 2002)を再構築したものであり、最小二乗法で推計した行動方程式と定義式（合計約 900 本）の連立体系として構成されている。表 1 に、本研究で構築した多部門マクロ計量経済モデルの特徴を示す。

表 1 本研究で構築した多部門マクロ計量経済モデルの特徴

対象地域	日本(地域分割なし)
対象期間(サンプル)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年次(暦年)データ</li> <li>・推定期間：1991～2008年(18年間)</li> </ul>
モデル規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>・方程式数：519本</li> </ul>
基本構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不均衡動学型</li> <li>・マークアップ価格原理</li> </ul>
産業関連モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・17部門分割(一部の 변수については19分割、詳細は表3に記載)                      [商品×商品(SNAIO)と産業×産業(SNA)併用]</li> <li>・産業分類は以下のとおりである。                      (農林水産業、鉱業、食料品、繊維、パルプ・紙、化学、石油・石炭、窯業土石、一次金属、金属機械、その他製造、建設業、電気ガス水道、運輸通信業、サービス・その他第三次産業、一般政府、対家計民間非営利団体)</li> <li>・投入係数は外生的に付与。</li> </ul>
フィードバック構造	需要、生産、分配の3ブロックにおいてフィードバック構造を形成。
消費需要の決定	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マクロ家計消費関数(ライフサイクル・恒常所得仮説)</li> <li>・商品別シェアは外生的に付与。</li> </ul>
投資需要の決定	設備投資関数に関しては後述。
労働需要の決定	コブ・ダグラス型生産関数に基づき決定。

(2)データ

①主要データ源

本モデルでは、データ源として、93SNA に基づく国民経済計算(内閣府経済社会総合研究所編)、民間企業資本ストック年報(内閣府経済社会総合研究所編)、JIP データベース(経済産業研究所編)、東洋経済マクロ経済データ(東洋経済新報社編)、法人企業統計調査(財務省財務総合政策研究所編)、鉱工業指数年報(経済産業省編)、海外事業活動動向調査(経済産業省編)、労働力調査年報(総務省統計局編)、毎月勤労統計調査年報(厚生労働省編)、を利用している。表 2 にデータと出典元を示す。詳細に関しては付録 2 に記述する。

表 2 変数名とデータ出典元

データ出典元	変数名
JIP データベース	実質投入係数、実質商品別総需要、実質商品別輸出、SNAIO ベース実質輸出、SNAIO ベース実質公的設備投資、実質商品別輸入、SNAIO ベース実質輸入 (FOB)、商品別輸入税率、商品別生産価格、商品別輸出価格、商品別税込み価格、商品別国内需要価格、実質商品別生産、SNAIO ベース実質在庫品増加、SNAIO ベース実質民間総固定資本形成
SNA ストック編 制度部門別勘定	一般政府金融資産調整勘定、家計金融資産調整勘定、一般政府金融負債調整勘定、家計金融負債調整勘定、一般政府預金資産、一般政府金融資産、家計債権資産、家計預金資産、家計株式資産、家計金融資産、一般政府債権負債、一般政府金融負債、家計金融負債
SNA フロー編 主要系列 1	実質政府最終消費、名目政府最終消費、実質民間最終消費、名目民間最終消費、実質輸出、名目輸出、実質 GDP、名目 GDP、実質国内家計最終消費、実質公的設備投資、名目公的設備投資、実質民間住宅投資、名目民間住宅投資、実質輸入、名目輸入、実質民間企業設備投資、名目民間企業設備投資、実質公的在庫品増加、名目公的在庫品増加、実質民間企業在庫品増加、名目民間企業在庫品増加、民間最終消費デフレータ、政府最終消費デフレータ、輸出デフレータ、GDP デフレータ、国内家計最終消費デフレータ、公的設備投資デフレータ、民間住宅投資デフレータ、商品別税抜き価格、輸入デフレータ、民間企業設備投資デフレータ、公的在庫品増加デフレータ、民間企業在庫品増加デフレータ、民間総固定資本形成デフレータ、実質居住者家計の純海外直接購入、実質対家計民間非営利団体最終消費、名目対家計民間非営利団体最終消費、名目民間総固定資本形成、法人企業所得、産業別賃金
SNA フロー編制度部門 所得支出勘定	一般政府固定資本減耗、個人企業固定資本減耗、一般政府資金過不足、家計資本過不足、一般政府総固定資本形成・純土地購入、個人企業総固定資本形成、一般政府貯蓄投資差額、家計貯蓄投資差額、個人企業在庫品増加、家計純土地購入、一般政府金融資産純、家計金融資産純増、一般政府金融負債純増、家計金融負債純増、一般政府資本移転純受取、家計資本移転純受取、法人企業営業余剰、個人企業営業余剰、一般政府その他経常移転純受取、家計その他経常移転純受取、社会保障負担、社会保障給付、直接税、法人直接税、家計直接税、純間接税、純租税総額、家計可処分所得、一般政府財産所得支払い、家計財産所得支払、一般政府財産所得受取、家計財産所得受取、雇用者所得



表2 変数名とデータ出典元（つづき）

SNA フロー編 統合勘定	平均賃金、営業余剰、雇用者所得、社会保障雇用負担率、国民所得、海外に対する債権の純増、海外に対する債権の純増、海外からの雇用者所得純受取、対外金融資産、対外金融負債、対外金融資産純増、対外金融負債純増、海外からの要素所得受取、海外からの資本移転純受取等、海外への要素所得支払い、海外からのその他経常移転純受取
SNA フロー編付表2	法人企業在庫評価調整、産業別名目中間投入、産業別営業余剰、産業別純間接税、産業別純間接税率、産業別生産価格、産業別費用価格、産業別純間接税、輸入税、実質総生産、産業別付加価値、産業別雇用者所得、実質産業別生産、産業別個人業主比率、産業別雇用者、総雇用者、総就業者、産業別就業者、産業別固定資本減耗
海外事業活動動向調査、法人企業統計	商品別海外生産比率
鉱工業指数年報	産業別能力稼働率指数
財務省	法人税率
東洋経済新報社 (原データは 日本銀行から)	全国総合消費者物価指数、対ドル為替レート（インターバンク米ドル直物）、東証株価指数（第1部）、実質民間住宅ストック、実質民間企業在庫ストック、マネーストック、住宅地全国平均市街地価格指数、コールレート有担保翌日物、定期預金金利、長期国債金利、全銀貸出約定平均金利、アメリカ GDP デフレーター、アメリカ 10 年物国債金利、製造業輸出単価指数、総合卸売物価指数
貿易統計年鑑 (IMF「IFS」から)	2000 年基準製造業製品輸出単価指数
法人企業統計年報	産業別減価償却率(外)
民間企業資本ストック	産業別民間資本除却率、実質産業別民間企業設備投資（進捗ベース）、実質産業別資本ストック、実質民間企業設備投資（進捗ベース）
労働力調査年報	総実労働時間、完全失業率

②産業(経済活動別分類)と商品(財貨・サービス別分類)の区別

本モデルは、産業(経済活動別分類)と商品(財貨・サービス別分類)を区別してモデル化している。産業変数に関しては SNA に基づいており、設備投資関数や労働需要関数、賃金や付加価値は産業ベースでモデル化している。一方、商品変数は商品×商品で表される SNA 産業連関表に基づいており、輸出・輸入や需給バランスは商品ベースでモデル化している。ここでは 1 産業 1 商品を仮定し、商品変数と産業変数を統計的に他者に接続することで相互変換を行っている。また、生産や価格といった変数は、産業単位と商品単位が併存する形となっている。

(3)モデルの全体構造

本研究で構築した多部門マクロ計量経済モデルは、最小二乗法により推計された行動方程式と定義式の連立体系として構成されている。基本構造を図 1 に示す。本モデルは不均衡動学型の構造であり、最終需要ブロック、生産・労働ブロック、分配所得ブロック、資産・負債ブロック、物価ブロック、金融ブロックから構成されており、財・サービス市場、労働市場、貨幣市場を描写している。また、最大 19 商品×産業（一産業で一商品を生産すると仮定）の部門分割を行っている。有効需要が国民所得を決定するというケインズのアプローチを基本としており、各部門別に推計された最終需要から、生産、労働需要、潜在生産、そして分配面の賃金、営業余剰、付加価値、さらに個人消費、住宅投資、設備投資、輸出・輸入等へつながり、価格は外生的に与えられるものと、一連のマクロ経済活動の結果（賃金上昇等）によるもので決定される仕組みを再現している。このように本モデルでは、生産≒分配≒支出というマクロ経済の三面等価の体系を忠実にモデル化しており、直接効果、間接効果、誘発効果、輸入漏洩効果に加えて、価格調整効果といった価格金融面からの影響など、財政政策がマクロ経済に及ぼす影響経路を明示的に考慮することができる。また需要面だけでなく供給面をも内生化していることにより、部門間の相互依存関係を考慮しつつ部門ごとの価格調整を含めた需給調整メカニズムを表現することができる。

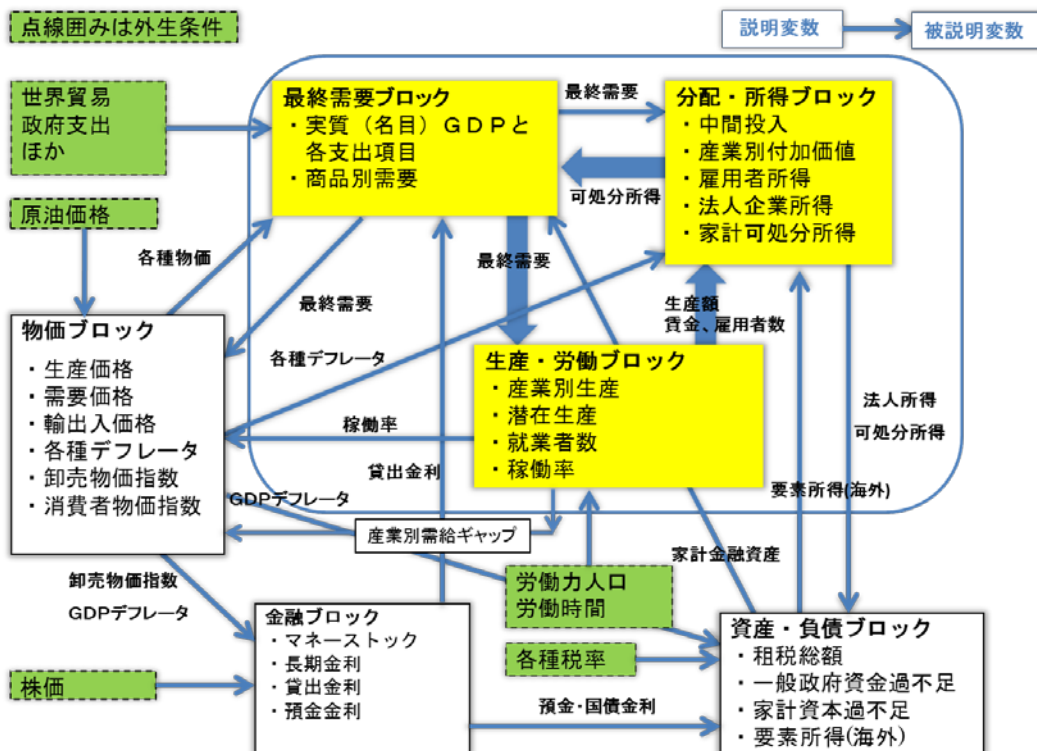


図 1 多部門マクロ計量経済モデルの基本構造

### ①最終需要ブロック

最終需要ブロックでは、ライフサイクル・恒常所得仮説に基づく消費関数によって国内家計最終消費を決定し、実質雇用者所得によって民間住宅投資を決定する。次に、産業別生産額、資本コスト、営業余剰に基づき、産業別民間企業設備投資を決定する。そして、民間企業在庫品増加を民間企業在庫ストックの差として決定する。さらに、商品別輸出を外需と相対価格の関数として、商品別輸入を内需、相対価格、海外生産比率の関数として決定する。最後に GDP を最終需要項目の合計として定義的に決定する。

また、本ブロックでは、商品別総需要についても導出する。国内家計最終消費、民間住宅投資と民間企業設備投資の和である民間総固定資本形成、外生変数の公的設備投資、民間企業在庫品増加と公的在庫品増加の和である在庫品増加、商品別輸出、商品別輸入、政府最終消費、対家計民間非営利団体最終消費が、商品×商品の産業連関モデルに入力され、商品別総需要が決定される。

### ②生産ブロック

本ブロックでは、まず、最終需要ブロックにより決定された商品別総需要から商品別生産額が決定され、そして、商品別生産額から統計的に商品別生産額に接続する。さらに、労働需要関数を用いて、産業別就業者数を決定し、統計的に産業別雇用者数に接続する。また、稼働率と資本ストックの積としての資本、労働時間と就業者数の積としての労働を生産要素とする一次同次コブダグラス型生産関数を産業別に推定し、それらにおいて最大稼働を想定することにより産業別潜在生産額を導く。最後に、失業率を就業者加重平均稼働率によって決定する。

### ③分配・所得ブロック

分配・所得ブロックでは、フィリップス曲線に基づき、産業平均賃金を決定し、産業平均賃金をベースとしつつ、産業別の生産額や稼働率も考慮することにより産業別賃金を決定する。次に、産業連関モデルにおける商品別名目中間投入から統計的に産業別名目中間投入に接続する。そして、名目資本ストックから統計的に産業別固定資本減耗を導出するとともに、賃金と雇用者数の積として産業別雇用者所得を、純間接税率と名目生産額の積として産業別純間接税を決定する。また、産業別名目生産額と、産業別名目中間投入の差から産業別付加価値を導き、これから、固定資本減耗、産業別賃金から導出される雇用者所得、間接税を減じた剰余として産業別営業余剰が決定する。さらに、財産所得純受取の総計は一国全体ではゼロになるという関係を用いて、法人直接税の決定に必要な法人企業所得を決定する。

### ④資産・負債ブロック

資産・負債ブロックにおいては、まず、部門別の所得を用いて直接税を、産業別間接税と商品別輸入税としての純間接税を決定し、租税総額を決定する。次に、一般政府部門貯蓄投資差額を純租税総額や、公的設備投資、政府最終消費などを用いて定義的に決定し、統計的に接続する。さらに、項目別の一般政府金融資産、及び、一般政府金融負債を決定し、貯蓄投資差額に必要な財産所得受取、財産所得支払を決定する。なお、一般政府部門資金過不足は長期金利に反映される。また、家計直接税は家計可処分所得に、法人直接税は資本の使用者費用を介して民間企業設備投資に、間接税は費用価格を介して価格体系全

般に影響する。

本ブロックでは、海外における所得財産に関しても導出する。始めに、名目輸出や名目輸入、海外からの要素所得受取などから、定義的に海外に対する債権の純増を決定し、対外金融、及び、対外金融負債を決定する。さらに、ここから、海外からの要素所得受取、及び、海外への要素所得支払を決定する。

さらに、本ブロックでは家計における所得財産に関しても決定する。まず、生産・労働ブロックにおいて決定される雇用者所得や、家計直接税などから、定義的に家計可処分所得と家計における貯蓄投資差額を決定する。そして、その貯蓄投資差額から統計的に、家計における資金過不足に接続し、これを用いて、可処分所得や貯蓄投資差額の決定に必要な財産所得受取、財産所得支払いを決定する。

#### ⑤物価ブロック

物価ブロックでは、はじめに実質生産額あたりの費用を産業別費用価格と定義する。そして、マークアップ価格原理に基づき、産業別生産価格を産業別費用価格と産業別稼働率とエネルギー価格によって導出し、商品別生産価格に接続する。さらに、商品別輸出価格を商品別費用価格、外生的に与えられる商品別輸入価格と為替レートによって決定し、名目国内需要を実質国内需要で除すことによって商品別国内需要価格を決定する。

デフレータに関しては、名目輸出を実質輸出で除すことによって輸出デフレータを、名目輸入を実質輸入で除すことで、輸入デフレータを決定する。さらに産業連関モデルにおける最終需要項目の商品別分配シェア(コンバータ)と商品別国内需要価格の加重平均をとることにより、国内家計最終消費デフレータ、民間総固定資本形成デフレータ、公的設備投資デフレータを決定する。そして、名目最終需要項目の合計として定義的に決定される名目 GDP を実質 GDP で除すことにより、GDP デフレータを決定する。また、卸売物価指数や消費者物価指数、その他の最終需要項目デフレータを原油価格を説明変数に含めた行動方程式に基づき決定する。

#### ⑥金融ブロック

金融ブロックにおいては、はじめに貨幣需要関数に基づいてマネーストックを決定する。さらに外生変数として外生的に与えられる短期金利との期間構造仮説に加え、さらに物価上昇と財政赤字の影響を考慮することにより長期金利を決定し、それら金利の動向が反映される形で、預金金利と貸出金利が決定する。そして、貸出金利や民間企業設備投資デフレータ等を用いて、民間企業設備投資の決定に必要な産業別資本の使用者費用(資本コスト)を決定する。金利は資産効果を介して家計消費に、資本コストは民間企業設備投資、民間企業在庫品増加に影響する。

(4)モデルの詳細な構造

本節では、多部門マクロ計量経済モデルの詳細構造と構造変化に関する検討結果について記述する。また、SNAにおける産業分類から集約した、多部門マクロ計量経済モデルにおける産業分類を表3に示す。

表3 マクロ計量モデルにおける産業部門の分類

産業（商品）部門と対応番号 投資額・資本ストック・就業者数・付 加価値額・平均賃金 等	SNAにおける 産業（商品）部門	商品別生産額・需要額・輸出入 学 産業（商品）部門と対応番号
1. 農林水産業	1. 農林水産業	1. 農林水産業
2. 鉱業	2. 鉱業	2. 鉱業
3. 食料品	3. 食料品	3. 食料品
4. 繊維	4. 繊維	4. 繊維
5. パルプ紙	5. パルプ紙	5. パルプ紙
6. 化学	6. 化学	6. 化学
7. 石油石炭製品	7. 石油石炭製品	7. 石油石炭製品
8. 窯業土石	8. 窯業土石	8. 窯業土石
9. 一次金属	9. 一次金属	9. 一次金属
10. 金属機械 ←	10. 金属製品 11. 一般機械 12. 電気機械 13. 輸送機械 14. 精密機械	10. 金属機械 11. 輸送機械
11. その他製造業	15. その他製造業	12. その他製造業
12. 建設業	16. 建設業	13. 建設業
13. 電気ガス水道	17. 電気ガス水道	14. 電気ガス水道
	18. 卸売小売 19. 金融保険 20. 不動産業	15. 運輸業 16. 通信業
14. 運輸通信	21. 運輸通信	
15. サービス業・その他第3産業 ←	22. サービス業	17. サービス業
16. 一般政府	23. 一般政府	18. 一般政府
17. 対家計民間非営利	24. 対家計民間非営利	19. 対家計民間非営利

なお、本章を通じて使用する記号とその意味を以下に記す。

△	: 差分(=X-X(-1))
GR	: 成長率(X/X(-1)-1)
←	: 統計的に推定
(+)(-)	: 説明変数の符号条件

1) 最終需要ブロック

①民間最終消費

家計消費関数については、ミクロ消費者行動理論に基づき、異時点間の消費の最適配分により効用最大化を追求するというライフサイクル・恒常所得仮説を用いて定式化を行っている(高木他 1997)。ここでは、消費者は生涯の所得流列の現在価値と純資産の合計である富を制約式とし、生涯消費流列による効用の現在価値を最大化すると仮定する。この最大化問題から得られる解は、将来人的所得価値、現在人的価値、期首非人的資産を変数とする富の関数から求められる。

$$\text{Maximize: } U^T(c_t, c_{t+1}, \dots, c_{t+L-T})$$

$$\text{subject to } a_t^T + \sum_{i=t}^{t+L-T} (1+r)^{t-i} y_i^T = \sum_{i=t}^{t+L-T} (1+r)^{t-i} c_i^T$$

T : 世帯主年齢、L : 家計生涯年数、t : 時点、U : 効用関数、a : 期首家計純資産、r : 割引率、y : 家計所得、c : 家計消費

ここで、効用関数の関数形に関して、以下のように加法的効用関数と仮定する。

$$U^T = \sum_{i=t}^{t+L-T} \left( \frac{1}{1-d} \right) (c_i^T)^{1-d} (1+\rho)^{t-i}$$

$\rho$  : 時間選好率

各期の効用  $U(C_t^T)$  はすべて同一で、以下の式で表わされると仮定する。

$$U(C_t^T) = \left[ \frac{1}{1-d} \right] (C_t^T)^{1-d}$$

各期の効用の当期の消費による一次および二次の導関数は以下の2式で表わされる。

$$\frac{dU}{dC_t^T} = U_{C_t} = (C_t^T)^{-d}$$

$$\frac{d^2U}{d(C_t^T)^2} = \frac{dU_{C_t}}{dC_t} = -d(C_t^T)^{-d-1}$$

したがって  $d > 0$  で効用関数は厳密に原点に対して凹である。また、 $d$  は消費に関する限界効用の弾力性である (限界効用逓減を示す)。

$$\frac{dU}{dC_t^T} \cdot \frac{C_t^T}{U_{C_t}} = -d$$

年齢  $T$  の家計の効用の最大化はラグランジュ未定乗数法を用いて求められる。目的関数は次の式で求められる。ここで、 $\lambda$  はラグランジュ乗数である。

$$V^T = U^T + \lambda \left\{ \alpha_t^T + \sum_{i=t}^{t+L-T} Y_i^T (1+r)^{t-i} - \sum_{i=t}^{t+L-T} C_i^T (1+r)^{t-i} \right\}$$

効用関数の今期の消費と来期の消費に関する上記の式の最大化の1次の条件は以下の2式で与えられる。







#### ④輸出・輸入

輸出・輸入に関しては商品別にモデル化している。商品別輸出については、外需と輸入の相対価格を説明変数に用いて推定している。商品別輸入については、輸入価格と国内生産価格の比を用いて推計し、さらに、中間財を人件費の安価な国に輸出し輸出先で加工して輸入するという貿易構造の定着化を考慮して、海外生産比率も説明変数に加えている。

$$\log(EX_i) = f\left(\log(WTD), \log\left(\frac{PEX_i}{PIMN_i}\right)\right) \quad [\text{付-2, No.23} \sim 33]$$

(+)

$$\log(IM_i) = f\left(\log(DC_i - EX_i), \log\left(\frac{PIM_i}{PCX_i}\right), FR_i\right) \quad [\text{付-3, No.34} \sim 46]$$

(+)

$$EX \leftarrow \sum_i EX_i$$

$$IM \leftarrow \sum_i IM_i$$

i: 商品を表すインデックス、EX(i): 実質商品別輸出、WTD: 2000年基準製造業製品輸出単価指数(外)、PEX(i): 商品別輸出価格、PIMN(i): 商品別税抜き価格、IM(i): 実質商品別輸入、DC(i): 実質商品別総需要、PIM(i): 商品別税込み価格、PCX(i): 商品別生産価格、FR(i): 商品別海外生産比率(外)、EX: 実質輸出額、IM: 実質輸入額

#### ⑤国内総生産 (GDP)

実質 GDP は最終需要項目の総和として定義的に与える。なお、政府の最終需要項目（公的設備投資、政府最終消費、公的在庫品増加）に関しては外生変数の扱いとしている。

$$GDP = CP + CG + IH + IP + IG + JP + JG + EX - IM$$

GDP: GDP、CP: 実質民間最終消費、CG: 実質政府最終消費、IH: 実質民間住宅投資、IP: 実質民間企業設備投資、IG: 実質公的設備投資(外)、JP: 実質民間企業在庫品増加、JG: 実質公的在庫品増加(外)、EX: 実質輸出、IM: 実質輸入

#### ⑥商品別総需要

商品別総需要は、最終需要ブロックにおいて導出された最終需要項目を SNA 産業連関表ベースに統計的に接続することで決定する。

$$TPIO \leftarrow IH + IP$$

$$IGIO \leftarrow IG$$

$$TJIO \leftarrow JP + JG$$

$$DC_i = \sum_j A_{ij} Q_j + CVCP_i \times HCP + CVTP_i \times TPIO + CVIG_i \times IGIO + CVTJ_i \times TJIO + EX_i$$

i: 1~15

$$DC_i = \sum_j A_{ij} Q_j + CVCP_i \times HCP + CG \quad i: 16$$

$$DC_i = \sum_j A_{ij} Q_j + CVCP_i \times HCP + SCP \quad i:17$$

TPIO : SNAIO ベース実質民間総固定資本形成、IGIO : SNAIO ベース実質公的設備投資  
 TJIO : SNAIO ベース実質在庫品増加、IH : 実質民間住宅投資、IP : 実質民間企業設備投資、IG : 実質公的設備投資(外)、JP : 実質民間企業在庫品増加、JG : 実質公的在庫品増加(外)、  
 DC(i) : 実質商品別総需要、A(ij) : 実質投入係数、Q(i) : 実質商品別生産額、CVCP(i) : 国内家計最終消費→商品コンバータ(外)、CVIG(i) : 公的設備投資→商品コンバータ(外)、  
 CVTJ(i) : 在庫品増加→商品コンバータ(外)、  
 CVTP(i) : 民間総固定資本形成→商品コンバータ(外)、CG : 実質政府最終消費、SCP : 実質対家計民間非営利団体最終消費(外)、HCP : 実質国内家計最終消費、EX : 実質輸出

⑦名目最終需要

物価ブロックにより決定した最終需要項目別デフレーターと本ブロックにより決定した実質最終需要項目から、名目最終需要項目を決定する。

$$CPV = PC \times CP$$

$$CGV = PCG \times CG$$

$$IHV = PIH \times IH$$

$$TPV = PTP \times (IH + IP)$$

$$IGV = PIG \times IG$$

$$JPV \leftarrow PJP \times JP$$

$$JGV \leftarrow PJG \times JG$$

$$EXV = PEXP \times EX$$

$$IMV = PIMP \times IM$$

$$GDPV = CPV + CGV + TPV + IGV + JPV + JGV + EXV + IMV$$

CPV : 名目民間最終消費、PC : 民間最終消費デフレーター、CP : 実質民間最終消費、CGV : 名目政府最終消費、PCG : 政府最終消費デフレーター、CG : 実質政府最終消費、IHV : 名目民間住宅投資、PIH : 民間住宅投資デフレーター、IH : 実質民間住宅投資、TPV : 名目民間総固定資本形成、PTP : 民間総固定資本形成デフレーター、IP : 実質民間企業設備投資、IGV : 名目公的設備投資、PIG : 公的設備投資デフレーター、IG : 実質公的設備投資(外)、JPV : 名目民間企業在庫品増加、PJP : 民間企業在庫品増加デフレーター、JP : 実質民間企業在庫品増加、JGV : 名目公的在庫品増加、PJG : 公的在庫品増加デフレーター(外)、JG : 実質公的在庫品増加(外)、  
 EXV : 名目輸出、PEXP : 輸出デフレーター、EX : 実質輸出、IMV : 名目輸入、  
 PIMP : 輸入デフレーター、IM : 実質輸入 GDPV : 名目 GDP

2)生産・労働ブロック

①商品別生産・産業別生産

最終需要ブロックにより決定した商品別総需要から輸入を減じた差として商品生産額を定義的に決定し、商品生産額から統計的に産業生産額に接続している。

$$Q_i = DC_i - IM_i$$

$$X_i \leftarrow Q_i$$

$$TX = \sum_{j=1} X_j$$

Q(i) : 実質商品別生産、DC(i) : 実質商品別総需要、IM : 実質輸入、X(j) : 実質産業別生産、TX : 実質総生産

### ② 就業者数・労働者数

JMACRO(竹下 2002)では、コブダグラス型生産関数のもとで、労働需要関数を決定している。本研究でも同様の式を採用しているが、符号条件の関係から説明変数に関して選択している。

$$XL_j = f \left( X_j, \frac{W_j}{UC_j}, XL(-1), TREND \right)$$

(+    (-)    (+)

XL(j) : 産業別就業者数、X(j) : 産業別生産額、TREND : トレンド、W(j) : 産業別賃金、UC(j) : 資本コスト

次に、雇用者の就業者（雇い主と雇用者）に対する割合が安定していると仮定し、労働需要関数により、決定した産業別就業者数から統計的に産業別雇用者数に接続する。

$$L \leftarrow XL_j$$

$$TXL \leftarrow \sum_j XL_j$$

$$TL = \sum_j L_j$$

L(j) : 産業別雇用者数、TXL : 総就業者数、TL : 総雇用者数

### ③ 需給ギャップ

産業別の需給ギャップを表す稼働率は、生産ブロックにおいて需要面から決定される現実生産と、資本と労働を生産要素とするコブダグラス型生産関数において最大稼働を仮定することによって導かれる潜在生産能力に対する比として決定される。

通常、生産関数の被説明変数としては付加価値が用いられることが多いが、本モデルでは生産額を被説明変数としている。よって以下のように資本投入、労働投入、全要素生産性の3変数から生産が行われるというコブダグラス型関数を想定する。

$$X = A(KP \times RO)^\alpha (LH \times XL)^{1-\alpha}$$

X : 生産額、RO : 資本稼働率、LH : 労働時間、KP : 資本ストック、XL : 就業者数、

A : 全要素生産性、 $\alpha$  : 資本分配率

上記の式の両辺を(LH×XL)で割り、さらに両辺の対数をとると、以下の式で表される。

$$\log\left[\frac{X}{(LH \times XL)}\right] = \log(A) + \alpha \times \log\left[\frac{(KP \times RO)}{(LH \times XL)}\right]$$

産業別生産関数の定式化においては、稼働率に期首資本ストックを乗じた資本と、労働時間に就業者数を乗じた労働を生産要素として推計を行っている。稼働率に関しては、製造業については鉱工業生産稼働率を用いて、その他の産業については労働時間で測った稼働率(=労働時間/標本期間中最大労働時間)を代用している。

$$\log\left(\frac{X_j}{LH_j XL_j}\right) = \alpha \log\left(\frac{RO_j KP_j (-1)}{LH_j XL_j}\right) + \beta$$

X(j) : 産業別生産額、RO(j) : 産業別資本稼働率(外)、LH : 産業別労働時間(外)、  
KP(j) : 産業別資本ストック、XL(j) : 産業別就業者数

そして、あらかじめ推計された産業別生産関数において、稼働率と労働時間を標本期間中最大値に設定することにより、産業別潜在生産額を導出し、産業別稼働率を現実生産額の潜在生産額に対する比として定義的に導出している。

$$\log\left(\frac{XX_j}{LH \max_j XL_j}\right) = \alpha \log\left(\frac{RO \max_j KP_j (-1)}{LH \max_j XL_j}\right) + \beta$$

$$RR_j = \frac{X_j}{XX_j}$$

$$TRR = \frac{\sum_j XL_j RR_j}{\sum_j XL_j}$$

ROmax : 産業別最大資本稼働率(外)、LHmax : 産業別最大労働時間、  
XX(j) : 産業別潜在生産額、RR(j) : 産業別稼働率(需給ギャップ)、TRR : 就業者加重平均稼働率、 $\alpha, \beta$  : パラメータ

#### ④失業率

我が国では、失業率が比較的低位に安定しており、定義的に導出すると誤差が大きくなりやすいことが予想されるため、本モデルでは、失業率に関して、就業者加重平均稼働率を用いた行動方程式を用いて推計を行う。

$$UR = f(TRR)$$

(－)

UR : 失業率、TRR : 就業者加重平均稼働率

### 3) 分配・所得ブロック

#### ① 賃金

賃金については、まず、フィリップス曲線に基づき産業平均賃金を推計する。次に、産業別賃金については、先に求めた産業別平均の比として、産業別の生産性（生産額／就業者数）や稼働率を説明変数に選択し推計している。フィリップス曲線における説明変数としては失業率が用いられることが多いが、我が国の雇用慣行上の理由等から賃金決定において影響力の大きい変数は失業率よりも稼働率であると判断し、就業者加重平均を用いている。

$$GR(W) = f \left( \underset{(+)}{GR(CPI)}, \underset{(+)}{TRR}, \underset{(+)}{GR\left(\frac{TX}{TXL}\right)} \right)$$

$$\log\left(\frac{W_j}{W}\right) = f \left( \underset{(+)}{\log\left(\frac{X_j}{XL_j}\right)}, \underset{(+)}{\log(RR_j)} \right)$$

W : 平均賃金、CPI : 全国総合消費者物価指数、TX : 実質総生産、TXL : 総就業者、TRR : 就業者加重平均稼働率、W(j) : 産業別賃金、X(j) : 実質産業別生産額、XL(j) : 産業別就業者、RR(j) : 産業別稼働率

#### ② 付加価値

産業別名目中間投入に関しては商品別中間投入を用いて推計し、産業別固定資本減耗に関しては産業別名目資本ストックを用いて統計的に接続する。

次に、産業別雇用者所得を生産・労働ブロックで決定した産業別賃金と産業別雇用者数の積として決定し、産業別純間接税を産業別純間接税率と産業別名目生産額の積として求める。そして、産業別名目生産額と産業別名目中間投入の差から、産業別付加価値を決定し、これから、産業別の固定資本減耗、雇用者所得(社会保障雇主負担分含む)、純間接税を減じた剰余として営業余剰を決定する。

$$AX_j \leftarrow \sum_i PS_i \times A_{ij} \times Q_j$$

$$DP_j \leftarrow PIP(-1) \times KP_j(-1)$$

$$WL_j = \frac{W_j \times L_j}{RSI}$$

$$NIT_j = NITR_j \times PIX_j \times X_j$$

$$V_j = PIX_j \times X_j - AX_j$$

$$BS_j = V_j - (DP_j + WL_j + NIT_j)$$

$$TWL = \sum_j WL_j$$

$$TBS = \sum_j BS_j$$

AX(j) : 産業別名目中間投入、PS(i) : 商品別国内需要価格、A(ij) : 実質投入係数、  
 Q(i) : 実質商品別生産額、DP(j) : 産業別固定資本減耗、PIP : 民間企業設備投資デフレーター、  
 KP(j) : 実質産業別資本ストック、WL(j) : 産業別雇用者所得、W(j) : 産業別賃金、L(j) : 産  
 業別雇用者、RSI : 1 - 社会保障雇用負担率(外)、NIT(j) : 産業別純間接税、  
 PIX(j) : 産業別生産価格、X(j) : 実質産業別生産額、NITR : 産業別純間接税率(外)、BS(j) :  
 産業別営業余剰、V(j) : 産業別付加価値、TWL : 雇用者所得(国内概念)、  
 TBS : 営業余剰

### ③国民所得

国民概念の雇用所得は国内概念の雇用者所得に、外生的に与えられる海外からの雇用者所得純受取を加えることで、定義的に決定する。社会保障給付及び社会保障負担については、国民所得を用いて統計的に推計を行っている。

家計可処分所得は、雇用者所得、個人企業営業余剰、家計財産所得純受取、社会保障純受取、その他経常移転受取の総和から家計直接税を減じたものとして定義的に決定する。

$$YW = TWL + FLW$$

$$Y = TWL + TBS + OEO - OMO$$

$$SO \leftarrow Y$$

$$SI \leftarrow Y$$

$$YD = YW + BSI + YTRH + SO - (YTPH + SI + TDH) + OTRH$$

YW : 雇用者所得(国民概念)、TWL : 雇用者所得(国内概念)、FLW : 海外からの雇用者所得受取(外)、Y : 国民所得、TBS : 営業余剰、OEO : 海外からの要素所得受取、  
 OMO : 海外からの要素所得支払、SO : 社会保障給付、SI : 社会保障負担、  
 YD : 家計可処分所得、BSI : 個人企業営業余剰、YTRH : 家計財産所得受取、  
 YTPH : 家計財産所得支払、TDH : 家計直接税、OTRH : 家計その他経常移転純受取(外)

### ④個人・法人企業所得等

個人企業営業余剰、個人企業固定資本減耗、個人企業名目総固定資本形成に関しては、それぞれ、以下のように産業別の営業余剰、固定資本減耗、名目設備投資と産業別個人業種比率を用いて統計的に推計している。

$$BSI \leftarrow \sum_j BS_j \times \left( 1 - \frac{L_j}{XL_j} \right)$$

$$DPH \leftarrow \sum_j DP_j \times \left(1 - \frac{L_j}{XL_j}\right)$$

$$IPIV \leftarrow PIP * \sum_j IP_j \times \left(1 - \frac{L_j}{XL_j}\right)$$

DPH：個人企業固定資本減耗、IPIV：個人企業総固定資本形成、BS：産業別営業余剰、  
L：産業別雇用者数、XL：産業別就業者数、DP：産業別固定資本減耗、  
PIP：民間企業設備投資デフレータ、IP：産業別民間企業設備投資

次に、法人企業営業余剰においては、営業余剰から個人企業営業余剰を減じることで定義的に決定する。法人企業在庫評価調整に関しては、前期における民間企業在庫ストックと民間企業在庫品増加デフレータの変化の積を用いて統計的に推計する。法人企業所得においては、以下の式のように国全体で財産所得のやりとりが相殺されると仮定し推計する。

$$BSC = TBS - BSI$$

$$AC \leftarrow \Delta PJP \times KJ(-1)$$

$$YCV \leftarrow BSC + (OEO - OMO - FLW) - (YTRH - YTPH) - (YTRG - YTPG)$$

BSC：法人企業営業余剰、TBS：営業余剰、BSI：個人企業営業余剰、  
AC：法人企業在庫評価調整、PJP：民間企業在庫品増加デフレータ、KJ：民間企業在庫ストック、YCV：法人企業所得、YTRG：一般政府財産所得受取、YTPG：一般政府財産所得支払

#### ⑤ストック

民間住宅ストックと産業別資本ストックを、資本除却率を用いて定義的に導出する。

$$KH = IH + (1 - DLTH) \times KH(-1)$$

$$KP_j = IP_j + (1 - DLT_j) \times KP_j(-1)$$

KH：実質民間住宅ストック、IH：実質民間住宅投資、DLTH：民間住宅資本除却率(外)、  
KP(j)：実質産業別資本ストック、IP(j)：実質産業別民間企業設備投資(進捗ベース)、  
DLT(j)：産業別民間資本除却率(外)

民間企業在庫ストック関数として、産業別生産額や実質金利によって決定される望ましい在庫ストックに対して、部分調整過程を想定することによって導出される以下の関数を用いて推定している。

$$KJ^* = f(TX, RAL - GR(PJP))$$

$$KJ - KJ(-1) = \gamma \{KJ^* - KJ(-1)\}$$

$$KJ = \gamma f(TX, RAL - GR(PJP)) + (1 - \gamma) \times KJ(-1)$$

(+)                      (-)                      (+)

KJ：実質民間企業在庫ストック、KJ\*：望ましい実質民間企業在庫ストック、

TX : 実質総生産額、RAL : 全銀貸出約定平均金利、PJP : 民間企業在庫品増加デフレータ

#### 4)資産・負債ブロック

##### ①一般政府

まず、家計直接税と法人直接税に関しては、各々の部門における所得を用いて推定し、その和を直接税として定義的に決定する。また、産業間接税は産業別間接税の和を用いて推計し、輸入税においては商品別輸入税率と商品別名目輸入の積の総和から定義的に決定する。そしてその両者の和を間接税として決定する。以上のように決定される直接税と間接税の和として、租税総額が定義的に決定される。

$$TDH = f(YW + BSI + YTRH)$$

$$TDC = f(\tau \times (YCV + AC))$$

$$TD = TDH + TDC$$

$$TIC = \sum_j NIT_j$$

$$TIM = \sum_i MT_i \times PIM_i \times IM_i$$

$$TI = TIC + TIM$$

$$TTX = TD + TI$$

TDH : 家計直接税、YW : 雇用者所得、BSI : 個人企業営業余剰、YTRH : 家計財産所得受取、TDC : 法人直接税、 $\tau$  : 法人税率(外)、YCV : 法人企業所得、AC : 法人企業在庫評価調整、TD : 直接税、TIC(j) : 産業別間接税、NIT(j) : 産業別間接税、TIM : 輸入税、MT(i) : 商品別輸入税率(外)、PIM(i) : 商品別輸入価格、IM(i) : 商品別輸入価格、TI : 間接税、TTX : 租税総額

次に、一般政府部門における貯蓄投資差額を定義的に決定し、統計的に一般政府資金過不足を決定する。一般政府金融負債純増は、資金過不足、長期金利、GDP 成長率を用いて推定し、一般政府金融資産純増を定義的に導出する。一般政府金融負債調整勘定は、一般政府金融負債と長期金利の変化の積を用いて推計し、一期前の金融資産または金融負債に調整勘定と純増を加えることによって、定義的に当期の金融資産と金融負債を決定している。

$$ISG = TTX + SI + YTRG - (SO + YTPG) + OTRG - CGV + DPG + OKRG - IIG$$

$$IIG \leftarrow IG V$$

$$GNLG \leftarrow ISG$$

$$NIMLG = f(GNLG, RAG, GR(GDP))$$

$$(-) \quad (-) \quad (-)$$

$$NIMAG = GNLG + NIMLG$$

$$GAPLG = f(GR(RAG) \times MLGT(-1))$$

$$MAGT = MAGT(-1) + GAPAG + NIMAG$$

$$MLGT = MLGT(-1) + GAPLG + NIMLG$$

ISG : 一般政府貯蓄投資差額、SI : 社会保障負担、YTRG : 一般政府財産所得受取、YTPG :



一般政府財産所得支払、SO：社会保障給付、OTRG：一般政府その他経常移転純受取(外)、CGV：名目政府最終消費、DPG：一般政府固定資本減耗(外)、OKRG：一般政府資本移転純受取、IIG：一般政府総固定資本形成・純土地購入、IGV：名目公的設備投資、GNLG：一般政府資金過不足、NIMLG：一般政府金融負債純増、RAG：長期金利、GDP：国内総生産(GDP)、NIMAG：一般政府金融資産純増、GAPLG：一般政府金融負債調整勘定、MAGT：一般政府金融資産、GAPAG：一般政府金融資産調整勘定、MLGT：一般政府金融負債

さらに、一般政府預金資産と一般政府債権負債を、それぞれ一般政府金融資産と一般政府金融負債に対するシェアを被説明変数とし、一期前のシェア、当該金融市場金利などを用いて推定している。最後に、一般政府財産所得受取を利子要因として、一般政府預金資産と預金金利の積、配当要因と賃貸料要因として名目GDPを説明変数として推定しており、一般政府財産所得支払を、利子要因として一般政府債権負債と長期金利の積、賃貸料要因として名目GDPを説明変数として推定している。

$$\frac{MAGD}{MAGT} = f\left(\frac{MAGD(-1)}{MAGT(-1)}, RAD\right)$$

(+)

$$\frac{MLGB}{MLGT} = f\left(\frac{MLGB(-1)}{MLGT(-1)}, \frac{GNLG}{GDPV}\right)$$

(+)

$$YTRG = f\left(RAD(-1) \times MAGD(-1), GDPV\right)$$

(+)

$$YTPG = f\left(RAG(-1) \times MLGB(-1), GDPV\right)$$

(+)

MAGD：一般政府預金資産、RAD：預金金利、MLGB：一般政府債権負債、GDPV：名目GDP

## ②家計

はじめに、家計金融負債純増を名目民間住宅投資と家計可処分所得の成長率を用いて推計し、定義的に家計金融資産純増を導出する。そして、家計金融資産調整勘定を、家計株式資産と株価の変化の積、家計債権資産と長期金利の積を説明変数として推計し、一期前の金融資産または、金融負債に調整勘定と純増を加えることによって、定義的に当期の金融資産と金融負債を決定している。さらに、家計預金資産、家計株式資産、家計債権資産については、金利等の要因を考慮して資産選択を行い、金融資産、金融負債の内訳項目を決定すると仮定し、家計金融資産に対するシェアを被説明変数として、一期前のシェア、当該金融市場の金利、代替資産市場の金利を説明変数として推定している。

$$NIMLH = f(IHV, GR(YD))$$

(+)

$$NIMAH = GNLH + NIMLH$$

$$GAPAH = f( \underset{(+)}{GR(KABU)} \times \underset{(+)}{MAHK(-1)}, \underset{(+)}{GR(RAG)} \times \underset{(+)}{MAHB(-1)} )$$

$$MAHT = MAHT(-1) + GAPAH + NIMAH$$

$$MLHT = MLHT(-1) + GAPLH + NIMLH$$

$$\frac{MAHD}{MAHT} = f \left( \underset{(+)}{\frac{MAHD(-1)}{MAHT(-1)}}, \underset{(+)}{RAD}, \underset{(-)}{GR(KABU)} \right)$$

$$\frac{MAHK}{MAHT} = f \left( \underset{(+)}{\frac{MAHK(-1)}{MAHT(-1)}}, \underset{(+)}{GR(KABU)}, \underset{(-)}{RAG} \right)$$

$$\frac{MAHB}{MAHT} = f \left( \underset{(+)}{\frac{MAHB(-1)}{MAHT(-1)}}, \underset{(+)}{RAG}, \underset{(-)}{RAD} \right)$$

NIMLH : 家計金融負債、IHV : 名目民間住宅投資、NIMAH : 家計金融資産純増、GAPAH : 家計金融資産調整勘定、KABU : 株価、MAHK : 家計株式資産、RAG : 長期金利、MAHB : 家計債権資産、MAHT : 家計金融資産、MLHT : 家計金融負債、GAPLH : 家計金融負債調整勘定、MAHD : 家計預金資産

家計財産所得受取に関しては、利子要因として家計預金資産と預金金利の積、配当要因として法人企業営業余剰、賃貸料要因として名目 GDP を説明変数として推計している。家計財産所得支払においては、利子要因として家計金融負債と貸出金利の積、賃貸料要因として名目 GDP を説明変数として推定している。

$$YTRH = f( \underset{(+)}{RAD(-1)} \times \underset{(+)}{MAHD(-1)}, \underset{(+)}{BSC}, \underset{(+)}{GDPV} )$$

$$YTPH = f( \underset{(+)}{RAL(-1)} \times \underset{(+)}{MLHT(-1)}, \underset{(+)}{GDPV} )$$

YTRH : 家計財産所得受取、YTPH : 家計財産所得支払、RAD : 預金金利、BSC : 法人企業営業余剰、GDPV : 名目 GDP、RAL : 貸出金利

### ③ 海外

海外の資産・負債に関しては、まず、名目純輸出、海外からの要素所得純受取、海外からの経常移転純受取、海外からの資本移転純受取等の総和をとることにより、海外に対する債権の純増を定義的に決定する。次に、対外金融資産純増を海外に対する債権の純増などを用いて推定し、対外金融負債純増を定義的に決定する。そして、一期前の対外金融資産または対外金融負債に純増を加えたものを用いて、当期の対外金融資産と対外金融負債を統計的に推定する。さらに、海外からの要素所得受取をアメリカ長期金利と対外金融資

産の積を用いて、海外への要素所得支払を長期金利と対外金融負債の積を用いて推定する。

$$BC = (EXV - IMV) + (OEO - OMO) + OTRF + OKRF$$

$$NIMAF = f(BC, \Delta OEO)$$

(+) (+)

$$NIMLF = NIMAF - BC$$

$$MAFT \leftarrow MAFT(-1) + NIMAF$$

$$MLFT \leftarrow MLFT(-1) + NIMLF$$

$$OEO = f(USR(-1), MAFT(-1))$$

$$OMO = f(RAG(-1), MLFT(-1))$$

BC：海外に対する債権の純増、EXV：名目輸出、IMV：名目輸入、  
 OEO：海外からの要素所得受取、OMO：海外への要素所得支払、  
 OTRF：海外からのその他経常移転純受取、OKRF：海外からの資本移転純受取、  
 NIMAF：対外金融資産純増、  
 NIMLF：対外金融負債純増、MAFT：対外金融資産、MLFT：対外金融負債純増、USR：  
 アメリカ長期金利、RAG：長期金利

## 5)物価・価格ブロック

### ①産業別・商品別生産価格

まず、産業別費用価格を産業別総費用の産業別生産額に対する比として定義する。そして、産業別生産価格の定式化については、企業は変動費用に一定の率(マークアップ率)を乗じて、固定費及び正常利潤などを賄う要求価格を設定するというマークアップ原理を採用する。ここで、マークアップ率は需給動向に弾力的に反応していることが多いと考えられるため、産業別生産価格に関して、産業別費用価格と産業別稼働率、さらに産業別エネルギー価格指数を説明変数として推定している。ただし、費用要因としては、賃金コスト部分とそれ以外に分割して推定を行っている。そして、産業別生産価格から統計的に商品別生産価格に接続している。

$$PIXC_j = \frac{AX_j + EAX_j + WL_j + DP_j + NIT_j}{X_j}$$

$$PIX_j = f\left(PIXC_j - \frac{WL_j}{X_j}, \frac{WL_j}{X_j}, RR_j\right)$$

(+)

$$PCX_i \leftarrow PIX_j$$

PIXC(j)：産業別費用価格、X(j)：産業別生産額、AX(j)：産業別名目中間投入(エネルギーコスト以外)、WL(j)：産業別雇用者所得、DP(j)：産業別固定資本減耗、NIT(j)：産業別純間接税、PIX(j)：産業別生産価格、RR(j)：産業別稼働率、PCX(i)：商品別生産価格、EAX(j)：エネルギーコスト

### ②商品別輸出・輸入・国内需要価格関数

本モデルにおいては、商品別輸出価格は間接税を除く商品別費用価格、輸入価格、為替

レートの説明変数として推定している。一方、輸入価格に関しては、外生変数である商品別税抜ドル建輸入価格に為替レートを乗じて、商品別税抜円建輸入価格を決定し、商品別輸入税率を考慮することにより、商品別税込輸入価格を決定する。ここで、輸出入においては産業と商品の一致を想定している。

$$PEX_i = f \left( \underset{(+)}{PIXC_j} - \frac{NIT_j}{X_j}, \underset{(+)}{PIMN_i}, \underset{(+)}{EXC} \right)$$

$$PIMN_i = PMD_j \times EXC$$

$$PIM_i = \frac{PIMN_i}{1 - MT_i}$$

PEX(i) : 商品別輸出価格、PIXC(i) : 商品別費用価格、NIT(j) : 産業別純間接税、X(j) : 産業別生産額、EXC : 対ドル為替レート、PIMN(i) : 商品別税抜輸入価格、PMD(i) : 商品別税抜ドル建輸入価格、PIM(i) : 商品別税込輸入価格、MT(i) : 商品別輸入税率(外)

そして、国内需要の場で成立する商品別国内需要価格を名目国内商品価格の実質国内商品需要に対する比を用いて統計的に接続する。

$$PS_i \leftarrow \frac{PCX_i \times Q_i + PIM_i \times IM_i - PEX_i \times EX_i}{Q_i + IM_i - EX_i}$$

PS(i) : 商品別国内需要価格、PCX(i) : 商品別生産価格、Q(i) : 商品別生産額、PIM(i) : 商品別税込輸入価格、IM(i) : 商品別輸入、PEX(i) : 商品別輸出価格、EX(i) : 商品別輸出

### ③最終需要項目デフレーター・物価指数

産業連関モデルにおいて、最終需要項目を商品別に配分するコンバータが存在する、国内家計最終消費や民間総固定資本形成、公的設備のデフレーターについては、コンバータと商品別国内需要価格の加重平均を用いて統計的に推定する。そして、国内家計最終消費デフレーターを用いて統計的に民間最終消費デフレーターに接続し、政府最終消費デフレーターは一般政府部門における商品生産価格に等しいものとする。輸出デフレーターと輸入デフレーターについては、名目値の実質値に対する比を用いて統計的に推定する。それ以外の最終需要項目のデフレーターについては行動方程式を用いて推計する。すなわち、民間住宅投資デフレーターについては卸売物価指数と民間総固定資本形成デフレーターを用いて、民間企業在庫品増加デフレーターについては卸売物価指数を用いて推計する。

$$PHCP \leftarrow \sum_i PS_i \times CVCP_i$$

$$PTP \leftarrow \sum_i PS_i \times CVTP_i$$

$$PIG \leftarrow \sum_i PS_i \times CVCG_i$$

$$PC \leftarrow PHCP$$

$$PCG = PCX_{16}$$

$$PEXP \leftarrow \frac{\sum_i PEX_i \times EX_i}{\sum_i EX_i}$$

$$PIMP \leftarrow \frac{\sum_i PIM_i \times IM_i}{\sum_i IM_i}$$

$$PIH = f(WPI, W)$$

(+) (+)

$$PIP = f(WPI, PTP)$$

(+) (+)

$$PJP = f(WPI)$$

(+)

PHCP : 国内家計最終消費デフレーター、P S : 商品別国内需要価格、  
 CVCP : 国内家計最終消費を商品別に分配するデフレーター、PTP : 民間総固定資本デフレーター、CVTP : 民間総固定資本形成を商品別に分配するデフレーター、  
 PIG : 公的設備投資デフレーター、CVIG : 公的設備投資を商品別に分配するデフレーター、PC : 民間最終消費デフレーター、PCG : 政府最終消費デフレーター、  
 PCX : 商品別生産価格、PEXP : 油種デフレーター、PEX : 商品別輸出価格、  
 EX : 商品別輸出、PIMP : 輸入デフレーター、PIM : 商品別輸入価格、  
 IM : 商品別輸入、PIH : 民間住宅投資デフレーター、W : 産業平均賃金、  
 PIP : 民間企業設備投資デフレーター、PJP : 民間企業在庫品増加デフレーター、  
 WPI : 卸売物価指数、CPI : 消費者物価指数、PGDP : GDP デフレーター

消費者物価指数は、民間最終消費デフレーターを用いて統計的に推定し、卸売物価指数においては、GDP デフレーター、就業者加重平均稼働率、輸入デフレーターを説明変数として推定している。

$$CPI \leftarrow PC$$

$$WPI = f(PGDP, TRR, PIMP, NOPP)$$

(+) (+) (+) (+)

CPI : 消費者物価指数、PGDP : GDP デフレーター、TRR : 就業者加重平均稼働率  
 NOPP : 原油価格

## 6)金融ブロック

中央銀行は、準備預金変動から来る資金過不足に対し、信用供与回収による対応を通じてコールレートなどの短期金融市場金利を上下させ、資金動機と取引動機に基づくハイパ

ワードマネーへの需要を動かし、間接的にマネーストックをコントロールすると同時に、コールレートを望ましい水準に誘導する。このことを踏まえ、短期金利(コールレート)を政策変数としてマネーストックを推定している。

長期金利については、短期金利との期間構造仮説に加え、財政赤字の影響も考慮し、短期金利、物価上昇率、一般政府資金過不足対名目 GDP 比を説明変数に導入し推定している。そして、貸出金利と預金金利については、短期金利や長期金利の動向が波及する形で推計している。

$$\log\left(\frac{M2CD}{PGDP}\right) = f(\log(GDP), \log(RAC))$$

(+)

$$RAG = f\left(RAC, GR(PGDP), \frac{GNLG}{GDPV}\right)$$

(+)

$$RAL = f(RAC, RAG, RAL(-1))$$

(+)

$$RAD = f(RAC, RAG, RAL)$$

(+)

$$\log(EXC) = f\left(\log\left(\frac{WPI}{WPEX}\right), \log(RAG), \log\left(\frac{KBC}{GDPV}\right)\right)$$

(+)

M2CD : マネーストック、PGDP : GDP デフレーター、GDP : 国内総生産 (GDP)、RAC : 短期金利(外)、RAG : 長期金利、GNLG : 一般政府資金過不足、KBC : GDPV : 名目 GDP、RAL : 貸出金利、RAD : 預金金利、WPI : 総合卸売物価指数、WPEX : 世界工業品輸出単価指数、KBC : 海外に対する債権の純増、

## 2. エネルギー間競合モデル

### (1)概要

本研究で用いるエネルギー間競合モデルは、日本のエネルギー需給について、1991～2008年（年次データ）を推計期間とした計量モデルである。永田他（1990）および永田（1995）のエネルギー間競合モデルの基本的考え方を参考とし、関数構造の修正及び推計期間の拡張等の変更を加えて再推計をおこなった。表 4 に、本研究で構築したエネルギー間競合モデルの特徴を示す。

表 4 本研究で構築したエネルギー間競合モデルの特徴

対象地域	日本(地域分割なし)
対象期間(サンプル)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・年次(暦年)データ</li> <li>・推定期間：1991～2008年(18年間)</li> </ul>
モデル規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>・方程式数：383本</li> </ul>
基本構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不均衡動学型</li> </ul>
エネルギー消費分類 (表 5 に詳細を示す)	産業分類：総合エネルギー統計に基づく 13 分類 運輸分類：総合エネルギー統計に基づく 9 分類 家庭・業務分類：エネルギー経済統計要覧に基づく各 5 分類
フィードバック構造	エネルギー消費量とエネルギー価格の推定においてフィードバック構造を形成。

### (2)エネルギー間競合モデルの全体構造

エネルギー間競合モデルは最小二乗法により推計された方程式と定義式の 383 本による連立式体系として構成されている。基本構造を図 2 に示す。本モデルは、一次エネルギーの輸入価格、産業別生産額などを外生変数として受け取り、各部門(産業、業務、家庭、運輸)における最終エネルギー消費量、二酸化炭素排出量を決定する。エネルギー消費分類の詳細に関しては表 5 に示す。

エネルギー最終ブロックで推定されるエネルギー需要は生産額当たりのエネルギー需要(シェア関数)を被説明変数(一部はエネルギー需要を被説明変数)としている。また、エネルギー転換・価格ブロックにより決定するエネルギー価格は、輸入エネルギー価格を外生変数とし、実際の 2 次エネルギー生産価格決定要因を考慮し決定する。

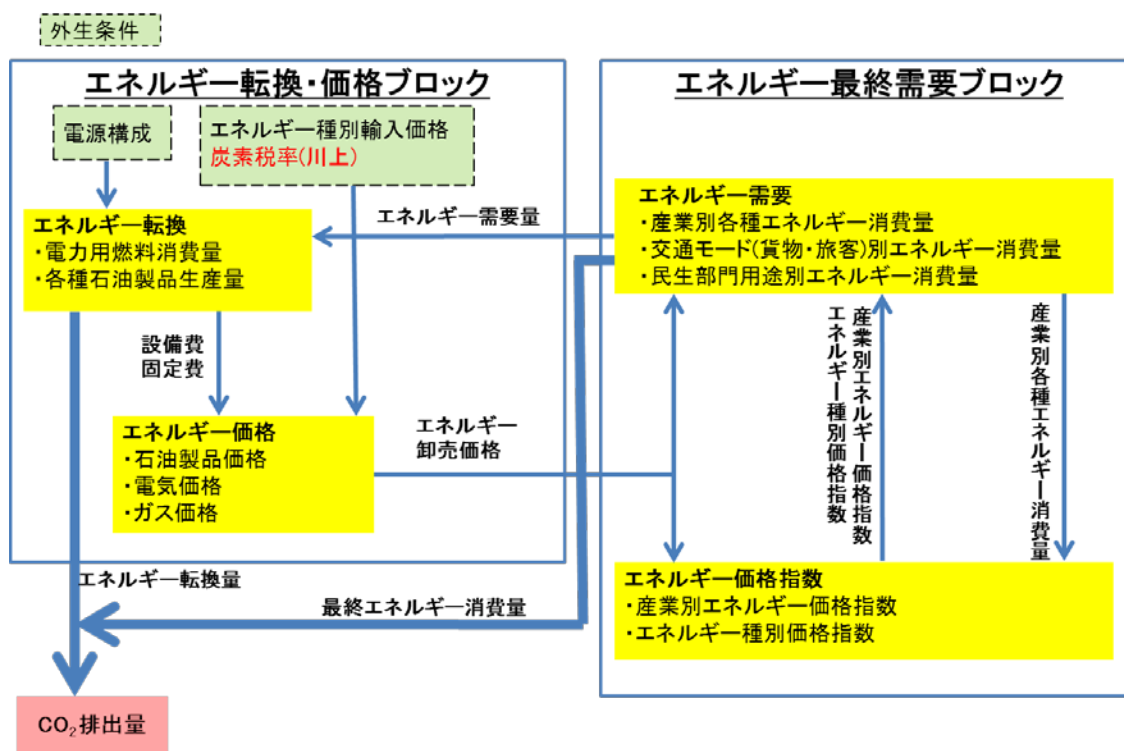


図2 エネルギー間競争モデルの基本構造

表5 エネルギー消費分類

部門	詳細分類(エネルギー用途)
産業部門	農林水産業、鉱業、食品、繊維、パルプ紙、化学、石油精製、窯業、鉄鋼業、非鉄一次金属、金属機械、その他製造、建設業の13分類。
家庭部門	暖房、冷房、給湯、厨房、その他動力の5分類。
業務部門	暖房、冷房、給湯、厨房、その他動力の5分類。
運輸部門	以下の9分類。 <ul style="list-style-type: none"> <li>旅客 乗用車、バス、鉄道、船舶、航空</li> <li>貨物 自動車・トラック、鉄道、船舶、航空</li> </ul>



図 2 にあるように、本モデルでは、エネルギー需要ブロックとエネルギー転換・価格ブロックから構成されている。各ブロックに関して以下に説明する。

### ①エネルギー最終需要ブロック

エネルギー需要ブロックでは、まず、エネルギー価格指数ブロックで求められたエネルギー総合価格指数、外生変数である産業別生産額等から、産業、民生、運輸の各部門におけるエネルギー最終消費量を決定する。さらに、それらのエネルギー最終需要の内訳であるエネルギー源別シェアは、エネルギー総合価格指数(後述)とエネルギー種別価格指数(後述)の比を説明変数として求められ、エネルギー最終需要量とエネルギー源別シェアの積により、エネルギー源別消費量が決定する。また、そのエネルギー源別消費量と二酸化炭素排出係数から、各部門別における二酸化炭素排出量を決定する。

エネルギー種別価格指数に関しては、エネルギー価格ブロックで決定した各種エネルギー価格から統計的に接続して求められる。

さらに、本ブロックでは、エネルギー需要ブロックにより決定したエネルギー源別消費量と上記のエネルギー種別価格指数を用いてフィッシャー型の総合価格指数(エネルギー総合価格指数)を部門別用途別に決定し、エネルギー需要関数やエネルギー源別シェアを推定する際に用いる。

### ②エネルギー転換・価格ブロック

本ブロックでは、エネルギー需要ブロックにより決定した、エネルギー源別消費量を用いて、一次エネルギーから二次エネルギー(供給に必要なエネルギー量)への変換量を求める。エネルギー価格ブロックでは、エネルギー転換ブロックにより求められた各種エネルギーの変換量、一次エネルギーの輸入価格等から、電力、石油精製品、ガスに関して、実際のエネルギー生産価格決定のメカニズムに基づき、各種エネルギー価格を決定する。

### (3)データ

エネルギー間競合モデルでは、データ源として、総合エネルギー統計、エネルギー経済統計要覧、財務省貿易統計、物価統計年報(日本銀行)、電気事業年報(電気事業連絡会)、ガス事業便覧(日本ガス協会)、家庭用エネルギーハンドブック(住環境計画研究所)、国民経済計算年報(内閣府)を利用している。表 6 にデータと出典元を示す。詳細に関しては付録 4 に記述する。

表 6 データと出典元

データ	出典元	掲載年数
<b>エネルギー需要</b>		
エネルギー源供給量及び転換量	総合エネルギー統計	90-08
部門別エネルギー源消費量	総合エネルギー統計	90-08
家庭部門用途別エネルギー消費量	エネルギー・経済統計要覧	70-08
業務用部門別エネルギー消費量	エネルギー・経済統計要覧	70-08
運輸部門輸送機関別エネルギー消費量	総合エネルギー統計	90-08
電気事業エネルギー消費量	総合エネルギー統計	90-08
<b>エネルギー価格</b>		
輸入エネルギー価格	財務省貿易統計	88-09
石油製品及び石炭製品	物価統計年報(日本銀行)	60-08
電力	電気事業年表(電気事業連合会)	79-08
都市ガス	ガス事業便覧(日本ガス協会)	90-08
家庭用エネルギー価格	エネルギー・経済統計要覧	90-08

表 6 データと出典元（つづき）

データ	出典元	掲載年数
<b>その他</b>		
人口	家庭用エネルギーハンドブック	70-08
主要経済指標	国民経済計算年報	70-08
業務部門業種別床面積	エネルギー・経済統計要覧	90-08
エネルギー源別CO2排出源単位	エネルギー・経済統計要覧	90-08
電源構成	エネルギー・経済統計要覧	90-08

(4)モデルの詳細な構造

本節では、エネルギー間競合モデルの詳細な構造を示す。なおエネルギー競合モデルにおける集約化したエネルギー種の分類に関して表 7 に示す。また、産業分類に関して、表 7 に示す。

表 7 エネルギー競合モデルにおける集約化したエネルギー分類

総合エネルギー統計による分類(※)	本モデルによる分類	エネルギー種別番号(i)
原料炭、一般炭、無煙炭等	石炭	1
コークス、コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス	コークス	2
ガソリン、ナフサ	軽質油	3
灯油、軽油、A重油	中質油	4
B重油、C重油	重質油	5
LPG, 製油所ガス、オイルコークス	その他燃料	6
潤滑油、その他石油製品	非エネルギー消費	7
天然ガス、都市ガス	都市ガス	8
購入電力	購入電力	9
自家発電	自家発電	10

(※総合エネルギー統計によるエネルギー分類)

1)エネルギー最終消費ブロック

①産業部門

エネルギー競合モデルにおける産業分類を表 8 に示し、産業部門におけるエネルギー需要量推定までのフローチャートを図 3 に示す。まず、産業 13 部門について、以下のエネルギー消費原単位の式を用いてエネルギー需要量を決定する。説明変数として、一期前の産業別生産額に対するエネルギー消費原単位、さらに、エネルギー価格の弾力性を考慮し、各産業部門別に対して定義的に決定したフィッシャー型のエネルギー総合価格指数(後述)を選択した。なお、鉄鋼と非鉄金属については、生産額が一次金属として一括計上されているため、両部門を合計したエネルギー需要を推定し、一定割合で両部門に割り振っている。

$$\log(EI_j / X_j) = f(\log(FIP_j), \log(EI_j(-1) / X_j(-1)))$$

EI(j) : 産業別エネルギー需要量、X(j) : 産業別生産額、FIP(j) : 産業別エネルギー価格指数

表 8 エネルギー間競争モデルにおける産業分類と対応番号

産業名	産業番号(j)
農林水産業	1
鉱業	2
食料	3
繊維	4
パルプ紙	5
化学	6
石油精製	7
窯業・土石	8
鉄鋼業	9
非鉄金属	10
金属機械	11
その他製造	12
建設業	13

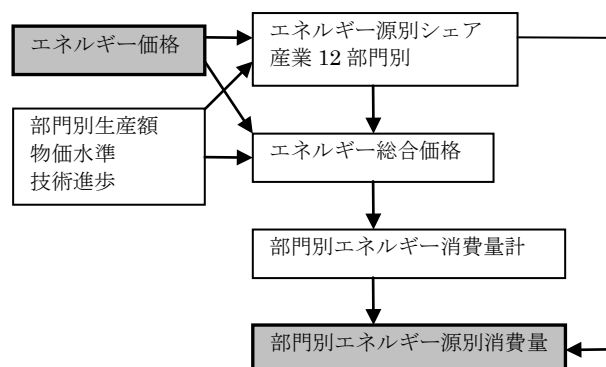


図 3 産業部門におけるエネルギー源別消費量推計のフローチャート

前述のフィッシャー型エネルギー総合価格指数は、産業部門別エネルギー源別消費量と価格ブロックにより推定した集約エネルギー価格指数を用いて、モデル内でパーシェ型価格指数とラスパイラス型価格指数の相乗平均により求められる。

- ・ラスパイラス型総合価格指数

$$RIP_j = \frac{\sum_{i=1} FEP_i \times IE_{j,i,t=2000}}{\sum_{i=1} FEP_{i,t=2000} \times IE_{j,i,t=2000}}$$

- ・パーシェ型総合価格指数

$$PIP_j = \frac{\sum_{i=1} FEP_i \times IE_{j,i}}{\sum_{i=1} FEP_{i,t=2000} \times IE_{j,i}}$$

・フィッシャー型価格指数

$$FIP_j = \sqrt{RIP_j \times PIP_j}$$

FEP(i) : i 種のエネルギー価格指数、IE(j,i) : j 産業 i 種のエネルギー消費量、  
 IE(j,i,t=2000) : j 産業 i 種の 2000 年におけるエネルギー消費量、  
 FEP(i,t=2000) : 2000 年における i 種のエネルギー価格指数、  
 RIP(j) : j 産業ラスパイラス型エネルギー総合価格指数、  
 PIP(j) : j 産業パーシェ型エネルギー総合価格指数、  
 FIP(j) : j 産業フィッシャー型エネルギー総合価格指数

次に、本モデルでは、上記の産業部門別に推定したエネルギー需要量にエネルギー源別消費量のシェアを乗じることで産業部門別エネルギー源別消費量を決定する。以下に本モデルで使用したシェア関数を示す。エネルギーシェアは部門計に対するシェアもしくは、競合エネルギー間の相対シェアのいずれかの形式をとっている。部門計に対するシェア関数では、被説明変数にエネルギー源別シェア、説明変数に、産業別エネルギー総合価格指数に対する各種エネルギー価格指数と一期前のシェアを選択している。競合エネルギー間のシェア関数では被説明変数に、競合するエネルギー種のシェアの比、説明変数に、競合するエネルギー種の価格指数に対する部門別エネルギー総合価格指数の比(もしくは、競合エネルギー間におけるエネルギー価格指数の比)と、一期前の競合するエネルギーとのシェアの比を選択としている。

・部門計に対するシェア

$$\log(SIE_{ji}) = f \left( \underset{(-)}{\text{LOG} \left( \frac{FEP_i}{FIP_j} \right)}, \underset{(+)}{\text{LOG}(SIE_{ji}(-1))} \right)$$

$$\log(SIE_{ji}) = f \left( \underset{(-)}{\text{LOG} \left( \frac{FEP_i(-1)}{FIP_j(-1)} \right)}, \underset{(+)}{\text{LOG}(SIE_{ji}(-1))} \right)$$

・競合エネルギー間の相対シェア

$$\log \left( \frac{SIE_{ji}}{SIE_{j'i'}} \right) = f \left( \underset{(-)}{\text{LOG} \left( \frac{FIP_j}{FEP_{i'}} \right)}, \underset{(+)}{\text{LOG} \left( \frac{SIE_{ji}(-1)}{SIE_{j'i'}(-1)} \right)} \right)$$

$$\log \left( \frac{SIE_{ji}}{SIE_{j'i'}} \right) = f \left( \underset{(-)}{\text{LOG} \left( \frac{FIP_j(-1)}{FEP_{i'}(-1)} \right)}, \underset{(+)}{\text{LOG} \left( \frac{SIE_{ji}(-1)}{SIE_{j'i'}(-1)} \right)} \right)$$

$$\log\left(\frac{SIE_{ji}}{SIE_{ji'}}\right) = f\left(\underset{(-)}{LOG\left(\frac{FEP_i}{FEP_{i'}}\right)}, \underset{(+)}{LOG\left(\frac{SIE_{ji}(-1)}{SIE_{ji'}(-1)}\right)}\right)$$

$$\log\left(\frac{SIE_{ji}}{SIE_{ji'}}\right) = f\left(\underset{(-)}{LOG\left(\frac{FEP_i(-1)}{FEP_{i'}(-1)}\right)}, \underset{(+)}{LOG\left(\frac{SIE_{ji}(-1)}{SIE_{ji'}(-1)}\right)}\right)$$

**SIE(ji)** : j 産業部門 i 種エネルギーシェア、  
**SIE(ji')** : j 産業部門における i 種エネルギーと競合関係にあるエネルギーのシェア、  
**FEP(i)** : i 種のエネルギー価格指数、  
**FEP(i')** : i 種エネルギーと競合関係にあるエネルギーの価格指数、  
**FIP(j)** : j 産業フィッシャー型エネルギー総合価格指数

## ②業務・家庭部門

業務・家庭部門に関しては、図 4 のフローチャートに示すように、基本的に産業部門と同様にして各種エネルギー需要量が決定される。エネルギー用途として、給湯、暖房・冷房・厨房・その他動力が挙げられる。また、エネルギー種として、業務部門においては、電力、ガス、石油、石炭を対象とし、家庭部門においては、電力、都市ガス、LPG、灯油を対象とする。そして、以下の式を用いて、各用途別エネルギー需要量を決定する。説明変数として、産業部門と同様にして各用途別に算出したエネルギー総合価格指数(フィッシャー型)と一期前の需要量を選択している。

・業務部門暖房

$$SH = f(\underset{(-)}{FSHP}, \underset{(+)}{SH(-1)})$$

・業務部門冷房

$$SR = f(\underset{(-)}{FSRP}, \underset{(+)}{SR(-1)}, \underset{(+)}{X_{15}})$$

・業務部門給湯

$$SW = f(\underset{(-)}{FSWP}, \underset{(+)}{SH(-1)})$$

・業務部門厨房

$$SK = f(\underset{(-)}{FSKP}, \underset{(+)}{SH(-1)}, \underset{(+)}{X_{15}})$$

・業務部門動力・その他

$$SME = f(\underset{(-)}{SELPP}, \underset{(+)}{SME(-1)})$$

・家庭部門暖房

$$HH = f(\underset{(-)}{FHHP}, \underset{(+)}{SH(-1)})$$

・家庭部門冷房

$$HRE = f(\text{TREND}, HRE(-1))$$

(−) (+)

・家庭部門給湯

$$HW = f(\text{FHWP}, SW(-1))$$

(−) (+)

・家庭部門厨房

$$HK = f(\text{FHKP}, SK(-1))$$

(−) (+)

・家庭部門動力・その他

$$HME = f(\text{HELPP}, SME(-1))$$

(−) (+)

SR：床面積当り業務部門冷房需要、SH：床面積当り業務部門暖房需要、SK：床面積当り業務部門厨房需要、SW：床面積当り業務部門給湯需要、SME：床面積当り業務部門動力・その他需要、HH：家庭部門暖房需要、HRE：家庭部門冷房需要、HW：家庭部門給湯需要、HK：家庭部門厨房需要、HME：家庭部門動力・その他需要、  
FSHP：業務部門暖房用エネルギー総合価格指数、FSRP：業務部門冷房用エネルギー総合価格指数、FSKP：業務部門厨房用エネルギー総合価格指数、FSWP：業務部門給湯用エネルギー総合価格指数、SELPP：業務用電力価格、FHHP：家庭部門暖房用エネルギー総合価格指数、TREND：タイムトレンド、FHWP：家庭部門給湯用エネルギー総合価格指数、FHKP：家庭部門厨房用エネルギー総合価格指数、HELPP：家庭用電力価格、  
X(15)：サービス業・その他生産額

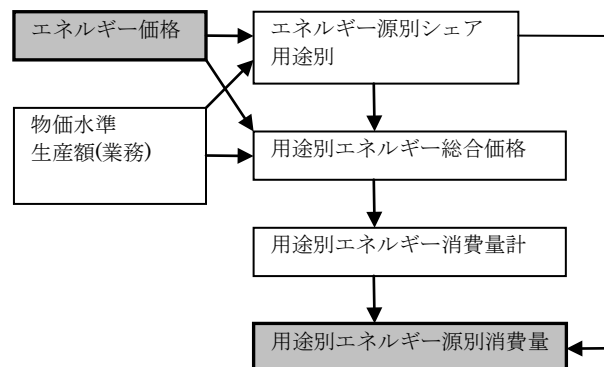


図4 業務・家庭部門におけるエネルギー源別消費量推計のフローチャート

また、以下のように産業部門と同じ構造式を用いて、エネルギー種別シェアを決定する。そして、用途別エネルギー需要量との積により、用途別エネルギー種別消費量が決定される。

・部門計に対するシェア

$$\log(SS_{ji}) = f \left( \underset{(-)}{\text{LOG} \left( \frac{SP_i}{FSP_j} \right)}, \underset{(+)}{\text{LOG}(SS_{ji}(-1))} \right)$$

$$\log(SH_{ji}) = f \left( \underset{(-)}{\text{LOG} \left( \frac{HP_i}{FHP_j} \right)}, \underset{(+)}{\text{LOG}(SH_{ji}(-1))} \right)$$

・競合エネルギー間の相対シェア

$$\log \left( \frac{SS_{ji}}{SS_{j'i'}} \right) = f \left( \underset{(-)}{\text{LOG} \left( \frac{SP_i}{SP_{i'}} \right)}, \underset{(+)}{\text{LOG} \left( \frac{SS_{ji}(-1)}{SS_{j'i'}(-1)} \right)} \right)$$

$$\log \left( \frac{SH_{ji}}{SH_{j'i'}} \right) = f \left( \underset{(-)}{\text{LOG} \left( \frac{HP_i}{HP_{i'}} \right)}, \underset{(+)}{\text{LOG} \left( \frac{SH_{ji}(-1)}{SH_{j'i'}(-1)} \right)} \right)$$

SS(ji) : 業務部門 j 用途 i 種エネルギーシェア、  
 SS(ji') : 業務部門 j 用途における i 種エネルギーと競合関係にあるエネルギーのシェア、  
 SH(ji) : 家庭部門 j 用途 i 種エネルギーシェア、  
 SH(ji') : 家庭部門 j 用途における i 種エネルギーと競合関係にあるエネルギーのシェア  
 SP(i) : 業務部門 i 種のエネルギー価格指数、  
 SP(i') : 業務部門 i 種エネルギーと競合関係にあるエネルギーの価格指数、  
 HP(i) : 家庭部門 i 種のエネルギー価格指数、  
 HP(i') : 家庭部門 i 種エネルギーと競合関係にあるエネルギーの価格指数、  
 FSP(j) : 業務部門 j 用途エネルギー総合価格指数  
 FHP(j) : 家庭部門 j 用途エネルギー総合価格指数

#### ① 運輸部門

運輸部門においては、輸送手段とその燃料は 1 対 1 の関係であり、エネルギー間の競合がないとしている。そのため、各交通モード別エネルギー源別の消費原単位を直接決定している。表 9 と表 10 に運輸部門におけるモード分類と対象エネルギー種に関して示す。以下に、エネルギー需要関数をしめす。旅客需要においては、人・km 当たりのエネルギー消費量を説明変数とし、貨物需要に関しては、トン・km 当たりのエネルギー消費量を説明変数とする。

・旅客

$$\log\left(\frac{PE_{ji}}{NKP_j \times SPE_{ji}}\right) = f\left(TREND, FEP_i, \log\left(\frac{PE_{ji}(-1)}{NKP_j(-1) \times SPE_{ji}(-1)}\right)\right)$$

(-) (+)

・貨物

$$\log\left(\frac{PE_{ji}}{TKP_j \times SPE_{ji}}\right) = f\left(TREND, FEP_i, \log\left(\frac{PE_{ji}(-1)}{TKP_j(-1) \times SPE_{ji}(-1)}\right)\right)$$

(-) (+)

PE(ji) : j モード i 種エネルギー需要量、SPE(ji) : j モード i 種エネルギーのシェア  
 FEP(i) : i 種のエネルギー価格指数、NKP(j) : j モードの需要量(人×キロメートル)、  
 TKP(j) : j モードの需要量(トン×キロメートル)、TREND : タイムトレンド

表 9 運輸部門モード分類と対応番号

モード分類		モード分類番号(j)
旅客	乗用車	1
	バス	2
	鉄道	3
	船舶	4
	航空	5
貨物	自動車・トラック	6
	鉄道	7
	船舶	8
	航空	9

表 10 エネルギー種の分類と対応番号

エネルギー分類	エネルギー種別番号(i)
ガソリン	1
ジェット燃料	2
軽油	3
重油	4
潤滑油	6
LPG	7
購入電力	8



② 二酸化炭素排出量の推計に関して

本研究では、産業部門、家庭・業務部門、運輸部門におけるエネルギー消費量から二酸化炭素排出量を導出する。しかし、本研究で使用した「総合エネルギー統計」の最終需要項目におけるエネルギー消費量は、燃料用途のほかに、原材料用途の分も合算されている。そのため、本モデルから推定されたエネルギー消費量に対して、単純に二酸化炭素排出係数をかけた値と、実際の二酸化炭素排出量の間には、大きな誤差が発生すると考えられる。そこで、本研究では以下の式のように、モデルで推計されたエネルギー消費量に二酸化炭素排出量をかけた値から、エネルギー・経済統計要覧に示された二酸化炭素排出量の値(原データは国立環境研究所)に統計的に接続する。そして最後に、それらの項目とその他の二酸化炭素排出項目(外生変数)を足し合わせ、国内エネルギー起源の総二酸化炭素排出量を導出する。

・産業部門二酸化炭素排出量

$$INCO_2 \leftarrow f \left( \sum_j \sum_i (IE_{ji} \times RC_i) \right)$$

・家庭部門二酸化炭素排出量

$$HOME CO_2 \leftarrow f \left( \sum_i H_i \times RC_i \right)$$

・業務部門二酸化炭素排出量

$$RESCO_2 \leftarrow f \left( \sum_i S_i \times RC_i \right)$$

・運輸部門二酸化炭素排出量

$$TRACO_2 \leftarrow f \left( \sum_j \sum_i (PE_{ji} \times RC_i) \right)$$

・国内エネルギー起源二酸化炭素排出量

$$CO_2 = INCO_2 + HOME CO_2 + RESCO_2 + TRACO_2 + OTHCO_2$$

INCO<sub>2</sub> : 産業部門二酸化炭素排出量、IE(ji) : j 産業 i 種のエネルギー消費量、  
 RC(i) : エネルギー種別二酸化炭素排出係数、HOME CO<sub>2</sub> : 家庭部門二酸化炭素排出量、  
 H(i) : 家庭部門 i 種エネルギー消費量、RESCO<sub>2</sub> : 業務部門二酸化炭素排出量、  
 S(i) : 業務部門 i 種エネルギー消費量、TRACO<sub>2</sub> : 運輸部門二酸化炭素排出量、  
 PE(ji) : j モード i 種エネルギー消費量、OTHCO<sub>2</sub> : その他の要因による二酸化炭素排出量、  
 CO<sub>2</sub> : 国内エネルギー起源の二酸化炭素排出量

2) エネルギー転換ブロック

本節では、各部門に対して、一次エネルギー供給量の推定、及び各種エネルギー価格の推定方法に関して記述する。

① 電力部門

電源計画は電源の経済性のみならず、環境影響やエネルギー安全保障など国の政策と密接に関係しているが、電気料金に関しては、基本的に原価主義に基づき設定されている。本研究で使用するエネルギー競合モデルでは、政策的に決定される電源構成や、輸入エネルギー価格等を外生変数とし、図 5 に示す手順で、料金設定を行っている。モデルでは始めに、総設備容量や発電方式別シェアにより決定する固定費や燃料費から総括原価を推定

し、これをもとに契約種別の電力価格が決定される。

・総発電電力量

$$HTL = f(EPFD)$$

(+)

・石炭火力消費量

$$COTH = f(HTL \times SHCO)$$

(+)

・LNG 火力消費量

$$LNGTH = f(HTL \times SHLNG)$$

(+)

・石油火力消費量

$$OITH = f(HTL \times SHOI)$$

(+)

・燃料単位コスト

$$\frac{UCFU}{HTL} = f\left( NCPP \times COTH + NOPP \times OITH + LNGPP \times LNGTH, \frac{UCFU(-1)}{HTL(-1)} \right)$$

(+)

・労働単位コスト

$$\frac{UCLA}{HTL} = f(TLUR, TREND)$$

(-) (+)

・資本単位コスト

$$\log\left(\frac{UCCA}{HTL}\right) = f(SELNU, TREND)$$

(+)

・修繕単位コスト

$$\log\left(\frac{UCRP}{HTL}\right) = f\left(\log\left(\frac{STL}{WPI}\right), \log\left(\frac{UCRP(-1)}{HTL(-1)}\right)\right)$$

(-) (+)

・合計単位コスト

$$\frac{UCTL}{HTL} = f\left(UCFU + UCLA + UCCA + UCRP, \frac{UCTL(-1)}{HTL(-1)}, TREND\right)$$

(+)

・産業用電力単価

$$ELPP = f\left(\frac{UCTL}{HTL}, TREND\right)$$

(+)

$$FEP9 = f(ELPP)$$

・業務用電力単価

$$SELPP = f\left(\frac{UCTL}{HTL}, TREND\right)$$

(+)

・家庭用電力単価

$$HELPP = f\left(\frac{UCTL}{HTL}, TREND\right)$$

(+)

HTL：総発電電力量、EPFD：総電力需要量、COth：石炭消費熱量、SHCO：石炭火力発電量シェア、LNGth：LNG消費熱量、SHLNG：LNG火力発電シェア、OITH：石油消費熱量、SHOI：石油火力消費熱量、UCFU：燃料コスト、UCLA：労働コスト、UCCA：資本コスト、TLUR：総設備利用率、UCRP：修繕コスト、STL：総設備容量、WPI：卸売物価指数、UCTL：合計コスト、ELPP：産業用電力単価、FEP9：電力価格指数、SELPP：業務用電力価格、HELPP：家庭用電力価格

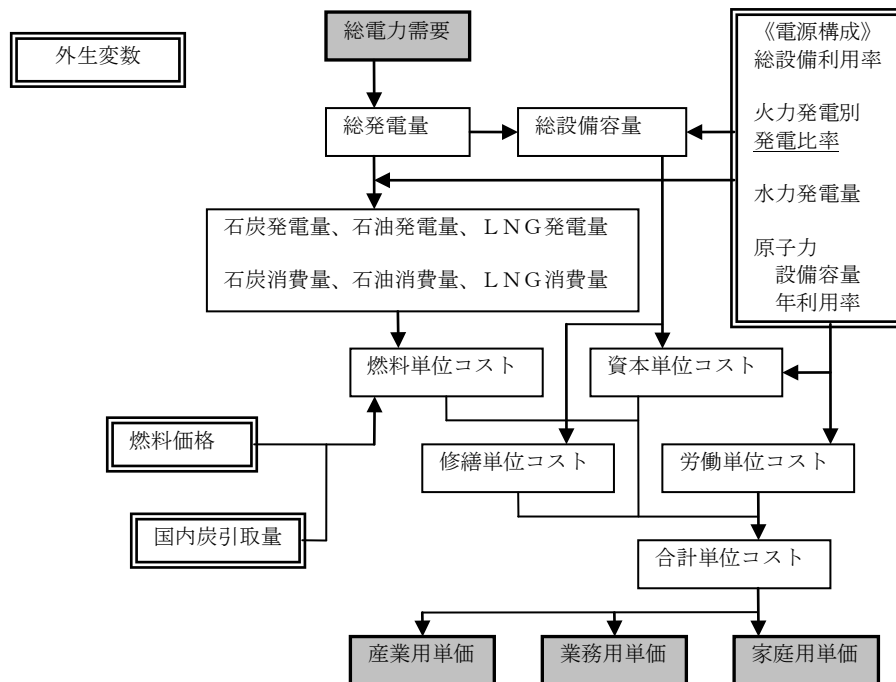


図5 電力価格設定の概要図

## ②石油製品部門

石油製品の価格設定に関するフローチャートを図6に示す。図内に示すように、製品総平均価格を決定する際に、輸入原油価格や石油税を説明変数に選択している。また、石油精製の際に、重質油の比率が高まると精製マージンが低下するという関係をモデルに反映させるために、全石油製品精製量に対する重質油精製量の割合も説明変数に選択した。そして、製品総平均価格を推定した後、各石油精製品の価格を設定している。以下に石油

製品の価格設定に関する式を示す。

・全製品平均出荷価格

$$\log(PPP) = f\left(\frac{NOPP}{WPI}, \frac{NOPP(-1)}{WPI(-1)}, \frac{HORF}{TLRF}\right)$$

(+)            (+)            (-)

・運輸・産業用各石油精製品価格指数(i : 3~7)

(3 : 軽質油、4 : 中質油、5 : 重質油、6 : その他燃料油、7 : 非エネルギー消費)

$$FEP_i = f(PPP)$$

(+)

・家庭・業務用エネルギー価格

$$HKEPP = f(FEP_4)$$

(+)

$$SOIPP = f(FEP_4)$$

(+)

PPP : 石油製品平均出荷価格、NOPP : 原油輸入価格(石油税込)、WPI : 卸売物価指数、HORF : 重質油精製量、TLRF : 石油精製量、FEP(i) : i 種エネルギー価格指数、HKEPP : 家庭用灯油価格、SOIPP : 業務用石油価格

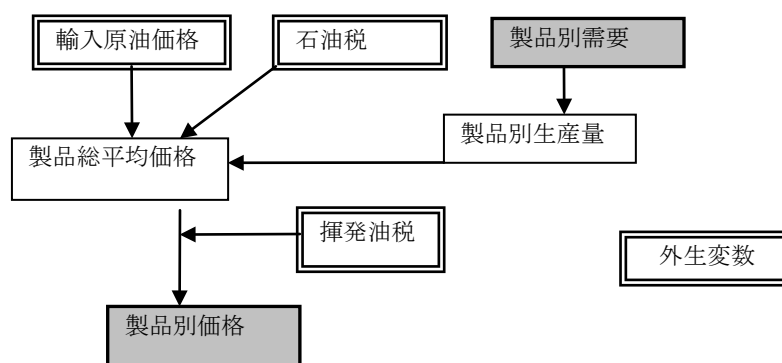


図6 石油製品価格設定の概要図

### 3) 都市ガス部門

ガス価格に関する価格設定のフローチャートを図7に示す。図に示すように、ガス供給の費用を固定費と可変費に分ける。そして、固定費をガス供給設備の規模に関する総ガス需要量と、原料に占めるLNGの割合を説明変数として求める。さらに、可変費をガス需要量とLNG輸入価格を説明変数として求める。これらの費用からエネルギー価格指数(ガス)を導出し、そこから業務用都市ガス単価と家庭用都市ガス単価をそれぞれ求める。

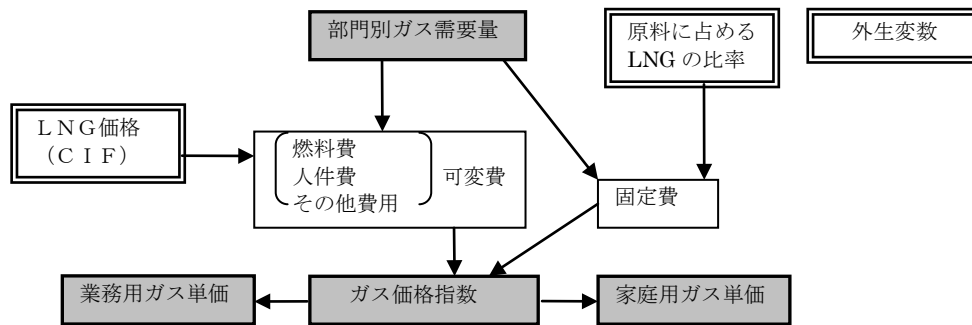


図 7 都市ガス価格設定の概要図

- ・ ガス費用(固定費)

$$\log\left(\frac{KOTEI}{ALGAS}\right) = f(RLNG, TREND)$$

(+)

- ・ ガス費用(可変費)

$$\log(KAHEN) = f(ALGAS, LNGPP)$$

(+)            (+)

- ・ 産業用ガス価格指数

$$FEP_8 = f(KOTEI, KAHEN)$$

- ・ 業務用都市ガス価格

$$SCGPP = f(FEP_8)$$

- ・ 家庭用都市ガス価格

$$HCGPP = f(FEP_8)$$

KOTEI：都市ガス固定費、KAHEN：都市ガス可変費、ALGAS：ガス需要量、RLNG：原料に占める LNG の割合、TREND：タイムトレンド、LNGPP：LNG 輸入価格、FEP(8)：エネルギー価格指数(ガス)、SCGPP：業務用都市ガス価格、HCGPP：家庭用都市ガス価格

3. 多部門マクロ計量経済モデル方程式一覧

(1)最終需要ブロック

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間：1997～2005年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
1	実質国内 家計最終 消費	$\begin{aligned} \text{HCP} = & 44957.9 + 0.199427 * (\text{YW} / \text{PHCP}) \\ & (11.4) \quad (4.64) \\ & + 0.041366 * ((1 + \text{RAL}) * (\text{MAHT}(-1) - \text{MLHT}(-1)) / \text{PHCP}) \\ & (9.02) \\ & + 0.500227 * \text{HCP}(-1) \\ & (6.13) \end{aligned}$	0.99	1.75
2	実質民間 住宅投資	$\begin{aligned} \text{IH} = & 1252.09 + 46864.6 * (\text{YW} / \text{PHCP} - \text{YW}(-1) / \text{PHCP}(-1)) / (\text{YW} / \text{PHCP}) \\ & (0.879) \quad (4.03) \\ & + 0.903682 * (\text{IH}(-1) + \text{IH}(-2)) / 2 + 2978.60 * \text{DDIH2} \\ & (13.4) \quad (8.02) \end{aligned}$	0.91	1.45
3	実質民間企 業設備投資 (農林水産 業)	$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{IP1}) = & 2.78215 + 0.249913 * \text{LOG}(\text{X1}) \\ & (0.329) \quad (0.426) \\ & + 0.774736 * \text{LOG}(\text{IP1}(-1)) \\ & (5.75) \\ & - 0.262251 * \text{LOG}(\text{KP1} + \text{KP1}(-1) + \text{KP1}(-2) + \text{KP1}(-3)) \\ & (-0.946) \end{aligned}$	0.83	2.04
4	実質民間企 業設備投資 (鉱業)	$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{IP2}) = & 3.95175 + 0.581666 * \text{LOG}(\text{IP2}(-1)) - 0.236595 * \text{LOG}(\text{KP2}(-1)) \\ & (2.47) \quad (5.84) \quad (-1.31) \\ & - 0.036940 * \text{LOG}(\text{UC2} / \text{PIX2}) + 0.237032 * \text{DDIP2} \\ & (-0.565) \quad (8.32) \end{aligned}$	0.82	2.06
5	実質民間企 業設備投資 (食料)	$\begin{aligned} \text{IP3} = & -12.7820 + 0.030511 * (\text{BS3}(-1) + \text{BS3}(-2)) \\ & (-0.109) \quad (1.88) \\ & + 0.934196 * (\text{IP3}(-1)) + 283.338 * \text{DDIP3} \\ & (8.01) \quad (20.3) \end{aligned}$	0.95	2.06
6	実質民間企 業設備投資 (繊維)	$\begin{aligned} \text{IP4} = & 158.177 + 0.113543 * (\text{X4} - \text{X4}(-1)) + 0.871108 * (\text{IP4}(-1)) \\ & (2.58) \quad (2.29) \quad (10.1) \\ & - 0.00580984 * (\text{KP4}(-1)) + 147.020 * \text{DDIP4} \\ & (-0.962) \quad (4.29) \end{aligned}$	0.82	1.98
7	実質民間企 業設備投資 (パルプ紙)	$\begin{aligned} \text{IP5} = & 53.0000 + 0.213101 * (\text{X5} - \text{X5}(-1)) + 0.939052 * (\text{IP5}(-1)) \\ & (1.18) \quad (6.13) \quad (17.7) \\ & + 109.818 * \text{DDIP5} \\ & (7.58) \end{aligned}$	0.95	1.53
8	実質民間企 業設備投資 (化学)	$\begin{aligned} \text{IP6} = & 2822.79 + 0.093490 * (\text{X6} - \text{X6}(-1)) + 0.258178 * (\text{IP6}(-1) * \text{DDIP62}) \\ & (13.3) \quad (1.40) \quad (8.37) \\ & - 5112.92 * (\text{UC6} / \text{PIX6}) \\ & (-3.11) \end{aligned}$	0.85	1.32
9	実質民間企 業設備投資 (石油・石炭)	$\begin{aligned} \text{IP7} = & 195.999 + 0.030275 * (\text{X7} - \text{X7}(-1)) + 0.724862 * (\text{IP7}(-1)) \\ & (3.55) \quad (2.39) \quad (8.21) \\ & - 336.137 * (\text{UC7} / \text{PIX7}) + 85.9595 * \text{DDIP7} \\ & (-2.40) \quad (6.48) \end{aligned}$	0.82	1.94
10	実質民間企 業設備投資 (窯業・土石)	$\begin{aligned} \text{IP8} = & 279.864 + 0.181646 * (\text{X8} - \text{X8}(-1)) + 0.850077 * (\text{IP8}(-1)) \\ & (2.29) \quad (6.77) \quad (9.44) \\ & - 1297.47 * (\text{UC8} / \text{PIX8}) + 87.5080 * \text{DDIP8} \\ & (-2.12) \quad (6.17) \end{aligned}$	0.97	2.54
11	実質民間企 業設備投資 (一次金属)	$\begin{aligned} \text{IP9} = & 1191.09 + 0.108683 * (\text{X9} - \text{X9}(-1)) + 0.712398 * (\text{IP9}(-1)) \\ & (3.27) \quad (5.52) \quad (7.76) \\ & - 0.00331911 * (\text{KP9}(-1)) - 2666.18 * (\text{UC9} / \text{PIX9}) \\ & (-0.652) \quad (-2.45) \\ & + 308.385 * \text{DDIP9} \\ & (4.39) \end{aligned}$	0.89	1.91

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
12	実質民間企業設備投資 (金属機械)	$IP10 = -530.840 + 0.141625*(X10) - 0.077754*(KP10(-1))$ (-0.424) (11.9) (-4.90)	0.92	0.86
13	実質民間企業設備投資 (その他製造)	$IP11 = 765.737 + 0.151160*(X11 - X11(-1)) + 0.761016*(IP11(-1))$ (5.19) (9.24) (11.3) $-2798.07*(UC11/PIX11) + 118.196*DDIP11$ (-3.66) (3.74)	0.93	1.94
14	実質民間企業設備投資 (建設業)	$IP12 = 744.353 + 0.057631*(X12 - X12(-1)) + 0.694174*(IP12(-1))$ (3.87) (2.28) (8.70) $+425.885*DDIP12$ (8.25)	0.89	1.98
15	実質民間企業設備投資 (電気ガス水道)	$IP13 = -862.278 + 0.318535*X13 + 0.691676*(IP13(-1))$ (-1.71) (3.49) (8.02) $-0.052385*(KP13(-1)) + 582.033*DDIP13$ (-3.62) (5.42)	0.93	2.03
16	実質民間企業設備投資 (運輸通信)	$IP14 = 1599.66 + 0.467135*(X14 - X14(-1)) + 0.757495*(IP14(-1))$ (2.54) (6.17) (10.3) $+1185.06*DDIP14 + 541.340*DDIP142$ (10.8) (5.73)	0.95	1.47
17	実質民間企業設備投資 (サービス・その他)	$IP15 = -1675.39 + 0.300809*(X15 - X15(-1))$ (-1.71) (6.84) $+1.00231*(IP15(-1)) + 2710.55*DDIP15$ (30.1) (6.33)	0.97	2.26
18	民間企業設備投資	$IP = -1692.74 + 1.11685*TIP$ (-1.22) (51.4)	0.99	0.14
19	民間総固定資本形成	$TPIO = 17481.5 + 0.807803*(IH + IP)$ (1.78) (7.75)	0.87	2.13
20	公的設備投資	$IGIO = 1750.58 + 0.963747*IG$ (1.08) (19.8)	0.98	2.34
21	民間企業在庫品増加	$JP = -103.950 + 1.01579*(KJ - KJ(-1)) + 284.801*DDJP$ (-2.15) (46.4) (4.25)	0.99	1.43
22	在庫品増加 (SNAIO)	$TJIO = -610.854 + 1.04741*(JP + JG) + 1634.07*DDTJIO$ (-3.59) (13.8) (6.13)	0.96	2.23
23	実質民間企業在庫ストック	$KJ = 5740.09 + 0.030243*TX - 14109.7*(RAL - (PJP/PJP(-1) - 1))$ $+0.554573*KJ(-1)$	0.92	1.56
24	名目民間企業在庫品増加	$JPV = 576.261 + 0.845562*(JP*PJP) + 1290.64*DDJPV1$ (5.35) (16.3) (6.74) $+1047.58*DDJPV2 + 738.997*DDJPV3$ (5.74) (3.74)	0.97	1.14
25	名目公的在庫品増加	$JGV = 43.1024 + 0.766494*(JG*PJG) + 140.607*DDJGV$ (7.22) (16.2) (11.4)	0.97	1.82

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W
1	実質輸出 (食料)	$LOG(EX3)=3.95683+0.192435 \times LOG(WTD) - 1.43685 \times LOG(PEX3/PIMN3)$ (10.7) (4.62) (-6.17)	0.82	1.51
	実質輸出 (繊維)	$LOG(EX4)=6.48224 - 0.180785 \times LOG(PEX4/PIMN4) + 0.107354 \times NDEX4$ (582) (-1.19) (5.68)	0.65	1.42
	実質輸出 (パルプ紙)	$LOG(EX5)=4.46106+0.125679 \times LOG(WTD) -$ $0.644995 \times LOG(PEX5/PIMN5) + 0.192957 \times NDEX5$ (13.7) (3.34) (-4.42) (4.82)	0.78	2.48
	実質輸出 (化学)	$LOG(EX6)=3.32579+0.554978 \times LOG(WTD) - 0.590324 \times LOG(PEX6/PIMN6)$ (8.51) (12.7) (-2.99)	0.97	0.87
	実質輸出 (石油・石炭)	$LOG(EX7)=2.56001+0.384049 \times LOG(WTD) + 0.266236 \times NDEX7$ (4.87) (6.31) (6.61)	0.78	1.22
	実質輸出 (窯業・土石)	$LOG(EX8)=3.40537+0.341906 \times LOG(WTD) - 1.11004 \times LOG(PEX8/PIMN8)$ (7.64) (6.65) (-11.7)	0.98	1.30
	実質輸出 (一次金属)	$LOG(EX9)=3.39357+0.507700 \times LOG(WTD) - 0.511434 \times LOG(PEX9/PIMN9)$ (7.37) (9.85) (-1.59)	0.89	0.93
	実質輸出 (金属機械)	$LOG(EX10)=3.72809+0.730598 \times LOG(WTD) - 0.112597 \times LOG(PEX10/PIMN10)$ (16.2) (25.9) (-0.66)	0.98	1.69
	実質輸出 (その他製造)	$LOG(EX11)=6.03924+0.383778 \times LOG(WTD) - 0.708403 \times LOG(PEX11/PIMN11)$ (18.4) (10.0) (-3.89)	0.91	1.36
	実質輸出 (建設業)	$LOG(EX12)=5.18170+0.227204 \times LOG(WTD) -$ $0.534496 \times LOG(PEX12/PIMN12) + 0.174369 \times NDEX12$ (13.4) (5.09) (-1.99) (4.48)	0.78	2.08
	実質輸出 (運輸)	$LOG(EX15)=4.79676+0.408204 \times LOG(WTD) - 0.153524 \times LOG(PEX15/PIMN15)$ (12.0) (9.10) (-0.946)	0.86	1.70
	実質輸出 (通信)	$LOG(EX16)=-3.74955+0.847805 \times LOG(WTD) -$ $0.199285 \times LOG(PEX16/PIMN16) + 0.617888 \times NDEX16$ (-3.58) (6.98) (-0.202) (5.05)	0.80	1.16
	実質輸出 (サービス)	$LOG(EX17)=3.21910+0.641234 \times LOG(WTD) - 0.464628 \times LOG(PEX17/PIMN17)$ (4.63) (8.02) (-1.43)	0.88	0.97
	実質輸入 (農林水産業)	$LOG(IM1)=-5.04477+1.30030 \times LOG(DC1 - EX1) - 0.176243 \times LOG(PIM1/PCX1)$ (-4.04) (10.1) (-2.41)	0.91	1.85
	実質輸入 (鉱業)	$LOG(IM2)=-1.69488+1.17402 \times LOG(DC2 - EX2)$ (-1.26) (7.86)	0.78	0.128
	実質輸入(食料)	$LOG(IM3)=6.595+0.163597 \times LOG(DC3 - EX3) - 23.9171 \times NDIM3/TREN$ (0.747) (0.197) (-7.12)	0.75	2.03
	実質輸入 (繊維)	$LOG(IM4)=7.95688 - 0.851009 \times LOG(PIM4/PCX4) - 36.8444 \times NDIM4/TREN$ (173) (-2.32) (-6.17)	0.70	0.84
実質輸入 (パルプ)	$LOG(IM5)=5.95391 - 0.448825 \times LOG(PIM5/PCX5) + 0.132622 \times NDIM5$ (540) (-3.99) (8.56)	0.83	1.26	
実質輸入 (化学)	$LOG(IM6)=-8.86913+1.32143 \times LOG(DC6 - EX6) + 0.032961 \times TREN$ (-0.93) (1.41) (10.89)	0.87	0.77	



実質輸入 (石油・石炭)	$\text{LOG(IM7)}=0.272999+0.744375 \times \text{LOG}(\text{DC7}-\text{EX7})-0.215424 \times \text{LOG}(\text{PIM7/PCX7})+0.234928 \times \text{NDIM7}$ <p style="text-align: center;">(0.125)                      (3.24)                      (-1.67)</p>	0.78	2.33
実質輸入 (窯業・土石)	$\text{LOG(IM8)}=-10.0267+0.046798 \times \text{TREN}+1.36590 \times \text{LOG}(\text{DC8EX8})+0.088554 \times \text{NDIM8}$ <p style="text-align: center;">(-2.83)                      (3.44)                      (2.91)                      (10.4)</p>	0.90	1.58
実質輸入 (一次金属)	$\text{LOG(IM9)}=-7.29424+1.20521 \times \text{LOG}(\text{DC9}-\text{EX9})+0.027815 \times \text{TREN}$ <p style="text-align: center;">(-2.58)                      (4.83)                      (6.57)</p>	0.71	1.42
実質輸入 (金属機械)	$\text{LOG(IM10)}=-33.9720+3.78697 \times \text{LOG}(\text{DC10}-\text{EX10})$ <p style="text-align: center;">(-6.42)                      (8.14)</p>	0.79	0.43
実質輸入 (その他製造)	$\text{LOG(IM11)}=-7.38255+1.35429 \times \text{LOG}(\text{DC11}-\text{EX11})+0.204982 \times \text{NDIM11}$ <p style="text-align: center;">(-3.79)                      (7.58)                      (5.67)</p>	0.82	0.83
実質輸入 (建設業)	$\text{LOG(IM12)}=-17.1902+1.93227 \times \text{LOG}(\text{DC12}-\text{EX12})-0.582478 \times \text{LOG}(\text{PIM12/PCX11})+0.060933 \times \text{TREN}$ <p style="text-align: center;">(-2.65)                      (3.58)                      (-2.65)                      (5.20)</p>	0.80	1.45
実質輸入 (運輸業)	$\text{LOG(IM15)}=7.81671-1.22305 \times \text{LOG}(\text{PIM15/PCX14})+0.403885 \times \text{NDIM15}$ <p style="text-align: center;">(170)                      (-5.18)                      (5.12)</p>	0.68	1.14
実質輸入 (通信業)	$\text{LOG(IM16)}=-0.305312+0.501454 \times \text{LOG}(\text{DC16}-\text{EX16})+0.543283 \times \text{NDIM16}$ <p style="text-align: center;">(-0.29)                      (4.49)                      (3.42)</p>	0.62	1.54
実質輸入 (サービス・その他)	$\text{LOG(IM17)}=2.25809+0.501088 \times \text{LOG}(\text{DC17}-\text{EX17})+0.170757 \times \text{NDIM17}$ <p style="text-align: center;">(1.12)                      (3.18)                      (7.63)</p>	0.76	1.78
輸出	$\text{EX}=-5604.50+1.07339 \times \text{EXIO}$ <p style="text-align: center;">(-8.49)                      (94.5)</p>	0.99	1.89
輸入	$\text{IM}=-326.380+1.02405 \times \text{IMIO}$ <p style="text-align: center;">(-0.39)                      (58.2)</p>	0.99	1.68

## (2)生産・労働ブロック

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間：1991～2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
1	実質生産 (農林水産業)	$X1=4615.44+0.739377 \times Q1$ (3.51) (8.08)	0.79	0.69
	実質生産 (鉱業)	$X2=382.199+1.11719 \times Q2$ (3.05) (8.95)	0.82	1.12
	実質生産 (食料)	$X3=-8488.87+1.13944 \times Q3$ (-0.93) (4.71)	0.55	0.53
	実質生産 (繊維)	$X4=461.175+0.923824 \times Q4$ (5.78) (37.5)	0.99	0.81
	実質生産 (パルプ紙)	$X5=-171.718+1.05847 \times Q5$ (-0.18) (9.44)	0.83	0.77
	実質生産 (化学)	$X6=1905.88+0.943293 \times Q6$ (0.68) (8.76)	0.82	0.72
	実質生産 (石油・石炭)	$X7=-2178.97+1.25356 \times Q7$ (-2.65) (18.5)	0.95	1.64
	実質生産 (窯業・土石)	$X8=5042.52+0.573566 \times Q8+2255.32 \times NDQ8$ (4.89) (2.21) (15.6)	0.94	0.71
	実質生産 (一次金属)	$X9=-530.459+1.03646 \times Q9$ (-0.51) (24.9)	0.97	1.31
	実質生産 (金属機械)	$X10=13081.8+0.752031 \times (Q10+Q11)$ (0.90) (0.63)	0.90	12.7
	実質生産 (その他製造)	$X11=-4642.29+2.37875 \times Q12$ (-1.35) (13.8)	0.92	1.29
	実質生産 (建設業)	$X12=-13302.1+1.13539 \times Q13$ (-3.50) (22.0)	0.97	1.85
	実質生産 (電気ガス水道)	$X13=3969.36+0.791214 \times Q14$ (3.08) (14.5)	0.93	0.62
	実質生産 (運輸通信)	$X14=6537.12+0.926363 \times (Q15+Q16)$ (3.69) (27.3)	0.97	1.05
	実質生産 (サービス・その他)	$X15=16707.1+0.985233 \times Q17$ (0.72) (15.4)	0.93	0.72
	実質生産 (一般政府)	$X16=-1108.98+0.932328 \times Q18$ (-0.96) (54.0)	0.99	0.65
実質生産 (対家計民間非 営利団体)	$X17=8431.12+0.867378 \times Q19$ (13.5) (7.31)	0.76	0.71	
潜在生産 (農林水産業)	$LOG(X1/(LH1 \times XL1))=-4.23506$ (-41.0) $+0.563420 \times LOG(RO1 \times KP1(-1)/(LH1 \times XL1))$ (25.2)	0.96	0.47	

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
19	潜在生産 (鉱業)	$\text{LOG}(X2/(\text{LH}2*\text{XL}2)) = -1.61584 + 0.324890*\text{LOG}(\text{RO}2*\text{KP}2(-1)/(\text{LH}2*\text{XL}2))$ <p style="text-align: center;">(-8.90) (9.13)</p> $+0.021455*\text{DDX}2$ <p style="text-align: center;">(0.597)</p>	0.76	0.40
20	潜在生産 (食料)	$\text{LOG}(X3/(\text{LH}3*\text{XL}3)) = -0.125111 + 0.091207*\text{LOG}(\text{RO}3*\text{KP}3(-1)/(\text{LH}3*\text{XL}3))$ <p style="text-align: center;">(-1.91) (6.15)</p> $+0.047508*\text{DDX}3$ <p style="text-align: center;">(4.23)</p>	0.66	1.00
21	潜在生産 (繊維)	$\text{LOG}(X4/(\text{LH}4*\text{XL}4)) = -2.11449$ <p style="text-align: center;">(-1.97)</p> $+0.268793*\text{LOG}((\text{RO}4*\text{KP}4(-1))/(\text{LH}4*\text{XL}4))$ <p style="text-align: center;">(8.04)</p> $+0.103592*\text{DDX}4$ <p style="text-align: center;">(4.32)</p>	0.71	0.24
22	潜在生産 (パルプ紙)	$\text{LOG}(X5/(\text{LH}5*\text{XL}5)) = -0.910817 + 0.264632*\text{LOG}(\text{RO}5*\text{KP}5(-1)/(\text{LH}5*\text{XL}5))$ <p style="text-align: center;">(-15.3) (22.5)</p>	0.95	0.84
23	潜在生産 (化学)	$\text{LOG}(X6/(\text{LH}6*\text{XL}6)) = -2.78654$ <p style="text-align: center;">(-38.0)</p> $+0.669211*\text{LOG}((\text{RO}6*\text{KP}6(-1))/(\text{LH}6*\text{XL}6))$ <p style="text-align: center;">(54.3)</p>	0.99	0.73
24	潜在生産 (石油・石 炭)	$\text{LOG}(X7/(\text{LH}7*\text{XL}7)) = 0.318957 + 0.364508*\text{LOG}(\text{RO}7*\text{KP}7(-1)/(\text{LH}7*\text{XL}7))$ <p style="text-align: center;">(1.78) (15.2)</p> $+0.087966*\text{DDX}7$ <p style="text-align: center;">(1.99)</p>	0.90	0.40
25	潜在生産 (窯業・土石)	$\text{LOG}(X8/(\text{LH}8*\text{XL}8)) = -1.99172$ <p style="text-align: center;">(-27.0)</p> $+0.386274*\text{LOG}((\text{RO}8*\text{KP}8(-1))/(\text{LH}8*\text{XL}8))$ <p style="text-align: center;">(26.1)</p>	0.96	0.53
26	潜在生産 (一次金属)	$\text{LOG}(X9/(\text{LH}9*\text{XL}9)) = -1.03679$ <p style="text-align: center;">(-15.5)</p> $+0.345708*\text{LOG}((\text{RO}9*\text{KP}9(-1))/(\text{LH}9*\text{XL}9))$ <p style="text-align: center;">(30.1)</p>	0.97	1.44
27	潜在生産 (金属機械)	$\text{LOG}(X10/(\text{LH}10*\text{XL}10)) = -3.54772$ <p style="text-align: center;">(-32.5)</p> $+0.850209*\text{LOG}(\text{RO}10*\text{KP}10(-1)/(\text{LH}10*\text{XL}10))$ <p style="text-align: center;">(34.3)</p>	0.98	0.40
28	潜在生産 (その他製 造)	$\text{LOG}(X11/(\text{LH}11*\text{XL}11)) = -1.27578$ <p style="text-align: center;">(-20.4)</p> $+0.271950*\text{LOG}(\text{RO}11*\text{KP}11(-1)/(\text{LH}11*\text{XL}11))$ <p style="text-align: center;">(15.8)</p>	0.90	0.22
29	潜在生産 (建設業)	$\text{LOG}(X12/(\text{LH}12*\text{XL}12)) = 0.415477$ <p style="text-align: center;">(5.52)</p> $-0.212159*\text{LOG}(\text{RO}12*\text{KP}12(-1)/(\text{LH}12*\text{XL}12))$ <p style="text-align: center;">(-9.62)</p> $+0.031199*\text{DDX}12$ <p style="text-align: center;">(3.22)</p>	0.89	0.88
30	潜在生産 (電気ガス水 道)	$\text{LOG}(X13/(\text{LH}13*\text{XL}13)) = -3.29409$ <p style="text-align: center;">(-15.0)</p> $+0.629154*\text{LOG}(\text{RO}13*\text{KP}13(-1)/(\text{LH}13*\text{XL}13))$ <p style="text-align: center;">(20.0)</p>	0.94	0.30

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
31	潜在生産 (運輸通信)	$\text{LOG}(\text{XL14}/(\text{LH14}*\text{XL14})) = -2.06467$ <p style="text-align: center;">(-13.0)</p> $+0.381174*\text{LOG}(\text{RO14}* \text{KP14}(-1)/(\text{LH14}*\text{XL14}))$ <p style="text-align: center;">(11.4)</p>	0.82	0.37
32	潜在生産 (サービス・ その他)	$\text{LOG}(\text{XL15}/(\text{LH15}*\text{XL15})) = -1.99218$ <p style="text-align: center;">(-62.9)</p> $+0.436023*\text{LOG}(\text{RO15}* \text{KP15}(-1)/(\text{LH15}*\text{XL15}))$ <p style="text-align: center;">(52.0)</p>	0.99	0.77
33	就業者数 (農林水産 業)	$\text{LOG}(\text{XL1}) = 8.17724 + 0.112846*\text{LOG}(\text{X1}) - 0.032815*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(7.21) (1.03) (-32.8)</p>	0.99	0.37
34	就業者数 (鉱業)	$\text{LOG}(\text{XL2}) = -3.78762 + 1.05449*\text{LOG}(\text{X2}) - 0.491970*\text{LOG}(\text{W2}/\text{PIX2})$ <p style="text-align: center;">(-9.71) (34.3) (-8.89)</p> $+0.089252*\text{DDXL22} + 0.036966*\text{DDXL23}$ <p style="text-align: center;">(22.8) (6.52)</p>	0.99	2.81
35	就業者数 (食料)	$\text{LOG}(\text{XL3}) = -2.56990 + 0.731208*\text{LOG}(\text{X3}) + 0.016559*\text{DDXL3}$ <p style="text-align: center;">(-1.10) (3.28) (1.86)</p>	0.68	0.21
36	就業者数 (繊維)	$\text{LOG}(\text{XL4}) = 1.53237 + 0.137825*\text{LOG}(\text{X4}) - 0.011175*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(1.88) (2.05) (-1.87)</p> $-0.050148*\text{LOG}(\text{W4}/\text{UC4}) + 0.658912*\text{LOG}(\text{XL4}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-1.50) (5.14)</p>	0.99	1.81
37	就業者数 (パルプ紙)	$\text{LOG}(\text{XL5}) = -1.86159 + 0.452913*\text{LOG}(\text{X5}) - 0.0060872*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(-3.10) (4.07) (-5.15)</p> $+0.522022*\text{LOG}(\text{XL5}(-1))$ <p style="text-align: center;">(4.58)</p>	0.97	1.95
38	就業者数 (化学)	$\text{LOG}(\text{XL6}) = 0.088038 + 0.216612*\text{LOG}(\text{X6}) - 0.00703541*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(0.21) (3.67) (-4.28)</p> $+0.578364*\text{LOG}(\text{XL6}(-1)) + 0.032241*\text{DDXL6}$ <p style="text-align: center;">(5.31) (3.80)</p>	0.93	1.41
39	就業者数 (石油・石炭)	$\text{LOG}(\text{XL7}) = -1.15204 + 0.282444*\text{LOG}(\text{X7}) - 0.0094357*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(-1.04) (1.73) (-2.27)</p> $+0.520412*\text{LOG}(\text{XL7}(-1))$ <p style="text-align: center;">(2.54)</p>	0.97	1.17
40	就業者数 (窯業・土石)	$\text{LOG}(\text{XL8}) = -0.293709 + 0.386085*\text{LOG}(\text{X8}) - 0.011476*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(-0.539) (4.27) (-4.55)</p> $+0.464246*\text{LOG}(\text{XL8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(3.87)</p>	0.98	2.27
41	就業者数 (一次金属)	$\text{LOG}(\text{XL9}) = -2.81226 + 0.438885*\text{LOG}(\text{X9}) - 0.0035354*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(-4.84) (7.53) (-2.51)</p> $+0.672642*\text{LOG}(\text{XL9}(-1))$ <p style="text-align: center;">(9.30)</p>	0.99	2.18
42	就業者数 (金属機械)	$\text{LOG}(\text{XL10}) = 0.235422 + 0.284999*\text{LOG}(\text{X10}) - 0.012432*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(0.846) (6.53) (-7.53)</p> $+0.624261*\text{LOG}(\text{XL10}(-1))$ <p style="text-align: center;">(11.7)</p>	0.97	1.73
43	就業者数 (その他製 造)	$\text{LOG}(\text{XL11}) = -0.511050 + 0.388488*\text{LOG}(\text{X11}) - 0.00809840*\text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(-2.48) (8.49) (-11.3)</p> $+0.505973*\text{LOG}(\text{XL11}(-1))$ <p style="text-align: center;">(9.23)</p>	0.99	2.04

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
44	就業者数 (建設業)	LOG(XL12)=-0.893300+0.212015*LOG(X12)-0.000662631*PRDTRN (-4.71) (9.53) (-2.41) +0.776619*LOG(XL12(-1)) (21.1)	0.98	2.24
45	就業者数 (電気ガス水道)	LOG(XL13)=-0.672460+0.152213*LOG(X13)-0.00319981*PRDTRN (-5.25) (5.98) (-8.09) +0.858530*LOG(XL13(-1)) (19.1)	0.99	1.03
46	就業者数 (運輸通信)	LOG(XL14)=-0.148785+0.250102*LOG(X14)-0.00557621*PRDTRN (-0.389) (4.11) (-4.01) +0.657362*LOG(XL14(-1))+0.023584*DDXL14 (7.59) (5.68)	0.94	2.16
47	就業者数 (サービス・その他)	LOG(XL15)=0.379622+0.064845*LOG(X15)+0.851596*LOG(XL15(-1)) (4.51) (1.69) (13.4)	0.99	1.72
48	就業者数 (一般政府)	LOG(XL16)=-0.302123+0.155328*LOG(X16)-0.00441441*PRDTRN (-3.48) (12.6) (-2.31) +0.834341*LOG(XL16(-1)) (5.31)	0.99	2.23
49	就業者数 (対家計民間 非営利団体)	LOG(XL17)=-3.79876+0.777981*LOG(X17)-0.020356*PRDTRN (-4.89) (5.68) (-5.77) +0.679612*LOG(XL17(-1)) (10.1)	0.95	1.90
50	雇用者数 (農林水産 業)	L1=49.1204+0.089816*XL1 (11.8) (11.3)	0.82	0.26
51	雇用者数(鉱 業)	L2=-0.122759+0.972751*XL2 (-2.31) (177.0)	0.99	1.12
52	雇用者数 (食料)	L3=-20.6402+1.05341*XL3 (-4.23) (33.8)	0.98	1.68
53	雇用者数 (繊維)	L4=4.13977+0.596033*XL4 (10.7) (94.4)	0.99	0.67
54	雇用者数 (パルプ紙)	L5=-0.973055+0.968245*XL5 (-1.81) (59.8)	0.99	1.35
55	雇用者数 (化学)	L6=0.556339+0.983699*XL6 (2.69) (219.3)	0.99	0.94
56	雇用者数 (石油・石 炭)	L7=0.022610+0.989924*XL7 (0.606) (106.9)	0.99	2.22
57	雇用者数 (窯業・土石)	L8=4.07531+0.800675*XL8 (4.66) (50.3)	0.99	0.28
58	雇用者数 (一次金属)	L9=1.14981+0.957433*XL9 (6.32) (305.5)	0.99	1.05
59	雇用者数 (金属機械)	L10=36.3353+0.885532*XL10 (2.03) (29.2)	0.97	0.09
60	雇用者数(そ の他製造)	L11=10.8276+0.808986*XL11 (1.56) (39.4)	0.98	0.28

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間：1997～2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
61	雇用者数 (建設業)	$L12 = -30.5838 + 0.873913 * XL12$ (-2.68) (46.8)	0.99	0.22
62	雇用者数 (電気ガス水道)	$L13 = -0.894699 + 1.00752 * XL13$ (-7.05) (333.8)	0.99	0.71
63	雇用者数 (運輸通信)	$L14 = 25.9446 + 0.858018 * XL14$ (5.28) (63.6)	0.99	0.59
64	雇用者数 (サービス・その他)	$L15 = -879.959 + 1.12335 * XL15$ (-26.1) (102.0)	0.99	0.29
65	失業率	$UR = 5.06701 - 1.00490 * TRR + 0.770472 * DDUR1 + 0.307759 * DDUR2$ (0.676) (-0.116) (6.49) (3.93)	0.95	2.23

## (3)分配所得ブロック

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
1	平均賃金	$W/W(-1) - 1 = -0.128695 + 0.959572*(CPI/CPI(-1) - 1) + 0.142133*TRR$ <p style="text-align: center;">(-5.77) (6.93) (5.53)</p> $+ 0.357046*((TX/TXL)/(TX(-1)/TXL(-1)) - 1)$ <p style="text-align: center;">(2.64)</p> $+ 0.00848235*DDW$ <p style="text-align: center;">(7.80)</p>	0.98	1.82
2	賃金(農林水産業)	$LOG(W1/W) = -0.926574 + 0.047750*LOG(X1/XL1) + 0.035981*DDW1$ <p style="text-align: center;">(-13.0) (2.46) (14.5)</p>	0.96	2.05
3	賃金(鉱業)	$LOG(W2/W) = 0.467979 - 0.00642177*PRDTRN$ <p style="text-align: center;">(2.57) (-14.6)</p> $+ 0.027636*LOG(V2/XL2) + 0.044599*DDW21$ <p style="text-align: center;">(0.663) (5.13)</p> $+ 0.028037*DDW22 + 0.082708*DDW23$ <p style="text-align: center;">(4.01) (6.45)</p>	0.92	1.52
4	賃金(食料)	$LOG(W3/W) = -4.45345$ <p style="text-align: center;">(-3.38)</p> $- 0.00208200*PRDTRN + 0.797883*LOG(X3/XL3)$ <p style="text-align: center;">(-2.48) (3.28)</p> $+ 0.069435*DDW3$ <p style="text-align: center;">(9.12)</p>	0.85	2.15
5	賃金(繊維)	$LOG(W4/W) = -0.952065 + 0.00649138*PRDTRN + 0.019161*DDW4$ <p style="text-align: center;">(-12.5) (8.13) (1.32)</p>	0.73	0.77
6	賃金(パルプ紙)	$LOG(W5/W) = -0.242685 + 0.00167205*PRDTRN + 0.022611*DDW5$ <p style="text-align: center;">(-7.34) (5.01) (7.48)</p>	0.79	2.29
7	賃金(化学)	$LOG(W6/W) = -0.226988 + 0.00524322*PRDTRN$ <p style="text-align: center;">(-5.54) (12.6)</p> $+ 0.177962*LOG(RR6) + 0.029582*DDW6$ <p style="text-align: center;">(2.74) (3.77)</p>	0.87	1.70
8	賃金(石油・石炭)	$LOG(W7/W) = 0.347888 - 0.00644055*PRDTRN$ <p style="text-align: center;">(0.900) (-0.995)</p> $+ 0.092413*LOG(V7/XL7) + 0.015259*DDW71$ <p style="text-align: center;">(0.681) (1.14)</p> $+ 0.092678*DDW72$ <p style="text-align: center;">(5.43)</p>	0.67	1.27
9	賃金(窯業・土石)	$LOG(W8/W) = -0.497366 - 0.00109919*PRDTRN$ <p style="text-align: center;">(-0.698) (-0.202)</p> $+ 0.105268*LOG(X8/XL8) + 0.019735*DDW8$ <p style="text-align: center;">(0.446) (2.65)</p>	0.55	1.15
10	賃金(一次金属)	$LOG(W9/W) = 0.106341 + 0.00112601*PRDTRN$ <p style="text-align: center;">(1.31) (1.39)</p> $+ 0.028057*LOG(RR9) + 0.050218*DDW9$ <p style="text-align: center;">(3.00) (4.32)</p>	0.82	2.03
11	賃金(金属機械)	$LOG(W10/W) = -0.560543 + 0.00625150*PRDTRN + 0.059715*LOG(RR10)$ <p style="text-align: center;">(-13.7) (13.8) (1.08)</p>	0.90	0.45
12	賃金(その他製造)	$LOG(W11/W) = -2.33525 + 0.00486768*PRDTRN$ <p style="text-align: center;">(-5.38) (7.02)</p> $+ 0.410158*LOG(V11/XL11) + 0.034128*DDW11$ <p style="text-align: center;">(3.43) (3.80)</p>	0.94	1.78
13	賃金(建設業)	$LOG(W12/W) = -1.25529 + 0.00257712*PRDTRN + 0.193218*LOG(X12/XL12)$ <p style="text-align: center;">(-5.02) (5.46) (3.85)</p>	0.59	0.37

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値はt値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
14	賃金 (電気ガス水道)	$\text{LOG}(W13/W) = -1.42547 + 0.00704302 * \text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(-6.56) (11.2)</p> $+ 0.192713 * \text{LOG}(V13/XL13) + 0.024588 * \text{DDW13}$ <p style="text-align: center;">(6.52) (9.10)</p>	0.93	2.81
15	賃金 (運輸通信)	$\text{LOG}(W14/W) = 0.450947 - 0.013227 * \text{PRDTRN} + 0.198168 * \text{LOG}(V14/XL14)$ <p style="text-align: center;">(5.86) (-16.8) (6.53)</p>	0.95	0.59
16	賃金 (サービス・その他)	$\text{LOG}(W15/W) = -0.473059 - 0.00627004 * \text{PRDTRN}$ <p style="text-align: center;">(-3.47) (-14.1)</p> $+ 0.174650 * \text{LOG}(X15/XL15)$ <p style="text-align: center;">(4.73)</p>	0.95	0.88
17	賃金 (一般政府)	$\text{LOG}(W16/W) = -1.59468 + 0.433715 * \text{LOG}(V16/XL16) + 0.016387 * \text{DDW16}$ <p style="text-align: center;">(-39.1) (51.0) (10.6)</p>	0.99	2.19
18	賃金 (対家計民間 非営利団体)	$\text{LOG}(W17/W) = -3.53700 - 0.010944 * \text{PRDTRN} + 1.12078 * \text{LOG}(V17/XL17)$ <p style="text-align: center;">(-23.1) (-4.70) (13.6)</p>	0.98	0.93
19	名目中間投入 (農林水産業)	$\text{AX1} = 2511.82 + 0.631376 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai1}) * \text{Q1}$ <p style="text-align: center;">(3.92) (6.24)</p>	0.80	2.17
20	名目中間投入 (鉱業)	$\text{AX2} = -302.468 + 1.23221 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai2}) * \text{Q2} + 38.9793 * \text{DDAX2}$ <p style="text-align: center;">(-3.09) (10.3) (5.16)</p>	0.93	2.00
21	名目中間投入 (食料)	$\text{AX3} = 5799.32 + 0.656469 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai3}) * \text{Q3}$ <p style="text-align: center;">(4.96) (12.7)</p>	0.95	1.78
22	名目中間投入 (繊維)	$\text{AX4} = -74.8330 + 0.972989 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai4}) * \text{Q4}$ <p style="text-align: center;">(-1.55) (37.8)</p>	0.99	1.84
23	名目中間投入 (パルプ紙)	$\text{AX5} = 412.697 + 0.902603 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai5}) * \text{Q5}$ <p style="text-align: center;">(3.01) (37.7)</p>	0.99	1.71
24	名目中間投入 (化学)	$\text{AX6} = -3785.26 + 1.36600 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai6}) * \text{Q6} + 1424.80 * \text{DDAX6}$ <p style="text-align: center;">(-1.99) (11.3) (7.78)</p>	0.94	1.64
25	名目中間投入 (石油・石炭)	$\text{AX7} = -694.266 + 1.09616 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai7}) * \text{Q7}$ <p style="text-align: center;">(-1.81) (22.7)</p>	0.98	0.50
26	名目中間投入 (窯業・土石)	$\text{AX8} = -1205.32 + 1.19414 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai8}) * \text{Q8}$ <p style="text-align: center;">(-4.27) (19.9)</p>	0.98	1.89
27	名目中間投入 (一次金属)	$\text{AX9} = -2969.19 + 1.11030 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai9}) * \text{Q9}$ <p style="text-align: center;">(-2.07) (14.9)</p>	0.96	1.17
28	名目中間投入 (金属機械)	$\text{AX10} = 40017.6 + 0.596830 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai10}) * \text{Q10} + 3686.41 * \text{DDAX10}$ <p style="text-align: center;">(6.69) (8.46) (7.38)</p>	0.92	1.62
29	名目中間投入 (その他製造)	$\text{AX11} = 1134.78 + 0.914450 * (\sum i \text{PSi} * \text{Ai11}) * \text{Q11}$ <p style="text-align: center;">(2.06) (41.8)</p>	0.99	2.29



(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
30	名目中間投入(建設業)	$AX12 = -1638.06 + 0.994464 * (\sum iPSi * Ai12) * Q12$ (-1.83) (47.5)	0.99	0.95
31	名目中間投入(電気ガス水道)	$AX13 = 2148.29 + 0.723391 * (\sum iPSi * Ai13) * Q13$ (3.86) (13.9)	0.95	1.47
32	名目中間投入(運輸通信)	$AX14 = 1086.94 + 0.873153 * (\sum iPSi * Ai14) * Q14$ (1.15) (22.3)	0.98	0.99
33	名目中間投入(サービス・その他)	$AX15 = -10362.0 + 1.13111 * (\sum PSi * Ai15) * Q15$ (-0.568) (7.15)	0.84	1.63
34	名目中間投入(一般政府)	$AX16 = 12500.1 + 0.182638 * (\sum PSi * Ai16) * Q16 + 661.548 * DDAX16$ (18.7) (7.11) (5.49)	0.92	2.24
35	名目中間投入(対家計民間非営利団体)	$AX17 = 518.330 + 0.828599 * (\sum PSi * Ai17) * Q17$ (3.85) (23.6)	0.98	3.06
36	固定資本減耗(食料)	$DP3 = -75.3946 + 0.048279 * PIP(-1) * KP3(-1)$ (-0.74) (11.6)	0.83	0.45
37	固定資本減耗(パルプ紙)	$DP5 = -753.630 + 0.109414 * PIP(-1) * KP5(-1)$ (-8.21) (15.0) $+41.1591 * DDDP51 + 23.9792 * DDDP52$ (5.36) (3.31)	0.96	2.34
38	固定資本減耗(化学)	$DP6 = -665.461 + 0.072427 * PIP(-1) * KP6(-1) + 548.584 * DDDP6$ (-5.60) (25.7) (5.23)	0.97	1.28
39	固定資本減耗(窯業・土石)	$DP8 = 125.228 + 0.030345 * PIP(-1) * KP8(-1) + 145.834 * DDDP8$ (2.47) (10.0) (7.00)	0.82	1.31
40	固定資本減耗(一次金属)	$DP9 = -208.662 + 0.043772 * PIP(-1) * KP9(-1)$ (-5.59) (19.1) $+362.621 * DDDP91 + 283.922 * DDDP92$ (8.07) (4.88)	0.96	0.82
41	固定資本減耗(金属機械)	$DP10 = 569.612 + 0.069829 * PIP(-1) * KP10(-1) + 3064.91 * DDDP10$ (1.56) (20.1) (10.9)	0.95	1.59
42	固定資本減耗(その他製造)	$DP11 = 1087.94 + 0.034832 * PIP(-1) * KP11(-1)$ (7.44) (5.96) $+923.316 * DDDP111 + 286.041 * DDDP112$ (8.73) (4.64)	0.81	1.59
43	固定資本減耗(建設業)	$DP12 = -602.260 + 0.167965 * PIP(-1) * KP12(-1)$ (-1.47) (13.2)	0.87	0.54
44	固定資本減耗(電気ガス水道)	$DP13 = 1079.44 + 0.042537 * PIP(-1) * KP13(-1)$ (5.22) (17.3)	0.92	0.68

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
45	固定資本減耗(運輸通信)	$DP14=2356.02+0.046988*PIP(-1)*KP14(-1)$ (10.8) (20.8)	0.94	0.98
46	固定資本減耗(サービス・その他)	$DP15=4032.55+0.128593*PIP(-1)*KP15(-1)$ (3.96) (34.1)	0.98	0.59
47	固定資本減耗(一般政府)	$DP16=-4988.38+0.303789*PIX16(-1)*X16(-1)$ (-6.53) (21.1)	0.94	0.11
48	固定資本減耗(対家計民間非営利団体)	$DP17=-60.5743+0.075031*PIX17(-1)*X17(-1)$ (-0.811) (10.2) $+5.00610*DDDP17*PRDTRN$ (10.8)	0.95	0.96
49	営業余剰	$TBS=71303.2+0.162509*\Sigma jBSj+3232.83*DDTBS1+5332.06*DDTBS2$ (9.24) (2.52) (2.57) (6.19)	0.84	2.59
50	社会保障給付	$SO=-26386.7+0.213590*Y+10373.2*DDSO$ (-7.97) (23.5) (12.4)	0.96	1.73
51	社会保障負担	$SI=-21926.1+0.178491*Y+6042.91*DDSI$ (-11.2) (32.9) (12.5)	0.98	1.60
52	個人企業営業余剰	$BSI=46184.5+0.014697*\Sigma j((1-Lj/XLj)*BSj)$ (16.4) (0.0954) $+8922.79*DDBSI1+4983.94*DDBSI2$ (10.1) (5.78)	0.89	1.32
53	個人企業固定資本減耗	$DPH=-4051.85+2.43426*\Sigma j((1-Lj/XLj)*DPj)+1654.55*DDDPH$ (-7.71) (44.4) (10.8)	0.99	1.65
54	個人企業総固定資本形成	$IPIV=3024.97+2.34474*PIP*\Sigma j((1-Lj/XLj)*IPj)+7132.18*DDIPIV$ (1.76) (12.7) (8.51)	0.90	1.21
55	家計財産所得受取	$YTRH=-13865.9+1.01068*MAHD(-1)*RAD(-1)$ (-5.54) (21.9) $+0.591881*((BSC+BSC(-1))/2)+7260.28*DDYTRH$ (16.3) (11.8)	0.97	1.82
56	家計財産所得支払	$YTPH=19046.7+0.367168*MLHT(-1)*RAL(-1)+0.052321*GDPV$ (4.56) (7.82) (10.2) $-318.098*PRDTRN$ (-5.19)	0.96	1.03
57	法人企業所得	$YCV=16938.35$ (-1.23) $+0.879834*(BSC+OEO-OMO-(YTRH-YTPH)-(YTRG-YTPG)-FLW)$ (12.7)	0.85	0.38
58	法人企業在庫評価調整	$AC=-375.305+0.847085*(PJP-PJP(-1))*KJ(-1)+3217.28*DDAC$ (-1.37) (6.37) (5.53)	0.81	1.61

## (4)資産・負債ブロック

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
1	家計直接税	$TDH=69.0849+0.086945*(YW+BSI+YTRH)+4863.83*DDTDH$ (0.0447) (17.7) (9.58)	0.93	1.13
2	法人直接税	$TDC=8822.93+0.714407*TAU*(YCV+AC)+5489.64*DDTDC$ (4.85) (5.22) (8.74)	0.79	0.97
3	海外からの要素所得受取	$OEO=-877.350+0.321082*MAFT(-1)*USR(-1)$ (-1.38) (8.11) $+2094.71*DDOEO1$ (4.67)	0.86	1.27
4	海外への要素所得支払い	$OMO=7690.95+1.98286*MLFT(-1)*RAG(-1)+5268.59*DDOMO$ (5.07) (6.04) (6.65)	0.88	1.44
5	家計預金資産	$MAHD/MAHT=0.112225-0.074336*(KABU/KABU(-1)-1)$ (2.13) (-5.06) $+0.792384*MAHD(-1)/MAHT(-1)$ (7.88)	0.82	1.79
6	家計資本過不足	$GNLH=-2354.37+0.902352*ISH+12085.0*DDGNLH$ (-1.60) (17.8) (9.36)	0.96	1.39
7	家計金融負債純増	$NIMLH=-30848.1+1.65144*IHV+147162*(YD/YD(-1)-1)$ (-14.9) (17.1) (6.54) $+6465.74*DDNIMLH1+2672.06*DDNIMLH2$ (9.28) (7.03)	0.99	2.27
8	家計金融資産調整勘定	$GAPAH=50904.7+0.804178*(KABU/KABU(-1)-1)*MAHK(-1)$ (9.82) (6.20) $+0.206260*(RAG/RAG(-1)-1)*MAHB(-1)$ (1.92) $+74513.5*DDGAPAH$ (8.23)	0.84	1.08
9	家計株式資産	$MAHK/MAHT=0.026692+0.471909*(MAHK(-1)/MAHT(-1))$ (6.34) (8.88) $+0.084458*(KABU/KABU(-1)-1)-0.681101*RAG$ (11.4) (5.13) $+0.031542*DDMAHK1+0.012573*DDMAHK2$ (6.92) (3.47)	0.96	1.78
10	家計債権資産	$MAHB/MAHT=0.00943984$ (2.07) $+0.777226*(MAHB(-1)/MAHT(-1))+0.238166*RAG$ (12.2) (4.48)	0.94	1.65
11	対外金融資産純増	$NIMAF=487.124+0.778613*BC$ (2.08) (1.46) $+2.14438*(OEO-OEO(-1))+19502.4*DDNIMAF$ (0.827) (6.99)	0.85	1.49
12	対外金融資産	$MAFT=14893.0+0.982686*(MAFT(-1)+NIMAF)$ (1.06) (30.9)	0.97	1.18
13	対外金融負債	$MLFT=23481.3+0.861636*(MLFT(-1)+NIMLF)$ (1.01) (10.2)	0.85	1.45
14	産業別純間接税	$TIC=0.110291+0.999995*\Sigma NITj$ (1.13) (316281)	1.00	2.56

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
15	一般政府資金過不足	$\text{GNLG} = -1371.66 + 0.873365 * (\text{ISG})$ <p style="text-align: center;">(-1.77) (17.4)</p> $+ 13115.4 * \text{DDGNLG1}$ <p style="text-align: center;">(7.73)</p>	0.96	1.69
16	一般政府金融負債純増	$\text{NIMLG} = 12504.4 - 0.677355 * \text{GNLG} - 54600.8 * (\text{RAG}) + 23158.4 * \text{DDNIMLG}$ <p style="text-align: center;">(4.66) (-9.19) (-1.22) (7.15)</p>	0.93	2.08
17	一般政府金融負債調整勘定	$\text{GAPLG} = -199.981 + 0.000925197 * ((\text{RAG}/\text{RAG}(-1) - 1) * \text{MLGT}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-1.51) (1.05)</p> $+ 6307.55 * \text{DDGAPLG}$ <p style="text-align: center;">(8.51)</p>	0.73	1.27
18	一般政府財産所得受取	$\text{YTRG} = -1577.96 + 0.457303 * (\text{MAGD}(-1) * \text{RAD}(-1)) + 0.021998 * \text{GDPV}$ <p style="text-align: center;">(-1.64) (6.27) (11.2)</p>	0.83	0.48
19	一般政府財産所得支払	$\text{YTPG} = 7631.40 + 0.086791 * (\text{MLGB}(-1) * \text{RAG}(-1))$ <p style="text-align: center;">(7.54) (0.553)</p> $+ 0.018489 * \text{GDPV} + 4181.07 * \text{DDYTPG}$ <p style="text-align: center;">(9.10) (12.5)</p>	0.90	1.60
20	一般政府預金資産	$\text{MAGD} / \text{MAGT} = -0.174620$ <p style="text-align: center;">(-4.70)</p> $+ 1.33355 * (\text{MAGD}(-1) / \text{MAGT}(-1)) + 1.08137 * (\text{RAD} - \text{RAD}(-1))$ <p style="text-align: center;">(17.2) (1.49)</p>	0.95	1.65
21	一般政府債権負債	$\text{MLGB} / \text{MLGT} = -0.041137$ <p style="text-align: center;">(-2.83)</p> $+ 1.17002 * (\text{MLGB}(-1) / \text{MLGT}(-1)) + 0.104000 * (\text{GNLG} / \text{GDPV})$ <p style="text-align: center;">(19.8) (2.55)</p>	0.96	2.26

## (5)価格ブロック

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
1	産業別生産価格(農林水産業)	$\text{PIX1} = -0.00570087 + 1.51454 * (\text{PIXC1} - \text{WL1}/\text{X1})$ <p style="text-align: center;">(-0.0461) (11.1)</p> $+ 0.164609 * \text{RR1} + 0.050540 * \text{DDPIX1}$ <p style="text-align: center;">(2.69) (13.17)</p>	0.92	1.55
2	産業別生産価格(鉱業)	$\text{PIX2} = -0.339712 + 0.771746 * (\text{PIXC2} - \text{WL2}/\text{X2})$ <p style="text-align: center;">(-2.24) (7.56)</p> $+ 1.78905 * (\text{WL2}/\text{X2}) + 0.425772 * \text{RR2} + 0.052834 * \text{DDPIX2}$ <p style="text-align: center;">(10.1) (5.46) (6.27)</p>	0.85	1.72
3	産業別生産価格(食料)	$\text{PIX3} = 0.373177 + 0.603060 * (\text{PIXC3} - \text{WL3}/\text{X3})$ <p style="text-align: center;">(5.22) (6.17)</p> $+ 1.02107 * (\text{WL3}/\text{X3}) + 0.022840 * \text{DDPIX3}$ <p style="text-align: center;">(7.89) (3.77)</p>	0.83	0.86
4	産業別生産価格(繊維)	$\text{PIX4} = 0.342259 + 0.488403 * (\text{PIXC4} - \text{WL4}/\text{X4})$ <p style="text-align: center;">(13.4) (10.1)</p> $+ 0.356515 * \text{RR4} + 0.028408 * \text{DDPIX4}$ <p style="text-align: center;">(13.4) (9.55)</p>	0.99	1.94
5	産業別生産価格(パルプ紙)	$\text{PIX5} = 0.426576 + 0.703517 * (\text{PIXC5} - \text{WL5}/\text{X5})$ <p style="text-align: center;">(7.46) (12.7)</p> $+ 0.272192 * (\text{WL5}/\text{X5}) + 0.024474 * \text{DDPIX5}$ <p style="text-align: center;">(1.88) (7.36)</p>	0.89	1.46
6	産業別生産価格(化学)	$\text{PIX6} = -0.022950 + 0.673162 * (\text{PIXC6} - \text{WL6}/\text{X6})$ <p style="text-align: center;">(-0.40) (29.8)</p> $+ 0.975434 * (\text{WL6}/\text{X6}) + 0.436939 * \text{RR6}$ <p style="text-align: center;">(3.79) (7.75)</p>	0.99	2.00
7	産業別生産価格(石油・石炭)	$\text{PIX7} = -0.572929 + 1.18038 * (\text{PIXC7} - \text{WL7}/\text{X7})$ <p style="text-align: center;">(-1.30) (26.9)</p> $+ 13.6763 * (\text{WL7}/\text{X7}) + 0.304313 * \text{RR7}$ <p style="text-align: center;">(2.08) (0.930)</p>	0.99	0.49
8	産業別生産価格(窯業・土石)	$\text{PIX8} = 0.143601 + 0.775559 * (\text{PIXC8} - (\text{WL8}/\text{X8}))$ <p style="text-align: center;">(3.19) (15.4)</p> $+ 0.407284 * (\text{WL8}/\text{X8}) + 0.277860 * \text{RR8}$ <p style="text-align: center;">(4.51) (8.61)</p>	0.94	1.43
9	産業別生産価格(一次金属)	$\text{PIX9} = -0.566614 + 0.980852 * (\text{PIXC9} - (\text{WL9}/\text{X9}))$ <p style="text-align: center;">(-3.78) (41.8)</p> $+ 0.943872 * (\text{WL9}/\text{X9}) + 0.748129 * \text{RR9}$ <p style="text-align: center;">(1.87) (5.82)</p>	0.99	1.10
10	産業別生産価格(金属機械)	$\text{PIX10} = -0.00302915 + 1.07227 * (\text{PIXC10} - (\text{WL10}/\text{X10})) + 0.254875 * \text{RR10}$ <p style="text-align: center;">(-0.0597) (27.0) (4.43)</p>	0.97	0.60
11	産業別生産価格(その他製造)	$\text{PIX11} = -0.207113 + 1.00635 * (\text{PIXC11} - (\text{WL11}/\text{X11}))$ <p style="text-align: center;">(-2.72) (16.7)</p> $+ 0.958844 * (\text{WL11}/\text{X11}) + 0.291374 * \text{RR11}$ <p style="text-align: center;">(9.88) (7.86)</p>	0.96	1.41
12	産業別生産価格(建設業)	$\text{PIX12} = -0.067325 + 0.769284 * (\text{PIXC12} - (\text{WL12}/\text{X12}))$ <p style="text-align: center;">(-2.08) (9.92)</p> $+ 0.817355 * (\text{WL12}/\text{X12}) + 0.352655 * \text{RR12}$ <p style="text-align: center;">(8.14) (13.1)</p>	0.99	0.96
13	産業別生産価格(電気ガス水道)	$\text{PIX13} = -0.330477 + 0.357246 * (\text{PIXC13} - (\text{WL13}/\text{X13}))$ <p style="text-align: center;">(-1.18) (3.26)</p> $+ 3.49455 * (\text{WL13}/\text{X13}) + 0.605847 * \text{RR13} + 0.098836 * \text{DDPIX13}$ <p style="text-align: center;">(3.50) (5.46) (7.22)</p>	0.78	1.79

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
14	産業別生産価格(運輸通信)	$PIX14=0.027612+1.17263*(PIX14-(WL14/X14))+0.867922*(WL14/X14)$ (0.441) (14.68) (12.0)	0.88	0.54
15	産業別生産価格(サービス・その他)	$PIX15=0.320249+0.302929*(PIX15-(WL15/X15))$ (5.55) (3.04) $+1.58603*(WL15/X15)+0.060749*RR15$ (14.9) (2.04)	0.98	1.75
16	商品別生産価格(農林水産業)	$PCX1=-0.022067+1.02150*PIX1$ (-3.28) (154.4)	0.99	1.80
17	商品別生産価格(鉱業)	$PCX2=-0.00916186+1.00945*PIX2$ (-8.41) (947.8)	0.99	1.89
18	商品別生産価格(食料)	$PCX3=0.022499+0.980411*PIX3$ (0.215) (9.28)	0.90	0.78
19	商品別生産価格(繊維)	$PCX4=0.126960+0.869691*PIX4$ (4.53) (31.4)	0.99	1.96
20	商品別生産価格(パルプ紙)	$PCX5=0.030373+0.970379*PIX5$ (1.25) (40.0)	0.99	0.68
21	商品別生産価格(化学)	$PCX6=-0.090354+1.09105*PIX6$ (-4.91) (59.5)	0.99	0.83
22	商品別生産価格(石油・石炭)	$PCX7=-0.019236+1.02026*PIX7$ (-10.8) (619.2)	0.99	0.91
23	商品別生産価格(窯業・土石)	$PCX8=0.024759+0.974923*PIX8$ (4.56) (179.0)	0.99	2.45
24	商品別生産価格(一次金属)	$PCX9=0.084828+0.914814*PIX9$ (10.2) (109.9)	0.99	2.15
25	商品別生産価格(金属機械)	$PCX10=0.084828+0.914814*PIX10$ (10.2) (109.9)	0.99	2.15
26	商品別生産価格(その他製造)	$PCX11=0.047516+0.951966*PIX11$ (9.09) (181.1)	0.99	2.51
27	商品別生産価格(建設業)	$PCX12=0.00265308+0.997459*PIX12$ (0.473) (178.0)	0.99	2.44
28	商品別生産価格(電気ガス水道)	$PCX13=-0.031962+1.03187*PIX13$ (-4.61) (147.2)	0.99	2.02
29	商品別生産価格(運輸通信)	$PCX14=-0.013158+1.01243*PIX14$ (-3.27) (248.7)	0.99	1.34

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
30	商品別生産価格(サービス・その他)	PCX15=-0.194097+1.19291*PIX15 (7.05) (43.0)	0.99	0.714
31	商品別生産価格(一般政府)	PCX16=-0.00321390+1.00330*PIX16 (-1.26) (391.3)	0.99	1.23
32	商品別生産価格(対家計民間非営利団体)	PCX17=0.00122299+0.998670*PIX17 (0.391) (313.2)	0.99	1.50
46	国内需要価格(農林水産業)	PS1=-0.034544 (-0.517) +1.03624*((PCX1*Q1+PIM1*IM1-PEX1*EX1)/(Q1+IM1-EX1)) (16.1)	0.97	0.88
47	商品別国内需要価格(鉱業)	PS2=-0.00411373 (-1.32) +1.00419*((PCX2*Q2+PIM2*IM2-PEX2*EX2)/(Q2+IM2-EX2)) (347.0)	0.99	2.60
48	国内需要価格(食料)	PS3=-0.636916 (-2.48) +1.66864*((PCX3*Q3+PIM3*IM3-PEX3*EX3)/(Q3+IM3-EX3)) (6.50) +0.027814*DDPS3 (4.72)	0.87	1.59
49	国内需要価格(繊維)	PS4=-0.06679 +1.06725*((PCX4*Q4+PIM4*IM4-PEX4*EX4)/(Q4+IM4-EX4)) (-4.91) (79.8)	0.99	1.90
50	国内需要価格(パルプ紙)	PS5=0.081940 (1.73) +0.919005*((PCX5*Q5+PIM5*IM5-PEX5*EX5)/(Q5+IM5-EX5)) (19.3)	0.98	0.65
51	国内需要価格(化学)	PS6=-0.180447 (-5.74) +1.18140*((PCX6*Q6+PIM6*IM6-PEX6*EX6)/(Q6+IM6-EX6)) (37.7)	0.99	0.71
52	国内需要価格(石油・石炭)	PS7=-0.271845 (-18.0) +1.27828*((PCX7*Q7+PIM7*IM7-PEX7*EX7)/(Q7+IM7-EX7)) (91.7)	0.99	1.60
53	国内需要価格(窯業・土石)	PS8=-0.023368 (-2.82) +1.02332*((PCX8*Q8+PIM8*IM8-PEX8*EX8)/(Q8+IM8-EX8)) (123.3)	0.99	1.30
54	商品別国内需要価格(一次金属)	PS9=0.00192153 (0.401) +0.997539*((PCX9*Q9+PIM9*IM9-PEX9*EX9)/(Q9+IM9-EX9)) (222.0)	0.99	2.58
55	国内需要価格(金属機械)	PS10=0.357127 (9.78) +0.650280*((PCX10*Q10+PIM10*IM10-PEX10*EX10)/(Q10+IM10-EX10)) (17.4)	0.97	1.30

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
56	国内需要価格価格(その他製造)	$PS11=0.041269$ $(0.713)$ $+0.956437*((PCX11*Q11+PIM11*IM11-PEX11*EX11)/(Q11+IM11-EX11))$ $(16.6)$	0.97	1.30
57	国内需要価格価格(電気ガス水道)	$PS13=-0.106922$ $(-7.94)$ $+1.10744*((PCX13*Q13-PEX13*EX13)/(Q13-EX13))$ $(81.2)$	0.97	2.58
58	商品別国内需要価格価格(運輸通信)	$PS14=-0.332194$ $(-10.5)$ $+1.33072*((PCX14*Q14+PIM14*IM14-PEX14*EX14)/(Q14+IM14-EX14))$ $(41.5)$	0.99	1.30
59	商品別国内需要価格価格(サービス・その他)	$PS15=0.337102$ $(2.75)$ $+0.685606*((PCX15*Q15+PIM15*IM15-PEX15*EX15)/(Q15+IM15-EX15))$ $(5.54)$ $+0.026309*DDPS1$ $(4.84)$	0.99	1.38
60	民間最終消費デフレーター	$PC=0.00155730+0.998613*PHCP$ $(1.51) \quad (898.0)$	0.99	1.43
61	全国総合消費者物価指数	$CPI=0.060408+0.933174*PC+0.05606*DDCPI$ $(2.16) \quad (30.9) \quad (9.32)$	0.97	0.96
62	民間住宅投資デフレーター	$PIH=0.036781+0.212108*WPI+0.015643*W+0.033195*DDPIH$ $(0.345) \quad (3.48) \quad (15.7) \quad (6.56)$	0.97	1.32
63	民間企業設備投資デフレーター	$PIP=-0.524875+0.368708*WPI+1.15948*PTP+0.032589*DDPIP$ $(-12.8) \quad (21.5) \quad (34.1) \quad (10.4)$	0.90	1.13
64	輸出デフレーター	$PEXP=-0.253204+1.24281*((\sum i PEXi*EXi))/EXIO$ $(-2.69) \quad (13.8)$ $+0.000396315*DDPEXP$ $(4.26)$	0.97	2.09
65	輸入デフレーター	$PIMP=0.069749+0.989132*(\sum i PIMi*IMi)/IMIO$ $(0.880) \quad (12.1)$	0.94	0.94
66	民間企業在庫品増加デフレーター	$PJP/PJP(-1)-1=-0.012771$ $(-6.19)$ $+0.533136*(WPI/WPI(-1)-1)+0.033019*DDPJP$ $(7.07) \quad (7.57)$	0.79	1.23



(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値はt値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
67	商品別輸出価格 (食料)	$\begin{aligned} & PEX3/PEX3(-1) - 1 = -0.531302E-03 + 0.755202 \times ((PIX3 - NIT3/X3)/(PIX3(-1) - NIT3(-1)/X3(-1)) - 1) \\ & \quad (-0.05) \quad (1.21) \\ & \quad + 0.604111 \times ((PIMN3/PIMN3(-1)) - 1) + 0.123066 \times NDPEX3 \quad (4.28) \\ & \quad (3.65) \end{aligned}$	0.67	1.94
68	商品別輸出価格 (繊維)	$\begin{aligned} & PEX4/PEX4(-1) - 1 = -0.018815 + 0.857183 \times (((PIX4(-1) - NIT4(-1)/X4(-1)) - 1) \\ & \quad (-1.93) \quad (2.54) \\ & \quad + 0.061326 \times ((PIMN4/PIMN4(-1)) - 1) + 0.213226 \times NDPEX4 \quad (5.27) \\ & \quad (0.37) \end{aligned}$	0.73	2.15
69	商品別輸出価格 (パルプ紙)	$\begin{aligned} & PEX5/PEX5(-1) - 1 = -0.341845E-02 + 0.109483 \times ((PIMN5/PIMN5(-1)) - 1) + 0.14205 \times NDPEX5 + 0.276838 \times ((EXC/EXC(-1)) - 1) \\ & \quad (-0.24) \quad (0.73) \quad (3.41) \end{aligned}$	0.47	1.81
70	商品別輸出価格 (化学)	$\begin{aligned} & PEX6/PEX6(-1) - 1 = 0.013784 + 0.200752 \times ((PIMN6/PIMN6(-1)) - 1) + 0.333065 \times ((EXC/EXC(-1)) - 1) + 0.216971 \times NDPEX6 \\ & \quad (0.80) \quad (0.81) \quad (1.43) \end{aligned}$	0.56	1.95
71	商品別輸出価格 (石油・石炭)	$\begin{aligned} & PEX7/PEX7(-1) - 1 = -0.830048E-02 + 0.636951 \times ((PIMN7/PIMN7(-1)) - 1) + 0.282012 \times NDPEX7 \\ & \quad (-0.53) \quad (7.42) \quad (4.58) \end{aligned}$	0.84	2.41
72	商品別輸出価格 (薬業・土石)	$\begin{aligned} & PEX8/PEX8(-1) - 1 = -0.94892E-02 + 0.896225 \times (((PIX8(-1) - NIT8(-1)/X8(-1)) - 1) \\ & \quad (-0.71) \quad (1.63) \\ & \quad + 0.655421 \times ((PIMN8/PIMN8(-1)) - 1) + 0.392298 \times NDPEX8 \quad (7.30) \\ & \quad (3.77) \end{aligned}$	0.80	2.41
73	商品別輸出価格 (一次金属)	$\begin{aligned} & PEX9/PEX9(-1) - 1 = -0.494759E-02 + 0.359223 \times ((PIX9(-1) - NIT9(-1)/X9(-1)) - 1) + 0.526045 \times ((PIMN9/PIMN9(-1)) - 1) \\ & \quad (-0.263) \quad (0.79) \quad (2.01) \end{aligned}$	0.59	1.84
74	商品別輸出価格 (金属機械)	$\begin{aligned} & PEX10/PEX10(-1) - 1 = -0.175294E-02 + 0.775177 \times ((PIX10(-1) - NIT10(-1)/X10(-1)) - 1) \\ & \quad (0.312) \quad (3.88) \\ & \quad + 0.118003 \times ((PIMN10/PIMN10(-1)) - 1) + 0.060025 \times NDPEX10 + 0.145470 \times ((EXC/EXC(-1)) - 1) \\ & \quad (1.41) \quad (2.56) \quad (8.62) \end{aligned}$	0.87	2.28
75	商品別輸出価格 (その他製造)	$\begin{aligned} & PEX11/PEX11(-1) - 1 = -0.015263 + 0.913066 \times (((PIX10(-1) - NIT10(-1)/X10(-1)) - 1) \\ & \quad (2.19) \quad (3.65) \\ & \quad + 0.414786 \times ((PIMN11/PIMN11(-1)) - 1) + 0.097998 \times ((EXC/EXC(-1)) - 1) + 0.063404 \times NDPEX11 \\ & \quad (5.42) \quad (1.23) \quad (7.56) \end{aligned}$	0.87	2.98
76	商品別輸出価格 (建設業)	$\begin{aligned} & PEX12/PEX12(-1) - 1 = -0.78289E-03 + 0.718515 \times (((PIX11(-1) - NIT11(-1)/X11(-1)) - 1) \\ & \quad (-0.06) \quad (0.92) \\ & \quad + 0.370941 \times ((PIMN12/PIMN12(-1)) - 1) + 0.126480 \times ((EXC/EXC(-1)) - 1) + 0.111702 \times NDPEX12 \\ & \quad (1.78) \quad (0.68) \quad (3.66) \end{aligned}$	0.60	1.42

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
77	商品別輸出価格 (運輸業)	$\begin{aligned} & PEX15/PEX15(-1) - 1 = 0.027410 + 0.395264 \times (PIMN15/PIMN15(-1) - 1) + 0.096422 \times ((EXC/EXC(-1)) - 1) + 0.120207 \times (NDPEX15 \\ & \quad (4.10) \quad (0.91) \quad (6.06) \\ & \quad (3.29) \end{aligned}$	0.76	1.95
78	商品別輸出価格 (通信業)	$\begin{aligned} & PEX16/PEX16(-1) - 1 = -0.020330 + 0.861698 \times (PIMN16/PIMN16(-1) - 1) + 0.144391 \times (NDPEX16 \\ & \quad (-1.53) \quad (5.22) \quad (2.73) \end{aligned}$	0.65	2.10
79	商品別輸出価格 (サービス・その他)	$\begin{aligned} & PEX17/PEX17(-1) - 1 = -0.424977E - 02 + 0.792212 \times ((PIXC15 - (NIT15 \times X15)) / (PIXC15(-1) - (NIT15(-1) \times X15(-1)))) - 1 \\ & \quad (0.347) \quad (0.830) \quad (2.32) \\ & \quad + 0.261178 \times ((EXC/EXC(-1)) - 1) + 0.158966 \times (NDPEX17 \\ & \quad (1.61) \quad (5.43) \end{aligned}$	0.67	1.53
80	国内家計最終消費 デフレーター	$\begin{aligned} & PHCP = 0.159744 + 0.825010 \times (CVC/PS1 + CVC/PS2 + CVC/PS3 + CVC/PS4 + CVC/PS5 + CVC/PS6 + CVC/PS7 + CVC/PS8 + PSS \\ & \quad (0.764) \quad (3.93) \\ & \quad + CVC/PS9 + CVC/PS10 + CVC/PS11 + CVC/PS12 + CVC/PS13 + CVC/PS14 + CVC/PS15 + CVC/PS16 \\ & \quad + CVC/PS17 + CVC/PS18 + CVC/PS19) + 0.043390 \times (NDPHCP \\ & \quad (2.32) \end{aligned}$	0.64	0.18
81	民間総固定資本形 成デフレーター	$\begin{aligned} & PTP = -0.024786 + 1.02545 \times (CVTP1 \times PS1 + CVTP2 \times PS2 + CVTP3 \times PS3 + CVTP4 \times PS4 + CVTP5 \times PS5 + CVTP6 \times PS6 + CVTP7 \times PS7 + CVTP8 \times PS8 + \\ & \quad (-1.41) \quad (58.6) \\ & \quad + CVTP9 \times PS9 + CVTP10 \times PS10 + CVTP11 \times PS11 + CVTP12 \times PS12 + CVTP13 \times PS13 + CVTP14 \times PS14 + CVTP15 \times PS15 \\ & \quad + CVTP16 \times PS16 + CVTP17 \times PS17 + CVTP18 \times PS18 + CVTP19 \times PS19) \\ & \quad (2.32) \end{aligned}$	0.99	0.75
82	公的設備投資デフ レーター	$\begin{aligned} & PIQ = -0.200185 + 1.20310 \times (CVIG1 \times PS1 + CVIG2 \times PS2 + CVIG3 \times PS3 + CVIG4 \times PS4 + CVIG5 \times PS5 + CVIG6 \times PS6 + CVIG7 \times PS7 + CVIG8 \times PS8 \\ & \quad (-1.57) \quad (9.51) \\ & \quad + CVIG9 \times PS9 + CVIG10 \times PS10 + CVIG11 \times PS11 + CVIG12 \times PS12 + CVIG13 \times PS13 + CVIG14 \times PS14 + CVIG15 \times PS15 \\ & \quad + CVIG16 \times PS16 + CVIG17 \times PS17 + CVIG18 \times PS18 + CVIG19 \times PS19) \end{aligned}$	0.84	0.52
83	輸出デフレーター	$\begin{aligned} & PEXD = - \\ & \quad 0.067755 + 1.07019 \times (PEX1 \times EX1 + PEX2 \times EX2 + PEX3 \times EX3 + PEX4 \times EX4 + PEX5 \times EX5 + PEX6 \times EX6 + PEX7 \times EX7 + PEX8 \times EX8 + PEX9 \times EX9 + PEX1 \\ & \quad (-1.10) \quad (18.3) \\ & \quad \times EX10 + PEX11 \times EX11 + PEX12 \times EX12 + PEX13 \times EX13 + PEX14 \times EX14 + PEX15 \times EX15 + PEX16 \times EX16 + PEX17 \times EX17) / EX10 \end{aligned}$	0.95	1.62
84	輸入デフレーター	$\begin{aligned} & PIMP = 0.107603 + 0.971462 \times (PIMI \times IM1 + PIM2 \times IM2 + PIM3 \times IM3 + PIM4 \times IM4 + PIM5 \times IM5 + PIM6 \times IM6 + PIM7 \times IM7 + PIM8 \times IM8 + PIM9 \times IM9 + PIM10 \\ & \quad (3.30) \quad (28.9) \\ & \quad \times IM10 + PIM11 \times IM11 + PIM12 \times IM12 + PIM13 \times IM13 + PIM14 \times IM14 + PIM15 \times IM15 + PIM16 \times IM16 + PIM17 \times IM17 + PIM18 \times IM18 + PIM19 \times IM19) / IM10 \end{aligned}$	0.98	1.96
85	卸売物価指数	$\begin{aligned} & WPI = -1.38292 + 1.36295 \times (PGDP + 1.11191 \times TRR + 0.083538 \times NOPI \\ & \quad (-6.54) \quad (7.35) \quad (15.3) \quad (6.09) \end{aligned}$	0.95	1.80

## (6)金融ブロック

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1997~2005 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
1	マネーストック (M2+CD 平均残高)	$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{M2CD}/\text{PGDP}) &= -7.56684 \\ & \quad (-4.97) \\ & +1.58968 * \text{LOG}(\text{GDP}) - 0.046609 * \text{LOG}(100 * \text{RAC}) \\ & \quad (13.6) \quad (-3.69) \end{aligned}$	0.96	0.313
2	長期国債利回り(10年物応募者利回)	$\begin{aligned} \text{RAG} &= 0.019459 + 0.518086 * \text{RAC} + 0.419872 * (\text{PGDP}/\text{PGDP}(-1) - 1) \\ & \quad (9.27) \quad (5.50) \quad (5.42) \\ & + 0.00903970 * \text{DDRAG2} + 0.00901 * \text{DDRAG3} \\ & \quad (0.597) \quad (7.59) \end{aligned}$	0.97	2.41
3	全銀貸出約定平均金利(長期短期平均)	$\begin{aligned} \text{RAL} &= 0.00800897 + 0.483428 * \text{RAC} + 0.153666 * \text{RAG} \\ & \quad (7.94) \quad (10.3) \quad (1.93) \\ & + 0.331227 * \text{RAL}(-1) \\ & \quad (7.38) \end{aligned}$	0.99	1.32
4	定期預金金利	$\begin{aligned} \text{RAD} &= -0.013203 + 0.100697 * \text{RAC} + 0.900959 * \text{RAL} + 0.00393315 * \text{DDRAD} \\ & \quad (-12.4) \quad (1.96) \quad (15.1) \quad (7.07) \end{aligned}$	0.99	1.82

4. 多部門マクロ計量経済モデル変数名表（アルファベット順）

変数記号	名称	単位	出典
A (i j)	実質投入係数	小数点	SNA産業連関表
AC	法人企業在庫評価調整	10億円	SNAフロー編付表18
AX (j)	産業別名目中間投入	10億円	SNAフロー編付表2
BC	海外に対する債権の純増	10億円	SNAフロー編統合勘定3
BS (j)	産業別営業余剰	10億円	SNAフロー編付表2
BSC	法人企業営業余剰	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
BSI	個人企業営業余剰	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
CG	実質政府最終消費	10億円	SNAフロー編主要系列1
CGV	名目政府最終消費	10億円	SNAフロー編主要系列1
CP	実質民間最終消費	10億円	SNAフロー編主要系列1
CPI	全国総合消費者物価指数	2000年=1	東洋経済マクロデータ
CPV	名目民間最終消費	10億円	SNAフロー編主要系列1
CVCP (i)	国内家計最終消費→商品コンバータ (外)	小数点	SNA産業連関表
CVIG (i)	公的設備投資→商品コンバータ (外)	小数点	SNA産業連関表
CVTJ (i)	在庫品増加→商品コンバータ (外)	小数点	SNA産業連関表
CVTP (i)	民間総固定資本形成→商品コンバータ (外)	小数点	SNA産業連関表
DC (i)	実質商品別総需要	10億円	SNA産業連関表
DD (j)	産業別減価償却率(外)	小数点	法人企業統計年報
DD (変数名)	ダミー変数	—	—
DLT (j)	産業別民間資本除却率 (外)	小数点	民間企業資本ストック
DLTH	民間住宅資本除却率(外)	小数点	独自に推計
DP (j)	産業別固定資本減耗	10億円	SNAフロー編付表2
DPG	一般政府固定資本減耗 (外)	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
DPH	個人企業固定資本減耗	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
EX	実質輸出	10億円	SNAフロー編主要系列1
EX (i)	実質商品別輸出	10億円	SNA産業連関表
EXC	対ドル為替レート (インターバンク米ドル直物)	円/ドル	東洋経済マクロデータ
EXIO	SNAIOベース実質輸出	10億円	SNA産業連関表
EXV	名目輸出	10億円	SNAフロー編主要系列1
FLW	海外からの雇用者所得純受取 (外)	10億円	SNAフロー編統合勘定4
FR (i)	商品別海外生産比率 (外)	%	海外事業活動動向調査、法人企業統計
GAPAG	一般政府金融資産調整勘定(外)	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
GAPAH	家計金融資産調整勘定	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
GAPLG	一般政府金融負債調整勘定	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
GAPLH	家計金融負債調整勘定 (外)	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
GDP	実質GDP	10億円	SNAフロー編主要系列1
GDPV	名目GDP	10億円	SNAフロー編主要系列1
GNLG	一般政府資金過不足	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
GNLH	家計資本過不足	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
HCP	実質国内家計最終消費	10億円	SNAフロー編主要系列1
IG	実質公的設備投資(外)	10億円	SNAフロー編主要系列1
IGIO	SNAIOベース実質公的設備投資	10億円	SNA産業連関表
IGV	名目公的設備投資	10億円	SNAフロー編主要系列1

変数記号	名称	単位	出典
I H	実質民間住宅投資	10億円	SNAフロー編主要系列1
I H V	名目民間住宅投資	10億円	SNAフロー編主要系列1
I I G	一般政府総固定資本形成・純土地購入	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
I L (j)	産業別個人業主比率	小数点	SNAフロー編付表3
I M	実質輸入	10億円	SNAフロー編主要系列1
I M (i)	実質商品別輸入	10億円	SNA産業連関表
I M I O	SNA I Oベース実質輸入 (FOB)	10億円	SNA産業連関表
I M V	名目輸入	10億円	SNAフロー編主要系列1
I P	実質民間企業設備投資	10億円	SNAフロー編主要系列1
I P (j)	実質産業別民間企業設備投資 (進捗ベース)	10億円	民間企業資本ストック
I P I V	個人企業総固定資本形成	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
I P V	名目民間企業設備投資	10億円	SNAフロー編主要系列1
I S G	一般政府貯蓄投資差額	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
I S H	家計貯蓄投資差額	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
J G	実質公的在庫品増加(外)	10億円	SNAフロー編主要系列1
J G V	名目公的在庫品増加	10億円	SNAフロー編主要系列1
J P	実質民間企業在庫品増加	10億円	SNAフロー編主要系列1
J P I V	個人企業在庫品増加 (外)	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
J P V	名目民間企業在庫品増加	10億円	SNAフロー編主要系列1
K A B U	東証株価指数 (第1部)	2000年=1	東洋経済マクロデータ
K B C	海外に対する債権の純増	10億円	SNAフロー編統合勘定3
K H	実質民間住宅ストック	10億円	東洋経済マクロデータ
K J	実質民間企業在庫ストック	10億円	東洋経済マクロデータ
K P (j)	実質産業別資本ストック	10億円	民間企業資本ストック
L (j)	産業別雇用者	万人	SNAフロー編付表3
L H (j)	総実労働時間 (外)	時間/月	労働力調査年報
L P I V	家計純土地購入(外)	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
L S	労働力人口 (外)	万人	労働力調査年報
M 2 C D	マネーストック	10億円	東洋経済マクロデータ
M A F T	対外金融資産	10億円	SNAフロー編統合勘定4
M A G D	一般政府預金資産	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M A G T	一般政府金融資産	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M A H B	家計債権資産	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M A H D	家計預金資産	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M A H K	家計株式資産	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M A H T	家計金融資産	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M L F T	対外金融負債	10億円	SNAフロー編統合勘定4
M L G B	一般政府債権負債	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M L G T	一般政府金融負債	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M L H T	家計金融負債	10億円	SNAストック編制度部門別勘定
M T (i)	商品別輸入税率 (外)	小数点	SNA産業連関表
N I M A F	対外金融資産純増	10億円	SNAフロー編統合勘定4
N I M A G	一般政府金融資産純増	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
N I M A H	家計金融資産純増	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
N I M L F	対外金融負債純増	10億円	SNAフロー編統合勘定4
N I M L G	一般政府金融負債純増	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定

変数記号	名称	単位	出典
NIMLH	家計金融負債純増	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
NIT(j)	産業別純間接税	10億円	SNAフロー編付表2
NITR	産業別純間接税率(外)	小数点	SNAフロー編付表2
OEO	海外からの要素所得受取	10億円	SNAフロー編統合勘定4
OKRF	海外からの資本移転純受取等(外)	10億円	SNAフロー編統合勘定4
OKRG	一般政府資本移転純受取(外)	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
OKRH	家計資本移転純受取	10億円	SNAフロー編制度部門資本調達勘定
OMO	海外への要素所得支払い	10億円	SNAフロー編統合勘定4
OTRF	海外からのその他経常移転純受取(外)	10億円	SNAフロー編統合勘定4
OTRG	一般政府その他経常移転純受取(外)	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
OTRH	家計その他経常移転純受取(外)	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
PC	民間最終消費デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PCG	政府最終消費デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PCX(i)	商品別生産価格	2000年=1	SNA産業連関表
PEX(i)	商品別輸出価格	2000年=1	SNA産業連関表
PEXP	輸出デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PGDP	GDPデフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PHCP	国内家計最終消費デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PIG	公的設備投資デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PIH	民間住宅投資デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PIM(i)	商品別税込み価格	2000年=1	SNA産業連関表
PIMN(i)	商品別税抜き価格	—	SNAフロー編主要系列1
PIMP	輸入デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PIP	民間企業設備投資デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PIX(j)	産業別生産価格	2000年=1	SNAフロー編付表2
PIXC(j)	産業別費用価格	—	SNAフロー編付表2
PJG	公的在庫品増加デフレータ(外)	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PJP	民間企業在庫品増加デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
PLD	住宅地全国平均市街地価格指数	2000年=1	東洋経済マクロデータ
PMD(i)	商品別税抜きドル建て輸入価格(外)	—	独自に推計
POP	総人口(外)	万人	東洋経済マクロデータ
PS(i)	商品別国内需要価格	2000年=1	SNA産業連関表
PTP	民間総固定資本形成デフレータ	2000年=1	SNAフロー編主要系列1
Q(i)	実質商品別生産	10億円	SNA産業連関表
RAC	コールレート有担保翌日物(外)	小数点	東洋経済マクロデータ
RAD	定期預金金利	小数点	東洋経済マクロデータ
RAG	長期国債金利	小数点	東洋経済マクロデータ
RAL	全銀貸出約定平均金利	小数点	東洋経済マクロデータ
RMF	実質居住者家計の純海外直接購入(外)	10億円	SNAフロー編主要系列1
RO(j)	産業別能力稼働率指数(外)	2000年=1	鉱工業指数年報
RR(j)	産業別稼働率	小数点	独自に推計
RSI	1-社会保障雇用負担率(外)	小数点	SNAフロー編統合勘定1、主要系列2
SCP	実質対家計民間非営利団体最終消費(外)	10億円	SNAフロー編主要系列1
SCPV	名目対家計民間非営利団体最終消費(外)	10億円	SNAフロー編主要系列1
SI	社会保障負担	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
SO	社会保障給付	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定

変数記号	名称	単位	出典
TAU	法人税率（外）	—	財務省ホームページ
TBS	営業余剰	10億円	SNAフロー編統合勘定1
TD	直接税	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
TDC	法人直接税	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
TDH	家計直接税	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
TI	純間接税	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
TIC	産業別純間接税	10億円	SNAフロー編付表2
TIM	輸入税	10億円	SNAフロー編付表2
TIP	実質民間企業設備投資（進捗ベース）	10億円	民間企業資本ストック
TJIO	SNAIOベース実質在庫品増加	10億円	SNA産業連関表
TL	総雇用者	万人	SNAフロー編付表3
TPIO	SNAIOベース実質民間総固定資本形成	10億円	SNA産業連関表
TPV	名目民間総固定資本形成	10億円	SNAフロー編主要系列1
TRND	タイムトレンド（80、81、82・・・）	—	—
TRR	就業者加重平均稼働率	小数点	独自に推計
TTX	純租税総額	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
TWL	雇用者所得	10億円	SNAフロー編統合勘定1
TX	実質総生産	10億円	SNAフロー編付表2
TXL	総就業者	万人	SNAフロー編付表3
UC(j)	資本コスト	—	独自に推計
UR	完全失業率	%	労働力調査年報
USPGDP	アメリカGDPデフレーター(外)	2000年=1	東洋経済マクロデータ
USR	アメリカ10年物国債金利(外)	小数点	東洋経済マクロデータ
V(j)	産業別付加価値	10億円	SNAフロー編付表2
W	平均賃金	11万円	SNAフロー編統合勘定、主要系列2、付表3
W(j)	産業別賃金	10万円	SNAフロー編主要系列2、付表2、3
WL(j)	産業別雇用者所得	10億円	SNAフロー編付表2
WPEx	製造業輸出単価指数（外）	2000年=1	東洋経済マクロデータ
WPI	総合卸売り物価指数	2000年=1	東洋経済マクロデータ
WTD	2000年基準製造業製品輸出単価指数（外）	10億ドル	貿易統計年鑑
X(j)	実質産業別生産	10億円	SNAフロー編付表2
XL(j)	産業別就業者	万人	SNAフロー編付表3
XX(j)	産業別潜在生産	10億円	独自に推計
Y	国民所得	10億円	SNAフロー編統合勘定2
YCV	法人企業所得	10億円	SNAフロー編主要系列2
YD	家計可処分所得	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
YTPG	一般政府財産所得支払い	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
YTPH	家計財産所得支払	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
YTRG	一般政府財産所得受取	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
YTRH	家計財産所得受取	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定
YW	雇用者所得	10億円	SNAフロー編制度部門所得支出勘定

5. エネルギー間競合モデル推計式一覧

(1)エネルギー需要ブロック

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
1	シェア関数 農林水産業 (中質油)	LOG(SI1E4)=-1.42319+0.302366*LOG(TREN) (-4.35) (4.39) +0.770274*LOG(SI1E4(-1)) (11.0)	0.98	1.18
2	農林水産業 (重質油)	LOG(SI1E5)=9.07366-2.04018*LOG(TREN+0.01) (6.38) (-6.26) +0.890466*LOG(SI1E5(-1)) (22.4)	0.99	1.93
3	農林水産業 (電力/重質)	LOG(SI1E9/SI1E5)=-0.047955 -0.132977*LOG(FEP9(-1)/FEP5(-1)) (-0.175) (-0.864) +0.928510 *LOG(SI1E9(-1)/SI1E5(-1)) (5.89)	0.86	1.12
4	鉱業 (中質油)	LOG(SI2E4)=-0.071233 -0.186189*LOG(FEP4/FIP2) (0.755) (-2.35) +0.911595 *LOG(SI2E4(-1)) (8.42)	0.81	1.75
5	鉱業 (ガス)	LOG(SI2E8)=-0.295574 -0.623323*LOG(FEP8(-1)/FIP2(-1)) (-1.68) (-3.89) +0.840012 *LOG(SI2E8(-1)) (9.53)	0.93	1.89
6	鉱業 (電力)	LOG(SI2E9/SI2E8)=0.062754 -0.639399*LOG(FIP2(-1)/FEP8(-1)) (1.05) (-3.44) +0.854037 *LOG(SI2E9(-1)/SI2E8(-1)) (9.48)	0.92	1.54
7	食料 (中質/ガス)	LOG(SI3E4/SI3E8)=-0.241534-0.092816*LOG(FEP4/FEP8) (-3.88) (-1.54) +1.14362* LOG(SI3E4(-1)/SI3E8(-1)) (21.6)	0.99	1.27
8	食料 (重質/ガス)	LOG(SI3E5/SI3E8)=-0.104107-0.220465*LOG(FIP3/FEP8) (-4.59) (-1.46) +1.03546*LOG(SI3E5(-1)/SI3E8(-1)) (33.2)	0.99	1.01
9	食料 (他燃料)	LOG(SI3E6)=0.406174-0.161357*LOG(FEP6/FIP3) (3.08) (-1.62) +1.16508 *LOG(SI3E6(-1)) (22.7)	0.98	1.21
10	食料 (ガス)	LOG(SI3E8)=0.139006 -0.199868*LOG(FEP8/FIP3) (1.31) (-1.67) +1.04491 *LOG(SI3E8(-1)) (21.8)	0.99	1.34
11	食料 (電気)	LOG(SI3E9)=0.105684 -0.037075*LOG(FEP9/FIP3) (0.594) (-0.555) +1.04670 *LOG(SI3E9(-1)) (9.30)	0.97	1.14
12	繊維 (中質/ガス)	LOG(SI4E4/SI4E8)=0.077487 -0.717477*LOG(FEP4(-1)/FEP8(-1)) (0.275) (-1.09) +0.851402 *LOG(SI4E4(-1)/SI4E8(-1)) (6.28)	0.89	1.20



(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
13	繊維 (重質/多燃)	$\text{LOG}(\text{SI4E5}/\text{SI4E6})=0.295047 - 0.394056*\text{LOG}(\text{FEP5}/\text{FEP6})$ $+0.903221 * \text{LOG}(\text{SI4E5}(-1)/\text{SI4E6}(-1))$	0.82	1.71
14	繊維 (他燃/ガス)	$\text{LOG}(\text{SI4E6}/\text{SI4E8})=-0.067083 - 2.33386*\text{LOG}(\text{FEP6}(-1)/\text{FEP8}(-1))$ $+0.846274 * \text{LOG}(\text{SI4E6}(-1)/\text{SI4E8}(-1))-2.15702*\text{DDSI5E9}$	0.94	2.28
15	繊維 (ガス/電気)	$\text{LOG}(\text{SI4E8}/\text{SI4E9})=0.053843 - 0.446801*\text{LOG}(\text{FEP8}(-1)/\text{FEP9}(-1))$ $+0.969076 * \text{LOG}(\text{SI4E8}(-1)/\text{SI4E9}(-1))$	0.91	1.60
16	繊維 (電気)	$\text{LOG}(\text{SI4E9})=-0.180964 - 0.148268*\text{LOG}(\text{FEP9}(-1)/\text{FIP4}(-1))$ $+0.843551 * \text{LOG}(\text{SI4E9}(-1))$	0.88	1.81
17	繊維 (自発/電気)	$\text{LOG}(\text{SI4E10}/\text{SI4E9})=0.090550 - 0.109376*\text{LOG}(\text{FEP1}/\text{FEP9})$ $+0.865582 * \text{LOG}(\text{SI4E10}(-1)/\text{SI4E9}(-1))$	0.90	1.65
18	パルプ紙 (中質)	$\text{LOG}(\text{SI5E4})=-0.205655 - 0.216357*\text{LOG}(\text{FEP4}/\text{FIP5})$ $+0.949755*\text{LOG}(\text{SI5E4}(-1)) - 1.16873*\text{DDSI5E9}$	0.98	1.70
19	パルプ紙 (重質)	$\text{LOG}(\text{SI5E5})=-0.391721 - 0.030110*\text{LOG}(\text{FEP6}/\text{FEP4})$ $+0.830181 * \text{LOG}(\text{SI5E5}(-1))$	0.96	2.48
20	パルプ紙 (他燃/中質)	$\text{LOG}(\text{SI5E6}/\text{SI5E4})=0.041821 - 0.053365*\text{LOG}(\text{FEP6}/\text{FEP4})$ $+1.03458*\text{LOG}(\text{SI5E6}(-1)/\text{SI5E4}(-1))+0.973357*\text{DDSI5E9}$	0.95	2.23
21	パルプ紙 (ガス/中質)	$\text{LOG}(\text{SI5E8}/\text{SI5E4})=0.215550 - 0.115069*\text{LOG}(\text{FEP8}(-1)/\text{FEP4}(-1))$ $+1.02649 * \text{LOG}(\text{SI5E8}(-1)/\text{SI5E4}(-1))+1.56710*\text{DDSI5E8}$	0.93	1.56
22	パルプ紙 (電気)	$\text{LOG}(\text{SI5E9})=-0.459500 - 0.214643*\text{LOG}(\text{FEP9}/\text{FIP5})$ $+ 0.677614*\text{LOG}(\text{SI5E9}(-1))+0.072840*\text{DDSI5E9}$	0.84	1.61
23	パルプ紙 (自発/電気)	$\text{LOG}(\text{SI5E10}/\text{SI5E9})=0.231066 - 0.200068*\text{LOG}(\text{FIP5}/\text{FEP9})$ $+0.744896 * \text{LOG}(\text{SI5E10}(-1)/\text{SI5E9}(-1))$	0.81	1.90
24	化学 (コークス /重質)	$\text{LOG}(\text{SI6E2}/\text{SI6E5})=-0.011115 - 0.044109*\text{LOG}(\text{FEP2}/\text{FEP5})$ $+0.995565 * \text{LOG}(\text{SI6E2}(-1)/\text{SI6E5}(-1))+2.15866*\text{DDSI6E2}$	0.96	1.19

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
25	化学 (軽質)	$\text{LOG}(\text{SI6E3}) = -0.0021159 - 0.047867 * \text{LOG}(\text{FEP3}/\text{FIP6})$ <p style="text-align: center;">(-0.0367) (-2.18)</p> $+ 0.983800 * \text{LOG}(\text{SI6E3}(-1))$ <p style="text-align: center;">(10.1)</p>	0.88	1.51
26	化学 (中質/ガス)	$\text{LOG}(\text{SI6E4}/\text{SI6E8}) = 0.408046 - 0.819784 * \text{LOG}(\text{FIP6}/\text{FEP8})$ <p style="text-align: center;">(3.43) (-3.72)</p> $+ 0.168893 * \text{LOG}(\text{SI6E4}(-1)/\text{SI6E8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(0.732)</p>	0.84	1.64
27	化学 (重質/ガス)	$\text{LOG}(\text{SI6E5}/\text{SI6E8}) = 0.171434 - 0.719692 * \text{LOG}(\text{FIP6}/\text{FEP8})$ <p style="text-align: center;">(2.44) (-3.13)</p> $+ 0.596211 * \text{LOG}(\text{SI6E5}(-1)/\text{SI6E8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(4.05)</p>	0.93	1.04
28	化学 (他燃/ガス)	$\text{LOG}(\text{SI6E6}/\text{SI6E8}) = 1.46099 - 0.452461 * \text{LOG}(\text{FIP6}/\text{FEP8})$ <p style="text-align: center;">(3.20) (-3.76)</p> $+ 0.501531 * \text{LOG}(\text{SI6E6}(-1)/\text{SI6E8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(3.21)</p>	0.81	1.90
29	化学 (非エネ)	$\text{LOG}(\text{SI6E7}) = -3.14044 - 0.351709 * \text{LOG}(\text{FEP7}/\text{FIP6})$ <p style="text-align: center;">(-18.5) (-6.24)</p> $+ 0.294309 * \text{LOG}(\text{SI6E7}(-1))$ <p style="text-align: center;">(7.93)</p>	0.86	1.78
30	化学 (ガス)	$\text{LOG}(\text{SI6E8}) = -1.723595 - 0.446835 * \text{LOG}(\text{FEP8}/\text{FIP6})$ <p style="text-align: center;">(-3.07) (-4.27)</p> $+ 0.598048 * \text{LOG}(\text{SI6E8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(4.55)</p>	0.86	1.92
31	化学 (電気)	$\text{LOG}(\text{SI6E9}) = -0.753551 - 0.083746 * \text{LOG}(\text{FEP9}/\text{FIP6})$ <p style="text-align: center;">(-3.12) (-4.72)</p> $+ 0.754105 * \text{LOG}(\text{SI6E9}(-1))$ <p style="text-align: center;">(9.70)</p>	0.87	1.94
32	化学 (自発/電気)	$\text{LOG}(\text{SI6E10}/\text{SI6E9}) = -0.047824 - 0.415042 * \text{LOG}(\text{FIP6}/\text{FEP9})$ <p style="text-align: center;">(-2.01) (-2.50)</p> $+ 0.436854 * \text{LOG}(\text{SI6E10}(-1)/\text{SI6E9}(-1))$ <p style="text-align: center;">(1.81)</p>	0.88	1.69
33	窯業 (石炭/重質)	$\text{LOG}(\text{SI8E1}/\text{SI8E5}) = 0.445348 - 0.130745 * \text{LOG}(\text{FEP1}(-1)/\text{FEP5}(-1))$ <p style="text-align: center;">(1.95) (-2.03)</p> $+ 0.701151 * \text{LOG}(\text{SI8E1}(-1)/\text{SI8E5}(-1))$ <p style="text-align: center;">(4.28)</p>	0.86	2.09
34	窯業 (コークス)	$\text{LOG}(\text{SI8E2}) = -0.238639 - 0.279638 * \text{LOG}(\text{FEP2}/\text{FIP8})$ <p style="text-align: center;">(-1.02) (-1.83)</p> $+ 0.897014 * \text{LOG}(\text{SI8E2}(-1)) - 0.524946 * \text{DDS}(\text{SI8E2})$ <p style="text-align: center;">(10.8)</p>	0.91	2.24
35	窯業 (中質/ガス)	$\text{LOG}(\text{SI8E4}/\text{SI8E8}) = 0.184367 - 1.12111 * \text{LOG}(\text{FEP4}(-1)/\text{FEP8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(0.921) (-2.30)</p> $+ 0.597915 * \text{LOG}(\text{SI8E4}(-1)/\text{SI8E8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(2.64)</p>	0.81	1.76
36	窯業 (重質)	$\text{LOG}(\text{SI8E5}) = -0.537850 - 0.100613 * \text{LOG}(\text{FEP5}/\text{FIP8})$ <p style="text-align: center;">(-2.14) (-2.14)</p> $+ 0.754849 * \text{LOG}(\text{SI8E5}(-1))$ <p style="text-align: center;">(6.34)</p>	0.89	1.97

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
37	窯業 (他燃/ガス)	$\text{LOG}(\text{SI8E6}/\text{SI8E8})=0.369006 - 1.58491*\text{LOG}(\text{FIP8}(-1)/\text{FEP8}(-1))$ (0.941) (-2.18) $+0.837327 * \text{LOG}(\text{SI8E6}(-1)/\text{SI8E8}(-1))$ (4.80)	0.94	1.45
38	窯業 (非エ/重質)	$\text{LOG}(\text{SI8E7}/\text{SI8E5})=-1.48469 - 1.10367*\text{LOG}(\text{FIP8}/\text{FEP5})$ (-4.91) (-3.3) $+0.369535 * \text{LOG}(\text{SI8E7}(-1)/\text{SI8E5}(-1))$ (3.37)	0.68	1.54
39	窯業 (ガス/重質)	$\text{LOG}(\text{SI8E8}/\text{SI8E5})=0.067376 - 0.326046*\text{LOG}(\text{FIP8}/\text{FEP5})$ (0.467) (-2.39) $+0.977298 * \text{LOG}(\text{SI8E8}(-1)/\text{SI8E5}(-1))$ (13.5)	0.98	1.84
40	窯業 (電力/重質)	$\text{LOG}(\text{SI8E9}/\text{SI8E5})=0.011791 - 0.144531*\text{LOG}(\text{FIP8}/\text{FEP5})$ (0.433) (-1.48) $+0.873071 * \text{LOG}(\text{SI8E9}(-1)/\text{SI8E5}(-1))$ (5.49)	0.92	2.43
41	窯業 (自電/電気)	$\text{LOG}(\text{SI8E10}/\text{SI8E9})=0.015823 - 0.055597*\text{LOG}(\text{FIP8}(-1)/\text{FEP9}(-1))$ (0.989) (-0.708) $+0.846176 * \text{LOG}(\text{SI8E10}(-1)/\text{SI8E9}(-1))$ (8.85)	0.73	1.44
42	鉄鋼業 (石炭/重質)	$\text{LOG}(\text{SI9E1}/\text{SI9E5})=0.536057 - 0.170525*\text{LOG}(\text{FEP1}/\text{FEP5})$ (2.96) (-1.31) $+0.787686 * \text{LOG}(\text{SI9E1}(-1)/\text{SI9E5}(-1))$ (10.0)	0.91	1.97
43	鉄鋼業 (コークス/ガス)	$\text{LOG}(\text{SI9E2}/\text{SI9E8})=0.276943 - 0.260064*\text{LOG}(\text{FEP2}/\text{FEP8})$ (0.946) (-1.66) $+0.911734 * \text{LOG}(\text{SI9E2}(-1)/\text{SI9E8}(-1))$ (10.5)	0.92	1.73
44	鉄鋼業 (中質)	$\text{LOG}(\text{SI9E4})=-1.85906 - 0.285806*\text{LOG}(\text{FEP4}(-1)/\text{FIP9}(-1))$ (-2.46) (-2.71) $+0.548127 * \text{LOG}(\text{SI9E4}(-1))$ (2.91)	0.93	1.83
45	鉄鋼業 (重質)	$\text{LOG}(\text{SI9E5})=-1.76689 - 0.200972*\text{LOG}(\text{FEP5}(-1)/\text{FIP9}(-1))$ (-2.97) (-2.08) $+0.562295 * \text{LOG}(\text{SI9E5}(-1))$ (3.73)	0.71	1.53
46	鉄鋼業 (他燃/中質)	$\text{LOG}(\text{SI9E6}/\text{SI9E4})=0.076158 - 0.176257*\text{LOG}(\text{FEP6}(-1)/\text{FEP4}(-1))$ (2.41) (-1.29) $+0.757479 * \text{LOG}(\text{SI9E6}(-1)/\text{SI9E4}(-1))$ (5.3)	0.71	1.63
47	鉄鋼業 (ガス)	$\text{LOG}(\text{SI9E8})=-0.208229 - 0.539565*\text{LOG}(\text{FEP8}(-1)/\text{FIP9}(-1))$ (-0.873) (-2.15) $+0.947072 * \text{LOG}(\text{SI9E8}(-1))$ (15.0)	0.95	1.13
48	鉄鋼業 (電気)	$\text{LOG}(\text{SI9E9})=-0.071237 - 0.049309*\text{LOG}(\text{FEP9}(-1)/\text{FIP9}(-1))$ (-0.447) (-1.58) $+0.969056 * \text{LOG}(\text{SI9E9}(-1))+0.200069*\text{DDSI9E9}$ (10.2)	0.96	2.19

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008 年、年次データ)	$\overline{R^2}$	D.W.
49	鉄鋼業 (自電/電気)	$\text{LOG}(\text{SI9E10}/\text{SI9E9}) = -0.110344 - 0.076939 * \text{LOG}(\text{FEP1}(-1)/\text{FEP9}(-1))$ $+ 0.888247 * \text{LOG}(\text{SI9E10}(-1)/\text{SI9E9}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-0.976)      (-2.77) (9.91)</p>	0.85	2.79
50	他一次金属 (コークス)	$\text{LOG}(\text{SI10E2}) = -0.878456 - 0.118306 * \text{LOG}(\text{ABS}(\text{FEP2}(-1)/\text{WPI}(-1)))$ $+ 0.601084 * \text{LOG}(\text{SI10E2}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-2.03)      (-1.40) (3.10)</p>	0.53	1.28
51	他一次金属 (中質)	$\text{LOG}(\text{SI10E4}/\text{SI10E8}) = 0.121977 - 0.530660 * \text{LOG}(\text{FEP4}(-1)/\text{FEP8}(-1))$ $+ 0.860042 * \text{LOG}(\text{SI10E4}(-1)/\text{SI10E8}(-1)) + 2.56334 * \text{DDSI10E4}$ <p style="text-align: center;">(0.712)      (-2.49) (9.29)</p>	0.93	2.11
52	他一次金属 (重質)	$\text{LOG}(\text{SI10E5}) = -0.312017 - 0.091494 * \text{LOG}(\text{FEP5}/\text{FEP8})$ $+ 0.893105 * \text{LOG}(\text{SI10E5}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-0.978)      (-0.752) (6.69)</p>	0.89	1.31
53	他一次金属 (非エ /コークス)	$\text{LOG}(\text{SI10E7}/\text{SI10E2}) = -0.386617 - 0.124225 * \text{LOG}(\text{FIP10}(-1)/\text{FEP2}(-1))$ $+ 0.662674 * \text{LOG}(\text{SI10E7}(-1)/\text{SI10E2}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-2.22)      (-0.911) (4.72)</p>	0.59	1.68
54	他一次金属 (ガス /コークス)	$\text{LOG}(\text{SI10E8}/\text{SI10E2}) = -0.518924 - 0.480700 * \text{LOG}(\text{FIP10}/\text{FEP2})$ $+ 0.786118 * \text{LOG}(\text{SI10E8}(-1)/\text{SI10E2}(-1)) - 2.70990 * \text{DDSI10E8}$ <p style="text-align: center;">(-2.09)      (-1.21) (9.77)      (-9.15)</p>	0.92	2.24
55	他一次金属 (電気 /コークス)	$\text{LOG}(\text{SI10E9}/\text{SI10E2}) = 0.259555 - 0.082032 * \text{LOG}(\text{FIP10}(-1)/\text{FEP2}(-1))$ $+ 0.847269 * \text{LOG}(\text{SI10E9}(-1)/\text{SI10E2}(-1))$ <p style="text-align: center;">(1.00)      (-0.82) (6.99)</p>	0.78	1.67
56	他一次金属 (自電/電気)	$\text{LOG}(\text{SI10E10}/\text{SI10E9}) = -0.384291 - 0.126247 * \text{LOG}(\text{FEP5}(-1)/\text{FEP9}(-1))$ $+ 0.865183 * \text{LOG}(\text{SI10E10}(-1)/\text{SI10E9}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-1.12)      (-0.894) (5.66)</p>	0.91	2.70
57	金属機械 (コークス /重質)	$\text{LOG}(\text{SI11E2}/\text{SI11E5}) = 1.14992 - 1.41086 * \text{LOG}(\text{FIP11}/\text{FEP5})$ $- 0.096509 * \text{LOG}(\text{SI11E2}(-1)/\text{SI11E5}(-1))$ <p style="text-align: center;">(5.48)      (-5.05) (-0.481)</p>	0.74	2.20
58	金属機械 (軽質/重質)	$\text{LOG}(\text{SI11E3}/\text{SI11E5}) = 0.132701 - 0.384606 * \text{LOG}(\text{FIP11}/\text{FEP5})$ $+ 0.827428 * \text{LOG}(\text{SI11E3}(-1)/\text{SI11E5}(-1))$ <p style="text-align: center;">(1.88)      (-1.22) (5.65)</p>	0.89	0.87
59	金属機械 (中質)	$\text{LOG}(\text{SI11E4}) = -0.204908 - 0.099704 * \text{LOG}(\text{FEP4}(-1)/\text{FIP11}(-1))$ $+ 0.958813 * \text{LOG}(\text{SI11E4}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-0.62)      (-0.537) (8.08)</p>	0.96	0.98
60	金属機械 (他燃)	$\text{LOG}(\text{SI11E6}) = -0.563933 - 0.566750 * \text{LOG}(\text{FEP6}(-1)/\text{FIP11}(-1))$ $+ 0.851182 * \text{LOG}(\text{SI11E6}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-0.981)      (-1.14) (4.78)</p>	0.96	2.07

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間：1991～2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
61	金属機械 (ガス/他燃)	$\text{LOG}(\text{SI11E8}/\text{SI11E6})=0.049485 - 0.177623*\text{LOG}(\text{FEP8}/\text{FEP6})$ (1.15) (-0.579) $+1.07291 * \text{LOG}(\text{SI11E8}(-1)/\text{SI11E6}(-1))$ (14.9)	0.94	1.44
62	金属機械 (電気)	$\text{LOG}(\text{SI11E9})=-0.033254 - 0.184360*\text{LOG}(\text{FEP9}(-1)/\text{FIP11}(-1))$ (-1.19) (-1.20) $+0.876882 * \text{LOG}(\text{SI11E9}(-1))+0.158364*\text{DDSI11E9}$ (10.2) (5.92)	0.95	2.14
63	金属機械 (自電)	$\text{LOG}(\text{SI11E10})=-0.656642 - 0.105667*\text{LOG}(\text{FEP8}(-1)/\text{FIP11}(-1))$ (-1.46) (-0.192) $+0.792150 * \text{LOG}(\text{SI11E10}(-1))$ (5.78)	0.70	2.35
64	他製造 (コークス /他燃)	$\text{LOG}(\text{SI12E2}/\text{SI12E6})=0.608791 - 2.05304*\text{LOG}(\text{FIP12}/\text{FEP6})$ (3.33) (-4.55) $+0.627088 * \text{LOG}(\text{SI12E2}(-1)/\text{SI12E6}(-1))+0.370902*\text{DDSI12E2}$ (4.71) (4.89)	0.73	1.84
65	他製造 (軽質/中質)	$\text{LOG}(\text{SI12E3}/\text{SI12E4})=0.275769 - 0.365323*\text{LOG}(\text{FIP12}(-1)/\text{FEP4}(-1))$ (0.41) (-1.13) $+1.07688 * \text{LOG}(\text{SI12E3}(-1)/\text{SI12E4}(-1)) + 1.08962*\text{DDSI12E3}$ (6.61) (3.85)	0.75	1.95
66	他製造 (中質/ コークス)	$\text{LOG}(\text{SI12E4}/\text{SI12E2})=-0.215479 - 0.239778*\text{LOG}(\text{FIP12}/\text{FEP2})$ (-2.40) (-1.03) $+0.664782 * \text{LOG}(\text{SI12E4}(-1)/\text{SI12E2}(-1))+0.616942*\text{DDSI12E4}$ (4.99) (3.55)	0.68	0.94
67	他製造 (他燃料)	$\text{LOG}(\text{SI12E6})=-1.07639 - 1.25165*\text{LOG}(\text{FEP6}(-1)/\text{FIP12}(-1))$ (-2.15) (-1.58) $+0.627615 * \text{LOG}(\text{SI12E6}(-1))$ (3.55)	0.60	2.00
68	他製造 (非エ/他燃)	$\text{LOG}(\text{SI12E7}/\text{SI12E6})=0.121634 - 0.303235*\text{LOG}(\text{FIP12}/\text{FEP6})$ (1.65) (-0.523) $+0.769791 * \text{LOG}(\text{SI12E7}(-1)/\text{SI12E6}(-1))$ (5.26)	0.60	2.21
69	他製造 (ガス/電力)	$\text{LOG}(\text{SI12E8}/\text{SI12E9})=-0.954233 - 0.183286*\text{LOG}(\text{FIP12}/\text{FEP9})$ (-4.06) (-2.16) $+0.448353 * \text{LOG}(\text{SI12E8}(-1)/\text{SI12E9}(-1))+0.145421*\text{DDSI12E8}$ (3.32) (4.60)	0.88	1.82
70	他製造 (電気/他燃)	$\text{LOG}(\text{SI12E9}/\text{SI12E6})=0.691908 - 1.77054*\text{LOG}(\text{FIP12}/\text{FEP6})$ (3.49) (-3.33) $+0.562937 * \text{LOG}(\text{SI12E9}(-1)/\text{SI12E6}(-1))$ (3.86)	0.66	2.24
71	建設業 (中質/ガス)	$\text{LOG}(\text{SI13E4}/\text{SI13E8})=0.205055 - 0.153479*\text{LOG}(\text{FIP13}/\text{FEP8})$ (1.72) (-3.52) $+0.874411 * \text{LOG}(\text{SI13E4}(-1)/\text{SI13E8}(-1))$ (14.3)	0.99	2.52
72	建設業 (非エネ)	$\text{LOG}(\text{SI13E7})=-0.052121 - 0.085535*\text{LOG}(\text{FEP7}(-1)/\text{FIP13}(-1))$ (-0.728) (-2.31) $+0.962459 * \text{LOG}(\text{SI13E7}(-1))$ (10.6)	0.93	1.98

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
73	建設業 (ガス)	$\text{LOG}(\text{SI13E8}) = -0.281508 - 0.184458 * \text{LOG}(\text{FEP8}(-1) / \text{FIP13}(-1))$ $+ 0.873348 * \text{LOG}(\text{SI13E8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(0.769)      (-1.43)      (6.41)</p>	0.99	2.05
74	<b>需要関数</b> 農林水産	$\text{LOG}(\text{EI1} / \text{X1}) = 0.304449 - 0.083463 * \text{LOG}(\text{FIP1})$ $+ 0.879907 * \text{LOG}(\text{EI1}(-1) / \text{X1}(-1))$ <p style="text-align: center;">(0.76)      (-1.59)      (6.16)</p>	0.89	1.52
75	鉱業	$\text{EI2} / \text{X2} = 2.33680 - 0.818355 * \text{LOG}(\text{FEP9})$ $+ 0.893557 * \text{LOG}(\text{EI2}(-1) / \text{X2}(-1)) + 0.936697 * \text{DDI2}$ <p style="text-align: center;">(2.03)      (-2.22)      (8.37)      (7.28)</p>	0.85	2.64
76	食料品	$\text{LOG}(\text{EI3} / \text{X3}) = 0.051925 - 0.067633 * \text{LOG}(\text{FIP3})$ $+ 0.964825 * \text{LOG}(\text{EI3}(-1) / \text{X3}(-1))$ <p style="text-align: center;">(0.32)      (-1.61)      (12.0)</p>	0.96	2.25
77	繊維	$\text{EI4} / \text{X4} = 1.44212 - 0.177703 * \text{LOG}(\text{FEP8})$ $+ 0.880462 * \text{EI4}(-1) / \text{X4}(-1) + 0.952675 * \text{DDI4}$ <p style="text-align: center;">(1.00)      (-0.211)      (7.85)      (2.88)</p>	0.79	1.77
78	パルプ紙	$\text{LOG}(\text{EI5} / \text{X5}) = 0.300280 - 0.06300 * \text{LOG}(\text{FIP5})$ $+ 0.891504 * \text{LOG}(\text{EI5}(-1) / \text{X5}(-1))$ <p style="text-align: center;">(0.970)      (-0.502)      (8.27)</p>	0.80	1.43
79	化学	$\text{LOG}(\text{EI6} / \text{X6}) = 0.539340 - 0.05510 * \text{LOG}(\text{FIP6})$ $+ 0.875989 * \text{LOG}(\text{EI6}(-1) / \text{X6}(-1))$ <p style="text-align: center;">(0.886)      (-1.02)      (6.48)</p>	0.83	1.85
80	石油精製	$\text{LOG}(\text{EI7} / \text{X7}) = 0.021063 - 0.973899 * \text{LOG}(\text{FIP7})$ $+ 0.973216 * \text{LOG}(\text{EI7}(-1) / \text{X7}(-1)) + 1.06324 * \text{DDI7}$ <p style="text-align: center;">(0.312)      (-1.72)      (6.69)      (3.45)</p>	0.82	1.34
81	窯業	$\text{LOG}(\text{EI8} / \text{X8}) = 0.264583 - 0.017106 * \text{LOG}(\text{FIP8})$ $+ 0.971857 * \text{LOG}(\text{EI8}(-1) / \text{X8}(-1))$ <p style="text-align: center;">(0.948)      (-1.39)      (12.2)</p>	0.94	2.27
82	鉄鋼業 他一次金属	$\text{LOG}(\text{EI910} / \text{X9}) = 4.10706 - 0.470424 * \text{LOG}((\text{FIP9} + \text{FIP10}) / 2)$ $- 0.108033 * \text{LOG}(\text{EI9}(-1) / \text{X9}(-1))$ <p style="text-align: center;">(273)      (-2.31)      (-4.99)</p>	0.67	1.44
83	金属機械	$\text{LOG}(\text{EI11} / \text{X10}) = 0.0021003 - 0.450513 * \text{FIP11} + 0.984643 * \text{EI11}(-1) / \text{X10}(-1)$ <p style="text-align: center;">(0.0184)      (-1.03)      (9.59)</p>	0.66	1.65
84	他製造業	$\text{LOG}(\text{EI12} / \text{X11}) = 1.17544 - 0.464530 * \text{LOG}(\text{FIP12})$ $+ 0.606609 * \text{LOG}(\text{EI12}(-1) / \text{X11}(-1))$ <p style="text-align: center;">(3.13)      (-4.59)      (4.91)</p>	0.90	1.39
85	建築業	$\text{LOG}(\text{EI13} / \text{X12}) = 1.59921 - 0.803709 * \text{LOG}(\text{FIP13})$ <p style="text-align: center;">(38.1)      (-6.51)</p>	0.88	2.38

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間：1991～2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
86	運輸需要関数 旅客用ガソリン	$\text{LOG}(P1E1/NKP1*SP1E1)=1.36054+0.049896*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.716726*\text{LOG}(P1E1(-1)/(NKP1(-1)*SP1E1(-1)))$ $-0.025781*\text{LOG}(\text{FEP3})$	0.89	1.64
87	旅客用軽油	$\text{LOG}(P1E3/NKP1*SP1E3)=1.68672-0.233726*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.891354*\text{LOG}(P1E3(-1)/(NKP1(-1)*SP1E3(-1)))$	0.89	1.74
88	旅客用LPG	$\text{LOG}(P1E7/NKP1*SP1E7)=1.68672-0.233726*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.891354*\text{LOG}(P1E7(-1)/(NKP1(-1)*SP1E7(-1)))$	0.89	1.74
89	旅客バス用ガソリン	$\text{LOG}(P2E3/NKP2*SP2E3)=-1.02456+0.419151*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.792505*\text{LOG}(P2E3(-1)/(NKP2(-1)*SP2E3(-1)))$ $-0.090213*\text{LOG}(\text{FEP4})$	0.93	1.77
90	旅客鉄道用軽油	$\text{LOG}(P3E3/NKP3*SP3E3)=-0.494784+0.449119*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.459696*\text{LOG}(P3E3(-1)/(NKP3(-1)*SP3E3(-1)))$ $-0.075402*\text{LOG}(\text{FEP4})$	0.68	2.41
91	旅客鉄道用電気	$\text{LOG}(P3E8/NKP3*SP3E8)=+1.03134-0.097362*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.799271*\text{LOG}(P3E8(-1)/(NKP3(-1)*SP3E8(-1)))$ $-0.00304934*\text{LOG}(\text{FEP9})$	0.51	2.09
92	旅客用船舶軽油	$\text{LOG}(P4E3/NKP4*SP4E3)=-6.68424+2.22910*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.519466*\text{LOG}(P4E3(-1)/(NKP4(-1)*SP4E3(-1)))$ $-0.218988*\text{LOG}(\text{FEP4})$	0.79	2.12
93	旅客用船舶重油	$\text{LOG}(P4E4/NKP4*SP4E4)=-2.94665+1.34308*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.566024*\text{LOG}(P4E4(-1)/(NKP4(-1)*SP4E4(-1)))$ $-0.106103*\text{LOG}(\text{FEP5})$	0.78	2.18

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
94	旅客用航空 ガソリン	$\text{LOG}(P5E1/NKP5*SP5E1)=4.87895-0.541177*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.536520*\text{LOG}(P5E1(-1)/(NKP5(-1)*SP5E1(-1)))$ <p style="text-align: center;">(3.25) (-3.12) (3.32)</p>	0.79	2.44
95	旅客用航空 ジェット燃料	$\text{LOG}(P5E2/NKP5*SP5E2)=4.87895-0.541177*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.536520*\text{LOG}(P5E2(-1)/(NKP5(-1)*SP5E2(-1)))$ <p style="text-align: center;">(3.26) (-3.12) (3.32)</p>	0.79	2.44
96	貨物用トラ ック ガソリン	$\text{LOG}(P6E1/TKP6*SP6E1)=6.43716-0.802873*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.554007*\text{LOG}(P6E1(-1)/(TKP6(-1)*SP6E1(-1)))$ $-0.057478*\text{LOG}(\text{FEP3})$ <p style="text-align: center;">(2.47) (-3.74) (1.92) (-0.98)</p>	0.98	1.08
97	貨物用トラ ック 軽油	$\text{LOG}(P6E3/TKP6*SP6E3)=4.17145-0.678838*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.827278*\text{LOG}(P6E3(-1)/(TKP6(-1)*SP6E3(-1)))$ <p style="text-align: center;">(3.39) (-3.91) (10.7)</p>	0.98	1.01
98	貨物用鉄道 軽油	$\text{LOG}(P7E3/TKP7*SP7E3)=2.24765+0.156159*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.062206*\text{LOG}(P7E3(-1)/(TKP7(-1)*SP7E3(-1)))$ $-0.120155*\text{LOG}(\text{FEP4})$ <p style="text-align: center;">(2.44) (0.70) (0.256) (-2.57)</p>	0.83	2.11
99	貨物用鉄道 電気	$\text{LOG}(P7E8/TKP7*SP7E8)=2.96504-0.344697*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.562859*\text{LOG}(P7E8(-1)/(TKP7(-1)*SP7E8(-1)))$ <p style="text-align: center;">(2.88) (-2.73) (3.30)</p>	0.76	1.96
100	貨物用船舶 重油	$\text{LOG}(P8E4/TKP8)=0.926946+0.328394*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.389738*\text{LOG}(P8E4(-1)/(TKP8(-1)))-0.033702*\text{LOG}(\text{FEP5})$ <p style="text-align: center;">(1.09) (1.43) (1.58) (-1.28)</p>	0.38	1.97
101	貨物用航空 ガソリン	$\text{LOG}(P9E1/TKP9*SP9E1)=6.04084-0.536558*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.538780*\text{LOG}(P9E1(-1)/(TKP9(-1)*SP9E1(-1)))$ <p style="text-align: center;">(3.18) (-3.08) (3.33)</p>	0.79	2.43
102	貨物用航空 ジェット燃料	$\text{LOG}(P9E2/TKP9*SP9E2)=6.04084-0.536558*\text{LOG}(\text{TREN})$ $+0.538780*\text{LOG}(P9E2(-1)/(TKP9(-1)*SP9E2(-1)))$ <p style="text-align: center;">(3.20) (-3.31) (3.36)</p>	0.79	2.44
103	<u>シェア関数</u> 業務用暖房 電気	$\text{LOG}(\text{SSHE})=-1.13599-0.145429*\text{LOG}(\text{SELPP}(-1)/\text{FSHP}(-1))$ $+0.562251*\text{LOG}(\text{SSHE}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-5.12) (-2.65) (6.98)</p>	0.84	2.06
104	業務用暖房 ガス	$\text{LOG}(\text{SSHG})=-0.276351-0.287362*\text{LOG}(\text{SCGPP}/\text{FSHP})$ $+0.840489*\text{LOG}(\text{SSHG}(-1))$ <p style="text-align: center;">(-0.671) (-1.35) (4.52)</p>	0.91	1.33



(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	$\bar{R}^2$	D.W.
105	業務用暖房 (石油/電気)	$\text{LOG}(\text{SSHO}/\text{SSHE})=0.903044-0.151438*\text{LOG}(\text{SOIPP}(-1)/\text{SELPP}(-1))$ (4.37) (-3.35) $+0.630588*\text{LOG}(\text{SSHO}(-1)/\text{SSHE}(-1))$ (8.13)	0.91	2.17
106	業務用冷房 (電気/ガス)	$\text{LOG}(\text{SSRE}/\text{SSRG})=-0.074251-0.279798*\text{LOG}(\text{SELPP}/\text{SCGPP})$ (-0.310) (-0.318) $+0.958217*\text{LOG}(\text{SSRE}(-1)/\text{SSRG}(-1))$ (4.42)	0.70	2.29
107	業務用冷房 (ガス)	$\text{LOG}(\text{SSRG})=0.156967-1.52736*\text{LOG}(\text{SCGPP}/\text{FSRP})$ (0.556) (-1.25) $+0.964689*\text{LOG}(\text{SSRG}(-1))$ (6.06)	0.72	0.69
108	業務用冷房 (石油/ガス)	$\text{LOG}(\text{SSRO}/\text{SSRG})=-0.376457-0.676137*\text{LOG}(\text{SOIPP}/\text{SCGPP})$ (-2.21) (-2.49) $+0.498646*\text{LOG}(\text{SSRO}(-1)/\text{SSRG}(-1))$ (2.36)	0.70	1.61
109	業務用給湯 (ガス)	$\text{LOG}(\text{SSWG})=-0.163265-0.140224*\text{LOG}(\text{SCGPP}(-1)/\text{FSWP}(-1))$ (-1.33) (-1.46) $+0.809639*\text{LOG}(\text{SSWG}(-1))$ (7.17)	0.91	2.45
110	業務用給湯 (石油)	$\text{LOG}(\text{SSWO})=-0.058612-0.067389*\text{LOG}(\text{SOIPP}/\text{FSWP})$ (-1.11) (-1.24) $+0.890058*\text{LOG}(\text{SSWO}(-1))$ (6.68)	0.94	2.46
111	業務用給湯 (石炭/石油)	$\text{LOG}(\text{SSWC}/\text{SSWO})=-0.678986-0.218669*\text{LOG}(\text{FSWP}/\text{SOIPP})$ (-1.64) (-1.43) $+0.715910*\text{LOG}(\text{SSWC}(-1)/\text{SSWO}(-1))$ (4.31)	0.72	1.63
112	家庭用暖房 (電気/灯油)	$\text{LOG}(\text{SHHE}/\text{SHHK})=-1.29865-0.203707*\text{LOG}(\text{HELPP}/\text{HKEPP})$ (-2.90) (-2.13) $+0.324624*\text{LOG}(\text{SHHE}(-1)/\text{SHHK}(-1))$ (1.44)	0.58	2.18
113	家庭用暖房 (ガス/電気)	$\text{LOG}(\text{SHHG}/\text{SHHE})=+0.342174-0.378120*\text{LOG}(\text{FHHP}/\text{HELPP})$ (4.16) (-4.17) $+0.338566*\text{LOG}(\text{SHHG}(-1)/\text{SHHE}(-1))+0.419701*\text{DDSHHG}$ (2.37) (6.21)	0.82	1.97
114	家庭用暖房 (灯油)	$\text{LOG}(\text{SHHK})=-0.346666-0.060325*\text{LOG}(\text{HKEPP}/\text{FHHP})$ (-7.07) (-2.35) $+0.131472*\text{LOG}(\text{SHHK}(-1))+0.059430*\text{DDSHHK}$ (1.03) (4.74)	0.61	1.93
115	家庭用給湯 (ガス/灯油)	$\text{LOG}(\text{SHWG}/\text{SHWK})=0.254524-0.110242*\text{LOG}(\text{FHWP}/\text{HKEPP})$ (2.92) (-3.38) $+0.462515*\text{LOG}(\text{SHWG}(-1)/\text{SHWK}(-1))+0.166366*\text{DDSHWG}$ (2.41) (6.14)	0.79	1.67

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間: 1991~2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
116	家庭用給湯 (LPG/電気)	LOG(SHWL/SHWE)=0.397513-0.475151*LOG(FHWP/HELPP) (1.53) (-2.06) +0.705915*LOG(SHWL(-1)/SHWE(-1)) (3.92)	0.60	1.30
117	家庭用給湯 (灯油/電気)	LOG(SHWK/SHWE)=-0.046781-0.544361*LOG(FHWP/HELPP) (-0.338) (-3.84) +1.01303*LOG(SHWK(-1)/SHWE(-1)) (8.33)	0.86	1.75
118	家庭用厨房 (電気)	LOG(SHKE)=-0.559975-0.386071*LOG(HELPP(-1)/FHKP(-1)) (-2.38) (-1.6) +0.634559*LOG(SHKE(-1)) (4.37)	0.74	1.96
119	家庭用厨房 (ガス/電気)	LOG(SHKG/SHKE)=0.347751-0.642534*LOG(FHKP/HELPP) (4.29) (-4.50) +0.440111*LOG(SHKG(-1)/SHKE(-1)) (3.71)	0.89	2.43
120	家庭用厨房 (LPG/電気)	LOG(SHKL/SHKE)=0.168045-0.237689*LOG(FHWP/HELPP) (1.25) (-0.476) +0.706578*LOG(SHKL(-1)/SHKE(-1)) (4.02)	0.62	1.84
121	<b>需要関数</b> 業務用暖房	SH=15.7838-6.25580*FSHP+0.826728*SH(-1) (0.933) (-1.36) (4.25)	0.84	1.87
122	業務用冷房	SR=22.6020-9.66202*SELPP+0.2155*SR(-1) (0.853) (3.75) (0.735) +0.0000143483*(X14+X15+X16+X17)+5.99768*DDSR (1.13) (-0.476)	0.59	2.08
123	業務用給湯	SW=11.1719-6.20118*FSHP+0.884368*SW(-1) (1.03) (-1.82) (6.87)	0.95	1.45
124	業務用厨房	SK=31.4263-19.5750*FSRP+0.314556*SK(-1) (8.08) (10.5) (0.967) +0.681975E-05*(X14+X15+X16+X17)+12.0508*DDSK (2.06) (-4.64)	0.95	1.71
125	業務用動力 (電気)	SME=81.9927-36.8893*SELPP+0.598308*SME(-1) (2.58) (-2.17) (4.23)	0.93	1.49
126	家庭用暖房	HH=2758.78-484.568*FHHP+0.190917*HH(-1)+DDHH*352.367 (5.99) (-4.49) (4.89) (1.40)	0.78	1.69
127	家庭用冷房 (電気)	HRE=180.338-0.076928*TREN+0.194459*HRE(-1)+DDHR*63.3068 (1.63) (-0.0718) (6.34) (1.47)	0.71	2.16
128	家庭用給湯	HW=1205.54-449.222*FHWP+0.750301*HW(-1)+DDHW*152.717 (2.95) (-4.11) (5.48) (7.10)	0.87	2.08
129	家庭用厨房	HK=83.6659-26.7678*FHKP+0.924310*HK(-1)+DDHK*177.813 (0.67) (-0.218) (6.61) (7.79)	0.82	2.23
130	家庭用動力 (電気)	HME=1348.29-2.66465*HELPP-5.89178*TREN (1.39) (5.29) (-0.997) +0.795028*HME(-1)+DDHM*294.603 (9.47) (-0.00718)	0.92	1.68

## (2)エネルギー転換ブロック

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間：1991～2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
1	総発電電力量	$HTL=1.4432*EPFD$ (17.9)	0.95	1.10
2	石炭火力消費熱量	$COTH=256622+0.012552*(HTL*SHCO/100)$ (5.88) (32.6)	0.98	1.26
3	石油火力消費熱量	$OITH=-0.423111E+07+0.028309*(HTL*SHOI/100)$ (-6.58) (8.42)	0.80	0.57
4	LNG火力消費熱量	$LNGTH=375029.0+0.736129E-02*(HTL*SHLNG/100)$ (2.87) (12.1)	0.89	1.27
5	燃料単位コスト	$UCFU/HTL=0.657259*10^{-6}$ (0.325) $+0.105798*10^{-11}*(NCPP*COTH+NOPP*OITH+LNGPP*LNGTH)$ (7.81) $+0.650593*(UCFU(-1)/HTL(-1))$ (6.32)	0.95	1.80
6	労働単位コスト	$UCLA/HTL=0.000137336-0.163524*10^{-5}*TLUR$ (10.5) (-7.43) $-0.431775*10^{-6}*TREN$ (-9.28)	0.84	1.29
7	資本単位コスト	$UCCA/HTL=-16.2550+1.68024*LOG(SELNU)-0.080097*TREN$ (-12.2) (7.83) (-15.2)	0.96	0.77
8	修繕単位コスト	$LOG(UCRP/HTL)=3.84660-0.452806*LOG(ABS(STL*WPI))$ (1.39) (-1.66) $+0.842438*LOG(UCRP(-1)/HTL(-1))$ (7.90)	0.80	1.42
9	その他の単位コスト	$LOG(UCTL/HTL)=$ $-13.5381+0.570742*LOG((UCFU+UCLA+UCCA+UCRP))$ (-5.15) (5.51) $+0.087114*LOG(UCTL(-1)/HTL(-1))-0.931634*10^{-2}*TREN$ (0.402) (-3.40)	0.92	1.62
10	産業電力単価	$LOG(ELPP)=12.9580+1.12410*LOG(UCTL/HTL)-0.547074*10^{-2}*TREN$ (18.3) (12.1) (-4.39)	0.97	1.26
11	業務用電力単価	$LOG(SELPP)=5.88463+0.634400*LOG(UCTL/HTL)$ (14.4) (11.9) $-0.363544*10^{-2}*TREN$ (-5.07)	0.97	1.98
12	家庭用電力単価	$LOG(HELPP)=7.53591+0.802532*LOG(UCTL/HTL)$ (4.36) (10.2) $-0.56122610^{-2}*TREN$ (-5.47)	0.97	1.45

(定数項と変数のパラメータの下の括弧内数値は t 値を示す)

No	被説明変数	推計式 (推計期間：1991～2008年、年次データ)	R <sup>2</sup>	D.W.
13	都市ガス単位あたり固定費	$\text{LOG}(\text{KOTEI}/(\text{ALE12}+\text{ALE13}))=14.5621$ (12.4) $-2.7154*\text{LOG}(\text{TREN})$ (-10.7)	0.87	0.52
14	都市ガス単位あたり変動費	$\text{LOG}(\text{KAHEN})=-5.31963+0.903743*\text{LOG}(\text{LNGPP})$ (-1.18) (5.09) $+1.49896*\text{LOG}(\text{ALGAS})$ (4.02)	0.93	0.67
15	石油製品平均出荷価格  (以下エネルギー種別価格指数)	$\text{LOG}(\text{PPP}/\text{WPI})=2.50060+0.411249*\text{LOG}(\text{ABS}(\text{NOPP}/\text{WPI}))$ (8.83) (6.87) $+0.068704*\text{LOG}(\text{ABS}(\text{NOPP}(-1)/\text{WPI}(-1)))$ (1.09) $-0.735033*\text{LOG}(-0.850263+\text{LOG}(\text{RHORF})*0.706546)$ (-4.48)	0.98	0.88
16	石炭	$\text{FEP1}=-0.346221\text{E}-02+0.647745*\text{NCPP}+1.00338*\text{CPP}$ (-20.1) (3.51) (32.8)	0.96	0.59
17	コークス	$\text{FEP2}=1.66667*\text{CPP}$ (512)	0.98	0.94
18	軽質油	$\text{FEP3}=-0.574092+0.024942*\text{PPPP}$ (-5.19) (6.87)	0.98	1.82
19	中質油	$\text{FEP4}=-0.084278+0.015573*\text{PPPP}$ (-10.4) (68.6)	0.97	0.792
20	重質油	$\text{FEP5}=-0.244972+0.019264*\text{PPPP}$ (-2.68) (16.8)	0.98	1.07
21	その他燃料	$\text{FEP6}=0.647033+0.48799\text{E}-02*\text{PPPP}$ (31.6) (11.7)	0.98	1.28
22	非エネルギー消費	$\text{FEP7}=-0.840041+0.027153*\text{PPPP}$ (-20.6) (3.16)	0.95	2.04
23	都市ガス	$\text{FEP8}=1.97585+0.618388\text{E}-07*\text{KAHEN}$ (7.26) (2.55) $+0.556011\text{E}-06*\text{KOTEI}+0.384949*\text{DDCGPP}$ (3.82) (4.17)	0.77	1.20
24	電気	$\text{FEP9}=0.076453*\text{ELPP}$ (21.7)	0.96	1.17

6. エネルギー間競合モデルの変数名表

変数記号	変数名	単位	出典
AOPP	A 重油卸売価格	円/千 kcal	エネルギー経済統計要覧
COPP	C 重油卸売価格	円/千 kcal	エネルギー経済統計要覧
COTH	石炭火力消費熱量	TJ	電気事業年報
EI(j)	j 産業エネルギー消費量	TJ	総合エネルギー統計
FEP(i)	i エネルギー価格指数	2000年=1	独自に推計
FHHP	家庭用暖房総合価格指数	2000年=1	独自に推計
FHKP	家庭用厨房総合価格指数	2000年=1	独自に推計
FHWP	家庭用給湯総合価格指数	2000年=1	独自に推計
FIP(j)	j 産業エネルギー総合価格指数	2000年=1	独自に推計
FSHP	業務用暖房総合価格指数	2000年=1	独自に推計
FSRP	業務用暖房総合価格指数	2000年=1	独自に推計
FSWP	業務用給湯総合価格指数	2000年=1	独自に推計
GAPP	ガソリン卸売価格	円/千 kcal	エネルギー経済統計要覧
HCGPP	業務用都市ガス単価	円/kWh	エネルギー経済統計要覧
HELPP	家庭用電力総合単価	円/kWh	エネルギー経済統計要覧
HH	家庭用暖房エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
HK	家庭用厨房エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
HKEPP	家庭用灯油単価	円/kWh	エネルギー経済統計要覧
HLPPP	家庭用LPG単価	円/kWh	エネルギー経済統計要覧
HME	家庭用動力エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
HRE	家庭用冷房エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
HTL	総発電電力量	kWh	電気事業年報
HW	家庭用給湯エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
KAHEN	都市ガス単位あたり可変費	円/TJ	ガス事業便覧
KEPP	灯油卸売価格	円/千 kcal	エネルギー経済統計要覧
KOPP	軽油卸売価格	円/千 kcal	エネルギー経済統計要覧
KOTAX	揮発油税	-	物価統計年報
KOTEI	都市ガス単位あたり固定費	円/TJ	ガス事業便覧
LNGPP	LNG 輸入価格	円/千 kcal	エネルギー経済統計要覧
LNGTH	LNG 火力消費熱量	TJ	電気事業年報
NAPP	ナフサ卸売価格	円/千 kcal	エネルギー経済統計要覧
NKP(j)	J モードの需要量	人・km	財務省統計局日本統計要覧
OITH	石油火力消費熱量	TJ	電気事業年報
P(j)E(i)	j モード、i エネルギー消費量	TJ	総合エネルギー統計
PPP	石油製品平均出荷価格	-	物価統計年報
RHORF	重油精製割合	-	総合エネルギー統計
SCGPP	業務用都市ガス単価	円/kWh	エネルギー経済統計要覧
SELNU	原子力設備容量	-	電気事業年報
SELPP	業務用電力総合単価	円/kWh	エネルギー経済統計要覧
SH	業務用暖房エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
SHCO	石炭火力のシェア	-	電気事業年報
SHHE	家庭用暖房(電気)シェア	-	エネルギー経済統計要覧
SHHG	家庭用暖房(都市ガス)シェア	-	エネルギー経済統計要覧
SHHK	家庭用暖房(灯油)シェア	-	エネルギー経済統計要覧
SHKE	家庭用厨房(電気)シェア	-	エネルギー経済統計要覧
SHKG	家庭用厨房(都市ガス)シェア	-	エネルギー経済統計要覧
SHKL	家庭用厨房(LPG)シェア	-	エネルギー経済統計要覧
SHLNG	LNG 火力消費熱量のシェア	-	電気事業年報
SHOI	石油火力のシェア	-	電気事業年報
SHWE	家庭用給湯(電気)シェア	-	エネルギー経済統計要覧
SHWG	家庭用給湯(都市ガス)シェア	-	エネルギー経済統計要覧

変数記号	変数名称	単位	出典
SHWK	家庭用給湯(灯油)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SHWL	家庭用給湯(LPG)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
Si(j)E(i)	j産業 i エネルギーのシェア	—	総合エネルギー統計から導出
SK	業務用厨房エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
SME	業務用動力エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
SOIPP	業務用石油単価	円/kWh	エネルギー経済統計要覧
SP(j)E(i)	jモード、i エネルギーのシェア	—	総合エネルギー統計から導出
SR	業務用冷房エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
SSHE	業務用暖房(電気)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SSHG	業務用暖房(都市ガス)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SSHO	業務用暖房(石油)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SSRE	業務用冷房(電気)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SSRG	業務用冷房(都市ガス)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SSRO	業務用冷房(石油)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SSWC	業務用給湯(石炭)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SSWG	業務用給湯(都市ガス)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SSWO	業務用給湯(石油)シェア	—	エネルギー経済統計要覧
SW	業務用給湯エネルギー消費量	TJ	エネルギー経済統計要覧
TLUR	総設備利用率	—	電気事業年報
TREN	トレンド(90, 91, 92, . . .)	—	—
UCCA	資本単位コスト	円/kWh	電気事業年報
UCFU	燃料単位コスト	円/kWh	電気事業年報
UCLA	労働単位コスト	円/kWh	電気事業年報
UCTL	その他の単位コスト	円/kWh	電気事業年報
WPI	卸売物価指数	2000年=1	日銀経済統計年報
X(j)	j産業実質生産額	10億円	SNAフロー編付表2



- この印刷物は国等による環境物品等の調達に関する法律（グリーン購入法）に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。
- リサイクル適正の表示  
この印刷物は A ランクの資材のみを使用しており、印刷用の紙にリサイクルできます。