

平成29年度 環境経済の政策研究

(2050年までの温室効果ガス大幅削減に向けた  
経済的措置に関する調査・検討)

研究報告書

平成30年3月

地球環境戦略研究機関  
名城大学  
国立環境研究所



## 目次

### サマリー（和文、英文）

#### I 研究計画・成果の概要等

1.	研究の背景と目的	1
2.	3年間の研究計画及び実施方法	3
3.	3年間の研究実施体制	7
4.	本研究で目指す成果	9
5.	研究成果による環境政策への貢献	11

#### II 平成29年度の研究計画および研究状況と成果

1.	平成29年度の研究計画	15
2.	3年間の研究を通じて得られた成果（概要）	17
3.	対外発表等の実施状況	23
4.	平成29年度の研究状況と成果（詳細）	25
4.1	序論	25
4.2	炭素税・グリーン税制改革の理論的検討	31
4.3	炭素税・グリーン税制改革の事例研究	51
4.4	本研究で提案するグリーン税制改革政策パッケージ	73
4.5	マクロ計量モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価	83
4.6	応用一般均衡モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価	107
4.7	結論	121

#### III 参考資料

1.	E3MEモデルにおける定義式と推定式、そして主要変数一覧	127
----	------------------------------	-----



## I. 研究計画・成果の概要等



我が国は、2016年5月に閣議決定された地球温暖化対策計画において2050年までに80%減という排出削減目標を明記しているが、このような大幅な排出削減を実現するためには、構造的な変化を伴う大胆な対策が必要と考えられる。このためには、将来的なビジョンとして大幅な低炭素化の必要性を社会全般に広く浸透させる必要があり、その手段の一つとして炭素価格を導入することの有効性が国際的に広く認識されている。本研究では、2050年温室効果ガス（GHG）大幅削減に向けた経済的措置としてカーボンプライシングに着目し、炭素税および排出量取引（ETS）によるカーボンプライシングの有効性や経済効率性を明らかにしたうえで、マクロ計量経済モデルであるE3MEモデルと、応用一般均衡モデルであるAIM/CGE[Japan]モデルの2種類の経済モデルによる定量的分析結果に基づき、本格的な炭素税を軸としたグリーン税制改革の政策パッケージを提案し、この政策により大幅なGHG排出削減と豊かな暮らしを同時に達成することが可能であることを示した。

政策パッケージの策定にあたっては、欧州などのグリーン税制改革の先行事例の分析、二重配当仮説などの理論的文献のレビュー、および理論的検討を通じて、以下のような基本方針を立てた。まず、すべてのステークホルダーに価格シグナルを送るために、炭素税によるカーボンプライシングを基本とするが、大規模産業についてはオークション方式ETSによるカーボンプライシングも選択可能とする。炭素税率の設定については、削減目標を達成しうる税率とするが、国際的に妥当と思われる税率水準として、2030年100ドル/t-CO<sub>2</sub>程度、2050年500ドル/t-CO<sub>2</sub>程度を目安とする。税収中立を基本とし、税収は他税の減税に充当あるいは家計に還元することとするが、税収の一部（2～4%程度）をエネルギー効率改善投資に充当することで削減目標を達成しうる税率を抑制し、国際的に妥当と思われる水準を実現する。激変緩和措置については、製造業種別に、価格転嫁率などを考慮して減免率を期限を切って設定することを提案するが、現行の温暖化対策税の課税対象の免税対象は踏襲する。

基本政策パッケージでは、逆進性緩和の観点からエネルギー効率改善投資充当分を除く炭素税収を家計に均等返還するものとし、税収還元方法として所得税減税に充当する場合、あるいは企業負担雇用関連社会保障費の軽減に充当する場合と比較した。本研究では政策評価手法として、政策の妥当性については厚生水準の改善や削減目標の達成などの所与の政策目標に対する評価とした。具体的な政策目標としては、2030年および2050年の排出削減目標、厚生水準の改善（対基準年）、Gini係数改善（逆進性回避）、および一定以上のGDP成長率（社会経済システム安定性の維持）とした。この評価手法は、BAUシナリオ（政策なしシナリオ）との比較ではないことが特徴である。一方、モデル分析結果の議論は従来どおりのBAUシナリオ（政策なしシナリオ）との比較で行った。

基本政策パッケージの炭素税率は、E3MEモデルによる推計によると、2030年で約1.1万円/t-CO<sub>2</sub>、2050年で約5.7万円/t-CO<sub>2</sub>となった。AIM/CGE[Japan]モデルによる分析結果では、2030年で約3万円/t-CO<sub>2</sub>eq、2050年で約7.8万円/t-CO<sub>2</sub>eqとやや高めの結果となった。炭素税収については、課税ベースである排出量が大幅に削減されるものの、E3MEモデルによる推計では税率の引き上げにより安定的に増加し、2050年の炭素税収見込みは約14.9兆円となった。一方、AIM/CGE[Japan]モデルによる推計では2050年の炭素税収の見込みは約16兆円となった。E3MEモデルでの炭素税収に占めるエネルギー効率改善投資の比率は、2030年まで4%を上回る水準で推移するが、それ以降は徐々に下がり2050年には約2.5%となった。この基本政策パッケージにより、2030年NDC削減目標および2050年80%削減目標を達成しながら、厚生水準は一人当たり等価変分（対基準年）がE3MEモデルで2050年で約2.7万円、AIM/CGE[Japan]モデルで約1.2万円と改善し、期間平均の年間経済成長率は

---

E3MEモデルで1.1%以上、AIM/CGE[Japan]モデルで0.8%以上とそれぞれ政策目標を上回ることであり、全般的に望ましい政策効果が期待できる結果となった。ただし、Gini係数に関しては、基準年値よりわずかに悪化する結果となり、炭素税の逆進性に対処する方策として税収の家計均等返還を導入したが、炭素税の逆進性を相殺するまでには至らず、追加的な政策の必要性が示唆される結果となった。産業別の影響を見ると、炭素税による追加的費用負担が大きいエネルギー関連産業のシェアが大きく減ることになるが、製造業は鉄鋼とセメントが免税されている影響もありシェアがあまり減らなかった。一方、税収還元効果により飲食、衣服、自動車、家電など消費財産業や金融、通信などその他のサービス産業のシェアが増加した。また、我が国グリーン税制改革による海外へのリーケージ効果について、E3MEモデルによりBAUシナリオとの比較を行ったところ、2050年の世界全体の実質GDPが0.24%増加する一方CO<sub>2</sub>排出量が-1.64%減少する結果となり、我が国グリーン税制改革により世界全体のデカップリングが促進される可能性が示唆された。税収リサイクル方法の影響については、炭素税収を所得税の減税財源に活用したケースでは、家計に均等変換する基本政策パッケージの方が所得分配側面で有利であるという期待された結果となった。一方、炭素税収を企業の雇用関連社会保障負担費用の軽減に還元したケースでは、雇用面で優位性を持つと期待されたものの、GDP成長が基本政策パッケージより低くなった影響が大きく、雇用面での優位性が見られなかった。

パリ協定の発効に伴い、カーボンバジェット制約に対応した社会構造変革の必要性についての認識が徐々に広まっている。このような社会構造改革のための有効な政策手段として、我が国においても本格的なカーボンプライシングに関する議論が始まったところである。本研究では、2つの経済モデルによる分析を併用することで、それぞれのモデルの強みおよび限界を考慮しつつ、より説得力のある分析に基づいて、本格的炭素税を軸としたグリーン税制改革によって、2050年80%削減と豊かな暮らしが同時に実現される低炭素・脱炭素社会への明るいビジョンを示すことができた。このビジョンの実現を目指し、政府には2050年までの脱炭素社会構築を見据えた一貫した方向性を示し、効果的な政策を打ち出していくことが期待される。これにより低炭素技術、製品、サービスの市場競争力の強化、低炭素イノベーションの加速化に向けた市場環境の整備、そして自然との共生できる豊かな社会の構築が可能となるであろう。

---

---

## Summary

In May 2016, Japan set an 80% reduction target for greenhouse gas (GHG) emissions by 2050 in the Plan for Global Warming Countermeasures adopted by the Cabinet. Such a drastic emissions reduction requires bold measures accompanied by structural changes, and it is essential to widely share the vision of the future decarbonisation in the society as a whole to this end. Carbon pricing has been widely recognised as a means to do so. This study focuses on carbon pricing as an economic measure for significant reduction of GHG emissions in 2050, and highlights the effectiveness and economic efficiency of carbon pricing through the form of carbon tax and emission trading scheme (ETS). Furthermore, this study proposes policy packages of green tax reform and demonstrates the possibility to achieve both large GHG reductions and a decent quality of life at the same time, based on the results of quantitative analysis using two economic models, the E3ME model- a macro econometric model, and the AIM/CGE [Japan] model- a computable general equilibrium model.

For the formulation of the policy packages, the following basic principles are established based on the lessons from the existing green tax reforms in Europe, the review of theoretical literature including double-dividend hypothesis, and results of theoretical analysis. First, this study basically adopts carbon tax, which can send price signals to all stakeholders, as a carbon pricing instrument, but a carbon pricing of the auctioning based ETS can be an option for large industries if the latter may have relative advantages. Second, the carbon tax rate is set so as to achieve the reduction targets with considering internationally reasonable level of about USD 100/t-CO<sub>2</sub> in 2030 and USD 500/t-CO<sub>2</sub> in 2050. Third, the packages are basically revenue neutral and tax revenue is recycled to reduce rate of the other taxes or to be transferred to households. A portion (about 2 to 4%) of the tax revenue is allocated to investments for energy efficiency improvement to decrease the tax rate and to maintain the tax rate within the abovementioned internationally reasonable level. Fourth, we propose temporary tax exemption or reduction to mitigate abrupt shocks depending on the conditions of each type of industry including price pass-through rate, while following the existing tax exemption scheme under the current global warming countermeasure tax.

The basic policy package recycles all the revenues of carbon tax (excluding the energy efficiency improvement investment) through a uniform transfer to households in order to mitigate the regressivity of carbon tax. In addition, two alternative policy packages with respect to revenue recycling, one employs reduction in income tax and the other employs reduction in social security costs related to employment, are analysed for comparison.

This study employs a unique policy evaluation method. The policy relevance is assessed against the predetermined policy goals such as the improvement of the welfare level and the achievement of the reduction goals. The policy goals employed by this study include emission reduction targets of 2030 and 2050, improvement of welfare level from the base year, improvement of Gini coefficient from the base year, (avoidance of tax regressivity), and minimum average GDP growth rate during the assessment period (for the sake of social economic system stability). Please note that these criteria are not a comparison with the BAU scenario (scenario without policy). On the other hand, the discussion of the simulation results was based on the conventional method, i.e. comparison with the conventional BAU scenario.

The E3ME model estimates the carbon tax rate of basic policy package approximately as JPY11,000/t-CO<sub>2</sub> in 2030 and JPY57,000/t-CO<sub>2</sub> in 2050, while the AIM/CGE [Japan] model does approximately as JPY22,000/t-CO<sub>2</sub>eq in 2030 and JPY78,000/t-CO<sub>2</sub>eq in 2050, that are higher than by the E3ME model.

---

---

Revenue from carbon tax is estimated to increase steadily because effect of tax rate increase is estimated larger than effect of reduction of fossil fuel consumption to be taxed. The E3ME model estimates at about JPY14.9 trillion as revenue of carbon tax in 2050, while the AIM/CGE [Japan] model does at about JPY16 trillion. The amount of carbon tax revenue allocated to investments of energy-efficiency improvement is estimated at more than 4% of the total revenue continuously until 2030, but to decrease gradually and settle down to about 2.5% in 2050.

The basic policy package is formulated to achieve GHG emission reduction target of 2030 in the NDC of Japan and 80% reduction in GHG emissions in 2050. It is estimated that it improves welfare level, such as equivalent variation per capita (based on the base year) at JPY27,000 in 2050 by the E3ME model, and JPY 12,000 by the AIM/CGE [Japan] model, and achieves annual GDP growth rate at more than 1.1% according to the E3ME model and more than 0.8% according to the AIM/CGE model, both of which exceed policy targets and show favourable policy effects. Gini coefficient, however, is estimated to become slightly worse than the level of base year. A uniform transfer of the carbon tax revenue to household is packaged as a policy tool to mitigate regressive impacts due to the carbon tax, but the mitigation effect is estimated not enough to overcome the impact and, therefore additional mitigation measure is required. Regarding the impacts on industry sector, GHG emission share of energy sector is estimated to be reduced drastically due to their additional cost impacts from the carbon tax, but the share of manufacturing sector is estimated not to be reduced so much since steel and iron industry and cement industry is exempted from the carbon tax in this study. On the other hand, revenue recycling increases the share of industries supplying consumption goods, such as drinking and eating, clothing, vehicle and electronic appliances, and the other service industries, such as financing, telecommunication, in emission.

Secondary effect, including leakage effect, due to green tax reform in Japan to the whole world is estimated by the E3ME model to increase 0.24% of real GDP, but reduce 1.64% of GHG emission in 2050, that shows that the green tax reform in Japan could promote global decoupling. Effects of tax revenue recycling, adopted in the basic policy package, namely uniform transfer to household income, is estimated to have more advantages on the revenue reallocation than one of the alternative policy package where the revenue compensates for the loss due to income tax reduction, as we expected. On the other hand, the other policy package where the revenue compensates for the loss due to social security reduction for promoting employment, is estimated to have more advantages on employment, but have less advantages on GDP growth rate, and considered less advantage than the basic policy package as a whole.

The Paris Agreement increased public awareness of the need to social structure reform accommodating constraint due to carbon budget. Discussion on full scale carbon pricing opened as a promising policy instrument for accelerating such a social structure reform. Employing two types of economic models with exploiting their advantages and offsetting their disadvantages, this study demonstrates future vision toward low/zero-carbon society that accomplish both 80% reduction in GHG emission in 2050 and decent quality of life through green tax reform in Japan. We expect that the government of Japan would offer consistent direction to zero-carbon society to be structured until 2050 and establish effective policies to achieve it. Those policies would make low carbon technologies, products and services more competitive, expand the market to accelerate innovation of low carbon technologies and build the society where we can live in good harmony with nature.

## 1. 研究の背景と目的

---

我が国は、2016年5月に閣議決定された地球温暖化対策計画においても2050年までに80%減という排出削減目標を明記しているが、このような大幅な排出削減を実現するためには、構造的な変化を伴う大胆な対策が必要と考えられる。このためには、将来的なビジョンとして大幅な低炭素化の必要性を社会全般に広く浸透させる必要があり、その手段の一つとして炭素価格を導入することの有効性が、欧米諸国や世界銀行をはじめ、国際的に広く認識されている。炭素価格導入に向けた主要な経済的措置として炭素税と排出権取引があるが、削減目標達成の確実性では排出権取引が優れている一方、幅広いステークホルダーに温暖化対策の必要性を認識させるアナウンスメント効果や制度設計コストなどについては炭素税が優れているなど、それぞれ長所がある。高税率の炭素税をすでに導入した北欧諸国などの事例では、炭素税収を法人減税・所得税減税などに充当する税制改革の一環として実施することで、CO<sub>2</sub>排出削減と経済成長の両方に一定の成果があったと既存研究は指摘している。また、炭素税を導入した上で、排出権取引を導入した場合の免税・減税措置を図ることにより、両制度の長所を生かす並存施行も可能である。我が国においても税制改革の一環として価格効果が期待できる高税率の炭素税を計画的に導入していくことは、80%排出削減目標と整合性のとれた低炭素社会推進のために有力な手段と考えられる。一方、高税率の炭素税導入による景気の悪化や国際競争力低下を懸念する意見や、税としての逆進性に対する懸念などがある。これらの懸念を検証し、社会的に望ましい炭素税の制度設計を可能にするために、炭素税のもたらす正負両面の多様な影響を具体的かつ定量的に評価する方法の開発が求められている。

本研究では、2050年温室効果ガス大幅削減に向けた経済的措置として炭素税に着目し、炭素税の有効性や経済効率性を明らかにすることを目的とする。本研究での「炭素税」は、現行の温暖化対策税（最終税率289円/t-CO<sub>2</sub>）やそれ以前に政府で議論されてきた課税率（655円/t-CO<sub>2</sub>）ではなく、2050年80%削減へ向けて必要になると考えられる、より高い課税率を想定している。北欧や西欧など、価格効果（相対価格上昇による消費削減効果）が期待できる高税率の炭素税を既に導入した国の多くは、法人減税などの減税措置と併せたグリーン税制改革として実施しており、CO<sub>2</sub>排出削減と経済的便益を同時に追求する政策として注目されている。本研究では、これらの国を対象とした事例研究を通じて、炭素税導入・グリーン税制改革がもたらした雇用や国際競争力への影響を含む正負両面の多様な経済的影響を主要なステークホルダー毎に分析する。特に炭素税導入・グリーン税制改革による便益や、これらの対策が成されなかった場合の不利益（不作為コスト）について検討する。さらに、炭素税をめぐる賛否両論について論点の構造化を行うことで、建設的な議論を可能にするとともに、制度設計上考慮すべき点を同定する。これらの知見に基づき、我が国で価格効果を期待できる高税率の炭素税を導入する際に予想される主要ステークホルダー毎の懸念・批判について対処するための提言を行う。また、これらの提言を定量的に裏付けるために、政策による雇用創出や遊休資本活用などの需給ギャップ分析にすぐれ、政策導入による正負の影響評価に適しているマクロ計量モデル（E3MEモデル）を用いて、炭素税導入・グリーン税制改革による経済影響およびCO<sub>2</sub>排出削減効果の定量的評価を行う。また、産業構造転換などの分析に関してマクロ計量モデルに対し比較優位性のある応用一般均衡（CGE）モデルによる定量的評価を行い、結果の比較を行うとともに、CGEモデルのシミュレーション結果を用いてE3MEモデルに組み込まれた産業連関表を更新することで、2つのモデルの特性

を活かした連携について検討する。さらに、既存モデルでは反映が難しい多面的な影響について、モデル分析に反映する方法を検討し、炭素税経済への正負両面の多様な影響を具体的かつ定量的に評価する方法を開発する。これらの研究結果に基づき、炭素税・グリーン税制改革に関する政策提言を行う。

## 2. 3年間の研究計画及び実施方法

研究全体の構成を図1のフローチャートに示す。

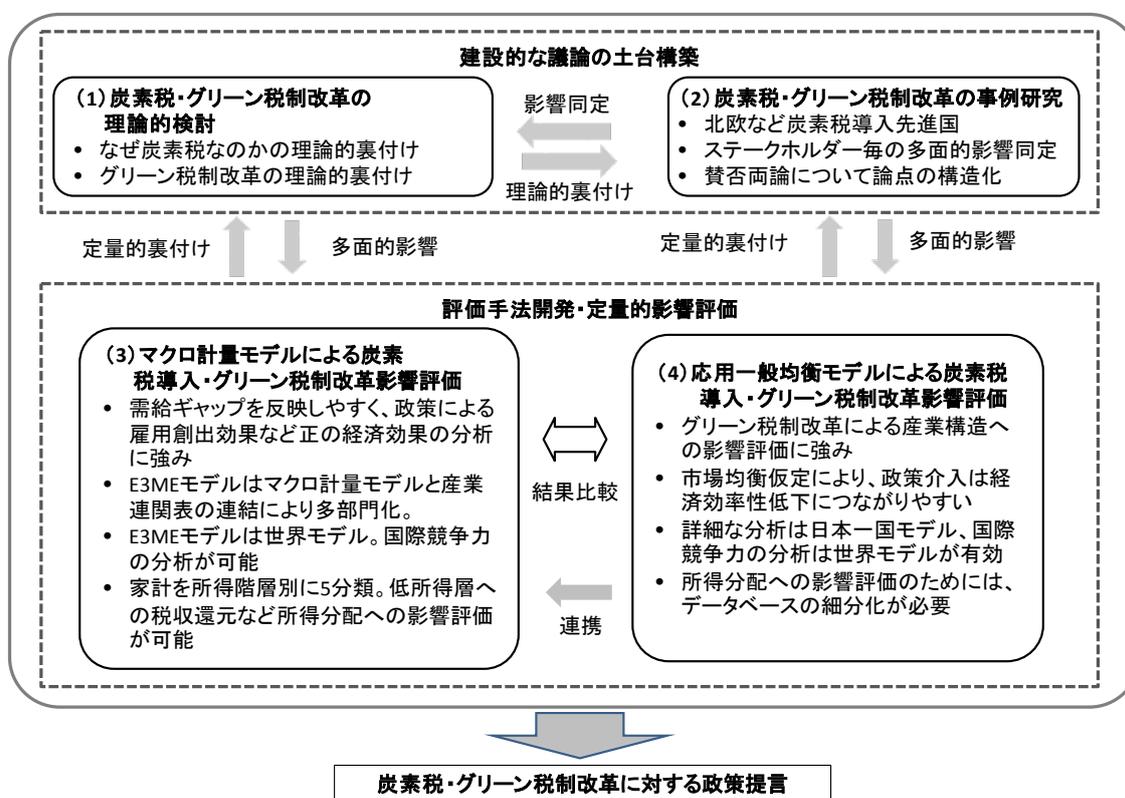


図1 研究全体の構成

以下、研究項目毎に研究計画および実施方法を記述する。

本研究は、図1に示すように、理論的検討と事例研究の相互フィードバックを通じて炭素税・グリーン税制改革から期待される便益を明らかにするとともに論点を構造化し、建設的な議論を行う土台を構築する。また、これらの定性的な分析で同定される多面的な影響を可能な限り定量的モデルに反映するとともに、定量的影響評価を行うことによって定性的な分析で得られた知見を裏付け、説得力のある政策提言の策定につなげる。

各研究項目の実施方法と実施体制は以下の通りである。研究実施にあたっては、年に5回程度全参加者による研究会を開催するとともに、各研究項目で適宜研究会を開き、必用に応じて有識者をアドバイザーとして招聘することを検討する。

### (1) 炭素税・グリーン税制改革の理論的検討

[研究参加者：小嶋 公史]

本研究項目では、炭素税のバズ課税としての意義およびバズ課税の問題点の両面から理論的検討を行い、価格効果のある本格的な炭素税の導入に有用な知見を得る。気候変動対策の観点から、課

税対象をCO<sub>2</sub>だけではなくメタン、フロンなどの他の温室効果ガスに拡張することに対する議論についても整理する。また、グリーン税制改革としてのよりよい制度設計に資するために、二重の配当に関する理論的研究を精査し、炭素税収を所得減税、法人減税、消費税減税、あるいは企業の雇用関連費用負担軽減といった他の税金の減税に充てる場合に発生する影響に関し、そのメカニズムを把握する。これらの理論的検討を通じて、現在および中長期将来に想定されるコンテキストでの炭素税の意義や必要性、ならびに各方面への多様な影響について包括的な検討を行う。また、本研究項目では炭素税・グリーン税制改革もたらす重要な多面的影響のうち、E3MEモデルや既存の応用一般均衡(CGE)モデルでは反映されていないものについて、モデルに反映する方法について検討する。また、研究項目(3)および研究項目(4)で記述するCGEモデルの分析結果をE3MEモデルの産業連関表の更新に活用する連携手法の開発を支援する。最終的には、これまでに指摘されてきた炭素税に対する懸念・課題を克服した税制の提案を目指す。

初年度は、平成28年春に想定される初年度成果発表表に向け、炭素税・グリーン税制改革に関する既存理論の整理と多面的影響の発生メカニズムの検討を行う。2年目には後述の研究項目(2)の事例研究成果に関し、理論的裏付けを行い、1年目の成果と事例研究の整合性を検証した上で、炭素税の多面的影響をE3ME、CGEモデルに反映する方法の検討を行う。最終年の3年目には、各研究項目の成果をとりまとめ、多面的影響を考慮した定量的政策影響評価を基に政策提言をとりまとめる。

## (2) 炭素税・グリーン税制改革の事例研究

[研究参画者：浅川 賢司、昔 宣希、アレクシ ロカモラ]

本研究項目では、ヨーロッパ諸国等の炭素税の導入実績がある国を中心とした事例研究を行う。具体的には、まず、炭素税により直接的な影響を受ける産業界を中心として、間接的な影響を受ける国民、地方自治体なども視野に、ステークホルダー毎(産業界：国際競争や炭素強度の大小、国民：社会的弱者とそれ以外、など)ならびに各ステークホルダーに横断的に共通する多面的影響(プラス・マイナス)を網羅的に同定する。つぎに、これらの影響のうち、炭素税推進のために解決すべき主要な問題を論点として同定し、それに密接に関係する主要ステークホルダーをヒモ付けて特定することにより、当該論点の構造を明らかにする。そのうえで、欧州諸国で実施された炭素税導入事例に加え、インドネシアなどアジアにおける環境税制改革の動き(燃料補助金の削減・撤廃を含む)のレビューを行い、これらの国々における上記主要論点についての状況及び取り組みなどを分析していく。そして、最終的には、上記事例研究について、対象国の当時の状況と日本の状況との相違点に注意しながら、主要論点による日本の主要ステークホルダーへの影響、それに対する対応措置の具体例およびその有効性を検討することにより、日本における炭素税についての政策提言を目指す。

初年度は、ステークホルダーについての多面的影響の同定およびそれに基づく主要論点の構造化までを行い、平成28年春に予定される初年度成果発表表に貢献する。2年目には、抽出された主要論点について、炭素税等の導入実績のある国の事例研究を行う。最終年の3年目には、前年度の事例研究に基づき、日本における主要論点の状況および対応措置の検討を踏まえた政策提言を行う。

### (3) マクロ計量モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価

[研究参画者：李 秀澈]

本研究項目では、ケンブリッジエコノメトリックスが開発し、イギリス政府や欧州委員会のカーボンバジェットや温室効果ガス削減目標設定時に採用されたE3MEモデル（The Energy-Environment-Economy Macro-Econometric model）を用いて、炭素税導入・グリーン税制改革がもたらす影響を定量的に評価し、政策提言の策定に貢献する。ここ数年間、ケンブリッジエコノメトリックスと研究参画者の李が代表を務めている東アジア環境政策研究会は、アジア地域の国家の分析がより精緻にできるようにモデルの改良作業を共同で行ってきた。

マクロ計量モデルは市場均衡を前提としておらず（非自発失業、遊休資本ストックの存在などを反映）、炭素税収を用いた消費刺激（消費税や所得税減税）による正の経済効果、あるいは炭素コスト上昇に対応する内生的低炭素投資需要効果や雇用創出効果などを反映しやすい特徴があり、炭素税導入・グリーン税制改革による正負両面の経済影響を評価する有効な分析手法である。一方、マクロ計量モデルそのものでは、文字通り経済全体をマクロレベルで把握するため、産業別の投入・産出構造などを反映することはできない。ただし、E3MEモデルでは、マクロ計量モデルと産業連関表を連携させることで、炭素税の産業別構造へ影響分析が可能となっている。すなわち、高率の炭素税の導入による、産業内そして産業間低炭素技術革新や投資効果と影響が把握できるので産業構造転換に関する分析も可能となる。また、所得階層別に家計を5分類しており、税収還元により低所得への配慮や所得分配面への影響について分析できる点も強みである（炭素税の政治的受容性側面）。さらに、E3MEモデルは、IPCC報告書でも採用された世界モデルであり、国際競争力に関する分析を行うことも可能である。

本研究では、80%削減に対応した炭素税シナリオ分析を既存E3MEモデルを用いて実施するとともに、分析精度を改良するために、電源セクターサブモデル、産業技術変換サブモデルの補強・整備を行うとともに、炭素税収の様々なリサイクル効果測定を目的としたデータベース整備を実施する。そして研究最終年度では、気候変動と土地生産性モデルなど外部モデルの接続によるモデル推定結果の再解釈、国境税調整など競争力維持シナリオを検討し、多面的影響につき拡張した政策影響評価を行う。また、政策による産業構造への影響のモデルへの反映を強化するために、研究項目（4）で得られる応用一般均衡モデル分析結果を用いて産業連関表を更新する手法の開発を行う。さらに、既存モデルでは反映されていない重要な政策影響をモデルに反映する方法を検討し、炭素税・グリーン税制がもたらす多面的な影響を考慮した影響評価を試みる。最終成果として、定量的分析結果に基づき政策提言への貢献を行う。

### (4) 応用一般均衡モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価

[研究参画者：増井 利彦]

本研究項目では、温暖化対策税に関する検討などで実績のある応用一般均衡（CGE）モデルであるAIM/CGE[Japan]を用いて、炭素税導入・グリーン税制改革がもたらす影響を定量的に評価し、政策提言の策定に貢献する。AIM/CGE[Japan]では詳細な産業連関表を拡張した社会会計行列を基礎データとし、エネルギーの相対価格変化による技術の代替効果を反映した分析が可能であることから、炭素税・グリーン税制改革による産業構造への影響や、資本-エネルギー財-労働間の代替による影響を含めた定量的政策影響評価が可能である。一方、市場均衡を前提としたモデルであるために、炭素税のよう

な市場価格に介入する政策により、縮小均衡すなわち国民総生産に対する負の影響という結果を生じやすい。現実の経済では需給にギャップがあり、労働力余剰（失業）あるいは資本余剰（遊休施設など）が生じているため、政策により需給ギャップを改善することによる正の経済影響が発生する可能性があるが、一般的なCGEモデルでは市場均衡仮定により需給ギャップが存在しないことを前提とするため、これらの正の経済影響を反映しにくく、こうした点を考慮した分析が必要である。

本研究では、80%削減に対応した炭素税シナリオ分析を既存のAIM/CGE[Japan]を用いて実施するとともに、労働力需給ギャップの反映、投資-資本メカニズムの見直し、所得階層別家計の導入による所得分配効果の分析についても検討を進める。さらに、既存モデルでは反映されていない重要な政策影響をモデルに反映する方法を検討し、炭素税・グリーン税制がもたらす多面的な影響を考慮した影響評価を試みる。最終成果として、定量的分析結果に基づき政策提言への貢献を行う。

### 3. 3年間の研究実施体制

---

---

研究参画者と分担項目を以下に示す。

氏名	所属機関	期間	担当する分担項目
小嶋 公史	IGES	2015年度-2017年度	炭素税・グリーン税制改革の理論的検討
倉持 壮	IGES	2015年度	炭素税・グリーン税制改革の理論的検討
栗山 昭久	IGES	2015年度	炭素税・グリーン税制改革の理論的検討
脇山 尚子	IGES	2015年度-2016年度	炭素税・グリーン税制改革の理論的検討
松尾 雄介	IGES	2015年度-2016年度	炭素税導入・グリーン税制改革に関する事例研究
浅川 賢司	IGES	2015年度-2017年度	炭素税導入・グリーン税制改革に関する事例研究
昔 宣希	IGES	2015年度-2017年度	炭素税導入・グリーン税制改革に関する事例研究
アレクシ カモラ	IGES	2016年度-2017年度	炭素税導入・グリーン税制改革に関する事例研究
李 秀澈	名城大学	2015年度-2017年度	マクロ計量モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価
増井 利彦	国立環境 研究所	2015年度-2017年度	応用一般均衡モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価



#### 4. 本研究で目指す成果

---

各年度で想定される成果は以下の通りである。

- 炭素税・グリーン税制改革による主要ステークホルダー毎の多面的影響の同定、主要論点の構造化（平成 27 年度）
- マクロ計量モデルおよび CGE モデルによる炭素税率毎の CO<sub>2</sub> 排出削減効果および経済影響推計（平成 27 年度）
- 炭素税・グリーン税制改革による多面的影響の発生メカニズムの分析（平成 27 年度）
- CGE モデルとの連携によるマクロ計量モデルの産業構造影響の反映（平成 28 年度）
- マクロ計量モデルおよび CGE モデルへの多面的影響反映（平成 28 年度）
- 炭素税・グリーン税制改革への懸念・批判に対する対応策の提示（平成 28 年度）
- 多面的影響につき拡張したマクロ計量モデルと CGE モデル連携による政策影響評価（平成 29 年度）
- 炭素税・グリーン税制改革に関する政策提言（平成 29 年度）



## 5. 研究成果による環境政策への貢献

---

我が国が温暖化対策基本計画で削減目標として掲げる2050年GHG排出量80%削減を実現するためには、社会の構造的変化を伴う大胆な対策が必要であり、そのような対策を実現する上で本格的なカーボンプライシングが必要であることは、環境専門家の間では広く認識されている。また、ドイツや北欧諸国をはじめ、排出削減効果を期待できる高率な炭素税の導入事例が存在するとともに、世界銀行のCarbon pricingイニシアチブをはじめ、炭素税や排出権取引の導入による炭素価格導入の必要性が広く認識されつつある。

我が国においても、中央環境審議会などで炭素税に関する議論は積み重ねられてきており、2017年3月にとりまとめられた「長期低炭素ビジョン」でも「いかなる（カーボンプライシング）制度の在り方が我が国にとって適しているか、具体的な検討を深める時期に来ている。」とされ、有識者から構成される「カーボンプライシングのあり方に関する検討会」が設置されたところである。これらの議論においては、日本国内で炭素税を導入した場合に経済への悪影響は深刻ではない、あるいは制度設計によってはかえって好条件となりうるという研究成果も報告されてきている。しかし我が国の現状を鑑みるに、経団連をはじめとする産業界からのカーボンプライシング導入に対する反対意見が根強く、2012年に導入された温暖化対策税は中央環境審議会などでの議論された環境税の利点を十分に活かすことのできない極めて低い税率に設定され、このまま炭素税に関する議論が終息してしまう懸念もある。

本研究はこの停滞状況を打破するために、これまでの炭素税に関して積み上げられてきた知見を活かしながら、CO<sub>2</sub>排出の大幅削減を可能とするような本格的炭素税への国民的合意を得るためにはどのような追加的な議論が必要か、という観点で理論的検討を行っていく。また、ドイツや北欧諸国の事例を参考に、各ステークホルダーの懸念を同定するとともに、どのような政策設計によってそれらの懸念に対処したのかについて分析する。さらにマクロ計量モデルおよび一般均衡モデルのそれぞれの長所を活用した経済モデル分析を駆使し、本格的炭素税を核としたグリーン税制改革の利点を定量的に示す。これらの実践的研究を通じて、炭素税・グリーン税制改革の必要性を発信するとともに、制度設計に有効な知見を提供することで、環境政策に貢献する。



## II. 平成29年度の研究計画および進捗状況と成果



## 1. 平成29年度の研究計画

第3年度である平成29年度は、初年度及び第2年度に得られた既存知見の収集・整理及びそれと並行して開発されたモデルに基づき、グリーン税制改革の方向性について検討するとともに、事例研究の成果に基づいた制度設計を反映した多面的な影響の予測分析を行う。研究成果発信に関しては、9月の環境経済・環境政策学会（SEEPS）年次大会において成果を発表し、グリーン税制改革に関する学術的議論に貢献するとともに、3月を目処に公開シンポジウムを開催し、本研究の成果を踏まえ炭素税の必要性を発信する。また各研究項目の平成29年度計画を以下に示す。

### (1) 炭素税・グリーン税制改革の理論的検討

今年度は各研究項目の成果をとりまとめ、多面的影響を考慮した定量的政策影響評価を基に政策提言をとりまとめる。

### (2) 炭素税・グリーン税制改革の事例研究

今年度は前年度の事例研究に基づき、日本における主要論点の状況および対応措置の検討を踏まえた政策提言を行うとともに、事例研究の分析結果に基づいた激変緩和措置の制度設計に関する新たな方法論を検討し、それに基づいた激変緩和措置の具体的な制度設計まで行う。

### (3) マクロ計量モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価

今年度は、昨年度に完成した電源および交通セクターサブモデル、今年度完成予定の産業技術変換サブモデルをE3MEの本体モデルに接続して、炭素税収の様々なリサイクル効果測定を目的としたフルセットのモデルシミュレーションを行う。そのため、ケンブリッジエコノメトリックスとモデルプログラムセッティングのための共同研究会や成果報告会を日本、英国で開催する。また研究項目（2）と連携しながら、昨年度に続き、鉄鋼、石油、セメント、製紙、自動車業界などを中心に低炭素技術普及及び今後の導入可能性調査を行う。改良したE3MEモデルを用いて2050年までのベースラインシナリオおよびグリーン税制改革シナリオに対応したモデルシミュレーションを実施し、2050年までの温室効果削減目標達成に向けた炭素税導入・グリーン税制改革の環境・経済影響を評価する。また、（4）の成果と比較評価を行う。

### (4) 応用一般均衡モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価

今年度は、AIM/CGE[Japan]による分析に所得分配効果を反映するために、家計を所得階層ごとに細分化した応用一般均衡モデルを用いて、2050年までのベースラインシナリオおよびグリーン税制改革シナリオに対応したシミュレーションを実施する。



## 2. 平成29年度の進捗状況および成果（概要）

### 提案するグリーン税制改革政策パッケージの基本方針

- 政府長期目標である2050年GHG排出80%減と、豊かな暮らしの実現を同時に達成するための炭素税・グリーン税制改革の政策パッケージを提案した。本提案の特長は以下のとおり。
  - 理論研究に基づき、政策評価のあり方を見直し、政策の妥当性については所与の政策目標に対する評価とした。一方、モデル分析結果の議論は従来どおりのBAUとの比較で行い、2種類の評価を使い分けた。
  - 国際動向を考慮した最高税率の設定、現行温暖化対策税の課税対象と合わせるなど、政治的フィージビリティを考慮した提案としている。
- 政策パッケージの考え方
  - 2030年26%削減（NDC目標）および2050年80%削減（温対計画長期目標）のため、全てのステークホルダーに価格シグナルを送る。したがって基本的には炭素税によるカーボンプライシング（大規模産業はオークション方式ETSによるカーボンプライシングも選択可能）。
  - 炭素税率の設定については、削減目標を達成しうる税率、ただし国際的に妥当と思われる税率水準として、2030年100ドル/t-CO<sub>2</sub>程度、2050年500ドル/t-CO<sub>2</sub>程度を目安とする。
  - 税込中立を基本とし、税金は他税の減税に充当あるいは家計に還元。ただし税金の一部（2～4%程度）をエネルギー効率改善投資に充当。
  - 激変緩和措置：製造業種別に、価格転嫁率などを考慮して減免率を期限を切って設定することを提案 ※ただし、温暖化対策税の免税対象は踏襲

1

### 提案する政策パッケージの概要

- 政策目標
  - 2030年NDC目標（2013年度比26%削減）、2050年80%削減（本研究は2013年度比とする）
  - 豊かな暮らし：厚生水準（指標：一人当たり等価変分）の向上
  - 逆進性の防止：Gini係数の改善
  - 実質GDP成長率：期間平均で年率0.5%以上（雇用確保や経済システムなどの安定性維持のため）
- 政策パッケージ

政策シナリオ名	2050年税率 (円/t-CO <sub>2</sub> )	エネルギー効率改善投資	税金還元方法（エネルギー効率改善投資分を除く）
S1（基本政策パッケージ）	E3ME: 57,292 AIM/CGE: 78,000	あり（E3MEのみ）	家計へ均等返還
S1a	E3ME: 122,630	なし	家計へ均等返還
S2	E3ME: 57,292 AIM/CGE: 69,000	あり（E3MEのみ）	所得税減税
S3	E3ME: 57,608	あり	企業の雇用関連社会保障費用軽減

2

## 政策影響評価結果(1)

- 基本政策パッケージの政策影響 (2050年)

項目	政策目標	E3ME推計結果	AIM/CGE推計結果
厚生水準 (対基準年の一人当たり等価変分)	正	27,445円/人*	12,000円/人
年平均実質GDP成長率	0.5%以上	1.13%	0.86%
Gini係数	基準年から改善	0.008ポイント悪化	NA

\* E3MEは効用関数を使用していないが、ここではコブダグラス型効用関数に基づき推計。

- 税込還元方法による影響 (2050年) (E3MEによる推計、S1からの変化率)

項目	S2	S3
GDP	0.00%	-2.09%
消費支出	0.00%	-3.01%
投資	0.00%	-3.00%
雇用	0.00%	-0.29%
炭素税率	0.00%	0.55%

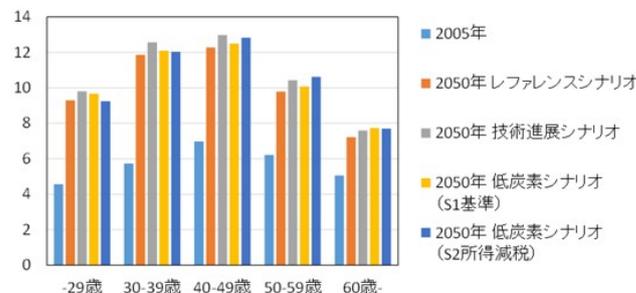
3

## 政策影響評価結果(2)

- 基本政策パッケージによる海外への影響 (E3MEによる推計)

項目	実質GDP	CO2排出量
日本	5.30%	-76.73%
日本以外合計	0.02%	0.07%
世界合計	0.24%	-1.64%

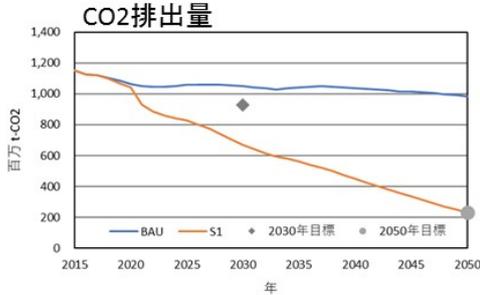
- 逆進性の検討 (AIM/CGEによる推計)



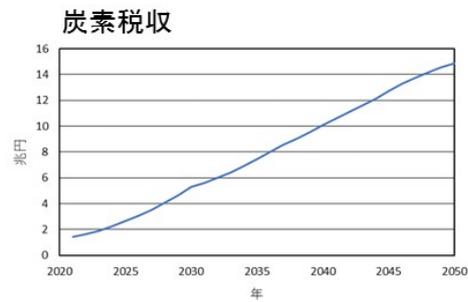
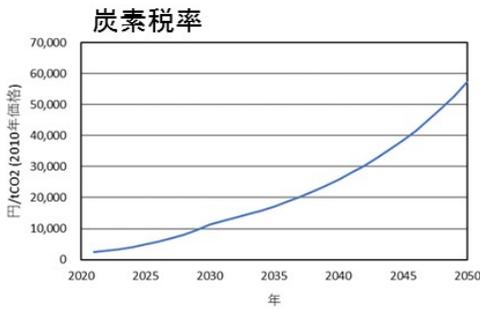
低炭素シナリオにおける2050年の世帯当たり最終消費の変化 (対技術進展ケース)

4

## E3MEモデルによる政策影響評価(1)



- (税率) 最終税率: 5.7万円/t-CO2 (2050年) に向け段階的に引き上げ
- (用途) 基本: 家計へ還元。一部: エネ効率改善投資 (約2-4%)
- (税収) 14.9兆円(2050年)に向け堅調に増加  
2045年以降は、大幅削減により税収鈍化  
⇔ △ Gini係数 (さらなる逆進性緩和が必要)



5

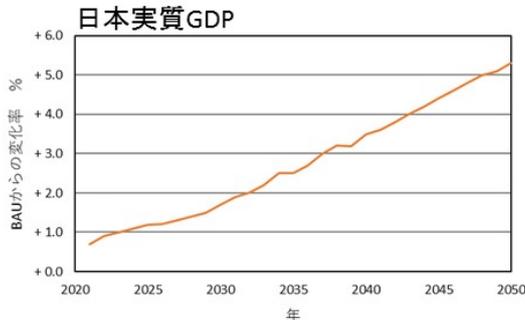
## E3MEモデルによる政策影響評価 (2)

### ● 基本政策パッケージの影響

- 日本実質GDP: BAU比+5.3%
- ※省エネ急進展、税収還元が消費刺激、化石燃料の輸入減
- 周辺国(周辺国はグリーン税制改革をしないことを想定): 影響小(リーケージも僅か)
- 世界全体: デカップリング

### 基本政策パッケージの影響 (GDP: 対BAU)

	2030年	2050年
日本	1.72%	5.30%
中国	-0.04%	-0.06%
韓国	0.03%	0.00%
ASEAN	0.06%	0.18%
オーストラリア	-0.07%	-0.06%
ニュージーランド	0.00%	0.00%
インド	0.00%	0.03%
EU27	0.07%	0.12%
米国	-0.06%	-0.09%
ロシア	-0.04%	-0.06%
その他OECD	-0.12%	-0.18%
その他世界	0.01%	0.09%
日本以外の総計	-0.01%	0.02%
世界総計	0.09%	0.24%



### 基本政策パッケージの影響 (CO2排出量: 対BAU)

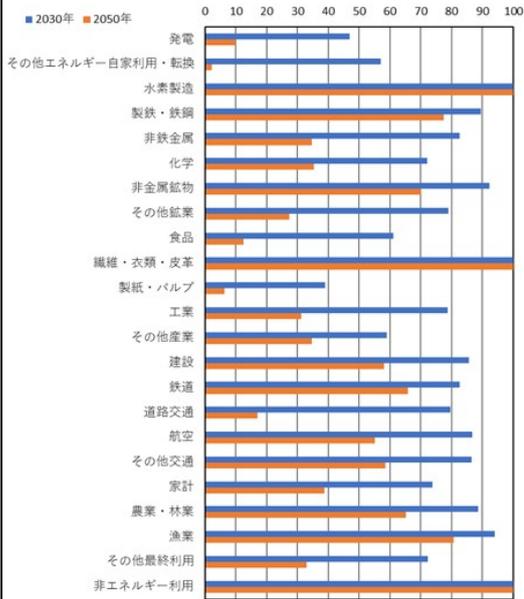
	2030年	2050年
日本	-36.41%	-76.73%
中国	0.05%	0.07%
韓国	0.02%	0.03%
ASEAN	0.05%	0.09%
オーストラリア	-0.16%	-0.22%
ニュージーランド	0.03%	0.08%
インド	0.07%	0.22%
EU27	0.08%	0.14%
米国	0.04%	-0.02%
ロシア	0.06%	0.13%
その他OECD	0.06%	0.18%
その他世界	-0.03%	-0.02%
日本以外の総計	0.03%	0.07%
世界総計	-1.03%	-1.64%

6

### E3MEモデルによる政策影響評価 (3)

#### ● セクター別の政策影響

➢ 排出削減(分野別): 発電(90%減) >> 鉄鋼・セメント::免税措置



➢ 税収用途:

△所得税減税

∴課税所得がない階層に裨益しない

△社会保障費軽減

∴内部留保により景気刺激効果が弱い

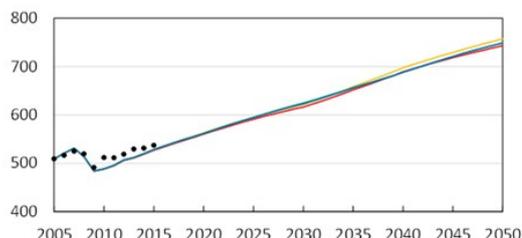
税収用途オプションによる基本政策パッケージからの変化率(2050年)

	所得税	社会保障
GDP	0.00%	-2.09%
消費支出	0.00%	-3.01%
投資	0.00%	-3.00%
雇用	0.00%	-0.29%
炭素税率	0.00%	0.55%

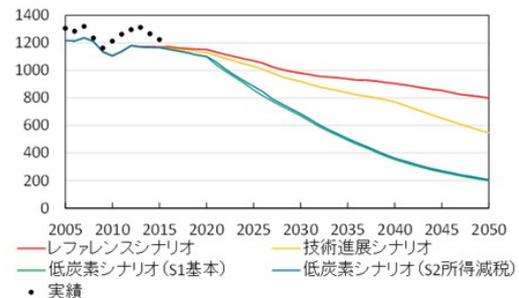
7

### AIM/CGE[Japan]モデルによる政策影響評価(1)

- 2005年を基準とする逐次均衡型応用一般均衡モデル。49部門43財で構成。
- 生産部門において、既存設備による資本(前年に使用した設備)と新規投資による資本を区別し、それぞれが生産活動を行う。
- 家計は世帯主年齢により5種に区分。
- 短期のエネルギー間の代替弾力性は0であるが、長期的には新規投資の導入により変化。
- 省エネ技術の導入については、追加投資によって省エネが実現されるモジュールも利用可能であるが、本研究では技術選択モデルとの連携を行っていないことから、新規投資に対するAEEI(自律的エネルギー効率改善)を想定することで代用。



GDPの推移(2005年価格兆円)

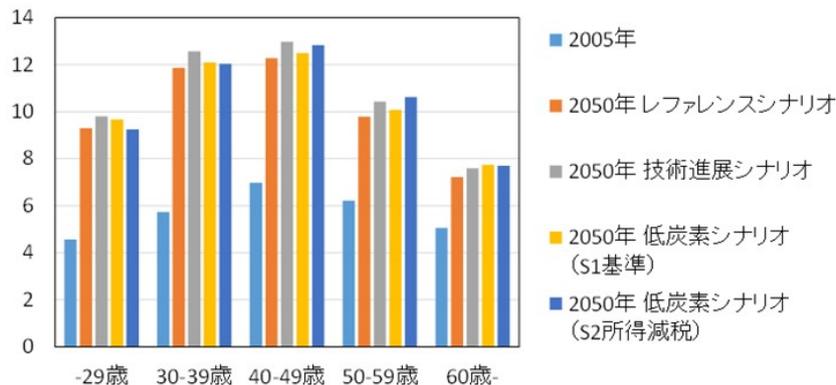


温室効果ガス排出量の推移(MtCO<sub>2</sub>eq)

## AIM/CGE[Japan]モデルによる政策影響評価(2)

### ● 世帯主年齢別の世帯あたりの最終消費

- 高齢者世帯では労働所得が他の世帯主年齢世帯と比較して少ないことから、所得税減税による恩恵は、相対的に小さい。  
 (= 経済的な格差が拡大→追加的な施策が必要)  
 →炭素税収を所得税減税に充当する場合に比べ、家計に均等返還することで若年世帯(29歳以下)と高齢者世帯(60歳以上)の消費が増加し、逆進性緩和効果が見られる。



9

## 環境政策への貢献

- 我が国においても本格的なカーボン・プライシングに関する議論が始まったところであり、2050年80%削減目標の達成を目指したグリーン税制改革の絵姿を描く本研究は重要な環境政策への貢献になると考えている。
- グリーン税制改革の政策パッケージの基本的な考え方や、グリーン税制改革の政策目的と整合性のとれた政策評価手法の提案を行ったうえで、提案内容に沿った形でマクロ計量モデルおよび一般均衡モデルによる炭素税・グリーン税制改革のシナリオ分析を行い、2030年において1万円~2万円/t-CO<sub>2</sub>前後、2050年において6万円~8万円/t-CO<sub>2</sub>前後の炭素税を中心とした税収中立的なグリーン税制改革により、2050年2030年のNDC削減目標(2013年比26%削減)および温暖化対策計画における2050年長期削減目標(80%削減)の達成と、ゆたかな暮らしの実現の同時達成が可能であることを示した。また、海外への影響についても検証し、我が国のグリーン税制改革が世界全体のデカップリングに貢献していることも示した。
- 本研究の成果および公開シンポジウムなどを通じて、炭素税・グリーン税制改革の必要性を発信するとともに、制度設計に有効な知見を提供することで、持続可能な社会の実現に大きな役割を果たすと期待されるカーボンプライシング導入に向けた政策議論に貢献した。

10



### 3. 対外発表等の実施状況

#### (1) ミーティングの開催

平成29年度は環境省との打合せおよび研究者間の研究会合を以下の通り開催した。

##### 1) 環境省との打合せ

第1回（2017年4月11日）：研究計画概要に関する意見交換など

第2回（2017年12月21日）：成果報告書および審査・評価会に関する打合せ

##### 2) 研究会合

第1回（2017年4月28日）：初年度成果概要の確認と研究の進め方に関する意見交換

第2回（2017年6月 1日）：各研究項目の進捗報告

第3回（2017年9月29日）：各研究項目の進捗報告

第4回（2017年12月5日）：各研究項目の進捗報告

第5回（2018年1月17日）：報告書目次案および報告書作成スケジュールの確認と公開シンポジウムの確認

#### (2) 対外発表

##### 1) 査読付論文

Soocheol Lee, Unnada Chewprecha, Hector Pollitt, Akihiro Chiashi(2018) Modeling the power sectors of East Asia in 2050: Economic impact by choice of power source under regulations on nuclear and coal power generation, Meijo Asian Research Journal Vol.8 No.1(forthcoming, 2018 March)

Aiko Azuma, Unnada Chewprecha, Sung-In Na, Li-Chun Chen, Yanmin He, Ken'ichi Matsumoto and Soocheol Lee (2018)Modeling the Power Generation Sectors of East Asia in 2050 - The choice of Power Sources by Regulation of Nuclear and Coal power, Meijo Asian Research Journal Vol.8 No.1(forthcoming,2018 March)

李 秀澈・朴 勝俊・李 態妍(2017)「東アジアの持続可能な低炭素経済に向けたエネルギーシステムと環境税制改革、環境経済・政策研究 Vol. 10(2017) No.1,pp.1~7

##### 2) 学会発表など

小嶋公史（2017）長期低炭素ビジョン実現に向けた諸課題とグリーン税制改革．第22回環境経済・政策学会、2017年9月9日、高知工科大学．

浅川賢司（2017）炭素税等の先進事例におけるステークホルダー（家庭／産業部門）への影響を踏まえた制度設計のあり方．第22回環境経済・政策学会、2017年9月9日、高知工科大学．

李秀澈、Unnada Chewprecha、Hector Pollitt、小嶋公史（2017）パリ協定実現に向けた炭素税・グリーン税制改革シナリオ—E3MEモデルによる分析—．第22回環境経済・政策学会、2017年9月9日、高知工科大学．

Soocheol Lee , Chewpreecha U., Politt H. and Kojima S. (2017) An economic assessment of carbon tax reform to meet Japan's NDC Agreement under different nuclear assumptions using the E3ME model. Environmental Economics and Policy Studies. DOI 10.1007/s10018-017-0199-0

Takeshi Kawakatsu, Soocheol Lee, and Sven Rudolph (2017) The Japanese carbon tax and the challenges to low carbon policy cooperation in East Asia, Discussion Paper No. E-17-009, *Graduate School of Economics Kyoto University*.

### 3) 公開シンポジウム

平成30年3月15日に、本研究の成果に基づき以下の公開シンポジウムを開催し、我が国が持続可能な発展における世界のトップランナーとなりうるような、意欲的なグリーン税制改革について提案を行うとともに、行政、ビジネス、金融などの幅広いステークホルダーの視点も踏まえ、脱炭素社会に向けた政策議論を深めた。

#### 環境経済政策研究公開シンポジウム—世界のトップランナーへ：脱炭素社会に向けたグリーン税制改革試案—

日時：平成30年3月15日（木）13:30-17:20

場所：東京国際フォーラム ホールD7

参加者数：109名

アジェンダ：

開会挨拶（中井徳太郎：環境省 大臣官房 総合環境政策統括官）

##### 【第1部：成果発表】

脱炭素社会に向けたグリーン税制改革試案（小嶋公史：地球環境戦略研究機関）

グリーン税制改革の先進事例の紹介（浅川賢司：地球環境戦略研究機関）

グリーン税制改革シナリオ：E3MEモデルによる分析（李秀澈：名城大学）

グリーン税制改革によるわが国経済への影響：AIM/CGEモデルによる分析（増井利彦：国立環境研究所）

##### 【第2部：パネルディスカッション】

パネリスト： 中原雄司 DSM株式会社 代表取締役社長

田吉禎彦 グリーンファイナンス推進機構 常務理事

奥山祐矢 環境省 大臣官房環境経済課 課長

小嶋公史 地球環境戦略研究機関

モデレーター： 諸富徹 京都大学

質疑

閉会挨拶（森秀行：地球環境戦略研究機関）

## 4. 平成29年度の進捗状況と成果（詳細）

### 4.1 序論

#### 4.1.1 研究の背景

本研究は、2050年温室効果ガス（GHG）大幅削減に向けた経済的措置として炭素税に着目し、炭素税の有効性や経済効率性を明らかにしたうえで、炭素税・グリーン税制改革により大幅なGHG排出削減と豊かな暮らしを同時に達成することが可能であることを示すことを目的とする。本研究が前提とする2050年削減目標は、2016年5月13日に閣議決定された地球温暖化対策計画における2050年を対象とした長期的目標である80%削減とする。また、2030年削減目標は、パリ協定約束草案（NDC）のGHG排出2013年比26%削減とする。

このような大幅な排出削減を実現するためには、ライフスタイルの変更や社会の構造変化を伴う大胆な取り組みが不可欠である。その際に、エネルギー源の大幅な低炭素化の推進が必要であることに加え、エネルギー使用量の大幅な削減も必要となるであろう。これを省エネ技術の進展のみで実現できる保障はなく、エネルギー使用を伴うサービスの消費量を抑制する必要があることも十分考えられる。このような取り組みを進める上で、炭素税が大きな役割を果たすと期待されている。2001年から2003年にかけて行われた温暖化対策税制専門委員会（中央環境審議会総合政策・地球環境合同部会下）では、既存の知見を踏まえた検討結果をとりまとめた「温暖化対策税制の具体的な制度の案～国民による検討・議論のための提案～（報告案）」（地球温暖化対策税制専門委員会 2003年）の中で、炭素税の利点として以下の6点を挙げている。

- ① 近年排出が増大している民生部門や運輸部門を含む温室効果ガスを排出するすべての主体に対策へのかかわりを求め得るほとんど唯一の施策である。
- ② 一定の削減を行う場合に、社会全体としては最小のコストでその削減を行い得る経済合理的な施策である。
- ③ 排出削減や技術開発のインセンティブが継続的に働き続ける施策でもある。
- ④ 税収が生ずるため、その活用による削減を検討し得る。
- ⑤ 以上のような点を通じて我が国の環境産業・環境関連技術開発の進展が期待できる。
- ⑥ さらに、税制に関しては社会的な関心が高いことから、「温暖化対策税を導入する」ということが、温暖化対策を急速に普及させる原動力となることが期待できる（アナウンスメント効果）。

一方、エネルギー消費量と経済規模（GDP）に通常高い相関があることから、排出削減目標の達成がエネルギー消費量の抑制を通じて経済規模（GDP）の縮小につながるため、炭素税が経済的に「過度な負担」をもたらすこととなり、社会的に望ましくないという批判もある。これについては、仮に排出削減目標の達成によりサービス水準の低下や経済規模の縮小が不可避なのであれば、そもそも現在のサービス水準あるいは経済規模が、本来使用してはいけない環境要素を利用する、あるいは環境要素を濫用（持続不可能なペースでの消費など）することで、「水増し」されていると考えるべきである。いわば、使用禁止薬物によりパフォーマンスを向上させる「ドーピング」に頼っている状況であると考えられるべきである。スポーツを例にとると、仮にドーピングに対する規制がない場合、ドーピングをしない選手は競技上不利な状況に陥るため、健康が損なわれることを覚悟の上でドーピングを

するインセンティブが働いてしまう。いったんドーピングが蔓延すれば、自主的にドーピングを止めることは極めて難しいであろう。このような状況に対して、ドーピング禁止のルールが導入されることで競技の魅力が損なわれるであろうか。むしろ、選手は健康を損なうことに怯える必要がなくなり、観客としてもドーピング疑惑を持たずにルールに則ったすばらしい競技を堪能できるであろう。このように考えると、炭素税・グリーン税制改革は、ドーピング経済から脱却し、私的最適化を追求することが持続可能な排出経路の実現につながるように設計された「ゲームのルール」と捉えることが可能である。本研究における炭素税・グリーン税制改革に関する提案を支える基盤として、現在実現しているサービス水準・経済規模を無批判に是とするのではなく、現状が持続不可能なドーピング経済に陥っているとの認識に基づき、そこから脱却するための新しいゲームのルールが社会的に望ましいという考えに基づいている。

もちろん、このような考え方が現状で広く受け入れられているとはいえない。本研究ではこのような考え方の必要性を訴えつつも、現状での社会的政治的受容性を考慮し、政策的妥当性の高い提案を心がけることとする。

#### 4.1.2 研究全体の概観

我が国では、2012年より温暖化対策税としてすでに炭素税が導入されており、導入に向けて中央環境審議会で議論を蓄積してきた経緯がある。特に2001年から2003年にかけて中央環境審議会総合政策・地球環境合同部会のもとに設立された地球温暖化対策税制専門委員会においては、2004年の地球温暖化対策推進大綱の評価・見直しの際に温暖化対策税に関する国民的議論のたたき台を作る目的で集中的に炭素税に関する議論が行われ、炭素税の特長、租税としての制度的な課題、税収使途の検討あるいは炭素税効果の試算などを踏まえて温暖化対策税制案が提案されている。表4.1.1に温暖化対策税導入までの環境省および中央環境審議会による提案内容の推移を示す。

表4.1.1 温暖化対策税提案内容の推移

提案時期	位置づけ	税率 (CO <sub>2</sub> 1トンあたり)	排出削減見込み	税収年額 (億円)	税収使途
2003年 8月	地球温暖化対策税制専門委員会の試算	化石燃料一律927円 (3,400円/t-C)	2008～2012年平均値で1990年比	約9,500	全額温暖化対策の助成
		化石燃料一律12,273円 (45,000円/t-C)	6%削減 (京都議定書)	約125,735 (筆者試算)	なし (価格インセンティブ効果のみ)
2004年 11月	平成17年度税制改正提案	化石燃料一律655円 (2,400円/t-C)	1990年比4%強削減	約4,900	一般財源：温暖化対策3400億円、社会保険料軽減などに1500億円
2005年 11月	平成18年度税制改正提案	化石燃料一律655円 (2,400円/t-C) ただしガソリン、軽油、ジェット燃料は当面運用停止	1990年比3.5%削減	約3,700	一般財源：全額温暖化対策 (一部地方公共団体へ譲与)
2006年 11月	平成19年度税制改正提案	同上	記述なし	約3,600	同上
2007年 11月	平成20年度税制改正提案	同上	記述なし	同上	同上
2008年 11月	平成21年度税制改正提案	同上	記述なし	同上	一般財源：見合い環境減税で増税回避
2009年 11月	平成22年度税制改正提案	輸入者・採取者 ・石炭以外1,064円 (3,900円/t-C) ・石炭1,174円(4,303円/t-C) ガソリン製造者等 ・ガソリン7,467円(27,380円/t-C)	記述なし (2020年までに1990年比25%削減を目指したチャレンジ25の一環として位置づけ)	約20,000	一般財源：ただしチャレンジ25実現のための政策パッケージに含まれる地球温暖化対策の歳出・減税に優先的に充当
2010年 11月	平成23年度税制改正提案	化石燃料一律約300円 (約1,000円/t-C)	2020年で1990年比1%削減相当	約2,400	全額エネルギー起源CO <sub>2</sub> の排出抑制対策に充当
2011年 11月	平成24年度税制改正提案 (平成24年度より実施)	化石燃料一律289円 (1,060円/t-C) 導入時は1/3の税率、2014年4月に2/3の税率、2016年4月に最終税率に引き上げ	記述なし	2623 (平年)	全額エネルギー起源CO <sub>2</sub> の排出抑制対策に充当

出典：環境省ホームページ (<https://www.env.go.jp/policy/tax/kento.html>) の情報に基づき筆者作成

本研究で検討する本格的炭素税を核としたグリーン税制改革は、以下の2つの点で現行の温暖化対策税と大きく異なる。一点目は、排出削減目標がはるかに意欲的であり、その実現を目指す税率がはる

かに高くなると予想される点である。本研究で想定する本格的炭素税は、価格効果やアナウンスメント効果を通じて2050年80%削減へ向けた市場ルールの変更につながるような高税率を想定しており、温暖化対策税の数十倍以上の水準となることが予想される。

二点目は、税収の扱いである。温暖化対策税では、検討段階から税収を温暖化対策の支出に充当することを基本としており、実際の実施に当たっても税収は全額エネルギー起源CO<sub>2</sub>の排出抑制対策に充当するとされている。一方、本研究では、税収中立のもとで高税率な炭素税導入と他税の減税を同時に行うグリーン税制改革として実施することで、2050年温室効果ガス排出80%削減のもとの質の高い生活実現を目指すものである。また、もう一つのカーボンプライシングオプションである排出権取引（ETS）について、一定以上の事業規模を持つ炭素集約型産業に対して炭素税に対し比較優位を持つ可能性も考慮し、政策ミックスのあり方について検討する。

このような設計思想に近いグリーン税制改革はすでに北欧諸国やドイツなどで導入されており、CO<sub>2</sub>排出削減と経済的便益を同時に追求する政策として注目されている。本研究では、これらの国を対象とした事例研究を通じて、炭素税導入やグリーン税制改革がもたらした雇用や国際競争力への影響を含む正負両面の多様な経済的影響、特に炭素税・グリーン税制改革による便益や、これらの対策が成されなかった場合の不利益（不作為コスト）について検討を進める。また、我が国の温暖化対策税導入にいたる議論を精査し、本格的炭素税・グリーン税制改革の有効性や経済効率性を示す上で活用できる知見を得るとともに、温暖化対策税よりもはるかに高税率な炭素税を導入するうえで予想される懸念・批判に対し説得力のある反論を展開するために、炭素税をめぐる賛否両論について論点の構造化を行う。これらの知見に基づき、我が国で価格効果を期待できる高税率の炭素税を導入する際に予想される主要ステークホルダー毎の懸念・批判について対処するための提言を行う。

これらの提言を定量的に裏付けるために、政策による雇用創出や遊休資本活用などの需給ギャップ分析にすぐれ、政策導入による正負の影響評価に適しているマクロ計量モデル（E3MEモデル）を用いて、炭素税導入・グリーン税制改革による経済影響およびCO<sub>2</sub>排出削減効果の定量的評価を行う。また、産業構造転換などの分析に関してマクロ計量モデルに対し比較優位性のある応用一般均衡（CGE）モデルによる定量的評価を行い、結果の比較を行う。これらのモデル分析の活用に当たっては、既存モデルでは反映が難しい多面的な影響についてモデル分析に反映する方法を検討するとともに、気候変動対策をとらなかった場合の負の影響が反映されていないBAUシナリオとの比較で政策影響を評価する分析手法そのものについて批判的検討を行い、気候変動問題の特質を踏まえた政策評価手法を開発する。

本研究全体の概観を図4.1.1に示す。

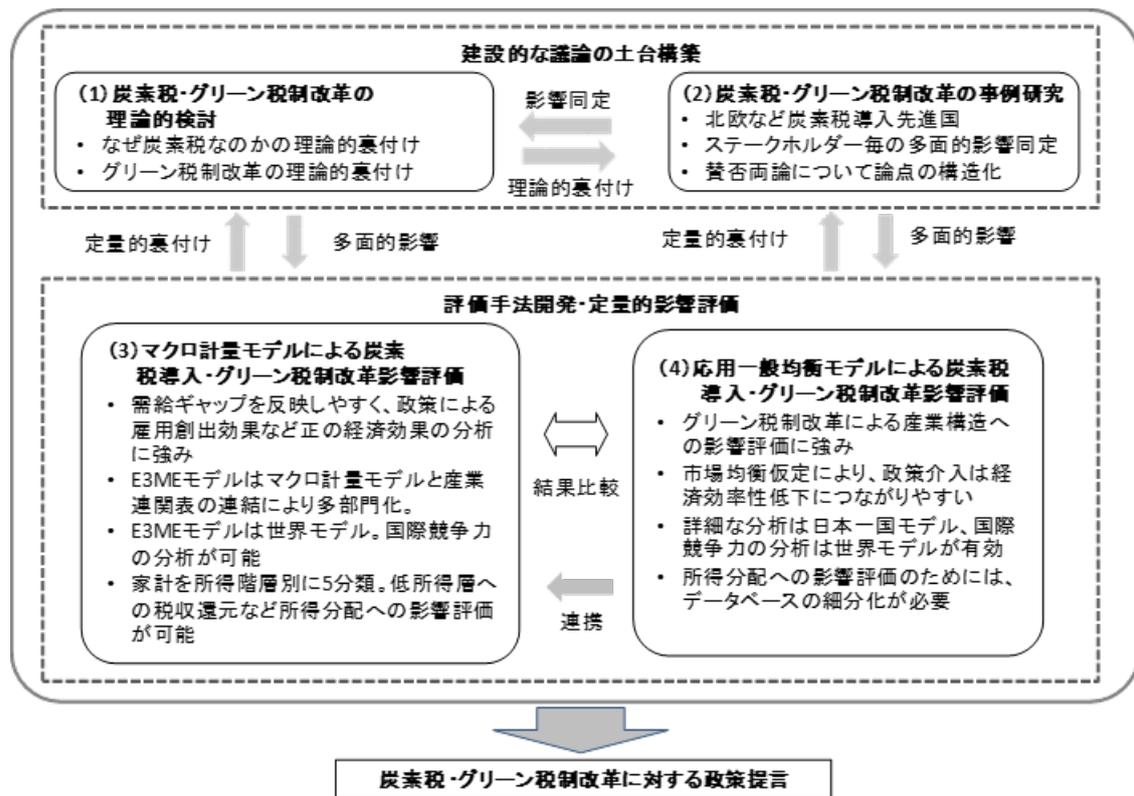


図4.1.1 研究全体の概観

参考文献

地球温暖化対策税制専門委員会 (2003) 温暖化対策税制の具体的な制度の案～国民による検討・議論のための提案～ (報告案)



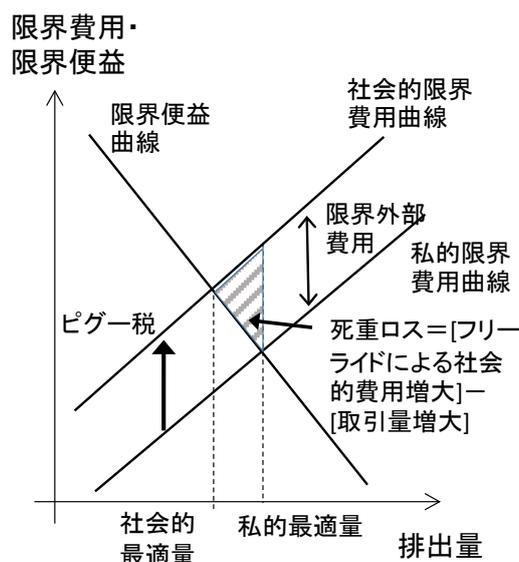
## 4.2 炭素税・グリーン税制改革の理論的検討

### 4.2.1 はじめに

本節では、以下の点に関する含意を得ることを目的として、炭素税およびグリーン税制改革に関する既存の理論的研究のレビューを行う。

- 大幅な排出削減を行ううえでの炭素税の有効性および経済効率性
- グリーン税制改革の制度設計に対する二重配当仮説の含意
- バッツ課税としての炭素税の意義および課題
- 排出枠取引（ETS）との政策ミックスの考え方
- 炭素税の多面的影響および政策影響評価手法の考え方

炭素税を含む環境税の有効性および経済効率性に関する理論は、私的限界費用と社会的限界費用の乖離を公共部門による課税によって解消できるとするピグーの提案（ピグー税）に端を発する（Pigou 1920）。図4.2.1に汚染物質排出に伴う私的限界費用と社会的限界費用の乖離に対処するピグー税のメカニズムを示す。



出典：筆者作成

図4.2.1 ピグー税

環境保全対策がない場合には、生産者が汚染物質の排出に伴う被害（社会的コスト）を無視して行動するために、低い限界費用で生産が可能となる。すなわち環境外部コスト（限界外部費用）のフリーライドが生じる。このため、図4.2.1に示すように私的限界費用が社会的限界費用を下回り、その結果私的最適に対応した取引量は社会的最適の場合よりも多くなり（過剰生産、過剰消費）、汚染被害が増大する結果、斜線部で示す死重ロス（社会的効率性ロス）が発生する。ここで、ピグー税を課税し私的限界費用を社会的限界費用に一致させることで、死重ロスを解消し、社会的に最適な効率的な

資源配分を達成することが出来る。さらにピグー税では、社会的最適を実現するために必要な排出削減量の大小に関わらず、それを実現しうる適切な税率設定が可能である。このように、ピグー税が前提とする完全競争市場によるファーストベストな世界においては、炭素税は大幅な排出削減を行うための有効かつ最も経済効率性の高い手段となる。

現実社会における排出削減政策として炭素税を導入する場合には、ピグー税が前提とする完全競争市場が成り立たず、社会的限界費用に関する正確な情報の欠如、あるいは需給の不均衡による失業や遊休資本の存在といった、不完全市場における有効性および経済効率性が問われることとなる。例えば、社会的限界費用に関する情報の不備に対し、社会的あるいは政治的に合意された排出削減水準を達成する税率を試行錯誤的に求めるポーモル・オーツ税が提案されている (Baumol and Oates 1971)。

本節では、次項4.2.2においてこのような様々な不備のある不完全市場のもとで有効な制度設計の含意について、二重配当仮説に関する既存文献のレビューに基づき議論する。さらに4.2.3ではバズ課税としての炭素税の意義および課題について、4.2.4では排出枠取引 (ETS) との政策ミックスの考え方について、そして4.2.5では炭素税の多面的影響および政策影響評価手法について検討する。最後に4.2.6で本節の要点をまとめる。

#### 4.2.2 グリーン税制改革の制度設計に対する二重配当仮説の含意

二重配当仮説は、炭素税による外部不経済抑制効果 (第一の配当) と、炭素税収を他税の減税に充てることで租税による市場の歪みを軽減する効果 (第二の配当) の同時達成が可能であるという仮説であり、Tullock (1967) が最初に提唱したとされる (Goulder 1995、Schob 2003)。オリジナルな二重配当仮説の要点は、上述したように第一の配当に関する最適解 (より厳密にはファーストベストな世界における最適解) であるピグー税の税収を市場を歪める効果を持つ他税の減税に充てることで、追加的な便益として、市場の歪み是正によるさらなる資源配分効率性改善という追加的な便益 (第二の配当) が見込めるということである。この形の二重配当仮説については、1980年代にNichols (1984)、Terkla (1984)、およびLee and Misiolek (1986) などの部分均衡モデル分析により仮説を支持する結果が得られている (Schob 2003)。

一方、完全競争市場の条件がなりたたない場合、あるいは様々な間接的影響も考慮に含めた一般均衡分析のもとでは、必ずしも二重配当仮説が成り立たないことが指摘されている。Sandmo (1975) は、政府が一定の収入を確保するために市場を歪める税に依存せざるを得ない状況など、ファーストベストを仮定できない状況においては、財への最適課税がピグー税と通常の最適税率の加重和となることなど、一定の条件を満たす必要があることを示した。また、Bovenberg and de Mooij (1994) は、一般均衡分析によって、課税ベースの範囲が狭い環境税で、より課税ベースの広い所得税などの他税を置き換えることは、一般的には市場の歪みを悪化させることを示した。Oates (1995) によると、二重配当仮説が成り立つかどうかは、環境税による生産コスト増が労働インセンティブを押し下げる租税相互作用効果と、環境税収を労働収入への課税 (すなわち所得税) 減税に充てることによる税収リサイクル効果の大小関係に依存する。このように、第二の配当が正になるかどうかについて、明確な結論が得られないことを示す研究は多く存在する (上述以外の代表的なものとしては、Sandmo 2000、Goulder 1995、Goulder et al. 1997、Fullerton and Metcalf 1997など)。

さらに、第一の配当についても、一般均衡のもとでは必ずしも成立しないケースも考えられる。例えば、環境税収を所得税減税に充てた場合、所得増が消費増につながることで排出を増やす効果があると考えられる。この効果は、環境税収を消費税減税に充てた場合にさらに強くなることが予想される。したがって、第一の配当（排出削減）が成立するかどうかは、環境税の価格シグナルを通じた排出削減効果と、これらの消費増大（あるいは生産増大）を通じた排出増加効果の大小関係で決まると考えられる。

二重配当仮説には様々なバリエーションがあり、様々なモデル設定条件の違いだけではなく、第二の配当を一般的なGDP成長ではなく雇用の増加でみる雇用二重配当に関する研究（Bovenberg and van der Ploeg 1998など）、あるいは所得分配の格差是正効果でみる研究（Klenert et al. 2016など）など、着目する二重配当の対象や定義が研究によって異なっていることに留意が必要である。

さらに、第二の配当について、グリーン税制改革により経済効率が改善することを成立条件とする場合を強い二重配当仮説とし、環境税収を一括返還する場合よりも他税の減税に充てる場合の経済効率が高ければよしとする弱い二重配当仮説と分けて議論されることも多い（Goulder 1995、de Mooij 1999など）。例えば、Goulder（1995）は、弱い二重配当が成立することは議論の余地が少なく定量的分析でも肯定的な結果がしばしば得られているが、強い二重配当は非補償賃金弾力性が負であるなどの限定的な条件下でのみ成立し、定量的分析結果も否定的な結果が多いと結論づけている。また、Proost and van Regemorter（1995）では、所得分配を考慮に入れた動学一般均衡分析では、弱い二重配当も成立しない場合があることを示している。

本項では、このような多様な既存研究を整理し、対象とする第二の配当の定義に留意しながら、二重配当の成立を妨げる要因や、税収リサイクル方法の比較優位に影響を与える要因について整理し、本研究でのモデル分析やグリーン税制改革の制度設計に対する有益な知見としてとりまとめる。

## (1) 強い二重配当仮説と弱い二重配当仮説の本研究への含意

まず二重配当仮説の含意を整理する上で、本来追求すべき問題を確認しておこう。

経済学における政策を実施すべきか（あるいは判断対象となる行為を為すかどうか）の最終的な判断基準は、政策・行為が社会厚生水準を改善するならば実施し、そうでなければ実施しないということである。ピグー税が想定しているようなファーストベストな世界において、外部性が厚生水準に与える影響についても完全な情報が得られているのであれば、グリーン税制改革により厚生水準が改善するという配当（二重配当仮説では第二の配当にあたる）がポジティブであることが分かれば十分であり、外部性の内部化による便益という配当（第一の配当）を分けて考慮する必要はない。

しかし、気候変動のように外部性に関する不確実性が大きく、科学的知見に限界がある問題に対しては、外部性に関する問題への対処により第一の配当を得た上で、さらに厚生水準の改善という第二の配当が得られていることを確認する必要がある。すなわち強い二重配当が生じていれば政策を実施すべきという結論になる。この場合、外部性に関する厚生水準への影響は第一の配当でチェックしていることから、第二の配当としての厚生水準に、外部性の影響に関する情報が十分に反映されていないとしても問題がないことを指摘しておきたい。さらに、外部性の影響（例えば気候変動緩和の便益あるいは対策をとらない場合の不作为コスト）を反映していない、あるいは不完全にしか反映していない形でのGDP成長を第二の配当として定義する場合、強い二重配当（第一の配当とGDP成長の同

時達成) が成り立たなかったとしても、第一の配当による社会厚生水準の改善が十分に大きければ、グリーン税制改革の本来の目的である社会厚生水準の改善を達成している可能性があることに留意が必要である。強い二重配当の成立を政策実施の判断基準とする場合には、第二の配当をどのように定義するのか十分に吟味する必要がある。

なお、強い二重配当仮説の意義として、この仮説が成立すれば第一の配当について不確実性が高く立証が難しい場合にもNo regret政策として推進することが可能である点を重視する主張もあるが(例えばBovenberg 1999)、本研究においては第一の配当は2050年80%排出削減と明確であり、該当しない。

1990年代に数多く行われた二重配当仮説に関する一般均衡分析による理論研究の多くは、環境税が労働市場に与える影響の重要性を指摘するとともに、強い二重配当は一般には成り立たず、特にグリーン税制実施前の市場の歪みが小さい場合には、強い二重配当は成立しにくいと結論付けている(代表的なものとして、Bovenberg and de Mooij 1994、Goulder 1995、Proost and van Regemorter 1995など)。政策実施前にすでに均衡条件を達成していると仮定する、通常に応用一般均衡(CGE)モデルでは、強い二重配当が成り立ちにくいことが知られており、この結論はグリーン税制改革の定量的影響評価を行ううえで失業などの需給ギャップを反映できるマクロ計量モデル(E3MEモデルなど)を使用する意義を裏付けるとともに、CGEモデルによる分析を行う際に、グリーン税制改革実施前の市場の歪みをモデルに反映することの重要性を示している。

一方、Bovenberg and de Mooij (1997) は、環境を公共消費財ではなく公共生産要素と位置づけた内生成長モデルを用いて、環境質改善による生産への正の外部性が十分大きく、生産における汚染財と他の財の代替が困難であれば、環境質の改善と経済成長(非環境厚生)の同時達成という強い二重配当が成り立つことを示した。前者の条件については、環境を消費財ではなく生産要素と位置づけたことにより環境質改善による生産への正の外部性が導入されたことに関するもので、直感的に理解できる。後者の条件は、代替が困難であるほど汚染財への課税が税収確保手段として効率的であり、税制全体の効率性を高めることを示唆している。この後者の条件は、昨年度研究でも議論した環境税の価格シグナル効果を通じた環境改善機能と、財源調達手段としての機能の対立の一例であるが、いずれにせよグリーン税制改革の制度設計において、化石燃料などの汚染財の価格弾力性が大きな役割を果たすことを示唆している。

弱い二重配当は、環境税収のリサイクル方法として、家計へ一括返還する場合に比べ他税への減税に充てる方が経済効率性が高いことが成立条件である。弱い二重配当仮説は多くの理論研究で支持されており、政府収入を発生しない環境対策よりもグリーン税制改革が好まれることにつながっている(Proost and van Regemorter 1995、Schob 2003など)。弱い二重配当基準は、強い二重配当仮説とは異なり政策を実施すべきかどうかの判断基準ではなく、環境外部性に対処する政策を実施する場合にグリーン税制改革として実施すべきかどうかを判断するクライテリアに過ぎないが、2050年排出80%削減の必要性を所与とする本研究にとっては意義のある視点である。

## (2) 雇用二重配当に関する知見

欧州では高い失業率が大きな問題となっていることもあり、グリーン税制改革による第二の配当として雇用促進を対象とする研究は多い。

Bovenberg and van der Ploeg (1996、1998) は税抜き賃金固定の仮定のもとで、生産における労働と環境税課税対象となる資源の代替が容易であれば、環境税の税収を所得税（労働課税）減税に充てることで、環境質の改善と雇用増加の二重配当が可能であることを示した。

Holmlund and Kolm (2000) は、貿易財と非貿易財の2部門からなる独占的競争のもとにある小国開放経済で、コブダグラス生産関数（労働と資源の代替弾性値が1で、代替が比較的容易）を仮定した場合、もし貿易財部門の賃金が非貿易部門の賃金よりも高ければ、税収中立のグリーン税制改革が雇用を促進することを示した。

税収中立ではないグリーン税制改革について、Strand (1999) は、企業による環境投資を考慮したモデルを使い、環境税収を企業による雇用への補助金あるいは企業の環境投資への補助金に充てた場合、汚染の減少と雇用の増加の両立という二重配当が成立することを示した。

一方、Carraro et al. (1996) は、労働組合による賃金交渉を反映した数値シミュレーションモデルを用い、グリーン税制改革の労働税減税による短期的な雇用増加は、長期的には労働組合が減税分相当の賃金引上げに成功することで打ち消されてしまい、二重配当は短期的にしか成り立たないことを示した。Schob (2003) によると、この結論は労働者の入替率が一定であるという仮定に大きく依存しているが、特に低資格の労働者にとっては入替率ではなく失業手当を一定とする仮定の方が妥当であり、その場合雇用に関する正の影響は長期的にも持続すると指摘している。また、Schob (2003) は、グリーン税制改革が雇用増加につながるかも知れないが、その場合環境改善につながるかは明確でないと指摘している。すなわち、グリーン税制改革が雇用増につながる場合、所得の増加による汚染財の消費増加（所得効果）が、環境税により汚染財の相対価格が高くなることによる代替効果を上回る場合、環境の悪化につながる可能性がある。雇用増加だけではなく、第二の配当が正である場合、汚染増につながる可能性があることには留意が必要である。

### (3) 所得分配の二重配当に関する知見

グリーン税制改革による所得分配への影響は、雇用への影響と同様に重要な論点として議論されてきた。特に途上国において、家計支出に占める汚染財（ガソリンなど）支出の割合が低所得者の方が高いことから、環境税は逆進性を持つことが指摘されている（Bento 2013）。これに対し、環境税収を累進的な方法で還元することが理論的には可能であるが、全体としてグリーン税制改革が累進的な効果を持つかどうかは不明であり、検討が必要である（Klenert et al. 2016）。

環境税による所得分配影響については、すでにSandmo (1975) が議論している。また、Proost and van Regemorter (1995) は、労働生産性の異なる4階層の家計分類を導入した動学応用一般均衡モデルを用いて、所得分配を考慮に入れた場合、弱い二重配当も成立しない可能性があることを示した。

Klenert et al. (2016) は、この問題に対しより積極的なアプローチを取り、グリーン税制改革による所得再分配効果によって所得分配を導入前よりも累進的にすることができるかどうか、そして環境改善による第一の配当と所得再分配に関する第二の配当について強い二重配当が成立するかを検討した。彼らはまず、グリーン税制改革の導入前に環境以外の面ですでに最適条件を満たしている場合について、最適なグリーン税制改革が所得分配へ与える影響を数値シミュレーションで推計した。その結果、環境税による逆進的効果の大部分あるいはすべては、税収のリサイクリングによって打ち消すことが可能であり、政府が一括返還と非線形な所得税減税を組み合わせることができれば、導入前より

わずかに累進的にすることも可能であることを示した。さらに、最適条件を満たさないと考えられる米国の実データを用いてグリーン税制改革導入前の税のパラメータをキャリブレーションしたうえで同様のシミュレーションを行い、改革前の状態が最適ではない場合には、最適なグリーン税制改革によって所得格差を大幅に改善することが可能であることを示した。後者については、環境改善と所得分配の累進性改善の同時達成という所得再分配二重配当が成立したことになる。Klenert et al. (2016)における重要な仮定として、環境税の逆進性を反映するために、汚染財の最低消費量を設定した非静定 (non-homothetic) 効用関数を用いていることが挙げられる。

#### (4) 二重配当の成立を妨げる要因

Bovenberg and de Mooij (1994) は、小国開放経済において労働市場が完全にフレキシブルであれば、環境税に対応した生産部門の排出削減コストを唯一の非移動生産要素である労働が負担することになり、実質賃金が下がるために二重配当が成立しないことを示した。この場合の第二の配当は、環境以外の厚生、すなわち消費や余暇から得られる効用の改善と定義される。また、Proost and van Regemorter (1995) は、労働市場レジーム (労働供給や実質賃金の硬直性) に加え、所得格差回避行動 (低所得階層の重み付けの増加) をとるか否かで二重配当が成立するかどうかが決まることを示した。ここでの第二の配当は、私的財の量と分配で決まる私的厚生と、環境の質および分配に対する金銭価値評価で決まる環境厚生の総和と定義される。これらの既存研究により、柔軟性の高い労働市場および所得格差への不作為が二重配当の成立を妨げる要因として挙げられた。これらの結果に影響を与えるパラメータとして、Bovenberg and de Mooij (1994) は労働供給の補正されない賃金弾力性 (uncompensated wage elasticity of labour supply) について議論している。彼らのモデルでは、補正されない賃金弾力性が負 (すなわち労働供給曲線が上に凸の形状) であることが、労働市場が完全にフレキシブルあっても強い二重配当仮説が成立する必要十分条件であるが、実証研究によると補正されない賃金弾力性は通常正であるので、強い二重配当は一般的に成り立たないという結論となっている。

Bovenberg and de Mooij (1997) の内生成長モデルによる強い二重配当仮説検証では、すでに述べたように環境質改善による生産への正の外部性が小さい場合、およびエネルギー財などの汚染財と通常財の代替が容易な場合 (具体的には代替弾力性値が1以上の場合) に、強い二重配当は成り立たないという結論となっている。

#### 4.2.3 バズ課税としての炭素税の意義および課題

二重配当仮説に見られるように、労働を供給する対価として得られる所得を課税対象とする所得税や、企業の利益を課税対象とする法人税など、個人あるいは企業の便益に対して課税される「グズ課税」に対し、汚染物質排出や廃棄物の発生などの望ましくないものを課税対象とする「バズ課税」は、バズの発生を抑制する価格インセンティブを発揮しつつ同時に税収を得られる点で優れており、グズ課税からバズ課税にシフトしていくべきであるとする考え方が提唱されている (Repetto et al. 1992など)。

しかし、バズ課税に対しては、租税理論の観点からいくつかの問題点が指摘されている。伝統的な租税理論では、租税とは国民に公共サービスを提供するために必要な資金を調達するために、国民

から強制的に徴収する収入である（金子 2006）。租税をこのように定義した場合には、バズ課税には課税ベースとしての適切性および財源としての安定性の問題が存在する。

伝統的な租税理論における課税ベースの考え方としては、公共サービスから得られる便益に応じて各個人は課税されるべきであるとする利益説と、租税の負担・支払い能力に応じて課税すべきであるとする能力説がある（逸見 1982）。利益説に応じた課税が可能であれば公共サービスの受益者負担原則が体现され効率的な資源配分となるが、公共財は非競合性や非排除性の一方または双方の性質を帯びており、フリーライドの問題が生じるなど利益説に基づく課税が困難であることが多い。そのため、後者の能力説に基づく課税ベースが主流となっており、負担・支払い能力すなわち担税力の尺度に応じて、所得を尺度とした場合の所得税、資産を尺度とした資産税、あるいは消費能力を尺度とした消費税などが採用されている（逸見 1982）。一方、炭素税の課税ベースはCO<sub>2</sub>排出量であり、汚染者負担原則には合致するものの、利益説における受益者負担原則とも能力説における担税力とも整合しない。特に担税力との不整合の問題は、炭素税には逆進性があるという批判につながっている。

バズ課税の財源としての安定性については、バズを抑制するという環境政策としての効果を発揮すればするほど課税ベースが縮小し、税率で調整しない限り税収が減ることとなる。逆に、もしバズ課税によって課税ベースが縮小しないのであれば、バズを抑制する環境政策としての機能を発揮していないことになる。バズ課税においては、財源としての機能と価格インセンティブ機能が対立しているのである。この問題は、環境経済学におけるバズ課税に関する議論に十分反映されてこなかったバズ課税の本質的な課題であろう（諸富 2000）。もちろん、税率を段階的に引き上げることで、ある程度はこの課題に対処することは可能である。しかし2050年までにCO<sub>2</sub>排出量80%削減を目指した炭素税を導入する場合、税収の安定性の問題は大きな課題となることが予想される。

これらの租税理論上の問題点に対処するうえで、炭素税の持つ価格インセンティブ機能による排出削減効果と、炭素価格を課すことで生じる収入を活用した財源機能を切り離し、一般的に炭素税あるいは排出権取引を想定しているカーボンプライシングに対し、徴収した金額はすべて国民に返還することを前提に、財源としての機能を持たず排出削減のための価格インセンティブ機能のみを目的としたカーボンプライシングとすれば、租税としてクリアすべき様々な要件に影響されない炭素価格設定が可能になる。

諸富（2000）は、ヨーロッパ諸国で導入されている排水課徴金の多くは、価格インセンティブとしての機能を目的とせず、水管理財源を調達する手段と位置づけられていると指摘している。また、Milne（2014）は環境税と環境課徴金を区別した上で、価格インセンティブ機能を目的としない財源調達手段としての環境課徴金の利点を主張している。本稿ではこれとは逆に、財源調達機能を持たない価格インセンティブ機能に特化した課徴金として純粋なプライシング（本稿ではこのようなプライシングを「価格シグナル」と呼ぶこととする）の利点を主張するものである。

一般に、炭素税収を家計に一括返還するよりも、所得税や法人税などの既存税の減税に充当した方が経済効率性が高いという「弱い二重配当」が成り立つことが知られている（de Mooij 2000）。しかし、現実の政策として考えた場合、炭素税収の変動に伴い既存税の減税額が大きく変動してしまうような政策は問題がある。そこで、炭素価格の導入による徴収額のうち、安定した徴収が期待できる部分については炭素税として税収を既存税の減税に充当し、変動する可能性が高い部分は徴収額を国民に返還する炭素価格シグナルと位置づけることで、部分的に弱い二重配当を活用しながらも、現実の政策としてより実施可能な制度とすることが可能となる。

一方、税収安定性という財源機能への配慮が、現実にとこまで価格インセンティブ機能を発揮するための税率スケジュール設定に影響するのには実証的な問題である。税制専門家へのヒアリングなどを通じて検討を行ったところ、炭素税率を上げることにより課税ベースである排出量が急速に減るかどうかについて、短期的にはそれほど劇的に減らない可能性が高いのではないかと指摘があった。高税率の炭素税導入が、東日本大震災時に見られたような急激な省エネを喚起する可能性も否定できないが、そのようなショックを引き起こさない形で段階的に税率を上げていく形で導入する場合、短期的な税収安定性を損なうほどの排出削減が実現する可能性は低いと考えられる。また、中長期的には、炭素税率が段階的に引き上げられ、各ステークホルダーの対応も進む中で、税率引き上げの効果を打ち消すほどの大規模削減が実現し、結果的に税収が下がることも期待される。この場合、社会構造の変革を伴った形で価格インセンティブ機能が効果を発揮したことを意味するので、グリーン税制改革の成功と考えるべきである。財源が不足する場合には、税制全体の中で代替財源を考えることとなるが、そのような税制全体の見直しは定期的に行われており、炭素税特有の問題ではない。

このように、実証的な検討から、高率の炭素税を導入する際に、財源機能への配慮が税率設定に影響する可能性は低いと考えられる。さらに、事前影響評価を活用し、税収変動（特に急減）の少ない税率スケジュールを検討することも考慮すると、価格インセンティブ機能を追求した税率設定のもとで、すべての税収をリサイクルすることにより二重配当を最大限追求することは可能と考えられる。プライシングによる収入を家計への返還あるいは国債償還に充てる炭素価格シグナルによるバッファ設定は、実際に財源機能への配慮により税率設定が歪められそうな場合の最後の砦として位置づける。

#### 4.2.4 グリーン税制改革と ETS による政策ミックスの検討

本項では、炭素税（および炭素価格シグナル）という価格規制アプローチと、排出権取引という量的規制アプローチを比較し、両者の特性をうまく活用した政策ミックスのあり方について検討する。

環境経済学の理論によると、情報が完全であればどちらのアプローチでも最適な資源配分が可能であり両者に優劣はないが、現実には排出削減にかかる費用（限界削減費用）あるいは排出削減によって回避される社会的損失に関する情報（限界便益）が不十分であるため、それぞれのアプローチで達成できる経済効率是一般に異なる。Weitzman（1974）は、不完全情報のもとで価格規制と量的規制のどちらを選択するかについて理論的分析を行い、限界削減費用に関する情報が不完全な場合、限界削減費用曲線の傾きが限界便益曲線の傾きよりも相対的に大きければ価格規制アプローチが優位であり、逆に相対的に小さければ量的規制アプローチが優位であるという「ワイツマン定理」を導いた。気候変動問題にこの定理を適用すると、地球温暖化はGHGのフローとしての排出量ではなく、累積排出量というストックと相関が高いことから、排出量を追加的に一単位削減することにより回避される気温上昇（限界便益）は極めて小さい、すなわち限界便益曲線の傾きは極めて小さいと考えられる。一方、限界削減費用曲線については情報が不完全であるとはいえ、削減量を増やすほど技術的に困難となり限界削減費用が上昇していくことは確実であろう。したがって気候変動問題に対しては価格アプローチを選択すべきであるという結論になる（Pizer 1999, Nordhaus 2007）。

朴（2009）は、ワイツマン定理に加え、炭素価格の安定性や遵守・監視の必要性や不正の可能性などを含めたより幅広い観点から炭素税と排出権取引を比較した上で、温暖化対策としての炭素税の優位性を主張している。表4.2.1に朴（2009）による比較結果の一部を示す。

表4.2.1 炭素税と排出権取引の比較

	炭素税	排出権取引
1. 制度の実施可能対象の範囲	全ての化石燃料消費者	大規模排出者
2. 義務の公平性と既存努力への配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排出量に応じた公平性</li> <li>・ すでに削減努力をした者ほど相対的に税負担は小さくなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排出権配分方法により公平性を保つ</li> <li>・ 既存努力に配慮した配分が求められる</li> <li>・ 無償配分での公平性は実現困難</li> <li>・ オークションの場合は排出量に応じた公平性に近い</li> </ul>
3. ワイツマン定理に基づく効率性	温暖化の場合は相対的に効率的	温暖化の場合は相対的に非効率
4. 炭素価格の安定性（景気変動に対して）	比較的安定的	きわめて不安定
5. 政府収入による効用	税収を「二重の配当」の実現や、弱者への補助に充てることができる。	オークションを行った場合には、政府収入を「二重の配当」の実現や、弱者への補助に充てることができる。
6. 一部グループへの不当な不労所得	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非民主国家で税収が不正に使用される場合</li> <li>・ 電力会社等のタナボタ利益は若干発生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 政府との癒着から過大な排出権を受ける排出者</li> <li>・ 電力会社等のタナボタ利益</li> </ul>
7. 遵守監視と不正行為	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排出権そのものが存在せず、排出量の監視は不要</li> <li>・ エネルギー消費者に脱税は困難</li> <li>・ 徴税当局の監視インセンティブは強い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 排出者は排出権の遵守を監視される</li> <li>・ 排出者は排出量を偽装する動機をもつ</li> <li>・ 監視インセンティブは、執行当局は強いが、他の排出者は弱い（売り手責任の場合）</li> </ul>
8. 長期的な削減強化の可能性	税率の引き上げ	排出権の切り詰め

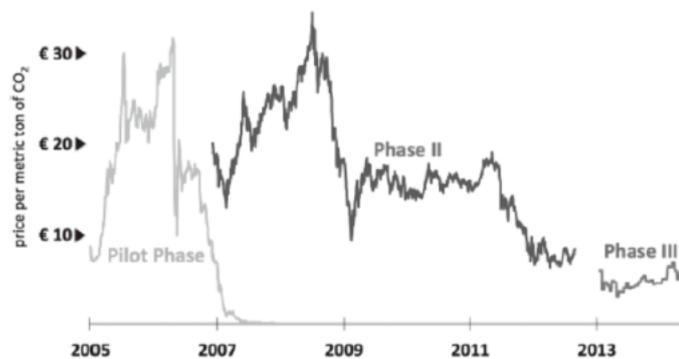
出典：朴（2009）より筆者抜粋

炭素価格シグナルを含む炭素税・グリーン税制改革は、私的最適化を追求することが持続可能な排出経路の実現につながるような「ゲームのルール」として機能するものであり、ゲームのルールとしての分かりやすさの観点で炭素価格の安定性は極めて重要なファクターである。朴（2009）は景気変動に対する排出権価格の不安定性を指摘しているが、これに加えて投機的な取引によって価格が乱高下する可能性も排除できない点も考慮する必要がある。このような観点からは、すべてのステークホルダーに排出削減あるいは低炭素投資を促すうえで、炭素価格に関する不確実性が少ない炭素税が優位であり、本研究ではカーボンプライシングの手段として、炭素税（および炭素価格シグナル）を主要政策手段と位置づける。そのうえで、ETS制度の強みを活かした政策ミックスを検討する。

ETS制度の強みとして、国際炭素市場創設の可能性が挙げられる。例えば、韓国が2015年に国レベルでのETS制度を開始し、中国も現在は都市レベルでパイロット事業として展開しているETSを2018年には国レベルで実施することを決定するなど、2つの隣国が国レベルでのETSを開始あるいは開始を予定していることから、我が国においても国レベルのETSを創設し、韓国や中国のETSとつないで国際的な炭素市場を創設していくことは、我が国のみならずアジア地域全体での脱炭素化を促進するうえで有力なオプションである。このような炭素税を主要政策手段としながら、ETSの強みを活用する方策を検討する上で、すでに各国レベルでの炭素税あるいはグリーン税制改革とETSを同時に実施している欧州の知見は有用である。

欧州におけるETSの制度設計を理解するうえで、EU-ETSの導入経緯についてEkins (2009) を参照し簡単にまとめておく。1992年のリオ地球サミットなど背景に、欧州連合 (EU) では1990年代はじめにEU全体での炭素エネルギー税導入を提案した。EUでは租税は各国の権限となっており、EU全体での税制については全会一致の合意が要求されている。EU全体での炭素エネルギー税導入の提案は、加盟国による全会一致の合意が得られず、EUは最終的に導入を断念した。その後、1997年の京都議定書で排出量削減目標が合意されたことなどを背景に、EUは共通炭素税から共通炭素市場に力点を移し、2003年にEU-ETS創設が合意された。EU-ETSの制度的特徴の一つに、フェーズアプローチを採用したことが挙げられる。2005年—2007年の第一フェーズでは、排出権はグランドファザリングで無償で割当てられたが、2008年—2011年の第二フェーズでは最大10%の排出権は政府がオークションで販売し、2012年—2020年の第三フェーズでは2013年から発電部門のすべての排出権がオークションで販売され、その他の部門もオークションにかけられる割合が2027年100%に向けて徐々に引き上げられる設計となっている。

EU-ETSは、図4.2.2に示すように取引価格が大きく変動してきた。2009年のリーマンショックを契機に価格は低迷し、現在の第三フェーズではCO<sub>2</sub>トンあたり10ユーロを大きく下回る価格で取引されている。



出典：本郷 (2016)

図 4.2.2 EU-ETS 取引価格の推移

ETS取引価格の低迷への対策として、EUは京都議定書によるクレジットの流入制限や、余剰な排出枠を買い上げる市場介入基金の創設などの対策を講じているが、英国では政府が最低取引価格を設定するフロアプライス制度を導入している (本郷2016)。英国のフロアプライス制度では、4年先までの排出枠最低取引価格を政府が決定しており、例えば2020年のフロアプライスはCO<sub>2</sub>トン当たり18ポンドとなっている (本郷2016)。Ekins (2009) は、フロアプライス導入の一つのオプションとして、炭

素税の活用を提案している。この場合、排出枠内に抑えるために必要な削減量の一部が炭素税によって達成され、残りの削減量を達成するのに必要な炭素価格がETSの需給メカニズムで決まることになる。

また、Sijm et al. (2013) は、EU-ETSにおける発電部門とその他部門の取引価格を差別化する目的での炭素税活用を提案している。背景として、EU-ETS全体としては図2.2に見られるように取引価格が低迷しており、さらに厳しい排出枠の設定が望ましい状況である一方、非EU加盟国との競争に晒されている産業部門からは、競争力維持のために非EU加盟国の炭素価格を上回る取引価格になるような厳しい排出枠の設定に反対しているというジレンマがある。Sijm et al. (2013) は、大規模排出源でありかつ非EU加盟国との競争に晒されていない発電部門と、それ以外の部門でEU-ETSでの扱いを変えることを提案し、そのためのオプションとして、EU-ETSを発電部門とその他部門の2つに分割するか、あるいはEU-ETSの分割は行わずに発電部門に追加的な炭素税を課税するという、2つの方法を提案している。EU-ETS分割オプションに対する追加的な炭素税オプションの優位性としては、EU-ETS指令の変更が不要であり、かつ各国の権限で炭素税課税が可能であるという実施面での優位性、また発電部門のフロアプライスを設定することにより脱炭素化への明確なシグナルを送ることができる点などが挙げられている。逆にETS分割オプションに劣る点としては、「正しい税率」の設定が難しく発電部門の排出削減量を担保できないこと、およびEU全体での共通税として導入する場合には全加盟国の同意が必要となりハードルが高いことが挙げられている。

炭素税とETSの政策ミックスに関しては、ETSは削減量が担保できるもののモニタリングと検証のための仕組みづくりなど様々な対応が必要となることから、発電部門やエネルギー多消費産業で一定以上の事業規模を持つ事業者はETSでカバーし、それ以外の中小企業や一般家庭を炭素税でカバーするというのが一般的な方向性である。EU-ETSにおいても、炭素税を導入している国はEU-ETS参加企業に対して免税措置を入れており、この方向性に沿った制度設計となっている。

本研究では、2050年80%削減という大規模な排出削減を実現するためには、事業規模の大きい大規模排出源だけではなく、すべてのステークホルダーを対象にカーボンプライシングを導入することが必要であり、ETSの導入如何にかかわらず炭素税導入・グリーン税制改革実施は必要と考える。カーボンプライシングとして炭素税よりもETSが比較優位性を持つ場合には、オークション方式のETSを導入し、ETS対象企業に対しては炭素税を免税する形での政策ミックスが有効であろう。この場合、炭素税課税時に想定される排出量と同等の排出枠を設定することで、排出削減効果を担保することとなる。なお、4.5節および4.6節の経済モデルを用いた定量分析においては、炭素税率は限界削減費用として設定されるため、モデル上は炭素税とオークション方式ETSの区別はない。したがって、本研究の定量分析結果は、上述の方針に従って炭素税とETSの政策ミックスを導入した場合の結果と解釈することも可能である。

また、炭素市場の創設という炭素税にはないETSの特徴を活かす観点から、例えば日中韓での共通炭素市場の創設によるアジア地域での脱炭素化促進、あるいは共通炭素市場を契機とした国際連携強化といった、カーボンプライシングとしての機能以外の観点でETSを導入することを視野に入れた場合、フロアプライスとしての炭素税活用、あるいは特定の部門に対する追加的な炭素価格としての炭素税活用といった、ETSの抱える問題点を解決するための炭素税活用という政策ミックスもありうることを付記しておく。

#### 4.2.5 炭素税の多面的影響および政策影響評価手法の検討

##### (1) GDP 及び産業の国際競争力への影響

炭素価格シグナル導入による化石燃料価格の上昇は、化石燃料を使用する製品の価格上昇につながり、生産規模の縮小をもたらす（小林2011）。また、価格上昇が消費者に転嫁されれば、需要が縮小する。そのため、炭素税導入により、高エネルギー消費産業のコスト上昇に伴い、特定の産業において事業の転換や生産技術の変化を強いられる可能性がある。

しかし、税収の還流により利益を得る産業もあり、GDPの変化で見た場合、個々の企業や産業ごとの影響が相殺される可能性があることも指摘される（環境省 2004、松本・福田2006）。実際に、再生可能エネルギーへの投資によるGDPへの影響は大きく、再生可能エネルギーの生産を促進することで経済を押し上げる可能性がある（Wakiyama et al 2016）。また、長期的な視点に立ち、化石燃料からの転換が世界的に起きたことを考えた場合、高エネルギー消費産業は産業転換を行う必要があり、世界に先駆けてこれらの転換を行うことは、新たな市場への参入を積極的に行い、長期的に必要とされる市場において確固たる立場を構築することにつながる。

例えば、日本企業における省エネへの努力と転換は、それを後押しするエネルギー政策の改正及び規制強化によって進められたと言える（加治木・杉山 2010）。日本では、産業部門での省エネ設備投資を推進するために、1975年より特別償却制度、免税、日本開発銀行の低金利融資などの金融・税制上の助成措置などが行なわれた。これらの制度によって、省エネ設備費用を国税や地方税への転嫁できたことは、投資回収年数を短縮する一因となった。また、こうした省エネ対策によってエネルギー原単位は向上した。つまり、これらの政策支援により、日本は世界に誇る省エネ技術を発展してきたと言える。これらの歴史を見ても、今後、炭素税を徴収し、上記で示したような税制改革を行うと共に、税収の一部を更なる省エネや再エネ技術の改善への税控除として活用することも検討すべき項目として挙げられる。

##### (2) 所得分配への影響

炭素税には逆進性があると言われている。炭素税が価格に転嫁される支出項目として、電気・暖房燃料・交通が挙げられるが、いずれも家計にとって必需品的な側面があり、それらへの支出が総支出に占める割合は低所得者ほど高くなる傾向がある。Brannlund and Nordstrom (2004) や Symons et al. (1994) は、電気・暖房燃料および交通に焦点を当て、炭素税による家庭における影響を各国で評価している。炭素税の家計への影響を所得階層別にみた場合は、所得階層が高所得になるにつれて、平均的な消費性向が低下するという結果も示されている（高山・白石2010、大野等2014）。内閣府の経済財政白書（2015）では、消費税を8%へ引き上げた2014年夏以降の家計への影響として、特に低所得層における消費の抑制傾向が見られたことを示しているが、炭素税に関しても同様に、相当程度の逆進性が確認されている（Creedy and Sleen 2006、藤川2002）。

例えば、藤川（2002）は、日本において炭素税の賦課によって引き起こされる価格変化が、どの程度の家計費の上昇につながるかを、地域別と所得階層別の2つの分類で試算した。炭素1トン当たり1万円と想定した場合、炭素税による家計費上昇率の大きい地域は、北海道（2.30%）、東北（2.21%）、および北陸（2.14%）であり、これらの地域では冬季の暖房代の影響が大きいことを示している。さら

に、交通手段として車が必需品である地域において影響が大きいとも言える。また、所得に対する炭素税の率も北海道と東北地方で高く、それぞれ1.32%と1.24%であるが、都市部では比較的安く、関東地方と近畿地方で、それぞれ0.97%と1.00%であった。藤川（2002）は、消費項目のなかで炭素税導入によって大きく価格が上昇するのは光熱費と自動車関係費（ガソリン）であり、前者は比較的所得弾力性が小さいので、家計費増加と所得の増加には逆進性がみられることを示した。一方、後者においては、自動車の保有は一定の所得以上の家計から行われ、その支出比率は、高所得層では低下するが、地域により、自動車を生活必需品としている地域では、交通による負担が大きくなる傾向がある。これは、東京都市圏パーソントリップ調査（交通実態調査）（国土交通省 2010）でも示されているように、交通手段別分担率は、地域別に見ると、東京区部や政令市などで鉄道分担率が増加し、自動車分担率が減少する傾向であり、都市圏の郊外部にあたる埼玉北部、千葉西南部、千葉東部、茨城南部などでは自動車分担率は増加する傾向となっている。

そこで、炭素税導入時において、家計、特に低所得者に対する負担軽減の対策が必要になってくると共に、自動車を主な交通手段として必需品である地域においても対策が必要であるといえる。その一方で、地域別に見た場合、暖房燃料の需要が多い北海道や東北においては、再生可能エネルギーのポテンシャルが高いため（環境省 2013）、再生可能エネルギーの効率的な活用を行うことができれば低所得者の負担軽減につながることを期待できる。さらに、余剰の再生可能エネルギーを用いた燃料自動車の普及やインフラ整備などへの支援などを行うことも、炭素税導入にあわせ、長期的視点から検討すべきである。

### (3) 政策評価手法の検討

気候変動問題のように不確実性が高く、破滅的かつ不可逆的な損失を伴う問題に対する政策評価について、政策の費用便益分析（CBA）や、政策を導入しなかった場合（BAU）との比較で行う一般的な評価方法では、持続可能性の観点から大きな問題を抱えている。

まず割引率に関する議論を題材として、この問題を検討してみよう。割引率をめぐる議論は、IPCC第2次評価報告書第3作業部会報告書（IPCC 1995）で大きく取り上げられるなど、気候変動に関する意思決定を大きく左右するパラメータとして様々な議論が行われており、IPCC第5次評価報告書においても、第3作業部会報告書第3章（Kolstad et al. 2014）において議論されている。よく知られているように、気候変動問題は対策もその影響も長期にわたるため、費用便益分析の結果は割引率をどのように設定するかによって全く異なったものとなる。有名な例としては、スターンレビュー（Stern 2007）で採用された0.1%という低い割引率に対する批判が挙げられる。例えばNordhaus（2008）は、異時点間の財の価値評価に関する割引率（実質資本収益率など）と複数世代にまたがる厚生水準を評価する際に将来世代の厚生に対し適用される割引率（純時間選考）を区別した上で、ラムゼー成長理論から導かれるこれら2つの割引率の関係から、スターンレビューで本来用いるべき割引率を2.7%と推計し、スターンレビューは0.1%という過度に低い割引率を設定することで遠い将来の温暖化影響を過大評価し、排出の大幅削減および現在の消費の大幅削減を正当化する結果となっていると批判している。

これらの割引率に関する議論が示唆しているのは、広く採用されているCBAやBAUとの比較に基づく政策評価手法では、大幅な排出削減をする必要があるかどうか、すなわち不可逆的かつ破滅的な帰結をもたらす可能性のある気候変動を回避する努力をする必要があるかどうかは、割引率の設定次第

で変わるということである。しかし、ある排出経路を選択した場合に不可逆かつ破滅的な気候変動が起こるかどうかは、我々の価値判断に関係のない自然プロセスで決まる。持続可能性を政策目的とするならば、このような事象に対して、大幅な排出削減をするかの判断が割引率の設定という我々の価値判断（そこには心理的要因が含まれる）で左右される手法では対応できないはずである。このように、割引率をめぐる議論は、CBAやBAUとの比較に基づく政策評価を大幅な排出削減を行うかどうかの判断に適用することの問題点を明らかにしている。

CBAやBAUとの比較に基づく政策評価手法は、暗黙の前提として、「現状で差し支えない」ことが仮定されていると考えられる。この前提のうえではじめて、現状を改善すれば良しとする判断基準が意味を持つ。一方、カーボンバジェットの遵守という政策目標は、貧困の撲滅などと同様に現状から改善すればよいという問題ではなく、現状を劇的に改善しなければならない問題であるため、現状で差し支えないという前提になじまない。強いてCBAで判断するとすれば、例えばカーボンバジェット遵守を担保する排出削減政策を実施した場合の排出削減以外の影響についてBAUと比較して、現状を改善するかどうかを判断することになる。この手法で結果がポジティブであれば「二重配当の実現」ということで政策実施の根拠となる。ただし、仮に排出削減以外の影響についてネガティブな結果が出た場合でも、カーボンバジェットを遵守できない状況を避ける必要性がこの手法を適用する前提であることを考えると、政策を実施しなくてもよいという根拠にはならないことに留意が必要である。

実際に行われているBAUとの比較による定量的政策影響評価には、さらなる問題がある。上に述べた問題は、少なくともBAUが現実を反映したものであるという前提に基づいている。しかし、実際に多くの分析で採用されているBAUシナリオには、気候変動対策を行わない場合に発生すると考えられるコスト（気候変動の激化に伴う災害被害など）、すなわち不作為コストが反映されていない。端的に言えば、気候変動対策をとらなくても何も問題が起こらないという前提のBAUシナリオを基準に判断していることになるのである。気候変動がもたらす甚大な被害への懸念を背景に、国際的な気候変動への取り組みが行われている状況において、対策をとらなくても何ら不都合は生じないというBAUシナリオが現実を反映していると考えられる人は少ないであろう。

このような問題意識を背景に、本研究では排出削減目標に加え、質の高い生活 (Decent quality of life) について充足すべき条件を政策目標として設定し、政策目標達成度の観点で評価を行う。この手法ではBAUとの比較結果を政策評価に使用しないことが最大の特徴であり、不作為コストをBAUシナリオに反映する必要がなくなることが大きなメリットである。一方、このアプローチの課題は、質の高い生活のための充足条件をどのように設定するかが確立していないことである。理想的には食、移動やレジャーといったサービスの需要量について下限値を設定し、すべてのサービス需要について下限値を下回らないことを示すことで充足性を担保できると考えられるが、サービスの定義、下限値の設定のいずれも今後の研究課題となっている。そこで、日本を含む先進国の評価を行う場合には、大幅に簡略化した手法として、充足条件の近似的指標として、厚生水準指標（例えば等価変分や一人当たり所得）が現状を下回らないことを条件とすることを検討する。非常に粗い近似に過ぎないが、研究ギャップを明らかにするためにも、このような評価手法の導入を試みる意義は高いと考える。

#### 4.2.6 まとめ

2050年GHG排出80%削減を実現するためには、既存の社会の仕組みや常識にとらわれることなく、大胆な取組みが必要となることは広く認識されつつあり、環境省気候変動長期戦略懇談会の提言案（2015年12月17日付）において「2050年80%削減のためには、現在の価値観や常識を破るくらいの取組が必要」と明記されている。このような大胆な取組みを進める上で、カーボンプライシングが極めて有効な施策であることは、研究レベルに留まらず中央環境審議会などの政策プロセスにおいてもこれまで繰り返し主張されてきた。それにも関わらず、2012年によく導入された温暖化対策税は中央環境審議会で議論された環境税の利点を十分に発揮しえない極めて低い税率に留まっている。本研究における理論的検討は、このような現状を打破するためにはどのような追加的な観点が必要なのかという問題意識に基づいており、既存の理論的文献のレビューに基づき、大幅な排出削減を行ううえでの炭素税の有効性および経済効率性、グリーン税制改革の制度設計に対する二重配当仮説の含意、バズ課税としての炭素税の意義および課題、排出枠取引（ETS）との政策ミックスの考え方、および炭素税の多面的影響および政策影響評価手法の考え方について検討した。主な結論は以下の通りである。

まず、炭素税の有効性および経済効率性について、完全競争市場の下ではピグー税としての炭素税が、効果的かつ経済効率的に社会的に最適な水準の排出削減を達成しうるが、現実社会においては社会的限界費用に関する正確な情報の欠如、あるいは需給の不均衡による失業や遊休資本の存在など、ピグー税が前提とする完全競争市場が成り立たず、不完全市場における有効性および経済効率性が問われることとなる。同様に、ピグー税を前提とした静学部分均衡分析においては成立するとされた二重配当仮説が、セカンドベストな状況の反映および一般均衡分析への拡張を行うことで一般には成り立たない、また一般には成り立つとされる弱い二重配当仮説も所得分配を考慮に入れることで必ずしも成り立たないことが示されるなど、二重配当仮説が成り立つために必要な前提条件の確認が必要である。

二重配当仮説に関するレビューを通じて、強い二重配当仮説と弱い二重配当仮説の含意を確認するとともに、注目を集めている雇用二重配当および所得分配二重配当に関する知見を整理した。雇用二重配当については雇用配当を生じる条件についてレビューするとともに、雇用配当が消費あるいは生産増加を通じて第一の配当である排出削減を妨げる可能性があることを指摘した。所得分配配当については、所得分配を考慮に入れることにより二重配当仮説の結論にどのような影響があるのかをレビューするとともに、数値モデルを用いて所得分配二重配当が成り立つことを示したKlenert et al. (2016)について重点的にレビューした。そのうえで、二重配当の成立を妨げる要因について整理した。

バズ課税としての炭素税の意義および課題として、バズ課税の長所とされる環境政策としての価格インセンティブ機能と租税としての財源調達機能の両方を備えていることが、場合によっては2つの機能の対立によりどちらかの機能が阻害される可能性について指摘した上で、この対立を回避し価格インセンティブ機能を十分に発揮させることを目的として、財源調達機能を持たない純粋なカーボンプライシング（本研究ではこれを炭素価格シグナルと呼ぶ）を提案した。本研究で提案する炭素価格シグナルは、税込安定性の問題を含むバズ課税の財源調達手段としての課題を克服し、税込安定性のために価格インセンティブ機能を犠牲にするような事態を避け、経済的手法の最大の目的である環境政策機能を十全に発揮させるための積極的な提案である。このようなオプションを用意した上

で、安定財源として見込める徴収額については租税として活用していくことで、財源安定性を確保しつつ二重配当を追及することが可能となると考える。なお、税制専門家へのヒアリングを通じて、短期的には税収安定性を損なうほどの排出削減が実現する可能性は低いこと、また、長期的な税収変動については、財源不足が生じる場合には税制全体としての見直しが必要になるが、これは環境税に限らず租税一般に起こっている事態であり、そのような見直しは実際に定期的に行われていることが指摘された。これらのことから、実際には税収安定性への配慮から炭素税率設定が歪められる懸念はそれほどないと考えられる。

グリーン税制改革とETSの政策ミックスの検討からは、本研究ではすべてのステークホルダーにカーボンプライシングを導入する観点からグリーン税制改革をメインに据えつつ、発電部門やエネルギー多消費産業で一定以上の事業規模を持つ事業者についてはETSでカバーすることも検討することを基本方針としつつ、国際炭素市場の創設による国際連携などを視野に国レベルでのETSを構築する場合に、炭素価格低迷を防ぐフロアプライスとしての炭素税の活用、あるいは国際競争力への懸念が大きい製造業と発電事業者の炭素価格を差別化するための追加的な炭素税の導入についてもレビューした。

最後に、炭素税の多面的影響および政策影響評価手法の考え方に関する検討を通じ、エネルギー効率改善（省エネ）に対する政策支援の重要性を確認するとともに、炭素税のもつ潜在的な逆進性についての知見を整理し、グリーン税制改革に逆進性緩和策を組み込むことの必要性について論じた。また、気候変動問題のように不確実性が高く、破滅的かつ不可逆的な損失を伴う問題に対し、政策の費用便益分析（CBA）や、政策を導入しなかった場合（BAU）との比較で行う一般的な手法では適切な政策評価が行えないことを指摘したうえで、排出削減目標とともに質の高い生活を実現するうえで充足すべき条件を政策目標として設定し、政策目標達成度の観点で評価を行う手法を提案した。

## 参考文献

- Baumol, W. J. and Oates, W. E. (1971) The use of standards and prices for protection of the environment. In *The economics of environment*. *Swedish Journal of Economics* 73: 42-54.
- Bento A.M. (2013) “Equity Impacts of Environmental Policy”. *Annual Review of Resource Economics* 5(1): 181-196.
- Bovenberg A.L. and de Mooij R.A. (1997) “Environmental tax reform and endogenous growth”. *Journal of Public Economics* 63: 207-237.
- Bovenberg A.L. and de Mooij R.A. (1994) “Environmental Levies and Distortionary Taxation”. *American Economic Review* 84: 1085-1089.
- Bovenberg A.L. and van der Ploeg F. (1998) “Consequences of Environmental Tax Reform for Unemployment and Welfare”, *Environment and Resource Economics* 12: 137-150.
- Bovenberg A. L. and van der Ploeg F. (1996) “Optimal Taxation, Public Goods and Environmental Policy with Involuntary Unemployment”. *Journal of Public Economics* 62: 59-83.

- Brannlund, R. and Nordstrom, J. (2004). Carbon tax simulations using a household demand model. *European Economic Review* 48 (2004) 211 – 233
- Carraro C., Galeotti M. and Gallo M. (1996) “Environmental Taxation and Unemployment: Some Evidence on the “Double Dividend Hypothesis” in Europe”. *Journal of Public Economics* 62: 141-181.
- Creedy, J. and Sleeman, C. (2006). Carbon taxation, prices and welfare in New Zealand *Ecological Economics* 57 (2006) 333 – 345
- De Mooij, R.A. (2000) *Environmental taxation and the double dividend*. Contributions to Economic Analysis, vol. 246. Amsterdam: North-Holland.
- De Mooij R.A. (1999) “The double dividend of an environmental tax reform”. In: van der Bergh J.C.J.M. (ed) *Handbook of environmental and resource economics*. Edward Elgar.
- Fullerton, D. and Metcalf, G. E. (1997) *Environmental taxes and the double-dividend hypothesis: Did you really expect something for nothing?*. National Bureau of Economic Research.
- Ekins P. (2009) “Carbon Taxes and Emissions Trading: Issues and Interactions”. In Andersen M.S. and Ekens P. (eds) *Carbon-Energy Taxation: Lessons from Europe*. Oxford University Press: Oxford: 241-255.
- Goulder L.H. (1995) “Environmental Taxation and the ‘Double Dividend’: A Reader’s Guide”, *International Tax and Public Finance* 2: 157-184.
- Goulder L.H., Parry I.W.H. and Burtraw D. (1997) “Revenue-Raising vs. Other Approaches to Environmental Protection: The Critical Significance of Pre-Existing Tax Distortions”. *Rand Journal of Economics* 28: 708-731.
- Holmlund B. and Kolm A.-S. (2000) “Environmental Tax Reform in a Small Open Economy with Structural Unemployment”. *International Tax and Public Finance* 7: 315-333.
- Klenert D., Schwerho G., Edenhofer O. and Mattauch L. (2016) *Environmental Taxation, Inequality and Engel's Law: The Double Dividend of Redis-tribution*. Environmental and Resource Economics. Springer: London.
- Kolstad C., K. Urama, J. Broome, A. Bruvoll, M. Cariño Olvera, D. Fullerton, C. Gollier, W. M. Hanemann, R. Hassan, F. Jotzo, M. R. Khan, L. Meyer, and L. Mundaca (2014) “Social, Economic and Ethical Concepts and Methods.” In Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.) *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lee D.R. and Misiolek W.S (1986) “Substituting Pollution Taxation for General Taxation: Some Implications for Efficiency in Pollution Taxation”, *Journal of Environmental Economics and Management* 13: 338-347.
- Milne, J. E. (2014) “Environmental taxes and fees: wrestling with theory”. In Kreiser, L., Lee, S., Ueta, K., Milne, J.E., and Ashiabor, H. (Eds). *Environmental Taxation and Green Fiscal Reform: Theory and Impact*. Cheltenham: Edward Elgar: 5-23.

- Nichols A.L. (1984) *Targeting Economic Incentives for Environmental Protection*, MIT Press: Cambridge Mass. and London.
- Nordhaus, W. D. (2007). A review of the Stern review on the economics of climate change. *Journal of economic literature*, 45(3), 686-702.
- Oates W.E.(1995) “Green taxes: Can we protect the environment and improve the tax system at the same time?”. *Southern Economic Journal* 61: 915-922.
- Pigou, A.C. (1920) *Economics of Welfare*. London: Macmillan.
- Pizer, W.A. (1999), “The Optimal Choice of Climate Change Policy in the Presence of Uncertainty”, *Resource and Energy Economics*, 21, pp.255-287.
- Proost S. and van Regemorter D. (1995) “The double dividend and the role of inequality aversion and macroeconomic regimes”. *International Tax and Public Finance* 2(2): 207-219.
- Sandmo A. (1975) “Optimal Taxation in the Presence of Externalities”. *Swedish Journal of Economics* 77: 86-98.
- Sandmo A. (2000) *The Public Economics of the Environment*. Oxford University Press: Oxford.
- Schob R. (2003) *The Double Dividend Hypothesis of Environmental Taxes: A Survey*. *Nota di Lavoro*, Fondazione Eni Enrico Mattei, No. 60.
- Sijm J.P.M., Pollitt H., Wetzels W., Chewpreecha U. and Koutstaal P. (2013) *Splitting the EU ETS: strengthening the scheme by differentiating its sectoral carbon prices*. ECN--E--13-008. ECN: Petten.
- Stern, N. (2007) *The Economics of Climate Change. The Stern Review*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Symons, E., Proops, J. and Gay, P. (1994). *Carbon Taxes, Consumer Demand and Carbon Dioxide Emissions: A Simulation Analysis for the UK*. *Fiscal Studies* (1994) vol. 15, no. 2, pp. 19-43
- Terkla D. (1984) “The Efficiency Value of Effluent Tax Revenues”, *Journal of Environmental Economics and Management* 11: 107-123.
- Tullock G. (1967) “Excess Benefit”. *Water Resources Research* 3: 643-644.
- Wakiyama, T., Abdullah, A. and Jupesta, J. (2016). *Economic impact assessment on low carbon investment on renewable energy in Yokohama city (input output analysis)*. In Jupesta, J. and Wakiyama, T. (eds.) *Low Carbon Urban Infrastructure Investment in Asian Cities. Cities and the Global Politics of the Environmental Series*. London: Palgrave Macmillan. (forthcoming).
- Weitzman, M. L. (1974). "Prices vs. quantities." *The review of economic studies* 41.4 : 477-491.
- 大野太郎、中澤正彦、松田和也、菊田和晃、増田知子（2014）「家計の税・保険料負担：『全国消費実態調査』を用いた計測」財務省財務総合政策研究所「フィナンシャル・レビュー」平成 26 年第 2 号（通巻第 118 号）2014 年 3 月発行＞

- 加治木紳哉、杉山大志 (2010) 「戦後日本の省エネルギー史—電力、鉄鋼、セメント産業の歩み」 2010/11
- 環境省 (2013) 「平成22年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」  
<https://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/>
- 環境省 (2004) 「温暖化対策税が産業の国際競争力に与える影響について」  
<https://www.env.go.jp/council/16pol-ear/y162-10/ref01.pdf>
- 国土交通省 (2010) 「東京都市圏パーソントリップ調査 (交通実態調査) の結果概要」  
<http://www.mlit.go.jp/common/000057539.pdf>
- 小林航 (2011) 「マーズ・レビューと環境税 —環境政策の経済理論と日英税制への含意—」財務省財務総合政策研究所「フィナンシャル・レビュー」平成 23 年第 1 号 (通巻第 102 号) 2011 年 1 月
- 高山憲之、白石浩介 (2010) 「わが国世帯における消費税の負担水準」一橋大学経済研究所世代間問題研究機構ディスカッション・ペーパー CIS-PIE DP No.491
- 朴勝俊 (2009) "ポスト京都議定書論議における炭素税優位論について." 京都産業大学世界問題研究所 紀要24: 63-81.
- 藤川清史 (2002) 「炭素税の地域別・所得階層別負担について」『産業連関』、Vol.10、No.4 : 35-42
- 逸見良隆 (1982) 「課税ベース論と包括的所得税」『経済論集』19-2 : 49-62
- 本郷尚 (2016) 炭素価格の普及と動き出した新時代の排出量取引. 月間資本市場368:44-57.松本健一、福田豊生 (2006) 「エネルギー集約産業に対する環境税減免の国際競争力・CO2排出削減への影響」  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sesj1988/19/6/19\\_6\\_527/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sesj1988/19/6/19_6_527/pdf)
- 諸富徹(2000) 「環境税の理論と実際」有斐閣.



### 4.3 炭素税・グリーン税制改革の事例研究

#### 4.3.1 はじめに

1990年頃より北欧を中心に欧州に拡大した炭素税やグリーンまたはエコロジー税制改革(炭素税等)に続き、日本においても、2012年より温暖化対策税としてすでに炭素税が導入されることになった。しかし、欧州の先進事例においては、日本と異なり、価格シグナルとして機能しうるほど税率が高く、かつ二重の配当を意図して税収中立とされていることが多い(表4.3.1参照)。このような炭素税等のあり方は、日本のNDCや長期目標達成に寄与しうるグリーン税制改革のあり方の一面を提示しているといえる。

表4.3.1 炭素税等の主な先進事例

国	税率 (/t-CO <sub>2</sub> )	主な激変緩和/減免措置
フィンランド (1990-)	8,170円	発電、商用航空輸送、商用ヨット航行
ノルウェー (1990-)	6,260円	EU-ETS対象部門(海洋石油採掘を除く)、国際航空・海運、遠洋漁業、魚肉食品加工産業、商用温室
スウェーデン (1991-)	15,670円	EU-ETS対象部門、一部産業・農業の暖房用燃料(2017年まで)、農業・鉱業用車両の軽油
デンマーク (1992-)	3,050円	EU-ETS対象部門
ドイツ (1999-)	石炭：428円 ディーゼル：7,652円 ガソリン：8,695円 等	農林業、製造業、公共交通
イギリス (2001-)	3,040円	小規模発電所、小規模CHP設備、自家発用CHP設備、待機発電所、炭泥使用、北アイルランドの使用、CCS付発電所
スイス (2008-)	9,860円	国際競争にさらされるエネルギー集約型産業、スイス国内排出量取引制度の対象となる大規模排出源、排出削減努力を行う中小企業
日本 (2012-)	289円	(石炭)鉄鋼、コークス、セメント製造に使用、沖縄における発電用 (石油製品)石油化学製品製造用(国産には還付)、農林漁業用(国産には還付)、石油化学製品・アンモニアの原料用液化ガス状炭化水素(輸入分) (石油)石油アスファルト製造用

出典：World Bank and PMR (2017)、環境省 (2018) 等

そこで、まず欧州を中心とする炭素税等の先進事例を対象として、炭素税等の導入に至る政治的な議論を整理・分析し、日本において同様な炭素税等を実現するためにはどのような政治的議論が有効であるかを検討するとともに、炭素税等が司法判断された事例によりの法的課題も検討した。

それに対して、日本において産業界を中心に主張された炭素税等に対する反論を整理するとともに、その論理構造を示すことで、炭素税等を推進していくために必要な論理武装の方向性を検討した。

そのうえで、本格的炭素税の社会的受容性において重要となるステークホルダーである家庭部門(特に逆進性の観点から所得階層別)、産業部門(産業分野別および製造業における業種別)および地域別(特に公共交通機関の観点)についてどの程度の負担が生じ、かつどのような負担格差が生じているのかを、上記のような先進事例の中で比較的に関日本に類する産業構造を持ち、日本に匹敵しうるGDP規模をもつ国であるドイツを取り上げて分析を行った。

そして、上記の通り日本において本格的炭素税の反対論を展開してきた産業部門に対して、企業個社レベルの営業利益にどの程度の影響を及ぼしうるかについて、企業会計モデルをもとに分析を行った。

最後に、先進事例における炭素税等及び排出権取引の政策効果の定量的分析について、既存研究の文献レビューを行った。

#### 4.3.2 先進事例における炭素税等の導入プロセスの分析

##### (1) 政治経済的な議論

日本における炭素税をめぐるこれまでの議論を考慮すれば、欧州の先進事例のような炭素税等を日本において実行するのは容易ではないが、それら先進事例においてもそれは同様であり、反対派との激しい議論の末に導入されたことが多い。

ドイツにおいては、日本と比べ、エコロジー税制改革自体が政治的争点化されており、選挙戦を通じた国民的な議論に昇華されている。ここから得られる教訓としては、国民的な大きな議論になればなるほど、理論的、学問的な論点を表面的に争うことではなく、各ステークホルダーの「本音」の部分（真の争点）が議論に上ることになったと考える。その結果、GDP成長率などのマクロかつ一般的な議論ではなく、炭素税等によって影響を受けるステークホルダー、特に製造業を中心とする各業種の国際競争力、業績、雇用問題といった個別の利益を中心とする議論が喚起された。このように、政治的争点化が幅広いステークホルダーの「本音」の議論を喚起し、論点を出し尽くしたためそれに応じた炭素税等の制度設計が可能であり、比較的早期の合意形成が可能になったと考える。

フランスにおいては、後述の法律的な議論が特徴的であるが、他国に比べ自国の産業界の国際競争力に対する懸念が強く、炭素税等の導入と並行して国境税調整の議論を他国と連携して進めようとしていた。欧州地域では主な貿易相手国が集中するEU域内ですでに排出権取引が実行されており、それに加えて炭素税等を導入している国も多いため、少なくとも日本をとりまくアジア地域よりもカーボンプライシングの観点における公平な競争市場は整備されている。それでも国境税調整が検討されていたことから、国際競争力の問題は日本においても慎重に取り扱うべき論点であることを示唆している。

イギリスにおいては、当初よりステークホルダーとのコンサルテーションを重視する方針を打ち出し、エネルギー貧困層への配慮など市民や産業界からの意見を制度設計に反映しようとした点が特徴的である。また、産業界の懸念に対処すべくエネルギー集約産業は免税としたが、その代わりに当該産業に対しては政府との間で自主的な削減目標を掲げた気候変動協定を締結させた。このように、協定と炭素税等の政策ミックスを積極的に採用した点も、日本におけるグリーン税制改革の導入にあたり参考になる。

スウェーデンにおいては、高い税負担が課題であった所得税等に代わる財源を国民の理解を得やすい化石燃料に求めたという点が、早期に炭素税を導入できた要因であり、税収中立の重要性に加え代替する税の選択も社会的受容性に貢献することを示唆している。また、炭素税の導入により地域熱供給の代替熱源となったバイオマスが豊富に存在していた点も、社会的受容性において無視できなかったといえる。

## (2) 法律的な議論

フランスにおいては、2000年及び2010年の2回にわたり炭素税法案が憲法裁判所による違憲判断により廃案になっているが、エネルギー集約産業に対する減税率の設定により低排出企業が高排出企業よりも課税負担が重くなってしまったこと（2000年）や免税措置を受けた業種が多すぎたこと（2010年）が、租税の平等原則（人権宣言13条）の観点において問題となった。

また、ドイツにおいても、憲法裁判（2004年4月20日）において、当該課税の目的が租税負担者の環境教育などであるとする嚮導税であることを認定し、行政裁量を広く認め合憲判断がされているものの、炭素税等の減免措置の不公平性が法律問題となった。

このように、これまで炭素税等に関し司法判断で問題となった内容は、CO<sub>2</sub>排出削減目的でエネルギーに課税することの是非（たとえば、エネルギー集約企業の課税負担が他の企業に比べ平等原則を侵すほど過度に重くなる、など）ではなく、減免措置の対象者と非対象者を区別する制度設計であった。

両国の憲法裁判所の裁判権や立法府と司法の役割分担・力関係が日本の裁判所と異なることを考慮したとしても、租税の平等原則の問題については日本も両国と同様の判断枠組みを持つといえるのであるから、炭素税等の司法判断としては先例的価値を有するといえる。

よって、日本においても炭素税等の主な反対勢力となりうるエネルギー集約産業との調整を通じた減免措置が、それ以外のステークホルダーに対する逆差別とならないように、バランスをとった制度設計が重要であるという示唆となると考える。

### 4.3.3 日本における本格的炭素税導入をめぐる議論の分析

本格的炭素税導入を進めるには、学術的な見地からの分析、検証に加えて、社会の様々なステークホルダーがその意義を理解し、政策導入に賛同すること、即ちステークホルダーの受容性を高めることが必須である。一方、平成24年度税制改正において創設された温暖化対策税は、本格的炭素税と同様の特性を持つ政策であるが、その導入検討にあたっての議論、及び現在の段階的税率引き上げプロセス（正規税率へ移行している）における議論等を見ると、現時点において、日本では本格的炭素税に対するステークホルダーの受容性が高いとは言えない。

このような背景に鑑み、本格的炭素税導入を進めるには、ステークホルダーによる様々な懸念事項に対して、適切な説明を行うことを通じ、受容性を向上させることが必要である。よって本章では、ステークホルダーの受容性向上の第一歩として、日本での炭素税又はそれに類する政策を巡る議論を最大のステークホルダーである産業界について俯瞰し、その構造を整理した。

#### (1) 間接的に炭素税への懸念の背景となっている議論

##### ① 国内対策の必要性の是非についての議論

炭素税に関する懸念の間接的な背景として、そもそも日本で（又は日本の産業界を対象とした）対策が必要か否かという点が挙げられる。これは、要約すれば「日本は世界でも最高レベルの努力を行った、“世界に冠たる省CO<sub>2</sub>国家”（GDPあたり排出量が小さい、限界削減費用が他の先進国より高い、又は最高レベルにある等）」であり、排出量が多い米国、および急増する途上国でこそ対策をおこなうべきである」という議論である。この論点は、「気候変動問題には、世

界全体での排出量削減が重要であり、国内で炭素税等を進めると、国内の工場等が環境規制の緩い途上国に移転し、結果として世界全体での排出量の増加に繋がる、即ち、逆効果である」とする議論に繋がる。これは、後述する炭素リーケージへの懸念や、自主取り組みで十分という論点に繋がる背景として、極めて重要なものである。また、本議論は、「日本だけが多大なコストを掛けて温暖化対策を実施するのは不公平である」という、炭素税を含む温暖化対策全般に対して否定的な見解を形成する基礎となっている。

## ② 産業界の自主行動計画で対応するのが望ましいとする議論

自主行動計画とは、経団連（経済団体連合会）が策定している温室効果ガス削減の中心的な計画である。この自主行動計画では、製造業に加えサービス業など61業種・企業が参加し、政府審議会のレビューを受けるものである。経団連によれば、2008年～2012年の産業界からの平均排出量は、1990年度比で12.1%削減できているとし、効果的な対策であるとしている。本議論は、直接的に炭素税の導入に懸念を表明するものではないが、技術開発や自由な発想を阻害するという他の懸念事項とセットで論じる事により、日本では炭素税の導入は不要であるという議論、及び、研究開発の原資を奪う等で自主的取り組みの妨げになるとする議論に繋がっている。

## ③ 民生・運輸部門こそ削減すべきとの議論

上記の②に付随する議論として、産業界は十分に削減努力しており、排出量が増加している民生、運輸部門でこそ削減策を取るべきとする議論である。これは、直接的に炭素税への懸念として挙げられるものではないが、炭素税ではない対策を推奨する議論であり、一般に産業界への炭素税の議論をけん制する議論と考えられる。

## (2) 直接的な炭素税への懸念についての議論

### ④ 炭素税（及び排出量取引）は、「経済統制的施策」であるとする議論

本議論は、主に排出量の上限を産業界に割り当てる排出量取引を主眼に置いているものであるが、産業界の提言などでは、排出量取引、及び炭素税（いわゆるカーボンプライシング施策）は「経済統制的・規制的」として反対する議論がある。一方、これらカーボンプライシング関連施策、特に炭素税が、どの様な点で経済統制的であるかについては、具体的に触れられておらず、本議論の内容では、以下に述べる経済への影響や、他の懸念事項が議論されている場合が多いと考えられる。

### ⑤ 国内経済に悪影響を及ぼすとする議論

炭素税による追加的なコストの増加は、企業活動を阻害し、景気に水を差すという議論である。また、産業界への追加コストだけでなく、課税が転嫁され、消費者段階における最終製品やエネルギーの価格上昇に繋がり、国内消費にも悪影響を及ぼし、ひいては雇用問題の悪化など、幅広く日本経済に悪影響を及ぼすという議論である。

### ⑥ 温室効果ガスの削減効果が乏しいとする議論

産業界からは、炭素税等の二酸化炭素排出削減効果について疑問が呈されている。これは、いわゆるエネルギーの価格弾力性が小さく、課税により、エネルギー価格が上がったとしても、エネルギー消費、そしてCO<sub>2</sub>削減効果は期待できないとする議論である。この議論は、特に炭素税

率が低いケースに当てはまるが、炭素税率が高いケースにおいても、高率な炭素税の負の影響に比較して、CO<sub>2</sub>削減効果が小さく、政策としての妥当性に掛けるという懸念に繋がるものと考えられる。なお、⑧のリーケージへの懸念と共に、より広い概念を含み炭素税の効果を疑問視する議論となっている。

#### ⑦ 国際競争力に悪影響を及ぼすという議論

炭素税の付加により、企業のコスト増に繋がれば、（炭素税が付加されていない）他国との国際競争に不利に働くとする議論である。また、日本の産業立地の魅力を損ね、国内の生産拠点等が海外に移転するという国内空洞化、及びリーケージの議論（以下の⑧）に繋がる議論である。

#### ⑧ 国外への排出源の移転を進める（リーケージ）とする議論

この議論は、上記の①で述べた、日本は最高レベル環境対策を実施しているという背景認識を元に、上記⑦での国際競争力への悪影響という議論との関連において、国内で産業界に炭素税等を課すと、より環境規制の緩い新興国、途上国に国内の工場が移転し、結果として全世界で見た場合の削減に繋がらないとする議論である。また、このリーケージは、国内経済の観点からは「空洞化」に繋がるとして、懸念を表明する議論である。

#### ⑨ 企業における技術開発を阻害するとする議論

炭素税は、企業に追加的なコストを付加するものであるとし、その結果、企業が技術開発等に活用できる原資を奪い、結果として技術開発を阻害するという議論である。これは、国内の（産業界の）対策は自主的なものであるべきとする議論と関連し（上記②）、また、技術開発の鈍化は日本の産業界の国際競争力をも阻害する懸念があるとするものである。

#### ⑩ 税制上の不公平性等についての議論

炭素税は、主に化石燃料に課税するものであるが、これらには「石油石炭税」が既に付加されており、これ以上の課税は多重、多段階課税となり、不公平、非合理であるとする議論である。また、税収確保の面でも、石油石炭税で十分対応できるとして炭素税は不要とする議論もある。

また、上記とは別に、炭素税は、所得の低い層が、相対的に重い負担を強いられるという「税の逆進性」の議論も見られる。

#### ⑪ 財源効果（税収の使途）に対する懸念に関する議論

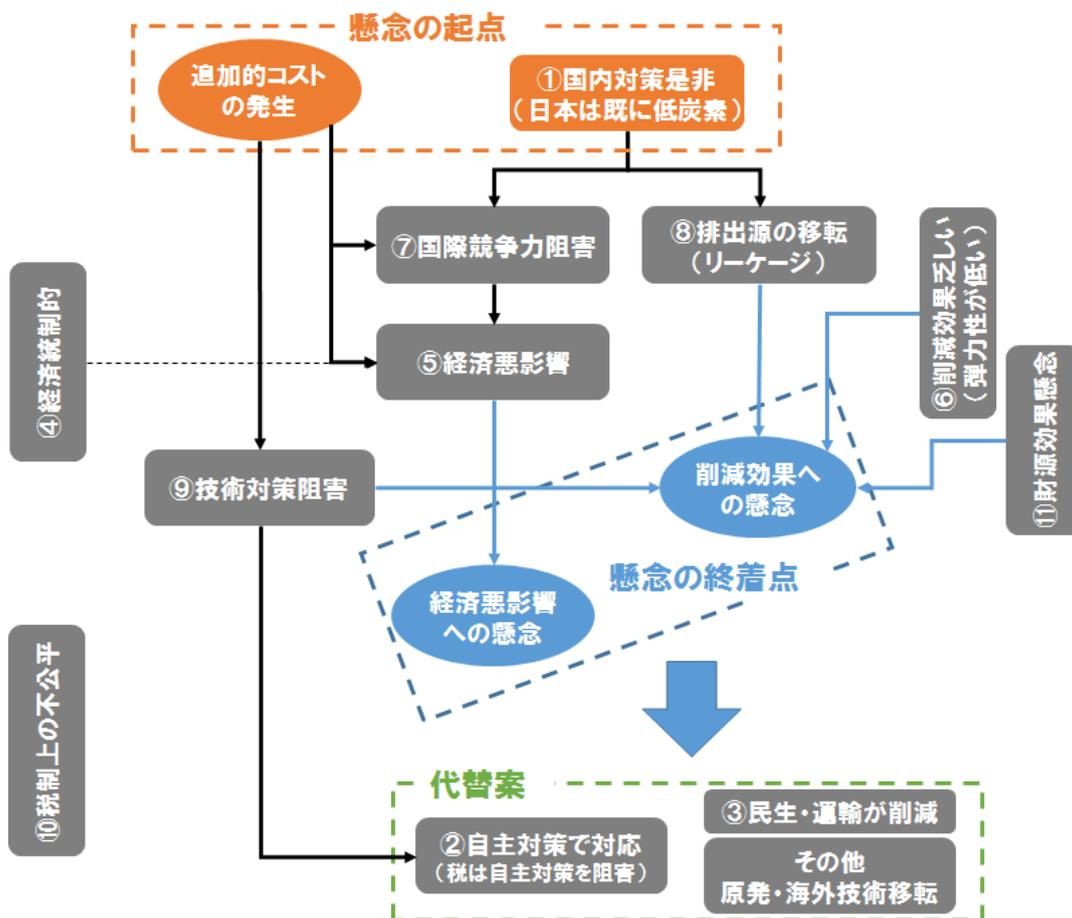
過去の温暖化対策税導入の際には、税収を温暖化対策に充当し、国内の温室効果ガスを促進するという目的（財源効果）が示された。これに対し、既に温暖化対策には1兆円近い予算が使用されている、また、その効果が不透明であるとして、これ以上の財源確保に疑問を呈する議論である（上記の⑩とも関係する議論）。

#### (3) その他、付随的な議論

記述の炭素税に対する懸念、及びその背景となっている議論に加え、より間接的に炭素税への懸念へと繋がっている、又は懸念の結果の代替案として提示されている議論として、原子力発電の活用、日本の技術の海外展開の促進などが挙げられる。

#### (4) 各懸念事項の構造の概観

ここまで見てきたとおり、炭素税に係る懸念は多重構造を成し、且つ相互に関連している。本格的炭素税導入への社会の受容性向上、又は、受容される本格的炭素税の制度設計に向けては、これらの懸念事項の構造の理解が第一歩である。ここでは、上記で同定した各懸念事項の構造を概観する（図4.3.1参照）。



出典：筆者作成

図4.3.1 本格的炭素税に対する懸念事項の構造の整理

まず、様々な懸念の多くは、共通の起点から発し、共通の結論の根拠となっている。具体的には、日本は既に最高レベルの低炭素国家だとする「国内対策の是非」は、国際競争力、及び炭素排出源の国外移転の前提となっている。また、「炭素税による追加的コストの発生」は、国際競争力の阻害、経済への悪影響、そして技術開発の原資を奪い、技術革新、ひいては自主的な取り組みを阻害するという議論の起点となっている。このことは、国内対策の是非、及び追加的コストの議論に関して納得性の高い説明ができれば、多くの懸念を払しょくするための基盤を形成する事に繋がると考えられる。

次に、大半の懸念事項は、結果として「炭素税の温室効果ガス削減効果への疑問」および「経済への悪影響の懸念」に繋がっていること分かる。リーケージの問題、エネルギー価格弾力性を根拠とする削減効果への疑問、財源効果などは、全て「炭素税の効果に疑問がある」という結論を導く議論と

なっている。なお、「経済統制的な手段である」「不公平課税である」という議論は、炭素税の効果、及び経済悪影響への直接的な根拠というよりは、むしろ炭素税という政策手法の正統性に対する概念的な批判と考えられるであろう。

この「炭素税の効果への疑問」及び「経済的悪影響への懸念」を踏まえ、炭素税に変わる代替案として、経団連自主行動計画を柱とする自主的取り組み、及び原子力発電の推進、日本の技術を用いた海外での削減を推奨するという構造となっている。

## (5) 補足的考察

ここで取り上げた論点は、主に過去（2000年～2014年）の産業界の懸念事項であり、現在の温室効果ガス削減をめぐる国際的状況や、2015年のCOP21で合意されたパリ協定を踏まえると、必ずしも妥当しないものも多い。例えば、パリ協定では今世紀後半における脱炭素化（人為的な排出量と吸収量をバランスさせる）が示されたが、これは（特に先進国は途上国に先駆けて）今後数十年でネットゼロ排出の実現を目指すということであり、現時点での国内の対策では不十分で、日本が環境先進国であるという議論などには、「現状では不十分」という事実を示すものであると考えられる。

そのため、本格的炭素税の導入にあたっては、今後とも勢いを増していく脱炭素化に向けた議論にこれらの反対論が影響を受けていくと考えられ、それに伴い変容する懸念事項に適切に対処していくことが重要であると考ええる。

### 4.3.4 先進事例における炭素税等によるステークホルダーへの影響分析

#### (1) 概要及び分析方法

本節においては、日本において価格効果を十分に発揮しうる高率な炭素税の導入を検討するにあたり、雇用問題との同時解決を狙ったエコロジー税制改革（ETR）の先進事例であり、比較的に関に日本に類する産業構造を持ち日本に匹敵しうる経済規模をもつ国であるドイツを取り上げ、ETRによる経済的影響について、家庭部門（所得階層間、地域間）、産業部門（分野間および製造業における業種間）にどのような負担格差が生じているのかについて分析を行った。

家庭部門として所得階層間におけるETR課税負担については、「家計と所得と消費の標本調査（2013年版）」（ドイツ連邦統計局資料：Statistisches Bundesamt (2015b)）に基づく家庭部門全体のエネルギー種類別の消費量を課税単位に変換し、税率を乗じた全体のETR課税負担を、「家計と所得と消費の標本調査」における所得階層別の化石燃料または電力に対する支出額により按分した。

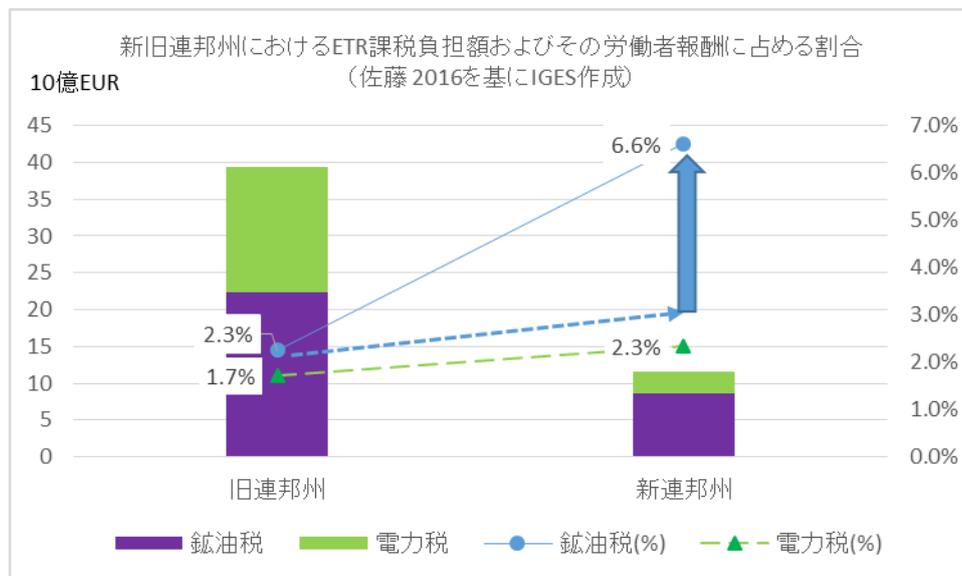
また、家庭部門の地域間におけるETR課税負担については、地域の給与総額に占めるETR負担、受益、純負担の総額を分析するため、両地域のETR課税等の情報については佐藤（2016）から、地域の給与総額については州別国民経済統計（Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2016）を用いた。

産業部門におけるETR課税負担については、ドイツ産業連関表（ドイツ連邦統計局資料：Statistisches Bundesamt (2015a)）に基づく産業別のエネルギー種類別の消費量を課税単位に変換し、税率を乗じることによって算出した。また、社会保険料の軽減については、産業連関表における産業部門別の労働費データから社会保険料を計算し、軽減率（雇用主側・雇用者側の合計で-1.7%ポイント）を乗じて計算した。

## (2) 分析結果及び考察

家庭部門の所得階層間については、家計における可処分所得に対するエネルギーの購入額（エネルギー消費密度）を検討したところ、ETRを通じて新設された電力税を中心に大きな逆進性が見られた。しかし、Bach（2005）の既存研究を合わせて検討する限り、社会保険料を軽減させることによって所得全体として逆進性が大きく緩和され、所得階層間の負担の平等化が図られているといえる。

また、家庭部門の地域間については、仮に所得のみが異なる労働者間において両者のETR課税負担額がそれほど変わらないとすれば、所得が多い方が社会保険料への還流額も大きいいため、税収中立を前提とすると、所得が低い方が負担した税収の一部が、所得が高い方に移転されていることになり、そのような趣旨の批判があると指摘されている（佐藤 2016）。このように、① 可処分所得レベルにも影響されるが、それだけではなく、② 地域の気候特性（冬季の気温：建物の暖房負荷に伴う熱源用エネルギーの購入額）や、③ 公共交通機関の利便性（自家用車利用距離の長さ：自動車用燃料の購入額）などにも影響される。以下、旧連邦州と新連邦州で比較することにする。ここで、①については、新連邦州は平均して旧連邦州の約74%の労働者報酬レベルなので、仮にETR課税負担額が同じであれば、労働者報酬におけるETR課税負担割合は、新連邦州は旧連邦州の約1.3倍になるはずであるが、実際は約2.2倍にものぼっているため、①以外の要因も大きいことがわかる（図4.3.2参照）。さらに、②については、新連邦州と旧連邦州における気温の季節変動は類似しており、平年値の違いも1℃以下にすぎず、②の寄与は小さいといえる。



出典：筆者作成

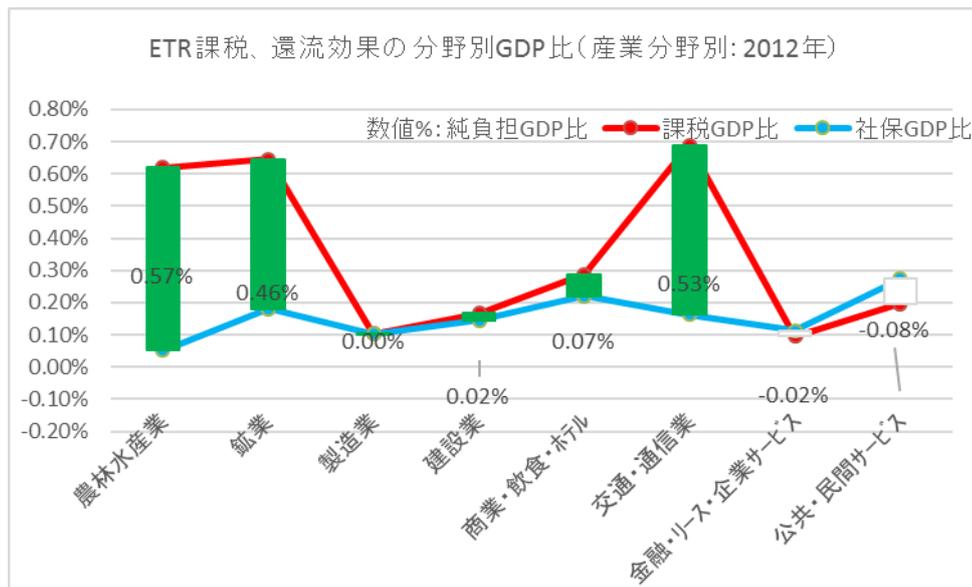
図4.3.2 所得（1999-2003年平均）におけるETR課税負担内訳（鉦油税，電力税）

そこで、③を検討するために、ETR課税を鉦油税部分と電力税部分に分けて分析すると（図4.3.2参照）、電力税の負担割合は労働者報酬の違いとほぼ同じ傾向を示しており、③はもちろんのこと上記と同様に②の寄与も小さいのであれば、①のみでほぼ説明できていると考える。

また、鉦油税については、①だけの要因であれば、新連邦州では約3%程度の負担になるはずであるが、新連邦州では約6.6%の負担割合となっており、鉦油税部分の約7割が自動車用燃料への課税に由来

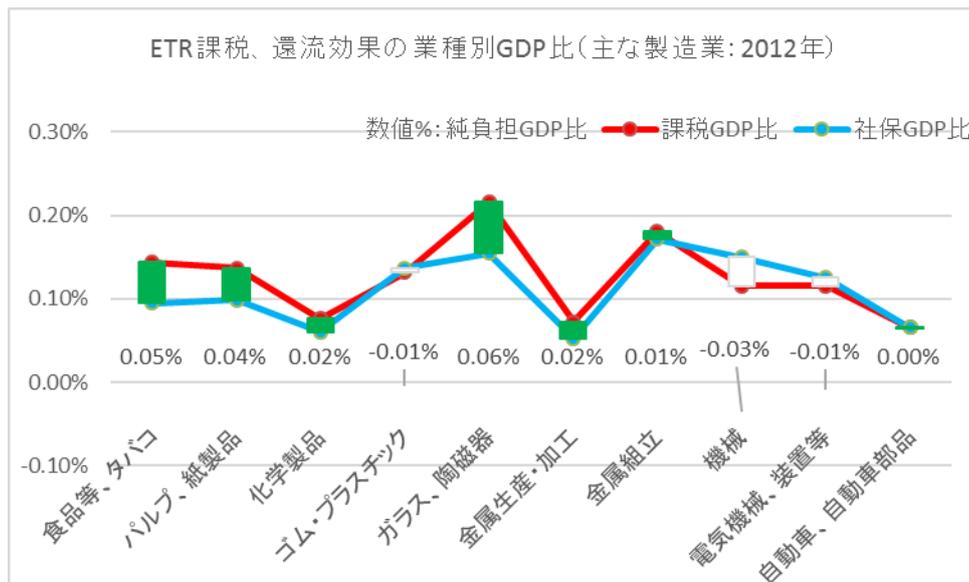
する（Statistisches Bundesamt 2015a）ことを考えると、旧連邦州よりも新連邦州の方が自動車用燃料を多く使用していると考えられ、③が大きく影響しているといえる。この点、新連邦州は都市州を多くかかえる旧連邦州よりも人口密度が低く（117人/km<sup>2</sup> < 271人/km<sup>2</sup>）、鉄道整備も遅れており、道路交通が主な移動手段である（中東 2016）ことから、道路交通が移動手段の中心である地域と公共交通機関が充実している地域とは家計に与える炭素税等の負担が大きく異なることが予想され、税収の家計に対する還元を検討する際には地域格差を考慮すべきと考える。

一方、産業部門については、ETR課税負担から社会保険料の軽減を差し引いた純負担が産業分野間（図4.3.3参照）、製造業業種間（図4.3.4参照）で大きくばらついていた。



出典：筆者作成

図4.3.3 2012年におけるETR課税額、社会保険料の減少額および純負担（産業部門別GDP比）



出典：筆者作成

図4.3.4 2012年におけるETR課税額、社会保険料の減少額および純負担（製造業業種別GDP比）

このばらつきの理由は、① 業種がエネルギー集約的であるか、労働集約的であるか、②（特に産業部門間）農林水産業・製造業に対する大きな減免措置、③（特に産業部門間）軽減対象である公的年金システムに加入しているか否か、などが挙げられる。

このうち、①については、ETRにより利益を受けている分野、業種もあり、過度に優遇しすぎているため、当該分野・業種の省エネインセンティブを削いでいるという議論もあるようである（佐藤2016）。しかし、ETR課税を受ける企業側では、社会保険料の支出額は認識しえても、減少額を必ずしも正確に認識しているとはいえず、さらには当該減少額を費用項目の異なるエネルギー費用と対応させて把握しているケースは少ない。むしろ、エネルギー関連税の増税を単独で認識し、かかる追加的費用を削減しようとする省エネインセンティブが発生しているはずである。さらに、ドイツETRの目的はCO<sub>2</sub> 排出削減と雇用対策の2つであり、むしろ後者に重きがあったのであるから、雇用の割に大量のCO<sub>2</sub> を排出するエネルギー集約的産業の負担で、CO<sub>2</sub> 排出量の割に大きな雇用を発生しうる労働集約的産業に利益となる政策をとったとしても、それだけでは不当とはいえず、過度な優遇とはいえない。

もっとも、②については、製造業における業種ごとの違いにかかわらず全体的に最高負担額調整などの軽減措置が一律に導入されている。これは、エネルギー集約型とは異なり労働集約型であるためETRの負担が軽い場合であっても、当該企業が製造業であるか否かによって負担が大きく異なる結果を引き起こしてしまう。また、CO<sub>2</sub> 排出量に対する雇用創出力という観点でも、製造業、非製造業にかかわらず同等にETRから利益を受けるべきと考えるのであれば、労働集約型の製造業はETRから受けている利益は過度に優遇されているものといえる。そのため、製造業を業態の区別なく一律に救済しているドイツETRにおける軽減措置は、本来であれば業種ごとに異なる社会保険料の軽減との関係において考慮すべきであるといえる。

一方、③については、ETRは結果的に公的年金システムに加入している企業の雇用のみを促進することになっており、ETRの政策目的の観点では公的年金システムに限る理由はないので、執行上の問題はさておき、社会保険料の軽減対象を公的年金システムに一本化したことにより不公平が生じているのは否めない。この点につき、ETR初期の段階で農林水産業の従事者が受益できないことが多いことが問題になり、同従事者の社会保険料の軽減ではなく、製造業と同様に減税措置などの対象とするETRの改定で解決したという指摘もあるが、公平な税収還元が困難な社会保険料をあえて選択したことに伴う問題が早い段階で顕在化していたといえる。よって、産業部門に対するドイツETRの分析を通じ、日本の炭素税制度設計に対し以下の示唆が得られた：

- ドイツETRでは製造業に対する軽減措置が業種の区別なく一律であるため、ETRの負担が比較的小さい労働集約型の製造業（たとえば、機械）の方が、より少ないCO<sub>2</sub>しか排出していない非製造業（たとえば、金融・リース・企業サービス）よりもETRによる負担が小さく、便益が大きいという逆転現象が起きている。軽減措置の制度設計においては、対象業種をETRの負担が比較的大きい業種を、純負担の業種別GDP比などにに基づき対象範囲を制限するなど抑制的にすることが必要である。
- ドイツETRが社会保険料の補填を税収使途としたことは、政策目的として不可避であり一定程度の効果もあったといえるが、新たな不公平を生む原因ともなった。税収使途に選択の余地がある限り、公平に裨益するよう留意すべきである。

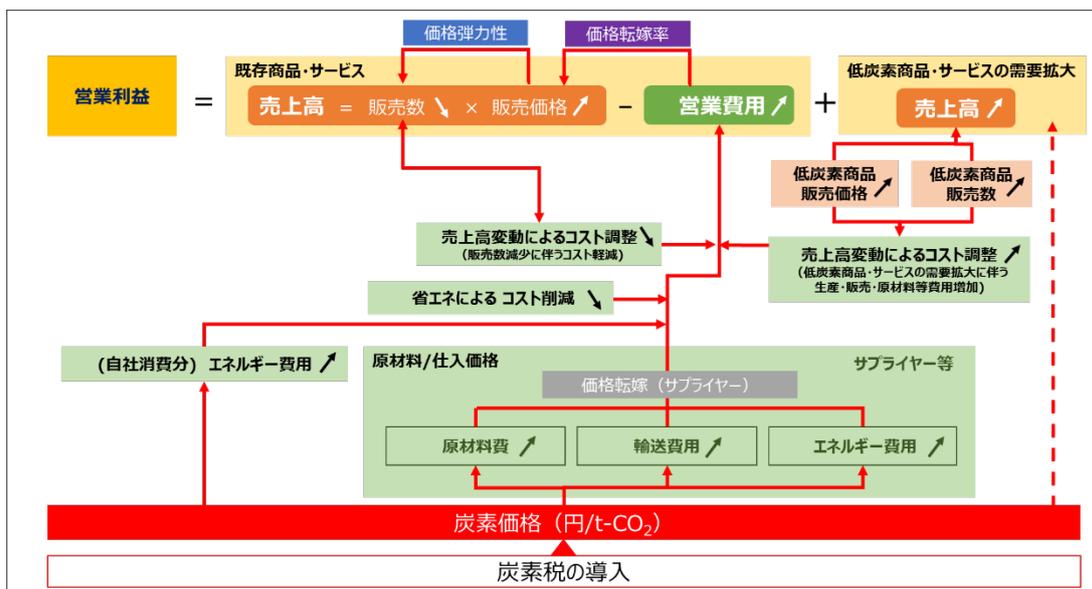
### 4.3.5 日本における本格的炭素税のステークホルダー（産業部門）への影響分析

#### (1) 概要及び分析方法

本格的炭素税の導入効果として、化石燃料から再生可能エネルギーへの転換や設備の高効率化などにインセンティブを付与することで、炭素税が指向する脱炭素社会に適応する企業行動を喚起することが期待されている。それに伴う再生可能エネルギー市場や省エネ機器市場の拡大によって、低炭素に対応した製品・サービスを供給し新たな収益を確保するなど、企業自身が戦略的に収益構造を変化させることによって、利益を増加させる効果も期待される。

しかし、少なくとも短期的には、炭素税の導入は、エネルギー及び原材料の調達コストの上昇のみを意味すると受け止められることが多い。そのため、炭素税の円滑な導入のためには、このような炭素税が企業会計にもたらす影響を定量的に把握することが有効である。

そこで、本節では、炭素税の導入が、業種毎の具体的な企業個社の営業利益にどの程度の影響を及ぼしうるかについて、製造業として鉄鋼、輸送機械及び小売業における2社ずつを分析対象として（表4.3.2参照）、1万円/t-CO<sub>2</sub>の税率を前提に企業会計モデル（図4.3.5参照）を使用してシミュレーションを行った。



出典：筆者作成

図4.3.5 企業会計モデルの概要（↑：炭素価格により増大傾向，↓：同減少傾向）

表4.3.2 分析対象企業の概要

産業部門	業種分類	対象企業の概要	
製造業	鉄鋼	A社	大手の高炉メーカー
		B社	大手の電炉メーカー（特殊鋼専業）
	輸送機械	C社	営業利益率が比較的高い自動車メーカー
		D社	営業利益率が比較的低い自動車メーカー
小売業	—	E社	営業利益率が比較的低い大手企業
		F社	営業利益率が比較的高い大手企業

## (2) 分析結果及び考察

分析の結果、エネルギー集約度の高い鉄鋼であっても価格転嫁率が高いことが営業利益への影響を軽減したのに対し、エネルギー集約度が比較的低い輸送機械であっても価格転嫁率が低いことが営業利益への影響が大きくさせてしまうこと、同じ業種内であっても企業個社エネルギー集約度や省エネ製品などの商材の有無という差があることで、個社ごとに受ける影響は異なることが明らかになった（表4.3.3参照）。

表4.3.3 分析条件と分析結果（税率：1万円/t-CO<sub>2</sub>）

分析条件 (%)		鉄鋼 (製造業)		輸送機械 (製造業)		小売業	
購入電力の排出係数改善 *1		-23.1					
原材料調達時の価格転嫁率		100					
販売時の価格転嫁率 *2		100		0		100	
対象企業ごとの分析条件・結果		A社	B社	C社	D社	E社	F社
電力からのCO <sub>2</sub> 排出の比率 (%)		10.7	61.8	47.6	74.1	91.3	97.0
営業利益あたりのCO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /百万円)		677.0	41.1	3.0	10.2	6.3	9.8
【炭素課税前】営業利益率 (%)		2.5	5.5	9.5	3.5	2.2	5.8
【炭素課税後】営業利益率 (%)		2.2	5.1	7.0	-0.2	1.9	5.5
炭素税による営業利益額の変化率 (%)		-3.4	-0.3	-22.5	-105.6	-9.3	-4.5
寄与率	原材料/仕入費用増加	-55.5	-26.9	-33.2	-97.3	-59.5	-21.3
	エネルギー費用増加	-657.1	-34.7	-2.6	-8.3	-4.6	-7.4
	販売価格上昇による売上高増加	712.5	61.6	0.0	0.0	64.2	28.8
	販売数量減少	-27.8	-2.2	0.0	0.0	-28.1	-13.1
	低炭素商品売上高増加	0.0	0.0	53.1	0.0	0.0	0.0
売上変動によるコスト調整		24.5	1.8	-39.8	0.0	18.8	8.5
CO <sub>2</sub> 排出量の変化		-2.5	-14.3	-11.0	-17.1	-21.1	-22.4

\*1：炭素税（1万円/t-CO<sub>2</sub>）が導入された場合の系統電力の排出係数の改善効果（2030年：E3ME予測）

\*2：化石燃料の価格高騰期（2003-2008年）の投入物価に対する産出物価の変動（日銀物価データから計算）

鉄鋼では、エネルギー集約度が高いことから本格的炭素税がかけられれば全体として多大な影響を被るはずと考えられていることが多いが、鉄鋼は後述のとおり投入物の価格上昇を製品価格へ転嫁することが比較的可能な業種であるため、本格的炭素税の営業利益に対する影響は、電炉メーカーはともかく高炉メーカーであっても一般的に懸念されるほど深刻なものではない可能性が高い。

一方、鉄鋼に比べ影響が小さいと考えられる輸送機械や小売業であっても、営業利益率が低い企業においては比較的大きな影響が起きる可能性が示された。

しかし、本格的炭素税により化石燃料の消費を抑える価格シグナルが発信されれば、低炭素市場が大きく拡大し、これを新たなビジネスチャンスと考えることは可能である。たとえば、輸送機械のうち自動車では次世代自動車（ハイブリッド、EV、PHV、FCV、CDV）が市場を拡大しつつあり、この傾向が本格的炭素税によりさらに加速されることが考えられる。そこで、本格的炭素税として1万円/t-CO<sub>2</sub>が導入された場合の自動車に関する低炭素市場の拡大規模を、地球温暖化対策分野の市場規模推移（環境産業市場規模検討会 2016）と輸入石油CIF価格の推移の相関により推計し（+70%：2030年）、C社について別途シミュレーションしたところ、本格的炭素税により営業利益率が上昇（9.5%→10.1%）する結果となった。

小売業では、これまでのところ購入者のGHG排出削減につながる商品・サービス等の取り扱いは見られないが、製品メーカーに対して製造過程の低炭素化を要求するなどグリーン調達を徹底するなど、小売企業自らが率先して低炭素商品を選別し販売することにより、新たな売上の獲得を行う余地もあると考える。

以上、全体として、本格的炭素税であっても価格転嫁率が個社の営業利益に対し大きな影響を与え、制度設計については価格転嫁の実態を反映させるべきであると考え。さらに、炭素税も汚染者負担の原則に基づき外部コストを内部化することを目的とするのであれば、社会全体を低炭素消費へと導くことが必要であり、そのためには最終消費者がCO<sub>2</sub>排出コストを負担すべきであるので、企業が最終消費者に対し価格転嫁しやすい仕組みを整えていくなどの配慮も不可欠であると考え。

なお、炭素税収の使途として法人税の減税も選択肢の一つであるが、赤字企業には課税されない法人税では赤字企業は減税による便益を受けることができないため、法人税の累進性を弱め、黒字企業との間で新たな負担格差を生じうるという問題がある。仮に炭素税が高率であるために赤字企業が増加するような場合には、かかる問題は一層深刻となるため、税収使途の選択にあたっては十分な注意が必要である。

#### 4.3.6 EUにおける炭素税等および排出権取引の政策効果の定量的分析

##### (1) 炭素税等

政策効果の定量的分析には様々なアプローチがある。炭素税のCO<sub>2</sub>削減効果を定量的に評価する方法として、シミュレーションモデルを用いて目標削減量を達成するための炭素税率のレベルを試算する研究や炭素税の導入による排出削減の理論的效果を分析する事前分析(ex-ante分析)研究もあれば、炭素税導入の後、同国全体においてCO<sub>2</sub>排出が削減された現象から炭素税の導入効果を抽出する事後検証(ex-post分析)研究がある。政策決定の際に行われることが多い前者については比較的多くの研究が行われている一方、後者については研究自体または公表されている文献が非常に少ない。

Cambridge Econometricsは、欧州連合(EU)の第6次研究プログラム(Framework for Programme for Research)のサポートを受けたCOMETR(Competitiveness Effects of Environmental Tax reforms)プロジェクト(2005-06)に参加して、マクロ経済モデルであるE3MEモデル(Econometric Energy-Environment-Economy Model)を適用して、1990年代に炭素税の改革を推進した欧州連合(EU)の7カ国(①デンマーク、②フィンランド、③ドイツ、④オランダ、⑤スウェーデン、⑥イギリス、⑦スロベニア)の環境税制改革(ETR)による経済効果を1994-2012年の期間中のベースラインと比較して分析した。⑦スロベニアの課税は厳密にはETRではないが、新規加盟国での環境課税の事例を提示するために、ベースラインシナリオに含まれた。本研究の中でGHG削減についての分析の結果、①から⑥のすべて国で炭素税によるGHGの削減が確認された。①-⑥の6か国のGHGの排出量の平均削減量は、3.1%(2004年)であった。税率が最も高い国で最大の排出削減効果が確認され、フィンランドの排出量が5.9%で最も大きかった。GHG削減の効果は、化石燃料消費量の削減によって生じるため、6か国すべてにおいて炭素税により化石燃料の消費が減少することが確認された。6か国の平均燃料消費の減少量は、2004年においてフィンランドが2.6%で最も高かった。さらに、フィンランドとスウェーデンは、化石燃料消費

量の削減以上のGHG排出量の削減が確認された。一方、ドイツは、石炭に課税していなかったため効率的ではなかった。排出量削減は、燃料需要の減少幅よりも相対的に大きいため、租税政策が排出削減に効果的であることを示す（COMETR, 2007）。

一方、CICEROの研究では、炭素税の導入とGHG排出削減の現象とは有意な関係にはないとしている。CICEROは、世界の銀行の世界開発指標（WDI）で収集した高所得OECD加盟国の1960年から2008年までの年間国家レベルのパネルデータを用いた北欧諸国の炭素税の分析研究において、炭素税はGHG排出削減の手段として、経済理論またはEx-anteシミュレーションが示すほどに効果的な手段ではないことを示唆している。特にこの研究では、スウェーデンとイギリスの比較分析において、高税率炭素税とGHG排出削減との間の有意性を明確に確認することができなかった。もっとも、この分析結果からも、GHG排出削減効果は、課税対象（または激変緩和措置の程度）や実効税率に関連があると読み取れると考える。4.3.2の項でも記載したとおり、炭素税の導入にあたり社会的受容性を高めるために、エネルギー集約度が高く、または国際競争力が問題となりやすい産業部門には大規模な激変緩和措置を導入し、炭素税の実効税率を低くさせている傾向が強い。そのため、これら6か国での実効炭素税率は低く、その結果として炭素税の効果が十分に確認できなかったものとする。（Mideksa, Torben K., and Steffen Kallbekken）。

その他、炭素税等の政策効果に関する主な分析結果を表4.3.4に示す。

表4.3.4 炭素税等の政策効果に関する分析結果

炭素税等の導入国	主な分析結果
フランス	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ S&amp;P Global Platts (2013) : 2017年までに、道路運送や建物のCO<sub>2</sub> 排出量を、それぞれ1Mt-CO<sub>2</sub> と2MtCO<sub>2</sub> 削減する見込み。</li> </ul>
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Knigge, Görlach (2005): CO<sub>2</sub> 排出削減効果については、2003年時点で2.4%（年間2,000万t-CO<sub>2</sub> の削減に相当）の効果があつたものの、GDPにはほとんど影響を与えず、雇用も労働集約型産業や省エネ技術メーカーなどを中心に2003年までに25万人を増加したとし、ETRは環境、雇用、技術革新に影響を与えCO<sub>2</sub> 排出量を削減し、雇用と技術革新を促進するための効果的な手段であるとしている。</li> <li>➤ Green Budget Germany (2005) : ETR実施前には毎年例外なく増加していた化石燃料消費量が、最初の2000-2003年について、燃料消費量とともに、輸送部門のCO<sub>2</sub> 排出量が4年連続で減少し、その結果、CO<sub>2</sub> の排出量が1999年の最高値と比較して6-7%減少した。</li> </ul>
スウェーデン	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Johansson (2000) : 気候変動に関する第二の国別報告書において、炭素税により1995年のCO<sub>2</sub> 排出量約15%を削減したと記載。この削減効果のほぼ90%は、炭素税の課税効果であり、残りの10%は投資補助金やエネルギー効率のための公式プログラムの結果であるとしている。</li> <li>➤ Hammar and Åkerfeldt (2011) : 1990年から2007年の間にスウェーデンのGHGの排出量は約9%減少した。</li> <li>➤ Andersson and Lovin (2015) : 同様の報告（1990年から2006年の間にGHG排出量は9%減少）をしているほか、1970年代半ばから2008年まで40%以上減少した。スウェーデンの炭素税により生じた最も明白な効果は、地域暖房システムにおけるバイオマスによる化石燃料の代替である。地域暖房システムにおけるバイオマスの使用量が</li> </ul>

	1990年の25%から2012年には約70%で増加しており、同システムの熱源の約50%を占めている。
イギリス	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ IFS (2013) : 2005年までに累計約60.5Mt-CO<sub>2</sub>を削減した。</li> <li>➤ Cambridge Econometrics (2005) : 2010年までに、商業、公共部門から約15% (12.9 M metric tons) のエネルギー消費を削減した (Her Majesty's Treasury 2008 : 101) 。</li> <li>➤ OECD (2010) : 激変緩和措置が広すぎることが効果を減少させており、激変緩和措置を受けていない企業は、措置により部分的に免除された企業に比べて、GHG排出量の増加率を5-26%より減少させている。</li> <li>➤ Martin, de Preux, and Wagner (2011) : 特にエネルギー集約型工場に対して効果が大きいいため、エネルギー集約型工場の電力使用量を削減し、CO<sub>2</sub>排出量の削減を促進している。</li> <li>➤ Martin and Wagner (2009) : 雇用、総生産や生産性の面などの工場の経済的成果に関する実質的な影響を与えるという証拠は見つからなかったが、出願特許数の増加との関係に基づき、企業の技術革新を進めた。</li> </ul>

出典：筆者作成

## (2) EU-ETS

第1フェーズ (2005年-2007年) は「実行と学習」の期間と扱われることが多く、この期間では、データの収集、適用範囲、過去のデータのモニタリング方法及びデータの確認などに関連して不確実性が多いと言われており (Parker 2008)、同期間のEU-ETSによる排出量削減効果は不明であるとする意見が多いが (Anderson and Di Maria, 2011など)、以下のような定量分析を行った研究がある。

Ellerman and Buchner (2008) は、計量経済モデルを使用して、第1フェーズで120-300 Mt-CO<sub>2</sub>から最大200 Mt-CO<sub>2</sub> (割当排出量の3%未満) の削減効果があったと推計した。同様の研究でDelarueら (2008) は、炭素価格シグナルにより電力部門において2005年に90Mt-CO<sub>2</sub>、2006年に60Mt-CO<sub>2</sub>の排出削減をもたらしたと推計した。Anderson and Di Maria (2011) は、動的パネルデータモデルを用い、EU-ETSの第1フェーズで認証された排出量とベースシナリオ (成り行き) を比較して追加と見られる削減レベルを推定し、全体として247Mt-CO<sub>2</sub>の削減があったと報告している。

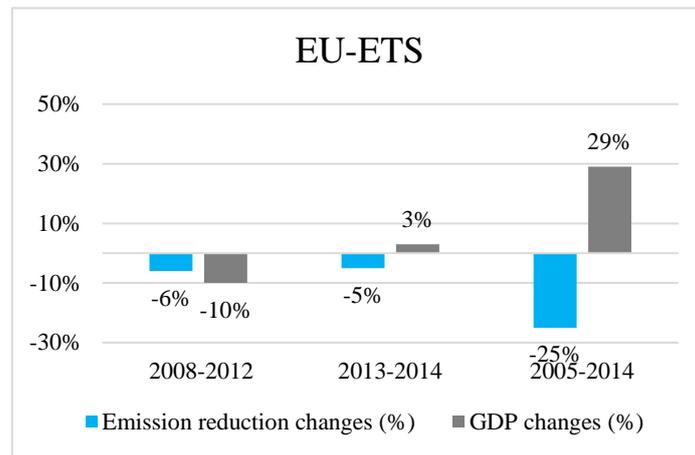
つぎに、EU-ETSの制度が開始された2005年から利用可能なデータが得られた2014年まで、いくつかの期間を設定して、温室効果ガスの排出量及びGDPの変化率の大きさを比較した。期間の設定は、データの有無に依存しつつ、(1) 第1期の開始以降、最近までの2005-2014、(2) 第2期の期間である2008-2012、(3) 第3期以降、最近までの2013-2014に分けた。

EU-ETS全体 (図4.3.6参照) については、第1期開始から2014まではGDPが29%増加したが、同期間の温室効果ガス排出量は25%減少し、GDPと温室効果ガス排出増減率にデカップリングが確認された。EU-ETS第3期初期の結果も、類似の推移を示した。しかし、第2期において、GDPと温室効果ガスの排出量が同時に低減した。これは2007-08年のリーマンショックによる経済低迷の影響が及んだものとみられる。

また、フランス、スウェーデン、ドイツ、イギリスの4か国対象に同様の調査分析を行った (図4.3.7参照)。2005-2014年の期間の間に4か国ともにGDPが上昇するのに対して温室効果ガスが削減する強いデカップリングが見られた。2013年から2014年 (第3期前半) において、スウェーデン以外はGDPが

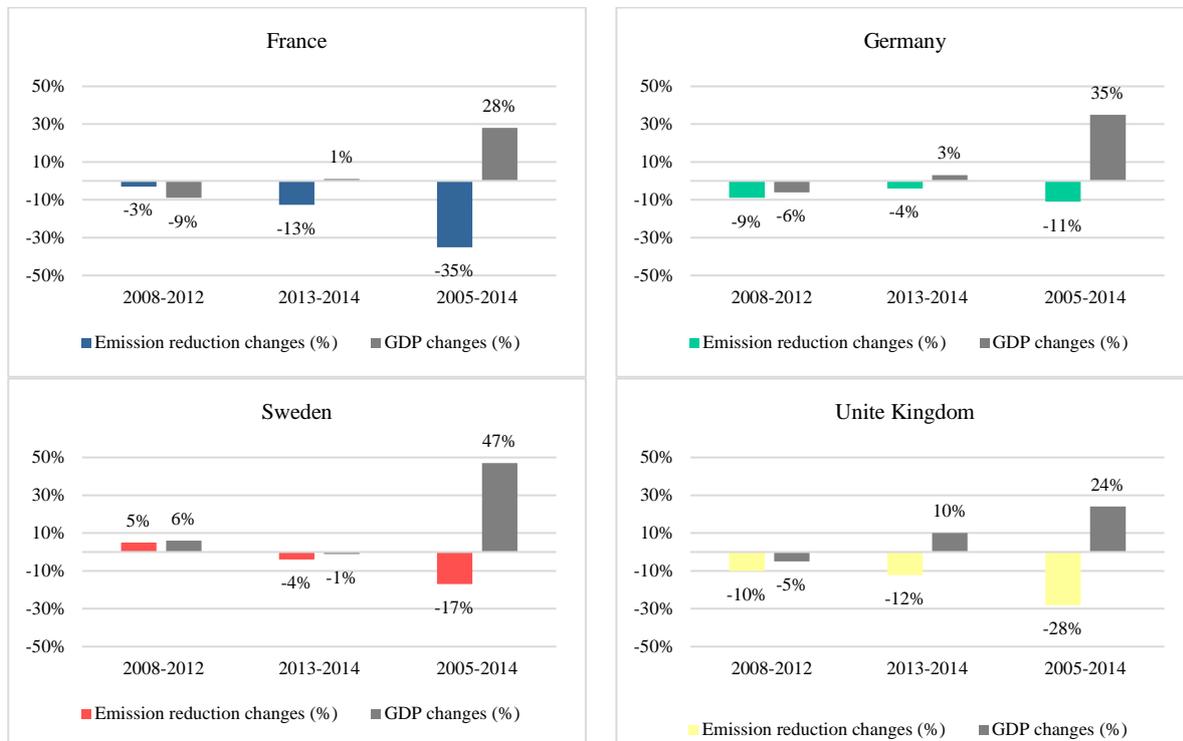
プラス成長をしたが、温室効果ガス排出量はすべての国で減少した。2008年から2012年（第2期）においては、スウェーデンはGDPがプラス成長し温室効果ガスの排出量も増加していたが、その他3か国は、温室効果ガスの排出量とGDPの変化率がすべてマイナスであり、ドイツとイギリスの場合のみ、温室効果ガスの減少率が経済の減少率を上回った。

全体的に、第1期以降2014年までにEU-ETSを介して、この地域は、GDP増加と温室効果ガス削減を同時に達成している。



出典：筆者作成

図4.3.6 EU-ETS参加国のGDPの変化率対温室効果ガスの排出量増減率の比較



出典：Carbon Pulse (2016), EEA (2015), IEA websiteをもとに筆者作成

図4.3.7 調査対象4カ国のGDPの変化率対GHGの排出量増減率の比較

### (3) 分析結果

カーボンプライシングは、経済的に効率的なGHG排出削減政策であるとして、多くの経済学者たちによって最も有望なアプローチとみなされている。しかし、このようなカーボンプライシングの効果に関する期待にもかかわらず、その効果を実証する研究と文献はあまり多くは無かった。理論的削減効果に関する事前分析は比較的多いものの、事後的な実証分析は少ない。この理由の1つとしては、GHG削減政策に限らず多様な政策、制度が複雑に導入・実施されている中で、カーボンプライシング単独の政策効果を抽出するのは困難であるからと考える。

本節では、EUの4か国を対象に、カーボンプライシングの政策効果について文献調査等を行い、制度導入時の政府の事前分析（理論的分析）に関する研究内容及び既存の多様な形態の文献をレビューし、対象国の炭素価格政策の効果として、排出削減効果に関する内容をまとめた。

炭素税のGHG削減効果については賛否論争があるが、これら4か国については、他のEU諸国と比べ炭素税の効果を認める文献が多かった。特にスウェーデンのように税率が高い場合、賃金水準などを考慮すれば税率は必ずしも高くないという見解もあるが、少なくとも地域暖房などの分野においては炭素税が化石燃料の代替を促すシグナルとして明らかに作用しており、炭素税による排出量削減効果が明らかになっている。また、ドイツのように炭素税は税収の活用による経済効果等も期待できるが、GHG削減効果のためには、炭素税の価格シグナル効果、すなわち、炭素税率の設定が重要な要素と考えられる。

ETSに関する既存の文献の一般的な結論は、カーボンプライシングとは無関係に低迷した経済状況、割当量の過剰、制度運営上の問題等によりGHG削減効果が過剰評価になる傾向があると考え、ETSにより追加的な削減は確実にあるという内容であり、ETSの有効性を強調している。文献調査に加え本節の分析で示したように、GHG排出量の減少とGDP成長との間のデカップリング現象は今後さらに期待され、そこではETSの役割が大きくなっていくと考える。一方、現在の主流を占めているマクロの視点のデータ分析は、ETSに対応した対象企業の行動の変化のパターン、決定要因などを明らかにするには限界があり、実証的分析研究の結果のレビューはさらに必要と考える。

ETSは、排出権取引価格に応じて排出権を再配分することにより、社会全体の総排出削減コストを減らす効果をもたらすため、EU-ETSの対象国は取引によって、削減量自体を増やすわけではないが、排出権を購入した国内ではGHG排出削減コストを減らすことができる。

調査対象とした4か国の中では、ドイツとイギリスが排出権の国際取引の割合が高かった。排出権取引数および取引量の増大は、炭素市場を活性化することによって、企業に対し低炭素技術への投資を促進する効果があるため、さらなる排出削減を導くことは明らかである。しかし、本節の分析では、排出権の国際取引と排出削減との間の関連性については、直接的な証拠を見つけれなかったため、今後さらなる研究が必要と考える。

炭素税とETSの同時導入により政策効果の相互作用については、炭素税の多様な減免措置によりETS対象企業であれば炭素税は還付を受けられるなど負担を免除される場合が多く、各制度が実質的に対象としている業種は異なっているため、両方の制度の相乗効果は少ないと考えるが、これに関する文献が限られていたため、今後さらなる研究が必要と考える。

#### 4.3.7 まとめ

欧州を中心とする炭素税等の先進事例を対象とした炭素税等の導入に至る政治的な議論の分析では、減税要望が強い税の代替財源として導入への期待が高かったスウェーデン以外は、幅広いステークホルダーとの対話（ドイツ：選挙の争点について国民的議論が喚起，イギリス：当初よりコンサルテーションを重視する方針）を重視しており、社会的受容性の向上に寄与していたことが示された。これは社会的受容性を高めるために日本でも参考になる事例であり、さらに、イギリスのように炭素税を官民間の排出削減協定と組み合わせる方針は、日本においても抵抗勢力に対する柔軟なアプローチとして示唆に富むと考える。

また、法律的な議論の分析では、これまで炭素税等に関して司法判断があったドイツ、フランスいずれの場合も、主な反対勢力となっていた産業部門などのために導入した減免措置の制度設計の是非が争点であったことが示された。これは、特定の部門、業種に対する減免措置がそれ以外の部門に対する「逆差別」になりかねないという示唆であるといえ、制度設計において注意すべき法的課題であると考えられる。

日本における炭素税等に対する反論の分析では、炭素税に対する懸念は主に、日本は既に最高レベルの低炭素国家だとする「国内対策の是非」または「炭素税による追加的コストの発生」を起点とし、「炭素税の温室効果ガス削減効果への疑問」または「経済への悪影響の懸念」に集結していることが示された。これらの懸念は昨今の急速な脱炭素化へ向けた世界の動きのなかで変容するとはいえるが、本格的炭素税が「経済への影響を最小限に抑えつつ温室効果ガスの削減効果がある」ことを、欧州の政治的議論分析にみるように、ステークホルダーと丁寧なコミュニケーションを通じて説得的に示すことが改めて重要であると考えられる。

炭素税等の先進事例であるドイツにおけるステークホルダーに与える分析では、まず家庭部門については税収の還流により逆進性の緩和は十分可能であることが一般的に実証されたものの、公共交通の利便性に違いがある地域間では負担の格差が生じていることが明らかになった。これは、ドイツでは実施されていないものの、税収の還流の際に公共交通の利便性を考慮した配分も必要となることの示唆につながると考える。また、産業部門については、製造業において細かい業種間の特性の違いを考慮せず一律に導入した軽減措置により、労働集約型製造業がより低いCO<sub>2</sub> 排出強度をもつ非製造業よりも課税負担が小さくなるという逆転現象が発生していることが示された。これは、軽減措置は製造業のような大きな部門単位で導入するのではなく、より細分化された業種単位で導入範囲を限定し、抑制的な導入が必要であることの示唆であるといえる。また、ドイツでは税収使途を社会保険料の補填とした結果として新たな不公平を生む原因ともなったので、税収使途に選択の余地がある限り、公平に裨益するよう留意すべきであると考えられる。

それに対し、本格的炭素税の主要なステークホルダーである産業部門における個社レベルの営業利益への影響分析では、大きな影響を与える価格転嫁率は業種別に決まりやすく個社レベルでは変更できないかもしれないが、業態の変更（鉄鋼：高炉→電炉）によるエネルギー集約度の低減や、さらには省エネ製品などの商材の開発（輸送機械：次世代自動車）による新たな市場の拡大といった個社レベルの経営判断で実行しうる活動によって、営業利益に与える影響は大きく異なることが明らかになった（表4.3.3参照）。これは、激変緩和措置や軽減措置の設計では、企業努力を超える要素を考慮の

対象とすべきことを前提とすると、価格転嫁率は激変緩和措置や軽減措置の考慮要素として適切であることが示唆されたといえる。

最後に、先進事例における炭素税等及び排出権取引の政策効果の定量的分析では、政策効果を実証する研究、さらに事後的な実証分析は非常に少ないものの、炭素税等についてはスウェーデン、ドイツ、イギリス、フランスの4か国において炭素税の効果を認める文献が比較的多く、排出権取引については追加的な削減を確実にするのが一般的な結論であった。EUにおいてもフランスのように法律に定めたスケジュールに沿って税率を順調に引き上げている国もあり、今後とも政策効果の実証研究が進むことが予想される。

## 参考文献

- Andersen, M.S., Barker, T., Christie, E., Ekins, P., Gerald, J.F., Jilkova, J., Junankar, S., Landesmann, M., Pollitt, H., Salmons, R., Scott, S. and Speck, S. (eds.), (2007): Competitiveness Effects of Environmental Tax Reforms (COMETR). Final report to the European Commission. National
- Anderson, B., and Maria, C. D., (2011) Abatement and allocation in the pilot phase of the EU ETS, *Environ Resource Econ* 48:83-103, DOI 10.1007/s10640-010-9399-9
- Andersson, M., and Lovin, I. (2015), Sweden: Decoupling GDP growth from CO<sub>2</sub> emissions is possible, Worldbank, 22 May, 2015 (available at: [http://blogs.worldbank.org/climatechange/sweden-decoupling-gdp-growth-CO<sub>2</sub>-emissions-possible](http://blogs.worldbank.org/climatechange/sweden-decoupling-gdp-growth-CO2-emissions-possible))
- Bach, Stefan (2005), Be- und Entlastungswirkungen der Ökologischen, Steuerreform nach Produktionsbereichen, Band I des Endberichts für das Projekt: „Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“
- Cambridge econometrics (2005), Recited from Her Majesty’s Treasury. (2008). Budget 2008: Stability and opportunity: Building a strong, sustainable future. HC 388. London: The Stationery Office. [http://www.hm-treasury.gov.uk/d/bud08\\_complereport.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/d/bud08_complereport.pdf) Accessed December 28, 2009.
- Delarue E, Voorspools K, D’haeseleer W, (2008) “Fuel Switching in the Electricity Sector under the EU ETS: Review and Prospective” *Journal of Energy Engineering* 134(2) 40-46.
- Ellerman, A. D., and Bucher B. K., (2008) Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005–06 Emissions Data, *Environ Resource Econ* (2008) 41:267–287, DOI 10.1007/s10640-008-9191-2
- Environmental Research institute, University of Aarhus. 543 pp. -(available at: [http://www.dmu.dk/Pub/COMETR\\_Final\\_Report.pdf](http://www.dmu.dk/Pub/COMETR_Final_Report.pdf))
- Knigge, Görlach (2005), Effects of Germany’s Ecological Tax Reforms on the Environment, Employment and Technological Innovation, Summary of the Final Report of the Project: „Quantifizierung der Effekte der Ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“, Research Project commissioned by the German Federal Environmental Agency (UBA)

- Green Budget Germany (2005), Germany's Ecotax Referom 1999-2003: Implementation, Impact, Future Development, Applied Environmental Economics Conference, March 2005 in London UK)
- IFS (The Institute for Fiscal Studies), 2013. Energy use policies and carbon pricing in the UK, IFS Report R84
- Hammar H. and Akerfeldt S. (2011). CO2 Taxation in Sweden: 20 Years of Experience and Looking Ahead.
- Johansson, B. (2000). "The carbon tax in Sweden," Chapter 5. Innovation and the environment: OECD proceedings. [http://books.google.com/books?id=Y1PBGIQQ6vAC&dq=Innovation+and+the+Environment:+OECD+Proceeding&printsec=frontcover&source=bn&hl=en&ei=aWsyS7GbOoWLnQfMh4n2CA&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=4&ved=0CBIQ6AEwAw#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com/books?id=Y1PBGIQQ6vAC&dq=Innovation+and+the+Environment:+OECD+Proceeding&printsec=frontcover&source=bn&hl=en&ei=aWsyS7GbOoWLnQfMh4n2CA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CBIQ6AEwAw#v=onepage&q=&f=false) Accessed December 28, 2009.
- Mideksa, Torben K., and Steffen Kallbekken. "The Environmental Effectiveness of Carbon Taxes: Empirical Evidence from the Norwegian Carbon Tax."
- Martin, R. and Wagner U. J. (2009), 'Climate change policy and innovation', Centre for Economic Performance ([http://goe.ier.hitu.ac.jp/CAED/papers/id115\\_Martin\\_Wagner.pdf](http://goe.ier.hitu.ac.jp/CAED/papers/id115_Martin_Wagner.pdf)).
- Martin, R., de Preux, L. B. and Wagner, U. J. (2011), 'The impacts of the Climate Change Levy on manufacturing: evidence from microdata', National Bureau of Economic Research Working Paper Series, 17446 (<http://ssrn.com/abstract=1933049>).
- OECD, (2010), Taxation, Innovation and the Environment, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Parker, L. (2008). Climate Change and the EU Emissions Trading Scheme (ETS): Kyoto and Beyond, Updated November 24, 2008 (available at: <http://congressionalresearch.com/RL34150/document.php>)
- S&P Global Platts, 19 Dec 2013, France adopts 2014 budget; carbon tax on fossil fuels, (available at: <http://www.platts.com/latest-news/electric-power/london/france-adopts-2014-budget-carbon-tax-on-fossil-26563408>)
- Statistisches Bundesamt (2015a), Umweltnutzung und Wirtschaft: Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Teil 5: Energie, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2015b), Wirtschaftsrechnungen, Einkommens- und Verbrauchsstichprobe Einnahmen und Ausgaben privater Haushalte 2013. Wiesbaden, Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Bundesamt (2016), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Input-Output-Rechnung, Fachserie 18 Reihe 2 - 2012 (Revision 2014), Wiesbaden.
- World Bank and PMR (2017), Carbon Tax Guide: A Handbook for Policy Makers
- 環境産業市場規模検討会 (2016) 「平成27年度環境産業の市場規模推計等委託業務 環境産業の市場規模・雇用規模等に関する報告書」
- 環境省 (2018) , カーボンプライシングのあり方に関する検討会 (第8回) 資料

佐藤一光（2016）「環境税の日独比較 財政学から見た租税構造と導入過程」慶應義塾大学出版会

中東雅樹（2015）「ドイツにおける道路政策と都市政策の現状に関する調査（平成 27 年度海外行政実態調査報告書）」会計検査院調査課

## 4.4 グリーン税制改革政策パッケージと政策影響評価手法について

### 4.4.1 はじめに

本節では、次項4.4.2で理論的検討および事例研究の成果に基づき本研究で提案するグリーン税制改革政策パッケージの考え方を整理するとともに、激変緩和措置の考え方を4.4.3で述べる。4.4.4で理論的検討の項で述べた政策影響評価手法に基づく定量的政策影響評価の考え方を説明し、4.4.5で政策目標の設定につき説明する。最後に、定量的政策影響評価を行うために必要となる将来シナリオの考え方について4.4.6に述べる。

### 4.4.2 提案する政策パッケージの基本的な考え方

2050年80%削減という大幅な削減目標を達成するためには、全てのステークホルダーの排出削減努力を促す価格シグナルを送ることが重要であることから、炭素税を政策パッケージの中核手段と位置づける。大幅削減目標の達成には、革新的な低炭素技術の開発、個々人のライフスタイルの見直し、さらにはそれを支える物理的あるいは制度的インフラの整備といった、ありとあらゆる対策の総動員が必要であることは論を俟たないが、カーボンプライシングを導入することで、そのような対策を実施することが支出の軽減や収益の増加につながる環境となることが期待されるのである。

本研究では、提案する政策パッケージにより政策目標を達成し望ましい将来像を実現しようということを示すことに主眼を置いているため、どのような具体的な政策プロセスで政策パッケージを導入するのかの詳細については踏み込まない。例えば、提案する本格的な炭素税を、現行の温暖化対策税の税率引き上げと税込用途に関する変更という形で実現を図るのか、あるいは新規の制度として導入するのかについて具体的な提案は行わない。ただし、どちらのプロセスでも対応できるように、課税対象は現行の温暖化対策税と同一にするという条件を課した。これは、温暖化対策税における免税対象（後述する鉄鋼・コークス・セメント製造に使用する石炭、ナフサなど）をそのまま踏襲することを意味する。

炭素税率の設定については、2030年26%削減というNDC目標および2050年80%削減という地球温暖化対策計画における長期目標を達成しようとする炭素税率とする。ただし、2030年の税率および2050年の税率について、現在すでに高率な炭素税を導入しているスウェーデン（131ドル/t-CO<sub>2</sub>）やスイス（86ドル/t-CO<sub>2</sub>）、2020年と2050年までにそれぞれ56ユーロ/t-CO<sub>2</sub>および100ユーロ/t-CO<sub>2</sub>への引き上げを表明しているフランス、など各国の動向を踏まえ、国際的に妥当と思われる税率水準として、2030年100ドル/t-CO<sub>2</sub>程度、2050年500ドル/t-CO<sub>2</sub>程度を目安とする。税率は2050年に向けて毎年段階的に引き上げる想定とした。炭素税収の用途については、他税の減税あるいは家計への還元に充当することを基本とするが、税率水準が上述した目安を大幅に上回ることがないように、炭素税収の一部はエネルギー効率改善投資に活用することとした。エネルギー効率改善投資分を除く炭素税収の活用方法（税収リサイクル）については、基本政策パッケージにおいては家計への均等還元とするが、オプションとして所得税減税に充当するケース、および企業負担の雇用関連社会保障費の軽減に充当するケースについても分析する。家計への均等還元に期待されるメリットとして、4.2節で議論した炭素税の逆進性を緩和する効果が見込まれることに加え、同じく4.2節で提案した炭素価格シグナルと位置づけることで、税収安定性への配慮に縛られることなく、自由度の高い炭素税率の設定が可能となることが期待でき

る。ただし段階的に税率を引き上げる場合、税収が激減するような事態はあまりことが予想され、本研究でのモデル分析結果においても炭素税収は堅調に増加する傾向にあることから、本研究においては炭素価格シグナルとして位置づける必要はない。

#### 4.4.3 激変緩和措置の制度設計

##### (1) 制度設計の全般的な考え方

炭素税とは、汚染者負担の原則に基づき外部コストを内部化することを目的とする環境税の一類型であるから、税の負額を汚染物質の排出量に比例させるべく税率は均一であることが効率性、公平性の観点から必要である。それゆえ、一部のステークホルダーの負担軽減を目的とした特別な軽減措置は原則として採用しないべきであり、かかる軽減措置は例外的な措置として必要最小限でなければならない。

そのため、本研究において提案する本格的炭素税の軽減措置は、追加的な負担が各ステークホルダーの状況に応じて過度なものになることを防ぐ「激変緩和措置」にとどまるべきという原則を堅持し、その制度設計においては、①措置の導入期間は限定的であること、②軽減対象業種は必要最小限であること、③軽減の程度は必要最小限であること、の3点が原則的な設計指針であると考ええる。

まず、①について、4.3節の事例研究において確認したとおり、スウェーデンやドイツなどの先進事例では、エネルギー集約的な製造業などを中心として特別な軽減措置を導入しているものの、時限的にはしていない。しかし、本研究では上記の通り特別な軽減措置は激変緩和措置としてのみ認められるべきと考えるため、軽減措置は時限的なものとする。その際、軽減措置を時限的とする扱い方としては、ドイツやフランスが基礎的な税率を導入された1999年から4年間かけて、2030年に最高税率となるよう2014年から16年かけてそれぞれ上昇させていることを参考に、本則税率に対する減免率を特定の年次においてゼロにするために一定期間かけて低減させることが現実的と考えられ、導入年から目標年度までに撤廃していく方法が現実的である。

つぎに、②について、本格的炭素税により調達費用が増大する化石燃料への依存性が高い産業として、一次産業、二次産業が挙げられる。しかし、日本のGHG排出量に対するインパクトは発電部門を除いては二次産業、そのなかでも特に製造業が大きな割合を占めていること、4.3節で議論したとおり本格的炭素税への反対派は製造業に対する負担を念頭に置いていることからして、社会的受容性を考えるにあたっては製造業に対する特別な軽減措置の在り方が最大の争点と考えられるため、本研究では製造業に対する軽減措置の制度設計を検討することとした。

よって、②として「製造業」について、③として「どの程度の軽減措置が必要最小限であるかについて、以下に検討する。

##### (2) 「必要最小限な軽減程度」の考え方

本研究において軽減措置の対象業種とする製造業に対して、どの程度の軽減措置、すなわち本則税率の減免率、が必要最小限かを判断するためには、炭素税の増税に伴い課税対象である化石燃料の企業における調達価格が上昇することに伴う追加的な経済的負担を、どの企業がどの程度まで負うべきかを検討することが必要である。

これまで、カーボンプライシングによる企業の経済的な負担については、カーボンプライシングを進めていない国との間において当該企業の国際競争力が一方的に低下するという懸念として問題視されることが多く、競争力低下を直接的に軽減する策として、特定の企業に対して炭素価格を低減させる措置（たとえば、ワックスマン・マーキー法案であれば、排出権取引を前提として産出量に基づく排出権の配分など）や国境調整措置が検討されてきた（有村・杉野 2012など）。

このうち、炭素価格を低減させる方策については対象とする企業を特定するために、エネルギー集約的かつ貿易により国際競争にさらされる可能性が高い企業（エネルギー集約貿易依存産業：EITE産業）を選別するための基準が採用されている。たとえば、EU-ETSでは、粗付加価値に対する炭素価格の負担度（CO<sub>2</sub>基準）と国際競争力に晒されている程度（貿易基準）の2つ基準の組み合わせにより、米国のワックスマン・マーキー法案では、出荷額に対するエネルギー費用の割合（エネルギー費用基準）、同じく出荷額に対する炭素価格の負担度（GHG基準）と国際競争力に晒されている程度（貿易基準）の3つの基準の組み合わせにより、対象業種が判別されてきている（有村・杉野 2012）。

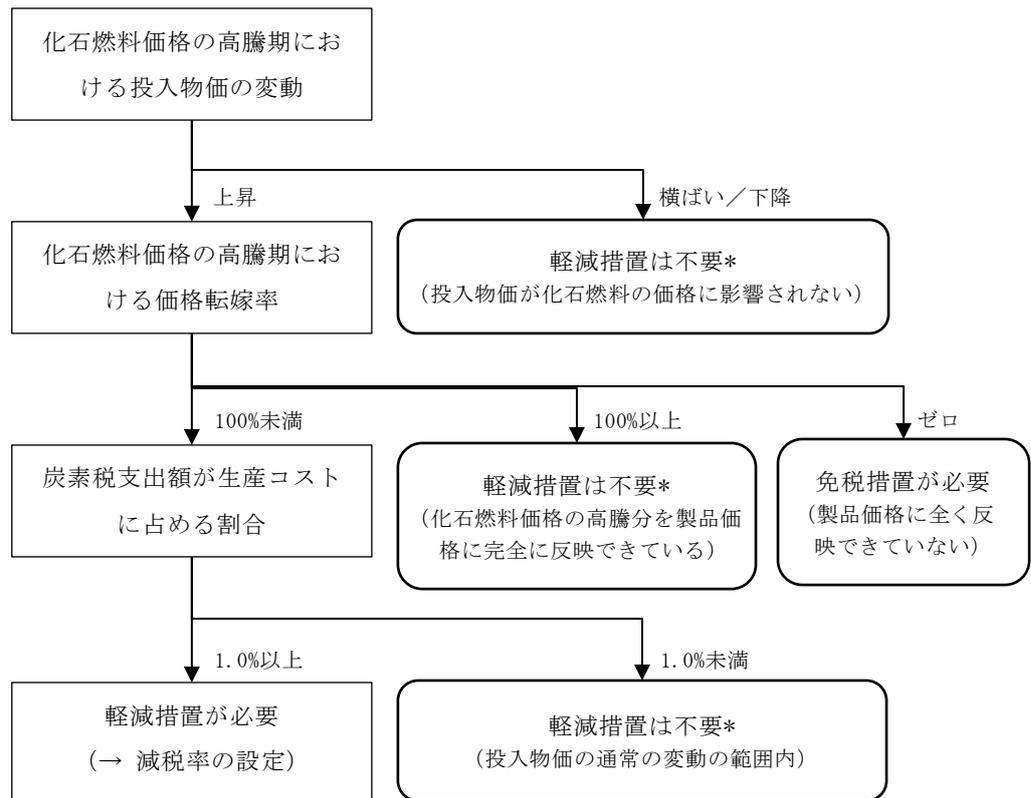
しかし、化石燃料の調達価格に上乗せされる炭素価格の企業への経済的影響は、当該企業の営業利益に対する影響を見るべきであり、営業利益に大きく影響を与えるのは、付加された炭素価格のどの程度が下流側に転嫁できるか、つまり価格転嫁力であることは「4.3.5 日本における本格的炭素税のステークホルダー（産業部門）への影響分析」で検討したとおりである。また、上記で対象企業を選別する際の考慮事情としているエネルギー集約性や貿易依存性は、ここでいう価格転嫁力に影響を与える要素にすぎないとする。

さらに、「4.3.4 先進事例における炭素税等によるステークホルダーへの影響分析」でみたとおり、製造業における細かい業種間の特性の違いを考慮せず一律に導入した軽減措置により、CO<sub>2</sub> 排出と税負担が逆転する問題も生じていることから、軽減措置の制度設計においては、政策執行上可能な範囲内において細かい業種単位での措置を検討することが必要である。

つぎに、本格的炭素税は価格シグナルを与えることによって製造業を含む社会全体の行動様式に変革することを目的とする政策目的課税であるため、十分な価格転嫁ができない業種に対しても一定程度の価格シグナルを与える必要がある。そのため、単に価格転嫁率が100%未満であれば炭素税を一律に免除するというのではなく、どの程度の価格シグナルを企業に許容してもらうべきかを検討する必要がある。

そこで、本研究では、本格的炭素税による追加的な経済的負担のうち価格転嫁できない部分が、当該企業の生産コストの1%となるレベルを、当該企業が許容すべき炭素税の自己負担レベルと考え、それを上限とするような減税率を算定することとした。ただし、化石燃料の価格高騰に伴い投入物価が上昇しているにもかかわらず産出物価が下落している業種がある場合には、価格転嫁以前の問題があるため、減税ではなく100%の免税措置の対象とした。

以上の考え方に基づいた軽減措置の対象業種の選定フローを図4.4.1に示す。



\*：但し、現行の温暖化対策税について減免措置の対象となっている業種については、その制度趣旨を尊重し、本研究においても引き続き減免措置の対象とする。

出典：筆者作成

図4.4.1 軽減措置の対象業種の選定フロー

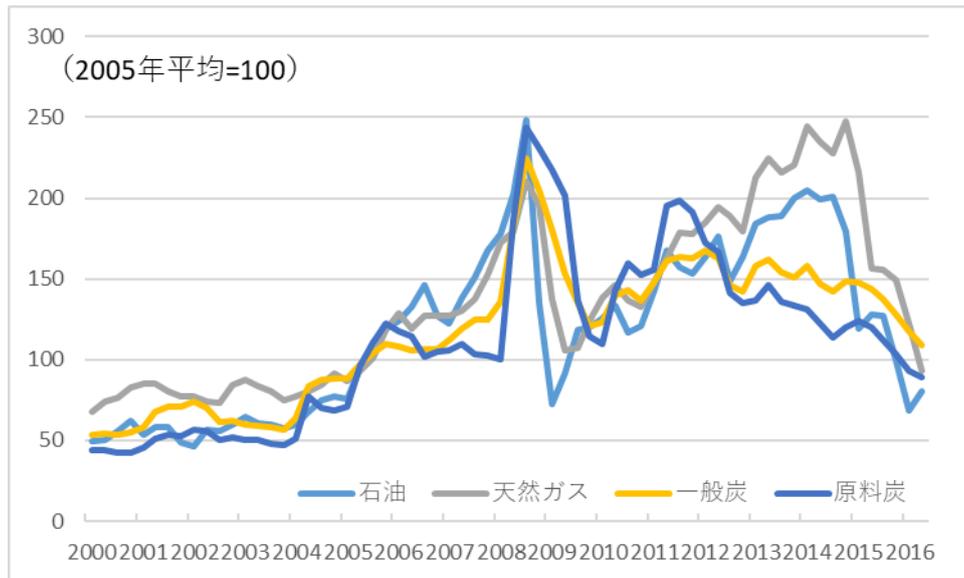
### (3) 対象業種の選定及び減免率の設定

上記の選定フローに従うためには、まず化石燃料の価格高騰に伴う価格転嫁率を抽出するために、化石燃料の投入物価が上昇している時期に産出物価が上昇している時期を特定することが必要である。

一般に石油、石炭及び天然ガスといった化石燃料は、国際商品といわれるほど国際間の移動が激しく、国際政治・経済の影響を受けやすい商品である。

ここで、本格的炭素税による化石燃料の価格高騰の価格転嫁力を検討するためには、国際的市場価格に対して日本国内の調達価格が高騰している時期を抽出する必要があるが、データの制約上、現段階では単に日本国内の調達価格として輸入CIF価格（Cost, Insurance and Freight：運賃・保険料込み価格）が経年的に高騰している時期を抽出するにとどまったことを申し添える。

2000年以降の輸入CIF価格は、2001年のアメリカ同時多発テロを契機として、それ以降のイラク情勢、中国の需要拡大等を背景として上昇傾向にあり、2008年第4四半期のリーマンショックによる急落までの期間は、石油、石炭及び天然ガスともに価格上昇の傾向にある。そこで、2003年第1四半期から2008年第3四半期までの期間を分析対象とした。



出典：財務省（2017）

図4.4.2 石油・石炭・天然ガスの輸入CIF価格（四半期）の推移（2005年平均値を100）

次に、価格転嫁率の算定にあたっては、上記の期間において高騰する化石燃料の調達価格を100%転嫁した場合の産出物価上昇率を試算し、これと実際の産出物価上昇率との比較により、両者がほぼ同じであれば価格転嫁率はほぼ100%、前者が後者よりも大きければ100%未満（価格転嫁力が弱く化石燃料の価格高騰を一部自社で吸収）、逆に後者が前者よりも大きければ100%超（化石燃料の価格高騰以上の産出物価の高騰）と捉えることができる。

ここで、製造業において軽減措置を検討する業種の単位は、平成23年(2011年)産業連関表の統合大分類（「飲食料品」から「輸送機械」の17分類）を用い、各業種の物価データについては日本銀行「製造業部門別投入・産出物価指数」を用い、各業種について以下の通り算定した。

$$\text{価格転嫁率} = (\beta_{2008Q3} / \beta_{2003Q1}) / \gamma_{2003Q1-2008Q3}$$

ここで、

$$\gamma_{2003Q1-2008Q3} = (\alpha_{2008Q3} \times \rho_{2008Q3}) / (\alpha_{2003Q1} \times \rho_{2003Q1})$$

$\alpha_t$ ：t期における投入物価指数

$\beta_t$ ：t期における産出物価指数

$\gamma_{2003Q1-2008Q3}$ ：2003年第一四半期以後の化石燃料の価格高騰を100%転嫁した場合の2003年第一四半期から2008年第三四半期までの産出物価上昇率

$\rho_t$ ：t期における投入比率

以上により計算した結果、表4.4.1にかかげる業種以外は当該時期において投入物価が横ばいまたは下落しており、化石燃料の価格高騰の影響を受けておらず、表4.4.1にかかげる業種であっても、「鉄鋼」及び「石油・石炭製品」については価格転嫁力が十分に認められるため、本研究における激変緩

和措置の対象業種とはしない<sup>1</sup>。一方、「電気機械」及び「輸送機械」については投入物価の上昇に反し産出物価が下落していることから、100%免税の対象とした。

表4.4.1 化石燃料の価格高騰時期に投入物価が上昇した業種の価格転嫁率

対象業種 単位(%)	飲食料 品	繊維製 品	パル プ・紙・ 木製品	化学製 品	石油・ 石炭製 品	窯業・ 土石製 品	鉄鋼	非鉄金 属	金属製 品	電気機 械	輸送機 械
投入物価上昇率	19.8	19.0	24.5	66.3	244.0	28.2	132.5	132.1	49.3	13.7	6.8
産出物価上昇率	8.0	4.9	12.8	34.0	176.3	7.5	108.9	87.7	13.7	-8.2	-2.4
投入物価上昇を100%転 嫁する産出物価上昇率	10.4	9.6	13.9	38.9	167.7	12.2	84.9	91.6	26.3	7.6	5.0
価格転嫁率	77.1	50.9	92.3	87.2	105.1	61.5	128.3	95.8	51.9	-	-

出典：筆者作成

つぎに、表4.4.1において部分的な価格転嫁が可能な業種について試算された価格転嫁率に基づき、本格的炭素税として5万円/t-CO<sub>2</sub>の税率で課税した場合の自己負担額を試算し、それが生産コストの1%を超える場合について減税率を計算した（表4.4.2参照）。

表4.4.2 炭素税の自己負担額が生産コストに占める割合と激変緩和措置の対象業種

	飲食料 品	繊維製 品	パル プ・紙・ 木製品	化学製 品	窯業・ 土石 製品	非鉄金 属	金属製 品
炭素税支出額 5万円/t (100万円)	495,920	92,348	634,912	2,036,195	72,827	8,454,348	141,621
炭素税自己負担額 (100万円)	113,680	45,345	48,915	260,158	28,044	354,415	68,188
自己負担額の生産コストに占める割合	0.51%	1.57%	0.58%	1.28%	0.30%	1.79%	1.21%
炭素税支出額を生産コストの1%に低 減させた場合の税率(万円/tCO <sub>2</sub> )	—	31,896	—	39,110	—	27,936	41,333
減税率	—	-36.2%	—	-21.8%	—	-44.1%	-17.3%

出典：筆者作成

以上により、本格的炭素税の激変緩和措置としては、下記の温暖化対策税の免税対象業種を恒久的な免税対象として扱う以外に、「電気機械」及び「輸送機械」を100%免税とし、「非鉄金属」を-44.1%、「繊維製品」を-36.2%、「化学製品」を-21.8%、「金属製品」を-17.3%の減税とすべきである。

#### 【参考】温暖化対策税の免税対象業種

<sup>1</sup> もっとも、後述する現行の温暖化対策税の免除対象については既存の制度趣旨を尊重し恒久的に免除対象とした。

#### 【石油石炭税の免除に伴う温暖化対策税の免除】

- ①石油製品製造過程における非製品ガス製造にかかる石油
- ②鉄鋼， コークス， セメント製造に使用する石炭
- ③沖縄における発電用の石炭
- ④石油化学製品製造用の重質 NGL【輸入分のみ】
- ⑤石油化学製品製造用のナフサ・灯油・軽油
- ⑥農林漁業用の A 重油
- ⑦石油化学製品・アンモニアの原料用液化ガス状炭化水素【輸入分のみ】
- ⑧石油アスファルト製造用の石油

#### 【温暖化対策税固有の免除】

- ⑨苛性ソーダ製造業において苛性ソーダ製造用電力の自家発電用の石炭
- ⑩イオン交換膜法による塩製造業において塩製造用電力の自家発電用の石炭
- ⑪内航海運業法上の内航海運運送用の軽油又は重油
- ⑫海上運送法上の一般旅客定期航路事業用（遊覧の用を除く）の軽油又は重油
- ⑬鉄道事業用（鉄道用車両の動力源の用途に限る）の軽油
- ⑭航空法上の国内定期航空運送事業用の航空機燃料
- ⑮農林漁業用の軽油

#### 4.4.4 政策目標の設定

本研究では提案する政策パッケージを、大幅なGHG排出削減と豊かな暮らしの同時達成に対応した以下の政策目標を達成できるか、という観点で評価する。

- GHG排出削減につき、2030年26%削減（2013年度比）、2050年80%減（本研究では2013年度比とする）を目標とする。
- 豊かな暮らしの指標としては、厚生水準を表す一人当たり等価変分（EV）を採用する。政策目標としては、基準年比の一人当たりEVが正であることとする。
- 炭素税の逆進性への懸念に対し、Gini係数が基準年より改善することを目標とする。
- GDPについては、先進国においては厚生水準との相関が低く、厚生水準指標としては適切でない指摘されているため、本研究ではGDPが高いこと自体は政策目標としない。一方、現行の社会経済制度（金融制度、年金制度など）のもとでは、雇用確保や経済システムなどの安定性維持に一定以上のGDP成長率が必要と考えられる。具体的にどの程度のGDP成長率が必要であるかについては不明であるが、本研究では評価期間平均で年率0.5%以上のGDP成長率を目標とする。

4.2節で議論したように、排出削減目標以外の目標設定については、豊かな暮らしに必要な充足条件をより明確化するとともに、GDP成長率についても雇用や経済システム安定性との相関関係に基づくより説得力のある目標の設定が望ましい。本研究で設定する政策目標は非常に粗い近似に過ぎないが、より適切な政策目標設定に関する議論を喚起することにつながることを期待している。

#### 4.4.5 政策影響評価手法の検討

本研究では、政策効果の評価は上述した政策目標の達成度で行う。一方、モデルによる推計結果についての議論を行うためには、政策ショックを与えたことによる変化を評価する必要がある。例えば、政策パッケージによる排出削減影響を分析するうえでは、政策を入れないケース（BAU）に対し、政策を入れることでどれだけ乖離が生じたかを推計することが有効である。本研究では、政策目標達成度の評価と、モデル推計結果についての議論を行うためのBAUとの比較に基づく2つの異なる種類の分析を使い分ける。

#### 4.4.6 2050年長期シナリオの想定

本研究では、2050年80%削減という長期目標を達成しうるグリーン税制改革を対象としており、モデル分析においても2050年までをカバーする必要がある。本研究で使用する2つのモデルのうち、E3MEは世界モデルであることから、世界全体をカバーした2050年までの将来シナリオを設定する必要がある。将来シナリオ設定には、2050年までを対象に、人口、GDP、エネルギー効率改善、エネルギー需要、エネルギーミックスに関する整合性のとれた予測が必要となるが、本研究ではそのような整合性のある長期エネルギー経済シナリオとして、日本エネルギー経済研究所（IEEJ）のアジア・世界エネルギーアウトック2017のレファレンスケース（以下「IEEJレファレンスケース」という。）を採用した。

IEEJレファレンスケースでは、総発電量に占める原子力発電のシェアが2030年で13%、2050年でも11%と高め想定されている。2016年時点で原子力発電所の再稼働は1基のみであり、シェアがほぼゼロであること、さらに原子力発電の再稼働への反対は根強く、さらに原子力発電所の新設は困難であることが予想されることから、この想定は高すぎる可能性がある。本研究では、原子力発電の今後の見直しには高い不確実性を伴うことを考慮し、すでに再稼働申請を行った25基のみの再稼働、稼働年数40年の遵守、新規建設はなし、という控え目な想定とする。原子力発電のシェアが高まれば排出量削減が進み、目標を達成するために必要な炭素税率は下がると予想されることから、本研究の想定はBAUの排出を高め設定した安全側の想定といえよう。

また、2050年までには大幅な技術革新や社会構造変革が起こる可能性もある。本研究ではグリーン税制改革を通じてそのような技術革新・社会構造変革を促進することを意図していることから、本来であればそのような大胆な将来ビジョンに基づくシナリオを準備することが望ましい。しかし、そのようなシナリオを本研究の中で作り出すことは現実的ではなく、かつ参照できる既存の将来シナリオも見当たらないことから、IEEJレファレンスケースの想定よりも大胆な技術革新については特に想定していない。排出削減に大きな影響を持つが不確実性の伴う技術革新の一つに、炭素隔離貯留（CCS）技術がある。本研究では、CCSつき火力発電については技術オプションに含め、モデルによる電源選択にもとづき2050年までにある程度は導入が進む想定となっている。

## 参考文献

- 有村俊秀, 杉野誠. (2012). 「排出量取引における国際競争力配慮—産業連関基本分類を用いた分析」
- 有村俊秀, 蓬田守弘, & 川瀬剛志. (2012). 地球温暖化対策と国際貿易—排出量取引と国境調整措置をめぐる経済学・法学的分析. 東京大学出版会
- 総務省 平成17年産業連関表 [http://www.soumu.go.jp/toukei\\_toukatsu/data/io/ichiran.htm](http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/ichiran.htm)
- 財務省. (2017). 「貿易統計」 <http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>
- 日本銀行 「製造業部門別投入・産出物価指数」 <http://www.stat-search.boj.or.jp/index.html>



## 4.5 マクロ計量モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価

### 4.5.1 はじめに

本節では、4.4節で提案するグリーン税制政策パッケージに対する定量的政策影響評価を行い、政策目的を達成しうることを示すとともに、税収還元方式およびエネルギー効率改善投資による影響について検討する。本分析では、EUでエネルギー・気候変動政策分析に重用されてきた「E3ME(Energy-Economy-Environment Macro-Econometric model)」と呼ばれるマクロ計量経済モデルを採用した。

本節では以下、4.5.2でE3MEモデルを簡単に紹介し、4.5.3でシナリオについて説明する。4.5.4では、本研究で提案する政策パッケージによる影響評価結果を提示する。4.5.5では、得られた知見を総括し、結論を述べる。

### 4.5.2 E3ME モデルの概要

E3MEは、世界の経済、エネルギー・システム、環境を統合したコンピューターベースのモデルである。欧州委員会の研究枠組み計画を通じて開発され、現在ヨーロッパだけでなく世界中で政策評価や将来予測、研究などの目的に広く用いられている。E3MEグローバル版は、世界を59の地域に分類し、全てのG20参加国およびEU加盟国を明示的に含めている。近年、東アジアや東南アジア地域を対象を広げたモデルも開発されており、日本、中国、韓国、台湾、インドネシアが明示的に含まれ、その他のASEAN諸国が1つのグループに分類されている。

E3MEの構造は分析対象国の国民所得勘定に基づき、さらにエネルギー需要および環境排出量、そして個別産業分析のために各国の産業連関表とリンクさせている。労働市場も詳細にカバーし、自発的失業と非自発的失業の両方を含めている。全部で33の計量経済学的推定式があり、GDPの構成要素（消費、投資、国際貿易）、価格、エネルギー需要、主要鉱物資源需要も含まれている。各推定式は国別・部門別に分けられている。

E3MEは1970年から2016年までの時系列データベースで、モデル予測は2050年まで1年ごとに行うことができる。ヨーロッパ以外の主なデータソースは、国連、OECD、世界銀行、IMF、ILOおよび各国の統計で、データ間のギャップは専用のソフトウェアアルゴリズムを用いて推定している。

図4.5.1は、エネルギー、環境、経済というこのモデルの3つの構成要素（モジュール）の相互関係を示している。各ボックスが構成要素で、データセットは計算公準に適合するようにそれぞれ統計局によって構成されている。モデリングフレームワークの外で決まる外生要因は、各構成要素のインプットとしてチャートの外側に示している。最終エネルギー需要の推定式は計量経済学的な性質を持ち、エネルギー需要は経済活動率、相対価格および技術によって決定される。

各部門の最終エネルギー需要合計は、一連の計量経済学的推定式を用いて12種類の燃料に分類し、CO<sub>2</sub>排出量は、燃料消費量に対する標準的な固定的係数を用いて推定している。

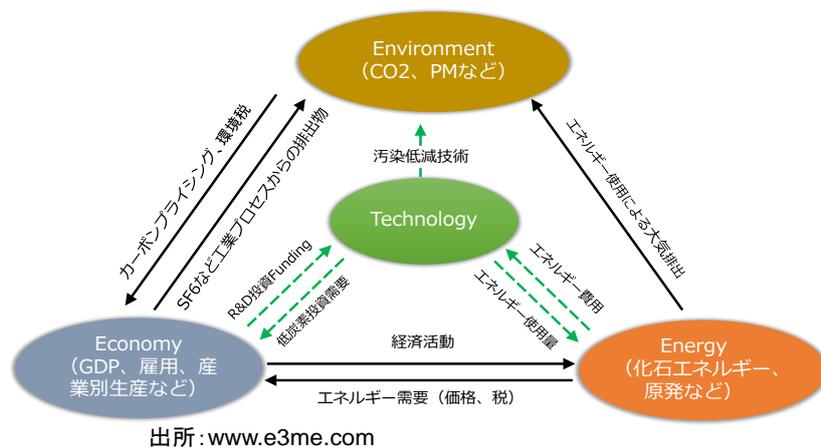
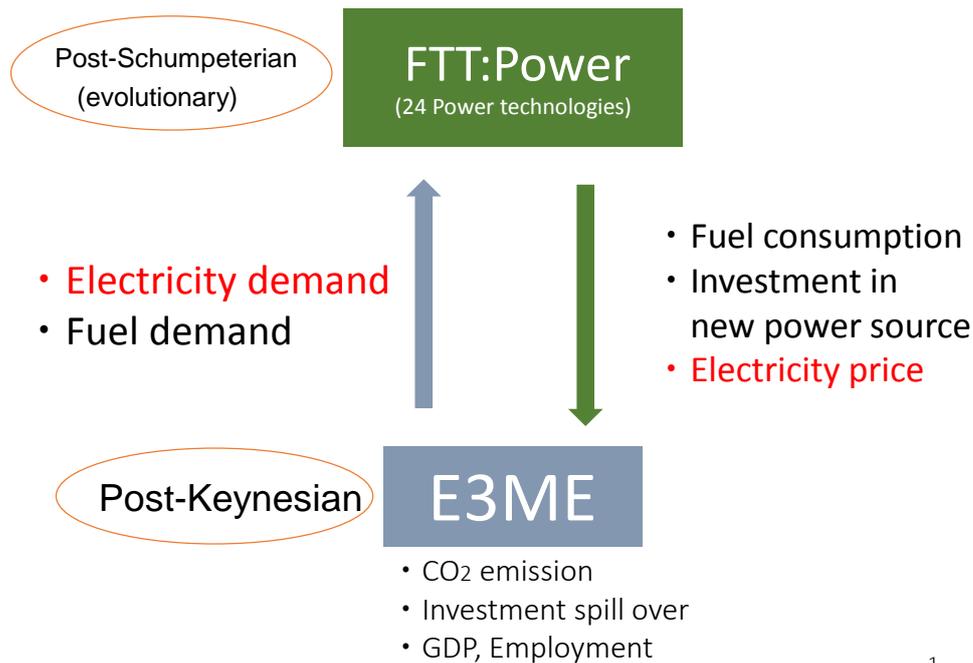


図4.5.1 E3MEにおけるエネルギー、環境、経済モジュールの相互関係

E3ME最新版は、FTT (Future Technology Transitions, Mercure 2012) を導入して発電部門 (FTT: Power) と交通部門 (FTT: Transportation) を技術別将来選択についてボトムアップ (内生化) 方式に決められている。FTT: Powerは、24の発電技術<sup>2</sup>を対象とし、資本コストや燃料費等を網羅した各技術の「均等化」コストを推定している (図4.5.2)。資本コストの推計には学習率を組み込んでいるが、費用 - 供給曲線は供給の潜在的制約を推定する目的で利用されている。FTT: Powerは、電源別発電コスト計算し、E3MEへ渡すことになっている。FTT: Transportationは、25の交通手段<sup>3</sup>が、車両価格、燃料価格、消費者選好、技術進歩速度、政策変数 (燃費規制、燃料税など) などの諸変数の相互作業により、モデル内で内生的に選択される構造となっている (図4.5.3)。

<sup>2</sup> 原発、石炭、LNG火力など従来型および従来型+CCS、太陽光、風力 (陸上、洋上)、バイオマスなど再生可能の両方を含む。

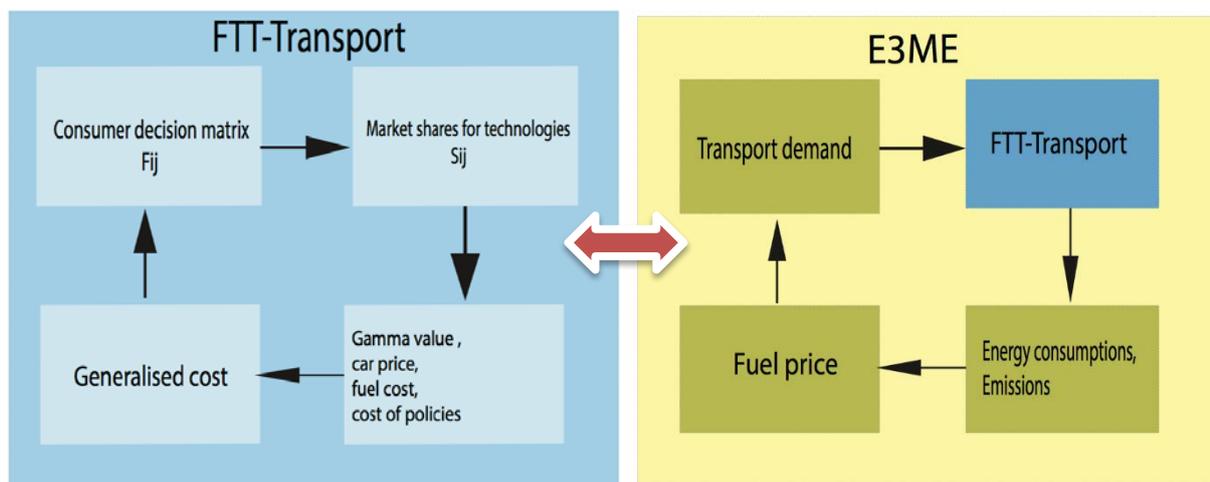
<sup>3</sup> ガソリン車 (排出量別)、ディーゼル車 (排出量別)、LNG車 (乗容量別)、ハイブリッド車 (サイズ別)、電気自動車 (サイズ別) などを含む。



1

出典：著者作成

図4.5.2 E3MEとFTT : Powerモジュールの相互関係



出典：著者作成

図4.5.3 E3MEとFTT : Transportモジュールの相互関係

FTTは、標準的なエネルギーシステムモデルと異なり、システムの最適化を試みていない。進化論に基づいた技術普及モデルで、市場シェアや既存技術からの移転の容易さに従って各技術を捉えると共に、電源部門の場合、グリッドの安定性を損なう間欠性再生可能エネルギーが大きなシェアを占めるのを防ぐための制約も組み込まれている。このモデルの特徴は、経路依存性や潜在的な「ロックイン」効果を取り入れていることで、例えば、過去に得られた結果では、石炭から再生可能エネルギーへの

橋渡し役として天然ガスCCGTを中期的エネルギーに位置づけていた。E3MEにはFTTモデルが完全に組み込まれており、E3MEで電力需要をインプットすると、FTTによって燃料需要、投資、電力コストがアウトプットとして示される。従ってFTTは同モデルの重要な要素であり、Mercure (2012) の論文に詳細が記されている。

E3MEは、応用一般均衡 (CGE) モデルとよく比較される。両者のモデリングアプローチは多くの点でよく似ており、いずれも同じような問いへの回答に使用され、同じようなインプットとアウトプットが用いられている。しかし理論面で根本的な違いがある。典型的なCGEフレームワークは最適行動が前提で、供給側の制約によってアウトプットが決まり、余剰が全くない形で価格が調整される。一方、E3MEは、ポスト・ケインジアン の枠組みでアウトプットが導き出され、余剰が認められている。さらにE3MEは需要主導型で、価格が常に市場の均衡水準に調整されることを前提としていない。Jansen and Klaassen (2000) およびPollitt et al (2015) は、気候政策の観点から両者のモデリングアプローチの相違について考察している。これらの違いは実用面で重要な意味を持ち、E3MEの場合、経済的余剰能力を活用できれば、規制その他政策によって経済産出量が増加する可能性がある。

E3MEは計量経済学的モデルであるため、実証的基盤を重視している。また、エラー訂正システムを採用し、短期的動態 (または移行) の結果から長期傾向へと発展させている。短期・中期分析 (例: 2020年まで) や、モデル結果に標準的に含まれているリバウンド効果を考慮すると、動的な側面は非常に重要である。

E3MEはグローバルモデルだが、特に現在、東アジアの気候政策を評価するツールとして確立している。E3MEの東アジアでの過去の応用例には、日本の炭素税改革に関する評価 (Lee et al, 2012) や、日本の将来の電源ミックスに関する評価 (Pollitt et al, 2012) などがある。同モデルに関するさらなる情報およびその他関連する応用例は、Lee et al (2015) に記載されている<sup>4</sup>。

### 4.5.3 シナリオの概要

#### (1) 政策評価基準シナリオ (BAU シナリオ)

E3MEモデルでは、分析の出発点としてマクロ経済予測や、エネルギー構成などの技術予測につき整合性のとれたシナリオをベースラインとして与える必要がある。本分析のためのE3MEのベースラインは、日本エネルギー経済研究所 (IEEJ) のアジア/世界エネルギーアウトルック2018 (IEEJ 2017発行) のレファレンスケース (以下、IEEJレフェレンスケース) を採用した。IEEJレファレンスケースでは、日本のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は2015年比で2030年には10.8%減少、2050年には22.9%減少している (表4.5.1)。

IEEJレファレンスケースによると、2030年の日本の電源ミックスは、天然ガス34%、石炭29%、石油5.2%となり、化石燃料による火力発電が約67%となっている。また2050年は、天然ガス33%、石炭29%、石油1.2%となり、化石燃料による火力発電が約63%となっている。すなわち2030年と2050年の化石燃料による火力発電の割合さほど変わっていない。これが、IEEJレファレンスケースでの2050年CO<sub>2</sub>排出量の削減が22.9%にとどまっている大きな要因の1つと言える。原子力発電の見通しについては、2011

---

<sup>4</sup> E3MEの完全な技術マニュアルを含むさらなる情報はウェブサイト ([www.e3me.com](http://www.e3me.com)) から入手でき、同マニュアルには炭素税の影響に関する章も含まれている。

年の福島原発事故後、我が国の電源ミックスに占める原子力発電の割合が2015年には0.9%になったが、IEEJレファレンスケースでは、原子力発電の割合が2030年には約13%、2040年11%、そして2050年11%と2030年以降からはあまり低下しないという高めの予測となっている（表4.5.2）。

表4.5.1 IEEJレファレンスケースの前提となる日本の経済及びエネルギー関連指標見通し

	2015年	2030年	2040年	2050年
GDP（2010年価格、10億ドル）	5,986	6,948	7,705	8,329
人口（百万人）	127	121	114	108
エネルギー起源CO <sub>2</sub> 排出量（百万t）	1,147	1,023	966	884
1次エネルギー消費量(石油換算百万t)	430	433	414	391
1人当りGDP（2010年価格、1000ドル/人）	47	58	67	77
GDP当りCO <sub>2</sub> 排出量（t/2010年価格100万ドル）	192	147	125	106

出典：エネルギー経済研究所（2017）

表4.5.2 IEEJレファレンスケースによる日本の電源見通し

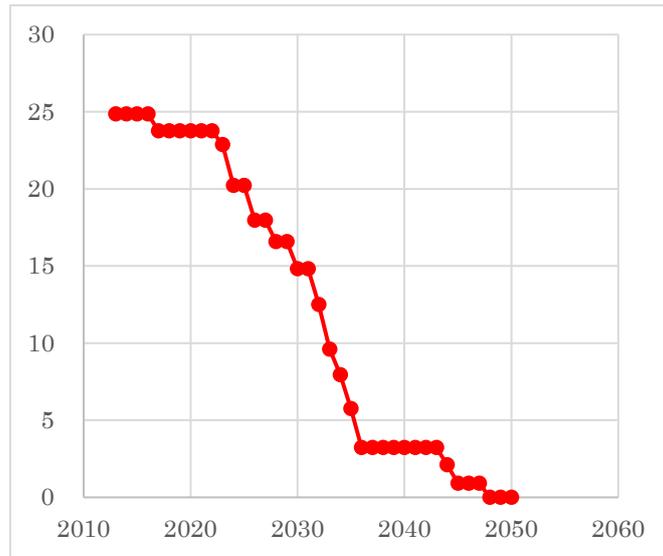
（単位：TWh、構成比%）

	2015年	2030年	2040年	2050年
石炭	343(33)	326(29)	337(29)	336(29)
石油	103(9.9)	59(5.2)	37(3.2)	14(1.2)
天然ガス	410(49)	381(34)	390(34)	384(33)
原子力	9.4(0.9)	145(13)	125(11)	125(11)
水力	85(8.2)	92(8.1)	94(8.2)	94(8.2)
地熱	2.6(0.2)	6.1(0.5)	8.5(0.7)	9.9(0.9)
太陽光	36(3.5)	63(5.5)	81(7.0)	95(8.3)
風力	5.2(0.5)	14(1.2)	21(1.8)	29(2.5)
太陽熱・海洋	-	0.1(0.0)	0.1(0.0)	0.4(0.0)
バイオマス・廃棄物	41(4.0)	50(4.4)	57(4.9)	61(5.3)
合計	1,035(100)	1,136(100)	1,152(100)	1,150(100)

出典：エネルギー経済研究所（2017）

これに対し、本研究では前節で述べたように、原発の新規建設はなし、稼働年数40年の遵守、2016年末時点で再稼働申請を行った25基の稼働を前提とし、原発による排出削減を控えめに見積もった想定としている（図4.5.4参照）<sup>5</sup>。

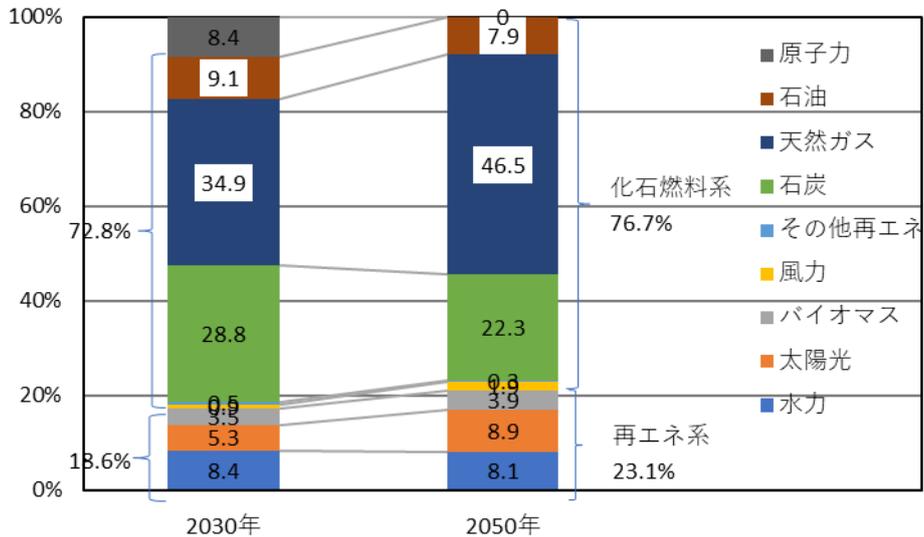
<sup>5</sup> この原発稼働プランは、東アジア環境政策研究会（REEPS：研究代表李名城大学教授）の議論の中で、尚絅学院大学の東愛子准教授が試算されている。

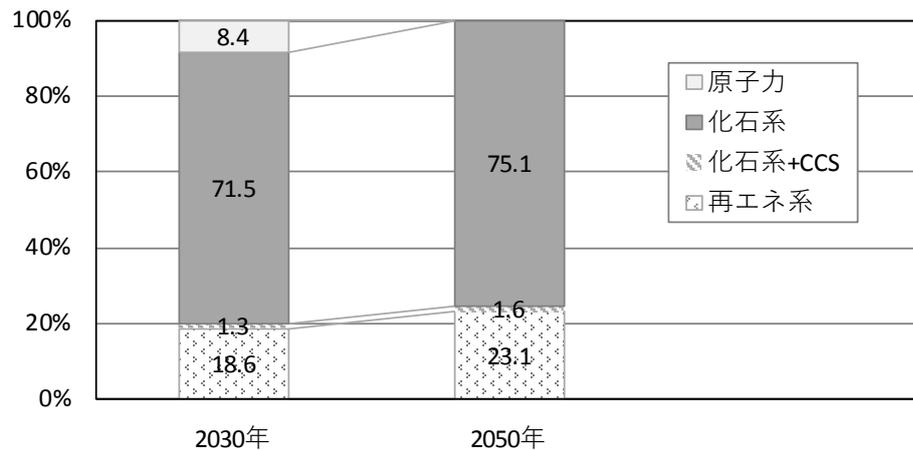


出典：東アジア環境政策研究会（REEPS）

図4.5.4 BAUシナリオの日本の原発の稼働容量推移

そこで本分析では、原発シェアを外生変数とみなし、これらの前提に沿った原発稼働プランを政策ショックとしてベースラインシナリオに与えることで、政策影響評価の基準値として使用するシナリオ（BAUシナリオ）を設定した。グリーン税制改革による政策影響は、このBAUシナリオからの乖離として求められる。BAUシナリオにおける、2030年および2050年の電源構成を図4.5.5（異なる区分の2枚）に示す。





出典：E3ME推計結果

図4.5.5 BAUシナリオにおける電源構成

## (2) 政策シナリオ

政策シナリオは、BAUシナリオに対し、グリーン税制改革の政策パッケージを追加的な政策ショックとして与えたものである。すべての政策シナリオにおいて、日本がNDCで掲げた2030年CO<sub>2</sub>削減目標および2050年80%削減目標達成に必要な炭素税を導入することを想定している。ただし、鉄鋼部門とセメント部門（本分析の業種分類では、非金属鉱物部門）は、炭素税免税としている。これは、本研究の前提として、現行の温暖化対策税と同一の課税対象としているためである。

E3MEでは、炭素税を現実の政策で用いられるものよりもやや単純化された形で推計している。すなわち、本シナリオでは、価格決定メカニズムを通じて削減目標を達成する方法を示す手段として、限界削減費用としての炭素価格を炭素税として用いている。この炭素価格は、E3MEモデリングフレームワーク内で推定し、目標を達成する価格が導き出されるまで1年毎に繰り返し解を求めている。

NDC排出削減目標は全ての温室効果ガスを対象としているが、E3MEモデルの最新版は土地利用、土地利用変化および林業（LULUCF）分野の変化などを対象としていないため、直接的にはGHG目標ではなくCO<sub>2</sub>目標を用いている。ただし、本研究では、GHG排出量に占めるCO<sub>2</sub>排出量の比率は一定であると想定しているため、GHG排出削減率とCO<sub>2</sub>排出削減率は等しい。

本シナリオの炭素価格は、日本政府が追加税収として利用できる炭素税として扱われている。日本政府が炭素税収入を活用する方法については、基本政策パッケージ（S1）では前述の炭素税による逆進性を緩和することを念頭に家計への基本所得として公平に還元することを想定しているが、他税の減税に充当することによる二重配当の可能性を検証する目的で、所得税減税への充当（S2）、および企業の雇用関連社会保障費用軽減への充当（S3）を行う政策オプションについても分析を行った。

本研究では税収中立的なグリーン税制改革を基本としているが、メインの政策シナリオでは炭素税収の一部をエネルギー効率改善投資に回すことで、政治的に導入が困難と思われる極めて高額な炭素価格を回避する設定としている。具体的には、2030年NDC目標達成するために必要な炭素価格を約100ドル/t-CO<sub>2</sub>、2050年目標達成するために必要な炭素価格を約500ドル/t-CO<sub>2</sub>と設定し、この炭素価格の範囲で削減目標到達するために必要なエネルギー効率改善投資額を求め、それを全体炭素税収から除

いた分を家計還元や他税軽減のための財源として用いた。このエネルギー効率改善投資の含意を検証する目的で、エネルギー効率改善投資に一切使わずに炭素税込額を家計に均等返還するオプション（S1a）についても分析を行った。

政策シナリオの設定を表4.5.3にまとめる。

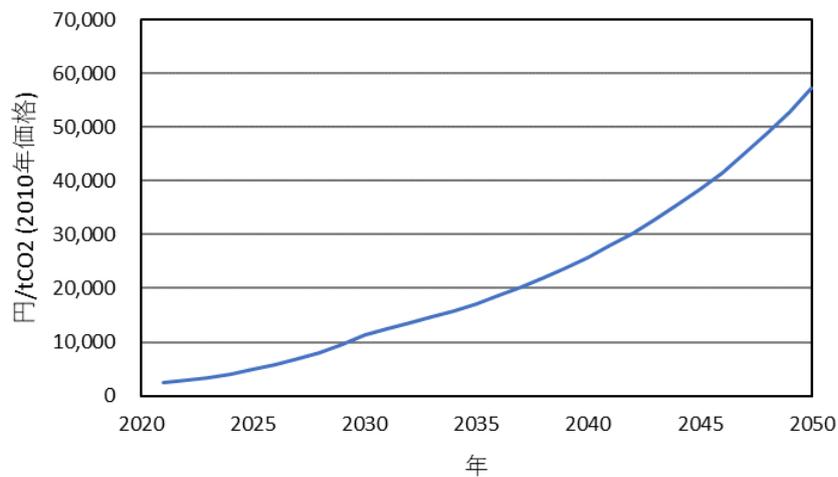
表4.5.3 政策シナリオの設定

政策シナリオ名	エネルギー効率改善投資	税込還元方法（エネルギー効率改善投資分を除く）
S1（基本政策パッケージ）	あり（炭素税込額の約2～4%）	家計へ均等返還
S1a	なし	家計へ均等返還
S2	あり（炭素税込額の約2～4%）	所得税減税
S3	あり（炭素税込額の約2～4%）	企業の雇用関連社会保障費用軽減

#### 4.5.4 グリーン税制改革政策パッケージの影響評価

##### (1) 基本政策パッケージの影響評価

基本政策パッケージの炭素税率を図4.5.6に示す。2030年税率は約11,400円/t-CO<sub>2</sub>、2050年税率は約57,300円/t-CO<sub>2</sub>となった。炭素税導入開始は2021年とし、2050年にかけて段階的に引き上げる設定となっている。

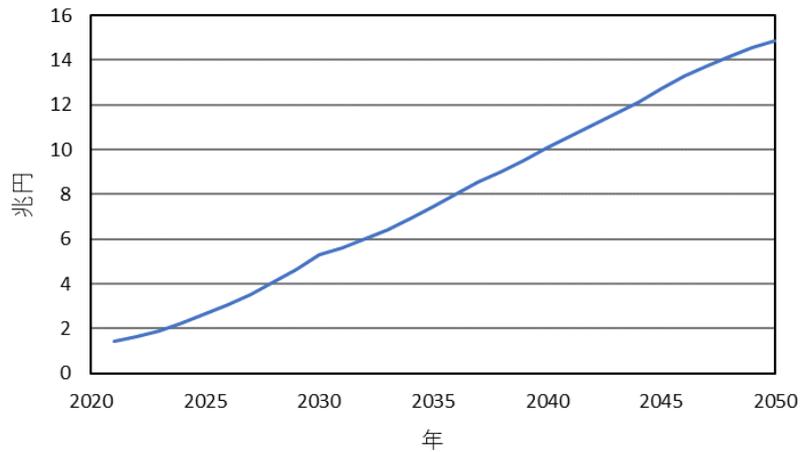


出典：E3ME推計結果

図4.5.6 基本政策パッケージの炭素税率

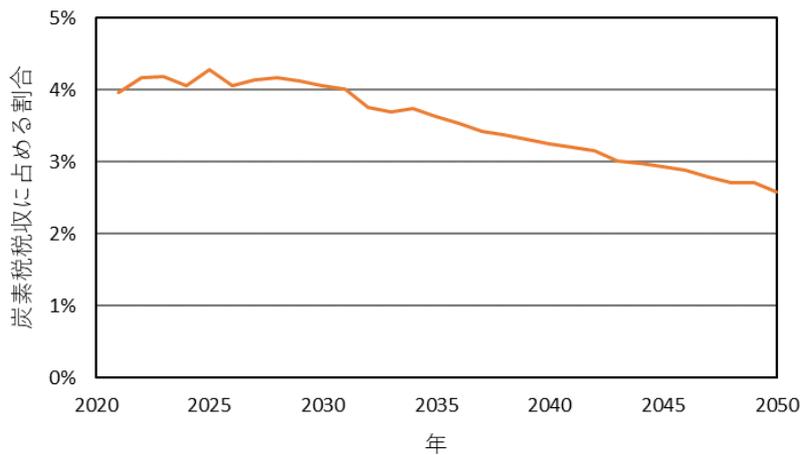
基本政策パッケージによる見込まれる炭素税込額を図4.5.7に、また、この税率設定でGHG削減目標を達成するために必要なエネルギー効率改善投資が炭素税込額に占める比率を図4.5.8に示す。課税ベースである排出量が大幅に削減されるものの、税率の引き上げにより炭素税込額は安定的に増加し、2050年の炭素税込額見込みは約14.9兆円という推計結果となった。炭素税込額に占めるエネルギー効率改善投資

の比率は2030年まで4%を上回る水準で推移するが、それ以降は徐々に下がり2050年には約2.5%となった。



出典：E3ME推計結果

図4.5.7 基本政策パッケージによる炭素税収

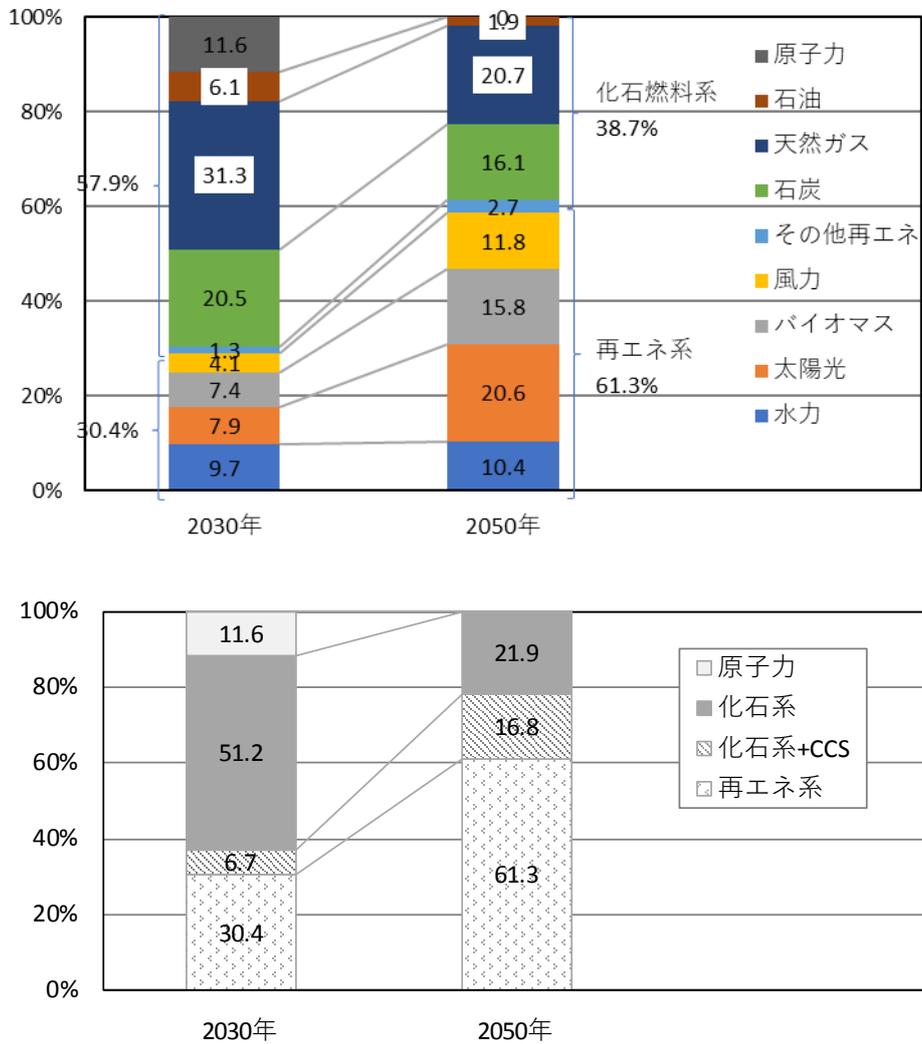


出典：E3ME推計結果

図4.5.8 基本政策パッケージにおいてエネルギー効率改善投資が炭素税収に占める割合

この政策パッケージにより、電源構成に占める再生可能エネルギーのシェアが大幅に増加する。基本政策パッケージのもとでの2030年および2050年の電源構成を図4.5.9（異なる区分の2枚）に示す。発電に使用する石炭の割合はBAUよりも大幅に低下し、他の化石燃料も確実に減少している。割合で見ると、石炭の減少が2030年までには天然ガスの増加によって補われているが、それ以降は大半が再生可能エネルギーにより代替されている。その理由として、再生可能エネルギーの大規模投資が触発さ

れるのに十分な期間が経過し、炭素価格が高くなるにつれて技術革新効果の高い再生可能エネルギーが従来型電源の相当な部分を代替できるほどの経済性が生まれるからである<sup>6</sup>。



出典：E3ME推計結果

図4.5.9 基本政策パッケージにおける電源構成

基本政策パッケージを政策目標の観点から評価した結果を表4.5.4に、また、排出削減効果を図4.5.10に示す。

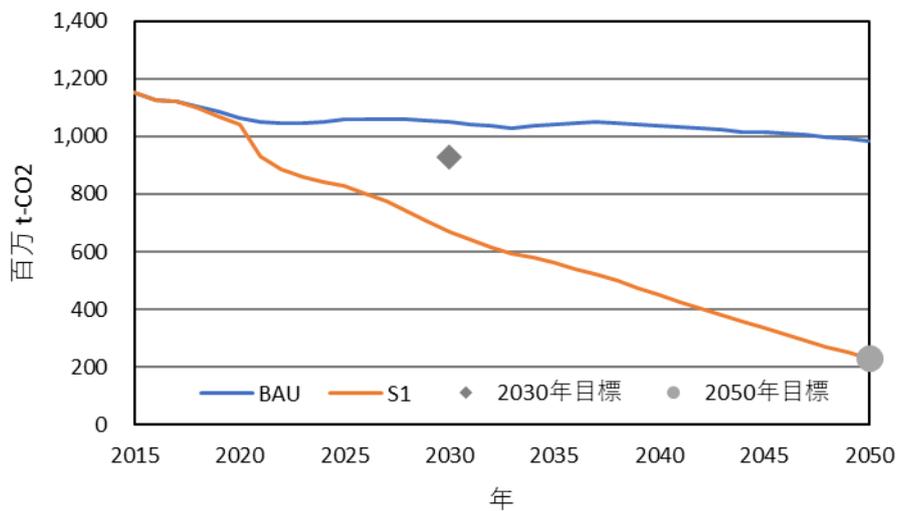
<sup>6</sup> ここで注意すべきは、本研究では、前述のように2030年NDC目標達成と2050年80%削減目標達成のための炭素価格が推定された。日本の2030年NDC目標は、2013年対比26%削減となっている。ただし本研究では、2030年までに炭素価格二酸化炭素1トン当り炭素価格\$100のもとでは、表4.5.7で見るとベースライン対比34-35%削減と推定された。これはNDC目標を大きく上回る排出削減となる。本研究ではちょうどNDC目標達成のために、炭素税率を\$100以下へ下げる試みはしなかった。その理由としては、もし炭素税率の調整により26%削減に合わせた場合、そこから2050年80%削減の道は大変険しくなり、経済に大きな負担をかけることになるためである。

表4.5.4 基礎政策パッケージの政策目標に対する評価

項目	想定される実績
一人当たり等価変分*	2030年21,727円/人 2050年27,445円/人
年平均GDP成長率	2030年まで1.00% 2050年まで1.13%
Gini係数	2030年0.003ポイント悪化 2050年0.008ポイント悪化

\*：E3MEモデルは効用関数を使用しないが、ここではコブダグラス型効用関数を仮定して推計を行った。

出典：E3ME推計結果



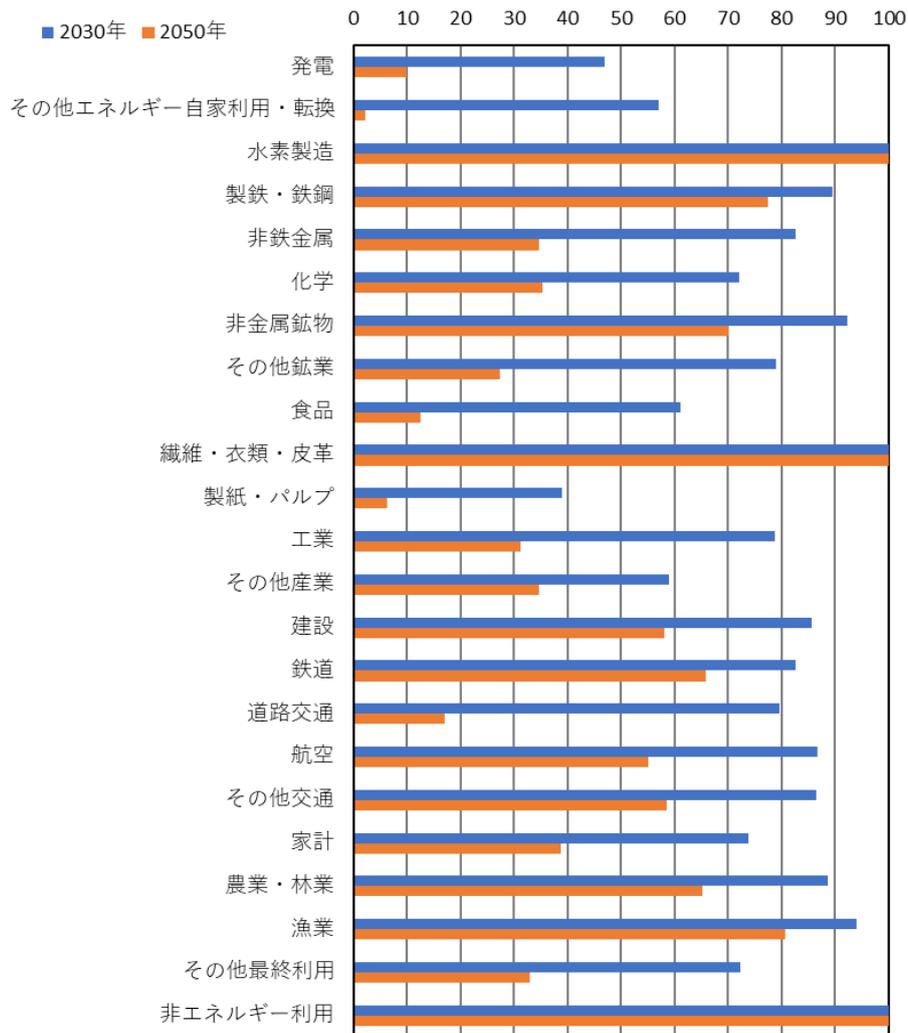
出典：E3ME推計結果

図4.5.10 BAUおよび基本政策パッケージ (S1) のCO<sub>2</sub>排出量経年変化

基本政策パッケージの実施により、2030年NDC削減目標および2050年80%削減目標を達成しながら、厚生水準、経済成長率について目標を上回ることとなり、全般的に望ましい政策効果が期待できる結果となった。ただしGini係数に関しては、基準年値0.377に対し2030年で0.380、2050年で0.385と悪化している。4.2.5で議論したように、低所得層は収入に占めるエネルギーコスト（生活必需品）の割合が高い傾向にあるため、炭素税は逆進性を持つことが指摘されており、それに対処するための方策として税収の家計均等返還を導入したが、炭素税の逆進性を相殺するまでには至らず、追加的な政策の必要性が示唆される結果となった。

次に、政策ショックによる影響を詳細に検討するために、BAUからの乖離に着目して分析する。

2030年および2050年における、基本政策パッケージによる部門別CO<sub>2</sub>排出削減への影響を図4.5.11に示す。明らかに発電部門がCO<sub>2</sub>削減に最も寄与している。製造業の中では、製紙、非鉄金属、化学の各部門で排出削減効果が大きく、製造業以外では道路交通などの分野で電気自動車など低炭素交通手段の大量普及により大幅な削減が見込まれる。鉄鋼と非金属鉱物（セメント）部門は免税対象となっているため、2050年においてもそれぞれ対BAU比22%および30%の削減に留まっている。これらの大規模排出部門に対する免税は、結局発電など他の部門への排出削減をさらに求めることになり、経済効率性を損なう結果となる<sup>7</sup>。



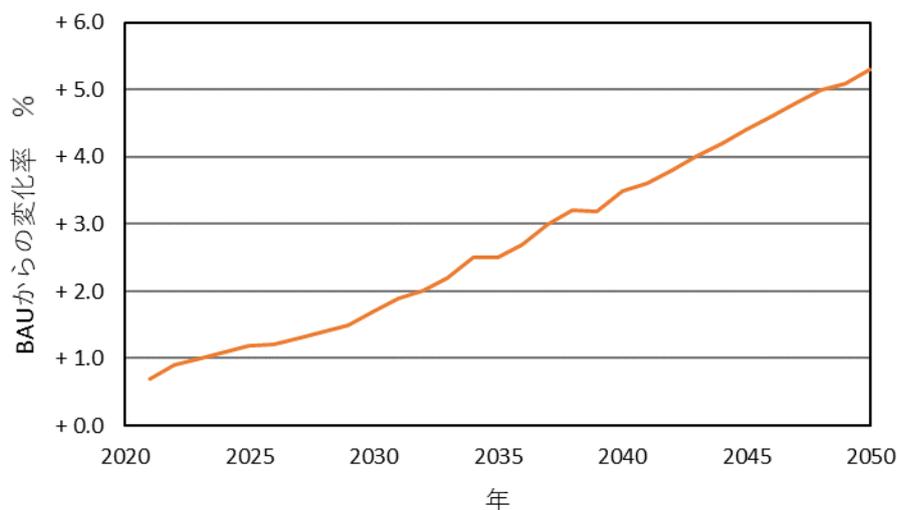
出典：E3ME推計結果

図4.5.11 基本政策パッケージの部門別CO<sub>2</sub>排出への影響（BAU=100）

発電部門への影響を見ると、鉄鋼部門およびセメント部門免税という条件のもとで、E3MEのFTT：Powerモジュールでは発電部門の極端な排出削減が求められている。特に石油、石炭、天然ガスの火力

<sup>7</sup> たとえば、2050年の発電部門のCO<sub>2</sub>排出は、BAU比90%減という極端な削減を強いられる結果となっている。

発電のシェアは大きな縮小を余儀なくされている。その代わりに石炭火力+CCSが経済性をもつことになりシェアを伸ばすことになり、天然ガス火力+CCSと先端発電技術である石炭ガス化複合発電（IGCC）およびIGCC+CCSも離陸することになる（図4.5.9参照）。さらに、再生可能エネルギーのシェア拡大と多様化が大きく進むことになる。潜在力に限りのある水力と地熱など一部再生可能エネルギー発電を除く、太陽光、風力、バイオマスなどいずれも大きなシェア拡大が予想されている。太陽光は、炭素税導入とともに、技術革新と大量導入によるコストダウンの影響により2050年においてはBAUの2倍以上に伸びることが予想されている。また陸上風力もシェア拡大が図られており、BAUではゼロと見積もられた洋上風力も2030年から離陸することになり、2050年には4%代のシェア確保が予想されている。前述のようにE3MEのFTT：Powerモジュールでは、24の発電技術の技術革新スピードとコストダウン効果が内生的に選択されることになり、これら再生可能エネルギーのコストダウン効果は、CGEをベースとする経済・エネルギー・環境モデル（E3モデル）に較べ大きく現れる特徴を持っているため、再生可能エネルギーの伸びが大きい結果となっている。再生可能エネルギーの普及進展や多様な発電技術の創生は、高額のカーボンコストというエネルギー費用制約の条件の下でも、新たな投資拡大と雇用創出効果により経済を活性化させる原動力となりうるのである。この結果、図4.5.12に示すように、基本政策パッケージはGDPを押し上げる結果となっている。



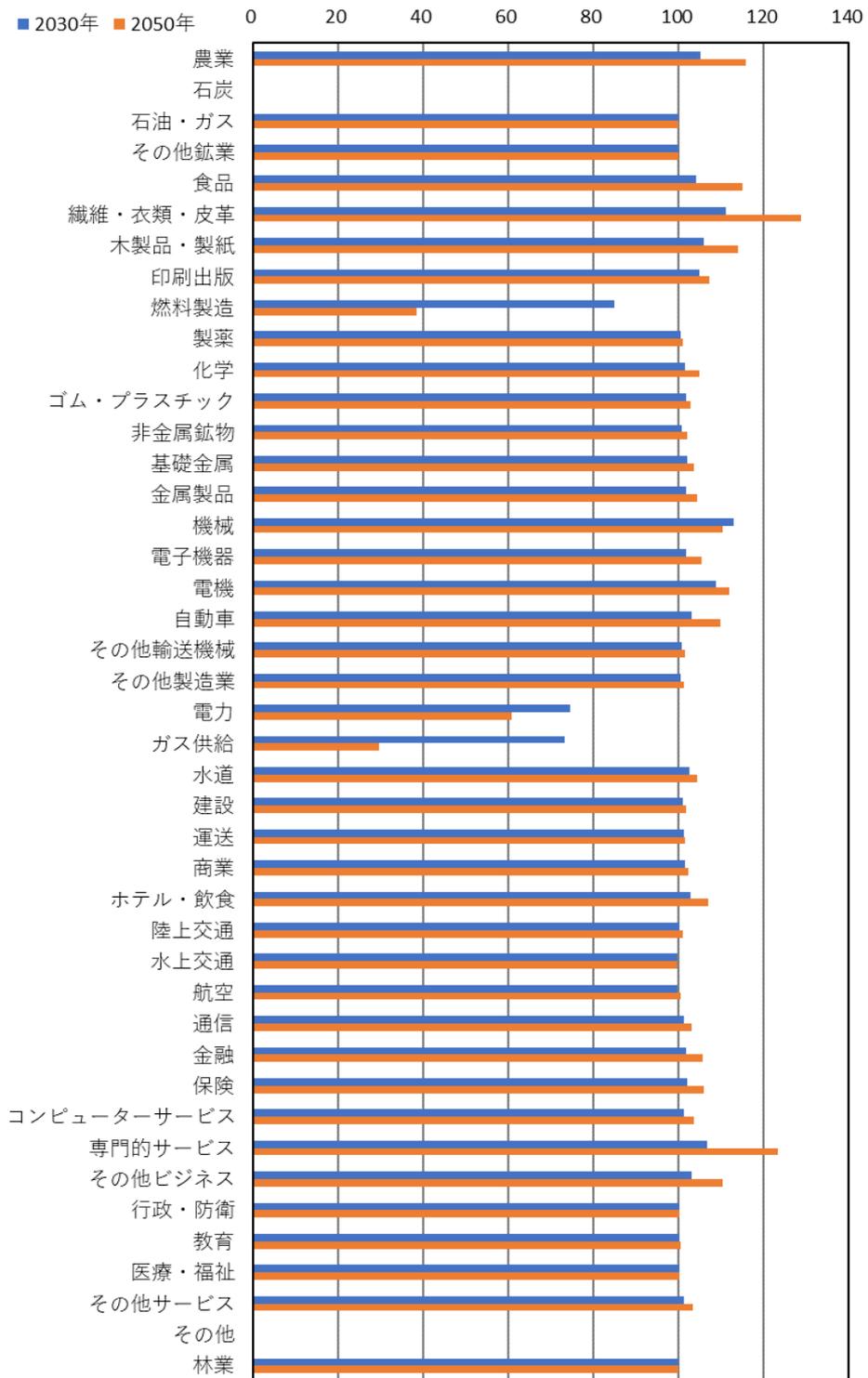
出典：E3ME推計結果

図4.5.12 基本政策パッケージによるGDP影響：BAUからの変化率

このように基本政策パッケージによりGDPがBAUに比べ2050年で5.3%増加する結果となったが、これは高率の炭素税により化石エネルギー集約部門の生産は大きく落ちるが、税収が家計に還元され家計の実質可処分所得が直接増えることで消費が活性化され、この消費活性化による経済へのプラス影響が大きく上回るためである。この点については、基本政策パッケージにより、一人当たり実質所得が対BAU比で2030年で2.1%、2050年で6.8%増加している。また、高率の炭素税により、省エネルギーや再生可能エネルギーに対する投資需要が高くなることもGDP増加に寄与することになる。一方、発

電部門ではコストがかかる再生可能エネルギー技術に投資せざるを得ず、結果的に短期的には電気料金が高くなり、投入コストの上昇など産業競争力上マイナスの影響が予想される。ただし長期的には、高い炭素価格はエネルギー集約製品に対する需要を大きく減らし、また省エネルギーを進展させ、マクロレベルでのエネルギーコストと物価水準を低く抑える要因となる。

基本政策パッケージによる部門別生産量への影響を図4.5.13に示す。



出典：E3ME推計結果

図4.5.13 基本政策パッケージの部門別生産額への影響（BAU=100）

炭素税による追加的費用負担が大きいエネルギー関連産業（電力、ガス、製油など）のシェアが大きく減ることになるが、製造業は鉄鋼とセメントが免税されている影響もありシェアはBAUに比べてあまり減らない。エネルギー集約業種である鉄鋼とセメント部門は、免税されているためシェアを大きく落とすことはないが、低炭素技術革新が進展せず、CO<sub>2</sub>排出削減面では最も遅れることになる。

一方、税収還元効果により飲食、衣服、自動車、家電など消費財産業や金融、通信などその他のサービス産業の伸びが見られる。サービス部門が伸びる傾向にあるのは、消費者部門（消費の促進）との関連が強く、労働投入量が比較的高いからである。つまりこれらの産業はエネルギー価格上昇にあまり影響を受けずに相対価格面で有利となる。

前述のように、本研究で使用したE3MEモデルでは、電源部門に加え、交通部門においても多様な技術のボトムアップ選択が可能なFTTモジュールを装着しており、25の交通技術（交通手段）が2050年までに自らの技術進歩と交通関連政策（本分析では炭素税）の状況を考慮しながらモデルの中で選択される。基本政策パッケージによる交通部門への影響を表4.5.5に示す。

表4.5.5 基本政策パッケージによる交通手段シェアへの影響

	BAU		S1	
	2030年	2050年	2030年	2050年
内燃機関車	28.0%	0.3%	25.2%	0.2%
ハイブリッド車	68.9%	67.3%	71.0%	17.7%
電気自動車	3.1%	32.4%	3.8%	82.1%

注：FTT:Transportationモジュールでは、データ制約のため、水素自動車はシミュレーション対象外となっている。

出典：E3ME推計結果

炭素税の導入により、電気自動車は大きく普及し、2050年には主たる交通手段となる。その反面、内燃機関のみの自動車は、ほとんど姿を消すことになる。BAUから比較すると2050年電気自動車の82～83%のシェアのほとんどはハイブリッド車からの転換によるものと予想される。電気自動車の普及拡大により、自動車部門全体のシェアもBAUの3.3%に対し、3.6%と増える結果となった。

もちろん2050年までの長期における産業構造の転換を正確に予測することはどのようなモデルによっても不可能である。これから第4次産業革命と呼ぶべき経済社会システムのIoT化、AI、ビッグデータの発展に伴い、将来の産業構造や就業構造が劇的に変わる可能性が高い。従来業種・企業の垣根を越えた産業間企業間融合が行い、新たな産業の創生と価値の創出、すなわち新たなバリューチェーンと産業群の出現が経済と産業を牽引し、その結果、産業構造の大転換が行われると予想される。こうした産業構造の大転換は、エネルギー利活用も限りなく効率化させると期待されるが、炭素税・グリーン改革は、こうした産業構造の大転換を加速化させる役割を担うことになる。たとえば生産性の飛躍的向上、炭素生産性（GDP・付加価値／炭素投入量）の高い産業構造への転換、鉄鋼などのようにリサイクル製品を中心とした産業内システムの変化、再生可能エネルギーの大量導入による低炭素電源の拡大、全産業分野でのエネルギー効率化推進、低炭素新産業および低炭素素材の創出をもたらす。ただし、本分析に用いられているE3MEモデルは、ほかの大規模計量モデルと同様に、このような定量的予想が難しい産業の構造的な大転換を計量的に推定する機能は有していない。産業構造の変換

は、あくまでもモデル中にあらかじめ設定された産業間の変化であり、産業間の融合や新しい産業の創出を表現することは現段階のモデルではデータと情報の制約などにより難しいためである。炭素税・グリーン改革による部門別影響を解釈するうえで、こうした制約を考慮に入れる必要がある。

我が国が高税率の炭素税を導入し、排出大幅削減を行うことによって、貿易パターンの変化や化石燃料価格の変化などを通じて他国に対して影響があることが予想される。この点について、表4.5.6に各国・地域におけるGDPへの影響を、表4.5.7に各国・地域におけるCO<sub>2</sub>排出量への影響を示す。

**表4.5.6 基本政策パッケージの各国・地域GDPへの影響（対BAU）**

	2030年	2050年
日本	1.72%	5.30%
中国	-0.04%	-0.06%
韓国	0.03%	0.00%
ASEAN	0.06%	0.18%
オーストラリア	-0.07%	-0.06%
ニュージーランド	0.00%	0.00%
インド	0.00%	0.03%
EU27	0.07%	0.12%
米国	-0.06%	-0.09%
ロシア	-0.04%	-0.06%
その他OECD	-0.12%	-0.18%
その他世界	0.01%	0.09%
日本以外の総計	-0.01%	0.02%
世界総計	0.09%	0.24%

出典：E3ME推計結果

表4.5.7 基本政策パッケージの各国・地域CO<sub>2</sub>排出量への影響（対BAU）

	2030年	2050年
日本	-36.41%	-76.73%
中国	0.05%	0.07%
韓国	0.02%	0.03%
ASEAN	0.05%	0.09%
オーストラリア	-0.16%	-0.22%
ニュージーランド	0.03%	0.08%
インド	0.07%	0.22%
EU27	0.08%	0.14%
米国	0.04%	-0.02%
ロシア	0.06%	0.13%
その他OECD	0.06%	0.18%
その他世界	-0.03%	-0.02%
日本以外の総計	0.03%	0.07%
世界総計	-1.03%	-1.64%

出典：E3ME推計結果

これらの結果から、我が国の基本政策パッケージ導入による国外のGDPおよび排出量への影響は極めて小さいことがわかった。日本以外の各国・地域の総計で見ると、GDPは2030年にはマイナス影響であったものが、2050年にはプラスの影響に転じているが、排出量への影響は2030年、2050年ともにわずかに増加している。世界総計で見ると、GDPは増加し、排出量は減少する結果となり、我が国のグリーン税制改革が世界全体では逆効果になってしまう、いわゆる強いリーケージの発生は観測されなかった。

## (2) エネルギー効率改善投資の影響

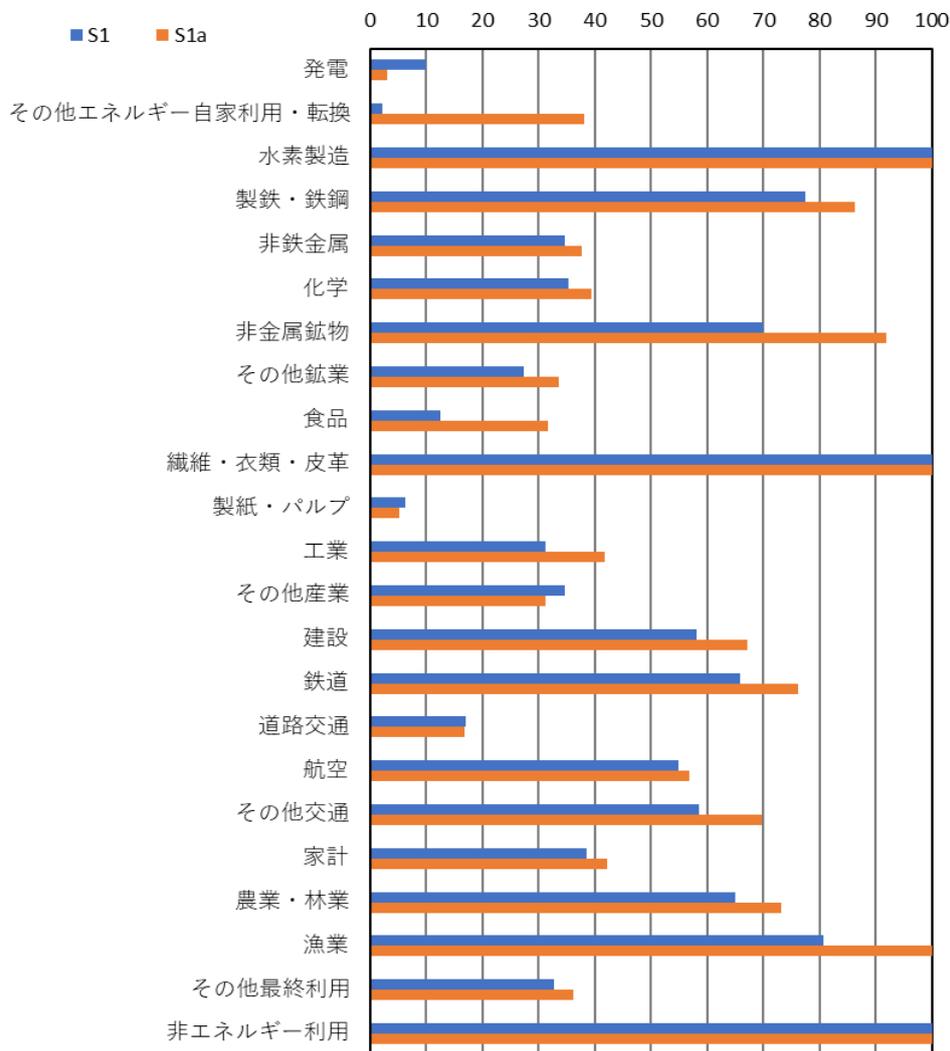
次にエネルギー効率改善投資の影響を見るために、炭素税収を全額家計への均等還元に充当し、エネルギー効率改善投資には使用しないシナリオ（S1a）と基本政策パッケージシナリオ（S1）を比較する。削減目標達成に必要な炭素税率およびそれに伴う炭素税収を表4.5.8に示す。

表4.5.8 炭素税率・税収に関する比較

	S1		S1a	
	2030年	2050年	2030年	2050年
炭素税率（円/t-CO <sub>2</sub> ）	11,438	57,292	13,252	122,630
炭素税収（兆円）	5.3	14.9	6.2	32.7

出典：E3ME推計結果

基本政策パッケージ（S1）におけるエネルギー効率改善投資額は2030年2,141億円、2050年3,831億円であるが、この投資により目標達成に必要な炭素税率は半分以下に下がり、それに伴う炭素税収は約18兆円削減できることになる。本研究では、炭素税収を還元することによりポジティブな経済影響が発生しており、炭素税収が多いことが必ずしも経済全体にとっての負担とはなっていないが、炭素集約産業にとっては炭素税収が多いということは大幅なコスト増を意味する。この観点からは、エネルギー効率改善投資は投資額を大きく上回るコスト削減をもたらしたと見ることもできる。エネルギー効率改善投資による部門別のCO<sub>2</sub>排出量への影響からも読み取れる。炭素税免税対象である鉄鋼部門およびセメント部門（非金属鉱物部門）の排出削減効果で見ると、エネルギー効率改善投資がないS1aでは2050年において対BAU比で鉄鋼部門13.5%、セメント部門8.1%の削減にとどまるが、エネルギー効率改善投資の導入によりそれぞれ22.4%および30.0%まで削減されることとなる（図4.5.14参照）。



出典：E3ME推計結果

図4.5.14 エネルギー効率改善投資の部門別CO<sub>2</sub>排出への影響（BAU=100）

一方、GDPについて比較すると、図4.5.10で示したように、基本政策パッケージによりGDPは対BAU比で2030年1.7%、2050年5.3%程度増加する結果であったが、エネルギー効率改善投資のないS1aではそれぞれ1.9%、7.9%程度増加する結果となった。これは、エネルギー効率改善投資のないS1aでは高い炭素税率にともない炭素税収が大幅に増えるため、家計への均等還元による消費促進効果が大きく、経済活性化につながっているためである。E3MEモデルでは失業や遊休資本などの需給ギャップの存在を前提としているため、需要主導での経済活性化を反映しやすい特徴がある。ただし、需要刺激は無限に経済を刺激するのではなく、E3MEが定めた過去の経済のPotentialityのトレンドを勘案した将来までの経済の供給能力範囲の中でとどまることになる。

また、エネルギー効率改善投資のないS1aでは家計に均等還元される金額が基本政策パッケージよりも大幅に増加することから、所得再分配効果が大きくなっており、Gini係数でみると基本政策パッケージと比較して2050年でBAUの0.385から0.384へ0.001ポイント改善する結果となった。

### (3) 税収リサイクル方法の影響

税収リサイクル方法の影響を見るために、エネルギー効率改善投資充分分を除く炭素税収を、所得税減税に充当する場合（S2）および企業負担の雇用関連社会保障費用の軽減に充当する場合（S3）について、基本政策パッケージ（S1）の結果と比較する。

表4.5.9に、2050年における主要評価指標に関する比較結果を示す。

表4.5.9 税収リサイクル方法による影響（2050年におけるS1からの変化率）

	S2	S3
GDP	0.00%	-2.09%
消費支出	0.00%	-3.01%
投資	0.00%	-3.00%
雇用	0.00%	-0.29%
炭素税率	0.00%	0.55%

出典：E3ME推計結果

S2は、基本政策パッケージ（S1）と同様にエネルギー効率改善投資充分分を除く炭素税収を家計部門に還元するため、GDPへの影響や雇用への影響などすべての指標でS1とまったく同じ結果となった<sup>8</sup>。しかし、家計部門への返還につきS1ではすべての家計に公平に配分されるのに対し、S2では所得が

<sup>8</sup> E3MEモデルでは、炭素税の影響が所得階層別（5分位別）所得分配に与える影響は計量的に推定できるようになっているが、これが経済ヘフィードバック（たとえば所得階層別所得変化が消費支出変化へそしてGDP変化へ）されるときには5つの所得階層が1つの階層として合算されるので、結局、家計への均等返還シナリオ（S1）と所得税減税シナリオ（S2）のGDP影響は同一となる。すなわち5つの所得階層別所得分配状況は、推定の結果として現れるが、これが経済ヘフィードバックされる構造としてはなっていない。もし5つの所得階層の所得変化がそれぞれ経済へ影響を与える構造になるとモデルの構造が複雑になり、モデル変数の推定値の精度を落とす要因になる。

あり所得税を払う人に対してのみ還元されるので、所得分配面で異なる影響が生じる。表4.5.10に税収リサイクル方法による所得階層別実質所得への影響（S1からの変化率）を示す。

**表4.5.10 税収リサイクル方法による所得階層別の実質所得への影響（S1からの変化率）**

所得階層	S2		S3	
	2030年	2050年	2030年	2050年
第1 五分位（低所得層）	-0.29%	-0.66%	-1.77%	-3.51%
第2 五分位	-0.20%	-0.47%	-1.67%	-3.48%
第3 五分位	-0.10%	-0.09%	-1.57%	-3.20%
第4 五分位	0.10%	0.19%	-1.37%	-3.00%
第5 五分位（高所得層）	0.10%	0.37%	-1.46%	-2.89%
家計全体	0.00%	0.00%	-1.57%	-3.19%

出典：E3ME推計結果

S2、S3のいずれも低所得者層の実質所得減少率が相対的に大きくなっており、特にS2においては高所得者層の実質所得が伸びており、所得格差が拡大する結果となった。すなわち、我々が期待したように基本政策パッケージに採用した家計への均等返還は、税収リサイクル方法として分配改善面において優位性を有することが明らかとなった。表4.5.11に示すように、Gini係数に関してもS1が最も良い結果となっている。

**表4.5.11 税収リサイクル方法によるGini係数比較**

	S1	S2	S3
2030年	0.380	0.381	0.380
2050年	0.385	0.387	0.386

出典：E3ME推計結果

表4.5.9に示すように、炭素税収（エネルギー効率改善投資充当分を除く）を企業の雇用関連社会保障費用軽減に充当するS3は、BAUからのGDP増加効果が最も少なかった。S3において産業界の雇用関連費用が節約されるが、費用節約分の全てが製品価格に反映されることはないと考えられる。その結果、他の税収還元シナリオと比べてGDPの上昇が低くなる。留意すべき点として、E3ME最新版では投資は利益ではなく売上と関連付けられているため、企業のコスト削減に対するGDPの影響は低めになっている。一方、S3では雇用者の社会保障負担が削減されることで労働力が相対的に安くなるので、雇用促進効果が期待されていたが、表4.5.9に示すように基本政策パッケージよりも雇用が減る結果となった。これはE3MEでは雇用は投資より売上高により大きく反応するので（加速度原理）、全額所得増加に還元したほうより雇用促進効果は少なく現れた<sup>9</sup>。

<sup>9</sup> 実世界では、企業のよっては雇用関連費用削減のほうが需要増（売上高）より雇用促進効果があるかもしれないが、企業の意思決定は不透明性があり、E3MEモデルでは所得増による需要刺激のほうが雇用効果の確実性が高く表現されている。

#### 4.5.5 結論

本節では、日本の温室効果ガス（本研究ではエネルギー起源CO<sub>2</sub>が温室効果ガスに占める割合は一定であると想定）の2030年NDC目標と2050年80%削減目標達成に必要な炭素価格をE3ME大規模グローバルマクロ計量モデルにより推定し、それが炭素税として経済主体に賦課され、またその税収が家計の基本所得給付や所得税の減税などのための財源として還元された場合の2050年までの政策影響について推定した。その際に炭素価格が現実的に到底受け入れ難いほど高くなることを阻止するために、炭素税収の一部（本分析では約2~4%）をエネルギー効率投資にまわす設定とすることで、炭素税率を目安である2030年約100ドル、2050年約500ドルに設定した。

エネルギー効率改善投資充当分以外の炭素税税収を家計所得に均等に還元する基本政策パッケージ（S1）により、排出削減目標を達成しつつ、厚生水準の代用指標である一人当たり所得、経済システム安定性の指標である年平均GDP成長率に関する政策目標を達成できることを示した。また、炭素税収は2050年に向けて堅調に増加しており、税収安定性上の問題が生じないことが示唆された。一方、所得分配指標であるGini係数に関しては政策目標が達成できず、さらなる逆進性緩和対策の必要性が示唆された。

政策ショックの影響を見るために、BAUとの比較に基づく分析を行ったところ、基本政策パッケージにより2050年のGDPはBAU比5.3%上昇し、経済成長と温室効果ガス排出のデカップリング（Decoupling）の達成が可能であることが示された。この主な要因は、エネルギー効率投資と省エネルギーの急進展、税収還元の消費刺激、そして化石エネルギーの輸入減少が取り上げられる。基本政策パッケージの各部門への影響を見ると、免税対象である製鉄・鉄鋼部門やセメント部門（非金属鉱物部門）の排出削減は限定的である一方、発電部門では90%削減となるなど、免税措置により排出削減コストの負担に偏りが生じていることがみてとれる。炭素税による追加コスト負担によりエネルギー部門の生産量も大幅に減少する結果となった。また、基本政策パッケージによる海外への影響を分析した結果、各国・地域のGDPおよびCO<sub>2</sub>排出量への影響は微々たるものであった。世界総計ではGDPが増加、CO<sub>2</sub>排出量が減少する結果となり、我が国のグリーン税制改革がたとえばスピルオーバー効果などにより世界全体のデカップリングに貢献する可能性が示された。

税収の一部をエネルギー効率改善投資に充当することによる効果については、税収の2%~4%程度を投資に充当することで、目標達成に必要な炭素税率は半分以下に下がり、それに伴い炭素税収は2050年に約18兆円削減できることになる。興味深いことに、本分析では税収をエネルギー効率改善投資に充当せずに全額を家計均等返還するケース（S1a）が、2050年の炭素税率が12万円/t-CO<sub>2</sub>を超える高税率となるにも関わらず、GDP成長率が最も高い結果となった。これは、高い炭素税率にともない炭素税収が大幅に増えるため、家計への均等還元による消費促進効果が大きく、経済活性化につながっているためである。ただし、需要刺激は無限に経済を刺激するのではなく、E3MEが定めた過去の経済のPotentialityのトレンドを勘案した将来までの経済の供給能力範囲の中でとどまることになる。なお、S1aでは炭素税収から家計へ均等還元される額が極めて大きいため、所得再分配効果によりGini係数が基本政策パッケージに比べ改善されている。

税収リサイクル方法の影響については、エネルギー効率改善投資充当分以外の炭素税収を所得税の減税財源に活用したケース（S2）では、GDP成長率や一人当たり実質所得などに効果は基本政策パッ

ケース（S1）と全く同様の結果となった。ただし両シナリオの差は、所得分配の側面で現れた。基本政策パッケージにおいては、家計に同額を一括還元することで、所得がありさらに税が払える能力のある階層に還元するより所得分配側面で有利であることが期待されるが、Gini係数を比較すると2050年において基本政策パッケージのGini係数が0.385、S2のGini係数が0.387でなっており、期待通りの結果となった。エネルギー効率改善投資充当分以外の炭素税収を企業の雇用関連社会保障負担費用の軽減に還元したケース（S3）では、2050年のGDP成長は基本政策パッケージよりは低くなるが、BAUからは3.1%上昇しており、依然としてデカップリングが実現されることになる。BAUよりもGDP成長が低い結果となったのは、税収を家計より企業に還元された場合には、内部留保などにより景気刺激効果が低くなるためであろう。

業種別には、低炭素技術の選択肢によって、炭素税賦課による生産と二酸化炭素排出の調整スピードは多少異なっていることも示された。鉄鋼業のような、高炉と電気炉<sup>10</sup>、そして水素還元炉へ選択の余地のある程度高い業種（技術の代替弾力性の高い業種）では、炭素税の賦課は生産にさほど大きな影響を与えずに低炭素産業転換の実現が可能となるが、アルミニウムのような低炭素技術への選択余地の少ない業種の場合には、生産調整を余儀なくされている。ただし本分析では、鉄鋼部門は免税対象とされているため、こうした低炭素技術革新効果が見られなかったのが課題と言える。

本分析では、炭素税グリーン税制改革は、2050年80%削減と豊かな暮らしが同時に実現される低炭素・脱炭素社会への明るいビジョンを示すことができた。このビジョンの実現を目指し、政府には2050年までの脱炭素社会構築を見据えた一貫した方向性を示し、効果的な政策を打ち出していくことが期待される。これにより低炭素技術、製品、サービスの市場競争力の強化、低炭素イノベーションの加速化に向けた市場環境の整備、そして自然との共生できる豊かな社会の構築が可能であろう。

本分析はいくつかの課題を抱えている。既述のように、今回のE3MEモデルで想定している低炭素技術は、あくまでも現在で予測可能な技術に限られている。そもそも技術革新は予測不可能性をもっており、予期せぬところでブレークスルー可能性が高いものである。現在、計量モデル分野では、技術革新の予測不可能性をモデルに内在化しようとする試みは行われているが（たとえばgame changing theoryなどにより）、まだ科学的根拠に基づいたモデル構築までには至っていない。技術革新の予測不可能性を考慮に入れた低炭素モデル分析は、今後の課題としたい。

## 参考文献

Cambridge Econometrics (2014) E3ME Manual, Version 6.0, available online at [www.e3me.com](http://www.e3me.com)

IEA (2014) World Energy Investment Outlook. International Energy Agency, OECD.

IEA (2013) World Energy Outlook. International Energy Agency, OECD.

---

<sup>10</sup> 鉄1トン製造のためには、高炉では0.6トンの炭素（コークス）が必要となる。電炉では約0.3トンで済み、技術進展によっては0.15トンまで可能となる。たとえば低炭素社会戦略センターによれば、鉄鋼部門では電気炉は2050年までに2015年の倍増、高炉は80%縮小させることにより、大きな生産調整なくとも2050年までに鉄鋼部門のCO<sub>2</sub>は80%削減可能という。

IEEJ (2017) Asia/World Energy Outlook, IEE Japan.

Jansen H, G Klaassen (2000) Economic Impacts of the 1997 EU Energy Tax: Simulations with Three EU-Wide Models. *Environmental and Resource Economics* 15(2) : 179-197.

Lee SC, Pollitt H, Kazuhiro Ueta (2012) An Assessment of Japanese Carbon Tax Reform Using the E3MG Econometric Model. *The Scientific World Journal* ID 835917: 1-9.

Lee SC, Pollitt H, Park SJ (2015) 'Low-carbon, sustainable future in East Asia', Routledge.

Mercure J-F (2012) FTT:Power A global model of the power sector with induced technological change and natural resource depletion. *Energy Policy* 48: 799–811.

Park SJ, Y Ogawa, T Kawakatsu, Pollitt H (2015) The double dividend of Environmental Tax Reform in East Asian economies In Lee S, H Pollitt and Park SJ (eds.) *Low-carbon, sustainable future in East Asia*, Routledge, pp121-139. AEHA (2013). *Annual Report*, Association for Home Appliances, Japan. Available in [http://www.aeha.or.jp/recycling\\_report/pdf/kadennenji25.pdf](http://www.aeha.or.jp/recycling_report/pdf/kadennenji25.pdf).

Pollitt H, Lee SC, Park Seung-Joon, Kazuhiro Ueta (2014) An Economic and Environmental Assessment of Future Electricity Generation Mixes in Japan - An assessment using the E3MG macro-econometric model. *Energy Policy* 67 : 243-254, Elsevier.

Pollitt H, Lee SC, Park SJ (2015) Introduction to the modelling in this book. In Lee SC, H Pollitt and Park SJ (eds.) *Low-carbon, sustainable future in East Asia*, Routledge, pp 29-41.

## 4.6 応用一般均衡モデルによる炭素税導入・グリーン税制改革影響評価

### 4.6.1 はじめに

国立環境研究所では、日本を対象とした応用一般均衡モデルであるAIM/CGE [Japan]を開発し、このモデルを用いて2020年や2030年における温室効果ガス排出削減目標の評価を行ってきた。また、中央環境審議会において議論されている2050年の長期低炭素ビジョンの定量化に向けた作業についても行っている。本研究課題では、AIM/CGE [Japan]を用いて、2050年の80%削減の達成と、環境税制に関する分析を行ってきた。これまでに開発してきたAIM/CGE [Japan]では、活動や財・サービスを100部門以上に分割したり、固定資本形成－資本蓄積の過程においても固定資本マトリクスを基にした資本財の構成を仮定するなど、詳細な分析が可能である。一方で、こうした詳細なモデル構造は、2050年のような長期を対象として計算を行う際には、想定が複雑になるなど分析の足枷にもなる。そこで、2050年を対象とした分析では、構造を簡素化したモデルを開発し、これを用いて分析を行うこととした。本報告書では、こうしたモデル改善について説明するとともに、その結果について報告する。

図4.6.1にモデルの全体構造を示す。

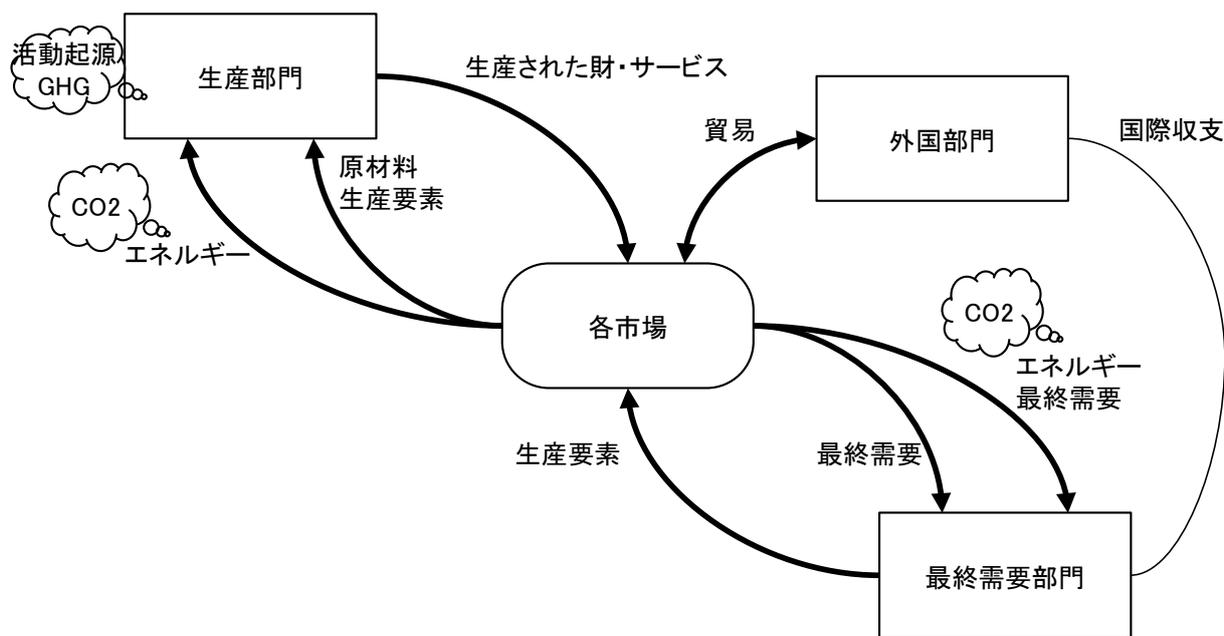


図4.6.1 応用一般均衡モデルの全体構造

### 4.6.2 本研究における AIM/CGE [Japan]モデルの概要

#### (1) 基準年データ

モデルを更新するにあたって、基準年のデータを更新した。これまでは2000年を対象とした産業連関表をもとにモデルの開発を行ってきたが、モデルの更新にあわせて、2005年及び2011年の産業連関表を用いることとした。最新の産業連関表は2011年を対象としたものであるが、本報告で示すモデルは、総務省(2009)が報告した2005年（平成17年）産業連関表のデータをもとにしている。

① 部門構成

本モデルにおける生産活動及び財・サービスの構成を表4.6.1に示す。なお、2011年産業連関表から部門構成が大きく変更されており、今回の作業では、2011年産業連関表の構成にあわせて部門統合を行っている。電力については、1つの財に対して複数の生産活動（発電方法）を設定している。また、「石油・石炭・ガス」と「石油製品」については、活動は1つに対して財は複数設定している。

表4.6.1 モデルを構成する生産活動及び財・サービスの構成

活動(列部門)		財・サービス(行部門)	
01	農林水産業	01	農林水産業
02	鉱業	02	鉱業
03	石炭・原油・ガス	03c	石炭
		03o	原油
		03g	天然ガス
04	飲食料品	04	飲食料品
05	繊維製品	05	繊維製品
06	パルプ・紙・木製品	06	パルプ・紙・木製品
07	化学製品	07	化学製品
08	石油製品	08m	輸送燃料用石油製品
		08o	その他の石油製品
09	石炭製品	09	石炭製品
10	プラスチック・ゴム	10	プラスチック・ゴム
11	窯業・土石	11	窯業・土石
12	鉄鋼	12	鉄鋼
13	非鉄金属	13	非鉄金属
14	金属製品	14	金属製品
15	汎用機械	15	汎用機械
16	生産用機械	16	生産用機械
17	業務用機械	17	業務用機械
18	電子部品	18	電子部品
19	電気機械	19	電気機械
20	情報・通信機器	20	情報・通信機器
21	輸送機械	21	輸送機械
22	その他製造工業製品	22	その他製造工業製品
23	建設	23	建設
24	電力(自家発電)	24	電力
24n	原子力		
24tc	石炭火力		
24to	石油火力		
24tg	ガス火力		
24h	水力		
24s	太陽光		
24w	風力		
24g	地熱		
24b	バイオマス		
25	都市ガス	25	都市ガス
26	熱供給	26	熱供給
27	水道	27	水道
28	廃棄物処理	28	廃棄物処理
29	商業	29	商業
30	金融・保険	30	金融・保険
31	不動産	31	不動産
32	運輸・郵便	32	運輸・郵便
33	情報通信	33	情報通信
34	公務	34	公務
35	教育・研究	35	教育・研究
36	医療・福祉	36	医療・福祉
37	その他非営利団体サービス	37	その他非営利団体サービス
38	対事業所サービス	38	対事業所サービス
39	対個人サービス	39	対個人サービス
40	事務用品・分類不明	40	事務用品・分類不明

## ② 各部門における生産構造

各部門は、図4.6.2に示すように、資本、労働、原材料、エネルギーを投入要素として、代表的な財を産出している。

基準年では、各部門は1種類の既存設備による従来技術のみで構成されているが、将来においては、既存設備に加えて新規設備（投資）の利用が可能であり、また、従来技術に加えて省エネ技術や温室効果ガス排出量の削減技術など複数の技術の選択を可能としている。ただし、省エネ技術等の導入には、部門毎に対策に関する追加費用の想定と技術導入量の上限の設定が必要となることから、本研究課題においては、こうした複数の技術の取り扱いはCCSを除いて行っていない。かわりに、新規設備においてエネルギー効率や労働生産性などの効率改善を想定している。また、エネルギー間の代替や統合されたエネルギーとその他の付加価値要素間の代替についても、技術を特定する場合は0としているが、本分析ではそうした特定の技術ではなく統合化した技術を対象とすることから、プラスの値を想定している。こうしたエネルギー効率改善等の係数については、日本エネルギー経済研究所(2017)の将来シナリオを再現するように想定した。

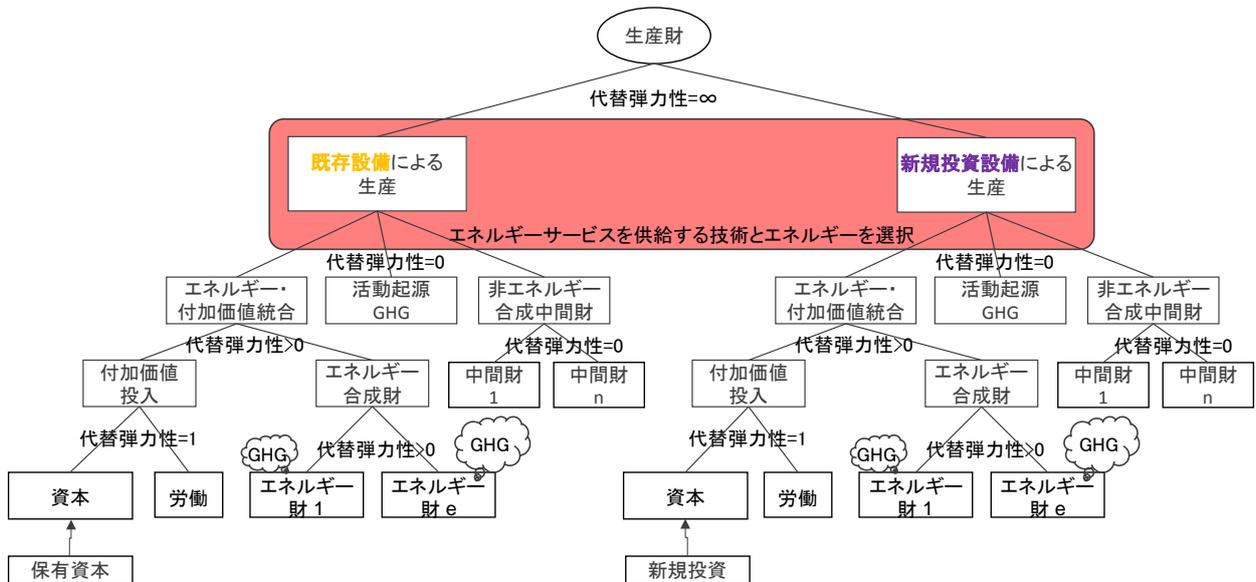


図4.6.2 各部門における生産構造

## ③ 最終消費部門における消費構造

最終消費部門は、家庭部門と政府部門に大別できる。

家庭部門では、世帯主の年齢によって5つに区分している（29歳以下、30-39歳、40-49歳、50-59歳、60歳以上）。それぞれの世帯ごとに、総務省統計局の家計調査をもとに財・サービスの消費構成や貯蓄を定義した。各世帯では、保有する労働力を生産部門に提供し、その対価として賃金を得る。また、各世帯の貯蓄は、投資として各部門に供給され、資本所得を生む。資本所得は、貯蓄に応じて配当として各家庭部門に還元される。そのほか、社会保障などの所得移転も考慮している。

図4.6.3の家計部門における消費構造を示す。家庭部門における可処分所得は、最終消費と貯蓄に配分される。貯蓄（投資）総額は、あらかじめ想定されている経済成長を達成するように各年の均衡計算の前に計算され、その貯蓄総額が家庭部門や政府部門に対して割り振られる。なお、投資に必要な固定資本形成が基準年の構成に従って計算される。最終消費は、エネルギーサービスの消費とその他の消費を区別して評価する。エネルギーサービスは、エネルギー財の消費と、エネルギーを消費する財（電気機械や輸送機械等）の利用とあわせたものと定義されて、自家用車（運輸）とその他の2種としている。なお、エネルギーを消費する財については、産業連関表に最終消費として示される新規に購入される財とともに、既に保有されている財の利用も対象とし、保有されている財については帰属計算で評価している。また、同じエネルギー消費財であっても新規購入された機器の方がエネルギー効率により改善されているとしている。なお、省エネ機器の導入においては、追加費用の発生が考えられるが、本分析における試算では、エネルギー効率改善の推移は、日本エネルギー経済研究所(2017)の将来予測の結果を再現するように外生的に与えるものとし、エネルギー間の代替についても2020年以降徐々に大きくなると仮定した。エネルギーサービスに該当しない財については、コブダグラス関数（代替弾力性1）をもとに統合、消費されるとしている。

これに対して、政府部門は、税等を徴収し、税金をもとに政府最終消費や政府投資（貯蓄）、所得の再分配を行う。温室効果ガス排出制約を課したときに発生する炭素税金などの税金も政府所得として計上される。

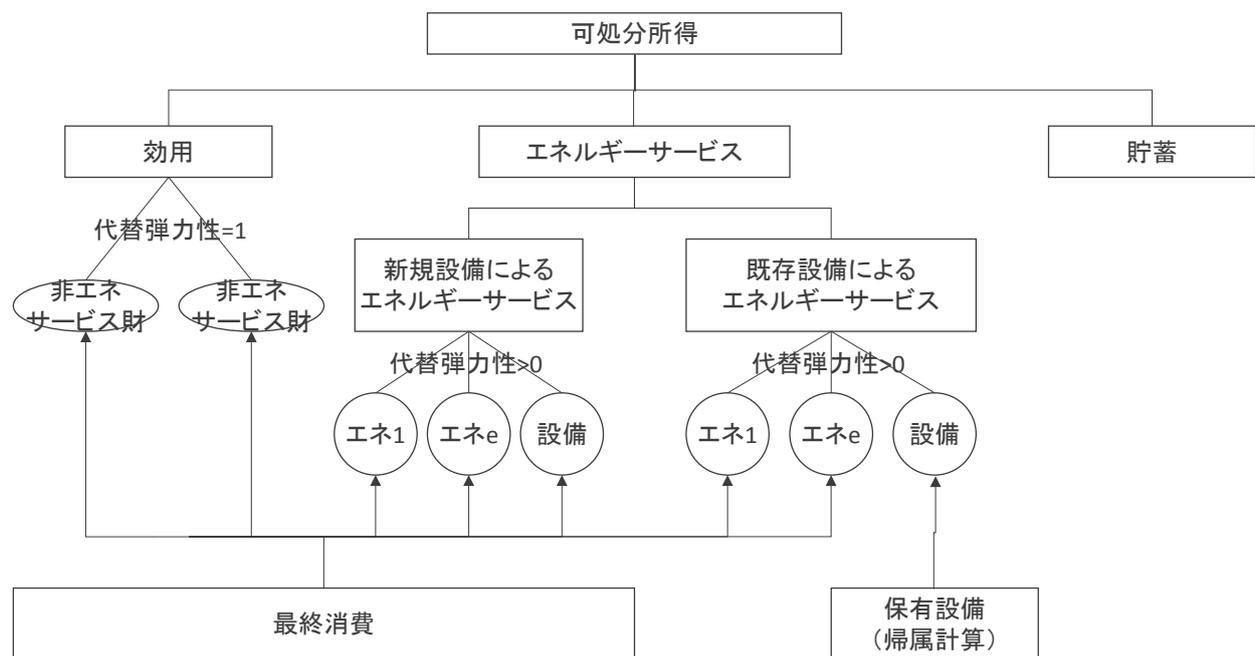


図4.6.3 家計部門における消費消費の構造

#### ④ 国際貿易

本モデルは1国を対象としたモデルであるが、国際貿易の取り扱いは重要である。本モデルは、小国の仮定を前提に、国際価格を外生的に与えるとともに、想定された貿易収支を実現するように為替レ

ートが内生的に決定される。国内で生産された財はCET（Constant Elasticity of Transformation）関数に従って、国内向けと輸出向けに分類される。つまり、価格の高い市場でより多くの財が供給されると仮定している。また、国内向けの国際財と輸入財がCES（Constant Elasticity of Substitution）関数によって統合され、国内に供給される。つまり、価格の安い財が多く投入される。

なお、国際価格の推移については、2014年までは公表されている産業連関表延長表から対象となる財のデフレーターを計算し、それ以降は非化石燃料については一定とした。化石燃料の2015年以降の国際価格については、日本エネルギー経済研究所(2017)の想定値を基礎としている。

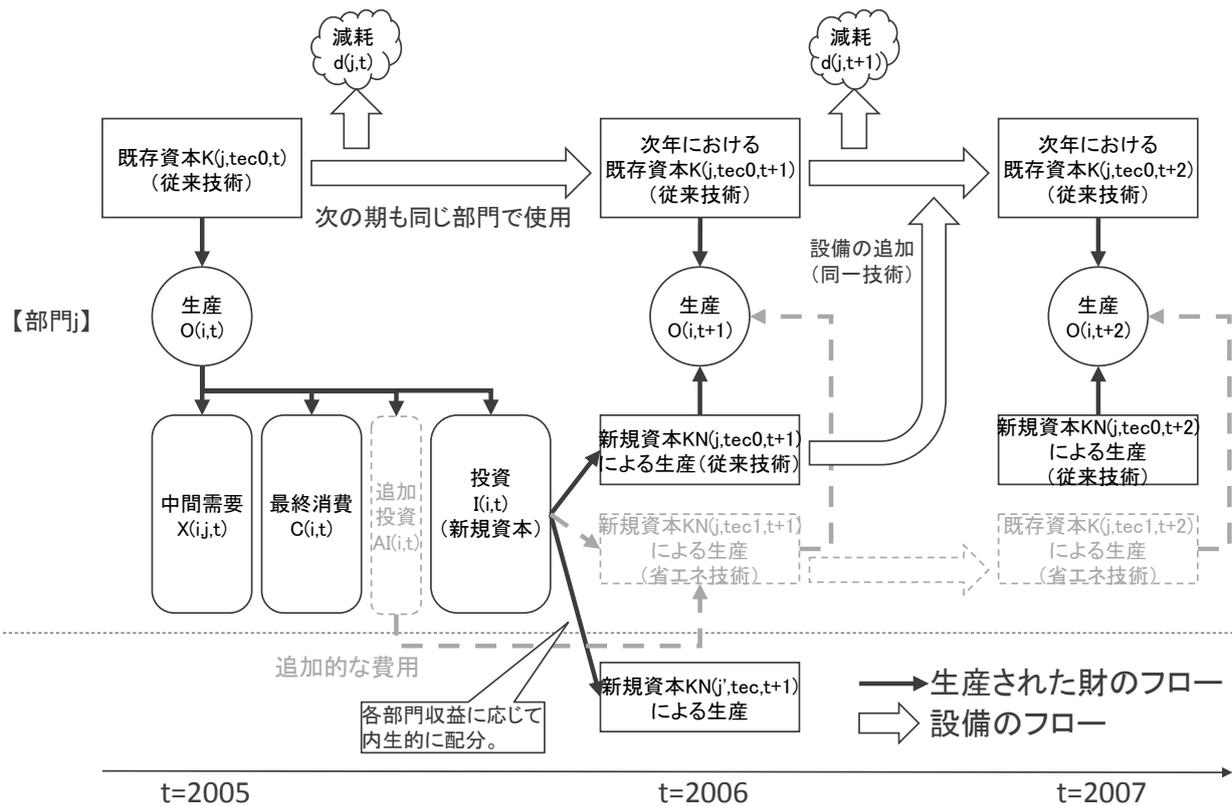
## ⑤ 温室効果ガスの排出

各部門における基準年の温室効果ガス排出量は、温室効果ガスインベントリオフィス(2016)が推計した温室効果ガス排出インベントリをもとに再構成しており、合計すると日本の温室効果ガス排出量を再現するように調整している。エネルギー起源の排出量は、モデル内で計算されるエネルギーの消費量にあわせて排出されるとし、その他の排出については、活動量に比例して排出されるものとした。なお、応用一般均衡モデルでは、1つの財に対して1つの価格を想定しているため、各部門のエネルギーの消費量は、熱量に換算するとエネルギーバランス表と整合していない。このため、各部門からのエネルギー起源の排出量については、温室効果ガスインベントリオフィス(2016)と整合していない点に注意が必要である。

## ⑥ 動学過程

本モデルは、逐次均衡型の応用一般均衡モデルである。つまり、基準年である2005年の計算を行い、投資等によって翌年である2006年の資本ストックが決定され、また、新規及び既存の資本ストック量と各ストック量に対する技術水準から2006年の各種効率水準が計算される。こうして準備された技術水準を用いて2006年の均衡計算が行われ、その結果を用いて2007年の計算が行われる。このように、2050年まで1年ごとに均衡計算が行われる。なお、計算においては、動学的最適化モデルと異なり、各年の需給バランスのみが対象となり、将来の見通しを含めた均衡計算は行われない。このため、総投資は、各年の計算の開始前に、想定されている将来の経済成長を実現する水準をあらかじめ計算し、これを所与として均衡計算を行う。

各部門における固定資本形成-資本ストックの関係は、Putty-Clay型を想定している。つまり、新規投資の段階では、どの部門の資本ストックとしても利用可能であるが、一旦設置されると、それ以降はその部門でのみ使用されると仮定している。投資財の各部門への配分は、各年の均衡計算において最も収益が高くなるように内生的に決定されるとしている。図4.6.4に本分析における資本蓄積過程を示す。なお、以前のモデルでは、Clay-Clay型の関係を想定し、固定資本マトリクスを用いてあらかじめ各部門における投資財の内訳も固定していたが、2050年という長期を分析するに当たり、上記のような簡略化した方法を採用している。また、長期低炭素ビジョンにおける分析では、従来技術に加えて省エネ技術の想定も可能であるが、本課題では、省エネ技術に関する追加費用、導入量について十分に想定できなかったために、技術は1種類のみを対象とし、新規資本（投資）分が外生的に想定された係数によって改善し、既存設備については、新規資本の導入する割合で効率が改善していくと仮定している。



図中の破線・灰色で示している部分は、本研究におけるモデルでは取り扱っていない箇所である。

図4.6.4 モデルにおける各部門での資本蓄積の過程

### 4.6.3 シナリオの概要

#### (1) 政策評価基準シナリオ (BAU シナリオ)

本分析の政策評価を行う基準となるBAUシナリオは、日本エネルギー経済研究所(2017)の「レファレンスシナリオ」の想定を基礎としつつ、E3MEモデルの結果と整合するように、発電部門における原子力発電のシェアについては東アジア環境政策研究会 (REEPS) の稼働容量見通しの想定に合わせるとともに、その他の電源シェアについてもE3MEモデル分析で使用したBAUシナリオに合わせたものを「レファレンスシナリオ」と定義した。なお、本モデルでは、発電容量についても想定できるように投資配分を調整することが可能であるが、本分析ではそうした調整は行わず、発電電力量の上限のみを設定した。

また、後述する政策シナリオでは、様々な省エネ技術が導入されるが、上記のレファレンスシナリオではこうした省エネ技術の導入は想定されていない。このため、日本エネルギー経済研究所(2017)の省エネ導入が想定されている「技術進展シナリオ」に相当するシナリオも定義し、政策シナリオでは技術進展シナリオに対していくつかの制約を想定した。なお、技術進展シナリオもレファレンスシナリオと同様に、2050年の原子力発電は0となるように想定している。

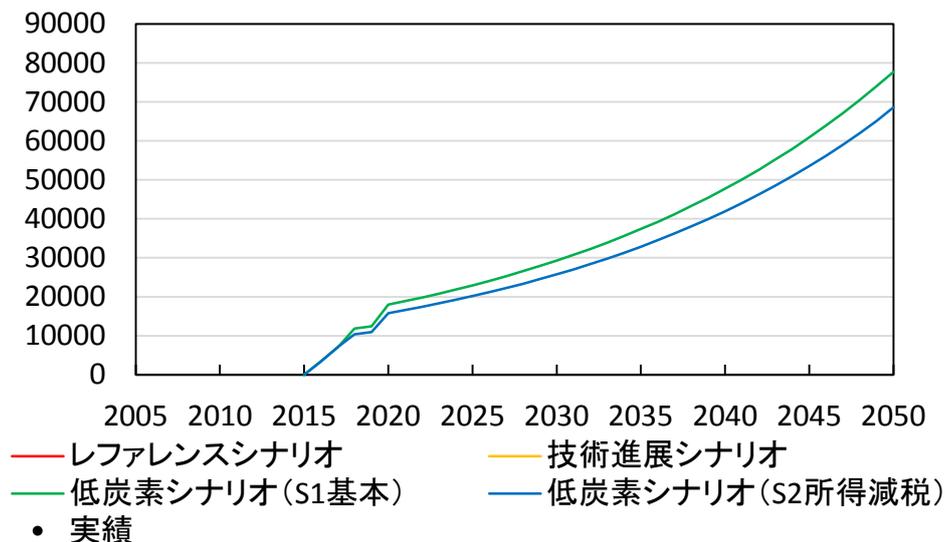
## (2) 政策シナリオ

政策シナリオの設定は、基本的には4.5節で説明したE3ME分析の政策シナリオと同様に、BAUシナリオに対し、グリーン税制改革の政策パッケージを追加的な政策ショックとして与えたものである。政策パッケージとしては、温室効果ガス排出量に関し2030年にNDC目標および2050年80%削減目標を達成する炭素価格を導入することを前提とした。理論的には、炭素価格を導入することで、これ以下の対策が導入されることから炭素価格は炭素税の税率に等しいが、現実の世界では様々な減免措置や、炭素税率を引き下げるための取り組みが行われるが、ここでは、そうした制度設計については行わずに、炭素価格＝炭素税率としてモデル化を行った。ただし、税収の還元方法については、基本政策パッケージ（S1；基本）では炭素税収を家計数に応じて均等に還元し、所得税減税ケース（S2；所得減税）では炭素税収を所得税減税に充当することで家計に還元する。

また、前項で示した通り、これらの政策シナリオで想定される炭素価格の導入（温室効果ガス排出量の上限）は、様々な省エネ技術の導入が予想されることから、レファレンスではなく技術進展シナリオを前提に導入するとした。なお、技術進展シナリオにおけるエネルギー効率改善のための追加的な費用については想定していないため、経済活動を過大に評価している可能性がある。

### 4.6.4 グリーン税制改革政策パッケージの影響評価

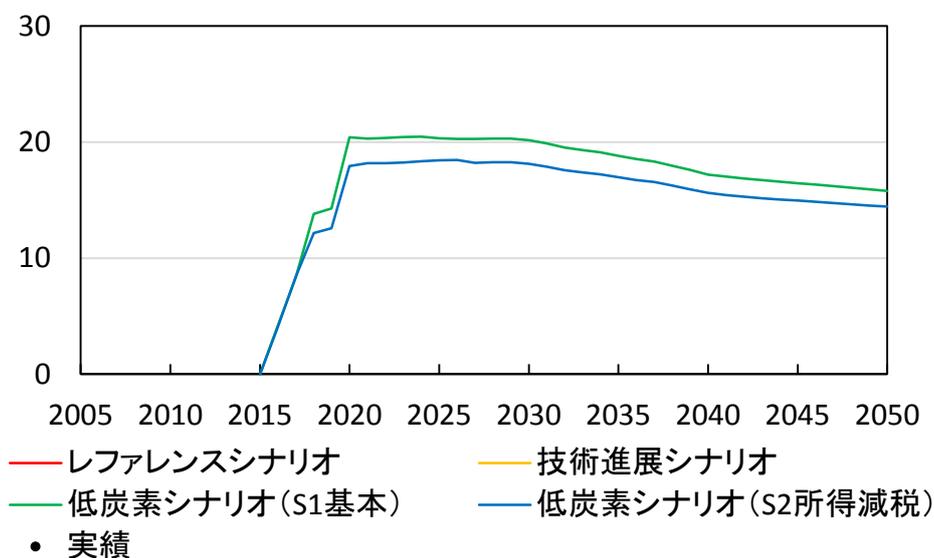
図4.6.5に、炭素価格（炭素税率、温室効果ガスの限界削減費用に相当）の推移を示す。基本政策パッケージ（S1；基本）では、2050年の炭素価格は7.8万円/t-CO<sub>2</sub>eqとなった。一方、所得税減税ケース（S2；所得減税）では、2050年の炭素価格は6.9万円/t-CO<sub>2</sub>eqとなった。なお、2050年までの各年においてもS1：基本の炭素価格がS2：所得減税の炭素価格を上回る結果となっている。



出典：AIM/CGE [Japan]推計結果

図4.6.5 炭素価格の推移（単位：2005年価格円/t-CO<sub>2</sub>eq）

図4.6.6に炭素税収に相当する金額の推移を示す。2020年において、炭素価格のかかる温室効果ガス排出量は11億トンCO<sub>2</sub>eqに対して、図4.6.5から炭素価格は1.6～1.8万円/t-CO<sub>2</sub>eqであり、炭素費用は18～20兆円となる。また、2050年には温室効果ガス排出量はおよそ2億トンCO<sub>2</sub>eqに減少するが、炭素価格が6.9～7.8万円/t-CO<sub>2</sub>eqと上昇するために、炭素税収そのものは14～16兆円程度となる。



出典：AIM/CGE [Japan]推計結果

図4.6.6 炭素費用の推移 (単位：2005年価格兆円)

政策シナリオのもとでの2050年の発電電力量を図4.6.7に示す。すべてのシナリオにおいて原子力発電からの発電電力量は0と想定している。GHG排出制約のないレファレンスシナリオおよび技術進展シナリオでは、石炭火力のシェアが高いのに対して、2つの政策シナリオでは、再生可能エネルギーの比率が大半を占める結果となり、火力発電はほとんどすべてガス火力となっている。なお、再生可能エネルギーの導入可能量は、外生的に想定しており、2050年の2つの低炭素ケースでは、再生可能エネルギーが上限まで導入される結果となっている。また、CCSによるCO<sub>2</sub>除去量は、2030年から導入され、2050年で70Mt-CO<sub>2</sub>まで増加するという仮定を想定し、設定した2つの政策シナリオではどちらも上限までCCSが利用される結果となった。

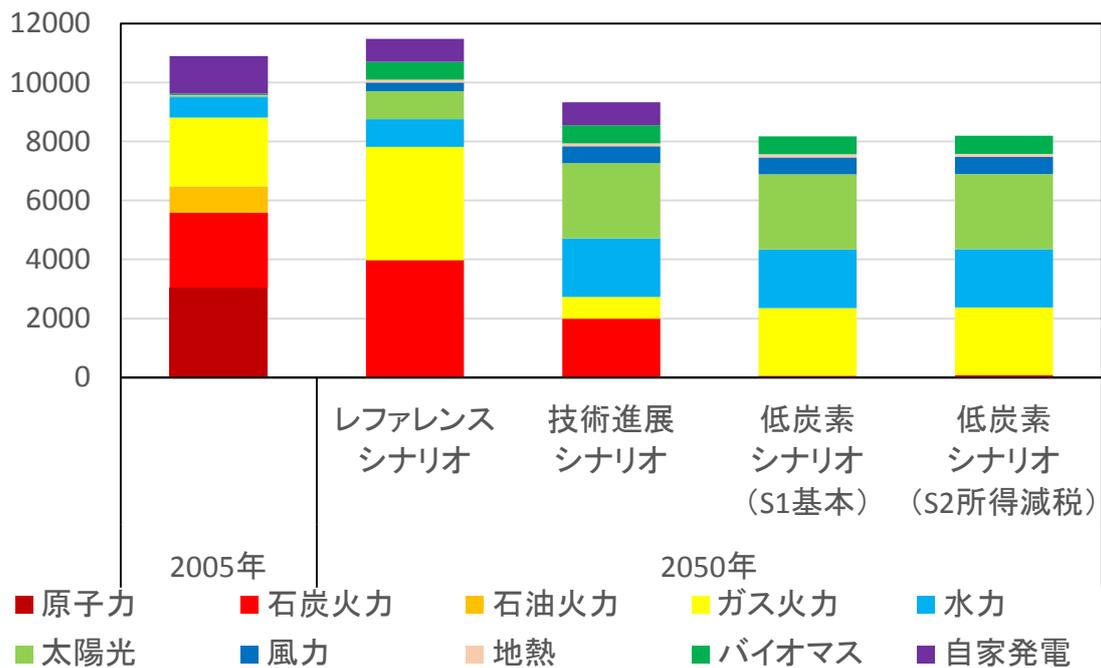


図4.6.7 2050年の発電電力量とその内訳 (単位: 億kWh)

S1基本およびS2所得減税の各シナリオについて、政策目標の達成度の観点から評価した結果を表4.6.2に、また、各シナリオにおける二酸化炭素排出量の推移を図4.6.8に示す。なお、ここでの排出量は、炭素価格が除外される部門における排出量も含んだものである。

表4.6.2 2050年政策目標達成度評価

項目	政策目標	S1: 基本		S2: 所得減税	
		実績	目標達成度	実績	目標達成度
厚生水準 (一人当たり等価変分)	基準年に対する一人当たり等価変分が正	1.2万円	達成	1.2万円	達成
2005-2050年平均GDP成長率	0.5%以上	0.86%	達成	0.86%	達成

出典: AIM/CGE [Japan]推計結果

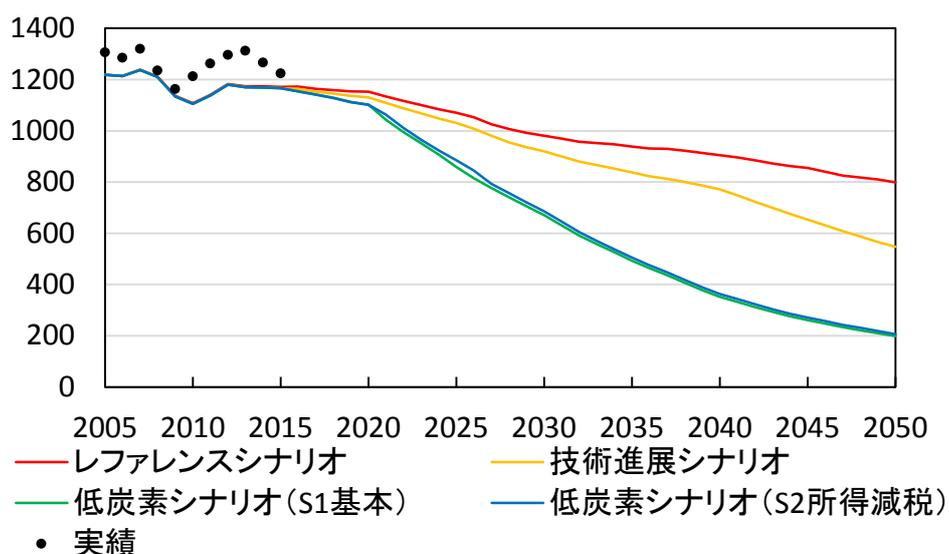


図4.6.8 二酸化炭素排出量の推移（単位：100万トンCO<sub>2</sub>）

温室効果ガス排出量の制約を課さないレファレンスシナリオにおいても、電力についてはそれぞれ年率0.25%、非電力については年率0.5%のエネルギー効率改善が想定されており、2050年には温室効果ガス排出量は9.1億トンCO<sub>2</sub>eq、二酸化炭素排出量は8.0億トンまで減少する。技術進展シナリオにおいても、電力について年率0.6-1.0%、非電力については年率1.2-2.0%で新規導入される設備の効率が改善すると仮定されることにより、2050年の温室効果ガス排出量は6.3億トンCO<sub>2</sub>eq、二酸化炭素排出量は5.5億トンまで減少する。

温暖化対策では、技術進展シナリオの想定に対してその他の生産活動や消費活動の変化に起因する排出削減効果が上乘せされる想定となっている<sup>11</sup>。政策シナリオ（S1およびS2）では、温室効果ガス排出量に対して上限を設定したシミュレーションを行っており、2050年の温室効果ガス排出量は、80%削減に相当する2.8億トンCO<sub>2</sub>eqを実現している。

次に政策による影響をBAUとの比較に基づき分析する。政策による経済影響につき、各ケースにおけるGDPの推移を図4.6.9に示す。低炭素シナリオS1（基本シナリオ）では、レファレンスシナリオと比較して2050年のGDPは1.2%低下しているのに対して、所得税減税を行うS2（所得減税シナリオ）では1.1%の低下に止まる結果となった。これら2つのシナリオの違いは、後述するように、主として徴収される炭素費用の還流先が異なるために、最終消費の構造が変化し、その結果、GDPや炭素価格にも影響を及ぼしたと考えられる。今回の分析では、特に低炭素を実現するような活動に資する消費を想定したものではないが、そうした取り組みに対して優先的に補助するような仕組みは、さらに温室効果ガス排出削減による経済活動への影響を緩和させるものと考えられる。

<sup>11</sup> なお、日本エネルギー経済研究所(2017)では、技術進展シナリオの二酸化炭素排出量が6.9億トンとなっているが、原子力発電の想定の変更に加えて2050年における再生可能エネルギー導入量の想定等を変更しているためにこうした違いが生じている。

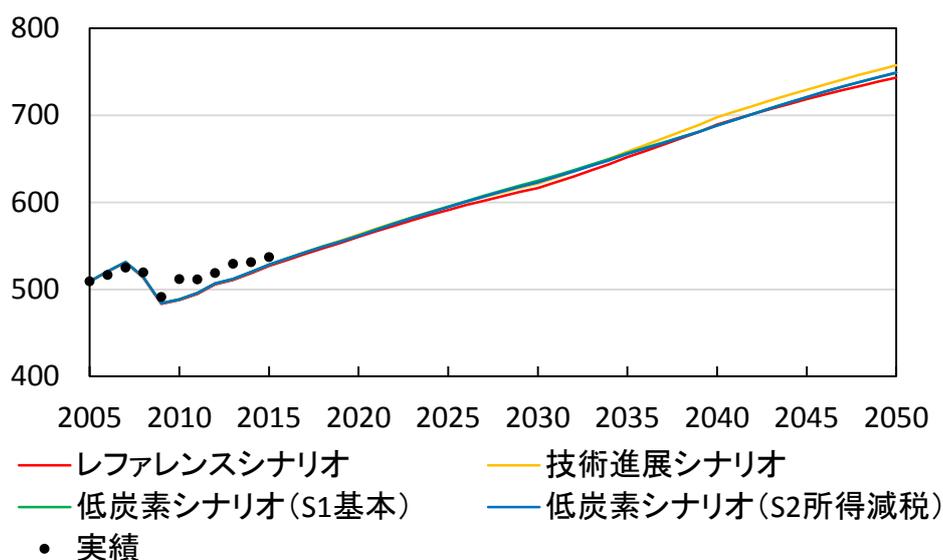


図4.6.9 GDPの推移（単位：2005年価格兆円）

#### 4.6.5 世帯主年齢別の消費水準の評価

本応用一般均衡モデルの特徴である世帯主年齢別の各世帯における消費水準について考察を行う。

レファレンスシナリオでは、図4.6.9に示すように、各世帯ともに2050年の消費水準は2005年と比較して増加する結果となった。ただし、世帯主年齢が60歳以上の高齢者世帯については、伸びが最も小さく2005年から2050年にかけての増加は43%に止まっている。これは、世帯主年齢が59歳以下の世帯では、労働人口の減少に伴って労働価格が上昇する結果、所得が増加し、これによって最終消費の水準も50%以上増加することが要因である。これに対して、世帯主年齢が60歳以上の世帯では移転所得の占める比率が大きくなるために、所得は増加するものの他の世帯と比較するとその伸びは小さい。技術進展シナリオでは、GDPそのものが大きくなり、各世帯の消費水準もレファレンスシナリオと比較すると大きくなる。

2つの低炭素シナリオのうち、徴収した炭素費用を世帯数に応じて家計に還元するS1基準ケースの場合、60歳以上の世帯を除いて、消費水準が低下する結果となった。一方、徴収された炭素費用を所得税減税に充当するS2シナリオの場合、40-49歳、50-59歳が世帯主の世帯で最終消費の回復が大きくなっている。こうした消費水準の変化は、前述のGDPや炭素価格に対しても影響を及ぼしている。

これらの結果から、税収の還元方法は、財の需要に対して影響を及ぼし、その結果、GDPや炭素価格にも影響することが明らかとなった。高齢化や人口減少など様々な社会問題を抱える日本の将来において、炭素価格による収入がどのように対応できるかをあわせて検討することが可能となるとともに、社会全体としてどのような消費構造を目指すかといった議論が必要となることを、こうした結果は示唆している。

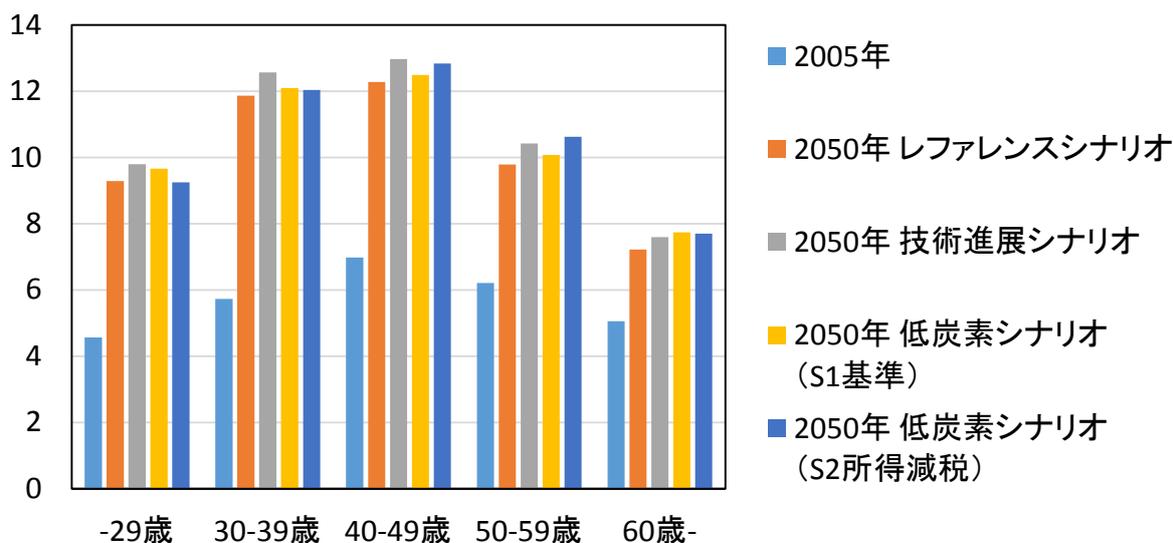


図4.6.9 世帯主年齢別各世帯の世帯当たり最終消費 (2005年=100万円/世帯)

#### 4.6.6 その他の感度解析

将来を対象とした分析においては、様々な前提を想定していることから、不確実性の評価が必要となる。本分析では、技術進歩、エネルギー間の代替、再生可能エネルギー供給量について、感度解析を行った。これらは、中央環境審議会の「長期低炭素ビジョン」において重要とされたものである。

想定される技術が、技術進展シナリオではなくレファレンスシナリオのまま2050年80%削減を実施しようとした場合、2050年の炭素価格は22万円/t-CO<sub>2</sub>eqにまで上昇する。その結果、2005年以降の年平均経済成長率は0.77%と、経済成長はするものの、技術進展シナリオに対応するエネルギー効率改善の場合と比較すると2050年に30兆円程度の経済的損失が発生する結果となった。これは、技術進歩が見込めない場合には、経済活動の速度を落として対応する必要があることを示唆している。

また、エネルギー需要部門において、エネルギー間の代替が想定よりも進まない状況を前提とした場合、2050年のGDPは3兆円の損失が発生する結果となった。こうした結果は、エネルギー効率改善のみならず、エネルギーを需要する活動において燃料代替も低炭素社会の実現において重要な要因であることを意味する。

一方、再生可能エネルギーの2050年の供給量が、想定値に対して10%増大すると仮定すると、2050年のGDPは6000億円増加する結果となった。こうした結果は、低炭素社会の実現には、電源の低炭素化も重要となることを示している。

#### 4.6.6 まとめ

本研究では、逐次均衡型の応用一般均衡モデルであるAIM/CGE [Japan]を用いて、2050年における温室効果ガス排出量を80%削減についてシミュレーションを行うとともに、炭素税の税収を所得税減税に活用する場合について検討を行った。

4.5節で使用したE3MEモデルによる結果に比べ、2050年に80%削減を実現するために必要な炭素価格（炭素税率、温室効果ガスの限界削減費用）は、炭素税収を家計に世帯数に応じて均等返還する基

本政策パッケージにおいて7.8万円/t-CO<sub>2</sub>eq、所得税減税に充当するケースで6.9万円/t-CO<sub>2</sub>eqとなり、E3MEモデルによる結果より高めの推計値となった。一方、本分析においてもグリーン税制改革により、大幅な温室効果ガス排出削減と、厚生水準改善および一定以上のGDP成長率の維持といった政策目標の同時達成は可能であることが示された。E3MEモデルおよびCGEモデルという、異なる特徴を持った2つのモデルの両方で良好な結果が得られたことは、グリーン税制改革の政策効果を裏付けるものと考えられる。

税取りサイクル方法による政策効果への含意として、温室効果ガス排出削減とともに所得税減税を導入することによって、最終消費全体の構造が変化し、炭素価格や経済活動そのものに影響が及ぶことが明らかとなった。こうした結果は、炭素税を導入する場合に、どのように税収を活用するかによって、経済活動への影響が変化することを示唆したものであり、今後は、税率とともに最も効果的な税収の活用について議論が必要になるといえる。なお、2050年における発電の構成については、80%削減時には再生可能エネルギーが最大限導入され、電力需要が増大する場合にはガス火力によって対応するという結果となり、CCSも最大限に活用される。

最後に、今回のシミュレーションにおける課題を挙げておく。今回のシミュレーションでは、応用一般均衡モデル単独で用いて分析を行ったことから、想定される経済活動に対する発電電力量（特に再生可能エネルギーの導入量）や省エネ技術の想定について更なる検討が必要であると認識している。より具体的な低炭素政策のデザインに向けては、技術選択モデルを用いてどのような技術がどれだけ導入されるかということについて、費用を含めて検討する必要があると考えている。

## 参考文献

総務省(2009) 平成17年産業連関表，経済産業調査会

日本エネルギー経済研究所(2018) IEEJアウトルック2018—2050年に向けた展望と課題一，  
<http://eneken.ieej.or.jp/data/7565.pdf>

総務省統計局 家計調査年報

中央環境審議会(2017) 長期低炭素ビジョン



## 4.7 結論

### 4.7.1 本研究の成果

#### (1) 炭素税・グリーン税制改革の政策パッケージ策定

本研究では、炭素税・グリーン税制改革に関する既存の理論的研究のレビューを通じ、グリーン税制改革の方向性への示唆を得るとともにモデル分析や制度設計を進める上での含意を得た。また、欧州の先進的事例の分析を通じ、政策パッケージの制度設計に関する検討を行った。

理論的研究のレビューからの主な含意として、まず完全競争市場条件を満たさない現実社会で有効な政策として、ピグー税のような最適経済手段として炭素価格を位置づけるよりも、むしろ排出削減目標を達成しうる炭素価格を模索するボーモル・オーツ税の考え方が有効であることを確認するとともに、政策の導入により政策を導入しない場合（BAU）に比べ効率が改善するかを意思決定基準する従来型の政策影響評価では、構造的な変革を伴うと考えられる大幅排出削減を目指した本研究の政策を評価するうえで問題があることを確認した。また、二重配当仮説の精査を通じて、様々な税収リサイクル方法により期待される効果についての含意を得た。

また、グリーン税制改革における炭素税収の安定性に関する検討から、炭素税の持つ価格シグナル機能と財源調達機能が対立する可能性があり、急激な排出削減により税収安定性を損なう可能性がある場合には、価格シグナル機能に基づく税率設定が阻害される可能性があることを指摘した。一方、実証的には、短期的な税収安定性を損なうほどの排出削減が実現する可能性は低いこと、また、長期的な税収変動については環境税に限らず租税一般に起こっている事態であり、租税全体の定期的な見直しは制度化されていることから、価格シグナル機能の観点から税率を設定したうえで、すべての税収を減税に活用する形での二重配当の追及が可能であるとの見通しが得られた。

グリーン税制改革とETSの政策ミックスの検討からは、本研究ではグリーン税制改革のもとで、発電部門やエネルギー多消費産業で一定以上の事業規模を持つ事業者についてはオークション型ETS導入を条件に炭素税を減免する形での政策ミックスを基本方針とすることを確認した。また、ETSの炭素価格低迷対策の一つであるフロアプライスとしての炭素税の活用、あるいは国際競争力への懸念が大きい製造業と発電事業者の炭素価格を差別化するための炭素価格の活用といった、ETSの効果的運用の視点からの炭素税活用という別のタイプの政策ミックスについても議論を行った。

欧州先進事例の研究からは、主な反対勢力となっていた産業部門などのために導入した特定の部門、業種に対する減免措置がそれ以外の部門に対する「逆差別」になりかねず、制度設計において注意すべき法的課題であることを明らかにした。制度設計上大きな争点となる減免措置について、激変緩和措置の観点から制度設計に関する検討を行い、業種による価格転嫁率を考慮した時限的な減免措置についての提案を行った。また、ドイツの事例におけるステークホルダーに与える影響分析から、税収の還流により逆進性の緩和は十分可能であるものの、税収の還流の際に公共交通の利便性を考慮した配分も必要となることが示唆された。

これらの分析を踏まえ、本研究では2030年NDC削減目標、2050年80%削減目標を達成でき、かつ政治的受容性の観点から国際的に妥当と思われる炭素税率の設定、逆進性緩和策を重視した炭素税収の家計均等返還を柱とした政策パッケージを提案した。ただし減免・免税措置については現行の温暖化対策税と同じ課税対象とするという前提条件があり、時限的な減免措置については定量分析には反映していない。この点については今後の課題と考える。

## (2) 炭素税・グリーン税制改革の政策目的に見合った政策評価手法の提案

本研究の目的に即した定量的政策影響評価の方法論として、費用便益分析（CBA）の方法論に基づくBAUとの比較による手法の問題点、特にBAUに気候変動対策に関する不作為コストを反映しないBAUシナリオとの比較で政策影響を評価する現在の慣行の問題点を指摘したうえで、本研究における定量的政策影響評価の方法論として、質の高い生活（Decent quality of life）について充足すべき条件を設定したうえで、排出削減目標の達成と質の高い生活に関する充足条件の達成を政策実施の判断基準とするアプローチを提案した。このアプローチの課題として、質の高い生活のための充足条件をどのように設定するか議論が遅れており、理想的には食、移動やレジャーといったサービスの需要量について下限値を設定し、すべてのサービス需要について下限値を下回らないことを示すことで充足性を担保できると考えられるが、本研究では日本を含む先進国の評価を行う場合の簡略化した手法として、厚生水準指標が現状を下回らないことを条件とすることとした。

一方、モデルによる推計結果についての議論を行うためには、政策ショックを与えたことによる変化を評価する必要がある。例えば、政策パッケージによる排出削減影響を分析するうえでは、政策を入れないケース（BAU）に対し、政策を入れることでどれだけ乖離が生じたかを推計することが有効である。本研究では、政策目標達成度の評価と、モデル推計結果についての議論を行うためのBAUとの比較に基づく2つの異なる種類の分析を使い分けることを提案した。

## (3) 炭素税・グリーン税制改革政策パッケージの評価

本研究では、マクロ計量経済モデルであるE3MEモデルと、応用一般均衡モデルであるAIM/CGE[Japan]モデルを併用し、それぞれのモデルの特徴および限界に留意しながら政策パッケージの評価を行った。

E3MEモデルでの分析に用いた政策パッケージでは、炭素税収の一部をエネルギー効率投資にまわす設定とすることで炭素税率を目安である2030年約100ドル、2050年約500ドルを実現した。その上で、炭素税収のリサイクル方法について、逆進性緩和を重視した家計への均等返還を基本政策パッケージとしつつ、所得税減税に充当するケース、および企業負担の雇用関連社会保障費の軽減に充当するケースについて分析を行った。

まず、基本政策パッケージにより、排出削減目標を達成しつつ、厚生水準指標である一人あたり等価変分（基準年比）、経済システム安定性の指標である年平均GDP成長率に関する政策目標を達成できることを示した。また、炭素税収は2050年に向けて堅調に増加しており、税収安定性上の問題が生じないことが示唆された。一方、所得分配指標であるGini係数に関しては政策目標が達成できず、さらなる逆進性緩和対策の必要性が示唆された。

BAUとの比較に基づく分析では、基本政策パッケージにより2050年のGDPはBAU比5.3%上昇し、経済成長と温室効果ガス排出のデカップリング（Decoupling）の達成が可能であることが示された。各部門への影響で見ると、免税対象である製鉄・鉄鋼部門やセメント部門（非金属鉱物部門）の排出削減は限定的である一方、発電部門では90%削減となるなど、免税措置により排出削減コストの負担に偏りが生じていることが分かった。また、基本政策パッケージによる海外への影響を分析した結果、各

国・地域のGDPおよびCO<sub>2</sub>排出量への影響は微々たるものであった。世界総計ではGDPが増加、CO<sub>2</sub>排出量が減少する結果となり、我が国のグリーン税制改革が世界全体のデカップリングに貢献する可能性が示された。

税収の一部をエネルギー効率改善投資に充当することによる効果については、税収の2%~4%程度を投資に充当することで、目標達成に必要な炭素税率は半分以下に下がり、それに伴い炭素税収は2050年に約18兆円削減できることになる。一方、税収をエネルギー効率改善投資に充当しない場合、2050年の炭素税率が12万円/t-CO<sub>2</sub>を超える高税率となるにも関わらず、GDP成長率が最も高い結果となった。これは、高い炭素税率にともない炭素税収が大幅に増えるため、家計への均等還元による消費促進効果が大きく、経済活性化につながっているためである。

税収リサイクル方法の影響については、逆進性緩和の観点からは家計に同額を一括還元する基本政策パッケージが最も有効であった。一方、雇用関連社会保障負担費用の軽減に充当したケースでは、比較的GDP成長が低い結果となった。これは、税収を家計ではなく企業に還元した場合、内部留保などにより景気刺激効果が低くなるためと考えられる。

AIM/CGE[Japan]モデルを用いた分析では、排出削減目標を達成するために必要な炭素税率が、税収を家計に均等返還する場合で7.2万円/t-CO<sub>2</sub>eq、所得税減税に充当する場合で8.4万円/t-CO<sub>2</sub>eqと、E3MEモデルでの推計結果より高い税率となったものの、政策目標とした厚生水準の改善（一人あたり等価変分が正）および社会経済システム安定性維持に必要な年平均GDP成長率の確保と、大幅排出削減の同時達成が可能であるとの結果となった。また、さらなる逆進性緩和対策の必要性が示唆される結果となった。BAUとの比較に基づく結果からは、グリーン税制改革パッケージによりわずかに実質GDPが減少する結果となっている。E3MEモデルと対照的な結果となったが、これは、基準年において失業や遊休資本などの需給ギャップが存在し、需要を喚起することで経済効率性を改善することが可能なE3MEモデルと、基準年において市場均衡を仮定しており、政策などの外生ショックが市場に対する追加的な歪みとして働くCGEモデルの違いによるものと考えられる。一方、本研究で採用した政策目標に対する政策評価の結果については、排出削減、厚生水準の改善、社会経済システム安定性の維持（一定以上の実質GDP成長率の確保）といった目標は達成可能であることを示唆している点で2つのモデルの結果は一致している。

このように、本分析では、2つのモデルの分析結果を合わせて、本格的炭素税を軸としたグリーン税制改革により、2050年80%削減と豊かな暮らしが同時に達成される低炭素・脱炭素社会への明るいビジョンを示すことができた。このビジョンの実現を目指し、政府には2050年までの脱炭素社会構築を見据えた一貫した方向性を示し、効果的な政策を打ち出していくことが期待される。これにより低炭素技術、製品、サービスの市場競争力の強化、低炭素イノベーションの加速化に向けた市場環境の整備、そして自然との共生できる豊かな社会の構築が可能であろう。

#### 4.7.2 本研究成果による環境政策への貢献

パリ協定の発効に伴い、カーボンバジェット制約に対応した社会構造変革の必要性についての認識が徐々に広まっている。このような社会構造改革のための有効な政策手段として、我が国においても本格的なカーボンプライシングに関する議論が始まったところであり、2050年80%削減目標の達成を目指したグリーン税制改革の絵姿を描く本研究は重要な環境政策への貢献になると考えている。

このような認識のもとで、本研究では炭素税・グリーン税制改革に関する既存の理論的研究のレビュー、および先進的事例に関する調査・分析を通じ、CO<sub>2</sub>排出の大幅削減を可能とするような本格的炭素税への国民的合意を得るためにはどのような追加的な議論が必要かについて検討を行うとともに、ドイツや北欧諸国の事例を参考に各ステークホルダーの懸念を同定し、どのような政策設計によってそれらの懸念に対処したのかについて分析した。また、これらのレビュー・分析から得られた知見に基づき、グリーン税制改革の政策パッケージの基本的な考え方や、グリーン税制改革の政策目的と整合性のとれた政策評価手法の提案を行ったうえで、提案内容に沿った形でマクロ計量モデルおよび一般均衡モデルによる炭素税・グリーン税制改革のシナリオ分析を行い、2030年において1万円～2万円/t-CO<sub>2</sub>前後、2050年において6万円～8万円/t-CO<sub>2</sub>前後の炭素税を中心とした税収中立的なグリーン税制改革により、2050年2030年のNDC削減目標（2013年比26%削減）および地球温暖化対策計画における2050年長期削減目標（80%削減）の達成と、ゆたかな暮らしの実現の同時達成が可能であることを示した。また、海外への影響についても検証し、我が国のグリーン税制改革が世界全体のデカップリングに貢献しうることも示した。このようなグリーン税制改革による社会的経済的変化の可能性および必要性について広く議論を喚起する目的で、2016年9月29日および2018年3月15日に公開シンポジウムを開催し、これらの研究成果を発表するとともに、企業や金融部門の有識者とのパネルディスカッションを通じて議論を深掘りした。また環境経済政策学会において本研究成果に関する企画セッションを実施し、学識経験者との議論・意見交換も行った。

本研究の成果、およびこれらの活動を通じて、炭素税・グリーン税制改革の必要性を発信するとともに、制度設計に有効な知見を提供することで、持続可能な社会の実現に大きな役割を果たすと期待されるカーボンプライシング導入に向けた政策議論に貢献することができた。

### III. 參考資料



## 1. E3ME モデルにおける定義式と推定式、そして主要変数一覧

### 1.1 E3ME key economic identities

#### 1. GDP

$$RGDP = RSC + RSK + RSG + RSX - RSM$$

RGDP(reg)	GDP, 2005 prices
RSC(reg)	total consumer expenditure, 2005 prices
RSK(reg)	total investment (GFCF), 2005 prices
RSG(reg)	total final government expenditure, 2005 prices
RSX(reg)	total exports, 2005 prices
RSM(reg)	total imports, 2005 prices

#### 2. Output

$$QR = QRY + QRC + QRK + QRG + QRX - QRM$$

QR(reg,ind)	GDP, 2005 prices
QRY(reg,ind)	vector of output (by product), 2005 prices
QRC(reg,ind)	vector of final consumer output goods, 2005 prices
QRK(reg,ind)	vector of final investment goods, 2005 prices
QRG(reg,ind)	vector of final government goods, 2005 prices
QRX(reg,ind)	vector of final exported goods, 2005 prices
QRM(reg,ind)	vector of final imported goods, 2005 prices

#### 3. Balancing supply and demand

$$YR = QR$$

YR(reg,ind)	vector of output (by industry), 2005 prices
QR(reg,ind)	vector of output (by product), 2005 prices

#### 4. Value added

$$YRF = YR(ind) * (1 - YRUM(ind) - YRUT(ind))$$

YRF(reg,ind)	vector of value added, 2005 prices
YR(reg,ind)	vector of output (by industry), 2005 prices
YRUM(reg,ind)	vector of unit intermediate costs by industry, 2005 prices
YRUT(reg,ind)	vector of unit tax costs by industry, 2005 prices

#### 5. Consumer prices

$$PCR = QCC * PQRD * (1 + CRTR)$$

PCR(reg,con)	vector of consumer prices, by product, 2005 prices
QCC(reg,ind,con)	matrix that converts industry production to consumer products
PQRD(reg,con)	vector of prices of industry sales to the domestic market, 2005 prices
CRTR(reg,con)	vector of indirect tax rates on consumer products

## 6. Consumer price index

$$\text{PRSC} = \text{sum} (\text{PCR} * \text{CR}) / \text{RSC}$$

PRSC(reg)	aggregate consumer price index, 2005 = 1.0
PCR(reg,con)	vector of consumer products' prices, 2005 = 1.0
CR(reg,con)	vector of expenditure on consumer products, 2005 prices
RSC(reg)	sum of expenditure on consumer products, 2005 prices

## 7. Nominal income

$$\text{RGDI} = \text{RRI} - \text{RDTX} - \text{REES} + \text{RWS} + \text{RBEN}$$

RGDI (reg)	nominal household incomes
RRI (reg)	non-wage income, nominal terms
RDTX (reg)	direct taxes, nominal terms
REES (reg)	employees' social contributions, nominal terms
RWS (reg)	wage income, nominal terms
RBEN (reg)	benefit payments, nominal terms

## 8. Real income

$$\text{RRPD} = (\text{RGDI} / \text{EX}) / \text{PRSC}$$

RRPD(reg)	measure of real household income, 2005 prices
RGDI (reg)	nominal household incomes
EX (reg)	exchange rate, convert national currency to euros
PRSC(reg)	aggregate consumer price index, 2005 = 1.0

## 1.2 E3ME stochastic equations

### 1. Disaggregated Final Consumption

$$CR = F(RRPD, PRCR, RRLR, PRSC/PSC1, CDEP, ODEP)$$

CR(reg,con)	final consumption by product
RRPD(reg)	disposable income
PRCR(reg,con)	real prices
RRLR(reg)	real long run interest rates
PRSC(reg)/PSC1(reg)	change in price levels
CDEP(reg)	child population dependency ratios
ODEP(reg)	aged population dependency ratios

### 2. Energy demand (total and disaggregated)

$$FRO = F(FRY, PREN, FRTD, ZRDM, ZRDT, FRK)$$

$$FRCT = F(FRO, PFRC, FRTD, ZRDM, ZRDT, FRK)$$

$$FRET = F(FRO, PFRE, FRTD, ZRDM, ZRDT, FRK)$$

$$FRGT = F(FRO, PFRG, FRTD, ZRDM, ZRDT, FRK)$$

$$FROT = F(FRO, PFRO, FRTD, ZRDM, ZRDT, FRK)$$

FRO(reg, fu)	total final energy demand
FRET(reg, fu)	share of electricity demand
FRGT(reg, fu)	share of natural gas demand
FROT(reg, fu)	share of heavy oil demand
FRY(reg, fu)	economic activities
PREN(reg, fu)	real average prices of energy
FRTD(reg, fu)	R&D investment
ZRDM(reg)	R&D expenditure for machinery
ZRDT(reg)	R&D expenditure for vehicles
FRK(reg, fu)	investment in energy using equipment
PFRC(reg, fu)	price of coal €/toe
PFRE(reg, fu)	price of electricity €/toe
PFRG(reg, fu)	price of natural gas €/toe
PFRO(reg, fu)	price of heavy oil €/toe

### 3. Investment into industrial sectors

$$KR = F(YR, PKR/PYR, YRWC, RRLR, YYN)$$

KR(reg, inv)	investment into industrial sectors
YR(reg, ind)	industry output
PKR(reg, ind)/PYR(reg, ind)	investment prices to production ratio,
YRWC(reg, ind),	real labour costs
RRLR(reg)	real long run interest rates
YYN(reg, ind)	production to production capacity ratio ('spare capacity')

### 4. Labour participation rate

LRP = F (RSQ, RWSR, RUNR, RBNR, RSER, RHRS, LRQU, RTIM)

LRP(reg,lab) labour participation rate  
RSQ(reg) total output of products  
RWSR(reg) purchasing power  
RUNR(reg) unemployment rate  
RBNR(reg) social security benefit to wages ratio }  
RSER(reg) ratio of services to non-services value added  
RHRS(reg) hours worked  
LRQU(reg,lab) qualifications  
RTIM(reg) time trend, 1971=1

5. Prices of exports

PQRX = F (PQRY, PQWE, EX, YRULT, YRKC\*YRKS, YRKN)

PQRX(reg,ind) prices of exports  
PQRY(reg,ind) prices of competing exports  
PQWE(reg,ind) prices of world commodities  
EX(reg) exchange rates  
YRULT(reg,ind) unit labour costs plus unit tax costs  
YRKC(reg,ind)\*YRKS(reg,ind) cumulated invest. IT tech times tertiary education skills  
YRKN(reg,ind) cumulated investment in non IT tech

6. Prices of imports

PQRM = F (PQRF, PQWE, EX, YRUL, YRKC\*YRKS, YRKN)

PQRM(reg,ind) prices of imports  
PQRF(reg,ind) weighted average of other regions' export prices  
PQWE(reg,ind) prices of world commodities  
EX(reg) exchange rates  
YRULT(reg,ind) unit labour costs plus unit tax costs,  
YRKC(reg,ind)\*YRKS(reg,ind) cumulated invest. IT tech times tertiary education skills  
YRKN(reg,ind) cumulated investment in non IT tech.

7. Prices of domestic sales

PYH = F (YRU, PQRM, YRKC\*YRKS, YRKN, YYN)

PYH(reg,ind) prices of domestic sales  
YRUC(reg,ind) function of industrial unit costs  
PQRM(reg,ind) import prices  
YRKC(reg,ind)\*YRKS(reg,ind) cumulated invest. IT tech times tertiary education skills  
YRKN(reg,ind) cumulated investment in non IT tech.  
YYN(reg,ind) production to production capacity ratio ('spare capacity')

8. Product imports from outside trading region

QEM = F (QRDI, PQRM, PYH, EX, YRKC\*YRKS, YRKN, SVIM, YYN)

QEM(reg,ind) product imports from outside local trading region (e.g. EU)

QRDI(reg,ind)	total supply
PQRM(reg,ind)	prices of imports
PYH(reg,ind)	domestic prices
EX(reg)	exchange rates
YRKC(reg,ind)*YRKS(reg,ind)	cumulated invest. IT tech times tertiary education skills
YRKN(reg,ind)	cumulated investment in non IT tech.
SVIM(reg)	indicator of progress in the trade bloc
YYN(reg,ind)	production to production capacity ratio ('spare capacity')

#### 9. Product imports from inside trading region

$$QIM = F(QRDI, PQRM, PYH, EX, YRKC*YRKS, YRKN, SVIM, YYN)$$

QIM(reg,ind)	product imports from inside local trading region
QRDI(reg,ind)	total supply
PQRM(reg,ind)	prices of imports
PYH(reg,ind)	domestic prices
EX(reg)	exchange rates
YRKC(reg,ind)*YRKS(reg,ind)	cumulated invest. IT tech times tertiary education skills
YRKN(reg,ind)	cumulated investment in non IT tech
SVIM(reg)	indicator of progress in the trade bloc
YYN(reg,ind)	production to production capacity ratio ('spare capacity')

#### 10. Investment in dwellings (houses)

$$RDW = F(RRPD, RRLR, CEDP, ODEP, RUNR, PRSC/PSC1)$$

RDW(reg)	investment in dwellings
RRPD(reg)	disposable income
RRLR(reg)	real interest rates
CDEP(reg),	child population dependency ratios
ODEP(reg)	aged population dependency ratios
RUNR(reg)	unemployment
PRSC(reg)/PSC1(reg)	changes in price levels

#### 11. Total consumer expenditures

$$RSC = F(RRPD, RRLR, CDEP, ODEP, cum(RDW), RUNR, PRSC/PSC1)$$

RSC(reg)	total consumer expenditures
RRPD(reg)	personal disposable income
RRLR(reg)	real interest rates)
CDEP(reg)	child population dependency ratios
ODEP(reg)	aged population dependency ratios
RDW(reg)	cumulated investment in dwellings
RUNR(reg)	unemployment
PRSC(reg)/PRC1(reg)	changes in price levels

#### 12. Industry employment

$$YRE = F(YR, LYLC, YRH, YRKC*YRKS, YRKN)$$

YRE(reg,ind)	industry employment
YR(reg,ind)	industry output (equals demand QR(reg,ind))
LYLC(reg,ind)	real wage costs per employee
YRH(reg,ind)	hours worked
YRKC(reg,ind)*YRKS(reg,ind)	cumulated invest. IT tech times tertiary education skills
YRKN(reg,ind)	cumulated investment in non IT tech.

13. Hours worked

$$YRH = F(YRNH, YRKC*YRKS, YRKN, YYN)$$

YRH(reg,ind)	hours worked
YRNH(reg,ind)	standard hours worked in industry
YRKC(reg,ind)*YRKS(reg,ind)	cumulated invest. IT tech times tertiary education skills
YRKN(reg,ind)	cumulated investment in non IT tech.
YYN(reg,ind)	production to production capacity ratio ('spare capacity')

14. Industrial production capacity (Note: larger than YR = QR, i.e. there exists spare capacity)

$$YRN = F(YR9, YRKC*YRKS, YRKN, RWPP)$$

YRN(reg,ind)	industrial production capacity
YR9(reg,ind)	average growth in YR over the past nine years
YRKC(reg,ind)*YRKS(reg,ind)	cumulated invest. IT tech times tertiary education skills
YRKN(reg,ind)	cumulated investment in non IT tech.
RWPP(reg)	working age population

15. Average earnings per person

$$YRW = F(LYWE, LYRXE, LYRP, RUNR, RBNR, APSC, ARET, REIW, YYN)$$

YRW(reg,ind)	average earnings per person
YRWE(reg,ind)	wage rates in the same sector in other countries
YRXE(reg,ind)	wage rates in other sectors in the same country
LYRP(reg,ind)	labour productivity
RUNR(reg)	unemployment
RBNR(reg)	social security benefits ratio to wages
APSC(reg)	consumer price deflator, adjusted for tax
ARET(reg)	share of wages retained (not tax)
REIW(reg,ind)	inflation expectations
YYN(reg,ind)	production to production capacity ratio ('spare capacity')

16. Long-term only econometric equations for bilateral trade

$$BIQRM(\text{reg,ind,reg}) = F(PQRX(\text{reg,ind}), YRKE(\text{reg,ind}))$$

PQRX(reg,ind)	prices of exports
YRKE(reg,ind)	technology index

### 1.3 E3ME main variables

Economic (region x sectors)			
Variable name	Description	Units	Endogenous or Exogenous
YRUT	industrial unit tax and residual costs (lc/unit output)	rate	Endo
QRY	products absorbed by industries (QYO in MDM)	constant price values million euros	Endo
PQDE	PQRD ex emission taxes (regulated inds for sales to ESI) (lc)	base year=1.0	Endo
QIX	product exports to rest of EU	constant price values million euros	Endo
PCR	prices of consumers' expenditures (local currency)	base year=1.0	Endo
PQWE	ave prices of world commodities (dual classification)	base year=1.0	Exog (except energy price)
QRM	product imports	constant price values million euros	Endo
KRX	additional exogenous investment by investing sector (addition)	constant price values million euros	Exog
YREE	industrial employees	thousands	Endo
YRF	industry value-added at factor costs	constant price values million euros	Endo
CR	consumers' expenditures	constant price values million euros	Endo
YRW	ave. earnings by ind. th. euros per person year	rate	Endo
PGR	prices of gov. cur. exp. (local currency)	base year=1.0	Endo
QEM	product imports from outside EU	constant price values million euros	Endo
YRUM	industrial unit material and service costs (lc/unit output)	rate	Endo
YRKE	cumulated KR enhanced by YRDS	constant price values million euros	Endo
PYR	prices of industry outputs (local currency)	base year=1.0	Endo
YRP	industry profits	current price values million euros	Endo
PAR	population by age group in thousands	thousands	Exog
QIM	product imports from rest of EU	constant price values million euros	Endo
QRD	total product domestic demand (QRY+QRC+QRG+QRK+QRS)	constant price values million euros	Endo
LGR	labour force by gender	thousands	Endo
YRUC	industrial unit costs (lc/unit output)	rate	Endo

PQRM	prices of imported products (local currency)	base year=1.0	Endo
QEX	product exports outside EU	constant price values million euros	Endo
PYRF	prices of industry value-added at factor costs (lc)	base year=1.0	Endo
GR	government current expenditure	constant price values million euros	Exog
PYH	prices of home sales by home producers (local currency)	base year=1.0	Endo
YRE	industry employment (employees+self-employed)	thousands	Endo
YR	industry outputs at basic prices	constant price values million euros	Endo
PQRD	prices of all sales to the domestic market (local currency)	base year=1.0	Endo
YRWS	industrial wages and salaries	current price values million euros	Endo
YRUL	industrial unit labour costs (lc/unit output)	rate	Endo
QRX	product exports	constant price values million euros	Endo
QRC	products purchased by consumers	constant price values million euros	Endo
LRP	labour participation rate (LGR(1,.)//PAR(3,))	rate	Endo
YRT	product taxes and costs of emission permits for industry	current price values million euros	Exog
KR	investment by investing sector	constant price values million euros	Endo
CRTR	indirect tax rates consumers' exp.	rate	Exog
PQRX	prices of export sales (local currency)	base year=1.0	Endo
QR	output of products at basic prices	constant price values million euros	Endo
QRK	product flows to fixed investment	constant price values million euros	Endo
<b>Energy and environment (region x sector)</b>			
<b>Variable name</b>	<b>Description</b>	<b>Units</b>	
FCPE	process emissions by fuel user, th tC	thousands	Endo
FR0	total fuel use for energy, in thousand toe	thousands	Endo
FREH	exogenous electricity use, in thousand toe	thousands	Exog
FRCT	coal use for energy, in thousand toe	thousands	Endo
FRY	output or activity measure by energy user	constant price values million euros	Endo
EPRT	IEA total energy taxes in euro per toe	rate	Exog
FRBT	biofuel use for energy, in thousand toe	thousands	Endo

FRET	electricity use, in thousand toe	thousands	Endo
PFRG	price of coal use (incl taxes), in euro/toe	rate	Endo
FCO2	user emissions of carbon dioxide th tonnes carbon	thousands	Endo
EPR	IEA energy prices incl taxes in euro per toe	rate	Endo
PJR	ave (across uses) fuel prices (euros/toe) ex tax	rate	Endo
PPRE	price of electricity use (incl taxes) in euro/toe	rate	Endo
FRCH	exogenous coal use, in thousand toe	thousands	Exog
PFR0	ave (across fuels) fuel prices (euros/toe) incl taxes from PFR	rate	Endo
PJRT	ave fuel prices (euros/toe) including tax	rate	Exog
PFRG	price of gas use (including taxes) in euro/tonne	rate	Endo
FRGT	gas use for energy, in thousand toe	thousands	Endo
FROT	heavy oil use for energy, in thousand toe	thousands	Endo
PFR0	price of heavy oil use (incl taxes) in euro/toe	rate	Endo
FROH	exogenous oil use, in thousand toe	thousands	Exog
JCO2	fuel emissions of carbon dioxide th tonnes carbon	thousands	Endo
FRGH	exogenous gas use, in thousand toe	thousands	Exog
FRK	investment by energy user (RTD energy equations)	constant price values million euros	Endo
<b>Energy and environment (region total)</b>			
<b>Variable name</b>	<b>Description</b>	<b>Units</b>	
RETT	revenues: RTEA additional excise duties on energy	current price values million euros	endo (calculated from Exog energy tax)
PMI	prices of import groups in euro (2005=1.000)	base year=1.0	Endo
PMF	prices of import groups in \$ (2005=1.000)	base year=1.0	Endo
RGHG	emissions of GHGs as CO2-equivalent th tonnes carbon	thousands	Endo
RCOP	Carbon price time series (euro/tC)	rate	Exog
RCTT	revenues: RTCA additional excise duties on carbon	current price values million euros	Endo
RCO2	emissions of carbon dioxide th tonnes carbon	thousands	Endo
JREF	ESI fuel use (from ESFU) in thousand toe	thousands	Endo
RFU	regional total fuel use in thousand toe	thousands	Endo

### Economic (region total)

Variable name	Description	Units	
RSM	regional total import	constant price values million euros	Endo
RETR	employer social security ratios (1+(REERS/RWS))	rate	Exog
WREX	World exchange rates	rate	Exog
RSG	regional total govt final consumption	constant price values million euros	Exog
RGDP	GDP expenditure measure at market prices (RSC+RSG+RSK+RSS+RSX-RSM)	constant price values million euros	Endo
PRSM	price index (local currency) imports of goods & services	base year=1.0	Endo
RUNE	regional unemployment	thousands	Endo
PRSC	price index (local currency) consumers expenditure	base year=1.0	Endo
RSC	regional total consumers' expenditure	constant price values million euros	Endo
RITR	indirect tax ratios (1+(RITX*EX/RSC*PRSC))	rate	Exog
REER	regional employees social security payment ratio (REES/RWS)	rate	Exog
RSQ	regional total gross output of products	constant price values million euros	Endo
REERS	regional employers contributions to social security	current price values million euros	Exog
PRGD	price of GDP (local currency market prices) (PRSC*RSC+...)/RGDP	base year=1.0	Endo
RWPP	regional labour force (working-age pop.*particip. rate)	thousands	Endo
PRSK	price index (local currency) investment expenditure	base year=1.0	Endo
REES	regional employees contributions to social security	current price values million euros	Endo
RUNR	regional unemployment rates (AMECO basis) (not %)	rate	Endo
PRSG	price index (local currency) gov't expenditure	base year=1.0	Endo
RITX	regional indirect tax revenues (excl RCTT, RETT & RETX)	current price values million euros	Endo
REMP	regional total employment	thousands	Endo
RBEN	regional social security receipts	current price values million euros	Endo
RWS	regional wages and salaries	current price values million euros	Endo
RSVT	regional standard rate of VAT	rate	Exog
RDTX	regional deductions for income tax	current price values million euros	Endo
RDRTR	standardised OECD direct tax ratios (RDTX/RWS)	rate	Exog

RBNR	social security benefit ratios RBEN/RWS	rate	Exog
RSK	regional total investment spending	constant price values million euros	Endo
RRPD	regional real personal disposable income (RGDI*EX/PRSC)	constant price values million euros	Endo
RSX	regional total export	constant price values million euros	Endo
RRET	regional retentions ratio RWS/(RWS-RDTX-REES)	rate	Endo
RGDI	regional gross disposable incomes (QUEST)	current price values million euros	Endo
RYF	total industry value-added at factor costs (from YRF)	constant price values million euros	Endo
RPOP	regional population	thousands	Exog
PRSX	price index (local currency) exports of goods & services	base year=1.0	Endo
RERR	regional employers social security payment ratio (RERS/RWS)	rate	Exog
<b>FTT-Power</b>			
<b>Variable name</b>	<b>Description</b>	<b>Units</b>	
MEPD	FTT Total Primary Energy Demand by resource type (PJ or TWh)	rate	Endo
MWKA	Exogenous Electricity Capacity by technology (GW)	rate	Exog
MEFI	Technology feed-in tariff (subsidy percent of diff. LCOE to electricity price)	rate	Exog
MERC	FTT Resource prices or costs (2013\$/GJ or 2013\$/MWh)	rate	Endo
MWIC	Investment cost component of the LCOE (2013\$/kW)	rate	Endo
MJEP	FTT:Power marginal cost of fuels (current \$/toe)	rate	Endo
MEWD	FTT Non-Power demand for fuels (PJ)	rate	Endo
MCOC	Carbon cost component of the LCOE (2013\$/MWh)	rate	Exog
MECC	LCOE (for price) no carbon price incl subsidies incl CF (2013\$/MWh)	rate	Endo
METC	LCOE (as seen by investors) incl carbon price, subsidies, FIT (2013\$/MWh)	rate	Endo
MECS	LCOE incl. carbon price incl subsidies no FIT (2013\$/MWh)	rate	Endo
MJEF	FTT:Power fuel use for EI. generation (th toe)	thousands	Endo
MJCO	FTT:Power fuel use that produces emissions incl CCS (th toe)	rate	Endo
MEWT	Technology subsidy (percent of investment term)	rate	Exog
MEWP	FTT Marginal costs of fuels (2013\$/GJ)	rate	Endo
MWYI	Investment in new generation capacity (M200005)	rate	Endo

MWFC	Fuel cost component of the LCOE (2013\$/MWh)	rate	Endo
MEWE	Emissions by power technology (MtCO2)	rate	Endo
MEWK	Electricity Capacity by technology (GW)	rate	Endo
MEWC	LCOE bare, no policies, no carbon cost (2013\$/MWh)	rate	Endo
MEWI	New constructions of electricity capacity by technology (GW)	rate	Endo
MCO2	Global emissions including FTT:Power results (Mt CO2)	rate	Endo
MEWVG	Electricity Generation by technology (GWh/y)	rate	Endo
MEWS	Electricity technology Shares of Capacity	rate	Endo
MEWL	Electricity Load Factors by Technology	rate	Endo
MCFC	Capacity factor scaling component of the LCOE	rate	Endo