

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

社会システム編

現行技術による低炭素化のポテンシャルと
経済影響評価試算

平成27年3月

Potential and Economic Outcomes of Deploying Currently Available
Low Carbon Technologies

Strategy for Social System

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2014-PP-14
(平成27年4月印刷版)

概要

本提案書では、家庭の省エネが進み、再生可能エネルギーの導入が進み、産業の製造工程のリサイクルが進化したとき、経済はどのような姿になっていて、低炭素化はどの程度進んでいるかについて、日本経済の応用一般均衡モデルを用いて計算した結果を示した。

今回の想定による計算では、日本の CO₂ 排出量は基準データ比で 30.5% 減少するという結果が得られた。30.5% の構成は、17.8% が家庭の省エネ、12.5% が再生可能エネルギー進展、0.3% が鉄鋼リサイクル進展によるものであった¹⁾。また、GDP は横ばいであったが、産業構造変化が示された。

家庭の省エネについては、LCS による試算¹⁾に基づき、各家庭の光熱費とガソリン代がそれぞれ 4 分の 1 になると想定した。その結果、電気、ガス、石油製品の需要が減少し、その分家計は他の財を消費することになる。経済波及効果は、電力等のエネルギー関連部門より、サービス産業の方が大きいことから、GDP は微増となる。

再生可能エネルギー進展については、データの基準年である 2005 年の火力発電の 3 分の 2 が、太陽光発電と風力発電に置き換わると想定している。石炭・石油製品・電力の生産が減少し、建設とサービス業（特に研究部門）の生産が増加する。付加価値率についての想定は変更していないことから、GDP はほぼ横ばいであった。

鉄鋼のリサイクル進展については、基準年の転炉による粗鋼生産のうち 2 分の 1 が電気炉による生産に切り替わると想定している。その結果、リサイクルした鉄を利用することから、鉄鋼の生産（粗鋼需要）が減り、電力の生産が増加する。日本全体での CO₂ 排出削減量は少ないものの、鉄鋼部門の CO₂ 排出量の 3.4% 削減となった。

これら 3 種の前提を同時に想定した場合、前述の通り、日本の CO₂ 排出量は 30.5% 減と計算された。GDP はほぼ横ばいであり、産業構造は化石燃料や電力部門の生産が減少し、その分サービス産業や食料品部門の生産が増加した。大幅な CO₂ 削減は、現行の技術の最大導入だけでも大きく進み、構造変化は伴うものの、経済活動水準には変化がないという試算結果となった。

なお、本試算には、今回の想定に含まれていない「太陽光・風力以外の再生可能エネルギーの進展」や、「鉄リサイクル以外のリサイクル進展」は考慮されていない。これらを考慮することで、より大きな CO₂ 排出削減を見込むことができる可能性がある。一方で、産業構造変化による付加価値率の変化や、雇用への影響、国際競争による影響については考慮しておらず、これらを考慮することでどのように結果に影響が出るかを検討する必要がある。

さらに、将来の社会経済構造については、今後大きく変化する可能性も多いにあり得る。2030 年や 2050 年にどのような社会となっているかについては、多様な立場にある人々と一緒に議論を行うシナリオプランニング等の手法によって、複数シナリオを構築することを検討している。このように導かれたシナリオに基づいた試算を行うことについても、今後取組んでゆきたい。

¹⁾ 四捨五入した値を示しており、合計値と個別値を足し合わせた値が一致していない。

Summary

This paper is the first trial to expand the scope of our low carbonization scenarios. In addition to energy efficiency improvements within household sector, and deployment of renewable energy, we are newly introducing the concept of recycling economy. Since this is our first trial, we have only evaluated more electric furnaces to be used to produce crude steel. It had the effect to reduce 3.4% of carbon dioxide emissions within iron and steel sector, but it only counts for 0.3% of entire emissions by Japan.

Together with energy efficiency improvement within household sector and more renewable deployment, it was estimated to reduce 30.5% of national CO₂ emissions under the assumption that household energy consumption will be reduced by 75% according to LCS estimate^[1], and two third of fossil fuel power will be replaced by solar and wind power.

We are now investigating to include other renewable sources and other recycling technologies to our estimate. It is also planned to hold scenario planning sessions to include various views by various types of people, and establish several future scenario with quantitative analysis.

目次

概要

1. 提案の目的と背景	1
2. 分析	2
2.1 DALC モデルの概要	2
2.2 シナリオ設定	3
2.3 シナリオの詳細と個別の結果	4
(1) 家庭の省エネ	4
(2) 再エネ普及	6
(3) 鉄鋼のリサイクル進展	10
(4) 全影響を反映	14
3. 結果のまとめと今後の課題	17
引用文献	18

1. 提案の目的と背景

本提案の目的は、現在実用化している省エネ・再エネ・リサイクル技術の導入によって、①エネルギーを消費する家電や自動車の効率が向上し、②エネルギー源が再生可能エネルギーにシフトし、③素材産業・最終製品製造業におけるリサイクル率の向上等の生産構造が変化することで、生活水準や GDP を低下させなくとも低炭素化がどの程度実現可能かを定量的に計算し、示すことである。低炭素社会戦略センターでは、これまでも試算を行っており^{[2][3]}、特に現在は家庭の省エネについて、限定合理性を考慮したモデル手法を構築中である^[4]。一方で、本提案書にて扱う包括的な“広げる”作業も必要であるとの認識から、今回の試算を行っている。

今回の試算にて扱う、①の「家電・自動車効率」については、家計部門の財消費におけるエネルギー消費量の減少として計算可能である。一方で、エネルギー消費による消費効用は変化しないことから、高瀬（2012）^[5]において示した省エネ時の経済モデル（応用一般均衡モデル）における計算方法を利用する。②の「エネルギー源の再生可能エネルギーへのシフト」については、産業の電力部門における投入係数の変化によって表現する。③の「素材産業・最終製品製造業におけるリサイクル率の向上」については、今回、鉄鋼部門のリサイクル率向上（具体的には電炉比率の上昇）については、該当産業における投入係数の変化によって表現する。なお、今回は筆者による社会構造に関する想定（後述する「表1 シナリオ想定概要とモデルにおける扱い」参照）の下で計算を行っているが、今後、シナリオプランニング等の手法によって、様々な立場の人による多様な社会構造を想定し、複数のシナリオによる計算を行う予定である。本提案書における試算は、その試行段階である。

2. 分析

日本経済の応用一般均衡モデル DALC モデル (Model for Designing Affluent Low Carbon Economy) を利用する。

2.1 DALC モデルの概要

本報告に利用する経済モデルは、東京大学松橋・吉田研究室にて開発され、低炭素社会戦略センターによって利用・維持管理されている日本経済の応用一般均衡モデル DALC (Model for Designing Affluent Low Carbon Economy) である。DALC モデルの現データセットは、本報告執筆時点にて最新である 2005 年産業連関表 (確報)^[6]、国民経済計算年報^[7] を中心としている。

図1に示すように、産業部門は39部門、家庭の消費財は19財、家計は世帯の年間所得によって18階層に分類している。特に、エネルギー関連部門やエネルギー多消費産業については詳細に分類を行っている。



図1 消費財・所得階層・産業部門の内訳

輸出入については、価格と最終需要による輸入関数・輸出関数を部門ごとに設定している。貯蓄 (留保所得含む) が、まずは貿易関係によって決まる海外投資と、税金の収入と支出から決まる公債発行に振り分けられ、その残りが民間投資となる構造をとっている。

また、家計の消費構造については、家計調査と単身世帯収支調査をもとに推計を行っている。モデルやデータ推計の詳細については、長田 (2005)^[8] を参照されたい。

2.2 シナリオ設定

本報告においては、①家庭部門におけるエネルギー利用効率の向上（我慢ではない省エネ）、②エネルギー源の再生可能率の進展、③産業構造のリユース・リサイクル化の進展、の3種類の変化を考慮した。なお、今回は、②については「太陽光発電・風力発電の進展」、③については鉄鋼部門における電炉比率の上昇のみを試行的に対象としている。それぞれのシナリオ想定を表1に示した。

表1 シナリオ想定の詳細とモデルにおける扱い

	シナリオ想定の詳細	モデルにおける扱い
家庭の省エネ	自動車用燃料、光熱費が減少し、他の消費が増加する。	生産財・消費財変換行列(C matrix) ²⁾ において電気代(財3)・ガス代(財4)・他の光熱(財5)・自動車等維持(財15)のうち石油製品部門への需要について、1/4となる。家計出費減少分は、他の財需要に均等に配分されることから、家計の消費シェアパラメータは変更され、家計の可処分所得は、出費減少分増加する。
再エネ進展	電源に占める再エネ(太陽光・風力)比率が上昇する。	電力部門の投入係数が変化し、2005年実績火力の3分の1が太陽光発電に、3分の1が風力発電になると想定した。電気機械部門における太陽電池モジュール製造小部門の増加については、今回は影響を反映していない。
産業のリサイクル進展	鉄鋼部門の電炉比率が上昇する。	鉄鋼部門において、転炉による粗鋼生産の半分が電炉によるものとなるよう、投入構造を変更した。

家庭の省エネについては、電気代・ガス代・他の光熱、そして自動車等維持のうち石油製品部門への需要について、それぞれ4分の1まで効率化による消費減少が起こると想定した。4分の1となる想定については、LCSによる試算^{[1],[2]}を参考とし、設定している。

エネルギー源の再生可能率の進展については、電力を化石燃料燃焼からではなく、再生可能エネルギー源から得ることになることを想定している。(今回は、自動車用燃料・石油製品・都市ガス等を再エネ等の電力を用いて得た水素を利用することの影響については、対象外としている。今後考慮してゆきたい。)今回の試算では、早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所が推計している太陽光発電部門・風力発電部門の投入係数^[9]と、2005年データにおける電力部門内の「太陽光発電」と「風力発電」部門の比率を利用し、火力の3分の1を太陽光発電が、3分の1を風力発電が代替したと想定した。

鉄鋼部門のリサイクル率進展については、2005年産業連関表の詳細部門における粗鋼(電気炉)・粗鋼(転炉)の投入構造を利用し、国際的な電炉比率も勘案しながら、粗鋼(転炉)の半分が粗鋼(電気炉)に置き換わると想定した。

最後に、以上の3種の効果が全て実現した場合について、計算を行った。

²⁾ 生産財・消費財変換行列(C matrix)とは、家計の19財への需要が、それぞれの財についてどの産業部門(39部門)の需要となるかを変換するためのものである。例えば、第1財の食料への1単位の需要は、約半分が食料品部門(第7部門)と農林水産部門(第1部門)への需要となるが、残り半分は、商業部門(第32部門)とサービス業部門(第37部門)の需要となる。家庭における最終需要の変化が、生産構造に変化をもたらすための変換行列である。この「生産財・消費財変換行列」は、産業連関表の詳細に部門分類がされている表より推計した。

2.3 シナリオの詳細と個別の結果

省エネ・再エネ進展・鉄のリサイクル進展のそれぞれについて、シナリオを受けたモデル内での詳細設定とそれによる個別の結果を以下に示す。

(1) 家庭の省エネ

図2に示すように、今回の家庭の省エネでは、家計所得階層により、それぞれ5～27万円の年間の省エネによる節約を想定している。節約になった金額は、他の財の消費に均等に分配され(家計消費シェアパラメータによる)、家計の可処分所得を増加させている。なお、可処分所得の増加率は、所得階層によるが、3～4%の増加となった。

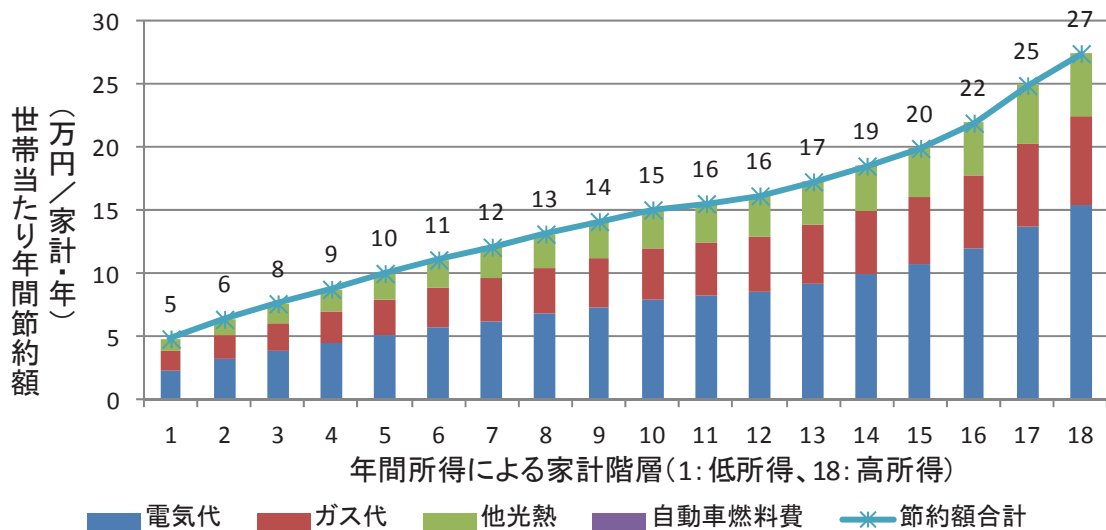


図2 世帯当たり年間節約額（年間所得による階層別）

なお、家庭部門全体としての“節約額”は約9.7兆円であり、基準データにおける家計消費の約3.5%、GDPの約2%に相当する。節約額を他の消費を増やすことに使うことで、家計の効用は増加する。産業構造変化（エネルギー産業からサービス産業へ）の影響による波及効果の裾野の広さの影響から、GDPは0.3%増加し、CO₂排出量は日本全体で17.8%、家庭部門においては74.3%減少する。

家庭の省エネ進展による産業構造への影響を図3に示した。図3の縦軸は、兆円（2005年実質価格）であり、基準データと比較して、省エネ進展シナリオにおける各産業の生産額の増減を示している。原油、天然ガス、石油製品、電力、都市ガス部門において生産が減少し、一方で商業、金融・保険、不動産、運輸、通信・放送、サービス業といった第三次産業を中心に、生産が増加している。これは、省エネになって節約になった家計の所得が、他の財の消費に使われた影響である。家計の所得に変化は与えていないことから、産業ごとに異なる“波及効果”の大きさの差が、GDPの増加をもたらしたと予想される。

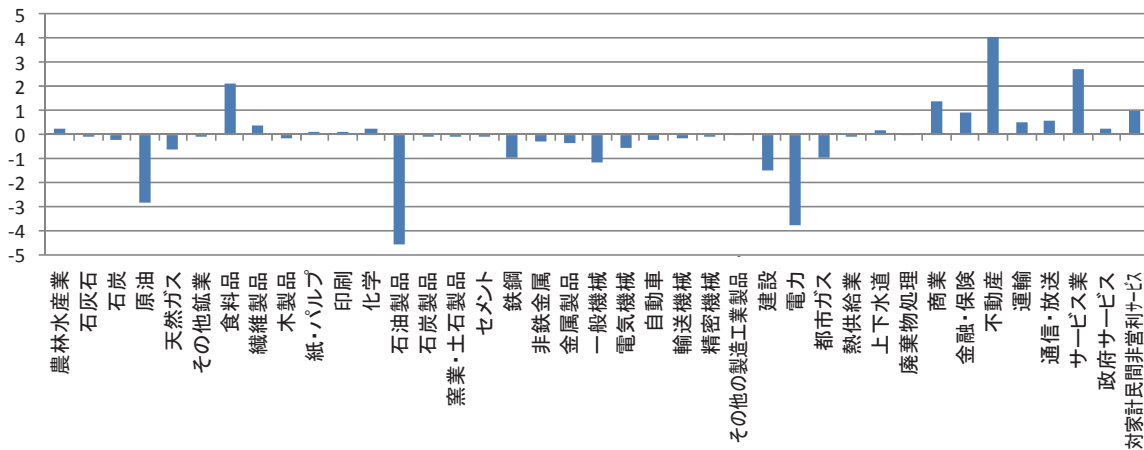


図3 省エネ進展による産業構造への影響（部門別生産額（実質）、対基準データ変化額、兆円）

産業別の波及効果の大きさについては、影響力係数によって知ることができる。影響力係数とは、投入係数³⁾の逆行列の列和を、列和平均で割った値であり、大きい方がその部門への需要による経済波及効果が大きいことを示す⁴⁾ [10]。図4に産業部門39部門の影響力係数を示す。電力や都市ガス、石油製品部門の影響力係数は大変小さく、一方で商業等のサービス部門の値は大きいことが分かる。この影響力の差によって、所得額が変わらなくともGDPの増加が起こったと言える。

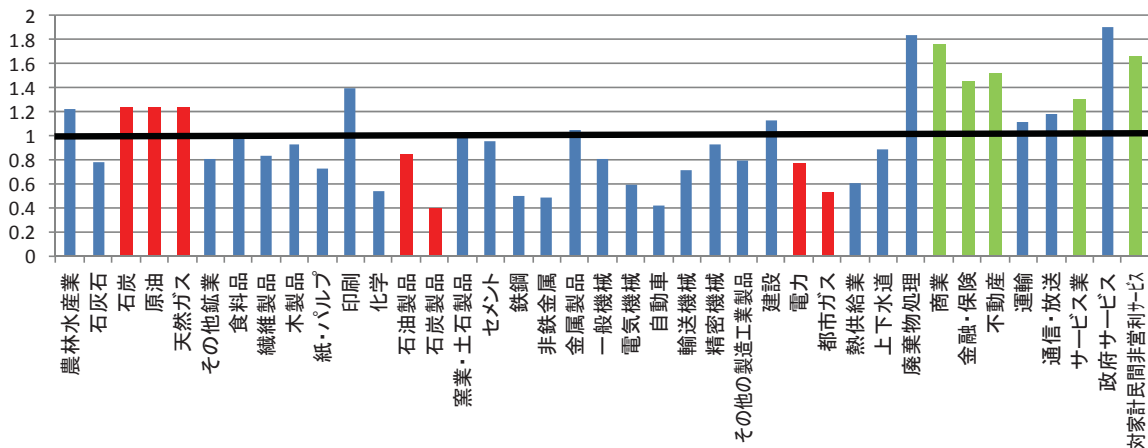


図4 2005年産業連関表に基づく影響力係数

これまでの試算と同様に、家計における省エネルギーは家計の効用を増加させ、また、特に節約分がサービス産業への出費増をもたらす場合については、影響力係数の違いから、GDPの微増をもたらすことが分かった。一方でCO₂排出量は17.8%減少するという計算結果が得られた。

³⁾ 投入係数とは、各部門の生産額に占める各投入要素（中間投入、つまり原材料や、各種サービス、賃金、資本費、税金等）のシェアを示す値である。産業連関表の基本取引表において、列方面の合計で各部門からの投入を割った値であり、列和は1となる。

⁴⁾ 投入係数の逆行列は、産業連関分析において、ある部門に対する1単位の需要が、中間投入構造を通じて、各部門の生産をどれだけ発生させるかを示す。投入係数の逆行列の列和は、1単位の該当部門への需要が、全産業の生産をどれだけ発生させるかを示し、その全産業平均との比率を「影響力係数」とし、影響力の大小を知るために利用している。影響力係数が1より大きい場合、その産業は平均と比べて、生産波及効果の大きい産業であり、1より小さい場合、小さい産業であると言える。

(2) 再エネ普及

再生可能エネルギーのうち、今回は太陽光発電と風力発電が大幅に普及したことを想定する。

再生可能エネルギー普及の影響については、新たに産業連関表を推計する方法が分かりやすい。一方で、新しい部門を創設することは、応用一般均衡モデルの改変を伴うため、今回はモデルとの接続性を重視し、関連する産業部門の値を変化させることで対応する。

関連する産業部門とは、本来、発電設備製造（建設）、発電・送配電（電力）、発電設備の内容（電気機械）の3部門にわたるが、電力部門以外において、電力部門用の建設や機械の占める割合は大変小さいことから、今回は電力部門内のみでの投入構造の変化のみを反映させることとした。なお、早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所による「次世代エネルギーシステム分析用産業連関表」^[9]を利用する。文献 [9] における 2005 年の電力部門内生産額シェア（つまり、発電に占める各発電形態の金額シェア）は、図 5 に示す通りとなっている。原子力発電 22.0%、火力発電 42.7%、水力発電 6.1%であり、残りの 23.7%は送配電事業となっている。生産額であり、また、送配電事業や自家発電も入っていることから、電源構成とは異なることに留意されたい。また、2005 年時点では、太陽光発電・風力発電ともに生産額は大変小さく、電力部門の生産額合計に占めるそれぞれの小部門のシェアは、0.2%と 0.0004%と大変小さい。

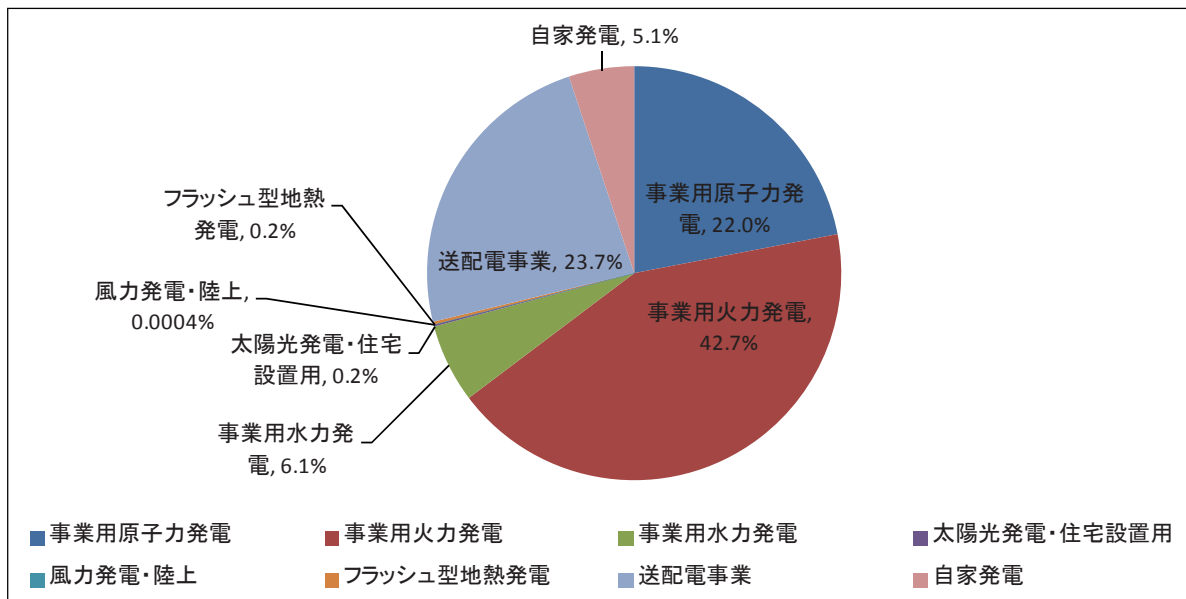


図 5 2005 年表における電力部門内生産額シェア（文献 [9] のデータを基に作成）

本推計では、火力発電の 3 分の 1 相当が太陽光発電に、3 分の 1 相当が風力発電になったと仮定している。よって、文献 [9] において個別に推計されている「太陽光発電部門」と「風力発電部門」の投入構造が、発電部門の投入構造により大きい影響を与えると仮定している。産業連関表において、産業部門の列は、その産業が生産を行うためにどのような原材料・サービス・賃金をどれだけ用いているかを金額で示したものであり、生産額（つまり列和）で割ることで、その産業が 1 単位生産する際にどれだけの投入が必要かを知ることができる。この係数ベクトルを「投入係数」と呼ぶ。図 6 に 2030 年の電力部門内に所属する詳細部門の投入係数をまとめたものを示した。つまり、それぞれの発電方法による投入構造の違いを示したものである。なお、2005 年表と 2030 年表の投入係数は、文献 [9] において同様との想定であった。

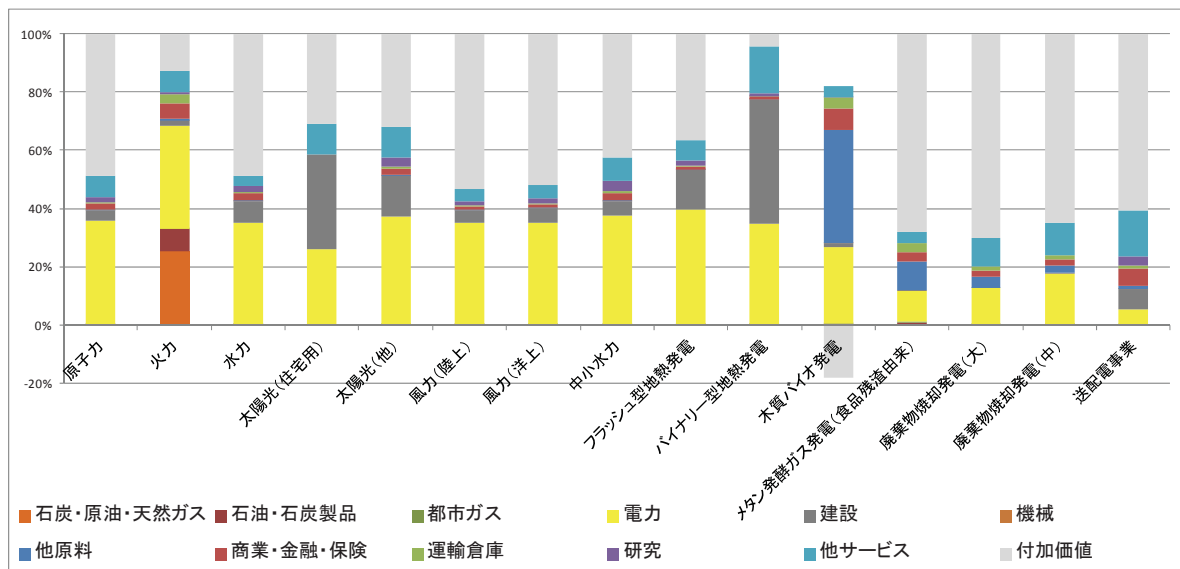


図 6 電力部門に所属する詳細部門の投入係数 (文献 [9] のデータを基に作成)

表 2 に、推計前と推計後の電力部門の投入構造の比較を示す。表 2 には、電力部門の投入係数ベクトルを 3 種類 (3 列目、4 列目、7 列目) 示している。3 列目の「推計前 (元データ)」と示された列は、DALC モデルにおける基準データである。「推計前 (元データ)」に対して、火力発電の 3 分の 2 が太陽光発電と風力発電になったことを反映した投入係数が「推計後 (合計調整前)」と示した 4 列目である。4 列目において、どの部門からの投入が増えて、どの部門からの投入が減ったのかを知るために、5 列目と 6 列目に、「推計前 (元データ)」と比べた「推計後 (合計調整前)」の変化率と変化額を示した。大きく増えたのは、建設部門とサービス部門 (研究が中心) であり、化石燃料・運輸が減少している。なお、推計の際には、賃金や資本費、税金といった付加価値に分類される投入要素の比率が、推計前 (元データ) と、「太陽光発電部門」「風力発電部門」では異なることから、投入要素の合計額が、若干合わないことになる。合計が「推計前 (元データ)」に合うように調整したものが、7 列目の「推計後 (合計調整後)」である。

本来は、どの発電方法による付加価値率が大きいのかといった議論も詳細に行う必要がある。しかし、今回は試算であり、付加価値に関する議論は行っておらず、今後の課題であることに留意されたい。

表 2 推計した電力部門の投入構造（単位：10 億円）

		推計前 (元データ)	推計後 (合計調整前)	変化率	変化額	推計後 (合計調整後)
1	農林水産業	7.4	7.4	0%	0.0	6.4
2	石灰石	0.0	0.0	-	0.0	0.0
3	石炭	805.2	62.2	-92%	-743.0	54.0
4	原油	358.8	358.8	0%	0.0	311.7
5	天然ガス	1,167.9	1,167.9	0%	0.0	1,014.6
6	その他鉱業	-0.6	-0.5	-11%	0.1	-0.5
7	食料品	14.4	14.4	0%	0.0	12.5
8	繊維製品	12.4	12.8	3%	0.4	11.1
9	木製品	43.7	37.5	-14%	-6.2	32.5
10	紙・パルプ	1.2	1.2	0%	0.0	1.0
11	印刷	55.0	52.6	-4%	-2.4	45.7
12	化学	10.6	8.4	-21%	-2.2	7.3
13	石油製品	708.5	515.1	-27%	-193.4	447.5
14	石炭製品	234.9	194.2	-17%	-40.7	168.7
15	窯業・土石製品	1.3	1.1	-16%	-0.2	1.0
16	セメント	0.0	0.0	-	0.0	0.0
17	鉄鋼	-5.0	-5.0	0%	0.0	-4.3
18	非鉄金属	14.0	13.9	-1%	-0.1	12.1
19	金属製品	19.2	18.3	-5%	-0.9	15.9
20	一般機械	456.6	456.6	0%	0.0	396.7
21	電気機械	300.3	300.3	0%	-0.0	260.9
22	自動車	157.0	157.0	0%	0.0	136.4
23	輸送機械	45.5	45.5	0%	0.0	39.5
24	精密機械	54.6	54.6	0%	0.0	47.4
25	その他の製造工業製品	105.7	96.9	-8%	-8.8	84.2
26	建設	1,894.5	4,198.2	122%	2,303.6	3,647.2
27	電力	561.1	557.0	-1%	-4.1	483.9
28	都市ガス	11.7	11.7	0%	-0.0	10.2
29	熱供給業	1.1	1.0	-13%	-0.1	0.8
30	上下水道	12.7	13.2	4%	0.6	11.5
31	廃棄物処理	104.3	92.5	-11%	-11.7	80.4
32	商業	699.2	626.3	-10%	-72.9	544.1
33	金融・保険	602.4	548.3	-9%	-54.1	476.4
34	不動産	119.8	122.5	2%	2.7	106.4
35	運輸	394.6	317.5	-20%	-77.2	275.8
36	通信・放送	510.7	505.0	-1%	-5.7	438.7
37	サービス業	2,101.0	2,751.6	31%	650.6	2,390.4
38	政府サービス	0.3	8.3	2419%	8.0	7.2
39	対家計民間非営利サービス	0.2	7.9	4747%	7.7	6.9
	合計	11,582.2	13,332.1	15.11%	1,749.9	11,582.2

電力部門の投入構造の変化のみを反映した推計後のモデルでは、CO₂ 排出量は基準データに対し、14.8% 減少することが分かった。省エネと再エネの両方を反映した計算では、CO₂ 排出量は基準データに対して 30.3% 減少と約倍になることが分かった。家庭の省エネ進展による CO₂ 排出量の減少は 17.8% であったので、再エネ進展の反映による追加的 CO₂ 排出量減少は 12.5% となる。再エネへの転換量が少なくなることから、再エネ進展単独の場合の 14.8% 減と、省エネ進展に追加する場合の 12.5% との差異が生じたものと推察される。

図 7 には、再エネ進展による産業部門別 CO₂ 排出量の増減を示した。電力部門単独での CO₂ 排出削減率は 51.1% であった。

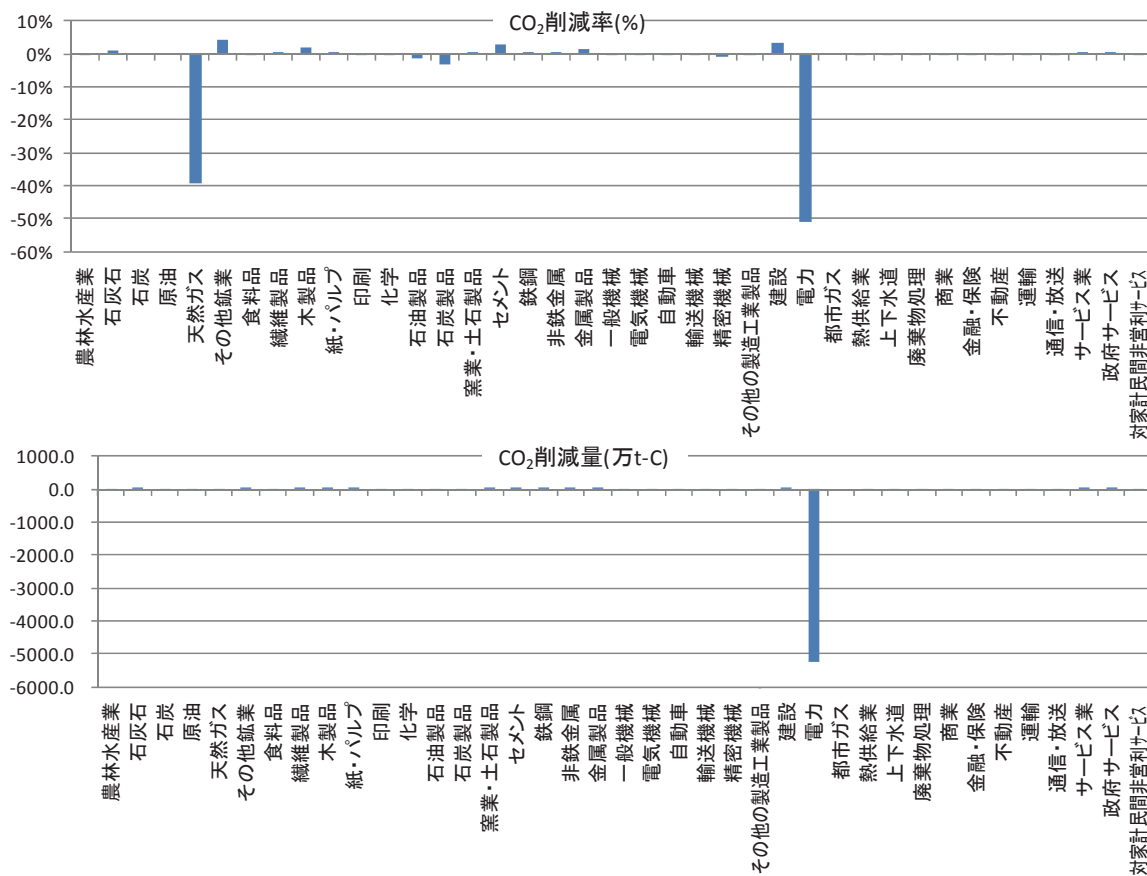


図 7 再エネ進展による部門別 CO₂ 排出量削減率・量⁵⁾

⁵⁾ 石炭部門・原油部門はそもそも生産額自体が小さいことから、本効果による CO₂ 排出削減率がそれぞれ 6890%、300% と大きくなってしまい、他部門の効果がグラフから読み取れなくなることから、石炭部門・原油部門の値は図 7 の削減率のグラフ（上）に表示していない。

産業部門別の生産額変化を図 8 に示す。建設部門、サービス業、セメント、鉄鋼、金属製品部門において生産が増加する一方で、電力、石炭等の化石燃料、機械、商業、金融・保険、運輸部門において、それぞれ生産額が減少する。

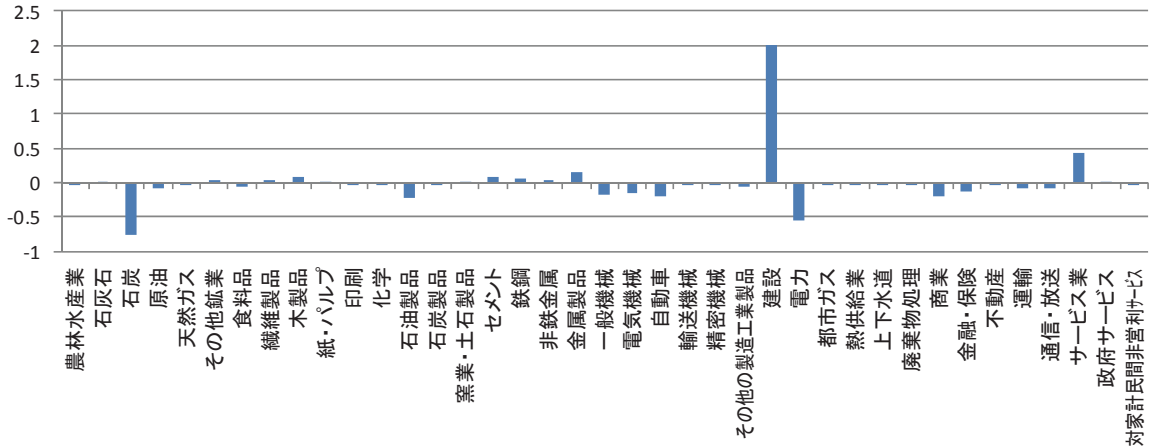


図 8 再エネ進展による産業構造への影響（部門別生産額（実質）、対基準データ変化額、兆円）

物価の比較的小さな変化によって、GDP や消費者効用に若干の変化（GDP は微減、消費者効用は微増）はあるものの、経済全体への大きな影響は本モデルではなかった。

（3）鉄鋼のリサイクル進展

最後に、鉄鋼のリサイクル進展による影響評価を行う。鉄鋼生産のうち、粗鋼の生産において、リサイクル鉄を再利用する電炉の利用は、エネルギー消費原単位を下げる効果を持つ。文献 [11] によると、2010 年時点で粗鋼生産に占める電気炉鋼の比率は、米国 61.3%、韓国 43.7%、EU15 41.6% であるのに対し、日本は 21.8% と低い。なお、2010 年以降は上昇傾向にあり、2014 年暦年の日本の粗鋼生産に占める電炉鋼比率は 23% であった。

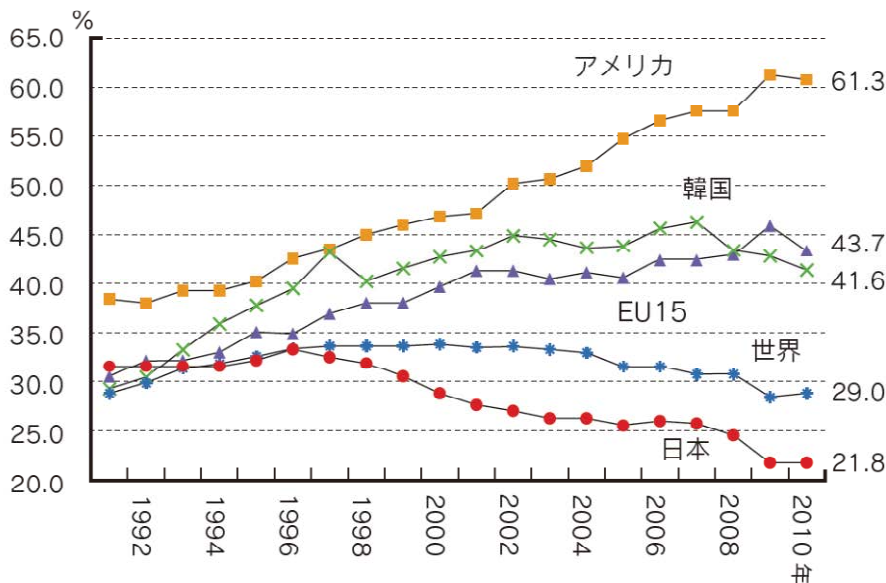


図 9 世界・主要国の粗鋼生産に占める電気炉鋼比率の推移
 (文献 [11] より転載, オリジナルデータ引用先: 国際鉄鋼協会 <http://www.worldsteel.org/>)

なお、2005 年産業連関表^[6]において、モデルの鉄鋼部門に該当する詳細部門の生産額シェアは図 10 の通りであった。この「転炉」による生産の半分が「電気炉」による生産に置き換わると仮定した。

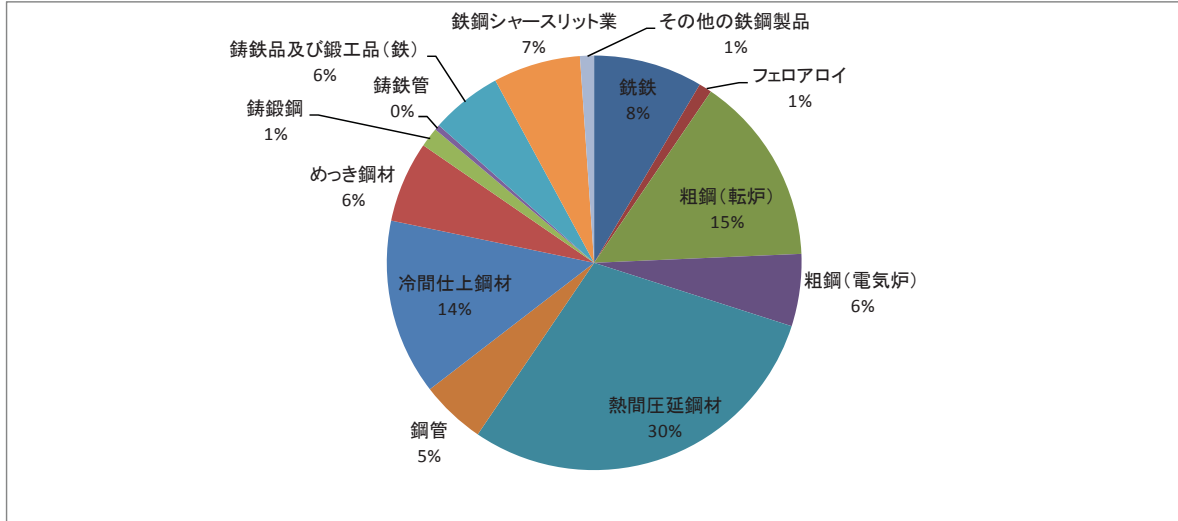


図 10 2005 年鉄鋼部門内シェア (生産額、%)

転炉と電炉の中間投入構造の違いを、2005 年産業連関表に基づき、図 11 にまとめた。鉄鋼部門からの投入が圧倒的に多い。様々なプロセスが部門内で行われて、最終製品になる構造を示している。鉄鋼部門以外には、電気炉においては電力部門からの投入が目立って大きい。

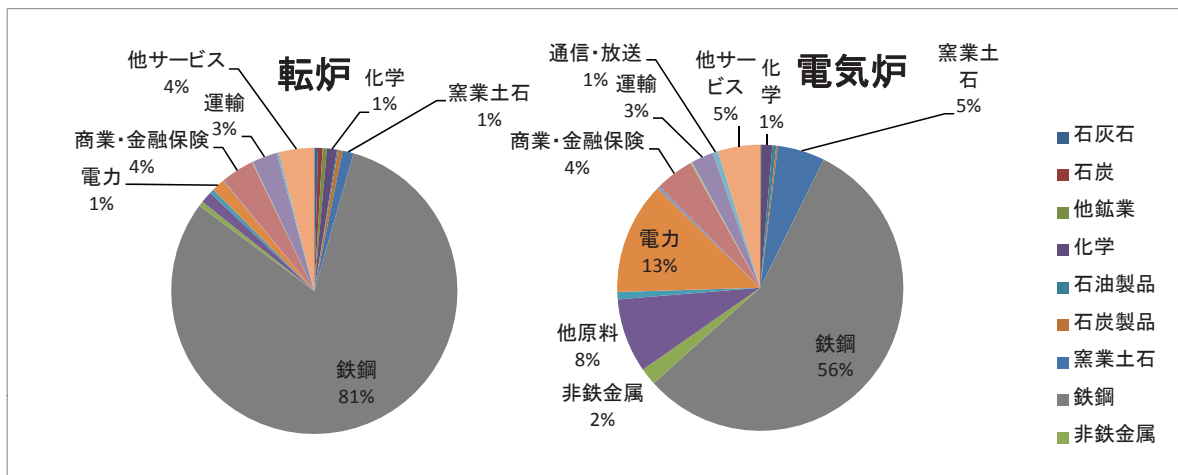


図 11 2005 年産業連関表による転炉・電気炉の中間投入構造 (%)

推計した新しい鉄鋼部門の投入構造を表 3 に示す。

表3 推計した鉄鋼部門の投入構造（単位：10億円）

		推計前 (元データ)	推計後 (合計調整前)	変化率	変化額	推計後 (合計調整後)
1	農林水産業	4	4	0%	0	4
2	石灰石	25	20	-21%	-5	20
3	石炭	175	169	-4%	-6	170
4	原油	0	0	-	0	0
5	天然ガス	42	42	1%	0	43
6	その他鉱業	692	685	-1%	-7	689
7	食料品	11	11	0%	0	11
8	繊維製品	17	17	0%	0	17
9	木製品	18	18	1%	0	18
10	紙・パルプ	5	5	0%	0	5
11	印刷	9	9	-1%	0	9
12	化学	102	102	0%	0	103
13	石油製品	88	92	5%	4	93
14	石炭製品	535	545	2%	10	549
15	窯業・土石製品	147	204	39%	57	205
16	セメント	0	0	0%	0	0
17	鉄鋼	13,288	12,885	-3%	-403	12,959
18	非鉄金属	199	218	10%	19	219
19	金属製品	25	25	0%	0	25
20	一般機械	243	243	0%	0	244
21	電気機械	159	164	3%	5	165
22	自動車	80		-	-80	0
23	輸送機械	23		-	-23	0
24	精密機械	28	29	3%	1	29
25	その他の製造工業製品	265	371	40%	106	373
26	建設	692	713	3%	21	717
27	電力	678	836	23%	158	841
28	都市ガス	83	86	4%	3	87
29	熱供給業	1	1	2%	0	1
30	上下水道	40	42	7%	3	43
31	廃棄物処理	11	11	1%	0	11
32	商業	1,240	1,241	0%	2	1,248
33	金融・保険	238	242	2%	4	244
34	不動産	42	43	4%	2	43
35	運輸	588	581	-1%	-7	584
36	通信・放送	211	222	5%	11	223
37	サービス業	903	909	1%	7	914
38	政府サービス	0	0	0%	0	0
39	対家計民間非営利サービス	0	0	0%	0	0
	合計	20,908	20,790	-1%	-118	20,908

投入構造を変更した結果、日本全体の CO₂ 排出量は 0.1% 減少した。
産業部門別の CO₂ 削減率 (%) と削減量 (万 t-C) を図 12 に示した。鉄鋼部門の削減率は 3.4% であった。石炭部門は 16.1% 削減しているものの、元々の排出量が小さいことから、量としての影響は小さい。電力部門は、絶対量では大きく増加 (100 万 t-C) しているものの、電力部門全体の生産額に与える影響は小さく、1.0% の増加となった。

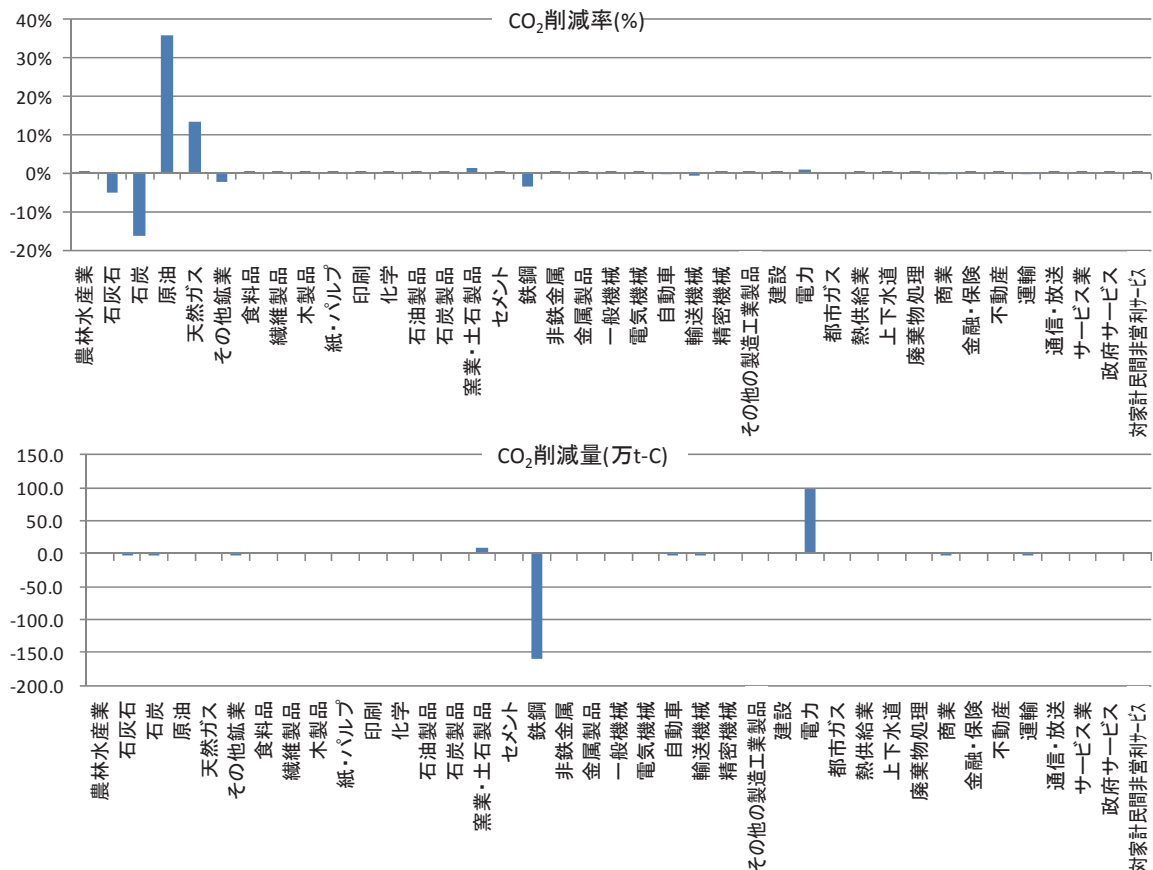


図 12 鉄鋼のリサイクル進展による部門別 CO₂ 排出増減率・量

なお、家庭の省エネ進展・再エネ進展の 2 つを考慮した場合 (CO₂ 排出量 30.3% 減) に比べると、鉄リサイクル進展も加えた場合の CO₂ 排出量減少は 30.5% であり、追加的に 0.3% の減少となった。単独に鉄鋼リサイクルのみを進展させるケース (CO₂ 排出量 0.1% 減) よりも、家庭の省エネ進展・再エネ進展に追加的に鉄鋼リサイクル進展を加えた場合の方がより低炭素化が進展する (CO₂ 排出量 0.3% 減)。これは、電力の低炭素化等による影響が追加的に生じることによるものである。

次に、産業別生産額への影響を図 13 に示した。鉄鋼部門・自動車部門の生産が減少する一方で、電力・建設・その他製造部門の生産が増加している。

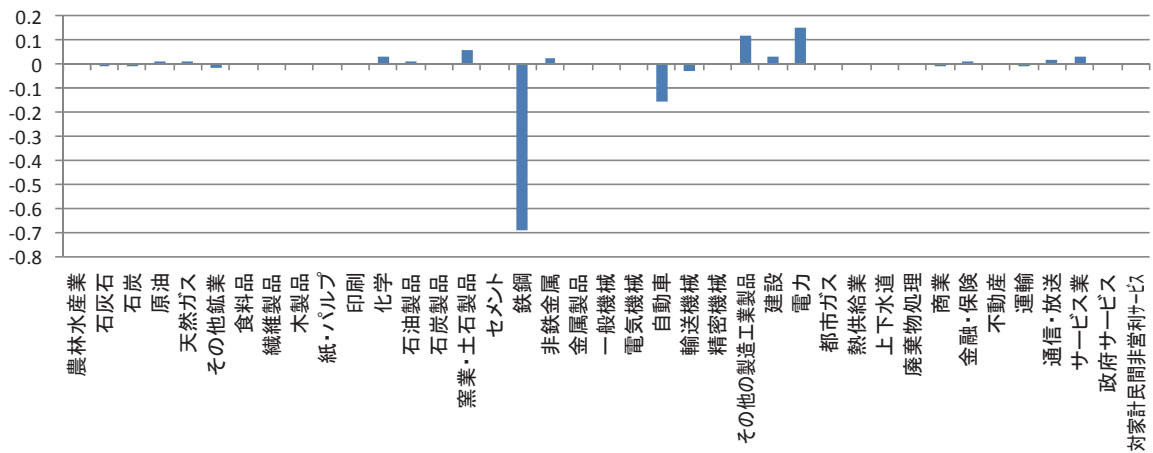


図 13 鉄リサイクル進展による産業構造への影響 (部門別生産額 (実質)、対基準データ変化額、兆円)

(4) 全影響を反映

最後に、家庭が省エネし、電源に占める再エネ比率が高まり、鉄のリサイクルが進んだ場合についての試算を行った。CO₂ 排出量は基準年比で 30.5% 減少した。CO₂ 排出減少のうち 66.5% は企業によるもので、のこり 33.5% は家庭によるものとなった。企業の CO₂ 排出量は 23.6% 減少し、家庭の CO₂ 排出量は 74.3% 減少している。

部門別生産量 (実質) (図 14 参照) については、化石燃料 (石炭・原油・天然ガス・石油製品・都市ガス)、電力、鉄鋼を含む金属、機械の生産は減少し、商業、金融・保険、不動産、サービス業、食料品部門は増加している。GDP は名目で -0.04%、実質で 0.3% 増であった。

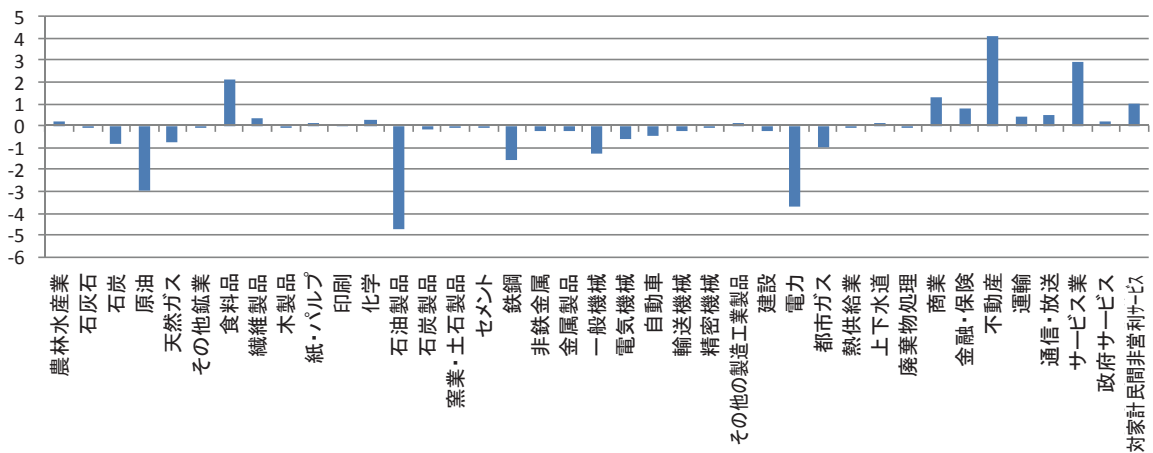


図 14 家庭の省エネ・再エネ・鉄リサイクル進展による産業構造への影響 (部門別生産額 (実質)、対基準データ変化額、兆円)

家庭の省エネ・再エネ・鉄リサイクルそれぞれと、全ての効果を合成した場合について、CO₂ 排出量、部門別生産量を示す。

家庭の省エネ進展によって日本全体の CO₂ 排出量の 17.8% が削減され、再エネ普及によって追加的に 12.5%（合計 30.3%）、鉄鋼のリサイクルによって追加的に 0.3%が減少し、これら 3 つの影響によって、30.5%の減少が推計された⁶⁾（図 15 参照）。

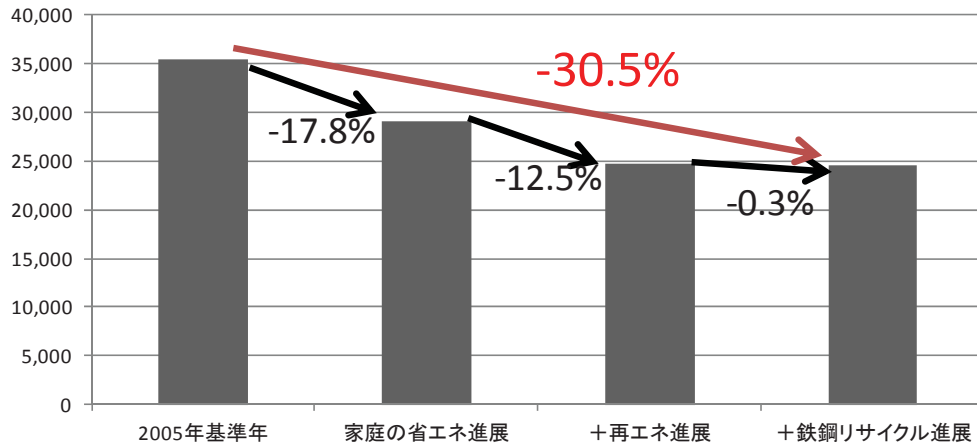


図 15 効果ごとの CO₂ 排出量 (単位：万 t-C)

部門別に、個別効果と全ての効果を合わせた場合の基準データに対する部門別生産量増減を図 16 に、部門別 CO₂ 排出量増減を図 17 に示した。生産減少は多くがエネルギー生産部門において起こっている一方で、サービス産業を中心に生産増加が起こっている。また、CO₂ 削減の多くが、電力部門において起こっていることが分かった。なお、個別部門内としては、石油製品、石炭製品、その他鉱業、鉄鋼部門等における CO₂ 排出削減率も大きいことが分かる。

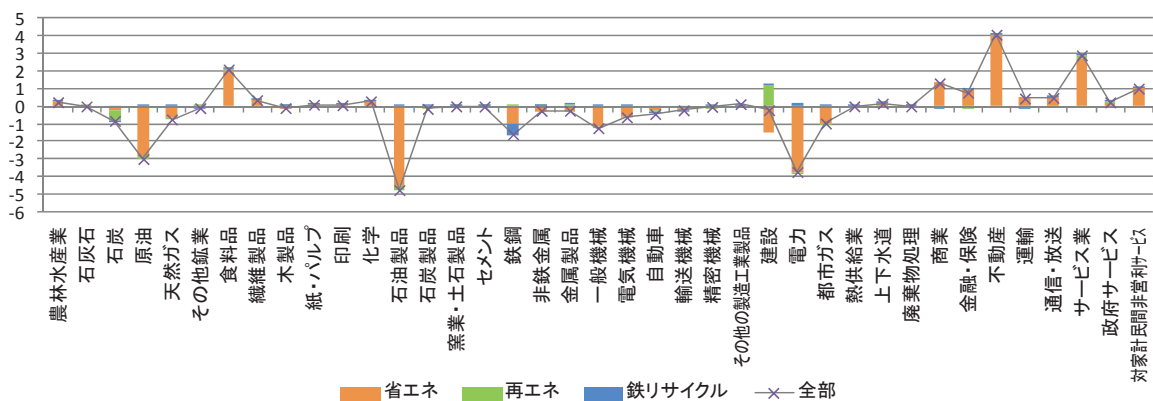


図 16 効果別影響と全体影響：部門別生産量 (実質、兆円、対基準年増減額)

⁶⁾ 増減率は四捨五入を行っていることから、合計値はそれぞれの値を足し合わせたものと一致しない場合がある。

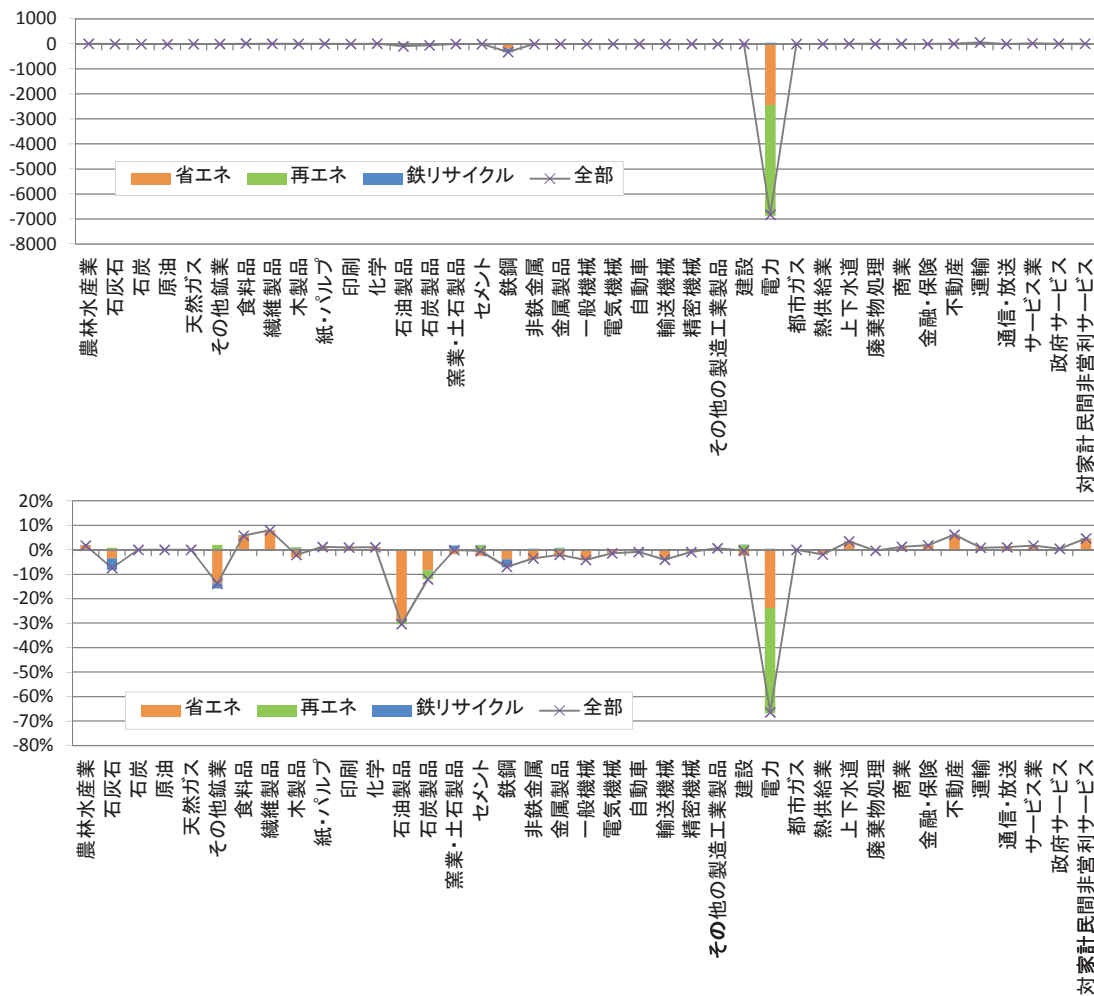


図 17 省エネ・再エネ・鉄鋼リサイクル進展による部門別 CO₂ 排出増減量
(上図、単位：万 t-C)・率 (下図、単位：%)⁷⁾

GDP は（積極的に付加価値率の変更等 GDP が変化する想定をしていない影響下において）ほぼ横ばいであった。産業構造は、化石燃料（原油・石油製品等）や電力に代わって、商業、金融・保険、不動産、他サービス、食料品の生産量が増加している。個別影響としては、①の家庭の省エネ進展によっては大きく化石燃料の減少とサービス業・食料品の生産増加影響があり、②の再エネ進展によっては電力部門の減少と建設部門の生産増加、③の鉄鋼リサイクル進展によっては鉄鋼部門の生産減少という影響があった。

⁷⁾ 石炭部門・原油・天然ガス部門はそもそも生産額自体が小さいことから、本効果による CO₂ 排出削減率がそれぞれ -7612%、-10305%、-902% と大きくなってしまい、他部門の効果がグラフから読み取れなくなることから、石炭部門・原油・天然ガス部門の値は削減率のグラフ（上）に表示していない。

3. 結果のまとめと今後の課題

家庭の省エネが進み、再エネが増え（火力が減少し）、製造工程におけるリサイクルが進展した場合、経済はどのような状態になっているのかについて、日本経済の応用一般均衡モデルを利用し、試算を行った。

家庭の省エネはエネルギー需要の減少をもたらすものの、節約になった分は他財の消費増加をもたらすことから、経済への影響は、GDP の微増となった。エネルギー関連部門の生産は減少するものの、サービス産業や食料部門を中心に生産増が見られた。CO₂ 排出量は家計部門において 74% 減少し、日本全体としては 17.8% 減少した。

再エネについては、太陽光と風力が火力の 3 分の 2 を代替すると想定した結果、基準データに対して CO₂ 排出量は 14.8% 減少した。なお、家庭の省エネと再エネが同時に進展する場合は、再エネになる効果が若干減少し、CO₂ 排出の追加的削減量は 12.5% となり、両方同時に実現した場合は基準データに対して 30.3% の減少となった。

鉄鋼部門において、現在転炉において生産している粗鋼の半分が電炉による生産に転換された場合、CO₂ 排出量は 0.1% 減少する。省エネ・再エネ進展に追加的に鉄リサイクルが行われた場合、削減効果は増え（0.3% 減少が追加的に加わる）、全対策同時に行われた場合の CO₂ 排出削減量は基準データに対して 30.5% 減となった。

家庭の省エネの効果が大きいのはこれまでの試算と同様の結果であるが、再エネ進展による影響、さらには産業部門のリサイクル進展についても、一定の効果があることが分かった。また、これらの低炭素化は、GDP の減少を伴わず、家計の効用は増加することが分かっている [3]。

明るく豊かな低炭素社会の実現は可能であり、様々な低炭素化を今後評価に加え、また現在進めている DALC モデルの効用関数の改良も進めることで、より分かりやすい将来ビジョンの構築を今後も進めてゆく予定である。

参考文献

- [1] 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 年度報告書 (平成 24 年度) 2013 年 4 月,
<http://www.jst.go.jp/lcs/documents/publishes/item/annualreportH24.pdf>.
- [2] 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 「エネルギー・環境に関する選択肢」の国民生活への経済影響を解析, 科学技術振興機構報 第 898 号. 2012 年 7 月 25 日,
<http://www.jst.go.jp/pr/info/info898/index.html>.
- [3] Matsuhashi Ryuji, ほかに, Sustainable development under ambitious medium term target of reducing greenhouse gases: Proceedings of ISES 2010, Elsevier, 2010.
- [4] 家庭における低炭素技術導入の経済影響評価, 高瀬香絵, 吉田好邦, 松橋隆治 (編), エネルギー・資源学会, No.2, 2012 年, Vol.33 巻.
- [5] 高瀬香絵, 低炭素社会実現のための住宅用太陽光発電導入の経済影響と普及政策に関する研究, 東京大学大学院新領域創成科学研究科 学位論文, 2012.
- [6] 総務省, 平成 17 年 (2005 年) 産業連関表, 総務省,
http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/005index.htm.
- [7] 内閣府, 統計表 (国民経済計算確報),
http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/files/files_kakuhou.html.
- [8] 長田浩司, 気候変動に関する制度の不確実性を考慮した国内温暖化対策の影響評価, 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻, 2005, 修士論文.
- [9] 早稲田大学・スマート社会技術融合研究機構・次世代科学技術経済分析研究所, 次世代エネルギーシステム分析用産業連関表, <http://www.f.waseda.jp/washizu/index.html>.
- [10] 総務省, 産業連関表の仕組み, 総務省,
http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/system.htm.
- [11] 東京製鐵, 東京製鐵の鋼材 Q and A, 2013 年 4 月 1 日, <http://www.tokyosteel.co.jp/pdf/qa.pdf>.

低炭素社会の実現に向けた
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく
イノベーション政策立案のための提案書

社会システム編

現行技術による低炭素化のポテンシャルと
経済影響評価試算

平成 27 年 3 月

Potential and Economic Outcomes of Deploying Currently Available
Low Carbon Technologies
Strategy for Social System,
Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies,
Center for Low Carbon Society Strategy,
Japan Science and Technology Agency,
2015.3

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

(平成 27 年 4 月印刷版)

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 特任研究員 高瀬 香絵 (Kae TAKASE)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4階
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273 E-mail : lcs@jst.go.jp
<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2015 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。
