

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

需要の構造変化に着目した産業連関モデルの 拡張（Vol.1）

－投入係数と資本係数の変化とモデル開発－

令和 3 年 10 月

**An Expansion of Input-Output Model Focusing on the Demand-side
Structural Changes (Vol. 1):**

Changes of Input-Output Coefficients and Capital Formation Coefficients and Model Development

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-FY2020-PP-19

概要

低炭素社会からさらにゼロエミッション社会に至るには、個々の既存設備の省エネルギー化や排出削減機器の付加のみでは不十分であることは周知であり、情報技術の活用を含む消費者側も巻き込んだ社会的な変化が必要と指摘されている。例えば、①産業部門／家庭部門への ICT 技術 (SaaS/ クラウドコンピューティング、情報サービス)、② EV 等新型自動車導入とインフラ整備、③輸送サービスとしてのカーシェアリングや MaaS の導入などは低炭素化に寄与すると期待されているが、これらは既存の低炭素化とは異なる新しいサービスの提供である。これらと、④住宅の ZEH、ZEH-ready 化など民生部門の省エネルギー化は、これまでの発電部門のゼロエミッション化、産業部門の低炭素化と相俟ってゼロエミッション社会に至るものと期待される。

このような多分野の需要側の変化と供給側の変化が全体としてどのような姿の社会経済を描くかの定量的評価については、産業連関分析モデルが有用と考えられる。しかし、これまでの産業連関分析の適用例は、発電部門の再生可能エネルギー導入拡大効果や新型自動車の導入による需要の波及効果などが主に扱われており、将来の投資構造の変化の影響まで扱った例は野村 [1] の JES5 モデルに例を見る程度である。ここでは、上記情報技術の導入や家庭部門の変化を、投資構造まで含めて産業連関分析に導くための投入係数ベクトルや資本係数行列の拡張を行い、これらの推計結果を総合的に評価するための産業連関分析モデルを構築する。電力部門では有価証券報告書から資産や資本行列の細分化を行った。さらに産業部門の化石燃料最終消費のゼロエミッション化シナリオを与え、2030 年での産業の全体像評価の一例を計算した。この計算は作業の整合性検証のためのものであり、これ単独でシナリオ構築を目指すものではない。現在低炭素社会戦略センター (LCS) で進められている産業構造の全体像評価の一翼を担うものと位置づけられるものである。

Summary

It is widely recognized that effecting a shift from a low-carbon society to a zero-emission society requires more than making the existing equipment save more energy and adding emission-mitigation equipment. There are calls for societal changes that involve the participation of consumers and the use of information and communications technologies (ICTs). Examples include (1) a wider application of ICTs such as SaaS/cloud computing and other information services in industrial and household sectors; (2) the deployment of electric vehicles (EVs) and other new types of automobiles, as well as the development of associated infrastructure; and (3) the introduction of mobility as a service (MaaS), including car-sharing. These are some of the opportunities that are expected to contribute to decreasing carbon emissions; however, they represent the delivery of new services that are distinct from the existing approaches to carbon reduction. The fourth example is: (4) saving energy in the commercial sector by, for example, promoting net-zero energy housing (ZEH) or making housing “ZEH-ready.” These, together with the existing approaches of decarbonization in the power generation sector and carbon reduction in the industrial sector, will contribute to achieving a zero-emission society.

An input-output analysis model provides a useful tool for a quantitative assessment that indicates how changes in the demand and supply sides in these multiple sectors as a whole shape the social economy. To date, however, the application of input-output analysis has largely been limited to the effects of a wider deployment of renewables in the power generation sector and to the spillover effects of demand produced by the introduction of new types of automobiles. The JES5 model developed by Nomura[1] may be the only example that extends its scope to cover the effects of future changes in the investment structure.

This paper extends input coefficient vectors and capital coefficient matrices so that a wider application of the ICTs described above and changes in the household sector will be covered by an input-output analysis that also

encompasses the investment structure. Then the paper creates an input-output analysis model to make an overall evaluation of these estimates. For the electric power sector, the paper subdivides assets and capital matrices based on securities reports. In addition, the paper puts forward decarbonization scenarios for final consumption of fossil fuel in the industrial sector and computes an example of the overall picture evaluation of industry in 2030. This computation is designed to verify the consistency of operations; it is by itself not aimed at creating scenarios. It is intended to play a part in the overall picture evaluation of the industrial structure that is being made at LCS.

目次

概要

1. 本提案／報告の位置づけ	1
2. 新技術オプションの産業連関分析への導入	2
2.1 消費者向け情報サービス業による消費の変化	3
2.2 事業者向け情報サービス業による労働生産性の増加効果	3
2.3 MaaS 情報サービス業の設定	8
2.4 乗用車部門のハイブリッド自動車（HEV）、電動自動車（EV）、 プラグインハイブリッド車（PIHV）の導入と設定	12
2.5 貨物自動車の設定	15
2.6 住宅部門の ZEH/ZEH-M 化の設定	17
2.7 発電部門の資本費、資産と資本行列	21
2.8 産業部門化石燃料最終消費のシナリオ	26
3. 需要と投資の波及効果を扱う産業連関モデルの構築と試算	27
4. 結論	30
5. 政策立案に向けた提案	31
参考文献	39
付表 1 推計した新型自動車の投入係数 紀村 [3] に基づく	41
付表 2 推計された貨物自動車製造部門の投入係数	42
付表 3- (1) 推計電力設備建設投入係数	43
付表 3- (2) 推計電力部門投入係数	45
付表 3- (3) 推計電力部門資本係数	46
付表 4 ガス業を基準とした水素製造の資本係数と投入係数	47

1. 本提案／報告の位置づけ

低炭素社会からさらにゼロエミッション社会に至るには、個々の既存設備の省エネルギー化や排出削減機器の付加のみでは不十分であることは周知であり、情報技術の活用を含む消費者側も巻き込んだ社会的な変化が必要と指摘されている。例えば、①産業部門／家庭部門への ICT 技術 (SaaS/ クラウドコンピューティング、情報サービス)、② EV 等新型自動車導入とインフラ整備、③輸送サービスとしてのカーシェアリングや MaaS の導入、などは低炭素化に寄与すると期待されているが、既存の低炭素化とは異なる新しいサービスの提供である。これらと、④住宅の ZEH、ZEH-ready 化など民生部門の省エネルギー化は、これまでの発電部門のゼロエミッション化、産業部門の低炭素化と相俟ってゼロエミッション社会に近づくものと期待される。

ここで、これらの様々なオプションが社会に導入された場合、①全体として産業がどのように変化するか、という部門間の相互作用効果の評価、②将来に至る投資の変化とその影響が重要な課題となる。前者は、新しい製品が社会に導入されたときの波及効果と相互影響である。例えば、もしカーシェアリングの広がりが保有台数を減少させるとすると、自動車生産材料投入の減少だけでなく、機械部品やガラス、ゴム製品など関連産業にも波及が生じる。すると、これらの関連産業の生産投資も減少し、さらなる波及が発生する。自動車の電動化は燃料消費を削減するが、生産段階では電池やモーターなどの材料で希少金属が必要となり、材料の変化は産業構造にも変化を与える。走行のための電力供給も増やさねばならず、インフラ投資も変化する。部門をまたぐ波及効果は、雇用や貿易にも影響する。

このような産業間の波及効果を踏まえ将来の社会経済を総合的に描くには、産業連関分析が有用であり、これまでも多くの評価研究がなされてきた。近年でのスマートシティによる再生可能エネルギー利用拡大の波及効果や新型自動車の影響評価に絞ると、鷲津ら [2] は再生可能エネルギーの導入拡大に着目して発電部門を細分化したうえで、固定価格買い取り制度を産業連関表上で取り扱えるような拡張を行った。EV やハイブリッド自動車、FCV など新型自動車の投入係数の推計から波及効果評価を行った例としては、紀村 [3] が自動車の部品レベルから詳細な積み上げを行い、間瀬 [4] はさらに部品の調達を国内で行うか海外で行うかの違いを評価した。大澤らは [5] さらに車両を乗用車のほかバス、トラックに拡大し、それぞれにガソリン車、ハイブリッド車、天然ガス自動車、EV などを想定し、自動車を 24 分類に拡大している。

これらの論文は、産業連関表のレオンチェフ逆行列を用いて波及効果を推計したものであり、生産構造の変化に対応した投資の変化と、その波及効果は扱われていない。

野村 [1] の JES5 モデルは、Society5.0 によるイノベーションの効果を扱うため、産業連関表基本表に政府サービス 39 部門、家計サービス 16 部門、新産業 54 部門を加え、合計 510 部門が内生部門に含まれている。家計部門の活動も最終消費ではなく内生部門に含まれる点は大きな特徴である。また、2030 年の活動状況が表現されるよう各部門には外生的に与えられた労働投入と資本ストックからなる生産関数が与えられており、BAU ケースと比較しての Society5.0 ケースでの総要素生産性 (TFP) 変化を導くような大規模なシステムとなっている。

将来に向かっての製品の投入構造の変化だけでなく投資構造の変化を考慮するという点で、JES5 モデルの方法は規範となる。しかし既存の産業連関表の枠組みでは、例えば SaaS/ クラウドコンピューティングやテレワークなど、情報化による労働生産性改善効果を直接扱うことはできない。これは、これらの投入が生産に必須な財ではないためである。従来は、IT 投資の効果を「IT 資本ストック」として生産関数の 1 要素として扱ってきた例が多い。しかし SaaS は会計上「費用」として扱われることも多いこと¹⁾、これらの ICT サービスを未導入の企業も多いなど生産の必須財ではないことから、生産関数の資本や労働とは異なる扱いが必要と考えられる。

¹⁾ 厳密には、リース契約では資産に勘定される等、会計制度上は複雑である。

本提案書では、部門間の相互影響を扱って統合的な全体像を描くという産業連関表の長所を活かせるよう、①産業部門への ICT 技術(SaaS/ クラウドコンピューティング、情報サービス)、②カーシェアリングおよび MaaS、③ ZEH, ZEH-ready、④ EV/PHV 導入時の最終消費、投入係数と資本係数の変化を既存の文献から推計し、産業連関表に導入可能とする。さらにこの場合、フローとしての投入係数変化と、ストックによる燃料消費変化、新技術投資のための資本係数変化を区別して扱う。電力部門では発電部門、送配電部門、業務部門の投資、資産、残価率を有価証券報告書と産業連関表が整合するよう推計を行った。また、プロセスの検討が必要な鉄鋼業・窯業・化学工業、石油製品製造業を除く産業部門の化石燃料最終消費について、電力化、木質チップ利用、水素への転換によるゼロエミッション化シナリオ付与を一例として試みた。これらの上に産業連関表 107 部門表を基盤として将来需要と投資からの波及効果を扱えるようプラットフォームモデルを構築し、この上に直接影響と波及効果を同時に見ることができるような体系を構築した。これは将来の定量的シナリオ構築にも有用と考えられる。

本提案書は現在 LCS で進められている低炭素化を経てゼロエミッション社会に向けた社会経済の定量的シナリオ構築のプロセスに、情報技術や ZEH など様々なオプション導入の評価を行うための基本的な情報を付与するものである。以下、各新技術オプションをどのように産業連関表に与えるかを述べ、次いでプラットフォームとなるモデルの定式化を示す。本提案書はこれ自体で完結したシナリオを提供するものではなく、LCS の全体像シナリオ構築の一翼を担う評価作業の一計算例として位置づけられるものである。

2. 新技術オプションの産業連関分析への導入

本提案書では、①消費者向け情報サービス、②企業向け情報サービス、③カーシェアリング等輸送サービス (MaaS)、④電動自動車 (EV)、プラグインハイブリッド自動車 (PIHV) 等新自動車、⑤ゼロエネルギー住宅 (ZEH)、のほか、産業部門の低炭素化シナリオとして⑥貨物自動車シナリオ、⑦産業部門化石燃料最終消費シナリオ、を検討する。産業連関モデル適用にあたっては、これら既存文献から⑧電源構成シナリオ、⑨鉄鋼業電炉シェア拡大シナリオを導入し、低炭素化からゼロエミッション化に向かう中間段階である 2030 年の変化をみる。

まず、これらの技術課題を産業連関モデルに導入するにあたり、どのようなデータが必要であるかを表 1 にまとめた。最終消費の変化はいうまでもないが、生産段階での波及効果は投入係数変化により与えられるが、ZEH 化や自動車の電動化の及ぼすエネルギー消費の変化の評価には、ストックの変化を評価する必要がある。前者でも、自動車の電動化のように、燃料代替や蓄電池開発、さらには材料開発など他産業の投入構造の変化の考慮も必要な場合がありうる。

表 1 技術オプションを産業連関モデルに接続のための必要情報

	投入係数	資本係数	最終消費	将来ストック	そのほか
① 消費者向け情報サービス			○		
② 企業向け情報サービス					(*)
③ 輸送サービス(MaaS)	○	○	○		
④ EV,PIHV 等新自動車	○	○	◎	○	
⑤ ゼロエネルギー住宅(ZEH)	△	○	◎	○	
⑥ 貨物自動車	○	○	◎	○	
⑦ 産業部門化石燃料最終消費	○				

(*) 他部門への投入額と労働投入増加の定式化とパラメータ付与が必要

◎ ストックが石油製品、都市ガス、電力の基準となる最終消費に変化を与える

△ 修正箇所が比較的限られる

以下、順次推計手順を述べる。

2.1 消費者向け情報サービス業による消費の変化

成長が期待される消費者情報サービス業には、医療や教育サービスなど様々なものが考えられる。しかしながらその最新の市場予測はほとんど見いだせないため、三菱総研 [6] が 2016 年報告書で提供する表 2 の値を用いることとした。これは「向こう 5 年程度の予測」であるため 2030 年予測は該当しないものの、現時点でほとんど実現しておらず将来への延長もできないため、暫定的にこの数値を 2030 年予測に用いることとした。

この報告では、コネクテッドカーサービスを除くと、平均では 1.48 兆円市場となる。これは情報サービス産業からの消費の純増であるが、既存の情報サービス業は B2B が主である。B2C あるいは C2C 情報サービスは既存の情報サービス業とは区別する方が影響を考察しやすいと考え、同じ資本係数および投入係数を持つ消費者向け情報サービス業部門（InfS）を追加し、ここに 1.48 兆円の民間部門消費を与えることとする。

表 2 三菱総合研究所による情報サービス市場規模（単位は 10 億円）[6]

項目	分類	市場規模(10 億円)		
		最小値	平均値	最大値
コネクテッドカー	保険	56.3	56.7	57.1
コネクテッドカー	機能	104.5	112.3	120.0
スマートホーム	エネルギー	131.4	143.1	154.7
スマートホーム	見守り	183.4	186.7	189.9
ウェアラブルサービス	サービス	46.5	46.8	47.1
	端末	100.7	101.1	101.4
サービスロボット		377.1	471.0	564.8
教育 ICT		28.1	29.3	30.4
医療 ICT		71.5	399.3	727.0
金融 ICT		42.6	44.1	45.6
娯楽サービス		38.5	38.7	38.8
シェアリングサービス		14.9	18.3	21.7
合計		1195.5	1647.0	2098.5
合計(ICT サービスのみ)		1034.7	1478.1	1921.4

2.2 事業者向け情報サービス業による労働生産性の増加効果

総務省 ICT 実態調査 [7] では、平成 21 年以降、IoT/AI（情報収集）、SaaS/クラウド（情報処理）、テレワーク（働き方）の 3 技術に着目して企業規模／業種別にアンケート調査し、これら ICT 導入企業と未導入企業それぞれの労働生産性（従業員一人当たりの付加価値生産額）を公開している。一例として、約 2,800 社を対象とする全企業の生産性上昇率の推移を図 1 に示す。図には、3 種の ICT の効果に加え、これらの最大値もプロットした。クラウド/SaaS コンピューティングの採用による生産性向上には上昇傾向がみられるが、テレワークでは変動が大きく 30%程度で横ばいとなっている。IoT/AI は変動が大きい、2017 年までは調査対象が IC タグなど「無線技術利活用」であったため 2018 年以降とはデータが接続されない。2017 年以前も変動が大きく傾向ははっきりしない。

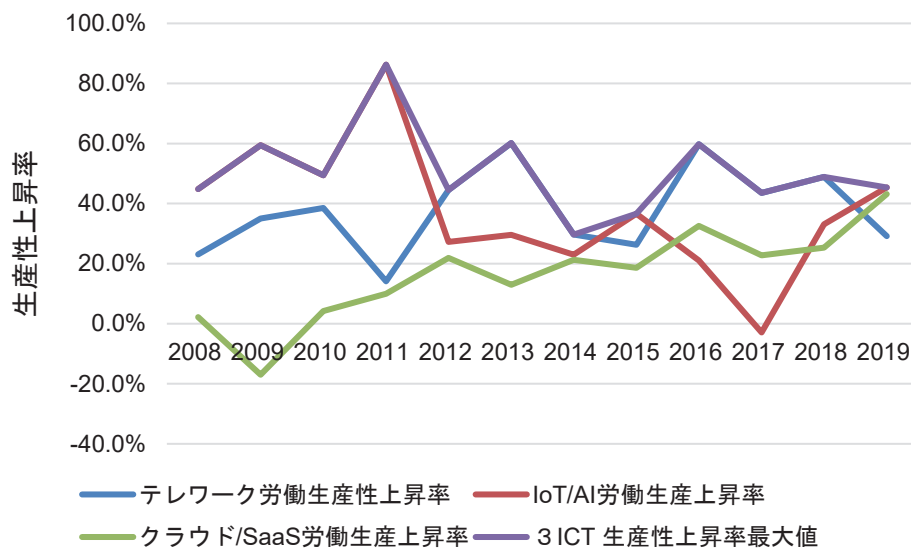


図1 テレワーク、IoT/AI（2017年以前は無線技術）、クラウド/SaaSによる生産性上昇率（[7]より作成）

LCSの分析[8]は、業種間の差は不明確であるが企業規模では資本金5000万円以上か未満かでは導入効果に差があること、全体としての導入効果は約20%～30%で推移しているが明確なトレンドとはいえないことなどを示した。他方、導入企業の割合はクラウド/SaaSでは2010年以降、テレワークは2012年以降に比較的明確な上昇トレンドが見られた。産業全体では、採択企業の生産性上昇率に採用企業率を乗じた平均値で生産性が上昇すると考えられる。そこで、テレワークとクラウド/SaaSの2ICTについて、導入シェアにロジットモデルを適用し将来のシェアの推移を求めた。結果を表3に示す。

表3 テレワークおよびクラウド/SaaS採用企業シェアのトレンド

		A	R2	F
テレワーク実施企業ロジット値	全体	0.141	0.804	10.27
テレワーク実施企業ロジット値	製造業	0.094	0.643	4.50
テレワーク実施企業ロジット値	非製造業	0.165	0.827	11.97
テレワーク実施企業ロジット値	資本金5,000万円未満	0.214	0.834	12.58
テレワーク実施企業ロジット値	資本金5,000万円以上	0.129	0.766	8.20
クラウド/SaaS実施企業ロジット値	全体	0.195	0.922	59.29
クラウド/SaaS実施企業ロジット値	製造業	0.209	0.926	62.73
クラウド/SaaS実施企業ロジット値	非製造業	0.190	0.902	45.92
クラウド/SaaS実施企業ロジット値	資本金5,000万円未満	0.178	0.900	45.07
クラウド/SaaS実施企業ロジット値	資本金5,000万円以上	0.222	0.937	73.94

* ここでは $\ln(\text{採択率}/(1-\text{採択率})) = A \cdot \text{Year} + B$ をあてはめた。

図2、図3には、このトレンドを2030年まで延長した場合の推移を示す。クラウド/SaaSは既に普及が進んでいるため、2030年には90%を超える。これにより汎用ソフトウェア/ハードウェアは自社保有からアウトソーシングに移行する。

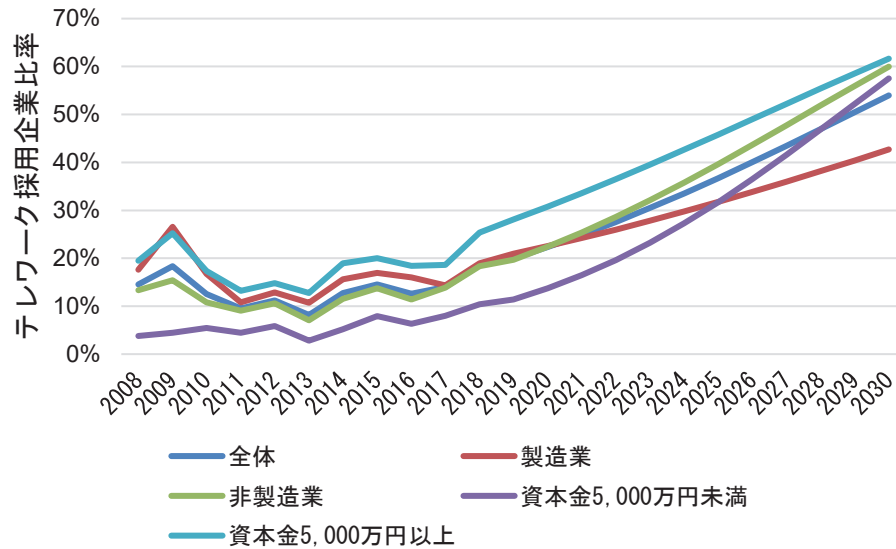


図2 テレワーク採用企業比率の推移予測

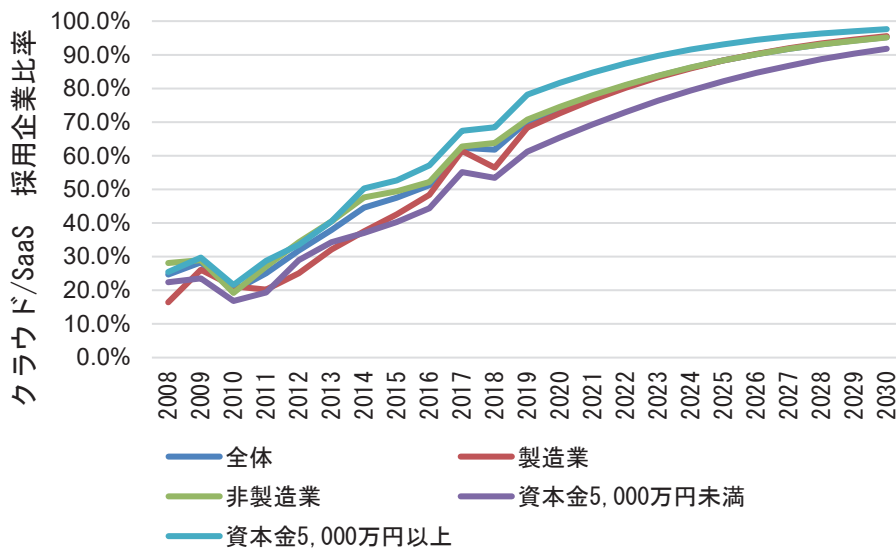


図3 クラウド/SaaS採用企業比率の推移

IoT/AI は2018年、2019年の2点しか調査がなくトレンドについては議論できないので、クラウドコンピューティングのパラメータを適用し延長すると、図4のようになる。

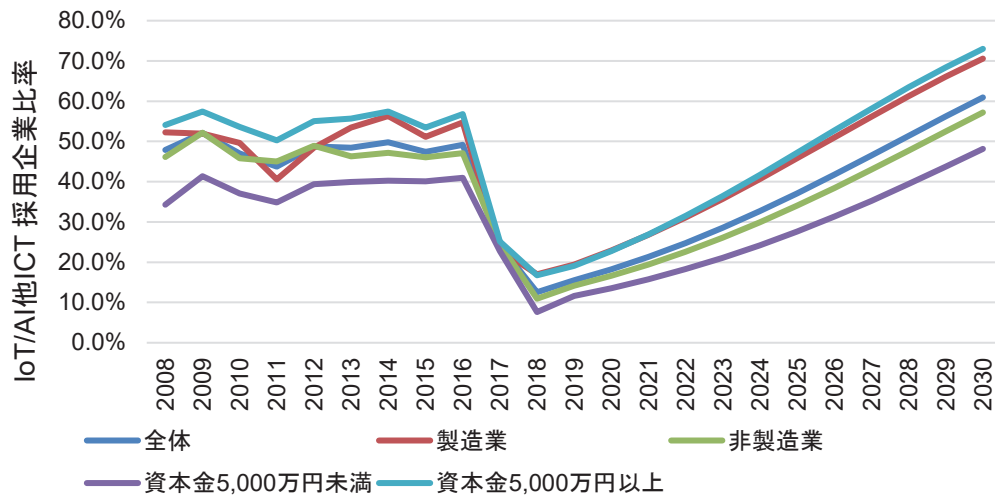


図4 IoT/AI 採用企業比率の推移（2017年以前は無線通信技術）

これら各オプションの生産性増加率を単純に合計することはできないので、ここでは3オプションの生産性成長率の最大値をその産業部門生産性へのICTの寄与とみなすこととした。この値の2030年値と2015年値の差をこの間の生産性成長の基準値と考える。

総務省調査では、2017年以降は、建設業、製造業、運輸業・郵便業、卸売・小売業、金融・保険業、不動産業、情報通信業、サービス業・その他の8業種についての調査が利用可能である。2017～2019年間のテレワーク、IoT、SaaS/クラウドの生産性増加率を図5、6、7に示す。このように、この3年間では生産性の変動は大きい。特に、IoT/AIは2018～2019年の2点しかない。

そこで、次のような手順を適用した。①定義の新しいIoT/AIでは、生産性が負値を取る運輸・郵便業、卸売・小売業、不動産業、情報通信業の4業種には全企業の2017～2019年間生産性増加率を適用、②テレワークとSaaS/クラウドでは、変動が特に大きい不動産業と、負値を含む卸売・小売業、サービス業・その他に全企業の2018～2019年間生産性増加率を適用とする。

こうして得た将来推計結果を図8に示す。これから、金融・保険業、不動産業、サービス業ではなおICTによる生産性改善の余地が大きいことが示唆される。また不動産業、情報通信業、建設業では生産性上昇率が低い。これは不動産業、情報通信業では、比較的ICTの導入が早く、効果が飽和に近いことが理由である。今後VR/ARなど新技術の採用による生産性上昇が課題となると考えられる。

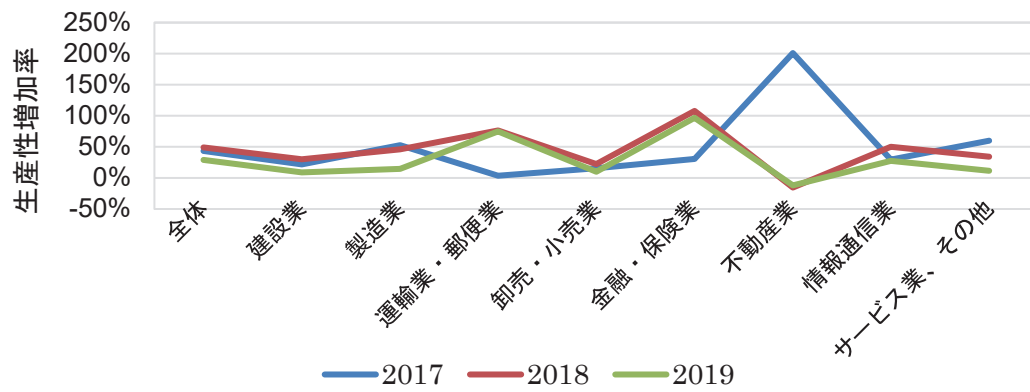


図5 テレワークによる生産性増加率

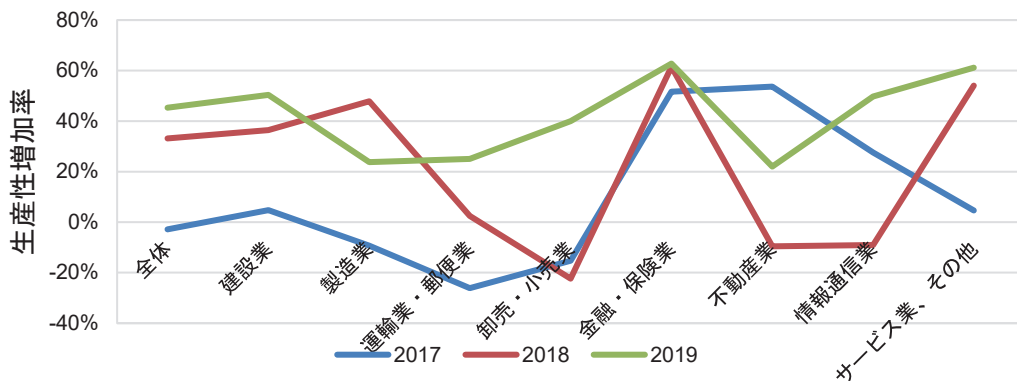


図6 IoT/AIによる生産性増加率 (2017年は無線通信技術)

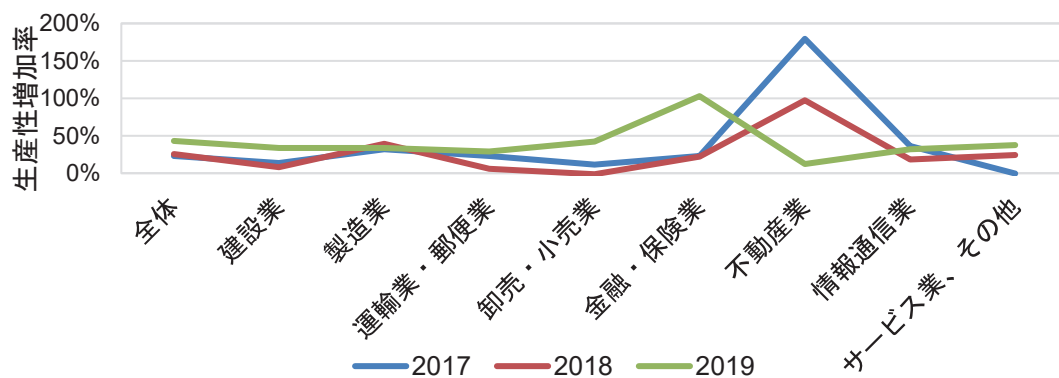


図7 SaaS/クラウドによる生産性増加率

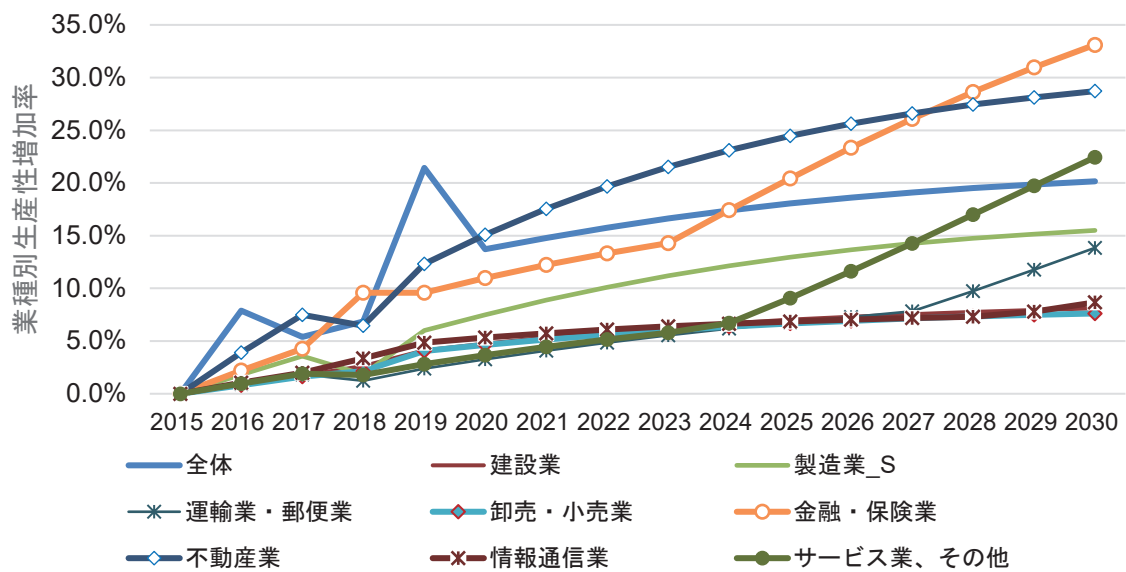


図8 ICT全体による業種別生産性増加率の推移

この結果を産業連関表に反映するには、ICTによる労働生産性の増加の定式化が必要となる。これについては、第3章で述べることとする。

2.3 MaaS 情報サービス業の設定

MaaSは新しい交通サービスとしてしばしば期待が集まるものの、その市場規模についての調査報告はほとんどない。中で、矢野経済研究所[9]は表4の2030年市場予測値を出している。

表4 MaaS市場予測[9]

	2030年(10億円)
カーシェアリング	3,435
バイクシェアリング	488
CNS	1,103
自家用車共有	12
ライドシェアリング	101
共用モビリティ	40
新型タクシー	600
その他	566
関連アプリ	8
2つ以上のサービス連携	5
3つ以上のサービス連携	5
合計	6,363

* このほかに表2のコネクテッドカーサービスの1690億円が加わる

これらは、情報サービス市場のみで、車両需要などのハードウェア費用は含まれていない。

このうち、新型タクシーはタクシーの新しい形態であり、ここでは利用情報サービス料と利用料が計上されている。CNS (Courier Network Services)、自動車共有、ライドシェアリングは消費者が所有する自動車の活用である。このため、野村の JES5 モデルでは内生化された家計部門に含まれている。しかし、自家用車共有、ライドシェアリングは新たな収入を発生させるが、基本的に元々の消費者の移動に伴う移動なので、マクロに見ると消費者間の内部移転でしかない。ただし、このシェアリングにより、タクシーや公共交通に支払われていた費用は減り新型タクシーへの支出が新たに発生する構成になる。

CNS は消費者から見れば配送に伴って発生する費用であるが、消費者が空き時間を使って自分の保有する車両で行う新しい物流サービスと考えられる。これは配送サービス最終消費の純増とすることとする。ただし、これに伴う外食や購入の増加はここでは考えない。

カーシェアリングには、家計部門が保有する自動車を複数の消費者で共有使用するシェアリングと、業者が自動車を保有するカーシェアリングの2通りの業態がある。前者は家計部門の資産利用であるが、後者の場合は事業者側が車両を保有し利用者は利用料金のみを支払う形態となるので扱いが異なる。レンタカー事業と似ているが、自動車を保有する事業者から燃料費や保険料を含むサービスを受けることになる。そのためこのカーシェアリング業については、投入係数および資本係数を推計する必要があるが生じる。

まず、2015年の産業連関表の家計部門最終消費の生産額表示の自動車購入費は約 5,372,068 百万円、ガソリン消費額は 3,769,171 百万円である。しかし関連費用が不明である。

消費実態調査での自動車関係費は下記表5のようになっている。自動車関連支出項目は詳細に記述されており、ガソリン支出の全国総額は産業連関表とほぼ同じであるが、車両本体価格への支払い額に大きな差がある。元々産業連関表の生産者価格と購入者価格には35%ほどの差があることや、アンケートに基づく消費実態調査での自動車購入費には下取りが含まれてない可能性などのため、購入費数値の信頼性は高いとはいえない。そこで、本体価格や燃料費については産業連関表の値を用い、自動車関係支出費用は燃料費を基準に推計することとした。結果を表6に示す。

表5 総務省消費実態調査の自動車関係費 [10]

消費項目コード	項目	世帯平均支出(円)	全国総額 (百万円)
740~759・75B・75X	自動車等関係費	19,127	11,879,345
740・742	自動車等購入	4,066	2,525,300
740	自動車購入	4,010	2,490,520
742	自動車以外輸送機器購入	56	34,780
745	自転車購入	184	114,278
750~759・75B・75X	自動車等維持	14,877	9,239,767
750	ガソリン	5,868	3,644,481
751	自動車等部品	1,043	647,784
752	自動車等関連用品	607	376,994
753 自	自動車整備費	1,662	1,032,230
75X	年極・月極駐車場借料	1,497	929,753
756	他の駐車場借料	262	162,722
75B	レンタカー・カーシェアリング料金	103	63,971
754	他の自動車等関連サービス	704	437,238
757	自動車保険料	3,116	1,935,277
759	自動車保険料以外の輸送機器サービス	15	9,316
	自動車関係費合計	18,840	11,701,096

表6 燃料費を基準として調整した自動車関連推計値（百万円）

燃料費	3,769,171
乗用車購入費	5,372,068
その他維持費	5,786,720
合計	14,927,959

2030年のカーシェアリング市場と投入係数の推計について、以下の手順を適用した。

まず全体規模については、矢野経済研究所[9]は、「2030年の国内自動車は『2015年比では人口減で10%減、シェアカーで20%減』とみてよいのではないか。」としている。表4にある同予測の市場規模3.4兆円は、産業連関表と消費実態調査から推計した表6の自動車関連推計値14.9兆円の約22%に相当しており、両者はほぼ整合する。

費用項目の推計について、現行のカーシェアリングは、利用料金にガソリン代、保険料などを含む。前者はレンタカー事業との相違であり、既存の貸自動車業とは異なる投入係数とする必要がある。

まず、現行のレンタカー事業者売上には使用時の燃料費が含まれないので、カーシェアリング業者に適用するには、これを推計し付加する必要がある。消費者実態調査の自動車関連推計値では、燃料費は「その他維持費」の65%となる。

他方、産業連関表の貸自動車業の中間投入額のうち、自動車整備費、金融・保険、不動産仲介費を合計した金額を「その他維持費」に対応させ、表5の関係から燃料費を推計すると、全売り上げの11.3%となる。

レンタカー会社では、通常の自家用車よりも年間総距離は長い。自動車関連サイト[11]では、「レンタカーの走行距離は通常年20,000～30,000km、都市部では30,000～40,000km」とあり、自動車保有世帯の年間走行距離は6,000km～6,500km/年として、カーシェアリングの稼働率を自家用車の4.5倍と仮定した。これはレンタカー事業者の年売上の33%に相当する。この分を貸自動車業の石油製品からの投入額に上乗せし、ガソリン自動車のカーシェアリング業の投入係数の推定を行った。

カーシェアリング業にはEV導入も考えられるので、EV化シェア率も反映できるようにする。50%がEV化されていれば、石油製品購入額は1/2になり、電力購入額は燃費改善率

$(7 \text{ km/kWh})^{-1} / (12 \text{ km/L})^{-1} \times (35 \text{ 円/kWh}) / (120 \text{ 円/L})$ にしたがって上乗せされることになる。

上記矢野経済研究所の予測では、自家用車共有、ライドシェアリング、共用モビリティ、その他（駐車場シェアリング）、関連アプリ、2つ以上のサービス連携、3つ以上のサービス連携の項目が示されている。これらは、既存設備のICTを活かした運用ソフトサービスへの支出となる。その規模は、予測では7363億円となる。ここでは、カーシェアリングにはこれらの情報サービスが内包されると仮定する。

将来市場では、これらは現状の70%の自動車保有者を対象としたサービスであるので、カーシェアリング20%に配分されるサービスは $7,363 \times 0.2 / 0.7 = 2,104$ 億円と推計できる。そこで、カーシェアリングでは、既存の事業にこの金額を上乗せしカーシェアリングサービスを行うものと想定する。これは約6.5%の上乗せとなる。これらは情報サービス業からの投入となる。

他方、カーシェアリングへの移行により、家計部門のガソリン代、整備費などの関連費が70%に低下する。さらに、保険料も下がる。消費実態調査では、全保険額に占める自動車保険料が35%である。そのため、保険料は、他が変わらないなら、 $(100\% - 35\%) + 35\% \times 0.7 = 89.5\%$ に減ることになる。カーシェアリング業での保険や整備費用は自家用車とは異なることが予想されるが、ここではこの数字を用いる。

このようにして推計したカーシェアリング業の主要な項目の投入係数を、既存のレンタカー業と比較して表7に示す。

表7 カーシェアリング業の投入係数推計値（変化の大きなセルを黄色で強調）

投入係数	貸自動車業	カーシェアリング ガソリン車	カーシェアリング EV
石油製品	0.006	0.242	0
その他の金属製品	0.002	0.002	0.002
その他の製造工業製品	0.002	0.001	0.001
電力	0.01	0.008	0.138
廃棄物処理	0.002	0.001	0.002
商業	0.005	0.004	0.004
金融・保険	0.034	0.025	0.028
不動産仲介及び賃貸	0.022	0.016	0.018
道路輸送	0.012	0.008	0.009
運輸附帯サービス	0.028	0.02	0.023
通信	0.003	0.002	0.002
情報サービス	0.003	0.049	0.056
他に分類されない会員制団体	0.006	0.004	0.005
物品賃貸サービス	0.002	0.001	0.001
広告	0.004	0.003	0.004
自動車整備・機械修理	0.056	0.04	0.046
その他の対事業所サービス	0.018	0.013	0.015
その他の対個人サービス	0.002	0.001	0.001
分類不明	0.018	0.013	0.015
内生部門計	0.245	0.459	0.379
家計外消費支出（行）	0.005	0.003	0.004
雇用者所得	0.157	0.113	0.129
営業余剰	0.176	0.126	0.145
資本減耗引当	0.363	0.26	0.298
間接税（関税・輸入品商品税を除く）	0.054	0.039	0.045
粗付加価値部門計	0.755	0.541	0.621
国内生産額	1	1	1

カーシェアリング業の場合、建物や自動車などの固定資産についての資本係数も必要となる。資本係数はほぼレンタカー業と同じと考えられるが、産業連関表の資本係数行列にはレンタカー業はなく、一般機械や建機などを含む物品賃貸サービス業があるのみである。そこで、次の手順で資本係数を推定した。

- ① 物品賃貸サービス業の資本財のうち、一般機械製品、電気機械・器具はレンタカー業以外のレンタル・リース業が扱うものとみなす。
- ② 繊維製品、家具、建物、商業、輸送など汎用サービス財は、乗用車と一般機械製品、電気機械・器具からの投入額に応じて比例配分する。

この結果、物品賃貸サービス業の資本財のうち、ソフトウェア、音声・映像、企業内研究開発はレンタカー業から除かれた。また倉庫業や道路貨物輸送業はレンタカー業に比例配分されることとなった。この想定の妥当性は、今後の検討課題となる。こうして得た資本係数推計値を表8に示す。EVはガソリン車よりも価格が高いためEV導入には乗用車への投資割合も上昇する。紀村[3]は44%高価になると推計した。このため、同じ1台の自動車でも投資額も構成も変化することになる。

表8 推計カーシェアリング業資本係数

産業連関表 コード	項目	カーシェアリング業資 本係数
152	衣服・その他の繊維既製品	0.00156
161	木材・木製品	0.0001
162	家具・装備品	0.00739
351	乗用車	0.7759
411	建築	0.0368
412	建設補修	0.0008
511	商業	0.1642
572	道路輸送	0.0108
574	水運	0.0005
576	貨物利用運送	0.00078
577	倉庫	0.00105
	合計	1

2.4 乗用車部門のハイブリッド自動車（HEV）、電動自動車（EV）、プラグインハイブリッド車（PIHV）の導入と設定

HEV、EVの導入については、フローとしての生産の影響と、ストックとして燃料消費や電力に及ぼす影響の両面から評価する必要がある。

まず、ガソリンエンジン車（ICE）²⁾、HV、PIHV、EVの走行特性を想定する。車両価格について

²⁾ ICEは内燃機関車なのでディーゼルエンジン車も含むが、日本の乗用車ではほとんど無視できる規模である。

ては紀村 [3] に従う。年間走行距離は、LCS[12] の評価を用いる。こうして表 9 を得た。ここで、地域の短距離移動手段として可能性のある電動小型通勤車 (CEV) を新たに想定している。

なお、プラグインハイブリッド車の燃料消費を設定するには、エンジン走行モード (HV モード) と電動走行モード (EV モード) で分ける必要があり、単純ではない。ここでは、以下のようにして与えた。

表 9 各種新型自動車の燃費特性と価格 (車両価格は [3] による)

	ガソリン消費量 (L/年)	電力消費 (kWh/年)	支出(円)	燃費	車両価格 (万円/台)
ICE	438	0	52,615	13 km/L	144
HV	190	0	22,800	30 km/L	170
PIHV	146	190	23,180	30 km/L+7km/kWh	202
EV	0	814	24,429	7 km/kWh	207
CEV	0	570	17,100	10km/kWh	134

PIHV の EV モードでの走行距離を満充電 35 km とする。森他が与えた自動車利用の Web 調査 [13] では、走行距離分布を県別に与えている。そこでこの分布関数から走行距離 35 km 以上の HV モード領域の走行距離期待値を取ると、全国平均では平日 17.0 km、休日 20.3 km となった。35 km 以下の EV モード領域の期待値は平日 5.2 km、休日 6.2 km であった。ここで、HEV モードの燃費を 30 km/L、BEV モードの電費を 7 km/kWh とすると、年間平均では、ガソリン消費 146 L/年 +190 kWh/年を得た。

車両価格は紀村 [3] に従い ICE : 144 万円 (生産者価格)、PHV 車 : 202 万円としているので、100 万円当たりの ICE 車の PHV 車への置き換えでは、①消費が 40 万円増加、②ガソリン (価格 120 円 /L) 消費が 36,470 円低下、③電力消費 (価格 30 円 /kWh) が 8,520 円追加となる。

これをもとに、乗用車の台数シェア変化が及ぼす消費額、ガソリン消費および電力消費変化にもたらす影響を評価できる。

生産段階の投入係数について、紀村 [3] は表 9 のデータを与えており、これを基準とした。在来車との比較のため、推計投入係数を付表 1 に示す。ここではシナリオとして車重 600 kg 前後のミニ EV (CEV) を加えてある。これは、メッキ鋼鋼板と普通鋼鋼帯を基準小型車から 70% 減、そのほか鋼板を 50% 減として同量を比重 1.2 のプラスチックで置換すると想定した車両である。電費は EV の 7 km/kWh に対し 10 km/kWh とした。バッテリーもこれに伴い小型化している。

次に、自動車ストックとしての燃料消費への影響を評価する。新型自動車の乗用車新車販売に占めるシェア予測については様々な予測がありうるが、ここでは、ボストンコンサルティンググループが 2020 年 1 月にプレスリリースを行った [14] 図 9 の予測を元に評価する。

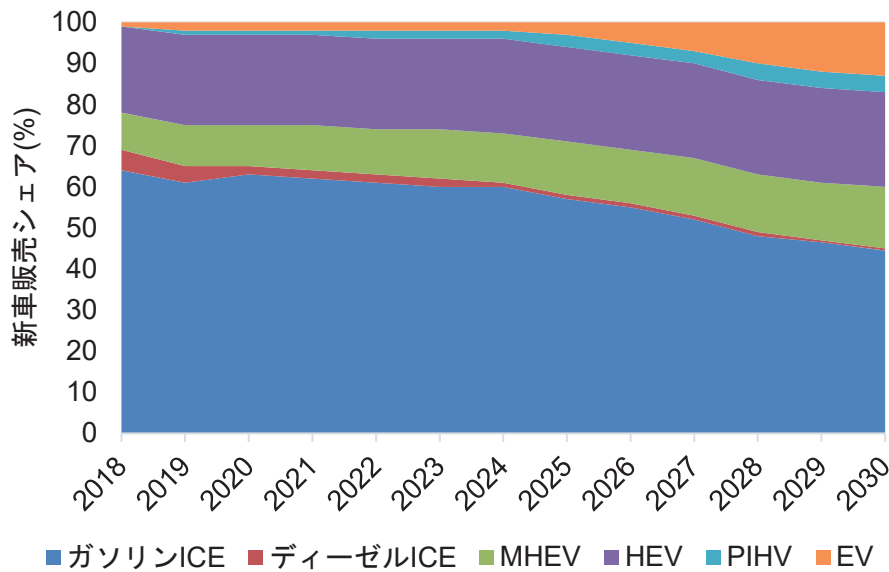


図9 ポストンコンサルティンググループによる新型自動車の販売シェア予測 ([14] から作成)
 * MHEV はマイルドハイブリッド自動車

ここでは、2030年までの乗用車保有台数は、20～74歳人口（潜在的免許保有人口と仮定）に比例した2017年の90%に減少するものと想定した。この値は現在の自動車ストックの年残存率を90%とし、新車販売が年率0.8%ずつ低下するとすれば、ほぼ再現される。保有台数の90%への減少は[9]とも整合するものであるが、実際には、複数台所有の世帯も、免許を取得しない人口も増加しているので、将来の保有台数には不確実性が高い。

こうして得た将来の新型車両車種別ストックは図10のようになる。この想定に表9の燃料消費費を仮定することで、将来時点の基準燃料消費量を与えることができる。この図では、2030年でもなお従来型のエンジン自動車のストックが64%を占めている。これは、図9のように新車販売シェアでも従来型のエンジン自動車が約半数を占めていることと、人口減少に伴う保有台数の減少傾向のため新車への置き換えペースが低下していることが理由である。このように、ポストンコンサルティンググループの予測は保守的なものであり、必ずしもゼロエミッション社会への道を描こうとするものではない。輸送部門のゼロエミッション化のためには、より強く新型車両への置き換えを加速するシナリオ構築の必要があることが分かる。

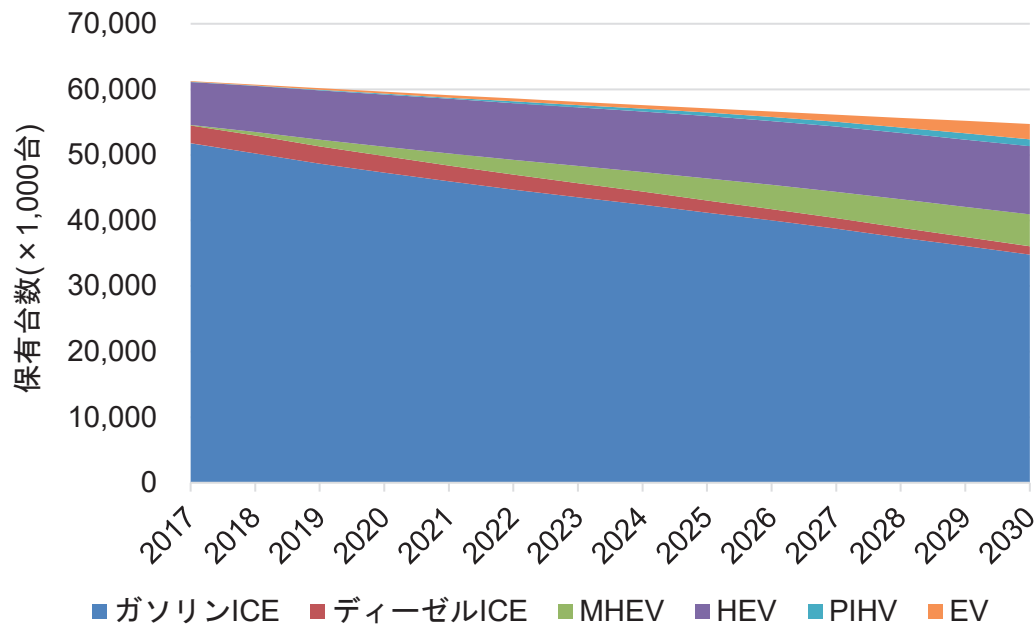


図 10 推計した種類別乗用車の保有台数推移

2.5 貨物自動車の設定

貨物自動車の現状と将来の消費については、乗用車に比べると手段が限られる。まず、現状の燃料消費と産業連関表の数値を示す。2017年の総合エネルギー統計[15]によれば、貨物自動車の石油製品消費は1,244,615 TJ (2015年は1,275,732 TJ)、金額としては産業連関表から4,241,332 (2015年生産者価格百万円) とある。この中には、軽トラック、小型トラック、普通トラック (現在は中型、大型) のほか、バスや特殊車が含まれる。各種貨物自動車の燃費については、国土交通省[16]がメーカー別・各車種ごとの燃費を出している。おおざっぱには、普通トラック 8 km/L、小型トラック 12 km/L、軽トラック 18 km/L である。

また、軽トラックの年間走行距離は、国土交通省 自動車の 2004 年使用実態[17]によれば、年間 8,207 km とある。同国土交通省調査は、8 t 未満の貨物車の 38,627 km/年 (自家用貨物では 14,325 km)、8 t 以上の普通トラックの 67,771 km/年を示している。これを用いて燃料消費を計算すると 1,331,478 TJ となり、表 10 のようにまとめられる。総合エネルギー統計の数値とはほぼ整合しているといえる。

表 10 貨物自動車の保有台数、走行距離、燃費等の概要

貨物自動車	2015 保有台数	2015 新車台数	燃費 (km/L)	走行距離 (km/台/年)	走行距離 (Mkm/年)	燃料消費 (ML)
普通	2,339,825	167,498	8	67,771	158,572	19,822
小型	3,523,142	255,324	12	38,627	136,088	11,341
軽	8,419,639	385,343	18	8,207	69,100	3,839
計	14,282,606	808,165	10.39		363,761	35,001

乗用車と同様の動力源の変化を検討する。EV化シナリオを与える際のバッテリー容量の設定では、車両総重量が基準となる。軽トラックは積載重量 350 kg 乗車人数は 55 kg × 2 となるので、1,160 kg となる。小型トラック、中型トラックは車両総重量 5 t および 11 t が上限である。大型、大型特殊はこのような上限がない。

トラックの新技术としては、エンジン単体の改良のほか、EV、HEV、FCV がある。しかし奥井、新国 [18] は、ハイブリッド化では「改善は 10%に満たず、アイドルストップを頻繁に行う場合、市街地での燃費改善は見られない」、としており乗用車との違いを指摘している。

貨物用途への EV 導入では、航続距離が問題になる。表 10 から、軽貨物自動車では年間 300 日稼働するとして約 30 km/Day なので現在の EV でも対応可能であり、乗用車とほぼ同様の導入効果が期待できる。小型トラックでは 130 km/Day なので、重量増を考えると乗用車よりもバッテリーの大幅な大容量化が必要となろう。2030 年では PIHV が現実性のある手段と思われる。さらに普通トラックの EV 化は走行距離と重量の増加から、道路からの給電など手段を取り入れない限り容易ではないことが分かる。

これらから、2030 年、2040 年まででは、

- ① 中型以上での貨物輸送の消費改善は基本が ICE 車の効率改善である。
 - ② 小型貨物車では PIHV が現実的な解となろう。
 - ③ 軽貨物車は、都市近郊での自動運転を見越し EV 化の可能性がある。
- が、現実的なシナリオに思われる。この仮定は、バスにも同様に適用できる。

ここでは、2030 年の貨物自動車のストックに以下表 11 のシナリオを想定した。

表 11 貨物自動車の将来シナリオの想定

		シナリオ シェア	燃費変化	支出ベース 電力増加率	燃料消費計 (ML)	燃料消費額 (百万円)	電力消費額 (百万円)
普通	ICE	1	0.9	0.0%	17,839	2,100,556	0
小型	ICE	0.9	0.9	0.0%	9,186	1,081,632	0
	PIHV	0.1	0.33	43.3%	374	44,066	57,865
軽	ICE	0.8	0.9	0.0%	2,764	325,456	0
	EV	0.2	0	185.7%	0	0	167,894
合計					30,164	3,551,711	225,759

産業連関表の道路輸送部門について、石油製品を上記金額に置き換え、電力の投入額に上記を加算することで、新しいシナリオを得る。

車両製造時の投入係数変化については、産業連関表の「352101 トラック・バス・その他自動車」の投入係数に PIHV, EV 製造の変化を与えることで推計を行う。ただし、軽貨物車はほかの貨物自動車とは重量が大きく異なるので、乗用車の EV の投入係数を用いることとする。

PIHV の投入係数は、車両価格百万円当たりでは、PIHV 化の追加費用が乗用車、貨物車でも同額と考え、「352101 トラック・バス・その他自動車」の投入係数に「乗用車の PIHV の ICE 車からの追加差額」を上乗せすることで推計を行った。

車種の平均投入係数は、車種間の重みづけには基準となる価格が見当たらないため、車両総重量×車両台数を用いることとする。新車販売台数について、小型 PIHV シェアを 20%、軽自動車 EV シェアを 40%とした。これにより「そのほか自動車産業」の投入係数を与えられる。

変化が多岐にわたるため推計された投入額と投入係数を付表2に示す。道路輸送業としては、表11に従い新型自動車の導入に応じて石油製品と電力消費のみが変化する。

2.6 住宅部門の ZEH/ZEH-M 化の設定

LCS 政策提案書 [12] にあるよう、年間で外部からのエネルギー投入をネットで 0 とする建物の ZEH/ZEB 化の寄与は大きい、現実には新規戸建て住宅の ZEH 化のみが先行しており、かつ新築建物の 11%程度とされている。自動車と同様、新築住宅建築の投入係数と、住宅ストックのエネルギー消費に着目する。

まず、住宅ストック需要は、基本的に戸数は世帯で、床面積は人口で決まると考えられる。富国生命レポート [19] は、「総住宅数はほぼ世帯数に収束しつつある。」としている。しかし人口問題研究所 [20] によれば、表 12 にあるよう 2030 年までは世帯数はほぼ横ばいで「そのほか」の多世代世帯が減り、単身世帯が増える傾向がうかがえるが、2030 年までは明確な傾向は見られない。

表 12 人口問題研究所による将来の年齢別人口と世帯構成 [20]

千人	全人口	0-19 才	20-64 才	65-74 才	75 才以上	20-74 才人口	20-74 才指数
2015	127,095	22,000	71,227	17,546	16,322	88,773	100.00%
2018	126,177	21,289	69,282	17,608	17,999	86,890	97.90%
2030	119,125	18,249	63,716	14,275	22,884	77,991	87.90%
2040	110,919	16,287	55,426	16,814	22,392	72,240	81.40%
2050	101,923	14,787	48,730	14,235	24,170	62,965	70.90%
2030/2015	94%	83%	89%	81%	140%	88%	88%
2040/2015	87%	74%	78%	96%	137%	81%	81%
2050/2015	80%	67%	68%	81%	148%	71%	71%

千世帯	総数	単身	核家族総数	夫婦のみ	夫婦＋子	ひとり親と子	そのほか
2015 年	53,332	18,418	29,870	10,758	14,342	4,770	5,044
2020 年	54,107	19,342	30,254	11,101	14,134	5,020	4,510
2030 年	53,484	20,254	29,397	11,138	13,118	5,141	3,833
2040 年	48,826	16,810	27,106	10,857	11,895	4,353	4,910

次に、新築住宅面積であるが、国土交通省建築着工統計調査住宅着工統計 [21] は 1988 年以降の住宅新規件数および床面積の時系列データを提供する。工法別推移は図 11 のようになる。

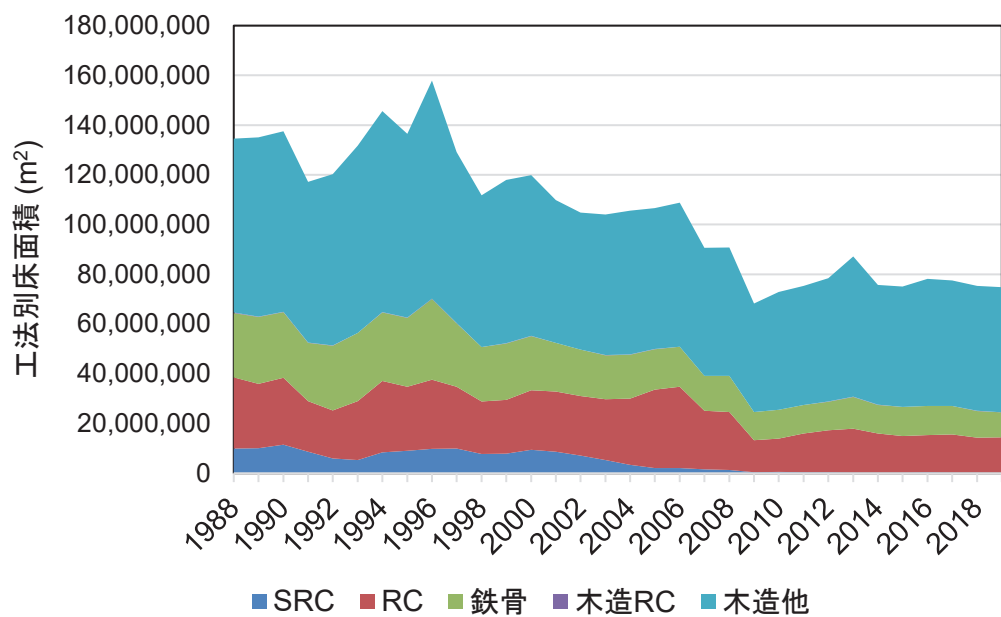


図 11 工法別新築住宅床面積の推移 [21]

長期的な低下トレンドが見られるので、新築床面積を年齢別人口の間の両対数回帰をとり関係を見ると、表 13 のように全人口に対しては有意な関係が見られないものの、5～59 歳人口との相関は明らかに高い。

表 13 新築住宅床面積と年齢クラス別人口との関係（下段は相関係数）

総人口	40-64	30-64	20-64	15-64	10-64	5-64	0-64	5-59	5-54
-0.390	0.550	0.262	0.816	0.884	0.894	0.895	0.895	0.924	0.905

この時の回帰式は

$$\ln（延べ新築床面積） = -38.3 + 3.10 \cdot \ln（5-59 才人口） \tag{1}$$

(12.6)

R2=0.85

となる。適合度は高いものの、人口変化にやや過敏であるように思われるが、この式を適用すると、人口問題研究所の将来予測では、2030 年の 5～59 才人口は、2018 年の 76,506 千人から 69,458 千人に、2050 年では 53,934 千人となるため、新規住宅需要は 2018 年の 74,876（千 m²）から 2030 年に 53,790（千 m²）、2050 年では 24,528（千 m²）に低下することになる。

これに対し、野村総研レポート [22] は、新規着工件数が「2019 年度の 88 万戸から 2030 年度には 63 万戸、2040 年度には 41 万戸に減少する見込み」としている。比較を表 14 に示すが、両者の低下率は、2040 年までほぼ一致している。

以上のように、住宅は寿命が 40～60 年（新築後半減までの時間）であるので、人口減少時には新築需要に影響が強く現れることは避けられない。こうして住宅ストックは 2030 年までほぼ横ばい、新築着工件数は 2030 年で 2018 年から約 3/4 に低下すると予測できる。

表 14 本新築面積需要予測と野村総合研究所 [22] による新築戸数予測の比較

	千人	千 m ²	万戸
	5-59 才人口	新築面積予測	NRI 予測
2018	76,506	72,607	88
2030	69,458	53,787	63
2040	59,935	34,032	41
2050	53,934	24,527	--
2030/2018 比		74%	72%
2040/2018 比		47%	47%

* NRI 88 万戸は 2019 年実績値

産業連関表では、住宅・非住宅とも建物の扱いは注意を要する。建物は、いうまでもなく長期にわたって維持されサービスを供給する資本財であるが、建設時にあたり建築会社が購入する場合は中間投入となる。この建設時投入額はその保有部門の投資額となるが、保有部門が建築会社以外から直接購入して据え付けた設備は、直接投資部門に計上される。例えば、太陽電池も建設時当初から建物に組み込まれ一括で購入されていれば建築業の中間投入に計上されるが、別途直接購入により据え付けられた場合は投資部門に別掲される。後述する発電設備の場合も同様の問題があり、中間投入として電力施設建設に計上されるものと、発電機や原動機（風力タービンなど）は投資部門に計上されている。そのため投入係数から波及効果を見る場合は、これらの設備を中間投入に移して評価するか最終需要のままで評価するかで差が生じる可能性がある。

次いで、新築住宅の資本係数に着目する。低炭素社会のために ZEH、ZEH-M Ready など断熱住宅の増加に期待がある。いくつかの ZEH の見積サイト [23] では「追加費用は、250 ～ 300 万円ほど」とある。おおざっぱに新築戸建て住宅の坪単価 60 万円、建築学会標準住宅の延べ床面積 37 坪を基準とすると、およそ 11 ～ 13% の価格上昇となる。これは ZEH 化のための PV 費用を含む。ZEH 化に必要な PV は地域差が大きいが、環境省家庭部門の CO₂ 排出実態調査による LCS の検討 [12] により、北海道、東北、北陸を除き 5 ～ 6 kw 程度の PV 設備が必要である。既存の工事費を含む PV 設置費用は、見積サイト [24] では 5 kw 容量に対し約 200 万円を報告している。このことから断熱の費用は差額の 50 ～ 100 万円となる。すなわち建築費が 2 ～ 4% 増額となる。

そこで、ZEH モデル住宅では、通常の住宅部門の資本係数に対し、① ZEH および ZEH-ready では建築業からの投入を 3% 上乗せ、② ZEH では新築戸建て住宅のみを対象として PV（そのほか電気機器部門）からの投入を全建築費用の 9.4% 上乗せとした。このように資本係数の変化は小規模である。これは、追加設備を建設段階の中間投入ではなく資本行列に含めたことになる点への注意が必要である。ただし、本研究のように新築住宅需要に対して中間投入と投資が同時決定される場合はいずれに計上しても同じ結果となる。なお集合住宅と戸建て住宅の違いや工法の違いは反映できていないので今後の課題として残る。

消費に関しては、ZEH 化され余剰電力を売電できるとすると、年間の電力消費額、ガス代とも 0 となる。これに対し、集合住宅の ZEH-M 化には指標がない。また現状では、集合住宅を ZEH-M 化するだけの PV 導入は、低層住宅を除き現実的ではない [12]。

そこで、集合住宅では 2 ～ 4% 建設費が上昇した断熱化のみの ZEH-Ready 化を想定し、ガス・電力消費の削減と同時に電力化がなされるものとする。ZEH-Ready の場合の電力とガスの削減率を 2018 年度エネルギー・経済統計要覧 [25] から推計する。用途により電化の効果は異なるので、空調は ZEH-Ready により 20% の削減が可能としたうえで、給湯、空調は COP4.0 の HP で置き換え、

そのほかの用途は変化なしとすると、表15のようにZEH-Readyで電力消費が24%増え、ガス代が0となる。ZEHでは、年間でこの電力を自給するので電力代も0となる。ただし、ここでも集合住宅と戸建て住宅の違いは反映できていない点に注意が必要である。

表15 ZEH-ready 住宅の電力化評価 [25] から作成

	ガス消費 (給湯、空調)	厨房用ガス	電力消費 (他+厨房)	電力消費空調	電力計
GJ	14.2	2.2	13.2	3.7	16.9
HP (COP4.0)	0.0	0.0	13.2	5.5	20.9
電力増加率					123.6%

将来の住宅のストックについては、国土交通省の「建築物ストック統計の公表について」[26]をもとに2030年のZEH、ZEH-ready 普及率を見積もることとする。

住宅寿命は半減期約40年[27]とされ、長期にわたり残存する。集合住宅のZEH-ready化のシナリオとして、新築住宅のZEH化率(戸建て)、ZEH-ready率(集合住宅)は、それぞれ2030年で50%および15%を想定した。新築件数は表14を反映し毎年2.3%ずつ低下するものとした。既存ストックは残存率98.4%(半減期43年)とすることでほぼ表14に合わせることができるので、この趨勢を延長した。結果を表16に示す。ストックで見ると2030年で全体では戸建住宅、集合住宅併せ3.4%程度にとどまる結果となった。2050年には全新築住宅の90%がZEH/ZEH-ready化し、この趨勢を2050年まで延長すると、全ストック中のZEH化率は15%にとどまる。これは建物の寿命の長さと人口減少に伴う新築住宅の減少のためである。したがって、住宅部門のゼロエミッション化の実現には新築だけでなく改築の促進など強力な政策誘導が必要となる。

表16 新築建物のZEH化率とストックへの影響

		2017	2020	2025	2030	2050
ストック(戸)	戸建て住宅	27,905,700	27,783,175	27,417,906	26,885,478	23,699,522
	集合住宅	24,736,500	24,995,249	25,192,176	25,140,528	23,254,421
	合計	52,642,200	52,778,424	52,610,083	52,026,006	46,953,943
ZEH ストック(戸)	戸建て住宅	68,394	263,602	748,916	1,374,645	4,182,232
	集合住宅	0	32,106	173,607	395,519	2,924,097
	合計	68,394	295,708	922,524	1,770,164	7,106,329
新築(戸)	戸建て住宅	414,508	386,683	344,398	306,736	193,011
	集合住宅	494,791	461,577	411,101	366,145	230,394
	合計	909,299	848,261	755,499	672,881	423,405
新築 ZEH 率	戸建て住宅	11%	20%	35%	50%	90%
	集合住宅	0.0%	3.5%	9.2%	15.0%	90.0%
	合計	5.0%	11.0%	21.0%	31.0%	90.0%
ZEH-ready 率	集合住宅	0.00%	0.06%	0.33%	0.76%	6.23%
ZEH 率	戸建て住宅	0.13%	0.50%	1.42%	2.64%	8.91%
全体 ZEH 率	合計	0.13%	0.56%	1.75%	3.40%	15.1%
新築/ストック比	戸建て住宅	1.49%	1.39%	1.26%	1.14%	0.81%
	集合住宅	2.00%	1.85%	1.63%	1.46%	0.99%
	合計	1.73%	1.61%	1.44%	1.29%	0.90%
ストック残存率	98.4%					
新築減少率	97.7%					

以上の住宅ストックの2030年のシェアに従い、ガス消費と電力消費の削減が行われ、新築住宅のシェアにしたがって資本係数から「そのほか電気機器」と「建築業」からの投入が変化することになる。

2.7 発電部門の資本費、資産と資本行列

発電部門は、ゼロエミッション化実現の大きな要素であり、LCSをはじめこれまで多くの電源構成と運用のモデル化や産業連関表の拡大による分析を行ってきた[1, 2, 28]。

これまでに公開された日本の主な電力部門の産業連関表には以下がある。ただし数値データ全てが公開されているのは、産業連関表と IONGES のみである。

2015 年産業連関表（基本表）

（中間投入） 電力施設建設、事業用火力発電、事業用非火力発電、自家発電

（資本行列） 電力、うち風力発電、うち太陽光発電、うちその他再生可能エネルギー利用発電

IONGES（鷺津）2011 年³⁾

（中間投入） 原子力発電施設建設、火力発電施設建設、水力発電施設建設、送配電施設建設、事業用原子力発電、事業用火力発電、事業用水力およびその他の発電、自家発電、送配電事業

JES5 モデル（野村）2015 年産業連関表

（中間投入） 電力施設建設、事業用火力発電、事業用非火力発電、自家発電、高効率太陽光発電、超臨界地熱発電、次世代浮体式洋上風力発電、水素発電、SMR

（資本行列） 電力、うち風力発電、うち太陽光発電、うちその他再生可能エネルギー利用発電、高効率太陽光発電、超臨界地熱発電、次世代浮体式洋上風力発電、水素発電、SMR（ただし、高効率太陽光発電以降は明示されていない）

LCS 新産業連関分析 [28] 2015 年産業連関表および国立環境研究所環境負荷原単位データブック (3EID)

（中間投入） 2015 年産業連関表に加え電力建設太陽光発電所、電力建設陸上風力発電所、電力建設洋上風力発電所、電力建設バイオマス発電所、電力建設地熱発電所、電力建設高温岩体発電所、電力建設蓄電池変電所、電力建設揚水式発電所、電力建設水素ガス発電所、太陽光発電、陸上風力発電、洋上風力発電、バイオマス発電、地熱発電、高温岩体発電、蓄電池変電、揚水式発電、水素ガス発電

（関連追加中間投入部門） PV モジュール製造、リチウム蓄電池製造、鉛蓄電池製造、EV 乗用車、EVトラック・バス、DAC/CCS

発電技術に関しては、IONGES（2011 年基準）と LCS（2015 年基準）で既存発電技術の細分化を行っており、LCS が最も詳細な細分化を行っている。JES5 モデルは 2015 年時点では既存の産業連関表と同一であり、2030 年評価において新型発電技術が追加される。部門で見ると、送配電部門を独立に与えているのは IONGES と LCS であるが、いずれも資本行列は含まない。JES5 モデルでは 2030 年評価において資本行列が用いられるがデータの記載はない。また、電力事業としてみた場合、業務にあたる部門はいずれにもない。しかし電気事業の詳細化にあたり、発電施

³⁾ 2021 年 5 月に、さらに細分化された 2015 年基準の拡張表が公開されている。

<https://www.f.waseda.jp/washizu/table.html> 今後は、LCS の推計値など最新研究と比較の上、さらに発電技術の投入係数を改訂する予定である。

設の建設、運用に加え、送配電部門や業務部門などの取り扱いの検討は必要と考えられる。

そこで、ここでは、産業連関表基本表を基本とし、発電技術に関する建設および運用の中間投入には既存の文献値を利用するものとする。先行研究には記載のない発電部門、送配電部門、業務部門の資産額や投資額については、電気事業者の有価証券報告書有形固定資産や投資額等を基に資本行列と資産額を推計し、産業連関表電力部門の資本費と整合させるよう調整を行った。

まず、12 電気事業者（10 電気事業者＋電源開発＋日本原電）の有価証券報告書の設備部門別資産額と設備投資額を表 17 に示す。この 12 電気事業者の 2015 年度および 2019 年度の販売額は計 18,919,766 百万円および 22,452,734 百万円であり、2015 年度の産業連関表の事業用発電部門生産額 17,675,129 百万円とほぼ同程度である。

表 18 は同じ有価証券報告書による設備容量である。

表 17 有価証券報告書（10 電気事業者＋電源開発＋日本原電）による電気事業者資産まとめ

	帳簿価額（百万円）	2015	2019	2015	2019
		資産 （除土地資産）	資産 （除土地資産）	設備投資額	
発電設備	水力発電設備	2,328,374	2,216,278		
	火力発電設備	2,985,678	3,036,705		
	原子力発電設備	2,497,858	2,527,560		
	内燃力発電設備	44,385	45,160		
	新エネルギー等設備	49,615	34,799		
	発電設備合計	7,905,910	7,860,502	1,353,890	1,273,788
送電設備	送電設備	5,118,941	4,446,152	271,595	332,509
変電設備	変電所	2,005,857	1,901,355	246,702	212,448
配電設備	配電設備	6,680,200	6,196,289	312,228	326,592
	発電設備計	7,905,910	7,860,502	1,353,890	1,273,788
	送変配電設備計	13,804,997	12,543,796	830,525	871,549
	業務設備計	606,215	648,400	99,847	162,750
	合計	22,317,122	21,052,698	2,284,262	2,308,087

* 2019 年度では、JERA が含まれる。

表 18 有価証券報告書（10 電気事業者＋電源開発＋日本原電）による電気事業者設備まとめ

		2015 年	単価
発電設備合計	発電所数	1,447 か所	6, 1 百万円/個所
	認可最大出力	206,801,248kW	42 千円/kW
送電設備合計	亘長	102,947km	55,3 千円/km
	回線延長	186,045km	30,6 千円/km
変電所	変電所数	6,720 か所	364 百万円/か所
	認可出力	689,122,605kVA	4 千円/kVA
配電設備合計	亘長	1,596,527km	3,8 千円/km
	電線延長	4,771,828km	1,3 千円/km
業務設備	従業員	52,023 人	

部門別の資本ストック、投資額については、上記のほか国民経済計算（SNA）統計が数値を出している。これらを表 19 に比較する。SNA は帳簿価額でなく時価評価かつ物価変動を加味したものであるため、統計上の数値は 100 兆円を超える。

表 19 資産の有価証券報告書、SNA、産業連関表の評価比較

		資産(土地資産含む)		構成比	新規投資	構成比
	百万円	2019	2015	2015	2015	2015
有価証券報告書	発電設備	8,711,537	8,758,494	35.3%	1,353,890	56.7%
	うち建物	805,889	897,667	10.2%		0.0%
	うち機械他	7,054,613	7,008,243	80.0%		0.0%
	非発電設備	14,614,095	16,039,223	64.7%	1,033,444	43.3%
	うち建物	1,542,774	1,670,733	10.4%		0.0%
	うち機械他	11,649,422	12,740,479	79.4%		0.0%
	帳簿資産計	23,325,632	24,797,717	100.0%	2,387,334	100.0%
SNA	SNA 資本ストック		108,177,656			
	SNA 新規投資(取付)				3,484,558	
産業連関表	発電機械・設備				746,232	18.6%
	送配電機器・設備				645,197	16.1%
	建設費関連合計				820,741	20.5%
	核燃料				336,808	8.4%
	その他設備				408,680	10.2%
	業務関連サービス				871,952	21.8%
	資本形成合計				4,007,061	100.0%

産業連関表の総額と有価証券報告書の内訳を整合させるため、次のような推計手順を取る。産業連関表では、電力部門の新規投資額（2015）年は約4兆円である。部門別の投資額を資産額で按分した値を最下段に示した。部門別の投資内訳には業務サービス投資など設備、建物以外の項目が含まれていることや、発電設備など明らかに部門特有の項目があるので、単純な比例拡大では問題が生じる。

まず、投資先3部門（電源部門、送配電部門、業務部門）と投資8財（発電設備、送配電設備、電力施設建設、非住宅建物建設、建設補修、そのほか、核燃料、業務サービス投資）を表20-Aのように対応付け、対応が明確な個所を埋めると表中の青太字の分が残る。ここで、青太字の項目には行和と列和および初期値が与えられている状態なので、RAS法により推計を行うことが可能である。この調整の結果を表20-Bに示した。

表 20-A 有価証券報告書の投資額と産業連関表投資額の対応（調整前）

百万円	電源部門	送配電部門	業務部門	電力資本形成 (産連表)
発電設備	746,232	0	0	746,232
送配電設備関連	0	645,197	0	645,197
電力施設建設	64,506	13,164	0	820,741
非住宅建物	82,550	46,275	13,227	142,051
建設補修	12,822	2,612	2,174	35,400
そのほか	476,673	97,090	80,837	408,680
核燃料	336,808	0	0	336,808
他業務サービス 投資	0	0	871,952	871,952
調整目標額	755,221	477,931	31,668	1,264,821

表 20-B 有価証券報告書の投資額と産業連関表投資額の対応（調整後）

百万円	電源部門	送配電部門	業務部門	電力資本形成 (産連表)
発電設備	746,232	0	0	746,232
送配電設備関連	0	645,197	0	645,197
電力施設建設	502,524	318,217	0	820,741
非住宅建物	82,550	46,275	13,227	142,051
建設補修	20,144	12,732	2,524	35,400
そのほか	232,553	146,983	29,144	408,680
核燃料	336,808	0	0	336,808
他業務サービス 投資	0	0	871,952	871,952
総投資額⁴⁾	1,920,811	1,169,403	44,895	4,007,061

有価証券報告書と産業連関表では施設建設の投資額に大きな差があるため、調整も大きな幅となっている。

次いで、資本費の算出に必要な資産残価率と2015年資産額初期値の推計を行う。資産額は資産残価率と整合的になるよう推計を行う。残価率は部門により異なるので、2015～2019年の平均設備投資額を用い、 $(資産:2019) = (資産:2015) * R^4 + (平均投資) * (1 + R + R^2 + R^3)$ の式から平均残価率を求めた⁴⁾。結果を表21に示す。これにより、2015年の産業連関表投資額から資産額を逆算すると、表22の値を得た。

⁴⁾ 減価は定率法を用いるが、送配電部門には取り換え法が用いられることもあるため、原価率は小さくなる。

表 21 部門別の残価率と平均償却期間

	残価率	平均償却期間（年）
発電設備合計	0.832	12.5
送電設備	0.903	22.6
変電所	0.870	16.5
配電設備	0.932	32.8
送変配電設備計	0.912	25.1
業務設備計	0.857	14.9
合計	0.880	18.0

表 22 2015 年資産額部門別推計値

	2015 年資産額推計値（兆円）
発電設備	13.9
送配電設備	23.2
業務設備	1.1
合計	38.1

次いで、電力施設建設、電力部門の投入係数と資本係数を細分化する。ここでは、種類別発電施設建設および送配電事業建設費については、データが公開されている IONGES の電力設備建設投入係数と資源エネルギー庁のエネルギー電力設備投資実績 [29] により推計された設備建設投資額の合計と、産業連関表の電力施設建設費が整合するよう投入財ごとに調整を行った。電力部門の 2015 年発電設備別中間投入額は、IONGES の発電設備別投入額を発電種類別発電電力量成長率で修正することで推計を行い、次いで合計値が産業連関表電力部門投入額に一致するよう投資財ごとの調整を行った。なお、「研究」部門は産業連関表の構成に従い資本行列に移動した。

資本行列では、産業連関表は「電力合計」とその内数としての風力発電、太陽光発電、他再生可能エネルギー発電が記載されるのみである。ここでは、次の手順で資本行列を分解した。まず、「電力部門資本形成」列を、有価証券報告書投資額による推計値表 20-B にしたがって項目ごとに発電部門、送配電部門、業務部門に按分する。次いで、核燃料以外の項目をエネルギー電力設備投資実績 [29] にしたがって按分する。これにより、ボイラ、タービン、発電機、開閉制御装置、研究開発など中間投入表に明示されない投資財を発電構成シナリオに合わせて推計できるようになる。

以上のプロセスにより、2015 年時点において産業連関表の投入産出表と資本行列と整合するような電力部門の電力施設建設、電力部門中間投入、資本行列を推計することができた。将来シナリオは、LCS 他の文献が提供する電源構成や発電電力量、新発電技術の設備建設投入係数や運転時の投入係数変化シナリオを加えることで、建設投資、設備投資、設備の運用とその波及効果を部門別に推計できるようになる。以上のプロセスによって推計された表は付表 2 にまとめる。なお、次章に示すモデルプログラム内では、電源構成比を外生的に与え、発電電力量の規模が内生化され電力需給が全体として均衡するように定式化されている。

2.8 産業部門化石燃料最終消費のシナリオ

ゼロエミッション化のためには、当然産業用の化石燃料投入削減のシナリオが必要である。化石燃料を大量に必要とする石油製品や化学工業、鉄鋼業では、原料としての化石燃料投入を区別する必要があるだけでなく、石油精製ガスや高炉ガスなどの副産物を発電などにエネルギー利用している。製造とエネルギー消費が一体化しているため、低炭素化からゼロエミッション化に至るには製造プロセスに立ち入っての検討が不可欠である。また、食品業、金属加工などプロセスを含むものではエネルギーの量と温度双方の管理が必要なため、単純な電化が現実的でない可能性もある。また多くの製造業で用いられる蒸気は、量や温度のほか、コストの問題も大きい。

これらに対してサービス業や組み立て産業では、化石燃料の用途をある程度追った段階で、電力化や再エネ利用のシナリオを検討可能と考えられる。そこで、総合エネルギー統計 [15] の詳細表 (2018) から、化石燃料についてエネルギー転換や原材料使用を除いた産業部門別自家発電投入・自家蒸気発生投入・最終エネルギー投入を抽出し、表 23 のようにとりまとめを行った。

この表からは、自家発電よりも蒸気発生が大きいこと、さらにこれら以外の最終需要は 4.9 EJ と極めて大きいことがわかる。ただし、その大きな部分は化学・石油製品・鉄鋼業であり、プロセスと一体化した副産物の自家消費の一面があると考えられる。そこで、この表ではこれらの 3 業種を強調しつつ、これらを除いた数値も示した。最終需要投入では、1.8 EJ であり、化石燃料総投入量の 14 EJ の 13% に及ぶ。

次に、これらの産業用エネルギー需要のゼロエミッション化に向け、次のようなシナリオを想定した。これは独自のシナリオ構築ではなく、推計作業の整合性確認のための計算例である。

- ① 化学・石油製品・鉄鋼業については、そのプロセスを考慮したシナリオが必要である。化学産業では原料のバイオ化、石油製品では全体的な縮小、鉄鋼業では電炉プロセスの導入とする。ただし、今回は化学産業のバイオ化は課題とする。
- ② 化学・石油製品・鉄鋼業以外の産業の自家発電用途は、一旦、電気事業からの購入に置き換える。これは電気事業のゼロエミッション化技術が自家発電にも応用されるということになる。
- ③ 蒸気発生の低炭素化手段には、産業排熱の利用や森林などバイオマス資源の投入があるが、ここではゼロエミッション化のため後者を用いる。化学・石油製品・鉄鋼業を除く蒸気発生用エネルギー需要 351 PJ は、NEDO の「NEDO 再生可能エネルギー技術白書」[30] による バイオマスエネルギーのバイオマス供給ポテンシャル 510 PJ、また同書が紹介する『国産バイオ燃料の大幅生産拡大』によると、廃棄物系バイオマスと未利用系バイオマスのポテンシャルのうち、未利用系バイオマスのエネルギーポテンシャルは約 530 PJ/年以下であり、ゆとりは小さいものの実行可能な範囲である。
- ④ 最終用途のうち、製造業のガス需要は、化学・石油製品・鉄鋼業を除くと 173 PJ である。これらは加工工程で使用されられるので、電熱ではなく水素バーナーに置き換えるものとする。家庭用、サービス業では空調用と考えられるので、ヒートポンプ (HP) による電力化を想定する。鉱業・建設業でのガス使用は 7.6 PJ であり小さいものの、これらは水素バーナーとする。したがって、ガス最終用途は 180 PJ が水素に置き換えられることとする。業務用のガス最終消費は 352 PJ である。これらは高温のプロセスヒートではないとみて、HP で置き換えるものとする。
- ⑤ 石炭の最終消費の大部分は窯業 (セメント) のキルン焼成プロセスで用いられており、石油、ガスと合わせると 315 PJ に達する。セメント業からの CO₂ 発生は今のところ CO₂ 吸収コンクリート以外では抑制が難しい。ここは今回の検討から外し、今後調査を続けるものとする。
- ⑥ 化学・石油製品・鉄鋼業以外の石油製品の最終消費は、1,092 PJ に達する。石油製品の内訳を表 24 に示す。ここでは、軽油は動力用とみてモーターに、灯油・重油は暖房用とみて HP に

置き換えるものとする。ただし、宿泊業・飲食業では調理用とみなしてそのまま電力に置き換えるものとした。ここで、HPのCOP:3.8、ディーゼルエンジン効率を0.34、自家発電効率を0.35、ボイラ、モーター効率を0.9と仮定している。

表24には、以上のシナリオで化石燃料製品を置き換えた場合の電力需要、バイオマスボイラ用燃料需要、水素需要を合わせて示した。水素製造のコストについてはLCSの評価を利用する[31][32]。例えば、電解法では、単位エネルギー当たりの製造に必要な設備費用が明記されているので、これを生産用機械、業務用機械、産業用電気機器、その他電気機械に対応づけたのち、生産額百万円の場合の産業連関表のガス業の繊維製品や対事業所サービスなど、業務のための資本費を付加して推計を行った。投入係数もガス業を基準として100万円当たりの生産に必要な電力と水を追加し、石油製品や一次産品としてのガスなどを除いた。今回用いた電解法による水素製造の推計投入係数を付表4に示す。

産業の化石燃料需要の代替シナリオにはいくつも可能性があるため、以上のシナリオはあくまで一つの可能性を描いた暫定的なものである。

3. 需要と投資の波及効果を扱う産業連関モデルの構築と試算

前章に述べた情報サービス、新型自動車、ZEH/ZEH-ready、貨物自動車等の2030年の投入係数、ストック予測、資本係数、最終消費等が描く全体像を定量的に評価するための産業連関モデルを構築する。

基本的な構成は、通常の産業連関モデルに投資系列、資本ストックと生産関数を与えたものである。ただし、2.2で述べた企業向け情報サービスでは、固定係数の産業連関分析の拡張がなされる。

産業連関分析の基本式は、以下である。

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \sum_k \mathbf{c}_k + \sum_j \mathbf{I}_j + \mathbf{E}\mathbf{x} - \mathbf{I}\mathbf{m} \quad (2)$$

ここで $\mathbf{x}$ は産出額ベクトル、 $\mathbf{A}$ は投入係数ベクトル、 $\mathbf{c}_k$ は主体 k (民間、政府、そのほか)の消費ベクトル、 $\mathbf{I}_j$ は部門 j の投資ベクトル、 $\mathbf{E}\mathbf{x}$ は輸出、 $\mathbf{I}\mathbf{m}$ は輸入である。今回のモデルでは企業向け情報サービス部門からの投入(SaaS部門と呼ぶ)は固定係数でなく、投入額または賃金に対する投入比が入る。

t 期の部門 j の付加価値生産額を、 K_j^t を資本ストック、 L_j^t を労働投入として、

$$V_j^t = f_j(K_j^t, L_j^t) \quad (3)$$

のように生産関数で表す。今回は代替弾力性が可変にできるようCES関数を用い、基本的に代替弾力性を0.3としている。本モデルでは、 t 期の第 j 部門への第 i 部門からの中間投入 X_{ij}^t をこの付加価値に対する割合として定式化する。すなわち、

$$X_{ij}^t = B(i, j) V_j^t \quad (4)$$

とする。部門 j について、 T 期の資本ストック K_j^T と T 期以前の t 期投資額 $I_{vj}(t)$ には、技術進歩率 g と除却率 δ を用いると

$$K_j^T = (1 - \delta) K_j^{T-1} + \sum_{t=0}^T (1 - \delta)^{T-t} (1 + g)^t I_{vj}(t) \quad (5)$$

の関係がある。ただし、本モデルでは外生的な技術進歩率は仮定せず生産性の向上は、SaaS 部門からの情報技術の導入のみによるとしている。

財 j の価格 P_j については、ここでは付加価値を基準として

$$P_j^t X_j^t = \sum_i P_i^t X_{ij}^t + V_j^t \quad (6)$$

とした。 X_j^t は t 期 j 部門の生産額である。ただし、この方法では同じ生産方式で原料費のみが上昇する場合は扱えるが、火力発電から太陽電池への移行のように資本費の異なる技術の場合には適用できず、価格は 1 kWh 当たりの費用を用いて調整する必要がある。

労働投入は、労働供給合計 L^t を用い

$$L^t = \sum_j L_j^t \quad (7)$$

となる。消費については、基準となる将来消費 C_{i0} を人口などで外生的に与えておき、これに所得弾性値による変化項を与える。 GDP_0 は基準時点の GDP を、 GDP_t は t 期の GDP を表す。

$$C_i = C_{i0} \left(\frac{GDP_t}{GDP_0} \right)^{\sigma_i}, \quad GDP_t = \sum_j V_j^t \quad (8)$$

また、過剰な輸入や輸出を防ぐため、純輸出、純輸入とも GDP の λ 倍以下となる制約

$$|\sum_i Im_i^t - \sum_i Ex_i^t| \leq \lambda GDP_t \quad (9)$$

を加える。 Im_i^t , Ex_i^t は t 期 i 部門の輸入および輸出を表す。以上が基本式であり、このほかに貿易財でない産業（公務、医療等）では輸出を初期値に固定する等の追加的な条件が与えられる。

2.2 「事業者向け情報サービス業」に述べた生産性増加の効果は、ここでは以下のように定式化した。まず、労働生産性向上のための ICT 技術は、未導入企業があることから明らかなよう、必ずしも生産の必須要素ではない。このため、固定係数の産業連関分析には適していない⁵⁾。そこで、これを独立した SaaS 部門と名付け、次のような仮定から定式化を行うこととした。

a. ICT 支出が 0 の場合を基準として、労働生産性が上昇する。

b. 賃金支払い額に対する ICT 支出比率により労働生産性は増加するが、次第に飽和し、費用対効果が負に転ずれば投入はなされない。

そこで、賃金支払い総額に対する情報化投入額の比率を S とし、 S に関して上に凸な関数 $R = f(S)$ によって生産性が増加するものとする。これを

$$R(S) = AS^\alpha \quad (0 < \alpha < 1) \quad (10)$$

⁵⁾ 既存文献では、「ICT 資本ストック」として通常の生産設備とは異質な資本ストックにより取り扱われることが多い。ここでは情報サービス業からの投入をフローとして扱い、労働生産性増加をより明示的に表現するため、「ICT 資本ストック」を用いない定式化を行った。

で表すものとする。すなわち生産性は $1+R(S)$ となる。この場合、j 部門の (3) 式の生産関数は、

$$Y_j = f_j(K_j, \{1+R_j(S_j)\}L_j) \quad (11)$$

に拡大され、併せて j 部門への SaaS 部門からの投入額は、 $X_{SaaSj} = S_j(P_jL_j)$ となる。このようにこのモデルは産業連関表において SaaS 部門からの賃金に対する投入比率をもととする投入行を設けることで上記の関係を表現できるが、固定係数モデルではないため通常のレオンチェフ逆行列による計算は適用できず、全体を非線形モデルで定式化することになる。この点は JFE5 モデル [5] との相違点となる。

最適な投入率 S^* は、 $R-S$ を最大化する解として得られる。その時の生産性増加率を R^* とすると、

$$S^* / R^* = \alpha, A = R^* / S^* \quad (12)$$

を得る。例えば、 $S^*=0.15$ 、 $R^*=0.25$ なら、 $A=0.78$ 、 $\alpha = 0.6$ を得る。モデルでは、 S^* 、 R^* はシナリオパラメータとして与えるが、ここでは、図 8 の業種別生産性増加率 2030 年値を R^* の基準値に用いる。

S^* は、基準となる賃金に対する ICT 支出比率である。2015 年の産業連関表では、ICT 導入が進んでいると考えられる金融保険業、情報通信業での情報サービス業からの投入額は、前者で投入額が 1.48 兆円に対し売り上げが 35 兆円、賃金支払い額 12 兆円、後者では投入額が 6961 億円で、賃金支払い額 7 兆円、売り上げは 18.5 兆円である。すなわち前者で賃金に対する情報サービス投入は 12.2%、後者で 9.9% である。ここでは、今後の ICT 導入拡大を念頭に置き、賃金に対して 8% の追加支出により図 8 の 2030 年値 Y^* が見込まれるものと仮定した。

なお、2015 年産業連関表基本表では、内生部門平均の情報サービス業支出の賃金支払い総額比は 4.4% である。特に比率の大きい産業は、分類不明 (113%)、固定電気通信 (89%)、下水道 (69%)、移動電気通信 (53%)、競輪・競馬 (33%)、広告 (32%)、パーソナルコンピュータ (29%) であるが、全部門の 79% は 5% 未満、93% が 10% 未満となっている。ICT 支出（投資を含む）の今後の動向はなお調査が必要と考えられる。

また、労働供給、生産額の分配のいずれにも制約があるため、必ずしも全産業で最適な X^* 、 Y^* が実現されるとは限らないことに注意が必要である。

最適化の目的関数は、付加価値和の最大化から SaaS 投入額を差し引いたとする。

本モデルでは、2015 年の 107 部門表を用いている。これから、付加価値行に記述のない事務用品、自家用道路輸送、住宅費（帰属家賃）をそれぞれ「そのほか製造業」「道路輸送」「住宅費」に統合し、最終的に 104 部門に統合した。

前章で述べたように、将来のゼロエミッション社会の経済を語るためには、鉄鋼業やセメント業、化学工業などプロセス産業のシナリオが不可欠であるが、今回は以下のシナリオの下でシミュレーション計算を行い、情報サービス産業や新型自動車導入などの影響を見る。これらは独自のシナリオ構築を目指すものではなく、本提案の各推計作業の整合性を確認するための一計算例として位置づけられる。

Scn-0 (2015 年値)：初期値 (2015) 年値の再現。

Scn-1 (2030 年値 BAU)：2030 年の労働投入量変化のみを与える。

Scn-2 (ZEH/ 新自動車導入)：2030 年時点で第 2 章に述べた新型自動車、ZEH/ZEH-ready 住宅、貨物自動車を導入。

Scn-3 (情報サービス)：2.1 に述べた消費者向け情報サービス、SaaS による生産性向上、MaaS による自家用車の置き換えが発生する。

Scn-4（70%減電源構成）：LCS 2030年70%CO₂排出削減の電源構成シナリオ[33]を導入。

Scn-5（産業部門燃料代替）：2.8に述べた産業化石燃料消費代替が化学工業、製鉄業、石油製品業、窯業を除く各産業の1/3まで普及する。また、鉄鋼業における電炉シェアが50%まで上昇する。

104部門のシミュレーションは多岐にわたるため、ここでは産出額、付加価値生産、石油製品投入、電力投入の各シナリオ間の変化について示す。まず図12にケース・部門別の産出額変化を示す。次いで、図13～15には付加価値生産額、石油製品、電力投入の2015年実績値からの変化率を示す。

図13の付加価値生産の変化では、2030年までSaaSによる生産性向上のないScn-1、Scn-2では成長は資本蓄積のみによってなされるため、年率0.4%および0.5%の成長にとどまる。SaaSにより労働生産性が改善されるScn-3、Scn-4、Scn-5では、15年間で約28%、すなわち各々年率1.6%、1.7%、1.7%の増加となった。単価の高い新型自動車導入による乗用車部門の産出額上昇のほか、日本が輸出競争力を持つ汎用機械、生産機械、産業用電気機器が成長している。これらの産業が今後いかに国際競争力を保つかが課題である。

石油製品業の2030年では、2015年値に比べ単純延長のScn-2では2015年値から18%成長し、EVやZEHが導入される場合、増加は2.8%に抑制される。しかしSaaSで生産性が上昇したのちは約20%増加になる。石油製品の最終消費はいずれのシナリオでも2015年から低下しており、Scn-1で2015年値の97%、Scn-2で77%、さらにScn-3以降では57%に低下している。輸送部門ではほぼシナリオ間では11%低下（Scn-1）から2.4%増加（Scn-4）の変化を見せるが、幅は小さい。これは貨物輸送ではEV化の範囲が限られていることによる。他方、化学工業全般で石油製品需要が大きく増加し、約170%に達している。このように石油製品は燃料から材料生産に移行し、全体としては需要削減に至っている。ただし、この場合、投入が直ちにはCO₂排出上昇を導くとは限らないため、ここにはさらにプロセスを追った検討が必要である。石油製品の電力施設建設への投入も約3倍に増加しているが、もともと投入係数は0.002程度と小さく発電構成の変化が比率に大きく影響している。

図15は電力消費の変化を示した。全体的に電力化が進展するが、化学工業では成長が大きい反面、電子機器では低下がみられる。これは、これらの産業では輸入が増え、生産が低下したためである。ガス業への投入がScn-5で突出し約19.6倍に増加しているが、これは、電解法による水素製造導入の結果、製造業ガス最終消費の1/3の約57PJだけを置き換えたためである。貨物輸送業でも、一部にEV化がされるため、比率として電力投入が増えている。「分類不明」業では石油製品の投入が1,412,136百万円に対して電力投入が20,473百万円と差が大きいことによる。

このように、本提案書ではなおプロセス業の今後に課題が残るものの、それでも各産業のゼロエミッション化シナリオだけでなく、素材産業への波及が導かれた点など、産業連関分析の特徴が活かされている。

4. 結論

本提案書では、情報サービス産業や新型自動車、ZEH/ZEH-ready等のゼロエミッション化に向けて期待されるオプション導入が描く社会経済の全体像を産業連関モデルの上で定量的に表現することを目的として、これらのオプション導入の2030年のストック変化、最終消費の変化、投入係数ベクトル、資本係数ベクトルの変化を既存の文献調査に基づいて推計した。発電部門では、これまでの研究があまり扱っていない資本費の導出について、電気事業者の有価証券報告書の資産額や投資額、残価率の推計を行い、電源構成の変化が日本の経済にもたらす影響を、設備建設、発電および投資の3面から評価できるようにした。冒頭に述べたよう、本提案書は現在LCSで進められている統合的な将来社会経済のシナリオ構築の一翼として位置づけられるものであり、

シミュレーション結果は本作業の妥当性を確認するためのものである。以下の結果は、将来シナリオ構築のための一例である。

まず、2030年までGDP成長率は情報技術による生産性向上がない場合約年率0.5%成長であるが、総務省調査の情報技術導入の生産性向上が普及するなら、1.7%/年まで上昇した。

今回の評価では、2030年時点では、人口減少の影響のため新型自動車やZEHの全ストックに占める割合がまだ小さいが、それでもオプション全体では石油製品最終需要を57%に減少させている。しかし素材生産が増加したため、結果として国内石油製品需要の低下は2015年から約2.3%の低下にとどまった。

総合エネルギー統計の産業部門の化石燃料最終消費についてゼロエミッション化に至る可能性の一例を描き、産業連関表への導入を試みた。

今回は主に情報化の影響など最終需要側に注目してゼロエミッション化のオプションを産業連関分析に位置付け評価したが、今後の社会経済シナリオの構築に向けて、石油製品、化学工業、鉄鋼業などプロセス系のゼロエミッション化評価および送配電部門などを含む電力部門の評価をより詳細に調査し産業連関表の文脈に組み込む必要があることが示唆された。

5. 政策立案に向けた提案

ゼロエミッション化のためには様々な新技術オプションが社会に浸透する必要があるのはいうまでもないが、ここに2つの問題を指摘できる。一つは、既存設備のストックの変化と新設備の導入速度である。導入を急ぐ必要がある場合はそのためのインセンティブを制度として与える必要がある。住宅や自動車では、人口減少により置き換えが次第に遅れる可能性のあることが見られた。このため、ゼロエミッション化を急ぐうえでは、新設設備のゼロエミッション化だけでなく、既存住宅への追加投資がどの程度の効果を持つかなど、ストックのリノベーションの可能性と技術開発の推進を提案する。

第二は、新製品導入の波及効果の問題である。今回、原料としての石油製品投入はむしろ増加傾向にあった。これらは直ちにCO₂排出とはならないものの、最終処分の段階までに何らかの対策が必要となる。また、新製品の生産による資源やエネルギー需要への波及効果はレオンチェフ逆行列により広く扱われてきたが、生産だけでなく投資プロセスを通じた影響も考慮に入れるためには、投資主体が細分化された資本行列が必要となる。産業連関表は、このような視点からの分析の基盤となる重要な統計であり、調査の拡大と迅速化が望まれる。

表 23 化石燃料製品の産業用投入量 [15]

	石油製品計(PJ)			ガス計(PJ)			石炭計(PJ)			化石燃料計(PJ)			総合計 (PJ)
	自家発電	蒸気発生	最終需要	自家発電	蒸気発生	最終需要	自家発電	蒸気発生	最終需要	自家発電	蒸気発生	最終需要	
エネルギー需要合計	41.70*	6325.66	2967.1*	1072.63	2576.4*	925.70	5585.2*	8324.	13909.				
家庭用		482.98		400.85		0.00		883.	883.8				
輸送用		3006.16		1.95		0.00		3008.	3008.1				
エネルギー需要合計 (除家庭・輸送用)	180.36	319.62	2836.52	159.78	222.42	731.77	289.13	306.22	1339.76	629.26	848.26	4908.05	6385.6
農林水産鉱建設業	0.07	0.00	280.60	0.01	0.01	7.66	0.00	0.00	0.06	0.08	0.02	288.33	288.4
農業	0.00	0.00	116.42	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	116.47	116.5
林業	0.00	0.00	10.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.96	11.0
漁業	0.00	0.00	46.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.24	46.2
水産養殖業	0.00	0.00	6.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.79	6.8
鉱業・採石業・砂利採取業	0.07	0.00	8.51	0.00	0.00	4.94	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	13.52	13.6
総合工事業	0.00	0.00	69.49	0.01	0.01	1.25	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	70.74	70.8
職別工事業	0.00	0.00	13.61	0.00	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.13	14.1
設備工事業	0.00	0.00	8.58	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.49	9.5
製造業	169.28	317.24	1964.46	100.57	204.50	332.23	213.03	306.22	1334.98	482.88	827.96	3631.68	4942.5
食料品製造業	0.38	25.20	26.40	1.59	38.83	24.74	0.00	0.00	0.00	1.97	64.02	51.13	117.1
飲料たばこ飼料製造業	0.13	6.80	6.89	2.90	18.77	5.82	0.00	0.00	0.02	3.03	25.57	12.73	41.3
繊維工業	6.74	14.44	6.45	10.61	11.88	6.14	7.08	16.25	0.00	24.44	42.57	12.59	79.6
木材・木製品製造業	0.01	1.04	3.80	0.13	0.30	0.74	0.00	0.00	0.00	0.14	1.34	4.54	6.0
家具・装備品製造業	0.01	0.21	1.04	0.01	0.15	0.59	0.00	0.00	0.00	0.01	0.36	1.63	2.0
パルプ・紙・紙加工品製造業	11.74	16.21	15.13	23.69	20.58	4.55	58.83	74.20	0.99	94.27	110.99	20.67	225.9
印刷・同関連業	0.02	0.33	2.73	0.66	2.12	7.11	0.00	0.00	0.00	0.69	2.45	9.84	13.0
化学工業	39.33	92.47	1680.63	25.79	47.34	48.26	45.69	95.32	55.63	110.80	235.14	1784.52	2130.5
石油製品・石炭製品製造業	96.06	128.81	12.70	1.41	1.48	2.23	2.18	4.20	0.00	99.66	134.49	14.93	249.1
プラスチック製品製造業	0.13	6.03	3.68	1.19	6.93	3.42	0.00	0.00	0.00	1.32	12.97	7.10	21.4
ゴム製品製造業	0.16	2.05	0.99	2.15	5.28	0.79	0.00	0.00	0.00	2.31	7.33	1.79	11.4
皮革製品・毛皮製造業	0.00	0.07	0.18	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.22	0.3
窯業・土石製品製造業	7.33	6.24	86.79	1.26	5.00	31.29	29.13	3.71	144.18	37.71	14.95	262.26	314.9
鉄鋼業	5.73	4.74	51.44	1.71	11.21	108.43	70.06	112.06	1124.02	77.50	128.01	1283.88	1489.4
非鉄金属製造業	0.18	1.50	17.51	0.33	2.30	20.92	0.06	0.47	7.40	0.57	4.27	45.83	50.7
金属製品製造業	0.13	2.89	11.63	0.44	3.92	16.16	0.00	0.00	0.01	0.58	6.81	27.79	35.18
機械製造業	1.18	7.89	35.16	26.66	27.91	50.06	0.00	0.00	2.74	27.84	35.81	87.96	151.6
他製造業	0.02	0.32	1.32	0.05	0.48	0.94	0.00	0.00	0.00	0.06	0.80	2.26	3.1
業務・サービス	11.21	2.38	381.01	59.41	18.10	351.83	76.10	0.00	4.78	146.72	20.48	737.62	904.8
他分類不明	0.00	0.00	222.86	0.00	0.00	46.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	268.89	268.9
公務	0.20	0.00	12.42	0.22	0.20	5.98	0.00	0.00	0.07	0.42	0.20	18.47	19.1
エネルギー需要 非エネルギー需要	180.36	319.62	1253.67	159.78	222.42	721.33	289.13	306.22	1319.56	629.26	848.26	3294.56	4772.1
産業用化石燃料消費 (除 化学・石油化学・鉄鋼)	39.24	93.60	1091.75	130.87	162.39	572.85	171.20	94.63	160.12	341.31	350.62	1824.72	2516.6
製造業化石燃料消費 (除 化学・石油化学・鉄鋼)	28.16	91.22	219.70	71.67	144.46	173.31	95.10	94.63	155.34	194.93	330.32	548.35	1073.6

(注 1) 第 1 行の「自家発電」の項には、事業用発電用投入量を記載した。なお、ここには化石燃料製品だけでなく原油や石炭が含まれる。

(注 2) 赤字は、プロセス副産物の利用フローが未検討のため今回のゼロエミッション化シナリオから除外した項目を表す。

表 24 産業用石油製品の内分けと電力化・バイオチップボイラ・水素バーナーへの置き換えのシナリオ

	石油製品 最終消費内訳(PJ)				電力化(TWh)					バイオ	水素利			
	灯	油	軽	油	重	油	その他	動力	HP	合計	自家発移行	電力需要増	利用(PJ)	用(PJ)
全産業石油製品需要 合計(除家庭・輸送 用)	224.4	294.3	375.9	1941.9				30.88	167.3	198.1	61.2	259.3	350.6	179.6
農林水産鉱建設業	23.4	96.2	110.0	51.0	10.09	12.1	22.2	0.0	0.0	22.2		22.2	0.0	7.6
農業	15.5	17.3	63.4	20.2	1.81	6.5	8.3	0.0	8.3		0.0	8.3	0.0	0.0
林業	1.7	5.7	1.3	2.3	0.60	0.3	0.9	0.0	0.9		0.0	0.9	0.0	0.0
漁業	0.0	8.8	36.7	0.7	0.92	2.5	3.4	0.0	3.4		0.0	3.4	0.0	0.0
水産養殖業	0.0	1.3	5.5	0.0	0.13	0.4	0.5	0.0	0.5		0.0	0.5	0.0	0.0
鉱業・採石業・砂利採 取業	0.1	7.5	0.8	0.1	0.79	0.1	0.9	0.0	0.9		0.0	0.9	0.0	4.9
総合工事業	3.4	37.2	1.9	27.0	3.90	2.1	6.0	0.0	6.0		0.0	6.0	0.0	1.2
職別工事業	1.7	11.5	0.2	0.2	1.20	0.1	1.3	0.0	1.3		0.0	1.3	0.0	0.5
設備工事業	1.0	7.0	0.4	0.3	0.73	0.1	0.8	0.0	0.8		0.0	0.8	0.0	0.9
製造業	61.9	35.3	127.2	1740.1	3.70	126.9	130.6	46.9	177.6		330.3	172.0		
食料品製造業	5.0	1.1	10.3	10.1	0.11	1.7	1.8	0.2	2.0		64.0	24.7		
飲料たばこ飼料製造 業	0.5	1.1	4.3	0.9	0.12	0.4	0.5	0.3	0.8		25.6	5.8		
繊維工業	1.2	0.1	3.5	1.7	0.01	0.4	0.4	2.4	2.8		42.6	6.1		
木材・木製品製造業	0.7	2.5	0.5	0.0	0.26	0.1	0.3	0.0	0.4		1.3	0.7		
家具・装備品製造業	0.4	0.2	0.1	0.4	0.02	0.1	0.1	0.0	0.1		0.4	0.6		
パルプ・紙・紙加工工 業	0.5	0.4	11.4	2.8	0.04	1.0	1.0	9.2	10.2		111.0	4.6		
印刷・同関連業	0.5	0.1	0.3	1.9	0.01	0.2	0.2	0.1	0.2		2.5	7.1		
化学工業	31.5	6.6	28.7	1613.9	0.69	110.1	110.8	10.8	121.6		0.0	0.0		
石油製品・石炭製品 製造業	1.2	1.5	10.0	0.0	0.16	0.7	0.9	9.7	10.6		0.0	0.0		
プラスチック製品製 造業	0.6	0.4	1.3	1.4	0.04	0.2	0.3	0.1	0.4		13.0	3.4		
ゴム製品製造業	0.1	0.1	0.5	0.3	0.01	0.1	0.1	0.2	0.3		7.3	0.8		
皮革製品・毛皮製造 業	0.1	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0		0.1	0.0		
窯業・土石製品製造 業	2.2	13.2	29.8	41.5	1.39	4.8	6.2	3.7	9.9		15.0	31.3		
鉄鋼業	4.2	2.8	9.3	35.1	0.29	3.2	3.5	7.5	11.0		0.0	0.0		
非鉄金属製造業	2.1	0.6	8.6	6.2	0.06	1.1	1.2	0.1	1.2		4.3	20.9		
金属製品製造業	3.2	1.2	1.3	5.9	0.13	0.7	0.8	0.1	0.9		6.8	16.2		
機械製造業	7.4	3.3	7.0	17.5	0.35	2.1	2.4	2.7	5.1		35.8	50.1		
他製造業	0.5	0.2	0.4	0.2	0.02	0.1	0.1	0.0	0.1		0.8	0.9		
業務・サービス	120.0	42.9	143.6	74.5	4.50	22.2	26.7	14.3	41.0		20.3	0.0		
分類不明(産業)	21.9	121.3	3.0	76.6	12.73	6.7	19.4	0.0	19.4		0.0	0.0		
公務	2.8	1.4	7.9	0.3	0.15	0.7	0.9	0.0	0.9		0.2	0.0		
全産業石油製品消費 (除化学・石油化学・ 鉄鋼)	187.5	283.4	327.9	292.8	29.74	53.2	82.9	33.2	116.1		350.6	179.6		
製造業石油製品消費 (除化学・石油化学・ 鉄鋼)	25.1	24.4	79.2	91.0	2.57	12.8	15.4	19.0	34.4		330.3	172.0		

* 赤字は、プロセス副産物の利用フローが未検討のため今回のゼロエミッション化シナリオから除外した項目を表す。

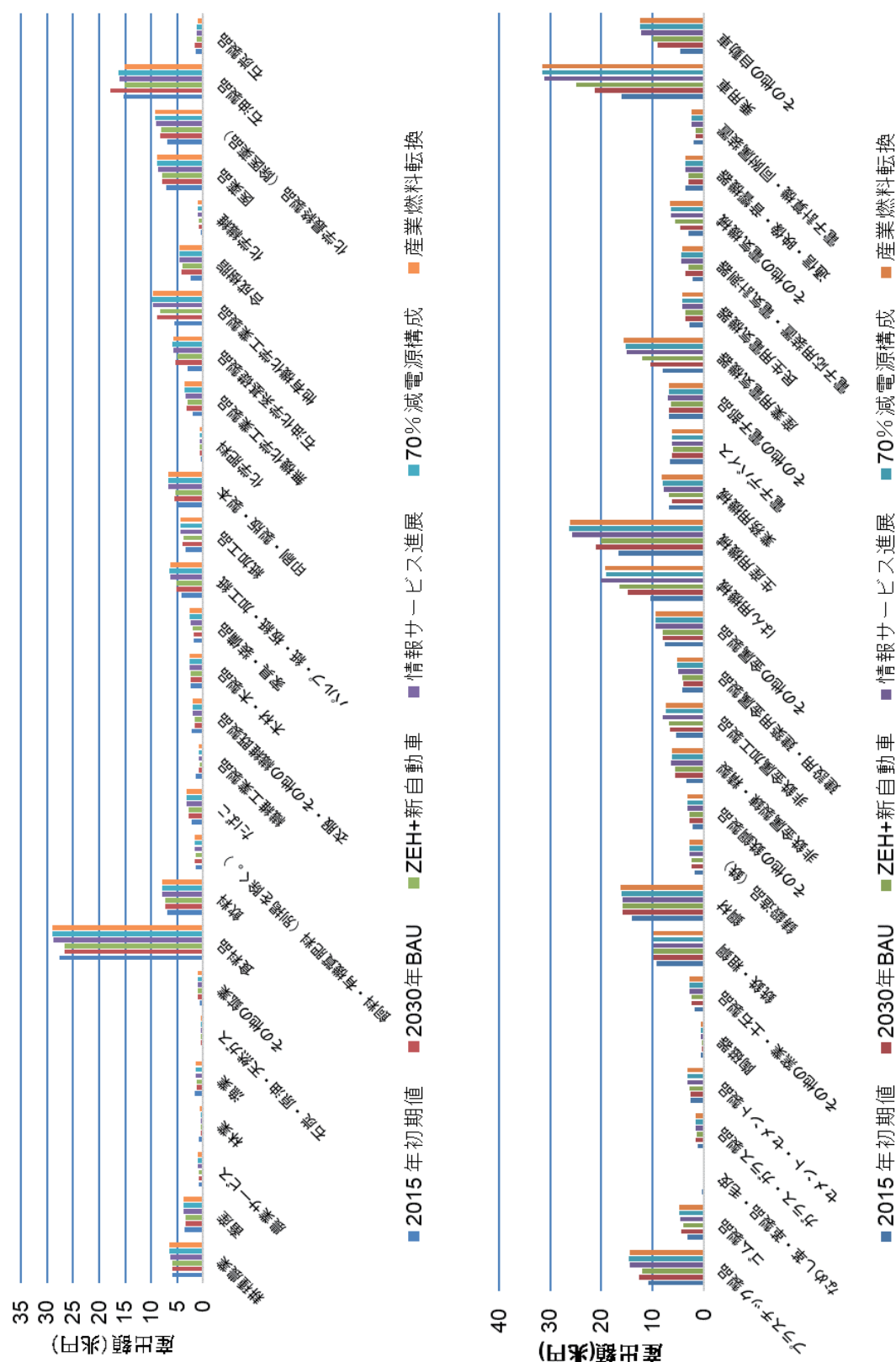


図 12 (1) 産出額 (兆円) の部門別・シナリオ間比較

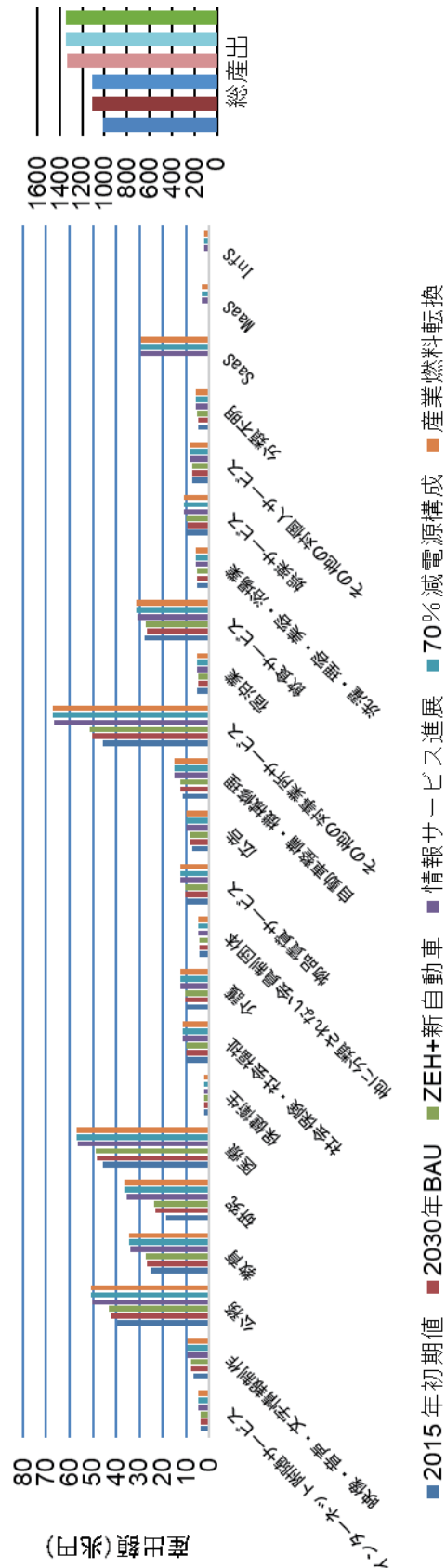
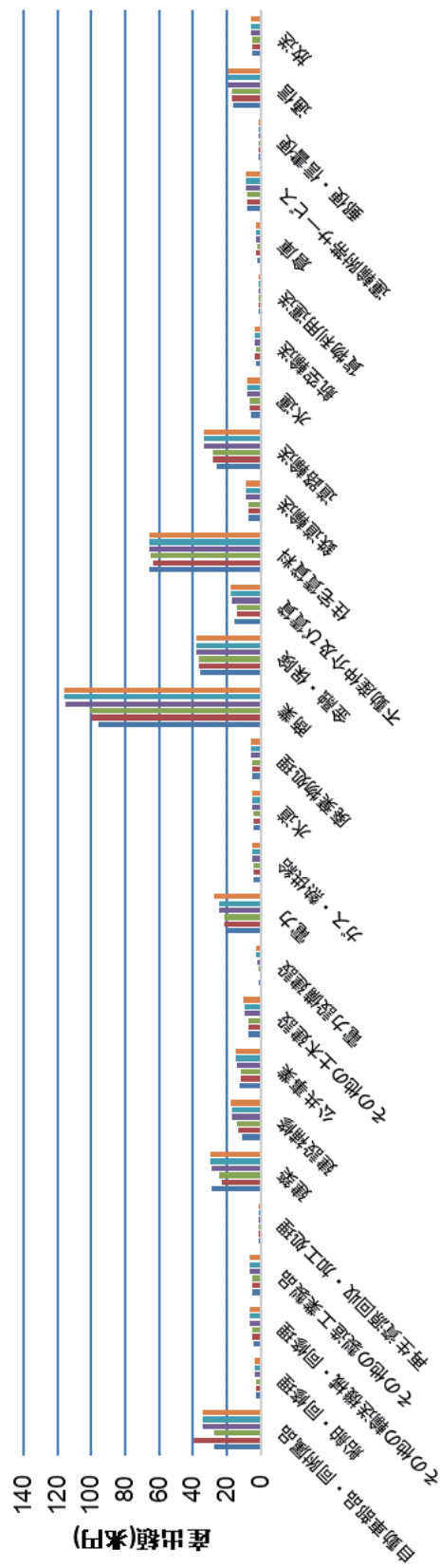


図12 (2) 産出額(兆円)の部門別・シナリオ間比較

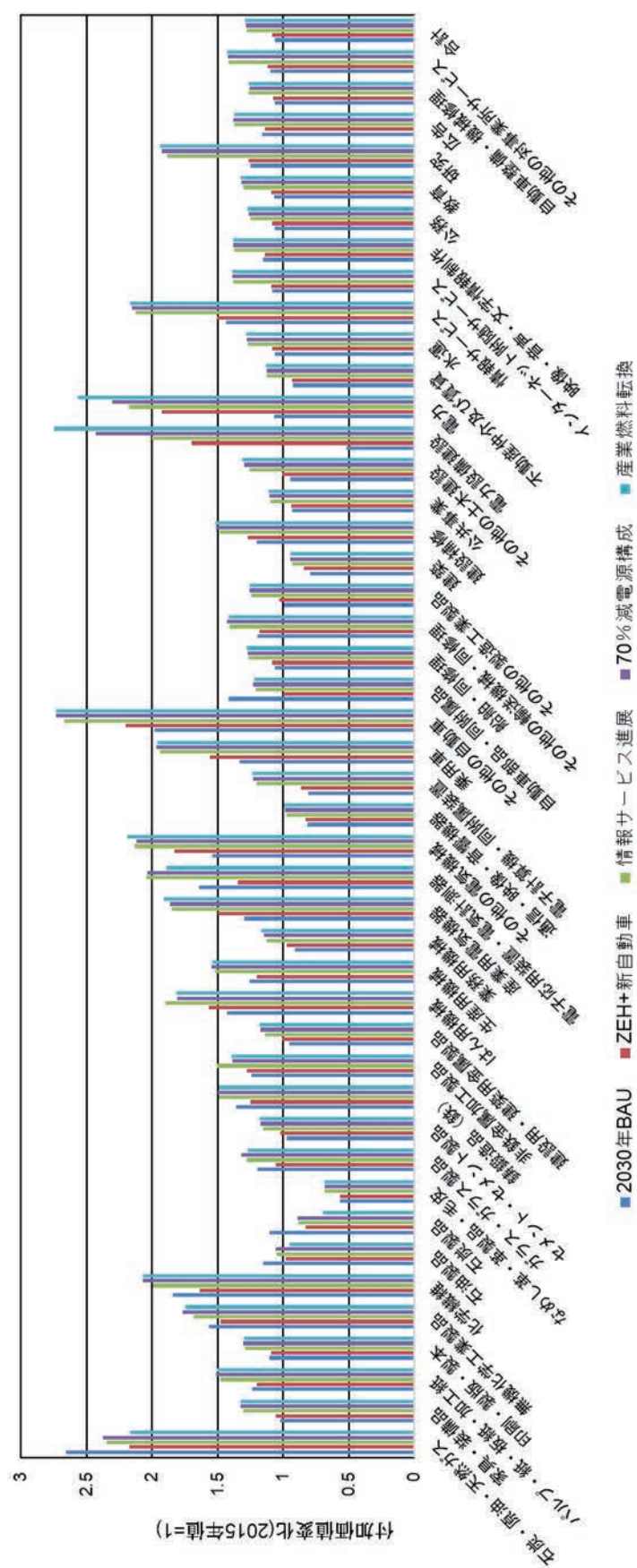


図13 部門別付加価値生産の2015年基準値からのケース別変化割合（変化の大きい部門のみ）

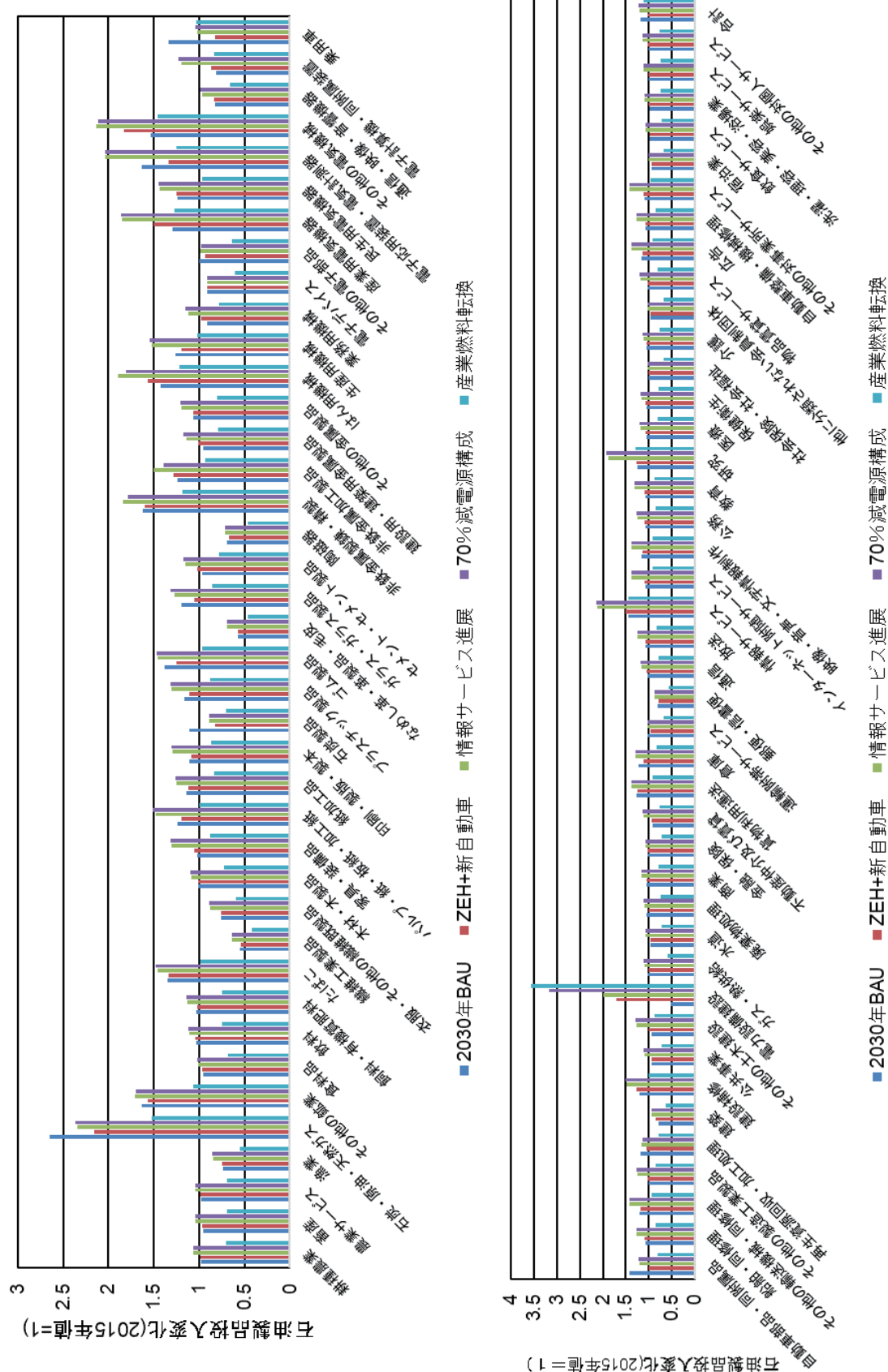


図 14 石油製品の部門別投入額の 2015 年値からの変化割合（変化の大きい部門のみ）

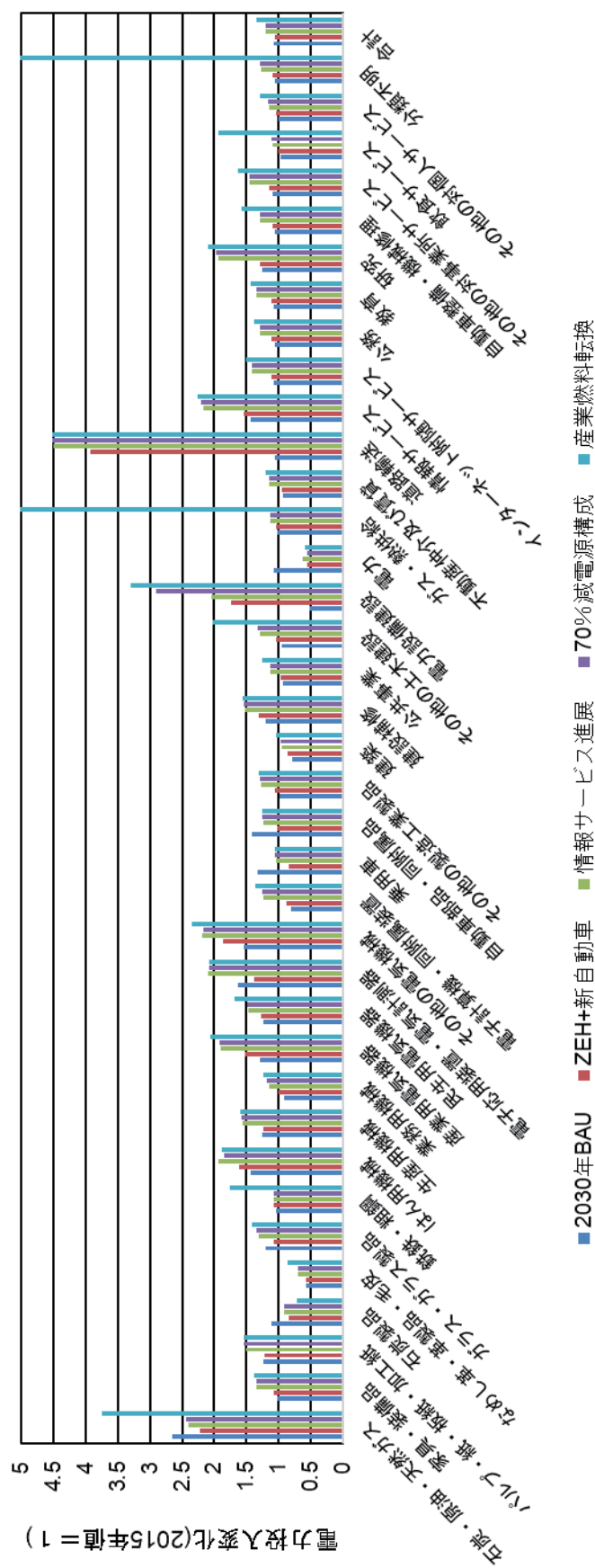


図 15 電力の部門別投入額の 2015 年値からの変化割合（変化の大きい部門のみ）

（注）産業燃料転換シナリオは電解法による水素投入を含むため。ガス業への電力投入は 12.9 倍となる。もともと石油製品投入が電力投入よりも大きい「分類不明」業では、電力化により投入は 13.6 倍となる。

参考文献

- [1] 野村浩二, “Society 5.0 for SDGs –創造する未来の経済評価–報告書”, 21 世紀政策研究所, 2020 年 7 月.
- [2] 鷺津明由, 中野諭, 荒井園枝, “スマートエネルギー社会の産業連関分析に向けて一次世代エネルギーシステム分析用産業連関表の作成と応用”, 経済統計研究 43 (3), 12-31, 経済産業統計協会, 2015.
- [3] 紀村真一郎, “次世代自動車をもたらす中部圏へのインパクトー中部圏地域間産業連関表による分析ー”, 産業連関, Vol.26, No.1, pp.80-98, 2019.
- [4] 間瀬貴之, “産業連関表における伝道者部門の推計と電動車の生産台数シェアのシミュレーション分析”, 電力中央研究所社会経済研究所ディスカッションペーパー, SERC18001, 2019.
- [5] 大澤潤, 中野冠, “産業連関表を用いたクリーンエネルギー自動車の経済波及効果モデル”, 日本機械学会論文集, Vol.81, No.823, DOI <https://doi.org/10.1299/transjsme.14-00071>, 2015, (アクセス日 2020 年 9 月 15 日).
- [6] 三菱総合研究所, “IoT 時代における ICT 産業の構造分析と ICT による 経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究報告書”, 2016 年 3 月.
- [7] 総務省, “通信利用動向調査 (企業編)”, (アクセス日 2020 年 6 月 11 日).
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05a.html>.
- [8] 低炭素社会実現に向けた政策立案のための提案書, “通信トラヒックの推移および Covid-19 緊急事態宣言のもとでのテレワークの影響の定量的分析”, 2021 年 3 月.
- [9] 矢野経済研究所, “2019 年版 MaaS 市場の実態と将来予測 –サービス化する自動車産業 1 市場分析”, 2018 年 12 月.
- [10] 総務省統計局, “平成 26 年消費実態調査”,
<https://www.stat.go.jp/data/zensho/2014/index2.html#kekka> (アクセス日 2020 年 9 月 15 日).
- [11] 新車・自動車ニュースの WEB マガジン CarMe, <https://car-me.jp/articles/10952> (アクセス日 2020 年 9 月 15 日).
- [12] 低炭素社会実現に向けた政策立案のための提案書, “建物と輸送エネルギーシステムのスマート統合がもたらす地域民生部門炭素排出削減の定量評価”, 2020 年 3 月.
- [13] 森俊介, 井上将太郎, 笠井康平, 亀谷和久, “Web アンケートと生活選好度調査に基づく EV/PIHV の導入効果の分析”, 第 31 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集 (CD-ROM), 大阪国際会議場 (大阪), 2012 年 6 月 5-6 日.
- [14] ボストンコンサルティンググループ プレスリリース, 2020/1/20, <https://www.bcg.com/ja-jp/press/10january2020-electric-car> (アクセス日 2020 年 10 月 20 日).
- [15] 資源エネルギー庁, 総合エネルギー統計 (詳細版), https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html#headline2 (アクセス日 2019 年 10 月 28 日).
- [16] 国土交通省, “自動車燃費一覧”, https://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_fr10_000035.html (アクセス日 2020 年 11 月 2 日).
- [17] 国土交通省 自動車の 2004 年使用実態, <https://www.mlit.go.jp/jidosha/iinkai/seibi/5th/5-2.pdf> (アクセス日 2020 年 11 月 2 日).
- [18] 奥井伸宣, 新国哲也, “小型配送用ハイブリッドトラックの燃費調査及び燃費改善の検討”, 自動車技術会論文集, Vol. 45, No.2, March, 2014.
- [19] 富国生命レポート, https://www.fukoku-life.co.jp/economy/report/download/report_VOL255.pdf (アクセス日 2020 年 11 月 2 日).
- [20] 国立社会保障・人口問題研究所, “日本の将来推計人口”, http://www.ipss.go.jp/pp-zenkoku/jzenkoku2017/pp29_Report3.pdf (アクセス日 2020 年 11 月 20 日).

- [21] 建築着工統計調査住宅着工統計, https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00600120&tstat=000001016966&cycle=8&year=20191&month=0&tclass1=000001048390&result_back=1&tclass2val=0 (アクセス日 2020 年 11 月 20 日).
- [22] 野村総研レポート, https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/news/newsrelease/cc/2020/200609_1.pdf (アクセス日 2020 年 11 月 2 日).
- [23] 例えば, 太陽光発電導入ガイド, <http://www.qool-shop.com/zeh/> (アクセス日 2020 年 11 月 2 日).
- [24] 2021 太陽光発電メリットとデメリット,
<https://xn--o9j2jbpd3oe0ff3622gs0tai90g7wvctb.com/market-of-initial-cost/> (アクセス日 2020 年 11 月 2 日).
- [25] 省エネルギーセンター, EDMC エネルギー・統計要覧, 2020.
- [26] 国土交通省総合政策局建設統計調査室, “建築物ストック統計の公表について”, <https://www.mlit.go.jp/common/001254410.pdf> (アクセス日 2020 年 11 月 2 日).
- [27] 鎌谷直毅, 小松幸夫 (2011), “「建築寿命に関する研究」2011 年度建築生産系建築生産演習報告”, <http://www.waseda.jp/sem-ykom/kamatani.pdf> (アクセス日 2019 年 12 月 19 日).
- [28] 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 2021 年度 LCS ウェビナー資料, 「ゼロカーボン社会の産業構造計算への産業連関分析の活用」,
<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/webinar20210611-6.pdf> (アクセス日 2021 年 10 月 10 日).
- [29] 資源エネルギー庁, 電力設備投資実績, https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/electric_power/ep002/results_archive.html (アクセス日 2021 年 4 月 6 日).
- [30] NEDO, “NEDO 再生可能エネルギー技術白書”, 2014, <https://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf> (アクセス日 2020 年 12 月 8 日).
- [31] 低炭素社会の実現に向けた政策立案のための提案書, “カーボンフリー水素の経済性と CO₂ 排出量 (Vol.1)”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2017 年 2 月.
- [32] 低炭素社会の実現に向けた政策立案のための提案書, “カーボンフリー水素の経済性と CO₂ 排出量 (Vol.2)”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2018 年 2 月.
- [33] 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 2021 年度 LCS ウェビナー資料, “2030 年 46% 削減, 2050 年 ZC に向かう社会の姿”,
<https://www.jst.go.jp/lcs/pdf/webinar20210611-1.pdf>, (アクセス日 2021 年 10 月 10 日).

付表1 推計した新型自動車の投入係数 紀村 [3] に基づく

部門コード	産業	HV	PHV	EV	CEV	現行乗用車
151	繊維工業製品	0.0006	0.0005	0.0005	0.0006	0.0008
152	衣服・その他の繊維既製品	0.0018	0.0015	0.0015	0.0016	0.0022
162	家具・装備品	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003
191	印刷・製版・製本	0.0011	0.0009	0.0010	0.0010	0.0013
202	無機化学工業製品	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
208	化学最終製品（除医薬品）	0.0043	0.0036	0.0037	0.0038	0.0051
211	石油製品	0.0005	0.0004	0.0004	0.0006	0.0006
221	プラスチック製品	0.0197	0.0165	0.0167	0.0377	0.0233
222	ゴム製品	0.0115	0.0097	0.0098	0.0146	0.0136
251	ガラス・ガラス製品	0.0093	0.0078	0.0079	0.0118	0.0110
259	その他の窯業・土石製品	0.0014	0.0012	0.0012	0.0018	0.0017
262	鋼材	0.0287	0.0240	0.0243	0.0135	0.0338
263	鋳鍛造品（鉄）	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002	0.0004
269	その他の鉄鋼製品	0.0042	0.0035	0.0036	0.0027	0.0050
272	非鉄金属加工製品	0.0052	0.0044	0.0044	0.0066	0.0062
289	その他の金属製品	0.0032	0.0027	0.0027	0.0040	0.0038
291	はん用機械	0.0003	0.0003	0.0003	0.0000	0.0004
301	生産用機械	0.0003	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003
311	業務用機械	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
329	その他の電子部品	0.0005	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005
331	産業用電気機器	0.0663	0.0520	0.0418	0.0624	0.0209
333	電子応用装置・電気計測器	0.0040	0.0040	0.0037	0.0055	0.0000
339	その他の電気機械	0.0586	0.0327	0.0792	0.0176	0.0164
341	通信・映像・音響機器	0.0151	0.0127	0.0128	0.0191	0.0178
353	自動車部品・同附属品	0.4976	0.4172	0.3069	0.4578	0.5872
391	その他の製造工業製品	0.0005	0.0004	0.0004	0.0006	0.0006
412	建設補修	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
461	電力	0.0046	0.0039	0.0039	0.0059	0.0055
462	ガス・熱供給	0.0013	0.0011	0.0011	0.0016	0.0015
471	水道	0.0003	0.0002	0.0002	0.0004	0.0003
511	商業	0.0157	0.0132	0.0134	0.0199	0.0186
531	金融・保険	0.0032	0.0027	0.0027	0.0040	0.0038
551	不動産仲介及び賃貸	0.0008	0.0007	0.0007	0.0010	0.0010
571	鉄道輸送	0.0005	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005
572	道路輸送	0.0100	0.0084	0.0085	0.0127	0.0118
574	水運	0.0022	0.0019	0.0019	0.0028	0.0026
575	航空輸送	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002
576	貨物利用運送	0.0009	0.0007	0.0007	0.0011	0.0010
577	倉庫	0.0012	0.0010	0.0010	0.0015	0.0014
591	通信	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
593	情報サービス	0.0015	0.0013	0.0013	0.0019	0.0018
594	インターネット附随サービス	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003
595	映像・音声・文字情報制作	0.0003	0.0002	0.0002	0.0004	0.0003
659	他に分類されない会員制団	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
661	物品賃貸サービス	0.0025	0.0021	0.0021	0.0031	0.0029
662	広告	0.0062	0.0052	0.0053	0.0078	0.0073
663	自動車整備・機械修理	0.0020	0.0017	0.0017	0.0025	0.0024
669	その他の対事業所サービス	0.0087	0.0073	0.0074	0.0110	0.0102
691	分類不明	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004
現行乗用車との価格比		1.180	1.407	1.438	0.931	1.000

* 黄色でマークされた 331, 333, 339 部門は投入に主要な変化のあった部門を示す。

付表2 推計された貨物自動車製造部門の投入係数

	その他の自動車	PIHV-貨物(小型)	EV-貨物(軽)
繊維工業製品	0.00005	0.00004	0.00054
衣服・その他の繊維既製品	0.00073	0.00053	0.00155
木材・木製品	0.00048	0.00035	0.00003
家具・装備品	0.00034	0.00024	0.00018
紙加工品	0.00005	0.00004	0.00004
印刷・製版・製本	0.00084	0.00061	0.00095
無機化学工業製品	0.00002	0.00001	0.00009
有機化学工業製品（石油化学系基礎製品・合成樹脂を除く。）	0.00007	0.00005	0.00002
化学最終製品（医薬品を除く。）	0.00896	0.00649	0.00365
石油製品	0.00068	0.00049	0.00041
プラスチック製品	0.00629	0.00456	0.01675
ゴム製品	0.02400	0.01740	0.00979
なめし革・革製品・毛皮	0.00007	0.00005	0.00007
ガラス・ガラス製品	0.00400	0.00290	0.00793
その他の窯業・土石製品	0.00058	0.00042	0.00120
鋼材	0.05319	0.03856	0.02434
鋳鍛造品（鉄）	0.00042	0.00031	0.00031
その他の鉄鋼製品	0.00469	0.00340	0.00358
非鉄金属加工製品	0.00982	0.00712	0.00443
その他の金属製品	0.00716	0.00519	0.00270
はん用機械	0.00104	0.00075	0.00026
生産用機械	0.00040	0.00029	0.00022
業務用機械	0.00021	0.00015	0.00012
その他の電子部品	0.00044	0.00032	0.00038
産業用電気機器	0.00737	0.04319	0.04180
電子応用装置・電気計測器	0.00000	0.00408	0.00367
その他の電気機械	0.00805	0.02735	0.07921
通信・映像・音響機器	0.00856	0.00620	0.01283
その他の自動車	0.04220	0.03059	0.00000
自動車部品・同附属品	0.52859	0.38317	0.30690
その他の製造工業製品	0.00071	0.00042	0.00040
建設補修	0.00076	0.00055	0.00016
電力	0.00456	0.00330	0.00394
ガス・熱供給	0.00505	0.00366	0.00110
水道	0.00035	0.00025	0.00024
廃棄物処理	0.00015	0.00011	0.00002
商業	0.01710	0.01239	0.01337
金融・保険	0.00333	0.00241	0.00270
不動産仲介及び賃貸	0.00066	0.00048	0.00070
鉄道輸送	0.00034	0.00025	0.00039
道路輸送	0.01292	0.00867	0.00852
水運	0.00278	0.00201	0.00188
航空輸送	0.00024	0.00018	0.00017
貨物利用運送	0.00106	0.00077	0.00075
倉庫	0.00142	0.00103	0.00101
運輸附帯サービス	0.00081	0.00059	0.00007
通信	0.00022	0.00016	0.00011
情報サービス	0.00104	0.00075	0.00128
インターネット附随サービス	0.00027	0.00019	0.00020
映像・音声・文字情報制作	0.00037	0.00027	0.00024
教育	0.00018	0.00013	0.00008
他に分類されない会員制団体	0.00027	0.00020	0.00016
物品賃貸サービス	0.00265	0.00192	0.00208
広告	0.00757	0.00549	0.00526
自動車整備・機械修理	0.00286	0.00207	0.00170
その他の対事業所サービス	0.01500	0.01088	0.00736
その他の対個人サービス	0.00008	0.00006	0.00004
分類不明	0.00088	0.00064	0.00027
内生部門計	0.80149	0.64365	0.57817
計	1.00000	1.00000	1.00000

付表3-(1) 推計電力設備建設投入係数

電力設備建設投入係数	原子力発電 施設建設	火力発電施設 建設	水力発電施設 建設	太陽光発電施設 建設	風力発電施設 建設	地熱発電施設 建設	送配電施設 建設
その他の鉱業	0.00379	0.00379	0.00379	0.00292	0.00334	0.01101	0.00309
繊維工業製品	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00006
衣服・その他の繊維既製品	0.00104	0.00104	0.00104	0.00085	0.00092	0.00075	0.00213
木材・木製品	0.00057	0.00057	0.00057	0.00058	0.00051	0.00042	0.00425
家具・装備品	0.00008	0.00008	0.00008	0.00025	0.00007	0.00006	0.00010
印刷・製版・製本	0.00021	0.00021	0.00021	0.00017	0.00018	0.00015	0.00043
化学肥料	0.00012	0.00012	0.00012	0.00009	0.00010	0.00008	0.00007
無機化学工業製品	0.00073	0.00073	0.00073	0.00056	0.00065	0.00053	0.00038
化学最終製品（医薬品を除く）	0.00138	0.00138	0.00138	0.00103	0.00122	0.00100	0.00039
石油製品	0.00195	0.00195	0.00195	0.00158	0.00172	0.00141	0.00367
石炭製品	0.00373	0.00373	0.00373	0.00302	0.00329	0.00270	0.00709
プラスチック製品	-0.00014	-0.00014	-0.00014	0.00041	-0.00013	-0.00010	0.01409
ゴム製品	0.00157	0.00157	0.00157	0.00117	0.00139	0.00114	0.00009
ガラス・ガラス製品	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00001	0.00030
セメント他製品	0.01503	0.01503	0.01503	0.01178	0.01326	0.01317	0.01765
陶磁器	0.00055	0.00055	0.00055	0.00075	0.00049	0.00040	0.00932
他窯業・土石製品	0.00009	0.00009	0.00009	0.00012	0.00008	0.00006	0.00150
鉄鉄・粗鋼	-0.00007	-0.00007	-0.00007	-0.00006	-0.00007	-0.00005	-0.00009
鋼材	0.00959	0.00959	0.00959	0.02282	0.00846	0.01760	0.01811
鍛造品（鉄）	0.00015	0.00015	0.00015	0.00011	0.00013	0.00622	0.00001
その他の鉄鋼製品	0.00008	0.00008	0.00008	0.00006	0.00007	0.00005	0.00011
非鉄金属加工製品	0.06265	0.06265	0.06265	0.04894	0.10314	0.04535	0.06942
建設建築用金属製品	0.03914	0.03914	0.03914	0.09312	0.03453	0.07183	0.07391
その他の金属製品	0.00587	0.00587	0.00587	0.00444	0.00518	0.00425	0.00261
はん用機械	0.00583	0.00583	0.00583	0.00439	0.00514	0.00422	0.00205
生産用機械	0.00002	0.00002	0.00002	0.00001	0.00002	0.00001	0.00000
その他の電子部品	0.00008	0.00008	0.00008	0.00006	0.00013	0.00006	0.00000
産業用電気機器	0.00726	0.00726	0.00726	0.01558	0.01197	0.00526	0.00036
電子応用・電気計測器	0.00032	0.00032	0.00032	0.00243	0.00053	0.00023	0.00002
その他の電気機械	0.00308	0.00308	0.00308	0.00761	0.00508	0.00223	0.00004
通信・映像・音響機器	0.00154	0.00154	0.00154	0.00127	0.00253	0.00111	0.00365
その他の製造工業製品	0.00198	0.00198	0.00198	0.00162	0.00175	0.00143	0.00407
建設補修	0.00026	0.00026	0.00026	0.00021	0.00023	0.00019	0.00054
電力	0.00106	0.00106	0.00106	0.00093	0.00094	0.00077	0.00386
ガス・熱供給	0.00017	0.00017	0.00017	0.00015	0.00015	0.00012	0.00060
水道	0.00024	0.00024	0.00024	0.00021	0.00021	0.00017	0.00089
廃棄物処理	0.00354	0.00354	0.00354	0.00286	0.00312	0.00256	0.00646
商業	0.01153	0.01153	0.01153	0.05369	0.01237	0.01529	0.01638
金融・保険	0.01189	0.01189	0.01189	0.00972	0.01049	0.00861	0.02500
不動産仲介及び賃貸	0.00076	0.00076	0.00076	0.00062	0.00067	0.00055	0.00157
鉄道輸送	0.00046	0.00046	0.00046	0.00037	0.00041	0.00042	0.00093
道路輸送	0.01865	0.01865	0.01865	0.02443	0.07928	0.01646	0.03161
水運	0.00068	0.00068	0.00068	0.00115	0.00065	0.00132	0.00113
航空輸送	0.00021	0.00021	0.00021	0.00017	0.00019	0.00015	0.00043
貨物利用運送	0.00062	0.00062	0.00062	0.00070	0.00059	0.00081	0.00114
倉庫	0.00078	0.00078	0.00078	0.00110	0.00094	0.00189	0.00096
運輸附帯サービス	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
郵便・信書便	0.00043	0.00043	0.00043	0.00035	0.00038	0.00031	0.00089
通信	0.00365	0.00365	0.00365	0.00297	0.00322	0.00264	0.00746
放送	0.00005	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.00010
情報サービス	0.00167	0.00167	0.00167	0.00136	0.00148	0.00121	0.00342
インターネットサービス	0.00002	0.00002	0.00002	0.00001	0.00001	0.00001	0.00003
映像・音声・文字情報制作	0.00088	0.00088	0.00088	0.00071	0.00078	0.00064	0.00159
教育	0.00010	0.00010	0.00010	0.00008	0.00009	0.00008	0.00021
保健衛生	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000
他会員制団体	0.00044	0.00044	0.00044	0.00036	0.00038	0.00032	0.00089
物品賃貸サービス	0.05826	0.05826	0.05826	0.04489	0.05140	0.04217	0.04752

広告	0.00074	0.00074	0.00074	0.00061	0.00066	0.00054	0.00152
自動車整備・機械修理	0.00344	0.00344	0.00344	0.00272	0.00304	0.00249	0.00467
他対事業所サービス	0.01107	0.01107	0.01107	0.08105	0.00478	0.20077	0.00007
洗濯・理容・美容他	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002	0.00003	0.00002	0.00006
他の対個人サービス	0.00015	0.00015	0.00015	0.00013	0.00013	0.00011	0.00057
分類不明	0.00892	0.00892	0.00892	0.00727	0.00787	0.00646	0.01829
内生部門計	0.30914	0.30914	0.30914	0.46678	0.39041	0.49988	0.41811
家計外消費支出（行）	0.01399	0.01399	0.01399	0.01073	0.01235	0.01013	0.01007
雇用者所得	0.54465	0.54465	0.54465	0.42088	0.48058	0.39428	0.47672
営業余剰	0.00368	0.00368	0.00368	0.00302	0.00325	0.00267	0.00265
資本減耗引当	0.09072	0.09072	0.09072	0.06959	0.08005	0.06567	0.06525
間接税（関税・輸入品商品税を除く）	0.04014	0.04014	0.04014	0.03079	0.03542	0.02906	0.02887
（控除）経常補助金	-0.00232	-0.00232	-0.00232	-0.00178	-0.00205	-0.00168	-0.00167
粗付加価値部門計	0.69086	0.69086	0.69086	0.53322	0.60959	0.50012	0.58189
国内生産額	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

付表3-(2) 推計電力部門投入係数

電力部門投入係数	原子力	火力	水力	太陽光	風力	地熱他	送配電他
石炭・原油・天然ガス	0.00000	0.48476	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
その他の鉱業	0.00000	-0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
衣服・その他の繊維既製品	0.00035	0.00006	0.00037	0.00000	0.00023	0.00013	0.00014
木材・木製品	0.00003	0.00397	0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00006
家具・装備品	0.00011	0.00040	0.00068	0.00001	0.00059	0.00034	0.00113
印刷・製版・製本	0.00230	0.00046	0.00071	0.00001	0.00098	0.00056	0.00301
化学肥料	0.00000	0.00021	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
無機化学工業製品	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
石油製品	0.00067	0.05837	0.00139	0.00000	0.00001	0.00000	0.00003
石炭製品	0.00000	0.03357	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
なめし革・革製品・毛皮	0.00003	0.00006	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00006
その他の窯業・土石製品	0.00000	0.00004	0.00013	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
非鉄金属製錬・精製	0.00052	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
非鉄金属加工製品	0.00273	0.00006	0.00046	0.00000	0.00000	0.00000	0.00070
その他の金属製品	0.00098	0.00015	0.00073	0.00000	0.00000	0.00000	0.00051
その他の製造工業製品	0.00007	0.00001	0.00013	0.00000	0.00008	0.00005	0.00008
再生資源回収・加工処理	0.00000	0.01192	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
建設補修	0.00909	0.00877	0.00615	0.00974	0.00705	0.00859	0.02168
電力	0.17845	0.13317	0.19466	0.03424	0.00333	0.06207	0.00000
ガス・熱供給	0.00061	0.00203	0.00020	0.00000	0.00019	0.00011	0.00082
水道	0.00071	0.00013	0.00082	0.00001	0.00060	0.00034	0.00077
廃棄物処理	0.11342	0.01734	0.00134	0.00001	0.00084	0.00048	0.00055
商業	0.00227	0.02641	0.00189	0.00001	0.00102	0.00058	0.00235
金融・保険	0.01027	0.01339	0.01855	0.00004	0.00410	0.00234	0.03005
不動産仲介及び賃貸	0.00593	0.00110	0.00603	0.00006	0.00571	0.00325	0.01220
鉄道輸送	0.00038	0.00064	0.00006	0.00000	0.00021	0.00012	0.00088
道路輸送	0.00576	0.02231	0.00288	0.00004	0.00330	0.00188	0.00889
水運	0.00001	0.00999	0.00005	0.00000	0.00002	0.00001	0.00003
航空輸送	0.00102	0.00006	0.00110	0.00000	0.00011	0.00006	0.00052
貨物利用運送	0.00002	0.00190	0.00002	0.00000	0.00001	0.00000	0.00002
倉庫	0.00007	0.01651	0.00002	0.00000	0.00002	0.00001	0.00005
郵便・信書便	0.00177	0.00048	0.00000	0.00000	0.00039	0.00022	0.00197
通信	0.00029	0.00020	0.00018	0.00000	0.00022	0.00012	0.00060
放送	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001
情報サービス	0.00858	0.00647	0.00754	0.00009	0.00826	0.00471	0.02089
インターネット附随サービス	0.00003	0.00001	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00003
映像・音声・文字情報制作	0.00071	0.00007	0.00046	0.00000	0.00011	0.00007	0.00085
公務	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
教育	0.00132	0.00013	0.00055	0.00001	0.00059	0.00034	0.00146
保健衛生	0.00239	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
社会保険・社会福祉	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
他に分類されない会員制団体	0.00136	0.00030	0.00093	0.00001	0.00100	0.00057	0.00248
物品賃貸サービス	0.00823	0.00163	0.00545	0.00005	0.00460	0.00262	0.00821
広告	0.00151	0.00143	0.00311	0.00003	0.00265	0.00151	0.00482
自動車整備・機械修理	0.06850	0.00056	0.04982	0.05314	0.03844	0.04683	0.07391
その他の対事業所サービス	0.10118	0.01242	0.07864	0.00057	0.05260	0.02996	0.05997
洗濯・理容・美容・浴場業	0.00005	0.00004	0.00001	0.00000	0.00002	0.00001	0.00008
その他の対個人サービス	0.00003	0.00000	0.00008	0.00000	0.00004	0.00002	0.00008
分類不明	0.00380	0.00196	0.00073	0.00002	0.00155	0.00088	0.00591
内生部門計	0.53558	0.87383	0.38590	0.09809	0.13890	0.16880	0.26583
家計外消費支出（行）	0.02244	0.00271	0.02513	0.00060	0.03699	0.02424	0.01832
雇用者所得	0.07757	0.04145	0.12626	0.00070	0.10392	0.02295	0.13574
資本減耗引当	1.05697	0.04052	0.35006	0.73092	0.60325	3.95733	0.51879
間接税（関税・輸入品商品税を除く）	0.04762	0.00859	0.08202	0.00208	0.12850	0.08420	0.07802
（控除）経常補助金	-0.00013	0.00000	-0.00025	0.00000	-0.00029	-0.00019	-0.00001
粗付加価値部門計	0.46442	0.12617	0.61410	0.90191	0.86110	0.83120	0.73417
国内生産額	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

付表3-(3) 推計電力部門資本係数

資本係数行列	火力計	原子力発電	水力発電	風力発電	太陽光発電	他再生可能エネルギー利用発電	送配電設備	業務他
衣服・その他の繊維既製品	0.00001	0.00000	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00003	0.00004
木材・木製品	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
家具・装備品	0.00007	0.00003	0.00015	0.00014	0.00015	0.00014	0.00017	0.00027
非鉄金属加工製品(核燃料)	0.00000	0.77471	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
建設用・建築用金属製品	0.00001	0.00000	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00002	0.00000
その他の金属製品	0.00006	0.00002	0.00013	0.00010	0.00009	0.00009	0.00017	0.00005
はん用機械	0.53697	0.09016	0.30019	0.18282	0.00044	0.36815	0.00727	0.00208
生産用機械	0.00123	0.00030	0.00139	0.00054	0.00043	0.00118	0.00174	0.00050
業務用機械	0.00198	0.00075	0.00434	0.00153	0.00042	0.00154	0.00257	0.00117
産業用電気機器	0.19259	0.03256	0.10938	0.18621	0.16335	0.16905	0.45698	0.01069
民生用電気機器	0.00007	0.00003	0.00015	0.00014	0.00014	0.00014	0.00017	0.00026
電子応用装置・電気計測器	0.00261	0.00099	0.00570	0.00310	0.00247	0.00310	0.00557	0.00159
その他の電気機械	0.00808	0.00307	0.01768	0.00020	0.29314	0.00020	0.00036	0.00010
通信・映像・音響機器	0.00191	0.00072	0.00417	0.00396	0.00394	0.00394	0.00501	0.00787
電子計算機・同附属装置	0.00252	0.00096	0.00551	0.00521	0.00521	0.00521	0.00602	0.00945
乗用車	0.00079	0.00030	0.00173	0.00164	0.00164	0.00164	0.00190	0.00298
その他の自動車	0.00088	0.00033	0.00192	0.00181	0.00181	0.00182	0.00210	0.00329
その他の輸送機械・同修理	0.00013	0.00005	0.00029	0.00000	0.00000	0.00012	0.00015	0.00004
その他の製造工業製品	0.00017	0.00006	0.00037	0.00027	0.00026	0.00026	0.00047	0.00013
建築	0.02653	0.01008	0.05805	0.03836	0.03836	0.03836	0.06248	0.02568
建設補修	0.00624	0.00237	0.01365	0.00956	0.00956	0.00956	0.01719	0.00490
電力施設建設	0.11774	0.04473	0.25762	0.33676	0.28082	0.15382	0.42965	0.00000
商業	0.01661	0.00631	0.03633	0.05520	0.02704	0.06642	0.00000	0.20431
鉄道輸送	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00001
道路輸送	0.00151	0.00057	0.00331	0.00408	0.00251	0.00644	0.00000	0.12779
水運	0.00006	0.00002	0.00014	0.00014	0.00012	0.00022	0.00000	0.00431
航空輸送	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000
貨物利用運送	0.00011	0.00004	0.00024	0.00025	0.00020	0.00039	0.00000	0.00785
倉庫	0.00019	0.00007	0.00042	0.00047	0.00034	0.00071	0.00000	0.00233
情報サービス	0.00204	0.00078	0.00447	0.00423	0.00423	0.00423	0.00000	0.01469
研究	0.01403	0.00533	0.03070	0.02904	0.02903	0.02903	0.00000	0.10095
その他の対事業所サービス	0.06486	0.02464	0.14191	0.13423	0.13423	0.13423	0.00000	0.46667
内生部門計	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

付表4 ガス業を基準とした水素製造の資本係数と投入係数

	資本係数		投入係数	
	ガス・熱供給	電解法水素	ガス・熱供給	電解法水素
石炭・原油・天然ガス	0.0000	0.0000	0.4236	0.0000
衣服・その他の繊維既製品	0.0000	0.0000	0.0003	0.0003
木材・木製品	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
家具・装備品	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
印刷・製版・製本	0.0000	0.0000	0.0036	0.0036
化学肥料	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
無機化学工業製品	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
石油化学系基礎製品	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002
有機化学工業製品（非石油化学系基礎製品・合成樹脂）	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
化学最終製品（医薬品を除く。）	0.0000	0.0000	0.0025	0.0025
石油製品	0.0000	0.0000	0.0286	0.0000
なめし革・革製品・毛皮	0.0000	0.0000	0.0035	0.0035
セメント・セメント製品	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
その他の窯業・土石製品	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
建設用・建築用金属製品	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
その他の金属製品	0.0003	0.0003	0.0013	0.0013
はん用機械	0.0665	0.0665	0.0000	0.0000
生産用機械	0.0538	0.0443	0.0000	0.0000
業務用機械	0.2117	0.3351	0.0000	0.0000
その他の電子部品	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
産業用電気機器	0.0180	0.1817	0.0000	0.0000
民生用電気機器	0.0003	0.0003	0.0000	0.0000
電子応用装置・電気計測器	0.0102	0.0102	0.0000	0.0000
その他の電気機械	0.0130	0.4388	0.0000	0.0000
通信・映像・音響機器	0.0030	0.0030	0.0000	0.0000
電子計算機・同附属装置	0.0028	0.0028	0.0000	0.0000
乗用車	0.0005	0.0005	0.0000	0.0000
その他の自動車	0.0057	0.0057	0.0000	0.0000
その他の輸送機械・同修理	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
その他の製造工業製品	0.0008	0.0008	0.0001	0.0001
再生資源回収・加工処理	0.0000	0.0000	0.0052	0.0052
建築	0.0599	0.0599	0.0000	0.0000
建設補修	0.0018	0.0018	0.0241	0.0241
その他の土木建設	0.2835	0.2835	0.0000	0.0000
電力	0.0000	0.0000	0.0174	0.3966
ガス・熱供給	0.0000	0.0000	0.0112	0.3883*
水道	0.0000	0.0000	0.0026	0.0002
廃棄物処理	0.0000	0.0000	0.0016	0.0016
商業	0.0463	0.0463	0.0241	0.0241
金融・保険	0.0000	0.0000	0.0059	0.0059
不動産仲介及び賃貸	0.0000	0.0000	0.0091	0.0091
鉄道輸送	0.0000	0.0000	0.0006	0.0006
道路輸送	0.0052	0.0052	0.0282	0.0282
水運	0.0002	0.0002	0.0051	0.0051
航空輸送	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002
貨物利用運送	0.0004	0.0004	0.0020	0.0020
倉庫	0.0005	0.0005	0.0189	0.0000
郵便・信書便	0.0000	0.0000	0.0023	0.0023
通信	0.0000	0.0000	0.0007	0.0007
放送	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
情報サービス	0.0839	0.0839	0.0082	0.0082
インターネット附随サービス	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
映像・音声・文字情報制作	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002
教育	0.0000	0.0000	0.0004	0.0004
研究	0.0459	0.0459	0.0000	0.0000
保健衛生	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
他に分類されない会員制団体	0.0000	0.0000	0.0037	0.0037
物品賃貸サービス	0.0000	0.0000	0.0072	0.0072

広告	0.0000	0.0000	0.0093	0.0093
自動車整備・機械修理	0.0000	0.0000	0.0030	0.0030
その他の対事業所サービス	0.0850	0.0850	0.0218	0.0218
洗濯・理容・美容・浴場業	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
その他の対個人サービス	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001
分類不明	0.0000	0.0000	0.0018	0.0018
合計	1.0000	1.7034	1.0000	1.1769

(*) 水素製造におけるガス業からの投入には、便宜的に配管輸送費用を入れている。

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

需要の構造変化に着目した産業連関モデルの
拡張（Vol.1）

－投入係数と資本係数の変化とモデル開発－

令和3年10月

**An Expansion of Input-Output Model Focusing on the Demand-side
Structural Changes (Vol. 1):**

Changes of Input-Output Coefficients and Capital Formation Coefficients and Model Development

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action
toward Low Carbon Societies,
Center for Low Carbon Society Strategy,
Japan Science and Technology Agency,
2021.10

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

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 研究統括/上席研究員 森 俊介（MORI Shunsuke）
- 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 8 階

TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273

<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2021 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。