

# 電力中央研究所 研究資料

NO. SE22507

自動車の電動化が地域電力需要に与える影響  
—多地域産業連関モデルによる計測—

2023年4月

一般財団法人 電力中央研究所



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

電力中央研究所研究資料 SE22507 「自動車の電動化が地域電力需要に与える影響—多地域産業連関モデルによる計測—」の掲載図の訂正について

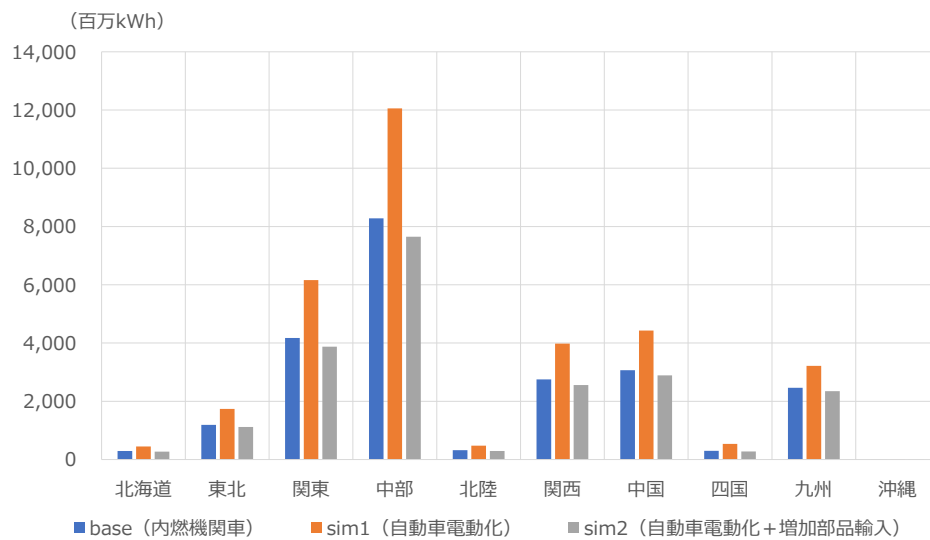
標記の研究資料につきまして、内容梗概に掲載した図が本来掲載すべき図とは異なるものを誤って掲載していることが分かりました。すでにダウンロードされた皆様にはご迷惑をおかけしますことを深くお詫びいたします。なお、今回の訂正による研究資料の分析結果の説明や結論には変更はございません。

訂正内容

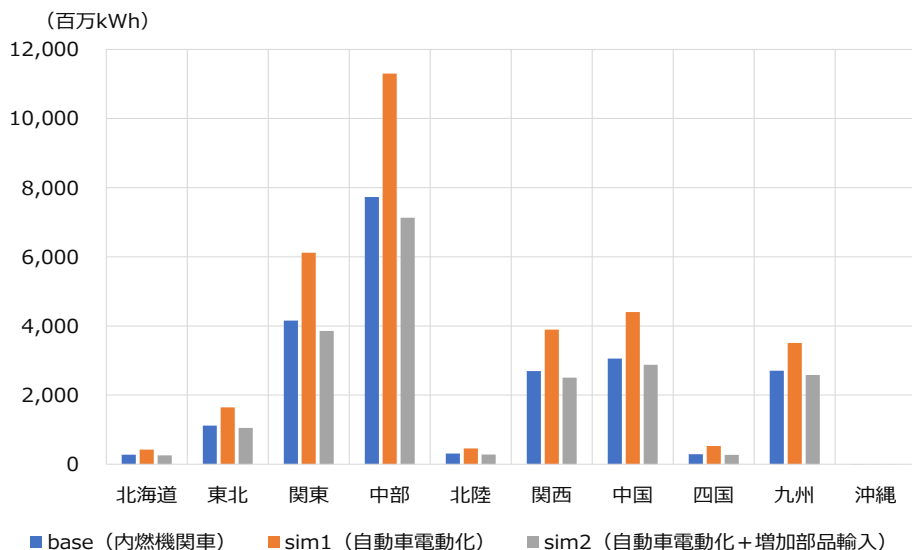
- ・内容梗概 vi頁 図4

内容梗概の図4は本文 p.34 の左図「自動車の電動化による電力誘発の変化」が本来掲載されるべきものでしたので、下記の通り訂正します。

【正】



【誤】





**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

# 自動車の電動化が地域電力需要に与える影響 —多地域産業連関モデルによる計測—

田口 裕史<sup>\*1</sup>

---

<sup>\*1</sup> 社会経済研究所 主任研究員

## 背 景

カーボンニュートラルへの対応が進む中で、国内の企業は生産技術を脱炭素に適応したものへと大きく転換することが求められており、このような変化は地域の産業構造や電力需要に大きな影響を与える可能性がある。特に、自動車産業は国内において広範な関連産業を持つ総合産業であり、電動車の普及による生産技術や調達地域の変化は、地域の様々な産業における生産や電力需要に広範な影響をもたらすことが予想される。

## 目 的

2015年都道府県多地域産業連関モデル（MRIOモデル：multi-regional input-output model）を利用して、国内の自動車生産が地域経済や電力需要に与える影響を明らかにするとともに、内燃機関車から電動車に置き換わることによる生産技術や部品調達構造の変化が地域の電力需要に与える影響を定量的に示す。

## 主な成果

### 1. 2015年都道府県多地域産業連関モデルによる電力需要の構造分析

都道府県が公表している最新の産業連関表である2015年表に整合的になるように各県間の取引構造を推計することによって、都道府県単位の多地域産業連関表（MRIO：multi-regional input-output table）<sup>1)</sup>を作成するとともに、県別・産業別の電力需要を把握できるデータを整備した。ある最終製品、例えば自動車を生産する場合には、組み立ての際に必要な溶接や生産ラインを動かすために電力が必要になるだけでなく、車体の原材料となる鋼板や、エンジン用のアルミ合金の鋳造等、各種自動車部品を構成する素材を生産する際にも電力が必要になる。このように最終製品を生産するために、直接・間接に必要な電力需要を本資料では「電力誘発需要」と呼ぶ。MRIOに基づいたモデルによる波及効果分析によって、各県における電力誘発需要がどのような最終需要（消費、投資、輸出）の生産に対応して生まれたものかを把握することが可能となる。そこで、各県の電力誘発需要の特徴を最終需要の元となる地域に着目して4つのグループに分類した（図1）。県によって電力誘発需要の要因となる最終需要地域が異なっていることから、各県の産業用電力需要を見通す上で着目すべき点が、県内における人口や経済動向等の県内要因なのか（Ⅲ）、あるいは他県の人口や経済動向等の国内要因なのか（Ⅰ、Ⅱ）、輸出動向に関わる産業の国際競争力要因（Ⅰ、Ⅳ）なのか等を明らかにすることができる。

### 2. 自動車生産による電力誘発需要

国内の自動車<sup>2)</sup>生産に伴う原材料投入の需要の波及は、その原材料を生産するための電力需要を誘発する。MRIOの分析による2015年の国内の自動車生産に伴う年間の電力誘発需要（自家発電を含む）は、中部と関東で突出して規模が大きくなっており、中部では自動車生産による電力誘発需要の割合が産業用需要の8%に達している（図2）。各地域の電力誘発需要には、自地域の自動車生産によって生じるものに加えて、他地域の自動車生産によって生じるものが含まれており、後者は他地域の自動車生産に直接・間接に必要な原材料を供給するために使われる電力である。自動車を生産しているどの地域においても、他地域の自動車生産による電力誘発がかなりの割合で存在し、自動車の生産規模が大きい中部や関東でも他地

域の自動車生産による電力が30～40%に達するほか、関西では他地域の自動車生産による電力誘発需要が全体の80%を超えている。

### 3. 自動車の電動化による電力誘発需要への影響

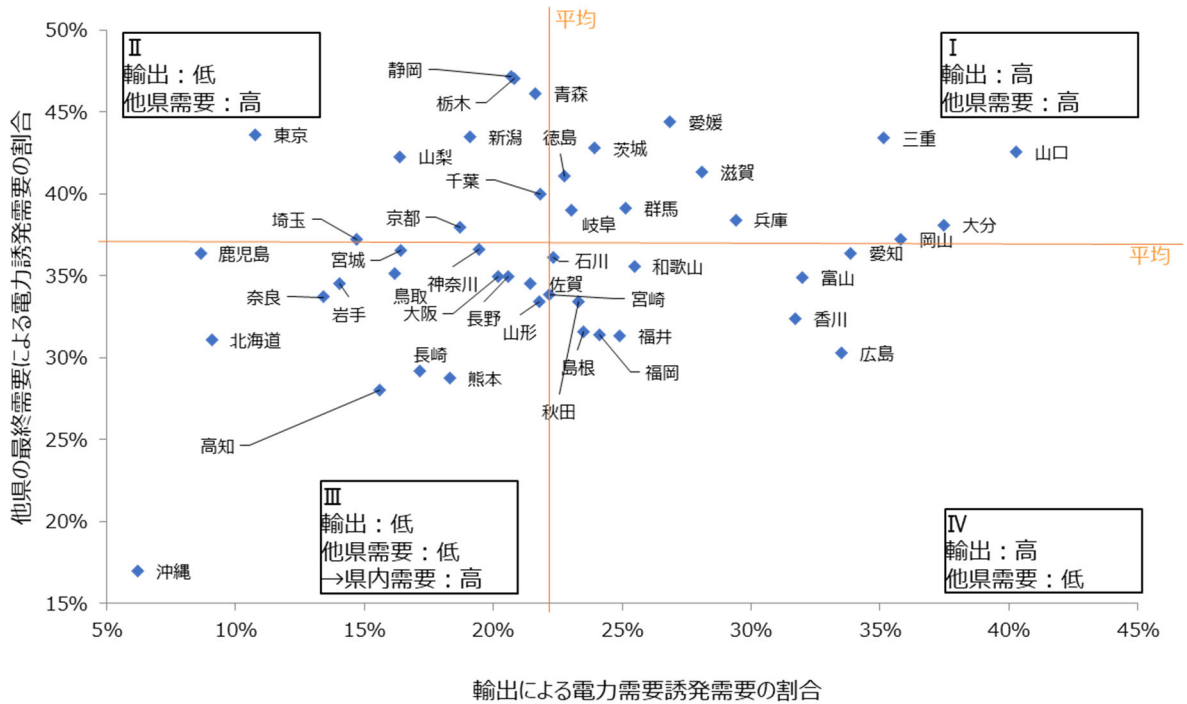
内燃機関車の生産費用に、ハイブリッド車(HV)、プラグインハイブリッド車(PHV)、電気自動車(EV)の増加部品の費用(モーター、パワーコントロールユニット、車載用蓄電池等)を加え、EVについては、減少部品(内燃機関関連部品、駆動・電動及び操縦部品等)の費用を差し引くことによって、電動車の費用構造を推計した(図3)。

2015年における各県の自動車生産台数を保持したまま、全て内燃機関車を生産する基本ケース(base)に対して、全ての生産が電動車に置き換わり、その内訳をHV、PHV、EVを1/3ずつとした際の電力需要に与える影響を分析した。この際、電動化に伴う増加部品の調達地については、現在の自動車部品の調達構造と同様とした場合(sim1)と、自動車の電動化にともなって部品の海外調達が進展することを想定して、電動車の増加部品は全て輸入によって調達する場合(sim2)という2パターンについて計算を行った(表)。計算結果では、sim1、sim2ともに内燃機関車がEVに置き換わる分だけ、関連部品の生産減少に伴う電力需要の減少や、その原材料となる鉄鋼等の素材の製造時に使用していた電力需要の減少が生じる。この一方で、sim1では車載蓄電池を始めとする電動車の増加部品の国内生産に伴う電力需要が増加するのに対し、増加部品が海外からの輸入となるsim2ではこの効果は海外で生じるため、国内地域の電力増にはつながらない。その結果、各地域においては、sim1ではbaseよりも大きく電力需要は増加する一方で、sim2ではbaseよりも電力需要は減少する(図4)。

また、電動車の内訳が全てEVとなる場合には、HV、PHV、EVを1/3ずつ生産した場合(1/3ケース)よりも、sim1ではより大きな電力需要が誘発される一方、sim2ではより大きな電力需要の減少が計測された(図5)。この結果は、sim1では、EVの増加による内燃機関等の部品減少の効果を、車載蓄電池の生産増による効果が上回ることによって生じており、sim2では、蓄電池の生産増加が国内では発生しない中で、部品減少の効果が、1/3ケースよりも大きくなることから生じている。今回のシミュレーション設定では、電動車生産におけるEVの割合の増加は、他の電動車よりも電力需要を増加させる可能性も、減少させる可能性もあり、それは車載蓄電池をはじめとする増加部品の調達構造に大きく依存することがわかった。

### 今後の展開

カーボンニュートラルに向けて、エネルギー消費量の多い素材産業による新技術の開発や、産業部門の輸送における電気自動車の導入など、国内の産業においては、様々な形で脱炭素のための技術変化が加速するものと予想される。新しい技術の導入は既存工場の再編や集約をもたらし、製造過程における調達先に変化を及ぼす可能性もある。このような技術変化や交易構造の変化がもたらす、地域経済、電力需要に与える影響をMRIOモデルにより明らかにする。さらに、MRIOを基礎データとして地域計量経済・産業連関モデル<sup>[2]</sup>や空間一般均衡モデル<sup>[3][4]</sup>を作成することにより、製造拠点の空洞化や人口減少と高齢化等の進展、税制変更の地域経済及び地方政府への影響等、地域における環境変化が地域の経済及び電力需要に与える影響を分析する。



● 電力誘発需要の特徴

- I：輸出と国内の他県最終需要に影響を受けやすい地域：化学製品、鉄鋼等の電力消費型の素材産業の集積地
- II：他県最終需要に影響を受けやすい地域：国内向けの製造業や移外型サービス（情報サービス等）の集積地
- III：域内の最終需要に影響を受けやすい：県外との交易が少ない地域
- IV：輸出に影響を受けやすい：自動車等の輸出産業の集積地

図1 各県電力需要の誘発要因の特徴：電力誘発依存度

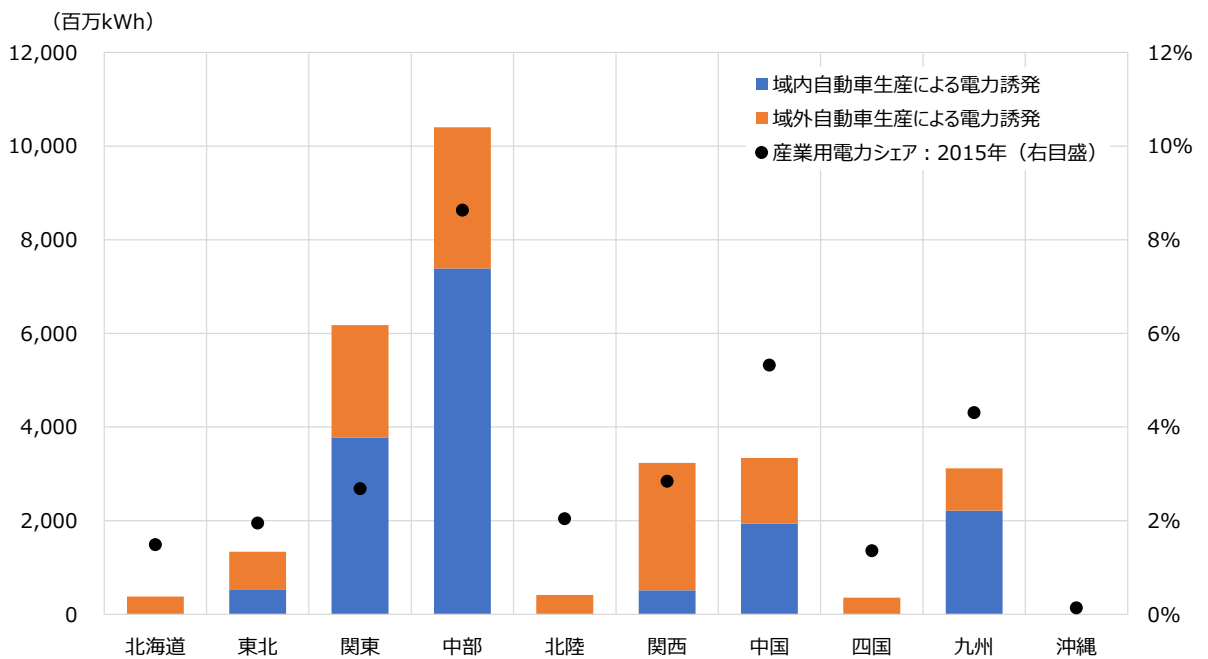


図2 自動車生産による電力誘発需要（2015年）



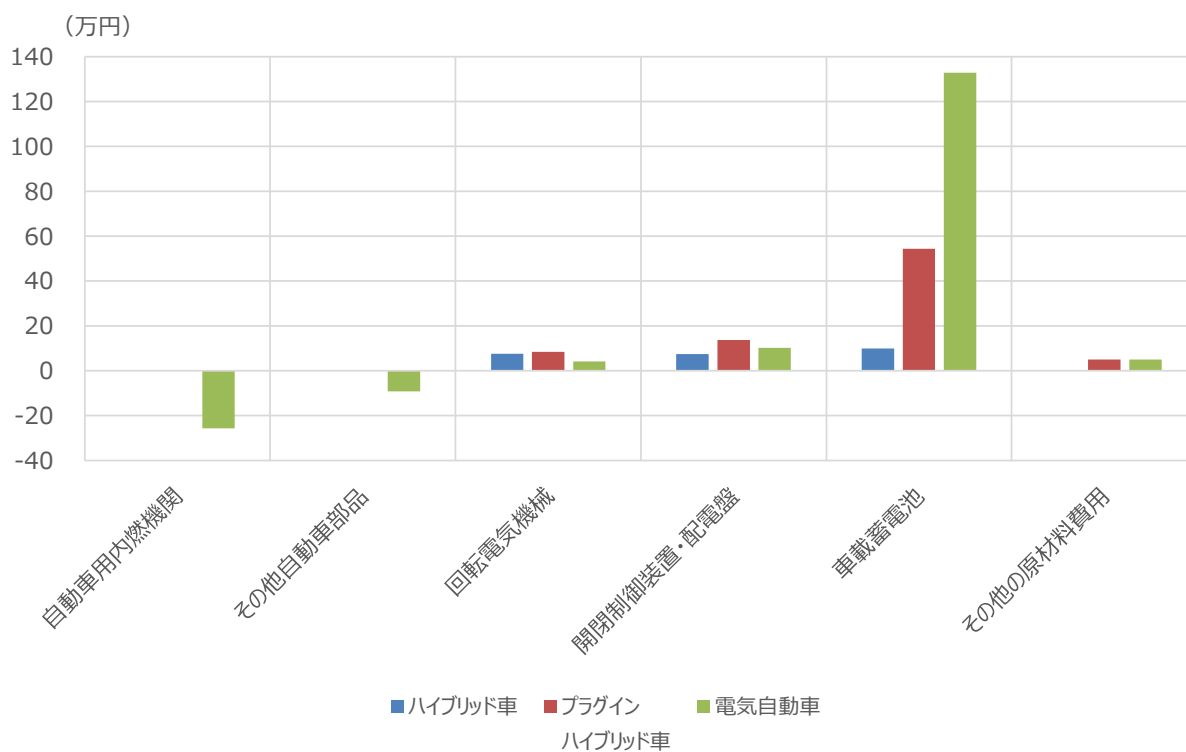


図3 電動車1台あたりの費用構造の比較 (内燃機関車と差分)

表 電動車の生産増加のシミュレーションにおけるケース設定

	電動車増加部品の調達地	車種別の生産比率	地域別生産台数
基本ケース【base】	なし	全て内燃機関車	
電動化シミュレーション	現状の自動車部品の調達地域と同様 →MRIOにおける2015年の乗用車の自動車部品調達地域の構成比 【sim1】	HV : 1/3 PHV : 1/3 EV : 1/3	2015年乗用車生産台数(推計値)
	全て国外(輸入) 【sim2】		

表注) HV : ハイブリッド車、PHV : プラグインハイブリッド車、EV : 電気自動車

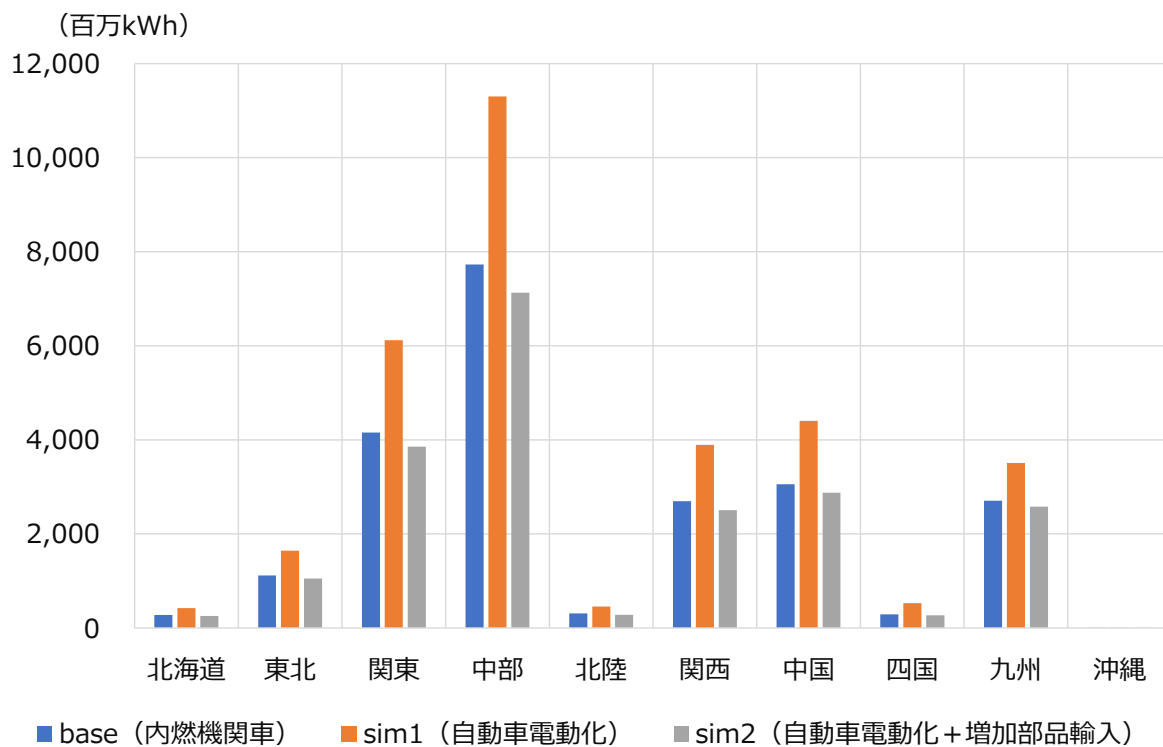


図4 自動車の電動化が自動車生産の電力誘発に与える影響

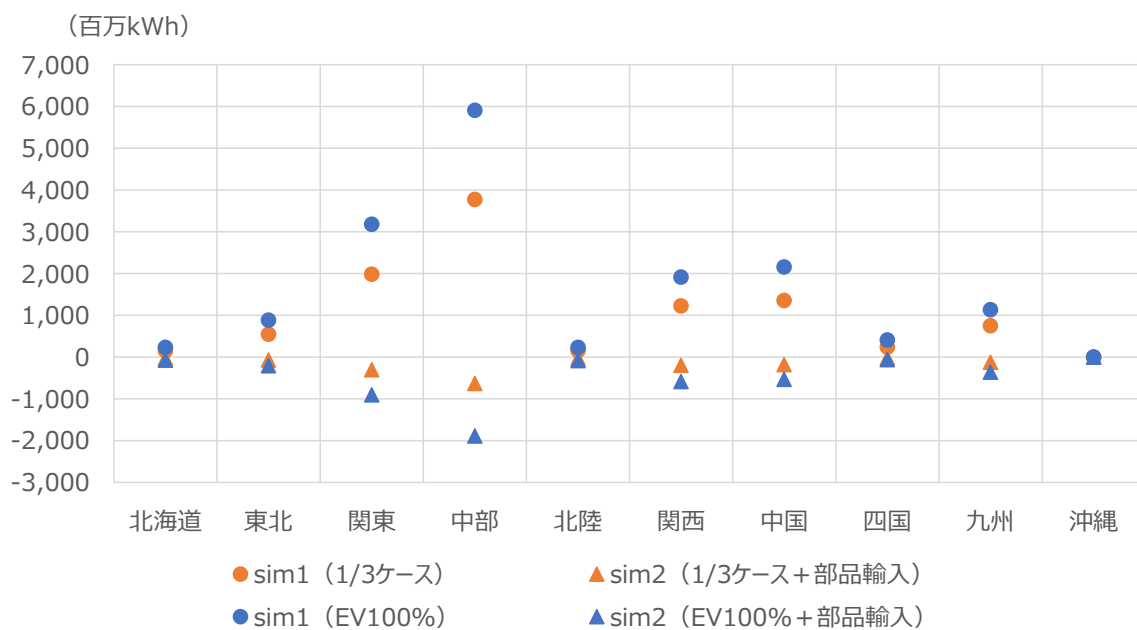


図5 EV生産の増加の影響：baseと各シミュレーションの電力誘発需要の差

注) 本資料における定量分析では、自動車の対象を「乗用車(普通、小型、軽四輪)」としている。

関連報告書：

- [1] Y07035 「47都道府県多地域産業連関表の開発－内部・外部乗数による都道府県間生産誘発構造の分析－」(2008.06)
- [2] Y15023 「2030年までの地域の経済・産業展望－経済成長の牽引役となる産業は何か－」(2016.06)
- [3] Y08049 「地方交付税制度改革の経済厚生分析－空間一般均衡モデルアプローチ－」(2009.06)
- [4] Y10030 「Spatial CGE Model for Analyzing Impact of Carbon Tax Imposition on Regional Economies of Japan」(2011.06)

# 自動車の電動化が地域電力需要に与える影響

## －多地域産業連関モデルによる計測－

電力中央研究所 社会経済研究所  
田口裕史

2023年4月

RI 電力中央研究所

© CRIEPI

1

RI 電力中央研究所

## 目次

1. はじめに	3
2. 2015年都道府県多地域産業連関表の作成	5
3. 自動車生産による地域電力需要	14
4. 自動車電動化の地域電力需要への影響	24
5. 総括	41
6. 付属資料	46
資料1 産業連関表の対象年次と分析の妥当性	47
資料2 多地域産業連関モデル	52
資料3 最終製品と付加価値誘発額	55

© CRIEPI

2

# 1.はじめに

## ◆ 背景

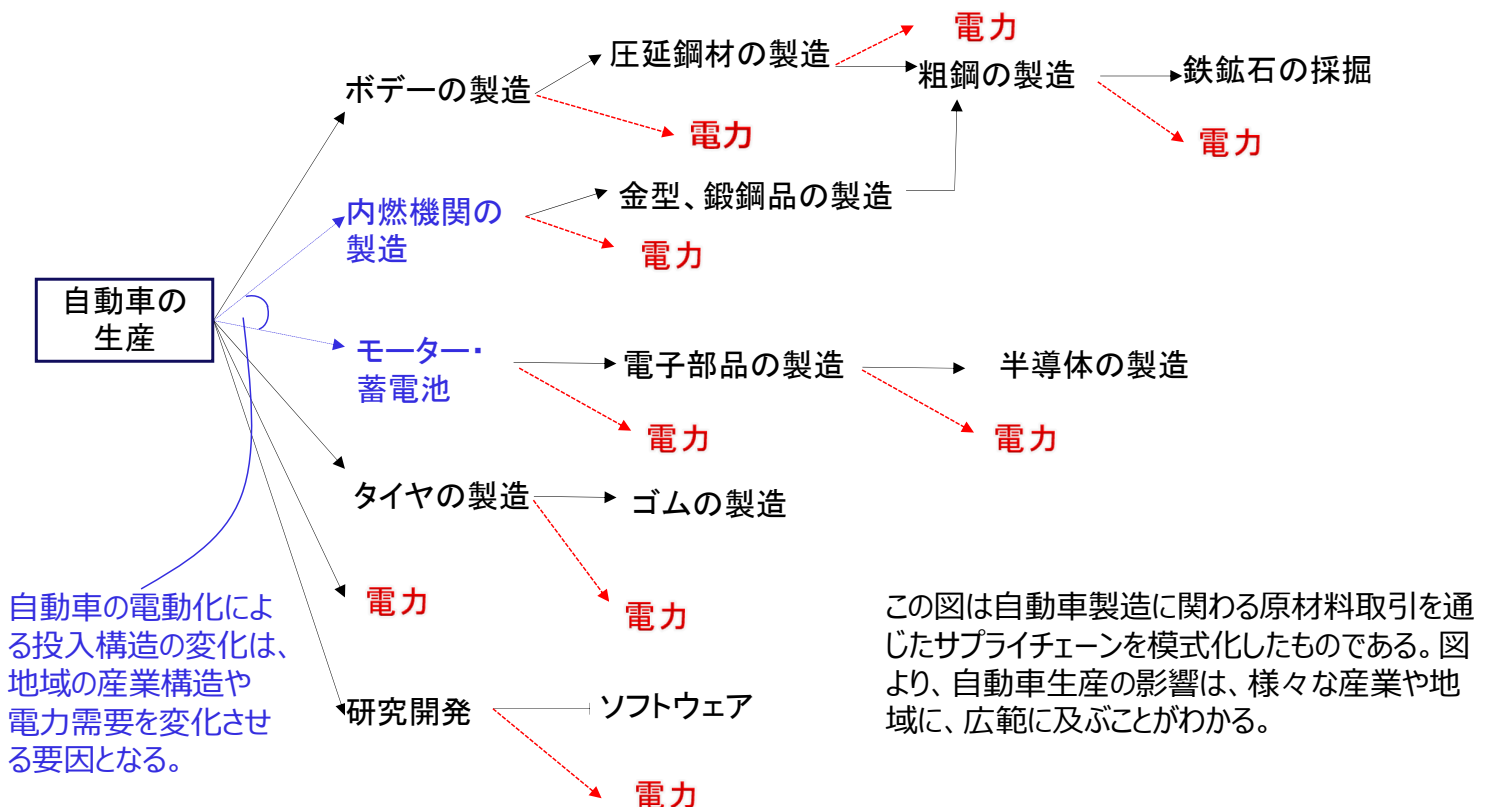
- カーボンニュートラルへの対応が進む中で、国内の企業は生産技術を脱炭素に適応したものに大きく転換することが求められており、このような変化が地域の産業構造や電力需要に大きな影響を与える可能性がある。
- 特に、自動車産業は国内において広範な関連産業を持つ総合産業であり、電動車の普及による生産技術や調達地域の変化は、地域の様々な産業における生産や電力需要に広範な影響をもたらすことが予想される（次頁図）。
- 国内における自動車生産工場や自動車部品の集積地は特定の地域に偏在しているため、電動車普及の経済影響は、地域によって大きく異なる可能性が高い。

## ◆ 目的

- 都道府県における最新の産業連関表注を基に作成した2015年都道府県多地域産業連関モデル（MRIOモデル：multi-regional input-output model）を利用して、国内の自動車生産が地域経済や電力需要に与える影響を明らかにするとともに、内燃機関車から電動車に置き換わることによる、電力需要への影響を定量的に分析する。

注) 2023年時点で入手可能な最新の都道府県の産業連関表は2015年を対象にしたものである。最新の表の対象年度が現在より8年前であることが分析に与える影響等については、付属資料1を参照のこと。

# 自動車の生産に伴う電力需要



## 2. 2015年都道府県多地域産業連関表の作成

## 2015年都道府県多地域産業連関表の作成方法(1/2)

■ 分析に利用した2015年都道府県多地域産業連関表の推計方法の概要は以下の通りである。

1. 47都道府県の産業連関表を共通部門（43部門+東京本社）に集計（p.8）
  - 全県注ともに「自家輸送」なし（各部門に含める）、「社会資本減耗等」ありに概念を統一化した。
  - 東京都については、公表されている財・サービス部門と本社部門が分かれた域内表を用い、その他の県については公表されている各産業に本社部門が統合された部門概念の表を利用した。両者とも公表ベースの表を利用しているが、本社の扱いが異なっている。
  - 東京以外の各県は東京本社のサービスを移入する一方で、東京が移入している本社サービスは各県の生産活動とは明示的に関連付けず、東京都の需要に対して外生的に発生する調整項目として扱っている。

注）本資料では、複数の都道府県を指す場合に、対象となる自治体に関わらず「各県、全ての県」等と表示する。

### 2. 都道府県表の移出額、輸出額、移入額、輸入額を推計

- Tithipongtrakul他（2017）による推計方法を参考にした。
- 都道府県間表の制約である「移出の県合計＝移入の県合計」を満たすように、移輸出額、移輸入額が分割されていない17県の移出額、移入額を分割推計した。
- 17県で算出した移出と輸出、移入と輸入の相対的な大きさが、分割推計されている30県のものと比較して大きく異なる部門については、移輸出、移輸入が分割推計されている30県も含めて、移輸出、移輸入の合計を保持した上で、移出、移入を「移出の県合計＝移入の県合計」を満たすように再推計した。
- 上記でも調整できない一部の部門については、「統計上の不突合」として各県表に計上した。

# 2015年都道府県多地域産業連関表の作成方法(2/2)

## 3. 都道府県間取引を推計

- 前頁で推計した各県の移出額、移入額を制約として、人見・Bunditsakulchai（2008）の手法に準じて、県間取引を推計した（p.9）。
- 産業別に都道府県間取引の初期値を推計した上で、移出と移入の制約を満たすようにRAS法（bi-proportional法）<sup>注1</sup>により県間取引を推計した。
- 農林水産業（部門1）、鉱業（部門3）、製造業（部門4～24）においては、貨物純流動量調査（国土交通省）の県間取引（重量ベース）パターンを初期値として設定した。ただし、「石炭・原油・天然ガス（部門2）」は各県の需要額の構成比を初期値とした。
- その他の部門（部門25～42）については、現在得られる最新の地域間表<sup>注2</sup>である「2005年経済産業省地域間産業連関表」（経済産業省）を利用して重力モデル<sup>注3</sup>を推定し、推定したパラメタと2015年表の都道府県表における各県の需要額、供給額から都道府県の交易パターンを推計し、これを初期値とした（p.10）。また、「その他（部門43）」は前頁2において、移輸出入は0として調整を行った。
- 東京本社（部門44）については、「東京都－その他全国」の地域間表における、その他全国の各部門における東京本社投入額を「各県の東京に本社を持つ支社の従業者数」を用いて各県に配分した。

注1) 行列の行和（横方向の和）、列和（縦方向の和）を制約として、これに行列要素の合計が一致するように各要素を推計する方法。行列要素の合計と制約との差分を縦方向と横方向の構成比を利用して配分することを繰り返すことによって推計を行う。最初に縦方向か横方向の構成比を与えるための初期値が必要になる。

注2) 2005年以前は、全国産業連関表の対象時点に合わせて、経済産業省の管轄地域である9地域を区分単位とした「地域間産業連関表」及び「多地域産業連関表」が経済産業省によって作成されていたが、2005年を最後に作成されていない。

注3) 2地域間の交易量（取引量）を「需要地域の需要規模（pull要因）」、「供給地域の生産規模（push要因）」、「2地域間の距離」の3変数によって説明するモデル。地域間の交通流動や人口移動等の推計にも利用される。

# 2015年都道府県多地域産業連関表の部門分類

部門名	部門名	部門名
1 農林水産業	16 一般機械	31 不動産
2 石炭・原油・天然ガス	17 電気機械	32 運輸・郵便
3 その他の鉱業	18 情報・通信機器	33 通信・放送
4 飲食物品	19 電子部品	34 情報サービス・インターネットサービス
5 繊維・衣服	20 乗用車*	35 公務
6 製材・木製品・家具	21 その他の自動車*	36 教育・研究
7 パルプ・紙・板紙・加工紙	22 自動車部品・同附属品*	37 医療・福祉
8 印刷・製版・製本	23 その他の輸送機械	38 広告
9 化学製品	24 その他の製造工業製品	39 物品賃貸サービス
10 石油・石炭製品	25 建設	40 その他の対事業所サービス
11 プラスチック製品	26 電力*	41 宿泊業、飲食サービス
12 窯業・土石製品	27 ガス・熱供給	42 その他対個人サービス
13 鉄鋼	28 水道・廃棄物処理	43 その他
14 非鉄金属	29 商業	44 東京本社
15 金属製品	30 金融・保険	

注) 「\*」付きの部門は一部の県においては分割されていないため、部門分割推計を行った。





# 2015年都道府県MRIOに対応した電力需要の推計

●各県域内表（金額ベース）

		農林水産業	製造業	...	サービス業	中間需要計
中間投入	農林水産業					
	製造業					
	電力			$x_{ej}^s$		
	付加価値					
	生産額			$X_j^s$		
	●kWh					

$$\lambda_{kj}^s = e_{kj}^s / x_{ej}^s$$

$$(k = b, p)$$

$\lambda$ : 投入金額から投入量への変換係数

$b$ : 事業用電力

$p$ : 自家発電

産業連関表より $\lambda$ を推計することによって、産業連関分析によって得られた $\tilde{X}_j^s$ に応じた電力需要量 $\tilde{e}_j^s$ を得ることができる。

$$\tilde{e}_{kj}^s = \lambda_{kj}^s \cdot a_{ej}^s \cdot \tilde{X}_j^s$$

$$(k = b, p)$$

$$\text{ただし、} a_{ej}^s = x_{ej}^s / X_j^s$$

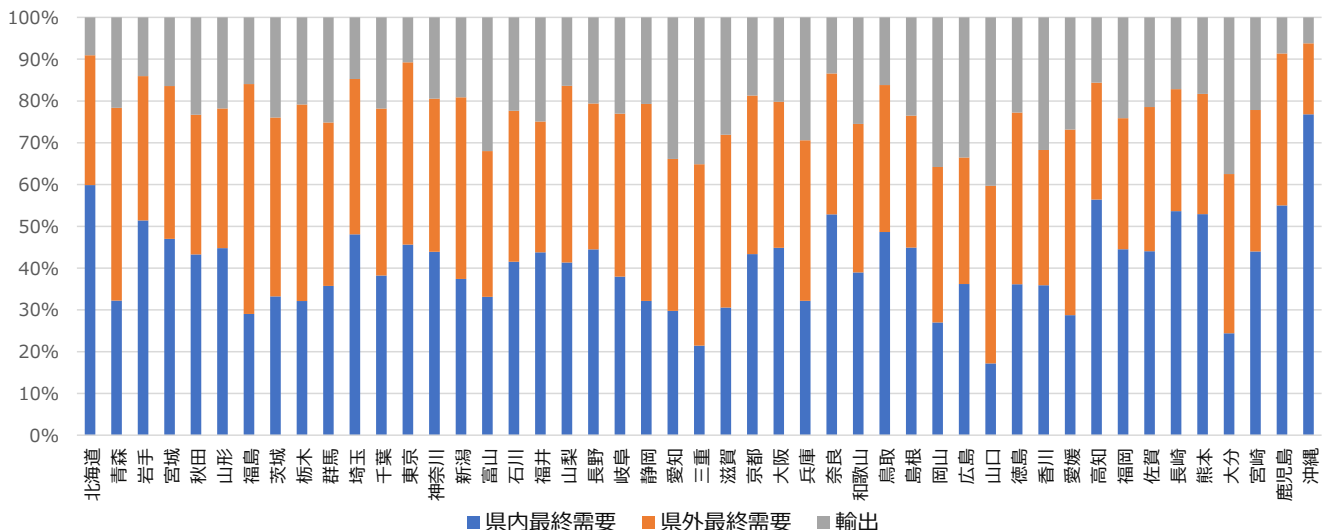
●kWh

事業用電力			$e_{bj}^s$		都道府県エネルギー統計 (kWh) ②
自家発電			$e_{pj}^s$ ③		

- ① 産業連関表の投入金額シェアを用いて、事業用電力と自家発電を分割。
- ② 事業用電力は「都道府県エネルギー統計（経済産業省）」における各県の産業需要合計（kWh）を部門別の事業用電力の投入金額シェアで配分した。
- ③ 自家発電については、産業連関表・全国表による自家発電単価で除することにより、投入金額をkWh単位に変換した。

## 県内の電力誘発需要の要因となる地域

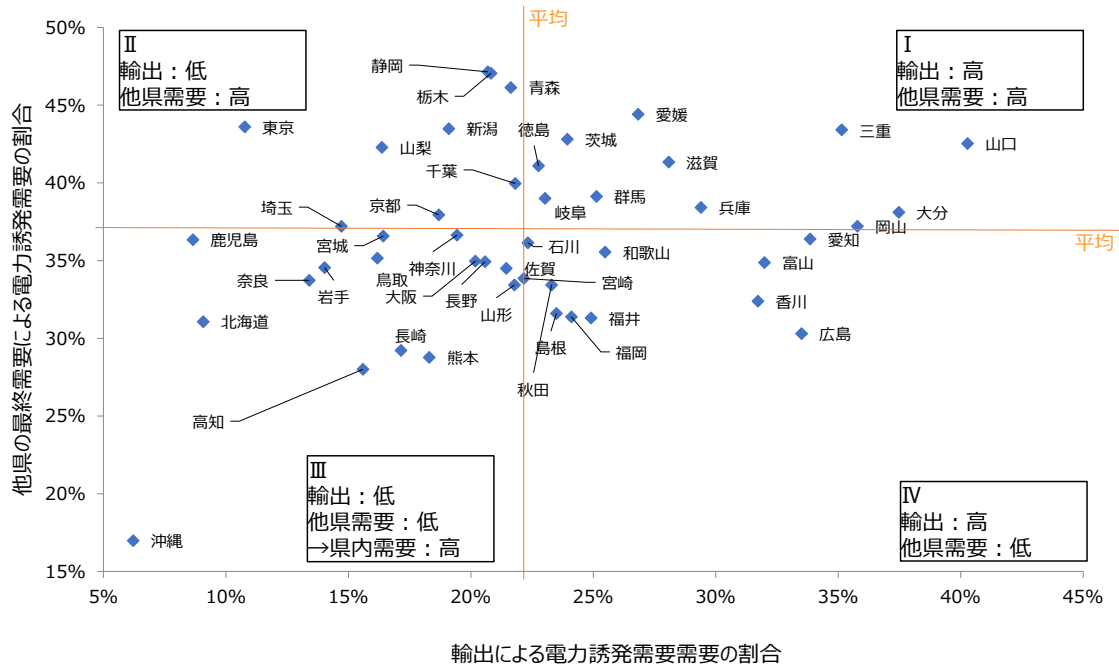
- ある最終製品、例えば自動車を生産する場合には、組み立ての際に必要な溶接や生産ライン動かすために電力が必要になるだけでなく、車体の原材料となる鋼板や、エンジン用のアルミ合金の鋳造等、各種自動車部品を構成する素材を生産する際にも電力が必要になる（p.4の図）。このように最終製品を生産するために、直接・間接に必要な電力需要を本資料では「電力誘発需要」と呼ぶ。
- 作成した47都道府県産業連表を利用して、各県の電力誘発需要の発生要因を分析した（分析モデルは付属資料2）。
- 各県の産業における電力需要は、当該県の最終需要に対応した生産だけでなく、他県や輸出（海外）の最終需要に対する生産によっても生まれる。
- 各県の産業用電力需要のうち、県内の最終需要（消費や投資）を起因とする割合（グラフ青の部分）が50%を超えているのは8県にとどまっており、多くの県では、他県や輸出の需要が県内の電力需要に大きな影響を与えることが確認できる。





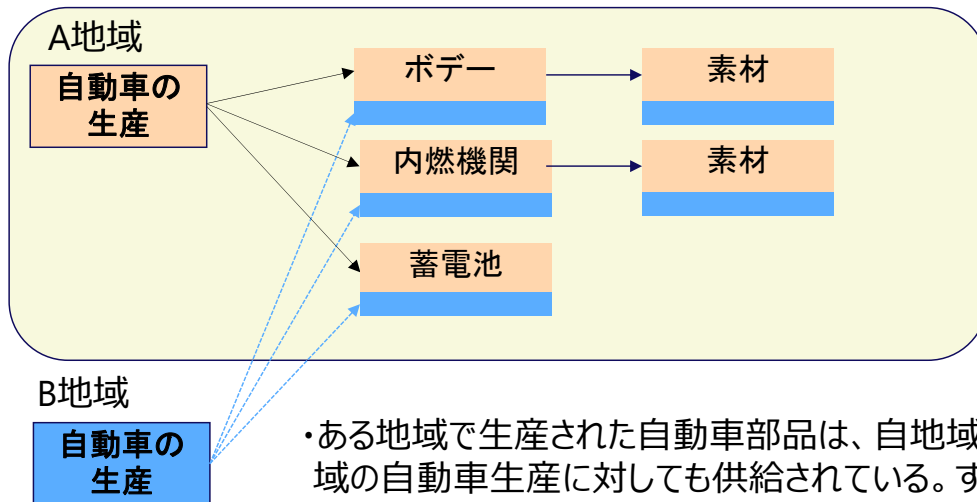
# 各県電力需要の誘発要因の特徴：電力誘発依存度

- 前頁の輸出と他県の最終需要による電力誘発需要の割合によって、各県における電力需要の特徴を分類することができる。
  - I：電力需要が輸出と国内の他県最終需要に影響を受けやすい地域：化学製品、鉄鋼等の電力消費型の素材産業の集積地
  - II：電力需要が他県需要に影響を受けやすい地域：国内向け中心の製造業や移外型サービス（情報サービス、本社等）の集積地
  - III：電力需要が域内の最終需要に影響を受けやすい地域：県外との交易が少ない地域
  - IV：電力需要が輸出に影響を受けやすい地域：自動車等の輸出産業の集積地



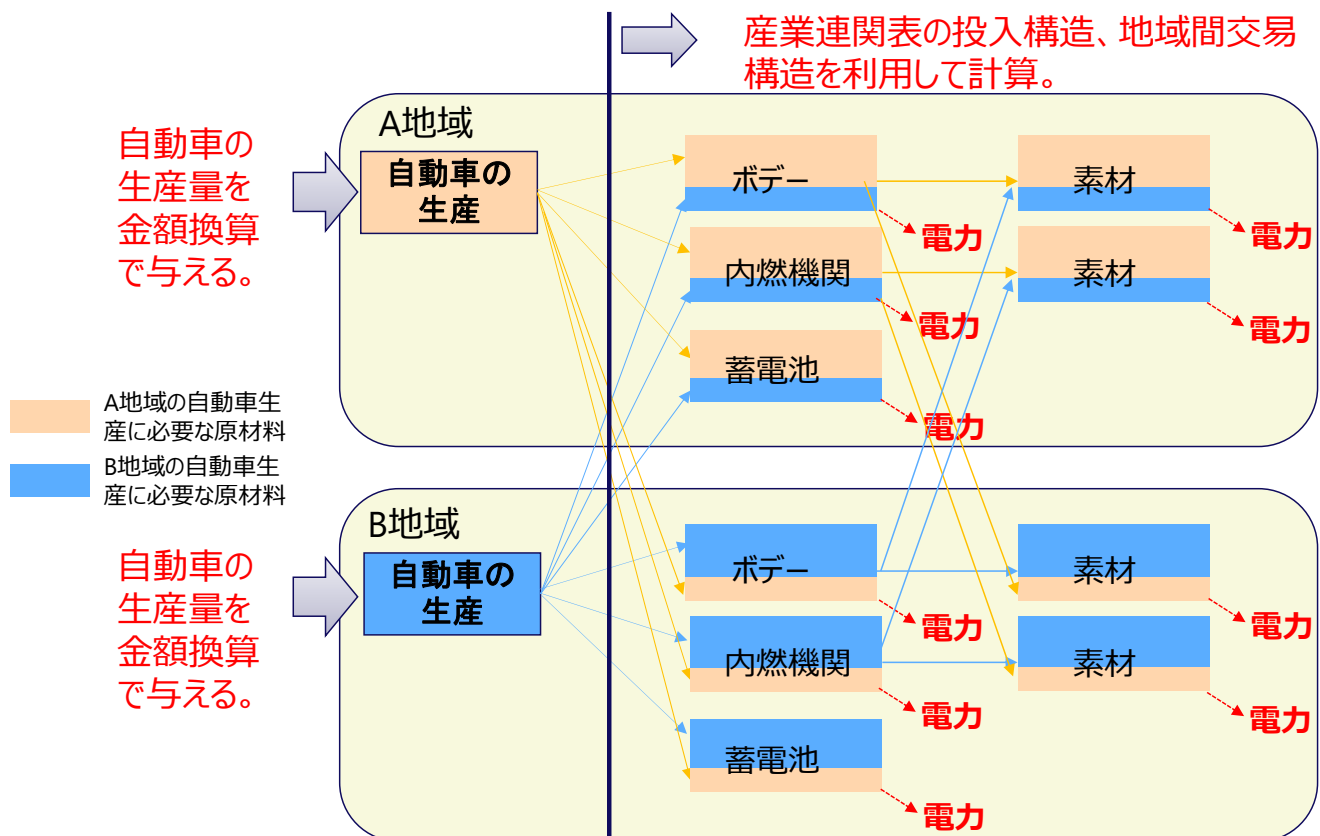
## 3. 自動車生産による地域電力需要

# 自動車の生産地域と部品調達地域



- ある地域で生産された自動車部品は、自地域の自動車生産だけではなく、他地域の自動車生産に対しても供給されている。すなわち、自動車のサプライチェーンは複数地域にまたがる。
- したがって、自動車の生産技術の変化が地域経済に与える影響は、自地域の自動車生産の変化だけではなく、他地域の自動車生産からも生じる。
- 上記の問題意識の下、本研究では、「多地域産業連関モデル（付属資料2）」により、**自動車の電動化**が地域経済や電力需要に与える影響を「域内自動車生産」による影響と、「域外自動車生産」による影響に分解して計測した。

# 自動車生産の地域影響 – 計算方法

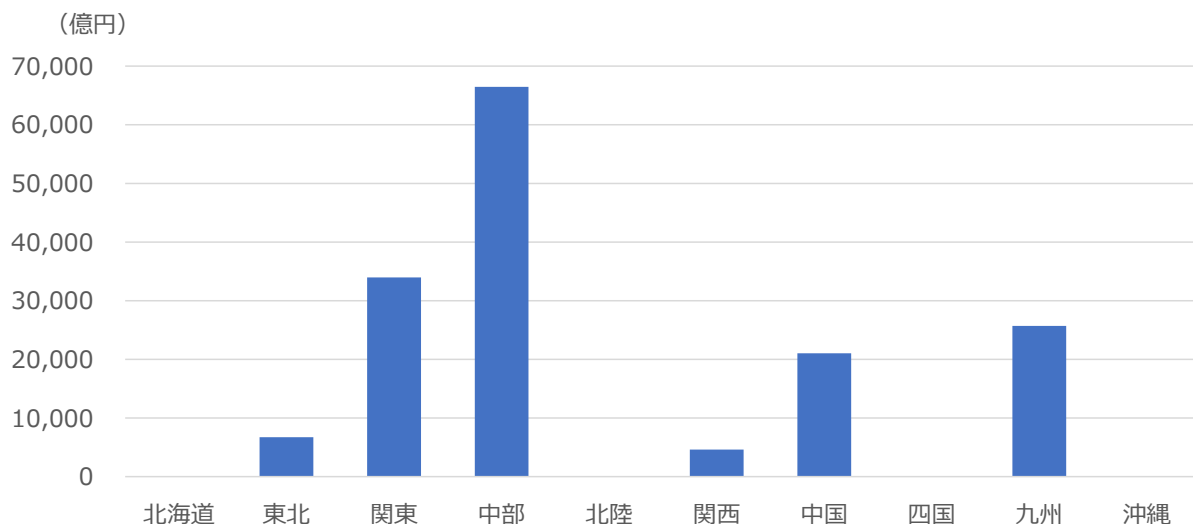


## 地域区分（電力供給地域）

地域区分	対象都道府県
北海道	北海道
東北	青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、新潟
関東	茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨
中部	長野、岐阜、静岡、愛知、三重
北陸	富山、石川、福井
関西	滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山
中国	鳥取、島根、岡山、広島、山口
四国	徳島、香川、愛媛、高知
九州	福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島
沖縄	沖縄

## 自動車の生産額：2015年

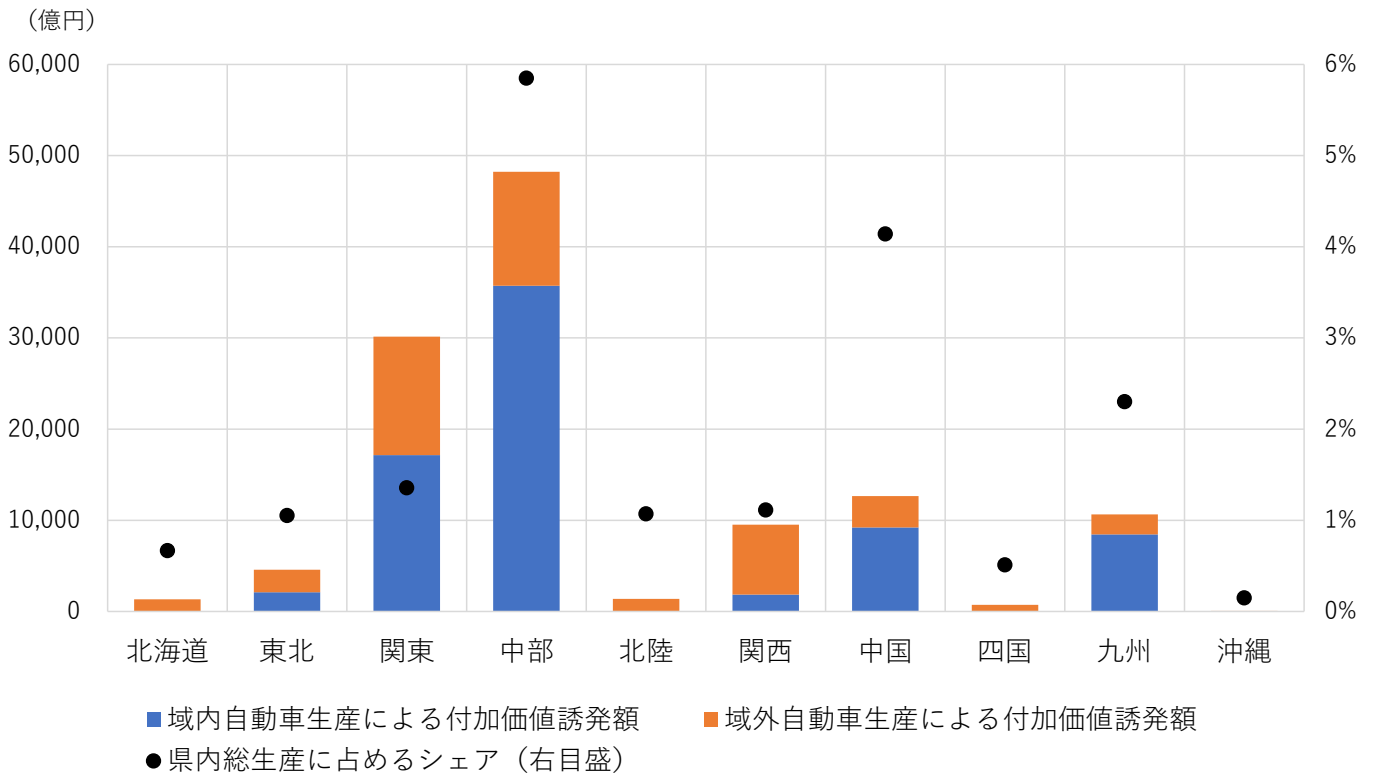
- 2015年都道府県多地域産業連関表より、「乗用車」部門の生産額を地域別に集計した<sup>注1</sup>。
- 中部（42%）、関東（21%）の2地域で全国の生産額の約6割を占めているが、九州、中国のシェアも10%を超えている。北海道、四国、沖縄には2015年における乗用車（完成車）の生産実績はなかった<sup>注2</sup>。



注1) 2、3章における定量分析では、産業連関表における「乗用車」部門を、自動車の対象としている。乗用車は、普通自動車、小型乗用車、軽四輪乗用車を対象とし、バス、トラック、二輪は含まない。

注2) 北陸は、富山県において、わずかながら乗用車の生産実績がある。

# 自動車生産の地域経済影響：誘発付加価値額（1/2）



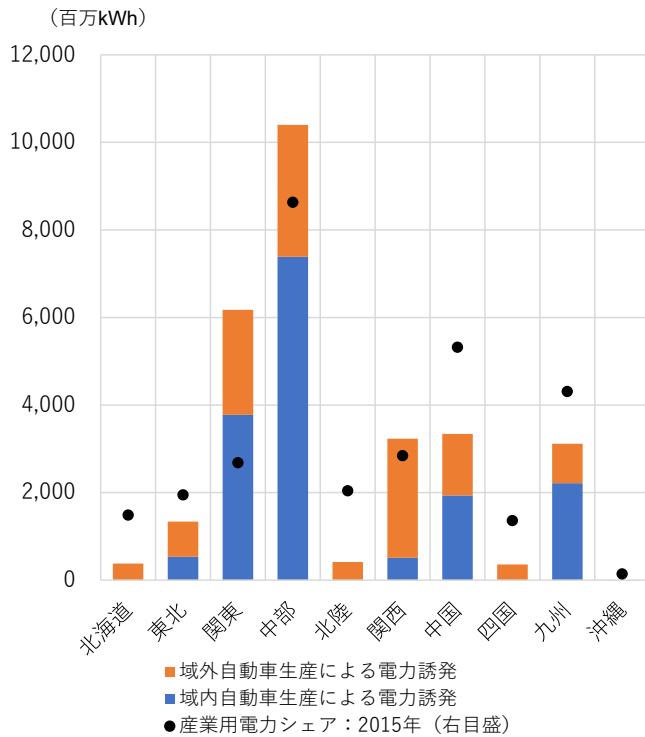
# 自動車生産の地域経済影響（2/2）

- 前頁の図は、2015年の各県における自動車生産によって各地域に生み出される付加価値誘発額注である。自動車の生産を契機とした、直接・間接に必要な原材料需要の増加により、各地域の様々な部門に所得が生まれている。
- 自動車の生産を通じた付加価値誘発額が県内総生産に占めるシェアは中部（5.9%）、中国（4.1%）の2地域で特に高く、九州が2.3%でこれに次ぐ大きさである。
- 各地域の付加価値誘発額は、自地域のみならず他地域の自動車生産によって生じるものも含まれている。これは、地域の自動車生産に直接・間接に必要な原材料の一部を、地域外から調達することによって生じる所得である。北海道、四国等、自動車生産を行っていない地域で自動車生産による誘発付加価値が生じるのはこのためである。
- 関西では域外の自動車生産による付加価値誘発額が域内の自動車生産によるものを上回っている。関西は、域内における自動車の生産規模は大きくないものの、鉄鋼等を始めとした自動車生産に関連する産業の集積がある。
- MRIOモデルを利用することによって、域外の自動車生産まで含めることで、域内経済と自動車生産の関連を正しく捉えることができる。

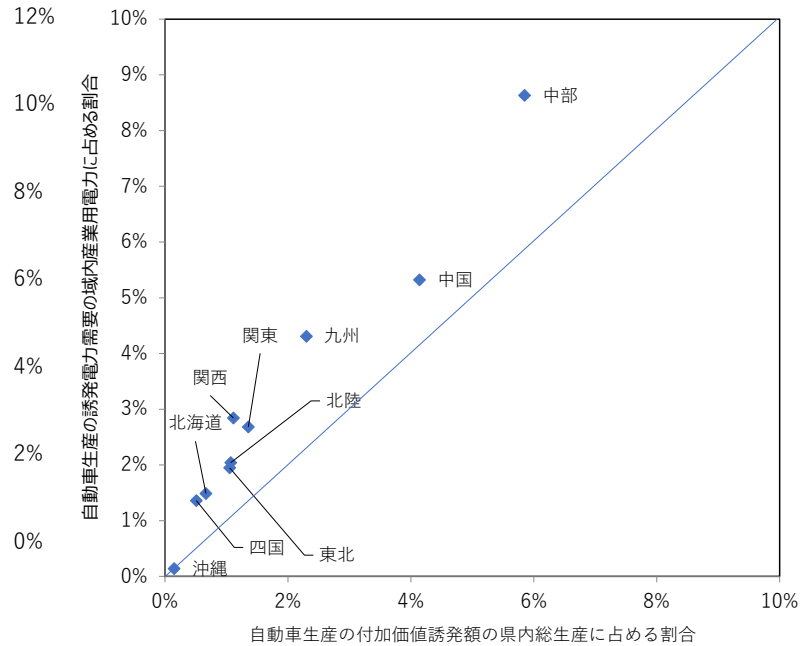
注）付加価値は県民経済計算における県内総生産とほぼ同様の概念であり、域内で生まれる所得と考えることもできる。自動車の生産額は、原材料取引を通じて、他の部門の付加価値（所得）を生み出すことにつながる。他地域との取引がない閉鎖経済の場合には、最終需要規模（ここでは自動車の生産規模）と付加価値誘発額は一致する。つまり、付加価値誘発額はある地域の自動車生産によって生じる所得が、どの地域のどの部門に配分されるかを示すものであると解釈することができる（付属資料3）。

# 自動車生産による電力誘発需要：2015年（1/2）

電力誘発需要：2015年



自動車生産の付加価値誘発と電力誘発

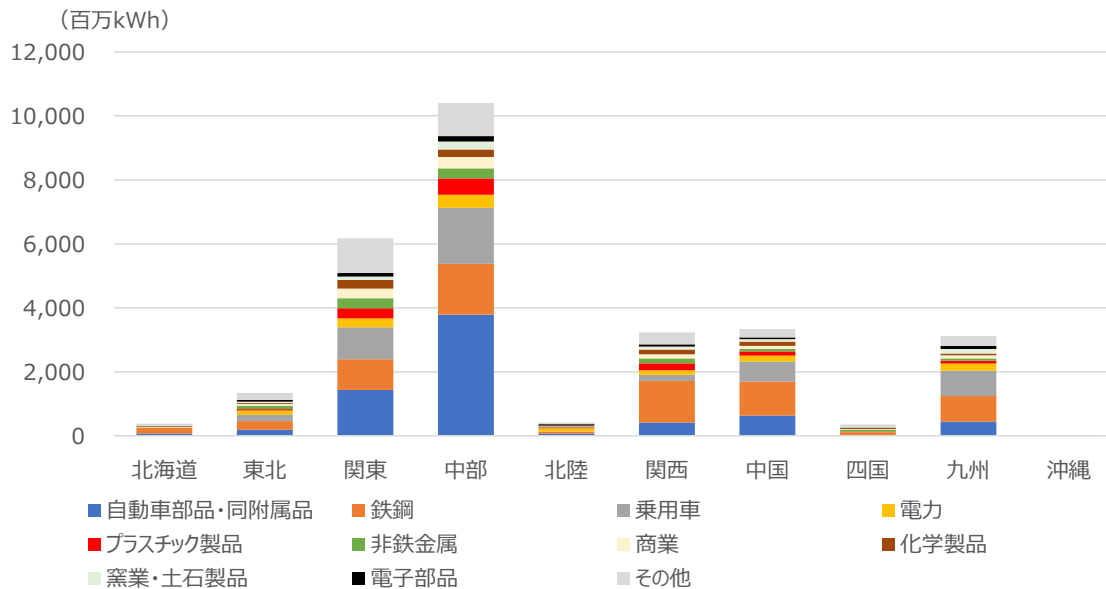


# 自動車生産による電力誘発需要：2015年（2/2）

- 国内の自動車生産に伴う原材料投入の需要の波及は、その原材料を生産するための電力需要を誘発する。
- 2015年の国内の自動車生産に伴う原材料投入の波及による直接・間接の年間電力需要量（自家発電を含む）は、中部が100億kWh前後で突出しており、関東が約60億kWhでこれに続いている。
- 自動車生産に伴う電力誘発需要は産業用需要に占めるシェアは、中部（8.6%）、中国（5.3%）、九州（4.3%）が国内全体の3.9%を上回っており、相対的に自動車生産の動向に電力需要が影響を受けやすい地域であるとみることができる。
- 各地域ともに、自地域のみならず他地域の自動車生産による電力誘発も大きく、自動車生産規模が大きい中部や関東でも他地域の生産による電力誘発の比率が30～40%に達するほか、関西では他地域の生産による電力誘発の比率が80%を超えている。
- 全ての地域において、自動車生産による付加価値誘発額の域内シェアを電力誘発の域内シェア（産業需要のみ）が上回っており、各地域において、自動車生産は地域経済に与える影響以上に、電力需要に対して影響を及ぼしていることがわかる。
- 次頁では、部門別の電力需要への影響を確認する。

# 自動車生産による電力誘発（部門別）

- 自動車生産による電力需要は、自動車部品、鉄鋼、自動車の3部門における誘発が大きく、この上位3部門で電力誘発全体の50%を超える地域が6地域となる。
- 中部、関東を除いては、自動車よりも自動車部品や鉄鋼等の原材料を生産する際の電力誘発が相対的に大きくなっており、自動車の生産が特に大きい2地域以外では、自動車生産は完成車の組み立てよりも部品や素材の供給部門で大きな電力需要を生み出していることがわかる。



## 4. 自動車電動化の地域電力需要への影響



# 電動車の投入構造の推計

- 公表されている産業連関表（総務省）では、乗用車部門が内燃機関車、電動車等の車種別に区分されておらず、それらが統合された部門として集計されている。
- ここでは、先行研究（間瀬、2021）の推計結果を利用し、内燃機関車の部門別投入額に、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車の増加部品（モーター、パワーコントロールユニット、車載用蓄電池等）、減少部品（内燃機関関連部品、駆動・電動及び操縦部品等）を調整することによって、電動車の投入額を推計した。

# 電動車分析用多地域産業連関表（MRIO）の部門分類

部門名	部門名	部門名	
1 農林水産業	19 電子部品	39 物品賃貸サービス	
2 石炭・原油・天然ガス	21 その他の自動車	40 その他の対事業所サービス	
3 その他の鉱業	23 その他の輸送機械	41 宿泊業、飲食サービス	
4 飲食物品	24 その他の製造工業製品	42 その他対個人サービス	
5 繊維・衣服	25 建設	43 その他	
6 製材・木製品・家具	26 電力	44 東京本社	
7 パルプ・紙・板紙・加工紙	27 ガス・熱供給	20 乗用車	完成車の組立
8 印刷・製版・製本	28 水道・廃棄物処理	C1 内燃機関車（ICE）	
9 化学製品	29 商業	C2 ハイブリッド車（HV）	
10 石油・石炭製品	30 金融・保険	C3 プラグインハイブリッド車（PHV）	
11 プラスチック製品	31 不動産	C4 電気自動車（EV）	電動車の増加部品
12 窯業・土石製品	32 運輸・郵便	22 自動車部品・同附属品	
13 鉄鋼	33 通信・放送	C5 電線・ケーブル(電動車向け)	
14 非鉄金属	34 情報サービス・インターネットサービス	C6 回転電気機械(電動車向け)	
15 金属製品	35 公務	C7 開閉制御装置・配電盤(電動車向け)	
16 一般機械	36 教育・研究	C8 車載電池(電動車向け)	
17 電気機械	37 医療・福祉		
18 情報・通信機器	38 広告		

注) 1~44は多地域産業連関表の部門（p.8）と一致。  
C1~C8は電動車分析用に拡張した部門。

- C1~C4の投入係数の推計方法はp.27~29を参照。C5~C8の投入係数は全国表における同名部門の投入係数を利用した。ただし、車載電池は「電池（全国表列部門code：3399031）」と同一部門と見なした。
- 「20乗用車」は2015年の各県表における乗用車部門である。したがって、車種別の内訳の情報（内燃機関車、電動車の割合）はないものの、当該県で生産している複数の車種が含まれており、県によって車種別の構成は異なるものと考えられる。

# 電動車の増加部品

## ◆ 自動車の電動化による増加部品は間瀬（2021）による推計値を利用した。

部門	部品名	ハイブリッド車		プラグインハイブリッド車		電気自動車	
		点数	部品価格	点数	部品価格	点数	部品価格
開閉制御装置・配電盤	パワーコントロールユニット						
	インバーター	2	5.22	2	5.40	1	2.70
	インバーター用電流センサー	4	0.32	4	0.32	2	0.16
	DC-DCコンバーター	1	0.80	1	0.90	1	0.90
	リアクトル	1	0.51	1	0.63	-	-
	平滑コンデンサ	1	0.45	1	0.45	1	0.45
	車載充電器	-	-	1	6.00	1	6.00
	小計		7.48		13.70		10.21
回転電気機械	モーター・ジェネレーター	2	7.56	2	8.40	1	4.20
電池	ニッケル水素電池	(1.3)	9.88	-	-	-	-
電池	リチウムイオン電池	-	-	(10.0)	54.37	(40.0)	132.90
電線・ケーブル	充電ケーブル	-	-	1	5.00	1	5.00
	合計	-	24.92	-	47.34	-	152.31

（原典注）（ ）内は二次電池容量（kWh）。部品価格の単位は万円。産業連関表は2015年価格評価であるため、富士経済（2017a）、富士経済（2017b）、自動車メーカーの公表情報などに基づき、数量ベースから金額ベースに変換して、分析モデルを構築。モータージェネレーターとパワーコントロールユニットの部品点数はハイブリッド車はトヨタ自動車のプリウス、プラグインハイブリッド車はトヨタ自動車のプリウスPHV、電気自動車は日産自動車のリーフをもとに設定。また、プリウスPHVの二次電池容量は8.8kWhであるが、販売されているプラグインハイブリッド車では10kWh前後であるため、分析モデルでは10kWhと設定。

（出典）間瀬（2021）

# 電気自動車：内燃機関車からの部品減少

## ◆ 電気自動車における内燃機関等の減少部品は間瀬（2021）による推計値を利用した。

- 間瀬（2021）では、電気自動車は、内燃機関車から自動車部品点数が37%減少するという想定に基づいて、電気自動車における減少部品の金額を一台あたり約35万円と推計している。

部品名	内燃機関車	電気自動車	
	部品点数 点	部品点数 点	部品増減率 (%)
エンジン部品	6,900	0	-100
電装品・電子部品	3,000	900	-70
駆動・電動及び操縦装置部品	5,700	3,600	-37
懸架・制動装置部品	4,500	4,500	0
車体部品	4,500	4,500	0
その他の部品	5,400	5,400	0
合計	30,000	18,900	-37

（原典注）電気自動車の必要部品点数は素形材産業ビジョン検討会（2010）「素形材産業ビジョン 追補版」から作成

（出典）間瀬（2021）



# 乗用車1台あたりの費用構造（中間投入構造）

## ●内燃機関車

- 標準的なハイブリッド車、電気自動車の車格を想定し、同様の車格における内燃機関車の販売価格から生産価格を推計した注。
- これに2015年産業連関表（総務省）における投入構造を適用することによって、投入構造を推計した。

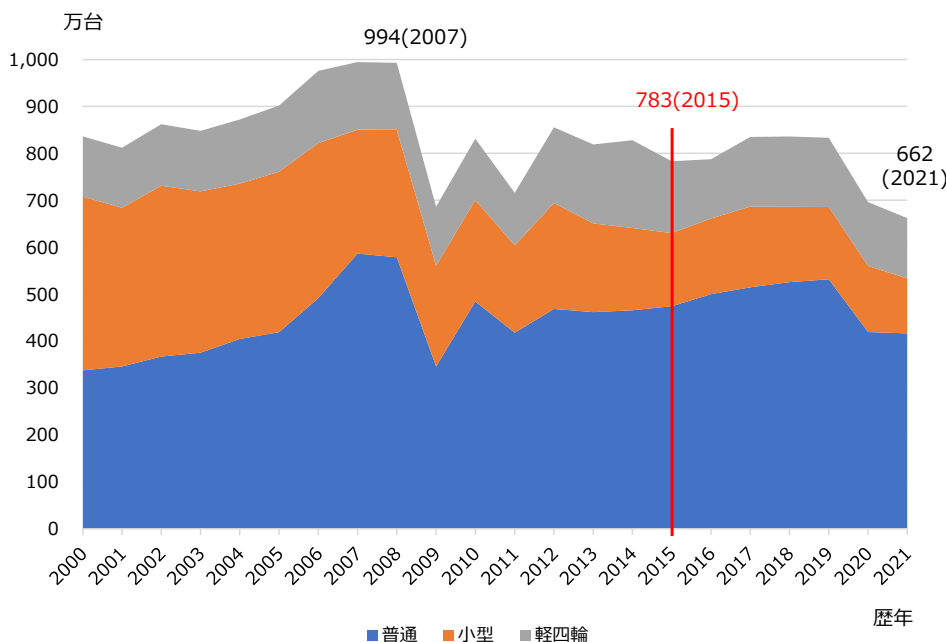
## ●ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車

- 生産車価格については、標準的なハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車の販売価格から推計した。
- 内燃機関車の投入額にp.27、28による部品の増減を加味することによって、投入費用を推計した。

産業連関表部門名	(万円)			
	内燃機関車	ハイブリッド車	プラグインハイブリッド車	電気自動車
自動車用内燃機関	25.6	25.6	25.6	-
その他自動車部品	71.3	71.3	71.3	62.1
回転電気機械	-	7.6	8.4	4.2
開閉制御装置・配電盤	-	7.5	13.7	10.2
電池	-	9.9	54.4	132.9
その他の中間投入	35.3	35.3	40.3	40.3
粗付加価値部門計	27.2	36.5	59.7	27.3
生産額	159.4	193.6	273.4	276.9

注) ハイブリッド車はトヨタプリウス、プラグインハイブリッド車はトヨタプリウスPHV、電気自動車は日産リーフ、内燃機関車はトヨタアリオンをもとに推計した。

# 国内乗用車生産台数

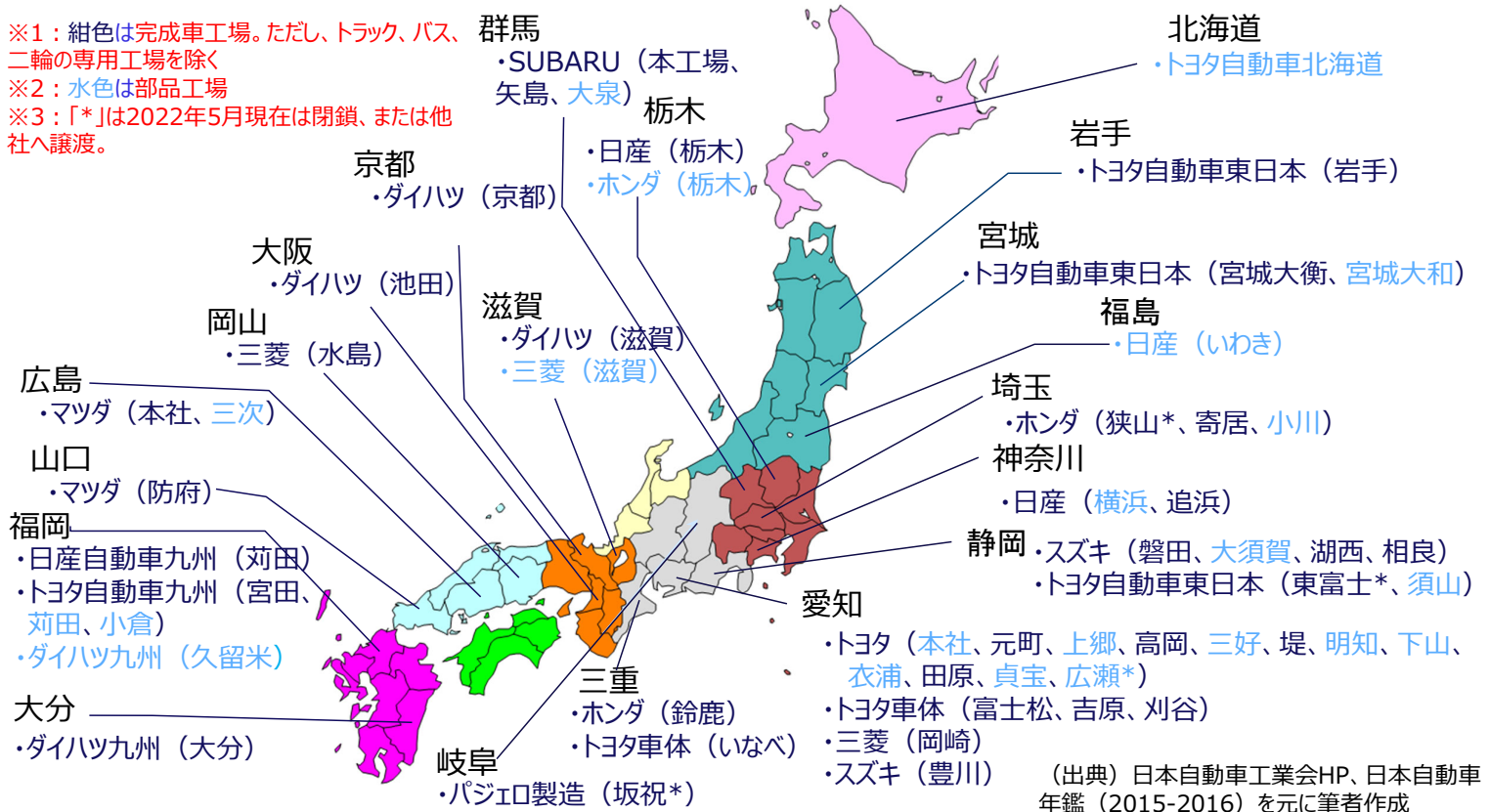


- ・政府の電動車普及目標が乗用車ベースで示されているため、それにあわせ、本研究の数量分析における対象は乗用車（普通、小型、軽四輪）とした。
- ・乗用車の国内生産台数は、リーマンショック直前の2007年にピークの約1,000万台を記録し、2010年代は約800万台で推移していた。  
→2020年以降は新型コロナウイルスの影響によって減少しており、2021年は2000年以降で最も少ない662万台まで減少。
- ・分析に利用した産業連関表に合わせて、2015年度の生産台数である783万台を定量分析における基準の生産台数とした。

(出典) 日本自動車工業会「自動車統計月報」

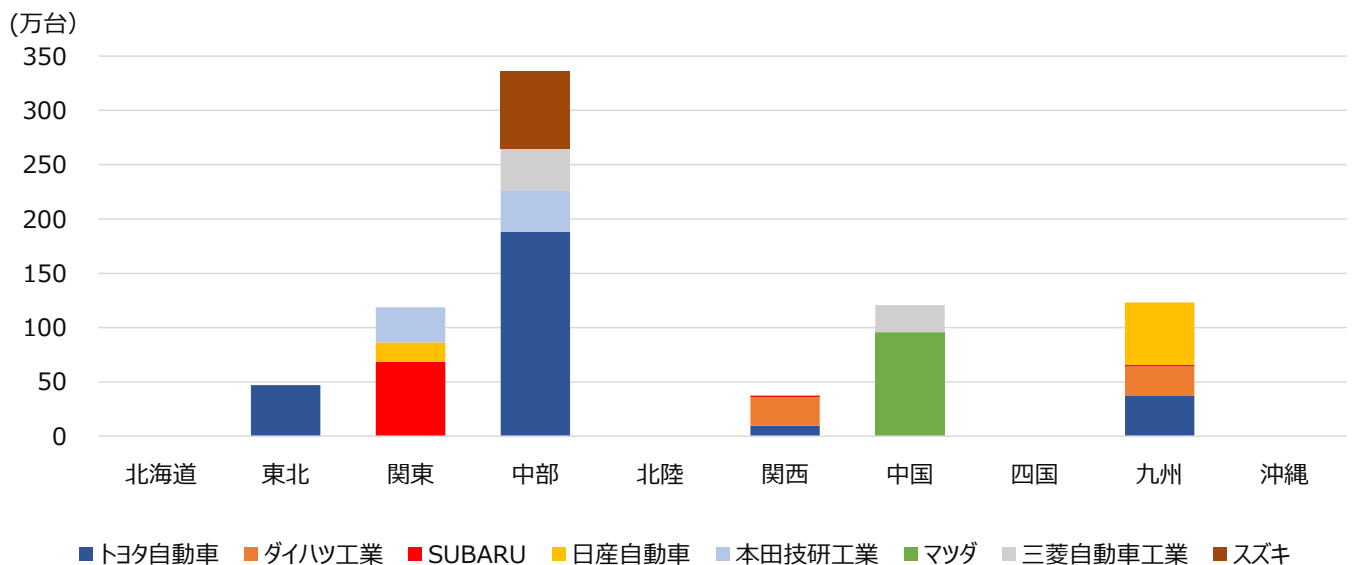
# 国内自動車製造工場（2015年12月時点）

※1：紺色は完成車工場。ただし、トラック、バス、二輪の専用工場を除く  
 ※2：水色は部品工場  
 ※3：「\*」は2022年5月現在は閉鎖、または他社へ譲渡。



# 地域別乗用車生産台数の推計値（2015年度）

- 報道資料、公表資料より地域別の2015年の乗用車生産台数を推計した注。
- メーカーごとに生産工場別の生産台数を推計し、工場の立地地域別に集計した。



注）メーカー別の合計値は自動車工業連合会の国内乗用車生産台数（普通自動車、小型乗用車、軽四輪乗用車）と一致するように推計した。全メーカーの合計はp.30で示した783万台である。

（出典）日本自動車工業会「自動車統計月報」

# 電動車生産増加のシミュレーション

- 比較対象とする基本ケース（base）は、2015年の各県における乗用車の生産台数分の全て内燃機関車を生産した場合とした注1。また、電動化シミュレーションの設定は、電動車をbaseと同数生産する想定で、電動車の内訳を、ハイブリッド車（HV）、プラグインハイブリッド車（PHV）、電気自動車（EV）を1/3ずつ生産した場合とした注2。
- 自動車の電動化に伴う自動車製造におけるエレクトロニクス化の進展は、部品のモジュール化を加速することを通じて、電機産業で経験したように部品の海外調達を促すことも考えられる注3。特に、電気自動車の主要部品となる車載蓄電池については、素材や製造技術が成熟していない上に、ライフサイクルでのCO<sub>2</sub>排出量が規制対象となる動きが出ているなど、現在の自動車の部品調達の構造からは大きく変化する可能性がある。
- 電動車生産の増加が地域に与える影響は、電動化の増加部品の調達地がどこかによって異なるため、調達地が「①従来の自動車部品と同様の場合（sim1）」と「②すべて国外の場合（sim2）」について計算した。

	電動車の増加部品の調達地	車種別の生産比率	生産台数
基本ケース 【base】	・増加部品なし	全て内燃機関車	2015年 乗用車 生産台数 (推計値)
電動化シミュレーション	・現状の自動車部品の調達地域と同様 →MRIOにおける乗用車の自動車部品 調達地域の構成比。【sim1】	HV車 : 1/3 PHV車 : 1/3 EV車 : 1/3	
	・すべて国外（輸入）【sim2】		

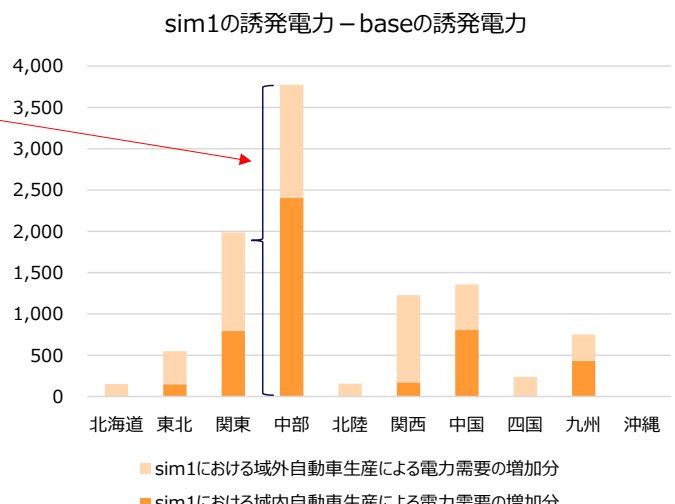
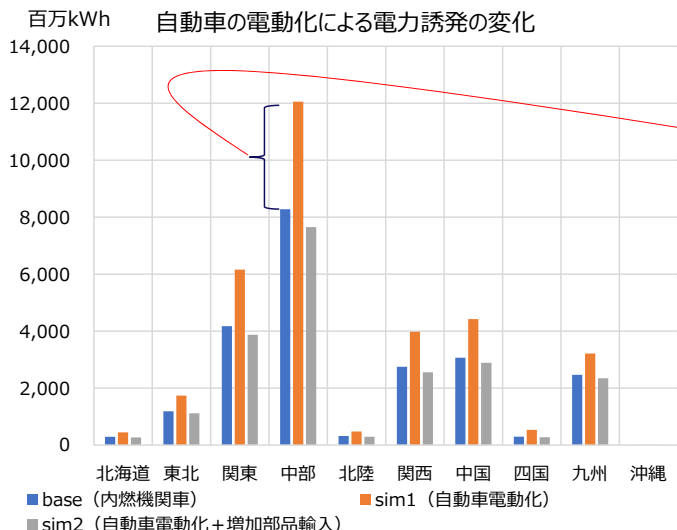
注1)3章で分析した各県の2015年の実績とは異なることに注意されたい。理由についてはp.37を参照。

注2)生産動態統計（経済産業省）では、電動車の国内生産量はハイブリッド車（プラグインハイブリッド車含む）のみが把握可能であり、2015年が129万台（乗用車全体の16.5%）、2020年174万台（同25.0%）である。

注3)自動車メーカーにおけるモジュール化の近年の動向や、電動化が部品調達に与える影響については、古川編（2018）が詳しい。

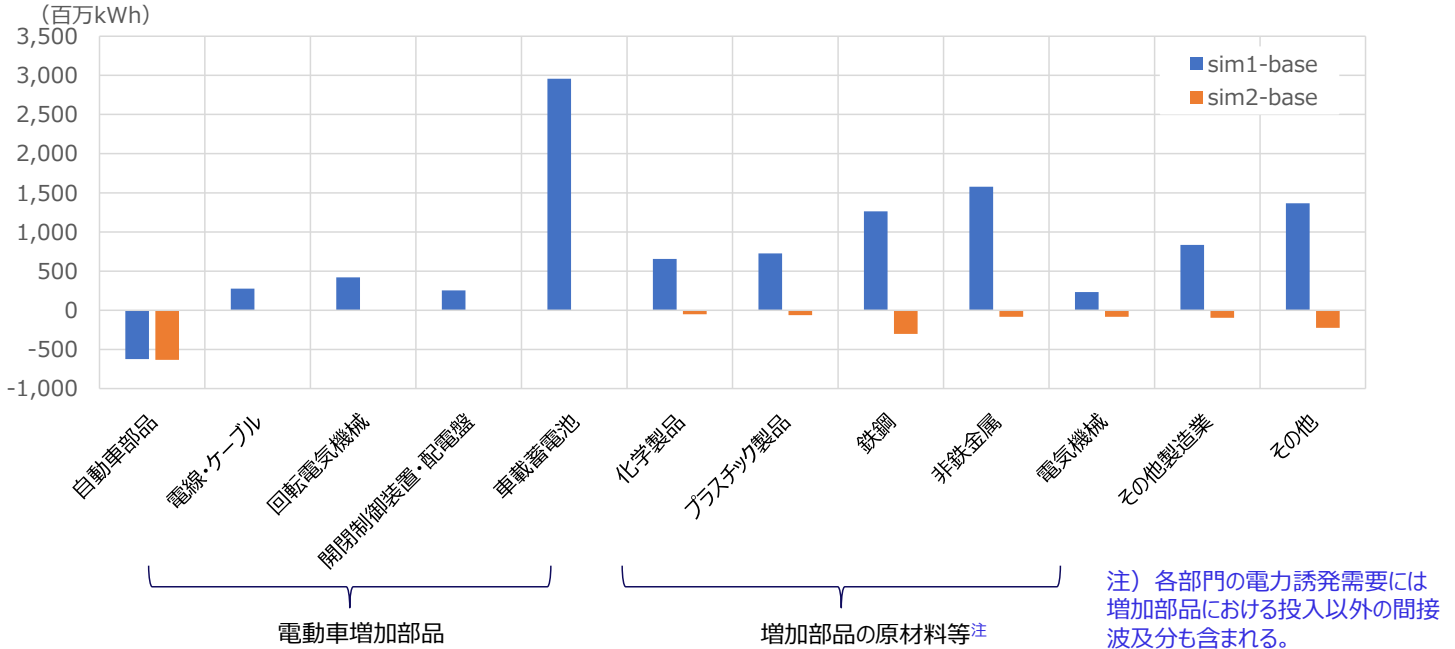
# 電力誘発：シミュレーション結果

- 内燃機関車の生産が全て電動車に置き換わった際の電力需要は、電動化による増加部品の生産が、従来の自動車部品のようにほとんど国内で行われることを想定したsim1では、いずれの地域についても電力需要が大きく増加する（左図）。
- 地域の電力需要の変化は、域内の自動車生産だけではなく域外で生産する自動車の電動化にも影響を受けており、増加規模の大きい中部や関東においても、5割前後が域外生産の影響である（右図）。他地域の電動化による増加部品やその原材料を域内で生産することによって生まれる電力需要の変化は、域内で生産する自動車の電動化による変化に匹敵する規模となっている。
- 一方、電動化による増加部品が海外からの輸入となるsim2では、増加部品の電力需要は海外で発生するため、各地域において内燃機関関連部品の減少に伴う電力需要の減少のみが生じる（左図）。



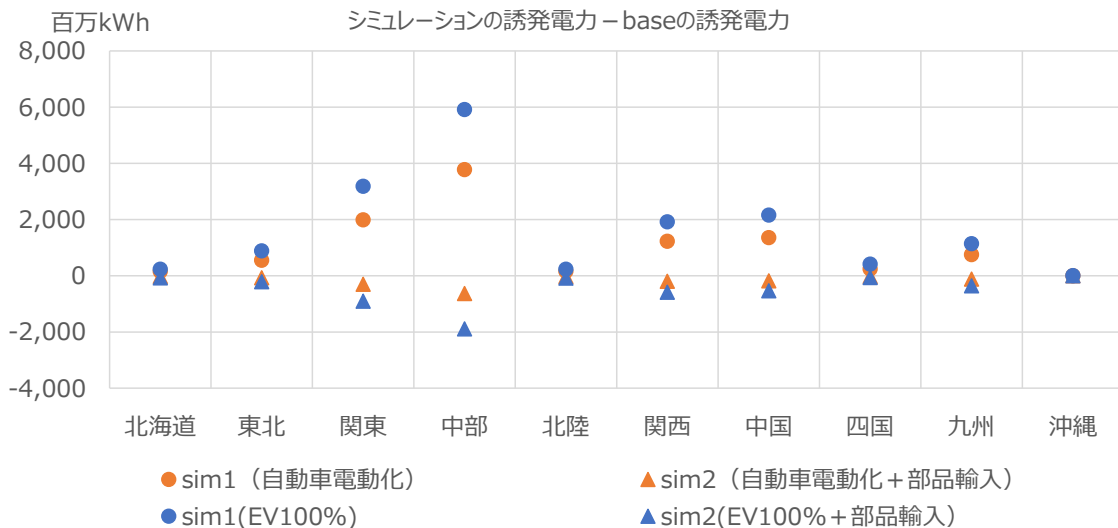
# 自動車の電動化による電力需要の変化（部門別）

- sim1においては、車載蓄電池の製造時に生じる電力需要の増加が最も大きく、次いで、非鉄金属や鉄鋼等の増加部品の原材料となる部門で電力需要が増加している。一方、内燃機関車が電動車に置き換わることによる内燃機関関連部品の減少によって、自動車部品における電力需要が減少しているものの、他部門の増加量と比較すると減少量は小さい。
- sim2においては、増加部品が国外で生産されるため、国内における電力需要には影響しない。内燃機関関連部品の減少による電力需要の減少が、自動車部品とその原材料である鉄鋼等の部門に現れている。



# 電力誘発シミュレーション：全て電気自動車の場合

- 内燃機関車の生産が全て電動車に置き換わり、それが全て電気自動車である場合の電力需要は、従来の自動車部品のようにほとんど増加部品の調達を国内から行うと想定したsim1では、電動車の内訳がHV、PHV、EVが1/3ずつと想定した場合の誘発電力を上回る。これは、内燃機関等の部品減少による効果を車載蓄電池の生産による電力需要増の効果が上回るためである。
- 電気自動車の増加部品が全て海外からの輸入となるsim2では、各地域において内燃機関関連部品の減少に伴う効果のみが生じるため、電力需要の減少規模は電動車の内訳がHV、PHV、EVが1/3ずつと想定した場合よりも大きくなる。
- この結果から、電動車生産における電気自動車の割合の増加は、他の電動車よりも電力需要を増加させる可能性も、減少させる可能性もあり、それは車載蓄電池を始めとする増加部品の調達構造に大きく依存することがわかった。





## シミュレーション結果を解釈する上での留意点（1/4）

### ◆ シミュレーションの基本ケース（base）について

- 電動車生産増加のシミュレーションの基本ケース（base）は、3章の分析に利用した2015年MRIOの実績値による電力需要ではなく、全県同一の内燃機関車（約160万円/台）を、2015年における各県の生産台数分生産した際の電力需要としている。したがって、baseは、これ自体がひとつのシミュレーションであるとも考えられる。
- 2015年に各県で生産された自動車の車格は同一ではなく、軽自動車、小型車、普通車の内訳は各県で異なっている。しかし、それぞれの車格に応じた電動車の投入構造を推計することは困難であり、また、自動車メーカーがどの工場ですべての電動車を生産するかを想定することも難しい。
- そこで、シミュレーションでは、工場別の生産台数（推計値）を利用しながら、各工場で同じ自動車を異なる台数生産した際の、電力需要に与える効果を計測している。
- baseは2015年の各地域の生産実績からは乖離するものの、シミュレーションにおける電動車と同一の車格で評価できるため、自動車の電動化による部品増加や減少の限界的な効果が、各地域において同一基準で測れるというメリットがある。今回のシミュレーションは自動車の電動化が、現在最も普及しているプリウスやリーフと同一車格のものが普及する形で進むと考えていることになる。
- 実際には、普及する電動車の車格の種類が増えるに当たって、軽自動車、普通車等の車格別の電動車の投入構造を推計するための資料も得られるようになるものと考えられるため、利用可能なデータの蓄積が進めば、より詳細なシミュレーションを実施することも可能となる<sup>注</sup>。

注）2020年産業連関表では乗用車部門が「乗用車（ハイブリッド車）」、「乗用車（ハイブリッド車を除く）」に分割される予定である（産業連関部局長会議、2022）。産業連関表は、同様の商品であっても、異なる生産技術を持つ場合には、異なる商品として扱うことが基本的な考え方であり、異なる生産技術を持つ新商品が一定の市場規模に達した場合には、従来の部門からは分割され、詳細な投入構造が把握できるようになる。

## シミュレーション結果を解釈する上での留意点（2/4）

### ◆ sim2のマイナス効果

- 今回のシミュレーション結果（確認）
  - 自動車の電動化と全ての増加部品の輸入を想定したsim2における電力需要は、baseと比較して減少はするものの、sim1のbaseに対する増加量と比較すると変化の絶対量は小さい。
  - しかし、この結果をもって、自動車生産が電動化し、増加部品が海外調達となるという極端な想定をしたとしても、地域の電力需要や地域経済への影響が軽微であるとは言いきれない。今回のシミュレーションは資料制約がある中での簡易な想定によるシミュレーションであることに留意されたい。
  - 確かに、電動化による増加部品が全て輸入になるという想定は、国内の経済、電力需要に対して極端にネガティブな方向に振った想定であるように見える。しかし、この想定は、増加すると予想される影響が全て海外で発生することになるだけなので、増加部品の輸入による国内地域の影響はゼロに戻るだけである。この一方で、内燃機関車から電気自動車に置き換わることによる部品の減少（37%減）は、電動化による増加部品の規模と比較すると相対的には小さいものであった。
- マイナス効果を増幅するシナリオ
  - 本資料のシミュレーションにおいては、内燃機関車から電動車への転換を、同一車格の内燃機関車に対する部品の増減で表現しているが、今後、電動車が中心的な車種として普及する際には、内燃機関車をベースとしたプラットフォームではなく、電動車専用のプラットフォームに移行していくことが予想される。電動車向けに最適化されたデザインや構造に移行することを通じて、現状の電動車生産よりも生産工程の効率化が図られ、今回想定したよりもさらなる部品点数の減少や組立の際のエネルギー投入の減少がもたらされる可能性がある。

## シミュレーション結果を解釈する上での留意点（3/4）

### ◆ マイナス効果を増幅するシナリオ（続き）

- また、電動車のような環境対応をコンセプトとした自動車の増加が、平均的な車格の大型化につながることは考えにくく、現在、電動車として普及しているような小型車の割合が相対的に増えていくことが予想される。これは、車体に利用する鋼材や内装品をはじめ、様々な自動車部品が今回の想定よりも減少することを意味している。
- 内燃機関車の製造においては、「すり合わせ型技術（開発）」が日本の自動車産業の優位性につながっていると認識されており、この優位性が自動車部品の多くが国内製であるという、日本の自動車産業の特徴につながっていた。しかし、電動化に伴う代表的な増加部品である、車載蓄電池やモーター等はモジュール化がしやすいために、輸入品に代替する可能性があると言われており、それが今回のsim2の設定となっている。
- しかし、モジュール化による輸入品への代替は必ずしも電動化の増加部品にとどまるとは限らない。蓄電池やモーター等の電動車における主要部品のモジュール化が、自動車部品全体のモジュール化を促す可能性もあり、その場合には、今回は想定していない増加部品以外の自動車部品についても輸入品による代替が進むことになる。
- このような電動車における技術の変化や国際競争力の変化は、電動車の量産化が一定程度進まないと見えてこない側面もあり、自動車の電動化による国内の自動車関連産業全体への影響の見通しについては、最新の技術動向や国際競争力の変化等を注視しながら、継続的にアップデートを図る必要がある。

## シミュレーション結果を解釈する上での留意点（4/4）

### ◆ 車載蓄電池生産と電力需要

- 国内の自動車生産が、内燃機関車から電動車に移行することによって、電力需要が増加するという結果が得られた大きな要因は、車載蓄電池の生産に伴う電力需要が大きく増加するためである。
- 車載蓄電池として標準的に利用されているリチウムイオン蓄電池には、レアアースの抽出と精製が必要であり、この工程における電力消費量は大きい。したがって、大量の蓄電池製造が必要となる電気自動車の製造は、従来の自動車よりもエネルギー消費が大きいものと認識されており、車載蓄電池の製造時におけるGHG排出原単位については先行研究が存在する<sup>注1</sup>。
- ICCT（2018）では、蓄電池製造におけるGHG排出原単位すなわち使用エネルギーには先行研究によって大きな幅があることが示されている。蓄電池製造のエネルギー原単位は、電池の製造方法や材料によって大きく異なり、蓄電池の製造技術は、まだ、十分に成熟した段階にはないため、蓄電池製造に関連するシナリオの設定により大きく変動する。
- 本資料における車載用蓄電池の生産に伴う直接的な電力需要は、2015年全国産業連関表における「電池」部門の電力投入量で評価しているが、当該部門には、電動車用の車載蓄電池だけではなく、内燃機関車に搭載されている鉛電池や、自動車用ではないリチウム蓄電池、また、一次電池<sup>注2</sup>も含まれている。したがって、本資料における結果は、電池全体の平均的な電力原単位で評価されていることに留意されたい。車載蓄電池の製造技術の進歩に応じた適切な電力需要原単位で評価することによって、より蓋然性の高い推計結果を得ることができる。

注1) ICCT（2018）では先行研究のサーベイが行われているが、蓄電池製造におけるCO<sub>2</sub>排出量は電池容量1kWhあたり56～494kg-CO<sub>2</sub>/kWhと文献によって幅のあるものとなっている。

注2) 乾電池に代表される使い切りの電池。2015年の生産額は「電池」部門全体の約12%を占める。

## 5. 総括

### 総括 (1/3)

- ◆2015年都道府県多地域産業連関モデル（MRIOモデル）を利用して、国内の自動車生産が地域経済や電力需要に与える影響を明らかにするとともに、内燃機関車から電動車に置き換わることによる、地域経済と電力需要への影響を定量的に分析した。
- ◆MRIOモデルによる分析からは、国内の自動車の生産に伴う年間電力誘発需要（自家発電を含む）は、中部と関東が突出して需要規模が大きく、中部では自動車生産による電力誘発需要の割合が産業用需要の8%に達している。
  - 各地域ともに、自地域のみならず他地域の自動車生産による電力誘発も大きく、自動車生産規模が大きい中部や関東でも他地域の生産による電力誘発の比率が30～40%に達するほか、関西では他地域の生産による電力誘発の比率が80%を超えている。
- ◆2015年における各県の自動車生産台数を保持したまま、全て内燃機関車を生産する基本ケースに対して、全ての生産が電動車に置き換わり、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車を1/3ずつ生産した際の電力需要に与える影響を分析した。
  - 内燃機関車の生産が全て電動車に置き換わった際の電力需要は、電動化による増加部品の生産が、従来の自動車部品のようにほとんど国内で行われることを想定した場合（sim1）には、いずれの地域についても電力需要が大きく増加する。
  - 一方、電動化による増加部品が海外からの輸入となる場合（sim2）には、増加部品の電力需要は海外で発生するため、各地域において内燃機関関連部品の減少に伴う電力需要の減少が生じる。



## 総括 (2/3)

- ◆さらに、電動車が全て電気自動車に置き換わった際に、電気自動車の生産が電力需要に与える影響を分析した。
  - 従来の自動車部品のようにほとんど増加部品の調達を国内から行うと想定したsim1では、電動車の内訳がHV、PHV、EVが1/3ずつと想定した場合の誘発電力需要を上回る。これは、内燃機関等の部品減少による効果を車載蓄電池の生産による電力需要増の効果が上回るためである。
  - 一方、電気自動車の増加部品が全て海外からの輸入となるsim2では、各地域において内燃機関関連部品の減少に伴う効果のみが生じるため、電力需要の減少規模は電動車の内訳がHV、PHV、EVが1/3ずつと想定した場合よりも大きくなる。
  - 電動車生産における電気自動車の割合の増加は、他の電動車よりも電力需要を増加させる可能性も、減少させる可能性もあり、それは車載蓄電池を始めとする増加部品の調達構造に大きく依存することがわかった。
- ◆電動車の生産増加による地域経済影響は、域内外の自動車生産の動向に加えて、部品調達の構造にも依存する。今後の完成車工場や自動車部品工場の立地場所は、電動車の生産増加による地域への電力需要への影響を見通す上での重要な要件となる。
- ◆自動車のような広範な関連産業を持つ産業の地域における電力需要を分析するためには、自動車の生産に関わる直接的な効果以外に、産業間の原材料取引を通じた間接的な影響を明示的に把握することができるMRIOモデルが有効であることが確認できた。

## 総括 (3/3)

- ◆カーボンニュートラルに向けて、エネルギー消費量の多い素材産業による新技術の開発や、産業部門の輸送における電気自動車の導入など、国内の産業においては、様々な形で脱炭素のための技術変化が加速するものと予想される。また、このような新しい技術の導入は既存工場の再編や集約をもたらし、製造過程における調達先に変化を及ぼす可能性もある。このような技術変化や交易構造の変化がもたらす、地域経済、電力需要に与える影響を分析する上では、今回分析に利用した多地域産業連関モデルが基礎的なツールになるものと考えられる。



## 参考文献

- [1] Hitomi,K, Okuyama,Y, Hewings,G.J.D, Sonis,M (2000) , The Role of Interregional Trade in Generating Change in the Regional Economies of Japan, 1980-1990, Economic Systems Research, 12-4.
- [2] Bunditsakulchai, P. and Taguchi, H.(2011), Spatial CGE Model for Analyzing Impact of Carbon Tax Imposition on Regional Economies of Japan, CRIEPI Report: Y10030.
- [3] ICCT (2018) , Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions .
- [4] Isard.W, Azis, I. J. , Drennan, M.P., Miller, R.E. , Saltzman, S., Thorbecke, S.E. (1998), Methods of Interregional and Regional Analysis, Ashgate.
- [5] Israilevich, P.R., Hewings,G.J.D, Sonis M and Schindler, G.R. (1997) , Forecasting Structural Change with a Regional Econometric Input-Output Model, Journal of Regional Science, 37
- [6] Miller, R.E. and Blair, P.D.(2022), Input-Output Analysis: Foundations And Extensions, 3rd Ed, Cambridge University Press.
- [7] Tithipongtrakul, N, 石川良文, 土谷和之, 仲条仁 (2017) , 平成23年(2011年)47都道府県間産業連関表の作成, 環太平洋産業連関分析学会第28回全国大会報告論文.
- [8] 産業連関部局長会議 (2022) , 令和2年(2020年)産業連関表作成基本要綱.
- [9] 田口裕史・加部哲史 (2016) , 2030年までの地域の経済・産業展望 – 経済成長の牽引役となる産業は何か –, 電力中央研究所報告 (Y15023) .
- [10] 日本自動車工業会HP, <https://www.jama.or.jp/statistics/facts/maker/index.html> (最終アクセス、2023年3月14日) .
- [11] 人見和美・Bunditsakulchai, P. (2008) , 47都道府県多地域産業連関表の開発 – 内部・外部乗数による都道府県間生産誘発構造の分析 –, 電力中央研究所報告 (Y07035) .
- [12] 古川澄明編 (2018) , 自動車メガ・プラットフォーム戦略の進化 – 「ものづくり」競争環境の変容 –, 九州大学出版会.
- [13] 間瀬貴之 (2021) , 電動車と内燃機関車の製造と走行に伴うGHG排出量評価 – 事業用火力発電比率に応じた比較分析 –, 電力中央研究所研究資料 (Y21503) .

## 6. 付属資料

## 資料1 産業連関表の対象年次と分析の妥当性 (1/5)

### ◆産業連関表の対象年次と公表頻度

- ▶ 全国を対象とした産業連関表（全国表）は5年に1回、西暦の末尾が0と5の年に作成されている。5年に1回しか行われぬ経済センサスやサービス業基本調査等の大規模な調査統計や、産業連関表のために行われる特別調査等（原材料中間投入の調査等）を利用して推計が行われるため、5年に1回の作成であり、基礎データが整備されるのが対象年次から1~2年後、それから2年程度の作成期間を経ての公表となる。最新の2015年表は2019年6月に公表されている。
- ▶ 都道府県表が全県揃って作成されるようになったのは1990年表からで、推計に際して全国表における数値を利用することも多いため、全国表の公表からさらに1~2年程度の作成期間を経て公表される。県によって公表時期は異なるものの、2015年表は2020~21年に公表されている。
- ▶ 公表時点で、対象年次に対して5~6年遅れている産業連関表は、次の表が作成されるまで入手しうる最新の表であり、最大では対象年次から10~11年遅れることになる。
- ▶ 産業連関表は、5年に1回、調査データに基づいて経済の構造（供給構造や需要構造）を詳細に把握するという目的で作成されている統計であり、即時性が重視される短期的な景気変動を把握するために作成されている統計ではない。

## 資料1 産業連関表の対象年次と分析の妥当性 (2/5)

### ◆産業連関表における投入係数

- ▶ 産業連関表が有用であるのは、統計データとして経済規模を把握するために利用するだけでなく、通常は、産業連関表により算出した各種の係数（パラメタ）を利用したモデルによる分析を行うためである。
- ▶ 産業連関モデルにおいて、最も重要な係数は投入係数であり、部門ごとの生産額（総費用）に対する各部門の原材料投入の比率で計算され、これは対象年次における価格を固定すれば、物量的な原材料の投入量と考えることができる（例：ある部門の生産を100万円分行うためには○円分の原材料a、○円分の原材料b ...が必要）。
- ▶ 投入係数は産業部門ごとのレシピと言われ、各部門の技術構造を表すと考えられる。全国表はできるだけ安定的な技術構造を得るために400部門以上の部門（基本分類）で作成されており、都道府県表も公表部門は100~200部門であるが、推計作業は基本分類で行われている場合が多い。
- ▶ 産業連関分析で採用される固定投入による分析は、基準とする産業連関表の対象年次の技術構造が不変であるという仮定の下に行われる分析であるが、これは最新の表を用いた場合でも現在の5~10年前の技術構造を仮定して分析を行っているということになる。

## 資料1 産業連関表の対象年次と分析の妥当性 (3/5)

- ▶ 産業連関表の投入係数を用いた分析は、必ずしも基準時点の係数を固定投入とする必要はなく、過去からの時系列変化を反映することによって、基準時点の産業連関表の投入係数をアップデートする方法もあり<sup>注1</sup>、また、固定投入ではなく価格の変化に応じた原材料の代替関係を想定したシミュレーションを行うこともできる<sup>注2</sup>。しかし、これらは具体的な技術変化を調査等によって把握したのではなく、どんな技術が投入係数の変化をもたらしたかについての答えは持たない。したがって、多少、投入係数の対象年次が古いものであっても、調査に基づいた信頼できる係数として、公表されている最新の産業連関表による投入係数を固定投入で利用している分析も多い。
- ▶ また、本資料のように、電動車生産のような特定の技術変化を考慮したい場合には、別途、その部門の技術構造を推計し、その他は、詳細な調査を元に作成された基準時点の産業連関表の投入係数を利用するという方法も、産業連関分析による標準的な手法として用いられるものである。基準時点の中間投入係数や交易係数を固定係数としてMRIOモデルを作成することは、その点だけに着目して分析の妥当性が否定されるものではなく、係数（パラメタ）の可変性を考慮するか否かは、分析目的や予測期間等に即して妥当性を判断すべき問題である。

注1) 投入係数のアップデート方法としては、本資料の移出入推計に用いたRAS法が標準的な手法である（Miller & Blair, 2022）。また、最終需要の予測モデルと組み合わせた地域産業連関モデルの投入係数のアップデートの方法としては、Israilevich et al.(1997)があり、この手法をIRIO（Inter-Regional Input Output）モデルに応用して電力供給地域と整合的な国内地域の産業構造の予測を行ったものとして田口（2016）がある。

注2) Pongsun & Taguchi(2011) では、2005年のMRIO（人見&Pongsun, 2009）を基本データとして利用しながら、労働・資本投入とエネルギーについては、CES型費用関数による可変代替を想定した空間一般均衡モデル（SpCGEモデル）を構築し、税制変化が地域経済に与える影響を分析している。

## 資料1 産業連関表の対象年次と分析の妥当性 (4/5)

### ◆ 地域分析に必要な交易構造

- ▶ 地域を対象とした産業連関分析については、技術構造の他に地域間の交易構造の把握が重要であるが、地域間交易構造の全体像を同一の枠組みで捉えられるのは、産業連関表のみである。
  - 各県の産業連関表における移出・移入は、多くの県では産業連関表作成のために実施する「商品流通調査」（事業所に対して商品の供給先を尋ねる調査）により推計を行っている。産業連関表と同じく地域経済を把握するための加工統計である県民経済計算では、各県の産業別の産出額や消費や投資等の経済規模が毎年把握できるものの、県間の取引については、財貨・サービスの純移輸出という形で、「移輸出－移輸入」が示されているだけであり、地域の交易構造の把握という点で得られる情報は非常に少ない。
- ▶ 公表されている各県の産業連関表についても、移出先、移入先は明らかになっていないことから、地域間の交易構造を考慮した分析を行うためには、本資料で行ったような地域間交易の推計が必要となる。地域間の交易構造がどの程度安定的なのかについては、検証可能なデータは存在しないので、本資料で行ったような推計を積み重ね、比較することによって確認していくより方法はない<sup>注1</sup>。そのような観察事実の検証を通じて、安定的な交易構造を表現するモデルとパラメタを得ることも可能である<sup>注2</sup>。

注1) Hitomi et al. (2000) は、国内9地域の多地域表（経済産業省）を利用して、1980～90年における地域の交易構造の変化が各地域の経済成長に与えた影響を分析している。しかし、経済産業省の表は2005年を最後に作成されていないため、それ以降の交易構造変化の動向を把握することはできない。

注2) p.9の重力モデルも地域間交易を説明するモデルの一つである。地域間交易に関する様々な分析手法については、Isard et al. (1998) を参照。



# 資料1 産業連関表の対象年次と分析の妥当性 (5/5)

## ◆産業連関表の対象年次と分析の妥当性

- 産業連関表は国民経済計算（GDP統計）や県民経済計算<sup>注</sup>と同様に、一次統計（調査統計や業務統計）を元に推計される二次統計（加工統計）であるが、GDP統計等と比較すると速報性では劣るため、産業連関分析が古い情報に基づいた分析ではないかとの印象を与える場合がある。
- しかし、産業連関分析で利用しているのは、基準時点の産業連関表から得られる技術構造や交易構造を把握するためのパラメタであり、GDP統計のような速報性が重視される統計とは利用のされ方は異なる。5年に1回公表される産業連関表は、多くの大規模調査に基づいて作成されている統計であり、特に、国や地域の経済活動の全体を対象としながら、これと整合的に詳細な産業部門別の投入構造（費用構造）や需要構造を把握できるという点では、ほぼ唯一の資料である。
- したがって、基準時点における産業連関表の各種のパラメタは、分析目的に応じて、必要であればアップデートや予測を行うべきではあるが、分析時点からは一定程度の時間は経過していたとしても、入手可能な最新の産業連関表から得られたパラメタの利用が分析目的に対して適切であると考えられるケースも多いものと考えられる。

注) 県民経済計算については、対象年次から2年後の公表が通常であり、必ずしも速報性に優れている統計ではない。県民経済計算や産業連関表のような地域全体の経済規模を把握することを目的とする加工統計では、推計の基礎となる一次統計と国ベースのGDP統計や産業連関表が公表された後に推計を行うために、公表時期と対象時期とのラグが生じる。この一方で、近年では地域別支出総合指数（内閣府）のように即時性のあるデータを活用しながら、地域の経済規模全体ではなく、経済動向（変化の方向）をいち早く把握しようとする動きも進んでいる。国や経済の経済動向をいち早く把握するための統計と、産業連関表のような経済構造の把握を目的とする統計に対して求められる情報は異なっており、両者は補完的な役割を持つものである。

# 資料2 多地域産業連関モデル (1/3)

多地域産業連関モデルの*k*地域における*i*部門の生産額  $x_i^k$  は以下のように記述できる。

$$x_i^k = \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^n t_i^{kl} d_i^k a_{ij}^l x_j^l + \sum_{l=1}^m t_i^{kl} d_i^k f_i^l + e_i^k \quad (1)$$

$x_i^k, x_j^l$ : <i>k, l</i> 地域における <i>i, j</i> 部門の産出	$a_{ij}^l$ : <i>l</i> 地域の <i>j</i> 部門における <i>i</i> 部門への投入係数
$t_i^{kl}$ : <i>l</i> 地域 <i>i</i> 部門の交易係数	$d_i^k$ : <i>k</i> 地域 <i>i</i> 部門の国内自給率
$f_i^l$ : <i>l</i> 地域 <i>i</i> 部門の最終需要	$e_i^k$ : <i>k</i> 地域 <i>i</i> 部門の輸出

ここで、 $t_i^{kl}$  と  $d_i^l$  はそれぞれ、地域交易係数と国内自給係数であり、それぞれ下記により定義される。

$$t_i^{kl} = \frac{r_i^{kl}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^l x_j^l + f_i^l - m_i^l} \quad (2) \qquad d_i^l = 1 - \frac{m_i^l}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^l x_j^l + f_i^l} \quad (3)$$

$r_i^{kl}$  : *l*地域における*i*部門の*k*地域からの購入

$m_i^l$  : *l*地域における*i*部門の輸入

## 資料2 多地域産業連関モデル (2/3)

(1)式は(4)式のように行列表記にすることができ、各要素は(5)、(6)式で定義される。

$$X = TDAX + TDF + E \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} X^1 \\ X^2 \\ \vdots \\ X^m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T^{11} & T^{12} & \cdots & T^{1m} \\ T^{21} & T^{22} & \cdots & T^{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T^{m1} & T^{m2} & \cdots & T^{mm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D^1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & D^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & D^m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A^1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & A^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & A^m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X^1 \\ X^2 \\ \vdots \\ X^m \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$+ \begin{pmatrix} T^{11} & T^{12} & \cdots & T^{1m} \\ T^{21} & T^{22} & \cdots & T^{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T^{m1} & T^{m2} & \cdots & T^{mm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} D^1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & D^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & D^m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F^1 \\ F^2 \\ \vdots \\ F^m \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E^1 \\ E^2 \\ \vdots \\ E^m \end{pmatrix}$$

$$T^{kl} = \begin{pmatrix} t_1^{kl} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & t_2^{kl} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & t_n^{kl} \end{pmatrix} \quad D^l = \begin{pmatrix} d_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & d_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & d_n \end{pmatrix} \quad A^l = \begin{pmatrix} a_{11}^l & a_{12}^l & \cdots & a_{1n}^l \\ a_{21}^l & a_{22}^l & \cdots & a_{2n}^l \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}^l & a_{n2}^l & \cdots & a_{nn}^l \end{pmatrix} \quad X^l = \begin{pmatrix} x_1^l \\ x_2^l \\ \vdots \\ x_n^l \end{pmatrix} \quad F^l = \begin{pmatrix} f_1^l \\ f_2^l \\ \vdots \\ f_n^l \end{pmatrix} \quad E^l = \begin{pmatrix} e_1^l \\ e_2^l \\ \vdots \\ e_n^l \end{pmatrix} \quad (6)$$

## 資料2 多地域産業連関モデル (3/3)

(4)式をXについて解くと、(7)式のように最終需要と輸出の規模に応じた生産額を算出する式として表すことができる。このモデルは「多地域モデル (Multiregional Model)」または「Chenery-Moses型モデル」と呼ばれている (Miller & Blair, 2022、Hitomi et.al, 2000)。

$$X = (I - TDA)^{-1} (TDF + E) \quad (7)$$

本稿のシミュレーションでは、地域別の自動車生産の効果を算出するために、乗用車生産額を地域別のベクトル $\Delta C$ として与え生産誘発額 $\Delta X$ を算出している。ただし、Iは単位行列である。

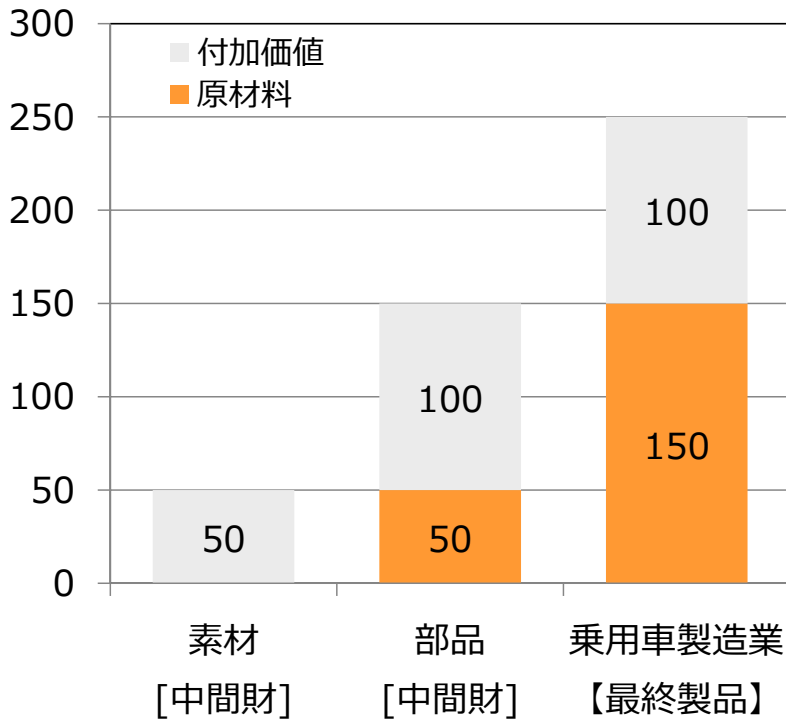
$$\Delta X = (I - TDA)^{-1} \Delta C \quad (8)$$

また、誘発粗付加価値額 $\Delta v$ は、生産誘発額を利用して、下式により算出した。

$$\Delta v_i^k = \gamma_i^k \Delta x_i^k \quad (9)$$

ただし、 $\gamma_i^k = \frac{v_i^k}{x_i^k}$   $\gamma_i^k$ : k地域i部門の付加価値額

# 資料3 最終製品と付加価値誘発額（例示）



【定義】生産額（売上額）  
= 原材料投入額 + 付加価値額

● 誘発生産額

・自動車誘発生産額・部門計：450  
= 自動車 の生産額（250）  
+ 部品 の生産額（150）  
+ 素材 の付加価値（50）

→部門計は中間財を二重計算している。

● 付加価値誘発額

・自動車付加価値誘発額・部門計：250  
= 自動車 の付加価値（100）  
+ 部品 の付加価値（100）  
+ 素材 の付加価値（50）  
= 自動車の生産額（250）

【移輸入がない場合】

・最終需要増 = 付加価値誘発額・部門計

→移輸入がなければ付加価値誘発額の部門計は最終製品である乗用車の生産額（最終需要）に一致する。

【移輸入がある場合】

・最終需要増 > 付加価値誘発額・部門計

→移輸入が大きいほど、移輸入先で発生する所得が大きくなるため、域内の付加価値誘発額・部門計は小さくなる。

---

[不許複製]

発行

一般財団法人 電力中央研究所  
社会経済研究所  
東京都千代田区大手町1-6-1

e-mail [hokokusho@criepi.denken.or.jp](mailto:hokokusho@criepi.denken.or.jp)

著作

一般財団法人 電力中央研究所  
東京都千代田区大手町1-6-1

---

