

電力中央研究所 研究資料

NO. Y19507

乗用車の電動化とカーシェア普及による
波及効果の評価方法について
— 電動車分析用産業連関モデルの開発 —

2020年3月

一般財団法人 電力中央研究所



CRIEPI

Central Research Institute of
Electric Power Industry

乗用車の電動化とカーシェア普及による
波及効果の評価方法について
— 電動車分析用産業連関モデルの開発 —

間瀬 貴之*

背景

日本では、自動車メーカーに対して、燃費を改善することや、ハイブリッド自動車や電気自動車などの電動車の国内販売比率を高めることが求められている。また、電気自動車については、車両管理が内燃機関車に比べて容易であることから、特に、短距離・短時間で貸すようなシェアードカーとの親和性が高い。電動車と内燃機関車では車体構造が異なるため、将来的に、電動車やカーシェアが普及する場合には、充電需要の増加に加えて、乗用車を生産するために必要な電力投入量が増加することが考えられる。

目的

電動車とカーシェアの普及による生産活動やそれに伴う電力需要への影響を評価するための“電動車分析用産業連関モデル”を開発する。加えて、電動車やカーシェアが普及する場合のシミュレーション分析を行い、モデルの感度を確認する。

主な成果

1. 電動車分析用産業連関モデルについて

- ・電動車分析用産業連関モデルは、乗用車（内燃機関車：ICE、ハイブリッド自動車：HV、プラグインハイブリッド自動車：PHV、電気自動車：BEV）の国内販売や走行時における需要を満たすために必要な生産活動と、それに伴う電力需要への影響を評価できるように構築している（図1）。
- ・この産業連関モデルの投入構造には、電動車（HV、PHV、BEV）の要素技術である二次電池、モーターなどの電動車向け電気機械や、BEVにおいてエンジンが不要になる影響が反映されている。
- ・国内販売需要については、販売台数（フロー）と保有台数（ストック）を整合的に想定できるようにしている。また、カーシェアが普及する場合の販売台数については、自家所有車の減少台数とシェアードカーの増加台数を想定できるようにした（図2）。

2. 乗用車の国内販売と利用による波及効果のシミュレーション分析

2.1 シミュレーションケースについて

- ・シミュレーション分析では、2018年から2030年までを対象期間として、電動車が普及する場合とカーシェアが普及する場合のシミュレーションケースを設定して、生産や電力需要への波及効果を産業部門別に評価した。また、ここでは、電動車の国内販売比率が2030年まで2018年と同程度で、かつ、カーシェアが普及しない場合（現状維持ケース）も設定した。（表1）
- ・カーシェア普及シミュレーションではシェアードカーを全てBEVとした。

2.2 電動車普及シミュレーション

- ・電動車普及シミュレーションでは、その国内販売比率が2030年に60%（政府目標の中位程度）まで上昇するのに加えて、電動車向け電気機械の調達先の違いが波及効果に与える影響も明らかにするために、それらが全て国産品の場合〔電動車普及（国産部品）ケース〕と、全て輸入品の場合〔電動車普及（輸入部品）ケース〕を設定した。
- ・生産への波及効果としては、現状維持ケースでは、世帯数や買い替え需要（廃棄台数）の変化に応じた販売台数の減少を通じて、生産額は2030年に2018年比3.1兆円減少（同年比9.3%減少）する。電動車普及（国産部品）ケースでは、BEVの普及によりエンジンの生産が減少するものの、電動車向け電気機械の生産が増加して、生産額は2030年に同年比2.8兆円減少（同年比8.5%減少）に留まる。また、電動車普及（輸入部品）ケースでは、電動車向け電気機械の波及効果が国外で生じるため、生産額は2030年に同年比5.0兆円減少（同年比14.9%減少）する。
- ・電力需要への波及効果（図3）としては、現状維持ケースでは、販売台数の減少により、電力需要は2030年に同年比14.1億kWh減少（同年比5.4%減少）する。電動車普及（国産部品）ケースでは、電動車向け電気機械を生産するための電力投入量が増加するのに加えて、充電需要も増加するため、電力需要は2030年に同年比49.3億kWh増加（同年比18.9%増加）する。また、電動車普及（輸入部品）ケースでは、電動車向け電気機械を生産するために必要な電力需要が国外で生じるが、充電需要が増加するため、電力需要は30年に同年比28.3億kWh増加（同年比10.9%増加）する。

2.3 カーシェア普及シミュレーション

- ・カーシェア普及シミュレーションでは、新車の購入を検討するにあたり、乗用車の所有からカーシェアに移行する割合が、2020年から2030年にかけて10%になる場合（カーシェア普及ケース）と、50%になる場合（カーシェア高普及ケース）を設定した。
- ・生産への波及効果としては、カーシェア普及ケースでは、シェアードカーとしてBEVが普及するため、電動車向け電気機械の生産が増加する。一方、自家所有車の販売台数が減少するため、生産額は2030年に2018年比4.4兆円減少（同年比13.2%減少）となる。また、カーシェア高普及ケースでは、販売台数の減少による影響が拡大して、生産額は2030年に同年比9.4兆円減少（同年比28.1%減少）となる。
- ・電力需要への波及効果（図3）としては、カーシェア普及ケースでは、自家所有車の販売台数の減少による電力投入量の減少があるものの、シェアードカーの充電需要が増加するため、電力需要は2030年に同年比3.4億kWh増加（同年比1.3%増加）となる。また、カーシェア高普及ケースも、カーシェア普及ケースと同様に、販売台数の減少による影響よりも充電需要が増加するため、電力需要は2030年に同年比76.6億kWh増加（同年比

29.4%増加) となる。

今後の展開

今後は、電動車分析用産業連関モデルを将来予測に活用していくのに加えて、LCA (ライフサイクルアセスメント) 分析に応用できるように改良する。

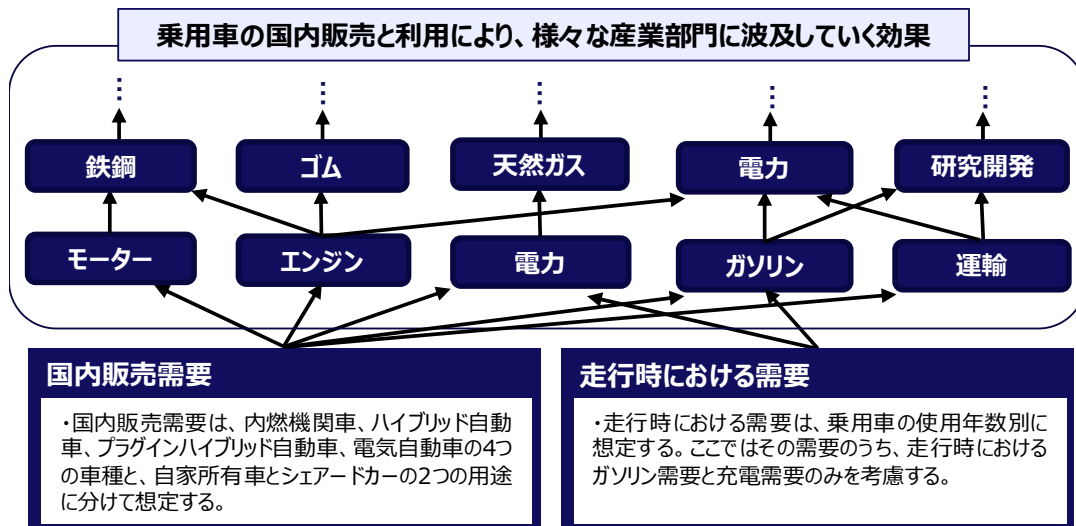


図1 電動車分析用産業連関モデル (イメージ図)

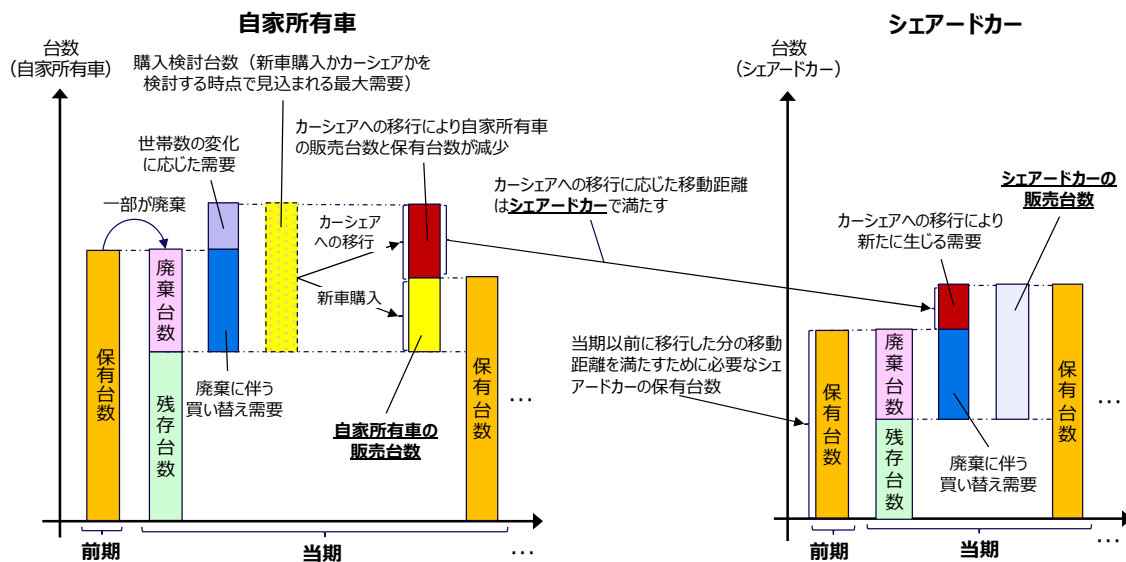
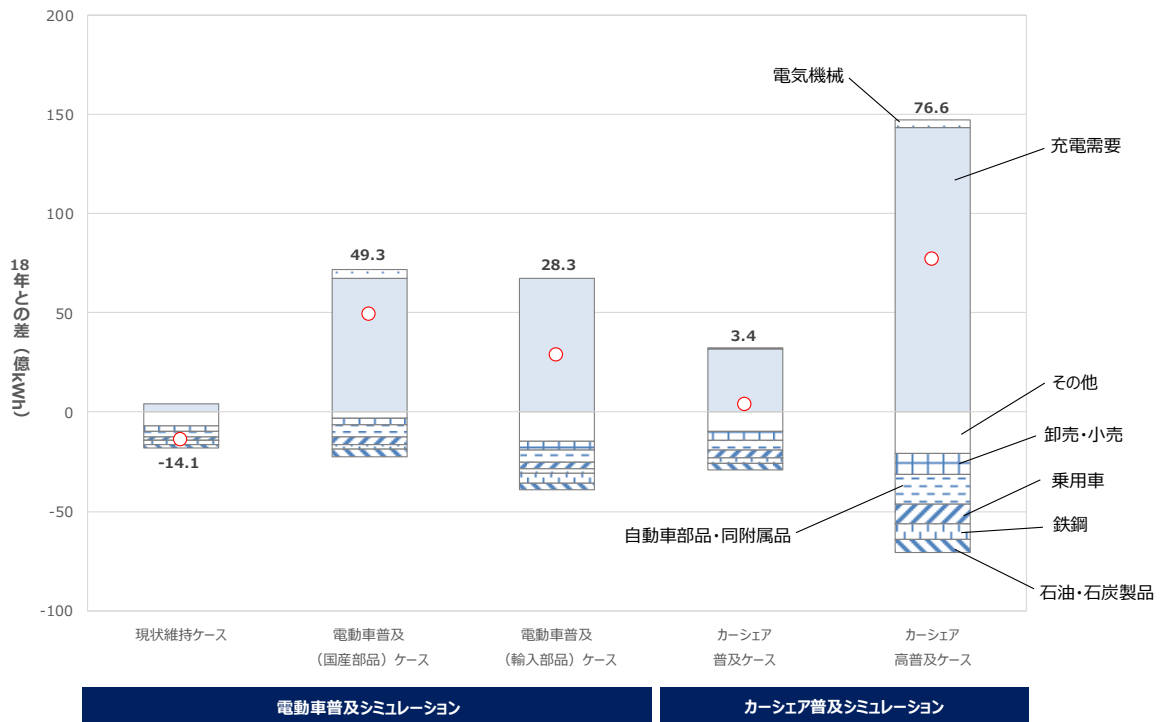


図2 販売台数の想定方法 (イメージ図)


表1 シミュレーションケースの概要

ケース	
電動車普及シミュレーション	
現状維持	<ul style="list-style-type: none"> 世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 電動車が普及せず、電動車の国内販売比率が2030年まで2018年と同程度で推移。 電動車向け電気機械は全て国産品。 カーシェアは普及せず。
電動車普及（国産部品）	<ul style="list-style-type: none"> 世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 電動車が普及して、電動車の国内販売比率が2030年にかけて徐々に60%まで上昇。 電動車向け電気機械は全て国産品。 カーシェアは普及せず。
電動車普及（輸入部品）	<ul style="list-style-type: none"> 世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 電動車が普及して、電動車の国内販売比率が2030年にかけて徐々に60%まで上昇。 電動車向け電気機械は全て輸入品。 カーシェアは普及せず。
カーシェア普及シミュレーション	
カーシェア普及	<ul style="list-style-type: none"> 世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 新車の購入を検討するにあたり、乗用車の所有からカーシェアへの移行が2020年から2030年にかけて進み、2030年の移行率は10%。 シェアードカーは全て電気自動車、自家所有車の国内販売比率は30年まで18年と同程度で推移。 電動車向け電気機械は全て国産品。
カーシェア高普及	<ul style="list-style-type: none"> 世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 新車の購入を検討するにあたり、乗用車の所有からカーシェアへの移行が2020年から2030年にかけて進み、2030年の移行率は50%。 シェアードカーは全て電気自動車、自家所有車の国内販売比率は2030年まで18年と同程度で推移。 電動車向け電気機械は全て国産品。



上図の「乗用車部門」は車種別乗用車の合計、「その他部門」はここに示している産業部門以外の合計である。なお、電力需要への波及効果（合計）は2018年が261億kWhである。

図3 電力需要への波及効果と充電需要（2030年における2018年との差）



乗用車の電動化とカーシェア普及による 波及効果の評価手法について -電動車分析用産業関連モデルの開発-

電力中央研究所 社会経済研究所

間瀬貴之

2020年3月

RI 電力中央研究所

© CRIEPI 2020

1



RI 電力中央研究所

目次

1. 背景と目的
2. 電動車分析用産業関連モデル
 - 2.1 全国産業関連モデル
 - 2.2 国内販売需要の想定方法
 - 2.3 走行時における需要の想定方法
3. 乗用車の国内販売と走行時における波及効果のシミュレーション分析
 - 3.1 電動車普及シミュレーション
 - 3.2 カーシェア普及シミュレーション
4. まとめ

1. 背景と目的

背景と目的

- ▶ 日本では、自動車メーカーに対して、燃費を改善することや、ハイブリッド自動車や電気自動車などの電動車の国内販売比率を高めることが求められている。また、電気自動車については、車両管理が内燃機関車に比べて容易であることから、特に、短距離・短時間で貸すようなシェアードカーとの親和性が高い。電動車と内燃機関車では車体構造が異なるため、将来的に、電動車やカーシェアリングサービス（カーシェア）が普及する場合には、充電需要の増加に加えて、乗用車を生産するために必要な電力投入量が増加することが考えられる。
- ▶ これらの影響について、紀村（2019）や間瀬（2019）では、内燃機関車と電動車との車体構造の違いに焦点を当て、乗用車の電動化が進むことにより、乗用車に関わる産業の生産活動が変化することを、産業連関モデルを用いて示している。しかし、これらは走行時における燃料消費は考慮していない。また、Kagawa et al.(2008)では、乗用車の寿命延長が、その販売台数や、走行時におけるガソリン需要の変化を通じて、エネルギー消費量にどの程度影響を与えるかを示している。しかし、電動車やカーシェアの普及は考慮していない。
- ▶ そこで、本研究では、**電動車やカーシェアの普及が、各産業の生産活動や電力需要に与える影響を評価するための“電動車分析用産業連関モデル”を開発**する。その上で、本モデルを用いて、**電動車が普及する場合とカーシェアが普及する場合のシミュレーション分析**を行う。

本報告における用語について

➤ 本報告では、これ以降、乗用車の内訳などを、以下のように定める。

用語	概要
乗用車	○i車種（燃料種別） 内燃機関車（ICE）、ハイブリッド自動車（HV）、 プラグインハイブリッド自動車（PHV）、電気自動車（BEV） ○j用途 自家所有車（Own）、シェアードカー（Shared）
自家所有車	自らの用途のため利用、保有している乗用車。
シェアードカー	複数の利用者が乗用車を共同使用できるサービスを提供するために、カーシェア事業者が所有する乗用車。
電動車	一般的に、電動車には、HV、PHV、BEVに加え、燃料電池車（FCV）も含むが、その国内販売比率が小さいことなどから、分析対象外。
電動車向け電気機械	電動車に搭載されている二次電池、モーター、パワーコントロールユニットなどの電気機械のこと。

2. 電動車分析用産業関連モデル

電動車分析用産業連関モデルの特徴

- 電動車分析用産業連関モデルは、**全国産業連関モデル**をベースに、乗用車の国内販売需要や、走行時における需要（ガソリン需要、充電需要など）を満たすために必要な生産活動と、それに伴う電力需要への影響を産業部門別に評価できるように構築している。
- 本モデルの特徴は、**① 電動車を含めた乗用車の国内販売に伴う生産から走行に至るまでの影響**や、**② カーシェア普及による影響**を評価できる点にある。
 - ① **乗用車の国内販売と走行時における需要**については、Kagawa et al.(2008)を参考に、販売台数（フロー）と保有台数（ストック）との整合性を保ち、国内販売需要や燃料需要などを想定できる枠組みを構築する。
 - ② **カーシェア普及による影響**については、乗用車の所有からカーシェアへの移行に応じた販売台数の変化のうち、自家所有車の減少台数や、シェアードカーの増加台数を評価できるようにする。

電動車分析用産業連関モデルの留意点

1. 電動車分析用産業連関モデルのベースとなる**全国産業連関モデル**は、**内燃機関車と電動車との車体構造の違いが投入構造に反映されている間瀬（2019）のモデル**を用いる。このモデルはSNA産業連関表（2016年）から構築されており、**分析対象の範囲は日本国内である**。また、この産業連関表は数量表示ではなく金額表示である。経年的に数量的な変化を分析する場合には、乗用車の車両価格やエネルギー価格（ガソリン単価、電灯単価）などを基準年で固定する必要がある。シミュレーション分析ではそれらの価格をSNA産業連関表の価格評価年（2016年）に固定している。なお、電動車の車両価格の変化が販売台数に及ぼす影響のメカニズムは、本モデルはもたない。
2. 本報告では、乗用車の国内販売台数などの需要の変化に応じた生産から利用に至るまでの生産額や電力需要への波及効果を評価することに焦点を当てている。そのため、本モデルでは、一般均衡モデルが対象とするような、家計消費行動の変化や、技術進歩などによる生産要素間の代替などを考慮していない。

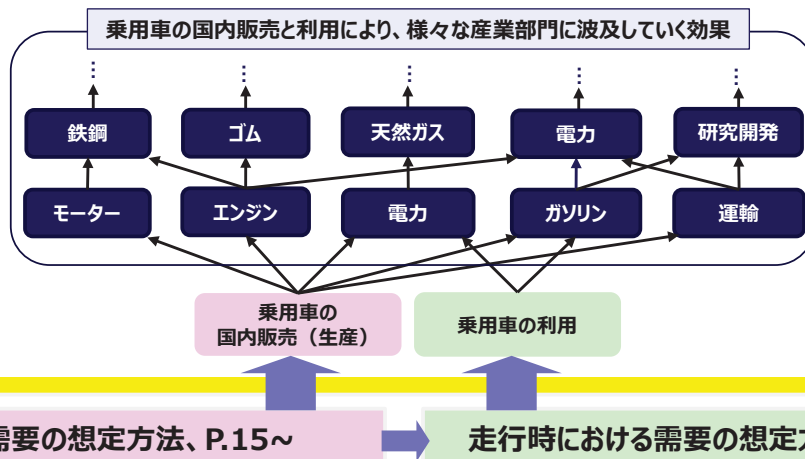
次スライド以降は、全国産業連関モデルについて説明した後、乗用車の国内販売台数や走行時における需要などの想定方法を紹介する。なお、全国産業連関モデルの詳細については間瀬（2019）を参照されたい。

全国産業連関モデルの全体図

全国産業連関モデル

- 全国産業連関モデルでは、下図のように、ある財の需要が、様々な産業部門に、次々に波及していく影響（波及効果）を評価することができる。
- この産業連関モデルでは、乗用車の国内販売需要とガソリン需要や充電需要など走行時における需要により生じる、生産額や電力需要への波及効果を産業部門別に計測する。

波及効果のイメージ図



全国産業連関モデル

- 全国産業連関モデル（均衡生産高モデル）は以下のように表せる。
- 生産への波及効果を評価するためには、乗用車の国内販売の需要ベクトルと走行時における需要ベクトルを想定する必要がある。

$$Y_t = \sum_i^n Y_{i,t}$$

$$Y_{i,t} = [I - (I - \hat{M}_t)A_t]^{-1} (F_{i,t}^p + F_{i,t}^u)$$

$$i = ICE, HV, PHV, BEV$$

Y_t : 国内販売・走行時における国内生産ベクトル、 $Y_{i,t}$: i 車種国内販売・走行時における国内生産ベクトル、 $F_{i,t}^p$: i 車種国内販売の需要ベクトル、 $F_{i,t}^u$: i 車種走行時における需要ベクトル、 A_t : 投入係数行列、 \hat{M}_t : 輸入係数行列

参考：全国産業連関モデルの概要

- 間瀬（2019）の全国産業連関モデルでは、**内燃機関車と電動車との車体構造の違いを投入構造に反映しており、これらの生産による波及効果を産業部門別に評価できる。**車体構造の違いは動力源やエネルギー源に関係している。動力源は、ICEがエンジン、HVとPHVがエンジンとモーター、BEVがモーターであることから、エネルギー源は、ICEがガソリン、HVとPHVがガソリンと電気、BEVが電気になる。そのため、電動車には二次電池が搭載されている。なお、この全国産業連関モデルの投入構造には、BEVにおいてエンジンが不要になる影響も反映されている。

内燃機関車と電動車との車体構造

	ICE	HV	PHV	BEV
エンジン	○	○	○	-
モーター	-	○	○	○
PCU	-	○	○	○
二次電池	-	○	○	○

(注)PCUはパワーコントロールユニットを示しており、電源電圧を適切に調整する装置である。

参考：全国産業連関モデルの部門分類

部門	部門
1 農林水産業	23 電気
2 鉱業	24 ガス
3 食料品	25 水道
4 繊維	26 建設業
5 パルプ・紙	27 卸売・小売
6 化学	28 運輸・郵便業
7 石油・石炭製品	29 宿泊・飲食サービス業
8 窯業・土石	30 情報通信業
9 鉄鋼	31 金融・保険業
10 非鉄金属	32 不動産業
11 はん用・生産用・業務用機械	33 専門・科学技術、業務支援サービス業
12 電子部品・デバイス	34 公務
13 電気機械	35 教育
14 情報・通信機器	36 保健衛生・社会事業
15 内燃機関車 (ICE)	37 その他
16 ハイブリッド車 (HV)	
17 プラグインハイブリッド車 (PHV)	
18 電気自動車 (EV)	
19 その他自動車	
20 自動車部品・同附属品	
21 その他輸送用機械	
22 その他製造業	

(注) 本表は間瀬（2019）の全国産業連関モデルの部門分類を示している。

国内販売と走行時における需要

- 国内販売や走行時における需要は、それぞれの商業マージンや運輸マージンを併せて、以下のように表せる。商業マージンや運輸マージンは購入者価格（店で購入する価格）と、それらに対応するマージン率から計算する。
- 乗用車の利用時には次スライドで示すような維持費用も掛かるが、本報告では走行時におけるガソリン代と充電代のエネルギー代に関する需要のみを分析対象にする。また、カーシェア利用料についてもエネルギー代に関する需要のみを算出する。

$$F_{i,t}^p = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ f_{i,t}^p \\ \vdots \\ f_{i,t}^{p,com} \\ f_{i,t}^{p,tran} \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}, F_{i,t}^u = \begin{pmatrix} f_{i,t}^{1} \\ \vdots \\ f_{i,t}^h \\ \vdots \\ f_{i,t}^{u,com} \\ f_{i,t}^{u,tran} \\ \vdots \\ f_{i,t}^n \end{pmatrix}$$

$f_{i,t}^p$: i 車種国内販売需要、
 $f_{i,t}^{p,com}$: i 車種国内販売の商業マージン、
 $f_{i,t}^{p,tran}$: i 車種国内販売の運輸マージン、
 $f_{i,t}^h$: i 車種走行時における h 財の需要、
 $f_{i,t}^{u,com}$: i 車種利用に関連する商業マージン、
 $f_{i,t}^{u,tran}$: i 車種利用に関連する運輸マージン

$i = ICE, HV, PHV, BEV, h = 1, \dots, n$

自動車等維持（利用）に関わる項目

符号	項目名	内容例示
	自動車等維持	輸送機器の維持、使用のために必要な商品及びサービスに関するもの。
750	ガソリン	自動車、オートバイなどの輸送機器の燃料。
751	自動車等部品	自動車などの運行に必要な部品。
752	自動車等関連用品	
753	自動車整備費	自動車の整備、修理に必要なサービスに関するもの。
755	自動車以外の輸送機械整備費	オートバイ、自転車などの整備、修理に必要なサービスに関するもの。
75X	年極・月極駐車場借料	契約により継続的に支払う料金。
756	他の駐車場借料	75Xの項目に分類されない駐車場借料。
75B	レンタカー・カーシェアリング料金	四輪車に限る。付帯レンタル料金を含む。
754	他の自動車等関連サービス	753、755、756、75B、75Xの項目に分類されない自動車等関連サービス。
757	自動車保険料（自賠責）	自動車損害賠償責任保険の保険料。
758	自動車保険料（任意）	自動車損害賠償責任保険以外の任意加入保険の保険料。
759	自動車保険料以外の輸送機器保険料	757、758の項目に分類されない輸送機器に係る保険料。

(注)上表は総務省「家計調査」の収支項目部門分類表を参考に作成している。なお、充電代については、自動車等維持の項目でなく、電気代の項目に対応している。

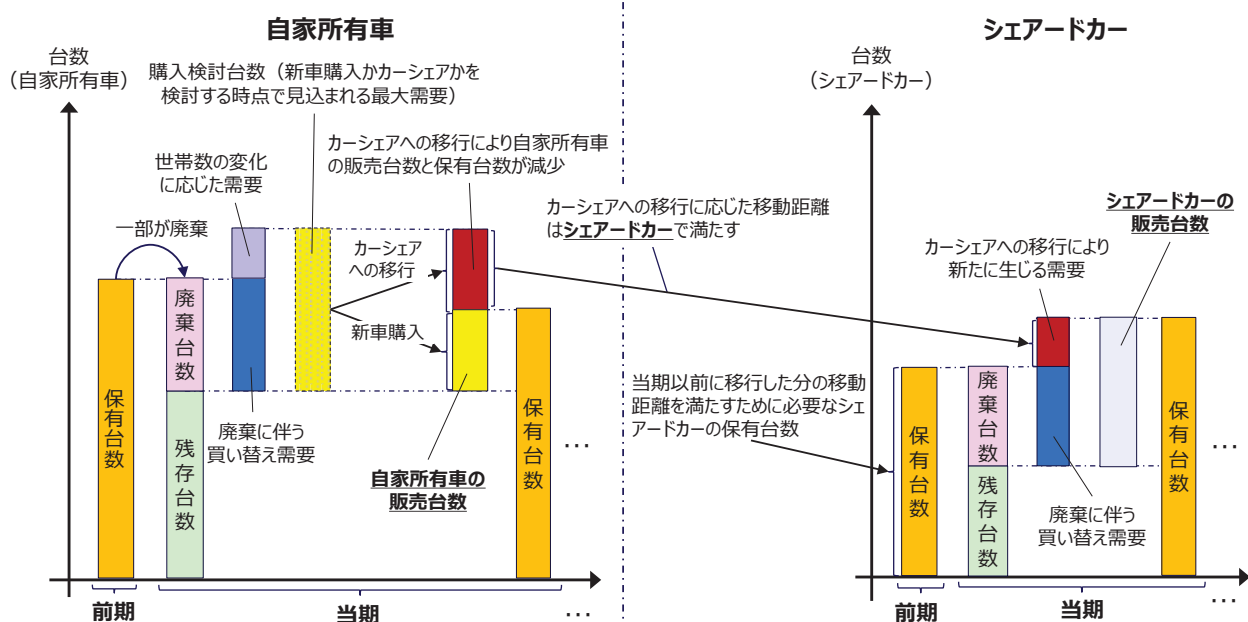
国内販売台数の想定方法の全体図（1）

国内販売台数

- 電動車分析用産業連関モデルでは、乗用車の販売台数（フロー）と保有台数（ストック）を統合的に把握して、**自家所有車からカーシェアへの移行が、乗用車全体の販売台数や保有台数に与える影響も評価**できるようにしている。（次スライド）
 - ✓ 自家所有車については、世帯数の変化に応じた需要と廃棄に伴う買い替え需要を合わせた購入検討台数（新車購入かカーシェアかを検討する時点で見込まれる最大需要）のうち、カーシェアに移行しなかったものが自家所有車の販売台数になる。ただし、本モデルでは、自家所有車の保有からカーシェアへの移行のみを考慮しているため、その移行が進むほど、自家所有車の販売台数や保有台数が減少していく。また、カーシェアと自家所有車との併用も考慮していない。
 - ✓ シェアードカーについては、カーシェアへの移行に応じた移動距離を満たすように、保有台数や販売台数が決まる。また、当期以前に移行した分の移動距離もシェアードカーで満たす必要があるため、販売台数は、カーシェアへの移行により新たに生じる需要に加え、廃棄に伴う買い替え需要から決まる。なお、自家所有車よりもシェアードカーの年間走行距離が長い（稼働率が高い）ことなどから、シェアードカーの販売台数は自家所有車の減少分を補うほど増加しない。

国内販売台数の想定方法の全体図（2）

乗用車の販売台数の想定方法（イメージ図）



・車種別（燃料種別）の販売台数は、全体の販売台数に、国内販売比率を掛けて想定する。

・シミュレーション分析ではシェアードカーは全てBEVとしている。

国内販売需要の想定方法

- ここからは国内販売需要の想定方法を定式化して説明する。乗用車は、ICE、HV、PHV、BEVの4つの車種その他、自家所有車、シェアードカーの2つの用途に分けている。
- 本モデルは金額表示であるため、乗用車の国内販売需要は販売台数に車両価格を掛け合わせて求める。また、シミュレーション分析では、数量的な変化を評価するため、車両価格を全国産業連関モデルの価格評価年（2016年）で固定する。

$$f_{i,t}^p = P_{i,t} \times \sum_j^n I_{i,t}^j$$

$$i = ICE, HV, PHV, BEV, j = Own, Shared$$

$f_{i,t}^p$: i 車種国内販売需要、 $P_{i,t}$: i 車種車両価格（生産者価格）、
 $I_{i,t}^j$: i 車種 j 用途販売台数

自家所有車の販売台数の想定方法

- 自家所有車については、購入検討台数のうち、カーシェアに移行しなかったものが販売台数になる。最終的に、車種別（燃料種別）の販売台数は、自家所有車全体の販売台数に国内販売比率を掛け合わせて想定する。
- また、国内販売比率、新車購入比率、世帯当たり保有台数、世帯数は外生変数として扱う。

$$I_{i,t}^{Own} = r_{i,t}^{Own} \times I_t^{Own}$$

購入検討台数は新車購入かカーシェアかを検討する時点で見込まれる最大需要

$$I_t^{Own} = n_t \times I'_t$$

世帯数の変化に応じて変動する需要

$$I'_t = K_t - K_{t-1} + D_t^{Own}$$

廃棄に伴う買い替え需要

$$K_t = \alpha_t \times H_t$$

$$i = ICE, HV, PHV, BEV$$

$I_{i,t}^{Own}$: i 車種自家所有車販売台数、 $r_{i,t}^{Own}$: i 車種自家所有車国内販売比率、
 I_t^{Own} : 自家所有車販売台数、 n_t : 自家所有車新車購入比率、
 I'_t : 購入検討台数、 K'_t : 世帯数に応じた保有台数、
 D_t^{Own} : 自家所有車廃棄台数、 α_t : 世帯当たり保有台数、 H_t : 世帯数

シェアードカーの販売台数の想定方法

- シェアードカーの販売台数は、カーシェアへの移行により新たに生じる需要（保有台数の変化）と、廃棄に伴う買い替え需要から決まる。保有台数は、当期以前に移行した分も含めたカーシェアでの総移動距離を満たすように、シェアードカーの1台当たり年間走行距離（カーシェア利用者へ供給する距離）に応じて決まる。なお、カーシェアでの総移動距離は、購入検討台数（ I'_t ）やカーシェアへの移行率などから求めていく。

販売台数には廃棄に伴う買い替え需要も含まれる

$$I_t^{Shared} = K_t^{Shared} - K_{t-1}^{Shared} + D_t^{Shared}$$

カーシェアへの移行により新たに生じる需要

廃棄に伴う買い替え需要

カーシェアへの移行による自家所有車の販売台数減少分

$$K_t^{Shared} = \frac{TD_t^{Shared}}{d_t^{Shared}}$$

カーシェアでの総移動距離を満たすようにシェアードカーの保有台数を想定

$$TD_t^{Shared} = \sum_{\tau=0}^t (s_\tau \times I'_\tau \times d'_\tau)$$

自家所有車の保有を1台やめたことに代わる、カーシェアでの移動距離

当期以前に移行した分の利用距離も含む

D_t^{Shared} : シェアードカー廃棄台数、 TD_t^{Shared} : カーシェアでの総移動距離、
 d_t^{Shared} : シェアードカー1台当たり年間走行距離、 s_τ : カーシェアへの移行率(= $1 - n_\tau$)、
 d'_τ : 自家所有車の保有を1台やめることに代わるカーシェアでの移動距離

ここまでは乗用車の販売台数の想定方法について紹介した。次スライド以降は走行時における需要の想定方法について説明する。

© CRIEPI 2020

19

2.3 走行時における需要の想定方法

電力中央研究所

走行時における需要の想定方法の全体図

走行時における需要 走行時における需要は乗用車の使用年数別に想定。また本モデルではその需要のうち、走行時におけるガソリン需要と充電需要のみを考慮。

使用年数別保有台数

- 使用年数別保有台数（残存台数）は、過去の販売台数と累積寿命分布に従い決まる。

1台当たりガソリン需要と充電需要

- 1台当たりガソリン需要と充電需要は、年間走行距離、燃費・電費に応じて決まる。

累積寿命分布（累積ワイブル分布）

- 累積寿命分布は、製品の寿命予測によく用いられる累積ワイブル分布を仮定する。この分布を用いるには、平均使用年数や、その長さの程度や分布の幅を示すパラメーターを決める必要がある。
- 右図は、平均使用年数を13年として、長さの程度のパラメータなどを設定した場合の累積寿命分布（累積廃棄率）を示しており、25年で全てが廃棄されていることが示されている。

© CRIEPI 2020

20

走行時における需要の想定方法

- 走行時における需要は、使用年数別保有台数と、車種や用途に応じた1台当たり需要ベクトルとを掛け合わせて想定する。なお、本モデルでは、走行時における1台当たり需要ベクトルのうち、走行時におけるガソリン需要と充電需要に関わる産業部門（石油・石炭製品部門、電気部門、卸売・小売部門、運輸・郵便業部門）を想定する。

$$F_{i,t}^u = \sum_{y=0}^{r_i^{own}} (K_{i,t,t-y}^{own} \times Fv_{i,t,t-y}^{own}) + \sum_{y=0}^{r_i^{shared}} (K_{i,t,t-y}^{shared} \times Fv_{i,t,t-y}^{shared})$$

$$i = ICE, HV, PHV, BEV$$

$K_{i,t,t-y}^j$: y年目i車種j用途保有台数、

$Fv_{i,t,t-y}^j$: y年目i車種j用途走行時における1台当たり需要ベクトル、

r_i^j : i車種j用途最長使用年数

使用年数別保有台数と廃棄台数の想定方法

- 使用年数別保有台数は、Kagawa et al.(2008)に倣い、以下のように、過去の販売台数と累積寿命分布に従い想定する。

$$K_{i,t,t-y}^j = I_{i,t,t-y}^j \times (1 - W_{i,y}^j)$$

残存率を表す

$$i = ICE, HV, PHV, BEV, j = Own, Shared$$

$I_{i,t,t-y}^j$: y年前i車種j用途販売台数、 $W_{i,y}^j$: 使用年数y年目i車種j用途の累積寿命分布

- 廃棄台数も、累積寿命分布に従い、以下のように求めることができる。

$$D_{i,t}^j = \sum_{y=0}^{r_i^j} [I_{i,t,t-y}^j \times (W_{i,y}^j - W_{i,y-1}^j)]$$

廃棄率を表す

$$i = ICE, HV, PHV, BEV, j = Own, Shared$$

累積寿命分布

- 累積寿命分布は、製品の寿命予測によく用いられる累積ワイブル分布を仮定している。累積寿命分布は累積廃棄率を表している。

$$W_{i,y}^j = 1 - \exp\left(-\frac{y^{\beta_i^j}}{\alpha_i^j}\right)$$

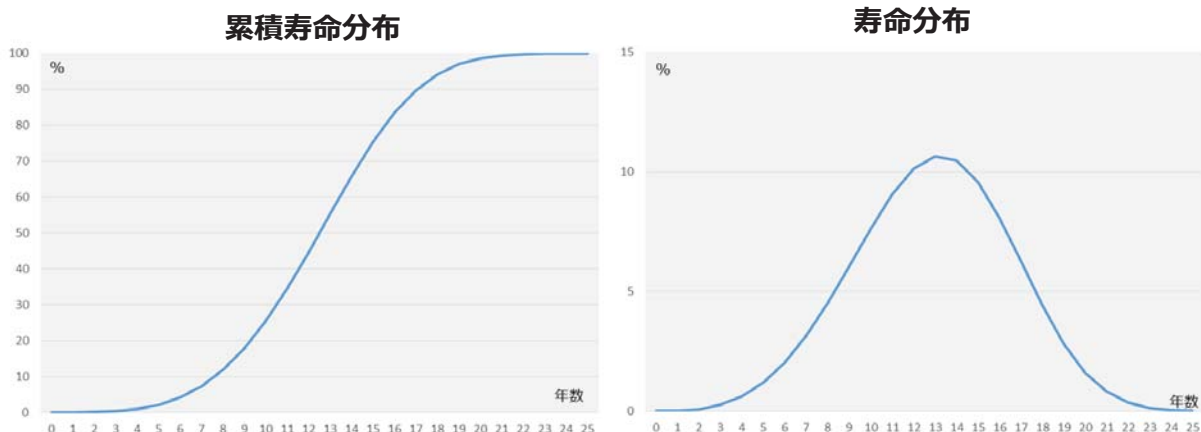
$$\bar{y}_i^j = \alpha_i^j{}^{1/\beta_i^j} \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta_i^j}\right)$$

$$i = ICE, HV, PHV, BEV, j = Own, Shared$$

$W_{i,y}^j$: 使用年数 y 年目 i 車種 j 用途の累積寿命分布、
 α_i^j : i 車種 j 用途平均使用年数の長さの程度、 β_i^j : i 車種 j 用途寿命分布の幅、
 \bar{y}_i^j : i 車種 j 用途平均使用年数

参考：累計寿命分布と寿命分布

- 下図は、寿命分布の幅 (β) を4、平均使用年数(\bar{y})を13.0年として想定した自家所有車の累積寿命分布と寿命分布である。なお、この分布は車種に拠らず同一にしている。また、シェアードカーについては、寿命分布の幅 (β) を4、平均使用年数(\bar{y})を3.0年とする。
- 累積寿命分布は累積廃棄率、寿命分布は廃棄率を表している。



(注) 上図は寿命分布の幅を4、平均使用年数を13年と想定した場合の累積寿命分布と寿命分布である。

1台当たりガソリン需要と充電需要の想定方法

- ▶ 1台当たりガソリン需要と充電需要は、以下のように、年間走行距離、エネルギー消費効率（燃費、もしくは電費）、エネルギー単価（ガソリン単価、もしくは電灯単価）から決まる。なお、この1台当たりガソリン需要と充電需要は、P.21で示した、 y 年目 i 車種 j 用途利用の1台当たり需要ベクトル（ $Fv_{i,t,t-y}^j$ ）の要素である。
- ▶ また、シミュレーション分析では、乗用車の生産者価格と同様に、エネルギー価格をモデルの価格評価年（2016年）で固定する。

$$fv_{i,t,t-y}^{e,j} = \frac{d_{i,t}^j \times P_{i,t}^e}{e_{i,t,t-y}}$$

$$i = ICE, HV, PHV, BEV, j = Own, Shared$$

$fv_{i,t,t-y}^{e,j}$: y 年目 i 車種 j 用途1台当たりガソリン需要、もしくは充電需要、 $d_{i,t}^j$: i 車種 j 用途1台当たり年間走行距離、
 $e_{i,t,t-y}$: y 年目 i 車種エネルギー消費効率（燃費、もしくは電費）、
 $P_{i,t}^e$: i 車種エネルギー単価（ガソリン単価、もしくは電灯単価）

ここまでは、乗用車の国内販売と走行時における波及効果を分析するための電動車分析用産業連関モデルについて説明した。次スライド以降で示すシミュレーション分析では、電動車の国内販売比率や、カーシェアへの移行率などが変化する場合の波及効果を評価する。

参考：電動車分析用産業連関モデルの開発に使用しているデータ

- ▶ 乗用車の販売台数や走行などに関する項目については以下のデータを参考にしている。ただし、本報告で示しているデータには、年度データから暦年データに変換しているものも含まれているため、公表値と異なる場合がある。

項目	出所
利用	国土交通省「自動車燃料消費調査」、自動車メーカーWEBページ、経済産業省資源エネルギー庁「石油製品価格調査」、電力・ガス取引監視等委員会「電力取引の状況（電力取引報結果）」
販売	日本自動車販売協会連合会「新車登録台数」
保有	自動車検査登録情報協会「自動車保有台数」、総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」
全国産業連関モデル	間瀬（2019）の全国産業連関モデルを用いる。このモデルは内閣府「SNA産業連関表（2016年）」を基に構築されており、その他に参考にしているデータは、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-我が国の素形材産業が目指すべき方向性-」、富士経済（2017a）「2017年度版 HEV、EV 関連市場徹底分析調査」、富士経済（2017b）「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2017-次世代環境自動車分野編-」などである。

3. 乗用車の国内販売と走行時における波及効果のシミュレーション分析

乗用車の国内販売と走行時における波及効果のシミュレーション分析

- ここからは電動車分析用産業関連モデルを用いたシミュレーション分析について説明する。なお、このシミュレーション分析は**将来予測の結果を示すものではなくあくまでも、ある前提条件が変化した場合の生産や電力需要に及ぼす影響について、モデルの感度を確認するためのものである。**
- 本報告では、**①電動車普及シミュレーション**と**②カーシェア普及シミュレーション**のシミュレーション分析を行い、乗用車の国内販売と走行時における生産と電力需要への波及効果を、産業部門別に評価する。
 - ① **電動車普及シミュレーション**では、乗用車の車体構造の違いやエネルギー源の転換が波及効果に与える影響を評価する。また、電動車の国際開発競争の現状を踏まえて、電動車向け電気機械の調達先の違いが波及効果に与える影響も明らかにする。
 - ② **カーシェア普及シミュレーション**では、自家所有車の減少やシェアードカーの増加が、各産業部門の波及効果に与える影響を評価する。
- 対象期間は2018年から2030年までの13期間であり、経年的な波及効果も確認できるように、2018年の前提条件はシミュレーションケースに拠らず同一の設定にしている。

シミュレーション分析の留意点

- このシミュレーション分析では財の価格を、全国産業連関モデルの価格評価年（2016年）で固定しているため、シミュレーション結果は2016年の経済価値で評価していることになる。また、電動車が普及する場合には生産工程の変化などによる投入構造の変化も考えられるが、単位当たりの原材料投入量などの変化は考慮しない（投入係数一定）。
- 将来予測をする場合には、乗用車の輸入台数を想定する必要があるが、シミュレーション分析では輸入がないものとしている。
- ICEのエネルギー源はガソリンを想定しており、経済産業省資源エネルギー庁「石油製品価格調査」から、ガソリン単価は2016年の113.2円/kℓとしている。また、ガソリン代は、総務省産業連関表のデータを参考に、商業マージンと運輸マージンを剥がしている。
- 電力需要への波及効果は金額表示から数量表示に変換している。シミュレーション分析では、充電需要は電灯需要、電力投入量は電力需要としており、各々に対応した電灯単価（2016年：20.5円/kWh）や、電力単価（同年：13.9円/kWh）を用いて変換する。各単価は、電力・ガス取引監視等委員会「電力取引の状況（電力取引報結果）」から作成している。
- 電動車やシェアードカーはまだ導入期であり、それらの使用年数や走行距離などの前提条件についても不確実な部分が多い点には留意が必要である。

車種別自家所有車の前提条件（全ケース共通）

- 車種別の自家所有車の前提条件（年間走行距離、燃費など）は、以下のように設定している。なお、この前提条件は全ケースで共通の前提条件である。

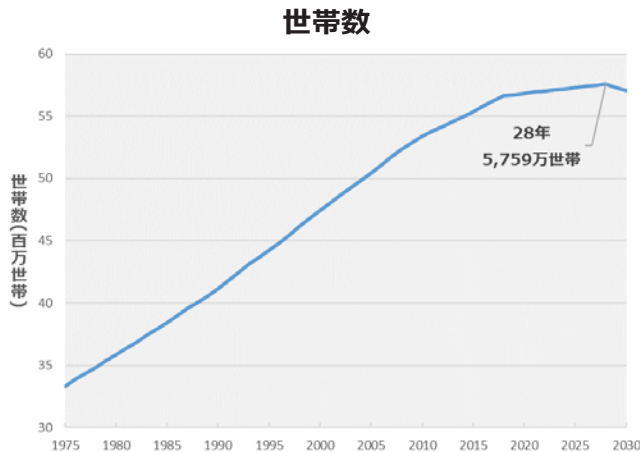
車種別自家所有車の前提条件

		ICE		HV		PHV		BEV	
		2018	2030	2018	2030	2018	2030	2018	2030
年間走行距離	km/台	8,000	8,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
燃費	km/ℓ	12.0	14.4	17.0	20.4	17.0	20.4	-	-
電費	km/kWh	-	-	-	-	6.0	7.2	7.0	8.4
累積寿命分布									
平均使用年数	年	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
長さの程度 (α)		42,314	42,314	42,314	42,314	42,314	42,314	42,314	42,314
幅 (β)		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

- 年間走行距離、燃費、電費は、国土交通省「自動車燃料消費調査」や自動車メーカーのカタログ値などを参考に設定しており、2030年にかけては、年間走行距離は変わらず、新車の燃費や電費は2割程度徐々に改善するようにしている。ただし、PHVの年間走行距離の内訳としては、ガソリン走行を5割、電気走行を5割と設定している。
- 累積寿命分布については、平均使用年数は、自動車検査登録情報協会「自動車保有台数」を参考に、2018年から2030年まで、13.0年と想定している。各パラメーターは、田崎他（2001）から累積寿命分布の幅（β）を4.0として、長さの程度（α）を計算している。本モデルでは、自家所有車の累積寿命分布は車種に抛らず同一にしている。

その他前提条件（全ケース共通）

- その他、世帯数に応じた保有台数を想定するために、世帯当たり自家所有車保有台数や世帯数の前提条件を設定する必要がある。
- 世帯当たり自家所有車保有台数は2030年まで18年の1.1台/世帯から一定にする。
- 世帯数（下図）は、中野（2017）を参考に、2028年の5,759万世帯をピークに、それ以降は減少するように想定する。



世帯数に応じた保有台数の想定方法（再掲）

$$K_t = \alpha_t \times H_t$$

K_t : 世帯数に応じた保有台数、
 H_t : 世帯数、
 α_t : 世帯当たり保有台数

3.1 電動車普及シミュレーション

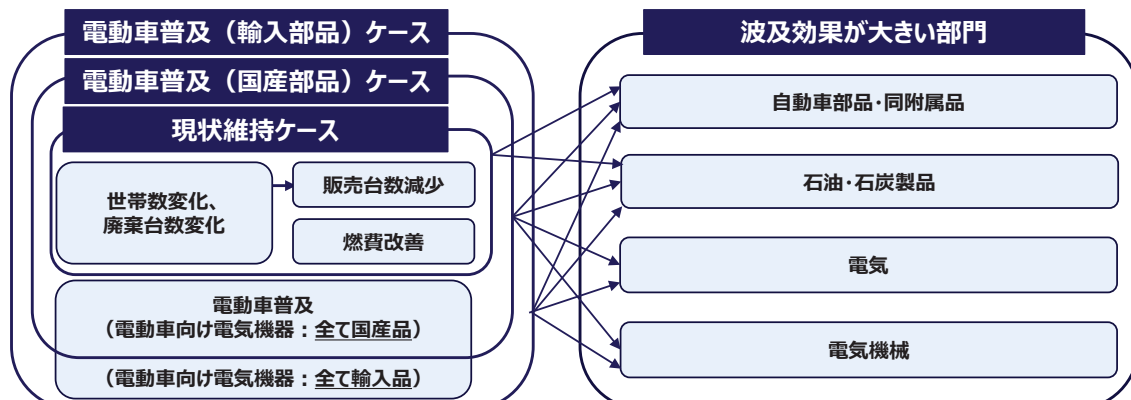
電動車普及シミュレーション（ケース比較）

- ここからは、電動車普及シミュレーションについて説明する。
- 電動車普及シミュレーションでは、電動車の普及に加えて、電動車向け電気機械の調達先の違いが波及効果に与える影響も明らかにするため、以下の2つの電動車普及ケースを設定する。
- 以下の3つのケースではカーシェアへの移行は起こらない。

ケース	概要
現状維持	<ul style="list-style-type: none"> ・世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 ・電動車が普及せず、電動車の国内販売比率が2030年まで2018年と同程度で推移。 ・電動車向け電気機械は全て国産品。 ・カーシェアは普及せず。
電動車普及（国産部品）	<ul style="list-style-type: none"> ・世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 ・電動車が普及して、電動車の国内販売比率が2030年にかけて徐々に60%まで上昇。 ・電動車向け電気機械は全て国産品。 ・カーシェアは普及せず。
電動車普及（輸入部品）	<ul style="list-style-type: none"> ・世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 ・電動車が普及して、電動車の国内販売比率が2030年にかけて徐々に60%まで上昇。 ・電動車向け電気機械は全て輸入品。 ・カーシェアは普及せず。

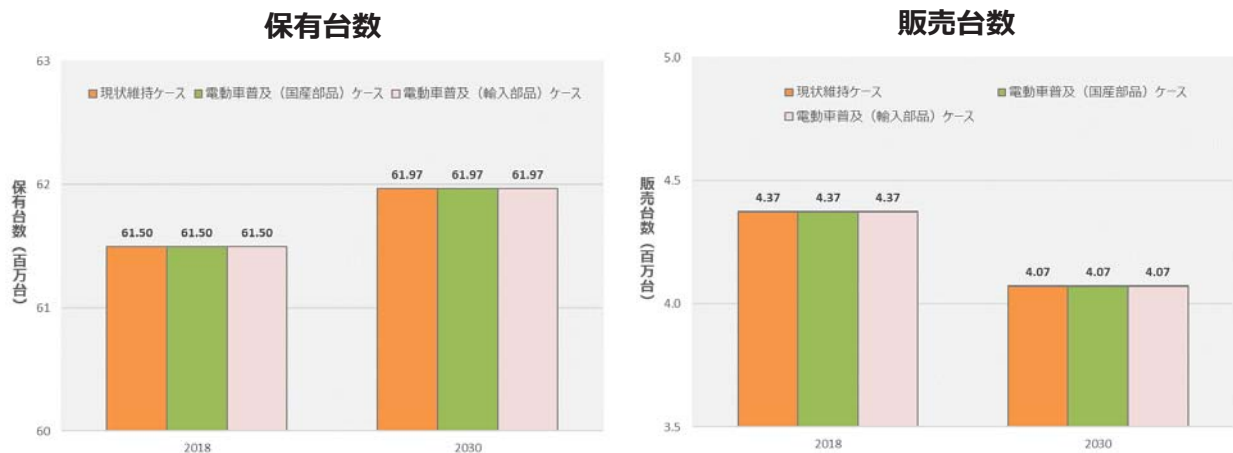
電動車普及シミュレーションの波及経路の整理

- ここでは電動車普及シミュレーションの波及経路を整理する。
 - ✓ **現状維持ケース**では、世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少が、自動車部品・同附属品部門の生産を減少させるのに加え、燃費改善が石油・石炭製品部門の生産を減少させる。
 - ✓ **電動車普及（国産部品）ケース**では、販売台数の減少に加え、BEVの普及に伴いエンジンの生産が減少する一方、二次電池などの電動車向け電気機械の生産増加や充電需要が増加する。
 - ✓ **電動車普及（輸入部品）ケース**では、充電需要が増加するものの、販売台数の減少やBEV普及に伴いエンジンの生産が減少する。また、電動車向け電気機械の波及効果が国内ではなく海外で生じる。



保有台数と販売台数

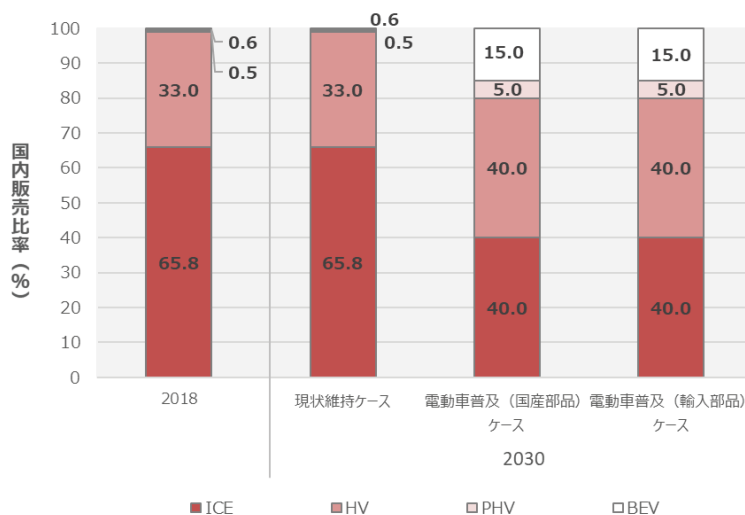
- 電動車普及シミュレーションでは、世帯数や廃棄台数（買い替え需要）の変化が各ケースで共通であるため、保有台数や販売台数は、現状維持ケース、電動車普及（国産部品）ケース、電動車普及（輸入部品）ケースで同一である。
- 保有台数は、世帯数に応じて決まるため、2030年に2018年比0.8%増の6,197万台になる。販売台数は、廃棄台数が減少するため、同年比6.9%減の407万台となる。



(注) 保有台数と販売台数は、現状維持ケース、電動車普及（国産部品）ケース、電動車普及（輸入部品）ケースで同一である。

国内販売比率

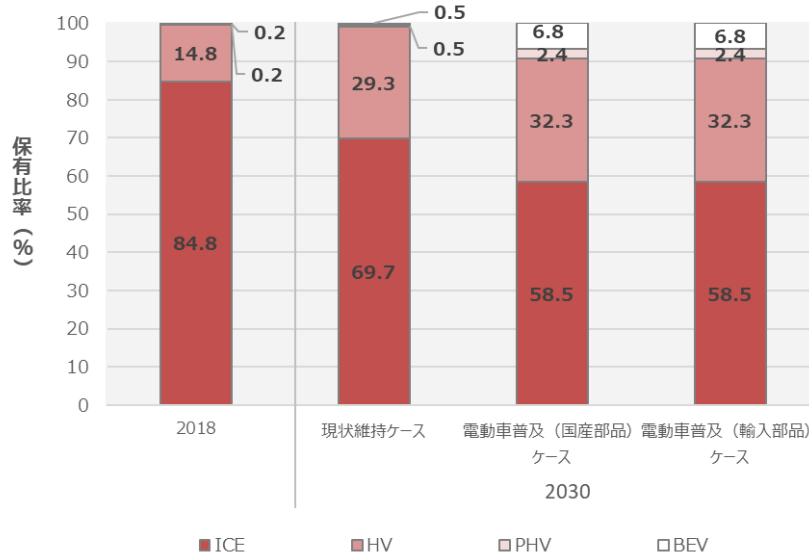
- 国内販売比率は、**現状維持ケース**では2030年まで2018年と同程度とする。一方、**電動車普及（国産部品）ケース**と**電動車普及（輸入部品）ケース**では、政府目標などを参考に、30年にかけて、ICEが40.0%まで徐々に低下する一方、HVが40.0%、PHVが5.0%、BEVが15.0%まで徐々に上昇するように設定している。



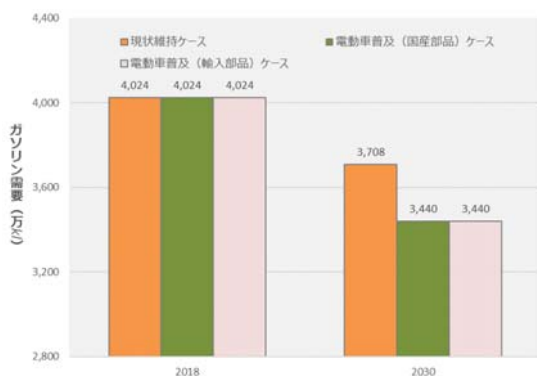
政府目標としては、2030年次世代自動車（HV、PHV、BEV、FCV、クリーンディーゼル）の国内販売比率を50~70%にすることを掲げているため、このシミュレーションはその中位程度である。また、2019年6月に国の審議会において取り纏められた新規基準の考え方においては、企業が基準を達成するための一つの目安として、PHVとBEVを併せた国内販売比率を20%にすることが示されている。

参考：保有比率

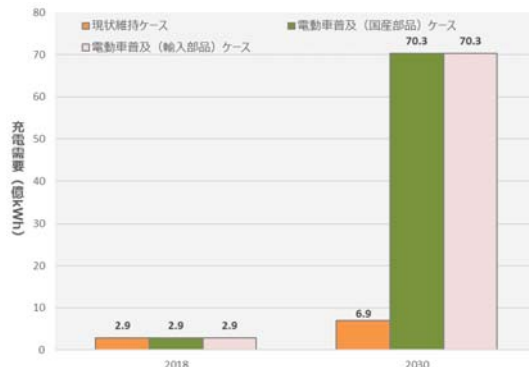
- 保有比率は、現状維持ケースでは、2030年に、ICEが69.7%、HVが29.3%、PHVが0.5%、BEVが0.5%となる一方、**電動車普及（国産部品）ケース**と**電動車普及（輸入部品）ケース**では、ICEが58.5%まで低下して、HVが32.3%、PHVが2.4%、BEVが6.8%まで上昇する。



走行時におけるガソリン需要と充電需要



- **ガソリン需要**は、**現状維持ケース**では、HVの保有比率が高まることや、各車種の燃費が向上すると設定しているため、2030年に同年比8%減の3,708万kとなる。**電動車普及（国産部品）ケース**と**電動車普及（輸入部品）ケース**では、電動車普及に伴い、さらにガソリン需要が減少するため、同年比15%減の3,440万kとなる。



- **充電需要**は、2030年に、**現状維持ケース**では6.9億kWhとなる一方、**電動車普及（国産部品）ケース**と**電動車普及（輸入部品）ケース**では、電動車の保有台数が増加するため70.3億kWhとなる。

生産への波及効果と充電需要 1/2

- ここからは、電動車が普及する場合の生産と電力需要への波及効果を評価する。
- 次スライドは、2018年と2030年の生産への波及効果と充電需要を、ケースごとに示している。
 - ✓ **現状維持ケース**では、販売台数の減少が、乗用車部門の生産を減少させ、その影響が自動車部品・同附属品部門の生産にも波及していき、生産額は2030年に同年比3.1兆円減少（同年比9.3%減少）する。
 - ✓ **電動車普及（国産部品）ケース**では、販売台数の減少に加え、BEVの普及によりエンジンの生産が減少するため、自動車部品・同附属品部門の生産が減少する。しかし、電動車向け電気機械を全て国内で生産するのに加えて、充電需要が生じる。結果、生産額は2030年に同年比2.8兆円減少（同年比8.5%減少）に留まる。なお、現状維持ケースと比べて、生産額の減少額幅が小さいのは、電動車向け電気機械の生産が増加するためである。
 - ✓ **電動車普及（輸入部品）ケース**では、電動車普及（国産部品）ケース同様に、自動車部品・同附属品部門の減少要因に加えて、電動車向け電気機械を全て輸入することにより、その波及効果が国内でなく国外で生じるため、電気機械部門も減少要因になる結果、生産額は2030年に同年比5.0兆円減少（同年比14.9%減少）する。

生産への波及効果と充電需要 2/2

生産への波及効果と充電需要

ケース 部門	2018	2030		
	全ケース共通 兆円	現状維持 兆円	電動車普及（国産部品） 兆円	電動車普及（輸入部品） 兆円
生産への波及効果				
石油・石炭製品	3.7	3.4 (-0.3)	3.2 (-0.5)	3.2 (-0.5)
鉄鋼	1.4	1.3 (-0.1)	1.3 (-0.2)	1.1 (-0.3)
電気機械	0.7	0.6 (-0.1)	1.4 (0.7)	0.3 (-0.4)
乗用車	9.3	8.4 (-0.9)	8.6 (-0.8)	8.6 (-0.8)
自動車部品・同附属品	6.6	6.0 (-0.6)	5.3 (-1.3)	5.3 (-1.3)
卸売・小売	4.5	4.1 (-0.4)	4.0 (-0.5)	3.9 (-0.6)
その他	7.2	6.5 (-0.7)	6.7 (-0.5)	6.0 (-1.2)
充電需要	0.0	0.0 (0.0)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)
合計	33.4	30.3 (-3.1)	30.6 (-2.8)	28.4 (-5.0)

(注) ()内は2018年との差を示している。また、上表の「乗用車部門」は車種別の乗用車の合計、「その他部門」はここで示している産業部門以外を合計した部門である。

電力需要への波及効果と充電需要 1/2

- ▶ 次スライドは、2018年と2030年の電力需要への波及効果と充電需要を、ケースごとに示している。
- ✓ **現状維持ケース**では、充電需要が微増する。しかし、生産への波及効果と同様に、販売台数の減少に伴い、自動車部品を製造するための電力投入量が減少するため、電力需要は2030年に同年比14.1億kWh減少（同年比5.4%減少）する。
 - ✓ **電動車普及（国産部品）ケース**では、販売台数の減少に加えて、BEVの普及に伴いエンジンを生産するための電力投入量が減少する。一方、電気機械部門において電動車向け電気機械を生産するための電力投入量が増加するのに加えて、充電需要も増加するため、電力需要は2030年に同年比49.3億kWh増加（同年比18.9%増加）する。
 - ✓ **電動車普及（輸入部品）ケース**では、電動車向け電気機械の生産に関わる電力需要が国外で生じるが、充電需要が増加する結果、電力需要は2030年に同年比28.3億kWh増加（同年比10.9%増加）する。

電力需要への波及効果と充電需要 2/2

電力需要への波及効果と充電需要

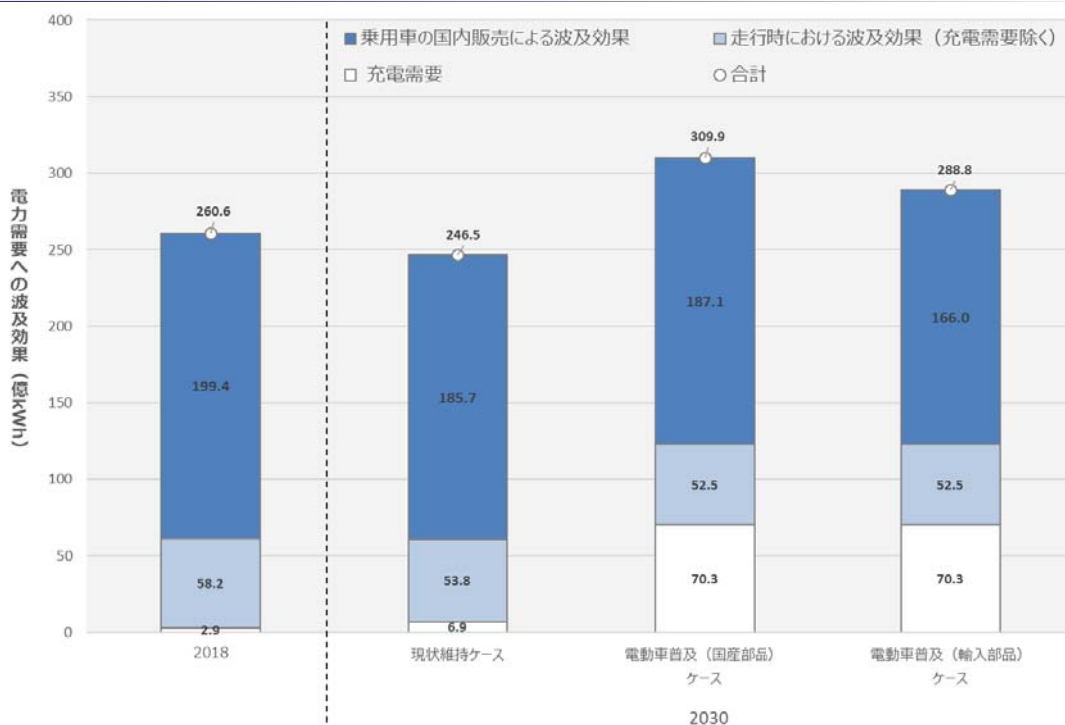
ケース 部門	2018	2030		
	全ケース共通 億kWh	現状維持 億kWh	電動車普及（国産部品） 億kWh	電動車普及（輸入部品） 億kWh
電力需要への波及効果				
石油・石炭製品	25.2	23.2 (-2.0)	21.6 (-3.5)	21.6 (-3.6)
鉄鋼	26.3	24.5 (-1.8)	24.0 (-2.4)	21.8 (-4.5)
電気機械	3.8	3.5 (-0.3)	7.9 (4.1)	1.5 (-2.2)
乗用車	27.1	25.3 (-1.9)	23.4 (-3.7)	23.4 (-3.7)
自動車部品・同附属品	36.1	33.7 (-2.5)	30.1 (-6.1)	29.9 (-6.2)
卸売・小売	37.5	34.8 (-2.7)	34.2 (-3.3)	33.3 (-4.2)
その他	101.6	94.6 (-7.0)	98.4 (-3.2)	86.9 (-14.7)
充電需要	2.9	6.9 (4.0)	70.3 (67.5)	70.3 (67.5)
合計	260.6	246.5 (-14.1)	309.9 (49.3)	288.8 (28.3)

(注) ()内は2018年との差を示している。また、上表の「乗用車部門」は車種別の乗用車の合計、「その他部門」はここで示している産業部門以外を合計した部門である。

参考：電力需要への波及効果と充電需要 1/2

- ▶ 次スライドは、**電力需要への波及効果と充電需要**について、産業部門別ではなく、**需要段階別に示したものである**。なお、走行時における波及効果（充電需要除く）にはガソリンを精製するための電力投入量などが含まれている。
 - ✓ **現状維持ケース**では、2018年と比べ、充電需要が僅かに増加するが、販売台数が減少する。それに応じて、乗用車を生産するための電力投入量が減少する。
 - ✓ **電動車普及（国産部品）ケース**では、乗用車を生産するための電力投入量は、エンジンの生産が減少する一方、電動車向け電気機械の生産が増加するため、現状維持ケースとほとんど変わらない。しかし、充電需要が大幅に増加する。
 - ✓ **電動車普及（輸入部品）ケース**では、走行時における波及効果と充電需要は電動車向け電気機械の調達先に関係ないため、電動車普及（国内部品ケース）と変わらない。しかし、その電気機械を生産するための電力需要は国内で生じず、国内販売による電力需要への波及効果は縮小する。
- ▶ 電動車普及シミュレーションにおいては、P.41とP.42で示したように、変化幅でみると、乗用車を生産するための電力投入量の減少幅よりも充電需要の増加幅の方が大きくなる。しかし、電力需要の規模でみると、いずれのケースにおいても、乗用車を生産するための電力投入量は充電需要よりも大きい。

参考：電力需要への波及効果と充電需要 2/2



(注) 走行時における波及効果（充電需要除く）にはガソリンを精製するための電力投入量などが含まれている。

電動車普及シミュレーション：小括 1/2

- 電動車普及シミュレーションでは、電動車が普及せずに国内販売比率が2018年と同程度の場合の**現状維持ケース**、電動車の国内販売比率が60%まで上昇して、それに搭載される二次電池などの電動車向け電気機械が全て国内品の場合の**電動車普及（国産部品）ケース**と、その国内販売比率が60%まで上昇するが、電動車向け電気機械が全て輸入品の場合の**電動車普及（輸入部品）ケース**について、生産や電力需要への波及効果を、産業部門別に評価した。
- 生産への波及効果としては、**現状維持ケース**では、世帯数や廃棄台数（買い替え需要）の変化による販売台数の減少を通じて、生産額は2030年に18年比3.1兆円減少する。**電動車普及（国産部品）ケース**では、販売台数の減少に加えて、BEV普及に伴いエンジンの生産も減少するが、電動車向け電気機械の生産が増加するため、生産額は2030年に同年比2.8兆円の減少に留まる。また、**電動車普及（輸入部品）ケース**では、電動車向け電気機械の波及効果が国内ではなく海外で生じる結果、生産額は2030年に同年比5.0兆円の減少となる。

電動車普及シミュレーション：小括 2/2

- 電力需要への波及効果としては、**現状維持ケース**では、充電需要が微増するものの、生産への波及効果と同様に、販売台数の減少に伴い、自動車部品・同附属品部門などの電力投入量が減少するため、電力需要は2030年に18年比14.1億kWh減少する。**電動車普及（国産部品）ケース**では、販売台数の減少に加えて、BEVの普及に伴いエンジンを生産するための電力投入量が減少する。一方、電動車向け電気機械を生産するための電力投入量の増加に加えて、充電需要も増加する結果、電力需要は2030年に2018年比49.3億kWh増加する。また、**電動車普及（輸入部品）ケース**では、電動車向け電気機械を生産するための電力需要が国外で生じるが、充電需要が増加するため、電力需要は2030年に同年比28.3億kWh増加する。

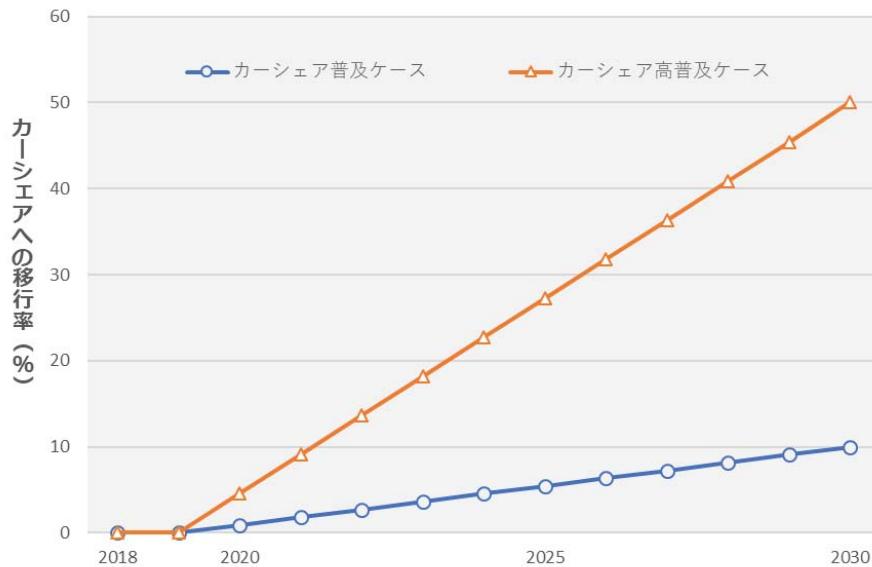
3.2 カーシェア普及シミュレーション

カーシェア普及シミュレーション（ケース比較）

- ここからは、カーシェア普及シミュレーションについて説明する。
- カーシェア普及シミュレーションでは、カーシェアへの移行による波及効果を評価するために、以下の2つのカーシェア普及ケースを設定する。
- 以下の3つのケースではシェアードカーは全てBEV、自家所有車の国内販売比率は2018年と同程度としている。また、電動車向け電気機械は全て国産品とする。なお、シミュレーション結果は、カーシェアに移行しない現状維持ケースも併せて評価する。

ケース	概要
現状維持	<ul style="list-style-type: none"> ・世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 ・電動車が普及せず、電動車の国内販売比率が2030年まで2018年と同程度で推移。 ・電動車向け電気機械は全て国産品。 ・カーシェアは普及せず。
カーシェア普及	<ul style="list-style-type: none"> ・世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 ・新車の購入を検討するにあたり、乗用車の所有からカーシェアへの移行が2020年から2030年にかけて進み、2030年の移行率は10%。 ・シェアードカーは全て電気自動車、自家所有車の国内販売比率は2030年まで2018年と同程度で推移。 ・電動車向け電気機械は全て国産品。
カーシェア高普及	<ul style="list-style-type: none"> ・世帯数と廃棄台数（買い替え需要）の変化に応じた販売台数の減少。 ・新車の購入を検討するにあたり、乗用車の所有からカーシェアへの移行が2020年から2030年にかけて進み、2030年の移行率は50%。 ・シェアードカーは全て電気自動車、自家所有車の国内販売比率は2030年まで2018年と同程度で推移。 ・電動車向け電気機械は全て国産品。

参考：カーシェアへの移行率



シミュレーション分析では、自家所有車の所有からカーシェアへの移行が、上図のように、2020年から2030年にかけて進むと想定している。

シェアードカーの前提条件

- シェアードカーの年間走行距離と平均使用年数は、矢野経済研究所（2019）を参考に、2020年から2030年まで、**年間走行距離が4万km**、**平均使用年数が3年**にした。平均生涯走行距離は12万kmになる。また、**車種は全てBEV**、**電費は自家所有車と同程度**で推移するように設定した。
- 累積寿命分布については、分布の幅（ β ）を4として、長さの程度（ a ）を計算する。

シェアードカーの前提条件

		シェアードカー (BEV)	
		2020	2030
年間走行距離	km/台	40,000	40,000
電費	km/kWh	7.2	8.4
累積寿命分布			
平均使用年数	年	3.0	3.0
長さの程度 (a)		120	120
幅 (β)		4.0	4.0

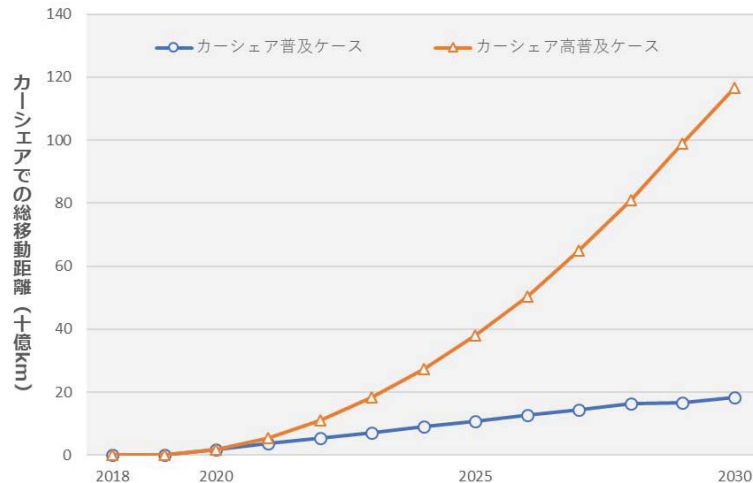
シェアードカーは、自家所有車と比べ、**年間走行距離が4万kmと長く（稼働率を高く）、平均使用年数を3年と短く（買い替えサイクルを短く）**している。

(注) シェアードカーの年間走行距離と平均使用年数は、矢野経済研究所（2019）を参考に設定している。

その他の前提条件

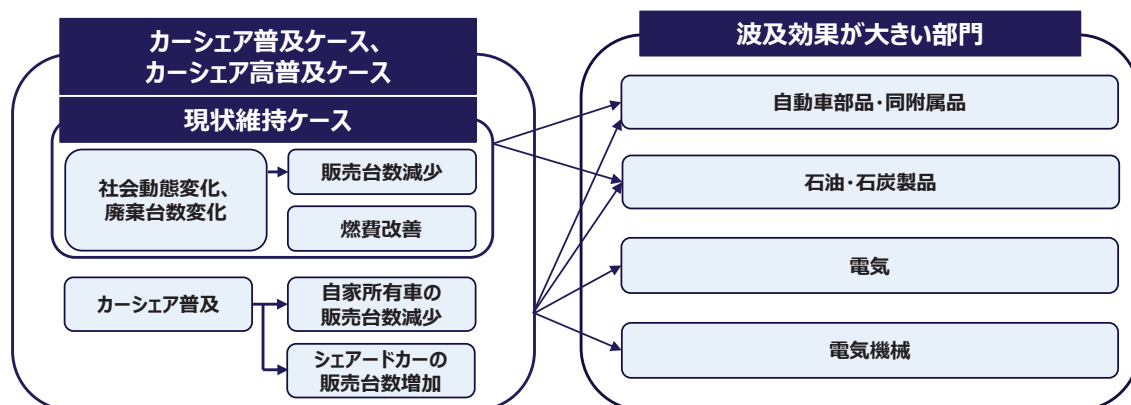
- 自家所有車の保有を1台やめることに代わるカーシェアでの移動距離は、2020年から2030年まで、ICEの年間走行距離と同程度の年間8,000kmと設定する。
- シミュレーション分析では、自家所有車の保有からカーシェアへの移行のみを考慮しているため、カーシェアが普及するほど、カーシェアでの総移動距離は増加する。（下図）

カーシェアでの総移動距離



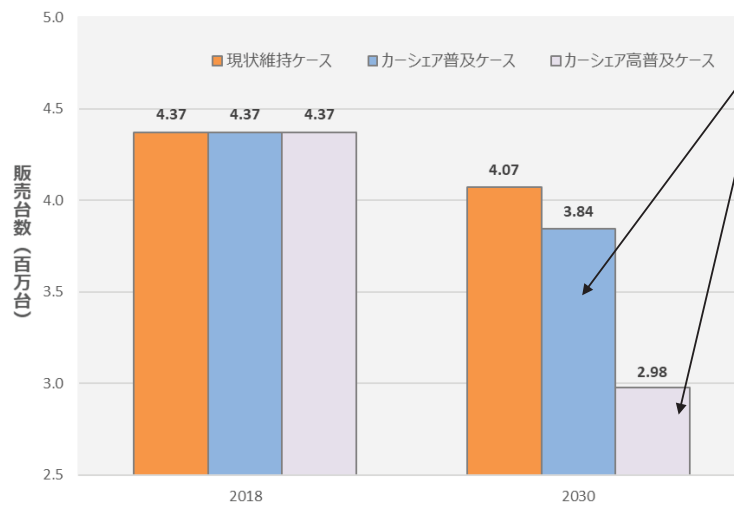
カーシェア普及シミュレーションの波及経路の整理

- ここではカーシェア普及シミュレーションの波及経路を整理する。なお、カーシェア普及ケースとカーシェア高普及ケースでは、カーシェアへの移行の早さのみが異なり、その波及経路に違いはない。
- ✓ **カーシェア普及ケースとカーシェア高普及ケース**では、カーシェアへの移行により、自家所有車の販売台数が減少する。一方、シェアードカーを全てBEVとしており、その販売台数や、充電需要が増加する。



販売台数

- カーシェア普及シミュレーションでは、2020年から2030年にかけて、カーシェアへの移行が進むと想定しており、自家所有車の販売台数も徐々に減少していく。一方、シェアードカーの販売台数が増加する。その結果、それらを合わせた販売台数は、**カーシェア普及ケース**では2030年に384万台、**カーシェア高普及ケース**では298万台になる。

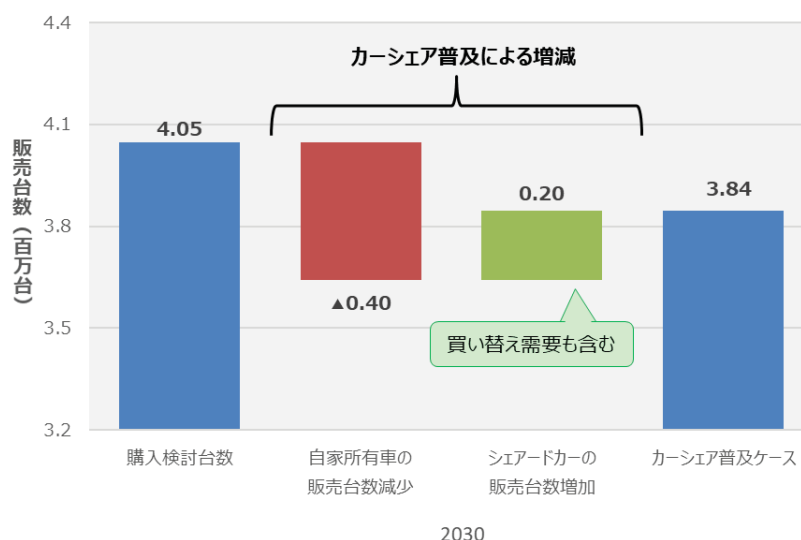


次スライド以降では、それぞれの普及ケースの2030年における販売台数について、自家所有車の減少分と、シェアードカーの増加分を示す。

(注) 上図の販売台数は自家所有車とシェアードカーの合計である。

販売台数（30年）：カーシェア普及ケース

- **カーシェア普及ケース**では、2030年に10%がカーシェアに移行することで、販売台数は、自家所有車が40万台減少するが、シェアードカーが20万台増加する。

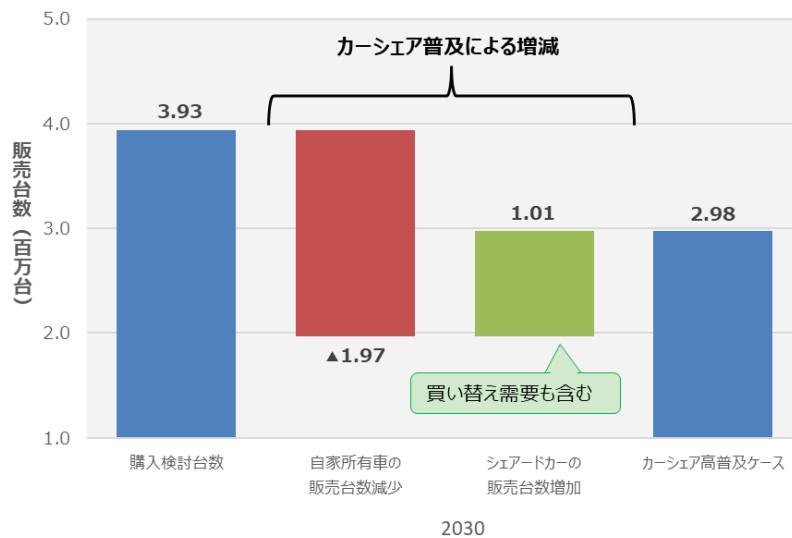


(注) 購入検討台数は新車購入かカーシェアかを検討する時点で見込まれる最大需要としている。詳細はP.15、P.19を参照されたい。

カーシェア普及ケースでは、2030年に、販売台数のうち、5%がシェアードカーになる。

販売台数（30年）：カーシェア高普及ケース

- **カーシェア高普及ケース**では、2030年に50%がカーシェアに移行することで、**販売台数**は、**自家所有車が197万台減少するが、シェアードカーが101万台増加する。**

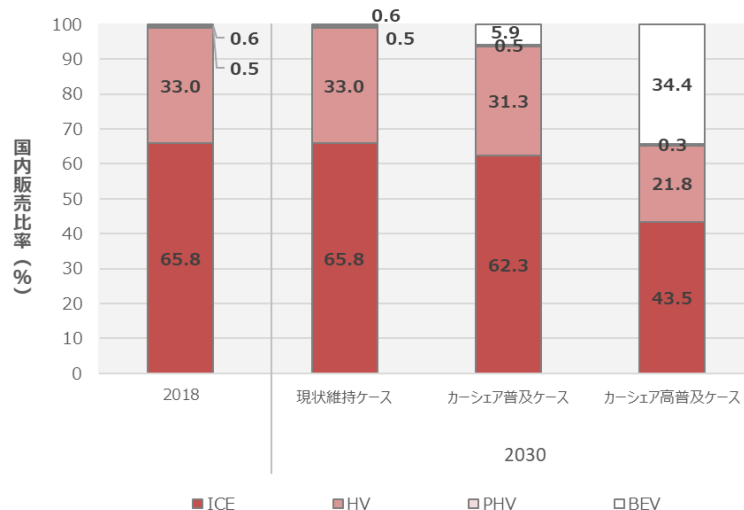


(注) 購入検討台数は新車購入かカーシェアかを検討する時点で見込まれる最大需要としている。詳細はP.15、P.19を参照されたい。

カーシェア普及ケースでは、2030年に、販売台数のうち、34%がシェアードカーになる。

国内販売比率

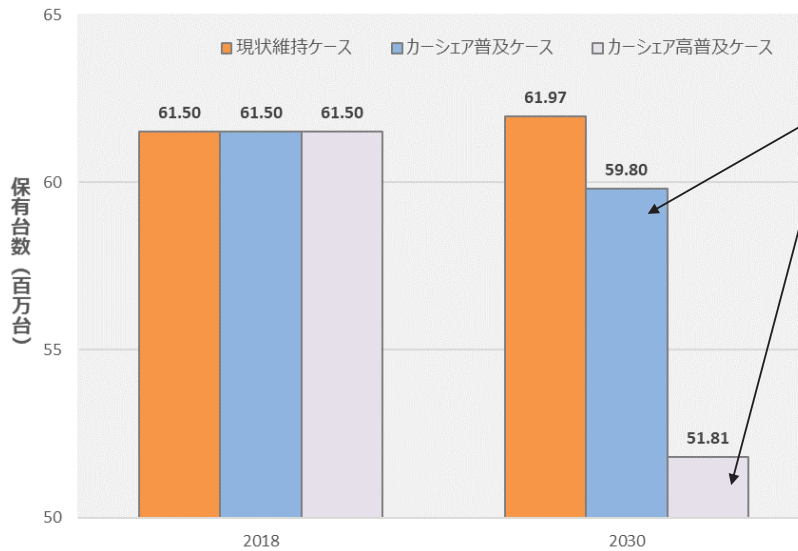
- **国内販売比率（自家所有車、シェアードカー含む）**については、カーシェア普及ケースと、カーシェア高普及ケースのいずれも、シェアードカーは全てBEVと想定しているため、カーシェアへの移行が進展すればするほど、BEV販売比率が高くなる。結果、**BEV販売比率**は、2030年に、**カーシェア普及ケースが5.9%、カーシェア高普及ケースが34.4%**となる。



電動車の国内販売比率は、カーシェア普及ケースが37.7%、カーシェア高普及ケースが56.5%である。

保有台数

- 保有台数は、**カーシェア普及ケース**と**カーシェア高普及ケース**のいずれの場合も、2020年から徐々に減少していく。その結果、2030年には、前者では5,980万台、後者では5,181万台となる。

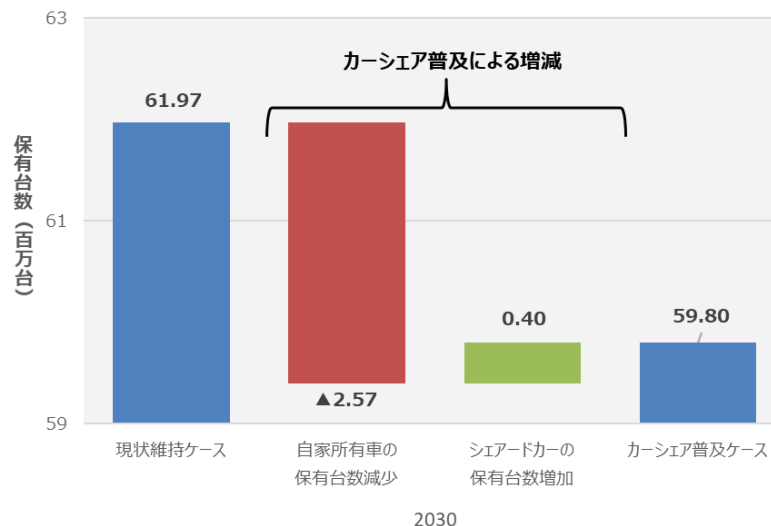


次スライド以降では、2030年における、現状維持ケースとそれぞれの普及ケースとの乖離差を、自家所有車の減少分と、シェアードカーの増加分に分けて示す。

(注) 上図の保有台数は自家所有車とシェアードカーの合計である。

保有台数（2030年）の比較：現状維持ケースとカーシェア普及ケース

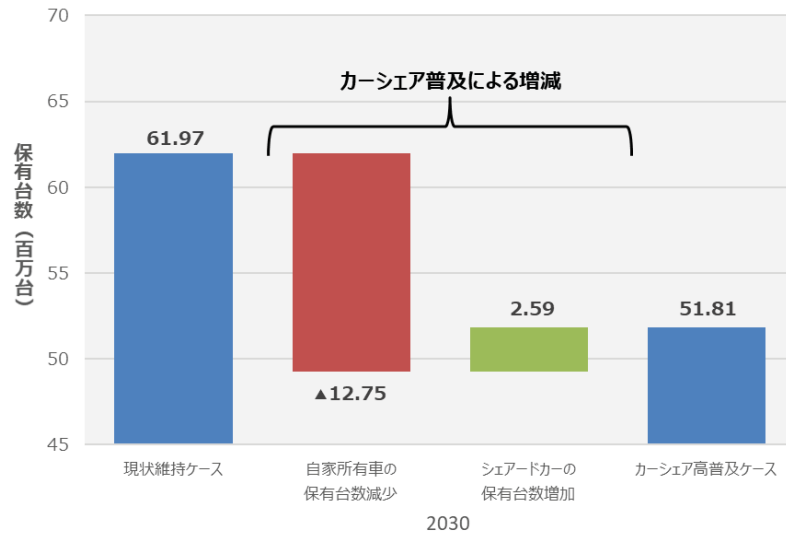
- 現状維持ケースとカーシェア普及ケースの保有台数を2030年で比較すると、自家所有車の保有台数が257万台減少するが、シェアードカーの保有台数が40万台増加する。



カーシェア普及ケースでは、2030年の保有台数のうち、1%がシェアードカーになる。

保有台数（2030年）の比較：現状維持ケースとカーシェア高普及ケース

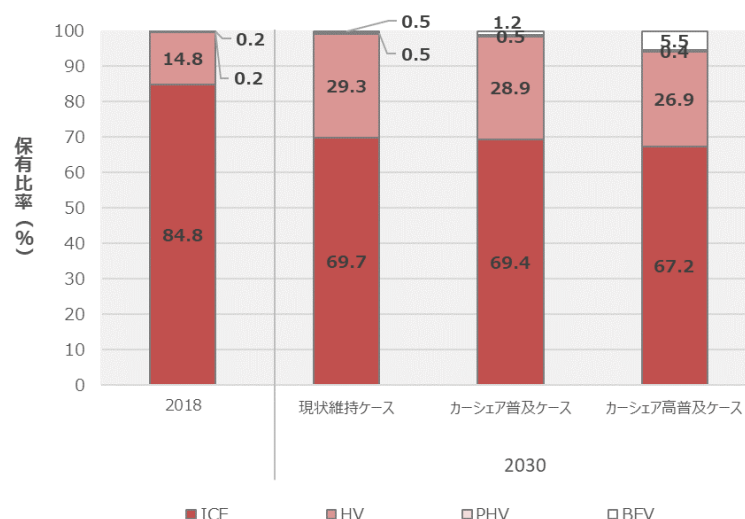
- 現状維持ケースとカーシェア高普及ケースの保有台数を2030年で比較すると、自家所有車の保有台数が1,275万台減少するが、シェアードカーの保有台数が259万台増加する。



カーシェア高普及ケースでは、2030年の保有台数のうち、5%がシェアードカーになる。

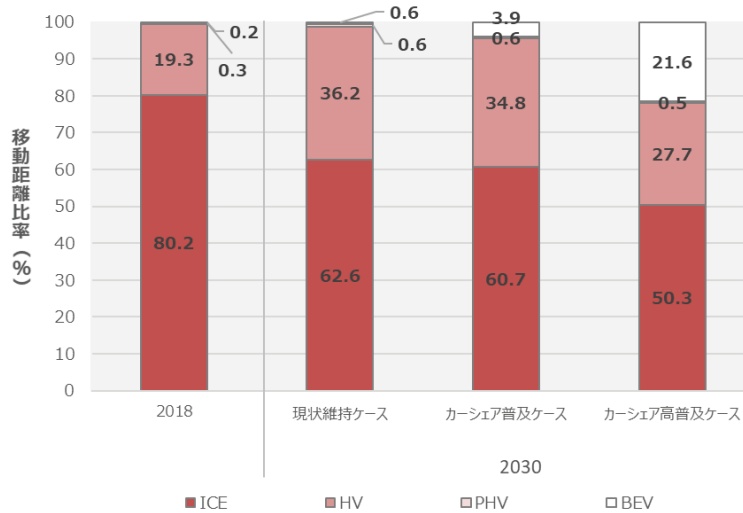
参考：保有比率

- 保有比率（自家所有車、シェアードカー含む）については、カーシェア普及ケースと、カーシェア高普及ケースのいずれも、カーシェアへの移行が進展するほど、BEVの保有比率も高まっていく。結果、BEV保有比率は、カーシェア普及ケースが2030年に1.2%、カーシェア高普及ケースが5.5%になる。

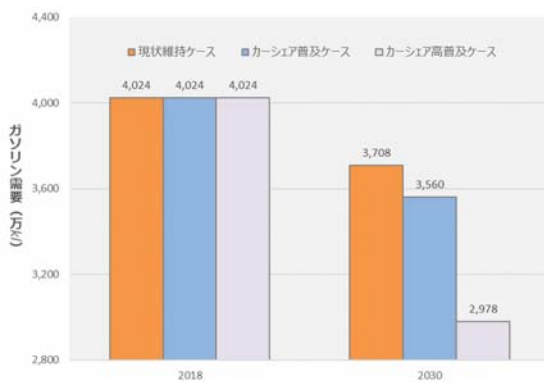


参考：移動距離比率

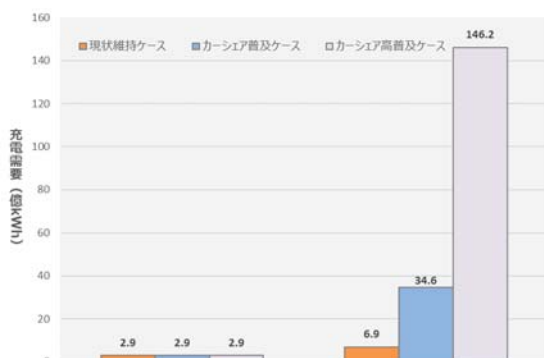
- 自家所有車とシェアードカーでは稼働率が異なるため、下図は車種別の移動距離比率を示している。
- 移動距離比率は、カーシェアへの移行に伴い、2030年に、**カーシェア普及ケース**が3.9%、**カーシェア高普及ケース**が21.6%となる。



走行時におけるガソリン需要と充電需要



- ガソリン需要は、カーシェアへの移行に伴いICEでの移動距離が短くなることなどから、**カーシェア普及ケース**では、2030年に2018年比11%減の3,560万kl程度、**カーシェア高普及ケース**では同年比26%減の2,978万kl程度となる。



- 充電需要は、カーシェアへの移行に伴い、BEVのシェアードカーによる移動距離が増加するため、**カーシェア普及ケース**は2030年に34.6億kWh、**カーシェア高普及ケース**は146.2億kWhとなる。

生産への波及効果と充電需要 1/2

- 下図と次スライドは、生産への波及効果と充電需要について、2030年と2018年との差などを示している。
 - ✓ **カーシェア普及ケース**では、シェアードカー（BEV）の普及が電動車向け電気機械の生産を増加させる一方、自家所有車販売台数の減少が自動車部品・同附属品部門の生産に波及するため、生産額は2030年に2018年比4.4兆円減少（同年比13.2%減少）となる。
 - ✓ **カーシェア高普及ケース**では、その移行がより進み、電動車向け電気機械の生産が増加する一方、自家所有車の販売台数の減少による影響が拡大するため、生産額は2030年に同年比9.4兆円減少（同年比28.1%減少）となる。

生産への波及効果と充電需要（2018年との差）



(注) 上図の「乗用車部門」は車種別の乗用車の合計、「その他部門」はここで示している産業部門以外を合計した部門である。

生産への波及効果と充電需要 2/2

生産への波及効果と充電需要

部門 \ ケース	2018	2030		
	全ケース共通 兆円	現状維持 兆円	カーシェア普及 兆円	カーシェア高普及 兆円
生産への波及効果				
石油・石炭製品	3.7	3.4 (-0.3)	3.3 (-0.4)	2.7 (-0.9)
鉄鋼	1.4	1.3 (-0.1)	1.2 (-0.2)	1.0 (-0.5)
電気機械	0.7	0.6 (-0.1)	0.8 (0.1)	1.4 (0.7)
乗用車	9.3	8.4 (-0.9)	8.0 (-1.3)	6.4 (-3.0)
自動車部品・同附属品	6.6	6.0 (-0.6)	5.5 (-1.1)	3.7 (-2.9)
卸売・小売	4.5	4.1 (-0.4)	3.9 (-0.6)	3.2 (-1.3)
その他	7.2	6.5 (-0.7)	6.3 (-0.9)	5.4 (-1.8)
充電需要	0.0	0.0 (0.0)	0.1 (0.1)	0.3 (0.3)
合計	33.4	30.3 (-3.1)	29.0 (-4.4)	24.0 (-9.4)

(注) ()内は2018年との差を示している。また、上表の「乗用車部門」は車種別の乗用車の合計、「その他部門」はここで示している産業部門以外を合計した部門である。

電力需要への波及効果と充電需要 1/2

➤ 下図と次スライドは、電力需要への波及効果と充電需要について、2018年と2030年との差などを示している。

- ✓ **カーシェア普及ケース**では、自家所有車の販売台数が減少するため自動車部品・同附属品部門を中心に電力投入量が減少する一方、シェアードカーの充電需要が増加して、電力需要は2030年に2018年比3.4億kWh増加（同年比1.3%増加）となる。
- ✓ **カーシェア高普及ケース**も、カーシェア普及ケースと同様に、自家所有車の販売台数の減少による影響があるものの、充電需要が増加するため、電力需要は2030年に同年比76.6億kWh増加（同年比29.4%増加）となる。

電力需要への波及効果と充電需要（2018年との差）



(注) 上図の「乗用車部門」は車種別の乗用車の合計、「その他部門」はここで示している産業部門以外を合計した部門である。

電力需要への波及効果と充電需要 2/2

電力需要への波及効果と充電需要

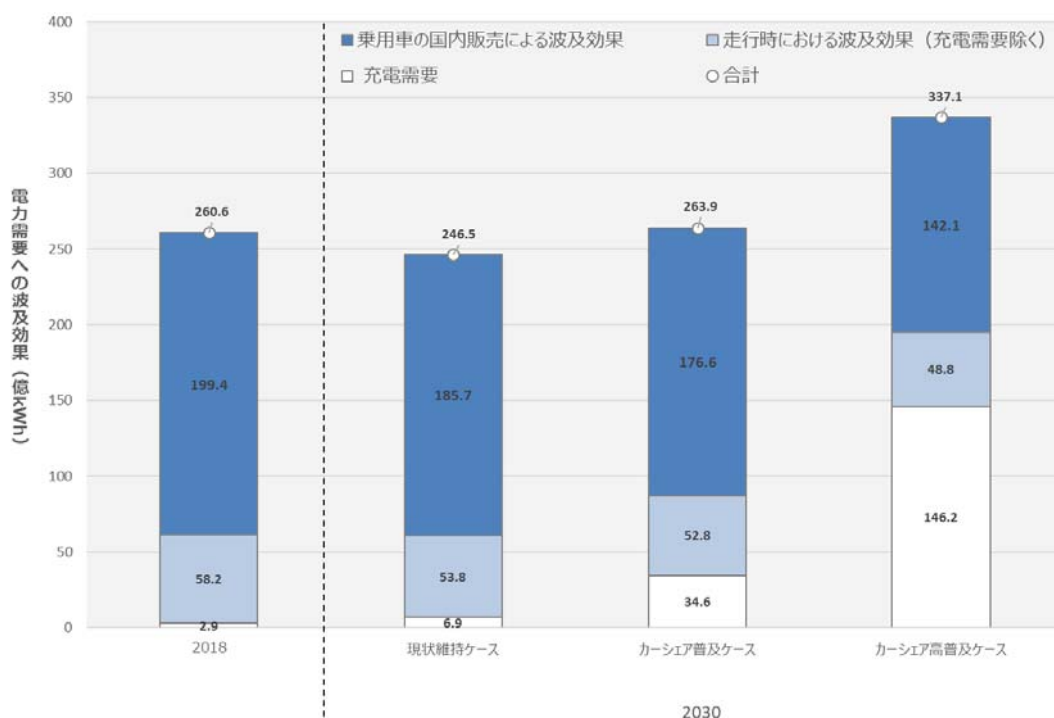
部門	ケース	2018	2030		
		全ケース共通 億kWh	現状維持 億kWh	カーシェア普及 億kWh	カーシェア高普及 億kWh
電力需要への波及効果					
石油・石炭製品		25.2	23.2 (-2.0)	22.3 (-2.9)	18.7 (-6.5)
鉄鋼		26.3	24.5 (-1.8)	23.2 (-3.2)	18.1 (-8.2)
電気機械		3.8	3.5 (-0.3)	4.4 (0.6)	7.8 (4.0)
乗用車		27.1	25.3 (-1.9)	23.6 (-3.5)	17.3 (-9.8)
自動車部品・同附属品		36.1	33.7 (-2.5)	31.1 (-5.1)	21.1 (-15.1)
卸売・小売		37.5	34.8 (-2.7)	33.2 (-4.3)	27.1 (-10.5)
その他		101.6	94.6 (-7.0)	91.7 (-9.9)	80.9 (-20.7)
充電需要		2.9	6.9 (4.0)	34.6 (31.7)	146.2 (143.3)
合計		260.6	246.5 (-14.1)	263.9 (3.4)	337.1 (76.6)

(注) ()内は2018年との差を示している。また、上表の「乗用車部門」は車種別の乗用車の合計、「その他部門」はここで示している産業部門以外を合計した部門である。

参考：電力需要への波及効果と充電需要 1/2

- ▶ 次スライドは、電力需要への波及効果と充電需要について、産業部門別ではなく、需要段階別に示したものである。
 - ✓ **カーシェア普及ケース**では、シェアードカーの販売台数が増加する一方、自家所有車の販売台数が減少するため、乗用車を生産するための電力投入量は、2018年や現状維持ケースと比べて減少する。しかし、シェアードカーの充電需要は増加する。
 - ✓ **カーシェア高普及ケース**では、その移行がより進むことで、乗用車を生産するための電力投入量が減少する。しかし、充電需要が増加して、国内販売による波及効果と同程度の規模になる。
- ▶ カーシェア普及シミュレーションでは、電動車普及シミュレーションと同様に、BEVが普及するような想定にしている。しかし、自家所有車よりも稼働率の高いシェアードカーが普及することで、電力需要の規模は、充電需要が乗用車を生産するための電力投入量と同程度になる。

参考：電力需要への波及効果と充電需要 2/2



(注) 走行時における波及効果 (充電需要除く) にはガソリンを精製するための電力投入量などが含まれている。

カーシェア普及シミュレーション：小括 1/2

- カーシェア普及シミュレーションでは、2020年から2030年にかけて、10%がカーシェアに移行する場合の**カーシェア普及ケース**、50%がカーシェアに移行する場合の**カーシェア高普及ケース**を設定して、生産や電力需要への波及効果を、産業部門別に評価した。また、シェアードカーは全てBEVとした。
- 販売台数への影響としては、**カーシェア普及ケース**では、カーシェアへの移行により、自家所有車が40万台減少する一方、シェアードカーが20万台増加する結果、全体の販売台数は384万台（うち、5%がシェアードカー）となる。**カーシェア高普及ケース**では自家所有車の販売台数が197万台減少する一方、シェアードカーが101万台増加する結果、全体の販売台数は、298万台（うち、34%がシェアードカー）となる。
- 生産への波及効果としては、**カーシェア普及ケース**では、シェアードカーが普及することで、電動車向け電気機械の生産が増加するものの、自家所有車の販売台数に減少に伴い、自動車部品・同附属品部門を中心に生産が減少する結果、生産額は2030年に2018年比4.4兆円減少となる。一方、**カーシェア高普及ケース**では、カーシェアへの移行がより進むため、販売台数の減少による影響が拡大して、生産額は2030年に同年比9.4兆円減少となる。

カーシェア普及シミュレーション：小括 2/2

- 電力需要への波及効果としては、**カーシェア普及ケース**では、自家所有車の販売台数減少により、乗用車を生産するための電力投入量が自動車部品・同附属品部門を中心に減少する。一方、シェアードカーの充電需要が増加するため、電力需要は2030年に2018年比3.4億kWh増加となる。一方、**カーシェア高普及ケース**でも、カーシェア普及ケースと同様に、販売台数の減少による影響があるものの、充電需要が増加して、電力需要は2030年に同年比76.6億kWh増加となる。

4. まとめ

考察 1/2

- ▶ 本研究では、自動車産業の将来を表すキーワードとしてよく取り上げられるCASE（Connected、Autonomous、Shared & Service、Electric）のうち、乗用車の電動化（Electric）やカーシェア（Shared）が普及した場合の波及効果を評価できるような電動車分析用産業関連モデルを開発した。また、ここではモデルの感度を確認するためのシミュレーション分析を行った。
- ▶ シミュレーション分析で示したように、カーシェアが普及する場合には、自家所有車よりも稼働率の高いシェアードカーが普及することで、販売台数が減少していき、生産への波及効果も減少する。しかし、CASEのうちServiceに関連するMaaS（Mobility as a Service）というキーワードが脚光をあびているように、最近では、自動車に付随するサービスへの関心も高い。実際に、自動車産業には情報通信業など異業種企業が積極的に関わってきている。また、自動運転の普及は、移動時間における新たなサービスを生むだけでなく、移動を長距離化させる可能性もある。
- ▶ そのため、将来を予測する場合には、本モデルでは考慮していないモビリティサービスの経済価値や、利用者のモビリティに対する考え方の変容なども整理していくことが重要になる。

考察 2/2

- 電動車を普及させる本来の目的は環境負荷の低減である。本報告では**生産から利用に至るまでの各産業部門への生産や電力需要への波及効果のみを**、シミュレーション分析の結果で示した。産業連関モデルは環境負荷への影響を評価するための**LCA（ライフサイクルアセスメント）分析に応用**することができる。
- 中野他（2008）では、産業連関モデルを基にしたLCA分析から、電気自動車の製造・走行過程を含めたライフサイクルCO₂排出量を計測しており、製造過程での削減が必要なことを指摘している。また、日産自動車（2019）でも、ISO14040/14044の規格に基づいたLCA手法により、電気自動車の環境負荷を評価しており、「素材・部品・製造、物流」段階における環境負荷の割合は内燃機関車よりも電気自動車の方が高いことが示されている。よって、**電動車の普及による環境負荷への影響を分析する場合には、利用段階だけでなく製造段階における影響を評価することが必要不可欠**である。
- 今後は、電気自動車だけでなく、ハイブリッド車への移行が進むことが想定される。そこで、電動車普及による環境負荷の低減効果などを検討する上では、その効果を車種別に評価することができる電動車分析用産業連関モデルを拡張して、LCAの視点から分析していくことも重要になるだろう。

まとめと今後の展開

- 本報告では、電動車やカーシェアの普及に焦点を当て、乗用車の国内販売と走行による生産や電力需要への波及効果について評価できるように開発した電動車分析用産業連関モデルについて説明した。本モデルでは、**販売台数と保有台数との関係に整合性を取り、国内販売に伴う生産から利用に至るまでの波及効果を評価**ができるのに加え、**カーシェア普及による波及効果も評価**できるようにした。
- 次に、シミュレーション分析では、**電動車の国内販売比率やカーシェアへの移行率などの前提条件**を変更して、モデルの感度を確認した。まず、電動車普及シミュレーションでは、乗用車の生産だけでなく、エネルギー源の転換による波及効果も含めて示すことができた。次に、カーシェア普及シミュレーションでは、自家所有車の販売台数の減少による影響だけでなく、シェアードカーの販売台数の増加影響も含めた波及効果を評価できることを確認した。
- 今後の展開としては、本モデルを将来予測に活用していくのに加えて、LCA分析にも応用できるように改良する。

参考文献

1. 紀村真一郎（2019）「次世代自動車をもたらす中部圏へのインパクト 中部圏地域間産業連関表による分析」,産業連関,vol.26,No.1,80-89.
2. 経済産業省資源エネルギー庁「石油製品価格調査」.
3. 国土交通省「自動車燃料消費調査」.
4. 自動車検査登録情報協会「自動車保有台数」.
5. 総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」.
6. 田崎智宏,小口正弘,亀屋隆志,浦野鉦平（2001）「使用済み耐久消費財の発生台数の予測方法」,廃棄物学会論文誌,vol.12,No.2,49-58.
7. 電力・ガス取引監視等委員会「電力取引の状況（電力取引報結果）」.
8. 中野一慶（2017）「地域別人口・世帯数予測（2017年度版）—単身世帯化・死亡率低下の影響—」,電力中央研究所社会経済研究所研究資料,Y17503.
9. 中野諭,平湯直子,鈴木将之（2008）「電気自動車ELIICAのLCA」,KEO Discussion Paper, No.112.
10. 日産自動車（2019）「サステナビリティレポート2019」.
11. 日本自動車販売協会連合会「新車登録台数年報（第42集）2019」.
12. 間瀬貴之（2019）「産業連関表における電動車部門の推計と電動車の生産台数シェア上昇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.
13. 矢野経済研究所（2019）「2019年版 MaaS市場の実態と将来予測」.
14. Kagawa, Shigemi, Yuki Kudoh, Keisuke Nansai, and Tomohiro Tasaki（2008）“The Economic and Environmental Consequences of Automobile Lifetime Extension and Fuel Economy Improvement: Japan's Case”, Economic Systems Research,20,3-28.



CRIEPI

Central Research Institute of
Electric Power Industry

[不許複製]

編集・発行人 一般財団法人 電力中央研究所
社会経済研究所長
東京都千代田区大手町1-6-1
e-mail src-rr-ml@cripi.denken.or.jp

発行・著作・公開 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
