

近未来の車・道路と関連産業に関する研究会

【研究テーマ1】道路交通とエネルギー (道路の電化を中心として)

中間とりまとめ

～道路をクリーンエネルギーエリアに～

令和4年3月

一般財団法人 道路新産業開発機構

近未来の車・道路と関連産業に関する研究会

【研究テーマ 1】 道路交通とエネルギー

(道路の電化を中心として)

＜中間とりまとめ 構成＞

■ 概要	i ~ viii
■ (イメージ図) 近未来の道路交通とエネルギー	ix
■ 本文	1~31
■ 関連資料	33~113

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究（テーマ1）

道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）中間とりまとめ 概要（1/8）

- 世界的に脱炭素化が進められる中、EUを中心としたEVの普及が、今後、世界的な流れになることも考えられる。
⇒ 主に、EVが普及する場合に、道路がどのような役割を果たしていくことができるかについて検討。
- 「発電・蓄電」の観点では、電源構成の化石燃料割合の見通し、EVへの給電集中によるグリッドの電力需給への影響等を踏まえると、EVに給電する電気は、道路又はその近傍で独自に太陽光等の再エネを用いて発電した電気で購入することが望ましい。
- 「給電」の観点では、「充電器」のみならず、「走行中給電・停車中給電※」の導入を進めることにより、
 - ①バッテリーの軽量化・長寿命化が進み、大型車のEV化に繋がる他、自動車の製造・運用段階でのCO2排出量削減に貢献
 - ②充電器の設置場所等の制約という課題に対応可能
 - ③太陽光により発電した電気を効率的に給電可能
 - ④将来の自動運転EVの効率的運行に資するといった効果が期待される。
- 発電・蓄電設備及び給電設備の整備は、EVの普及状況に応じ、道路における電力消費量の増大に合わせて、一体的に進めることが重要。
 - ・ 全てEV化した時の走行に係る消費電力は、約1,000億kWh/年。
（日本の年間電力需要の約1割に相当。うち、高速道路走行分は、約200億kWh/年。）
 - ・ 現在の道路管理用の消費電力は、約30億kWh/年（うち、高速道路分は、約15億kWh/年。）で、
再エネ発電量は、約0.13億kWh/年。（高速道路における太陽光発電ポテンシャルは、約124億kWh/年。）

※ 「停車中給電」には、「充電器」による充電は含まない。

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究（テーマ1）

道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）中間とりまとめ 概要（2/8）

エネルギーをめぐる近年の動向と道路への影響（1）

（1）脱炭素化に向けた取組

○パリ協定・2050年カーボンニュートラル（CN）宣言

日本の温室効果ガス排出量削減目標
（2050年）全体としてゼロ （2030年度）2013年度比46%減

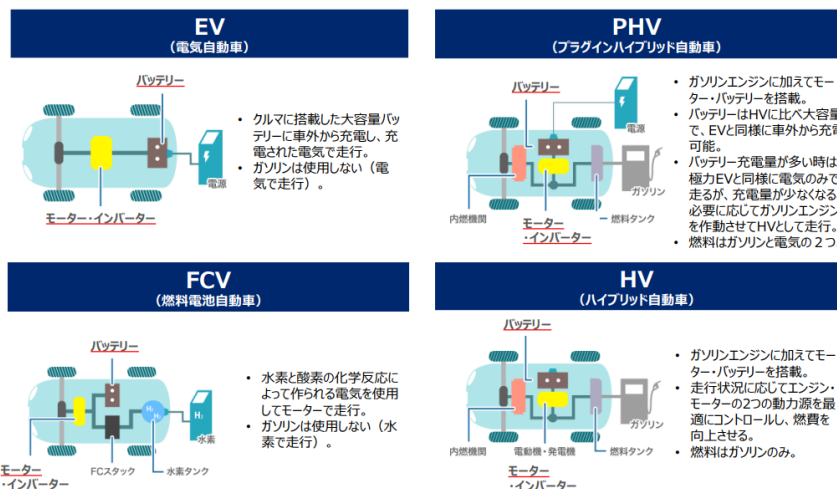
○2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

日本の乗用車新車販売に占める電動車（EV, HV, PHV, FCV）割合の目標
（2035年） 100%

○地球温暖化対策計画

日本の温室効果ガス排出量削減目標（2030年度）
[運輸部門] 2013年度比35%減
[エネルギー転換部門] 2013年度比47%減

日本の乗用車新車販売に占める次世代自動車（EV, HV, PHV, FCV等）
割合の目標 （2030年） 5～7割

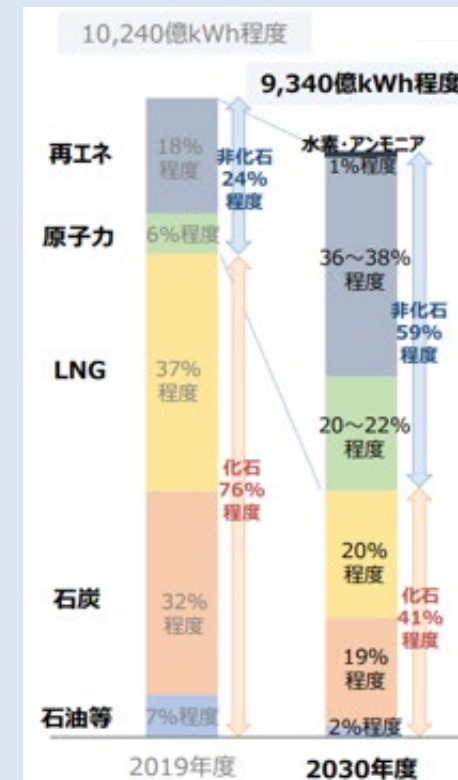


（出典）「電動車活用促進ガイドブック」（2020年9月 経済産業省自動車課 電動車活用社会推進協議会）
http://www.cev-pc.or.jp/xev_kyougikai/xev_pdf/xev_kyougikai_xEV_katsuyou_sokushin_guidebook.pdf
（中部電力HPより）

（2）国内のエネルギー供給の変化

○エネルギー基本計画

電源構成における化石燃料の割合
（2019年度）76% ⇒ （2030年度）41%
※CN実現の観点からは、十分低いとはいえない。



（出典：https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_02.pdf）

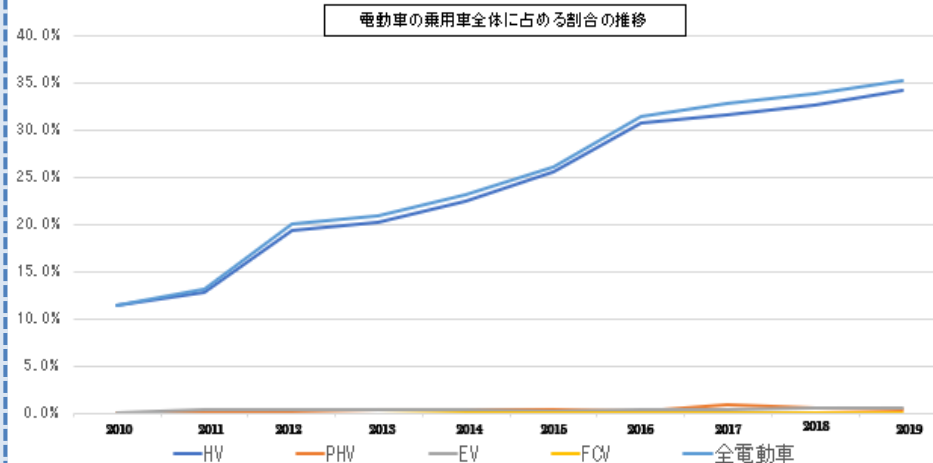
○水素、e-fuel、バイオ燃料等の非電力エネルギーの活用についても、検討されている。

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究（テーマ1） 道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）中間とりまとめ 概要（3/8）

エネルギーをめぐる近年の動向と道路への影響（2）

（3）脱炭素化に貢献/対応できる道路のあり方

日本の乗用車販売台数の1/3は電動車（EV, HV, PHV, FCV）だが、その殆どが HV。



各国自動車電動化目標は、HV, PHVを含むか否かで相違。

	市場規模	ガソリン車	EV・PHV・FCV
中国	2580万台	国の目標はなし ※自動車エンジニア学会：2035年全車電動化（ハイブリッド50%、EV・PHV・FCV50%）発表	2025年販売目標 EV・PHV・FCV:20%
EU	1400万台	2035年販売禁止 ※実質PHV/HV含む内燃機関廃止（欧州委員会提言）	2035年販売目標 EV・FCV:100% （欧州委員会提言）
米国	1750万台	国の目標はなし ※カリフォルニア州、ニューヨーク州知事：2035年EV・FCV100%	2030年販売目標 EV・PHV・FCV:50%
日本	430万台	2035年 電動車100% (EV/PHV/FCV/HV)	2030年販売目標 EV・PHV：20～30%、FCV：～3%

（出典）一般財団法人日本自動車研究所 JARIシンポジウム2021資料をもとに、HIDOで作成。
http://www.jari.or.jp/Portals/0/images/research/2020symposium/4_20211008_JARIsympo_kityou2.pdf

※ EVの普及が、世界的な流れになることも想定。⇒ 主に、EVが普及する場合に、道路が果たす役割を検討。

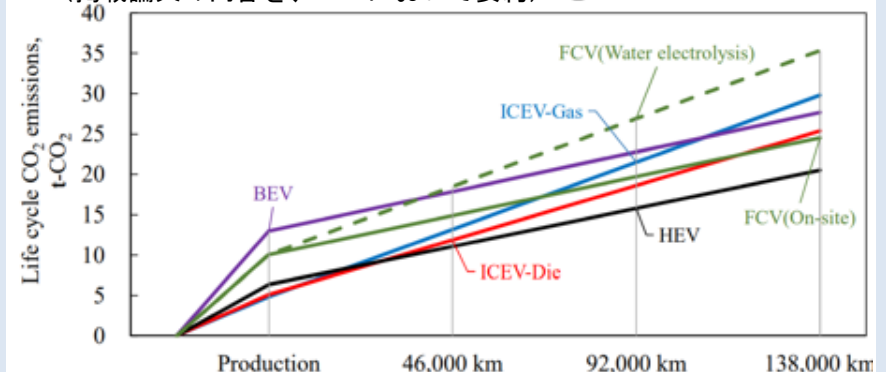
※ 道路の電化に向けた取組を進めるに当たっては、シェアリング等による車の使い方の変化の将来予測等に
着目することも、重要。

自動車の電動化に当たり、各電動車のLCCO2排出量比較。
⇒前提条件の変化を踏まえ、随時、再計算することが必要。

内燃機関自動車、ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車
における車内空調を考慮した量産車両LCCO2排出量の比較分析
慶応義塾大学大学院 石崎啓太（博士課程修了）
SDM研究所顧問 中野冠 教授 による研究
(2018. 1. 28日本機械学会論文集Vol. 84, No. 866 P1～16)

【分析結果】

- ・ HEVのLCCO2排出量は、20. 5t-CO2で最少。
車両製造時排出量がICEV-Gasより約30%多いが、運用時排出量が低い。
- ・ BEVは、火力発電に依存する国内では、運用時排出量が多い。
製造時排出量は、リチウムイオンバッテリー製造時CO2排出量に強く
影響され27. 7t-CO2。現状は LCCO2排出量低減には大きく貢献しない。
(掲載論文の内容を、HIDOにおいて要約)



- ▶給電する電気の電源構成の化石燃料割合が高い場合、EV化はCO2排出量削減に繋がるとは限らない。⇒化石燃料割合の低下と併せて進める必要。
- ▶ガソリン車等を、HV, PHVへ早急に転換するための施策も必要。

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究（テーマ1） 道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）中間とりまとめ 概要（4/8）

道路の電化についての検討（1）

（1）道路の電化の形態 ①再エネを用いた発電・蓄電

1)再エネ発電の必要性

- i) 電源構成の化石燃料割合の見通しは不透明。
 - ii) EVへの給電集中による電力需給への影響。
（GWのSA/PA等の電力需要逼迫のおそれ）
- ⇒ EV給電はグリッドに頼るのではなく、少しでも多く、
独自の再エネ発電で賄うことが望ましい。

太陽光発電・EVの普及による電力系統への影響に関する
研究事例（大阪大学大学院工学研究科 内田英明助教）

低炭素社会の実現に向け、EVの普及と再エネ発電の
導入を想定。一定の地域を設定し、シミュレーション。

⇒ EV普及率50%の場合、帰宅時間（17時）以降の充電
集中により、基準電圧を下回る。

3)蓄電の導入に向けた検討

バッテリーに蓄電しても自然放電等あり。水素化が可能。

〔事例〕



ハールレメルメール（蘭）
（Sora Road <https://www.solaroad.nl/portfolio/>）



首都高速道路湾岸線東京港トンネル坑口付近
（<https://www.shutoko.co.jp/efforts/environment/technology/solarpower/>）



駐車場路面の太陽光発電舗装

（<https://www.toadodo.co.jp/news/docs/eb7517910a373da65dd5522ac42f39c6eb2a563.pdf>）

2)再エネ発電の導入に向けた検討

※日本の道路面積は約110万ha。国土面積の約3%。秋田県の面積に相当。

i)年間消費電力(*)

- ・ 全てEV化した時の走行に係る年間消費電力：約988億kWh/年（日本の年間電力需要(**)の9.6%）
このうち、高速道路走行分：約200億kWh/年
高速道路における太陽光発電ポテンシャル：約124億kWh/年(***)

→ 乖離は小さく、再エネ発電で賄うことができると考えられる。

- ・ 道路の再エネ発電量：約0.13億kWh/年（太陽光発電ポテンシャル約124億kWh/年の0.1%）
主に道路管理に用いられるが、その電力消費量約30億kWh/年の0.4%に留まる。

→ 道路管理用電力の再エネへの転換は、将来のEV給電向け再エネ発電導入に繋がる。

ii)市場規模(*)

- ・ 全てEV化した時の消費電力市場規模：約2.5兆円/年
このうち、高速道路走行分：約0.5兆円/年
（大型車についても乗用車の電費を用い、家庭用電気料金単価を用いて計算）
- ・ 自動車燃料市場規模(税抜)：約6.4兆円/年

(*) 自動車燃料消費量調査（令和2年度）、石油製品価格調査（R3.12.22資源エネルギー庁公表）等のデータもとに、HID01において算定。

(**) エネルギー基本計画関連資料によれば、10,240億kWh/年（2019年度）。

(***) 「令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書」（R2.3環境省）

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究(テーマ1)

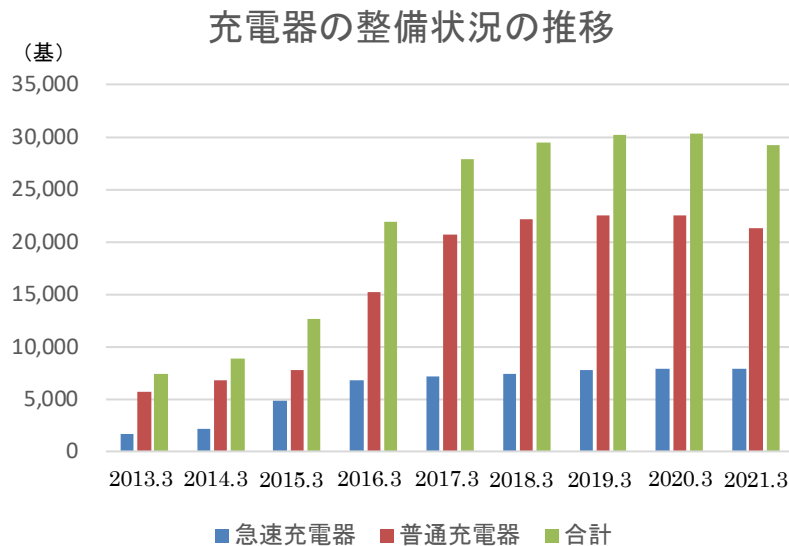
道路交通とエネルギー(道路の電化を中心として)中間とりまとめ 概要(5/8)

道路の電化についての検討(2)

(1) 道路の電化の形態 ②給電

1) 充電設備の整備

・「充電器」の整備が促進されているが、整備状況は、ここ数年横ばい。



(注) 株式会社ゼンリンによる調査結果をもとに、HIDOにおいてグラフ化したもの。

〇2050年CNに伴うグリーン成長戦略

充電器の設置目標

- ・ 急速充電器 1 万基等、公共用の急速充電器 3 万基を含む充電インフラを 15 万基設置
- ・ 2030 年までにガソリン車並みの利便性を実現

3) 設備の設置・管理

- ・ 道路に関わる者の設置・管理に向けた議論、道路管理者等の公的主体の役割・責任についての検討が必要。
- ・ 「発電・蓄電」と一体的に進めることが重要。

2) 走行中給電・停車中給電のメリット

- i) バッテリーの軽量化・長寿命化 …大型車のEV化の促進や、乗用車LCCO2削減に貢献。
- ii) 設備設置場所等の制約への対応 …GW等のEV移動集中時の充電にも対応可能。
- iii) 太陽光発電した電気の効率的給電 …太陽光発電ピーク時にEV運行中給電が可能。
- iv) 自動運転EVの効率的運行に資する …充電時間短縮に資する。

〔事例〕

走行中給電「ワイヤレス」



スウェーデン(ゴットランド島)の事例
<https://www.smartroadgotland.com/blog>

走行中給電「接触」



ドイツの事例:

<https://press.siemens.com/global/en/feature/ehigh-way-solutions-electrified-road-freight-transport>



本田技術研究所の事例
<https://www.honda.co.jp/tech/ITS/2021/>

停車中給電「ワイヤレス」



米国(ワシントン州)の事例
<https://techable.jp/archives/75852>

停車中給電「接触」



スウェーデン(ヨーテボリ)の事例
<https://new.abb.com/news/ja/detail/55577/abb-and-volvo-to-electrify-gothenburgs-city-streets>

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究（テーマ1）

道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）中間とりまとめ 概要(6/8)

道路の電化についての検討(3)

[走行中ワイヤレス給電設備の例]

東京理科大学理工学部電気電子情報工学科 居村岳広准教授
実験用設備（現地視察（R3. 11. 17）時 HIDOにおいて撮影）



↑ 電力供給の電線埋設箇所
20kwまで供給が可能



- ・ 受電コイルの設置が可能範囲は、地面から0cm～25cmまで
- ・ 70km/h程度の走行が可能

(2) 道路の電化の更なる効果

①再エネを活用した持続可能性社会の実現

（新たな産業の創出とエネルギーの地産地消）

- ⇒ 再エネ発電した電気を、EV充電のほか、地域産業のために活用したり、グリッドへ供給して収入を確保し、自律的な事業として確立しつつ、地域社会に貢献することが想定される。
- ⇒ 発電・蓄電設備等の整備、維持管理等に伴い、「雇用」が創出され、地方創生に貢献することも期待される。

② 災害時のリダンダンシーの確保

- ⇒ EVに充電した電気を、災害時の非常用電源や、家庭用電源として活用可能。V2Hとして実用化。クルマde給電（トヨタ自動車）等

③VPPと連動した電力需給バランス調整

- ⇒ EVのバッテリーをVPPとして活用し、電力需給バランス調整を図る取り組みが考えられる。

[事例]

EVを活用した新たな地域エネルギーマネジメント（小田原市）

小田原市が、市内でEVを活用したカーシェアリング事業を行う株式会社、地域新電力である株式会社と連携し、EVに特化したカーシェアリングを行うとともに、EVを「動く蓄電池」と捉え、地域においてエネルギーを無駄なく利用する地域エネルギーマネジメントを実施。

(3) 非電力エネルギーの活用

水素、e-fuel、バイオ燃料の普及に向け、「道路」という観点から何ができるか、各主体による検討を注視。

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究（テーマ1）

道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）中間とりまとめ 概要（7/8）

道路の電化の進め方のポイント

※ 発電・蓄電設備、給電設備の整備は、EVの普及状況に応じて進めることが想定される。

【想定される進め方】

（1）発電・蓄電設備の整備

- ① 既に進められている、駐車場、生活道路近傍等の充電スポット・充電器の整備を継続。
- ② 再エネを用いた発電・蓄電設備を整備。⇒ 充電スポット・充電器と連動。
- ③ 余剰電力を水素化する「水電解装置」整備。
⇒ FCEVへの供給、電力不足時の再電化利用。（定置式燃料電池活用等）

（2）地域への電力供給による事業主体の確立と電力需給マネジメントへの貢献

- ・（1）と併せて、電力を地域に供給し、電力需給マネジメントに貢献。
- ・ 採算性を確保し、自律的な事業として確立。
⇒ 持続可能性社会の実現、雇用創出。

（3）走行中給電・停車中給電設備の整備

- ・ EVの普及状況に応じ、段階的に進める。
- ・ 再エネを用いた発電・蓄電設備と連動。

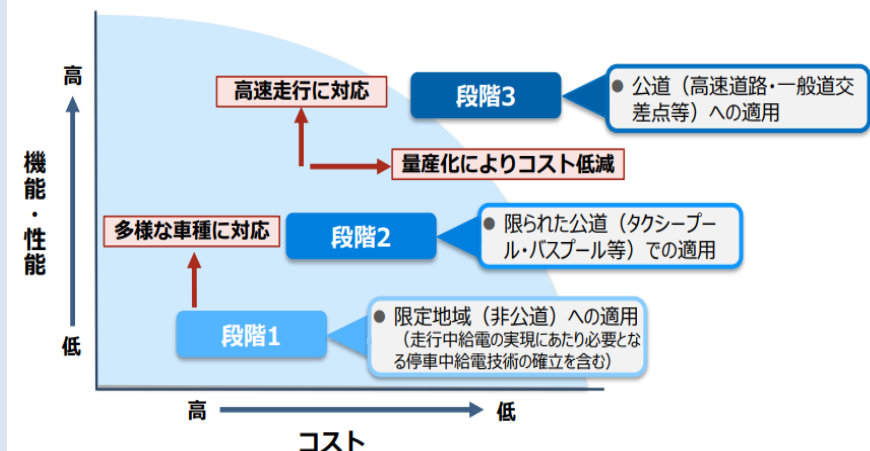
- （段階1）早期自動運転車両導入が想定される限定地域を対象とした導入。
（飛行場、大規模工場等の施設内の周遊バス等）
- （段階2）バスプール、タクシープール等、限られた車両を対象とした導入。
（先行バス乗客乗降を待つバス、待機中タクシー等）
- （段階3）高速道路、幹線道路交差点等の公道への導入。

※ 段階1～3のいずれにおいても、自動運転車が走行する道路（高速道路等）に優先して導入すると、より効果が高まると考えられる。

【道路規格・交通量や走行パターンに応じた給電設備の形態】

- 高速道路（長距離高速走行が想定される道路）
→ 走行中給電設備を導入した「給電レーン」を整備
（SA/PA駐車スペースは、休憩中給電を想定した停車中給電設備を整備）
- 幹線道路及びその近傍（都市型走行が想定される道路）
→ 停車中給電設備を導入した「給電区域」を整備
（バス停、タクシープール等、一定時間停車が想定される場所に整備）
- 生活道路及びその近傍、山間部の道路の起終点
→ 「充電スポット・充電器」を整備

※ EVの普及の進展は、自動車の大きさや用途によっても異なり、それに伴って、走行中給電・停車中給電の必要性も異なってくる考えられる。
走行中給電・停車中給電設備の整備の進め方については、随時、再検証を行っていくことが望ましい。



（出典）「バッテリー軽量化による省エネを実現するEV走行中給電技術に関する調査」成果報告書 P68-70
（2021年1月 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先：株式会社三菱総合研究所））

近未来の車・道路と関連産業に関する調査研究（テーマ1）

道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）中間とりまとめ 概要（8/8）

道路の電化の課題

(1) 事業主体・コスト・採算性

- ・ 発電・蓄電設備、給電設備を一体的に整備し、採算性を確保しつつ、自律的事業として確立。
- ・ 様々な主体が関わる場所、如何なる事業主体が適切かについて検討。
- ・ 走行中給電・停車中給電設備は、道路に設置。
⇒ 設置・管理主体、道路管理者等の公的主体の役割・責任について検討。

(2) 再エネ電力供給の不安定性への対応

- ・ 再エネ発電は、天候等に左右され、安定供給に課題。
EVに求められるバッテリー容量にも影響。
安定供給に向け、蓄電、水素化等について検討。

(3) 技術的課題

- ・ ワイヤレス走行中給電の互換性・金属異物検出への対応、協調制御、給電に必要な大きな電力への対応（発熱、漏洩電磁波対策等）
なお、アスファルト舗装は、熱で柔らかくなるため、耐久性に課題。
コンクリート舗装は、鉄筋が給電機能の支障となる点が課題。

(4) 自動車/自動車の電動化インフラの規格の標準化

走行中給電・停車中給電における道路インフラ規格、EVの受電装置の規格の統一 等

(5) 自動車の電動化に対応したインフラの制度的位置づけの整理

発電・蓄電設備、給電設備を道路附属物とするか 等

(6) EV利用者の燃料税相当の負担

EV利用者に、ガソリン車利用者同様の燃料税相当の負担を求められていない現状について、公平性の観点から検討。

(7) 料金徴収の方法・料金設定

- 走行中給電・停車中給電について、
- ・ 給電状況を感じ、給電に応じて料金徴収できる仕組みを検討。
- ・ 家庭等での充電に係る料金との相違に留意した料金設定について検討。

今後の取組

※ 例えば、「大型車」や「高速道路」など、対象を絞り、重点を置いて、取組を進めることが考えられる。

(1) 道路の電化全般に関する取組

① 電動車のLCCO2排出量の再検証

電動車LCCO2排出量算定の前提条件は変化。
⇒ 随時、再計算を進め、応用度を高める。

② 事業主体の在り方の検討

立上段階、運用段階等の段階を念頭に置き、各主体によるコンソーシアムのあり方を検討。

③ 地域におけるモデルケースの検討

- ・ 自律的事業として確立しつつ、エネルギーの地産地消等を行うモデルケースを想定した検討。
- ・ 地域にエネルギーを最適供給することにより、地域に如何なる経済的メリットが生じるか検証。

④ 交通制御とエネルギー消費抑制の一体化に関する検討

- ・ 個々の自動車走行により得られるビッグデータを活用し、EVのエネルギー消費抑制の観点も取り入れた交通制御について検討。

⑤ ロードマップの作成

- ・ 日本では大規模なインフラ更新が必要な時期を迎えつつある。発電・蓄電設備や給電設備の整備は、道路の更新のタイミングと併せることが望ましい。

⑥ 情報の収集

- ・ 海外事例、先進的技術等、道路の電化に関連する情報を継続的に収集・分析。

(2) 走行中給電・停車中給電に関する取組

① 給電整備を含めたCO2削減効果の検証

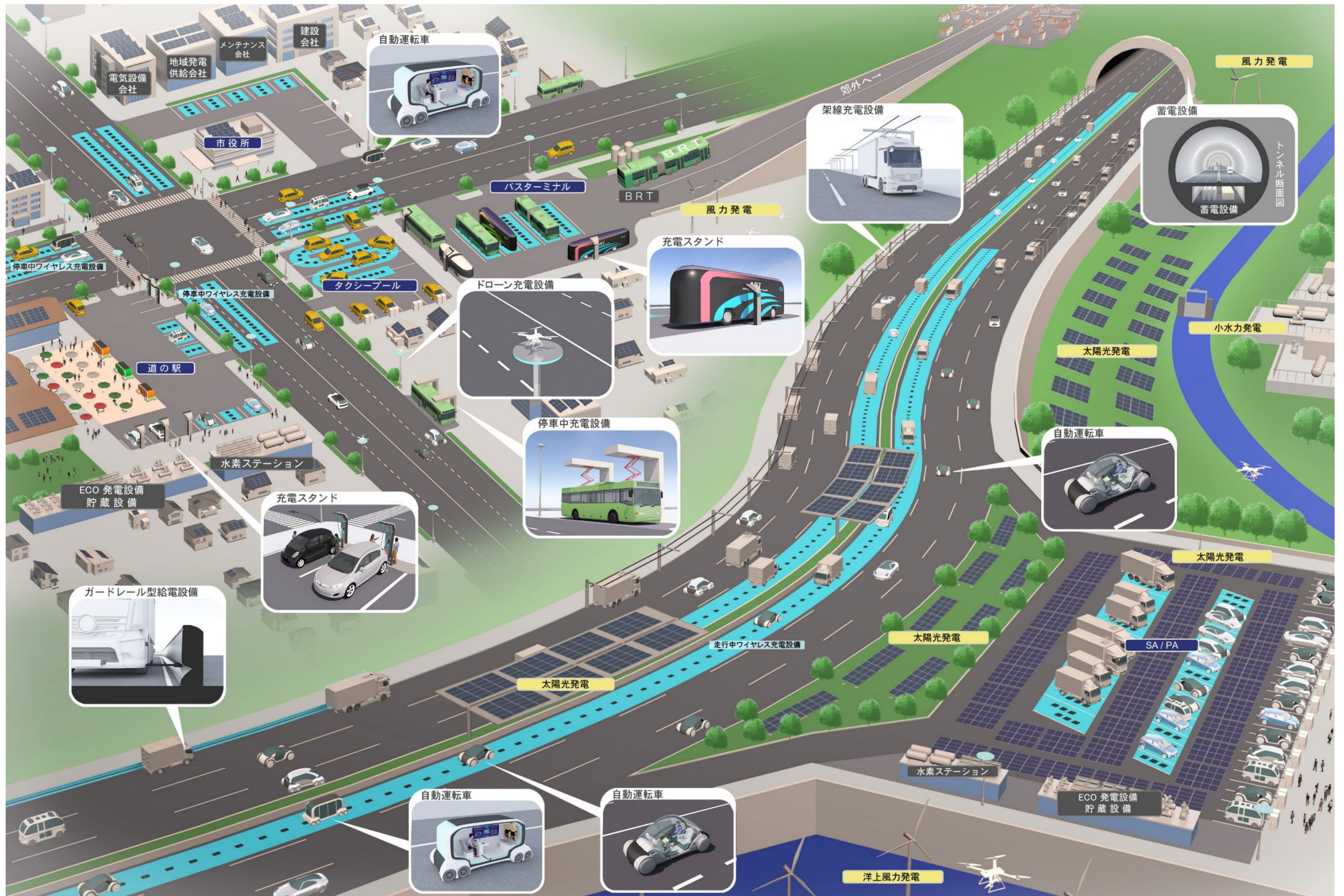
- ・ 給電設備整備によるLCCO2排出量増と、EVのバッテリー軽量化によるLCCO2排出量減を比較する等により、CO2排出削減効果を検証。

② 実証実験等の実施

③ リスクへの対応の検討

- ・ 給電設備の故障、サイバーインシデント対応等

(イメージ図) 近未来の道路交通とエネルギー



近未来の車・道路と関連産業に関する研究会

【研究テーマ1】 道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）

目 次

1. 研究の背景と目的	- 1 -
2. エネルギーをめぐる近年の動向と道路への影響	- 3 -
(1) 脱炭素社会へ向けた取組	- 3 -
① 世界的な動向	- 3 -
② 日本の動向/対応	- 4 -
(2) 脱炭素化に対応した国内エネルギー供給の変化	- 4 -
① 電源構成の変化	- 4 -
② 非電力エネルギーの活用	- 5 -
1) 水素	- 5 -
2) e-fuel	- 6 -
3) バイオ燃料	- 6 -
(3) 脱炭素化に貢献/対応できる道路のあり方	- 7 -
① 自動車の変容（電動化の進展予測等）	- 7 -
1) 電動車の現状	- 7 -
2) 自動車の電動化に向けた諸外国の現状・目標	- 7 -
3) 自動車の電動化によるライフサイクル CO2 排出量の削減	- 8 -
② 脱炭素化を促進する道路の可能性	- 9 -
3. 道路の電化についての検討	- 10 -
(1) 道路の電化の形態	- 10 -
① 道路における再生可能エネルギーを用いた発電・蓄電	- 10 -
1) 道路における再生可能エネルギーを用いた「発電」の必要性	- 10 -
i) 2030 年以降の電源構成が不透明な中での自動車の CO2 排出量の削減	- 10 -
ii) EV への給電集中による電力需給への影響	- 10 -
2) 道路における再生可能エネルギーを用いた「発電」の導入に向けた検討	- 11 -
i) 「年間消費電力」関係	- 11 -
ii) 「市場規模」関係	- 13 -
3) 「蓄電」についての検討	- 14 -
4) 事業主体について	- 14 -
② 給電	- 15 -
1) 充電設備の整備	- 15 -
2) 給電可能な道路・給電レーン（走行中給電・停車中給電への対応）	- 15 -
i) バッテリーの軽量化・長寿命化	- 16 -
ii) 設備設置場所等の制約への対応	- 17 -
iii) 太陽光により発電した電気を効率的に給電可能	- 17 -
iv) 自動運転 EV の効率的運行に貢献	- 17 -
3) 走行中給電・停車中給電設備の設置・管理	- 18 -
4) 国の計画等	- 18 -

(2) 道路の電化の更なる効果.....	- 19 -
① 再生可能エネルギーを活用した持続可能性社会の実現.....	- 19 -
(新たな産業の創出とエネルギーの地産地消)	- 19 -
② 災害時のリダンダンシーの確保等.....	- 19 -
③ バーチャルパワープラント (VPP) と連動した電力需給バランス調整.....	- 20 -
④ 共同住宅の居住者への EV 購入促進等.....	- 21 -
(3) 非電力エネルギーの活用.....	- 22 -
(参考) 道路以外の分野における脱炭素化の推進.....	- 22 -
4. 道路の電化の進め方のポイント	- 23 -
(1) 発電・蓄電設備の整備.....	- 23 -
(2) 地域への電力供給による事業主体の確立と電力需給マネジメントへの貢献	- 23 -
(3) 走行中給電・停車中給電設備の整備.....	- 23 -
5. 道路の電化の課題	- 25 -
(1) 事業主体・コスト・採算性.....	- 25 -
(2) 再生可能エネルギーによる電力供給の不安定性への対応.....	- 25 -
(3) 技術的課題.....	- 25 -
(4) 自動車／自動車の電動化に対応したインフラの規格の標準化.....	- 25 -
(5) 自動車の電動化に対応したインフラの制度的位置づけの整理.....	- 25 -
(6) EV 利用者の燃料税相当の負担	- 26 -
(7) 料金徴収の方法・料金設定.....	- 26 -
【料金徴収の方法・料金設定に関連する論点】	- 26 -
6. 今後の取組	- 27 -
(1) 道路の電化全般に関する取組.....	- 27 -
① 電動車の LCCO ₂ 排出量の再検証.....	- 27 -
② 事業主体のあり方の検討.....	- 27 -
③ 地域におけるモデルケースの検討.....	- 27 -
④ 交通制御とエネルギー消費抑制の一体化に関する検討.....	- 28 -
⑤ 「道路の電化」実現に向けたロードマップの作成.....	- 28 -
⑥ 情報の収集.....	- 28 -
(2) 走行中給電・停車中給電に関連する取組.....	- 28 -
① 給電整備を含めた CO ₂ 削減効果の検証.....	- 28 -
② 実証実験等の実施.....	- 28 -
③ リスクへの対応の検討.....	- 28 -
7. 結び	- 29 -

【関連資料】	- 33 -
パリ協定（概要）	- 35 -
パリ協定に基づく主要国・地域の温室効果ガス削減目標	- 36 -
2050 年カーボンニュートラルと 2030 年の新たな排出削減目標の表明	- 37 -
グリーン成長戦略（概要）	- 38 -
地球温暖化対策計画（概要）	- 39 -
日本の温室効果ガスの排出量	- 41 -
日本の CO ₂ の排出量	- 43 -
エネルギー基本計画（概要）	- 45 -
エネルギー基本計画（関連資料）	- 46 -
余剰電力の水素化による再生可能エネルギー発電ポテンシャルの最大限の活用 ...	- 47 -
水電解装置の活用	- 48 -
電解水素の供給の道筋	- 49 -
エネルギー基本計画（e-fuel・バイオ燃料関係）	- 50 -
電動車の種類・特徴	- 51 -
電動車の国内販売台数・乗用車全体の販売台数に占める割合の推移	- 52 -
各国の自動車の電動化の目標	- 53 -
主要国・地域における電気自動車（EV）の販売台数の推移	- 54 -
自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラル	- 55 -
自動車の LCCO ₂ 排出量の算定についての研究	- 56 -
次世代自動車の総合的な CO ₂ 排出量評価手法の構築（令和 4 年度新規事業・国土交通省自動車局）	- 58 -
太陽光発電舗装の例（外国）	- 59 -
太陽光発電舗装の例（国内）	- 61 -
高速道路における太陽光発電の例（国内）	- 63 -
太陽光発電・EV の普及による電力系統への影響に関する研究	- 64 -
自動車 EV 化した場合の年間消費電力及びその市場規模の試算	- 67 -
高速道路における太陽光発電導入ポテンシャルの計算（環境省）	- 68 -
道路管理における電力消費量・道路における再生可能エネルギー発電量	- 70 -
充電設備の整備（外国）	- 71 -
充電スポットの設置状況（国内）	- 72 -
充電器の整備状況（国内）	- 73 -
2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（充電器関係）	- 74 -
充電器の整備の促進（国内）	- 75 -
走行中給電の例（外国）	- 76 -
走行中給電の例（国内）	- 80 -
停車中給電の例（外国）	- 81 -
走行中給電に関する研究	- 84 -
走行中給電の導入に向けた国の計画等	- 91 -
再生可能エネルギーを活用したエネルギーの地産地消の取組例	- 92 -
2025 年大阪・関西万博における水素利活用策/プロジェクト提案書（概要）	- 95 -
V2H の例	- 96 -
災害時の EV の給電機能の活用	- 98 -
EV を活用した新たな地域エネルギーマネジメントの例（小田原市）	- 99 -

蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業（令和4年度事業 資源エネルギー庁）	- 102 -
電圧不安定現象に基づくEVの経路誘導についての研究	- 103 -
共同住宅の居住者とEVの購入との関係	- 104 -
空港分野における脱炭素化の推進（令和4年度事業 国土交通省航空局）	- 105 -
港湾におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組（令和4年度事業・国土交通省港湾局）	- 106 -
走行中給電等の実用化	- 109 -
「自動運転社会の実現を加速させる次世代高速道路の目指す姿（構想）」関連資料	- 113 -

1. 研究の背景と目的

2015 年 12 月、COP21 で採択されたパリ協定では、産業革命前からの世界の平均気温上昇を 2 度未満に抑え、1.5 度未満を目指すことが目標とされ、各国には、温室効果ガスの削減目標を作成し、その目標達成のための対策をとることが義務付けられた。

2016 年にパリ協定に批准した日本では、2020 年 10 月、当時の菅内閣総理大臣が、所信表明演説において、2050 年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする『2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現』を目指すことを宣言し、これを踏まえ、2021 年 6 月、関係省庁は、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定した。この中で、「自動車の電動化」に係る目標として、2035 年までに、乗用車の新車販売で電動車 100%を実現すること等が設定されている。

諸外国に目を向けても、「自動車の電動化」は、既に世界的な潮流となっており、自動車の電動化の対象に HV や PHV を含むか否かという点で各国の目標に相違はあるものの、今後、自動車の電動化は、急速に進んでいくことが想定される。

ところで、国内のエネルギー供給の変化をみると、2021 年 10 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」においては、「電源構成」の見通しとして、化石燃料（LHG、石炭、石油等）が占める割合を、2019 年度の 76%に対し、2030 年度は 41%に縮減することとしている。しかし、「カーボンニュートラル」の実現という観点では、この値は、十分に低い値とは言えず、また、特に、電気自動車（EV）が普及したとしても、電源構成における化石燃料割合が高ければ、直ちに CO2 排出量削減に繋がるとは限らない。

一方で、自動車の電動化を進めるに当たっては、EV も含む各電動車が、如何に CO2 排出量の削減に貢献するかについて把握することが重要であり、そのためには、各電動車の製造、運用、維持管理、廃棄等の各段階における CO2 排出量を合計した、ライフサイクル CO2 排出量を比較することが必要となる。

以上を踏まえると、自動車の電動化については、必ずしも EV のみに限定せず、他の各電動車の普及も視野に入れた検討が必要と考えられるが、その一方で、昨今の状況を踏まえると、EV の普及が世界的な流れとなることも想定される。

このため、本研究においては、主に、EV が普及する場合に道路がどのような役割を果たしていくことができるかについて、特に「発電・蓄電」及び「給電」の観点から検討を行うこととした。

まず、「発電・蓄電」の観点では、上記の電源構成における化石燃料割合の見通しや、EV が普及した場合の電力需要の拡大に伴う、特定の時間や場所における電力需要の逼迫等を勘案すると、EV に給電する電気は、道路又は道路近傍で独自に太陽光等の再生可能エネルギーを用いて発電した電気で購入することが望ましいと考えられる。

また、「給電」の観点では、EV は、家庭等での充電が可能である一方で、充電が集中する場合を想定し、目的地や経路地において、確実かつ迅速に給電を行うことのできる設備の整備が必要と考えられる。このため、「充電器」の整備のほか、ここでは「走行中給電・停車中給電」の導入を進めることを想定し、その導入によって期待される効果等について、整理することとした。

なお、「発電・蓄電」と「給電」については、一体的に設備の整備を進めていくことが重要であり、これらの設備により給電したEVについても、そのバッテリーを、災害時の非常用電源や、各家庭で一般に使用する家庭用電源として活用できるほか、再生可能エネルギーを用いた発電を通じたエネルギーの地産地消等の取組につなげることも考えられる。

この中間とりまとめは、このような考え方のもと、「テーマ1 道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）」作業チームにおいて、「発電・蓄電」の観点からは、太陽光等の再生可能エネルギーを用いた発電・蓄電の導入を、「給電」の観点からは、走行中給電・停車中給電の導入を中心に検討を行い、「道路の電化」の進め方、課題、今後の取組等について、とりまとめたものである。

2. エネルギーをめぐる近年の動向と道路への影響

(1) 脱炭素社会へ向けた取組

道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）についての検討に当たり、まず、国内外における脱炭素社会に向けた取組について概観する。

① 世界的な動向

脱炭素化に向けた世界的な取組としては、まず、「気候変動枠組条約」が挙げられる。

気候変動枠組条約は、1992年6月、ブラジルのリオ・デ・ジャネイロで開催された「環境と開発に関する国際連合会議（UNCED）」において、署名のために開放された環境条約であり、1994年3月発効。日本は、1992年署名、1993年5月批准している。

この条約では、温室効果ガス（CO₂等）の増加が地球を温暖化し、自然の生態系等に悪影響を及ぼすおそれがあることを、人類共通の関心事と確認し、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させ、現在・将来の気候を保護することを目指している。

また、①締約国の共通だが、差異のある責任、②開発途上締約国等の国別事情の勘案、③速やか、かつ、有効な予防措置の実施という原則のもと、先進締約国に対し、温室効果ガス削減のための政策の実施等が義務付けられている。

その後、1997年12月、京都で開催された「第3回気候変動枠組条約締約国会議（COP3）」において、気候変動枠組条約に関する議定書、所謂「京都議定書」が採択されている。

ここでは、温室効果ガス（CO₂等）について、先進国における削減率を1990年基準で国別に定め、約束期間内に目標値を達成することとされ、2008～2012年の間に、先進国全体の温室効果ガスの合計排出量を1990年基準で5%削減することを目指している。

さらに、2015年12月、フランスのパリで開催された「第21回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）」において、気候変動抑制に関する多国間国際協定、所謂「パリ協定」が採択されている。この協定には、気候変動枠組条約に加盟する全196カ国が参加しており、2016年11月発効している。日本は、同月、批准している。

ここでは、産業革命前からの世界の平均気温上昇を「2度未満」に抑え、「1.5度未満」を目指すことが目標とされ、各国には、温室効果ガスの削減目標を作成・提出・維持し、当該目標を達成するための国内対策をとることが義務付けられている。（目標の達成自体は義務とはなっていない。）

【関連資料】P35「パリ協定（概要）」

パリ協定に基づき、主要国は、温室効果ガス削減目標を設定しており、地球温暖化対策として、世界的に温室効果ガスの排出抑制が必要な状況となっている。

【関連資料】P36「パリ協定に基づく主要国・地域の温室効果ガス削減目標」

② 日本の動向/対応

日本は、当初、2030 年度に、2013 年度比で温室効果ガスの排出量を 26%削減することを目標としていた。

しかし、2020 年 10 月、菅内閣総理大臣（当時）が、所信表明演説において、所謂「2050 年カーボンニュートラル」を宣言し、さらに、2021 年 4 月、「気候サミット」において、2030 年度までに、2013 年度比 46%削減することを表明した。同時期に開催された、政府の地球温暖化推進本部においても、菅内閣総理大臣（当時）より、その旨の発言が行われている。

【関連資料】P37「2050 年カーボンニュートラルと 2030 年の新たな排出削減目標の表明」

これらを踏まえ、2021 年 6 月、関係省庁は、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定している。この中で、「自動車の電動化」に係る目標として、2035 年までに、乗用車の新車販売で電動車（*）100%を実現すること等が設定されている。

（*）「電動車」とは、電気自動車（EV）、ハイブリッド車（HV）、プラグインハイブリッド車（PHV）及び燃料電池車（FCV）とされている。

【関連資料】P38「グリーン成長戦略（概要）」

また、2021 年 10 月、新たに就任した岸田内閣総理大臣も、所信表明演説において、引き続き、2050 年カーボンニュートラルの実現について言及し、この目標は継続されている。

そして、同月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」においては、2030 年度の温室効果ガス排出量について、2013 年度比 46%削減のうち、運輸部門で 35%削減、エネルギー転換部門で 47%削減を目指すこと、自動車対策としては、乗用車の新車販売で、2030 年までに、次世代自動車（**）を 5 割～7 割とすること等が示されている。

（**）「次世代自動車」とは、電気自動車（EV）、ハイブリッド車（HV）、プラグインハイブリッド車（PHV）、燃料電池車（FCV）等とされている。

【関連資料】P39-40「地球温暖化対策計画（概要）」

（２） 脱炭素化に対応した国内エネルギー供給の変化

ここでは、国内エネルギー供給の変化について概観する。

① 電源構成の変化

日本の温室効果ガス総排出量のうち、CO₂ 排出量は、約 91%を占めている。

また、CO₂ 排出量のうち、エネルギー起源 CO₂ 排出量が、約 93%を占めており、さらに、エネルギー転換部門（発電所等）の CO₂ 排出量が、約 40%を占めている（電気・熱配分前）。

このように、温室効果ガスの中でも、特に、CO₂ の排出量、さらにはエネルギー起源の CO₂ 排出量の削減や、発電に係る CO₂ 排出量の削減は、重要と考えられる。

【関連資料】P41-42「日本の温室効果ガスの排出量」

P43-44「日本の CO₂ の排出量」

2021 年 10 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」における「電源構成」の見通しによれば、化石燃料（LHG、石炭、石油等）が占める割合は、2019 年度の 76%（LNG37%、石炭 32%、石油等 7%）から、2030 年度は 41%（LNG20%、石炭 19%、石油等 2%）に縮減することとされているが、「カーボンニュートラル」の実現という観点では、十分に低い値とは言い難い。

例えば、自動車の電動化において、電気自動車（EV）が普及したとしても、電源構成における化石燃料割合が高ければ、直ちに CO2 排出量削減に繋がるとは限らない。2030 年以後の電源構成の見通しや目標は、未だ示されていないが、「2050 年カーボンニュートラルの実現」に向け、電源構成における化石燃料割合をさらに低下させることも、検討していく必要があると考えられる。

【関連資料】 P45 「エネルギー基本計画（概要）」

P46 「エネルギー基本計画（関連資料）」

② 非電力エネルギーの活用

CO2 排出量の削減に向け、非電力エネルギーとして、水素、e-fuel 及びバイオ燃料の活用も検討されている。

1) 水素

水素は、石油製油所等で副生水素等が製造されるなど、多様なエネルギーから製造されるが、その中で、水を電気分解する「水電解装置」を用いれば、CO2 排出を伴わずに水素を製造することが可能である。

また、電気はバッテリーに蓄えることが可能であるものの、自然放電等を起こすため長期保存には向かない。そこで、この「水電解装置」を活用すれば、CO2 排出を伴わずに、余った電気を水素の形にして保存することが可能となる。

この技術により、再生可能エネルギーを用いて発電し、グリッドに供給する電気に余剰が生じる場合に、余った電気を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再生可能エネルギーを用いた発電のポテンシャルを最大限に活用することが可能となる。

資源エネルギー庁では、2030 年頃までの「余剰再エネ等を活用した水電解の立ち上がり」を想定しており、電解水素の製造コスト削減に向けた取組等について、検討が行われている。

このようにして蓄えた、所謂「電解水素」については、電力供給が不足するタイミングで水素発電に利用することで、電源構成における脱炭素化に貢献することも可能と考えられる。

【関連資料】 P47 「余剰電力の水素化による再生可能エネルギー発電ポテンシャルの最大限の活用」

P48 「水電解装置の活用」

P49 「電解水素の供給の道筋」

2) e-fuel

e-fuel は、再生可能エネルギーを用いて発電した電気を利用して、水電解することにより得られた水素と、産業の排出源から回収されるか、空気から直接回収された CO₂ とを反応させて得られた合成燃料と定義されている（欧州石油環境保全連盟）。

（京都大学大学院経済学研究科 再生可能エネルギー経済学講座 コラム一覧 No. 248 すれ違う日本と欧州の E-Fuel：日本のとるべき戦略

（https://www.econ.kyoto-u.ac.jp/renewable_energy/stage2/contents/column0248.html）をもとに当機構において整理。）

エネルギー基本計画においては、「e-fuel」ではなく、「合成メタン・合成燃料」という用語を用い、次のとおり規定されている。

「再生可能エネルギー由来等の水素と CO₂ を組み合わせることでカーボンニュートラルとみなし得る合成メタン・合成燃料は、既存のインフラや設備を利用可能であるため脱炭素化に向けた投資コストを抑制することができるとともに、電力以外のエネルギー供給源の多様性を確保することでエネルギーの安定供給に資する。」

その上で、大規模化・低コスト化といった課題が存在するため、技術開発や実証に取り組むことが必要であるとしている。

3) バイオ燃料

バイオ燃料は、バイオマス（生物資源）を原料とする燃料のことであり、現在、主に、次の3種類が利用されている。

- バイオエタノール … サトウキビ等を発酵・蒸留して製造されるエタノール。ガソリンとの任意の濃度での混合利用が一般的。
- バイオディーゼル … 菜種油などから製造されるディーゼルエンジン用燃料。軽油と混合して使用されるのが一般的。
- バイオガス … 家畜排泄物や食品廃棄物を発酵させたときに生じるガスから製造される。主な成分はメタンで、発電や熱供給に利用されるのが一般的。

バイオ燃料を燃焼させた場合にも、化石燃料と同様に CO₂ が発生するが、それは、元々、植物が、大気中 CO₂ を吸収・生長し、バイオマスを再生産したものであるため、全体として見れば大気中の CO₂ が増加することはない。このため、バイオ燃料は、カーボンニュートラルに貢献する燃料として位置付けられ、化石燃料を代替する燃料として、利用拡大が期待されている。（以上、国立研究開発法人国立環境研究所が運営する HP「環境展望台」掲載情報（<https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=107>）をもとに、当機構において整理。）

エネルギー基本計画においては、「燃料の脱炭素化を図っていくために、既存の燃料インフラや内燃機関等の設備を利用可能なバイオ燃料…等の選択肢を追求していくことも重要」と規定しており、「バイオエタノールやバイオディーゼルについては、引き続き、国際的な導入動向等を踏まえ導入の在り方を検討していく」としている。

【関連資料】P50「エネルギー基本計画（e-fuel・バイオ燃料関係）」

（３） 脱炭素化に貢献/対応できる道路のあり方

ここでは、（１）及び（２）を踏まえた「自動車の変容」と、「脱炭素化を促進する道路の可能性」について述べる。

① 自動車の変容（電動化の進展予測等）

１）電動車の現状

２．（１）②に記したとおり、日本の「自動車の電動化」に向けた目標としては、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」において、2035 年までに、乗用車の新車販売で電動車 100%を実現すること等が設定されている。

ここでいう「電動車」は、次の４種類である。

○電気自動車（EV）… 搭載されたバッテリーの電気を使い、モーターで走る。

蓄電量の大きい大型のバッテリーを搭載することとなる形態の走行には向かない。

○ハイブリッド車（HV）… 燃料としてガソリン等を使い、エンジンで走るほか、燃料を使って発電し、バッテリーに蓄電した電気を使い、モーターで走るため、一般的に燃費がよい。

○プラグインハイブリッド車（PHV）… HV と同様の機能で走行するが、外部からバッテリーへの充電が可能。

○燃料電池車（FCV）… 燃料として水素を使い、発電した電気を用いてモーターで走行する。

【関連資料】P51「電動車の種類・特徴」

2019 年の日本の自動車（乗用車）販売台数は、約 430 万台である。このうち、電動車（EV, HV, PHV, FCV）の販売台数は約 151 万台、乗用車全体に占める割合は約 35%となっているが、その殆どが HV となっている。

また、電動車の割合は、2010 年（約 12%）と比べ、3 倍以上に増加している。

【関連資料】P52「電動車の国内販売台数・乗用車全体の販売台数に占める割合の推移」

２）自動車の電動化に向けた諸外国の現状・目標

２．（１）①に記したとおり、世界的に温室効果ガスの排出抑制が必要な状況の中、諸外国に目を向けても、「自動車の電動化」は進展しつつある。

EU では、2035 年に、PHV 及び HV を含む内燃機関を持つ自動車の販売の禁止を表明し、特に EV の普及に力を入れている。また、中国では、2035 年の全車電動化（HV50%、EV, PHV, FCV50%）、米国では、2030 年の自動車販売について、EV, PHV, FCV50%とする目標が掲げられている。これに対し、日本は、EV、HV、PHV、FCV の４種全て電動車の対象として、電動化の目標（2035 年までに、乗用車の新車販売で電動車 100%）を設定している。

各国の目標を比較すると、「自動車の電動化」の対象に HV や PHV を含むか否かという点で相違がある。

【関連資料】P53「各国の自動車の電動化の目標」

電動車のうち、特に EV の販売状況を見ると、欧州・中国においては堅調に増加している一方、日本では、低水準で推移している。

【関連資料】P54「主要国・地域における電気自動車（EV）の販売台数の推移」

3) 自動車の電動化によるライフサイクル CO2 排出量の削減

自動車の電動化を進めるに当たっては、EV、HV、PHV 及び FCV が、それぞれ、如何に CO2 排出量の削減に貢献するかについて把握することが重要であり、そのためには、各々について、製造、運用、維持管理、廃棄等の各段階における CO2 排出量を合計した、ライフサイクル CO2 排出量（以下「LCCO2 排出量」という。）を比較することが必要となる。

【関連資料】P55「自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラル」

【研究事例紹介】

○電動車の LCCO2 排出量の算定に関する既存の研究として、「内燃機関自動車、ハイブリッド自動車、電気自動車、燃料電池自動車における車内空調を考慮した量産車両 LCCO2 排出量の比較分析」（慶応義塾大学大学院 石崎啓太（博士課程修了）SDM 研究所顧問 中野冠教授による研究）【2018 年 1 月 28 日日本機械学会論文集 Vo1.84 No.866 P1~16 掲載】がある。

○ここでは、日本においては、LCCO2 排出量を最も低く抑えることが可能な電動車は、HV となるという結果が示されている。

○これは、現在、日本の自動車の電動化の対象としている電動車に HV が含まれていることと整合している。

【関連資料】P56-57「自動車の LCCO2 排出量の算定についての研究」

しかしながら、例えば、

○グリッドで供給される電気の電源構成において、化石燃料の割合を抑えることができれば、グリッドの電気を給電する EV の運用段階の CO2 排出量を、低く抑えることが可能。

○バッテリー製造技術が向上すれば、バッテリー製造に伴う CO2 排出量を削減できるため、バッテリーを搭載する EV 等の製造段階の CO2 排出量を低く抑えることが可能。

○再生可能エネルギーにより発電した電気をを用いて製造した水素を充填することができれば、FCV の運用段階の CO2 排出量を低く抑えることが可能。

といったように、LCCO2 排出量の算定に当たっての前提条件が変わることによって、電動車の種類ごとの LCCO2 排出量も変わってくる。

今後、温室効果ガスの排出削減に向け、様々な取組が行われる中で、電動車の LCCO2 排出量の算定に当たっての前提条件も変わってくると考えられるため、随時、LCCO2 排出量の再計算を進め、その応用度を高めていくことが重要である。

なお、国土交通省自動車局では、令和 4 年度事業として、「次世代自動車の総合的な CO2 排出量評価手法の構築」を立ち上げ、各国がカーボンニュートラル政策を打ち出す中、国際的に議論が可能な客観的な CO2 排出評価手法（LCA モデル）を構築することとしている。

LCCO2 排出量の再計算を進めるに当たっては、当該事業における CO2 排出評価手法（LCA モデル）の構築に向けた検討状況にも留意する必要がある。

【関連資料】P58「次世代自動車の総合的な CO2 排出量評価手法の構築」

自動車の電動化を進めるとしても、特に EV については、給電する電気の電源構成において化石燃料の割合が高ければ、直ちに CO2 排出量削減に繋がるとは限らない。

このため、EV 化を進めるのであれば、EV に給電する電気について、電源構成における化石燃料割合を低下させることと併せて進めていく必要がある。

また、ガソリン車等を、HV、PHV へ早急に転換するための施策も、必要である。

② 脱炭素化を促進する道路の可能性

自動車の電動化を促進するためには、CO₂ の排出量の削減を図りつつ、電動車の動力源の供給環境を整えることが必要である。

- HV 及び PHV については、走行時のガソリン等の燃焼に伴う CO₂ の排出は不可避であることから、CO₂ 排出量の抑制の観点からは、少しでも燃費を向上させ、ガソリン等の燃料の使用を抑制することが必要となる。

HV 及び PHV へのガソリン等の給油は、既存のガソリン車と同様に、現在、ガソリンスタンド等において行われており、今後も継続するものと想定される。

- EV（及び PHV）の走行時に使用する電気は、現在、主にグリッドの電気が使われているが、CO₂ 排出量の抑制の観点からは、EV（及び PHV）の電費を向上させ、電気の使用を抑制するほか、給電する電気に、可能な限り、CO₂ 排出を伴わない、再生可能エネルギーを用いて発電した電気を使うことが考えられる。

また、EV（及び PHV）への給電は、現在、家庭や充電スポットにある充電器によって行われているが、1 回の給電に一定の時間を要することから、EV の普及が進展した場合、給電する時間や場所が集中すると、グリッドへの電力負荷が生じることが考えられる。このため、より迅速・円滑・効率的な給電を可能とする給電環境の整備について、検討を進めていく必要があると考えられる。

- FCV の走行時に使用する水素については、多様なエネルギーから製造可能であるが、その中で、CO₂ 排出量の抑制の観点からは、再生可能エネルギーを用いて発電した電気を使って、水電解装置により製造した水素を活用することが考えられる。

また、FCV への水素供給は、現在、水素ステーションにおいて行われているが、水素ステーションの数は、ガソリンスタンド等に比べて限られており、FCV の普及のためには、その数を増やしていくことが必要と考えられる。

道路は、自動車が直接走行する場所であり、道路及びその近傍は、動力源の供給環境を整える上で、一定の役割を果たすことが期待できる空間と考えられる。このため、今後、電動車の普及に向けて、道路のあり方について検討していくことが必要である。

その中で、EV の普及が、今後、世界的な流れになることも想定される。

そこで、3. 以下では、主に、EV が普及する場合に、道路がどのような役割を果たしていることができるかについて、「発電・蓄電」及び「給電」の観点から、検討を行うこととする。

なお、自動車については、今後、EV 化のみならず、シェアリングのほか、自動運転、コネクティッド等、様々な観点からの変化が想定される。このため、道路の電化に向けた取組を進めるに当たっては、3. 以下の検討のみならず、シェアリング等による車の使い方の変化の将来予測等に注目することも、重要となる。

3. 道路の電化についての検討

主に EV が普及する場合に、「発電・蓄電」及び「給電」の観点から、道路がどのような役割を果たしていくことができるかについて、検討する。

(1) 道路の電化の形態

① 道路における再生可能エネルギーを用いた発電・蓄電

1) 道路における再生可能エネルギーを用いた「発電」の必要性

i) 2030 年以降の電源構成が不透明な中での自動車の CO2 排出量の削減

電動車の LCCO2 排出量削減のためには、その製造、運用、廃棄等の各段階における CO2 排出量を削減することが必要となるが、「道路」は自動車が行き交う場所であるため、「道路の電化」は、主に、自動車の運用段階の CO2 排出量の削減に貢献するものとなる。

自動車の運用段階では、EV に給電する電気について、化石燃料を用いて発電したものを減らしていくことが望ましい。

しかしながら、2. (2)①に記したとおり、「エネルギー基本計画」における「電源構成」の見通しによれば、化石燃料（LHG、石炭、石油等）が占める割合は、2019 年度の 76%に対し、2030 年度は 41%となっており、「カーボンニュートラル」の実現という観点では、十分に低い値とは言いがたい。「2050 年カーボンニュートラルの実現」に向け、電源構成における化石燃料割合を、さらに低下させることも検討していく必要があると考えられるが、安定的な電力供給を前提としつつ、電源構成を巡る様々な環境変化の中で、今後の見通しは不透明である。

ii) EV への給電集中による電力需給への影響

EV の普及は、電力需要を拡大することが想定される。

EV に給電する電気は、現在、主にグリッドの電気が使われているため、EV が普及すると、例えば、EV で通勤する者の多くが、仕事が終わる、帰宅するタイミングや、ゴールデンウィーク等の EV の移動が集中する時期の観光地や高速道路の SA/PA など、多くの EV による充電が集中し、グリッドにおける電力需要が逼迫する事態が発生するおそれがある。

上記 i), ii) を踏まえると、EV に給電する電気については、グリッドから提供される電気のみで賄うのではなく、少しでも多く、独自に再生可能エネルギーを用いて発電した電気でも賄っていくことが望ましい。

なお、道路又はその近傍における、再生可能エネルギーを用いた発電の具体例は、関連資料 P59-63 のとおりである。

【関連資料】P59-60「太陽光発電舗装の例（外国）」

P61-62「太陽光発電舗装の例（国内）」

P63「高速道路における太陽光発電の例（国内）」

【研究事例紹介】

○EV への給電集中による電力需給への影響に関する研究として、大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 内田英明助教による、太陽光発電及び EV の普及による電力系統への影響に関する研究がある。

○この研究では、低炭素社会の実現に向け、太陽光等の再生可能エネルギーによる発電と、EV の普及を想定した上で、一定の地域を設定し、次のシミュレーションが行われている。

- ・EV の充電集中に伴うグリッドの電力需要逼迫

- EV 普及率 50% の場合、帰宅時間（17 時）以降の充電集中により、電圧降下幅が拡大し、基準電圧を下回る。

- ・太陽光等の再生可能エネルギーを用いた発電（PV）による電気をグリッドへ供給することによる電圧上昇

- PV 普及率 30% の場合、逆潮流はあっても、基準電圧は上回らない。

○この結果、EV の普及率が高まると、時間と場所によっては電力需要が逼迫する事態が生じることが想定されることが、示されている。

【関連資料】 P64-66 「太陽光発電・EV の普及による電力系統への影響に関する研究」

2) 道路における再生可能エネルギーを用いた「発電」の導入に向けた検討

日本のガソリン車及び軽油車を対象として、燃料消費量をもとに、燃料市場規模等を試算すると、揮発油税等の燃料税込で約 10.6 兆円、燃料税抜で約 6.4 兆円となる。

ここで、ガソリン車及び軽油車が全て EV に置き換わったと仮定した場合について、年間走行キロをもとに年間消費電力を算定すると、988 億 kWh/年となり、これは、日本の年間電力需要 10,240 億 kWh/年の 9.6% に相当する。また、市場規模は約 2.5 兆円となる。このうち、高速道路走行分に限ると、年間消費電力は、200 億 kWh/年、その市場規模は約 0.5 兆円となる。（ただし、この計算においては、大型車についても乗用車の電費 6.7km/kWh を用い、電気料金の単価は、家庭用電気料金の平均単価として 24.8 円/kWh を用いている。）

【関連資料】 P67 「自動車が EV 化した場合の年間消費電力及びその市場規模の試算」

i) 「年間消費電力」関係

ガソリン車及び軽油車が全て EV に置き換わったと仮定した場合の EV の年間消費電力のうち、高速道路走行分は約 200 億 kWh/年となるが、「令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書」（令和 2 年 3 月環境省）によれば、高速道路における太陽光発電導入ポテンシャルは、124 億 kWh/年となっている。

（なお、日本の道路面積は、約 110 万 ha であり、これは、国土面積の約 3 %、秋田県の面積に相当する。）

【関連資料】 P68-69 「高速道路における太陽光発電導入ポテンシャルの計算（環境省）」

この結果を比較すると、ガソリン車及び軽油車が全て EV に置き換わったと仮定した場合の高速道路走行分の消費電力を、全て、高速道路における太陽光発電により賄うことは難しいということになる。

しかし、両者の乖離は 2 倍以内に収まっており、また、環境省の調査が対象としている高速道路は高速自動車国道のみであって、高速自動車国道以外の高規格幹線道路等が含まれていない等の諸要因も踏まえれば、将来、EV の高速道路走行に係る消費電力について、高速道路又はその近傍における太陽光等の再生可能エネルギーを用いて発電した電気で賄っていくことができると考えられる。

なお、道路における再生可能エネルギーを用いた発電量（2020 年度）は 0.13 億 kWh/年にとどまっており、高速道路における太陽光発電ポテンシャル 124 億 kWh/年の 0.1%に過ぎない。また、この電力は、主に道路管理用に用いられているが、その消費電力 30 億 kWh/年（2013 年度）の 0.4%しか賄えない。（なお、高速道路会社の道路管理における消費電力 15.2 億 kWh/年（2013 年度））。

国土交通省は、道路インフラに使用する電力の再生可能エネルギーへの転換を進めることとしているが、この取組は、将来の EV 給電のため道路（近傍）における再エネ発電の導入に繋がっていくものと考えられる。

【関連資料】P70「道路管理における電力消費量・道路における再生可能エネルギー発電量」

＜参考 1＞「年間消費電力」について

ガソリン車及び軽油車が全て EV に置き換わったと仮定した場合の年間消費電力は、988 億 kWh/年であるが、これは、日本の年間電力需要 10,240 億 kWh/年（2019 年度）の 9.6%に相当する。また、高速道路走行分の年間消費電力は、200 億 kWh/年であるが、これは、日本の年間電力需要の 2.0%に相当する。

これに関し、「近未来の車・道路と関連産業に関する検討会 中間とりまとめ～近未来には道はこんなふうに使われる？～」(令和 2 年 6 月 一般財団法人道路新産業開発機構) P21 には、「仮に国内の乗用車と小型トラックがすべて電気自動車化されたと仮定すると、その電力需要は現在の総電力需要の約 8%…に相当すると試算される（野村総研の推計を援用）。」という記載がある。これは、野村総合研究所が計算した、EV を 6,500 万台と仮定した場合の年間消費電力 786 億 kWh/年が、日本の年間電力需要 10,300 億 kWh/年（2018 年度）の 7.6%に該当することについて、記載したものである。

今回の研究において算定した年間消費電力 988 億 kWh/年と、上記の野村総合研究所が推計した年間消費電力 786 億 kWh/年との相違は、前者が、自動車燃料消費量調査（令和 2 年度・2020 年度）におけるガソリン車及び軽油車の走行キロ用い、これらが全て EV 化した場合の値を計算しているのに対し、後者は、計算方法の詳細は不明ではあるものの、自動車燃料消費量統計年報（2016 年度）における自家用車のガソリン消費量を用いて推計している点にあると考えられる。

また、母数として用いている、日本の年間電力需要についても、前者では、2019 年度のデータを用いているのに対し、後者では、2018 年度のデータを用いている点で、異なる。

＜参考２＞「高速道路における太陽光発電導入ポテンシャル」について

「令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書」（令和２年３月環境省）では、過年度、環境省が行った再生可能エネルギーのポテンシャルの推計に係る算定方法・数値情報の見直しが行われており、その中で、道路における太陽光発電の導入ポテンシャルについても計算が行われている。

具体的には、次の手順で計算が行われている。

- ①統計データから得られる地域別の高速道路の法面面積等に、斜面の向き等を勘案して設定した設置係数を乗じて、地域別の太陽光パネル設置可能面積を算定。
- ②地域別の太陽光パネル設置可能面積に、太陽光パネルの発電性能に当たる単位面積当たりの設備容量を乗じて、地域別の導入ポテンシャル（設備容量：kW）を計算。
- ③地域別の導入ポテンシャル（設備容量：kW）に、地域別の日射量等を勘案して設定した発電量係数（kWh/kW/年）を乗じて、地域別の導入ポテンシャル（年間発電電力量：kWh/年）を計算し、その全ての地域の値を合計して、全国の導入ポテンシャル（年間発電電力量：kWh/年）を計算。

「道路」については、「統計データから得られる数値」として、SAの施設数、PAの施設数並びに高速道路の法面面積及び中央分離帯面積が用いられているが、このうち「高速道路の法面面積」をもとに計算した導入ポテンシャル（年間発電電力量）が118億kWh/年となり、道路全体の導入ポテンシャル（年間発電電力量）124億kWh/年の太宗を占めている。

なお、「高速道路の法面面積及び中央分離帯面積」は、国土交通省道路統計年報（H30）の「高速自動車国道」の道路敷面積、道路部面積及び車道部面積をもとに算定されており、高速自動車国道以外の高規格幹線道路等のデータは含まれていない。

【関連資料】P68-69「高速道路における太陽光発電導入ポテンシャルの計算（環境省）」

ii)「市場規模」関係

現在、ガソリン車等の燃料については、揮発油税等の燃料税が課されており、ガソリンの市場価格の約４割、軽油の市場価格の約３割を占めている。ガソリン等に係る燃料税は、かつては道路特定財源として位置付けられ、そこには、道路を使用する自動車の利用者が、道路の整備に要する費用を負担するという「受益者負担」の考え方があったと解されるが、一般財源化した現在でも、基本的には、この「受益者負担」の考え方は維持されていると考えられる。この「受益者負担」の考え方を踏まえると、EV利用者には、ガソリン車利用者同様の燃料税に相応する負担が求められていない現状について、公平性の観点から検討していくことが考えられる。

今般算定した、ガソリン車及び軽油車が全てEVに置き換わったと仮定した場合の年間消費電力の市場規模約2.5兆円は、燃料税抜の自動車燃料市場規模約6.4兆円よりも小さくなっている。これは、EVの給電に係る経費が、ガソリン等の燃料の給油に係る経費よりも安いことを意味している。

3)「蓄電」についての検討

道路又はその近傍に太陽光等の再生可能エネルギーを用いた発電設備を整備することを想定した場合、天候等による発電量の変動等にも適応し、安定した電力供給を行うためには、発電した電気を蓄電することも必要となる。

ところで、2.(2)①に記したとおり、電気は、バッテリーに蓄電しても、自然放電等を起こすため、電気の形のままでは長期保存には向かない。そこで、長期保存が必要となる電気については、「水電解装置」を活用し、水素の形にして保存することが考えられる。

ここで蓄えた、所謂「電解水素」は、そのまま、FCVへの充填に活用することも考えられ、また、電力供給が不足するタイミングで、改めて定置式燃料電池等を活用して、電気として利用することも考えられる。

なお、再生可能エネルギーを用いて発電し、グリッドに供給される電気に余剰が生じる場合、これを水素に変換し、貯蔵・利用することについて、資源エネルギー庁において検討が行われている。今後、その検討状況も注視しつつ、道路又はその近傍において、太陽光等の再生可能エネルギーを用いて発電した電気の「蓄電」のあり方について検討を進めることが考えられる。

4) 事業主体について

道路又はその近傍における太陽光等の再生可能エネルギーを用いた発電・蓄電設備の整備を促進するためには、これらの設備を活用した電力供給を、如何なる主体が、如何なる仕組みで行うかについて、検討を進めていく必要がある。

② 給電

EV への給電については、家庭等での充電が可能という点も踏まえつつ、目的地や経由地において、確実かつ迅速に給電を行うことのできる設備の整備が必要となる。

1) 充電設備の整備

欧州では、道路の路側駐車帯、駐車場等、道路沿いの空間を利用した場所に充電設備が整備されており、買い物や短時間の立ち寄りで充電が可能となっている。

【関連資料】P71「充電設備の整備（外国）」

一方で、日本には、専らガソリンの給油を目的とするガソリンスタンドと同様の充電専用の施設はないが、2019 年 3 月時点で約 18,000 か所の充電スポットが存在し、その数は、ガソリンスタンドの約 6 割に匹敵するとされている。具体的には、道の駅、高速道路の SA/PA、商業施設、コンビニエンスストア等に存在する。

【関連資料】P72「充電スポットの設置状況（国内）」

しかし、充電器の整備状況は、2021 年 3 月時点で、普通充電器約 8,000 基、急速充電器約 21,000 基、合計約 29,000 基となっており、ここ数年を見ると、横ばいとなっている。

【関連資料】P73「充電器の整備状況（国内）」

このため、国では、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」において、公共用の急速充電器 3 万基を含む充電インフラ 15 万基を設置し、2030 年までにガソリン車並みの利便性を実現すること等の目標を設定し、経済産業省においても、令和 3 年度補正予算において「クリーンエネルギー自動車・インフラ導入促進補助金」を措置し、充電インフラの整備を加速している。

【関連資料】P74「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（充電器関係）」
P75「充電器の整備の促進（国内）」

このような状況の中、SA/PA、道の駅等における充電器等の充電インフラの設置を、更に推進していくことが重要と考えられ、その際には、道路管理者等の公的主体が、より積極的な役割を果たしていくことが期待される。

2) 給電可能な道路・給電レーン（走行中給電・停車中給電への対応）

1) を踏まえ、ここでは、充電インフラとして、「充電器」以外の給電設備が必要ないかという観点から、走行中給電・停車中給電について、その導入のメリットを整理する。

なお、走行中給電・停車中給電は、それぞれ、次のような給電方法である。

○走行中給電

車両が道路を走行しながら（停車することなく）給電を行う手法であり、道路上空に設置した架線からパンタグラフ等を用いて給電する方式、道路側面に設置したガードレールにアーム上の受電装置を接触させて給電する方式、路面に設置したレール等に受電装置を接触させて給電する方式、路面下に設置したコイル等からワイヤレスで給電する方式等、

多様な方式の給電設備が研究されている。なお、既に実用化されている「トロリーバス」も、走行中給電の1形態と考えられる。具体例を、関連資料 P76-80 に掲載している。

【関連資料】 P76-79 「走行中給電の例（外国）」

P80 「走行中給電の例（国内）」

○停車中給電

バス停等、一時的に停車するタイミングで、接触充電又は非接触充電（ワイヤレス充電）を行うことにより、運送業務に支障のない形で充電頻度を高め、バッテリーの軽量化等を図る手法である。バスの例が多いが、タクシープール内で待機している間のタクシーや、信号待ちをする間の車両などへの活用も想定される。

なお、1)に記した充電器による充電も、自動車が停車して充電が行われるが、ここでは、停車中給電には含まない。

具体例は、関連資料 P81-83 に掲載しているが、このうち、関連資料 P83 に掲載しているスイス・シャフハウゼンにおける取組は、「路面電車」及び「トロリーバス」という「走行中給電」から、バス停等での「停車中給電」に移行した例である。

【関連資料】 P81-83 「停車中給電の例（外国）」

i) バッテリーの軽量化・長寿命化

走行中給電・停車中給電の活用は、EV のバッテリーの軽量化をもたらす。これにより、次の2点のメリットが生じると考えられる。

- 1 回の走行で大量の電気が必要となる車重の重い自動車や、長距離走行が必要となる自動車（大型トラック、バス等）について EV 化することを考えると、大型のバッテリーを搭載する必要が生じるため、輸送できる旅客や貨物の量が減り、電費が低下する。このため、これらの自動車は、一般に、EV には向かないと考えられる。

しかしながら、走行中給電・停車中給電を導入することにより、搭載するバッテリーを軽量化できれば、これらの自動車の EV 化に繋がることとなる。

上記の国内外における走行中給電・停車中給電の例は、主にこの観点から、導入又はその検討が進められているものである。

- バッテリーの軽量化は、EV の製造段階・運用段階双方での CO2 排出量削減効果をもたらし、製造コスト減にも繋がる。なお、このメリットは、大型トラック等のみならず、乗用車も含む EV 全般に及ぶメリットである。

また、走行中給電を活用すれば、常に満充電に近い状況を維持することができるため、バッテリーの長寿命化が期待できる。常に満充電に近い状態（SOC（Stage Of Charge：充電率）変動帯域が 20%以下）を維持した場合、停車中に給電する場合（SOC 変動帯域が 0~100%）と比較して、リチウムイオンバッテリーの劣化を抑制するという研究結果もある（注）。

バッテリーの長寿命化は、個々の EV のバッテリー更新や EV の買換頻度低減に繋がるため、全体として、EV の製造（更新）段階での CO2 排出量削減及び製造（更新）コスト減に繋がることとなる。

（注）「リチウムイオン電池の劣化のモデル化に関する研究－劣化加速試験一年経過自伝における報告－」

（加地健太郎等；自動車技術会論文集 2013 年 P432）

ii) 設備設置場所等の制約への対応

走行中給電・停車中給電の活用により、給電設備の設置場所等の課題の解決が期待できる。

EV への充電器による充電は、ガソリン車への給油と異なり、1 回当たり、相応の時間を要する。車載バッテリーに 80%の充電をする場合、1 回当たりの充電時間は、急速充電でも数十分から 1 時間程度、普通充電の場合は 10 時間程度の時間を要するものもある。さらに、EV が 1 回の充電で走行可能な距離も、一般的にはガソリン車に比べて短いため、より高い頻度での充電が必要となる。

このため、例えばゴールデンウィーク中の高速道路の SA/PA や観光地等では、充電を必要とする EV が集中し、充電スポットに充電待ちの EV が飽和する事態が生じることが考えられる。

この問題に「充電器」で対応するとすれば、相当多くの充電器の整備が必要になると考えられるが、設置場所等の制約から十分な量の充電器を整備できるかは、不透明である。

(次頁「研究事例紹介」に記す、東京理科大学理工学部電気電子情報工学科の居村岳広准教授による研究例を参照)

しかし、走行中給電・停車中給電設備は、自動車が行く又は停車する道路、駐車場等に整備することとなるため、「充電器」の場合に生じる設置場所等の課題を解消することができる。

iii) 太陽光により発電した電気を効率的に給電可能

3. (1)③に記したとおり、電気は、バッテリーに蓄電しても、自然放電等があり、長期保存に向かないため、発電と給電のタイミングを一致させることが望ましい。

しかし、家庭等の充電器を活用する場合、EV を使用しない夕方、夜間、早朝等の充電が想定されるが、これは、太陽光発電のピークとなる昼間とは、一致しない。

走行中給電・停車中給電を活用すれば、EV の運行中の給電が可能となり、太陽光発電のピーク時である昼間、給電を行うことができる。このため、太陽光により発電した電気を、効率的に給電することが可能になると考えられる。

iv) 自動運転 EV の効率的運行に貢献

繰り返しとなるが、走行中給電・停車中給電を活用すれば、EV の運行中の給電が可能となる。

将来、自動運転の EV が普及する際、これらを効率的に運行させるためには、充電時間を短縮することが有効である。ここで、例えば、高速道路に走行中給電が導入されていれば、EV の運行中に給電が行われるため、充電時間を短縮できる。また、タクシープール内で待機している間のタクシーと同様に、自動運転の EV が運行中に一時的に待機する場合、当該待機場所に停車中給電を導入することによっても、充電時間を短縮できる。

このように、充電時間を短縮することで、自動運転の EV の稼働時間を増やすことが可能となり、その効率的な運行に資することとなる。

【研究事例紹介】

○走行中ワイヤレス給電に関する研究として、東京理科大学理工学部電気電子情報工学科の居村岳広准教授による研究がある。

○居村准教授は、EV の大量普及後の未来像として、

①大容量の電池搭載を目指す EV 社会

②必要最小限の電池搭載＋ワイヤレス走行中給電＋太陽光発電を目指す社会

があり、②の方が、上記のような充電スポットの飽和問題を解消できるほか、電池生産用のリチウムやコバルトの生産問題にも対応でき、さらに、バッテリーの製造コストの減が大きく、ワイヤレス走行中給電設備を整備するとしても、社会全体としてのコストダウンを図ることが可能として、②の未来像を推奨している。

○その一方で、ワイヤレス走行中給電について、次のような技術的な課題も掲げ、その解決を目指している。

○互換性と金属異物検出への対応

○コイル上を一瞬で過ぎ去る EV に給電するための協調制御

○停車中給電よりも大きい、給電に必要となる電力（10 倍程度）への対応が必要（発熱、漏洩電磁波対策等）

【関連資料】 P84-90 「走行中給電に関する研究」

3) 走行中給電・停車中給電設備の設置・管理

走行中給電・停車中給電設備は、道路に設置されるため、道路に関わる者は、今後、走行中給電・停車中給電設備に関する諸外国を含めた各主体の動きを注視しつつ、適切な設置・管理に向けた議論を深めていく必要がある。その中で、道路管理者等の公的主体の役割と責任についても、検討する必要がある。

また、走行中給電・停車中給電設備の設置・管理は、太陽光等の再生可能エネルギーを用いた「発電・蓄電」に向けた取組と、一体的に進めていくことが重要である。

4) 国の計画等

走行中給電・停車中給電については、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」、「地球温暖化対策計画」、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」等に、「走行中給電技術の研究支援」の推進等の記載が盛り込まれ、今後の研究開発支援の方向性が示されている。

【関連資料】 P91 「走行中給電の導入に向けた国の計画等」

(2) 道路の電化の更なる効果

① 再生可能エネルギーを活用した持続可能性社会の実現

(新たな産業の創出とエネルギーの地産地消)

3. (1)②③に記したとおり、再生可能エネルギーを用いた「発電・蓄電」に向けた取組と、「給電」に向けた取組とは、一体的に進めていくことが重要であるが、その上で、自律的な事業として確立していく必要がある。

その際、再生可能エネルギーを用いて発電・蓄電した電気を、EV への供給のほか、地域産業のために活用したり、グリッドに供給したりすることによって、持続可能性社会の実現に資することが期待される。

このような観点も踏まえつつ、今後、如何なる主体が、如何なる仕組みで事業を進めることが適切について、検討を進めていく必要がある。

なお、参考となる取組として、再生可能エネルギーを用いた発電を通じた地産地消型エネルギーの取組例を、関連資料 P92-94 に掲げる。

【関連資料】P92-94「再生可能エネルギーを活用したエネルギーの地産地消の取組例」

道路又はその近傍での発電・蓄電設備及び給電設備の整備により、その維持管理、更新等新たな業務も必要となり、それまで地域になかった「雇用」が創出され、地方への移住・定着等、地方創生に貢献するという効果も期待される。

また、3. (1)①③に記したとおり、「蓄電」については、長期保存が必要となる電気について、「水電解装置」を活用し、水素の形にして保存することが考えられるが、この水素の活用方策に関する参考情報として、H2Osaka（エイチツーオオサカ）ビジョン推進会議が、令和2年8月、公益社団法人2025年日本国際博覧会協会に提出している「2025年大阪・関西万博における水素利活用策／プロジェクト提案書」がある。関連資料 P95 に、その提案の概要を掲げる。

【関連資料】P95「2025年大阪・関西万博における水素利活用策/プロジェクト提案書(概要)」

② 災害時のリダンダンシーの確保等

道路又はその近傍において太陽光等の再生可能エネルギーを用いて発電・蓄電した電気をEVに充電すると、その充電した電気は、災害時の非常用電源や、各家庭で一般に使用する家庭用電源として活用することができる。この技術は、既に、トヨタ自動車の「クルマ de 給電」のように、V2H（Vehicle to Home）として実用化されている。関連資料 P96-97 に、その概要を掲げる。

【関連資料】P96-97「V2Hの例」

日産自動車においては、災害時の給電においてEVを活用するための地方自治体との連携協定を拡大するなど、災害時のEVの給電機能の活用に向けた取組を進めている。このような取組は、今後のEV化を加速することも考えられる。関連資料 P98 に、その関連情報を掲げる。

【関連資料】P98「災害時のEVの給電機能の活用」

③ バーチャルパワープラント（VPP）と連動した電力需給バランス調整

更なる脱炭素化という観点では、蓄電池としてのEV利用をさらに広げ、バーチャルパワープラント（VPP）と連動した電力需給バランス調整を図るという取組が考えられる。

即ち、EV 充電集中による電力需要逼迫を回避しつつ、EV のバッテリーを VPP として活用し、電力需給バランス調整を図るという取組であり、ここでは、小田原市の取組例の概要を、関連資料 P99-101 に掲げる。

【関連資料】P99-101「EV を活用した新たな地域エネルギーマネジメントの例（小田原市）」

この取組例では、そのバッテリーを VPP として活用する EV は、カーシェアに用いる EV のみとなっているが、これを、今後、地域全体の EV に広げていくことも考えられる。

資源エネルギー庁も、令和 4 年度の事業として、「蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業」の中で、「ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証」を支援することとしている。

【関連資料】P102「蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築実証事業」

また、電圧不安定現象に基づく EV の経路誘導についての研究も進められている。

【研究事例紹介】

○3. (1)①1)において、太陽光発電及び EV の普及による電力系統への影響に関する研究について紹介した、大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻 内田英明助教は、EV の普及による電力系統への影響の双方向連成モデルへの拡張（電圧不安定現象に基づく EV の経路誘導）について研究を行っている。

○EV 充電を電力系統のインプットとし、電圧不安定現象をシミュレーションする手法が「片方向連成モデル」であるのに対し、電力系統における制御を交通側にも拡張し、同時に実施する手法が「双方向連成モデル」であり、このモデルについて、さらに、交通と系統という単一システムの相互作用のみならず、都市の様々な要素がエネルギー的に関係し合う仕組みについて研究を進められている。

○この中で、EV に関しては、「電池」としての役割が求められる充電インフラの配置・制御が期待され、具体的には、充電の出力抑制やプライシングによる系統への調整力の供出などが想定されている。

【関連資料】P103「電圧不安定現象に基づく EV の経路誘導についての研究」
(交通-都市-電力の 3 連成システムモデリング)

④ 共同住宅の居住者への EV 購入促進等

EV の購入者の住まいは 9 割が戸建であり、共同住宅は 1 割に過ぎない。日本の住宅事情や EV 試乗希望者の住まいについては、4 割が共同住宅であることと比較すると、共同住宅の居住者による EV の購入は進んでいない。この原因の 1 つとして、共同住宅の居住者には、家庭での EV への充電が難しいという事情があると考えられ、共同住宅の駐車場等への充電器の整備の促進も、必要とされている。

【関連資料】 P104 「共同住宅の居住者と EV の購入との関係」

ここで、道路におけるワイヤレス走行中給電・停車中給電設備の整備が進めば、その技術を活用して、共同住宅の駐車場等にワイヤレス停車中給電設備の整備が促進され、共同住宅の居住者による EV の購入を促進することに繋がることも考えられる。

このように、道路における走行中給電・停車中給電設備の整備を進めることによる効果は、道路以外の地域や生活の場面に及ぶことも考えられる。

(3) 非電力エネルギーの活用

非電力エネルギーの活用については、2. (2)②に記したが、「自動車」への供給という点では、水素については、FCV や水素エンジン自動車への供給が、また、e-fuel やバイオ燃料については、ガソリンや軽油への混合利用・代替利用が考えられる。

水素、e-fuel 及びバイオ燃料の活用に向け、「道路」という観点から、今後、何ができるかを考えつつ、各主体による検討を注視していくことが重要である。

(参考) 道路以外の分野における脱炭素化の推進

道路以外の分野においても、脱炭素化の推進に向けた取組が進められているが、ここでは、空港分野及び港湾分野における、脱炭素化に向けた国土交通省の令和4年度事業について紹介する。

○空港分野

空港分野における脱炭素化については、「空港のカーボンニュートラル化」と「空港によるカーボンニュートラル化」に区分し、「空港のカーボンニュートラル化」については、「空港施設・空港車両からのCO₂排出削減」に向けた照明・灯火のLED化や空港車両のEV・FCV化の促進、「航空機からのCO₂排出削減」に向けたGPU（駐機中の電力供給装置）の利用等が掲げられている。

また、「空港によるカーボンニュートラル化」については、空港周辺地域との連携や、災害時のレジリエンスの強化の観点も重視しつつ、「空港の再生可能エネルギー拠点化」に向けた「太陽光発電等の再生可能エネルギーによる発電設備の導入」を推進することされているが、これは、本中間とりまとめで扱う「道路の電化」の空港版とも言えるものであり、「空港によるカーボンニュートラル化」については、今後の取組について注視しつつ、「道路の電化」に向けた取組の参考としていくことが考えられる。

【関連資料】P105「空港分野における脱炭素化の推進」

○港湾分野

「港湾におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組」として、様々な施策が掲げられているが、その中で、「船舶への陸上電力供給の推進」、「水素等の活用の検討」、「洋上風力発電の導入促進」等について、今後の取組に注視しつつ、「道路の電化」に向けた取組の参考としていくことが考えられる。

【関連資料】P106-108「港湾におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組」

4. 道路の電化の進め方のポイント

発電・蓄電設備及び給電設備の整備は、EVの普及状況に応じて、段階的に進めていくことが想定される。ここでは、想定される進め方のポイントについて、整理する。

（１） 発電・蓄電設備の整備

EVの普及に伴う電力需要の増大に対応し、既に進められている、駐車場、生活道路近傍等の充電スポット・充電器の整備を継続させるとともに、グリッドへの負荷を低減させるため、道路又はその近傍において、太陽光等の再生可能エネルギーを用いた発電・蓄電設備を整備し、充電スポット・充電器との連動を図る。

その際、余剰電力については、「水電解装置」を活用し、水素の形にして保存し、FCVに供給するか、電力供給が不足するタイミングで、定置式燃料電池等を活用して再電化し、利用することが考えられる。

（２） 地域への電力供給による事業主体の確立と電力需給マネジメントへの貢献

（１）と併せて、発電・蓄電設備の整備により供給可能となる電力は、EVのみに供給するのではなく、地域の電力需給バランスも勘案しつつ、地域に供給し、電力需給マネジメントに貢献する。これにより、発電・蓄電設備及び給電設備の整備・運用に係る採算性を確保し、自律的な事業として確立することが考えられる。

また、当該地域の持続可能性社会の実現（新たな産業の創出やエネルギーの地産地消）に繋げ、「雇用」創出による地方への移住・定着等、地方創生にも貢献する。

（３） 走行中給電・停車中給電設備の整備

さらに、充電スポット・充電器以外の給電設備、即ち、走行中給電・停車中給電設備を、EVの普及状況に応じ、段階的に進めることが考えられる。

具体的には、EVの普及状況に応じ、道路における電力消費量の増大に合わせて、技術やコストを検討しながら、次のような順序で進めることが考えられる。

（段階１）早期に自動運転車両の導入が進むと言われている限定地域を対象に、走行中給電・停車中給電を導入。

具体的には、飛行場、大規模施設、大規模工場、大学等の施設内での周遊バスを想定。

（段階２）バスプールやタクシープールなどの限られた車両を対象に、走行中給電・停車中給電を導入。

例えば、先行するバスで乗客が乗降するのを待つ後続バスや、少しずつ移動しながら順番に待機しているタクシーに対する給電での導入を想定。

（段階３）技術的な成熟や社会受容性の高まりも踏まえつつ、高速道路（本線及びSA/PA）や幹線道路交差点等への公道に、走行中給電・停車中給電を導入。

【関連資料】P109-112 走行中給電等の実用化

また、走行中給電・停車中給電設備についても、再生可能エネルギーを用いた発電・蓄電設備との連動を図る。

なお、道路規格、交通量や走行パターンに応じた給電設備の形態（どのような道路・場所に、どのような給電設備を導入するか。）としては、次のような整理が考えられる。

- ・ 高速道路（長距離高速走行が想定される道路）
 - 走行中給電設備を導入した「給電レーン」を整備
- ・ 幹線道路及びその近傍（都市型走行が想定される道路）
 - 停車中給電設備を導入した「給電区域」を整備
（バス停、タクシープール等、一定時間停車が想定される場所に整備）
- ・ 生活道路及びその近傍、山間部の道路の起終点
 - 「充電スポット・充電器」を整備

上記の段階 1 のみならず、公道への導入段階（段階 2、段階 3）においても、自動運転車が走行する道路（高速道路等）については、優先して走行中給電を導入すると、より効果が高まると考えられる。

走行中給電・停車中給電に係る技術や設備整備に係るコストの検討に当たっては、走行中給電・停車中給電の活用により、EV に求められるバッテリーの軽量化が想定されることにも、留意する必要がある。

なお、EV の普及の進展は、自動車の大きさや用途によっても異なり、それに応じて、走行中給電・停車中給電の必要性も異なってくることが考えられる。

例えば、乗用車であっても、日々の自宅周辺の買い物等、短距離で利用する場合、EV には蓄電量の小さいバッテリーを搭載し、家庭等での充電で足りることが想定されるが、週末の趣味、小旅行等、中距離利用する場合、ある程度蓄電量のあるバッテリーが必要になると考えられる。一方で、長距離の移動するトラック、バス等の大型車については、EV を普及させるためにはバッテリーの軽量化は不可欠と考えられ、走行中給電・停車中給電の必要性も高いと考えられる。

また、公道への走行中給電・停車中給電の導入が行われる「段階 3」の中でも、特に、長距離走行に対応するという観点から、高速道路（本線及び SA/PA）での導入効果が期待され、先行して走行中給電・停車中給電設備の整備が進むことも考えられる。

走行中給電・停車中給電設備の整備の進め方については、このような視点も踏まえつつ、上記の整理について、随時、再検証を行っていくことが望ましいと考えられる。

5. 道路の電化の課題

(1) 事業主体・コスト・採算性

発電・蓄電設備及び給電設備を一体的に整備し、これらの整備・維持管理費用を含む発電コスト等を踏まえた採算性を確保しつつ、自律的な事業として確立することが必要である（(7)と関連）。

国、地方公共団体、高速道路会社、電力会社等、様々な主体が関わり、地域社会に貢献し、持続可能性社会の実現に資するという観点も踏まえ、如何なる事業主体が適切かについて、検討する必要がある。

走行中給電・停車中給電設備については、道路上に設置されるため、道路に関わる者は、発電送電事業者等の民間主体も含め、適切な設置・管理主体について議論を深めるとともに、道路管理者等の公的主体の役割・責任について、検討する必要がある。

(2) 再生可能エネルギーによる電力供給の不安定性への対応

道路又はその近傍における太陽光等の再生可能エネルギーによる発電は、天候等に左右され、安定供給に課題を残す可能性がある。電力供給の安定性は、EVに求められるバッテリー容量にも影響するため、安定供給に向け、蓄電設備を整備したり、発電した電力を水素の形にして保存したりすることで、発電不足時に対応するなど、電力供給の安定性確保に向けた取組について、検討する必要がある。

(3) 技術的課題

太陽光等の再生可能エネルギーによる電力供給の不安定性に対応するため、蓄電設備の整備や、発電した電気を水素の形にして保存することを検討する必要がある。しかし、バッテリーに電気を蓄電しても、自然放電等があるため、長期保存には向かず、「水電解装置」を活用して水素の形にすることについても、コスト等の課題があるため、これらを解決する技術の開発が必要である。

ワイヤレス走行中給電については、3. (1) ②2)に記したとおり、次のような技術的な課題を解決する必要がある。

- 互換性と金属異物検出への対応
- コイル上を一瞬で過ぎ去るEVに給電するための協調制御
- 停車中給電よりも大きい、給電に必要な電力（10倍程度）への対応が必要（発熱、漏洩電磁波対策等）

また、舗装や道路構造との関係では、アスファルト舗装は、熱により柔らかくなる特徴があるため、耐久性に課題があり、コンクリート舗装は、鉄筋がワイヤレス給電の機能の支障になるという課題が想定される。これらの課題の解決も必要である。

(4) 自動車／自動車の電動化に対応したインフラの規格の標準化

走行中給電・停車中給電については、給電を行う道路インフラ規格を統一するのみならず、EVの受電設備の規格を統一する必要がある。

(5) 自動車の電動化に対応したインフラの制度的位置づけの整理

発電・蓄電設備及び給電設備を、道路附属物とするか、占用物とするか等について、整理する必要がある。

(参考) 自動運転車の運行を補助する施設(磁気マーカー等)は、道路附属物に位置づけられている。

(6) EV 利用者の燃料税相当の負担

EV の利用者も、ガソリン車の利用者と同じ、道路利用者であるが、3.(1)①2) ii) に記したとおり、EV の給電に係る経費は、ガソリン等の燃料の給油に係る経費よりも安い。

道路の利用者が道路整備費用を負担するという「受益者負担」の考え方を踏まえると、EV 利用者には、ガソリン車利用者同様の燃料税に相当する負担が求められていない現状について、公平性の観点から検討していくことが考えられる。(7) と関連)。

(7) 料金徴収の方法・料金設定

走行中給電・停車中給電の場合、給電状況を検知し、その給電に応じた料金を徴収できる仕組みを検討する必要がある。

また、EV への給電は、家庭等でも行われるため、家庭等での充電に係る料金と、走行中給電・停車中給電による給電に係る料金との相違に留意した料金設定についても、検討する必要がある。(1), (6) と関連)

【料金徴収の方法・料金設定に関連する論点】

「道路の電化」による給電設備からの EV への給電料金の設定に際しては、

- 1) (1) に記した、発電・蓄電設備及び給電設備の整備・維持管理費用を含む発電コスト等を含めた採算性の観点
- 2) (6) に記した、道路の利用者が道路整備費用を負担するという「受益者負担」の考え方を踏まえた、燃料税相当の負担の観点

から、「発電・蓄電設備及び給電設備」及び「道路」の整備・維持管理費用に相当する負担を求めていくことも考えられる。

一方で、家庭等における EV への給電料金は、家庭用電気料金として徴収され、現状でも、これらの負担は求められていないこととのバランスを考えると、これら全てを給電料金と一体で負担を求めることが妥当か、検討する必要がある。

例えば、2) の「道路」の整備・維持管理費用については、何らかの形で全ての EV の利用者に負担を求めていくこととする場合、給電場所がどこであるか(家庭等か、街の給電スポットか、道路の電化による給電設備か)とは関係なく、車両の大きさや、走行距離に応じた負担を求めることが考えられるため、給電料金からは切り離して負担を求める方法を検討することも考えられる。

一方、1) の「発電・蓄電設備及び給電設備」の整備・維持管理費用については、これらの設備を用いた給電を行った場合についてのみ、その給電に応じて EV の利用者が負担することが考えられるため、家庭等における EV への給電とは切り離し、「道路の電化」に係る給電設備からの EV への給電料金と一体で負担を求めることが考えられる。

なお、「道路の電化」に係る給電設備からの EV への給電料金は、家庭用電気料金より高額となることも想定されるが、この金額の差が大きければ、当該給電設備の利用者が減り、「道路の電化」の効果が縮減することにも繋がりがかねない。

以上のような観点も踏まえつつ、具体的な検討を進めることが考えられる。

6. 今後の取組

今後の更なる検討に当たり、次の取組を進めることが考えられる。

なお、4. で述べたとおり、EV の普及の進展は、自動車の大きさや用途によっても異なり、それに応じて、走行中給電・停車中給電の必要性も異なってくることが考えられる。また、道路の種類によっても、例えば、高速道路（本線及びSA/PA）において、先行して、走行中給電・停車中給電設備の整備が進むことも考えられる。

このような観点から、今後の取組を進めるに当たっては、車や道路の種類によって、望ましい給電の仕方も異なってくるとも想定しつつ、例えば、「大型車」や「高速道路」を対象とするなど、対象を絞り、重点を置いて取組を進めていくことが考えられる。

その際、例えば「高速道路」を対象とするのであれば、東日本高速道路株式会社が、令和3年4月にとりまとめた「自動運転社会の実現を加速させる次世代高速道路の目指す姿（構想）」など、先行研究についても参考としていくことが考えられる。

【関連資料】P113「自動運転社会の実現を加速させる次世代高速道路の目指す姿（構想）」
関連資料

（１） 道路の電化全般に関する取組

① 電動車の LCCO2 排出量の再検証

2. (3)①3)に記したとおり、今後、温室効果ガスの排出削減に向けて様々な取組が行われる中で、電動車の LCCO2 排出量の算定に当たっての前提条件も変わってくると考えられるため、随時、LCCO2 排出量の再計算を進め、その応用度を高めていくことが重要である。

その際、2. (3)①3)に記した、国土交通省自動車局による CO2 排出評価手法（LCA モデル）の構築に向けた検討状況にも留意する必要がある。

② 事業主体のあり方の検討

5. (1)に記した「事業主体」について、事業の立上段階、運用段階等の段階を念頭に置きつつ、道路管理者、高速道路会社、自動車メーカー、エネルギー事業者、決済事業者等によるコンソーシアムのあり方について検討を進めることが考えられる。

③ 地域におけるモデルケースの検討

5. (1)に記した「事業主体」や「採算性」に関連し、自律的な事業として確立しつつ、地産地消によるエネルギー循環モデルとして成り立つか等、モデルケースを設定した検討を進めることが考えられる。その際、特に、地方部において、必要に応じて、太陽光のみならず、風力等の他の再生可能エネルギーを用いることも想定しつつ、事業として確立するためには、どの程度の規模が必要となるかについて、試算していくことが考えられる。

また、高速道路の SA/PA における取組について、モデルケースを検討し、高速道路会社等に提案していくことも考えられる。

さらに、特定の地域において、具体的な発電・蓄電設備及び給電設備の形態を想定し、地域にエネルギーを最適供給することにより、地域に如何なる経済的メリットが生じるかを検証することが考えられる。

④ 交通制御とエネルギー消費抑制の一体化に関する検討

交通制御とエネルギー消費抑制の一体化として、今後、個々の自動車の走行により得られるビッグデータを活用することにより、EV のエネルギー消費抑制の観点も取り入れた交通制御について、検討を進めることが考えられる。

⑤ 「道路の電化」実現に向けたロードマップの作成

「道路の電化」について、どのタイミングで如何なる技術の実装を目指すか等、ロードマップを作成することが考えられる。

なお、日本では、大規模なインフラの更新が必要となる時期を迎えつつある。道路又はその近傍における太陽光等の再生可能エネルギーを用いた発電・蓄電設備、走行中給電・停車中給電設備等の整備は、そのライフサイクルコストの低減や、整備そのものに伴う CO2 排出量削減の観点からも、できるだけ、道路の更新のタイミングと併せて行っていくことが望ましいと考えられる。

⑥ 情報の収集

海外事例、先進的技術等、道路の電化に関連する情報を継続的に収集・分析することが考えられる。

（２） 走行中給電・停車中給電に関連する取組

① 給電整備を含めた CO2 削減効果の検証

走行中給電・停車中給電設備の整備、維持管理、廃棄等の各段階における CO2 排出量の増と、これに伴い想定される EV のバッテリー軽量化による CO2 排出量の減を比較する等により、走行中給電・停車中給電の導入による CO2 排出削減効果を検証することが考えられる。

② 実証実験等の実施

実際の道路を活用し、例えば次の実証実験等を行うことが考えられる。

- ・ ワイヤレス走行中給電設備の実装に向けた実証実験
- ・ 道路舗装（マルチレーンペーブメント工法等）の活用可能性・効果の検討

③ リスクへの対応の検討

走行中給電・停車中給電の導入により、如何なるリスクが想定されるか、また、リスクに如何に対応するかについて、検討を進めることが考えられる。

（想定されるリスク）

- ・ 走行中給電・停車中給電設備が故障した場合の対応
- ・ サイバーインシデント発生時の対応 等

7. 結び

自動車の電動化に向けた取組は、世界レベルで既に始まっている。将来の見通し、予測は不確実性が高い状況ではあるが、今から、如何なる電動車の普及が想定されるのか、また、それに対応した道路のあり方は、どのようなものとなるかについて、検討を進めなければ、世界の流れから取り残され、日本の活力も失われていくことが危惧される。

一方で、自動車の電動化に対応し、適切な道路の電化等を進め、豊かな生活、経済の活性化、新しい産業の成長、地方の活性化等に結び付けられれば、日本の未来は大変明るいものとなる。

今後、当機構において、引き続き、関係する研究者、企業等と連携を深めつつ、検討を進めることとする。

<謝辞>

研究テーマ1「道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として）」の検討においては、事務局からのヒアリング、現地視察への対応など、以下の学識経験者の皆様にご協力を頂きました。ここに記して心よりお礼申し上げます。

- | | |
|-------------------------------|------------|
| ・東京理科大学理工学部電気電子情報工学科 | 居村岳広 准教授 |
| ・大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻 | 内田英明 助教 |
| ・慶應義塾大学大学院システムデザインマネジメント研究所顧問 | 中野 冠 教授 |
| | (50 音順に掲載) |

<参考>近未来の車・道路と関連産業に関する研究会

【研究テーマ1】道路交通とエネルギー（道路の電化を中心として） 作業チーム 名簿

（メンバー）

株式会社ガイアート	技術開発部	救仁郷 恵
株式会社ガイアート	道路維持戦略室	渡邊 大介
株式会社熊谷組	技術本部技術企画部企画調査グループ	谷口 恵梨
株式会社熊谷組	技術本部技術企画部知的財産グループ	清水 峻
株式会社デンソー	技術開発推進部国際標準渉外室情報通信課	岡嶋 正博
東京海上日動火災保険株式会社	公務開発部	會田 洋平
日本工営株式会社	交通運輸事業本部交通政策事業部交通都市部	市本 哲也
日本工営株式会社	エネルギー事業統括本部営業戦略室	槇 良太
日本道路建設業協会	広報・技術部	松田 敏昭
株式会社日本能率協会総合研究所	社会イノベーション研究事業本部	平石 浩之
株式会社日本能率協会総合研究所	社会イノベーション研究事業本部	西尾 和也
ヨシモトポール株式会社	第二営業部	生田 泰雄
		（社名 50 音順 敬称略）

（事務局）

一般財団法人道路新産業開発機構	副理事長	谷脇 暁
	常務理事	菊地 春海
	理事	鈴木 克宗
	ITS・新道路創生本部	
	本部長	藤井 和久
	プロジェクトリーダー	中村 徹
	調査部	
	部長	沓掛 誠
		松澤 祐子
		水野ひろみ

【関連資料】

パリ協定の概要

目的	世界共通の <u>長期目標</u> として、 <u>産業革命前からの平均気温の上昇を2℃より十分下方に保持</u> 。1.5℃に抑える努力を追求。
目標	上記の目的を達するため、 <u>今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成</u> できるよう、排出ピークをできるだけ早期に迎え、最新の科学に従って <u>急激に削減</u> 。
各国の目標	各国は、約束（削減目標）を作成・提出・維持する。削減目標の目的を達成するための国内対策をとる。 <u>削減目標は、5年毎に提出・更新し、従来より前進を示す</u> 。
長期戦略	<u>全ての国が長期の低排出開発戦略</u> を策定・提出するよう努めるべき。（COP決定で、2020年までの提出を招請）
グローバル・ストックテイク （世界全体での棚卸ろし）	<u>5年毎に全体進捗を評価するため、協定の実施を定期的に確認</u> する。世界全体の実施状況の確認結果は、各国の行動及び支援を更新する際の情報となる。

パリ協定に基づく主要国・地域の温室効果ガス削減目標

国・地域	2030年目標	2030年目標表明時期・形式	2050ネットゼロ
日本	-46%（2013年度比）（さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく）	2021年4月22日 気候サミット	表明済み
アルゼンチン	排出上限を年間3.59億t	2020年12月30日 NDC提出	表明済み
豪州	-26 ～ -28%（2005年比）	2020年12月31日 NDC提出	-
ブラジル	-43%（2005年比）	2020年12月9日 NDC提出	表明済み
カナダ	-40 ～ -45%（2005年比）	2021年4月22日 気候サミット	表明済み
中国	(1)CO2排出量のピークを2030年より前にすることを目指す (2)GDP当たりCO2排出量を-65%以上（2005年比）	(1)2020年9月22日 国連総会 (2)2020年12月22日 気候野心サミット	CO2排出を2060年までにネットゼロ
仏・独・伊・EU	-55%以上（1990年比）	2020年12月18日 NDC提出	表明済み
インド	GDP当たり排出量を-33～-35%（2005年比）	2015年10月1日 INDC提出	-
インドネシア	-29%（BAU比）（無条件） -41%（BAU比）（条件付）	2015年9月24日 INDC提出	-
韓国	-24.4%（2017年比）	2020年12月30日 NDC提出	表明済み
メキシコ	-22%（BAU比）（無条件） -36%（BAU比）（条件付）	2020年12月30日 NDC提出	表明済み
ロシア	1990年排出量の70%（-30%）	2020年11月25日 NDC提出	-
サウジアラビア	2030年までに最大1.3億t削減	2015年11月10日 INDC提出	-
南アフリカ	2025年～2030年のCO2排出量を3.98～6.14億tに	2015年9月25日 INDC提出	表明済み
トルコ	最大-21%（BAU比）（注）パリ協定未締結	2015年9月30日 INDC提出	-
英国	-68%以上（1990年比）	2020年12月12日 NDC提出	表明済み
米国	-50 ～ -52%（2005年比）	2021年4月22日 NDC提出	表明済み

（出典：外務省 各国の2030年目標 https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page1w_000121.html）

2050年カーボンニュートラルと2030年の新たな排出削減目標の表明

2020年10月26日 菅内閣総理大臣 所信表明演説

「我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。」

2021年4月22日 地球温暖化対策推進本部 菅内閣総理大臣発言

「集中豪雨、森林火災、大雪など、世界各地で異常気象が発生する中、脱炭素化は待ったなしの課題です。同時に、気候変動への対応は、我が国経済を力強く成長させる原動力になります。こうした思いで、私は2050年カーボンニュートラルを宣言し、成長戦略の柱として、取組を進めてきました。

地球規模の課題の解決に向け、我が国は大きく踏み出します。2050年目標と整合的で、野心的な目標として、2030年度に、温室効果ガスを2013年度から46パーセント削減することを目指します。さらに、50パーセントの高みに向けて、挑戦を続けてまいります。この後、気候サミットにおいて、国際社会へも表明いたします。

46パーセント削減は、これまでの目標を7割以上引き上げるものであり、決して容易なものではありません。しかしながら、世界のものづくりを支える国として、次の成長戦略にふさわしい、トップレベルの野心的な目標を掲げることで、世界の議論をリードしていきたいと思えます。

今後は、目標の達成に向け、具体的な施策を着実に実行していくことで、経済と環境の好循環を生み出し、力強い成長を作り出していくことが重要であります。再エネなど脱炭素電源の最大限の活用や、投資を促すための刺激策、地域の脱炭素化への支援、グリーン国際金融センターの創設、さらには、アジア諸国を始めとする世界の脱炭素移行への支援などあらゆる分野で、できる限りの取組を進め、経済・社会に変革をもたらしてまいります。

各閣僚には、検討を加速していただきますようお願いいたします。」

グリーン成長戦略（概要）

- 温暖化への対応を、経済成長の制約やコストとする時代は終わり、「成長の機会」と捉える時代に突入している。
- 実際に、研究開発方針や経営方針の転換など、「ゲームチェンジ」が始まっている。
この流れを加速すべく、グリーン成長戦略を推進する。
- 「イノベーション」を実現し、革新的技術を「社会実装」する。
これを通じ、2050年カーボンニュートラルだけでなく、CO₂排出削減にとどまらない「国民生活のメリット」も実現する。

2050年に向けて成長が期待される、14の重点分野を選定。

・高い目標を掲げ、技術のフェーズに応じて、実行計画を着実に実施し、国際競争力を強化。・2050年の経済効果は約290兆円、雇用効果は約1,800万人と試算。

 洋上風力・太陽光・地熱 ・2040年、3,000～4,500万kWの案件形成【洋上風力】 ・2030年、次世代型で14円/kWhを視野【太陽光】	 水素・燃料アンモニア ・2050年、2,000万吨程度の導入【水素】 ・東南アジアの5,000億円市場【燃料アンモニア】	 次世代熱エネルギー ・2050年、既存インフラに合成メタンを90%注入	 原子力 ・2030年、高温ガス炉のカーボンフリー水素製造技術を確立	 自動車・蓄電池 ・2035年、乗用車の新車販売で電動車100%	 半導体・情報通信 ・2040年、半導体・情報通信産業のカーボンニュートラル化	 船舶 ・2028年よりも前倒しでゼロエミッション船舶の商業運航実現
 物流・人流・土木インフラ ・2050年、カーボンニュートラルポートによる港湾や、建設施工等における脱炭素化を実現	 食料・農林水産業 ・2050年、農林水産業における化石燃料起源のCO ₂ ゼロエミッション化を実現	 航空機 ・2030年以降、電池などのコア技術を、段階的に技術搭載	 カーボンサイクル・マテリアル ・2050年、人工光合成プラを既製品並み【CR】 ・ゼロカーボンスチールを実現【マテリアル】	 住宅・建築物・次世代電力マネジメント ・2030年、新築住宅・建築物の平均でZEH・ZEB【住宅・建築物】	 資源循環関連 ・2030年、バイオマスプラスチックを約200万吨導入	 ライフスタイル関連 ・2050年、カーボンニュートラル、かつレジリエントで快適な暮らし

政策を総動員し、イノベーションに向けた、企業の前向きな挑戦を全力で後押し。

1 予算 ・グリーンイノベーション基金（2兆円の基金） ・経営者のコミットを求める仕掛け ・特に重要なプロジェクトに対する重点的投資	2 税制 ・カーボンニュートラル投資促進税制（最大10%の税額控除・50%の特別償却）	3 金融 ・多排出産業向け分野別ロードマップ ・TCFD等に基づく開示の質と量の充実 ・グリーン国際金融センターの実現	4 規制改革・標準化 ・新技術に対応する規制改革 ・市場形成を見据えた標準化 ・成長に資するカーボンプライシング
5 国際連携 ・日米・日EUとの技術協力 ・アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ ・東京ビヨンド・ゼロ・ウィーク	6 大学における取組の推進等 ・大学等における人材育成 ・カーボンニュートラルに関する分析手法や統計	7 2025年日本国際博覧会 ・革新的イノベーション技術の実証の場（未来社会の実験場）	8 若手ワーキンググループ ・2050年時点での現役世代からの提言

（出典：経済産業省 https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/pdf/green_koho_r2.pdf）

地球温暖化対策計画（概要）

■ 地球温暖化対策推進法に基づく政府の総合計画

「2050年カーボンニュートラル」宣言、2030年度46%削減目標※等の実現に向け、計画を改定。

※我が国の中期目標として、2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指す。さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく。

温室効果ガス排出量・吸収量 (単位：億t-CO ₂)		2013排出実績	2030排出量	削減率	従来目標
		14.08	7.60	▲46%	▲26%
エネルギー起源CO ₂	部門別	12.35	6.77	▲45%	▲25%
	産業	4.63	2.89	▲38%	▲7%
	業務その他	2.38	1.16	▲51%	▲40%
	家庭	2.08	0.70	▲66%	▲39%
	運輸	2.24	1.46	▲35%	▲27%
	エネルギー転換	1.06	0.56	▲47%	▲27%
非エネルギー起源CO ₂ 、メタン、N ₂ O		1.34	1.15	▲14%	▲8%
HFC等4ガス（フロン類）		0.39	0.22	▲44%	▲25%
吸収源		-	▲0.48	-	(▲0.37億t-CO ₂)
二国間クレジット制度（JCM）		官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO ₂ 程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。			-

（出典：環境省 <http://www.env.go.jp/earth/211022/mat02.pdf>）

【自動車対策関係】

第3章 目標達成のための対策・施策

第2節 地球温暖化対策・施策

1. 温室効果ガスの排出削減、吸収等に関する対策・施策

(1) 温室効果ガスの排出削減対策・施策

①エネルギー起源に参加炭素

D. 運輸部門の取組

(b) 自動車単体対策

○次世代自動車の普及、燃費改善等

エネルギー効率に優れる次世代自動車（EV、FCV、PHEV、ハイブリッド自動車（HV）等）の普及拡大を推進する。そのため、現時点では導入初期段階にありコストが高いなどの課題を抱えているものについては、補助制度や税制上の優遇等の支援措置等を行うなど、電動車・インフラの導入拡大、電池等の電動車関連技術・サプライチェーン・バリューチェーンの強化等の包括的な措置を講ずる。こうした取組により、2030年までに乗用車新車販売に占める次世代自動車の割合を5割～7割にすること、2035年までに乗用車新車販売に占める電動車（EV、FCV、PHEV、HV）の割合を100%にすることを目指す。

（出典：環境省 <http://www.env.go.jp/earth/211022/mat01.pdf>）

日本の温室効果ガスの排出量

各温室効果ガスの排出量（2005年度, 2013年度, 2019年度, 2020年度）

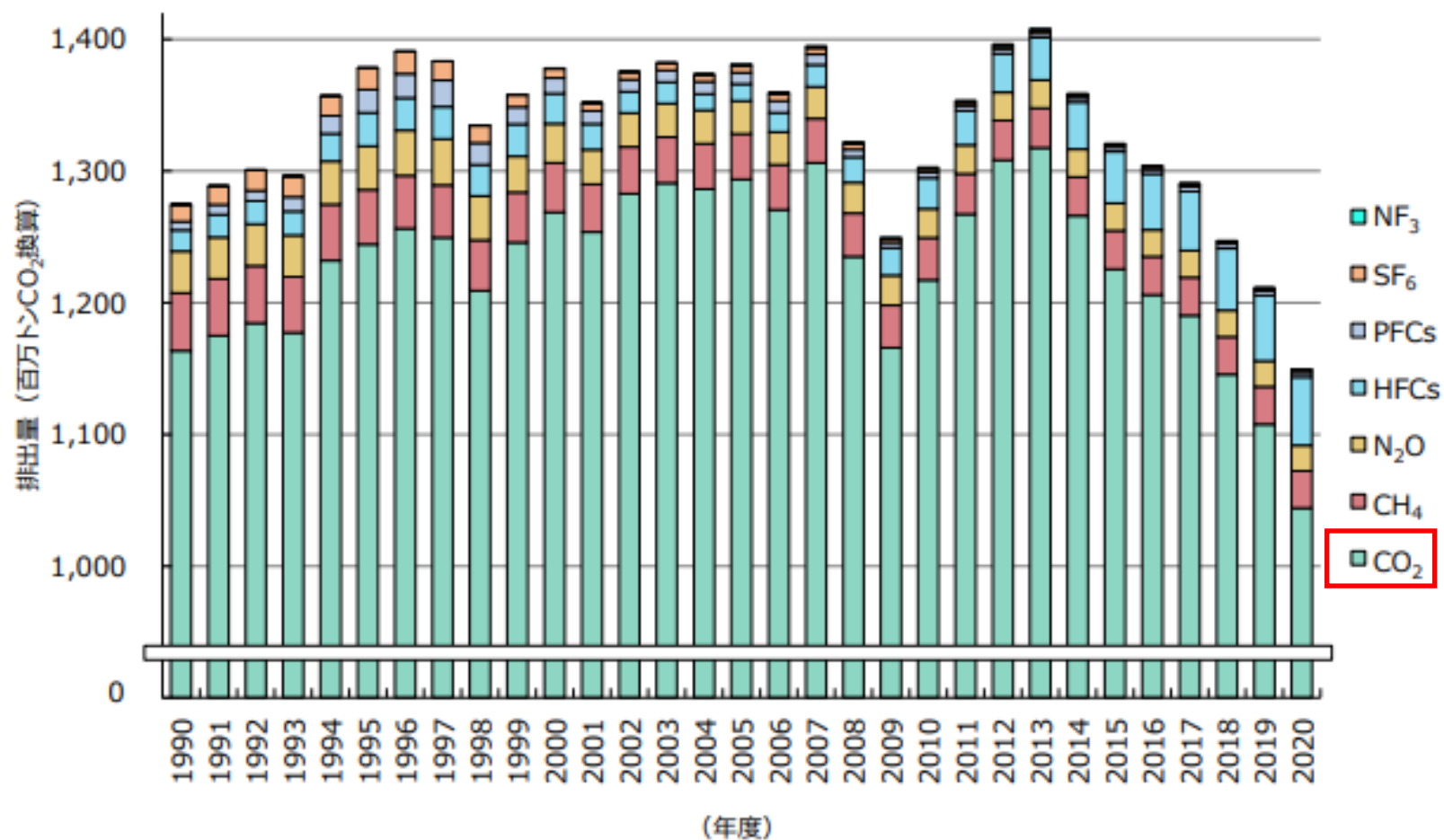
	1990年度	2005年度	2013年度	2019年度	2020年度（速報値）			
	排出量	排出量	排出量	排出量	排出量	変化量		
	〔シェア〕	〔シェア〕	〔シェア〕	〔シェア〕		《変化率》		
						2005年度比	2013年度比	2019年度比
合計	1,275 〔100%〕	1,381 〔100%〕	1,408 〔100%〕	1,211 〔100%〕	1,149 〔100%〕	-231.8 《-16.8%》	-258.8 《-18.4%》	-61.9 《-5.1%》
二酸化炭素（CO ₂ ）	1,164 〔91.3%〕	1,294 〔93.7%〕	1,318 〔93.6%〕	1,108 〔91.5%〕	1,044 〔90.8%〕	-249.6 《-19.3%》	-273.6 《-20.8%》	-63.7 《-5.8%》
エネルギー起源	1,068 〔83.8%〕	1,201 〔86.9%〕	1,235 〔87.7%〕	1,029 〔84.9%〕	967 〔84.2%〕	-233.1 《-19.4%》	-268.0 《-21.7%》	-61.5 《-6.0%》
非エネルギー起源	96.0 〔7.5%〕	93.1 〔6.7%〕	82.3 〔5.8%〕	78.9 〔6.5%〕	76.6 〔6.7%〕	-16.5 《-17.7%》	-5.6 《-6.9%》	-2.2 《-2.8%》
メタン（CH ₄ ）	43.8 〔3.4%〕	34.6 〔2.5%〕	30.0 〔2.1%〕	28.4 〔2.3%〕	28.2 〔2.5%〕	-6.4 《-18.5%》	-1.8 《-6.0%》	-0.14 《-0.5%》
一酸化二窒素（N ₂ O）	31.8 〔2.5%〕	25.0 〔1.8%〕	21.4 〔1.5%〕	19.7 〔1.6%〕	19.3 〔1.7%〕	-5.6 《-22.5%》	-2.1 《-9.6%》	-0.34 《-1.7%》
代替フロン等4ガス	35.4 〔2.8%〕	27.9 〔2.0%〕	39.1 〔2.8%〕	55.4 〔4.6%〕	57.7 〔5.0%〕	+29.8 《+106.8%》	+18.6 《+47.7%》	+2.3 《+4.2%》
ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）	15.9 〔1.3%〕	12.8 〔0.9%〕	32.1 〔2.3%〕	49.7 〔4.1%〕	51.9 〔4.5%〕	+39.2 《+306.3%》	+19.8 《+61.7%》	+2.2 《+4.4%》
パーフルオロカーボン類（PFCs）	6.5 〔0.5%〕	8.6 〔0.6%〕	3.3 〔0.2%〕	3.4 〔0.3%〕	3.5 〔0.3%〕	-5.2 《-59.8%》	+0.19 《+5.7%》	+0.05 《+1.5%》
六ふっ化硫黄（SF ₆ ）	12.9 〔1.0%〕	5.0 〔0.4%〕	2.1 〔0.1%〕	2.0 〔0.2%〕	2.0 〔0.2%〕	-3.0 《-59.7%》	-0.05 《-2.3%》	+0.03 《+1.4%》
三ふっ化窒素（NF ₃ ）	0.03 〔0.003%〕	1.5 〔0.1%〕	1.6 〔0.1%〕	0.26 〔0.02%〕	0.29 〔0.03%〕	-1.2 《-80.4%》	-1.3 《-82.1%》	+0.03 《+10.5%》

（単位：百万トンCO₂換算）

（出典）環境省HP「温室効果ガス排出・吸収量等の算定等報告～温室効果ガスインベントリ等関連情報～」
2020年度（令和2年度）温室効果ガス排出量 速報値（2021年12月発表）

<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/>

各温室効果ガスの排出量の推移



(出典) 環境省HP「温室効果ガス排出・吸収量等の算定等報告～温室効果ガスインベントリ等関連情報～」
 2020年度（令和2年度）温室効果ガス排出量 速報値（2021年12月発表）
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/>

日本のCO2の排出量

CO2の部門別排出量（電気・熱配分前）（2005年度, 2013年度, 2019年度, 2020年度）

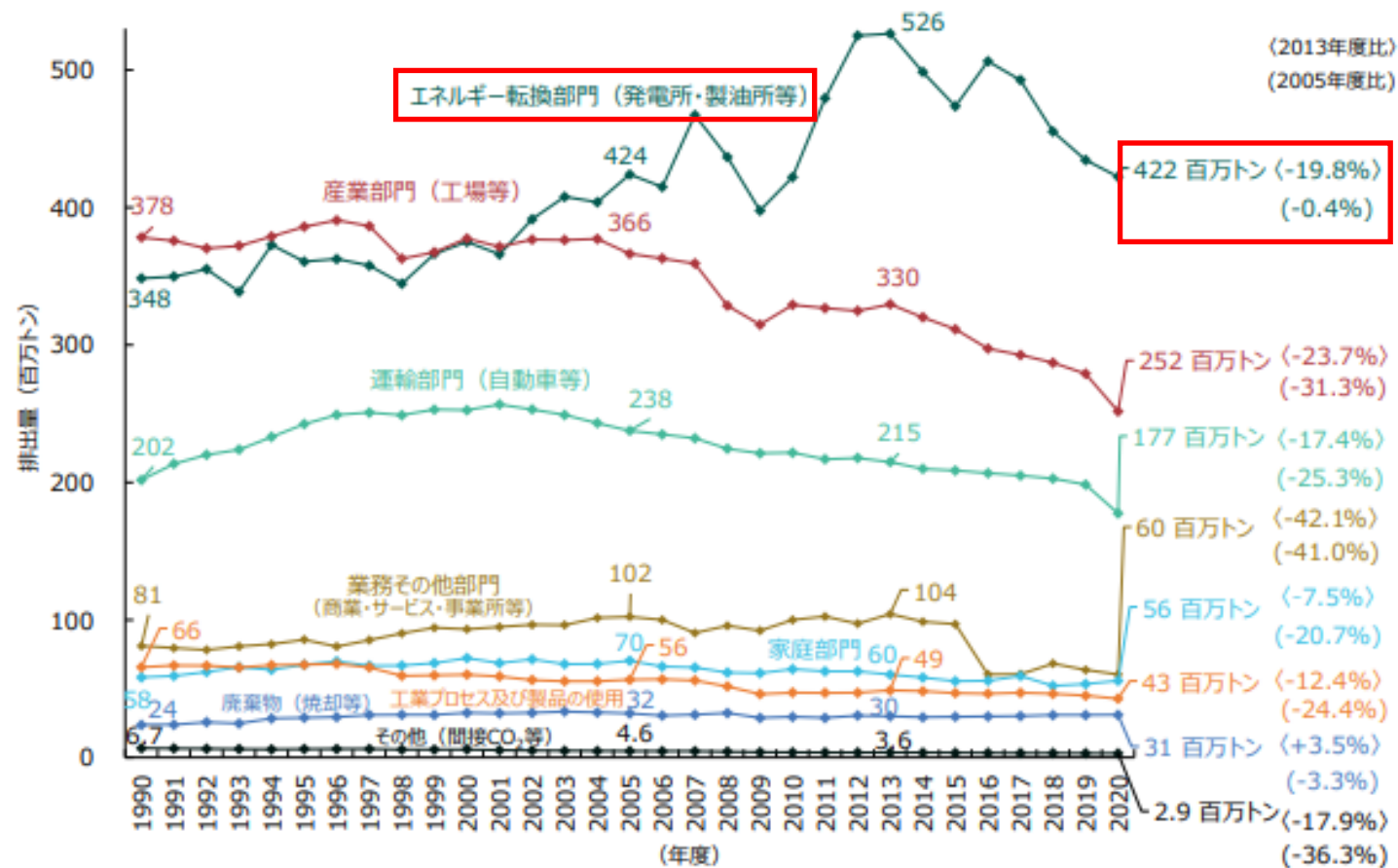
	1990年度	2005年度	2013年度	2019年度	2020年度（速報値）			
	排出量	排出量	排出量	排出量	排出量	変化量		
	〔シェア〕	〔シェア〕	〔シェア〕	〔シェア〕		〔変化率〕		
						2005年度比	2013年度比	2019年度比
合計	1,164 〔100%〕	1,294 〔100%〕	1,318 〔100%〕	1,108 〔100%〕	1,044 〔100%〕	-249.6 〔-19.3%〕	-273.6 〔-20.8%〕	-63.7 〔-5.8%〕
エネルギー起源	1,068 〔91.8%〕	1,201 〔92.8%〕	1,235 〔93.8%〕	1,029 〔92.9%〕	967 〔92.7%〕	-233.1 〔-19.4%〕	-268.0 〔-21.7%〕	-61.5 〔-6.0%〕
産業部門 （工場等）	378 〔32.5%〕	366 〔28.3%〕	330 〔25.0%〕	279 〔25.2%〕	252 〔24.1%〕	-114.7 〔-31.3%〕	-78.0 〔-23.7%〕	-27.4 〔-9.8%〕
運輸部門 （自動車等）	202 〔17.3%〕	238 〔18.4%〕	215 〔16.3%〕	198 〔17.9%〕	177 〔17.0%〕	-60.2 〔-25.3%〕	-37.4 〔-17.4%〕	-21.0 〔-10.6%〕
業務その他部門 （商業・サービス・事業所等）	81.0 〔7.0%〕	102 〔7.9%〕	104 〔7.9%〕	63.7 〔5.7%〕	60.3 〔5.8%〕	-42.0 〔-41.0%〕	-44.0 〔-42.1%〕	-3.4 〔-5.3%〕
家庭部門	58.2 〔5.0%〕	70.4 〔5.4%〕	60.3 〔4.6%〕	53.4 〔4.8%〕	55.8 〔5.3%〕	-14.6 〔-20.7%〕	-4.5 〔-7.5%〕	+2.4 〔+4.6%〕
エネルギー転換部門 （発電所・製油所等）	348 〔29.9%〕	424 〔32.8%〕	526 〔39.9%〕	434 〔39.2%〕	422 〔40.4%〕	-1.7 〔-0.4%〕	-104.1 〔-19.8%〕	-12.2 〔-2.8%〕
非エネルギー起源	96.0 〔8.2%〕	93.1 〔7.2%〕	82.3 〔6.2%〕	78.9 〔7.1%〕	76.6 〔7.3%〕	-16.5 〔-17.7%〕	-5.6 〔-6.9%〕	-2.2 〔-2.8%〕
工業プロセス及び製品の使用	65.6 〔5.6%〕	56.5 〔4.4%〕	48.8 〔3.7%〕	45.0 〔4.1%〕	42.7 〔4.1%〕	-13.8 〔-24.4%〕	-6.0 〔-12.4%〕	-2.3 〔-5.0%〕
廃棄物（焼却等）	23.6 〔2.0%〕	32.0 〔2.5%〕	29.9 〔2.3%〕	30.8 〔2.8%〕	31.0 〔3.0%〕	-1.0 〔-3.3%〕	+1.0 〔+3.5%〕	+0.11 〔+0.3%〕
その他（間接CO ₂ 等）	6.7 〔0.6%〕	4.6 〔0.4%〕	3.6 〔0.3%〕	3.0 〔0.3%〕	2.9 〔0.3%〕	-1.7 〔-36.3%〕	-0.64 〔-17.9%〕	-0.09 〔-2.9%〕

（単位：百万トン）

（出典）環境省HP「温室効果ガス排出・吸収量等の算定等報告～温室効果ガスインベントリ等関連情報～」
2020年度（令和2年度）温室効果ガス排出量 速報値（2021年12月発表）

<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/>

CO2の部門別排出量（電気・熱配分）の推移



（出典）環境省HP「温室効果ガス排出・吸収量等の算定等報告～温室効果ガスインベントリ等関連情報～」
 2020年度（令和2年度）温室効果ガス排出量 速報値（2021年12月発表）
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/>

エネルギー基本計画（概要）

【2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント（電源構成）】

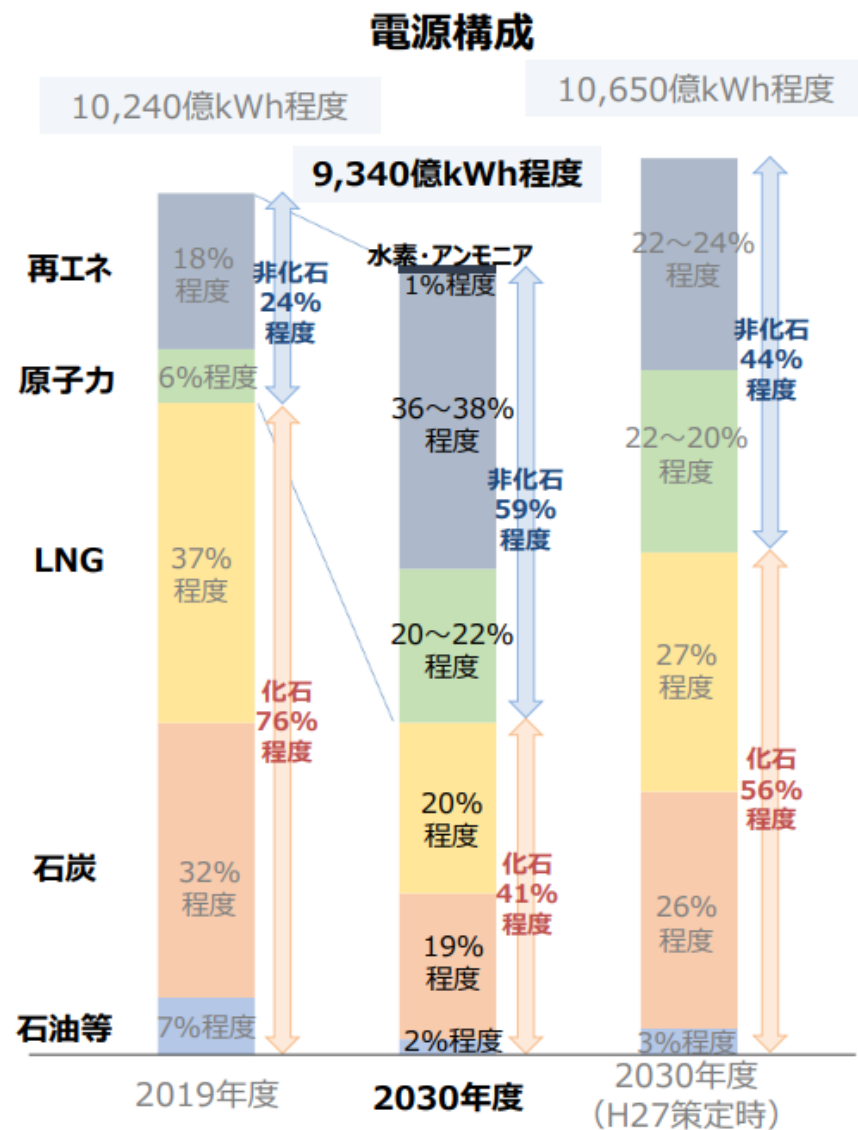
- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの。
- 今回の野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要。（例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。）

		(2019年度 ⇒ 旧ミックス)		2030年度ミックス (野心的な見通し)	
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)		6,200万kl	
最終エネルギー消費（省エネ前）		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)		35,000万kl	
電源構成 発電電力量： 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	太陽光 6.7% ⇒ 7.0%	36~38%※ ※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の 成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高み を目指す。	
			風力 0.7% ⇒ 1.7%		
			地熱 0.3% ⇒ 1.0~1.1%		
			水力 7.8% ⇒ 8.8~9.2%		
			バイオマス 2.6% ⇒ 3.7~4.6%		
	水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)		1%	(再エネの内訳)
	原子力	(6% ⇒ 20~22%)		20~22%	太陽光 14~16%
	LNG	(37% ⇒ 27%)		20%	風力 5%
	石炭	(32% ⇒ 26%)		19%	地熱 1%
	石油等	(7% ⇒ 3%)		2%	水力 11%
					バイオマス 5%
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源)					

温室効果ガス削減割合 (14% ⇒ 26%) 46%
更に50%の高みを目指す

（出典：経済産業省 https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_02.pdf）

エネルギー基本計画（関連資料）



(出典：経済産業省 <https://www.meti.go.jp/press/2021/10/20211022005/20211022005-3.pdf>)

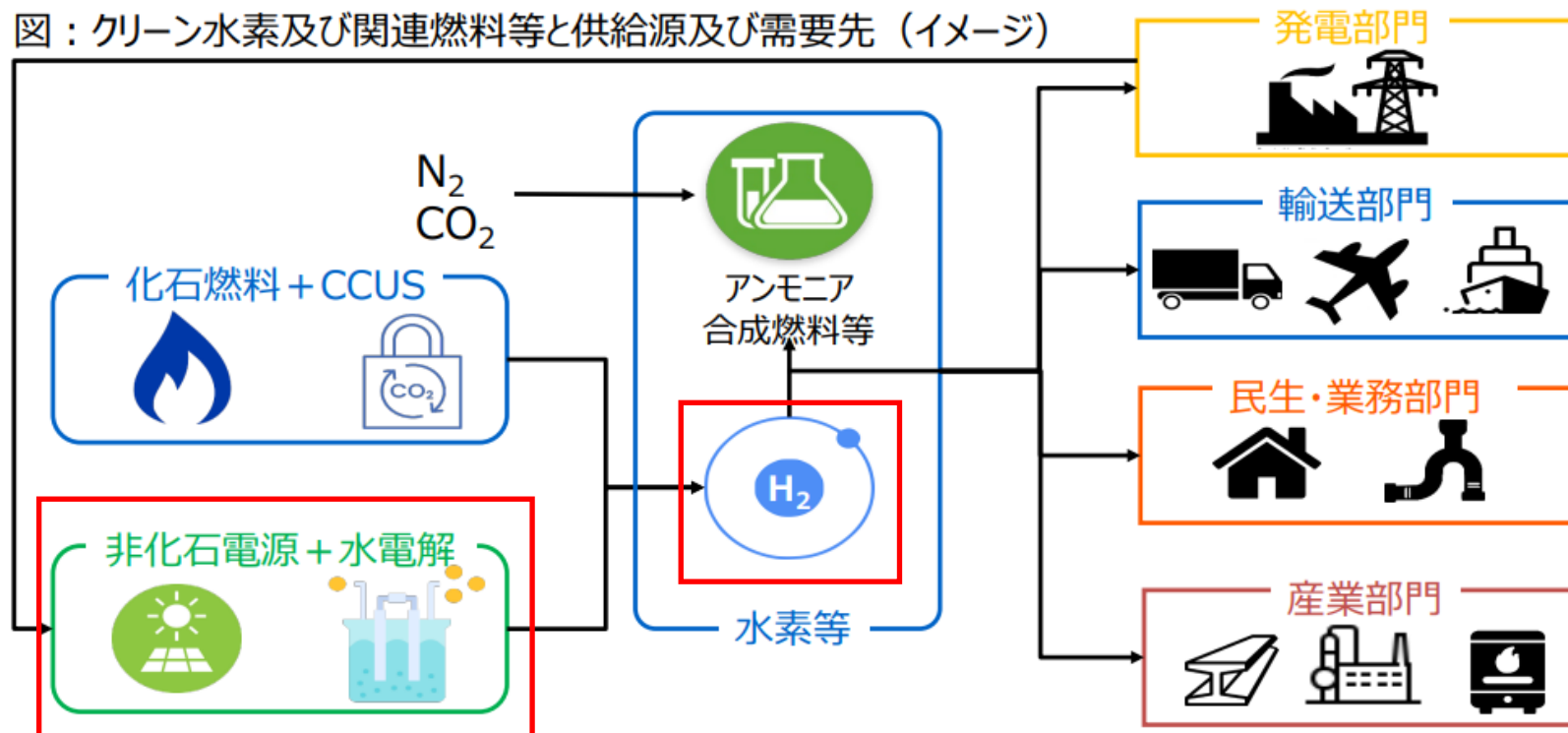
余剰電力の水素化による

再生可能エネルギー発電ポテンシャルの最大限の活用

カーボンニュートラル時代の水素等の位置づけ①(エネルギー政策的観点)

- 水素は直接的に電力分野の脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを最大限活用することも可能とする。
- 加えて、電化による脱炭素化が困難な産業部門(原料利用、熱需要)等の脱炭素化にも貢献。
- また、化石燃料をクリーンな形で有効活用することも可能する。
- なお、水素から製造されるアンモニアや合成燃料等も、その特性に合わせた活用が見込まれる。

図：クリーン水素及び関連燃料等と供給源及び需要先（イメージ）



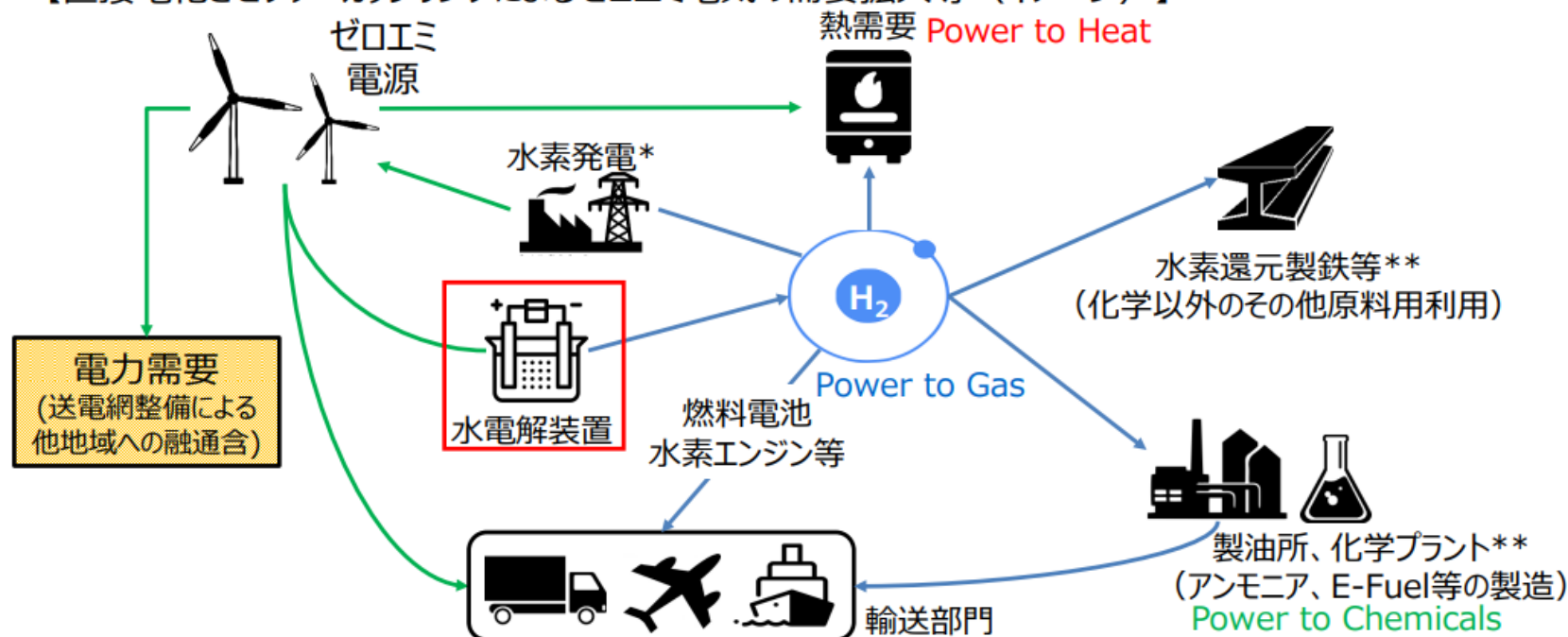
(出典) 経済産業省HP「今後の水素政策の課題と対応の方向性 中間整理(案)」(2021年3月 第25回水素・燃料電池戦略協議会 資料1)
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/025_01_00.pdf

水電解装置の活用

再エネポテンシャルの最大限の利活用を可能とする水電解装置

- 水電解装置は供給余力が発生した際、水素製造により需要を機動的に創出させ、再エネを含むゼロエミ電源の出力抑制を回避することを可能とする。
- そのため、電力需要が十分無く、送電線の整備が十分でない地域においても、再エネ等を余すことなく活用し、非電力部門も含む脱炭素化の推進（セクターカップリング）も可能とする。

【直接電化とセクターカップリングによるゼロエミ電気の需要拡大等（イメージ）】



*水素等を長期で貯蔵し、季節性の調整力等として利用、**産業用途等で活用する場合は、供給量を安定的かつ十分確保する必要がある点には留意。

(出典) シーメンス等より資源エネルギー庁作成

(出典) 経済産業省HP「今後の水素政策の課題と対応の方向性 中間整理（案）」（2021年3月 第25回水素・燃料電池戦略協議会 資料1）
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/025_01_00.pdf

電解水素の供給の道筋

エネルギー安全保障も考慮した、脱炭素時代の水素供給の道筋

- 水素は多様なエネルギー源から製造可能であるが、日本は国内の資源ポテンシャルが限定的であるため、大規模な社会実装に向けては、価格競争力のある海外水素の活用が必要。
- しかしながら、エネルギー安全保障向上の観点から、その調達源の多様化、調達先の多角化を推進するだけでなく、余剰再エネ等を活用した国内水素製造基盤を有することも重要。
- 更に、水素の大規模輸入が実現するまでは、副生水素など、既存の水素供給源を最大限活用することが必要不可欠。

	短期（～2025年頃）	中期（～2030年頃）	長期（～2050年）
実績・目標量	約200万トン	最大300万トン	2000万トン程度
既存供給源 （副生水素等）	主要な水素供給源として 最大限活用	供給源のグリーン化（CCUSの活用等）	
輸入水素	実証・準商用化等を通じた 知見蓄積、コスト低減	商用ベースの大規模国際水 素サプライチェーンの構築	調達源多様化・調達先多 角化を通じた規模拡大
新たな国内供給源 （電解水素等）	実証を通じた知見蓄積、 <u>コ スト低減</u>	<u>余剰再エネ等を活用した 水電解の立ち上がり</u>	電解水素の規模拡大・ 新たな製造技術の台頭

（出典）経済産業省HP「今後の水素政策の課題と対応の方向性 中間整理（案）」（2021年3月 第25回水素・燃料電池戦略協議会 資料1）
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/025_01_00.pdf

エネルギー基本計画（e-fuel・バイオ燃料関係）

4. 2050年カーボンニュートラル実現に向けた課題と対応

(1) 2050年カーボンニュートラル時代のエネルギー需給構造

（略）

2050年カーボンニュートラルが実現した社会を正確に描くことは、技術開発等の可能性と不確実性、国際政治経済を含め情勢変化の不透明性などにより簡単なことではないが、現時点の技術を前提として、大胆に2050年カーボンニュートラルが達成された社会におけるエネルギー需給構造を描くと以下のようなものとなる。

（略）

・運輸部門では、EVやFCVの導入拡大とともに、CO₂を活用した合成燃料の活用により、脱炭素化が進展する。

（以下略）

(4) 産業・業務・家庭・運輸部門に求められる取組

①産業部門における対応

（略）

例えば、再生可能エネルギー由来等の水素とCO₂を組み合わせることでカーボンニュートラルとみなし得る合成メタン・合成燃料は、既存のインフラや設備を利用可能であるため脱炭素化に向けた投資コストを抑制することができるとともに、電力以外のエネルギー供給源の多様性を確保することでエネルギーの安定供給に資する。他方、合成メタン・合成燃料には大規模化・低コスト化といった課題が存在するため、技術開発や実証に取り組むことが必要である。

（以下略）

③運輸部門における対応

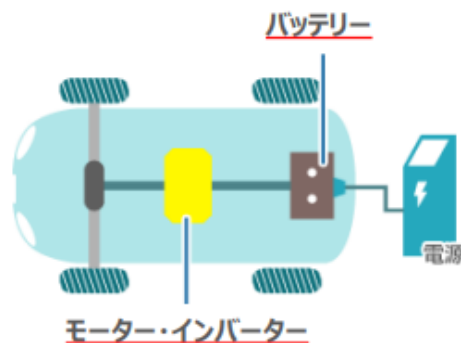
（略）

燃料の脱炭素化を図っていくことも必要であり、既存の燃料インフラや内燃機関等の設備を利用可能なバイオ燃料や合成燃料等の選択肢を追求していくことも重要である。バイオエタノールやバイオディーゼルについては、引き続き、国際的な導入動向等を踏まえ導入の在り方を検討していく。合成燃料については、技術開発・実証を今後10年で集中的に行うことで、2030年までに高効率かつ大規模な製造技術を確立し、2030年代に導入拡大・コスト低減を行い、2040年までの自立商用化（環境価値を踏まえたもの）を目指す。

（以下略）

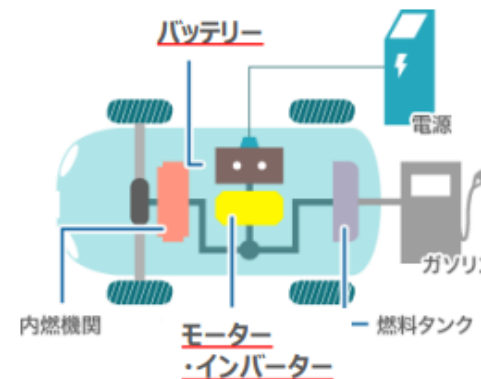
電動車の種類・特徴

EV (電気自動車)



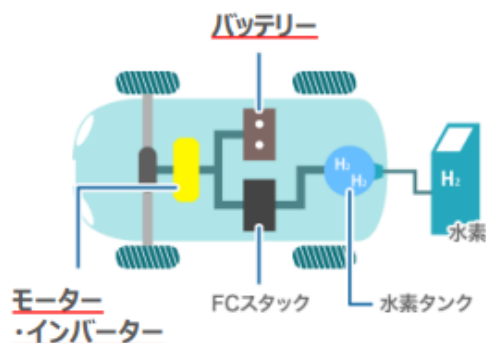
- クルマに搭載した大容量バッテリーに車外から充電し、充電された電気で走行。
- ガソリンは使用しない（電気で走行）。

PHV (プラグインハイブリッド自動車)



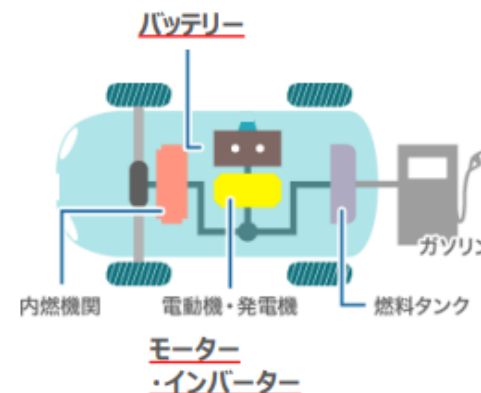
- ガソリンエンジンに加えてモーター・バッテリーを搭載。
- バッテリーはHVに比べ大容量で、EVと同様に車外から充電可能。
- バッテリー充電量が多い時は、極力EVと同様に電気のみで走るが、充電量が少なくなると、必要に応じてガソリンエンジンを作動させてHVとして走行。
- 燃料はガソリンと電気の2つ。

FCV (燃料電池自動車)



- 水素と酸素の化学反応によって作られる電気を使用してモーターで走行。
- ガソリンは使用しない（水素で走行）。

HV (ハイブリッド自動車)



- ガソリンエンジンに加えてモーター・バッテリーを搭載。
- 走行状況に応じてエンジン・モーターの2つの動力源を最適にコントロールし、燃費を向上させる。
- 燃料はガソリンのみ。

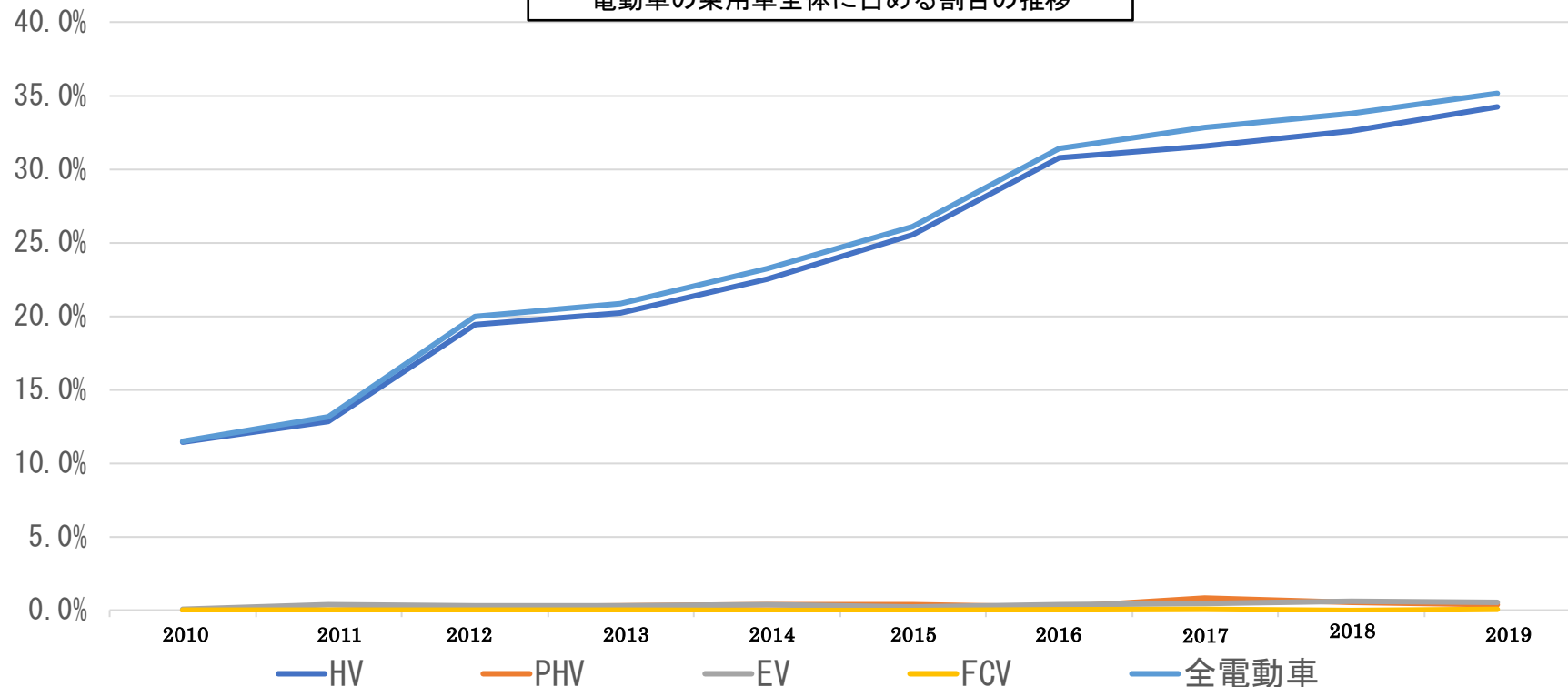
(出典) 「電動車活用促進ガイドブック」 (2020年9月 経済産業省自動車課 電動車活用社会推進協議会)

http://www.cev-pc.or.jp/xev_kyougikai/xev_pdf/xev_kyougikai_xEV_katsuyou_sokushin_guidebook.pdf (中部電力HPより)

電動車の国内販売台数・乗用車全体の販売台数に占める割合の推移

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
乗用車全体	4,212,267	3,524,788	4,572,332	4,562,282	4,699,591	4,215,889	4,146,458	4,386,377	4,391,160	4,301,091
ハイブリッド車 (HV)	481,221	451,308	887,863	921,045	1,058,402	1,074,926	1,275,560	1,385,343	1,431,856	1,472,281
	11.4%	12.8%	19.4%	20.2%	22.5%	25.5%	30.8%	31.6%	32.6%	34.2%
プラグインハイブリッド車 (PHV)	0	15	10,968	14,122	16,178	14,188	9,390	36,004	23,230	17,609
	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.3%	0.3%	0.2%	0.8%	0.5%	0.4%
電気自動車 (EV)	2,442	12,607	13,469	14,756	16,110	10,467	15,299	18,092	26,533	21,281
	0.1%	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%	0.2%	0.4%	0.4%	0.6%	0.5%
燃料電池車 (FCV)	0	0	0	0	7	411	1,054	849	612	685
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
全電動車 (HV,PHV,EV,FCV)	483,663	463,930	912,300	949,923	1,090,697	1,099,992	1,301,303	1,440,288	1,482,231	1,511,856
	11.5%	13.2%	20.0%	20.8%	23.2%	26.1%	31.4%	32.8%	33.8%	35.2%

電動車の乗用車全体に占める割合の推移



(出典) 2020年版 日本の自動車工業 (一般社団法人日本自動車工業会 2020年8月発行)

(https://www.jama.or.jp/industry/ebook/2020/PDF/MIoJ2020_j.pdf) 掲載データをもとにHID0で作成。

各国の自動車の電動化の目標

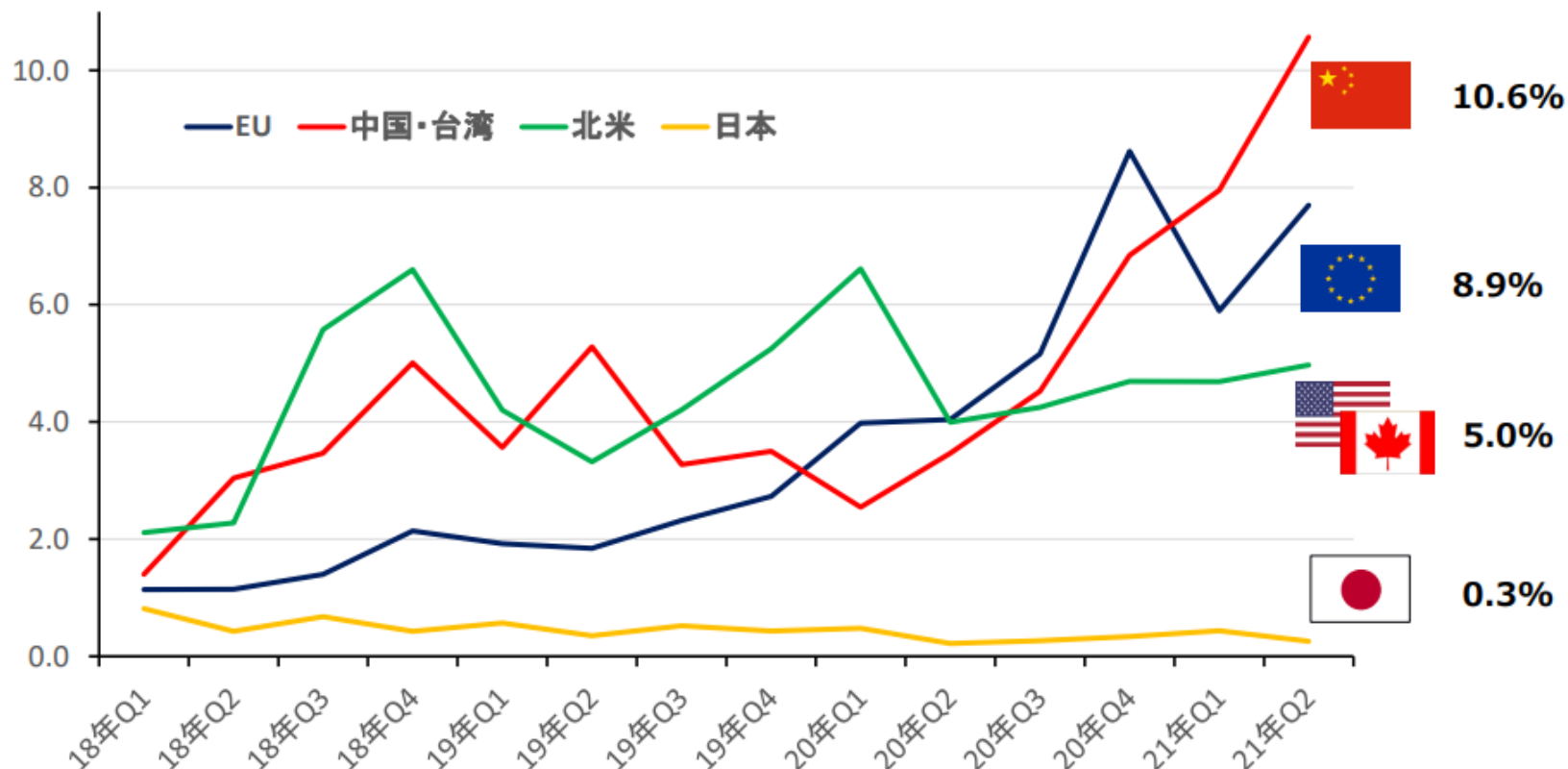
	市場規模	ガソリン車	EV・PHV・FCV
 英国	270万台	2030年販売禁止 ※ハイブリッドは2035年販売禁止	2030年販売目標 EV:50~70%
 フランス	280万台	2040年販売禁止	2028年ストック台数目標 EV:300万台 PHV:180万台
 中国	2580万台	国の目標はなし ※自動車エンジニア学会： <u>2035年全車電動化</u> (ハイブリッド50%、EV・PHV・FCV50%)発表	2025年販売目標 EV・PHV・FCV:20%
 ドイツ	400万台	国の目標はなし ※連邦参議院： <u>2030年販売禁止</u> を決議 (法的拘束力無し)	2030年ストック台数目標 EV・FCV:700~1000万台
 EU	1400万台	2035年販売禁止 ※実質PHV/HV含む内燃機関廃止 (欧州委員会提言)	2035年販売目標 EV・FCV:100% (欧州委員会提言)
 米国	1750万台	国の目標はなし ※カリフォルニア州、ニューヨーク州知事： <u>2035年EV・FCV100%</u>	2030年販売目標 EV・PHV・FCV:50%
 日本	430万台	2035年 電動車100% (EV/PHV/FCV/HV)	2030年販売目標 EV・PHV : 20~30%、FCV:~3%

(出典：一般財団法人日本自動車研究所 JARI シンポジウム2021
http://www.jari.or.jp/Portals/0/images/research/2020symposium/4_20211008_JARIsympo_kityou2.pdf)

主要国・地域における電気自動車（EV）の販売台数の推移

- グローバル（特に欧州・中国）における電気自動車の販売台数は堅調に増加。新型コロナウイルスの影響を受けた優遇策強化も起因し、特に欧州においては販売台数が急速に増加。
- 一方、日本では低水準が続いており、欧州や中国との差は拡大傾向。

主要国・地域における電気自動車の販売比率の推移



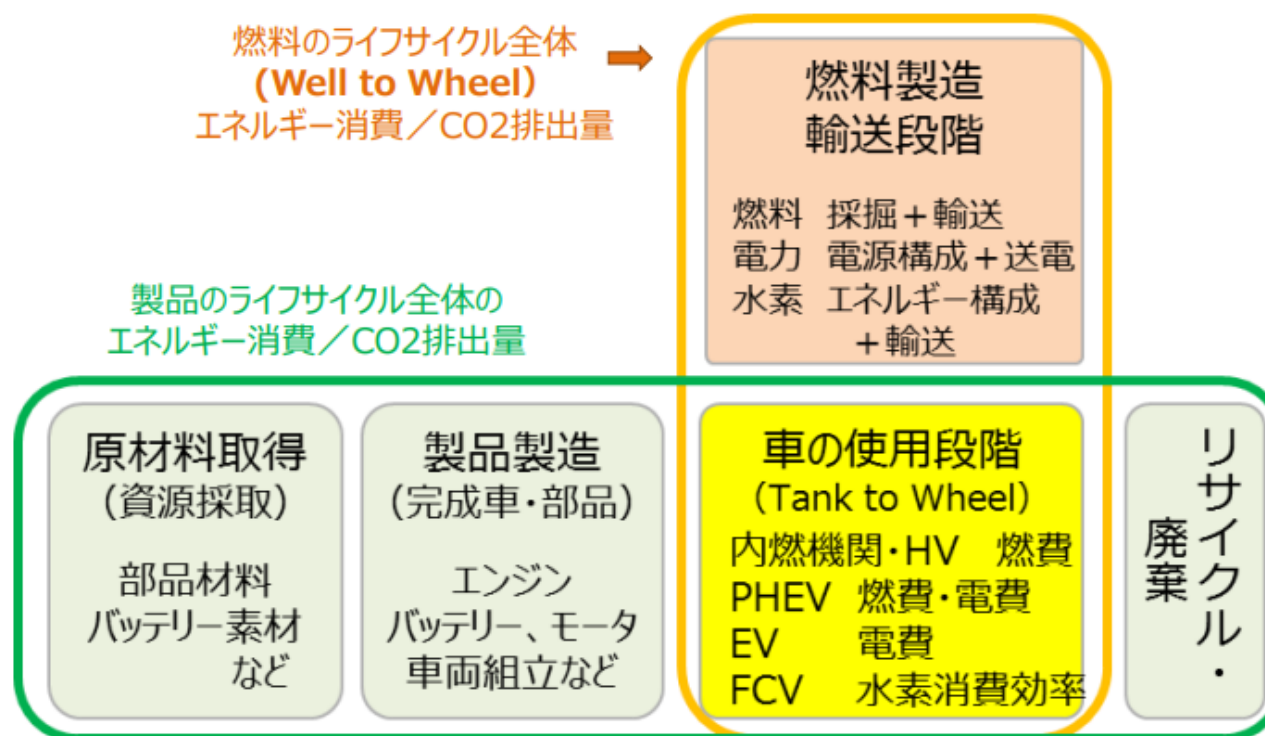
出所：Marklinesより作成、欧州=EU14カ国(ベルギー、ドイツ、フランス、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、デンマーク、アイルランド、ギリシャ、スペイン、ポルトガル、オーストリア、フィンランド、スウェーデン)、及び、ノルウェー、スイス、英国の計17カ国、北米=US、カナダ、中国は台湾含む

(出典：一般財団法人日本自動車研究所 JARIシンポジウム2021
http://www.jari.or.jp/Portals/0/images/research/2020symposium/4_20211008_JARIsympo_kityou2.pdf)

自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラル

- 2050年には、原材料の採取から製造、使用、廃棄に至るライフサイクル全体でのカーボンニュートラルを目指す。＝走行時のCO2だけでなく、生産・廃棄段階のCO2もゼロに。
 - ⇒ 部品・素材分野やリサイクルを含めた総合的な取り組みが必要。
 - ⇒ エネルギーの脱炭素化の取組と歩調を合わせる必要。

自動車のLCAの概念



(出典：一般財団法人日本自動車研究所 JARIシンポジウム2021
http://www.jari.or.jp/Portals/0/images/research/2020symposium/4_20211008_JARIsympo_kityou2.pdf)

自動車のLCCO₂排出量の算定についての研究

内燃機関自動車, ハイブリッド自動車, 電気自動車, 燃料電池自動車における車内空調を考慮した量産車両LCCO₂排出量の比較分析

(慶応義塾大学大学院 石崎啓太 (博士課程修了) SDM研究所顧問 中野冠 教授 による研究)
(2018. 1. 28日本機械学会論文集Vol. 84, No. 866 P1~16)

- セダン型量産車両 5車種 (ICEV-Gas (ガソリン車), ICEV-Die (ディーゼル車), HEV, BEV, FCV) について, 市場動向や車内空調使用時のエネルギーも考慮したLCCO₂ 排出量比較分析を実施

$$CO_2^{Total} = CO_2^{Prod} + (CO_2^{WtV/km} + CO_2^{VtW/km} + CO_2^{HVAC/km} + CO_2^{Tire/km} + CO_2^{Bat/km} + CO_2^{Oil/km}) \times D$$

CO_2^{Total} : LCCO₂ 排出量 [g-CO₂]

CO_2^{Prod} : 車両製造時 CO₂ 排出量 [g-CO₂]

$CO_2^{WtV/km}$: 単位距離あたり Well-to-Vehicle CO₂ 排出量 [g-CO₂/km]

$CO_2^{VtW/km}$: 単位距離あたり Vehicle-to-Wheel CO₂ 排出量 [g-CO₂/km]

$CO_2^{HVAC/km}$: 単位距離あたり車内空調使用起因 CO₂ 排出量 [g-CO₂/km]

$CO_2^{Tire/km}$: 単位距離あたりタイヤ起因 CO₂ 排出量 [g-CO₂/km]

$CO_2^{Bat/km}$: 単位距離あたり鉛蓄電池起因 CO₂ 排出量 [g-CO₂/km]

$CO_2^{Oil/km}$: 単位距離あたりエンジンオイル起因 CO₂ 排出量 [g-CO₂/km]

D : 生涯走行距離 [km]

(出典 : J-STAGE https://www.jstage.jst.go.jp/article/transjsme/84/866/84_18-00050/_pdf/-char/ja)

【LCCO₂排出量評価式により算出したCO₂排出量分析結果】 (JC08 モードで計算)

- ・ HEVのLCCO₂排出量は、20.5t-CO₂で最少。
車両製造時排出量がICEV-Gasより約30%多いが、運用時排出量が低い。
- ・ FCV (On-site) のLCCO₂排出量は24.5t-CO₂。ICEV-Dieの25.4t-CO₂よりも低い。
車両製造時排出量はICEV-Gasの2.0倍だが、運用時排出量がHEV同等で低い。
- ・ FCV (水電解) のLCCO₂排出量は35.4t-CO₂で最多。
- ・ ICEV-Gasは、運用時排出量が多く走行距離が延びるほど相対的に増加。LCCO₂排出量は29.8t-CO₂。
- ・ BEVは、火力発電に依存する国内では、運用時排出量が多い。製造時排出量は、リチウムイオンバッテリー製造時CO₂排出量に強く影響され、27.7t-CO₂。ICEV-Dieよりも多い。
現状は LCCO₂排出量低減には大きく貢献しない。

(掲載された論文の内容を、HID01において要約)

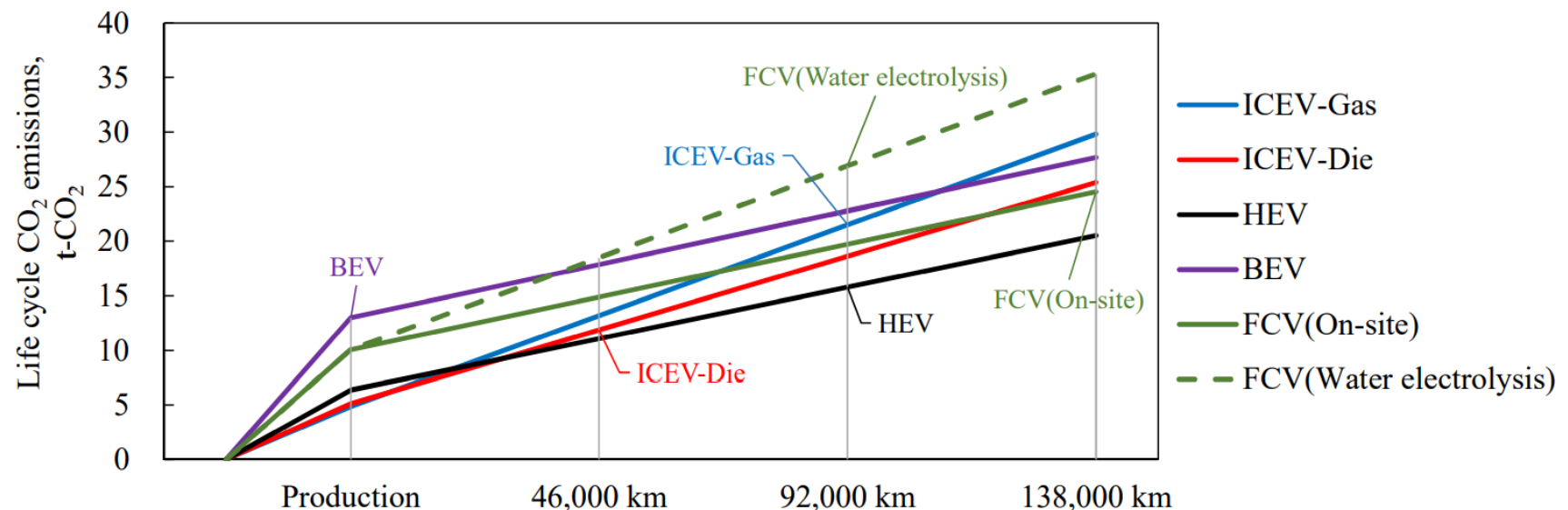


Fig. 7 JC08 mode based life cycle CO₂ (CO_2^{Total}) emissions against the mileage. HEV has the most competitive LCCO₂ emissions, followed in order by FCV (on-site), ICEV-Die, BEV, ICEV-Gas and FCV (water electrolysis). In particular, BEV shows higher LCCO₂ emissions than that of ICEV-Die due to high CO₂ emissions in battery production and the thermal power generation-dependent energy mix (at the time period 2012-2014).

(出典 : J-STAGE https://www.jstage.jst.go.jp/article/transjsme/84/866/84_18-00050/_pdf/-char/ja)

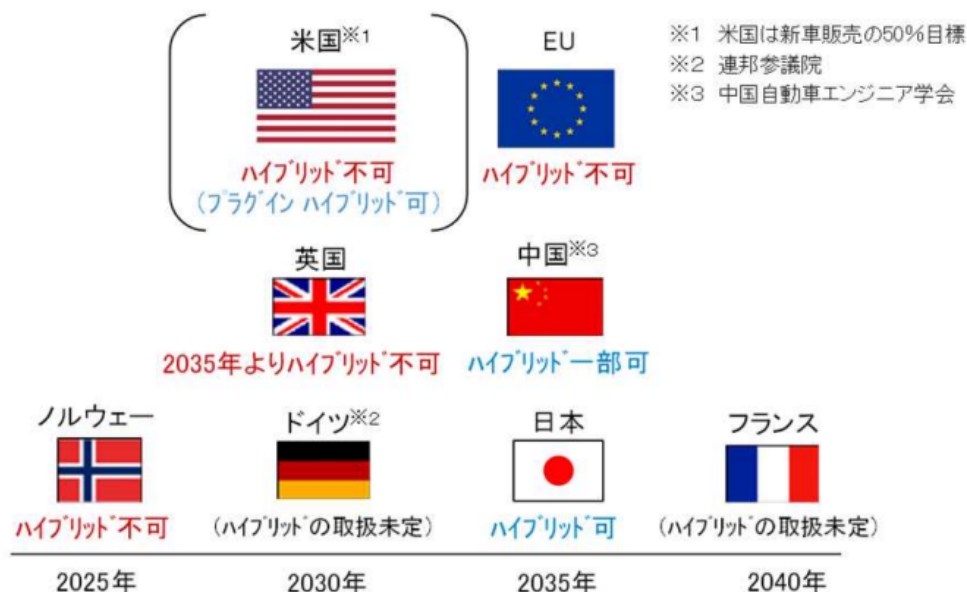
次世代自動車の総合的なCO2排出量評価手法の構築

(令和4年度新規事業・国土交通省自動車局)

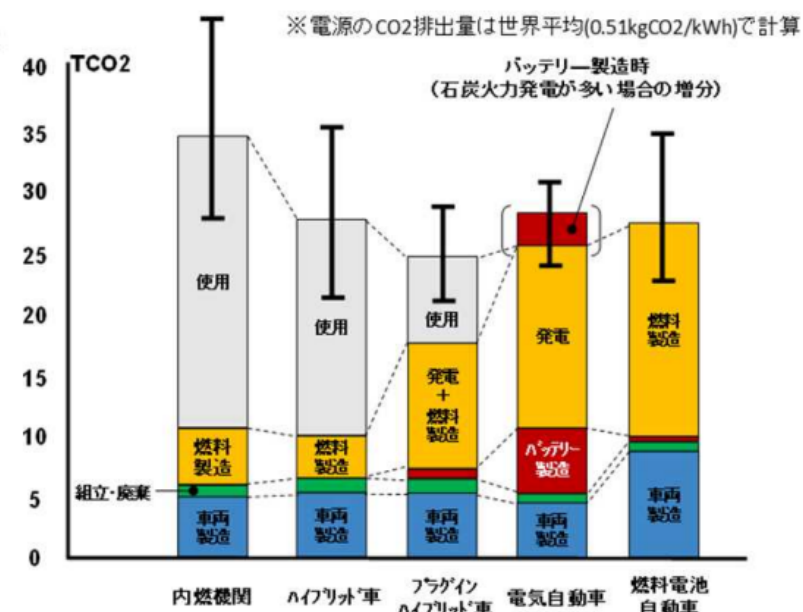
【予算額：34百万円】

- カーボンニュートラルの実現には、自動車の燃費(電費)性能のほか、製造段階、使用段階、リサイクル段階など、ライフサイクル全体でのCO2排出量を客観的に評価する必要がある。
- 各国がカーボンニュートラル政策を打ち出す中、国際的に議論が可能な客観的なCO2排出評価手法(LCAモデル)を構築する。

各国等の新車100%電動化目標時期(乗用車)



製造から廃棄までのCO2排出量を客観的に評価



出典: Global EV Outlook 2020から作成

各国が「新車100%電動化」を打ち出しているが、目標時期やハイブリッド車の取扱は、国ごとに異なる。

電気自動車は使用時のCO2排出がゼロであるが、発電時、バッテリー製造時のCO2排出が多い。



国際的に議論が可能な客観的なCO2排出評価手法を構築し、自動車メーカーがフェアに競争を行える環境を整備

(出典：国土交通省<https://www.mlit.go.jp/page/content/001460108.pdf>)

太陽光発電舗装の例（外国）

	スパイケニッ セ（蘭）	ハールレメル メール（蘭）	ハークスベ ルヘン （蘭）	ブラウエスタ ト（蘭）	ナントサン ナゼール港 とエタンプ （仏）	クロメニー （蘭）
	2019. 3 OPEN	2019. 3 OPEN	2018 実現	2017 実現	2017 実現	2014-2016年の 成果
道路当局	Zuid-Holland 州	Noord- Holland州	ハークスベ ルヘン州	フローニンゲン州		Noord-Holland 州
請負業者	Strukton Civiel	Strukton Civiel	Strukton Civiel	Strukton Civiel	Charier	Strukton Civiel
道路の種 類・長さ	バスレーン 100m	交通量の多い 平行道路 50 m	自転車道 10m	自転車道 10m	自転車道 15m	自転車道 15m
電力供給先	グリッド	グリッド	工業地帯 Stepelerve ldの公共照明	バッテリー、電動自転 車、携帯等の充電ポイ ントを備えた 「STOPcontact」	公共照明	グリッド
ステータス	解体	解体	運用中	運用中	運用中	解体

注）「Sora Road」ホームページ（<https://www.solaroad.nl/portfolio/>）に掲載されている
「パイロットプロジェクト」の内容を、HIDOにおいて整理したもの。



スパイクニッセ（蘭）



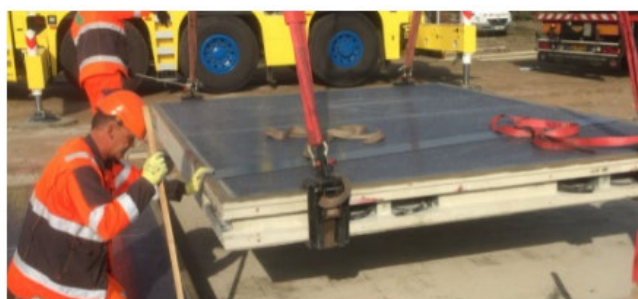
ハールレメルメール（蘭）



ハークスベルヘン（蘭）



ブラウエスタト（蘭）



ナントサンナゼール港とエタンプ（仏）

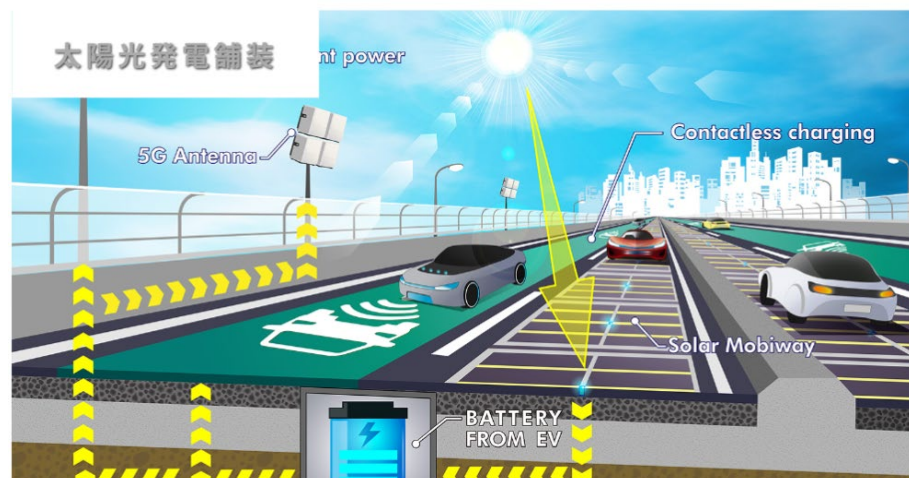


クロメニー（蘭）

（出典：Sora Road <https://www.solaroad.nl/portfolio/>）

太陽光発電舗装の例（国内）

社名	太陽光発電舗装	実用化 時期	特徴
大林道路株式会社 早水電機工業株式会社 宮吉硝子株式会社	ガラス導光版ユニット (SolarWAY)	2020年	- 透過性・対候性に優れた高透過ガラスをLEDで自発光させることのできる「ガラス導光板」と「ノンスリップ仕上げ強化ガラス」をソーラーパネルに組合せた製品。 - 文字や絵柄を表示できる。
株式会社NIPPO MIRAI-LABO株式会社	太陽光発電舗装 (Solar Mobiway)	2022年	- 日陰・悪天候でも発電可能。 - 車両が乗っても破損しない。 - 雨が降っても滑らない。
東亜道路工業株式会社	太陽光発電舗装 システム (Wattway)	2023年	- フランスのコラス社とフランス国立太陽エネルギー技術研究所（CEA-INES）が共同開発した太陽光発電舗装システム。 - コラス社と技術協力により製品化を目指す。



昼間は道路面で発電をしてG-CROSSに蓄電する



夜間は蓄電した電力を様々な物に使用可能

MIRAI-LAB0のSolar Mobilitywayを使用した独立電源システム
(出典：MIRAI-LAB0株式会社 <https://mirai-lab.com/solarmobilityway>)



仏コラス社の太陽光発電舗装 Wattway

(出典：東亜道路工業株式会社
<https://www.toadoro.co.jp/news/docs/eb7517910a373da65dd5522ac42f39c6ebb2a563.pdf>)



大林道路が共同開発したガラス導光板ユニット SolarWAY

(出典：大林道路
<https://www.obayashi-road.co.jp/news/press-release/5312.html>)

高速道路における太陽光発電の例（国内）

【首都高速道路における取組】

2009年に湾岸線東京港トンネルの坑口付近に設置した太陽光発電で、大井換気所内の空調設備の一部の電力を担っています。そのほか、4号新宿線の代々木パーキングエリアでは、太陽光発電を建物やトイレ照明の電力に、ハイブリッド発電※を携帯電話充電器の電力に使用しています。

ハイブリッド発電は、湾岸線大黒パーキングエリアにも設置されており、時計と歩道照明の電力に使われています。

※風力と太陽光を利用する発電



湾岸線東京港トンネル坑口付近太陽光パネル

（出典：首都高速道路株式会社 <https://www.shutoko.co.jp/efforts/environment/technology/solarpower/>）

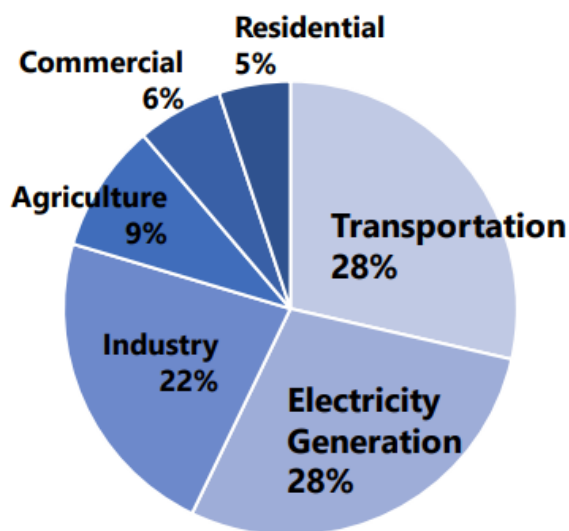
太陽光発電・EVの普及による電力系統への影響に関する研究

大阪大学大学院 工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 内田英明 助教 による研究

研究背景 - 低炭素社会の実現 -



- COP21にて温室効果ガス排出削減の枠組みである「パリ協定」採択
- 化石燃料由来のエネルギー消費低減が重要視



温室効果ガス排出 [1]

電気自動車 (EV : Electric Vehicle)

環境性能が高く, 2040年の保有台数は全世界で33%に達する予測 [2]

充電の集中による電力需要圧迫

再生可能エネルギー

各国で太陽光 (PV : photovoltaics) 及び風力発電の導入が顕著

余剰電力による電圧・周波数変動

普及後には, これまで考慮不要であった相互作用が発生する懸念

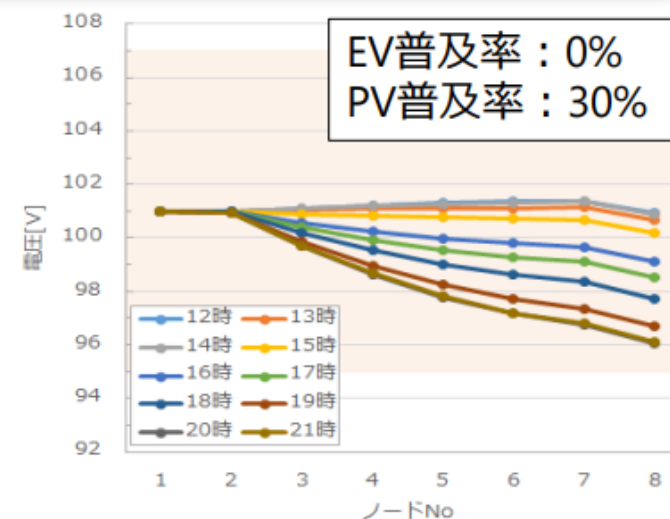
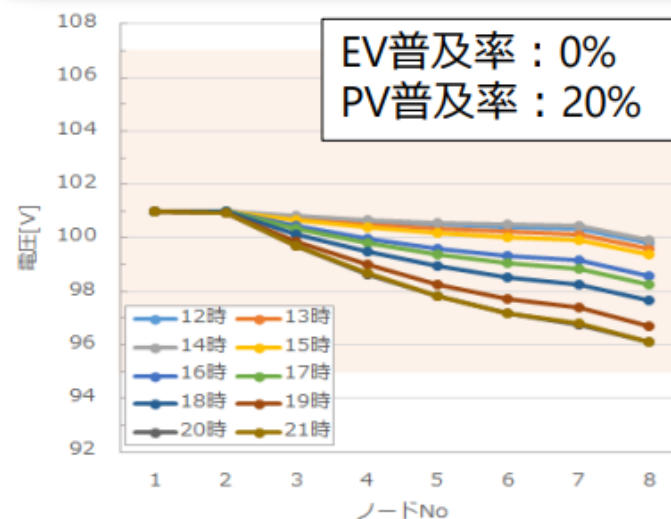
[1] EPA: United States Environmental Protection Agency, "Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks", 2017.

[2] IEA: International Energy Agency, "Global EV Outlook", 2017.

(出典 : 内田英明助教提供資料)

解析結果 - PVによる電圧上昇 -

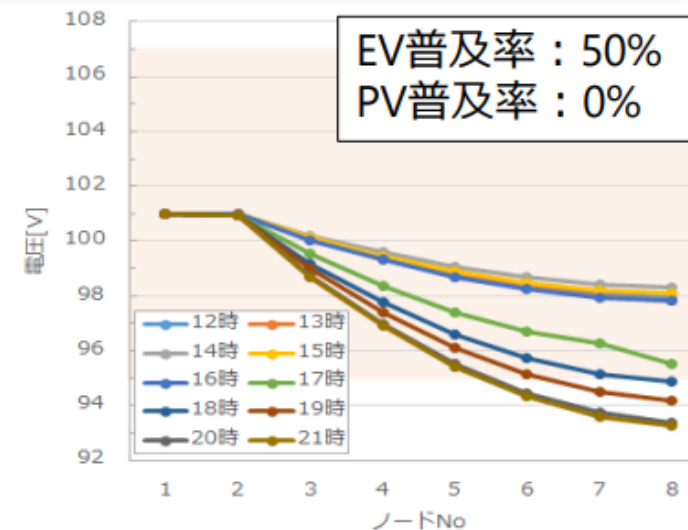
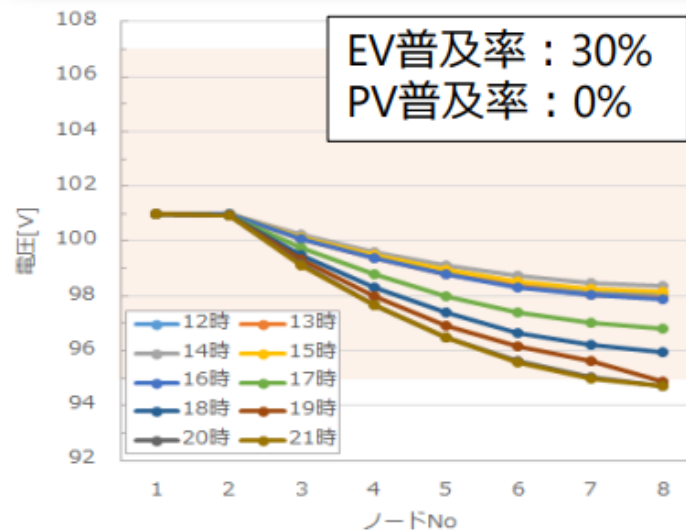
- EV普及率を0%に固定, PV普及率を変化
- 送り出し電圧を101V, 基準電圧は $101 \pm 6V$
- PV普及率に応じた電圧上昇
- 日射量の多い昼間にはPV 普及率30%のケースにおいて逆潮流
- ただしPV 出力に対し世帯の負荷が十分に大きく
基準電圧から逸脱するケースなし



(出典 : 内田英明助教提供資料)

解析結果 - EVによる電圧降下 -

- EV普及率を変化, PV普及率を0%に固定
- 普通充電：3kW ・ 急速充電：150kW
- EV普及率に応じた電圧降下
- 帰宅時間帯（17時以降）には多数の普通充電イベントが発生し電圧降下幅が拡大
- ノード8における急速充電イベントは離散的



(出典：内田英明助教提供資料)

自動車EV化した場合の年間消費電力及びその市場規模の試算

車種 (※)	燃料消費量 (A) (注1)	走行キロ (B) (注1)	燃料市場規模		全てEVと仮定した場合		全てEVと仮定した場合 (高速道路走行分)	
			税込価格 (G) (=A×α×1000) (注2)	税抜価格 (H) (=A×β×1000) (注2)	年間消費電力 (I) (=B÷6.7) (注3)	年間消費電力 の市場規模 (J) (=I×24.8×1000) (注4)	年間消費電力 (K) (=I×0.202) (注5)	年間消費電力 の市場規模 (L) (=J×0.202) (注5)
			kL,km ³ /年	千km/年	円/年	円/年	千kWh/年	円/年
ガソリン車	43,308,034	551,807,859	7,150,156,413,400	4,049,301,179,000	82,359,382	2,042,512,672,119	16,636,595	412,587,559,768
軽油車	23,576,350	110,163,643	3,420,928,385,000	2,357,635,000,000	16,442,335	407,769,902,448	3,321,352	82,369,520,294
合計	66,884,384	661,971,502	10,571,084,798,400	6,406,936,179,000	98,801,717	2,450,282,574,567	19,957,947	494,957,080,063

(※) ガソリン車及び軽油車の他に、LPG車及びCNG車もあるが、値が小さいため、省略。

(注1) 自動車燃料消費量調査(令和2年度)(国土交通省総合政策局情報政策課交通経済統計調査室)のデータを引用

(注2) α: 1L当たりの燃料金額(税込)として、次の値を採用。

ガソリン 165.1円/L(R3.12.20時点)(石油製品価格調査(R3.12.22 資源エネルギー庁公表))

軽油 145.1円/L(R3.12.20時点)(石油製品価格調査(R3.12.22 資源エネルギー庁公表))

β: 1L当たりの燃料金額(税抜)として、次の値を採用。

ガソリン 本体価格 93.5円/L(税 71.6円/L; 税率43.4%)(CASIO HP「KEISAN(生活や実務に役立つ計算サイト)」による計算結果)

軽油 本体価格 100円/L(税 45.1円/L; 税率31.1%)(CASIO HP「KEISAN(生活や実務に役立つ計算サイト)」による計算結果)

(注3) EVの電費: 6.7km/kWh(日産自動車HP「電気自動車(EV)総合情報サイト」における「日産リーフ e+ 実電費(燃費)例」(2020.6.5掲載)から引用)

(参考: 日産リーフ e+ の電費(JC08モード)では、125Wh/km⇒8km/kWh)

(注4) 電気料金単価: 24.8円/kWh(日本のエネルギー2020 エネルギーの今を知る10の質問(資源エネルギー庁作成)P3(2019年度家庭向け電気料金平均単価)から引用)

(注5) 高速道路走行分: 0.202(全国道路・街路交通情勢調査(旧道路交通センサス)(平成27年度)をもとに、24時間自動車走行台キロに占める高速道路分の割合を算定(以下参照))

	高速道路計（A） （高速自動車国道 ＋一般国道の自専道 ＋高規格幹線道路 ＋都市高速道路）			高速道路＋一般道 （D）			高速道路走行の割合 （A/D）		
	小型車	大型車	合計	小型車	大型車	合計	小型車	大型車	合計
全国	207,466	102,213	309,680	1,254,440	280,049	1,534,488	0.165	0.365	0.202

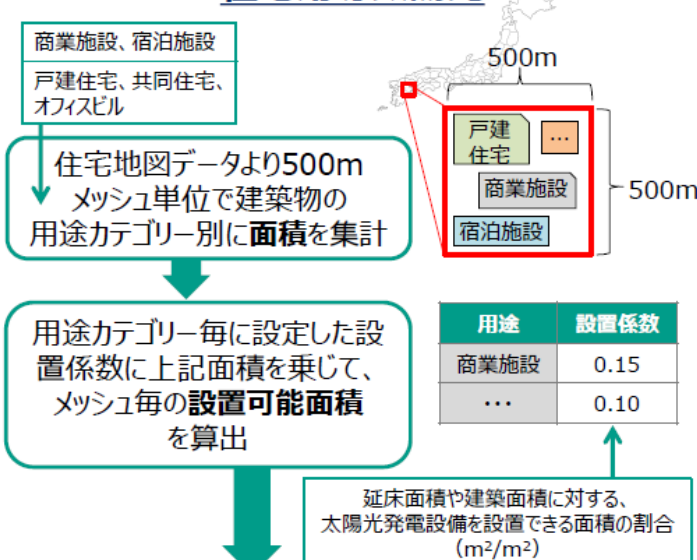
高速道路における太陽光発電導入ポテンシャルの計算（環境省）

太陽光発電の導入ポテンシャル

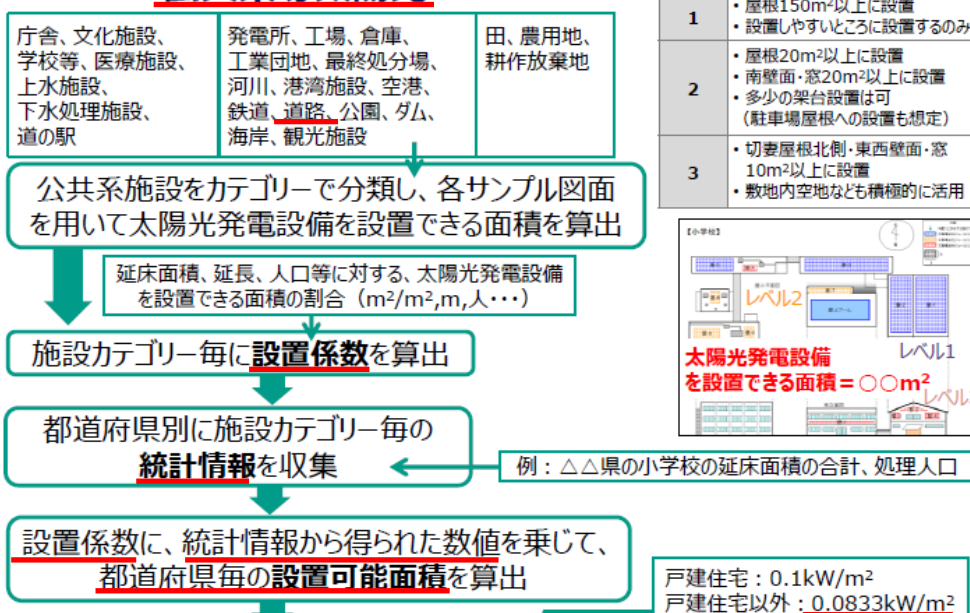


推計方法

住宅用等太陽光



公共系等太陽光



$$\begin{aligned} \text{導入ポテンシャル (設備容量 : kW)} &= \text{設置可能面積 (m}^2\text{)} \times \text{単位面積当たりの設備容量 (kW/m}^2\text{)} \\ \text{(年間発電量 : kWh)} &= \text{設備容量 (kW)} \times \text{地域別発電量係数 (kWh/kW/年)} \end{aligned}$$

推計結果

再エネ種	導入ポテンシャル		経済性を考慮した導入ポテンシャル (シナリオ別導入可能量)	
	設備容量	発電量	シナリオ	設備容量
太陽光発電	【住宅用等】 20,978万kW 【公共系等】 253,617万kW 【計】 274,595万kW	【住宅用等】 2,527億kWh/年 【公共系等】 29,689億kWh/年 【計】 32,216億kWh/年	【住宅用等－戸建住宅用等】 1～10年：①22円/kWh、②24円/kWh、③26円/kWh 11～20年：民間事業者への売電(①～③:8.18円/kWh)を想定 事業採算性基準：20年間、税引前PIRR 3.2%以上 【住宅用等－戸建住宅用等以外、公共系等】 ①12円/kWh、②14円/kWh、③18円/kWh 事業採算性基準：20年間、税引前PIRR 4.0%以上	【住宅用等】 ①3,815万～③11,160万kW 【公共系等】 ①17万～③29,462万kW 【計】 ①3,832万～③40,622万kW
				【住宅用等】 ①471億～③1,373億kWh/年 【公共系等】 ①2億～③3,668億kWh/年 【計】 ①473億～③5,041億kWh/年

(出典 : <https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/doc/gaiyou3.pdf>)

- 環境省のホームページの情報によれば、再生可能エネルギーの導入ポテンシャル等に関する調査は、平成21年度以降、毎年度、実施されている。
- 太陽光発電導入ポテンシャルの算定方法は、基本的に、平成22年度の調査報告書に示された考え方に則っており、道路に関する最新の太陽光発電導入ポテンシャルの算定結果は、令和元年度の調査において示されたものとなる。
- 本中間とりまとめにおいては、平成22年度の調査報告書に示されている太陽光パネル設置レベルのうち、最も設置が進んだ場合を想定した「レベル3」の値を採用。
下の令和元年度の調査結果の値も、全て「レベル3」の値となっている。

●平成22年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書（平成23年4月・環境省）（抄）

表 3-23 低・未利用地における設定レベル一覧

カテゴリー	レベル1	レベル2	レベル3
道路 (高速・高規格道路)	・ SA/PA 施設屋根に設置	・ SA/PA 駐車場に設置 ・ 法面 25% (南壁扱い) の 50%に設置	・ 法面 50% (東西壁扱い) の 50%に設置 ・ 植栽部 25% (南壁扱い) の 50%に設置

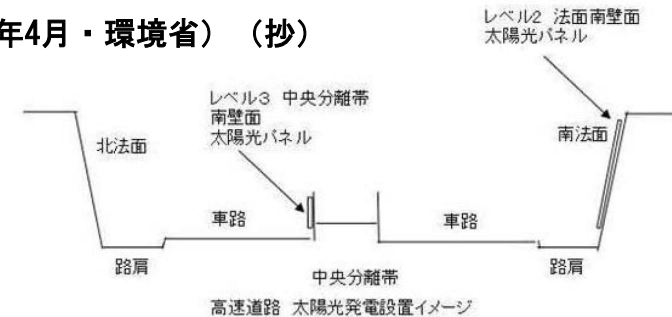


図 3-15 太陽光発電導入ポテンシャル推計作業例（道路の一例）

（出典：https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/h23-03.htmlより抜粋）

●令和元年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報等の整備・公開等に関する委託業務報告書（抄） （令和2年3月・環境省）

表 3.3-8 公共系等太陽光発電に関する導入ポテンシャル推計結果一覧

表 3.3-4 公共系等太陽光発電の設置係数

道路 (高速・高規格道路)	SA	施設数	12,257
	PA	施設数	1,215
	法面	法面面積	0.37
	中央分離帯	中央分離帯面積	0.03

(億kWh/年)		
道路 (高速・高規格道路)	SA	3
	PA	1
	法面	118
	中央分離帯	2
⇒ 合計		124億kWh/年

表 3.3-7 低・未利用地における使用統計データ一覧

道路 (高速・高規格道路)	SA	施設数	254箇所	HP等公開データ※6
	PA	施設数	698箇所	HP等公開データ※6
	法面	当該面積	312,250千㎡	国土交通省道路統計年報(H30)※7
	中央分離帯	当該面積	71,550千㎡	国土交通省道路統計年報(H30)※7

※6 SA/PAの敷地面積全国統計資料が存在しないため、施設数とした。

※7 道路敷面積-道路部面積=法面面積、道路部面積-車道部面積=中央分離帯面積とした。

（出典：https://www.renewable-energy-potential.env.go.jp/RenewableEnergy/report/r01.htmlより引用。
一部HID0において修正。）

道路管理における電力消費量・道路における再生可能エネルギー発電量

基本方針

6 グリーン社会の実現 ～2050年カーボンニュートラルへの貢献～

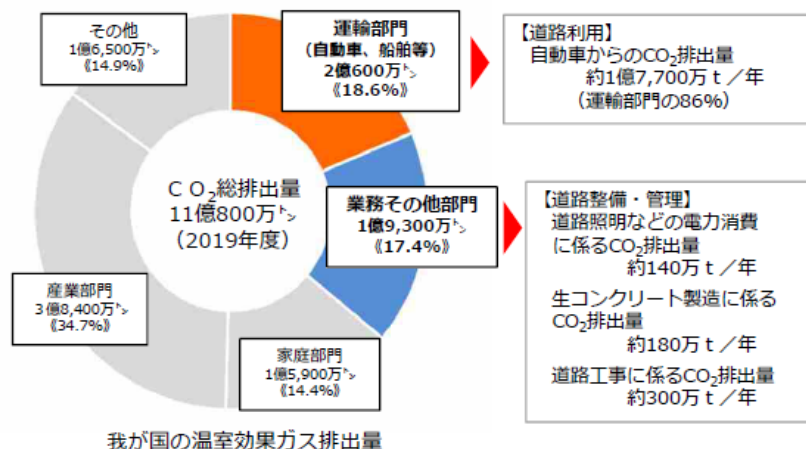
- 気候変動に伴う自然災害の激甚化・頻発化など、地球温暖化対策は待ったなしの課題です。2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、道路利用（自動車からのCO₂排出）や道路整備・管理におけるCO₂排出量の削減と道路緑化による吸収量の向上に取り組み、グリーン社会の実現に貢献します。

【2050年カーボンニュートラルに向けた目標】

- パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（2021年10月22日閣議決定）
2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち、「2050年カーボンニュートラル」の実現を目指す。
- 地球温暖化対策計画（2021年10月22日閣議決定）
2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指す。さらに50%の高みに向けて挑戦を続けていく。

【2019年度CO₂の部門別排出量】

道路分野では、「運輸部門」及び「業務その他部門」において計約1.8億トンのCO₂を排出（全体の約16%）

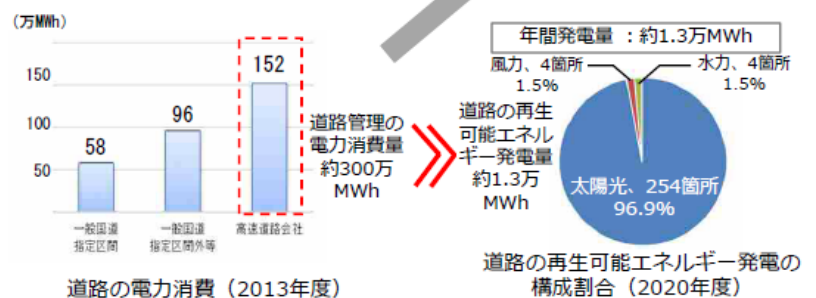


【道路管理における電力消費】

道路管理における電力消費量は年間約300万MWh

道路における再生可能エネルギー発電量は約1.3万MWh（上記電力消費量の約0.4%に留まる）

高速道路では、道路照明とトンネルにおける電力消費が5割以上を占める



【カーボンニュートラルへの貢献の方向性】

<排出量の削減>

【道路利用】 自動車に使用する化石燃料の消費の低減を図る

【道路整備・管理】 道路整備・管理に使用する化石燃料由来のエネルギー消費を抑制しつつ、道路インフラに使用する電力を再生可能エネルギーに転換

<吸収量の向上>

【道路緑化】 道路緑化によるCO₂吸収の促進（2019年度 約40万t/年）

（出典：国土交通省<https://www.mlit.go.jp/page/content/001460105.pdf>）

充電設備の整備（外国）

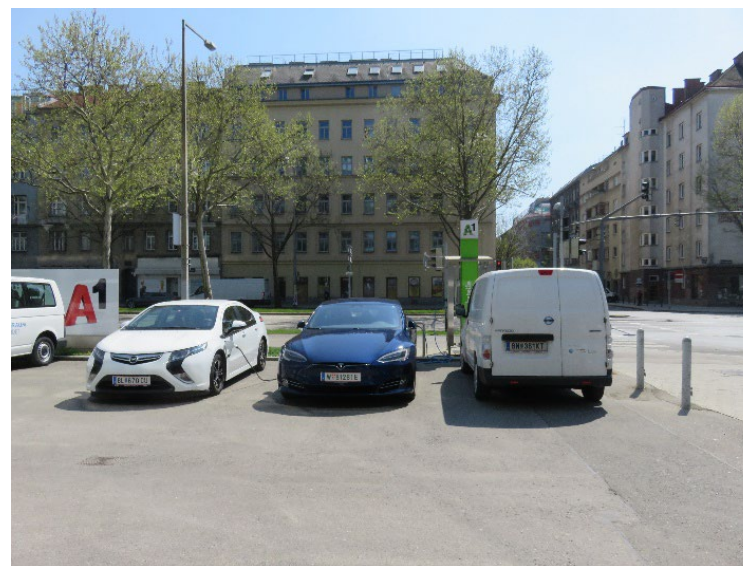
■乗用車の充電設備

➤ 欧州では、道路の路側駐車帯、駐車場などの道路沿いの空間を利用した場所に充電設備が整備

⇒ 買い物や短時間の立ち寄りで充電が可能



(HIDO撮影)



(HIDO撮影)

充電スポットの設置状況（国内）

全国約1万8千箇所に設置 ガソリンスタンドの約6割に匹敵

国の補助金制度の後押しもあり、全国の充電スポット数が急速に拡大。道の駅や高速道路のSA・PAといった施設のほか、ショッピングモールやスーパーマーケット、宿泊施設などにも多く設置されています。宿泊中や買い物ついでなど、駐車時間を有効活用して充電する方も増えています。



充電器に記載された手順に沿って充電。安全設計で操作も簡単。急速充電器なら、30～60分で80%充電が可能。

全国規模の充電ネットワークを構築したコンビニも。

全国充電スポット数

18,270 箇所*



※ゼンリン提供 2019年3月末の情報

充電スポットが
確認できます！

右記のサイトに、
全国の充電スポットの詳細を
閲覧できます。

NCS
全国自動車充電サービス

<https://www.nippon-juden.co.jp>



GoGoEV

<https://ev.gogo.gs/>

EVsmart

<https://evsmart.net/>



CHAdeMO

<https://www.chademo.com/>

充電器設置の主な施設



カーディーラー



コンビニエンスストア



商業施設



宿泊施設



道の駅



SA・PA

このマークが目印です！



急速充電器



普通充電器



（出典）一般社団法人次世代自動車振興センター「EV/PHV普及の現状について」
http://www.cev-pc.or.jp/event/pdf/J_all_panel.pdf, p. 4

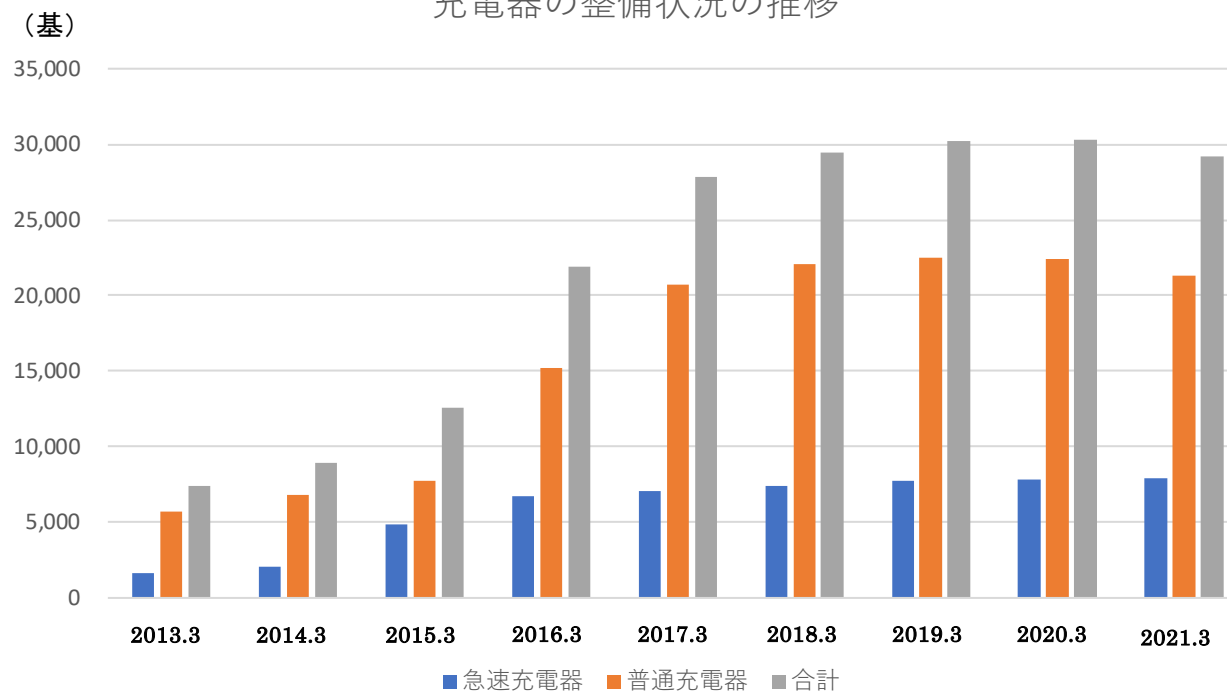
充電器の整備状況（国内）

単位：基

時期	2013.3	2014.3	2015.3	2016.3	2017.3	2018.3	2019.3	2020.3	2021.3
急速充電器	1,674	2,097	4,860	6,753	7,108	7,392	7,748	7,866	7,893
普通充電器	5,692	6,818	7,739	15,192	20,708	22,102	22,494	22,454	21,340
合計	7,366	8,915	12,599	21,945	27,816	29,494	30,242	30,320	29,233

（注）株式会社ゼンリンによる調査結果

充電器の整備状況の推移



（注）株式会社ゼンリンによる調査結果をもとに、HID0においてグラフ化したもの。

2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（充電器関係）

4. 重要分野における「実行計画」

(5) 自動車・蓄電池産業

（略）

充電インフラについては、老朽化設備を更新するほか、既存のインフラを有効に活用できるサービスステーション（SS）における急速充電器 1 万基等、公共用の急速充電器 3 万基を含む充電インフラを 15 万基設置し、遅くとも 2030 年までにガソリン車並みの利便性を実現することを目指す。この際、充電インフラの普及促進や規制緩和等により、最適な配置やビジネス性の向上を進めるとともに、充電設備の普及が遅れている集合住宅に対する導入を促進する。

（以下略）

充電器の整備の促進（国内）

クリーンエネルギー自動車・インフラ導入促進補助金 令和3年度補正予算額 375.0億円

(1) (2) 製造産業局 自動車課

(3) 資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
水素・燃料電池戦略室

事業の内容

事業目的・概要

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、環境性能に優れたクリーンエネルギー自動車の普及が重要です。早期に電気自動車や燃料電池自動車等の需要創出や車両価格の低減を促すと同時に、車両の普及と表裏一体にある充電・水素充てんインフラの整備を全国各地で進めることが喫緊の課題です。
- 本事業では、導入初期段階にある電気自動車や燃料電池自動車等について購入費用の一部補助を通じて初期需要の創出・量産効果による価格低減を促進します。
- また、電気自動車やプラグインハイブリッド自動車の充電設備等の購入費及び工事費、水素ステーションの整備費及び運営費を補助します。

成果目標

- 「グリーン成長戦略」等における、2035年までに、乗用車新車販売で電動車100%とする目標の実現に向け、クリーンエネルギー自動車の普及を促進します。
- また、車両の普及に必要なインフラとして、充電インフラを2030年までに15万基、水素充てんインフラを、2030年までに1,000基程度整備します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

(1) クリーンエネルギー自動車導入事業

電気自動車



※補助対象例

プラグインハイブリッド自動車



燃料電池自動車

(2) 充電インフラ整備事業



急速充電器



普通充電器
(スタンド型)



普通充電器
(コンセント型)

※補助対象例

(3) 水素充てんインフラ整備事業

【小規模】



【中規模】



【大規模】



※補助対象例

走行中給電の例（外国）

■ 走行中の接触給電

⇒ 2016年にスウェーデンで2年間のプロジェクトとして
トロリーバスのようなトラックの走行中給電を試験



スウェーデンのトラック走行給電

出典 : https://www.greencarreports.com/news/1104908_road-for-electric-trucks-with-trolley-like-catenary-opens-in-sweden

⇒ 2017年にストックホルム・アーランダ空港と物流サイトの間の
1.2マイル（約2km）に電化道路を設置



スウェーデンのストックホルム・アーランダ空港と物流サイトの間の電化道路

出典 : <https://www.dezeen.com/2018/04/23/electric-car-charging-road-opens-stockholm-sweden/>

ドイツの道路電化

■ ドイツの道路電化に向けた動き

- 大型車の電動化に向けた検討、開発を実施
- 給電方法は、最初ワイヤレス給電を検討
- ワイヤレス給電は様々な課題あり
- 昔からある鉄道技術の架線方式を大型車に採用
- 「eHighway」プロジェクトで高速道路に架線を利用した給電
- 3箇所で試験走行を実施
 - ①ヘッセン州のメンデルフェンとヴァイターシュタット間
A 5高速道路の約10km(2019年5月末～2022年末)
 - ②ドイツ北部のシュレースヴィヒ=ホルシュタイン州のラインフ
ェルトとリュウベック間
A 1高速道路の約5km×2車線(2019年6月～2022年末)
 - ③バーデン=ヴュルテンベルク州のクッペンハイムとゲルン
スバッハ・オベルツロット都市間
B 462道路の約18km(2021年7月～2024年6月)

- ドイツで試験走行している電気トラック
- 動力は完全な電気ではなくディーゼルとハイブリッド方式
- 架線が無くともバッテリーで10～15kmの走行は可能



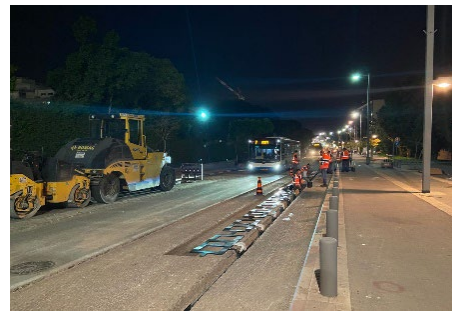
(HID0撮影)



(出典：SIEMENS
<https://press.siemens.com/global/en/feature/ehighway-solutions-electrified-road-freight-transport>)

■ 走行中のワイヤレス給電

- ⇒ 2020年にスウェーデンのゴットランド島に1.6kmの公道を
走行しながらワイヤレス給電（非接触で給電）が可能
- ⇒ ワイヤレス給電の道路は、銅コイルがアスファルトの下（8cm）に敷設
- ⇒ ワイヤレス給電設備はイスラエルの企業（ElectReon）の技術を導入



テルアビブのワイヤレス給電

出典：<https://www.wsj.com/articles/these-companies-want-to-charge-your-electric-vehicle-as-you-drive-11610965800>

同様の仕組みは、
スウェーデン、イスラエル、ドイツ、イタリアで試験中

スウェーデンのゴットランド島のワイヤレス給電
出典：<https://www.smartroadgotland.com/blog>



スウェーデンのゴットランド島のワイヤレス給電（出典：<https://www.smartroadgotland.com/blog>、<https://news.cision.com/electreon-ab/r/successful-start-for-world-s-first-wireless-electric-road-for-trucks,c3062153>）

走行中給電の例（国内）

- 本田技術研究所が大型車の電動化（道路の電化）の研究
- ワイヤレスや架線方式でもなくガードレールからの給電方式



出典：本田技術研究所の道路の電化 <https://www.honda.co.jp/tech/ITS/2021/>

停車中給電の例（外国）

■停車時の接触充電



ヨーテボリのバス
（路側器からアームが下りるタイプ）

出典： <https://new.abb.com/news/ja/detail/55577/abb-and-volvo-to-electrify-gothenburgs-city-streets>

※2021年秋からバスの屋根からアームが上がるタイプに



アムステルダム
（バスの屋根からアームが上がるタイプ）

出典： <https://insideevs.com/news/341683/vdl-to-deliver-31-electric-citeas-buses-for-transport-in-amsterdam/>

■停車時のワイヤレス充電（非接触充電）

➤ 停車時に充電



ロンドンのバス

出典 : <https://ipt-technology.com/wireless-charging-double-decker-buses-london/>



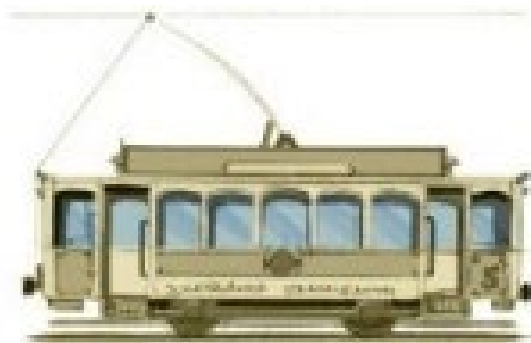
ワシントン州のバス

出典 : <https://techable.jp/archives/75852>

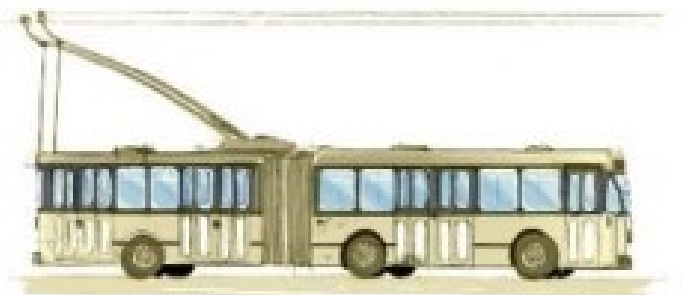
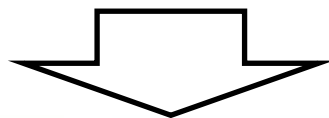
非接触充電設備

【vb/sh スイス・シャフハウゼンにおける取組】

1901年 路面電車（架電線＋レール）の運行開始
1966年 トロリーバス（架電線）に変換
2017年 市議会 vb/shの電化戦略を承認。
⇒ （10年以内）地方バスの段階的・完全な電化
（急速充電システムを備えたeバス・架電線なし）



1901年 路面電車（架電線＋レール）



1966年 トロリーバス（架電線）



急速充電システムを備えたeバス（架電線なし）

注）「Verkehrsbetriebe Schaffhausen」ホームページ（<https://vbsh.ch/de/unternehmen/elektrifizierung>）に掲載されている内容をもとに、HIDOにおいて作成

走行中給電に関する研究

東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科 居村岳広 准教授 による研究

① EV化の流れ

EVの大量普及後の未来社会



2つの未来がある



大容量の電池搭載を
目指すEV社会

現在の主流



必要最小限の電池搭載
+DWPTの社会
+PV

提案するスマートな未来像



TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE IMURA LAB.

(出典：東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科 居村研究室
https://www.rs.tus.ac.jp/imura.lab/HP%E7%94%A8pdf/HP%E7%94%A8_%E8%B5%B0%E8%A1%8C%E4%B8%AD%E7%B5%A6%E9%9B%BB%E3%81%A8%E5%A4%AA%E9%99%BD%E5%85%89%E7%99%BA%E9%9B%BB_2020.pdf)

② 大量の大容量電池の道

現状の世の中の動き：

大量の電池を積むEVの流れ

⇒大容量蓄電池の研究開発

本当にそれで良いのか？（良ければ、それでOKだが・・・）

メリット：業界を超えない数社の連携で実現できる

デメリット：社会全体のコスト高（後述）

EVが順調に普及後：

保有台数シェア10%, 20%, 30%・・・と増えた未来に起こること

課題A サービスエリア飽和問題

課題B リチウムの生産問題（電池生産用）

Li

課題C コバルトの生産問題（電池生産用）

Co

課題D 社会全体としての高コスト問題

⇒コスト比較の所で説明

Li



世界最大のリチウム埋蔵量を有すると推定されているボリビアのウニ塩湖
(画像出典：Wikipedia)

Co



コバルトブルー

www.pse-mendelejew.de

② 課題A サービスエリア飽和問題 ～大容量電池開発のEV～

高速道路で都市間移動を行う場合は、サービスエリアで急速充電が必須

普及率が10%になった場合の試算：

常時30～60台が急速充電 $50\text{kw} \times 30 \sim 60 \text{台} = 1.5\text{MW} \sim 3\text{MW}$ という状況になる。

↑
SA/PAIにおいて、これだけの台数のEVの充電に対応できる充電器の整備が可能か、不透明。(HIDO追記)

電力容量問題と、普通に駐車するスペースを充電スペースに使用する
スペース問題の2つが生じる。

⇒ 将来課題としては軽視されている。



Fig. 大量のEVの常時MW級急速充電@SA

TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE IMURA LAB.

③ 走行中ワイヤレス給電の道

走行中ワイヤレス給電

課題A（サービスエリア飽和問題）, 課題B（リチウム生産問題）, 課題C（コバルト生産問題）, D（社会全体の高コスト化問題）を解決できる。

走行中ワイヤレス給電のメリット（メイン）：

- ・ 1回の充電での走行距離（一充電走行距離）を延ばすことができる。
 - ・ 走行しながら充電できるので、サービスエリアでの急速充電不要
 - ・ 搭載する電池容量を（例えば1/6以下に）減らす事が出来る。
- ⇒電池依存とは違う未来を目指せる。

走行中ワイヤレス給電のメリット（融合）：

- ・ クリーンエネルギーとの連携により更なるメリット
- ・ 分散化電源が利用可能
- ・ 社会システムとして低コスト

TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE IMURA LAB.

（出典：東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科 居村研究室
https://www.rs.tus.ac.jp/imura.lab/HP%E7%94%A8pdf/HP%E7%94%A8_%E8%B5%B0%E8%A1%8C%E4%B8%AD%E7%B5%A6%E9%9B%BB%E3%81%A8%E5%A4%AA%E9%99%BD%E5%85%89%E7%99%BA%E9%9B%BB_2020.pdf）

④走行中ワイヤレス給電の技術 ～課題～

停車中ワイヤレス給電

■課題

互換性と金属異物検出の問題が未解決
(解決済みと勘違いされることも多い)



他社との互換性を担保しない、プライベートユース前提の規格化を許容する話へと変化している。

SAE, IEC, ISOなどは2020年規格化か？



TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE IMURA LAB.

走行中ワイヤレス給電 (DWPT)

■課題

- コイルの上を一瞬で過ぎ去るEVへの給電
 - DWPT用の地上側複数コイル連動電源ON, OFF
 - EV側の受電制御
 - 全体システム設計の最適化⇒地上側とEV側の独立かつ協調制御が必要
- 電力が停車中に比べ10倍以上
 - 発熱対策
 - 漏洩電磁波対策
- 停車中の課題はそのまま継続
 - 互換性と金属異物検出の課題
 - 高速走行のため難易度UP
 - 地上側からすると、車の有無による電氣的な環境変化が頻繁に起こるため難易度UP

※電池生産問題など多くの課題を解決できるDWPT

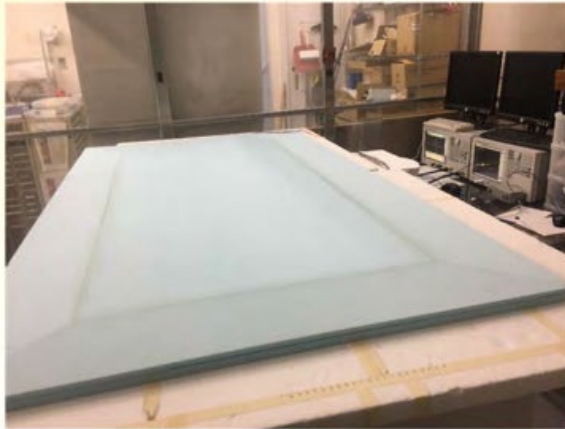
⇒一方で、走行中ワイヤレス給電の技術は黎明期

⇒技術を一本化するには時期尚早

④走行中ワイヤレス給電の技術 ～コイル～

コンデンサレス&フェライトレスコイル
(オープンタイプ)

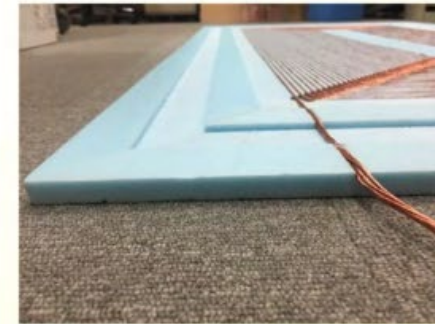
全体図



1層分



1層分の横図



TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE IMURA LAB.

(出典：東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科 居村研究室

https://www.rs.tus.ac.jp/imura.lab/HP%E7%94%A8pdf/HP%E7%94%A8_%E8%B5%B0%E8%A1%8C%E4%B8%AD%E7%B5%A6%E9%9B%BB%E3%81%A8%E5%A4%AA%E9%99%BD%E5%85%89%E7%99%BA%E9%9B%BB_2020.pdf)

④走行中ワイヤレス給電の技術 ～コイル～

コンデンサレス&フェライトレスコイル
(オープンタイプ)



TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE IMURA LAB.

(出典：東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科 居村研究室
https://www.rs.tus.ac.jp/imura.lab/HP%E7%94%A8pdf/HP%E7%94%A8_%E8%B5%B0%E8%A1%8C%E4%B8%AD%E7%B5%A6%E9%9B%BB%E3%81%A8%E5%A4%AA%E9%99%BD%E5%85%89%E7%99%BA%E9%9B%BB_2020.pdf)

走行中給電の導入に向けた国の計画等

2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

4. 重要分野における「実行計画」 (8) 物流・人流・土木インフラ産業 ④ インフラ・都市空間等でのゼロエミッション化
＜現状と課題＞

(略)

EV については、**走行中給電技術の開発支援**や EV 充電器の公道設置の社会実験を行っており、**走行中給電技術**では**給電システムを埋め込む道路構造の開発**や**技術基準の検討**、EV 充電器の公道設置による道路交通への影響の評価等が必要である。(以下略)
＜今後の取組＞

(略)

走行中給電技術については、その技術の開発や給電システムを埋め込む道路構造の開発のための研究を支援し、2020 年代半ばの**実証実験の開始**を目指す。研究の進捗状況に応じて、**社会実装のための検証や評価**を行いつつ、EV 充電器の公道設置も含め、**道路に係る制度や技術基準等の検討**を行う。また、EV 充電施設が少ない地域の幹線道路等において、案内サインの整備を促進する。これらの取組により充電の利便性が向上する。電動車に対して高速道路利用時のインセンティブを付与することにより、一般道路から高速道路への交通転換による排出ガスの削減や電動車の普及促進を図る。(以下略)

地球温暖化対策計画

第3章 目標達成のための対策・施策 第2節 地球温暖化対策・施策 1. 温室効果ガスの排出削減、吸収等に関する対策・施策

(1) 温室効果ガスの排出削減対策・施策 ①エネルギー起源二酸化炭素 D. 運輸部門の取組 (b) 自動車単体対策

○次世代自動車の普及、燃費改善等

(略)

また、EV充電施設の道路内配置の検討や**走行中給電技術の研究支援を進める**ほか、EV充電施設が少ない地域の幹線道路等において、案内サインの整備を促進するとともに、電動車に対して高速道路利用時のインセンティブを付与することにより、一般道路から高速道路への交通転換による排出ガスの削減や電動車の普及促進を図る。(以下略)

パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略

第2章 各部門の長期的なビジョンとそれに向けた対策・施策の方向性 第1節 排出削減対策・施策 3. 運輸

(3) ビジョンに向けた対策・施策の方向性 ②自動車の電動化に対応した都市・道路インフラの社会実装の推進

EV 等の普及促進に向け、EV 充電施設が少ない地域の幹線道路等において充電施設案内サインの整備の推進や、EV 充電器の公道設置社会実験を行うとともに、**走行中給電システム技術**については、2020 年代半ばの**実証実験の開始**を目指した**給電システムを埋め込む道路構造の開発**を含めた**研究開発支援**を推進する。

再生可能エネルギーを活用したエネルギーの地産地消の取組例

湯沢市（秋田県）の事例

「湯沢市再生可能エネルギー地産地消推進協議会」（秋田県湯沢市）

- 湯沢市は日本有数の地熱発電のポテンシャルを有する地域。電気の地産地消の担い手として、地元民間資本100%の小売電気事業者「ローカルでんき(株)」を設立し、平成29年4月から小売電気事業を開始。
- 同社はこれまで、日本卸電力取引所（JEPX）及び東北電力から購入した電気を**地域の農業関連施設や一般家庭等へ安価に供給**。
- 本年1月に同社は**秋田県営の水力発電所（2カ所）と3年間は市場価格で購入する電力供給に係る協定を交わし、4月からCO2フリーの電力として農業関連施設等へ安価に売電することで、県内の農産物や食品加工所等の自社製品の付加価値を高め、販売の促進に繋げる予定**。また、昨年5月に運転開始した大規模地熱発電所とも電力供給に向けて交渉中。
- 農山漁村再生可能エネルギー法に基づく基本計画は、今後策定予定。

【取組のイメージ図】



地域の小売電気事業者（ローカルでんき(株)）

- ・ 設立：平成28年11月
- ・ 供給開始：平成29年4月
- ・ 株主：秋田銀行、北都銀行、山内儀助商店 他5社

主な地産電源の概要

- ・ 水力発電（7,800kW/450kW：令和2年4月～）
- ・ 地熱発電（46MW：交渉中）

主な農林漁業関連施設等への電力供給

- ・ 農業関連施設約80カ所、水産卸売業、農産物直売所

今後の課題

- ・ 今後も地域貢献の一環として収益の一部を地域還元するため、安定した収益の確保

※農山漁村再生可能エネルギー地産地消型構想支援事業（平成28年度～30年度）において支援

<令和2年9月末時点の情報を掲載>

農林水産省 食料産業局 / Food Industry Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

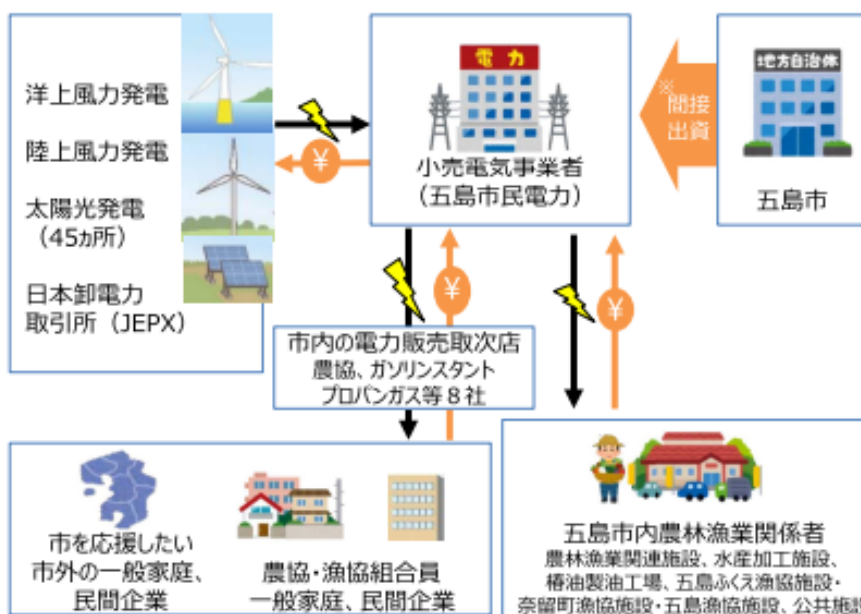
（出典：農林水産省 https://www.maff.go.jp/j/shokusan/renewable/energy/attach/pdf/tisan_tisyau-69.pdf）

五島市（長崎県）の事例

「五島市再生可能エネルギー推進協議会」（長崎県五島市）

- 市内の商工会関係者が中心となり地元に還元できる取組みの実現を目指し、昨年7月から小売電気事業を開始。
- 地元の農協等が取次店として電力販売に参画し、九州電力より安価に電力を販売することにより、**1,400件以上の顧客**（農協・漁協施設等）を獲得。そのうち、**約800件は電力供給開始済み**。今後も、顧客開拓の拡大に期待。
- 地域活性化策として、九州電力と同価格で一般市民向けに電力を販売し、**収益の一部を椿油の再生へ活用**。また、島外向けとして五島の農林水産品を返礼品として提供予定。
- 農山漁村再生可能エネルギー法に基づく基本計画は、平成31年3月に策定。

【取組のイメージ図】



地域の小売電気事業者（五島市民電力(株)）

- ・ 設立：平成30年5月
- ・ 供給開始：令和元年7月
- ・ 出資者：JAごとう、五島漁協、五島ふくえ漁協、奈留漁協、五島風力発電（株）、個人等 52社
- ※五島市は五島風力発電（株）を通じて間接的に出資

主な地産電源の概要

- ・ 洋上風力発電（1,990kW：令和元年8月～）
- ・ 陸上風力発電（1,200kW：令和元年8月～）
- ・ 太陽光発電（45カ所：2,099 kW：令和元年8月～）

主な農林漁業関連施設等への電力供給

- ・ 農林漁業関連施設・農協・漁協組合員約230カ所、水産加工施設、椿油製油工場

今後の課題

- ・ 同地域で安価に供給している他の新電力との顧客獲得競争

※農山漁村再生可能エネルギー地産地消型構想支援事業（平成28年度～30年度）において支援

<令和2年9月末時点の情報を掲載>

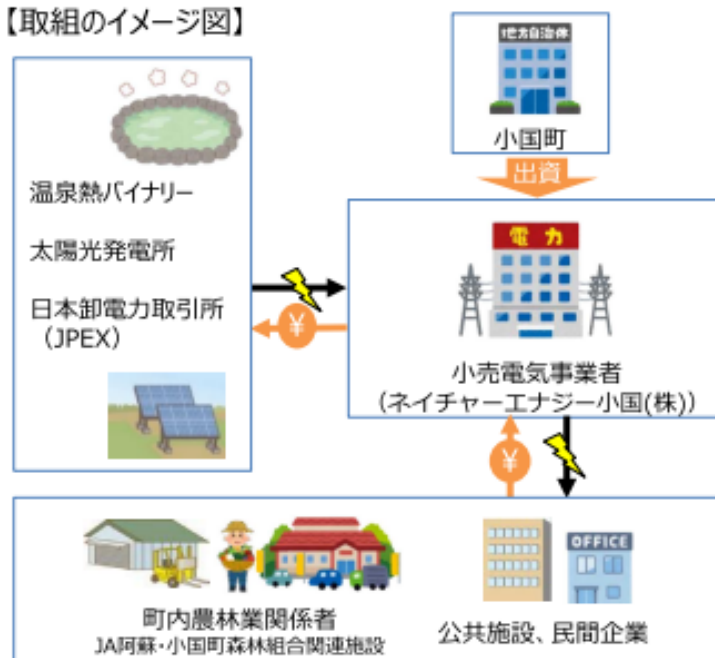
（出典：農林水産省 https://www.maff.go.jp/j/shokusan/renewable/energy/attach/pdf/tisan_tisyoushou-69.pdf）

小国町（熊本県）の事例

「地域の恵みを活かした小国町農林コミュニティ協議会」（熊本県小国町）

- 小国町は、環境モデル都市（平成26年3月内閣府採択）の活動方針において、地域循環資源を有効活用したエネルギーの地産地消の取組を目指すため、**ネイチャーエナジー小国(株)**を設立して、平成29年に小売電気事業を開始。
- その後、平成30年に地域循環資源である**地熱と森林等を活かしたまちづくり**をテーマとした取組提案により、**SDG s 未来都市**に選定。
- 供給の開始から黒字化を達成し、毎年度事業収益の一部を町に**蓄電池や電気自動車の寄贈、福祉施設へのバイオマスボイラ導入支援等**、地域の活性化に寄与。
- 農山漁村再生可能エネルギー法に基づく基本計画は、平成31年3月に策定。

【取組のイメージ図】



地域の小売電気事業者（ネイチャーエナジー小国(株)）

- ・ 設立：平成28年8月
- ・ 供給開始：平成29年1月
- ・ 出資者：小国町（37.8%）、パシフィックパワー(株)（37.2%）、肥後銀行・熊本銀行・小国町森林組合・阿蘇農業協同組合・わいた温泉組合（各5.0%）

主な地産電源の概要

- ・ 太陽光発電（49.5kW：平成30年6月～）
- ・ 温泉熱バイナリー（48kW：平成29年6月～）
- ・ 温泉熱バイナリー（50kW：契約手続中）

主な農林漁業関連施設等への電力供給

- ・ 森林組合、農協関連施設（店舗、配送センター等）

今後の課題

- ・ 再エネによる電源確保拡大（SDG s 未来都市計画において2030年（令和12年）までに50%目標を設定）

※農山漁村再生可能エネルギー地産地消型構想支援事業（平成28年度～30年度）において支援 <令和2年9月末時点の情報を掲載>

（出典：農林水産省 https://www.maff.go.jp/j/shokusan/renewable/energy/attach/pdf/tisan_tisyau-69.pdf）

2025年大阪・関西万博における水素利活用策/プロジェクト提案書（概要）

万博での水素の利活用策/プロジェクトの提案（全体イメージ）



（出典：大阪市 <https://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000374/374110/proposal11.pdf>）

V2Hの例

クルマde給電（トヨタ自動車）



もしもの停電時でも
あなたのおうちは、
電気を使える。

突然の停電時でも、クルマが電源となり
おうちに給電することができる「クルマde給電」。
ご自宅での安全が確保できる場合には、
災害時の「在宅避難」が可能になるので
避難時の密集リスクや、
プライバシー問題などの不安も低減できます。



操作方法

対応車種

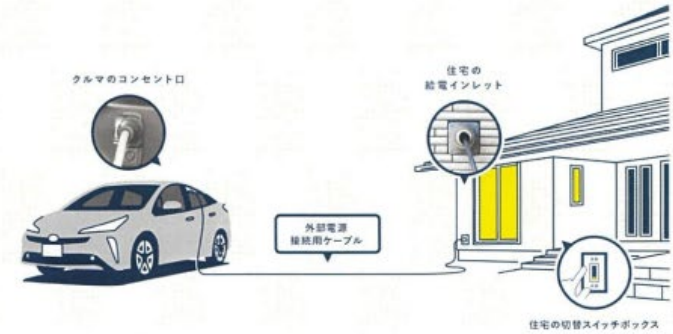
01

突然の停電だからこそ、
いつものクルマで備える安心。

CAR
電気を「供給」

おうちの外観を大きく損なうことなく、いつものマイカーが、マイ電源に^{※1}。停電時でも在宅避難が可能になるので赤ちゃんやペットなど、避難所に連れて行きづらい家族も安心。まさかの災害が次々と起こる時代、防災を、もっと身近で簡単なものにしませんか。

HOUSE
電気を「使う」



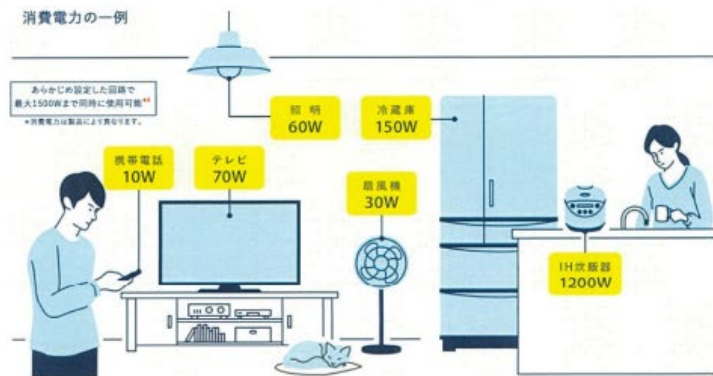
02

不安な停電時に、
大きな安心となる1500W^{※2}。

電気を使うことができれば、嬉しい暑さや寒さをしのげるだけでなく灯り・食事・情報を同時に得ることもできます。消費電力が400Wなら、約4.5日も電気を使用可能。（プリウス、プリウスPHVの場合）^{※3}
いつ復旧するか分からない停電のなか、冷蔵庫で家族の食料を確保でき、スマートフォンやPCで情報を得られることは大きな安心になります。

操作方法

対応車種



（出典：トヨタ自動車 <https://toyota.jp/kyuden/v2h/>）

LEAF to Home（日産自動車）

EVが暮らしの電源になります



LEAF to Homeとは、日産リーフに蓄えた電力を家庭に供給することができるようにする技術です。

電力供給能力に余裕のある夜間に日産リーフに充電し、その電力を昼間に家庭用電源として活用することで、電力消費のピークを緩和するピークシフトに貢献します。また、非常時にはバックアップ電源として活用することもできます。

技術の働き

住宅の分電盤に接続された電力制御装置（PCS：Power Control System）を日産リーフの急速充電ポートに接続することにより、日産リーフのリチウムイオンバッテリーから家庭へと電力を供給することができます。また、PCSを介して家庭から日産リーフに充電することもできます。

（出典：日産自動車 <http://history.nissan.co.jp/LEAF/ZE1/1709/leaf-to-home.html>）

災害時のEVの給電機能の活用

日産、災害時の給電でEV活用 自治体との連携協定拡大 （日刊自動車新聞2020年8月26日掲載）

日産自動車が災害時に電気自動車（EV）の給電機能を活用する取り組みを広げている。災害時にEV「リーフ」を派遣する連携協定の締結は全国で50件を突破。年度内には100件超えを目標に掲げる。

7月上旬に九州地方を中心に被害をもたらした集中豪雨では、協定とは別に被災した旅館にリーフを派遣するなど、協定の枠に捉われない活動事例も出てきた。リーフから、より大きな電力を取り出す給電機の導入検討も進めており、災害時のみならず環境やエネルギー、観光など地域課題に役立てる社会インフラとしてのEV活用を加速する。

日産は電動化アクション「ブルー・スイッチ」の一環として、災害時にリーフを“走る蓄電池、として役立てる災害連携協定を全国各地の自治体や企業、地域のディーラーと締結している。協定を結ぶ自治体では公用車としてリーフを導入するケースもあり、平時から環境性能に優れたEVを活用する動きも広まっている。

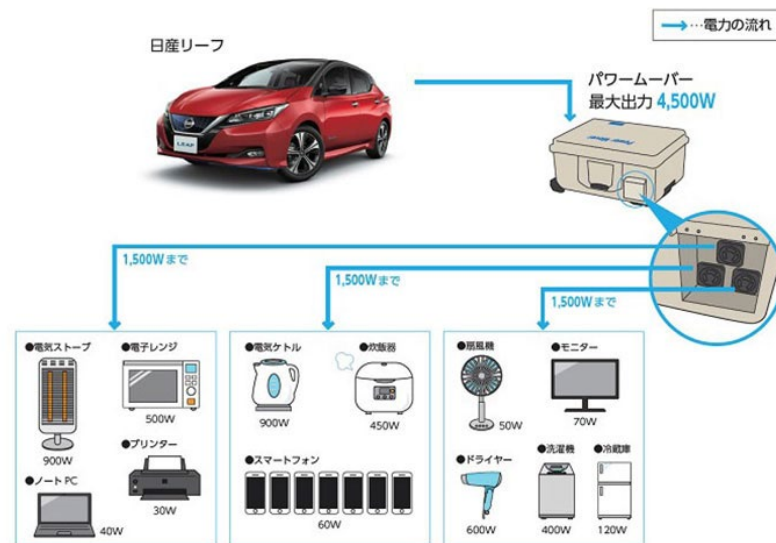
近年、大雨など大規模自然災害の発生が相次ぐ中で、実際にリーフを活用する事例も出てきている。2019年9月の台風によって大規模停電が発生した千葉県においては、日産が50台のリーフと電力を取り出すための可搬型パワーコンディショナーを派遣。避難所などで給電するEVの姿がSNSなどで拡散され、移動手段だけでなくEVの活用方法が注目されるきっかけとなった。

今年の九州を襲った豪雨では、川の氾濫で床上浸水被害にあった熊本県中部にある旅館にリーフを派遣した。災害連携協定の枠組みによる車両派遣ではなかったが、地域のディーラーとの連携によって素早くリーフを被災現場に届けることができた。

（略）

約10年前にリーフを導入した日産は、当初から社会の変革や地域課題の解決に役立てることを念頭にEVの普及促進に取り組んできた。国内事業に関わる日産関係者らが参加した20日のオンラインミーティングで、星野朝子執行役副社長は「再生可能社会ではエネルギーマネジメントが大きなテーマになる。

エネルギーをいかに効率的に使っていくか、情報や知恵を有しているのがEVの先駆者である日産だ」と強調した。21年半ばに国内投入予定の新型EV「アリア」においても、大容量電池をパーソナルな移動手段にとどまらず社会インフラとして活用していく考えは変えない。アリア投入によってEVを利用した活動はさらに広がりを見せそうだ。



災害発生時の日産リーフからの電力供給イメージ図
（出典：日産自動車 電気自動車（EV）総合情報サイト
<https://ev2.nissan.co.jp/BLOG/589/>）

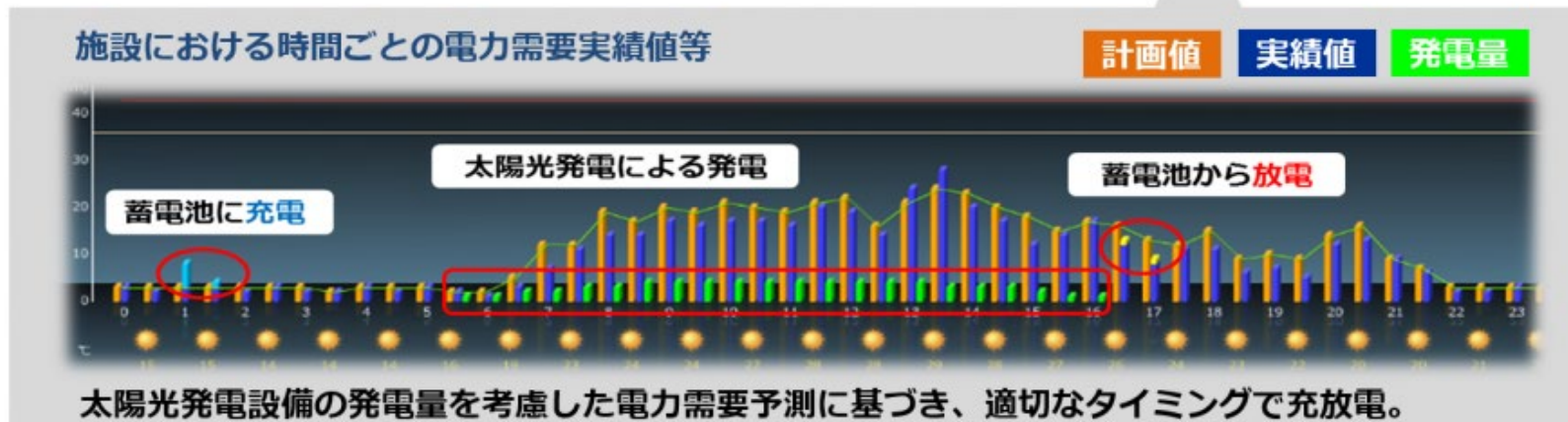
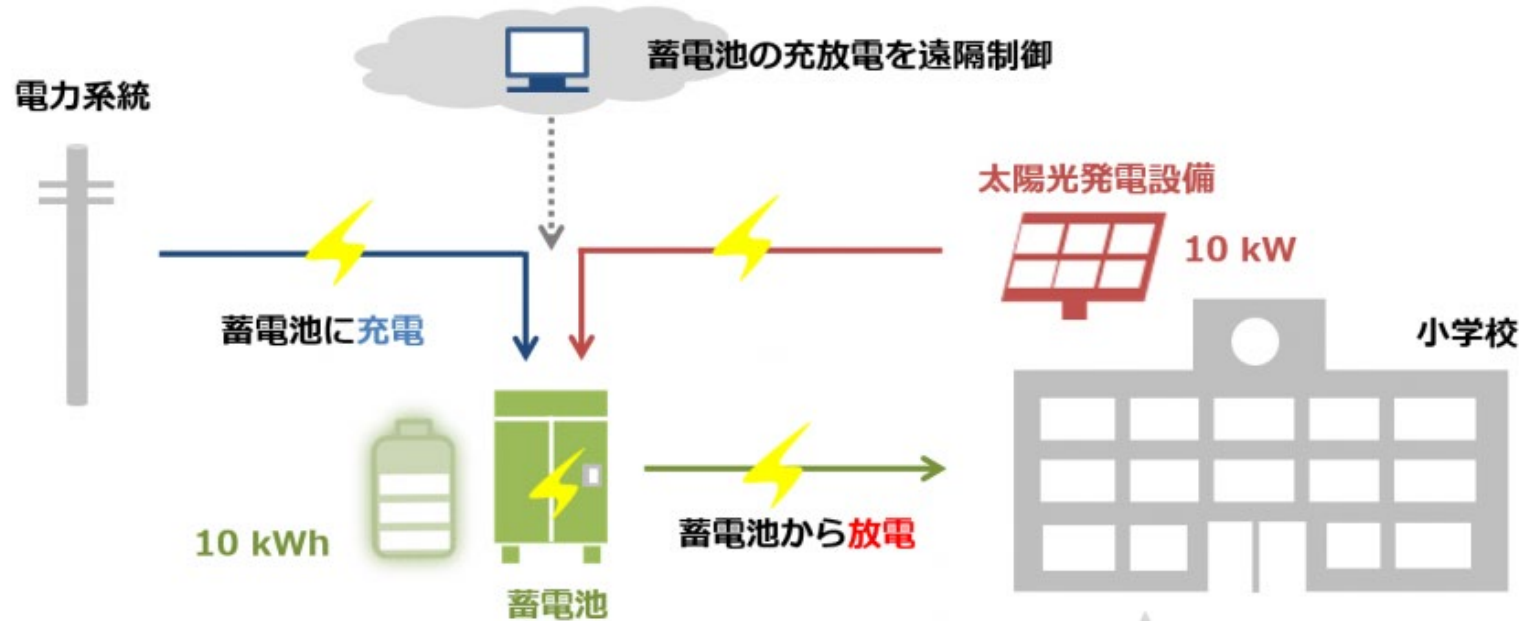
EVを活用した新たな地域エネルギーマネジメントの例（小田原市）

小田原市が、市内でEVを活用したカーシェアリング事業を行う株式会社REXEV、地域新電力である湘南電力株式会社と連携し、EVに特化したカーシェアリングを行うとともに、EVを「動く蓄電池」と捉え、地域においてエネルギーを無駄なく利用する地域エネルギーマネジメントを実施。「脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業のうち脱炭素型地域交通モデル構築事業」補助金（環境省）を活用し、2019～2021年度でEV等を導入、段階的に拡大。



（出典）https://www.city.odawara.kanagawa.jp/field/envi/energy/electric_vehicle/main.html（小田原市HP）
の情報をもとに、HIDOにおいて作成

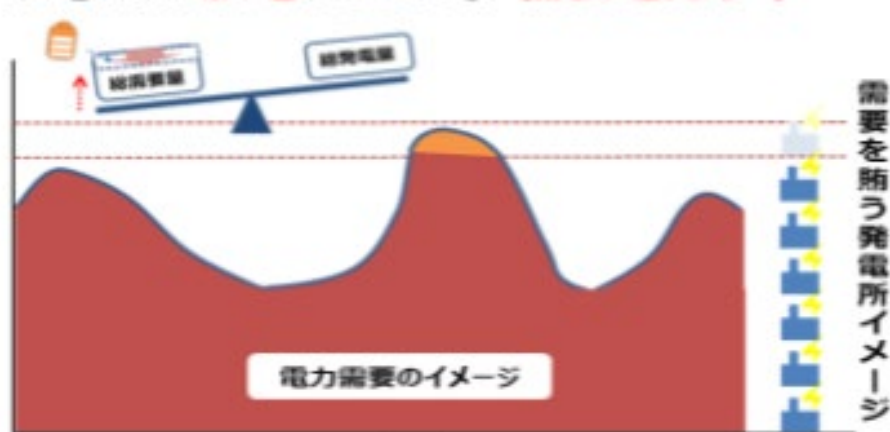
導入した蓄電池、太陽光発電設備を用いて、効率的なエネルギーマネジメントを行っています。



(出典) <https://www.city.odawara.kanagawa.jp/field/envi/energy/solarpower/p26203.html> (小田原市HP)

「電力需要＞電力供給」の場合

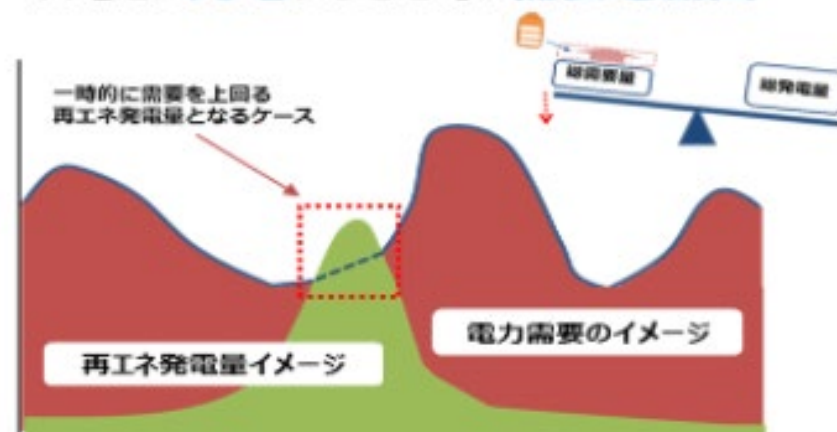
蓄電池から**放電**することで、**需要をカット**



電力需要のピークに備えた発電インフラコストの削減

「電力需要＜電力供給」の場合

蓄電池に**充電**することで、**需要を創出**



変動性の再生可能エネルギーの受け入れ拡大に貢献

(出典) <https://www.city.odawara.kanagawa.jp/field/envi/energy/solarpower/p26203.html> (小田原市HP) の情報をもとに、HIDOにおいて作成

蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術構築 実証事業（令和4年度事業 資源エネルギー庁）

蓄電池等の分散型エネルギーリソースを活用した次世代技術 構築実証事業 令和4年度予算案額 46.2億円（45.2億円）

資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
(1)(3) 新エネルギーシステム課
(2) 省エネルギー課、新エネルギーシステム課

事業の内容

事業目的・概要

- 蓄電池等の分散型エネルギーリソース（DER）は、電力需給ひっ迫対応や新たに開始された需給調整市場等において活用が進んでいます。今後のFIP制度の導入等も踏まえ、再エネ導入拡大と電力安定供給の実現等のためにも、DERの更なる活用機会の拡大が期待されています。
- そのため、DERを活用した新たなビジネスモデル構築を行うべく、再エネも含めたDERのアグリゲーション技術の確立、制御技術の高度化、再エネを有効活用するための電動車等の電力需要シフト、系統混雑対策にDERを活用するローカルフレキシビリティ等の技術の実証・開発を行います。
- 本事業を通じ、DERの活用拡大と再エネ有効活用を整備し、アグリゲーション関連ビジネスの発展を通じた、カーボンニュートラルの達成に貢献します。

成果目標

- 本事業は令和3～5年度の3年間の事業であり、令和4年度は、今後開設予定の電力市場要件等に即したアグリゲーション技術の構築や新規アグリゲーターの育成、電動車を用いた充電シフト実証の規模拡大等を行います。またローカルフレキシビリティの実現に必要な技術開発を行います。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

(1) 再エネ発電等のアグリゲーション技術実証

- FIP制度の開始に伴う発電計画の作成やインバランス回避等に必要な再エネとDERを組み合わせた制御技術や、再エネ発電量・卸市場価格の予測技術等の実証
- 需給調整市場や容量市場等の電力市場において、より高度化が求められるDER制御技術の実証

(2) ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証

- 再エネの供給量に応じた卸電力市場価格等に連動して電動車の充電タイミングをシフトする取組の拡大とビジネスモデルの検証

(3) DERを活用したローカルフレキシビリティ技術開発

- 電力系統の混雑等の情報とDERによる需要創出を組み合わせ、送配電設備の容量制約等を回避し、再エネの最大限の有効活用を促進する仕組みの検証

<様々なアグリゲーション関連ビジネス>

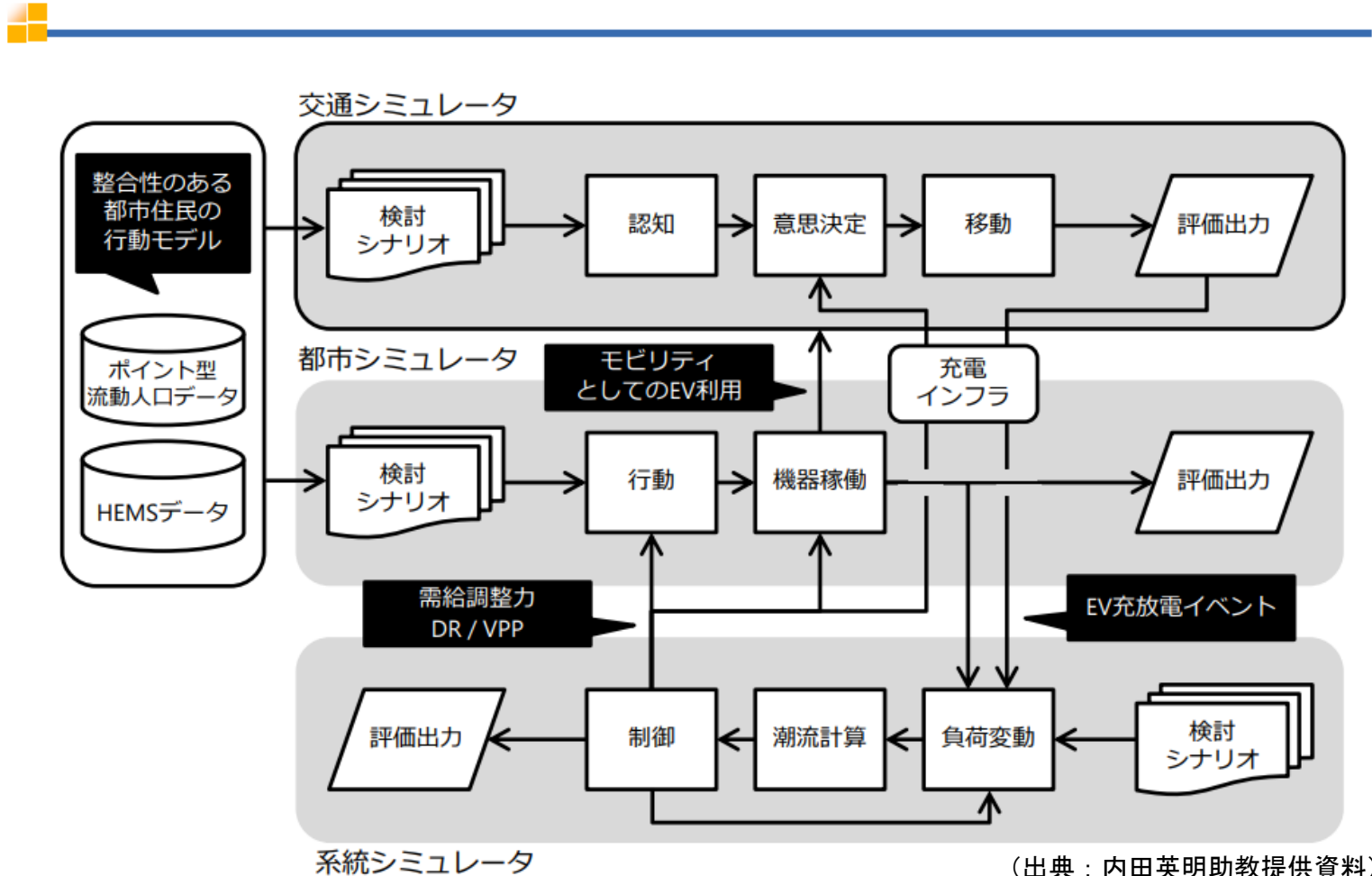


（出典：経済産業省https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2022/pr/en/shoshin_taka_04.pdf）

電圧不安定現象に基づくEVの経路誘導についての研究

大阪大学大学院 工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 内田英明 助教 による研究

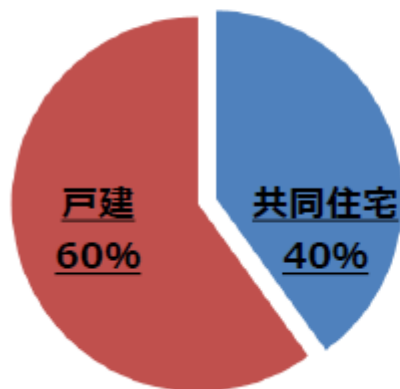
交通-都市-電力の3連成システムモデリング



2-3 マンション（基礎充電）における取組

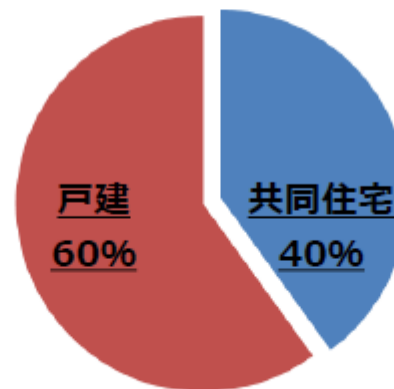
- ・「EV・PHVロードマップ」（2016年3月23日公表）に記載の通り、共同住宅への設置の促進が必要。
- ・利用者が増えない限り、これまでに補助金を活用して設置をした充電インフラが無駄になってしまう。また、これからはニースがある場所に効率的に設置をする必要がある。
- ・国民の約4割が共同住宅に居住するが、ガソリン車と比較して、EV・PHVは極端な所有者の居住に偏りがある。

■日本の住宅事情



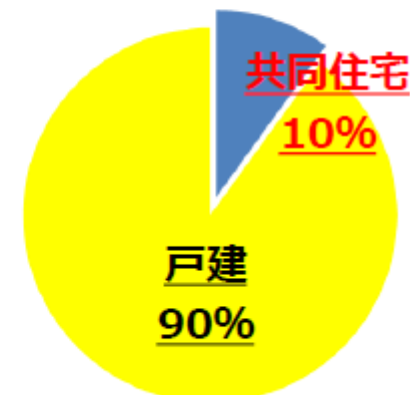
平成25年住宅・土地統計調査(総務省)に基づき作成

■EV試乗希望者の住居



経済産業省調べ

■実際のEV購入者の住居



出典：経済産業省 製造産業局 自動車課「電気自動車・プラグインハイブリッド 自動車の充電インフラ整備事業費補助金について」（平成29年6月）https://www.meti.go.jp/information_2/publicoffer/review2017/html/h29_s6.pdf

(令和4年度事業国土交通省航空局)

4年度予算額 非公共予算 1.3 (－) 億円
空港整備勘定【再掲】 74 (－) 億円
(羽田、成田、関空・伊丹、中部、一般空港等の内数)

＜事業の概要＞

「2050カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現」に向けて、日本の玄関口である空港の脱炭素化を推進するため、あらゆる手段による取組を実施します。

- 「空港の」カーボンニュートラル化を加速させるため、①空港施設・空港車両からのCO2排出削減に向けた照明・灯火のLED化や空港車両のEV・FCV化、②航空機からのCO2排出削減に向けたGPU利用等を促進します。
- また、「空港による」カーボンニュートラル化を開始するため、空港周辺地域との連携や災害時のレジリエンス強化の観点も重視しつつ、③空港の再エネ拠点化に向けて、太陽光発電等の再エネ設備の導入を推進します。

①空港施設・空港車両からのCO2排出削減



②地上航空機からのCO2排出削減



③再工業振興点化



空港の脱炭素化推進のイメージ

(出典：国土交通省<https://www.mlit.go.jp/page/content/001460111.pdf>)

港湾におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組

(令和4年度事業・国土交通省港湾局)

(4) 港湾におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組～CNPの形成①～

①カーボンニュートラルポート（CNP）の形成に向けて

我が国のCO₂排出量の約6割を占める産業の多くが立地する港湾において、水素・燃料アンモニア等の大量・安定・安価な輸入を可能とする受入環境の整備や、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化、集積する臨海部産業との連携等を通じて、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラルポート(CNP)を形成し、我が国全体の脱炭素社会の実現に貢献する。

■「CNPの形成に向けた検討会」の開催

- 目的:CNPの形成に向け、港湾が果たすべき役割や施策の方向性等について整理。
- 構成:有識者委員、国土交通省港湾局
(オブザーバー資源エネルギー庁、環境省、国土交通省総合政策局、海事局)
- 令和3年12月「CNP形成促進に向けた施策の方向性」と「マニュアル(初版)」を公表



■各港におけるCNP検討会等の開催

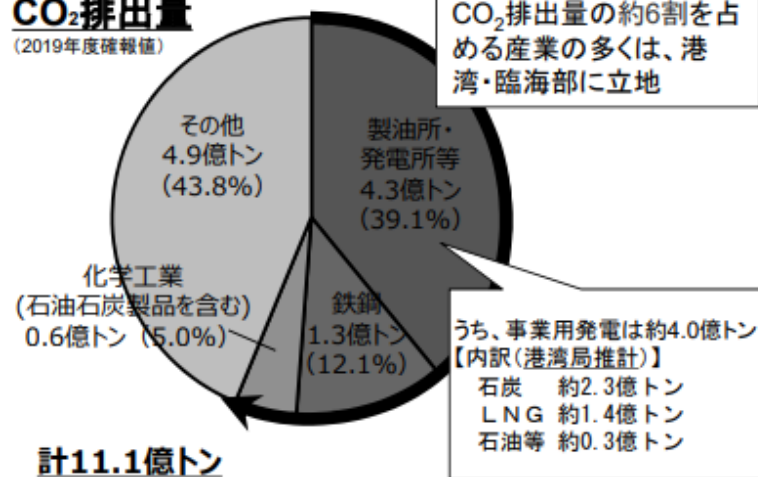
- 目的:各港湾においてCNP形成に向けた具体的な検討等を実施。
- 構成:国土交通省地方整備局、港湾管理者、地元自治体、港湾利用・立地企業、地元経済・業界団体等
- 開催状況(令和3年1月～)
令和2年度に、先行的に、6地域の7港湾で開催。
令和3年度から、2地域、6港湾で新たに開催。
※地方整備局等が主催しているものについて記載 ※令和3年12月時点

CNP形成計画の策定・全国展開へ

製油所・発電所や産業が集積する港湾

CO₂排出量

(2019年度確報値)



出典:国立環境研究所HP資料より、港湾局作成

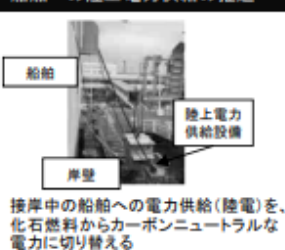
CNP形成に向けた取組の例

港湾を経由した水素・アンモニア等の利活用(製造・輸送・貯蔵・利用等)(イメージ)

※企業による水素・アンモニア等の利活用の例



船舶への陸上電力供給の推進



LNG/水素供給拠点の形成



水素等の活用の検討



(出典: 国土交通省<https://www.mlit.go.jp/page/content/001460110.pdf>)

(4)港湾におけるカーボンニュートラル実現に向けた取組～洋上風力発電の導入促進②～

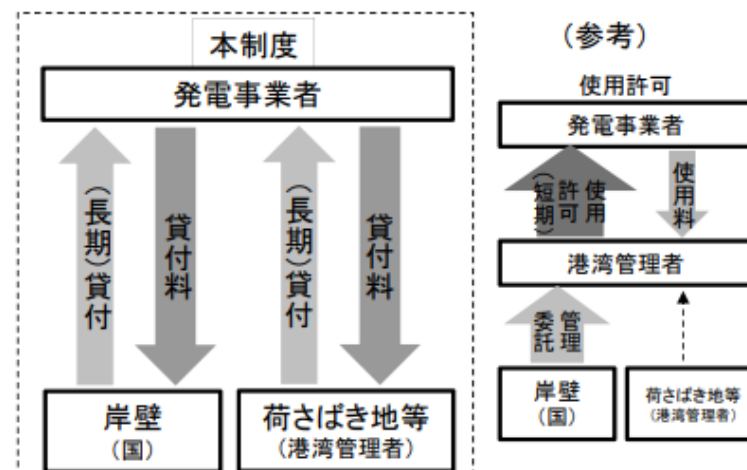
②海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾(基地港湾)制度の概要

- 改正港湾法(令和2年2月施行)より、国土交通大臣が、海洋再生可能エネルギー発電設備等取扱埠頭(洋上風力発電設備の設置及び維持管理に利用される埠頭)を有する港湾を基地港湾として指定し、発電事業者[※]に当該港湾の同埠頭を長期間(最大30年間)貸し付ける制度を創設。
- 埠頭は複数の発電事業者へ貸付けられるため、国土交通大臣は複数の借受者の利用調整を実施。
- 令和2年9月、能代港、秋田港、鹿島港及び北九州港を基地港湾に初めて指定。

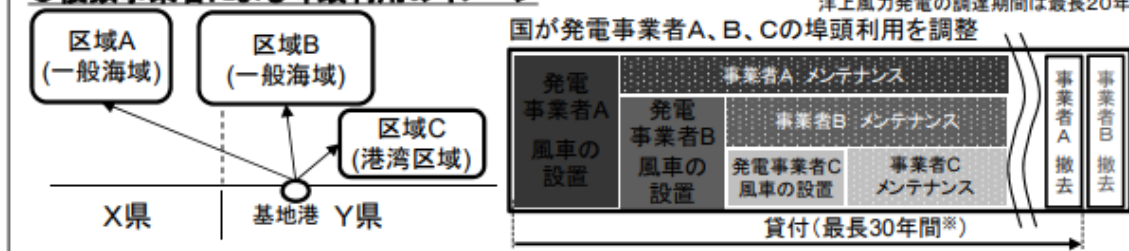
基地港湾のイメージ



OSEP船[※]による海上施工の状況

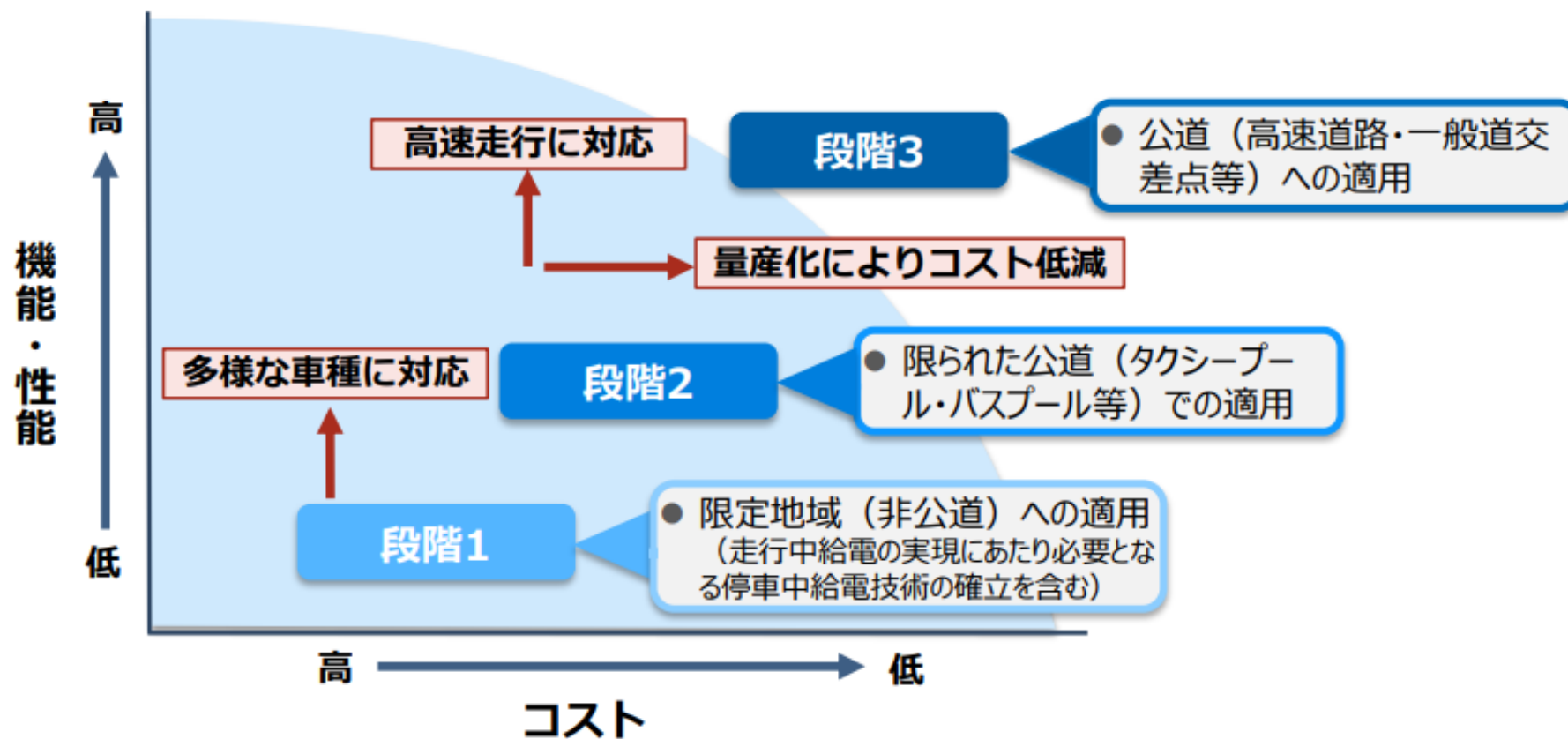


○複数事業者による埠頭利用のイメージ



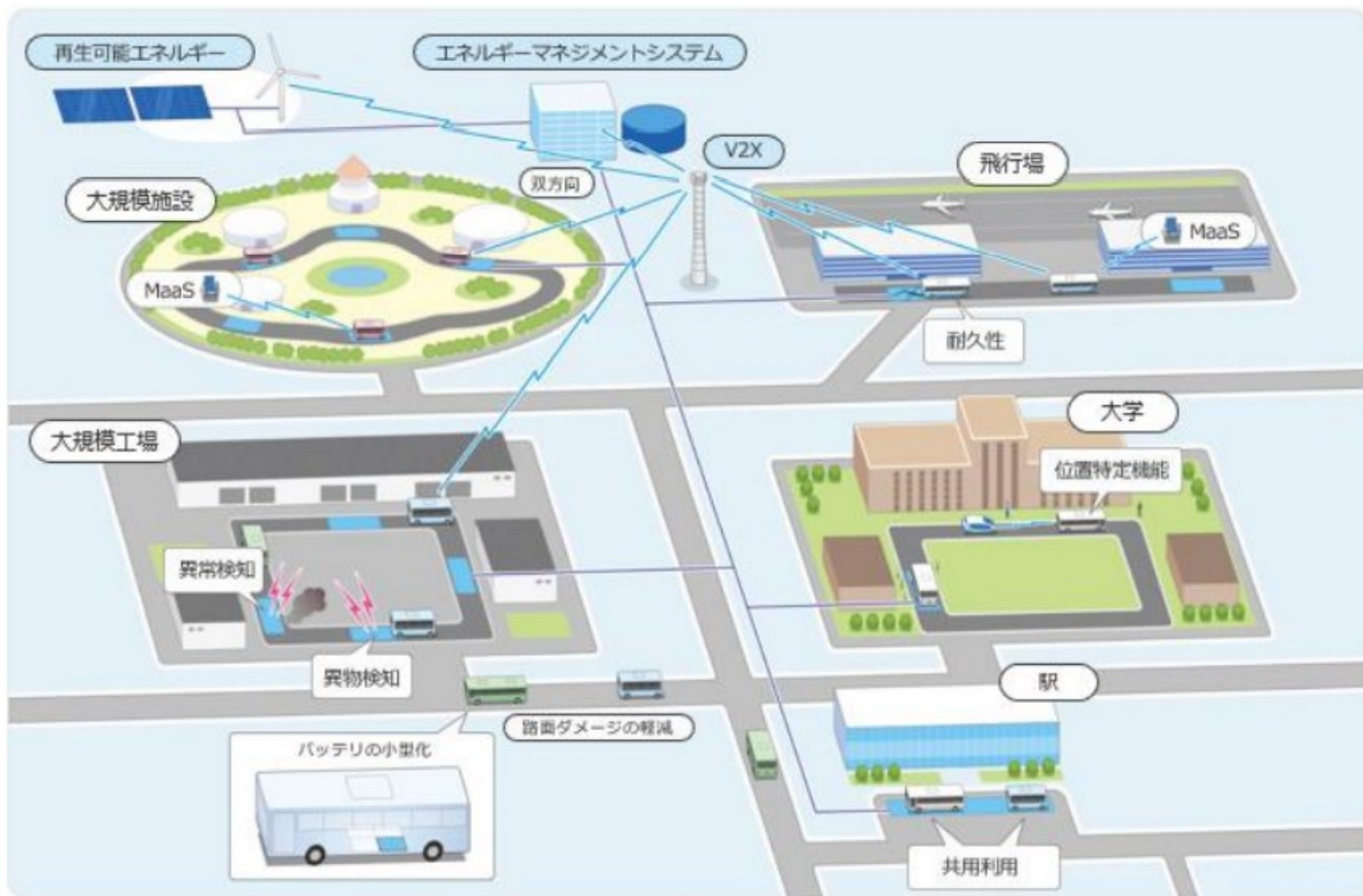
(出典：国土交通省<https://www.mlit.go.jp/page/content/001460110.pdf>)

走行中給電等の実用化



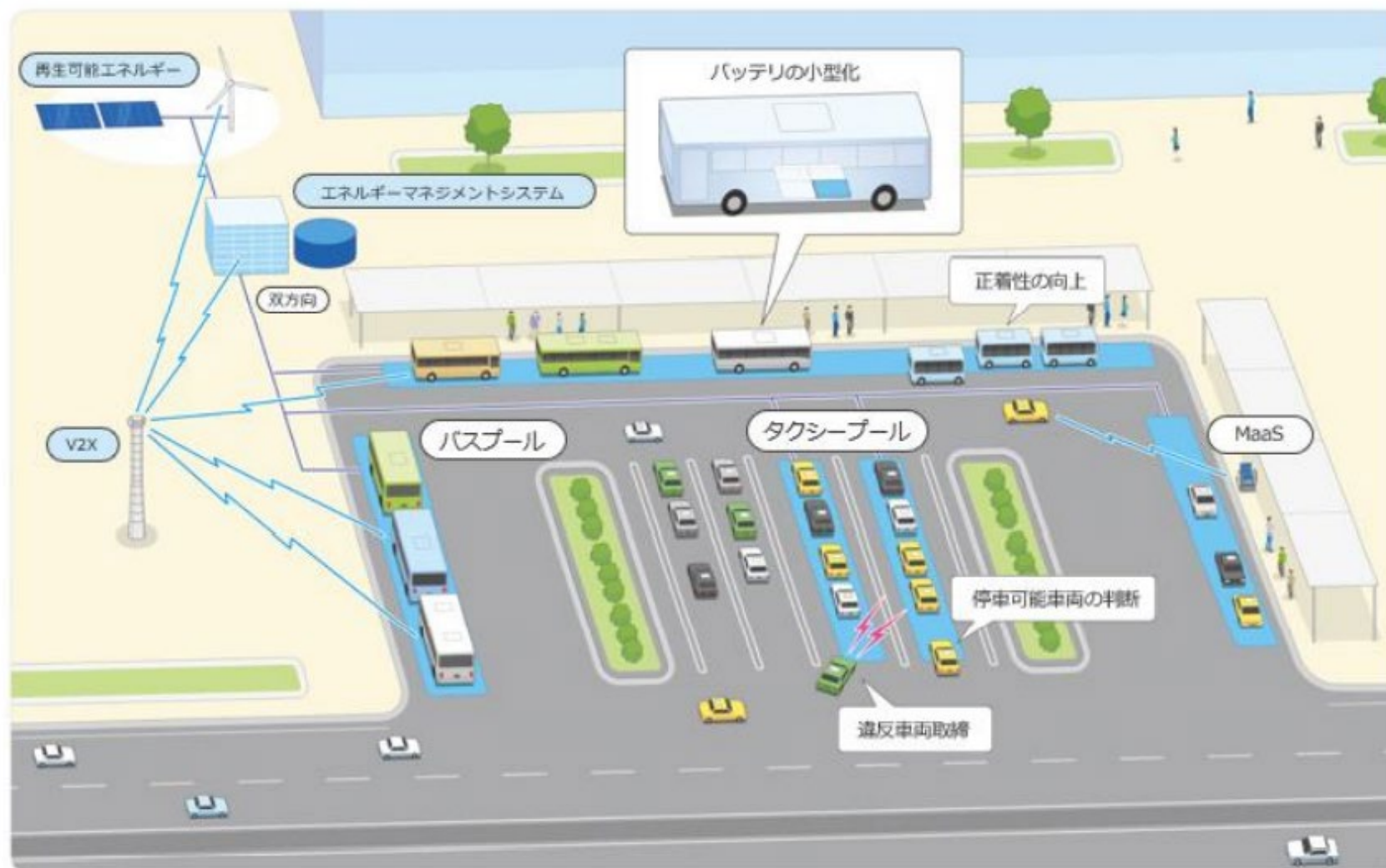
（出典）「バッテリー軽量化による省エネを実現するEV走行中給電技術に関する調査」成果報告書 P68-70
 （2021年1月 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先：株式会社三菱総合研究所））

段階1 (イメージ図)



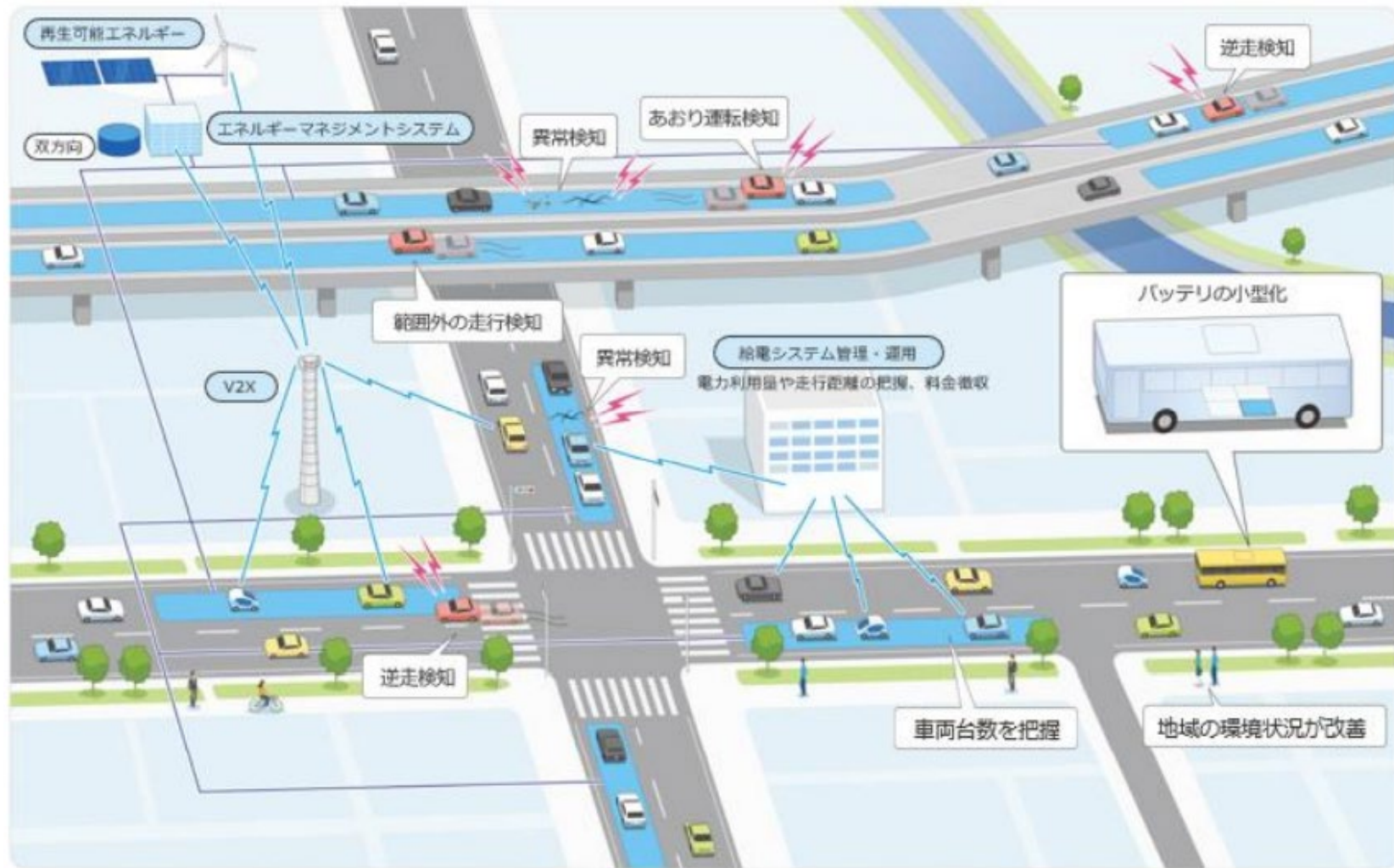
(出典) 「バッテリー軽量化による省エネを実現するEV走行中給電技術に関する調査」 成果報告書 P68-70
 (2021年1月 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (委託先: 株式会社三菱総合研究所))

段階 2 (イメージ図)



(出典) 「バッテリー軽量化による省エネを実現するEV走行中給電技術に関する調査」成果報告書 P68-70
(2021年1月 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (委託先: 株式会社三菱総合研究所))

段階3 (イメージ図)



(出典) 「バッテリー軽量化による省エネを実現するEV走行中給電技術に関する調査」成果報告書 P68-70
(2021年1月 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (委託先:株式会社三菱総合研究所))

「自動運転社会の実現を加速させる次世代高速道路の目指す姿（構想）」関連資料



出典：NEXCO東日本「自動運転社会の実現を加速させる次世代高速道路の目指す姿（構想）」（令和3年4月）
<https://www.e-nexco.co.jp/activity/safety/future/>