

EVの電力系統での活用について

2024/3/1

東京電力ホールディングス株式会社
経営技術戦略研究所

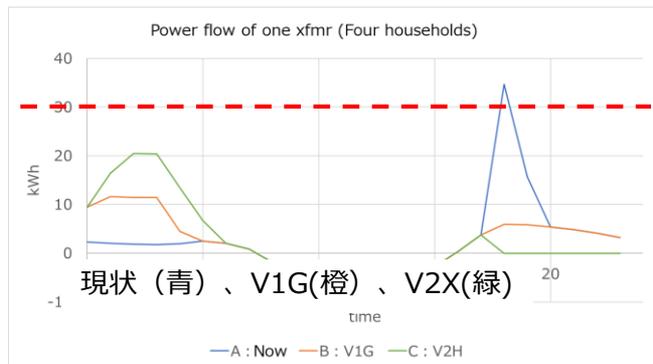
1. EVの電力系統側から見た考え方

- ✓ EVは、**充電負荷とリソース活用の2つの切り口**から考えられる
- ✓ **ローカルと需給の観点から2つの切り口を整理したものが下表**

	ローカル (潮流・電圧)	全系 (需給)
充電負荷	・ピーク時間帯の負荷削減 (設備投資の削減)	・ダックカーブの改善 (電源の調達を低減)
リソース活用	・再エネの有効活用 (昼間充電)	・太陽光の予測外れ時の調整力

設備対策費用の削減(配電用変電所、柱上変圧器)

赤線以上となった場合は、
変圧器の取替が必要

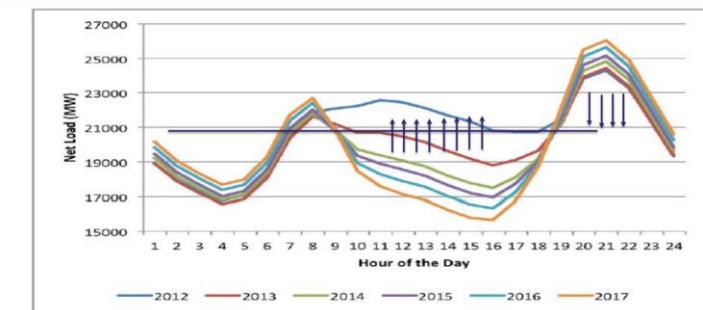


柱上変圧器の計算例

リソースアデカシーへの活用

負荷率の低い(効率の悪い)
電源の調達を低減

Load shape changes by Grid Services



Source: California Energy Commission, Electricity Supply and Analysis Division (ESAD)

(海外での取組例)

- ・年間15日50時間上限
- ⇒外部調達よりDER活用の方が安価な場合に利用

2-1. 海外電力会社との取り組み

- ✓ 世界的トップレベルのEV普及先行地域であるカリフォルニア州のSMUDおよびハワイ州のHECOとEV大量導入時の電力系統での運用確立に向けた検討を協働で進めていく（2024年1月30日にMOU締結、プレスリリース）

2024年1月30日 プレスリリース

SMUDとTEPCOの双方向充電技術（V2X）の研究にHECOが参画 - 交通セクターの電化を通じたカーボンニュートラルの更なる推進へ -

2024年1月30日
Hawaiian Electric Company, Inc
Sacramento Municipal Utility District
東京電力ホールディングス株式会社

Hawaiian Electric Company, Inc（ハワイアン電力会社、以下、「HECO」）、Sacramento Municipal Utility District（サクラメント電力公社、以下、「SMUD」）、東京電力ホールディングス株式会社（以下、「東電HD」）は、本日、交通セクターの電化とカーボンニュートラル実現に向けた取り組みの更なる加速に貢献するV2X※1技術の活用について、協働合意書（以下、「MOU」）を締結しました。

SMUDと東電HDは、弾力性と信頼性のある電力系統を維持しながら、電気自動車（以下、「EV」）導入拡大やV2X技術の支援に関する共同研究および相互協力を行うことを定めて、取り組みを進めてまいりました（2022年11月2日お知らせ済み※2）。

本MOUにより、HECOがこの取り組みに加わることになり、世界的トップレベルのEV普及先行地域をけん引するSMUD・HECOと、日本最大の電力会社である東電HDが協働することになります。三者は、カーボンニュートラル実現に向けたEV・太陽光発電の更なる導入、電気料金の節約、更には送配電設備における負荷低減などを目指してまいります。

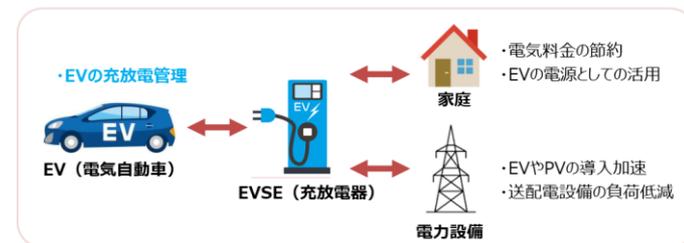
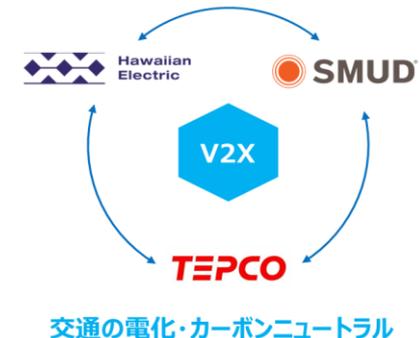
具体的には、EVを制御する技術・システムの開発、試験運用を通じて、充電形態や料金形態など、EVの最適な活用方法を明らかにします。また、電力系統の計画・運用やお客さまへの経済的な影響についても検証してまいります。

これに加えて、EVの充電管理、双方向充電（V2X）などの技術を用いることで、再生可能エネルギーの有効活用が可能になるとともに、災害時にお客さまの建物の照明等の非常用電源としてEVに貯蔵された電力を利用する事も可能になり、カーボンニュートラルと防災を両立する「次世代のまちづくり」にも寄与します。

SMUDおよびHECOは、EV-電力系統間のV2X技術を、効率的な設備形成・系統運用に有効なキーポイントとなる技術と位置付け、具体的な検討を行います。

東電HDは、2020年度までのV2X技術に関する実証※3で得た知見を活かし、V2X技術の導入を支援します。

三者は、本MOUに基づき、EVのV2X技術を含む電力系統での運用技術におけるリーダーシップを獲得するとともに、カーボンニュートラルと経済性の両立を目指してまいります。



https://www.tepco.co.jp/press/release/2024/1666871_8714.html

2-2. HECOの課題意識

- ✓ オアフ島内で高級住宅街のカハラ地区にEVが集中している状況。
- ✓ PVが多く導入されており、電気料金を多く支払っていない地域でもあるため、対策費が高騰しないEVの運用方法を見出したい。



PV導入量：kWhベース32%(2022年)
 EV導入量：導入比率米国第2位（2022年）
 2023年 28706台、2030年には28万台の見込み

County	NOV 2022	NOV 2023
Oahu	16,876	21,862
Maui	2,574	3,589
Hawaii Island	1,737	2,409
Kauai	670	846

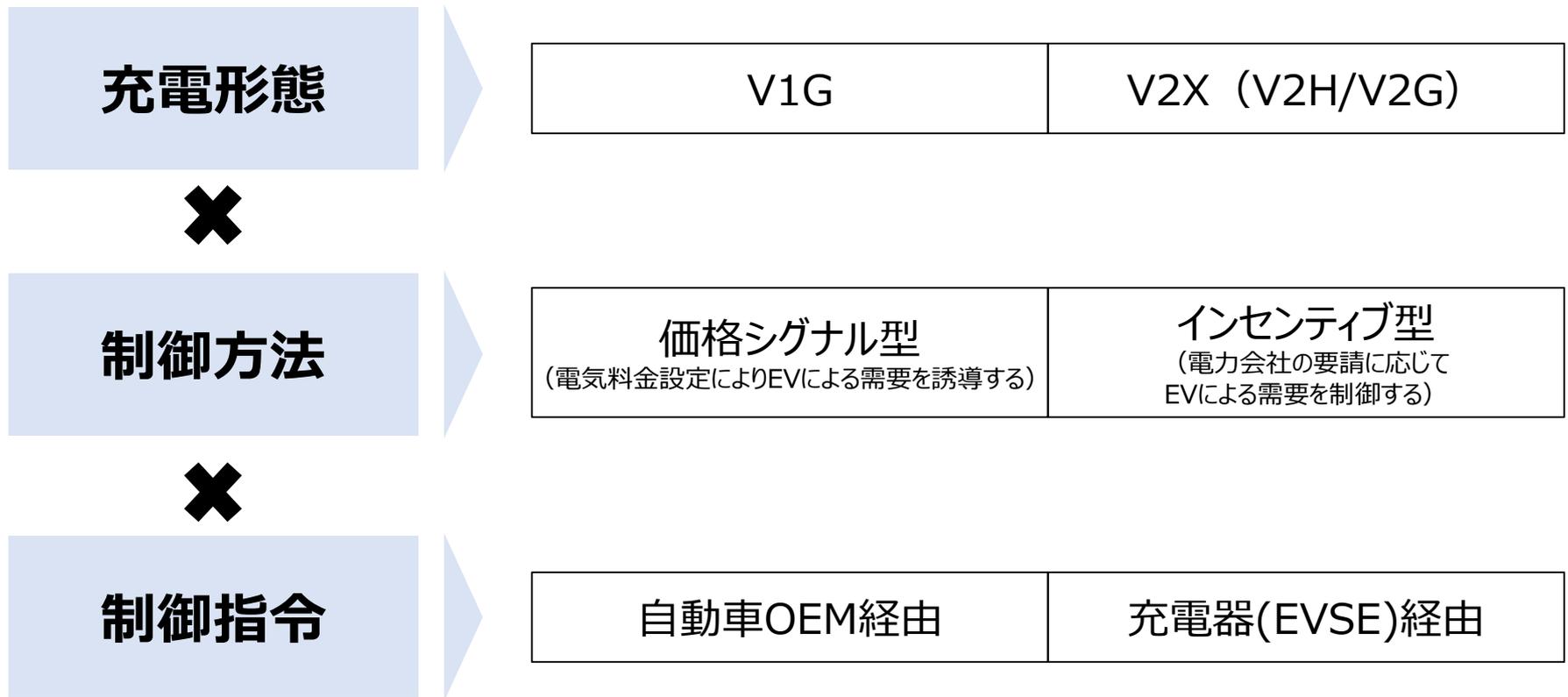
erved.



2-3-1. EVの電力系統での運用方法：検討の考え方

- ✓ **充電形態・制御方法・制御指令の3つの観点**から検討し、EVの電力系統での運用方法の確立を目指している

EVの電力系統での運用検討に関するポイント



2-3-2. EVリソースの運用検討：充電形態

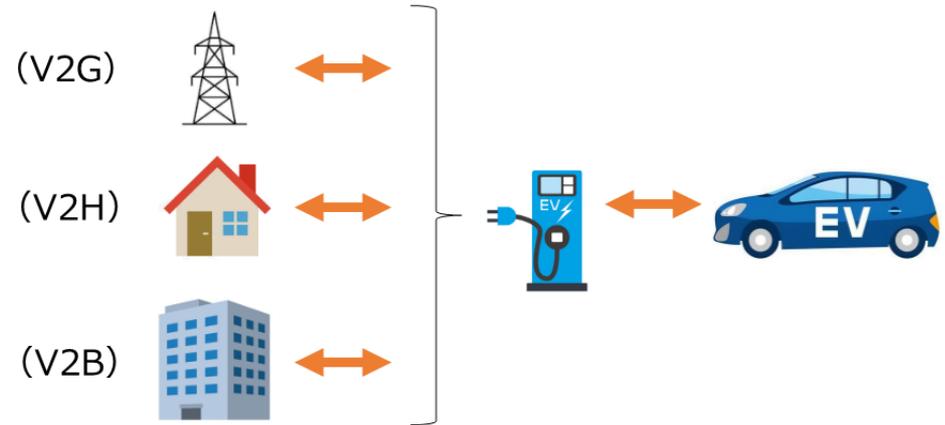
- ✓ **V1Gで十分か、V2Xも必要か**を電圧階級（高圧・低圧）や需要種別（住宅・商業）などの分類で整理していく。

V1G



- ✓ 充電タイミングのコントロールにより、需要を誘導・制御

V2X (V2G/V2H・V2B)



- ✓ 充電タイミングのコントロールに加え、放電による自家消費・逆潮流により需要の誘導・制御幅を増加

2-3-3. EVリソースの運用検討：制御方法

- ✓ **電気料金型とインセンティブ型の2つ**に分けられる。
- ✓ どちらか片方ではなく、ベースは電気料金型で誘導し、追加で制御が必要な場合にインセンティブ型を組み合わせるなど両手法の使い分けを整理していく。

制御方法

電気料金型

(電気料金設定によりEVによる需要を誘導する)

- 電気料金をピーク時に高くする、充電して欲しい時間帯（再エネ余剰時など）に安くすることによりEVの充放電による需要を誘導



- ✓ 比較的簡便であり、大多数に適用可能
- ✓ 時々の需要家の反応に依存するため定量的効果を見通しにくい

インセンティブ型

(電力会社の要請に応じてEVによる需要を制御する)

- RAや各需要家と契約を結んだうえで、電力会社からの制御指令によりEVの充放電による需要を制御



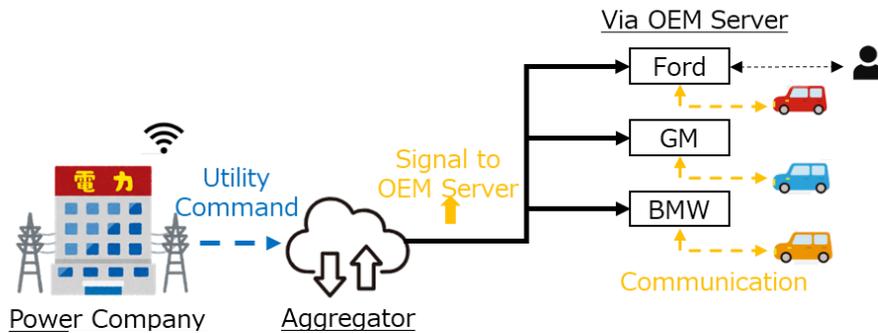
- ✓ 契約に基づくため、定量的効果を見通しやすい
- ✓ 手間がかかり、小口需要家への適用に課題

2-3-4. EVリソースの運用検討：制御指令

- ✓ 制御指令を電力会社から**自動車OEMサーバへ出す場合と充電器に出す場合の2つ**に分けられ、電圧階級や需要種別などの分類で整理していく。

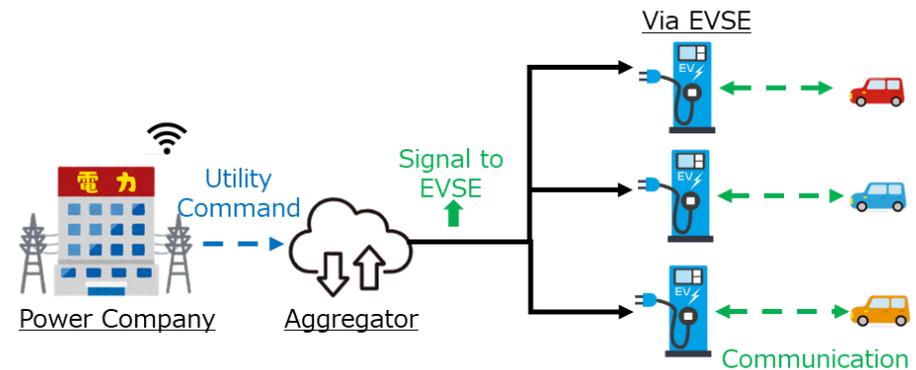
制御指令

自動車OEM経由



- ✓ 一斉に指令する場合に適している
- ✓ フィーダーとEVの関連付けに課題
- ✓ 現状V2Xは実施不可

充電器 (EVSE) 経由



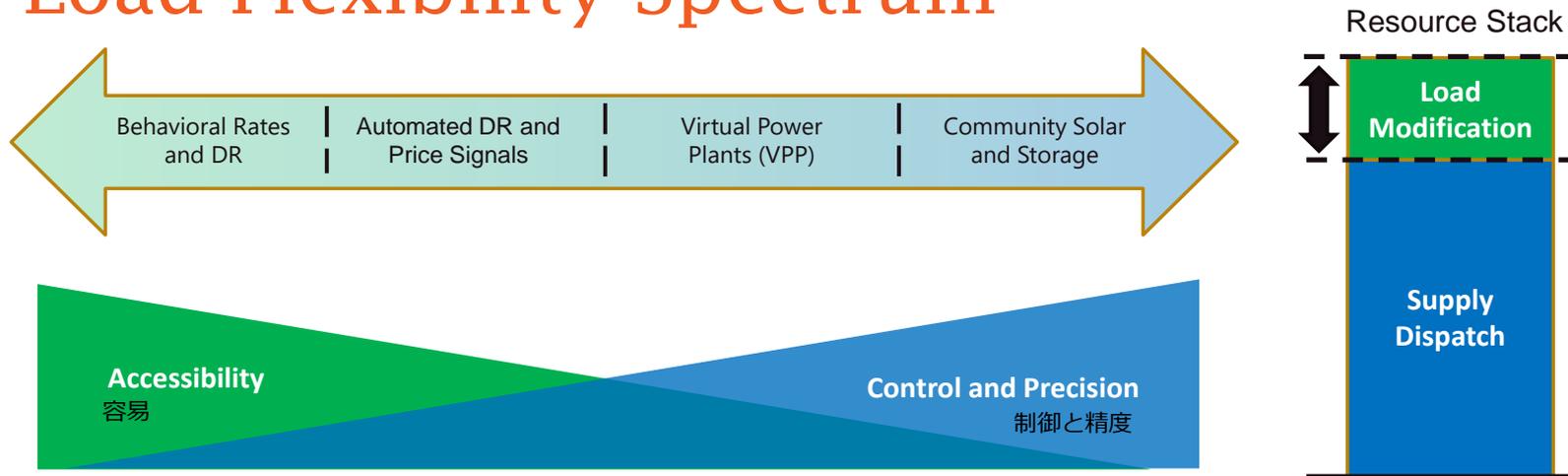
- ✓ 特定のフィーダーのEVを制御する場合に適している
- ✓ V2Xも実施可
- ✓ 左に比べ充電器コストがかかる

2-4-1. SMUDの取り組み（制御の考え方）

- ✓ SMUDは**制御対象**によって、コストや精度など考慮した実施方法の使い分けを検討しており、**DER活用に関する知見を入手可能**。

SMUDにおける制御方法の適用範囲の考え方

Load Flexibility Spectrum



・電気料金型（行動変容）

- ✓ 通信が片方向で済むので、システムセキュリティ要件低く、低コスト
- ✓ 制御レスポンスに不確実性

・インセンティブ型（直接制御）

- ✓ 制御レスポンスの精度は高い
- ✓ システムとしては高コスト

グリッドサービスとして、緊急時は応動信頼性の高い直接制御、常時は経済面を考慮した電気料金型と制御を使い分ける。

2-4-2. SMUDの取り組み（各種プログラム）

- ✓ SMUDは家庭用・商業用の各プログラムで、実施方法の使い分けを明らかにするための各種実証に取り組んでいる。

SMUD実証のプログラムと制御方法

家庭用プログラム

Residential Programs	\$ Event	\$ Signal	Control
<ul style="list-style-type: none"> • Peak Corps (legacy) <ul style="list-style-type: none"> • One-way devices for AC load control, emergency only 			✓
<ul style="list-style-type: none"> • Peak Conserve (new) <ul style="list-style-type: none"> • Two-way devices for AC load control, economic dispatch 			✓
<ul style="list-style-type: none"> • My Energy Optimizer <ul style="list-style-type: none"> • Starter (optimize to TOD rate) • Partner (smart thermostats) • Partner+ (control of batteries) 	✓	✓	✓
<ul style="list-style-type: none"> • PowerMinder <ul style="list-style-type: none"> • Load shifting with Wi-Fi connected HPWH 		✓	
<ul style="list-style-type: none"> • Managed EV Charging <ul style="list-style-type: none"> • Smart charging w/ staggered discounts 		✓	

商業用プログラム

Commercial Programs	\$ Event	\$ Signal	Control
<ul style="list-style-type: none"> • PowerDirect® <ul style="list-style-type: none"> • Load reduction through automated control 	✓		
<ul style="list-style-type: none"> • Temperature Dependent Pricing <ul style="list-style-type: none"> • Load reduction through automated control 	✓		
<ul style="list-style-type: none"> • Commercial BESS <ul style="list-style-type: none"> • Battery storage optimization for commercial customers 	✓		
<ul style="list-style-type: none"> • StorageShares <ul style="list-style-type: none"> • Virtual alternative to BESS 			✓
<ul style="list-style-type: none"> • Commercial VPP <ul style="list-style-type: none"> • To be designed 			✓

\$ Event : インセンティブ型

\$ Signal : 電気料金型

Control : 直接制御（電力会社に制御権を移譲）

- ✓ 非常用ピーク調整など信頼性と精度を要するプログラムには、直接制御を適用。

2-4-3. HECOの取り組み（制御の考え方）

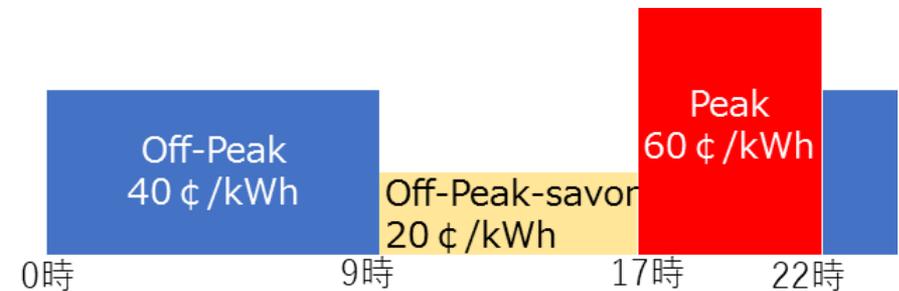
- ✓ 常時は直接制御することなく、値差の大きい料金形態により、**日中の電力料金の安い時間帯に充電を誘導**。ピーク時間帯は**高い料金により充電負荷削減を誘導**し、ダックカーブの改善を指向。
- ✓ 一方、**必要時は、制御指令によりコントロール**することを指向。

HECO制御イメージ

常時



HECOのTOUレート



非常時、HECO必要時



- PVにより昼間の単価が極端に低い料金設定
- **値差による**充放電運用により経済性が成立、**V2X機器が今後普及する可能性**

3-1. 東電管内におけるDERの制御量ポテンシャル(kW・kWh価値)

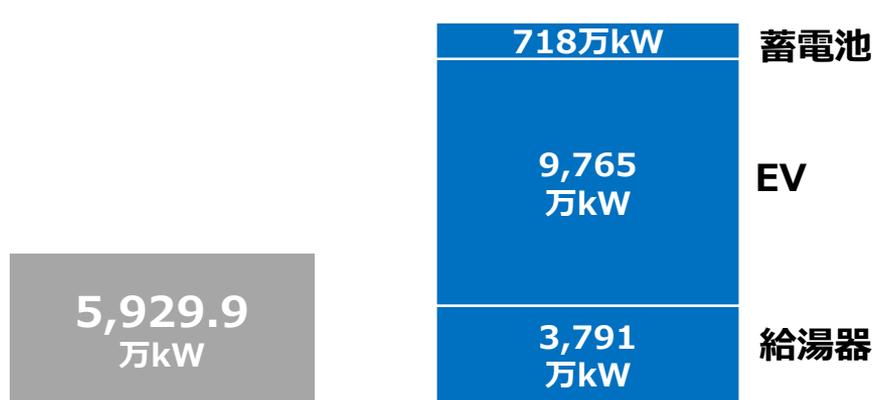
- DERの制御量ポテンシャルはkW価値とkWh価値に大別できる。
- 2050年度のBTM領域におけるkW価値は14,274万kWが見込まれ、管内の最大電力の2.4倍程度に匹敵するポテンシャルとなる。
- 2050年度のBTM領域におけるkWh価値は35,928万kWhが見込まれ、揚水発電の4倍程度に匹敵するポテンシャルとなる。

kW制御量 (2050年)

蓄電池	718万kW	=	718万台	×	1kW
EV	9,765万kW	=	3,255万台	×	3kW
給湯器	3,791万kW	=	2,527万台	×	1.5kW

kWh制御量 (2050年)

蓄電池	5,026 kWh	=	718万台	×	7kWh		
EV	19,530万 kWh	=	3,255万台	×	60kWh	×	10%
給湯器	11,372万 kWh	=	2,527万台	×	4.5kWh		



東京電力の
近年の最大電力

2050年度
DER制御量ポテンシャル(kW)



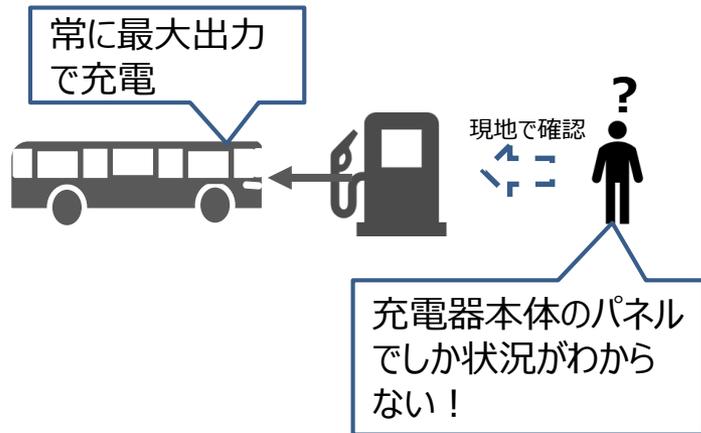
東京エリアの
揚水発電の電力量

2050年度
DER制御量ポテンシャル(kWh)

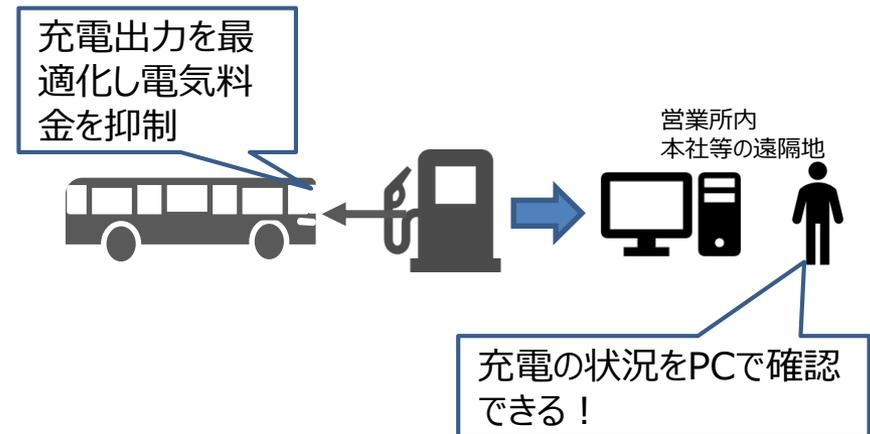
3-2. 国内の取り組み（バス会社さま向け充電管理システム）

- ✓ 複数台のEVバスの夜間充電をスムーズに行うシステム
- ✓ EVバス充電による電気料金が安価になるよう充電を自動的にコントロール

【システム：なし】



【システム：あり】



EVバス導入のうえで
考慮が必要な事項

Before
(システム：なし)

After
(システム：あり)

- | | | |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. 充電状況の確認方法 | 現地の充電器本体のパネルのみ | 遠隔地のPCから確認可能 |
| 2. 契約電力の上昇による電気料金増加 | 常に最大出力(50kW)で充電するため、電気料金の増加幅が大きい | 出庫までに満充電になるように充電出力を最適化し、電気料金の増加幅を抑制 |

3-3. システム構成

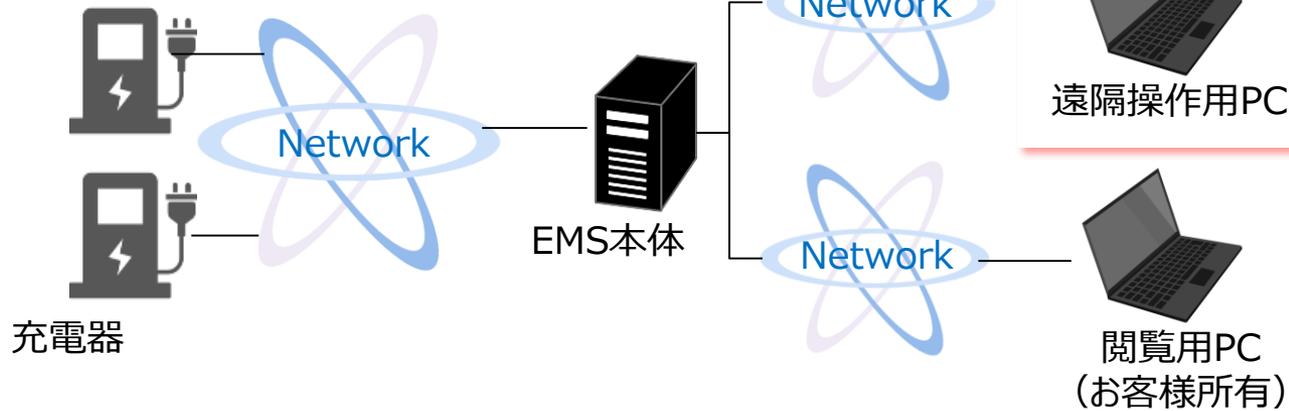
バス営業所（EMS確認）

- ・ 充電器プラグのさし忘れなどエラーをチェック

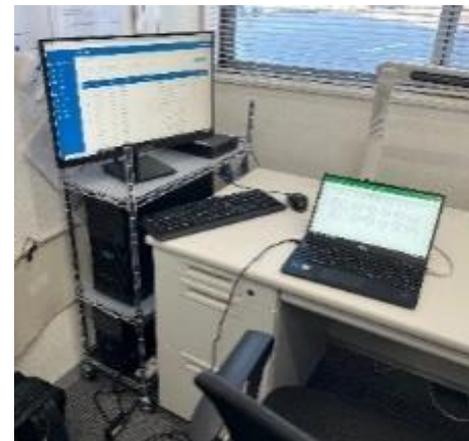
本社など（EMS操作）

- ・ 充電計画の作成/入力
- ・ 充電状況の遠隔監視

システム構成イメージ



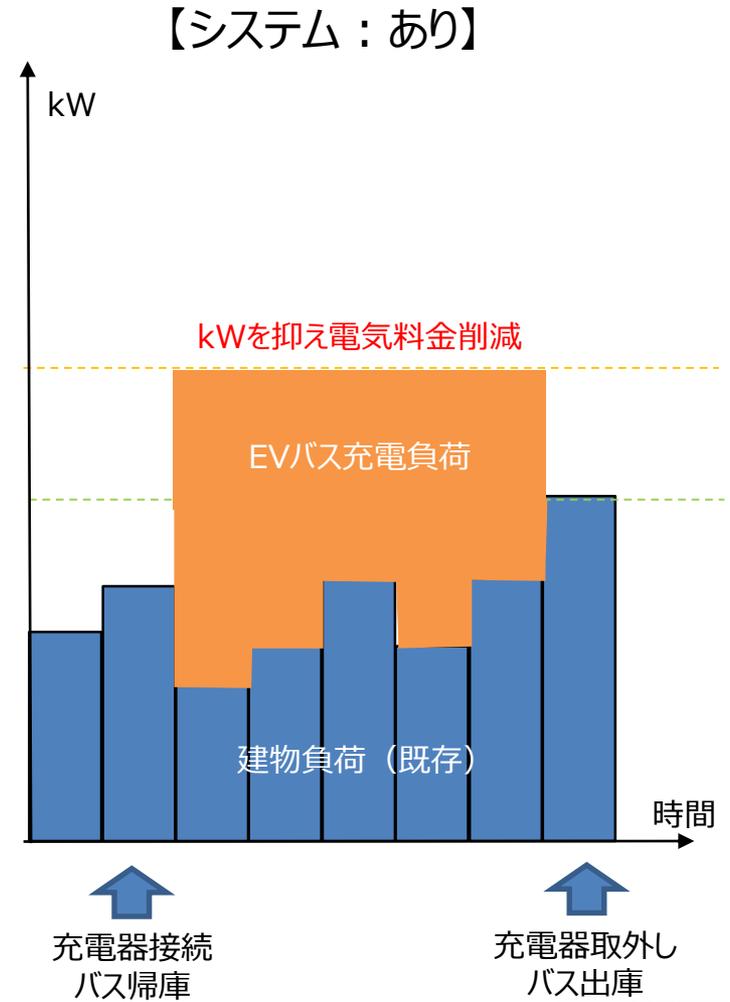
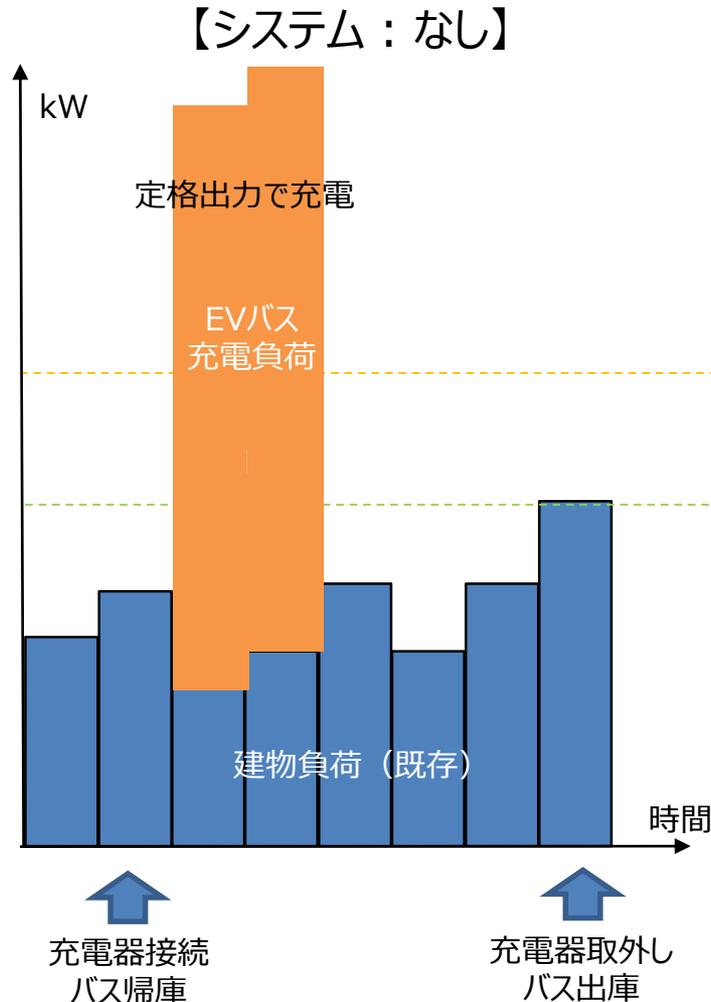
今年度5台、今後34台のEVバスが
1営業所に導入予定



EMS本体

3-4. 充電イメージ

- ✓ 翌日のバス出庫までに、電力需要が均一になるように充電
- ✓ お客さま：電気料金削減、電力会社：充電負荷集中による系統への影響低減



以上