

EV充電最適化ソリューション “HubCharge”の取組み

Initiatives of EV Charging Optimization Solution “HubCharge”

*モビリティソリューション事業推進部

要 旨

カーボンニュートラルの実現に向けた取組みとしてEV(Electric Vehicle)化が世界的に注目・推進されている。特にCO₂排出量の多いHeavy-Duty Vehicle(HDV)(トラック、バス等)のEV化が求められているが、その際の大きな課題が充電ステーションや高速充電器等の充電インフラの整備と普及である。

そのため、三菱電機ではHDVのEV化促進に貢献するためのソリューションサービスとして“HubCharge”(EV充電最適化ソリューション)を開発するとともに、その導入効果検証シミュレーション環境を構築した。

HubChargeは、HDVの運行スケジュールを順守しつつ、エネルギーコストを低減し、再生可能エネルギー(以下“再エネ”という。)利用を促進するソリューションであり、今後の脱炭素化社会の実現への貢献が期待される。

1. ま え が き

HDVのEV化を阻害する主な要因として、①総保有コスト(Total Cost of Ownership : TCO)と②運行オペレーション(エンジン車に比べて航続距離が短く、充電時間が長い)の2点が挙げられる。

①のうち、導入コスト(初期投資)については各国政府や自治体が助成金として支援しているが、運用コスト(電気料金、人件費、車両維持費等)と、②運行オペレーション(航続距離と充電時間)については運輸事業者(以下、“事業者”という)側で解決する必要がある。

HubChargeは、HDVの運行スケジュールを順守しつつ、充電に必要な電力を最適化(電気料金削減、グリーン電力最大活用)するための充電スケジュール・電力需給計画を計算し、そのスケジュールに基づいてEV充電器・電力需給を制御するソリューションである(図1)。これによって、EVの運用コストを抑えつつEVでの運行オペレーションを可能とする。

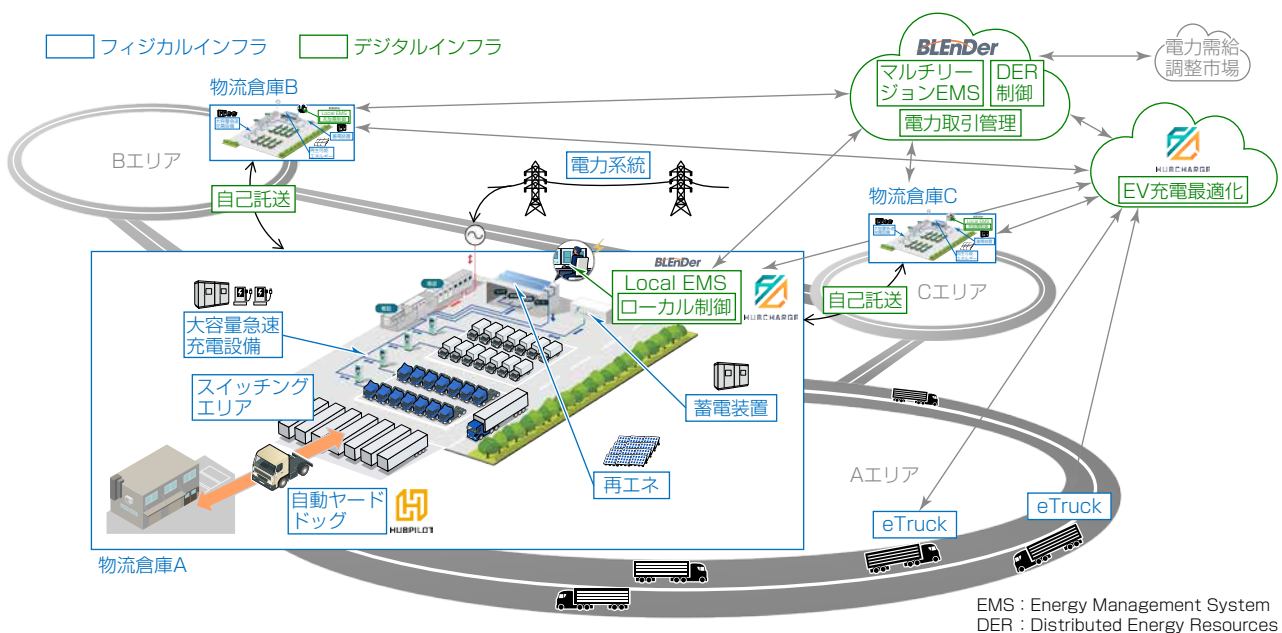


図1 -HubChargeの概要

2. 脱炭素化とEV化を取り巻く現状

地球温暖化対策として、脱炭素化に向けた取組みが世界で行われている。特に、エネルギー消費が多い運輸部門では、石油・天然ガスなどの化石燃料への依存度が他産業に比べて多いことから、EV化が積極的に推進されている。

2.1 セクター別エネルギー消費と運輸業の状況

世界のセクター別エネルギー消費率及び運輸部門での内訳を図2に示す。全産業のエネルギー消費量のうち、運輸部門の占める割合は28%と、産業部門とほぼ同率を占めている。また、運輸部門ではエネルギー源として石油への依存度が91%と圧倒的に高いことが分かる。さらに、全運輸部門の中で自動車(小型車・大型トラック・バス・二輪・三輪車)によるものが77%を占めていることから、EV化が急務になっている。

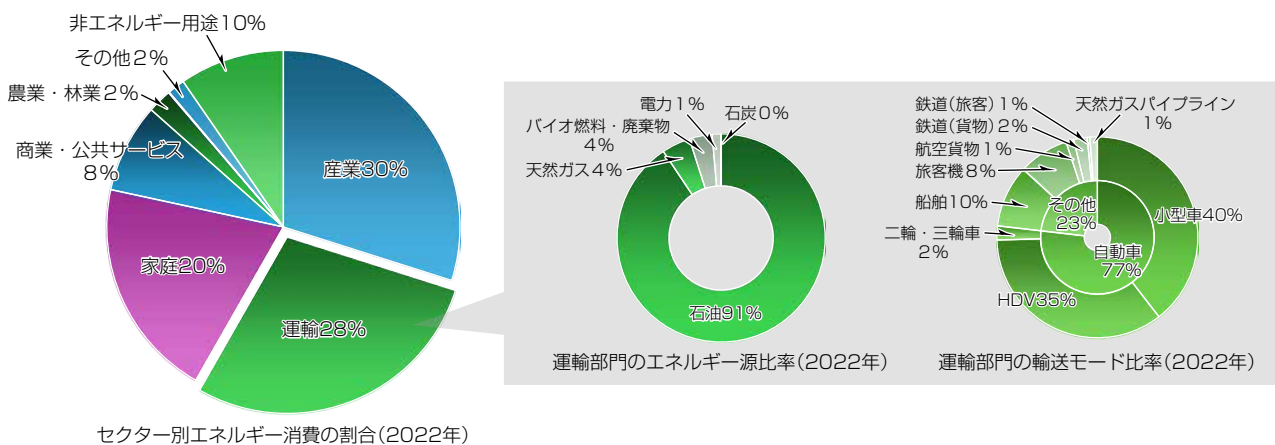


図2-世界のセクター別エネルギー消費率及び運輸部門での内訳(2022年)⁽¹⁾⁽²⁾

2.2 EV増加に伴う電力系統への影響

EV増加に伴って充電に必要な電力量は急激に増加する。HDVを含む商用車のEV充電電力量は2020年時点の60TWhに対して、2040年では1,411TWhと約24倍になると予測されている(図3)。このため、電力系統に次のような課題をもたらす。

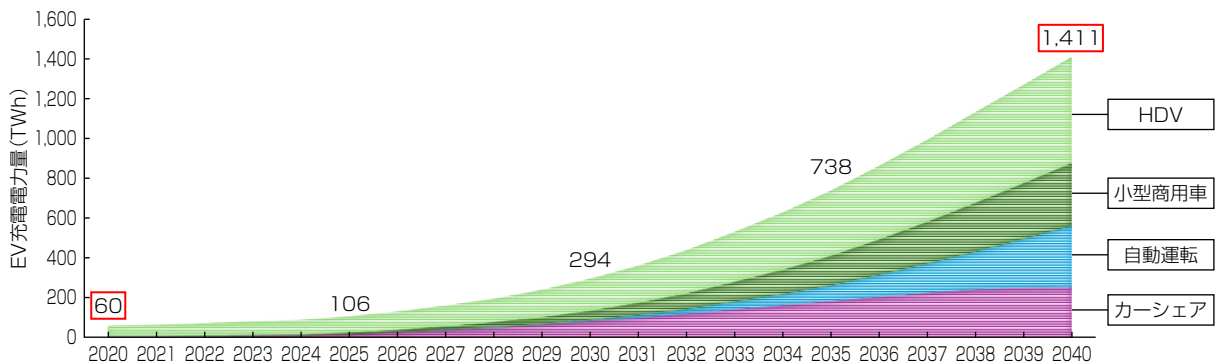


図3-世界のEV充電電力量(商用車)の予測(2020~2040年)⁽³⁾

(1) 送配電網の容量増強の課題

送配電網の容量は現在でも既にひっ迫しており、EV充電に伴う容量増に対応するためには送配電網の容量増強のために多大なコストが必要になる。

(2) 再エネ活用の課題

EV化の目的がCO₂排出量の削減であることから、充電に使用する電力も再エネを用いることが求められる。しかし、太陽光発電・風力発電を代表とする再エネは天候や季節による変動が大きく、電力システムの安定性を低下させる。そのため、再エネをEV充電に活用するためには、送配電網の系統強化、需給調整技術の導入、スマートグリッド化などが必要になる。

これらの電力システムの課題によって、EV導入が制限されることが推測される。既に欧州では充電インフラのための電力増強を電力会社に申請してから1～2年以上待たされるケースが発生している。これには世界的な電力トランスの需要急増と原材料不足に伴う供給ひっ迫も影響している。

そのため、EV導入と併せて、充電インフラの電力マネジメントが求められている。




3. EV充電最適化ソリューションHubChargeの全体像

当社はこれらの状況を踏まえて、EV充電に伴う電力を最適化することを目的とするEV充電最適化ソリューションHubChargeを開発した。開発に当たっては、欧州側のMitsubishi Electric Europe B.V.(デジタルプラットフォーム開発担当)と、日本側の当社モビリティソリューション事業推進部(スマート充電スケジューラー(Smart Charging Scheduler : SCS)開発担当)及び当社電力システム製作所(当社電力ICT(Information and Communication Technology)ソリューション“BLEnDer”⁽⁴⁾開発担当)が連携して取り組んだ。

3.1 HubChargeの概要

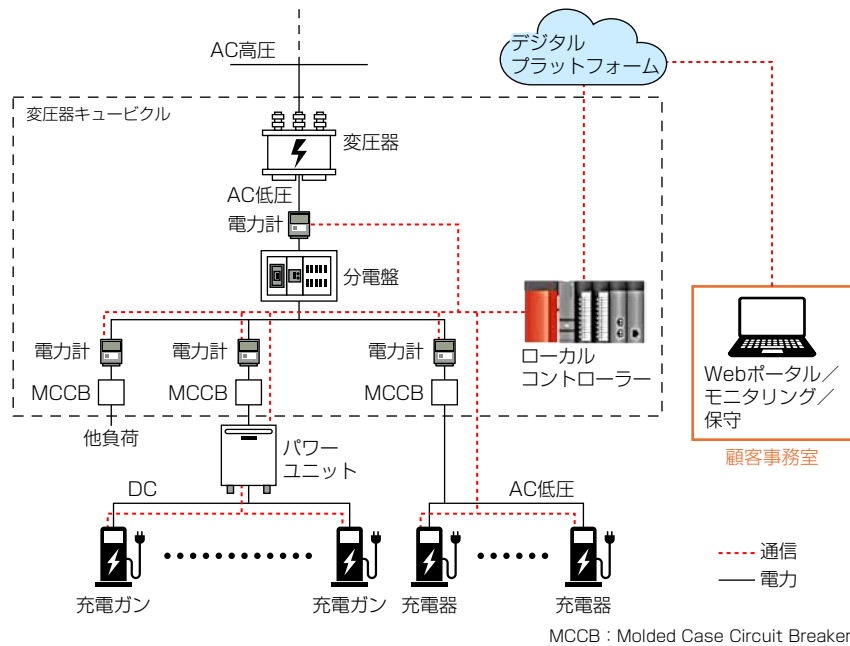
HubChargeは、表1に示すサブシステムで構成される。

表1-HubChargeのサブシステム

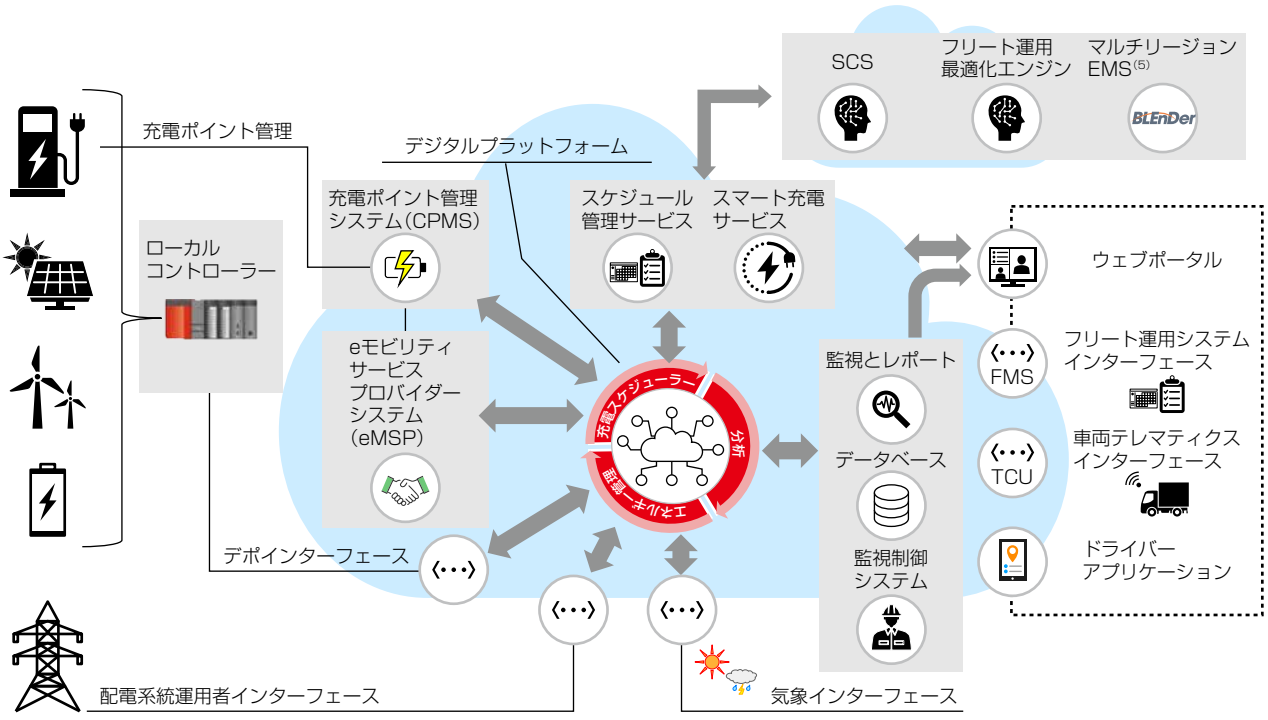
 <p>HUBCHARGE Essential</p>	<p>HubCharge Essentialは、充電操作を制御・監視する包括的なダッシュボードや、電力消費を完全に制御できるローカル動的負荷管理システム(ローカルコントローラー)など、完全な機能群を提供する。また、コスト効率の高い充電プランを生成する独自のSCSや、補助金報告プラットフォームとの統合も含まれている。</p>
 <p>HUBCHARGE Fleet</p>	<p>HubCharge Fleetは、車両テレマティクスデータの統合によって、マルチシフト充電やマルチデポ充電などの高度な機能を備えた大規模な電動車両の管理をサポートする。また、外部パートナー向けに充電インフラへのアクセスを提供し料金請求することも可能である。</p>
 <p>HUBCHARGE Green</p>	<p>HubCharge Greenには、ネットゼロ目標に向けて進めるための先進的なエネルギー管理システムが含まれている。バッテリーエネルギー貯蔵システムと組み合わせることで、自社の再エネ源を持つメリットを最大限に活用し、新たな収益源化が可能になる。</p>

3.2 HubChargeの構成

HubChargeの構成例を図4に示す。HubChargeは各デポ(荷物の保管や中継を行う拠点)に設置する充電器(パワーユニット、充電ガン)、受配電設備(変圧器、分電盤等)、ローカルコントローラーなどのハードウェア(図4(a))と、クラウド上に配置したデジタルプラットフォームによるソフトウェア(図4(b))から成る。さらに、クラウド間通信でSCS及びBLEnDerと連携することで、HubChargeの各機能を実現する。



(a) ハードウェア構成



(b) ソフトウェア構成

図4-HubChargeの構成例

4. 統合検証環境の構築

この章では、統合検証環境の構築について述べる。

4.1 SCSの概要

SCSは、HubChargeの充電ソリューションの中核になる充電計画機能を担う。SCSは、HDVのデポへの到着予定時刻やデポからの出発予定時刻、デポでの電気設備構成、電気料金等を基に目標になるHDVの充電量や運用コストの最小化

を制約・目的として最適化問題を解く。これによってHDVに対する最適充電計画を算出する。SCSによって算出した充電計画で充電器を運用することで、事業者は車両の運行オペレーションを守りかつ運用コストを最小化するようデポを管理できる。

4.2 統合環境構築

この節では、統合環境を構築する目的やシステム構成、もたらされる効果や今後の取組みについて述べる。

4.2.1 構築目的

SCSによる運用コストの削減規模は、事業者が持つ電気設備構成や車両の運行形態に大きく依存する。また、運行オペレーションに対する時間的制約とデポでのピーク需要は相関関係にあり、事業者の重要視する対象によってSCSの算出する充電計画の事業者価値は変化する。事業者の車両電動化を後押しするためには、各事業者の制約や要件に合わせて充電計画を算出及び評価し、さらに車両電動化での導入コスト及び運用コストを算出する必要がある。HubChargeの導入を押し進める上でも、SCSの算出する最適充電計画が特にどのような制約や要件を備える事業者に対して有効かを可視化する必要がある。さらに、その有効性が充電器及びHDV実機と組み合わせて実現できることを、実証や検証を通して示すことが求められる。

これら背景の下、事業者の制約及び要件を基にした充電計画と運用コストの算出、SCSの算出する充電計画の事業者視点での価値定量化、実機を組み合わせた実証及び検証を行うための統合検証環境を構築した。HubChargeは、SCSの提供する充電計画機能以外にデータ管理やデポ監視等の機能を備える。SCSの算出する最適充電計画に特化し、効率的に評価及び検証することを目的に、SCSのソフトウェアだけを対象を絞って検証環境を構築している。

4.2.2 システム構成

図5に統合検証環境のシステム構成を示す。動作させるソフトウェアは、運用効率や拡張性を考慮し、パブリッククラウド上に構築している。統合検証環境は、SCSを中心に、充電器・HDV模擬、充電器・HDV実機、ユーザーインターフェースの要素から構成される。

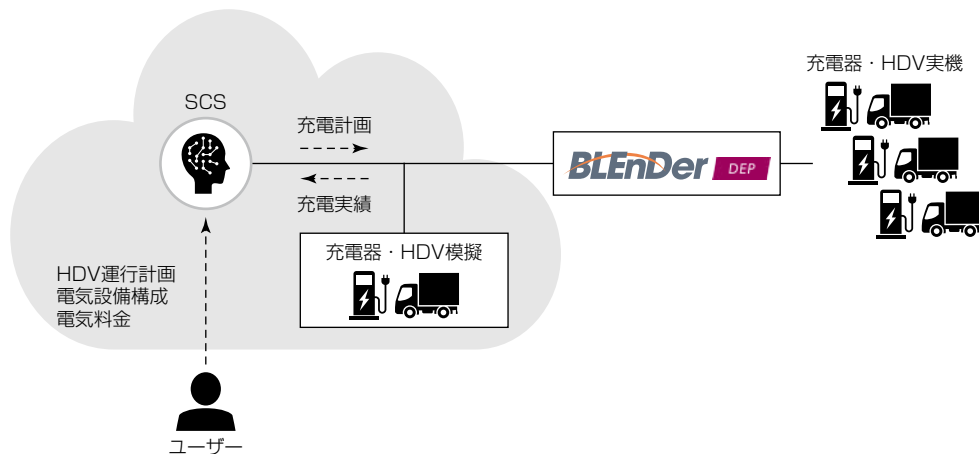


図5-システム構成

充電器・HDV模擬は、運用コストや価値を効率的にシミュレーションするための充電器・HDV実機の模擬である。SCSと同一パブリッククラウド上に展開しており、リアルタイムシミュレーションを可能にする。

充電器・HDV実機は、実際のフィールドでSCSが有効かを実証、検証するために用いる。充電器とは分散電源プラットフォームである“BLEnDer DEP”⁽⁴⁾を介して接続する。BLEnDer DEPは、様々な分散電源のプロトコルに対応しており、異なる外部インターフェースを備える充電器とも接続できる。SCSはBLEnDer DEPと共に提供される標準インターフェースで接続することで、充電器ごとの固有のプロトコルを意識せず様々な充電器と接続できる。

ユーザーインターフェースは、SCSの入力データであるHDVの運行計画、電気設備構成、電気料金を入力機能をユーザーに提供する。なお、統合検証環境の特徴として、充電器・HDV模擬と充電器・HDV実機は切り換えることができ、充電器・HDV模擬で用いた入力データをそのまま活用し、実機検証を効率的に進めることができる。

4.2.3 TCO削減効果シミュレーション

SCSは、制約条件を緩和することで充電器接続時点から最大定格電力で充電する場合の充電計画を算出できる。制約条件を緩和する場合(最適充電計画を立てない場合)と緩和しない場合(最適充電計画を立てる場合)の各ケースでシミュレーションを行い、算出された充電計画を比較することで、SCSを用いることによる運用コストの削減幅を算出できる。さらに導入コストを事前に算出し、運用コストと足し合わせることで、TCOを算出し、その削減幅を評価できる。

この環境では、ディーゼルHDV(従来車両)を運用する事業者が持つ車両を電動化することを想定し、①ディーゼルHDV、②電動HDV(公共充電器利用)、③電動HDV(プライベート充電器利用、最適充電計画なし)、④電動HDV(プライベート充電器利用、最適充電計画あり)の四つのケースのTCOを算出できるようにした。図6左は、各ケースでのTCOの算出画面を示す。画面では、①～③と④とを比較し、SCSでHDVを運用する場合のトータルコストが他の三つのケースと比較し、どのタイミングで逆転するかを示すようにしている。この結果は、事業者の投資計画の検討に役立てることができる。図6右は、③と④について充電計画をグラフ表示し、ピーク需要や充電時間がどのように変わるかを視認できるようにしている。

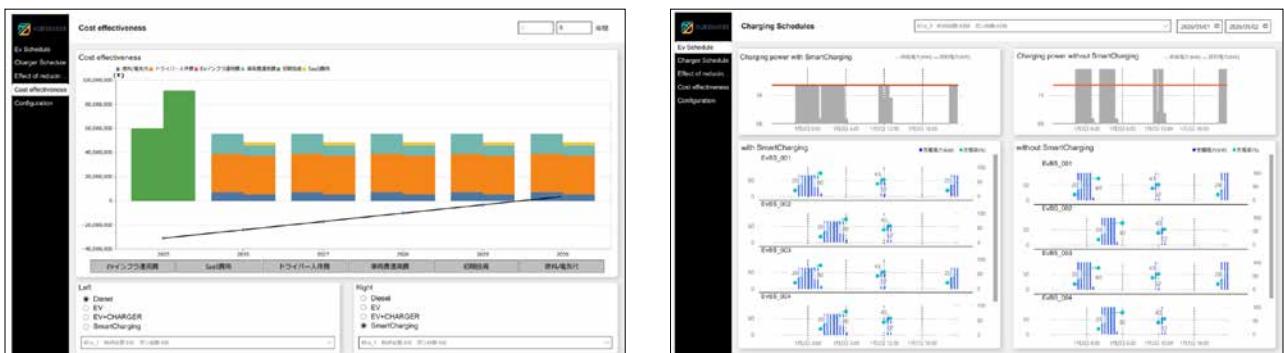


図6-シミュレーション画面

4.2.4 今後の取組み

構築した統合検証環境を用いて、最適充電計画で効果を得られる領域の可視化や事業者ごとの制約及び要件を基にしたTCOシミュレーション、充電器及びHDV実機を組み合わせた実証や検証を進めていく。それと並行して、統合検証環境の高度化を目的に、次の3点の拡張開発に取り組む。

(1) 電気設備モデルの精緻化

現状の充電器・HDV模擬はそれぞれの仕様値に基づいている。今後は実機の動作特性を反映したモデルへの調整を行う。また、太陽光発電、定置型蓄電池、及び照明等の一般負荷を含めた包括的なエネルギーマネジメントの模擬へと範囲を拡大する。

(2) シナリオの拡充及び最適充電計画ロジックの比較評価

現状は短期間での数パターンでの効果シミュレーションを行っているが、一年を通した運用スケジュールや将来的な車両台数増加に伴う段階的な設備拡張シナリオなど、より実態に即した長期シミュレーションに対応する。また、充電計画を立てない場合と比較したコスト削減効果の算出に加えて、単純な均等配分によるピークカットを行う簡易ロジックや異なる最適充電計画ロジックとの比較を事業者価値基準に基づいて行う仕組みを構築する。

(3) 実機連携検証の拡充

BLEnDer DEPを介した実機接続環境は構築しているが、現状は充電器実機の代わりにサードパーティーの充電器模擬システムと接続している。今後は充電器実機との接続を行い、制御精度や通信遅延の影響検証を行う。

5. む す び

脱炭素化やエネルギー問題などの社会課題の解決に当たって、当社が新たに開発したHubCharge及びその効果検証シミュレーションについて述べた。HubChargeによってEV導入が促進され、エネルギーの有効利用やCO₂削減などの効果が期待できる。

今後、国内外の事業者に向けてHubChargeソリューションを提供していく方針である。これによって世界の脱炭素化・地球温暖化防止に貢献できることを期待している。

参 考 文 献

- (1) IEA : Energy Statistics Data Browser License: CC BY 4.0
<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>
- (2) U.S. Energy Information Administration : International Energy Outlook 2023
<https://www.eia.gov/>
- (3) BloombergNEF Charging Infrastructure Forecast Model (CIFM 6.0.0)
- (4) 三菱電機 電力ICTソリューションパッケージBLEnDer
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/ict-power-system/business/solution1/>
- (5) 三菱電機 マルチリージョンEMS
<https://www.mitsubishielectric.co.jp/ict-power-system/business/solution7/>

