



4

スマートグリッドと連携した電気自動車 (EV) の技術動向

久村春芳 (日産自動車 (株))

環境・エネルギー対応における電気自動車 (EV) の位置づけ

■ 自動車の電動化によるエネルギー効率改善とエネルギー源の多様化

環境・エネルギーの課題への対応として、自動車の電動化が重要なキーとなりつつある。電動化によるエネルギー効率の改善とエネルギー源の多様化は、温暖化ガス排出量と化石燃料依存度の低減に貢献する。

図-1 に自動車用パワートレインの電動化によるエネルギーロスの低減を示す。ガソリン車など内燃エンジン (ICE : Internal Combustion Engine) 車は車両の駆動エネルギーに比べエネルギーロスが大きく、燃料エネルギーから駆動エネルギーへの変換効率率は実走行で 20% 程度と言われる。ハイブリッド車 (HEV : Hybrid Electric Vehicle) は、ICE にモータを併用することでエンジンのエネルギー効率の良い条件で運転し、また減速エネルギーを回生することによりエネルギーロスを低減する。さらに EV はバッテリーに貯蔵したエネルギーを直接駆動力に変換するためエネルギーロスが非常に少ない。ICE から HEV、EV と

電動化が進むことによって自動車のエネルギーロスを低減し変換効率を大幅に高めることが可能となる。

また電気は多様なエネルギー源から創り出すことができる。図-2 に示すように石炭、天然ガスなど化石燃料に加え、バイオ燃料、原子力、さらに今後普及が進むと見られる風力や太陽光といった再生可能エネルギーから発電できる。エネルギー源の多様性はエネルギー供給の安定化の観点から重要である。

■ 電動化による CO₂ 排出量の削減

気候変動に関する政府間パネル (IPCC : Intergovernment Panel for Climate Change) の第 4 次レポート¹⁾によると、地球の平均気温の上昇を 2℃ 以内に安定化するためには世界の CO₂ 排出量を 2050 年までに 2000 年比で 50 ~ 85% 削減する必要があるとされる。今後の自動車台数の増加と新車による代替期間を考慮すると、1 台あたりの CO₂ 排出量はさらに大きな割合の削減が必要となる。石油の採掘から自動車の走行までの WTW (Well to Wheel) での CO₂ 排出量で評価すると、2000 年時点の新車の CO₂ 排出量に対し 2050 年時点では



図-1 電動化によるエネルギーロスの低減

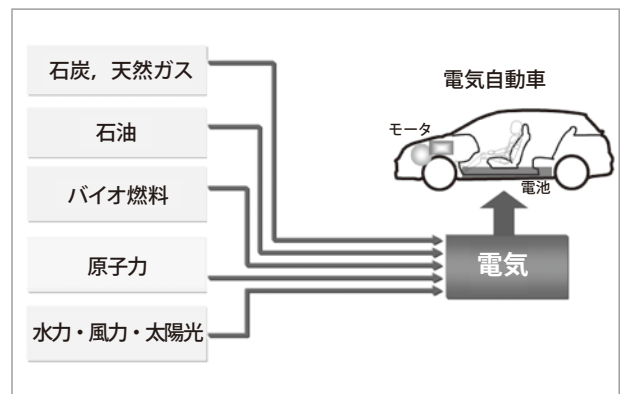


図-2 電動化によるエネルギー源の多様化

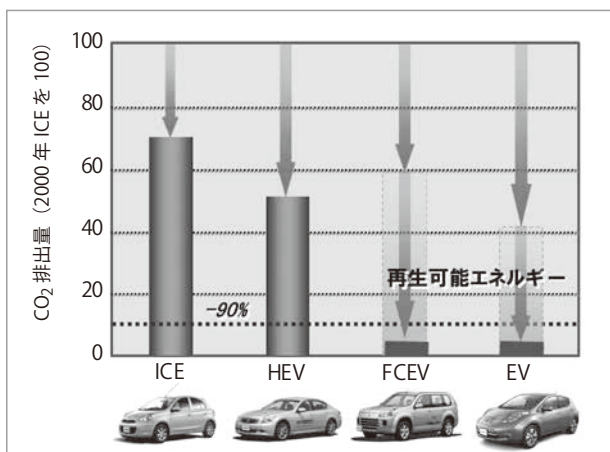


図-3 CO₂ 削減ポテンシャル



図-4 日産リーフ

90% 削減する必要があると見積もられた。図-3 に各パワートレーン技術の CO₂ 削減ポテンシャルを示すが、ICE 車や HEV は今後の技術進歩により CO₂ 排出量を下げることが可能であるが化石燃料をエネルギー源として使用する以上 90% の削減は難しい。燃料電池車 (FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle) や EV は、走行中は CO₂ を排出しないが、水素や電力をつくる過程で化石燃料を原料とする場合は WTW で CO₂ を排出する。しかし再生可能エネルギーから水素や電力を創ることにより 90% 削減のポテンシャルを持つ。車両技術とエネルギー製造技術の進化により、CO₂ 排出量の大幅削減が可能となる。

EV の現状と今後の課題

■ EV の現状—日産リーフを例に

2010 年 12 月、日産自動車 (株) (以下、日産) は量販 EV 日産リーフの販売を開始した (図-4)。EV 専用のプラットフォームに高性能リチウムイオンバッテリーと新開発モータ/インバータを搭載し、最高速度 145km/h、航続距離 200km (JC08 モード) の実用的な EV とした。2012 年 11 月のマイナーモデルチェンジで、車両軽量化と電動パワートレーンの改良により航続距離を 228km に改善した。2012 年 12 月末現在、世界で 4 万 9 千台を販売、内訳は日本 2 万 1 千 400 台、米国 1 万 9 千 500 台、欧州 7 千 200 台となっている。ワールドカー・オブ・ザ・

イヤーをはじめ全世界で 30 以上の賞を受賞し、また世界のユーザから従来にない走行フィーリングなど非常に高い評価を受けている。

日産リーフは、走行中に排気ガスを一切出さないゼロエミッション車であるが、それに加え、軽快で運転しやすい走行性能や静粛性、さらに家庭充電でガソリンより安価な電力や情報通信ネットワークによる常時接続サービスも大きな魅力である²⁾。

モータはエンジンに比べ、加速レスポンスが速くかつ低速で最大トルクを発生する。この特長を活かす先進技術の開発により、発進加速や追越し加速などでレスポンスの良い加速性能とした³⁾。またハンドリング操作時のモータトルク制御技術により運転しやすい操舵性能とした。これらの技術により、力強い加速性能と操縦安定性の高い走行性能を実現した。

図-5 にグローバル通信ネットワークによる 24 時間サポートシステムを示す⁴⁾。日産リーフに搭載された通信モジュールはカーウイングスデータセンタと常時接続し、ドライバーが車両を離れたシーンでも車両状態の確認、遠隔操作が可能となる。たとえば、乗車前に携帯電話から遠隔操作でエアコンを作動させ車室内の温度調節を行うことができる。パソコンあるいは携帯電話からバッテリー残量、充電完了までの時間や航続可能距離を確認できる。また乗車中にナビゲーションの画面で航続可能距離や充電スポットの場所と空き情報、さらに充電スポットの新設情報などをダウンロードし更新することができる。

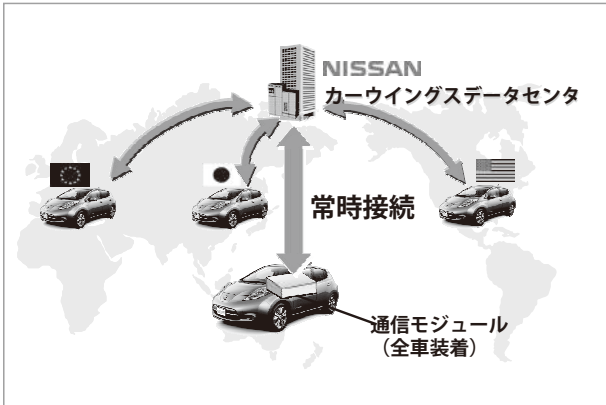


図-5 グローバル通信ネットワークによる24時間サポートシステム



図-6 航続距離の拡大

■ 今後の課題とオポチュニティ

リーフは世界のユーザから、従来にない走行性能など未来を拓くクルマとして高い評価を受けている。一方で今後さらに改善すべき点として(1)航続距離のさらなる拡大(2)充電インフラの拡充と利便性の改善(3)車両価格の低減が挙げられる。

航続距離は日常走行のほとんどの使用条件で問題ないが、長距離ドライブでは途中で急速充電が必要である。また暖房用ヒータやエアコンはバッテリーの電力を使って作動させる必要がある。図-6に示すように、航続距離を拡大するため、モータ/インバータなどパワートレインの効率向上、車両軽量化と走行抵抗の低減、エアコンなど補機システムの効率向上、バッテリーのエネルギー密度の向上、回生ブレーキのエネルギーマネジメントの改善など多くの課題に取り組んでいる。充電インフラについては、日本国内において2012年11月初め時点で1,300カ所以上の急速充電ステーションが設置済みであるが、自治体などと協力し設置密度をさらに高める活動を進めている。車両価格については、モータ/インバータなど電動パワートレインの合理化やバッテリーシステムの改良などで取り組んでいる。

電動パワートレインはエンジンに比べ部品点数が少なく、また排気性能などチューニング技術の要求が低くエンジンより開発が容易であると言われるが、制御技術の高度化により滑らかで逞しい加速性能やドライバーの意のままに操れるハンドリング性能など、さらに進化したクルマを実現することができる。そ

れぞれの車輪を個別に駆動するインホイールモータと高度な制御技術によりこれまでのクルマにない車両操縦性を実現することが可能となる。また情報通信ネットワークの通信速度と信頼性の改善により道路交通の状況にもとづくバッテリー充放電マネジメントやパワートレインの制御も可能となる。

20世紀初頭に登場し1世紀にわたって自動車の動力源の中心となってきた内燃機関に加え、電動パワートレインという新たな手段を得たことで、むしろ進化の余地が大きく膨らんだと考えている。社会の要請や技術の進化に歩調を合わせ、従来のクルマと異なる魅力を引き出す新たなチャレンジに取り組んでいく。

スマートグリッドへのEV活用

スマートグリッドとの連携により、EVは社会の電力エネルギーシステムの改善に貢献することができる。住宅あるいはコミュニティの非常用電源や電力ピークカットにEV搭載バッテリーを活用し、再生可能電力の需給バランスの調整など電力エネルギーマネジメントに役立てることができる。またEVは情報通信技術との連携により交通システムの高度化に適している。たとえば都市中心部と周辺部の交通のすみわけを行い、中心部では超小型EVやカーシェアリング、都市周辺部では低エミッション車や公共交通機関を使用する。都市中心部への自動車の流入量を減らし交通渋滞のない交通システムの実現を

4. スマートグリッドと連携した電気自動車 (EV) の技術動向

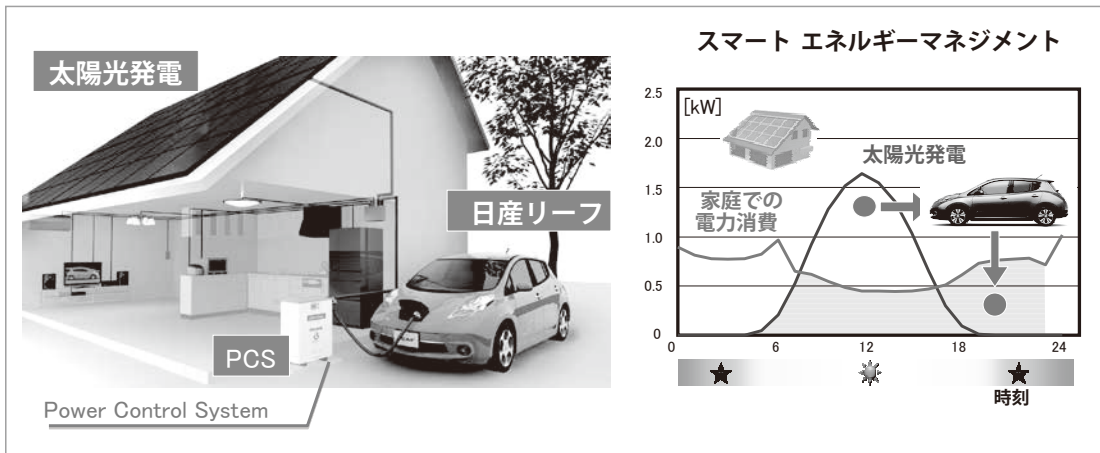


図-7 EV バッテリー活用によるスマートハウスエネルギーマネジメント

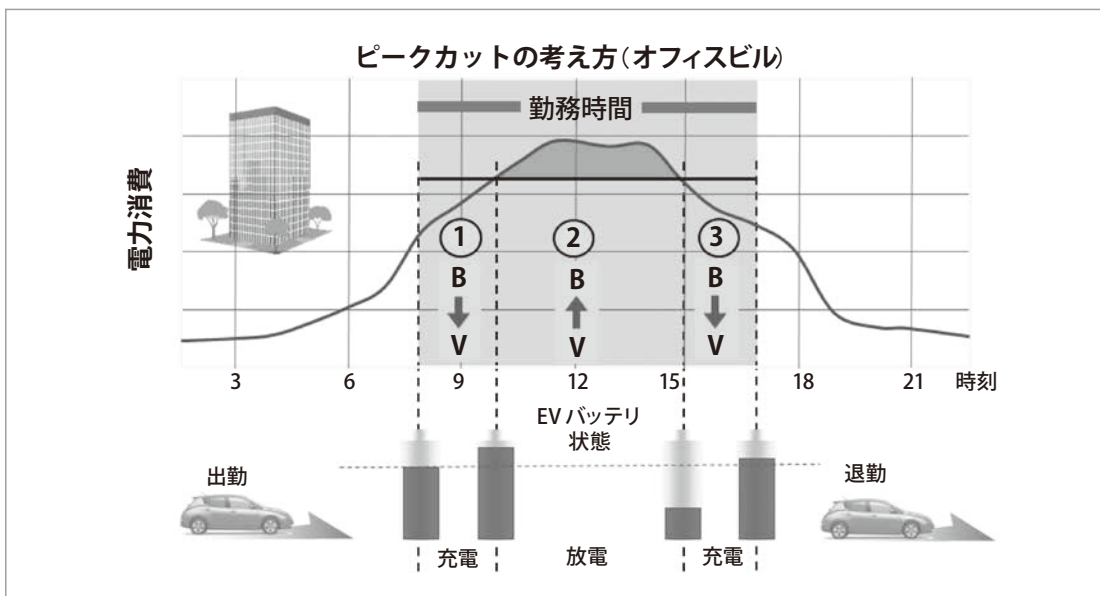


図-8 オフィスビルの電力ピークカット

目指していく。

■ スマートグリッドとの連携による EV バッテリーの活用

スマートグリッドとの連携を図るために EV バッテリーから住宅に電力を供給するシステムの開発が進められている。図-7 に日産が開発したパワーコントロールシステム (PCS) を示す。太陽光発電を設置した住宅と EV の電力系統を PCS で接続し、EV 搭載バッテリーを住宅の電力マネジメントに活用する。太陽光で発電した電力に余剰がある場合は EV のバッテリーに充電し電力を蓄え、太陽光で発電できない夜間などに EV から家庭に給電する。太陽光発電と組み合わせることによりクリーンなエネルギーでリーフを走らせることができ、さらに太陽光発電を住宅

で有効に利用できる。また消費電力の多い時間帯に EV バッテリーから電力を供給することにより系統電力のピークカットに役立てることもできる。さらに停電など非常時のバックアップ電源として活用できる。日本の一般的な家庭の消費電力 10 ~ 12kWh/ 日に対し、たとえばリーフのバッテリーは 24kWh と十分な容量を持っていると言える。EV はクルマとしての役割に加え、停車しているときにもエネルギー貯蔵デバイスとしての付加価値を持つ。

ビルディングの電力ピークカットに活用した例を図-8 に示す。出勤直後の電力消費ピークタイムの前に EV に充電し電力を貯蔵する。昼間のピークタイムに EV のバッテリーからビルディングに電力を供給し、ビルディングの電力消費を抑制する。ピークタイムを過ぎると EV を充電し走行に必要なバッテ

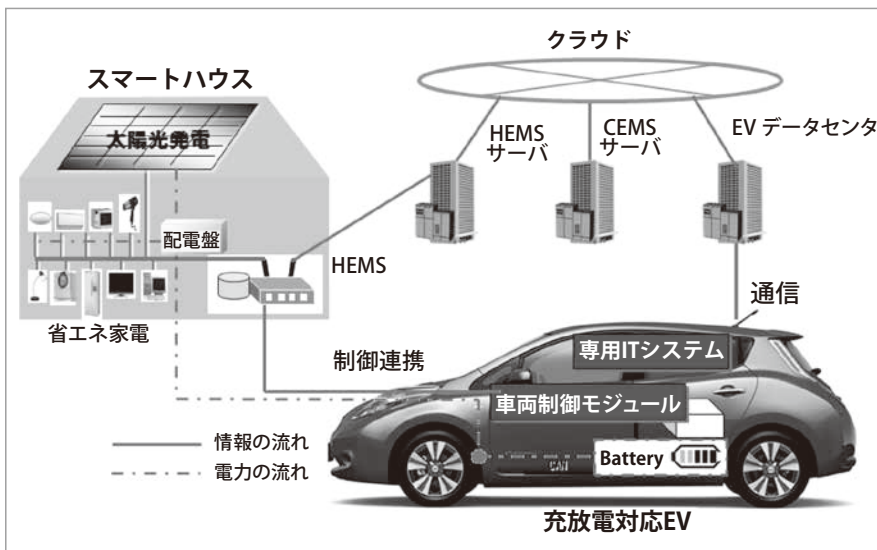


図-9 EVとエネルギー管理システムの連携

り容量を確保する。電力ピーク消費量を減らすことにより契約電力料金を節約できる。さらに社会全体として夏季などの電力供給不足の対策となる。

東日本大震災以降に定置型バッテリーへの関心が高まり、非常用電源や電力ピークカット、太陽光発電などの電力マネジメントのための定置型バッテリーの導入が急速に拡大した。しかし市販されている定置型バッテリーは高価であるが、EVは大量生産によりコスト低減が進み、さらに政府のエコカー購入補助により住宅用定置型バッテリーに比べ相対的に安価である。リーフは24kWhのバッテリーを搭載し最も安価なグレードで政府補助金を差し引いたユーザの実質負担額は約250万円となる。

■ 情報通信技術の役割

EVバッテリーをスマートグリッドのエネルギーマネジメントに活用する上で情報通信技術がきわめて重要な役割を果たす。図-9に示すように、スマートハウスのホームエネルギー管理システム(HEMS)、コミュニティエネルギー管理システム(CEMS)、EVバッテリー情報を収集するEVデータセンタなどが情報通信ネットワークで接続される。EVバッテリーの残存容量とEV走行予測、住宅などの消費電力予測、天気予報による太陽光発電量の予測などにに基づきEVバッテリー充放電量をマネジメ

ントすることができる。

さらにコミュニティとして電力ネットワークと情報通信ネットワークを構築し電力エネルギーをマネジメントできる。図-10に示すようにスマートハウス、メガソーラ、EVなどの電力ネットワークとCEMS、HEMS、情報ネットワークの連携により、自立性の高い安定したエネルギーシステムの構築に役立てることができる。

このシステムを構築するため、今後取り組むべき課題もいくつか残されている。車両技術、スマートグリッドと連携するための情報通信、社会システムの課題にチャレンジしていく必要がある。車両の課題として、たとえば電力貯蔵デバイスとして使用することによりバッテリーの劣化が進む可能性がある。バッテリー劣化への影響を抑制しつつ、スマートグリッドのエネルギーマネジメントの効果を最大限にするため、バッテリー運用方法や電力システム技術の開発に取り組んでいく。情報通信については、たとえば情報セキュリティや通信の信頼性を確保するための技術開発が必要となる。また社会システムについては、EVユーザと住宅、送配電、発電などすべてのプレーヤがスマートグリッドのメリットを共有し、かつ電力供給系の安定性を保証できるシステムを構築する必要がある。利益と負担の配分のシステムの構築にチャレンジしていく必要がある。

定着のための社会的施策

2010年、経済産業省は次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクトを開始⁵⁾した。横浜市、豊田市、けいはんな地区、北九州市の4地域が選定され、エネルギー消費の削減と安定供給、さらに太陽光など再生可能エネルギーの導入拡大を目指し

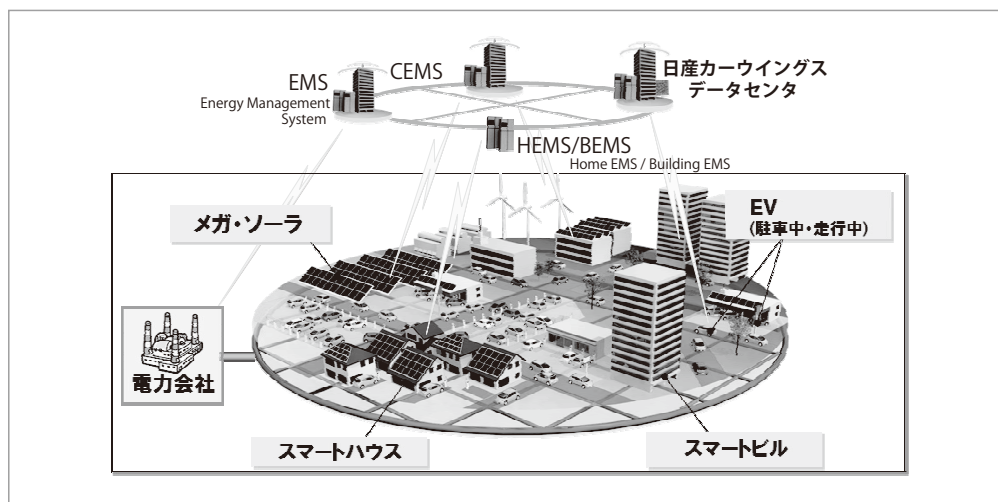


図-10 スマートコミュニティにおけるEV、情報通信技術の役割

5年間の大規模な実証試験が進められている。日産は横浜市のスマートシティプロジェクト (YSCP)⁶⁾において、積水ハウス (株) のスマートハウスにリーフとPCSを設置しEV充放電を最適制御する実証試験を行い、住宅のエネルギーマネジメントの可能性を見出し、さらにCEMSと連携し電力需給マネジメント機能の検証も行っていく。

EVは単にモビリティの手段だけではなく、社会インフラの一部と考えることができる。EV活用によるスマートグリッドが普及すれば、地域での再生可能エネルギーの大量導入により自立分散型エネルギーシステムの構築に繋がる。

これまで独立事象として扱ってきたことを、EVをトリガに、社会という広い視野で見直す時期が来ているのではないだろうか。関係する皆様方と協力し、新しい価値を生み出していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 気象庁：IPCC第4次評価報告書統合報告書政策決定者向け要約 (2007)。
- 2) 門田英稔：日産リーフの技術，日産技報，No.69-70 (2012)。
- 3) 荻込卓明ほか：新開発EV向けの高応答加速制御，自技会春季学術講演会 (May 2011)。
- 4) 下松龍太ほか：日産リーフを支えるITシステムの開発，日産技報，No.69-70 (2012)。
- 5) 経済産業省：次世代エネルギー・社会システム協議会報告書 (2010)。
- 6) 横浜市：横浜スマートシティプロジェクトマスタープラン (2010)。

(2013年1月22日受付)

将来社会におけるEVの役割

自動車産業は、車という乗りもの世界の中で、複数の排反する事象を同時に解決するような技術の進化を重ねてきた。今後は、移動の自由や効率化、カーライフにおける楽しさ、エネルギーの貯蔵等々、

久村春芳 h-kumura@mail.nissan.co.jp

1981年日産自動車 (株) 入社。2005年総合研究所所長，2006年に執行役員。2009年よりフェローとしてテクノロジー・インテリジェンスを担当。