

# 電力供給停止時における電気自動車の蓄電設備としての可能性 Potential of Electric Vehicles as Storage Batteries for Emergency Power Supply

○稲垣 景子<sup>1</sup>, 吉田 聡<sup>1</sup>, 佐土原 聡<sup>1</sup>  
Keiko INAGAKI<sup>1</sup>, Satshi YOSHIDA<sup>1</sup> and Satoru SADOHARA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 横浜国立大学大学院環境情報研究院

Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

In this study, we explored the possible use of electric vehicles (EVs) with storage batteries for emergency power supply in urban residential areas and studied the problems encountered therein. Energy storage is gaining importance because of an increase in the demand for renewable energy systems. EVs can be plugged into an energy grid or the power supply of a house, and the electrical energy stored in their batteries can be released back into the grid or the house when needed. In this study, we estimated the total storage capacity of EVs for future applications and the relationship between the capacity and the electrical energy demand in Yokohama City. We concluded that EVs will be advantageous for the effective operation of household appliances and the entire city during power outage.

**Keywords :** Power Outage, Smart Grid, Electric Vehicle, Storage Battery, Emergency Power Supply

## 1. はじめに

近年、地球温暖化防止の観点から、再生可能エネルギーや未利用エネルギー、コージェネレーションシステムなど新エネルギーの導入が推進され、都市域の各所に分散型電源が設置されている。しかし、太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、時間変動が大きく、電力量の需給バランスと、電圧や周波数などの電力品質を維持するため、蓄電設備が重要な構成要素となる。すでに、住宅における太陽光発電の蓄電等を用途とする住宅用蓄電地が市場に流通している。各所で発電された電力は、当該施設で利用するか電気事業者へ売電するのが一般的だが、今後、スマートグリッドの実現により、複数の分散型電源や蓄電設備などを統合的に制御し、複数の需要家に電力を供給できるようになることが期待される。

また、CO<sub>2</sub> 排出量削減等による環境保全や石油代替の観点から、プラグインハイブリッド車 (PHEV) や電気自動車 (EV) 等の次世代自動車の技術開発と普及が促進されている。さらに、車両に搭載されている蓄電池を、電力系統の変動調整や非常時の電力供給に利用しようとする取り組みは V2G (Vehicle-to-Grid) や V2H (Vehicle-to-Home) と呼ばれ (図 1) 各地で実証実験が始まっている。

阪神・淡路大震災では電力供給の復旧まで 6 日を要し、首都直下地震の電力復旧目標も 6 日とされる。電力供給の停止に備え、公共性の高い施設や、特殊機能を有するシステム・施設に自家発電設備が設置されるが、小規模な住宅や地域施設には設置されていない。前述のとおり環境対策設備の一つとして大容量蓄電池や電気自動車が市販され、蓄電池が分散的に設置されつつあり、今後、ライフライン途絶時に防災拠点などの重要施設が自立するために、蓄電設備が担う役割は大きいと考えられる。

以上をふまえ、本報では、住宅設備として蓄電池 (主に電気自動車) を捉え、都市・地域に蓄積されうる電気容量を試算するとともに、災害時に利用するための課題を整理し、防災設備としての可能性を検討する。

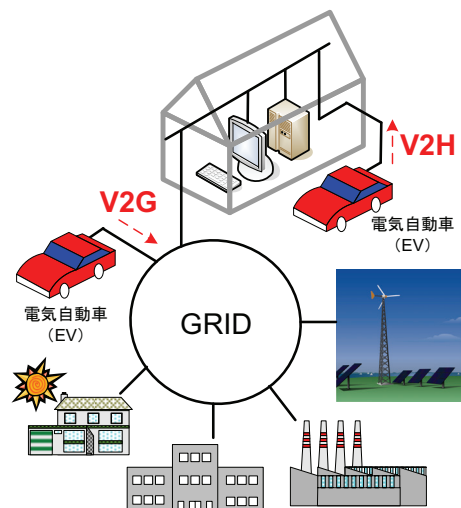


図1. V2G, V2Hのイメージ

## 2. ケーススタディ

本報では、横浜地域等を対象に、次世代自動車の導入状況を整理するとともに、将来、蓄電池を搭載した電気自動車が個人レベルで利用されるようになった場合の蓄電容量の期待値を概算し、系統供給停止時の活用可能量を明らかにする。

### (1) 次世代自動車の現況

2009 年に本格的な電気自動車の販売がスタートした。

2010 年現在、全国の乗用車保有台数は約 5800 万台で、長期エネルギー需要見通し (2009 年 8 月) や政府目標では、2020 年に新車販売の約半分が次世代自動車となること (保有ベース 2 割) を想定している<sup>1)</sup>。内訳は、ハイブリッド車 (HV) が 6 割、EV・PHV が 4 割程度となっている。

神奈川県は、EV・PHV タウンとして、2006 年に発表された「神奈川電気自動車（EV）普及構想」に基づき、2008 年に「かながわ電気自動車（EV）普及推進方策」が策定され、3,000 台の EV・PHV の普及を目標としている。横浜市は、2008 年に環境モデル都市に、2010 年に次世代エネルギー・社会システム実証地域に選定され、2015 年までに電気自動車約 2,000 台と充電ステーション約 500 台を試験導入することが計画されている。

また、横浜市内の実験住宅では、定置用リチウムイオン電池（出力 1.5kW、容量 12kWh）に夜間電力を蓄電しており、また、EV の充電設備を設置し V2H の実用化へ向けた技術・システムを開発中である。

## (2) 電気自動車の蓄電可能量

ここでは、乗用車が V2G 機能や V2H 機能を持つ次世代自動車になり、出力を新たに系統や建物に提供できるようになった場合を想定し、総電池容量の期待値（蓄電可能量）を概算する。

乗用車のうち 20%が V2G 機能を持つ次世代自動車になり 20kWh/台<sup>(1)</sup>の電池容量を持つと仮定すると、全国で最大 232.3GWh、首都圏で最大 47.3GWh の電力を蓄えられる（表 3）。

次に、EV の蓄電容量の地域分布を概観するため、乗用車台数と相関のある指標を基に、町丁目レベルの地域毎に車両台数を割り振る。横浜市 18 区の乗用車（普通車・小型車および軽四輪）台数<sup>3)</sup>と「持ち家世帯数」<sup>4)</sup>との関係を調べたところ、強い相関があった（図 2）ため、平成 17 年国勢調査の調査区（小地域）毎に持ち家世帯数の割合を重み付けし、乗用車台数を配分した。乗用車の 20%が EV となった場合の蓄電可能量を図 3 に示す。市西部の内陸部に蓄電容量の大きいエリアが存在し、市東部の中心市街地は比較的小さい。

## (3) 蓄電可能量と需要量との関係

電池容量 20kWh/台の V2H 機能を持つ車両を自家用乗用車とした場合、住宅の電力需要原単位（表 4）と 1 住宅当たり延べ面積（94.13m<sup>2</sup>）<sup>5)</sup>より、各戸で約 2 日分の電力需要が賄える。これまで、非常用発電設備の設置が義務付けられなかった住宅においても、停電時に電力を利用できる可能性がある。乗用車のうち 20%が電池容量 20kWh/台の V2G 機能を持つ場合、全国の住宅約 2 万戸（横浜市では約 470 戸）の 1 日の電力需要量を賄える計算となる。

次に、各地区の電力需要量をおおまかに把握し、蓄電可能量と比較し、蓄電池の活用可能性について検討する。スマートグリッドが構築され EV の電力需給が可能になった場合を想定し、横浜市場を対象に、災害発生時に病院、学校、福祉施設（文教厚生施設）および業務施設（行政施設）が地域の拠点として機能し、電力需要が発生すると想定する。一方、EV は主に住宅地内に駐車され、災害時にはスマートグリッドを通じて防災拠点に発電電力を供給する。なお送電・配電ロスとは考慮しない。電力需要量は、建物用途毎の電力需要原単位（表 4）と平成 15 年度都市計画基礎調査（建物現況）データを用い、各地区の電力の年間需要量と 1 日あたりの需要量を算定した。建物用途は原単位の用途にあわせ 8 用途に再分類した<sup>(3)</sup>。

表 3. 乗用車保有台数と発電可能量

	乗用車台数 <sup>2)</sup> (千台)	Case1 電力量 (GWh)	Case2 電力量 (GWh)
全 国	58,069	232.3	871
首都圏	11,823	47.3	177
埼玉	3,020	12.1	60.4
千葉	2,637	10.5	52.7
東京	3,151	12.6	63.0
神奈川	3,015	12.1	60.3

※Case1:2020 年見通しに基づく場合/ Case2:全車 EV の場合

表 4. 年間エネルギー需要原単位<sup>(2)</sup>

	住宅	医療	業務	商業	宿泊	娯楽	文化	教育
電力 kWh/ ㎡年	46	185	189	226	200	200	63	55
データ出所	①	①	②	②	②	①	①	①

①プロジェクト 2010 日本全国地域冷暖房導入可能性調査研究平成 6 年度報告書<sup>6)</sup>

②空調学会：都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価、1994<sup>7)</sup>

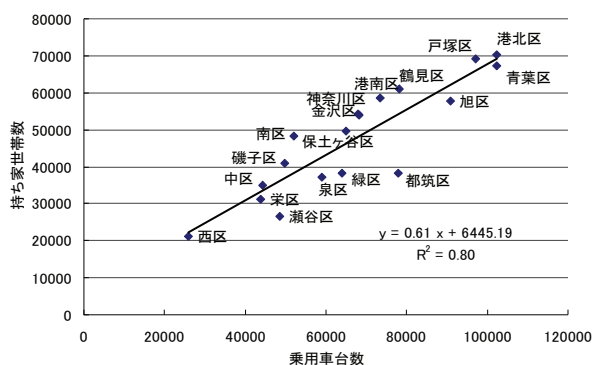


図 2. 乗用車台数と持ち家世帯数との関係

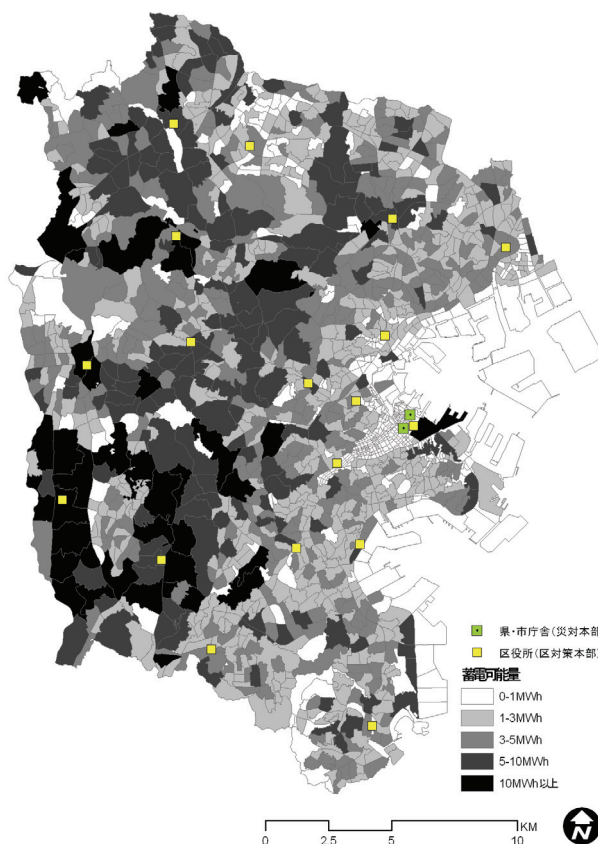


図 3. 電気自動車による蓄電可能量（20%EV 導入の場合）

ここでは、全乗用車が V2G 機能を持つと仮定し、地域の拠点を構成する施設の電力需要量を当該地域の EV 蓄電量により賄うことのできる割合を図 4 に示す。

湾岸の中心市街地（関内・横浜駅付近）は、電力需要が大きく、乗用車の保有台数も少ないため、大きな効果は見込めない。郊外エリアで賄える時間が短い地区には、大規模な病院やプラント施設などが立地していると考えられる。ただし、病院の医療機器等で必要とされる高品質な電力需要は非常用発電機によって賄われるとして対象外とし、照明や空調等のある程度の電圧変動に対応できる需要を対象とするなどの考慮が必要である。

一方、最大 3 日分の電力需要を賄うことができるエリアは、郊外の駅から少し離れた場所ととなっている。郊外の住宅地では、車両搭載型充電電池を地域生活の維持に使える可能性があると言える。

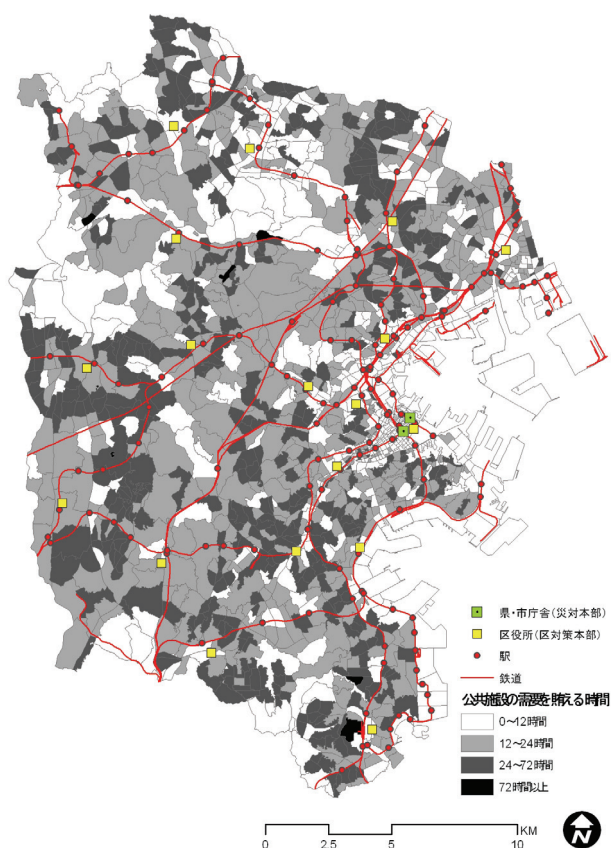


図 4. 各地区の蓄電可能量で公共施設の電力需要を賄える時間

ただし、走行中の車両もあり、また、蓄電池の劣化防止のため頻りに充電されないことも考えられ、全車両が満充電の状況は現実的でない。そこで、首都直下地震（東京湾北部地震）の想定条件である冬の平日夕方 18 時と朝 5 時の車両の状況をイメージする。

PT 調査<sup>8)</sup>の結果によれば、通勤と通学の自動車分担率はそれぞれ 24%と 7%で、横浜市の通勤者 162 万人と通学者 19 万人のうち、計約 40 万人が自動車移動している。PT 調査の発着時間帯別発生集中量（目的種類別・代表交通手段別）に基づき、自動車の自宅からのトリップ数（帰宅目的のトリップ数と近似）を、移動した自家用車（普通車・小型車）の数を見なすと、全自家用車数の約 55%にあたり、そのうち 18 時に自宅外にある車両は約 25%で、全自家用車の 9 割近くは自宅近くに駐車中と考

えられる。移動中の車両が最寄の施設やグリッドに電力を供給するとは考えにくい。既往調査<sup>9)</sup>では、1 日あたりの走行距離 40km 未満が 9 割を占めており（表 6）、1 日の走行で消費する電力量は小さい。大半の車両は満充電に近い状況にあると考えられる。一方、日中移動しない EV は、昼間に建物や系統に出力する可能性が大きい。V2H の場合は需要量の大きい夜間に出力すると考えられる。電池容量が大きく、移動距離が小さい EV が、出先で出力する可能性もある。なお、横浜市の乗用車に占める業務用車両の割合は 1%未満で、比較的その影響は小さい。

200V の普通充電でも 7～8 時間で満充電となるため、夜間に系統から蓄電池に充電した場合、午前 5 時には車両のほとんどが満充電となり住宅地または事業所近くに駐車されていると考えられる。朝 5 時のケースは、図 3 や図 4 にほぼ近い状況にあると言える。

表 6. 1 日あたりの走行距離

時刻	20km 未満	20～40km	40～80km	80km 以上
事業者	61%	27%	10%	2%
個人	71%	22%	6%	1%

出典：神奈川県調査<sup>9)</sup>

表 7. 車両の所在と充電状況

時刻	主な所在（全車両に占める割合）	充電状況
18 時	・通勤・私事等で移動中（約 1 割） ・住宅地に駐車中（約 9 割）	・低い ・昼間に電力利用⇒低い ・夜間に電力利用⇒ほぼ満充電
05 時	・住宅地に駐車中（約 10 割）	・夜間電力で満充電

### 3. 電気自動車の災害時利用のための課題と展望

V2H や V2G の実用化により、発電設備の設置を義務付けられていない個別住宅や小規模事業者の入居施設では、電気自動車が防災設備となる可能性がある。ケーススタディの結果、EV の蓄電容量は郊外住宅地の機能維持を図ることのできる規模になる可能性を有することがわかった。特に首都圏では、通勤・通学に車を利用する割合が低く、住宅地に自動車が駐車されている時間が長い。また、走行距離も短く、蓄電容量もある程度見込める。さらに、電気自動車は可動性があるため、自宅のみでなく地域内で活用することも可能と考えられる。ただし、現状では、非常用発電設備の代替として利用することは難しい。

今後、信頼性の高い車両と蓄電池の開発と、電力潮流制御技術の開発が不可欠であり、セキュリティの実装と規格の標準化が求められる。また、経済性と市場性、課金モデルの調整なども必要である。

系統事故・停電時には、自立運転により電力供給を確実に実現する高度なシステム構成が求められ、ネットワーク化することによる新たなリスクもある点を考慮しなければならない。加えて、若年層を中心に車の所有意欲や使用頻度が低下していると言われ、新車販売台数は減少しており、レンタカーやカーシェアリング、リース等、新たなビジネスモデルを模索している点も考慮する必要がある。

### 4. まとめ

本研究では、横浜市域を対象地として電力供給停止時における電気自動車の蓄電設備としての可能性を検討し、地域毎に蓄電可能容量を概算し、これらを活用する仕組みやシステムを検討する必要性を示唆した。



今回のスタディは、原単位を用いて電力需要を概算したが、今後の課題として、各施設や地域の電力需要の実態を詳細に把握する必要がある。また、EV の電池残量は、移動のための消費電力と、系統や建物へ出力する消費電力の双方を推定する必要があり、出力のタイミングは、グリッド全体の需給バランスで決まるため、将来のピークシフトを想定し、電池残量を推定することは難しいが、実証実験の結果等に基づく推定が必要である。

蓄電池の性能向上により、今後さらに蓄電容量が大きくなることが想定され、停電時の利用可能性を検討する意義は大きいと言える。

## 謝辞

本研究の一部は、文部科学省 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（総括代表：林春男）(3) 相互に関連したライフライン復旧最適化に関する研究（テーマ代表：山崎文雄）(5) 自律分散型拠点構築による地域防災力向上（サブテーマ代表：佐土原聡）、および、科学研究費補助金・若手研究(B)「災害時の地域生活継続を実現する自律分散型エネルギー拠点の構築」（代表：稲垣景子）の研究成果に基づくものである。

## 補注

- (1) 本研究では、2009-2010 年販売の三菱自動車 i-MiEV（電池容量 16kWh・2010 年 4 月販売）と、日産自動車 LEAF（電池容量 24kWh・2010 年末販売予定）のカタログ値を参照し、その平均値 20kWh を目安に試算した。なお、最大走行距離はいずれも 160km である。
- (2) 電力需要の原単位に、冷暖房需要は含まれない。
- (3) エネルギー需要原単位の建物用途分類にあわせ下表のように配分した。なお、本研究では、管理部門（民生部門）を対象とし、工場や農業施設、処理施設等は対象としなかった。

都市計画上の建物用途別床面積の算定方法

建物用途分類	都市計画上の建物用途分類
①住宅	
②集合住宅	住宅(=①+②+③/2+④/2+⑤/2)
③店舗併用住宅	
④店舗併用集合住宅 (宿泊・娯楽・遊戯・その他)	医療(=⑬ * 0.77) 業務(=③/4+⑤/2+⑥+⑪/2)
⑤作業所併用住宅	商業(=③/4+④(その他)/2+⑦+⑪/2)
⑥業務施設	
⑦商業施設	宿泊(=④(宿泊)/2+⑧)
⑧宿泊施設	娯楽(=④(娯楽・遊戯)/2+⑨+⑩)
⑨娯楽施設	
⑩遊戯施設	文化(=⑬ * 0.23 * 0.04)
⑪商業系用途複合施設	教育(=⑬ * 0.23 * 0.96)
⑬文教厚生施設	

※文教厚生施設は、東京都区部の建物の用途別延床面積比率(教育文化施設 5.8%、厚生医療施設 1.8%)<sup>(10)</sup>、全国の用途別延床面積比率(教育施設 6.2%、文化施設 0.3%)<sup>(11)</sup>を用いて医療・文化・教育に比例配分

## 参考文献

- 1) 経済産業省・総合資源エネルギー調査会：長期エネルギー需要見通し（再計算）最大導入ケースにおける主要施策のCO2削減効果等について，2009.8
- 2) 自動車検査登録情報協会：自動車保有台数統計データ，<http://www.airia.or.jp/number/index.html>
- 3) 神奈川県自動車販売店協会ホームページ，2008.8：  
[http://www.jada-kanagawa.jp/SC20491\\_f3.html](http://www.jada-kanagawa.jp/SC20491_f3.html)
- 4) 横浜市都市経営局：第 88 回横浜市統計書，2010.6
- 5) 総務省統計局：平成 20 年住宅・土地統計調査

- 6) 日本地域冷暖房協会：プロジェクト 2010 日本全国地域冷暖房導入可能性調査研究 平成 6 年度報告書
- 7) 空気調和・衛生工学会：都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価，空気調和・衛生工学会，1994.
- 8) 東京都市圏交通計画協議会：第 5 回パーソントリップ調査，平成 21 年度
- 9) 神奈川県：かながわ電気自動車普及推進方策策定調査結果報告書（概要版），2007.12
- 10) 東京都総務局統計部調整課：東京都統計年鑑 平成 19 年，1 土地面積及び気象（1-3 土地利用現況調査（2）建物の地域、用途別延面積比率等）
- 11) 尾島俊雄：建築の光熱水費（企画・設計・管理者の手引），丸善，1984.8