

電気自動車を用いたVehicle-to-homeシステムの導入意向に関する分析

田頭 直人¹・池谷知彦²・土屋依子³・馬場 健司⁴

¹正会員 電力中央研究所 社会経済研究所 (〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1)

E-mail: tagasira@criepi.denken.or.jp

²非会員 電力中央研究所 材料科学研究所 (〒240-0196 神奈川県横須賀市長坂2-6-1)

³正会員 首都大学東京大学院都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)

⁴正会員 法政大学地域研究センター (〒102-8160 東京都千代田区富士見2-17-1)

本稿は、電気自動車(EV)を用いたVehicle-to-home(V2H)システムの普及動向や技術開発課題の検討に資することを目的として、戸建て・持ち家に居住する世帯意向代表者を対象としたウェブ調査データの分析により、V2Hの導入意向を家庭用蓄電池との比較も交えつつ明らかにした。非常時の停電対応等のV2Hの長所がEV導入の動機となる者は6割程度存在するが、同様の長所における家庭用蓄電池導入の場合と比較すれば少ない。また、EV車両本体の長所がEV導入の動機となる者は、より多かった。V2H付きEVの導入意向者の特徴をプロビット回帰モデルにより分析した結果、男性、若年者、高年収、オール電化住宅居住者、等の特徴を有する者の導入意向が高かった。さらに、V2Hの利用方法に関する意向も明らかにした。

Key Words :electric vehicle, vehicle-to-home, home-use storage battery, photovoltaics, questionnaire

1. はじめに

東日本大震災を契機として、電気自動車(EV)内の蓄電池を、Vehicle-to-home(V2H：車から住宅への給電)システムを用いて、非常用電源や電力ピークシフト、さらには再生可能エネルギー電源の大量導入への対応策として活用することへの期待が高まっている。

一般消費者のEVへの意向に関する調査・研究は数多くあり¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾、EVからの放電の必要性や⁴⁾、EV内の蓄電池の非常用電源や省エネへの活用がEV導入の理由になるか否か等を尋ねている調査もある⁹⁾。ただし、これらではV2Hの導入意向やその活用方法等の詳細な調査は行われていない。本稿では、家庭用蓄電池との比較も交えつつ、EV、さらにプラグインハイブリッド車(PHV)を対象として、EV/PHVを用いたV2Hに対する戸建て・持ち家に居住する世帯意向代表者の意向、具体的には、EV/PHVやV2Hの長所・短所への意向、V2H付きEV/PHVの導入意向や導入意向者の特徴、さらにV2Hの利用方法に関する意向を明らかにすることにより、V2Hの普及動向や技術開発課題を検討するための基礎的な知見を得ることを目的とする。

2. 調査・分析の枠組み

(1) 調査・分析のポイント

a) EV/PHV・V2H・家庭用蓄電池の長所・短所への意向

この調査項目では、EV/PHV本体やV2H、家庭用蓄電池に関する長所がそれらの導入の動機となる程度、さらに、短所が導入を阻害する程度を確認する。また、震災以降、非常用電源として太陽光発電(PV)も注目されている。そこで、PVとEV/PHVの両方を導入する場合にも着目し、PVの長所が両方を導入する動機となるか否か等も尋ねる。

b) V2H付きEV/PHV・蓄電池の導入意向

EV/PHVの購入価格はガソリン車より割高であるが、走行費用はガソリン車と比較して低下する。また、割安な深夜電力の活用により、家庭の電気料金が低下する可能性もある。そこで、価格を提示した後に、耐用期間内のガソリン車と比較した走行費用の低下分、家庭の電気料金の低下分、さらにはPVによる売電収入等により得られる総額を選択肢として、許容可能な最低額を尋ねることにより、V2H付きEV/PHVの導入意向を把握する。

また、V2Hがない場合のEV/PHVへの意向も把握し、

V2Hの有無による差異を比較する。PVとEV/PHVの両方を導入する場合や、家庭用蓄電池についても同様に調査する。さらに、V2H付きEV/PHVに対して導入意向を有する者の特徴も分析する。

c) 導入意向者の利用方法

V2H付きEV/PHVや家庭用蓄電池に対する導入意向がある者を対象として、V2Hや蓄電池の利用目的、必要とされる蓄電量等について調べる。

(2) 調査票種別

EVの航続距離は、200kmと400kmの2種類を想定し、調査票としては、①航続距離200kmのEV、②同400kmのEV、③PHV(電気走行距離を26kmと想定)、④蓄電池、の4種類を作成した。本調査では回答者の負担も考慮し、①②③④に関する質問項目は、別々の者が回答するように設計した。以降、それぞれの調査票を、①EV2、②EV4、③PHV、④BAT、と呼ぶ。また、導入意向を尋ねる際の価格は、各調査票ごとに3種類設定し、一人の回答者が1つの価格のみに回答することとした。つまり、価格の差異まで考慮すれば、調査票は12種類存在する。

(3) 実施概要

調査の実施要領は表-1のとおりである。自宅の駐車場にあるEV/PHVからのV2Hや、家庭への蓄電池・PVの設置に関する意向を尋ねることから、調査対象者としては、戸建て・持ち家に居住し、その家や家の設備に関する世帯意向代表者を対象者とする必要があるため、対象者を抽出する予備調査と本調査の2段階で実施した。

3. 分析結果

(1) EV/PHV・V2H・家庭用蓄電池の長所・短所への意向

a) EV/PHV・V2Hの長所への意向

EVの長所への意向を表-2に示す(EV2/EV4の質問項目は同様のため集計して表示)。車両本体とV2Hの長所については、それらがEVを導入する動機になるか否かを尋ねている。また、PV単体およびPVとEVの両方を有する場合の長所を提示し、それらがPVとEVの両方の導入の動機となるか否かも尋ねている。

車両本体の長所では、走行費用の安さが動機となる者が多い。その他では、家庭で充電できることも動機となっている。V2Hの長所では、非常時の停電対応や、家の電気代が安くなることが動機となる者が多いが、上記の車両本体の長所と比較すると、相対的にはV2Hが動機となっている者が少ない。また、EVとPVの両方の

表-1 調査の実施要領

実施方法	インターネット(ウェブ)調査により、対象者を抽出する予備調査と本調査の2段階で実施
期間	2011年11月18日～12月1日
調査対象	・調査票 BAT の条件(全調査票共通の条件):全国に居住する20歳以上80歳未満の者。さらに、戸建て・持ち家に居住する世帯意向代表者で、自宅にPV・EVを保有しない者 ・調査票 EV2/EV4/PHV の条件:上記条件を満たし、さらに、自宅の駐車場に停める主に自分が運転する自家用車の購入予定が10年以内にある者
抽出方法	・調査会社のモニターの戸建て・持ち家に居住する者より、世帯意向代表者を地域区分※毎の戸建て・持ち家世帯数に比例するように抽出 ・調査票 BAT 条件合致者よりランダムに抽出 ・調査票 EV2/EV4/PHV 条件合致者よりランダムに抽出
配布・回収票	・予備調査による共通(調査票 BAT)条件合致者:34,416名 ・調査票 EV2/EV4/PHV 条件合致者:20,841名 ・本調査票依頼数:各2,100名 ・回収数(率):EV2:1,647(77.3%),EV4:1,662(77.8%),PHV:1,614(77.4%),BAT:1,634(77.8%)

※地域区分:北海道/東北/関東/京浜/北陸/東海/京阪神/中国/四国/九州・沖縄の10区分

導入についても、費用関連が動機となる者が多かった。

PHVでは、EVと比較した車両本体の長所として「EVより航続距離が長いこと」を提示しており、これが動機となる者も多く、その他の傾向についてはEVとほぼ同様であった(表は省略)。

b) EV/PHV・V2Hの短所への意向

EVで阻害要因となる者が最も多い車両本体の短所は、購入費用の高さであった(表-3)。その他では、航続距離の短さや、走行による蓄電池の劣化などが阻害要因となる者が多い。V2Hの短所では、蓄電池の劣化が一層進行することや、V2Hのための別途の設備購入が多くの者にとって阻害要因となっている。また、EVとPVの両方の導入の場合、購入費用がより高くなることが最も阻害要因となり、次がPVの耐久期間内における一部設備の交換となっていた。

PHVでは、EVと比較した短所として、急速充電設備が利用できないことを提示しており、車両本体では、費用関連項目や蓄電池の劣化に次いで阻害要因となっていた⁰⁾(表は省略)。また、蓄電池の劣化を阻害要因と考える者が、EVと比較してPHVでは少ない傾向が見られた(「阻害要因になる」「やや阻害要因になる」を併せて、EV86%に対し、PHV74%。Mann-Whitney検定で1%水準で有意な差異。なお、本稿では特に断りのない限りは5%水準までを有意と表現する)。これは、劣化しても、ハイブリッド車として走行可能なことが理由の一つと推測される。その他はEVと類似した傾向にあった。

c) 家庭用蓄電池の長所・短所への意向

蓄電池単体およびPVも導入する場合の双方において、

表-2 EVにおいて、車両本体・V2H・PVの長所が導入の動機になるか否か(%)

		動機になる	やや動機になる	どちらともいえない	あまり動機にならない	動機にならない	合計
車両本体	環境にやさしい	18.1	43.1	21.0	11.6	6.1	100.0
	家庭で充電可能	32.0	44.6	14.3	5.4	3.7	100.0
	走行費用安い	41.4	42.2	10.9	3.1	2.5	100.0
	夜間電力でより安い	33.8	43.7	14.8	4.6	3.0	100.0
	街中で充電器整備中	25.9	45.6	19.9	5.4	3.2	100.0
	非常時ガソリン不足対応	19.9	40.9	25.8	9.0	4.4	100.0
	静かな走行音	16.5	37.5	26.7	12.8	6.5	100.0
V2H	非常時停電対応	16.4	47.5	24.0	9.1	3.1	100.0
	電気不足緩和への貢献	13.9	43.6	29.1	9.7	3.7	100.0
	家の電気代安くなる	15.7	45.9	28.1	7.2	3.1	100.0
PVも導入	自立運転可能	19.0	50.3	20.8	6.8	3.1	100.0
	電気不足緩和への貢献	13.9	45.1	27.7	9.1	4.2	100.0
	電力会社に頼らない	21.3	44.0	24.4	6.9	3.4	100.0
	家の電気代安くなる	32.3	44.5	16.9	4.0	2.3	100.0
	売電収入得られる	29.7	44.1	19.0	4.6	2.6	100.0
	環境にやさしい	18.1	42.7	26.6	8.1	4.6	100.0
	両方※：太陽エネ走行	25.0	46.2	21.3	4.7	2.8	100.0
	両方：長時間停電対応	20.9	47.0	24.0	5.0	3.1	100.0

回答者数3,269名

※PVとEVやV2Hの両方がある場合の長所。なお、PVに関する長所は、それらがPVとEVの両方の導入の動機となるか否かを尋ねている。

表-3 EVにおいて、車両本体・V2H・PVの短所が導入の阻害要因になるか否か(%)

		阻害要因になる	やや阻害要因になる	どちらともいえない	あまり阻害要因にならない	阻害要因にならない	合計
車両本体	充電時間長い	32.5	44.2	14.2	7.6	1.6	100.0
	航続距離短い	48.4	37.2	9.5	3.9	0.9	100.0
	蓄電池の劣化	45.5	40.3	11.5	1.9	0.9	100.0
	充電用コンセント設置	35.8	35.1	16.5	9.8	2.8	100.0
	夜間割安は昼間割高	35.8	36.8	18.9	5.8	2.8	100.0
	購入費用高い	58.8	30.0	8.8	1.5	0.9	100.0
V2H	電気の損失生じる	15.9	43.5	29.2	9.8	1.5	100.0
	蓄電池の劣化進行	37.6	45.8	13.7	2.2	0.7	100.0
	別途の設備購入	41.6	41.2	14.1	2.3	0.8	100.0
PVも導入	一部設備の交換	40.8	43.1	13.5	1.8	0.7	100.0
	夜間発電不可	29.1	37.8	24.7	6.8	1.6	100.0
	雨で発電量減少	28.4	43.1	22.2	5.2	1.0	100.0
	買電原資電気代から	22.8	36.6	32.6	6.5	1.5	100.0
	両方：購入費用より高い	60.4	27.8	9.9	1.2	0.7	100.0

回答者数3,269名

費用関連の長所が導入の動機となる者が多かった(表は省略)。また、非常時停電対応の長所は、V2Hの場合より、家庭用蓄電池において動機となる者が多い(「動機になる」「やや動機になる」を合わせて75%。Mann-Whitney検定で有意な差異)。他のV2Hの長所についても、蓄電池において、より動機となる者が多い。調査票EV2/EV4/PHVの抽出条件と調査票BATのそれとは異なるが、蓄電池の評価において、調査票EV2/EV4/PHVと同様の属性の回答者と、それ以外の回答者に分けた結果でも有意差はない。

短所では、費用関連項目が大きな阻害要因となっていた。V2Hと共通の短所である、電気の損失が生じること、V2Hの場合に阻害要因となる者がより多かった。

(2) V2H付きEV/PHVの導入意向・導入意向者の特徴

a) 導入意向

導入意向を尋ねる前に、航続距離や蓄電容量等に関する説明文を提示した。EV/PHVの蓄電容量は、2章で述べた車両の設定より、EV2が24kWh、EV4が48kWh、PHVが4~5kWh程度と想定し、説明文を作成した。ただしPHVでは、蓄電池内の電気がなくなった後、ガソリンを用いた発電も可能と想定し、ガソリンタンクを45リットルとして発電量を設定した。また、家庭用蓄電池の容量としては3~15kWhと幅広い見解が示されており¹⁰⁾、今後の普及帯となる容量は明らかではないが、本調査では10kWhと想定した。なお、PVは、近年の平均設置容量を参考に4kWとした。説明文の詳細は省略するが、蓄電容量の説明では、冷蔵庫と液晶テレビの電気使用量を例としており、これは家庭用蓄電池の説明と

表4 価格設定

		1※2	2	3
EV/PHV	車両本体のガソリン車と比較した割高な分※1	90万円	60万円	30万円
	V2H	90万円	60万円	30万円
PV	初期費用	150万円	100万円	50万円
	耐久期間(20年間)内の一部設備(主にパワーコンディショナーを想定)の交換費用	30万円	20万円	10万円

※1 住宅へのEV/PHV充電用コンセントの設置費を含む。

※2 車両価格については、調査時点のEVの最低価格に近いものを価格1とした。PVについては、平均システム価格や補助金を考慮して、4kWで150万円を価格1とした。

表5 車両本体・V2H・PVの組み合わせ

		1:車両のみ			2:V2H			3:車両とPV			4:全て		
EV/PHV	車両本体	○			○			○			○		
	V2H	×			○			×			○		
PV		×			×			○			○		
価格設定		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
費用・耐久期間	初期費用(万円)	90	60	30	180	120	60	240	160	80	330	220	110
	耐久期間	10年						20年(EV/PHV・V2Hは一度買い替え)					
	期間内総費用(万円)	90	60	30	180	120	60	360	240	120	540	360	180
期間内に得られる額※		210~30万円						690~150万円					

※将来動向も考慮して広めの選択肢となるように、設備の組み合わせによる最高・最低額を包含するような設定額としている。
また、V2Hの有無による意向を比較するために、組み合わせ1と2、3と4をそれぞれ同額としている。

して、この2つが使用されることが多いためである。

価格設定では、調査時点の価格を文献調査等により一つ設定し(価格1)、他は、将来的に価格低減が生じるものと仮定し、価格1の3分の2を価格2、3分の1を価格3とした(表4)。また、想定する車両、V2H、PVの組み合わせは、表5に示す4つを設定した。

組み合わせ1と2(PVを含まない場合)の結果を表6に示す。耐久期間の10年間で得られる許容可能な最低額を見ると、初期費用が回収可能であることを条件と考えている者が多くを占めていることがわかる。EV2において、同じ価格設定毎に車両のみとV2H付きの結果を比較すると、すべての価格設定で、V2H付きの場合により高い額が求められる傾向にあった(Wilcoxonの符号付順位和検定で有意な差異)。価格3のように価格差が30万円と小さい場合でも同様である。以上の傾向は、EV4、PHVでも同様に見られる。

組み合わせ3と4(PVも含む場合)において、V2Hの有無による意向を比較した場合でも、上記と同様に、V2H付きの場合により高い額が求められていた(表7)。

b) 導入意向者の特徴

V2H付きEV/PHVに対して導入意向を有する者の特徴を把握するために、目的変数を導入意向の有無、回答者属性を説明変数として二項プロビット回帰モデルを構築した。第1章で述べたEV本体の導入意向に関する既往研究成果を参考に、説明変数として、年齢、世帯年収、自家用者の保有台数等を選定した。また、電気料金やオール電化住宅か否かは、V2Hの導入意向との関連が考えら

れ、省エネ機器等に関する選好を分析している後藤・蟻生(2011)¹¹⁾も参考にして選定した。なお、オール電化住宅か否かは、エネルギーの電化への意向などEV/PHV本体の導入意向との関連も推測される。さらに、計画停電実施の有無、も説明変数として加えた。計画停電地域ではV2Hへの評価は高い可能性がある一方で、節電への意向が高い場合はEV/PHVの導入に対して消極的な可能性もある。

価格設定毎の結果を合計して推定した結果を表8に示す。性別、年齢、世帯年収は、いずれの車両でも有意な変数となっており、男性で、年齢が低く、世帯年収が高い方が、導入意向が高い。また、オール電化はEVでのみ有意となり、オール電化住宅居住者の意向の方が高い。なお、表8には、推定係数の他、限界効果も示しており、たとえばEV4では、オール電化か否かにより約9%の変化が見られる。

計画停電が有意となったのは、EV4の場合であり、計画停電地域の導入意向がより高い傾向にある。EV2ではこのような傾向は見られていないが、EV4の大容量の蓄電池が魅力となった可能性もある。

保有台数では、EV2の場合にのみ、10%水準ではあるが、2台保有が有意な変数となっている。複数台保有で導入意向が高い傾向は、桑野他(2010)⁹⁾や森川他(2011)⁹⁾と同様の結果である。ただし、3台以上の保有は、有意な変数とはなっていない。

なお、価格設定毎にも同じモデルを推定しており、全車種を通して、価格3(最低価格)において、世帯年収の

表-6 組み合わせ1と2の導入意向（PVを含まない場合）：10年間で得られる許容可能な最低額を選択（%）

			購入 意向無	210 万円	180 万円	150 万円	120 万円	90 万円	60 万円	30 万円	合計	回答者 数(名)
EV2	車両のみ	価格1	36.6	24.0	6.9	8.2	11.5	10.9	1.1	0.7	100.0	549
		価格2	31.4	22.3	8.4	6.0	11.1	10.2	9.3	1.5	100.0	551
		価格3	30.7	13.5	6.0	13.2	12.6	7.0	7.1	9.9	100.0	547
	V2H付き	価格1	46.3	26.6	16.9	3.3	1.8	3.1	0.7	1.3	100.0	549
		価格2	37.8	22.3	9.6	15.6	12.2	1.5	0.7	0.4	100.0	551
		価格3	32.9	14.8	9.7	13.9	9.3	7.9	9.3	2.2	100.0	547
EV4	車両のみ	価格1	35.4	23.2	8.5	10.2	8.7	11.1	1.9	0.9	100.0	539
		価格2	33.4	19.6	7.8	10.9	10.2	8.9	8.1	1.3	100.0	542
		価格3	37.5	16.5	7.0	10.5	9.4	4.8	6.5	7.8	100.0	541
	V2H付き	価格1	45.3	24.9	20.8	4.8	2.0	0.6	1.1	0.6	100.0	539
		価格2	37.8	23.6	9.0	13.5	13.1	2.2	0.2	0.6	100.0	542
		価格3	37.0	18.7	9.4	10.0	7.8	7.4	7.8	2.0	100.0	541
PHV	車両のみ	価格1	31.5	22.4	12.7	8.4	10.6	11.9	1.7	0.8	100.0	536
		価格2	32.2	18.0	7.8	11.3	11.9	8.5	9.1	1.3	100.0	540
		価格3	32.5	18.4	5.6	12.3	10.8	6.0	6.5	8.0	100.0	538
	V2H付き	価格1	41.8	27.4	18.7	5.8	3.0	2.2	0.6	0.6	100.0	536
		価格2	37.0	20.6	13.0	14.1	12.4	1.5	1.3	0.2	100.0	540
		価格3	33.5	18.2	10.4	11.7	7.8	8.6	7.4	2.4	100.0	538

表-7 組み合わせ3と4の導入意向（PVを含む場合）：20年間で得られる許容可能な最低額を選択（%）

			購入 意向無	690 万円	660-540 万円	510-420 万円	390-360 万円	330-240 万円	210-180 万円	150 万円	合計	回答者 数(名)
EV2	車両のみ	価格1	45.0	12.2	11.5	12.7	16.0	2.0	0.4	0.2	100.0	549
		価格2	37.9	13.1	7.8	11.6	7.1	21.4	0.9	0.2	100.0	551
		価格3	35.7	9.1	6.8	11.9	4.2	18.5	5.3	8.6	100.0	547
	V2H付き	価格1	50.1	14.9	29.7	2.7	1.3	0.5	0.4	0.4	100.0	549
		価格2	39.2	12.9	13.4	18.3	14.5	1.3	0.2	0.2	100.0	551
		価格3	36.0	9.7	7.3	13.4	9.9	12.2	9.7	1.8	100.0	547
EV4	車両のみ	価格1	46.6	12.8	10.2	14.3	13.0	2.6	0.6	0.0	100.0	539
		価格2	38.6	12.0	10.5	9.2	8.1	19.2	2.0	0.4	100.0	542
		価格3	43.8	11.1	7.0	8.7	3.5	15.9	3.5	6.5	100.0	541
	V2H付き	価格1	53.6	14.3	25.6	4.5	0.8	0.8	0.6	0.0	100.0	539
		価格2	42.1	10.5	15.5	16.1	13.7	1.5	0.6	0.2	100.0	542
		価格3	42.1	11.8	6.3	11.3	8.1	11.3	8.0	1.1	100.0	541
PHV	車両のみ	価格1	44.8	10.1	11.4	15.3	15.7	1.3	0.9	0.6	100.0	536
		価格2	38.5	10.2	6.9	12.0	9.1	22.0	0.8	0.6	100.0	540
		価格3	38.1	11.5	5.4	12.3	4.1	16.9	5.2	6.5	100.0	538
	V2H付き	価格1	50.6	12.5	30.2	3.7	1.1	1.3	0.4	0.2	100.0	536
		価格2	43.0	10.2	13.5	16.7	14.8	1.9	0.0	0.0	100.0	540
		価格3	38.7	11.3	8.9	10.8	8.0	12.5	8.0	1.9	100.0	538

影響は小さい傾向が見られている。また、EV4では、計画停電の有無は価格1における影響が最も大きく、価格3での影響は小さい傾向にあった。

PVとV2H付きEV/PHVの両方の導入意向者についても、同様の推定を行った(表は省略)。ただし、説明変数として、PVの設置との関連が考えられる住宅規模を追加している。性別、年齢、世帯年収等の傾向は同様であり、計画停電の有無は、EV4とPHVで有意な変数となり、計画停電地域における導入意向がより高かった。前述したようにPHVでは、蓄電分を使い切った後に発電が可能と想定した説明文章を付しており、これが影響を与えている可能性もある。表-8のPHVでは、計画停電の有無は有意ではなく、頑健性の高い結果が否か明らかではないが、方向性は同様となっている。価格設定毎の推定結果では、PVがない場合と同様の傾向が見られた。

(3) 家庭用蓄電池の導入意向

家庭用蓄電池でも、購入価格を3種類、価格1:120万円、価格2:80万円、価格3:40万円と設定した。耐久期間の10年間で得られる額の選択肢は、80万円、60万円、40万円、20万円、0万円である。価格1では、選択肢で初期費用を賄えないこともあり、導入意向のない者が79%を占めた(表は省略)。他の価格でも、導入意向のない者や初期費用の回収を条件とする者が大半を占めている。PVと蓄電池の両方の導入の場合でも同様の傾向にあった。導入意向者の特徴については、本稿では省略する。

(4) 導入意向者の利用方法に対する意向

a) 利用目的

V2H付きのEV/PHV(組み合わせ2と4)や家庭用蓄電池に導入意向を示した者に対し、V2Hや蓄電池の利用目的を複数選択で尋ねた結果を表-9に示す。なお、PVがない場合のみに導入意向を示した者には、PVの蓄電目

表-8 V2H付き EV/PHV の導入意向の有無を目的変数とした二項プロビット回帰モデルの推定結果

説明変数	EV2				EV4				PHV			
	推定係数	標準偏差	有意性 ※2	限界効果	推定係数	標準偏差	有意性	限界効果	推定係数	標準偏差	有意性	限界効果
定数項	0.609	0.225	**	-	0.977	0.230	**	-	0.807	0.225	**	-
性別 (男性→女性)	-0.354	0.0778	**	-0.136	-0.307	0.0775	**	-0.119	-0.217	0.0785	**	-0.0829
年齢 (十歳)	-0.105	0.0333	**	-0.0397	-0.068	0.0338	*	-0.0332	-0.102	0.0332	**	-0.0385
世帯年収 (千円)	0.273	0.106	**	0.103	0.235	0.103	*	0.0897	0.232	0.105	*	0.0873
電気料金 (万円)	0.0925	0.0680		0.0350	0.0831	0.0707		0.0317	0.00238	0.0691		0.000895
計画停電 (無→有)	-0.151	0.0935		-0.0579	0.213	0.0979	*	0.0791	0.0853	0.102		0.0318
オール電化 (否→電化)	0.184	0.0884	*	0.0680	0.242	0.0907	**	0.0900	0.0431	0.0889		0.0162
車1台か無 →車2台	0.131	0.0739	+	0.0492	-0.0733	0.0760		-0.0280	0.120	0.0755		0.0449
車1台か無 →車3台以上	0.0657	0.113		0.0246	-0.0856	0.107		-0.0330	0.0517	0.110		0.0193
デビアンスのヌ ルモデルとの差 ※4(自由度)	-55.1 (8)	-	**	-	-42.7 (8)	-	**	-	-25.9 (8)	-	**	-

※1 価格設定別の結果を合計して推計した値。

※2 **は1%水準で有意、*は5%水準、+は10%水準。

※3 説明変数は、調査時点の保有台数。回答者は10年以内の購入意向者であるため、保有していない者も存在。

※4 本モデルとヌルモデル(説明変数を持たない定数項のみのモデル)のデビアンスの差で、尤度比検定統計量。

的に関する選択肢は提示していない。

PVの有無にかかわらず、地震などの災害対応と、夜間の電気の蓄電目的の選択率が、いずれのケースにおいても、4割を超えている。

家庭用蓄電池では、特にPVがない場合に災害対応への期待が高い傾向にあり、EV2やPHVと比較して、有意な差異となっている(独立性の検定。EV4とは有意な差異とはなっていないが、10%以上の乖離はある)。

家庭用蓄電池のPVがある場合では、PVの蓄電目的の選択率が、EV/PHVと比較して30%程度の乖離がある。別途、EV/PHVでPVがある場合に導入意向を示した者に、走行のための充電において主にPVを利用するか否かを尋ねた結果、4割程度(EV2:41%、EV4:40%、PHV41%)の者が、PVにより充電する意向を示した。PVによる走行と蓄電の少なくともどちらかを目的としてい

る者を算出した結果、EV2で54%、EV4で56%、PHVで53%であり、やはり家庭用蓄電池におけるPVによる蓄電目的の選択比率より小さい。この差異が生じる理由としては、たとえばEV/PHVは、日中に自宅の駐車場に停まっていない場合はPVによる充電・蓄電はそもそも不可能であり、PV単体の長所によりPVの同時導入意向はあるものの、PVによる蓄電・充電は目的としていない者が存在することなどが考えられる²⁾。前記の家庭用蓄電池の方が災害対応への期待が高いことについても、EV/PHVは日中に自宅駐車場に停まっていないことが反映されている可能性もある。

b) 災害対応のための蓄電量

V2H付きEVの導入意向者で、利用目的として災害対応を選択した者に、災害に備えて常時蓄えていたい電気の量を、災害時のリビング(居間)での生活時間により尋

表-9 V2H・家庭用蓄電池の利用目的：複数選択(%)

	EV2		EV4		PHV		蓄電池	
	PV無	PV有	PV無	PV有	PV無	PV有	PV無	PV有
地震などの災害に備えて	52.1	52.3	57.6	50.1	45.9	42.5	69.5	54.4
計画停電に備えて	24.0	18.5	21.5	19.8	15.7	18.7	31.4	23.2
日常的に夜間の電気を蓄えるために	59.5	51.6	52.1	53.5	58.5	56.3	60.0	47.8
日常的に太陽光発電による電気を蓄えるために	-	38.0	-	38.1	-	38.8	-	67.1
その他	5.0	2.0	3.5	2.3	8.2	4.9	3.8	2.5
回答者数(名)	121	959	144	877	159	903	105	767

表-10 V2H・家庭用蓄電池における災害対応のための蓄電量：災害時のリビングでの生活時間で表現 (%)

	30分	1時間	2時間	3時間	6時間	12時間	1日間	2日間	合計	回答者数(名)
EV2	3.0	5.5	8.9	14.9	20.7	11.0	18.2	17.9	100.0	565
EV4	1.2	5.4	11.1	17.2	19.5	8.6	17.6	19.4	100.0	522
蓄電池	0.4	5.1	6.9	12.9	20.4	11.2	21.2	21.8	100.0	490

表-11 V2H 付き EV における緊急時走行用のための蓄電量：走行距離で表現 (%)

	0 km	3~10 km	15 km	20 km	25 km	30 km	40 km	50 km	60~90 km	100 km	150 km	150 km超	合計	回答者数(名)
EV2	0.3	12.0	3.2	11.9	2.4	13.6	3.9	19.3	7.1	16.7	1.7	8.0	100.0	1,080
EV4	0.7	9.5	3.2	12.5	1.5	14.2	4.2	17.6	7.2	17.8	3.4	8.1	100.0	1,021

ねた。本質問項目では、回答にあたっての留意点として「蓄えていたい分が多いほど、夜間の電気や太陽光発電による電気を蓄えるなどの日常の生活で使える分が減ることを念頭にお答えください。」と記している。1 日間以上の蓄電量を要求する者も 4 割近く存在するが、6 時間分の蓄電量であれば、過半数の者の要求は満たせることがわかった(表-10)。また、PV がいない場合のみを選択した者と、PV がある場合も選択した者では、有意な差異は見られておらず(Mann-Whitney 検定)、EV2 と EV4 でも差異はなかった。なお、これとは別途、V2H 付き EV の導入意向者に、緊急時の走行用に備えて常時確保しておきたい蓄電量を走行距離で尋ねている。その結果、過半数の者の要求を満たすのは、50km であった(表-11)。

家庭用蓄電池でも、災害に備えて常時蓄えていたい電気の量を同様に尋ねた結果、EV と比較して要求する時間がやや長い傾向が見られた(表-10 下段)。表-9 で示したように、家庭用蓄電池では災害対応への期待が高い傾向にあるが、その期待の程度もより強い可能性がある。

4. 考察とまとめ

EV/PHV や V2H の長所を提示し、それらの長所が、EV/PHV 導入の動機となるか否かを尋ねた結果、車両本体による走行費用の安さや、家庭で充電可能なことが動機となる者が多かった。非常時の停電対応等の V2H の長所は動機とならないわけではないが、上記の車両自体の長所と比較すると、動機となる者は少ない。家庭用蓄電池では、同様の長所がより多くの者にとって導入の動機となっており、EV/PHV では、車両本体の長所が相対的に重要視されていると推測される。また、耐久期間内に得られる額を選択肢として EV/PHV の導入意向を尋ね、V2H の有無による意向を比較した結果、より価格の高い V2H 付きの場合に、より高い額が求められる傾向にあった。仮に、多くの者が災害対応などの V2H の長所

に対して高い価値を認めているならば、価格差が小さい場合だけでも、V2H のない場合と比較して、同程度以下の額となる結果も期待されるが、そのような結果は得られていない。

本稿では、EV/PHV と PV を同時に導入する場合の意向も明らかにした。10kW 未満の PV には余剰電力買取制度があり、PV 価格に応じて買取単価も低下するが、電気料金単価以下になったとしても、蓄電して自家消費するならば、PV による電力は電気料金単価と同程度の価値を有する。日中に EV/PHV が自宅駐車場に停まっていることが条件となるが、今後 PV の価格低減が進むならば、これが V2H 付き EV/PHV と PV を同時に導入する場合の費用の回収状況を改善する効果をもたらす。表-6 や表-7 の V2H 付き EV/PHV における価格 2 や 3 では、耐久期間内に得られる額が同程度であれば、PV も導入する場合の方が、PV を導入しない場合に比較して導入意向がある者の比率が高い傾向が見られている。たとえば V2H 付き EV2 の価格 3 の場合、10 年間で得られる額が 90 万円以下で導入意向がある者は 19%である一方で、PV も導入する場合に 20 年間で同程度に得られる額である 390 万円以下で導入意向がある者は 34%である^①。V2H 付き EV/PHV の普及動向の検討では、PV の価格や政策動向にも、注目していく必要がある。

V2H 付き EV の導入意向者に、緊急時の走行用に備えて常時確保しておきたい蓄電量を走行距離で尋ねた結果、過半数が要求する蓄電量は 50km 走行分であった。日産自動車リーフ程度の電費であれば、これは 6kWh 程度に相当する。また、災害対応を目的とする者の過半数が要求する蓄電量は、災害時のリビングで 6 時間の生活が可能となる分であった。最低限、冷蔵庫と液晶テレビを稼働させると考え、その電力を 350W とすれば、2.1kWh に相当する。上記と併せると 8kWh 程度は、常に蓄電しておく必要がある。V2H の技術開発、あるいは日常の運用においては、このような常時確保しておくべき蓄電量について考慮する必要がある。

付録

- (1) 三菱自動車のアウトランダーPHEVは、オプション装着で急速充電が可能となるが、調査時点では発売されておらず、トヨタ自動車のプリウス PHV を参考として、急速充電はできないと説明した。なお、調査票では、急速充電設備を「電気自動車の満充電の 8 割まで、30 分で充電できる設備」と説明している。長所・短所の説明文の詳細は、田頭他(2012)⁹⁾を参照されたい。なお、本稿は、田頭他(2012)の一部を再計算し、解釈を加え、さらに再構成したものである。
- (2) 現行の PV の余剰電力買取制度では、PV により発電された電力を充電・蓄電するより、売電した方が耐久期間内に得られる額は多くなり、また、蓄電池がある場合には PV の買取単価が低下するが、質問項目の前にこのような説明は行っていない。
- (3) 90 万円(10 年間分)は、家庭の電気料金の低下分がないならば、割安な夜間電力利用で年間 1 万 km 走行時に得られる額である。電気価値を 24 円/kWh と想定すると、4kW の PV のみで得られる額は 200 万円程度(20 年間分)となるため、PV がある場合には 20 年間で 380 万円となるが、その選択肢がないために最も近い 390 万円で比較している。

参考文献

- 1) 土屋依子・田頭直人・馬場健司：電気自動車の家庭への普及ポテンシャルー航続距離・費用・充電設備からみた移行可能性ー，電力中央研究所報告 Y11032，2012。
- 2) 田中靖資・山田晴利・中村英樹・西川昌宏：電気自動車の選好意識に関する地域・世帯・個人属性の分析，土木学会第 51 回年次学術講演概要集，848-849，1996。

- 3) 工藤祐揮・本瀬良子・伊藤匡亮・山成素子・堂脇清志：車両価格低下と消費者選好を考慮した軽乗用車代替電気自動車の普及可能性分析，第 29 回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集，39-42，2010。
- 4) デロイト トーマツ コンサルティング株式会社：電気自動車(EV)に対する消費者意識調査報告，2010。
- 5) デロイト トーマツ コンサルティング株式会社：次世代車に関する消費者意識調査結果，2012。
- 6) 桑野将司・塚井誠人・岩本真由子：社会的同調行動を考慮した電気自動車の普及要因分析，第 30 回交通工学研究発表会論文集，253-256，2010。
- 7) 橋本和紀・吉田好邦・松橋隆治：消費者選好に基づいた EV の普及ポテンシャルに関する研究，第 28 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集，517-518，2012。
- 8) 森川高行・山本俊行・三輪富生・金森亮・佐藤仁美・剣持千歩：ライフスタイル（生活・交通行動）を考慮したパッケージ施策に関する研究【S2】，環境省環境研究総合推進費次世代自動車等低炭素交通システムを実現する都市インフラと制度に関する研究，第 2 回アドバイザーボード会議資料 5，2011。
- 9) 田頭直人・池谷知彦・土屋依子・馬場健司：電気自動車の蓄電機能と家庭用蓄電池に対する一般消費者の意向，電力中央研究所報告 Y11021，2012。
- 10) 日本経済新聞：日経環境シンポジウム：スマートシティが切り開く地球温暖化防止，特別講演 2 電地とクラウドを活用したスマートシティ実現への取り組み，2011 年 8 月 2 日。
- 11) 後藤久典・蟻生俊夫：低炭素エネルギーに対する消費者選好と要因分析，電力中央研究所報告 Y10034，2011。

(2013. 7. 19 受付)

WILLINGNESS TO PURCHASE VEHICLE-TO-HOME POWER SYSTEMS USING PLUG-IN ELECTRIC VEHICLES

Naoto TAGASHIRA, Tomohiko Ikeya, Yoriko Tsuchiya and Kenshi BABA

The objective of the present paper is to investigate public attitude toward the vehicle-to-home power systems using plug-in electric vehicles (EVs), such as battery electric cars and plug-in hybrids, and the fixed type battery storage systems for home use. We conducted a questionnaire survey of consumers living in detached houses around Japan, obtaining 6,517 responses. First, we show public attitude toward merits of the vehicle-to-home and the fixed type batteries. Second, we show respondents' willingness to purchase the systems according to price and clarify indicators of those who have the willingness. Those who are male, younger and having higher income are more willing to purchase EVs with the vehicle-to-home. Last, we show the minimum amounts of power required by respondents to store all the time for the purpose of preparing for a blackout.