

自然災害に起因する停電時の電気自動車による移動と住宅給電：  
選択実験による実証研究

Traveling or powering houses with electric vehicles during natural hazard-triggered blackouts:  
A choice experiment approach

○小谷仁務・山寄渉太・中野一慶・松島格也

○Hitomu KOTANI, Shota YAMAZAKI, Kazuyoshi NAKANO, Kakuya MATSUSHIMA

Electric vehicles (EVs) can provide power to houses through V2H (Vehicle to Home) devices during natural hazard-triggered blackouts. However, powering houses may be hindered if people need to travel with EVs during the blackouts. Our objective is to determine under what conditions the demand for traveling and powering houses with electric vehicles changes during natural hazard-triggered blackouts. We used the stated preference method—a choice experiment using an online questionnaire. The results of the analysis using a conditional logit model showed that different destinations have different attributes and levels that increase the utility of travel. Further details will be shown in the poster presentation, including a case using a mixed logit model.

### 1. はじめに

普及が進みつつある電気自動車 (EV) は、停電発生時において住宅に電力を供給する非常用電源となりうることを期待されている。住宅に充放電設備 (V2H) が設置されることにより、自然災害等に起因し停電が発生した際に EV から住宅に電力を供給することが可能になる。しかし、自然災害発生時には、物資調達等を目的とした移動需要が発生する可能性もあり、EV による住宅給電が出来ない恐れがある。つまり、移動需要と住宅給電需要のコンフリクトが生じることが想定される。

既往研究では、自然災害発生時の移動需要[1]または住宅での電力需要の一方が注目されている。しかし、上述の通り、EV においては双方が関係しており、住宅給電との関係の下で、どのように移動需要が発生するかを明らかにする必要がある。この解明は EV の災害時の便益 (間接的便益) の評価やそれを高めるための施策の検討に資する。

よって、本研究では、自然災害に起因する停電発生時において、住宅給電需要との関係の下で、EV を用いた移動需要がどのような条件で変化するかを明らかにする。

### 2. 手法

本研究では、EV と V2H を保有し、かつ自然災害に起因した停電の経験した世帯が少ない現状を

踏まえ、表明選好法によるウェブアンケート調査を用いた選択実験を行った。調査対象世帯は、戸建て住宅に居住し、かつ EV を保有する世帯である。実験では、地震に起因する停電が、表 1 に示す各属性の水準の組合せのいずれかで発生する仮想的な状況を設定した。そして、停電直後にどの条件で最も移動したいか (表 2 の選択肢 1 と 2)、あるいは移動せず自宅に留まり給電したいか (表

表 1 選択実験の属性と水準

属性	水準		
	季節	夏(7~9月ごろ)	冬(12~2月ごろ)
時間帯	朝(6~10時ごろ)	昼(11~16時ごろ)	夜(17~20時ごろ)
天気	晴れ	曇り	雨
EV のバッテリー残量	25%	50%	75%

表 2 選択実験の質問例 (各質問で 3 つの選択肢を提示)

	選択肢 1	選択肢 2	選択肢 3
季節	春または秋	冬	移動しない
時間帯	夜	夜	
天気	雨	晴れ	
残量	25%	75%	

2の選択肢3)の選択を依頼する質問を行った。この質問を各属性の水準を変えて複数回行った。移動の目的地として、物資調達を目的とする「ショッピングセンター」とEVの充電を目的とする「充電ステーション」と設定した。各目的地の設問に回答者をランダムに割り振り、同数の回答を回収した。なお、回答者には、住宅にV2Hと太陽光パネルが設置されていることを想定してもらった。

移動しないことの確定効用を0に基準化した上で、移動における各選択肢の効用を次のように定義する。具体的には、 $t$ 問目において個人 $n$ が選択肢 $i$ から得られる全効用 $U_{nit}$ を確定効用 $V_{nit}$ と誤差項 $\varepsilon_{nit}$ の和で表す[2]：

$$U_{nit} = V_{nit} + \varepsilon_{nit}$$

本モデルでは確定効用 $V$ を線形関数と仮定する：

$$V = \alpha + \beta_1 x_{Winter} + \beta_2 x_{SpringandFall} + \beta_3 x_{Noon} + \beta_4 x_{Night} + \beta_5 x_{Cloudy} + \beta_6 x_{Rainy} + \beta_7 x_{EVcharge}$$

各 $\beta$ が推定すべき効用パラメータであり、 $\alpha$ は定数項である。 $x_{Winter}$ は季節に関する冬ダミー変数、 $x_{SpringandFall}$ は春または秋ダミー変数（各、夏を基準）、 $x_{Noon}$ は時間帯に関する昼ダミー変数、 $x_{Night}$ は夜ダミー変数（各、朝を基準）、天気に関する $x_{Cloudy}$ は曇りダミー変数、 $x_{Rainy}$ は雨ダミー変数（各、晴れを基準）を表す。 $x_{EVcharge}$ はバッテリー残量に関する連続変数を表す。

### 3. 結果

表3と表4に、条件付ロジットモデルを用いた分析結果を示す（回答者数各 $n = 79$ ）。表3は目的地がショッピングセンターの場合、表4は目的地

表3 ショッピングセンターへの移動に関する推定結果

	係数	標準誤差
定数項	-1.495***	0.273
季節（基準：夏）		
冬	-0.423**	0.188
春または秋	0.051	0.167
時間帯（基準：朝）		
昼	-0.132	0.166
夜	-0.275	0.171
天気（基準：晴れ）		
曇り	0.018	0.162
雨	-0.465***	0.175
バッテリー残量	0.015***	0.003

\*\*\* $p < 0.01$ . \*\* $p < 0.05$ . \* $p < 0.1$ .

が充電ステーションの場合の結果である。

表3のショッピングセンターへの移動に関しては、冬と雨のパラメータが有意水準5%で負、バッテリー残量のパラメータが有意水準1%で正であった。本実験では、回答者の自宅には太陽光パネルが保有されているというシナリオ設定を行ったことから、冬または雨といった、太陽光パネルの発電量が少なくなる条件では、物資調達のための移動需要に比べ、EVを用いた住宅給電需要が高まる可能性がある。また、バッテリー残量に余裕がある状況では、物資調達のための移動需要が高まる可能性がある。

表4の充電ステーションへの移動に関しては、本モデルにおいては定数項を除き有意なパラメータは得られなかった。充電ステーションへの移動では、表1で表される属性や水準は、住宅給電需要に比して移動需要に影響を与えないことを意味する。

以上の他に、表1の水準に対する選好の多様性を考慮したモデル（混合ロジットモデル）や世帯属性を考慮したモデル（交差項モデル）の結果については発表時に詳細を示す。

### 4. 参考文献

- [1] Kawasaki, Y., Kuwahara, M., Hara, Y., Mitani, T., Takenouchi, A., Iryo, T., & Urata, J. (2017). Investigation of traffic and evacuation aspects Kumamoto earthquake and the future issues. Journal of Disaster Research, 12(2), 272-286.
- [2] 栗山浩一・庄子康(2005). 環境と観光の経済評価 勁草書房

表4 充電ステーションへの移動に関する推定結果

	係数	標準誤差
定数項	-1.252***	0.272
季節（基準：夏）		
冬	-0.111	0.188
春または秋	0.182	0.171
時間帯（基準：朝）		
昼	0.102	0.171
夜	-0.173	0.177
天気（基準：晴れ）		
曇り	0.009	0.169
雨	-0.232	0.177
バッテリー残量	$-1.32 \times 10^{-4}$	0.004

\*\*\* $p < 0.01$ . \*\* $p < 0.05$ . \* $p < 0.1$ .