

# 分散型電源導入系統における電気自動車の給電システムの検討

## Study on the power supply system of electric vehicle for distributed power system

小山 正善<sup>†</sup>, 武田 隆<sup>†</sup>, 雪田 和人<sup>†</sup>, 後藤 泰之<sup>†</sup>, 一柳 勝宏<sup>†</sup>  
Masayoshi Koyama<sup>†</sup>, Takashi Takeda<sup>†</sup>, Kazuto Yukita<sup>†</sup>,  
Yasuyuki Goto<sup>†</sup>, Katsuhiko Ichianagi<sup>†</sup>

**Abstract** In recent years, EV is being paid attention as not only used for movement but also the power storage devices in home and factories. Therefore, the introduction of the power storage device has been studied in the case that lot of distributed power sources are introduced to the system. Thereby, EV is studied not only for a transfer but also as a power storage device because it is further expected to enhance the value when EV can be used as a power storage device. This paper, we examined output fluctuation suppression of distributed power system. As a result, high-quality power supply was possible.

### 1. はじめに

近年, 地球温暖化対策として自然エネルギーを用いた分散型電源が普及してきている。しかし, これらの分散型電源は出力変動するため電力系統の品質に影響を与えることが懸念される。この問題の対策として蓄電装置を搭載した電気自動車 (EV) の利活用が注目されている<sup>(1)</sup>。さらに, 高度情報通信技術 (ICT) の普及などに伴い, 電力品質 (周波数, 電圧, 高調波) に対する厳しい要求がなされている<sup>(2)</sup>。この電力品質への要求は, 大規模災害時にも求められ, EV を非常用電源として活用する際にも検討がなされている。

そこで本研究では, EV と分散型電源が導入された系統において, EV の給電システムの違いによる電力系統の電力品質について検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験系統

本研究で提案するシステムは, 電力系統に導入される分散型電源による変動の抑制について検討を実施した。実験系統を図 1 に示す。同図に示すように, 分散型電源として

太陽光発電装置 (PV), パワーコンディショナー (PCS), EV, 制御装置, EV 用の給電装置, 模擬負荷装置, 電力系

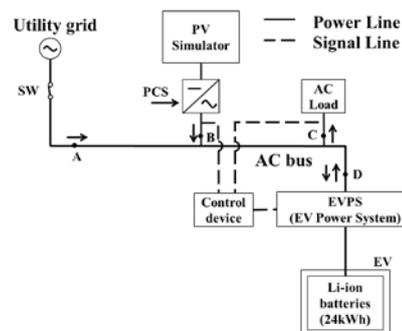


図 1 系統モデル

Fig.1 System Model

表 1 実験装置の仕様

Table 1 Specification of the equipment

Devices	Capacity	Number of devices	Remarks
PV simulator	10kW	1	
Power Conditioning System(PCS)	10kW	1	
EV	24kWh 66.7Ah	1	Li-ion batteries
AC Load	4.0kW	1set	
EV Power System(EVPS)	5kW	1	

<sup>†</sup> 愛知工業大学 工学部 電気工学科 (豊田市)

統の構成となっている<sup>(3)</sup>。同図に図中に示すスイッチ SW を開放し、EV と給電装置により電圧源として、運用することで小規模の自立運転を実施するものとした。ここで、図中の点 A は商用系統、点 B は太陽光発電装置の出力、点 C は負荷需要、点 D は EV の給電装置 (EVPS) の入出力の各計測点を示している。また、各使用機器の仕様を表 1 に示す。

## 2.2 実験内容

本研究では、図 1 に示す実験系統において、以下に示す系統との連系運転時と自立運転時における電力品質を比較について検討した。このとき、PV 模擬装置と模擬負荷を用いて PV の発電量と負荷需要を同一条件になるように実験を実施した。このときの、PV の変動特性を図 2 に示す。この変動特性における天候は、晴れ時々曇りの日におけるある 1 時間時での特性を用いている。

(1) 連系運転時の運用 この運用では、図 1 の構成図の SW を閉じて実験を実施した。PV の発電電力と需要負荷に対して、商用系統からの受電電力が一定となるように EV の充放電を制御するものとした。

(2) 自立運転時の運用 この運用では、図 1 の構成図において SW を開放して EV を電圧源として実験を実施した。EVPS が PV の発電電力と需要負荷に対して需給調整を実施している場合である。

## 3. 実験結果

連系運転した場合の電圧-周波数特性を図 2 に、3 次から 13 次までの奇数次における各高調波電流 (HC) の推移を図 3 に示した。

また、自立運転した場合の電圧-周波数特性を図 4 に、3 次から 13 次までの奇数次における各高調波電流の推移を図 5 に各々示す。

### 3.1 連系運転時の運用結果

図 2 の電圧-周波数特性に着目すると、この実験においては電圧が 201.3~209.0V と周波数が 59.9~60.1Hz の変動幅となる結果となった。

また、図 3 の高調波電流の推移図では各次数における高調波電流の平均は 0.32A、高調波電流の最大は 3 次である 0.64A から 11 次の 0.93A まで結果となった。

### 3.2 自立運転時の運用結果

図 4 の電圧-周波数特性に着目すると、電圧が 197.9~200.1V の 2.2V の変動である結果となった。また、図 5 の高調波電流の推移では、各次数とも 0.3A を超えていないことが確認できる。

### 3.3 各運用の比較

各運用における電圧-周波数特性を比較すると、文献 (4) の電圧変動要件である  $202 \pm 20V$  の範囲内で運用している。

また、文献 (5) より商用系統から供給される電力の周波数が  $60 \pm 0.1Hz$  以内であることから、図 3 の運用においては PV の出力変動により周波数の僅かな逸脱が見られるのに対して、図 4 の自立運転時ではほぼ 60Hz 一定であるので安定した電力を供給している。

## 4. まとめ

本研究では、分散型電源導入系統における EV の給電システムについて、制御運用手法の違いによる電力品質について検討を実施した。その結果、EVPS を導入したとき、商用系統と連系運転では電圧および周波数は商用系統に依存するため、実験系統内の電圧および周波数は変動していることがわかった。しかし、自立運転で運用する場合、商用系統の電圧および周波数に依存しないため、高品質な電力を供給することが可能であった。

今後は、分散型電源を複数台導入した場合での電力品質の計測や高調波電流の抑制について検討する予定である。

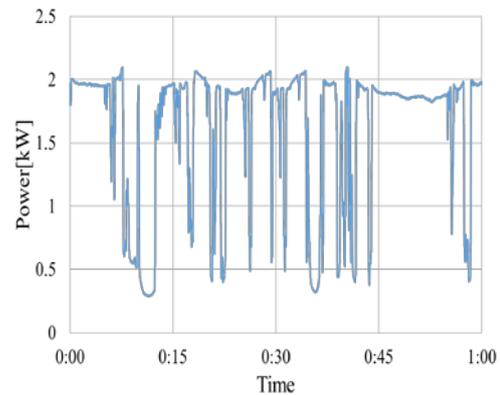


図 2 PV 変動

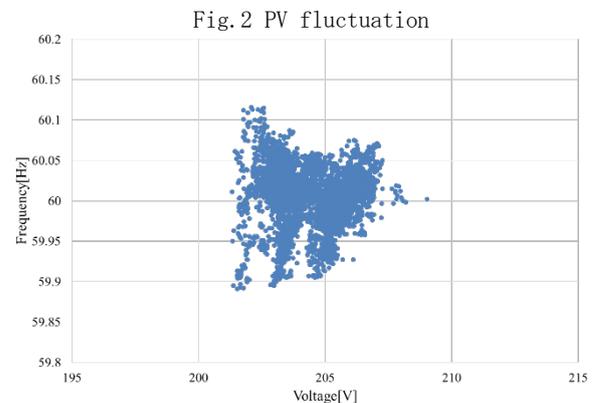


図 3 電圧-周波数特性 (連系運転時)

Fig.3 Voltage-Frequency characteristics  
(Operation of connecting mode)

## 文 献

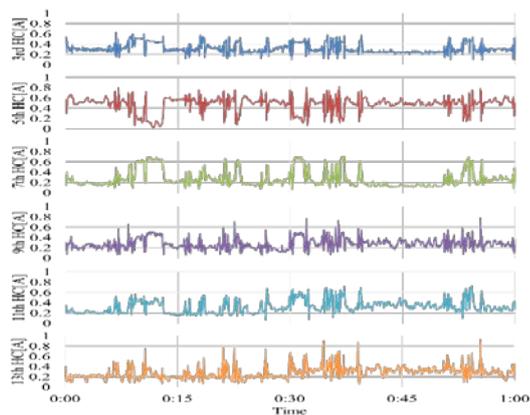


図4 各高調波電流の推移 (連系運転時)

Fig.4 Transition of each harmonic current  
(Operation of connecting mode)

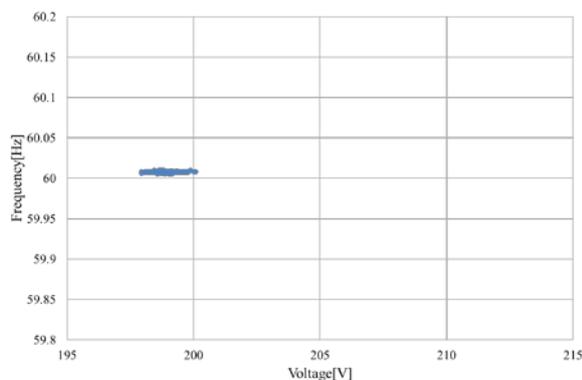


図5 電圧-周波数特性 (自立運転時)

Fig.5 Voltage-Frequency characteristics  
(Operation of self-sustained mode)

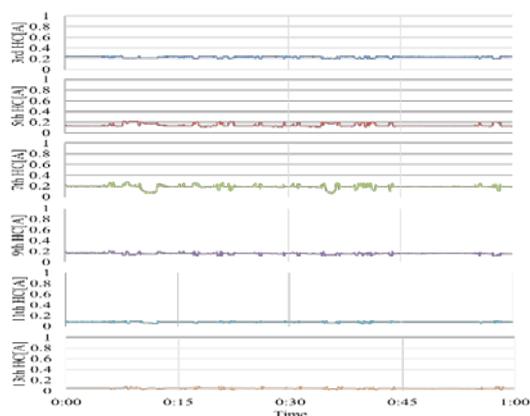


図6 各高調波電流の推移 (自立運転時)

Fig.6 Transition of each harmonic current  
(Operation of self-sustained mode)

- (1) 勝山実・柿田千春:「スマートグリッドにおける監視制御技術」, 東芝レビュー, Vol.68, No.8(2013)
- (2) Shinichiro Noda, Yasunori Mitani, Masayuki Watanabe, Hisafumi Yamada, Kiyotaka Fuji, Katsuhiko Harada: "The Isolated Power System with PV Supported by ElectricVehicle", The Papers of Joint Technical Meeting on Power Engineering and Power System Engineering, IEE Japan, PE-12-115 PSE-12-131 (2012)  
野田 真一郎, 三谷 康範, 渡邊 政幸, 山田 久文, 藤 清高, 原田 克彦:「電気自動車でサポートする太陽光発電を用いた自立電力供給システムタイトル」, 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会, PE-12-115 PSE-12-131 (2012)
- (3) Masayoshi Koyama, Takashi Takeda, Kazuto Yukita, Yasuyuki Goto, Katsuhiko Ichinagi, Makoto Uehira, Shingo Koyama, Naoki Okada: "A study on the charging / discharging control of EV for the small-scale system", Proc. of 2014 Annual Conference of Power & Energy Society, IEE Japan, No.313 (2014)  
小山正善, 武田隆, 雪田和人, 後藤泰之, 一柳勝宏, 植平眞, 小山晋吾, 岡田直樹:「小規模系統におけるEVの充放電制御の検討」, 電気学会 電力・エネルギー部門大会, No.313 (2014)
- (4) 資源エネルギー庁:「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」, 資源エネルギー庁, (2015)
- (5) 中部電力:「特別高圧お客さま受電ガイドブック」, 中部電力 (2015)