

仮想発電所を用いた電気自動車充電による 再生可能エネルギー有効利用の実験検証

日大生産工 ○加藤 修平 日大生産工(院) 関原 啓史

1. まえがき

再生可能エネルギーは不安定ゆえ電力系統の安定度の観点から、電力会社からの要請で発電を一時的にやむなく停止している場合がある。これらは出力抑制と呼ばれ日本のみならず世界各国で深刻化を増している。例えば米カリフォルニア州では太陽光と風力の出力抑制の総量は324 GWhにも達する。これは一般的な火力発電所1基を1年間運転した場合に匹敵する量である。これを有効利用するため遠方の再生可能エネルギーの発電と同時同量を別な場所の電気自動車へ充電する仮想発電所 (VPP: Virtual Power Plant) が注目されている。これには時々刻々と変化する再生可能エネルギーの発電電力の「情報」を遅延なくインターネット回線を通じて遠方に伝送する必要がある。本稿では実用的なシステム構築を見据えたうえでの情報伝達の遅延、電気自動車側の充電電力の時間応答性を評価したので以下に報告する。

2. システム構成

システム構成をFig.1に示す。システム構成は「情報」の送信側と受信側に分けられる。実際の「電力」は既存の送電網を活用するため、発電電力の情報伝達だけでよい。送信側はメガソーラ等の郊外での発電電力をリアルタイムでセンシングし、その情報を送信する。一方、受信側は都市部にて送信された情報をリアルタイムで受信し、それに応じてメガソーラの発電電力と同一量を電気自動車へ充電する。つま

り、電気自動車の充電電力は時々刻々と変化するようになる。

3. 情報伝送実験

本稿では実用的なシステム構築を行うため、産業用の簡素なICによる情報のインターネット伝送における「同時性」と「電気自動車側の充電応答性」が鍵となる。まず、インターネット回線を実用的に扱えるワンチップのWi-FiモジュールとしてESP32シリーズのICを使用した。これはUSB-シリアル変換モジュールを介して汎用的なマイコンに接続可能であるため、汎用性が高い。

実験方法はまず送信側と受信側を別々のWi-Fiネットワークに接続する。そして送信側がメガソーラの発電電力に見立てたアナログ電圧をAD変換しインターネット回線に送信する。この手順はポーリング処理で繰り返される。一方、受信側はそのAD変換結果を1 kHzのパルス信号の幅 (Duty比) として出力する。メガソーラの発電電力に見立てた情報のある値から0へとステップ的に変化させることによって、一連の情報伝搬遅延を計測した。

4. 伝搬遅延結果

Fig.2に実験結果を示す。同図ではメガソーラの発電電力に見立てた送信側の信号が0秒にてステップ的に変化している。これに対して受信側の1 kHzのパルス信号は約0.13秒の伝搬遅延が発生していることがわかる。これより本

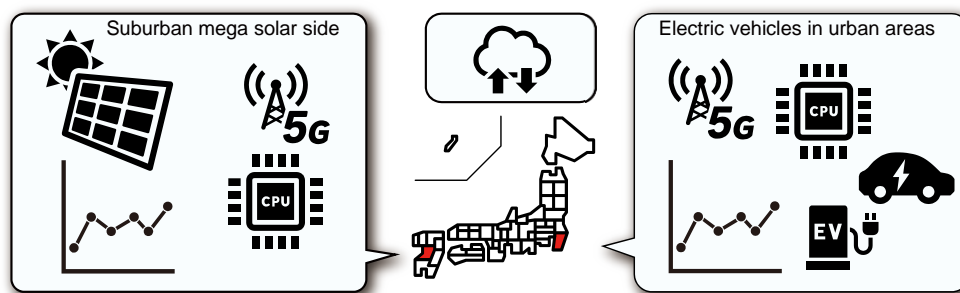


Fig.1 System configuration of virtual power plant with EV charging

Experimental verification of effective use of renewable energy by charging electric vehicles using virtual power plants

Shuhei KATO and Hiroshi SEKIHARA

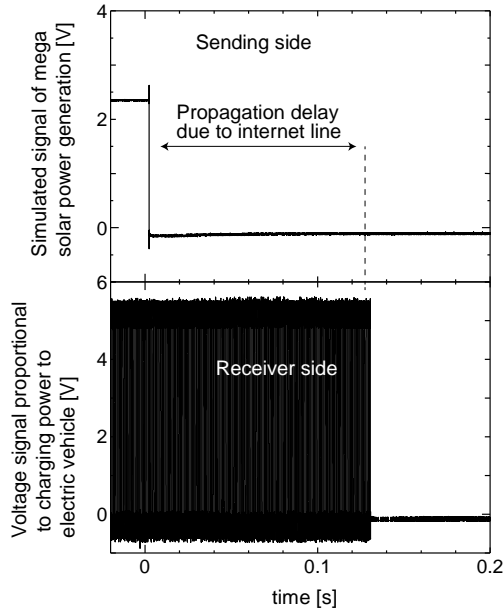


Fig.2 Propagation delay measurement results for information transmission using one-chip IC

稿で構築したシステムにおいて伝搬遅延は電力システムの慣性時定数(電力システムの同時同量が達成できなくとも電力システムの停電などの崩壊が起こらない時間)である数秒より速い応答性が実現できていることがわかる。

5. 電気自動車充電の時間応答性実験

Fig.1で示したシステムでは電力の受け入れ側としての電気自動車の充電電力の時間応答性も重要である。電気自動車は一般的に一定の充電電力(例えば3 kW)で充電する。これをFig.3に示すホンダの電気自動車である「HONDA e」に対して充電電力をステップ的に可変させるように指令した場合の電気自動車の充電応答性を評価した。

6. 充電応答性実験結果

Fig.4に実験結果を示す。同図より充電応答性は約0.4秒であり、情報伝送の伝搬遅延よりも大



Fig.3 Charging power step response experiment on Honda e

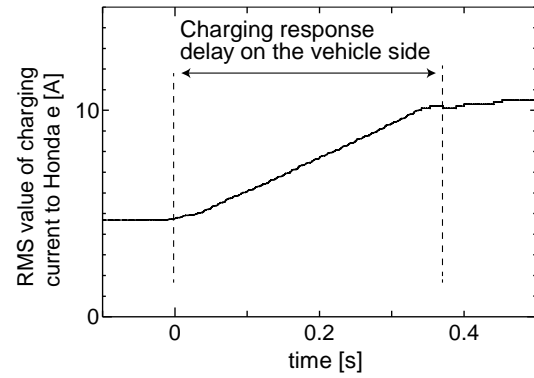


Fig.4 Experimental results of charging response delay on the vehicle side

きいことが分かった。また、充電電力の増加レートに制限があることも分かった。

7. まとめ

本稿では再生可能エネルギーの出力抑制に対して、それらを同時同量で遠方の電気自動車へ充電するシステムを構築した。さらに応答性を検証し、電気自動車側の充電応答性が最大のボトルネックとなることが分かった。今後は実際の太陽光発電システムの発電電力を遠方の電気自動車へ充電するシステムの実験検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 土屋、野沢：「蓄エネマシン猛レース」、日経エレクトロニクス、2021年12月号 pp.30-37