

M2M 通信を活用した再生可能エネルギー由来の充電ステーションシステムの開発 (142311001)

Development of Renewable Energy Based Charge Station by Using M2M Communication

研究代表者

浦崎 直光 琉球大学
Naomitsu Urasaki University of the Ryukyus

研究分担者

千住 智信
Tomonobu Senjyu
琉球大学
University of the Ryukyus

研究期間 平成 26 年度～平成 28 年度

概要

本研究の目的は沖縄県において低炭素社会を実現するために、再生可能エネルギー由来の電気自動車 (EV) 充電ステーションシステムを開発することである。充電ステーションが再生可能エネルギーを提供する需要家ならびに EV ユーザと M2M 通信を活用した無線通信を活用し、電力受給バランスならびに収益最大化する最適運用を実現する。平成 26 年度においては、M2M 通信を Zigbee モジュール (TWE-Strong) で実装し、最大 300m の通信に成功した。平成 27 年度においては、EV 充電ステーションのミニモデルを構築し、24 時間で想定した EV への充電電力を太陽光発電出力、蓄電池出力ならびに電力系統出力を協調させて供給する基本動作を確認した。平成 28 年度においては、NEDO が公開している年間の時間別日射量データベースを活用して、太陽光発電量を算定し、年間の EV 充電ステーションの運用シミュレーションを行い、電力取引価格や EV 需要電力の種々のパターンを変化させた場合の EV 充電ステーションの収益性を比較し、収益性の高い条件を明らかにした。

1. まえがき

沖縄県において低炭素社会を実現するために、再生可能エネルギー由来の電気自動車 (EV) 用の充電ステーションシステムを構築する。これにより、化石燃料由来の電力を利用した既存の充電方式と異なり、真の意味で二酸化炭素排出削減が実現を目指す。ここでは、太陽光発電システムを所有する一般需要家から再生可能エネルギーを集約するアグリゲーション事業者を設定し、充電ステーションの事業を展開することを想定している。充電ステーションでは、これらの需要家ならびに EV ユーザと M2M 通信を活用した安価かつ低消費電力の無線通信することで、最適運用を図る。本研究では、無線通信システムによる通信可能範囲の評価、充電ステーションの運用実現性ならびに収益性について明らかにすることを目的とする。

2. 研究開発内容及び成果

2.1 M2M 通信システムの構築

通信装置として東京コスモス電機製 Zigbee モジュール (TWE-Strong) を使用する。Zigbee モジュールは無線周波数帯が 2.4GHz であり、ユーザは免許不要で使用できることならびに安価であることから本研究の基礎研究のために採用された。

送信側のセンサモジュールから収集された情報は Raspberry Pi にて数字列に整形され、送信側の TWE-Strong から受信側の TWE-Strong へ 250kbps で無線送信される。無線通信は 2014 年 10 月 28 日 12:00 から 2014 年 10 月 29 日 00:00 までの 720 分間実施された。当日の天候は晴天であった。721 回分のデータのうち、受信側 Raspberry Pi で読み取りに成功したのは、715 回分であり、6 回の通信エラーが生じた。表 1 に無線通信別の通信結果の概要を示す。EV 充電ステーションの近隣 (半径 300m 未満) における一般需要家においては、Zigbee モジュールを活用した無線通信の可能性が示されたが、そ

表 1 無線通信結果の概要

	TWE-Strong
実施日時	2014年10月28日 12:00
終了日時	2014年10月29日 00:00
実施時間	720分
天候	晴天
通信機器間の距離	20m
通信回数	721回
通信成功回数 (通信成功率)	715回 (99.3%)

れ以外の需要家との通信については、WiMAX 等の別の無線通信方式を採用する検討が必要である。

2.2 再生可能エネルギーを利用した EV 充電ステーションの運用と収益性の評価

本研究では、一般需要家の太陽光発電電力を充電ステーション (アグリゲータ) が集中的に買取り、電気自動車 (EV) に売電する EV 充電ステーションを導入することで、太陽光発電電力を有効利用することを提案している。太陽光発電システムは夜間ならびに曇天時や雨天時に出力しないことから、EV ステーション内に設置された蓄電池により電力が供給される。また、蓄電池の充電は、主に EV 充電ステーションの利用率が低下する深夜帯 (23 時～翌朝 7 時) に電気事業者から買電することにより行われる。本研究では、NEDO が公開している年間時間別日射量データベース (MTPV-11) 内、沖縄県那覇市の 20 年間 (1990 年～2009 年) のデータを活用して、1 年間の EV 充電ステーションの運用をシミュレーションで解析し、月別の収益性の評価を行う。

表2 電力取引価格

売り手	買い手	電力取引価格 [円/kWh]
アグリゲータ	電気事業者	11
	一般需要家	—
一般需要家	電気事業者	11
	アグリゲータ	12
電気事業者	一般需要家	28
	アグリゲータ	16

EV充電ステーションを運用するアグリゲータが太陽光発電システムを設置している一般需要家と契約を行い、太陽光発電電力 P_{PV} を買い取っている。EV充電ステーションでは、買い取った電力 P_{PV} とEV充電ステーション内に設置している定置用蓄電池の電力 P_B により、EVユーザーに電力 P_{EV} を供給している。なお、これらの電力の過不足分については、アグリゲータが電力事業者と契約を行い、補償 P_{gd} を行ってもらう。

図1は年間時刻別日射量データベース (MTPV-11) より算出した沖縄県那覇市における月別全天日射量の1日の積算値の平均 H [kW/m²]である。夏場と冬場の日射量を比較すると2倍以上の違いがあることがわかる。

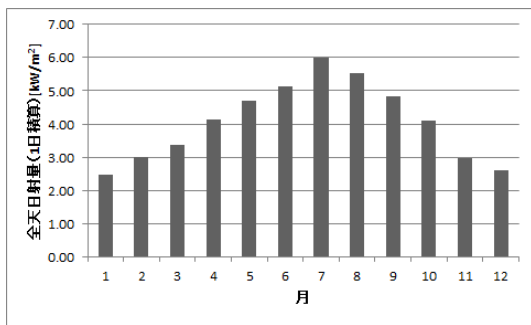


図1 月別全天日射量

図2は、太陽光発電設備の契約量を急速充電器2台分の電力に相当する100kW、その半分である50kW、2倍である200kWとした場合の1ヶ月間の収益の比較である。なお、一般需要家で発電する太陽光発電電力は8月の日射量に基づいて算定している。この結果より、契約容量100kWは収益が高く、それよりも大きい200kWを契約した場合に収益が若干低下している。この原因は、一般需要家から過剰に電力を買い取ったために、買取価格が増加しているためである。一般需要家から買い取った過剰電力の一部はEV充電ステーション内の定置用蓄電池に充電されるが、残りの過剰分は電力事業者により安価で売電することになり、収益は悪化する。一方、50kWを契約した場合は、不足電力を電力事業者からの買い取る必要があるため、電力事業者からの買取価格が上昇している。

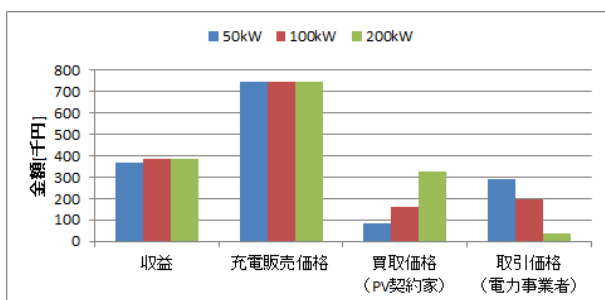


図2 太陽光発電設備の契約料量に対する収益性の比較

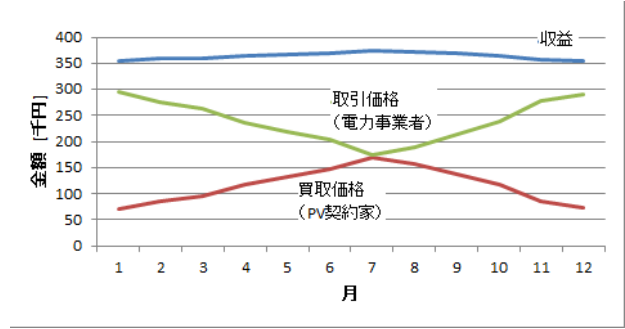


図3 月別の収益の比較

図3は月別の収益を比較している。表1で示した電力取引価格設定においては、一般需要家からの太陽光発電電力の買電を増加させ、電気事業者からの買電を抑制することが、収益増大につながる事がわかる。ただし、図2で示したようにEV充電電力に対して必要以上に太陽光発電電力を買電した場合には、過剰分を電気事業者に売電する必要があるため、電力取引は、EVの充電電力の需要を把握しておくことが望ましい。

3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究の最終的な目標は、再生可能エネルギー由来の充電ステーションの構築による低炭素社会の実現である。この際、新規ビジネスモデルとして、充電ステーションを運用するアグリゲーション事業を想定し、その運用実現性と収益性について検討した。現在、沖縄県における新たな街づくりの中でスマートシティ構想として、その地域の中でエネルギーを最適運用する取り組みが進められている。このような展開は、今後の米軍基地返還後の開発において、ますます進展していくことが予想される。このようなスマートシティ構想において、本研究で対象としたアグリゲーション事業モデルは、重要な位置づけの1つになると考えられ、本研究開発の成果（運用実現性ならびに収益性）がアグリゲーション事業の実現に向けて寄与すると考えられる。

4. むすび

本研究では、低炭素社会を実現するために、再生可能エネルギー由来の電気自動車(EV)用の充電ステーションシステムの開発を目的とした。充電ステーションと再生可能エネルギーを提供する需要家との無線通信の活用、その情報に基づいた充電ステーションの最適運用法を検討した。最終的に、年間運用シミュレーションにより、運用の実現性と収益性を算定した。

【誌上発表リスト】

- [1] Hayato Tahara, Naomitsu Urasaki, Tomonobu Senjyu, and Toshihisa Funabashi, "EV Charging Station Using Renewable Energy", 2016 IEEE International Conference on Control, Measurement and Instrumentation (CMI2016), pp. 38-52 (2016年1月)
- [2] 田原隼、享保亮祐、比嘉将太、與那篤史、浦崎直光、千住智信, "再生可能エネルギーの負荷実性を考慮したEV充電ステーション", 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会(沖縄県宮古島市)(2015年2月)