

# エコアイランドの実現に向けた 宮古島市全島 EMS 実証事業への取り組み

Toshiba's Approaches to Miyakojima City All-Islands EMS Demonstration Project to Actualize Island Type Low-Carbon Society

荻田 能弘 大柿 雄司

■ OGITA Yoshihiro

■ OGAKI Yuji

沖縄県宮古島市は、島嶼（とうしょ）型低炭素社会システム構築に向けて、2011～2014年度の4年間にわたる「宮古島市全島エネルギーマネジメントシステム（EMS）実証事業」（以下、全島EMS実証事業と略記）を進めている。この実証事業を通じ、省エネの実現、及び需要と供給が協調したエネルギーの面的マネジメントによる事業化を目指している。

東芝は宮古島市の公募プロジェクトに採択され、システムを構築するとともに実証評価を進めてきた。全島EMS実証事業を通じて蓄積した知見を生かし、対象地域の特徴に合った地域ソリューションを島嶼型モデルとして、国内外の離島へ展開していく。

With the goal of constructing an island type low-carbon society system, Miyakojima City in Okinawa Prefecture is promoting the Miyakojima City All-Islands Energy Management System (EMS) Demonstration Project over a four-year period that commenced in FY2011. The objective of this project is not only to achieve energy saving, but also to attain commercialization through energy management balancing demand and supply in the area energy network.

Toshiba was selected as a system constructor for this project and is engaged in the development of the demonstration system as well as demonstration and evaluation activities. Based on the knowledge accumulated through this project in Miyakojima City, we are aiming to provide an island type model as a regional solution to remote islands in Japan and other countries in order to solve issues inherent to such areas.

## 1 まえがき

沖縄県宮古島市は2009年1月に政府から“環境モデル都市”に選定され、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量を2050年までに73%削減（2003年比）するという目標を掲げ官民一体となって取り組んでいる。離島であるという環境のため、エネルギー資源の島外依存度低減、地球温暖化対策や自然環境保全、及び産業振興による地域経済活性化が基本的な課題となっている。これらの課題を総合的に解決していくために必要な取り組みが「宮古島市島嶼型低炭素社会システム構築委員会報告書」<sup>(1)</sup>にまとめられている。全島EMS実証事業は、沖縄県が実施する「スマートエネルギーアイランド基盤構築事業」の一環であり、島嶼型低炭素社会システム構築に向けた一つの柱となる事業である。市民が中心になり、将来にわたって住み続けられる豊かな島の実現を目指した島ぐるみの活動として、“すまエコ”という愛称がつけられた。島嶼型低炭素社会システムの構築に向けて2011～2014年度の4年間にわたる実証事業が進められている。

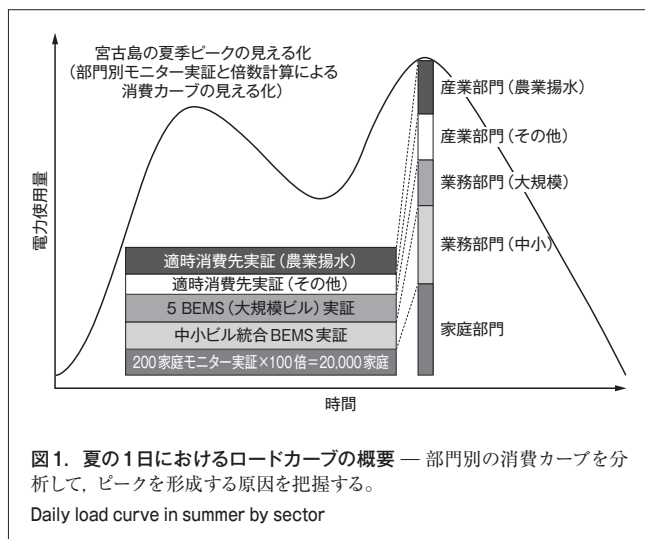
東芝は、離島という限られた環境において、地域コミュニティや需要家単位での面的な需要制御を可能にする宮古島市全島ベースでのEMSを構築した。将来の事業化を目指し、ビジネスモデルの検討や各種サービスの運営方法などを考慮したフィールド実証を実施している<sup>(2), (3)</sup>。ここでは、地域エネルギーマネジメントの一つとして、島嶼型モデルへの取り組みにつ

いて述べる。

## 2 全島EMS実証事業におけるシステム開発

### 2.1 システムの概要

宮古島市の電力系統は、離島という地理的条件のために小規模であり、電力需要抑制を行った場合に全島ベースでの効果をリアルタイムで検証できる。実証の最初のステップとして、電力がピークとなる夏のある1日に関し、ピークを形成する原因を把握するため図1に示すような分析を行う。そのために、産業部門（代表施設として農業ポンプ）、業務部門（代表施設として大規模及び中小ビル）、及び家庭部門からモニターを募集した。各モニターから取得した電力使用量情報によって、島内全体の負荷状況を把握し、これをベースとして負荷抑制や、負荷シフト、再生可能エネルギーの適時消費などの実証を行うことで、負荷平準化による夏季ピークカットの実現を目指す。全島EMSセンター（すまエコセンター）では、各部門から収集した電力使用データを見える化し、フィードバックすることにより、省エネ意識の向上と地域で連携したデマンドレスポンス（DR）の実施を可能にする。全島EMSは、実証事業の段階では、農業用水を管理して水と電力のエネルギーを融合し、ピークシフトや再生可能エネルギーの最適消費を行うためのポンプ起動計画を作成する農業EMS、大規模ビル5棟と中小ビル20棟を対象に業務部門の見える化とエネルギーマネジ

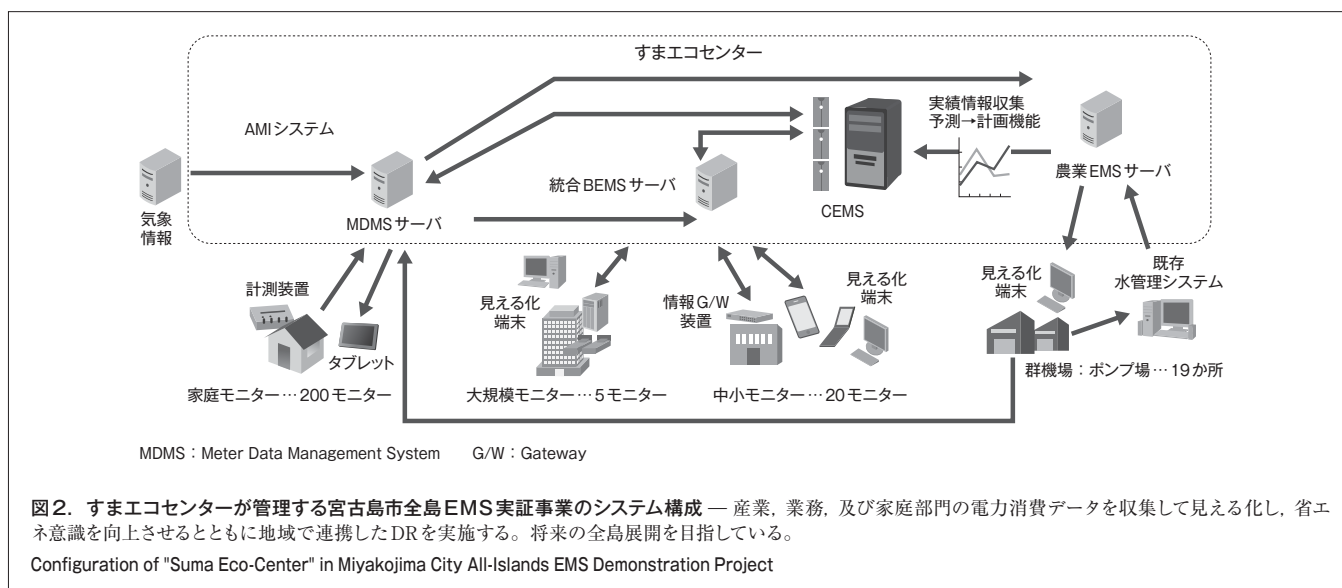


メントを行う統合BEMS (Building EMS), 一般家庭200軒分の電力使用データを収集し見える化により省エネを促すAMI (Advanced Metering Infrastructure) システム, 及びこれらのEMSを宮古島市の地域エネルギーマネジメントとして一元管理するCEMS (Community EMS) から構成される。すまエコセンターは、地元の宮古テレビ (株) と連携して市民が参加できるようにし、更にモニターの追加も可能にして将来の全島展開を図り、宮古島市が目指す低炭素社会システム構築のベースとなるものになっている。全島EMSの構成を図2に示す。このシステムは、需要家側への機器設置を含めて構築を完了し、2013年10月から運用による検証及び評価を開始した。

## 2.2 実証事業の課題

東日本大震災後のエネルギー環境の変化や電力システム改革などエネルギーを取り巻く社会動向が変化するなかで、宮古島でも様々な問題が顕著化している。特に、太陽光発電

(PV) を大量に導入することでPVの出力変動が増大し、これを吸収するためのディーゼル発電機などの調整幅の限界 (下げ代) を超える可能性が出るという“下げ代問題”が表面化している。今回の実証事業では、このような社会状況を踏まえつつ、宮古島特有の農業ポンプのエネルギーマネジメントを中心に、様々な課題解決にも貢献できる社会システムとして新しいビジネスモデルの構築を目指している。宮古島の地下には、“地下ダム”と呼ばれる水を蓄えるインフラがある。地下ダムの水は、農業ポンプを使って島内に6基あるファームポンド (FP) と呼ばれるタンクに汲 (く) み上げられた後、畑などへ農業用水として散水される。このポンプはFPの水位に応じて稼働され、島の需給を考慮して稼働される仕組みになっていない。農業ポンプは、夏の渇水対策や台風通過後の塩害対策による散水時には最大で島内負荷の約10%を占有するので、適切なエネルギーマネジメントを実施することで大きな調整余力を持つ。そこで、農業EMSを、水使用量や水位などの情報を取得して、気象情報や過去の水使用量実績などから翌日の水使用量を予測し、ポンプの稼働計画を作成するシステムとして開発した。この機能により、最適なポンプ稼働台数の設定が可能になりピークカットを実現できる。更に、農業ポンプを使用している事業者が払う電気料金を削減できるようにするというサービスもビジネスモデルの対象となりうる。今回の実証事業全体にわたって、エネルギーマネジメントにより得られる省エネ効果や適時消費の有効性の確認が課題となる。更に、PVの発電量増加の際に、農業ポンプが調整余力としてどの程度期待できるか、ディーゼル発電の下げ代問題に貢献可能か否かといった課題を分析することが必要である。現在、系統連系されるPVの増加に伴う電力会社の発電機下げ代問題が日本各地で表面化しており、この実証事業で得られる成果は他地域への展開も期待できる。



### 3 全島EMS実証事業における検証成果

全島EMS実証事業は、CEMSが島内全体のエネルギーを管理することにより、産業部門、業務部門、及び家庭部門で様々な検証結果が得られている。システムごとに得られた検証結果について、以下に述べる。

#### 3.1 農業EMS

**3.1.1. ピークシフト検証結果** 農業ポンプのピークシフトにより電気料金を削減できるようにするというサービスはビジネスモデルにおいて有効であると期待されており、その有効性について検証を進めている。電気料金は基本料金と電力量料金によって課金されるが、基本料金を下げるためにはピークが発生する時期を把握し、シフトさせる必要がある。農業揚水によるピークは水使用量の多い夏季に発生するため、宮古島の夏季となる6～9月を検証対象とした。検証では、まずポンプ台数を変更した場合の取水量を見積もるため、各FPのポンプ動力と取水量データを調査し、これらがほぼ直線的な関係になることを確認した。また、夏季は水使用量が多いため、FPごとにポンプ稼働条件を満水付近となるように設定し、更にピークシフトのためポンプの最大起動台数を削減した設定とした。水位が底をつかないような運用条件でシミュレーションした結果、現運用の台数以下で稼働すると水位を保てない懸念のあるFPを除き、全体で月額基本料金を2013年実績ベースに対し8～10%程度下げられることがわかった(2013年の契約単価による)。この事前検討結果を踏まえ、ポンプの起動台数と水位条件を再設定し、2014年の夏季から実運用を実施したところ、運用上支障は出ずに夏季のピークシフト実証を終了し、月額基本料金の削減が確認できた。しかし、2014年の夏は雨が比較的多かったため、干ばつのひどい夏など、厳しい条件下でも運用上問題がないことを継続して検証する必要がある。データの蓄積と実績を積み重ねるために更なる検証を継続していく。

**3.1.2 適時消費検証結果** FPへ送水するポンプ施設(群機場)は市内に19か所あり、高圧電力A若しくはB、又は農事用電力の契約が電力会社と個別に結ばれている。2章で述べたように、農業部門における消費電力は島内全体を計測でき、かつポンプの動力は大きな調整余力を持っている。系統連系されるPVの増加に伴う電力会社の発電機下げ代問題に対し、宮古島特有の農業ポンプを使ったエネルギーの最適化として、適時消費型のDRの可能性について検証した。下げ代問題が顕著化する冬～春季の10～5月を対象として検証を実施した。農業用水は、夏に比べて冬は散水量が低下し、FPが置かれている場所によっても配下の耕作地面積が異なるため散水量にもばらつきが出る。このため、比較的小散水量の多いFPに水を供給する群機場群、散水量の少ないFPに水を供給する群機場群、及び農事契約の群機場(13～21時は使

用できない)の3ケースに分けシミュレーションを実施した。比較的小散水量が多いFPについては、FPの水位変化に基づき送水する運用方法から、PVの出力がピークに達する昼の時間帯である10～14時の4時間だけ送水するようにポンプ運用方法を変更した。また、水使用量が少なく満水となる可能性のあるFP、及び農事契約の群機場は11～13時だけ送水する運用として、それぞれのケースで現行平均使用電力と変更後の平均使用電力を比較した。シミュレーションにおいては、冬季は散水量が少ないため、むだに揚水しないように、FPのポンプ稼働水位と停止水位設定を低めに設定する必要がある。しかし、水位が低下して圧力が低くなると自然流下できなくなり末端に散水できなくなるため、満水時の半分程度とした。この条件下で、島内にあるポンプ全体で10～14時の間に揚水のために使用される電力の総和が、PV適時消費のための調整余力と定義できる。このようにPVの適時消費を考慮したポンプの運用方法で確保できる調整余力を、①天候予測せずに決まった時間に毎日自動でポンプを稼働する方式、②雨天時には散水ニーズがないため、翌日に晴天又は曇天が予測されたときだけ稼働する方式、及び③翌日の天候を予測して、晴天が予測されたときだけ稼働する方式、のそれぞれについて、調整余力をシミュレーション評価した。その結果、水需要が少なく常に満水状態となって効果が期待できないFPを除き、それぞれの方式で約0.8 MW、1.3 MW、及び2.1 MWが適時消費量となることがわかった。試験時の天候は、晴れ40%、曇り39%、雨21%であった。晴天時、及び曇天時に稼働した場合の例を図3に示す。この結果を踏まえ、ポンプの適時消費については、今後も検証を通じて実績量を確認していく。

#### 3.2 統合BEMS

業務部門では、顧客視点から電気料金を削減したいという要望があり、顧客の経済メリットを把握したうえで、有償サー

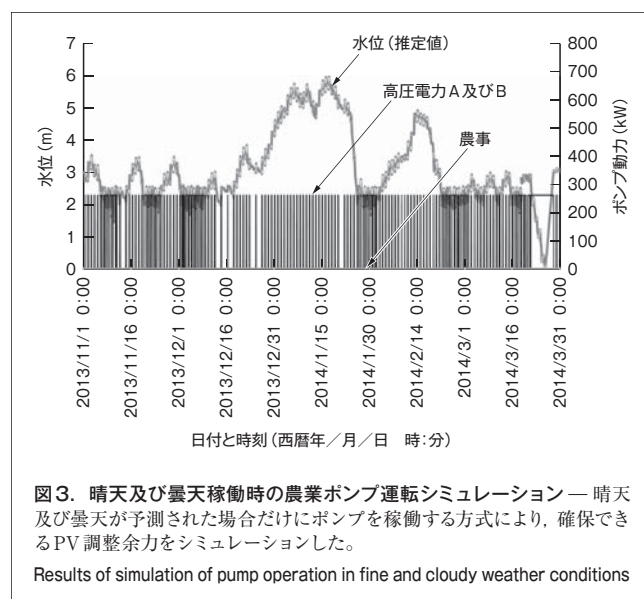


図3. 晴天及び曇天稼働時の農業ポンプ運転シミュレーション—晴天及び曇天が予測された場合だけにポンプを稼働する方式により、確保できるPV調整余力をシミュレーションした。

Results of simulation of pump operation in fine and cloudy weather conditions

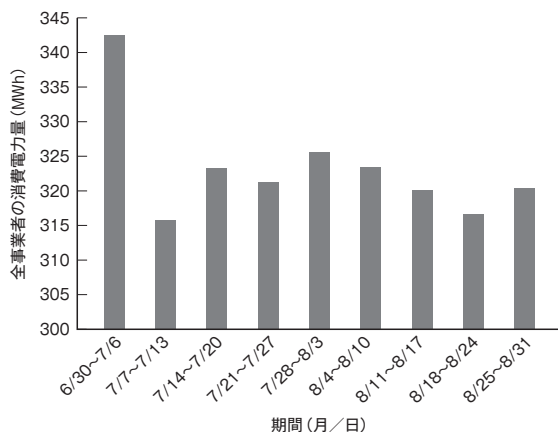


図4. ピークカットと電力削減傾向 — ピークカットリコmendサービスを行った場合、ピークだけでなく全体の積算電力量も削減される傾向が見られる。

Reduction in electric power consumption in case of using peak-cut recommendation service

ビス化を目指すビジネスモデルの検証に取り組んだ。検証内容としては、統合BEMSのデマンド監視機能を利用し、ピークが予測される時間帯を事業者モニターに知らせるピークカットリコmendサービスにより、各事業者で削減できる電気料金を評価した。具体的には、過去の負荷計測データを分析して、ピークが発生する時間帯と、需要家それぞれのピークカット期待量を予測する。ピークカットリコmendサービスは、次の三つの方法を準備した。①予測型ピークカットリコmendサービスとして、事業所の朝礼などに合わせて当日ピークとなりそうな時間帯をあらかじめ通知する方法、②デマンド監視型ピークカットリコmendサービスとして、ピークが予測される時間帯に30分レンジで警報メールを送信してピークを周知させる方法、及び③リコmendの高度化サービスとして、前日の実績と当日の予測を合わせてレポートとして送付し、省エネアドバイス(現状分析や想定改善効果)を添付する方法である。デマンド監視の警報頻度に応じてしきい値を調整しながら各手法を評価した結果、需要家の業態、負荷パターンに応じた適切な警報頻度になった。また、ピークカットリコmendサービスにより、ピークだけでなく全体の積算電力量も低減する傾向が見られ、日常の省エネ活動にも通じる結果が得られた(図4)。今後、更なる発展型として前日の実績に応じてその成果をポイント化し、累積点に応じた表彰や広告サービスの提供などのインセンティブを付与した場合の効果の評価とともに、業務部門のDR効果量についても引き続き検証を進めていく。

### 3.3 AMIシステム

家庭部門に設置したAMIシステムは、一般家庭の電力消費データを収集し、見える化による省エネ促進を目的としている。モニターにタブレットを配布し、家庭内消費電力量の見える化に加えて消費電力瞬時値を5秒ごとにリアルタイムで表示

できる機能を開発し、家電機器をオン/オフすることで消費電力の変動を実体験してもらうなど、省エネ活動をより体感できる様々なコンテンツを提供している。単なる電気の見える化のサービスではなく、家庭向けとして有効な電力データ活用サービスの可能性について、各モニター宅を訪問してニーズを聞き取りながら検討している。また、家庭部門でのDR効果量評価の検証を並行して行っている。DR時間としては、平日午後(12~18時)又は平日夜間(19~21時)とし、DR実施の前日にメールを配信することで通知を行っている。このなかで、宮古島ではインセンティブを付与しないにも関わらず13%前後のDR参加率が期待できることがわかってきている。今後、インセンティブを付加したり全島展開したりする場合は大きな効果が期待できるため、引き続き市民全体の参画を踏まえ、求心力のあるサービスについて評価を継続していく。

## 4 あとがき

全国で多くのスマートコミュニティ実証が推進されるなか、宮古島市の全島EMS実証事業は事業化を目指した先進的なモデルとして注目を集めている。特に、宮古島特有の農業ポンプを使ったエネルギーの最適化は、地域の特徴を生かした自立的かつ持続的な社会として地方創生に役だつ。宮古島と同様な島嶼地域では再生可能エネルギーの大量導入とその利用にあたって多くの共通課題を持つ。今後、今回の全島EMS実証事業を通じ、蓄積してきた知見とノウハウを生かし島嶼型スマートコミュニティモデルとして地域のソリューションを展開していく。

## 文 献

- (1) 島嶼型低炭素社会システム構築委員会. 島嶼型低炭素社会システム構築委員会報告書. 宮古島市, 2011-02, 31p. <[https://www.city.miyakojima.lg.jp/gyosei/ecoisland/modeltoshi/files/houkoku\\_tousyo.pdf/](https://www.city.miyakojima.lg.jp/gyosei/ecoisland/modeltoshi/files/houkoku_tousyo.pdf/)>, (参照2015-01-19).
- (2) 大金修一 他. 沖縄スマートエネルギーアイランド基盤構築事業 宮古島市全島エネルギーマネジメントシステム (EMS) 実証事業システム開発. スマートグリッド. 3, 1, 2013, p.9-14.
- (3) 荻田能弘 他. “電力分野のスマートコミュニティの考え方とモデル”. 平成26年電気学会全国大会予稿集. 松山, 2014-03, 電気学会. 2014, H2-2.



荻田 能弘 OGITA Yoshihiro, D.Eng.

コミュニティ・ソリューション社 コミュニティ・ソリューション事業部 エネルギーソリューション開発部主務, 博士(工学)。スマートコミュニティ事業の事業開発及びエンジニアリング業務に従事。電気学会, IEEE会員。  
Community Solutions Div.



大柿 雄司 OGAKI Yuji

コミュニティ・ソリューション社 コミュニティ・ソリューション事業部 エネルギーソリューション開発部主務。スマートコミュニティ事業に関するエンジニアリング業務に従事。  
Community Solutions Div.