

ケーススタディ：マラガにおけるスマートコミュニティ実証

一ノ宮 弘樹・入江 寛（三菱総合研究所）

1. イントロダクション

スペイン・マラガでは2012年から2015年にかけて、日本との合同プロジェクトとして、EVの普及が拡大した場合の道路交通分野にフォーカスしたスマートコミュニティ実証が実施された。これは、NEDOの「スマートコミュニティ海外実証プロジェクト」の1つで、NEDOとスペイン政府機関の産業技術開発センター（CDTI）との間に締結された技術開発協力協定「ジャパン・スペイン イノベーションプログラム（JSIP）」に基づき開始されたものである。NEDOとマラガ市の間で2012年に結ばれたMOUのもと、スペイン側と日本側の民間企業6社がコンソーシアム（ZEM2ALL）を創設し、本実証に参画した（図1）。

本実証では、将来のEV普及拡大に向けて、スマートコミュニティインフラの構築やEV電力需要マネジメント等の取り組みが実施されており、この過程でいくつかの重要な示唆が得られている。また、スマートコミュニティの技術実証だけでなく、マラガ市の協力のもと積極的なカスタマーリレーションシップの構築も行われており、社会的に果たす役割も大きい実証であった。本ケーススタディでは、本実証の取り組みを通して得られたスマートコミュニティ関連技術に対する示唆や実証の社会的意義について取りまとめる。

2. 構築した実証基盤の概要

スペインではエネルギー消費の内、道路交通分野での消費が約4割を占めており、そのほとんどが化石燃料に依るものである。これは、欧州で掲げられている高いCO2削減目標を達成する上での1つの阻害要因となっている。マラガにおける取り組みでは、上記課題の解決策の1つがEVの普及だと考え、急速充電器の設置やEVデータ収集・分析プラットフォームの整備等を実施し、大量のEVを社会に受け入れるためのEVスマートインフラを構築した。

また、本実証では取り組み内容に関する情報発信も積極的に行っている。このような広報活動を通して本実証に対するマラガ市民の関心を引き付けることで、実証参加者の確保やEVの積極的な利用を図り、本実証の後押しを行った。

本章では、マラガにおいて構築された実証基盤を、以下の2つの観点から記述している。

- EVスマートインフラの構築
- 実証のアウトリーチ活動

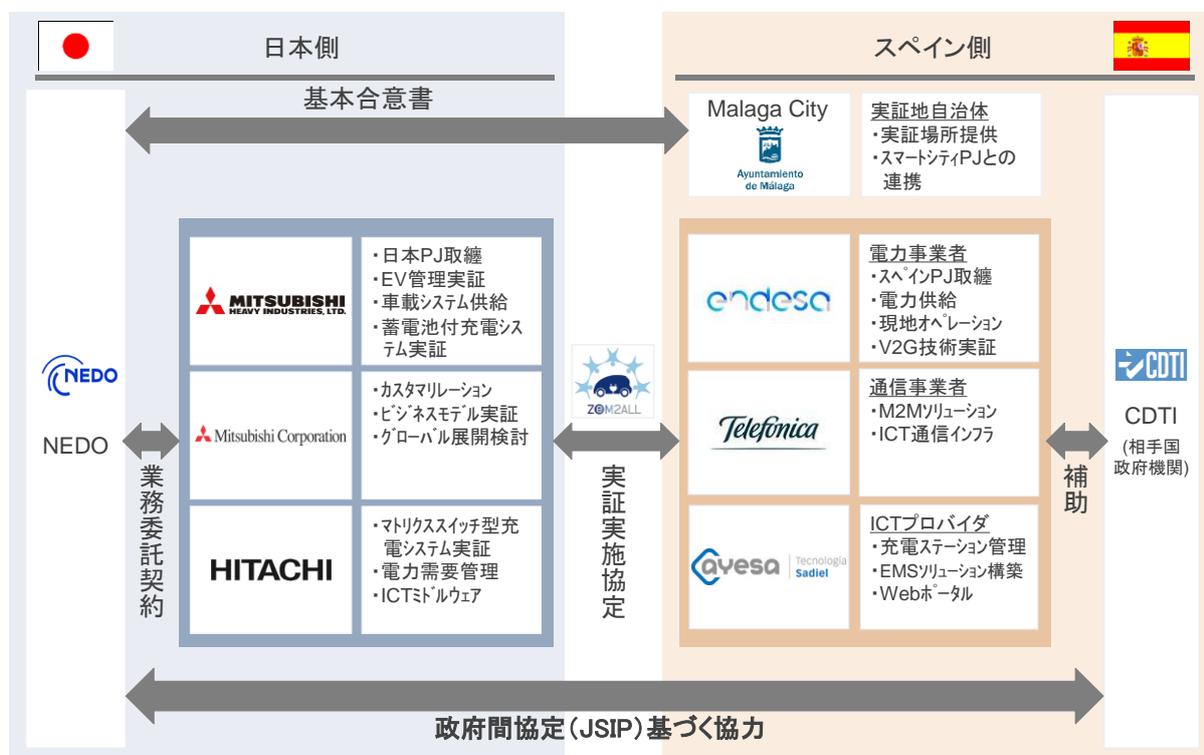


図1 実証体制

(注) ZEM2ALLはZero Emissions Mobility To Allの略

2.1. EVスマートインフラの構築

EVスマートインフラの構築に係る取り組みでは、EVと充電インフラからのデータを統合的に管理し、EVユーザやEVインフラ運営者に対して様々なサービス提供を行うコンセプトを持った機能群の開発及び整備が行われた。

急速充電器の設置

本実証の充電インフラ整備では、将来EVが普及拡大した時の運用を考慮した上で急速充電器の台数、種類、設置場所が検討され、合計9か所に急速充電器が新たに設置された(図3)。

急速充電器の種類としては通常の急速充電器に加え、複合型充電ステーションとM:N型急速充電ステーションの2つのタイプが導入され、いずれもCHAdeMO方式が採用された(図2)。



複合型充電ステーション
(三菱重工)

M:N型急速充電ステーション
(日立)

図2 採用された2タイプの急速充電ステーション

複合型充電ステーションは、蓄電池を併設することでローカルの電力消費量の平準化を行い、安定した充電を可能にするも

のである。M:N型急速充電ステーションは、複数の給電口を有し、各々の給電量を調整することで限られた充電容量の中で複数台の車両に給電できる特徴を持つ。

以上の2つのタイプについては、カウンターパートとの協議を踏まえ、複合型充電ステーションはローカルの系統容量に占める充電需要の割合が比較的大きいと考えられるマラガ郊外部及びマラガ近隣都市、M:N型急速充電ステーションはより多くの充電需要が見込まれるマラガ中心部に設置された。

場所の最終決定に当たっては、マラガ市を中心とした自治体の全面協力のもと、基本的に自治体が所有している土地及び施設が提案され、その中から選定することになった。特に、マラガ市以外の目的地としてEVユーザの訪れる頻度が高いことが想定されるマルベリャ市やマルベリャ市とマラガ市との間にあるフエンヒローラ市からも本実証に関する協力が得られ、急速充電器を設置できたのは日本側の実施者及びマラガ市の尽力に依るものである。

EV管理センタの構築

EVが普及したコミュニティにおいて、動く電力需要体であるEVからプローブデータと呼ばれる位置情報を始めとする各種情報を収集・分析して様々なサービスを可能にする機能は、EVスマートインフラのコンセプトを実現する上で重要である。

本実証では、情報収集機能を搭載した車載装置をEVに設置することで、走行時のGPS位置情報、速度、バッテリー残量、電装品稼働状況(エアコン、ライト等)等のプローブデータを収集している(表1)。



図3 急速充電器の設置場所

表1 プローブデータ収集のための車載装置

#	構成品	説明
1	会員カード	供用車両において、運転者の特定に利用。 また、公共充電器利用時の認証・課金にも使用。
2	カードリーダー	カードを挿入することで運転者特定。実証では、車の利用の仕方や嗜好など、個人毎のユーザタイプに合わせたサービスも検討。
3	メインユニット	携帯電話の3G回線(UMTS2100)を用いて、車両のデータを無線で送信。 (例: 位置情報、車両情報、速度、バッテリー情報 等)
4	ブルートゥースユニット	メインユニットへ他デバイス(スマートフォン等)を、車内無線で接続。
5	スマートフォン (+車載取付具)	ユーザのインタフェース装置であり、ポータブルウェブブラウザやメールの受信装置として利用。また、車載時はクレドルに装着することで、OBUのディスプレイデバイスとして、利用。
6	CANゲートウェイ	車両LANとアクセスして、情報を取り出すための装置。

実証を通じて構築された統合 ICT プラットフォームでは、これらの EV プローブデータに加えて、急速充電器からの充電情報も収集及び管理し、天候情報や会員情報等の外部データと組み合わせることで様々な分析を行うことができる。EV 管理センタは統合 ICT プラットフォーム上のアプリケーションで、収集した情報を活用して EV ユーザ及び EV インフラ運営者へ情報提供を行うことが可能である。

統合 ICT プラットフォーム及び EV 管理センタの設計に当たっては、将来的な EV 普及拡大を想定して取り扱うデータの増加に対応するため、次のような工夫が施されている。

- 大量のデータ処理を複数のサーバに振り分けることで負荷分散をして処理能力を向上させる
- 分析用に事前にデータ集計・加工する仕組みを構築することで大量のデータをスピーディに分析可能にする
- バックアップ対策を講じることで、障害発生時に大量のプローブ受信処理が止まることを防ぐ
- プローブ情報に含まれる GPS 等の重要情報の漏えいを防ぐため、セキュリティ対策を講じる

EV 管理センタによるデータ活用については、主に EV 情報のみを活用する場合、充電器からの情報のみを活用する場合、EV 及び充電器の情報を統合して活用する場合の3通りが存在する。各ケースの活用シーンは以下の通りである。

- EV からの情報のみを活用する場合：EV ユーザに対して EV に関する情報 (充電履歴や充電ステーション情報等) を WEB/スマートフォンアプリケーションを通して提供するとともに、天候情報等の外部データを参照して交通情報に関する分析を可能にする
- 充電器からの情報のみを活用する場合：WEB/スマートフォンアプリケーションを通して、EV ユーザに対して充電予約や充電ステーション検索等のサービスの提供を行う。また、EV インフラ運営者に対しては保守情報等を提供する
- EV の情報と充電器の情報を活用するケース：EV 充電動向の把握、予測を通して、EV 電力需要の制御を行うデマンドマネジメントを行う

2.2. 実証のアウトリーチ活動

この取り組みは、実証内容に関する情報発信を通してマラガ市における本実証及び EV への関心を引き付け、実証の参加者確保及び認知促進を図る上で重要な役割を果たしている。

具体的には、ウェブポータルへの運用、広告・CM制作、プロジェクトビデオの作成、ラジオへの出演、運転開始式の開催及び参加したマスメディアを介した PR、ショールームの設置、ニュースレターの配信、成果報告会等の取り組みが行われた。

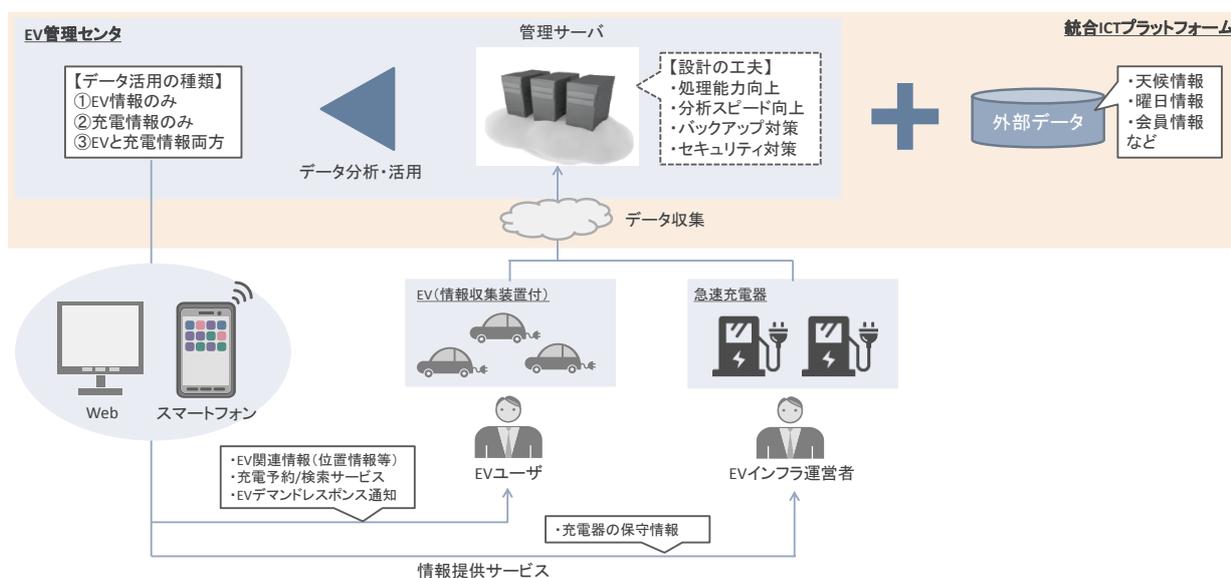


図4 EV 管理センタの活用イメージ

実証初期における取り組み

実証の初期段階では、主に実証参加者獲得プロモーションや運転開始式の開催及びショールームの運営、マスメディアを通じたPRが実施された。

2012年4月～6月に実施された実証参加者獲得プロモーションにおいては、各種イベントの開催、メディアを通じた広告宣伝、空港や鉄道、ショッピングモール、港前の広場でのEV展示等を組み合わせた複合的な実証PRが行われ、約2ヵ月という短いマーケティング期間で法人及び個人を合わせて約200台分の実証参加者を確保することに成功している。

2013年4月には運転開始式を開催し、現フェリペスペイン国王（当時皇太子）が招待されるなど、メディアからの注目も多大に集めた。運転開始式終了後には実証参加希望が殺到し、ウェイティングリストの人数が60～100名程度に達したことから反響の大きさを窺うことができる。



図5 運転開始式のメディア報道（一部）

実証を通しての取り組み

実証期間を通しての広報活動としては、ウェブポータル、ニュースレター、ショールームでのPR活動等が行われた。

ウェブポータルは、本実証の周知とサービス、オペレーション、メンテナンスを包括的に運用するために準備された。スペイン国内からのアクセスが圧倒的に多いが、スマートコミュニティフォーラム等の国際イベントを通して本実証の知名度が広がるにつれて、スペイン国外からの訪問の割合も増していった。

ニュースレターは実証参加者とのコミュニケーション強化を目的として、本実証におけるEV総走行距離やワークショップの開催案内に限らず、他国のEV導入関連ニュース等も広く掲載しており、実証参加者からは高い満足度が得られている。

ショールームではマラガ市における本実証及びEVへの関心を集めることを目的として、EV展示や各実証コンテンツの表示、PR動画の投影、パネルを使った説明などが行われた。自動車博物館の隣に設置されたため、自動車に関心がある人や観光客が自動車博物館の見学後に立ち寄るなど、実証の認知度向上に貢献した。また、地元の小中学生による訪問も多く、EVに関する勉強の場や課外授業の一環としてもショールームが活用された。

ショールームへの訪問客は2014年以降に急増し、最終的には合計5,613人の訪問者があった。この内、2割程度は海外からの訪問者であり、EU圏だけでなく様々な国からの訪問があった。

これらの情報発信やカスタマーリレーションシップ構築等の取り組みを通じて、実証参加者だけでなくマラガ市全体、延いてはスペイン国外も含めて、広く本実証の認知促進が図られていった。



図6 ショールームの様子

また、新たなEVサービスの検証を目的として実施されたカーシェアリングサービスもアウトリーチ活動に繋がっている。カーシェアリングは短距離、短時間の利用をターゲットとしているため、同じく短距離運用に適しているEVの特性とマッチすると考えられる。現地レンタカー会社と協議しながらシステム構築が行われ、実際に10台のEVを用いて現地でのカーシェアリングサービスが提供された。約7ヵ月程度の短い運用期間であったが、プロジェクト終了後も現地市民からカーシェアの使い方についての問い合わせがあり、一定の反響が得られている。



図7 カーシェアリングのパムフレット

最終成果報告

2016年1月に実施された成果報告会では、マラガ市長を含めた実証関係者並びに実証の参加者から多くの参加があった。マラガ市長からの祝辞では、今回の実証事業には大変満足であり、今後も持続可能な環境政策を実施したいとのコメントも述べられている。本成果報告会の内容は複数の現地メディアにも報道され、予想以上に盛況であった。



図8 成果報告会の様子

3. 実施内容と成果

本実証の前半で整備されたEVスマートインフラのもと、実証後半ではEV利用に係るデータ収集・分析やEVが普及した場合に想定されるサービスの実証が行われた。本ケーススタディでは、特に以下の2つの実施内容と成果を取りまとめる。

- EVユーザの行動様態分析
- EVデマンドレスポンスによる負荷マネジメント

3.1. EVユーザの行動動態分析

実施内容

今後EVの普及が拡大するにつれて、EVの充電による地域電力需要への影響が大きくなっていくと考えられる。このEV充電による電力需要を管理するためには、EVの電力消費及び充電行動を把握する必要がある。

本分析では、このような課題意識に基づき、EV管理センタを活用してEVユーザの行動動態の分析が実施されている。分析の諸前提条件を表2に示す。

表2 分析期間及び対象

期間	2013年5月1日～2015年12月31日
EV台数	全209台
車種	i-MiEV：163、LEAF：43、その他：3
個人/法人	個人：64、法人145（一般法人：70、公的法人：45、カーシェア・レンタカー：30）

本分析のために実証を通して収集されたデータは、「急速充電器の利用実績データ」と「EVに設置された車載装置から収集したプローブデータ」の2種類に大別される。プローブデータは分析することで普通充電器の利用状況やEVの走行傾向を把握することができる。

分析期間中に収集したデータ件数を表3に示す。統合ICTプラットフォームの構築により、1億件以上のデータ収集が可能となった。

表3 実証期間中に収集したデータ件数

分析項目	対象データ件数
急速充電利用データ	3,991件
プローブデータ	約1億3,000万件

実施結果

本分析では、時間、場所、ユーザカテゴリ、天候等、様々なパラメータにおけるEVユーザの行動動態が分析されている。

急速充電器の利用傾向について、マラガ中心部から離れた郊外部やマラガ近隣都市への移動では急速充電器の近傍走行時に比較的高い頻度で急速充電器が利用されており、都市内に比べて急速充電ニーズが高いことが分かった（図9）。

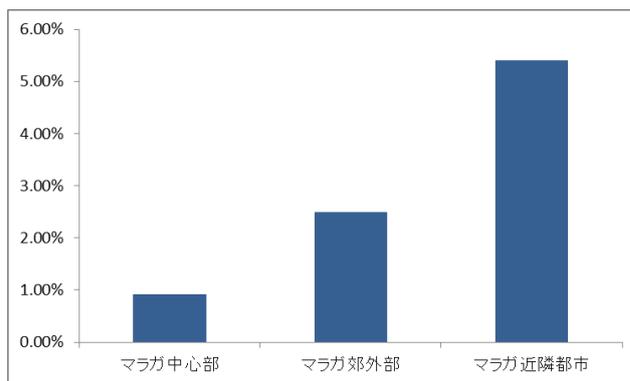


図9 急速充電器近傍走行時の利用率

（注）急速充電器近傍走行時の利用率は、（急速充電器の利用日数）÷（急速充電器の近傍走行日数）で表される。

2014年1月1日～2014年12月31日の1年間のデータを対象に個人ユーザと法人ユーザの時間帯別EV利用傾向を分析した結果を示す（図10）。法人ユーザのEV利用ピークが14時で終わるのは、マラガでは主に14時～16時に長い昼食時間に入り、仕事で車に乗るのが8時～14時と考えられるためである。

個人ユーザのEV利用ピークは、7時～8時が出勤、18時～20時が帰宅時と考えられる。13時～14時のピークは、各車両の動向を分析すると概ね自宅に戻る走行であるため、昼食時間を家で過ごす人たちの走行であると考えられる。

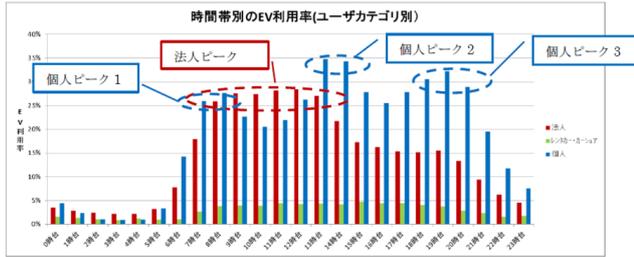


図 10 ユーザーセグメント別の EV 利用傾向

3.2. EV デマンドレスポンスによる負荷マネジメント

実施方法

今後 EV の普及が拡大して系統に接続される充電器の容量が増加した場合、多くの EV が同時に充電を行ったり地域の電力需要ピーク時間帯に EV が充電されたりすることで、ローカルの電力系統に大きな負荷が掛かる恐れがある。

本実証ではこのような課題意識に基づき、急速充電器や普通充電器の利用に対して有価ポイントを用いることで EV デマンドレスポンス（以下、DR）による負荷マネジメントの可能性を検証している。

スペインでは昼（11時～13時）と夜（20時～22時）に電力需要が増大し、夜明け前（3時～5時）と夕方（16時～18時）に電力需要が減少するため、これらの時間帯に DR を実施して需要抑制又は促進を図ることが期待される（図 11）。

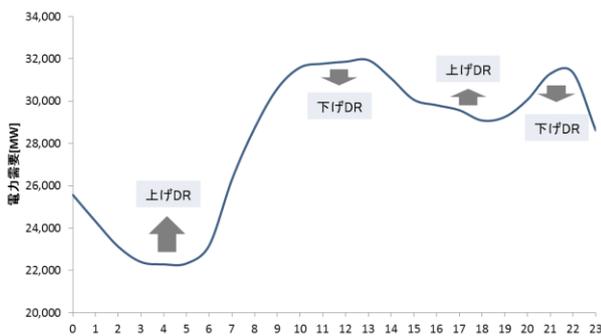


図 11 スペインの電力需要と DR ターゲット時間帯のイメージ

（注）電力需要は Red Eléctrica de España “Real-time demand and generation” の 2016 年 4 月 27 日（水）のデータ

DR を実施するため、具体的には EV 管理センタを活用した EV 充電需要の把握、予測、制御の 3 ステップのプロセスが実行されている（図 12）。

- 把握：どの程度の EV 充電需要がどのような条件で発生しているかを整理
- 予測：把握した EV 充電需要を元に将来の需要を予測
- 制御：予測した需要を元に EV ユーザに対して有価ポイントを用いて需要の抑制又は促進を働き掛ける

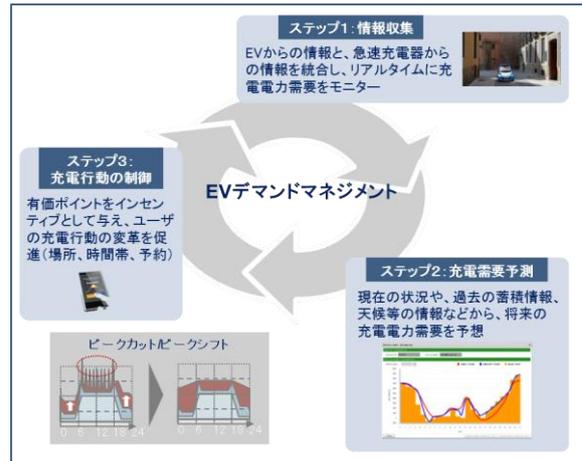


図 12 DR のプロセス

本実証ではこのようなプロセスに基づき、急速充電器と普通充電器の 2 通りのケースについて DR の実証が行われた。

実施結果 - 急速充電器による DR

急速充電器による DR では有価ポイントを用いた「模擬ダイナミックプライシング方式」が採用されている。この方式では、有価ポイントを用いて疑似的に時間帯別充電料金が設定されている（図 13）。

通常のダイナミックプライシングでは無く有価ポイントによる模擬価格が採用されたのは、通常のダイナミックプライシングのような日々電気料金を変更して制御することは、実証参加者との契約及び実運用上、当時難しかったことが理由として挙げられる。

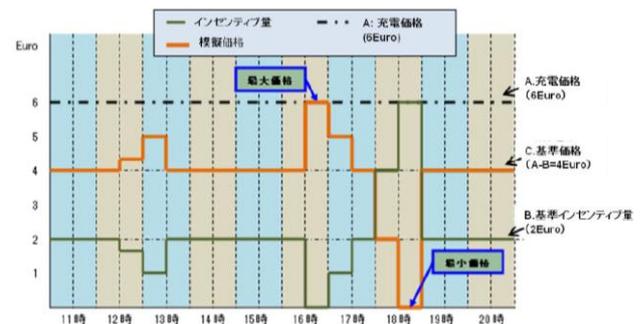


図 13 模擬ダイナミックプライシングのイメージ

急速充電器による DR では、全ての時間帯及び場所を対象にして「価格の違いによって、どの程度の急速充電利用率変化が生じるか」といった価格効果の検証を目的として実施された。具体的には、1 時間おきに促進/抑制を切り替える（少し待つ、又は少し急げば充電料金が安くなるような状況を増やす）制御が行われた。

また DR 効果の評価は、有価ポイント無しの期間（2014 年 6 月～11 月）と有価ポイント有りの期間（2015 年 6 月～11 月）の充電実績を比較することで実施された。

急速充電器による DR の実証試験結果を表 4 に示す。

表 4 急速充電器による DR の実証試験結果

	個人ユーザ	法人ユーザ
下げ DR	-16.2% ○	+14.2% ×
上げ DR	+16.2% ○	-14.2% ×

(注) ○と×はそれぞれ、「○:一定の有意性(10%有意)で選択率に差があったと考えられ、促進/抑制効果が示唆された、×:本実証では、促進/抑制効果が確認できなかった」ことを表している。

上げと下げで、選択率の変化量が等しいのは、全ての時間帯を DR のターゲットとしたため、全枠中の抑制枠の選択率増加(減少)が、全枠中の促進枠の選択率減少(増加)と等しくなるためである。

法人ユーザに関しては、本実証では DR 効果は見られなかったが、個人ユーザは有価ポイントを付与すればポイントを得るために比較的 DR を実行する傾向が得られた。

法人ユーザに関して、本実証で DR 効果が見られなかった理由は以下の3点が考えられる。1点目は、DR はユーザの自由度に左右されることになるが、法人ユーザの場合、例えば会社が始まる時間帯に自由度が減るなどの時間的拘束が強いためである。2点目は、法人ユーザは業務に支障が出るリスクを冒してまで有価ポイントを獲得するために車のルートを変更するインセンティブが働きにくいと考えられるためである。3点目は、法人ユーザは DR を成功させても有価ポイントを獲得するのが企業であり、法人に帰属し、実際に運転を行う EV ユーザ自身は直接インセンティブ付けされなかったためである。

一方、個人ユーザは行動の自由度が高く、有価ポイント付与が自らの利益に直結するため、一定の DR 効果を得ることができた。

実施結果 - 普通充電器による DR

普通充電器による DR では、車両毎に需要抑制及び促進を行うべき時間帯を設定して事前に DR 指令を送信する「インセンティブ方式」が採用されている。実証期間を通じて普通充電器は急速充電器に比べて利用率が高いと考えられたため、DR の時間帯を指定する方式でもピーク負荷の平準化効果について十分な検証が可能として、この方式が採用された。

具体的には、普通充電器 DR 実証への協力賛同を得た実証参加者のそれぞれの普通充電実績から、充電利用確率が高い(70%以上)時間帯には需要抑制指令を送り、充電利用確率が低い(30%以下)場合には需要促進指令を送る仕組みになっている(図 14)。

また、これらの基準によって機械的に DR 時間帯を選別しただけでは実証参加者が1日に何度も DR 指令を受け取ったり、深夜に需要促進指令を受け取ったりする可能性があるため、DR 指令

は週に3~4回程度で、実証参加者が反応しやすい時間帯となるよう更にスクリーニングが行われた。

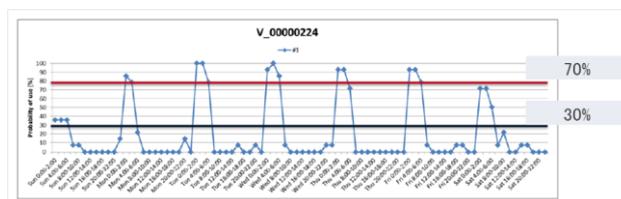


図 14 ある EV の充電利用確率プロフィール

DR の効果を評価するため、前日もしくは当日に DR 通知を実証参加者に送信して、DR を実施した場合の充電実施割合の実績と同時間帯の平均充電実施割合が比較されている。通知スケジュールは表 5 の通りである。

表 5 普通充電器による DR の通知スケジュール

Part	DR 時間帯	DR 指令送信時間
I	午前 (08:00-12:00)	前日 22:00
II	午後 (12:00-17:00)	当日 08:00
III	夜間 (17:00-08:00)	当日 14:00

実証試験の結果、需要抑制方向の DR は、平均充電実施割合が 90%の時間帯において 35%に抑えることに成功している。また、需要促進方向の DR についても、平均充電実施割合が 13%の時間帯において 25%に向上させることに成功している(図 15)。

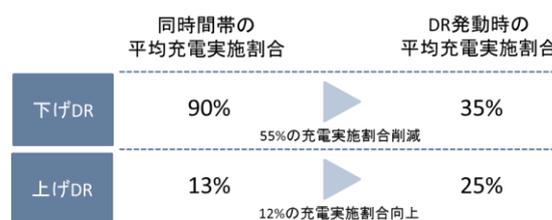


図 15 普通充電器による DR の実証試験結果

EV によるデマンドレスポンスは電力システムの負荷マネジメントに貢献できる可能性があるということは言われてきたが、今回の実証では実際のデータに基づいて客観的に可能性を検証することができたと言える。

4. Key findings -Lessons Learnt-

今回の実証においては、様々な示唆が得られた。これらを 4 つのポイントで記載する。

Point (1): 市民の積極的な関与の重要性

現在、世界中でスマートコミュニティに関わる取り組みが展

開されている。今回のマラガにおける取り組みが、その中でも特徴的なのは、実証参加者が実証で提供される次世代のEVインフラ等のスマート化に対して多大なバリューを見出し、終始積極的に参加したことである。今回のケーススタディ作成に当たり、実証参加者にヒアリングを行っているが、彼らからは以下のようなコメントが寄せられている。

実証参加者からの声

参加して本当に良かったと考えている。EVについての理解が深まったし、環境面での意識も向上した。今回、実証が終了してしまうことが非常に残念である。実証において提供されたサービスを引き続き利用したいと考えている。

本実証には、個人のEVユーザだけではなく企業等の団体も実証参加者として参画している。その一つに、EVのレンタルプロバイダーとして参加したEuropcarがある。同企業のRafael Gonzalez氏は、自身の取り組みを以下のように振り返っており、今回の実証が、スペイン側でのビジネス創出のきっかけとしても機能していることを示している。

Europcar Rafael Gonzalez氏からのコメント

実証への参加は、レンタカー会社として非常に貴重な機会であった。EVをレンタルすることで、顧客からの満足度は高く、「EVは基本的に使い易い」という多数の声を頂いた。今回の実証で得られた知見をもとに、EVを活用したビジネスを検討していきたいと考えている。

このような実証参加者の直接的な声の他、図16に示すように実証参加者に対するアンケートの結果として実証の総合満足度が10点中8.5点前後と概ね高水準を維持したこと、また、図17に示すように、実証参加者の8割以上が実証で使用したEVを買取、もしくはリース継続を行っていることが客観的なデータとして得られている。

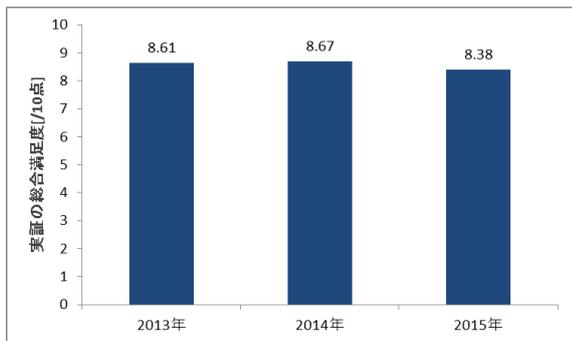


図16 アンケート結果（実証の総合満足度）

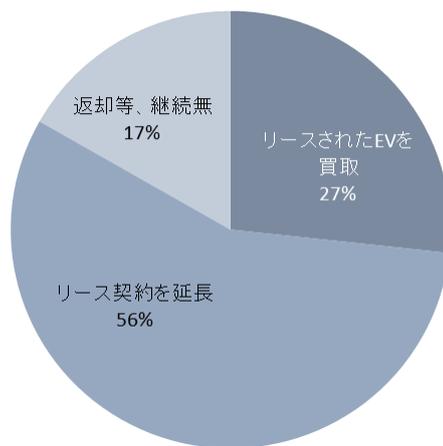


図17 実証終了後のEVの扱い

このような実証参加者の本実証に対する高い関心やコントロールビューションが得られた背景には、日本側の実施者を中心とした積極的なアウトリーチ活動がある。今回の実証においてカスタマーリレーションシップを担当した三菱商事の荻野 剛氏は、2016年1月29日に行われた、実証の最終報告会の状況を以下のように表現している。

三菱商事 荻野 剛氏のコメント

最終報告会では、実証に参加したEVユーザを含めて約240名集まった。当初はもっと少ないと思っていたため、非常に驚いたとともに、会場からあふれんばかりの皆様の喜んでいらっしゃる姿を拝見するにつけ、実証に参画し、カスタマーリレーションの構築を担当して本当によかったと感じている。

スマートコミュニティの構築に当たっては、そのコミュニティを構成する市民一人一人が、スマートコミュニティの意義を感じ、共にスマートコミュニティを形作っていくことこそが重要である。今回の実証では、この立脚点に立ち、EVやスマートインフラの構築に対する市民の理解、及び積極的な関与を促進する取り組みを続けてきた。マラガ市役所のJaime Briales氏は以下のように振り返る。

マラガ市役所 Jaime Briales氏からのコメント

EVという市民の目に見える、インパクトのある実証を展開してきた意義は非常に大きい。市民からも実証を継続してほしいなどの声を受けており、今回の実証は、将来の持続可能な街づくりに大きく貢献するものであったと実感している。今回の実証参加者に限らず、一般市民や国内外からの関心も多数寄せられており、この都市の価値向上につながったと考えている。

以上のように、今回の実証は、実証に参加したEVユーザの他、国内外の市民に対して、次世代の交通システムの一つの形を提供し、その関心を引き寄せたという点において意義の大きいものであったと考えられる。最後に、実証のショールームの説明員を担当していたJuan Carlos氏のコメントを記載する。

パイロットプロジェクトである今回の取り組みは、新たな世代が社会を形作っていくための示唆を提供したという点でも意義の大きいものとなっている。

ショールーム案内員 Juan Carlos 氏からのコメント

マラガ市役所の努力の結果、近隣の学校の課外授業などで多数の子供たちが訪問した。皆目を輝かせて説明を聞いてくれたことは非常にうれしかったし、新たな社会を担う世代に説明を行うことの責任感を感じた。訪問した子供たちが家に帰り、親に説明したことがきっかけでショールームを訪れてくれる人もいた。

Point (2)：需要上げ方向のデマンドレスポンスの可能性

実証では、技術的に様々なことが明らかになった。中でも、DRの実証を通して、その有効性が検証できたことの意義は大きい。図15に示す通り、有価ポイントによるDRによって、需要削減（所定の時間のEV充電を避ける）方向、及び需要増加（所定の時間にEVを充電する）方向双方において、EVユーザが反応していることが明らかとなっている。

ここで重要なのは、需要増加方向でも、デマンドレスポンスとして機能しうることが示された点である。現在、日本では太陽光発電の導入過多に伴い、下げ代不足による再生可能エネルギーの出力抑制の必要性が生じている。このような状況に対応するためには、需要を下げる方向ではなく、所定の時間に需要を増加させるということが必要であり、今回の実証では、EVがそのソリューションになりうることが示されている。この点に関し、スペインの電力会社である Endesa Energia の Ignacio Gonzalez 氏からは、以下のようなコメントを受け取っている。

Endesa Energia Ignacio Gonzalez 氏のコメント

今回の実証はシステムの規模からみると小規模であるため一概には言えないが、需要喚起方向のDRも含めて反応が確認できたことは、将来EVの普及が拡大して負荷に占めるEVの割合が増えた場合を想定すると重要であった。スペインでは供給設備が過剰で供給が需要を上回ることも発生するため、上げ下げの両方向を含めて統合的な需給管理を行う必要がある。

もちろん、今回の実証において、デマンドレスポンスの一つのソリューションとしてのEV活用について、全てが明らかにな

ったわけではなく、また全てが成功したわけではない。この点についてはpoint(4)で記載する。

Point (3)：EVの行動動態に関する貴重なデータの収集

上記の他に、今回の実証では、EVの行動動態に関する膨大なデータ収集に成功した。その量は急速充電器の利用実績データとEVプローブデータを合わせると1億件以上となっており、このような膨大なデータが収集できた実証は他に類を見ないのではないかと推察できる。

これらのデータ収集の基盤となる統合ICTプラットフォームの構築に担当した日立の奈須嘉浩氏は、構築したデータ収集基盤が当時最大規模のものであったとコメントしている。

日立 奈須嘉浩氏のコメント

大量のデータを収集するために今回構築したシステムは、大規模な公共案件よりも大きく、今まで事例の無いシステムであった。統合ICTプラットフォームの構築に当たっては、インターオペラビリティを重要な課題として捉え、異なるメーカーの機器からもデータを収集できるようにインターフェースの共通化を行った。

スペイン側ではこれらのデータは、今までにあまり経験のないEVという需要の特徴を把握するために極めて有効であったと認識されている。Endesa EnergiaのIgnacio Gonzalez氏は、今回得られたデータについて、以下のように語っている。

Endesa Energia Ignacio Gonzalez 氏のコメント

DRを通して収集した大量のユーザ動態データから、例えば一般ユーザは帰宅してから充電する、多くの車を使う会社は昼に充電する等、セグメント別にEVの需要動向が把握できた。この規模で実証した例は他にないため、貴重なデータが集まったと認識している。

今回EVに焦点を当て、大規模な実証を展開したことにより得られたデータは、EVが大量に普及した将来における交通システムの在り方を検討する上での貴重な基礎情報となる。今回得られたデータは、今回の実証にとどまることなく、将来にかけて有効に活用していくことが望まれる。

Point (4)：課題の明確化と次に向けた展開

以上のように、市民と一体となって形作った本実証は、市民に対するバリューの提供や、システムの構築及びデータ収集という観点では成功したと言えるが、一方で、このようなスマートコミュニティを構築するに当たっての様々な課題や実情も明

らかになった。

1 点目は、実証開始当時における将来のEVの普及見通しと現実に乖離があったことである。実証開始当時、スペインでは2014年末までに25万台のEVを普及させる目標が掲げられていたが、2015年時点での普及台数はこの1~2%程度に留まっている。イギリスやフランスでも同様に普及目標に対して実際の普及台数が遅れている状況で、各国政府や外部機関が期待したほど急速に市場が立ち上がっていないのが現状である。

2 点目はEVの利用者が当初想定と異なったことである。欧州では一般的に自分の駐車場を持たず路上駐車をする人が多いため、EVの日常的な充電手段として急速充電が広く利用されると想定していた。ところが、実際にEVのリース契約を結んで実証に参加したユーザの大半は自分の駐車場を所有しており、充電は主に自宅に設置された普通充電器で行われた。現状は自宅で充電可能な駐車場を持つ比較的裕福な層がEVのメインターゲットになっているが、EVが広く普及するためにはより幅広い層に対してEVの利用を訴求していく必要があるだろう。

3 点目に、DRの仕組みについても改善の余地があることが明らかになった。例えば、実証参加者からは、以下のように、通知スケジュールに関する指摘を受けている。

実証参加者からの声

DRの通知は前日の夜か当日の朝にメールで連絡されたが、2~3日前に通知されれば計画が立てやすくなり、よりDRに参加することができる。また、時間帯別料金が分かればより計画が立て易い。

日常生活の行動と密接に関係するEVの利用はユーザ自身予め充電に関する行動の計画を持っており、当日急にその計画を変更することが難しいという意見である。EVによるデマンドレスポンスは蓄電池で対応するため柔軟性が期待される一方で、このような特徴にも留意が必要である。

以上のような示唆は、実証して初めて分かったことである。本実証で全体の取り纏め役を務めた三菱重工の岡田卓三氏は、今回の実証での成果と課題を踏まえ、得られた教訓を今後の事業展開に繋げていく必要があるとコメントしている。

三菱重工 岡田卓三氏のコメント

様々なステイクホルダーが関わる実証であったが、日本側実施者が3社一体となり互いに助け合ったお蔭で困難を乗り越えることができた。多くの皆様に満足して頂き、努力が報われたことを嬉しく思う。

今回の実証を通してEVのスマート化に係る技術を確認することができ、将来大量のEVが導入された際には、今回実証したことは必ず役に立つと認識している。また、スペイン側自

治体・企業と築いた信頼関係も大きな財産となった。

一方で、実ビジネスへと展開していく上での課題も見つかった。今回の実証を通じて得られた知見を糧にし、サステナブルな仕組みを、今後関係者と一緒に構築していきたい。

NEDOも、本実証を通じて得られた示唆を次なる展開として他のEV関係の実証に生かしつつある。また、海外で実施したスマートコミュニティ実証から得た示唆や教訓を日本での取り組みにフィードバックすることで、我が国における持続可能な社会の実現に寄与することが期待できる。

5. 謝辞

本ケーススタディの執筆にあたり、ご協力を賜った岡田卓三氏、田村仁志氏、矢野真也氏、斎藤信也氏（三菱重工）、平岡貢一氏、奈須嘉浩氏、井上源樹氏（日立製作所）、山口浩幸氏、荻野剛氏、嶋谷駿氏（三菱商事）、Jaime Briales氏（Malaga City）、Ignacio Gonzalez Domenech氏、Elena Bernardez Llorente氏（Endesa Energia）、Rafael Gonzalez Garcia氏（Europcar）、Juan Carlos Beltran氏（ショールーム案内員）、Cristobal Lopez Castellero氏、Jose Ramon Tirado氏、Trinidad Valino Cabrerizo氏、Rafael Domincuez Morales氏、Manoel Medina Teixeira氏、Juan Francisco氏（以上、実証参加者）に感謝の意を表す。

なお、本ケーススタディは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託により作成されている。

6. 参考文献

- [1] NEDO, 「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業 スペインにおけるスマートコミュニティ実証事業 成果報告書」, 平成23年~27年度成果報告書, 2016
- [2] ZEM2ALL ホームページ
<http://www.zem2all.com/>
- [3] 大河出版, 「季刊技術誌: スマートグリッド 2012年1月号」; NEDO スペインのスマートコミュニティプロジェクトの取組み, 2012年01月15日
- [4] 三菱重工業, 「三菱重工技報 Vol. 50 No. 4 (2013); 都市交通を支える技術特集 ~けいはんな・マラガでの電気自動車ネジメント取組み~」
- [5] Zeppelin Malagine (Romania), "Smart community and infrastructure for electric cars by Mitsubishi Heavy Industries", September 2013
- [6] Mitsubishi Heavy Industries, "Demonstrating EV Smart Charging in Japan and Spain by Establishing a Smart Community", EV charging forum in Barcelona March 2012
- [7] 日立製作所, 「日立評論 2013年10月号」; スマートな社会インフラ運用を支援するビッグデータ収集・利活

用」

- [8] 日立製作所, 「日立評論 2013 年 11 月号: スマートシティを構成する自動車関連技術とグローバル展開」
- [9] 大河出版, 「スマートグリッド誌 2015 年 7 月号 <連載: チャデモ協議会の現況と今後の活動 (第 3 回)> スマートグリッド実証試験への取組み」