

## ■研究調査レビュー

島嶼地域におけるEV（電気自動車）普及に関する一考察  
—スペイン、マラガ市の事例を参考に—

市川 英孝（鹿児島大学法文学部）

## 1. はじめに

本論文では島嶼地域における電気自動車の普及について考察する。電気自動車はCO<sub>2</sub>削減を果たす有力な手段と考えられていたが、いくつかのデメリットにより期待されていた状況にはない。鹿児島県の屋久島町や長崎県の五島列島などのような島嶼地域においてはとくに、観光政策の一端も担う有効な手立てと考えられていたが、成果はみられない。それらの地域の参考になるべく、スペイン・マラガ市の事例を取り上げる。ここでの実施策は非常に大規模な電気自動車の導入例として参考になるだろう。そしてこれが島嶼地域でも導入可能かどうかを考察していきたい。

## 2. 電気自動車の果たす役割

CO<sub>2</sub>の削減は全世界中の使命となってきた。化石燃料の利用を削減する動きは、近年の資源高も相まって世界中の関心を集める結果となっている。特に日本では、2011年の東日本大震災が起点となり、脱原子力の動きが活発化し、現時点で原子力発電所の再稼働は不明瞭さが増している。原子力発電所が稼働しないことは火力発電所などの代替電力に依存する必要がある。しかし、それではCO<sub>2</sub>の排出はますます増加してしまう。今後、CO<sub>2</sub>の増加は不可避な事象なのだろうか？少しでもCO<sub>2</sub>の排出を減らす方法は再生可能エネルギーの普及などいくつかある。その一つとして、CO<sub>2</sub>排出の大きな要因であるガソリン車を電気自動車へ転換することも選択肢の一つだと理解される。

それでは現時点、電気自動車がどれくらい

普及しているのだろうか。日産自動車HPによると、2014年1月、日産リーフのグローバル累計販売台数が10万台に到達したことが発表されている。しかし2010年に販売を開始したことを考えると、全自動車に対する電気自動車が1年間に販売された割合は1%も満たないことになる。これに三菱自動車のi-MiEVを足しても1%を超えることはない。では当初の予想に反してなぜ普及しないのだろうか。

その理由については市川(2012)、市川、白城(2012)が述べるように、①高価な販売価格 ②1回の充電あたりの航続距離の短さ ③充電設備の不足 ④電気自動車への理解不足、にまとめられるだろう。それではこれらのデメリットに対してどのように対処してきたのだろうか。①や③に対しては、企業側の努力によるコスト削減、そして国や地方自治体による購入に対する補助金支給、などが考えられる。②に対しては、企業側の技術力向上により改善できるだろう。この点に関しては①にも影響するが、もっとも電気自動車のコストの割合を占める電池の性能を上げることが重要である。性能を上げることで、量産効果も実現でき、電池の性能向上とコスト削減が達成できれば、①と②への対応となる。そして④に関しては、企業、国、自治体などが地道に一般消費者に説明、周知していくしかないだろう。この点に関しては、市川(2012)で屋久島の住民を対象として詳細を述べているが、地元住民の理解不足は顕著である。電気自動車がガソリン車と比較し、利用状況にそう変化がないのであれば問題ないが、②に挙

げているように航続距離はガソリン車の4分の1以下になる。そのため、現時点では長距離運航には不向きであり、自宅周辺の街乗りを想定とした利用を企業は周知している。

### 3. 島嶼地域での電気自動車の役割

電気自動車の普及を目指して、国、地方自治体、企業、個人がそれぞれの役割を果たそうとしている。自動車産業はすそ野が広く、セットメーカーがイノベーションを実現すれば、その経済効果は非常に広範におよび期待値は大きい。以上のことを実現するために、日本だけでなく世界中で実証実験が進められている。日本国内でも複数の都市において実施されている。それらの都市は、東京、神奈川、愛知などの大都市から、青森、新潟、岡山、高知などの地方都市でも実施されている。新潟や長崎では島嶼地域の実証実験も含まれている。実証実験を島嶼地域で行うメリットはその効果が明確になる点だと考えられる。また、島嶼地域では日本本土よりもエネルギー供給のデメリットを受けざるを得ない。ガソリン価格は本土よりも約2割高く、本土と比較して輸送コストが上乗せされる。そのため、販売価格が高い電気自動車であっても、エネルギーコストが削減できる要因を考慮すれば、島嶼地域のほうが導入する機運も高まると考えられる。鹿児島県屋久島においては、ほぼすべての電力を屋久島電工による発電で賄われており、もし屋久島において電気自動

車普及が現実化すれば、再生可能エネルギーの使用という観点から非常に先鋭的な事例になりうる。ただ他の島嶼地域についても太陽光や太陽熱、潮力、波力、風力から洋上風力と多種多様な再生可能エネルギーの使用が期待でき、屋久島と同様再生可能エネルギーと電気自動車普及をセットで考えることは重要であると理解される。

### 4. 島嶼地域における再生可能エネルギーの可能性

前章にて島嶼地域で電気自動車が普及する要因について詳述したが、電気自動車を動かすために必要な燃料として再生可能エネルギーにより生み出される電力が理想である。

特に、島嶼地域での主な産業は農業・漁業の第一次産業もしくは観光業であり、再生可能エネルギーにより電力を生み出し、活用することも可能だと考える。再生可能エネルギーはCO<sub>2</sub>を排出せずに、環境面で非常にクリーンなエネルギー源ではあるが、デメリットとして費用面で初期コストがかかることである。それを解消するために、経済産業省は再生可能エネルギーの促進を目的とした固定価格買い取り制度(Feed-in Tariff)を導入している。表1は平成26年度の各再生可能エネルギーの買取価格と買取期間をまとめた表である。固定買取制度が始まった当初は太陽光バブルと言われるような高価な買取価格で設定されたこともあり、太陽光の割合が増加

表1 平成26年度買取価格及び買取期間 (出典 資源エネルギー庁HPより筆者作成)

	非住宅用太陽光 (10kW以上)	住宅用太陽光 (10kW未満)	洋上風力	陸上風力		地熱	
				20kW以上	20kW未満	15,000kW未満	15,000kW以上
買取価格(税抜)	32円/kWh	37円/kWh	36円/kWh	22円/kWh	55円/kWh	40円/kWh	26円/kWh
買取期間	20年間	10年間	20年間	20年間		15年間	
	既設導水路活用中小水力			新設導水路活用中小水力			
	200kW未満	200kW以上 1,000kW未満	1,000kW以上 30,000kW未満	200kW未満	200kW以上 1,000kW未満	1,000kW以上30,000kW未満	
買取価格(税抜)	25円/kWh	21円/kWh	14円/kWh	34円/kWh	29円/kWh	24円/kWh	
買取期間	20年間			20年間			
	バイオマス						
	メタン発酵ガス (バイオマス由来)	間伐材等由来の 木質バイオマス	一般木質バイオス・ 農作物残さ	建設資材 廃棄物	一般廃棄物その他 のバイオマス		
買取価格(税抜)	39円/kWh	32円/kWh	24円/kWh	13円/kWh	17円/kWh		
買取期間	20年間						

していった。個人レベルで住宅に設置することもでき、再生可能エネルギーに占める太陽光の割合が高いが、そのような状況を是正するためにも、平成 26 年度は太陽光の買取価格が下がり、既設導中小水力や洋上風力が新設され、積極的に再生可能エネルギーを推進しようとする姿勢が見られる。

しかし、再生可能エネルギーの普及の過程で問題となる一要因は送電網の容量だといわれる。北海道や沖縄では送電網の余裕がないといことで再生可能エネルギーの送電が拒否されるという事態も起こっている。この点に関して、島嶼地域も同様の問題を抱えている。周りは海に囲まれ、海上の利用と風力を積極的に利用できる点に関して、島嶼地域の再生可能エネルギー利用は積極的に考慮される可能性があるだろう。しかし、本土との送電網は脆弱であり、固定買取制度を利用し、再生可能エネルギーでつくり出した電力を電力会社に売電しようとしても希望通りには難しいだろう。このような要因を考慮に入れると、売電よりも域内での電力利用を考えるほうが得策ではないかと考える。再生可能エネルギーは半永久的な発電手段と考えるべきである。地域でつくり出される電力をその地域で消費する、エネルギーの地産地消を実現することでより島嶼地域での再生可能エネルギーの普及を期待できるのではないだろうか。そしてその電力を電気自動車にも転用する、2 章で述べたように、電気自動車と再生可能エネルギーをセットで考え、島嶼における便益を循環させる。これが実現できれば、島嶼地域のこれまでの最大の問題であった島嶼の活性化、持続可能な地域の再生も実現できると考えられる。たとえば、都市部などでは電気自動車の普及を充電設備や住宅など一連の循環システムで考えているスマートコミュニティの実現が計画されている。しかし地続きの都市部では循環型エネルギーを実現したスマートコミュニティの成果は明確ではない。それが島嶼地域であれば経済域が限定されているため、島嶼内でつくり出された電力を島嶼内で消費

し、それが島民のメリットとして還元されていく。このことが意味することは、循環型エネルギーによる持続可能なコミュニティの実現である。

また再生可能エネルギーのメリットは、その産業形態として労働集約型である点である。寺西他(2013)によると、ドイツの再生可能エネルギー導入の事例では、そのことが顕著な要因として導入促進を果たしている。ドイツでは特にバイオマス発電が盛んで、その燃料の供給などで多くの労働力を必要するという。これが島嶼地域での再生可能エネルギー導入でも同様に発生すれば、これまで農業・漁業、もしくは観光業くらいしか産業がなく、多くの若手労働者が都市部へ流出する事態の解消も見えてくるのではないかと考える。

以上からも、島嶼地域で再生可能エネルギーの導入を促進させ、それにより電気自動車が利用されるようになれば CO2 の削減、ゼロエミッションを実現することも可能になる。また、電気自動車は蓄電の機能も果たすことができる。その機能により、災害時などの緊急時の発電所としての機能も期待される。

このように島嶼地域ならではの要因を積極的に利用し、都市部では不可能な島嶼地域独特なライフスタイルを確立する。再生可能エネルギーの利用により、生活コストも削減でき、環境にも十分配慮できる。再生可能エネルギーと電気自動車により、島嶼地域のアドバンテージを明確にできるだろう。

## 5. 電気自動車を利用したスマートコミュニティの事例—スペイン・マラガ市の事例

再生可能エネルギーは環境面で負荷が非常に低く、多種多様なエネルギー源があるため、資源があまりない日本では積極的に推進していくべきだと理解されるが、初期コストや十分でない送電網などのデメリットによりまだ日本では広がりを持つほどの状況に至っていない。ただしこの点に関しては世界中でも同様である。ヨーロッパは再生可能エネルギーを積極的に推進していく姿勢が明確である。

ドイツでは、東日本大震災を機に 2022 年までに原子力発電所を全廃し、再生可能エネルギーの割合を増加させようとしている。それ以前の例としては、スペインは固定買取制度を導入し、再生可能エネルギー先進国として確立しようとしていた。しかし、固定買取の価格が高く設

定されていたため、太陽光バブルと言われる世界中のメーカーが補助金目当てで進出してくるようになった。しかし補助金の原資になる資金分は、電力を利用する消費者が負担しなくてはならなくなる。ドイツでも同様ではあるが、受益者負担といえる状況をどこまで我慢できるかである。自然にクリーンなエネルギーであるからこそ、その大義名分を消費者はしっかり理解してくれるだろうが、生活コストを圧迫するような状況は看過することは難しいだろう。

この章では、その再生可能エネルギーを単なるエネルギー源としてではなく、スマートコミュニティを実現する手段の一つ、さらにスマートグリッドとして電気自動車とセットで運用し、さらに再生可能エネルギーの重要性を理解していくという試みについて説明していく。この例としては、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が行ったスペイン・マラガ市での実証実験について詳述する。200 台の電気自動車と、日本が国際的な標準規格を目指す電気自動車の急速充電規格「CHAdeMO(チャデモ方式)」の急速充電器を含む充電インフラを用いて、電気自動車が普及したことを想定した先進的なスマートコミュニティ例を実証している。NEDO の HP によると、この実証実験は NEDO とスペインの政府系機関である産業

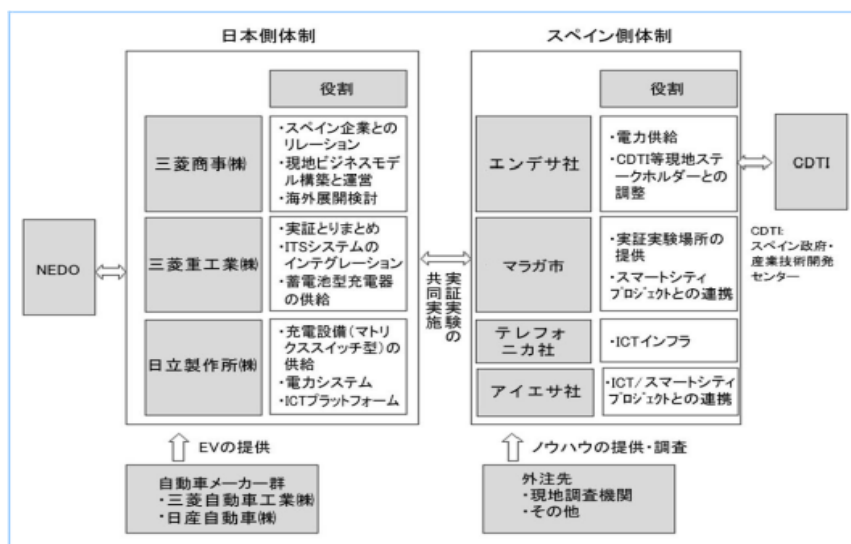


図1 プロジェクト日西協業体制 (出典: 矢野他(2013))

技術開発センター (CDTI) の「ジャパン・スペイン・イノベーションプログラム (JSIP)」に基づくもので、マラガ市で推進されているスマートシティ・マラガプロジェクトと連携して実施している。日本から三菱重工業株式会社、三菱商事株式会社、株式会社日立製作所が、スペイン側は大手電力会社のエンデサ、通信最大手のテレフォニカ、コンサルティング会社のアイエサが参加する、非常に大規模な実証実験である。図1は、参加する NEDO、日本企業とスペイン側の役割ならびに機能について図示している。

事業概要としては、ICT (情報通信技術) を駆使して EV ユーザーの行動変革を促すことにより、EV の大量充電による電力系統への負荷を低減する技術の実証である。そして持続的なスマートコミュニティの発展に寄与する事業を展開していくことを最終目標としている。具体的には、EV 管理システムや急速充電設備などの EV インフラと、電力マネジメントや情報連携を行うプラットフォームを構築、幅広いジャンルから募った個人・法人の実証参加者による実証試験を行っている。またこの実証事業で日本側は、EV 管理システムや EV インフラ、情報基盤を整備し、スペイン側企業コンソーシアムと連携して EV 活用サービス、電力マネジメントシステムの実証を展開している。実証試験に用いる EV



は三菱自動車の「i-MiEV」160台でスタートし、将来的に日産自動車の「リーフ」約40台を加え、200台規模を予定している。これらの電気自動車は、利用者の購入ではなく5年のリースである。この実証実験中のリースであり、その後の利用に関しては、利用者の判断で購入も可能ということである。NEDOは、この実証事業を、再生可能エネルギーやスマートメーターの導入が進む環境先進都市であるマラガ市で実施することで、より有効な成果が得られるものと期待している。



図3 実証実験ショールーム

6. マラガ市実証実験の可能性

筆者は、2014年3月5日にマラガ市役所へ行き、実証実験サイトの見学を行った。マラガ市役所内に充電施設(図2)と実験の説明を行うショールーム(図3)が展示されている。このショールームの一角の部屋にデータセンターがあり、そこでこの実験が行われることによるデータを集約しているとのことだった。その部屋は部外者の入室ができなかったが、その隣の部屋には、三菱重工などの実施機関がプロジェクトを実施するための部屋が設けられていた。

このプロジェクトの特徴は、①ICT(情報通信技術)を駆使し、②電気自動車と充電設備を管理する充電マネジメントを実現させ、③持続可能なスマートコミュニティの実現、を達成することにある。①と②については、図4にあるように、ショールーム内で各充電施設の電力状況、利用状況など(図5)を確認することができ、このデータは電気自動車のモ

ニターでも確認できる。

このようにマラガ市の事例では、スペインの電力会社により発送電マネジメントを実施している。電気自動車に設置されたデータ管理用デバイスに蓄積される走行情報を通信会社が一元管理することで、各電気自動車ユーザーへ各充電スポットの空き状況などをリア

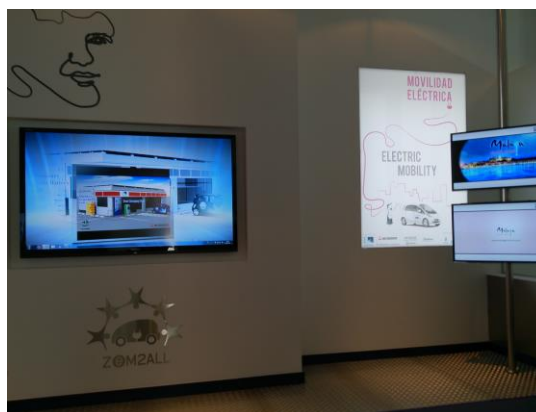


図4 ショールーム内部



図2 電気自動車用充電設備

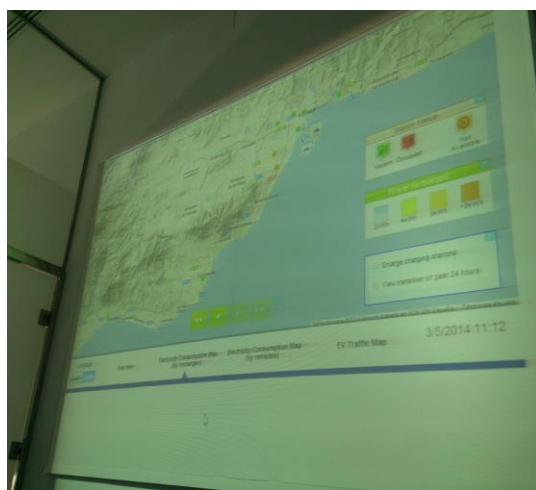


図5 各充電スポットの状況等

ルタイムで提供するシステムを構築している。このことは、③の持続的なスマートコミュニティの実現を意味し、電気自動車普及のデメリットである、充電に関する不安を取り除くことを期待する。このように既存の充電インフラと情報インフラを組み合わせることで、電気自動車普及のイノベーションを実行している。

日本各地の実験サイトでは、これほどの大規模なシステムを実現するに至っていない。電気自動車普及には、単に購入させれば実現するものではない。先に述べたデメリットを解消する必要がある。その手段としてマラガ市の事例は明確な解となりうると理解される。このプロジェクトのスペイン側責任者である Director の Jaime Guerrero 氏の統率、管理能力はもちろんだが、Francisco de la Torre Prados マラガ市長の絶対的なイニシアティブによるところが大きいという。今回の NEDO とのプロジェクトの前年まで約 5 年間、ヨーロッパとの企業間の同様のプロジェクトを実施していたとのことである。マラガ市長は環境負荷を低下させるために、積極的な電気自動車の普及を目指し、積極的なトップ外交を行っていたそうである。そして今回の NEDO や日本企業が参加し、チャデモ方式による充電の採用に至っている。前回のプロジェクトはヨーロッパ主体 (図 6) であったためコンボ方式の充電 (図 7) であったが、充電性能を考慮すると技術的な格差でチャデモ方式が優位に立っているとのことであった。



図 6 ルノー社製電気自動車



図 7 コンボ方式急速充電器

また、本プロジェクトで利用されている電気自動車は訪問した3月時点ではi-MiEV160台である。その後、日産のLEAF40台が追加され、計200台の電気自動車により実験が継続される。この電気自動車については、本プロジェクト5年間のリース契約になっているそうだ。その後は、購入してもいいし、リース契約を終了してもいいとのことであった。電気自動車を利用するにあたって、各ユーザーにいくつかのメリットがある。一つめは、減税措置、二つめは駐車料金の無料と専用駐車場の利用、三つめは公共充電施設での電力利用の割引、である。電力の割引について、昨年6月は全面的に充電無料、昨年10月までは10回/月電力まで充電無料、そして今年2月からは6回/月まで充電無料となっている。徐々に受益者負担が明確になって来ているが、まずは利用してもらうことが優先であり、慣れてもらうためにも充電面でのメリットを設けているようだ。そして図8に示すように、市内の急速充電スポットは7か所であり、近郊の町 (MARBELLA と FUENGIROLA) 2か所の計9か所となっている。マラガ市は島嶼ではなく、その経済的効果の計測が困難なところはあるかもしれないが、積極的な急速充電スポットの建設と利用者に対する啓もう活動や金銭的メリットを与えることで、電気自動車への理解を深め、普及を促進させる方針が非常に明確だと理解される。





図8 マラガ市プロジェクトでの急速充電スポット(出典:Zem2All HP)

### 7. マラガ市の事例を踏まえた島嶼地域への展開の可能性

これまでマラガ市における実証実験の詳細について述べてきた。日本で行われている実証実験のほとんどは電気自動車を購入し、それに対して補助金を投入し、普及を促してきた。しかしそれでは本来の趣旨を達成することは難しいことが各地の例で明らかになっている。市川(2012)で述べているように、電気自動車はガソリン車と利用環境が大きく異なるために、使用者が乗り換え時にガソリン車から電気自動車へという行動はあまり起こりえないと考えられる。その理由は電気自動車の購入費用がガソリン車より高価であることだけではない。ライフスタイルの変更を考慮した充電スポットインフラの整備だけでなく、利用喚起を促す啓もう活動も必要になって来ると考えられる。この点に関しては本論文で詳述してきたマラガ市の事例はその考えを具現化している最たる例だと理解される。電気自動車を利用する際にもっとも注意すべきはどこに充電スポットがあるかである。特に、電気残量が減少していったときに、どこで充電する必要があるか、しなくてはならないか

不安で運転する状況では利用者には好ましくない。例えば鹿児島県屋久島で電気自動車を利用した場合、フル充電の状態でも一周すると残量は微量となる。鹿児島県庁 HP「屋久島における電気自動車・充電設備の利用について」によると、現在屋久島での充電スポットは安房、宮之浦、永田、栗生の4か所である。場所によっては距離があり、充電に間に合わない可能性も考えられる。そうなればクルマは単なる鉄の塊であり、レッカー車などにけん引してもらわなければならない。島嶼地域では電気自動車をレンタカーなどで利用してもらい、購入につなげることも期待しているようだが、利用時の不安が電気自動車の購入を妨げる要素にもなりうるだろう。このような不安を解消する方法として、マラガ市の事例を参考にすると ICT による利用者への充電状況の情報提供が考えられる。マラガ市の事例によれば、大手電力会社のエンデサが参画し、電力供給の柔軟性を可能にしているが、鹿児島では屋久島電工が同様のことを可能にできるだろうか？屋久島は発電電が分離しており、発電は屋久島電工、送電は各地域の協同組合により行われている。特に送電事業者

が電力供給の柔軟性を実現できなければ、絵に描いた餅となり、意味をなさない。また情報提供については、スペイン通信最大手のテレフォニカが実現している。マラガ市の事例と同様の環境にするには島嶼地域においてエンデサとテレフォニカ同様の企業が必要となる。そこまでの企業は島嶼地域では存在せず、そこをどう補うかどうかは重要な問題となりうる。しかし島嶼地域での電気自動車普及を考えると、体系的なシステム構築もしっかり考慮に入れておくべきだろう。マラガ市の事例は、NEDOや大手企業など存在し、その規模から多額の費用で実現されているが、その資金が乏しいと考えられる島嶼地域においても、リーンで体系的なシステム構築を目指していくべきだと理解する。

## 7. まとめ

本論文では、スペイン・マラガ市における電気自動車普及の実証実験を参考にし、日本の島嶼地域への応用が可能かどうか考察を行った。これまで電気自動車は思ったほど、需要が伸びなかったのは想定外な事象だったのだろうか。筆者はそうは思わない。やはり、電気自動車のデメリット①高価な販売価格 ②1回の充電あたりの航行距離の短さ ③充電設備の不足 ④電気自動車への理解不足、が解消されていないことが現状につながっているのだが、まだ自動車メーカーによる技術的解決に至っていないことがその要因として大きいのではないだろうか。ただ自動車メーカーの技術革新を待つだけでは、いつまでたっても電気自動車普及へつながらない可能性は高い。CO2削減は喫緊の課題であり、日本のみではなく、世界的な課題の一つでもあるだろう。そうであるならば、今回説明したマラガ市の実証実験により電気自動車普及への課題解決を探ることも一つの方法策ではないだろうか。その問題点は、システム自体が非常に大規模なものであり、各産業の主要企業による協力が必要である。これについては、島嶼地域の一市町村で解決することは困難で

あると思われるので、国などの施策の一環として実施を奨励することも考慮されるべきではないだろうか。

いずれにしても、電気自動車をどのように普及させるべきか。今回、スペインマラガ市での事例については、マラガ市長の率先垂範が実を結んだ点があり、このようなトップの熱心な行動と想いも必要な要素であると考えさせられた。

## 謝辞

マラガ市の実証実験サイトの見学の際には、同市 Director の Jaime Briaes Guerrero 氏と Head of Studies and Projects Department の Alfonso Palacios Carrasco 氏、そして三菱重工業株式会社プロジェクトマネージャーである岡田卓三氏に、プロジェクトの詳細について説明をいただいた。ここにあらためてお礼を述べる。

## 参考文献

- 市川英孝(2012)再生可能エネルギーを利用した自然循環型ライフサイクルの提案—屋久島ゼロエミッションを例に—、『奄美ニューズレター』, 第36号, 2012年3月, pp.15-23
- 市川英孝 白城伸彦(2012)屋久島での電気自動車普及の可能性—電気自動車をもたらず新ライフスタイル—、『経済学論集』, 鹿児島大学法文学部, 第78号, 2012年3月, pp.101-116
- 日産 HP 『「日産リーフ」、グローバル累計販売10万台を達成』(ニュースリリース)2014年1月20日 [http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2014/\\_STORY/140120-03-j.html](http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2014/_STORY/140120-03-j.html)
- 寺西俊一 石田信隆 山下英俊(2013)『ドイツに学ぶ地域からのエネルギー転換 再生可能エネルギーと地域の自立』家の光刊 資源エネルギー庁 HP 『なっとく!再生可能エネルギー』[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/kaitori/kakaku.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/kakaku.html)



独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 HP『News Release スペインでスマートコミュニティ実証事業—実証試験スタート、マラガ市内で運開式を開催—  
[http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100191.html](http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100191.html)

矢野真也 村田智宏 長谷川利恵 岡田敏希 岡田幸一郎 是永剛志(2013)「スマートコミュニティ実証プロジェクト—けいはんな・マラガでの電気自動車マネジメントの取組み—」『三菱重工技法』, Vol.50 No.4  
マラガ市電気自動車プロジェクト(Zem2 All)HP, <http://www.zem2all.com>

鹿児島県庁 HP「屋久島における電気自動車・充電設備の利用について」<https://www.pref.kagoshima.jp/ad02/kurashi-kankyo/kankyo/sougou/co2free/yakushimaevriyo.html>