

欧州のスマートグリッド戦略

在欧州事務所、欧州ロシア CIS 課

欧州では、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの普及に伴い、電力供給の不安定さなどをどのように克服するかが大きな課題となっている。街全体でエネルギー効率化を進めるエコシティの開発や、蓄電池としての電気自動車（EV）の利用、消費者が使用電力の値をリアルタイムで把握できるスマートメーターの設置や高機能化などの対策が、欧州各都市ではじまっている。

目次

1.	総論：再生可能エネルギーの普及に伴い、電力管理が急務に.....	1
2.	ロンドン：配電事業者主導で低炭素社会の実現を目指す.....	4
3.	ドイツ：家電の自動制御と顧客による電力の直接取引を目指す.....	6
4.	スペイン：風力発電の余剰分で 650 万台のEVに電力供給可能.....	8
5.	オランダ：官民一体で環境都市を目指すアムステルダム.....	12
6.	スウェーデン：脱化石燃料のスマートシティ「ロイヤル・シーポート」計画.....	15
7.	デンマーク：風力発電の課題克服手段として電気自動車に期待.....	20
8.	スイス：地方分権が電気自動車普及の障害になる可能性も.....	24

【免責条項】

ジェトロは本レポートの記載内容に関して生じた直接的、間接的、あるいは懲罰的損害及び利益の喪失については一切の責任を負いません。

これは、たとえジェトロがかかる損害の可能性を知らされていても同様とします。

© JETRO 2011

1. 総論：再生可能エネルギーの普及に伴い、電力管理が急務に

欧州では、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの普及に伴い、電力供給の不安定さなどをどのように克服するかが大きな課題となっている。街全体でエネルギー効率化を進めるエコシティの開発や、蓄電池としての電気自動車（EV）の利用、消費者が使用電力の数値をリアルタイムで把握できるスマートメーターの設置や高機能化などの対策が、欧州各都市ではじまっている。

(1) 再生可能エネルギーの普及に伴い、電力管理が急務に

EU27 カ国の再生可能エネルギー比率は、09年には9.0%に達し10年前に比べほぼ倍増した。太陽光、風力などの再生可能エネルギーは発電規模が小規模で、分散しており、季節・天候・時間帯で出力量が大きく変動する。不安定な電流が大量に電力網に流入（逆潮流）すると電圧や周波数に乱れが生じ、電力網全体に障害を起こすリスクが生ずる。再生可能エネルギーの実用化では逆潮流を上手に制御・管理し、少ない電力をいかに効率よく利用できるかが重要になる。

EUはスマートグリッドを、再生可能エネルギーの安定供給に不可欠であり、低炭素社会実現の鍵と位置付けている。スマートグリッドとは「ITを駆使して電力の流れを供給側と需要側双方から制御、監視、最適化できる電力網」の総体を意味する。供給側については、送電設備を高機能なものに交換し、電力供給の安定化を図る。需要側に対しては、末端消費者に通信・機器操作能力を持つ高機能電力メーター（スマートメーター）を設置し、電力消費を制御するというものである。欧州委員会は2011年4月、スマートグリッドの普及に向けた計画を発表し、現在、EU全体で10%程度にとどまるスマートメーター（顧客が電力消費量をリアルタイムで把握できる機器）設置率を20年までに域内全世帯の80%以上にまで引き上げるとした。

また、12年までに送電網やスマートメーターの設置だけでなく、電気自動車（EV）の充電システムのEU基準策定を目指すことも、同計画で言及している。再生可能エネルギーの利用効率化を進める欧州主要国や都市における取り組みを概観すると、(1) エコシティ型 (2) 余剰電力を利用したEVの利用、(3) スマートメーターの高機能化の3つのタイプに分けられる。

(2) 「エコシティ」を目指す街

スマートグリッドを使った環境にやさしいエコシティ、すなわちスマートシティの構築

が進められる先進都市がある。19年までに全世帯へのスマートメーター取り付けを目指す英国では、地方、都市でも積極的な配電網の整備が行われている。ロンドン、東イングランドなどに約800万戸の顧客を持つ配電事業者UK Power Networksは、ロンドンにおける低炭素化社会実現を目指す「低炭素ロンドン」プロジェクトを立ち上げた。新しい低炭素技術と料金体系が、いかに消費者の電力消費行動に影響を与えるのかを検証するため、①風力発電、②分散型発電、③EV&ヒートポンプ、④スマートメーター、⑤ディマンド・サイド・マネージメント（電力供給に合わせて需要を調整すること）の5点に焦点を絞って実験を行い、将来のスマートな電力網のための、国家レベルの“青写真”を作成することが目的だ。

アムステルダム市では「25年までに市の最終エネルギー消費の20%を再生可能エネルギーに、90年比でCO2排出量を40%削減」を目標に、09年、「アムステルダム・スマートシティプロジェクト」が開始された。「持続可能な①生活、②労働、③運輸、④公共スペース」の4つの区分に分けて計画が進み、スマートメーターの取り付けや環境配慮型のオフィスビルの建設、電気で動く船舶のための充電施設の整備、公共施設における再生可能エネルギーの利用などが進められる。

ストックホルム市では、市の東に位置する市の保有地に、最新鋭の国際港と環境に優しい1万戸の住居、3万人分のオフィススペースを建設するという「ロイヤル・シーポート」計画が進行中だ。オフィス、商業地、住宅地として複合的に開発する計画で、入居は12年から開始、全てのプロジェクト完成は30年の予定だ。風力や太陽光、下水や廃棄物処理の過程で得られた再生可能エネルギーを住宅とオフィスの照明や暖房に活用するほか、IT技術を駆使したシステムで、電源と蓄電池、住宅やオフィス、電気自動車や船舶、バスなどをつなぎ、発電、送電、配電、消費者の各段階の電力需給情報を分析し、それに基づき電力量を調整する。区域内に建設する建物は、省エネ性や居住性を重視している。また、バルト海交通のハブとして、船舶向けの充電設備を備えた環境に優しいエネルギー供給港とする計画もある。

(3) 余剰電力のEVへの利用を目指す

スペイン、デンマークでは風力発電が盛んであり、発電量の変化が激しいため、余剰電力の利用や電力システムの負荷を抑えるためにEVを活用する動きが盛んだ。スペインでは夜間に供給過多となる電力を利用することで、650万台のEVに充電することが出来る。09年よりEV普及促進計画「Plan Movele」が始まり、14年までに25万台のEV、プラグイ

ンハイブリッドの普及を目指す。10年12月に世界初の量産モデルEV「リーフ」を発売した日産自動車も、車体、インフラ双方の普及を狙い、多くの自治体での販売を予定し、インフラ設置のための協定を結び始めた。

デンマークでは、総発電量の20%を占める風力発電の利用に加え、EVの新車登録税免除（通常は180%と極めて高い）という免税措置がEV普及に有利だ。また、環境車としてだけではなく、余剰した電力を蓄え、電力網に戻す、蓄電池としてのEVの実証実験が既に進められている。バルト海のボーンホルム島（デンマーク）で行われている「EDISONプロジェクト」では、島全体にスマートグリッド網を構築し、風力発電による余剰エネルギーをEVに蓄え、それを電力網に戻す実証実験を実施している。

スイスでは、EVは早くから環境に優しい乗り物として認められており、イタリア国境に近い観光地、ツェルマツトで、1931年にはガソリン車の乗り入れを禁止し、1947年にはEVを導入、現在、町内全体で約500台が走行している。全土には、700ヵ所を超える充電スタンドが設置済みだ。ただ、インフラ面の整備が順調に進んだのに対して、EVそのものはあまり普及しておらず、10年末時点で登録済のEVは700台、ハイブリッドカーの数は1万7,100台にとどまっている。普及の最大のネックとなっているのがEVの価格の高さと、供給量の少なさで、これはスイスに限らず、欧州全体の問題といえる。

(4) スマートメーターの高性能化

ドイツで行われているスマートシティの実証実験では、家電の自動制御を行う高性能スマートメーターの開発や、実験参加者による電力の直接取引などを行う予定だ。マンハイム市では、実験対象の家庭に「エナジー・バトラー」という、家電と連動し「電力利用の手伝いをする」ための制御装置が設置される。電力料金体系はマンハイム市独自に設定され、気候条件による再生可能エネルギーの発電量の変動に従い、毎時間変動する。「エナジー・バトラー」は翌日までの時間ごとの電力料金を顧客に予告する。顧客は予告された料金を見ながら、「最も電力の安いときに指定した家電を動かす」などの行動を自動スイッチシステムにより制御することが出来る。北東部のライン・ルール地方で推進されているプロジェクトでは、顧客が家庭で生産した電力の余剰を電力会社と取引する市場の検証を行っている。顧客のひとりひとりが電力の「生産者 (producer)」であり「消費者 (consumer)」である、という意味で、顧客を「prosumer (プロシューマー)」と名づけ、電力の末端消費者が、電力生産者としても積極的に電力市場に参加することを促す。

再生可能エネルギーを管理するためには、電力ネットワークを強化するために多大な投資をするか、ICT を使って効率的に管理するかのどちらかの方法を取る必要があり、スマートグリッドは後者だ。供給力が不安定な再生可能エネルギーを最大限に利用するために、電力供給に合わせて柔軟に利用する需要側からの取り組みは、今後ますます活性化するだろう。

2. ロンドン：配電事業者主導で低炭素社会の実現を目指す

ロンドンでは、配電事業者主導で、低炭素化社会の実現を目指す「低炭素ロンドン」プロジェクトが立ち上がった。再生可能エネルギーを使用した分散型、マイクロ発電の利用効率を上げる電力網を構築するほか、電力供給に合わせた需要の調整を自治体と企業が連携して達成することが課題となる。

(1) 25年までに90年比でCO2 60%減を目指す

ロンドンは英国内で最も電力需要が多く、CO2 排出量の多い都市だ。2025年までに90年比でCO2を60%削減するという、国内で最も高い目標を掲げている。ロンドン中心部の送電網は既に最大限利用されており、新たな送電線の整備には莫大な費用がかかる現状であるが、分散型発電、EVなど、さらに送電線への負荷が増える設備をいかに効率よく導入できるかが課題だ。

ロンドン、東イングランドなどに約800万戸の顧客を持つ配電事業者 UK Power Networks は、ロンドンにおける低炭素化社会実現を目指す「低炭素ロンドン」プロジェクトを立ち上げた。10年11月、電力・ガス規制機関 OFGEM が主導する「低炭素ネットワークファンド」の資金を入札により2億4,260ポンド獲得。11年より3年半の期間に実施する「低炭素ロンドン」プロジェクト全額をこの補助金で賄う。シーメンス、IT・サービス業者のロジカ、インペリアル・カレッジ・ロンドン、フランス電力公社・EDF など、多国籍の企業・機関がプロジェクトパートナーに名を連ねる。新しい低炭素技術と電力料金の体系が、いかに消費者の電力消費行動に影響を与えるのかを検証するため、①風力発電、②分散型発電、③EV&ヒートポンプ、④スマートメーター、⑤ディマンド・サイド・マネージメント（電力供給に合わせて需要を調整すること）の5点に焦点を絞って実験を行い、将来のスマートな電力網のための、国家レベルの“青写真”を作成することが目的だ（表参照）。

	英国の国家目標	ロンドン市の目標	低炭素ロンドンにおける取り組み
風力発電	20年までに風力発電量を34ギガワットに	-	都市および国家レベルの風力電力生産量に合わせて、消費者が電力需要を調整する方法を検証
分散型発電	20年までにUKの電力の30%を再生可能エネルギーにする	25年までに電力、暖房のうち25%を地元の分散型発電からの供給にする	電力供給の安全性の向上、電力網への投資金額を節約出来る分散網とActive Network Management(スマートグリッドの原型)を構築するため、分散型地域発電の影響を調査する
EV&ヒートポンプ	20年までに輸送分野で14%のCO2削減、50年までに「十分な炭素除去」を行う ・電気暖房の普及と、家庭用暖房のガス消費削減	13年までに公共の充電ポイントを1,300カ所取り付け、EVを10万台普及させる	・消費者のEV充電の行動と、電力網への影響のモニタリング(既存の充電ポイントで、1年間モニタリングした後、インセンティブの影響を調査する) ・電力網の過負担を避けるために、「ピーク需要でない時間帯に充電するときはインセンティブがある」などの料金体系が消費者の充電行動にいかん影響を与えるかを調査 ・ヒートポンプの動作及び電力網に与える影響を調査
スマートメーター	19年までに英国の全家庭および大多数の中小企業にスマートメーターを設置	-	ロンドンの「10の低炭素化地区」と、「グリーン企業地区」にある5,000戸にスマートメーターを取り付け、データをモニタリングし、消費者のエネルギー需要にどれだけ影響を与えるのかを調査し、スマートな電力網の動作技術のために情報提供する
デマンド・サイド・マネジメント	-	-	省エネの構想や時間別タリフが住民や中小企業の電力需要にどのような影響を及ぼすのかをモニタリングする
(出所) UK Power Network提供資料より			

(2) 企業と連携した電力需要の調整が課題

再生可能エネルギーは一つの発電所の発電量が少ない。分散型、マイクロ発電の効率的な利用のための電力網を構築するほか、電力供給に合わせた需要の調整を自治体や企業と連携して達成することも重要な課題だ。低炭素ロンドンでデザイン戦略を担当するサラ女史は「や中小企業相手には『自分がどれだけCO2削減に貢献したか』を具体的にフィードバックすることが効果的。一方、大企業との連携のためには、太陽光パネルの取り付けを促す固定価格電力買取制度、ヒートポンプなどの再生可能エネルギーを使用した暖房設備に対するインセンティブ制度(RHI: Renewable Heat Incentive)などの政府による支援策が重要」と語る。企業を対象に、一定の使用エネルギーの効率化を達成したときのインセンティブ制度も設立する予定だ。

また、サラ女史は、実験に参加する顧客がどのように省エネに向けて行動していくかが重要と指摘する。「簡易な技術を利用したスマートグリッド実験が、顧客の理解を得られないために失敗している例が、世界中に沢山ある」という。OFGEMも電力事業者に対して顧客への説明・教育を充実させるよう指導しているが、実際に各家庭にスマートメーターを取り付けるエンジニアの中には、機器の設置を行うだけで、使い方を教えずに帰ってしまう例もあるという。逆に、電力事業者が顧客の消費行動を理解し、個々にあったピークシフトの方法を教えることで、実験に対する協力は得やすくなる。

UK POWER NETWORK は、低炭素ロンドンを成功モデルとすることで、他社に同様のプロジェクトの立ち上げを促す意向だ。将来的には、顧客の収入レベルで料金設定を変更するなどの試みも行う。将来、国家レベルで配電網の整備を行う際、低炭素ロンドンが他の都市が学ぶべきショーケースとなるよう、プロジェクトを通して、必要な情報と実施経験が得られることが期待されている。

3. ドイツ：家電の自動制御と顧客による電力の直接取引を目指す

ドイツでは再生可能エネルギーの利用率向上のため、情報通信技術を利用したエネルギーシステムの構築を目指すスマートシティの実証実験が、全国6地域で同時進行している。マンハイム市とライン・ルール地方で行われるプロジェクトでは、家電の自動制御や、実験参加者による電力の直接取引などが行われる予定だ。

(1) 家電の自動制御により、電力のピークタイムをずらす

「モデル・シティ・オブ・マンハイム (MOMA)」は、ドイツでスマートシティプロジェクト「E-energy」のひとつだ。「E-energy」では、再生可能エネルギーの利用率向上とCO2排出量削減のため、情報通信技術を利用してエネルギーの生産、供給、消費をリアルタイムに調整し、エネルギー供給を最適化することを目指している。経済・技術省、環境・自然保護・原子力安全省の傘下、08～12年までに1億4,000万ユーロの資金が投入され、企業、研究所、大学などの広い分野で共同研究が行うべく、国内6ヵ所の実証実験地域を選出した。MOMAは、ドイツで最も人口密度が高い産業都市での実験だ。

再生可能エネルギーの利用率向上のためには、エネルギー需要の分散化により、電力ピーク時と利用時間をずらすことが必要である。MOMAでは、実験対象の家庭に「エナジー・バトラー」という、家電と連動し「電力利用の手伝いをする」ための制御装置が設置される。「エナジー・バトラー」は、エネルギー消費量を可視化するスマートメーターとしての役割をする。電力料金体系はマンハイム市独自に設定され、気候条件による再生可能エネルギーの発電量の変動に従い、毎時間変動する。「エナジー・バトラー」は翌日までの時間ごとの電力料金を顧客に予告する。顧客は予告された料金を見ながら、「最も電力の安いときに指定した家電を動かす」などの行動を自動スイッチシステムにより制御することが出来る。例えば、通常なら夕食の直後に食器洗い機を利用するが、夕方から夜間にかけては電力のピーク時で、料金も最も高い。一方、生活上は翌朝までに食器が洗い終わってい

ば問題はない。そのため、「エナジー・バトラー」に「夜間の時間帯のうち、最も電力の安い時間に食器洗い機のスイッチを入れる」と入力することで、自動的に家電を制御し、電力ピークをずらすことが出来る。洗濯機やEVの充電などにも適用できるほか、ヒートポンプ、冷蔵庫なども、数時間のうち数十分動かしていれば適温を保てるため、応用することができる。

(2) 家庭で発電した電力の直接市場取引も可能

「ひとつひとつのエナジー・バトラーは、街全体のエネルギー管理を統括する中央ゲートウェイと接続し、現在街全体で電力が過剰であるか不足しているかを顧客が把握できる。また、管理側からも、顧客の消費行動の分析が可能」と、MOMA プロジェクトリーダーである公益会社、MVV Energy のトーマン博士は語る。09年10月に開始された同プロジェクトでは、フィージビリティ・スタディを経て、現在100世帯に「エナジー・バトラー」を取り付けている。顧客は家庭のエネルギー管理を行うほか、家庭で生産した再生可能エネルギーの余剰分を電力会社と直接取引して売ることが出来る。11年末には対象を1,500世帯に広げ、通年で実験を行う。

実証実験のために、独自に設定された電力料金体系を元に、実際の支払い額が変化するのも顧客にとって魅力だ。独自の料金体系に基づいた電気代をそのまま顧客に請求する形ではなく、実験前と比較して節電に成功した場合、数ユーロ電気代が安価になるという形で顧客のモチベーションを上げる。トーマン博士は「毎時間変化する料金体系を顧客に見せる一方で、実際の電気代に変化がないバーチャルの実験は顧客のモチベーションを妨げる」と説明する。一方で、実験参加者や参加候補者に対して、プロジェクト参加企業の担当者が直接手紙、訪問、セミナーなどを通じて実験の背景や再生可能エネルギーの将来像などを説明することが、顧客の節電行動を促すのに大きな意味を持つことも確かであるという。

(3) 電力の「生産者」と「消費者」の一体化を目指すライン・ルール地方

北東部のライン・ルール地方で推進されている E-energy プロジェクト「E-Dema」でも、顧客が家庭で生産した電力の余剰を電力会社と取引する市場の検証を行っている。顧客のひとりひとりが電力の「生産者 (producer)」であり「消費者 (consumer)」である、という意味で、顧客を「prosumer (プロシューマー)」と名づけた。電力の末端消費者が、電力生産者としても積極的に電力市場に参加することが目的である。

E-Dema でも MOMA と同じく、顧客と中央管理システムの情報伝達に焦点を当てている。技術開発を担うデュイスブルク大学のクロスト博士は「情報伝達の方法は①電力線搬送通信と②携帯電話による伝達。前者は既存の送電システムを使えるので、追加投資がいらぬ。ただ、伝達の距離が制限されるなど、技術的に制限される部分もある。後者はコールセンターや SMS メッセージの機能を利用する」と述べる。情報伝達のインターフェースはシーメンスが担い、単純に中央管理システムと繋がるものと、MOMA の「エナジー・バトラー」のように、家電制御を含む 2 タイプを作成する。12 年初めから、前者を 1,000 世帯に、後者を 100 世帯に取り付け、実証実験を開始する予定だ。

(4) スマートグリッドの規格基準の中心的役割を担うドイツ

MOMA、E-Dema を含む 6 つの E-energy プロジェクトは、基準作成、データ保護、ビジネスモデル構築などについて各プロジェクトの担当者が共同作業を行うと同時に、情報交換を行う。スマートグリッドの標準化のために、ICE、DKE などの標準化機関で各地域の技術開発者が中心的役割を果たすほか、消費者データ保護のために必要な規制や再生可能エネルギーに関する法律改正においても、E-energy のプロジェクトの情報が参考になるなど、広い効果がある。

経済技術省で E-energy を担当するブリックマン氏は「再生可能エネルギーを管理するためには、2 つの方法がある。ひとつは単純に、電力ネットワークを強化するために多大な投資をすること。もうひとつは、刷新的な ICT を使って賢く管理すること」と語る。全てのプロジェクトの実験が終了する 12 年以後に、EU レベルでのプロジェクト「E-energy future」を行うべく、調査も始められており、今後もドイツは、欧州で展開されるスマートグリッドの中心的役割を担うと考えられる。

4. スペイン：風力発電の余剰分で 650 万台の EV に電力供給可能

風力発電が盛んなスペインでは、夜間に供給過多となる電力を利用することで、650 万台の電気自動車 (EV) に充電することが出来る。09 年より EV 普及促進計画「Plan Movele」が始まり、14 年までに 25 万台の EV、プラグインハイブリッドの普及を目指している。商用 EV の発売を開始した日産自動車も、車体、インフラ双方の普及を狙い、多くの自治体での販売を予定し、インフラ設置のための協定を結び始めた。

(1) 風力発電の余剰により 650 万台の EV に充電可能

2010 年、スペインは自動車生産台数でフランスを抜き、欧州第 2 位となった。他方で景気の低迷により財政悪化が進み、失業率は 20%を超えている。雇用の維持・改善において、好調な自動車産業が重要なポジションを占め、EV に対する期待も高い。また、同国は対外エネルギー依存度が 77%と高く、90 年代末より電力固定価格買取 (FIT) 制度による再生可能エネルギー導入に取り組んできた。既存の風力発電インフラによる夜間余剰電力で 650 万台の EV への充電が潜在的に可能とされ、EV 普及が本格化すれば運輸部門での脱石油が見込まれる。

スペインでは、省エネおよびエネルギー効率化のための行動計画に基づき、09 年より EV 普及のためのパイロットプロジェクト「Plan Movele(EV 普及促進計画)」を実施している。実験都市はマドリード、バルセロナ、セビリアで、各自治州および地元企業が協力し、EV 車体の普及と、充電ポイントの設置を行う。将来的には、14 年までに EV とプラグインハイブリッドの 25 万台普及を目指す。

(2) 複雑な法規制のクリアと規格向上が焦点

「Plan Movele」のうち、マドリード市で進められる「Movele Madrid」では、一時期、財政悪化により充電ポイント設置の資金が枯渇したが、09 年 12 月にイベルドロラ、エンデサ、ガス・ナトゥラルーフェノサの大手電力 3 社、およびゼネコン大手 ASC の 4 社との契約に成功し、民間資金を利用することで、プロジェクトは再び軌道に乗った。12 年までの充電ポイント設置のための資金のうち、58%の資金が民間より拠出され、42%は、産業・観光・商務省傘下の省エネ多様化研究所(IDAE)からの資金で賄われる。13 年からはプロジェクト第 2 段階としての「MADEV (Madrid EV)」が始まり、充電ポイント設置に加え、EV 本体を普及させる予定だ。インセンティブも大規模で、EV、PHV の購入者は 5 年間公営駐車場の利用が無料となり、自動車税 (市税) は恒久的に 75%カットとなる。

【マドリード市の EV 普及プロジェクトスケジュール】

プロジェクト名	時期	内容
MOVELE Madrid	09年12月	民間企業との協力を署名
	10年	低速充電器の導入のための準備、自動車会社や公共施設へのインタビュー等
	11年9月まで	280の低速充電器設置(40:道路、40:フリーパーキング、200:公共駐車場)
	12年末まで	民間のパートナー企業に低速充電器の毎日の利用状況についてフィードバックするための実証期間
「MADEV」(Madrid EV)	13年	充電ポイントのネットワーク管理についての検討(民間企業の公共入札になる予定)。低速充電ポイントを1,860カ所に、EVの普及台数を1,400台にする。
出所: 各種報道資料より		

充電器の設置において焦点となるのは、利用頻度や利用方法の検証とネットワーク管理の方法、設置場所、法規制のクリア、技術規格の改善などだ。充電器の設置場所に関しては、充電に 8～16 時間かかる低速充電器を公共道路脇に大量設置すると、路上駐車が許可されている場所を占拠することになる上、破壊行為などのリスクも高い。スペインや他南欧諸国では多くの方はアパートに住み、自分の駐車場を持たず、また駐車場付きのビルそのものが少ないことも充電場所の確保を困難にする。30 分ほどで充電出来る急速充電器の導入については、マドリード市の EV 普及プロジェクトマネージャーであるバラグア氏は「導入が進めば、迅速な充電により充電ポイントの数は少なく済み、解決出来る問題が多くある。ただ、マドリードでの設置は、現在日本とドイツを中心に争っている規格標準化の結論が出てからにする予定」と述べた。

法規制に関しては、スペインでは、充電器設置のための規制や法律をクリアするために、国、自治州、市町村の各階層、部署で調整を行わなければならない、時間がかかる。「MOVELE Madrid」のスケジュールも当初の予定より遅れた。充電料金に関しても、充電スタンド事業者や料金体系に関する法整備が始まったばかりであり、市はまだ EV 充電のための料金設定を行うことが出来ない。その結果、当面（11 年末の予定）まで、全ての充電スポットの利用を全て無料とせざるを得ず、これが結果的にインセンティブとなっている。

充電器の技術規格を改善するために、スペイン企業をはじめ、シーメンスなども含む 10 社以上の民間企業で構成される技術者グループが、全ての充電器の安全基準、コミュニケーションシステムなどをチェックし品質管理を行う。バラグア氏は「品質管理以前に、充電するコネクタの溝が浅すぎる、等という基本設計段階での欠如が実際に使用して初めて分かることも多く、企業にとってプロジェクトに参加するメリットが大きい」と語る。

(3) 普及拡大を狙う日産の取り組み

10年12月に世界初の量産モデルEV「リーフ」を発売した日産自動車は、スペインでの普及拡大を狙う。現在「Plan MOVELE」を含めた数都市と販売協定を結び、12年には北部のバスク、カタロニア、バルセロナなどに販売網を拡大、13年にはスペイン全土の販売店に置く予定だ。また、小型商用車のEV版をバルセロナ工場で製造する計画も立てている。

日産は、インフラ投資にも積極的だ。現在、国内全17自治州において、都市とその周辺地域にEVインフラを作る協定を結んでいる。特に、30分ほどでEV全体の80%を充電出来る急速充電器においては、トヨタ、三菱などと組んで、ドイツなどに対抗して国際標準化を進めている「CHademo規格」を普及させる思惑があり、マラガ、バルセロナでデータ取得、コネクタ適合などの実験も行う。日産バルセロナのEV普及担当者は「スペインは欧州のEVや関連インフラの投入において、最も積極的なデモンストレーションをしている国のひとつ。日産はEV普及に世界一アクティブで、バッテリー技術でも標準化のトップを走っている。スペインで実験をすることにより、日産が最もEVに興味があり、投資している企業だというプロモーションとなる」と語る。

(4) EV流通の遅れが最大の課題

充電インフラの開発が進む一方、EV市場は依然として小さい。マドリード市、日産バルセロナの担当者は共に「マーケットに存在するEVが非常に少ないことが普及の最大の課題」と口をそろえる。マドリード市のバラグア氏は「自動車メーカーからの供給台数が少なく、民間企業がEVに興味を示しても購入することが出来ない」と述べた。

EV普及には、自動車メーカー、建設関連会社、電力会社など関連各企業の思惑が絡む。「仮に自動車メーカーがEVを大量生産しないとすると、充電スタンド設置に関わる建設関連会社はインフラ投資に消極的となる。同様に売電とインフラ整備に携わる電力会社もリターン回収に時間がかかるとすると、投資に本腰を入れにくい」（日産バルセロナ担当者）。販売拡大、インフラ投資の双方において自動車メーカーは中核的な役割を果たすが、今のところ単独では限界があり、政策的主導なしでは難しいという。スペインでの本格的なEV普及にはまだ時間がかかりそうだが、スペインの石油依存率の高さと、余剰している風力発電の有効活用に繋がるEVの普及を後押しすることとなるだろう。

5. オランダ：官民一体で環境都市を目指すアムステルダム

オランダ・アムステルダム市では09年より「アムステルダム・スマートシティプロジェクト」が開始された。アムステルダム市や港、大学、交通機関などの協力の元、25年までに90年比CO₂の40%削減を目指し、スマートメーターの設置やスマートビルの建設の他、「電気船」の普及などユニークな取り組みも行っている。

(1) 官民一体型で「持続可能な」都市作りを目指す

アムステルダム市はEUの「3つの20」目標より意欲的な目標を掲げている。2015年までにアムステルダム市役所のCO₂排出量をゼロにし、25年までに市の最終エネルギー消費の20%を再生可能エネルギーに、90年比でCO₂排出量を40%削減することを目指す。09年には、この達成のために官民一体型のプロジェクト「アムステルダム・スマートシティプロジェクト（ASC）」が開始された。

ASCは、アムステルダム市、アムステルダム・イノベーション・モーター(AIM)¹と、電力会社のリアンダー社が中心に進める。住宅公団、アムステルダム港、大学、金融機関、ITベンダー、交通機関、廃棄物処理会社など多くの公共機関や民間企業の参加の元、エネルギー効率性及び再生可能エネルギーの利用率向上のための実証実験が、09年から15年間に渡って行われる。①持続可能な生活（スマートメーターによるエネルギーの可視化など）、②持続可能な労働（環境配慮型のオフィスビルの建設など）、③持続可能な運輸（電気船の普及など）、④持続可能な公共スペース（公共施設における再生可能エネルギーの利用）の4つの小区分に分かれており、その中で更に細分化されたプロジェクトが組まれている（表参照）。

¹アムステルダム市の政府機関。民間企業や大学研究者との交流を促進し、該当地域への投資を融資している。

区分	プロジェクト名	プロジェクト内容
持続可能な生活	オゾン・エナジー	北ホランド州(アムステルダム北部)で地域の分散型発電を行う
	グエーゼンウェルト	クウェーゼンウェルト(アムステルダム郊外)の一般家庭にスマートメーターを整備
	ウエスト・オレンジ	ウエスト・オレンジ地区500世帯にスマートメーター設置
	エネルギー管理・ハーレム	ハーレム地区の250世帯にエネルギー管理ツールを提供
持続可能な労働	デ・グロエネ・ポケット	グリーンベイ地区のクリーンビルの一つ。LED証明や絶縁ガラスなどが設置
	伊東タワー	照明、冷暖房などが効率的に利用されるスマートビル。日本人設計
	デ・バリエ	アート・シアターのある建物。スマートビル
	ゾイダス・ソーラー・チャレンジ	ゾイダス地区の企業を対象に3,000台のソーラーパネル設置
	市役所のオンラインモニタリング	市役所建物にエネルギーモニター完備
持続可能な運輸	シップ・トゥ・グリッド	電気船の充電スポット整備
	モエット・ワット	スマートメーターを利用したEVの効率的な充電方法の検証
持続可能な公共スペース	サン・スポット	再生可能エネルギーの発電機の公共スペースへの設置
	スマートスクール	小学校10校におけるCO2削減量競争
	ネモ	オランダ最大の化学博物館の屋根を利用した再生可能エネルギー発電システム
	気候道路 プール	ユトレヒト地区における省エネ取り組み プールにおけるエネルギー消費量削減

出所: アムステルダム・スマートシティプロジェクトHPより

(2) 市民への啓蒙活動が鍵

実際のプロジェクトでは、市民の環境意識を高めることが鍵となる。AIM のプログラムマネージャーであるバロン氏は「市民が自分達のエネルギー使用量を『意識』することから、実際に省エネのために『行動』を起こす道筋を作ることが我々の役目。面倒と思えば人々は行動をやめてしまうので、常に丁寧な対話を心がけることが必要」と語る。アムステルダム郊外のグエーゼンウェルトでは、各家庭に設置されたスマートメーターに、全エネルギー使用量に加えて、特定の家電の消費量を示す機能を付加した。

アムステルダム市特有のプロジェクトも多い。「15年までに市役所建物のCO2排出量をゼロに」の目標達成のため、11年中には同市役所の建物全てにエネルギーモニターと管理ツールが整備される予定だ。リアンダー社がモニタリング結果をインターネット上に公開し、一般にも情報が公開される見込みである。また、同市は運河が多い港湾都市で、以前よりディーゼルエンジンの排気ガス、騒音共に大きな問題だった。ASC の運輸部門では、ディーゼル船を「電気船」に置き換え、停泊中の電気船が充電出来るよう、70カ所以上に計154の船用充電器を設置した(写真参照)。また、市中心部のショッピング街であるユトレヒト

通りでは、04年に同地区の45店主が省エネ対策を実費で開始し、現在は90店にまで拡大している。全ての店にスマートメーターを設置し、使っていない家電や電気を自動で消す機能をもったスマート・プラグを整備する。また、通りやトラム停留所においては、省エネ照明を利用し、エネルギー源は太陽光とする、ゴミ収集車をEVにするなどの取り組みも行われている。

(充電中の船：写真)



小都市であるがゆえ、市議会、公共機関、企業等が連携を組みやすく、小回りが利くのはアムステルダムの強みだ。09年当時に定められたロードマップは一度頓挫しているが、プロジェクト進行は遅らせず、現在新たなものを策定している。

(3) 15年までにEVの1万台普及を目指す

ASCとは別に、市は、EV、自転車、公共交通機関などを対象に、汚染物質を排出しない交通システムの構築を目指した「アムステルダム・エレクトリック計画」を09年に開始している。EVに関しては、15年までに1万台、40年までに全ての自動車をEVにすることが目標だ。EV本体の普及と同時にインフラ投資にも力を入れ、現在200カ所取り付けている充電スタンドは、11年中に2,000カ所に拡大し、15年までに1マイルに1つ設置するとしている。

EVのシェア拡大のためには、まず、高額な車体コストを抑え、補助金を抑制することが必要だ。10年に購入したロシア製の小型車EVは、1台約4万5,000ユーロ（補助金1万5,000ユーロ含）だったが、11年に投入される日産リーフは3万2,000ユーロ（5,000ユーロ

ロ) と、大幅にコストダウンに成功した。11年には日産が 1,000 台、プジョーが 500 台の EV をアムステルダム市で販売する。EV 普及プロジェクトマネージャーのリンネンキャンプ氏は「日産リーフはポルトガル、英国に続いてオランダで販売となった。パリやベルリンよりも先に、アムステルダムが選ばれたことを誇りに思う」と語る。第 3 に、自治体や公共機関と企業との協力により、車体購入以外のインセンティブを取り入れる必要がある。アムステルダム市では駐車場数が少なく、申し込みから 7 年待つこともあるが、EV の購入者は待機なしで駐車場出来る他、駐車場利用料が 2 年間、充電が 1 年間無料となる。

(4) 充電スタンドの設置場所が課題

EV 普及においても、スマートメーターの設置と同じく、市民の環境意識に対する啓蒙活動が課題だ。11年にはタクシー、トラック、タンクローリーにも EV を投入する計画があるが、リンネンキャンプ氏は「例えば、タクシードライバーは、大気汚染にも地球環境を基準にして自動車を選ぼう、とは思わない。彼らに、タクシーを EV に変えるよう説得力のある説明をする必要がある」と語る。タクシー1台は普通車 20 台分、タンクローリー1台は普通車 150 台分と同じ CO2 削減効果がある。もし市に 3,000~4,000 台あるタクシーや、タンクローリーを全て電氣化出来たら、大気汚染改善に多大な貢献となる。

また、充電スタンドの設置にあたり、安全基準、価格、設置必要数や場所も課題だ。現在 200 ある充電スタンドは、道路と駐車場に半々ずつ設置している。スタンド数が増えたとき、多数の EV が夜間に道路で充電していれば交通問題に発展しかねず、市役所などの公共スペースは夜間充電出来ないなど、解決すべき問題点は多い。11年に駐車場と道路での充電器の使用頻度等を調べ、12年にビルや家庭にも応用する予定だ。ただ、リンネンキャンプ氏によると公共スペースより利用頻度が少ない家やアパートメントへの取り付けは電力会社との調整もあり、困難を伴うという。

アムステルダム・エレクトリック計画は、オランダのパイロットプロジェクトとして、大気汚染の解消だけでなく、関連業界の誘致も期待される。将来的にはアムステルダム近郊やロッテルダムにもプロジェクトを広げる予定だ。

6. スウェーデン：脱化石燃料のスマートシティ「ロイヤル・シーポート」計画

2030年までに自動車の化石燃料依存から脱却し、2050年までに国全体の温室効果ガスの排出量をゼロにすることを国家の中長期目標に掲げる中、首都ストックホルムでは「2030

年までに世界有数の未来都市にする」との目標のもと 30 件の都市再開発計画が進む。同市最大の都市計画で、スマートシティ構築をめざすロイヤル・シーポート計画を紹介する。

(1) 2030 年の完成が目標

ストックホルム市は人口 85 万人、周辺の自治体も含めると約 150 万人規模の都市であり、“北欧のベニス”と呼ばれる自然環境に恵まれた街だ。同市は、2030 年までにストックホルムを世界有数の未来都市にするという目標のもと、「ビジョン 2030」を掲げ、大小様々 30 ヶ所に上る都市開発整備計画を進めている。

その中でも最大の計画が、「ロイヤル・シーポート²」計画だ。市の中心から約 3 キロメートル東に位置する市の保有地に、最新鋭の国際港と環境に優しい 1 万戸の住居、3 万人分のオフィススペースを建設するというもの。元々、バルト海沿岸諸国向けの国際旅客航路の埠頭に面し、石油・ガスタンク基地として使われていた土地だ。開発対象面積は 236 ヘクタール。オフィス、商業地、住宅地として複合的に開発する計画で、複数のフェーズに分かれ、プロジェクト全体の完成は 2030 年となる。

² スウェーデン語の名称は「ノッラ・ユールゴーシュ・スターデン（動物園の北）」。英文名は元々同地域が王室保有地だったことにちなむ。

図1 ロイヤル・シーポート完成予想図の港湾部（抜粋）



（出所）ストックホルム市および Dynagraph AB

計画には、ストックホルム市のほかフォータム(電力、本社：フィンランドおよびスウェーデン)、ABB(重電)、エリクソン(通信機器、スウェーデン)、タリンク・シリヤライン (海運、エストニア)、ヴァーサ・クローナン (不動産、スウェーデン)、エンヴァック(ゴミ回収システム、スウェーデン)などが参加しており、計画の費用は、ストックホルム市、エネルギー庁、参加企業による出資等で賄われている。各種報道によれば、総予算は 500 億スウェーデン・クローナ(以下クローナ、1 クローナ=約 13 円)。このほか、米国クリントン財団 (クリントン元大統領の財団) の気候イニシアティブ・プログラムの 1 つに選ばれ、資金援助を受けている。

(2) 高い環境数値目標を設置

ロイヤル・シーポート計画の特徴は、次世代電力網 (スマートグリッド) を使った環境に優しいエコシティ、すなわちスマートシティの構築を目指している点だ。風力や太陽光、下水や廃棄物処理の過程で得られたエネルギーを住宅とオフィスの照明や暖房に活用する。電力網を構築するのはフォータムで、電源と蓄電池、住宅やオフィス、電気自動車や船舶、バス等を IT 技術を駆使したシステムでつなぎ、発電、送電、配電、消費者の各段階の電力需給情報を分析し、それに基づき電力量を調整する。さらに、従来であれば、年や月単位

だった電力料金体系を季節や時間、対象となる利用者に応じ細分化して設定する、つまり電力需要量の平準化につながるような料金体系を構築することで需給バランスを調節しようというものだ。需給調節のための大型エネルギー貯蔵装置の設置や電気自動車（EV）の充電時間帯調整なども検討されている。

ロイヤル・シーポートは、フィンランドやバルト三国など、バルト海沿岸諸国向けの各種船舶の寄港地となっている。これを整備し、バルト海交通のハブとして、船舶向けの充電設備を備えた環境に優しいエネルギー供給港とする計画だ。

区域内に建設する建物は、省エネ性や居住性を重視し、効率的なゴミ処理システムを設置する。居住性の重視の中には、職住接近ということも入っており、自転車、徒歩などの交通手段だけですべての必要な物品・サービスが入手可能であるべきというのが考え方の根底にある。

こうした環境への配慮を通じ、ロイヤル・シーポート以下の数値目標を掲げている。

- ①2020年までに1人当たりの二酸化炭素排出量を1.5トン未満にする。これは現在のスウェーデンの平均4.5トンの3分の1に相当する。
- ②気候変動による気象変化（降水量の増加など）に備えた都市を作る。特に港湾部分では温暖化による水位の上昇などに対応できるようにする。
- ③2030年までには、ロイヤル・シーポート全体で脱化石燃料化を実現する。ストックホルム市の目標である2050年を20年前倒しで達成する。
- ④区域内の住宅の1平方メートル当たりの年間エネルギー消費量を55kWh以内に抑える

(3) 2012年から入居開始

計画では現在、10年末から11年4月までの事前調査が完了し、都市計画の具体的なビジョンが作成されるところだ。100近くにのぼる石油・ガスタンクの解体・撤去作業は08年から進められているが、その最終移転先は11年中に正式決定される予定だ。撤去後は、土壌浄化、道路建設などインフラを整備した上で、住宅やオフィス街に生まれ変わる。なお、建築家のフェルディナンド・ボーベリが1815年頃に設計したタンクについては、外観を保存し、コンサートホール等の文化施設に転用する予定だという。

ロイヤル・シーポート地区は、① ヨートハーゲン、② ヴァッタハムネン、③フリーハムネン/ローウッデンの3地区からなるが、住宅は主に①ヨートハーゲン地区と③南ユールゴデンの旧石油・ガスタンク区域の一部、港湾地域は②ヴァッタハムネン地区と③フリーハムネン地区の一部、商業地域には②ヴァッタハムネン地区と③フリーハムネン地区

の一部は商業が充てられる。ヨートハーゲン地区の北部から最初の住宅が建設され、2011年4月に着工しており、2012年から入居が始まる。ロイヤル・シーポートでは年に500戸のペースで住宅が建設され2025年には1万戸に達する予定だ。商業地区には、証券取引所、海運会社、テレビ局などがすでにオフィスを構えており、さらにホテル、ショッピングセンターやレストランなどがオープンする予定だ。



(出所) ストックホルム市

(4) 住民入居後も実証実験を継続

2011年2月にフォータムのR&D担当のトーマス・ワル副社長にロイヤル・シーポート計画で同社の役割についてインタビューしたところ、再生可能エネルギー源やから得られる電力を電力網に統合するための様々なソリューションの開発、大規模なエネルギー貯蔵施設の建設、送配電網の柔軟性を向上させる技術開発などを挙げている。また、研究にはスマートヒーティングとも呼べる「効率の良い地域暖房」の研究も含まれているという。このほか、同副社長はハード面だけでなく、「住民入居後の電力消費パターンの調査・研究を通じ、環境に優しく効果的な料金制度の構築などに役立てたい」とソフト面の研究の重要性を強調した。

(2011年～2020年までのスケジュール)

2011年 最初の住宅(700戸)および第2段階住宅(1,200戸)の着工。

2012年 住民の入居開始

南ヴァッタハムネン港でのオフィス・商業用ビルの建設開始

2013年 乗客用ターミナルの完成

2014年 貨物港の完成

2015年 E20 欧州高速道路開通、トラム完成

南ヴァッタハムネン港でのオフィス・商業用ビルの入居開始

2016年 タンクを利用した後の施設完成

2018年 フリーハムネン港の住居とオフィスに入居開始

2020年 ローウッデン地区の住居、オフィスの建築開始

2030年 完成

7. デンマーク：風力発電の課題克服手段として電気自動車に期待

2020年までに総発電量に占める風力発電の比率を42%までに引き上げることを目標に掲げるデンマークにとって、電気自動車(EV)は単なる環境に優しい交通手段ではなく、風力発電特有の欠点である発電量の不安定さを克服する有力な手段と位置付けられている。

(1) 風力発電の負荷軽減手段として

政府は11年2月に発表した新エネルギー戦略の中で、2050年までに化石燃料(石炭、石油およびガス)依存から完全に脱却することを掲げ、代替エネルギー源として、風力発電が総発電量に占める割合を現在の20%から42%に引き上げるとしている。しかし、季節・時間帯・天候などによって発電量の変化が激しい風力発電の比率を高めることで生じる電力システムへの負荷をどう軽減するのかが課題となる。また、デンマークは早くから電力市場を自由化し、北欧諸国間で電力融通を活発に行っているが、それに伴い、電力網の混雑解消も課題となってきた。その有力な解決手段の1つとして電気自動車(EV)が期待されている。

風力発電では、通常、夜間に電力が過剰となる。その一方、個人所有のEVは概ね夜間に自宅で充電される。EVに夜間に充電することで余剰電力を有効利用することができる。EVを電力システムに組み込み、余剰電力を効率よく蓄えさせて電力網の負荷を軽減する、い

わば蓄電池のように使うことが期待されている。

(2) 自動車登録税の免除で EV に価格競争力

デンマークの自動車価格は欧州で最も高いが、これは新車登録税が 105~180%と極めて高いためだ³。EVの普及にあたっては、新車登録税の高さが有利に働きそうだ。政府はEV普及を目的として 07 年からEVに対して新車登録税を免除したが、その結果、EVとガソリン車の価格差がほとんどなくなった。免税期間は当初 12 年までだったが、10 年 2 月、政府は 15 年まで免税期間の延長を決定した。こうした背景から、政府や自治体、国内外の企業によるEV普及のための実証実験が盛んに行われている。

EV 普及のためには、充電インフラ整備が不可欠だ。現在、約 150 の充電スタンドが、商業地区、公共駐車場および道路脇に設置済みだが、実用化にはまだ足りない。エネルギー庁の作業部会が 11 年 1 月にまとめた報告書では、デンマークには 15 年までに約 1 万 5,000 台の EV が普及する見込みだが、そうなると 1,000~2,000 の充電スタンドが必要になるといふ。ちなみに、標準タイプ (6~9 時間かけて充電するタイプ) のスタンド設置費用は約 4 万~8 万デンマーク・クローネ(以下、クローネ。1 クローネは約 16 円)だ。

各種実証実験を国内全域に展開しているのが、世界各国で EV の販売、サービスを行っているベタープレイスとチューズ (Choos) EV だ。ともに、首都コペンハーゲンをはじめ、フレゼレクスベア、エーア島、フレゼリシア、ゲントフテなど地方自治体と提携して実施している。多くの自治体が、チューズ EV とベタープレイスのどちらかと提携しているが、中にはフレゼリクスンド市のように、EV 供給をチューズ EV と、充電スタンドの設置をベタープレイスに任せている市もある。

(3) ベタープレイスは 11 年から商用販売を開始

ベタープレイスは、カリフォルニア州で設立されたベンチャー企業だ。デンマークの電力会社ドング・エナジー及びビルノーと提携し、国内 30 以上の地方自治体に EV を提供し、充電設備を整備する一方、自治体によるインフラ整備に関し、計画・開発段階で助言するといった形で協力している。同社は 11 年末までに 60 カ所の充電スタンドを設置するほか、15~20 年頃までにデンマーク全土で 800 カ所の充電スタンドと 15~20 カ所程度のバッテリー交換ステーションを設置する計画で、ドング・エナジーと共同で充電網を管理するとい

³ (自動車登録税は車両価格に課税され、2011 年の場合、車両価格が 7 万 9,000 万クローネ以下の部分に 105%、それを超える部分に 180%課税される。

う。

同社の強みは、充電に要する時間の短さだ。充電する場合は標準 3~5 時間、急速 6~30 分、快速 10 分と短い。また、他社と異なり、バッテリー交換という選択肢があり、その場合、独自のクイックドロップ方式により 5 分以内に交換可能だ。

ベタープレイスは 11 年後半から商用販売を開始する予定だが、11 年 3 月に同社は料金体系と最初市場に投入する EV となるルノーと共同開発したフルエンス Z.E. を発表した。同車の価格は 20 万 5,000 クローネ（付加価値税など各種税込）とのことである。販売台数の目標はないが、ルノーは同社に 10 万台のフルエンス Z.E. を納入する。

(表) ベタープレイスの料金体系 (2011 年 3 月 3 日発表)

契約距離 年間走行距離	契約料/月	充電スタンド 設置費用	超過料金※ キロメートル当たり	初年度費用
キロメートル	クローネ	クローネ	クローネ	クローネ
~10,000	1,495	9,995	2.24	27,935
~15,000	1,695		1.70	30,335
~20,000	1,895		1.42	32,735
~30,000	2,495		1.25	39,935
30,000キロ超	2,995		-	45,935

(注) ※超過料金とは、契約距離数を超えた場合の 1 キロメートル当たり料金

上記料金には以下を含む：

- ・インテリジェントナビゲーションシステム、専用機器およびその利用料
- ・ベタープレイスの充電スタンド、バッテリー交換ステーションの利用料
- ・EV 用バッテリー
- ・24 時間体制サービス・サポート
- ・家庭用充電スタンドの設置費用

(出所) ベタープレイス・デンマーク

デンマークでの EV 普及の可能性について、同社の広報担当のリンネット氏に 11 年 2 月に聞いたところ、EV に対して新車登録税免税措置がとられており、同クラスのガソリン車とほぼ同価格で販売できること、風力発電の課題克服手段として顧客を説得できることを挙げ、ポジティブに評価している。また、ベタープレイス独自の強みは、EV の購入者は車を所有するが、バッテリーは同社からリースする形態のため、自動車価格が抑えられることと、バッテリー交換にも負担がないことだ。多くの人が充電時間の長さを嫌い EV の購入

に二の足を踏んでしまう中で、バッテリーそのものを交換するという選択肢があるというのは強みとなるという。

(4) チューズ EV は全国 2,400 家庭を対象に実証実験中

チューズ EV は、デンマークの大手電力会社南部エネルギー(Syd Energi) および、シーズ (Seas) NVE、ドイツ系レンタカー会社のジクスト (Sixt) ・デンマークから合計 3,000 万クロネの出資を得て 09 年に設立された。実験期間は 10 年 12 月から 2 年間。国内 30 自治体の 2,400 世帯を対象に無料で充電スタンド (標準タイプは 16A の CE 型コンセント 2 個を用いる壁掛け式でそれぞれ内蔵の継電器を備えたサーキットブレーカーで保護されている) を設置し、300 台の EV を 3 ヶ月にわたって貸し出す。

実験の目的は、家庭ごとの EV の使用ぶりについて分析・把握することで、利用者の反応、感覚を調査するだけでなく、心理面、社会面の影響等も調査対象となっている。同社の広報担当のアン・マーカ氏氏が 11 年 2 月に語ったところによると、実験の結果、利用者の 80% が 1 日当たり 60 キロメートル以下の走行距離であり、EV の最大の欠点とされる走行距離の短さが日常的な自動車利用ではさほど問題にならないこと、利用者は毎日必ず充電しなくてもよいということが判明したという。

(5) スマートグリッドと EV の可能性を追求する EDISON プロジェクト

スマートグリッドと風力発電、EV の連携について、壮大な実証実験を行っているのが、EDISON プロジェクトだ。

E.D.I.S.O.N は、“Electric vehicles in a Distributed and Integrated market using Sustainable energy and Open Networks (持続可能エネルギーおよびオープンネットワークを用いた、分散市場および統合市場における EV)” の略で、国内の自動車全体に占める EV の比率を 10%まで高めることを目標に、スマートグリッド電力網の中で、再生可能エネルギーの安定的な供給方法、EV の提供・充電方法やインテリジェント・システムの開発、課金・決済のなどに必要なインフラ等を調査し、実証実験を通じ検証することを目的としている。同プロジェクトの最大の特徴は、EV をスマートグリッド電力網の中で、電力負荷平準化の手段として機能できるかどうか、電力網から電気自動車への充電にとどまらず、電気自動車から電力網への送電を行うことに伴う様々なデータを収集し、研究の対象としていることだ。また、同プロジェクト最大の実証実験として、バルト海のボーンホルム島全体にスマートグリッド網を構築し、風力発電による余剰エネルギーを EV に蓄え、そ

れを電力網に戻す実証実験を実施している。

計画の予算は約 4,900 万クローネ。うち 3,300 万クローネは政府のエコ発電研究基金 (ForskEL プログラム) から提供されている。同プロジェクトは 2009 年 2 月に設立され、エネルギーネット (送電事業者)、ドング・エナジー、エストクラフト (電力、Oestkraft)、デンマーク工科大学、EURISCO (研究開発会社)、デンマーク・エネルギー協会、シーメンス、IBM などが参加し、8 作業グループに分かれて研究・実験を進めている。

EDISON プロジェクトの責任者であるデンマーク・エネルギー協会のクリステンセン氏に 11 年 2 月にインタビューしたところ、実験を通じ、利用者の平均的な走行距離や充電時間帯、行動パターンなども分析しているという。そこから得られる情報は、利用者に付与する合理的なインセンティブ構築には不可欠だともいう。また同時に、プロジェクト全体を通じ、EV の充電ネットワーク、商用化、異なるエネルギー技術の最適な相互の活用といった課題に関する研究データを収集することで、将来の技術の輸出にも可能性が見出せるとしている。また、デンマーク政府や企業がこの分野に「ファーストムーバー(最初に着手した事業者)」として、かかわることが、ビジネス上の優位性につながるとの考えが根底にある。今後、スマートグリッドや EV 関連に関する国際的な規格・基準などが定められていくことになるが、「その決定にデンマークとして積極的に関与し、どこかの企業に独占されることなく、オープンな形で決まっていくようにしていくことが必要だと考えている」とクリステンセン氏は述べた。

8. スイス：地方分権が電気自動車普及の障害になる可能性も

観光立国・スイスでは、電気自動車 (EV) は環境に優しい輸送手段として早くから認められており、充電スタンドの設置も進んでいる。しかし、EV の本格普及には進んだ地方分権制度が障害となりそうだ

(1) EV 普及のためのインセンティブは州ごとに様々

スイスでは、電気自動車 (EV) は早くから環境に優しい乗り物として認められてきた。最も有名なのがイタリア国境に近い観光地・ツェルマットで、1931 年にはガソリン車の乗り入れを禁止し、1947 年には EV を導入、現在、町内全体で約 500 台が走行している。スイス全土には、700 ヶ所を超える充電スタンドが設置済みだ。92 年にエネルギー庁の予

算で、スイス電気自動車クラブが実施した「パーク・アンド・チャージ(Park & Charge)」計画で、スイス各地の公営駐車場、レストラン、ホテルなど顧客サービスの一環として、充電スタンドを設置したのがきっかけとなり、民間企業数社も追随する形で、各地に充電スタンドが設置された。

インフラ面の整備が順調に進んだのに対して、EV そのものはあまり普及していない。スイス電気自動車協会 (E-Mobile) によると、10 年末時点で登録済みの EV は 700 台、ハイブリッドカーの数も 1 万 7,100 台にとどまっている。普及の最大のネックとなっているのが EV の価格の高さと、供給量の少なさだ。価格については、補助金などのインセンティブで対応する方法が考えられるが、スイスでは伝統的に地方分権が進んでいることから、連邦レベルでの補助金制度を設けることは難しい。EV 普及の是非とインセンティブの付与は地方自治体の判断にゆだねられているからだ。

現在、多くの州で導入済みのインセンティブが EV を対象とした自動車税の減免措置だ。全 26 州のうち、24 州が何らかの形で自動車税を減免している。しかし、減免比率やその方法は州によって大きく異なっている。(表 1 参照)

表 1 各州 (カントン) の EV に対する自動車税の減免措置

自動車税の免税	州名
100%免税	ゾロトゥルン、ティチーノ、チューリヒ、ザンクト・ガレン(3年間※1)
60~80%減税	グラウビュンデン(※2)
50%減税	アッペンツェル・アウサーローデン、バーゼル・ラント、ベルン、ジュラ、ヌーシャテル、トウルガウ、ジュネーブ(※3)
20~50%免税	シュヴィーツ
30%減税	オブヴァルデン、ウリ
20%減税	バーゼル市、ルツェルン、ニトヴァルデン、ツーク
定額減税	シャフハウゼン(※4)、ヴォー(※5)、ヴァレー(※6)
減税なし、交通税免除	フリブール(3年間)、グラールス
減税なし	アールガウ、アッペンツェル・インナーローデン(※7)

- ※1 4年目からは50%減税。
- ※2 11年1月から2012年12月までの期間のみ。CO2排出量が140g/km以下の車両には60%、120g/km以下の車両には80%減税。
- ※3 CO2排出が121g/km以下の車両は自動車税50%減税、CO2排出が200g/km以上の車両は50%割増。
- ※4 モーター出力が30kW以下：120スイス・フラン/年、5kW以下：12スイス・フラン/年（1スイス・フランは約95円）。
- ※5 25スイス・フラン/年。
- ※6 モーター出力が10kWまで80スイス・フラン/年プラス5kW増えるごとに20スイス・フラン/年
- ※7 自動車減免の規定はないが、環境に特に優しい車と認定された場合、優遇措置あり。
（出所）連邦エネルギー庁資料「環境配慮車への各州自動車関連税（2011年2月）」
をもとにジェトロ作成

自動車税の減免のほかに、EV購入のインセンティブとなるのが、市による駐車料金の減額措置で、例えば、メンドリシオ市では、EVはすべての公共駐車場において無料で駐車することができる。テッシン市では、ほぼ全ての公共充電スタンドにEV専用の駐車場が併設されている。ルガ市とベリンゾーナ市では低燃費車であることの証明書付の車両は、駐車料金の減額が受けられる。

(2) 12年以降の新車のCO2排出量は130g/kmを目標に

スイス全体の環境・エネルギー政策は、連邦エネルギー庁が01年に発表した「エネルギー・スイス・プログラム」に基づいている。同プログラムは、目標としてエネルギー効率改善と再生可能エネルギーの利用促進、CO2排出量削減などを掲げている。発表当時は10年までの目標を掲げていたが、見直しを経て、20年までに①化石燃料エネルギーの消費量を10年比の20%削減する、②電力消費量の増加を10年比で5%増以内にとどめる、③再生エネルギー利用率を全体エネルギー消費量の50%まで拡大するという目標を掲げている。

この目標に基づき、スイス自動車工業会との協力のもと、「12年以降発売される乗用車のCO2排出量の上限を130g/kmとする」という目標を掲げている。個別の目標は、個々の輸入業者単位で達成が求められる。

(3) アルピック、2020年には72万台のEV需要があると予測

連邦政府はEV購買層の拡大に向けて州や保険会社の協力を得つつ、定期的に宣伝活動を実施する一方、販売技術向上のための販売業者への研修等を行うことを打ち出している。今後のスイスでの電気自動車の普及可能性について、09年7月に電力最大手アルピックが発表した“Vision2020”によれば、スイスでは2020年には都市近郊30キロ圏内に住む通勤者を中心として、自動車需要の約15%、72万台のEV需要があると推定している。また、スイスの全世帯(310万世帯)の21%にあたる65万世帯がEVの潜在的購入者になっている。同社では、こうした見通しを受けて、08年12月ルノー・日産と(アルピックの前身のエネルギー・ウェスト・スイスとして)、10年3月に三菱自動車のスイス販売法人と、日本規格の急速充電器の普及促進に向けた協定を締結している。

(4) 日産自動車と三菱自動車がアルピックと充電器設置促進に向けて協力

11年2月にジェトロ・ジュネーブが日産インターナショナルの真野仁志副社長に取材したところ、「EVの普及はガソリンエンジンにとって代わるものでビジネスモデルの転換が必要である。企業として、将来への布石として取り組んでいるが、社会全体を変える試みであり、自動車メーカー単独ではできない試みである。社会におけるEV関係のインフラ整備が必要」だとし、「インフラ整備と同時に、各国政府による補助金や減税措置、各種EVインセンティブが不可欠」と述べ、EVの普及に向けては、国としての取り組みの必要性を強調した。

市場としてのスイスについては、州の自治権が強く「中央政府主導ということがなく、国の中が多く州にわかれ、電力事業者も多数あり、さらには電力販売事業者が数多い(800社といわれる)」と指摘、「補助金や減税制度は、(国家としてEV導入推進の姿勢を明確にしている)ポルトガル、アイルランドなどと比べるとスイスではあまり充実していない」との見解を示している。実際、日産自動車は、ポルトガル、アイルランドは11年初から電気自動車の発売を開始済みだが、スイスについては11年下旬を予定している。