

スマートコミュニティの実現に向けた 課題と今後の展望に関する調査

平成 26 年 3 月

中国経済連合会

目 次

はじめに

第1章	エネルギーのネットワーク	1
第2章	スマートグリッド	8
第3章	スマートコミュニティの現状	19
第1節	スマートコミュニティ構築に向けた動き	19
第2節	次世代エネルギー・社会システム実証事業	22
(1)	横浜スマートシティプロジェクト	22
(2)	豊田市低炭素社会システム実証プロジェクト	30
(3)	けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト	44
(4)	北九州スマートコミュニティ創造事業	54
第3節	次世代エネルギー技術実証事業	64
(1)	鳥取市若葉台地区スマート・グリッド・タウン実証事業（鳥取県鳥取市）	64
(2)	防災と自給自足を目指した臨海型スマートコミュニティ（広島県福山市）	73
(3)	柏の葉スマートシティプロジェクト（千葉県柏市）	77
第4節	株式会社東芝のスマートコミュニティへの取り組み	85
第4章	スマートコミュニティの課題	91
第5章	中国地域におけるスマートコミュニティの展開のあり方	96
まとめ		100

はじめに

最近、スマートフォン、スマートメーター、スマートグリッド、スマートシティといったスマート〇〇〇〇という言葉を目にする機会が増えている。スマートとは、「賢い」という意味に訳すことができる。ただ「賢い」だけでは、あまりに抽象的であるから、「情報通信技術を利用して賢く使える」といった意味がふさわしいようだ。

さて、2011 年 3 月の東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故を契機に、発電所の稼働停止による全国的な電力需給の逼迫といった問題が発生した。また、震災と原子力発電所の事故は、国民の価値観やライフスタイルに大きな影響を与え、安定・安価なエネルギー供給のみならず、省エネ意識の醸成、環境への負荷の少ない再生可能エネルギーの導入拡大、災害に強い街づくりといったことに関心が高まっている。

このような社会状況の変化の中、急速に発展している情報通信技術を活用し、再生可能エネルギーを導入しつつ、エネルギーシステムのみならず、水道や交通など社会インフラを整備し、地域社会全体を最適化していくスマートコミュニティ構想の取組みが注目されている。

本調査は、主に経済産業省関連のスマートコミュニティ構想の実証事業の具体的な取組みについて、それぞれにどのような特徴があるのか、その取組みの現状と課題について整理するとともに、中国地域の地域特性に適合したプロジェクトのあり方を考察したものである。

第1章 エネルギーのネットワーク

1. ネットワーク

近年、インターネットが世界的に普及し、ネットワークを通じて、パソコンや携帯電話のような小型の端末にあらゆる情報が入ってくるようになった。ネットワークとは、直訳すれば網状の組織である。ネットワークを使った言葉には、コンピュータネットワーク、情報通信ネットワーク、人的ネットワーク、電力ネットワーク、ガスネットワーク、水道ネットワークなどがある。

コンピュータネットワーク、情報通信ネットワークなど情報を伝達するものが一般的によく使われており、電力ネットワークのような用語の使われ方はあまり一般的ではないようだ。コンピュータネットワークの場合、大型コンピュータは大量の情報を高速で処理し、短時間に計算結果を出し、また、パソコンなど小型のコンピュータは相互に連結・ネットワーク化して情報のやり取りができるようになっている。情報通信の場合、信号の伝達であり「微弱な電気エネルギー」の形で情報が伝達されている。

一方、電力ネットワーク、都市ガスのネットワークは、「膨大な量の電力やガスのエネルギー」を大型の供給設備から多数の需要家に送るシステムとなっている。近年、情報通信の場合、ダウンサイジングが進み、パソコンや携帯電話が広く普及した。それでは、大型コンピュータは不要になったのかというと、決してそうではない。パソコンは、膨大なデータ処理、大規模かつ高速な計算には、不向きである。大型コンピュータは、現代社会のインフラとして欠かすことのできないものとなっている。

情報通信ネットワークの世界においてパソコンや携帯電話が相互に連結してネットワーク化しているのと同様に、電力のネットワークについても、小規模かつ分散型のネットワークを形成する動きも出てきている。

2. グリッド (grid)

前述のように電力ネットワークという言葉は、あまり一般的ではない。むしろグリッド (grid) という言葉がよく使われている。20 世紀初頭、英国の電灯事業で活躍した C・H・マーズが送電網が地図上で焼き網 (gridiron) を上からかぶせたような形に見えることから、グリッドと名付けて呼ばれるようになったようである。

電気事業が成立したのは、19 世紀末で、当時は、まだ、そのようなグリッドと言え

るようなものではなかった。1882年9月、トーマス・アルバ・エジソン（1847～1931）は、ニューヨークのパール・ストリートで直流発電機を利用して、近隣の需要家に初めて配電を行った。その供給エリアは、2 km²程度と狭く、発電能力も小さく、システムも非常にシンプルなものであった。それは、まさに今で言う「地産地消」の「分散型電源」に他ならないものであった。最初は、電気の絶縁がうまくいかず、漏電などもトラブルも起こり、400個程度の電球が点灯したにとどまったといわれている。

エジソンの電気事業は、最初は赤字であったが、翌年には、電灯が1万個以上も売れ、またたく間に成長していった。しかし、現在の電力ネットワークに至るには、まだ多くの課題を抱えていた。絶縁の問題、直流配電システムから交流配電システムへの移行、高効率な蒸気タービン方式への転換などであった。

3. 電気事業のビジネスモデル

エジソンが始めた電気事業を、本格的にビジネスとして展開させたのが、英国人サミュエル・インサル（1859～1938）であった。インサルは、渡米し、最初は、エジソンに師事して電気事業について、あらゆる手法を学んでいた。しかし、インサルは、エジソンの直流発電設備による電灯事業に限界を感じ、シカゴ・コモンウェルス社に移り、独自のビジネスモデルを確立したのである。

インサルの経営戦略は、最低コストの発電事業会社になることであり、競争他社に追いつけられないほどの低コストを追求することであった。そのための具体的な電気事業のビジョンは、大きく3つの柱からなっていた。

①可能な限りネットワークを繋いで、あたかも蜘蛛の巣（web）のように大きくすることにより、需要を集約（aggregate）できれば、より安価な供給ができる。

②発電設備の規模を大きくすることで、発電コストが下がるということ、すなわち発電分野におけるスケールメリットを活用する。

③コストを下げるため規模を大きくする上での巨額の投資を必要とする産業となるため、安定的な経営のために、これを規制料金の地域独占企業とする。

インターネット発展の原動力となっているといわれる「メトカーフの法則」がある。ネットワークの価値は接続する参加者の数の 2 乗に比例し相乗効果で増大するという法則である。この考え方に似ており、「ネットワークを拡大して多くの需要家や変電所を繋いでいくほど相乗効果のメリットが生じる」というものである。

インサルは、電力の生産規模を拡大し、スケールメリットにより、利益を上げていったのである。また、同時に、電気事業の基本的な課題である「負荷率 (load factor)」に着目した。当時は、エジソンの開発した発電機を購入し、会社や工場で利用されていたが、実際に発電機を動かす時間は、1 日に数時間程度と極めて稼働率が低い状況であった。

彼は、自社のサービスに高い負荷率を実現することを目標とした。この目標を達成するために、価格を下げて、シカゴ市内で提供可能な地域に、需要家を集める戦略を実行した。また、生産コストを下げるために世界最大級の発電機の導入も行った。低価格戦略は見事に功を奏し、ますます多くの顧客を集め、更に安い価格で電力を提供できるようになった。こうして、シカゴ市内にある工場や会社で消費された電力の半分以上は、インサルの会社から提供されるまでにいった。

4. 負荷率 (load factor)

現代の日本の電力ネットワークは、広い地域をカバーしていることで、個々の需要家の需要の変動の影響が全体としては小さくなり、安定した設備計画・運用が可能となっている。「負荷率」という考え方は、電気事業に限らず、あらゆる設備型産業に共通した重要な概念であるといえる。最大電力に対する年平均需要電力を年負荷率というが、その値が大きいほど設備が有効利用されていることを示し、逆に小さいと未利用の発電設備が多いことになる。

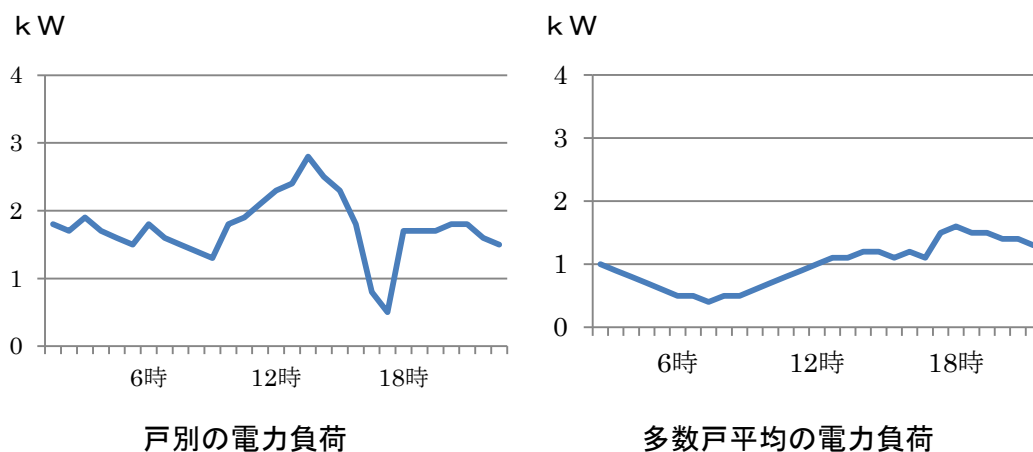
わが国の年負荷率は、62.5% (2010 年度時点) であり、欧米諸国の 60~70% 程度と比較して、あまり高い水準とは言えない。特に、近年、夏季の最大電力の尖鋭化などにより、年負荷率の低下が顕著になっている。そのため、最大需要時と最小需要時の格差の縮小を図る負荷平準化が電気事業の経営の大きな課題となっている。

また、電気は、「貯蔵できない」という特徴から、「負荷率」の向上は特に重要と考えられたのである。電気の貯蔵については、今日では揚水発電や蓄電池がその手段として

存在するが、それはあくまでも予備的な位置づけに過ぎない。経済的に成り立つ基本的な電気事業は、需要側と供給側の双方が一体となったシステムであり、「貯蔵できない」という特徴は変わらないといえる。

個々の住宅の負荷を多数合成すると、瞬時の負荷は急峻な変動ではなくなる。これは、多数の住宅やビルで電気設備のスイッチが同時に入る確率が極めて少ないためである。

図表. 電力負荷の平滑化



右側の図は、個別の需要が数百件集まると平均がこうなるというものを示したものである。住宅地区の電力負荷を一戸当たりの平均値で表したものである。一方、左側の図は個別の需要を表したものである。

エジソンが電気事業を始めた頃には、電気を使う需要家が少なかったため負荷率が低くかった。電気は、一部の金持ちが使う財であった。そこに、インサルのような電気をより安く、事業者には利益の上がる経営を目指す事業者が現れた。それは、負荷率を上げる努力が電気料金を安くでき、電気事業が事業として成功させるには「負荷率」というバロメーターが極めて重要であることが明らかとなったことによる。

電気事業においては、スケールメリットは、コストを下げる極めて重要な要因であるが、電気の利用状況や負荷の多様性、カバーするエリアの広さが問題となるといった特徴を掴んでおかなければならない。

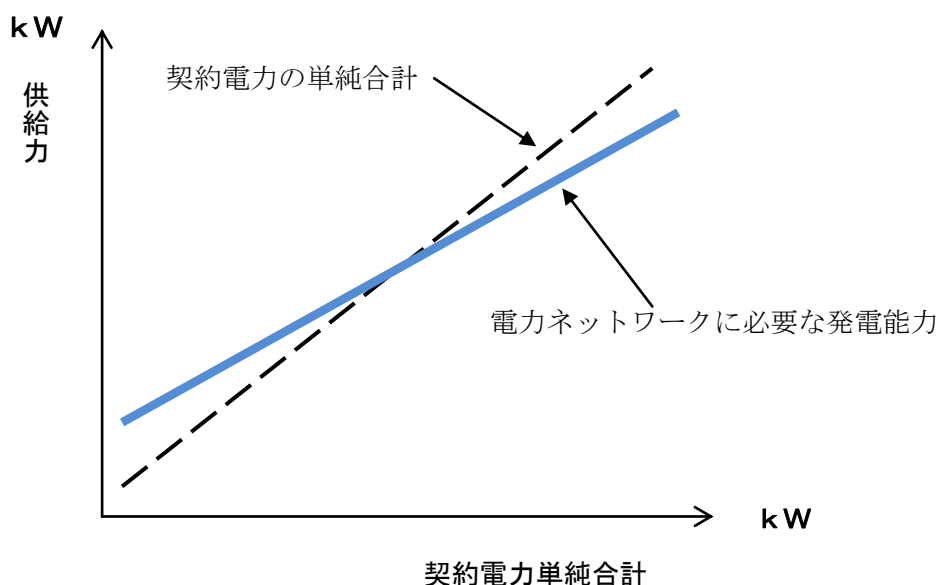
今日の電力ネットワークは、数多くの発電所が分散配置されている。電力ネットワー

クの負荷は分散した発電所が支えており、負荷の全体は複数の発電所の出力の合計に相当する。それは、一本の電線によって支えられているものではない。一つの発電所の能力は全体の負荷からすれば小さいので、瞬時需要のごく一部を分担するに過ぎない。発電所は、与えられた出力時間内に効率の高い条件で運転される。そのため、中には、夏の短い期間しか運転されない発電所や起動時には最大出力が出ないといったこともある。

小さなグリッドの場合、電源設備一つの出力を小さなものにしなければ、設備を最高効率で運転することは困難である。つまり、電力ネットワークが小さくなるのであるから、発電所も比例して小さくしなければならない。また、小さな電力ネットワークは、契約者数が少ないことから、同時にスイッチを入れる可能性が高くなる。そのため、契約電力を単純に合計した瞬時需要の発生を覚悟しなければならない。

小さなグリッドになるほどトラブルによる停止の可能性も高い。それだけ投資額が増え、電気の生産コストの増加につながり、電気料金が高くなる。

図表. 電力ネットワークの契約電力単純合計と必要な発電能力



このことから、小さなグリッドというものが、不特定多数の需要に応えることで、コスト的にかなり無理があることがわかる。大規模ネットワークを構成した方が更に経済性の面でメリットが出てくるのである。

5. 需要と供給の一致

前述のサミュエル・インサルのビジネスモデルで、重要な点が「需要と供給の一致」という電気の財としての特殊性に着眼した点にある。これは、「同時同量の原則」ともいわれる。電気は、消費財であるが、財の特性として在庫ができない。

インサルは、ネットワークにつながったすべての発電所からの電気をあたかも一つの大きなプールのように全体で共有し、そこから個別の需要家に電気を供給するという考え方であり、プールは大きいほど良いというものであった。彼は、それを「パワープール」と呼んだ。

「パワープール」の特徴は、そこに注がれる水量（発電量）とそこから流れ出す水量（消費電力量）がいつでも完全に一致し、常にその水位が変わらないことにある。この「需要と供給の一致」こそが、ビジネスモデルが成立する最大の必要条件となっているのである。ちなみに、プールの水位は、グリッドの周波数にあたる。

電気事業において「需要と供給の一致」を実現する方法は、需要のコントロールではなく、主として供給側の調整によって行われている。電力会社は、予め需要を想定し、それに見合った大規模発電所の運転を行い、需要に合わせているのである。この電力供給の指令を行っているのが、中央給電指令所である。

6. 電力自由化

20 世紀後半になって、電気事業について地域独占とするのではなく、自然独占性のあるネットワーク部門以外の発電・小売分野には競争を導入するという「電力自由化」の考え方が欧米諸国で取り入れられるようになった。発電分野と小売分野については、規制下に置くよりも競争下に置いた方が効率的だという考え方である。また、分散型電源の普及や既存の電気事業者以外の電気事業への参入促進もその背景にある。

しかし、太陽光や風力のような不安定な電力を、「需要と供給の一致」の原則に基づき、安定的に、巨大な電力システムの中に取り込んでいくには、送配電システムを常に最適に制御できる、いわゆる「スマート化」が不可欠である。現状では、再生可能エネルギー

一の発電量が少ないために、十分な制御が可能であるが、大量導入時にも、適切に制御できるシステムづくりが課題となってくる。

また、太陽光や風力は常時発電を行っているわけではなく、極端に言えば、ゼロの場合もあり、バックアップ電源が必要となってくる。バックアップを行う火力発電は、太陽光や風力がない場合と同じだけの設備量を維持しなければならない。そのことは設備利用率の低下を意味し、火力発電を保有する事業者の経営体質が脆弱化し、設備の維持や設備投資が困難となり、電力の安定供給に支障をきたすことになりかねない。

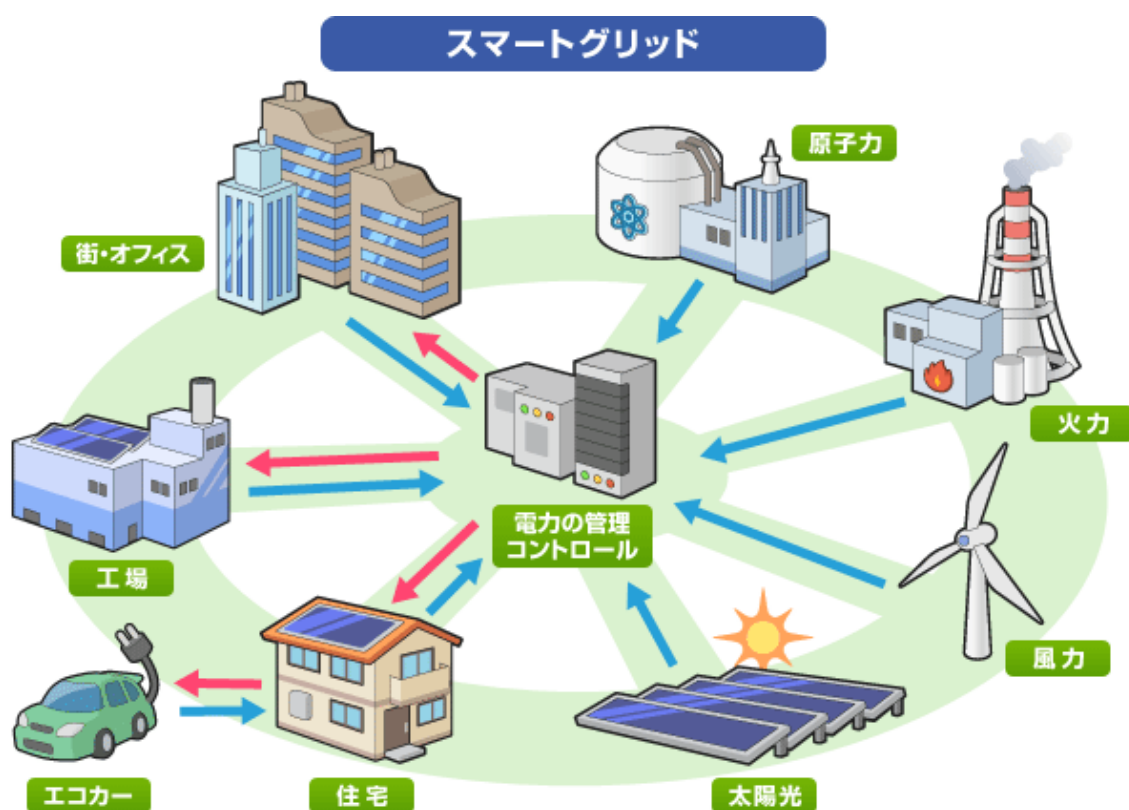
ネットワークにおけるスケールメリットの有効性については、決して否定されるものではなく、「パワープール」の考え方についても覆されたわけではない。地球温暖化対策や電源の多様化の面から分散型電源の普及は望ましいことであるが、エネルギーの安定・安価な供給こそが国民経済や産業の基盤であり、分散型電源の普及・拡大によって安定した電力供給が損なわれるようなことがあってはならない。

第2章 スマートグリッド

1. スマートグリッドの導入の経緯

スマートグリッドは、「賢い電力系統」「次世代送配電網」とも訳される。スマートグリッドは、一般的に供給側と需要側の両方からスマートメーターなどの高度な情報技術を活用して電力制御を行い、最適運用を可能とするシステムであると言われている。スマートグリッドの普及に当たっては、情報セキュリティの確保が重要な課題であり、更なる技術革新が期待されている。また、今後、この優れた技術の海外展開を進めるには、国際標準化への対応が不可欠となってくる。

スマートグリッドは、欧米における再生可能エネルギーの導入拡大に伴う電力系統の運用の高度化、電力インフラのトラブルを発端とした大停電の発生などを背景に生まれた言葉とも言われている。



（１）欧州におけるスマートグリッドの意義

欧州では、地球温暖化対策の一環から再生可能エネルギーの普及拡大が大きな目標に掲げられ、1990年代の後半から風力発電の大量導入が進んだ。しかし、再生可能エネルギーは、供給安定性に乏しく、大量導入されれば、電力系統への悪影響が懸念されていた。そのことから2005年、EU委員会では技術開発の枠組みの中で最初に「スマートグリッド」という言葉が登場している。

そこに2006年11月14日、欧州で広域にわたって大停電が発生し、11カ国の約1千万人に影響が生じた。その原因としては、ドイツなどの風力発電設備からの系統内潮流が十分に把握できず、国家間電力取引の計画と実績が大きく乖離し、事故時の一斉解列（発電機を系統から切り離し、送電を停止すること）により供給不足に陥ったことがあげられている。

欧州は国を跨いで送電線でつながっており、複数の国と国の間で電力融通が可能となっている。かつて、欧州では電力の供給予備率が高く、再生可能エネルギーの出力変動を吸収することも可能であった。近年では電力自由化の進展に伴い競争力のない電源が淘汰され、一方、風力など再生可能エネルギーの大量導入が進んだ結果、必要な供給予備力の確保が困難となり、電力の安定供給に支障が生ずる可能性が指摘されている。

風力発電だけでなく、近年、太陽光発電も急速に普及が進んでおり、再生可能エネルギーの出力変動と電力需要をうまくマッチングさせるための系統技術の高度化が、欧州における「スマートグリッド」の大きな課題となっている。

（２）米国におけるスマートグリッドの意義

1980年代以降、米国では電力自由化の進展により、発送電一貫体制の電力会社のほか、卸発電会社、送電会社、配電会社など約3,000社の電気供給関係事業者が存在するといわれている。

1990年代、発送電分離の電力自由化がさらに進展し、発電所や送電線の建設など大型の設備投資ができにくい状況の中、IT産業などが好調で電力需要が増大し、十分な電力供給に余裕がなくなる状況となった。2001年にカリフォルニア州で電力不足が発生し、地域ごとの輪番停電にまで問題が進展し、電力危機の様相を呈した。その後、2003年にはニューヨークも巻き込む北米大停電が発生するまでに至った。

米国の電力会社は経営規模が小さく、送電線の維持に必要な十分な資金の投入ができ

ない状態であった。1990 年代の後半から始まった電力自由化によって、電力会社の経営はますます厳しい状況に置かれることになる。

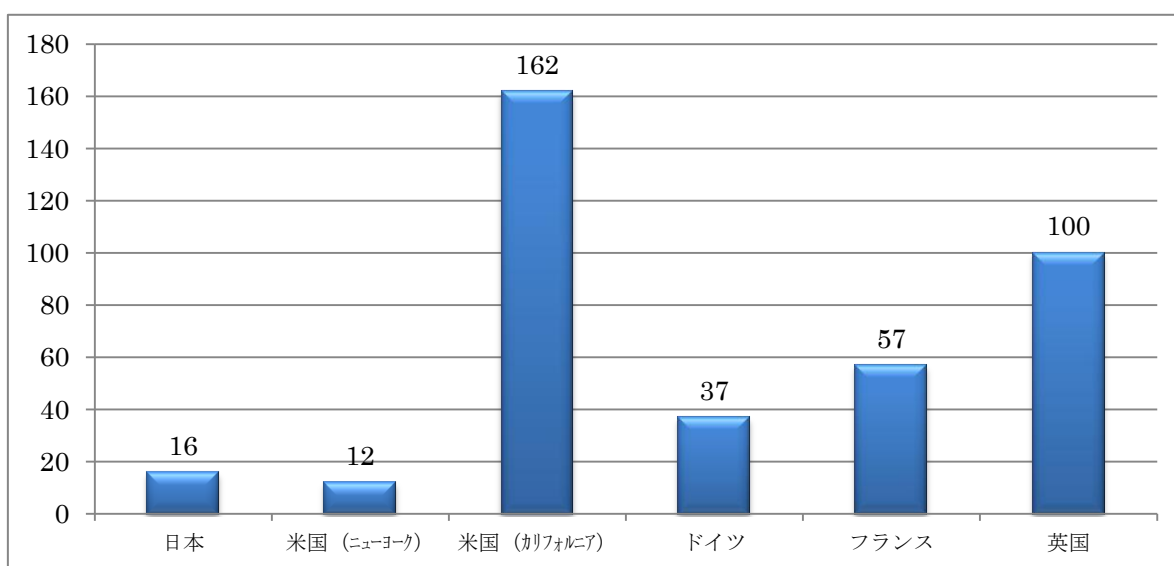
2005 年のエネルギー法の改正では、電力システムの強化が打ち出されたが、事態は好転しなかった。そのため、この電力供給のインフラ不足を、需要家の機器を含む配電ネットワークの運用制御の高度化によって補おうという考え方が出てくる。スマートメーターを導入し、電気の使用量を「見える化」し、消費者の電力使用量をコントロールすること、これが米国型のスマートグリッドの考え方である。

スマートグリッドは、その後、2008 年の大統領選挙でオバマ大統領のグリーンニューディール政策の優先項目として取り上げられることにもなった。

（３）日本におけるスマートグリッドの意義

日本の電力会社は、発送電をほぼ 1 社で提供する垂直統合型であり、電力供給の信頼度は世界最高水準といわれている。送電ネットワークについては、情報通信技術の活用による事故時の監視制御システムが導入されている。また、配電ネットワークについては、停電範囲の極小化のための自動化技術が導入されている。そのため、年間の停電時間の短さも世界最高の水準となっている。

（分） 図表. 1 軒あたりの年間事故停電時間の国際比較



資料：電気事業連合会

しかし、この高度に安定した系統技術については、電力供給力の想定がある程度可能な電力会社の自社電源が大部分を占めていることが前提となっている。2000 年頃から太陽光や風力など分散型電源が電力会社の系統に接続を希望するケースが増え始め、その対応をどうするかということから、「スマートグリッド」の必要性が議論されるようになった。

太陽光や風力などが大量に導入されると、発電側だけでの制御ではコントロールできないことになる。制御できない電力が大量に発生した場合、需要側を制御せざるを得ない。そこには、従来のピーク需要の抑制だけではなく、電気をより多く使ってもらう制御も必要となってくる。

考え方を変えれば、世界最高水準の電力系統技術があり、それに再生可能エネルギーの大量導入時においても品質の高い電力を安定的に供給できれば、世界的にも最も進んだスマートグリッドを作り上げられる可能性も秘めているのである。

（４）中国におけるスマートグリッド

中国では、近年、経済成長によりエネルギー需要の拡大が顕著となっている。中国は、西地域に水力や石炭火力発電所などの電源があり、これを何千 km もの長距離の送電線で東部の需要地に送っている。大気汚染や地球環境問題から太陽光や風力などの再生可能エネルギーの導入を積極的に進める政策を採っており、2020 年には再生可能エネルギーの総エネルギーに占める比率を 20% にまで引き上げる目標を掲げている。また、配電ネットワークが脆弱で一需要家当たり年平均 12 時間の停電があることも大きな問題となっている。

そのため、中国版のスマートグリッドの取組みが進められ、①送電ネットワークのデジタル化・自動化、②再生可能エネルギーの系統への統合、③多様な需要家向けサービスの導入、④電力および関連産業の質的向上などが大きな目標となっている。

以上のとおり、スマートグリッドの目指すところは、国によって異なる。多くの先進国で目指すところは、大規模停電のリスクの極小化を図る「系統高度化スマートグリッド」である。また、日本や欧州の一部が目指すのは、再生可能エネルギーの大量導入に備えた「再生可能エネルギー導入型スマートグリッド」である。中国等の新興国では、自国の電力インフラ整備や関連産業の発展も含めた「系統整備型スマートグリッド」を

目指していると考えられる。

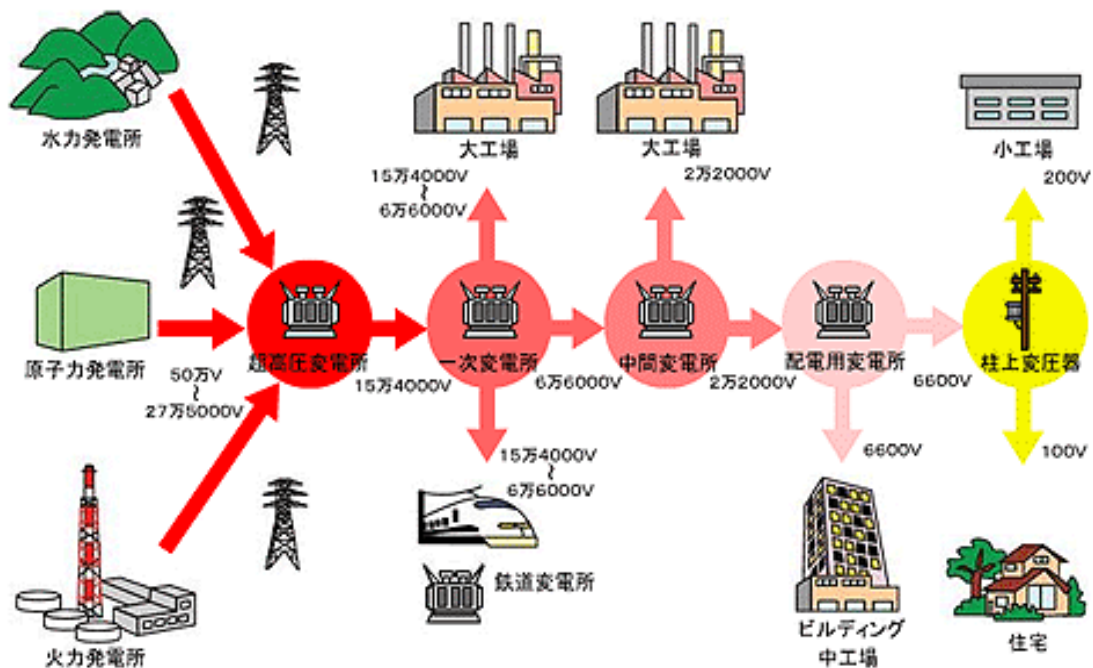
2. 送電・配電の仕組み

発電所で発電された電気は、低電圧・大電流の電気であり、これを発電所内の昇圧変圧器で昇圧してから送電線を経由して各地に送られている。これは、一定の電力を送る場合、高電圧で小電流の方が送電による電力損失が少なくなるためである。

電気は、需要地に近づくにつれて徐々に電圧を落としながら分岐されていく。市街地に入ると配電用変電所で 6,600 ボルトまで下げられ、ここから配電ネットワークに入っていく。配電ネットワークの配電線で住居の前まで運ばれ、電柱の柱上変圧器で 200 ボルトまたは 100 ボルトに電圧が下げられ、家庭内に入っていく。

電気の流れは、一方向にしか流れず、途中で隣の配電線ともつながっているが、連系用開閉器というスイッチがあって、常時オフとなっている。それが、配電線の事故時にスイッチオンとなり、バックアップとして隣の配電線から送電される仕組みとなっている。

図表. 一般的な電気の流れ



発電所から家庭のコンセントまで送られている電気は、交流で時間に対して一定の周期で電圧と電流がプラスとマイナスに変動する。交流の電気の品質は、電圧の安定、周波数の安定、電圧の波形、停電を起こさないという4つの条件が必要である。

電圧は、家庭用で100ボルトや200ボルトで示され、電気機器を利用する際の基準であり、もし100ボルトを上回る電圧になると電圧がかかっているところを保護している物質が破損しやすくなる。ショートして電気機器の外に電気が流れると人への感電、機器の損傷や火災の発生につながる。

周波数は、電圧のプラスとマイナスの間の振動回数で、交流の電気は電圧が一定の波となっており、東日本では50ヘルツ、西日本では60ヘルツとなっている。50ヘルツで1秒間に100回ゼロ点を通り、60ヘルツで120回通る。周波数が一定でない場合、モーターや発電機の回転数が変動し、機器の損傷を生ずる。

一般家庭にある電気機器にもモーターが入っているが、インバーターという電力変換装置が内蔵されているので、回転数が変わらないようになっている。一方、発電機の場合、電気を発生するとともに周波数を作り出している。その周波数が日本の場合、 ± 0.2 ヘルツの範囲内に抑えるように基準が設定されており、設定値を超えて周波数が変動した場合、発電機を系統から切り離す仕組みとなっている。

たとえば、送電線に事故が発生した場合、発電所から電力を送ることができなくなる。そのため、需給バランスが崩れ、周波数が低下していく。他の発電所から補充できなければ、周波数の回復は難しくなり、更に周波数の変動につながり、次々に発電所が系統から切り離され大停電の可能性も出てくる。このような大停電を未然に防ぐため、その地域のみ負荷を切り離し、部分停電をさせるようにしている。

わが国の場合、送電線事故が発生した場合でも、高度な情報通信システムを用いて、送電ネットワークシステムや配電ネットワークシステムが自動化されている。そのため、自動的に事故部分が切り離され、事故が消滅すると復帰して停電を最小限に抑えられるようになっている。

今後、太陽光発電などの導入が進んだ場合、配電線の電圧に支障をきたす可能性が出てくる。家庭に設置している太陽光発電から配電用変電所のある上流に向かって電気が流れることを逆潮流という。逆潮流が生ずると、配電線の末端で電圧が上昇し、ネットワークにつながる電気機器に様々な障害が出てくる。

また、電力需要の少ない軽負荷期に、供給が需要を上回って発電が行われると余剰電

力が発生する。余剰電力は周波数を上昇させ、発電設備が系統から切り離されることとなり、それが、大停電につながる可能性も出てくる。そのような場合、火力発電や水力発電の出力を下げるのが考えられるが、そのコントロールには限界がある。また、余剰電力を大容量の蓄電池に蓄電することが考えられるが、蓄電池の設置コストは、かなりの高コストで採算が合わない。そのため、現状では軽負荷期には、太陽光発電を停止するか、系統から切り離すといった措置を採らざるを得ないと考えられている。

3. スマートグリッド化した場合の構成要素

わが国において発電所から送電ネットワークまでの上流側について、電力会社は、自社のネットワークを中央給電指令所において運用している。また、電力各社の系統を連系する地域間連系線については、電力系統利用協議会（E S C J）が仕切りを行っている。電力の取引については、日本卸電力取引所（J E P X）で行われている。

送電線には、電圧や電流を測定するセンサーや遮断機（スイッチ）があつて、中央給電指令所や給電所と情報通信システムでつながっている。このセンサーやスイッチをまとめたもの「保護リレーシステム」と言われている。送電線の鉄塔の一番上部には架空地線（O P G W）という避雷線に光ファイバーが埋められており、高速データ通信で雷などによる事故をリアルタイムにチェックできる。このシステムにより、太陽光や風力の発電量の測定、揚水発電の運転、蓄電池の充放電の指令が可能となる。

スマートグリッドでは、この情報通信システムが送電ネットワークの運用において大きな役割を果たす。

欧州では、電力自由化の進展で発電、送電、配電が分離されており、上流部の送電ネットワークは、送電会社によって管理・運用されている。また、電力取引については、各国に卸電力取引所がある。米国については、送電ネットワークの運用を送電会社自身が行う場合と送電会社とは別に独立系の系統運用機関がいくつかの送電会社をまたいで行う場合がある。全米に電力取引所があつて、相対、先物といった取引を行っている。

欧米では、送電ネットワークにおいて、情報通信システムが十分に機能していない。また、欧州では、運用システムが各国で違うということが大きな課題となっている。

配電ネットワーク以下の下流部分の配電用変電所、配電線、柱上変圧器、引込線については従来どおりとなるが、小水力発電、小規模風力、中規模蓄電池などがスマートグ

リッドでは追加される。また、家庭においてはスマートメーター、太陽光発電、ヒートポンプ給湯器、燃料電池、電気自動車（EV）、プラグインハイブリット車（PHV）などが構成要素となる。

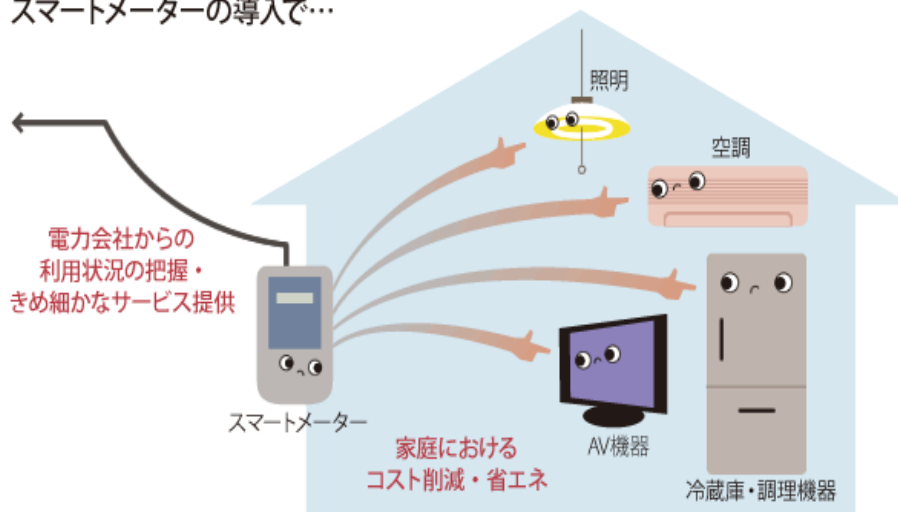
中でもスマートメーターは、双方向の通信機能を備えた電力メーターで、従来の計量システムではわからなかった 30 分単位での電力使用量や太陽光など自家発電からの逆流値データの把握が可能となる。スマートメーターは、スマートグリッドの構築にとって欠かすことのできない機器といわれ、顧客の細かいエネルギーの消費状況を把握できることで、リアルタイムに料金設定が可能となることから、従来にない省エネサービスなど新たなビジネス創出の可能性があるものと期待されている。

写真. スマートメーター（三菱電機製）



図表. スマートメーターの導入イメージ

スマートメーターの導入で…



4. エネルギー管理システムの開発

電力需給システムのスマート化は、家庭、ビル、工場、都市・地域という4つの階層において進められている。各階層のエネルギー管理システム（EMS：Energy Management System）は、それぞれ上位の地域EMSに接続され、最終的に電力系統EMSで統合されることによってスマートグリッドを構成する。

（１）スマートハウス

わが国の家庭部門のエネルギー消費量は、世帯当たりでは、1973年度に比べ2011年度は約1.3倍に増加している。これは、家電製品などのエネルギー消費効率が向上したものの、機器の大型化や多様化によるものである。従って、家庭部門の省エネルギーの推進は、大きな課題となっている。

家庭レベルでは、住宅全体のエネルギー消費状況をモニタリングし、自動的に最適制御が行われる。これがHEMSと呼ばれるものである。エネルギー効率を高めるとともに、需要家に対して省エネを喚起するためのパソコンやタブレット端末に消費電力の「見える化」システムが導入されている。

2011年7月には、わが国の主要な電機メーカーなど10社がHEMSの市場確立と普及を目的に「HEMSアライアンス」を立ち上げて共同して検討することになった。各戸に設置するコントローラーで家電機器の消費電力を集中制御し、太陽光発電や電気自動車の蓄電池を利用して消費電力を削減する仕組みを共同開発して、制御規格の統一を図り、業界標準の確立を目指すものとなっている。

（２）スマートビル、スマートファクトリー

事務所・ビル、商業施設、ホテル、病院等の業務部門のエネルギー消費量は、1990年度から2011年度の間に年率1.6%増の高い伸びを示している。これは、事務所や商業施設の延床面積が増加したことと、それに伴う空調・照明設備の増加、オフィスのOA化の進展や営業時間の増加等が大きな理由と考えられる。業務部門は、家庭部門と同様に、更なる省エネルギーが必要であり、建物の断熱強化、空調の高効率化、照明等の機器管理などの方策が考えられる。

スマートビルを実現するためには、情報技術を駆使して業務用ビル内のエネルギーを管理するBEMSの開発が必要である。照明、空調設備、IT機器など各種設備の使用

状況を把握し、制御することでビル内の快適な環境を維持しながら省エネを推進するものである。

スマートファクトリーの場合も同様であり、FEMSの開発が進められている。特に自動車や半導体などの工場では、電圧・周波数等の品質の均一で安定した電力供給が重視されており、FEMSの実用化が先行するものと考えられている。

(3) スマートシティ、スマートコミュニティ

スマートシティ、スマートコミュニティは、エネルギーの需給を高度にバランスさせることで温室効果ガスの排出量を減少させ、環境負荷の低い社会インフラが整備された次世代都市・地域を意味する。その実現には、地域エネルギー管理システム（CEMS：Community Energy Management System）の開発が必要となっている。

都市や地域内のマンション、商業施設、工場などの電力需要に関する情報をBEMS、FEMSと接続することにより収集し、分散型電源を導入し、夜間の電力貯蔵などを利用して系統からの電力供給の最適化制御を行うものである。

5. スマートコミュニティの意義

わが国の将来的な課題として、少子高齢化、経済の活性化、新産業の創造、低炭素社会の構築などが挙げられるが、それに加えて東日本大震災以降、電力などエネルギーの安定供給、非常時・災害時の対応の必要性が論じられるようになり、エネルギーとICTを使って、これらの諸課題の解決の方向性として、スマートコミュニティという地域エリアでの取組みが有効であるとの考え方が出てきた。

スマートグリッドのような新しい電力制御技術とICTを組み合わせた電気の有効利用に加え、熱や未利用エネルギーも含めたエネルギー全体の需給体制の構築、地域の交通システムや市民のライフスタイルの変革まで幅広く含んだコミュニティ単位での次世代のエネルギー社会システムの考え方である。

スマートグリッドが、電力の供給側の視点に立ったインフラ整備であるのに対し、スマートコミュニティは、エネルギーの供給側と需要側の双方の視点に立った総合的なインフラ整備といえよう。

太陽光や風力といった再生可能エネルギーは、天候によって出力の変動があつて、電力系統の安定に悪影響を与えるという問題がかねてから指摘されており、再生可能エネ

ルギーが大量に導入された場合、余剰電力の発生が予想されることから、電気を貯めるメカニズムが必要となってくる。また、蓄電池の設置が進むと蓄電池の充電・放電のタイミングをいかに取るかが重要であり、そのコントロールシステムをコミュニティの中に設置していかななくてはならない。

一方、交通インフラにおいては、EV、PHVといった大容量蓄電池を搭載した次世代自動車の開発・導入が進められているが、温室効果ガスの削減だけでなく、蓄電池を利用した系統の安定化、災害時・非常時のバックアップ電源としての役割も期待されている。

コミュニティのインフラ整備に補助金や税金など公的資金による支援に依存しがちであるが、地域住民や民間企業の事業参画、民間資金の導入によるビジネスモデルの構築が求められるところである。

図表. スマートグリッドとスマートコミュニティの関係



第3章. スマートコミュニティの現状

第1節 スマートコミュニティ構築に向けた動き

2009 年 12 月，経済産業省の主導で電力，家電，自動車など 22 社が集まって，「スマートコミュニティ関連システムフォーラム」が設立された。さらにスマートグリッド，それを基にしたスマートシティやスマートタウンの展開戦略を検討する「次世代エネルギー社会システム協議会」も設置された。

2009 年度から国家プロジェクトとして，沖縄県宮古島において 4 MW の大規模太陽光発電，系統用蓄電池，住宅用太陽光発電，配電用蓄電池などと既設の大規模ディーゼル発電所が協調制御を行うことにより，安定供給ができる系統制御システムの開発・試験が行われている。

2010 年度予算で管理エリアを地域レベルに拡張し，地域のエネルギー需要を最適にコントロールするシステムを開発する地域エネルギーマネジメントシステム開発事業（スマートコミュニティ関連システム開発事業）に 11 億円が計上された。これは，地域全体の EMS，住宅・ビル内の EMS，EV の EMS の 3 つの基本要素に太陽光発電などの再生可能エネルギーや EV などエコカーの大量導入を可能とすることを目的としている。

2010 年 4 月，個別企業では難しい課題等について，官民一体となって対応することと民間の連携強化を目的に「スマートコミュニティ・アライアンス（JSCA：Japan Smart Community Alliance）」が設立された。電気・ガス，自動車，情報・通信，電気機器，建設，商社，自治体，大学など，多様な業種から多くの企業や組織が参加し，業界の垣根を越えた情報収集や情報提供を図ることを目的としている。具体的な活動としては，国際戦略，国際標準化，スマートハウス，スマートハウス・ビル，ロードマップといった各分野に WG を設置し，調査活動や提案活動を行っている。また，様々な国際機関との交流を活発に行っている。

2010 年 4 月から経済産業省では，具体的な展開として横浜市，豊田市，けいはんな学研都市，北九州市の全国で 4 地域を実証地域として選定し，次頁のとおり「次世代エネルギー・社会システム実証事業」を進めている。

これらの国内実証は，単なるエネルギーの有効利用という観点だけではなく，ユーザーに対して，どのようなサービスや付加価値を提供し，実行させ持続させていくのか，

そして次世代の社会システムとして機能するのかどうかを実証するというのが大きな特徴となっている。

図表. 次世代エネルギー・社会システム実証事業

実証地域	タイプ	特徴
横浜市	広域大都市型	広域な既成市街地にエネルギー管理システムを導入。サンプル数（４千世帯）が多く多様な仮説を実証可能。
豊田市	個別住宅型	67 戸において家電の自動制御。車載型蓄電池を家庭のエネルギー供給に役立てる。運転者に対して渋滞緩和の働きかけ。
けいはんな 学研都市	住宅団地型	新興住宅団地にエネルギー管理システムを導入。約 700 世帯を対象に、電力需給予測に基づき翌日の電力料金を変動させる料金体系を実施。
北九州市	特定供給エリア型	製鉄会社により電力供給が行われている区域において、50 事業所、230 世帯を対象に、電力料金を変動させる料金体系を実施。

2011 年度には「スマートコミュニティに係わる次世代の技術を実証する事業に対する助成事業（次世代エネルギー技術実証事業）」の公募が行われ、①三重大学、②ハウステンボス、③日立市、④大阪市、⑤水俣市、⑥鳥取市、⑦福山市の事業が採択された。また、2012 年度には⑧千葉県柏市、2013 年度は⑨大阪市の事業が採択されている。

「次世代エネルギー社会システム実証」が横浜市や豊田市など都市部や比較的大きな住宅地域を対象としているのに対し、この技術実証では、農山漁村やテーマパーク、大学キャンパスといった性格の異なる多様な地域での特定の技術に焦点をあてた実証となっている。

これらの実証については、直流送電による複数の住宅の連携、電気自動車を利用した電力輸送など、従来のスマートコミュニティの概念には当てはまらない新たな視点に立った技術実証が行われている。

図表. 次世代エネルギー技術実証事業

実証地域	モデル	特徴
三重大学	直流給電モデル	太陽光などの直流電源を直流のまま大学構内のコンビニに給電するシステムの実証。温度と湿度を別々に制御するデシカント型空調システムの実証。
ハウステンボス	エネルギー使用パターン分析オープンソフトの開発	職場等のエネルギー使用状況をセンサーで収集, 利用者の行動パターンから無駄を分析し, 改善提案を行うソフトウェアを開発し, 検証するとともにビジネス化を目指す。
日立市	E Vバスバッテリーの最適運用モデル	E Vバスの運行実証により, その事業化のポイントとなる蓄電池劣化を抑制するバス充電, 運行管理システムを構築。
大阪市	ごみ焼却熱最適利用モデル	ごみ焼却工場の廃熱をパイプラインを用いず, 需要家へ蓄熱槽搭載車両で輸送。最適な輸送管理システムを構築。
水俣市	農漁村型EMSモデル	コストダウンを図るため, ハウス栽培・カキ養殖用の筏に太陽光, 蓄電池を導入。
鳥取市	工場ー住宅におけるエネルギー融通システムモデル	スマートハウス, 植物工場, 菓子工場で蓄電池を共有・共用することでコミュニティ全体のコストを抑制。
福山市	船舶を活用した臨海・防災型EMSモデル	災害時の非常用電源として船舶内のディーゼル発電機からE Vへ給電し, E V経由で需要家に電力を給電するシステムの構築。
柏市	複合施設における電力融通モデル	ショッピングモール, オフィス, ホテル, 集合住宅の間の自営線による電力融通によりピークカットや省エネを実施。災害時に, 太陽光やN A S電池からの電力融通。
大阪市	E V・P H Vを活用した電力供給モデル	大阪ビジネスパークにおける企業所有のE V・P H Vを活用した電力供給システムに関する技術実証。

資料. 次世代エネルギー・社会システム協議会資料などより作成

第2節 次世代エネルギー・社会システム実証事業

次世代エネルギー・社会システム実証事業について、プロジェクトの概要、実証試験の内容、今後の展開などについてヒアリング調査を行った。

横浜スマートシティプロジェクト

(調査日：2013年7月25日)

※以下の内容の一部は、株式会社東芝からヒアリングしたものである。

横浜市は、人口約370万人の大都市であり、内陸は住宅地、JR横浜駅周辺には商業施設、臨海部には工場が集積している。ベイエリアを再開発し、みなとみらい地区として商業地区を形成し、1970～90年代には、内陸部に大規模ニュータウンが開発された。

1. YSCPの概要

横浜スマートシティプロジェクト（YSCP）は、市民、企業、横浜市の連携によりスマートシティモデルを構築し、その成果を全国・海外に展開する取組みであり、大規模都市として多様な地勢を持ち、大規模に実証実験を行うものである。EMSを階層的に束ねることで、EMS単位のエネルギー管理はもとより、システム全体として需要家サイドのエネルギーをマネジメントする。

EMSは、それぞれの環境に応じたエネルギーの「見える化」や管理を実現する。EMSには、戸建用HEMS、集合住宅用HEMS、BEMS、FEMSがある。オフィスビル用BEMSや商業施設用BEMSを束ね群により管理するのが、統合BEMSである。

これらに加え、次世代交通システムの核となるEVや充電ステーション、電力系統安定化に貢献する蓄電池SCADAなどをCEMSが集約し、コミュニティ全体でエネルギー管理の最適化を図る。

CEMSを中心としたEMS群の最適連携により、天候に左右される太陽光発電（PV）の出力変動を吸収するなど再生可能エネルギーを大量導入しやすいインフラを構築する。また、大規模なデマンドレスポンス（DR）実証にも取組み、需要家にインセンティブ付の電力使用制限依頼を送ることで、電力需要の抑制を促し、より低い社会コス

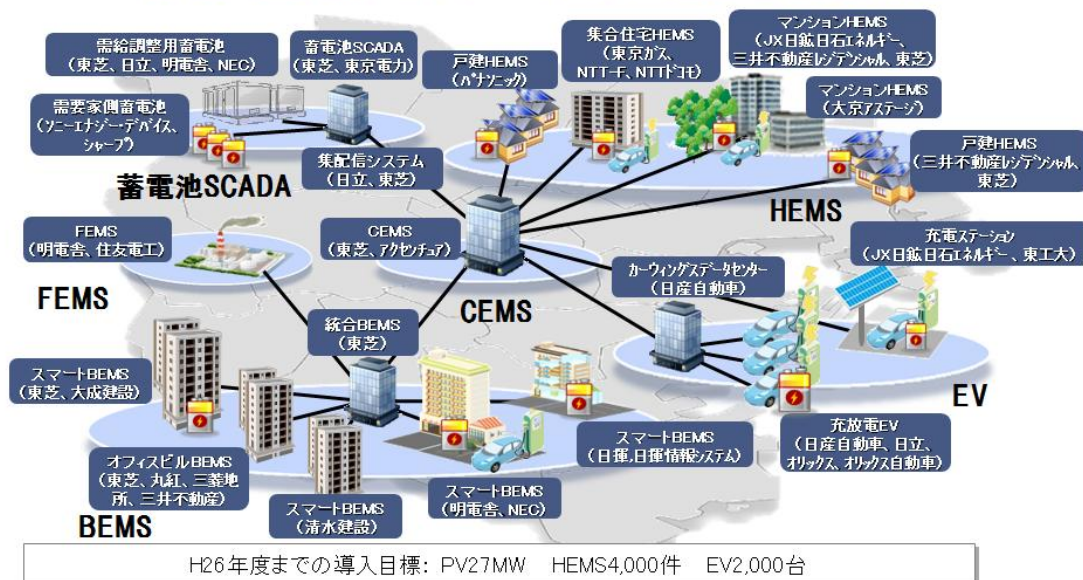
トによるCO₂削減を実現するほか、PV大量導入時の余剰電力を吸収するためのDRも実証しながら全体最適なエネルギーマネジメントを実現する。

図表. YSCPの構成図

実証事業の全体像(エネルギーマネジメントシステム)

快適かつ低炭素な都市の実現

“CEMSとHEMS・BEMS・FEMS・EV・蓄電池SCADAが連携し、大規模既成市街地を舞台にした、地域エネルギーマネジメントの開発・導入実証の実現”



2. 中心となる3つのエリア

2010年8月の横浜市のYSCPのマスタープランでは、中心となる3つのエリアについて、以下のとおりプロジェクトの特徴や方向性を示している。

①みなとみらい21エリア（人口約7千人、約3,600世帯）

このエリアは、既に地域冷暖房が導入されており、清掃工場廃熱を活用した蒸気ネットワーク、水循環と熱供給インフラを複合化した「次世代地域冷暖房」、「熱源水ネットワーク」を目指す。

超高層業務ビルにおいては、各ビルにBEMSを導入するとともに、統合BEMSによる既存・新規BEMSの群管理を行うことで、エネルギーの「見える化」を図るとともに熱・空調を含めた業務ビルのエネルギー管理の最適化を目指す。

交通システム面では、業務用EVのカーシェアリングと充電ステーションの設置、EV巡回バスの運行を推進し、環境負荷の少ないシステムの導入を行う。

②港北ニュータウン（人口約20万人、約75,000世帯）

1970年代の都市開発を契機に、丘陵地に広がるベッドタウンと駅前の商業施設の開発が進められてきた。このエリア特性を活かし、住宅リフォーム需要を取り込み、断熱改修・HEMS導入・住宅用PV導入等による低炭素リフォームの浸透を目指す。

駅前の商業施設においては、BEMSの導入や駐車場の充電ステーションを設置すること等によりスマートショッピングセンターの構築を目指す。

また、公共施設・公園等への再生可能エネルギーの導入や、駅前の地域冷暖房エリアにおける供給側および需要側の設備更新に合わせたBEMS導入、清掃工場廃熱を活用した高温廃熱の輸送および地域冷暖房システムとの連携なども行っていく。

③横浜グリーンバレーエリア（人口約21万人、約87,000世帯）

臨海部に住宅団地、産業団地、公共施設などがコンパクトに集まったエリアであり、一方で少子高齢化が進行している。そのため、産官学民の連携による地域経済の活性化と再生可能エネルギーや高効率機器の導入による団地のスマート化を推進する。また、ハード面のスマート化のみならず、市民・事業者の環境意識を醸成することにより、積極的な省エネ行動を浸透させ、低炭素型モデル地域を目指す。

3. エネルギーマネジメントシステム

（1）HEMS

HEMSは、三井不動産のパークホームズ大倉山で200世帯、JX日鉱日石エネルギーの社宅、大京アステージのマンション4棟、戸建ではパナソニックが実証試験を行っている。目標は4千世帯で、2013年6月末で2,500世帯が契約を行っている。そのうち1,900世帯がCEMSとつながっており、2013年7月から実証試験が行われている。

(2) BEMS

ビル群は、東芝の統合BEMSで束ねて管理されている。ビルの中に蓄電や蓄熱が入れているが、それぞれのビルで中身が違っている。指令によって、照明を切ったり空調を切ったりしており、それで全体のエネルギー需給状況を「見える化」している。2013年1月の実証試験では、目標の20%削減に対して平均17%の達成状況であった。中には20%を超える高い数値を示すビルもあった。

(3) FEMS

明電舎と住友電工が中心となっていて行われており、住友電工は大容量の※レドックス・フロー電池を導入し、工場や商業施設など大規模需要家のニーズに合わせて大規模蓄発電システムの実証試験を進めている。

※レドックス・フロー電池は、バナジウムなどのイオンの酸化還元反応を利用して充放電を行う蓄電池。長寿命でメンテナンスが容易であり、安全性も高い。不規則で変動の激しい充放電運転に適し、貯蔵電力量の正確な監視・制御が可能なおことから、夜間の余剰電力の活用や再生可能エネルギーの有効活用に適しているといわれている。

(4) CEMS

豊田市、けいはんな、北九州市でも進められており、横浜市を含めて4実証全体でデマンドレスポンス(DR)の標準化を進めるよう経済産業省の指導もあつて行われている。CEMSは、横浜市全体を包含するものでなく、横浜市の一部を管理するもので、運用センターに10人程度の人員が置かれている。CEMSにつながる個々の需要家のデータやHEMS全体の集計、総計も可能となっていて、需給のそれぞれが集約できるシステムとなっている。

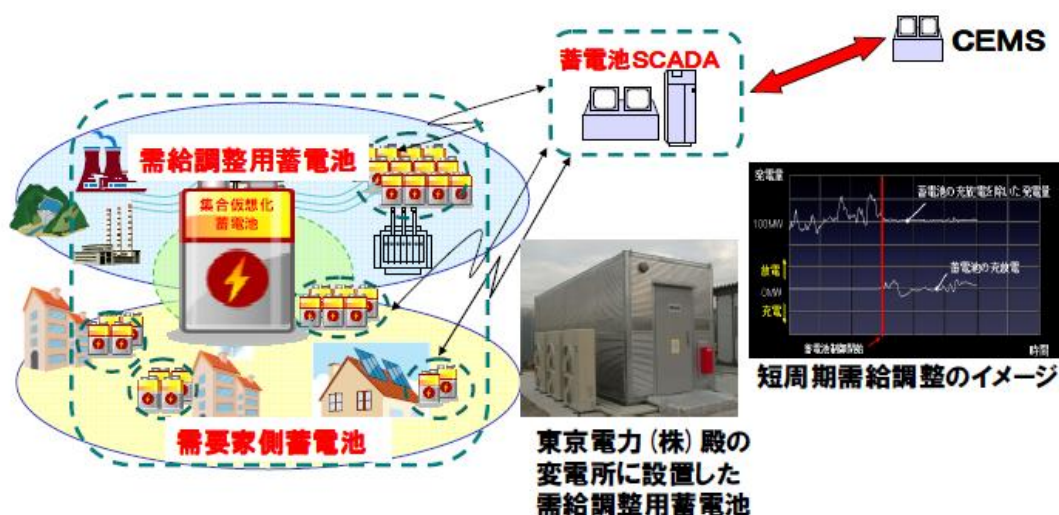
4. EV

日産自動車を中心に進められており、2,000台の目標で現在1,300~1,400台のEVが導入されている。それに加えて、充電ステーションの導入拡大も進められている。また、EVを使ったDRや効率的な充電方式の実証も行われているが、これについては、100台程度が実証用に使われている。

5. 蓄電池SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition:監視制御とデータ収集)

系統電力安定化に使用されるもので、P Vは周波数が振れやすいので、蓄電池を使って制御するものであり、東芝と東京電力が共同で実証を進めている。蓄電池SCADAは、P Vなどの大量導入によって系統の安定に影響が出ないように蓄電池による適正な運用を図るもので、東芝、日立、明電舎が 300kWh 位の需給調整用の蓄電池を取り付けて東京電力の綱島変電所の過去のデータももらって安定化の実証試験を行っている。

図表. 蓄電池SCADA



資料：株式会社 東芝

6. デマンド・レスポンス (DR)

HEMSの4,000世帯の募集は、横浜市が行った。HEMSの据付費用は、1世帯当たり15～16万円程度かかる。国から10万円、横浜市から5万円の補助金が出ている。横浜市からの5万円の補助金は、実証試験に参加するという条件でCEMSに登録してもらいDRの実証に参加してもらう。HEMSには、様々なパターンがあって、マンションもあれば一戸建てもある。当初、P Vを付けて実証に参加した家庭が1,200世帯もあった。そのためP Vを付けている家ばかりのDRであったが、これでは偏っているため、P VなしでのDRの参加も勧められている。

横浜市では、1,900世帯のDR実証のうち、HEMSの1,200世帯に東京電力がスマ

ートメーターを取り付けている。スマートメーターで収集した電力需要のデータは無線通信で宅内のHEMS機器に送信されている。

HEMSとBEMSの大きな違いは、HEMSは快適性であり、BEMSは効率性に重きを置いているところである。HEMSを設置している家庭に対して、電力需要を解析して、快適なエアコンの使い方や古くて効率の悪い家電製品の買い替えを勧めるといったアドバイスが行われている。

ビルについては、2013年1月に冬季の実証を実施し、2013年7月1日から夏季の実証が始まっている。この冬は、ビルの電力需要を減らしてもらった分にインセンティブを与え、家庭のピークに充当することになった。冬季は、気温が8℃以下になった時に電力使用量のピークとなる。明日、最高気温が8℃以下になると予想されるとき、DRを発行する。インセンティブとしては、削減率1kWhあたり10円を付与している。口頭によるヒアリングでは、60円/kWhだと実施したいという声があった。ビルの場合、コジェネが入っていて契約電力を超えないようにしている。夏はコジェネを動かしてピークカットを行っている。実証はスマートBEMS、既存のBEMS、何も入れていないビルとそれぞれのデータにより実証が行われている。

東芝のHEMSは、YSCPの専用ではなく、かつてから販売してきたものであり、DR対応にしたものである。例えば、エアコンの温度を事前に2℃上げるように設定している。電力需要のデータは、家庭の分電盤に機器を取り付けて測るようにしている。どこでどのように使われているかがわかり、パソコンで見えるようになっている。パナソニックはタブレット端末だが、東芝はネットで繋いでパソコンで見えるようにしている。

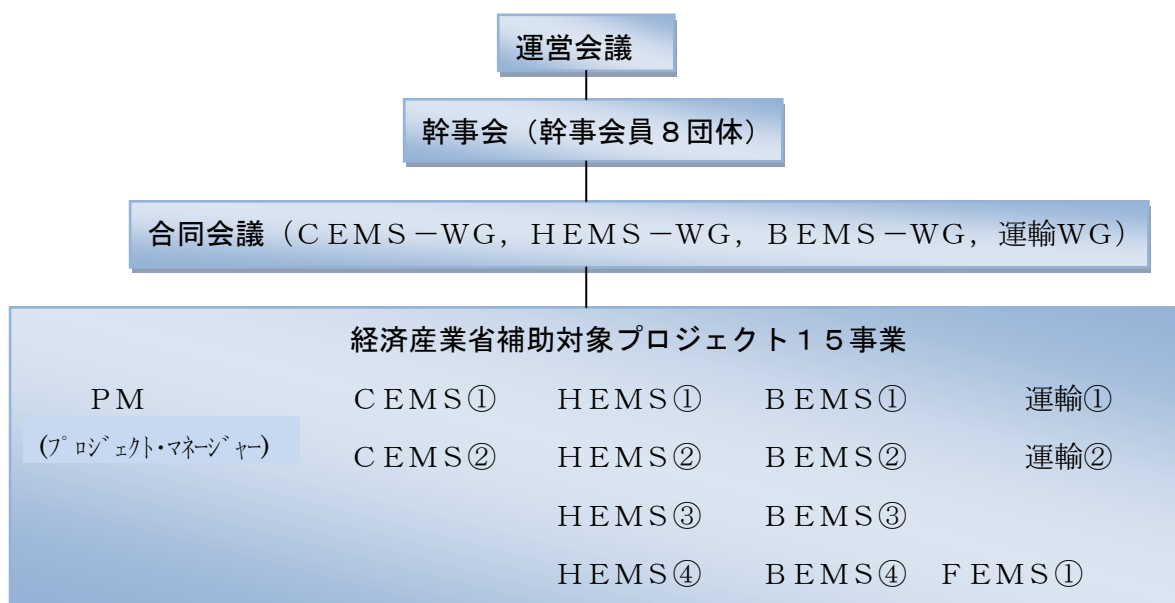
2013年7月から1,900世帯で始めた家庭用でのDR実証では、何もしていないグループ、ピーク時100円/kWhグループ、ピーク時60円/kWhグループの3つに分けて実証を行っている。この実証により、古いエアコンをたくさん付けている家庭に対し、新しい省エネタイプのエアコンを付けるようにアドバイスするといったことも考えられ、データによって需給状況が明らかになり、各需要家にふさわしい電力需給やエネルギーの有効利用の仕方についてアドバイスすることも可能となる。

7. 運営体制

YSCPは、35の企業・団体が参画し、経済産業省の15の補助事業を行っている。

運営体制は、運営会議の下に幹事会員 8 団体による幹事会があり、その下に合同会議がある。合同会議は、CEMS－WG、HEMS－WG、BEMS－WG、運輸－WGの 4 つのWGから成る。

図表：YSCPの運営体制



8. 導入目標

PVの導入目標は、27MWで2年前はかなり高い目標値であったが、FITの導入もあって達成して、現状では30MWを超えている。

図表. 導入目標と効果目標

項 目	内 容
導入目標 (2014 年度)	PV：27MW → 達成済 EV：2,000 台 HEMS：4,000 戸 → 現在 2,000 戸 BEMS・FEMSの導入床面積：85.4 万㎡
効果目標 (2014 年度)	CO ₂ 削減：32 千トン 21% (2005 年度比) ピークカット・シフト率：20%

資料：株式会社 東芝

9. YSCPの特長

(1) 大規模

アジアの新興国の都市の規模を考慮して、汎用的に展開できるソリューションを輸出する場合、YSCP型のような導入規模が大きく、大規模都市への適用が可能なものが望ましいと考えられる。

(2) スピード

迅速なスマートシティの導入ということで、成長の著しい新興国への展開を考慮した場合、速やかなスマートシティ構築は必須であり、設備の構築のみならず運用を含めた「都市一括ソリューション」として導入することや既存の都市インフラを最大限活用することにより、スマートシティの立ち上げスピードを高めることが必要となり、YSCPは進捗度合いも早い。

(3) 先進性

日本が誇る先進技術のみならず、安価な成熟技術との融合を図ることで、コストパフォーマンスと高品質を両立したスマートシティを目指している。また、都市インフラのみならず、市民のライフスタイルの変革を誘導することで、市民の生活を先進的なものに変えることでスマートシティへの変革を目指している。

(4) ユーザー満足度

スマートシティの市民が自ら参加し、エコを実現するソリューションでなければならない。そのために、利便性を損なわず、我慢しないエコの実現を目指している。住民の視点から民間企業や市民団体を中心に新規の取組みを行い、ユーザー満足と低炭素化の両立を目指している。

豊田市低炭素社会システム実証プロジェクト

(調査日：2013 年 7 月 11 日)

1. 豊田市の環境への取り組み

愛知県豊田市は人口約 42 万人、面積 918 k m²を有する地方中核都市である。自動車の製造を中心とする産業地域、公共施設や商業施設が集積する都市部、郊外に住宅地、さらに合併によって広大な森林地域を持つ日本を象徴する都市となった。車の町として急速に発展した豊田市であるが、道路の整備と郊外の住宅地の開発が進んだ。しかし、それは車社会での市民の足となる公共交通の衰退と大気汚染を始めとする自然環境への影響を招いた。その結果起きたのが地球温暖化に大きな影響を与えるCO₂排出量の増大である。

豊田市は国内でもいち早くCO₂問題への対策に取り組むこととなり、環境をマネジメントするための国際規格の認証取得や地球温暖化に対応するための行動計画を策定、続いて環境をテーマに取り組む総合計画を策定して多面的な街づくりを進めてきた。

2009 年、豊田市は国から環境モデル都市に選ばれ、CO₂を削減する低炭素社会の実現に向けて具体的な取り組みにチャレンジすることになった。

この低炭素社会を実現した姿がスマートコミュニティである。その取り組みは豊田市の特徴と強みである交通、産業、森林の3つの分野に情報発信の場としての都心、各分野の支えとして民生を加えた5つの分野に亘る。異なる5つの分野がハイブリッド、異質の要素が融合することで新たな価値を創出する。各分野で先進の環境技術を取り入れながら「ものづくり低炭素都市」として活力を生み出そうとしている。

2. 事業採択の経緯と構想の中での位置づけ

図表. 豊田市低炭素社会システム実証プロジェクトの取組経緯

2009 年	・「環境モデル都市」への選定を受け、5 ヶ年の環境モデル都市アクションプランを策定
	・豊田市の特徴「交通」「産業」「森林」の3分野に「民生」「都心」を加えた5つの分野を重点的な取り組みと位置づける。
	・「豊田市低炭素社会システム実証プロジェクト」の展開 ・豊田市と自動車・エネルギー・住宅・交通・流通など関連分野の先進企業・団体が協力して「豊田市低炭素社会システム実証推進協議会」を組織し、次世代の低炭素社会システムの構築に向けた実証を進める。
2010 年	・「次世代エネルギー・社会システム実証地域」の選定を受ける。 ～2014 年度
	・「家庭でのエネルギーの最適化」や「低炭素交通システム」の構築を目指し、環境モデル都市の「交通」と「民生」分野の取り組みを加速する。
2011 年	・地域活性化総合特区「次世代エネルギー・モビリティ創造特区」の指定を受ける。 ～2015 年度
	・規制緩和や税制・財政・金融上の支援措置が総合的に活用可能となる。

3. 低炭素社会モデル地区「とよた Ecoful Town」の概要

「とよた Ecoful Town」は豊田市が市民・企業とともに目指す次世代型の暮らしを体験する低炭素社会のモデル地区である。無理なく無駄のない快適なエコライフや新たな環境技術を広める拠点として 2012 年 5 月にオープンした。パビリオンの壁面，駐車場を中心に緑化が実施されており，癒しや憩い，断熱・防音などの効果が体感できる。エネルギーについては太陽光発電と蓄電池の設備を活用した再生可能エネルギーの地産地消状況が見られる。パビリオンの屋上には，96 枚の太陽光パネルが敷かれていて，約 20kW の発電能力を有している。発電したエネルギーは外にある蓄電池 7 基に充電される。蓄電池に貯めたエネルギーは ITS（高度道路交通システム）技術や充電器，パビリオンの照明等に使われている。天気が良い日には，40W の電球 370 個相当を発電

する能力がある。

パビリオンを出ると同じ敷地内には、実証中の技術が先行導入された、スマートハウス、水素ステーション、マルチ・モービル・ステーションなどの施設があり国内外から多数の見学者を受け入れ、実証事業の情報発信を行っている。

4. 実証事業の内容・特徴

(1) 家庭内でのエネルギー利用最適化

① HEMS

HEMSは、家の中のエネルギーを一元管理するシステムである。スマートハウスの中には、エネルギーをつくる太陽光パネル、一般の系統電力、エネルギーを貯めておく蓄電池、プラグインハイブリッド車や電気自動車にエネルギーを充電する充電スタンド、家の中にはエアコン・テレビといった省エネ家電などがある。

これらをHEMSで一元管理することによって、エネルギーがどこで、どのくらい使われているか、また、これから使うエネルギーはどこからのものを使えば一番効率が良いのかということも含めて、知らせることによって省エネ行動を支援するものである。

写真. エネルギーフロー状況の表示

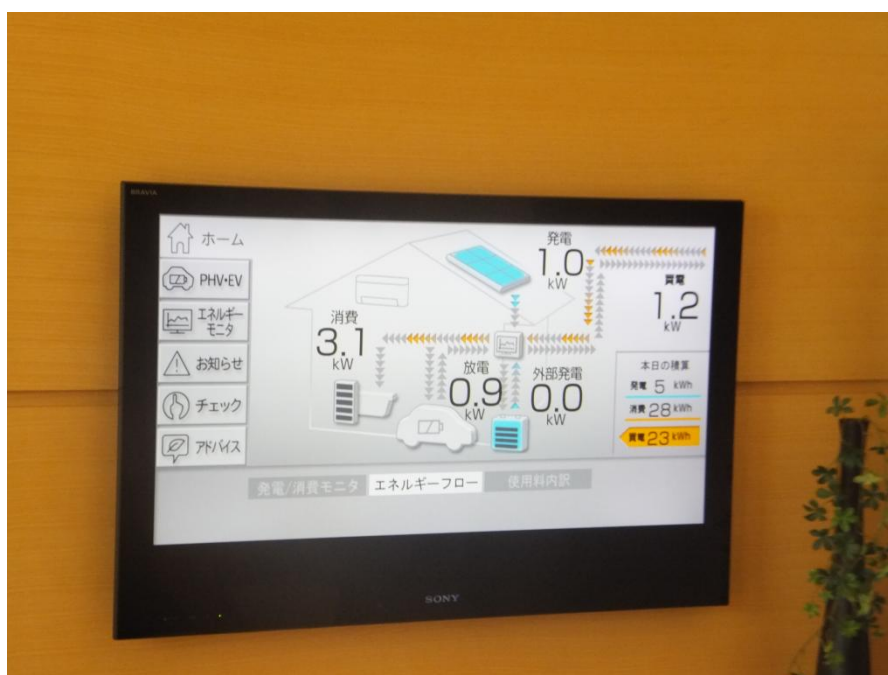
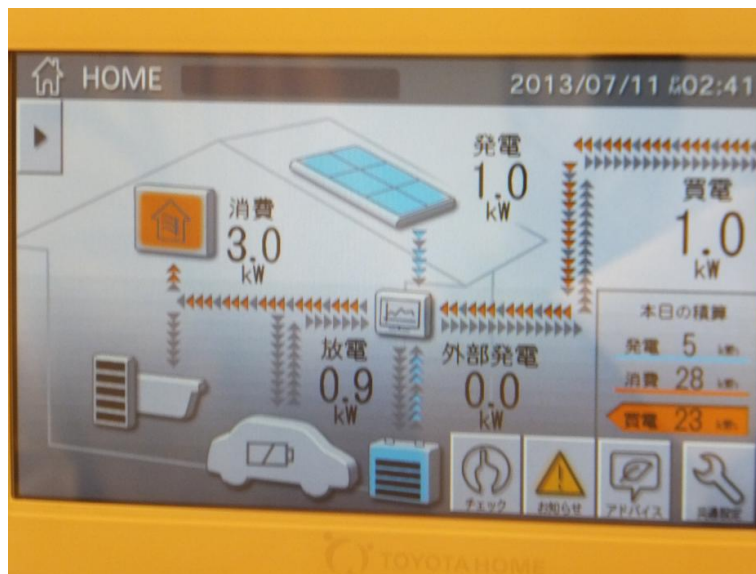


写真. HEMSモニター



② V2H (Vehicle to Home)

家庭の電力をPHV/EVに搭載されている蓄電池に充電するだけでなく、自動車搭載蓄電池の電力を家庭電力に供給するクルマと家庭の連携が、V2H (Vehicle to Home) である。V2Hでは蓄電池をクルマが走行するための動力源とするとともに、家庭で太陽光発電を使って発電した余剰電力を貯めておくバッファとして利用することで、余剰電力を家庭や地域内で無駄のないよう使い切れるようにすることを目指している。

写真. スマートハウス



写真. V2Hで双方向の電力のやり取り



（２）低炭素交通システムの構築

①※TDMSを活用した公共交通の利用促進(デマンドバスシステム)

豊田市の基幹バス「おいでんバス」に採用されているシステムは、呼び出し式のバスで、必要なときに必要な場所にバスが迎えに来るものである。豊田市内を走る「おいでんバス」は、エコフルタウンの横の道も通過していくが、エコフルタウンから乗車したい乗客はボタンを押すとパビリオンの玄関口までバスが迎えに来る。必要な時に必要な場所にバスが走ることによって省エネルギー、CO₂の削減に貢献する。

更に、バス位置情報提供サービスがある。豊田市の「おいでんバス」は、一台一台にGPS車載器を搭載している。今どこを走っているのか、また通常運行中なのか、何分遅れなのかということがスマートフォンや自宅のパソコンなどインターネットの繋がる環境であれば、利用者自身で確認が可能である。そのほかホームページからは市内移動の際の経路検索、中心市街地の駐車場の空き情報、また豊田市の幹線道路にはライブカメラが付いていて、幹線道路の混み状況なども同じホームページから見る事ができる。

※TDMS : Traffic Data Management System

写真. デマンドバスシステム



写真. バスの呼び出しシステム



② ITS（高度道路交通システム）実証実験

ITS技術は、ヒト・クルマ・道路をネットワークで繋ぐことにより交通問題・環境問題を解決する目的で作られた新しいシステムである。豊田市はこのITS技術を活用した街づくりを進めているが、エコフルタウンにおいても2つの方法でITS技術を使用している。

まず一つは、デマンドバスシステムにおけるパビリオン正面付近での車両進入の管理である。システムに登録済のバスが来ると、DSRC（無線通信）アンテナがETCの仕組みを利用してバスを認識し、道路を横切る形で設置されている円柱状の数本のボラード（クルマ止め）が自動で降下し、路面がフラットになることでバスの進入が可能となる。この時、道路面に埋設されているLEDライト（車線ライディングとバス停ライディング）が点灯し、バスの走行車線とバスの停車位置を示す。また、バスの進入時にはカメラで歩行者を感知し路面に埋め込まれた横断歩道のLEDライトを点灯させ、クルマ側には赤色で、歩行者側には白色で光ることにより信号の役割を果たしている（歩行者感知型歩行者信号システム）。

もう一つのITS技術は、障がい者専用の駐車場管理システムである。障がい者や高齢者、妊婦等が運転する車両が駐車場へ入庫する場合、専用スペースにライティングで誘導することができる。また、駐車場スペースに入ってきたクルマの車両ナンバーをカメラで読み取って、登録済の車両の場合には、路面の駐車枠に沿って埋め込まれたLEDライトが青く点灯し利用者を誘導する。登録されていないクルマが進入しようとする時LEDライトは赤く点灯し表示板で警告される。

駐車場にはEV・PHV充電スタンドが設置されており、パビリオンの屋上ソーラーパネルで発電し、蓄電池に貯められた電力を利用してEV・PHVへ充電している。ソーラーパネルは96枚、総発電能力は20kWである。充電スタンドは200Vの普通充電器である。蓄電池はリチウムイオンバッテリーで、1つ当たり4kWh蓄電できるものが7機、全体で28kWh蓄えておくことが可能である。ITSの機器などの電力として供給されている。普段は地面に固定し、設置されている蓄電池の一つ一つは、取り外して動かすことが可能で、非常・災害時に避難所の電力として使用することができる。

③ スマートモビリティパーク（マルチモービルステーション）

超小型電気自動車、電動アシスト自転車などパーソナルモビリティの貸し出しステ

ションである。

公共交通手段の一つとして、駅から先、バス停から先、もしくは施設間の移動に使われることを想定している。現在は予約制で試乗を受け付けているが、豊田市の北部にある中京大学においても実証実験が進んでいる。ステーションは大学構内に2カ所、最寄駅の愛知環状鉄道線貝津駅に1カ所、名鉄の浄水駅に1カ所の合計4カ所でカーシェアリングの実証実験が進んでいる。今秋からはステーションを豊田市駅中心に15～20カ所に増やして会員制でカーシェアリング実証がスタートする予定である。ステーションの敷地を囲む緑のフェンスには太陽光パネルが設置してあり、発電された電気は奥にある蓄電池に貯められ使用されている。

写真. スマートモビリティパーク



写真. 超小型電気自動車「コムス」



④ 次世代自動車の導入促進（P H V ・ E V ・ F C V など）

豊田市では、多様な交通手段の提供・連携により移動の低炭素化を実現するため、プラグインハイブリッド車（P H V）、電気自動車（E V）の導入促進に加えて、燃料電池車（F C V）、燃料電池バスなどの次世代自動車の開発・導入にも力を入れている。

燃料電池は、水素と酸素が反応し水が生成される時のエネルギーを直接電気に変える発電装置である。発電効率がE Vより良いのが特徴であるが、ほかにもF C VはE Vと比べて、1回の水素充填での走行距離が500 k m以上あり、E Vの100 k m～200 k mより長く、E Vが満充電まで急速充電でも20～30分かかるのに対し、F C Vの水素充填時間は3分程度と圧倒的に短いなど、優れている点が多い。

ただし、燃料電池そのものの価格が高く、水素ステーションについては、水素の貯蔵・搬送など実用化に向けたコスト面でのデメリットもある。

トヨタは、F C Vに蓄電池を搭載することで、急加速時の出力補助、回生ブレーキによる減速時のエネルギー回収などを行い、燃料電池の技術と蓄電池を使ったハイブリッド技術の融合により、電気と水素を組み合わせた次世代型のエネルギーシステムの構築を目指している。

写真. 水素ステーションと燃料電池バス



(3) 生活圏全体での行動支援(EDMS)

① EDMS (エネルギー・データ・マネジメント・システム)

EDMSは、コミュニティ全体でエネルギー利用の最適化を図り、地域全体の低炭素化を実現するシステムである。同一地域内における家や学校、コンビニエンスストアなどと車や電車などの交通を情報で結び、これらのエネルギー使用状況を収集するとともに、気候や消費者の行動予測をもとに、地域内に必要とされる電力需要量を推計してコミュニティ内で電力を融通し合うなど、最適な需給調整を行うことにより、エネルギーの地産地消を目指す。

また、地域内の太陽光発電での電力の創出や、蓄電池、PHV、EVへの充放電による電力の供給タイミングをコントロールすることで、地域全体の電力の平準化を行い、系統電力への負荷を軽減するスマートグリッドの技術を確立し、電力供給システムの低炭素化の実現を目指している。

② 「見える化」による省エネ、電源バランスを先読みした充放電

生活者は、EDMSがコントロールしているエネルギー使用状況などをパソコンやタブレット、スマートフォンを通して確認することができる。使用状況は数値やグラフなどで「見える化」され、さらに端末には数値だけではなく、エコな活動を無理なく自然に選択できるような様々な情報が提供され、よりエコな行動に関するポイント付与の状況についても「見える化」されている。

例えば翌日の天気が晴れになることが予想される場合、「今夜は深夜電力でPHVやEVの充電を行わず、明日の太陽光で充電したほうがお得です。」とアドバイスをし、翌日の太陽光で充電してから出かけるといった行動に誘導する。逆に雨などの予想がされた場合は、「明日は雨です。深夜電力で充電したほうが安心です。」とアドバイスをし、PHVや蓄電池に深夜電力で充電するように誘導する。

また、夏の暑い日に気温が上昇すると予想された場合など、冷房による電力需要が増加すると先読みを行う。この先読みの情報に基づき生活者の行動パターンに合わせて、事前に蓄電池に電力を蓄えておくなど電力需要をコントロールすることで生活の質を落とすことなく、エコライフを実現する。

生活者はEDMSからの様々な情報により、エコ行動を自然に選択することが可能となる。そして地域の環境活動や環境学習などへの参加により環境意識を高め、さらに、

これらのEDMSの行動支援にポイントを付与し、家庭単位でのエコランキングを示すことで地域のエコ活動の気運を高める。HEMSとEDMSの連携によって、コミュニティ内での電力を融通し合い、電力使用の集中化を避けることで、住民をより快適な低炭素社会へと導き、地域全体の電力の低炭素化を実現する。

③ DRとポイントインセンティブ

2013年1月から豊田市とその周辺の一般家庭160世帯を対象にしたデマンドレスポンス(DR)の実証が行われている。80世帯をDR対象住宅とし、残り80世帯を比較対照住宅として、DR対象住宅にタブレット型表示端末を無償配付している。電気使用量はインターネット経由で送信され、1時間ごとの使用状況をグラフで確認できる仕組みとなっている。そして、DR発動時には端末にDR要請が送信される。端末には、例えば「明日の午前9時～午後12時の間、電力料金単価が31.43円/kWhから110円/kWhに変動します。節電にご協力ください。」といったようにDR要請が表示される。メッセージを見る住民には、割高な料金単価での支払いを少しでも減らそうと節電したり、洗濯、掃除を他の時間帯に済ませるなど生活パターンを変革する行動が期待されている。

現時点では電気料金を変えることができないため、実証では料金単価の変更は擬似的に行い、独自のポイント制度に反映させている。具体的には通常の電気料金単価を1kWhあたり20円として、料金単価に10ポイント加算することで1kWhあたり10円とし、10ポイント差し引くことで1kWhあたり30円に設定する。擬似的ではあるが、設定した料金単価で計算したポイントは、電子マネー「楽天Edy」に変換して実際に現金として利用できる。

ポイント制度では貯まったポイントを経済価値に変える財源が課題であるが、本実証ではインセンティブで誘引したい方向と逆の行動を取った場合にマイナスポイントを付与することで住民に提供するポイントを減らす仕組みを導入した。これにより運用次第ではポイントの財源を少なくすることが可能となる。

本実証では、DR対象住宅に対して通常時の電気料金を割安に設定した「模擬料金メニュー」を適用し、割安料金単価と通常料金単価の差額のポイントをインセンティブとして世帯ごとにプールし、DR発動中の割高な料金単価での電力使用分は、そこから差し引かれる仕組みを採用している。

他地域のDR実証のポイント制度では、予め一定額のポイントをインセンティブとし

て先渡し、これよりDR発動時の電力使用分を差し引いているケースが多い。この場合、需要家はある程度まとまって先渡しされたポイントを減らすまいという意識が強く働く。そのため、実証結果が強めの省エネ効果として現れる。実際にDRを導入する時には、事前のポイント供与という仕組みは考えられにくいだけに、DR参加者に対し通常時の料金単価を割安にする方が、より実態に近い形でDRを実施し、実効性を見極めることができる。

(4) 商業・公共施設等エネルギー利用最適化(BEMS)

最近の商業施設は、便利さを提供するなかで24時間営業や多様な配送形態などエネルギーを多消費する傾向にある。豊田市では太陽光発電で発電したエネルギーを最大限に活用するための実証事業が行われている。全国で店舗数の多いコンビニエンスストアに着目し、商業施設に必要なロジスティクスを含めた蓄電複合システムを有効活用することにより、電気と熱のエネルギーマネジメントを行い、「エネルギーの地産地消」に向けたBEMSの実現を目指している。

例えば、24時間営業のコンビニエンスストアでは客数の少ない時間帯に洗浄するため、深夜にお湯を沸かしているという。深夜は安い電力料金で日中使用する電力を蓄える時間帯だが、深夜にお湯を沸かせば、深夜の安い電力を蓄えることができず、日中の高い電気を使用せざるを得ないケースも出てくる。そこでBEMSを使ってヒートポンプ給湯器の運転を制御することで、晴れた日中に太陽光発電によって貯湯できるようにしている。

また、ヒートポンプ給湯器等を直流で作動するように改良し、太陽光発電の直流を使用することで直流から交流に変換する時のエネルギーロスをなくし、効率的に行う工夫をしている。

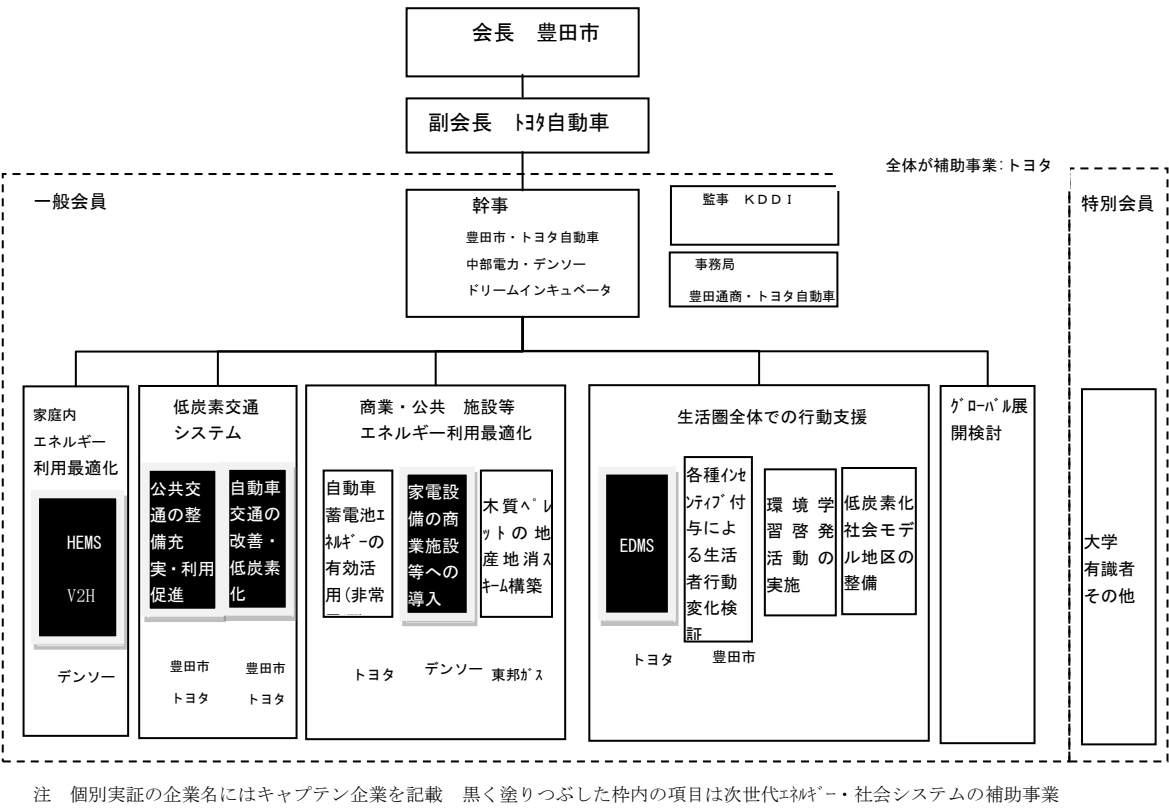
5. 実証の体制

本実証プロジェクトは、豊田市と自動車・エネルギー・住宅・交通・流通など関連分野の企業・団体が協力して組織され、2009年に結成された「豊田市低炭素社会システム実証推進協議会」により実証が進められている。

豊田市がプロジェクト全体の総合調整役、および複数の個別の実証事項のキャプテンとして主体となって実証を推進する役割を担い、実証に参画する企業は、複数の個別の

実証事業の実施主体として必要な技術開発，実証内容の推進・検証を行う。具体的な役割分担と「次世代エネルギー・社会システム実証事業」に関わる事業の体制は，下図のとおりである。

図表.「豊田市低炭素社会システム実証推進協議会」の体制図



資料：2011 年度および 2012 年度次世代エネルギー・社会システム実証事業成果報告(豊田市)を参考に作成

6. 次世代エネルギー・モビリティ創造特区（地域活性化総合特区）

地域活性化総合特区は，規制緩和や金融支援などの国からのさまざまな支援策を特定の地域に集中展開することにより地域の活性化を図る制度である。豊田市は，環境・エネルギーや交通分野での取り組みを加速する目的で，2011 年に国から特区指定を受けたことで，企業・大学等と連携しながら，特区制度を活用して地域経済の活性化と市民生活の暮らしの質の向上を目指している。

特区制度を活用することで，環境・エネルギー，交通分野での取り組みについて，事

業化の障壁となる法規制がある場合や、法律の規定およびガイドラインがないために事業化が困難な場合の国に対する規制緩和またはガイドラインの策定を求めることができる。これにより、豊田市および関係企業・団体が特区に位置づけて行う事業について、国からの総合的な支援（規制の特例や税制・財政・金融支援措置）を活用できるようになる。

なお、特区指定の申請時に求めた特例措置等の主なものは、以下のとおりである。

- 創エネ、省エネ機器と蓄電池付きHEMSの連携やV2Hシステムの研究開発、実証検証に関して、電波法における※PLC屋外通信に係る規制緩和
- スマートハウスの導入に関して、財政面でのスマートハウス購入補助金の創設、税制面でのスマートハウスに係る固定資産税等の減免
- 車載蓄電池の非常用電源化に関して、電気設備に関する技術基準省令の非常用電源の据付工事の免除措置
- 次世代型FC（燃料電池）バスシステムの導入、水素ステーションの整備に関して、高圧ガス保安法、建築基準法の規制緩和

豊田市では、民産学官の連携のもと、特区制度を最大限活用し、エネルギー・モビリティを核とした技術開発、市域での普及、国内外への横展開を三位一体で展開することにより、低炭素な都市環境を構築し、経済の活性化と市民生活の質の向上を図るとともに、広く国内外へ貢献することを目指している。

※PLC屋外通信に係る規制緩和

屋内に使用が限定されている高速電力線通信設備（PLC:Power Line Communication）を屋外でも使用できるようにすること。

けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト

(調査日：2013 年 7 月 12 日)

※以下の内容の一部は、京都府からのヒアリングによるものである。

けいはんな学研都市（正式名称：関西文化学術研究都市）は、京都、大阪、奈良の三府県にまたがる緑豊かな丘陵地において、関西文化学術研究都市建設促進法に基づき、建設整備が進められているサイエンスシティである。東の「つくば研究学園都市」とともに国家プロジェクトに位置づけられ、総面積は約 15,000ha, その中に 12 の文化学術研究地区（3,600ha）を分散配置している。

1. プロジェクトの概要

京都市、大阪市の中心部から 30km, 奈良市の中心部から 10km の圏内に位置し、情報、ロボット、地球環境など世界をリードする 119（2013 年 7 月現在）の企業・研究施設が立地している。

周辺地区において宅地開発が進行し、ここ数年人口増加率が全国でベスト 10 に入るほどとなっている。年齢も 30～40 代の人口が多く、研究や実証といったことに対する理解や協力がしてもらえる世代と考えられる。

今回のプロジェクトの実証エリアは、京田辺市、精華町、木津川市の京都府の 2 市 1 町が対象となっている。

(1) 背景

スマートコミュニティについては、①低炭素社会へのニーズ、省エネルギー、再生可能エネルギーの利用拡大などの社会ニーズの高まり、②需要家によるエネルギー選択、といったエネルギーに対する意識・ニーズの大きな変化があり、これに、大量通信と大規模データ処理など I C T 技術の活用でエネルギーの効率的利用が可能になりつつあることが背景にある。

(2) コンセプト

当プロジェクトにおいては、家庭・業務・運輸等を対象に、生活の質を犠牲にするこ

となく、単位あたりのCO₂排出量の削減，省エネ，ピークカット・シフトの推進，国内外への展開を目指すものである。

図表. 実証プロジェクトの目標（2020 年度）

	低炭素化目標	省エネ目標	ピークカット・シフト	
			夏の昼下がり (13～16 時)	冬の夕方 (18～21 時)
2007 年度実績	3.743t-CO ₂ /人	2,062 原油 L/人	0.699kW/人	0.675kW/人
2020 年度目標	2.242t-CO ₂ /人	1,463 原油 L/人	0.554kW/人	0.522kW/人
削減率	40%	29%	21%削減	23%削減

資料：けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト推進協議会

（３）省エネ・省CO₂マネジメントの推進

①設備のスマート化，②マネジメントモデルの導入，③再生可能エネルギーの活用，の３ステップにより，省エネ・省CO₂を着実に推進する。

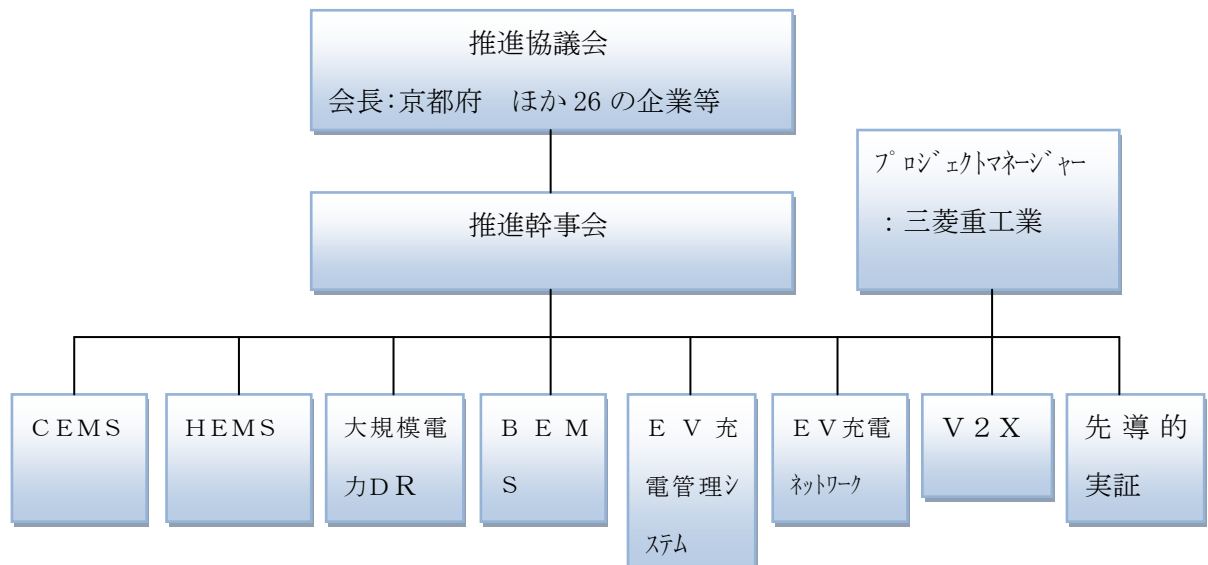
実施に当たっては，まず新しいものほど省エネであり，設備のスマート化を図る。電力の使用状況の「見える化」を進めるなどマネジメントモデルの導入を図る。再生可能エネルギーの活用については，この地域は風力に期待できないので，太陽光が主体となる。

この３ステップは，段階的に導入するのではなく，並行的に進められている。

（４）実証プロジェクト推進体制

プロジェクトの推進体制は，京都府を会長とする 26 の企業団体からなる推進協議会があり，その下に推進幹事会，その下に分野ごとにCEMSなど8つのWGがある。住民参加の実証試験となるため，地域住民への対応は，京都府など自治体が行っている。

図表. 実証プロジェクトの推進体制



2. 具体的な取組み内容

(1) 家庭部門

①HEMS

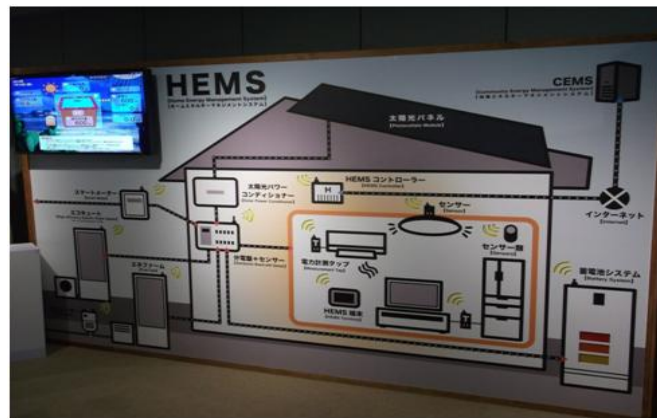
HEMSについては、14 世帯で実証試験が行われている。14 世帯は太陽光発電設備を設置するとともに、HEMS コントローラーを取り付けている。

次に、マトリックス的にパターンを変えている。7 世帯は、オール電化住宅である。残りの7世帯は、ガスを併用しており、エネファーム、太陽熱給湯、燃料電池（SOFC）など違うパターンにして実証を行っている。

また、蓄電池を取り付けた家庭が10世帯、付けていない家庭が4世帯となっている。蓄電池は、三菱重工製の10kWhの容量のものを取り付けている。蓄電池については、量販店で1台数十万円のものも出ているが、実証試験で設置しているものは、1台約500万円とかなり高い。そのため、蓄電池を設置した場合とそうでない場合の経済性などについて研究する必要がある。

家庭には、テレビ、エアコン、洗濯機、扇風機、ドライヤーなど様々な電気製品があるがそれらの全てにスマートタップを取り付け、使用状況を調べ、どういう傾向が表れるのか調査している。この調査により、各家庭のライフスタイルの詳細がかなり判明するので、月2万円程度の謝礼を出して試験に参加してもらっている。

写真. HEMSの概念図

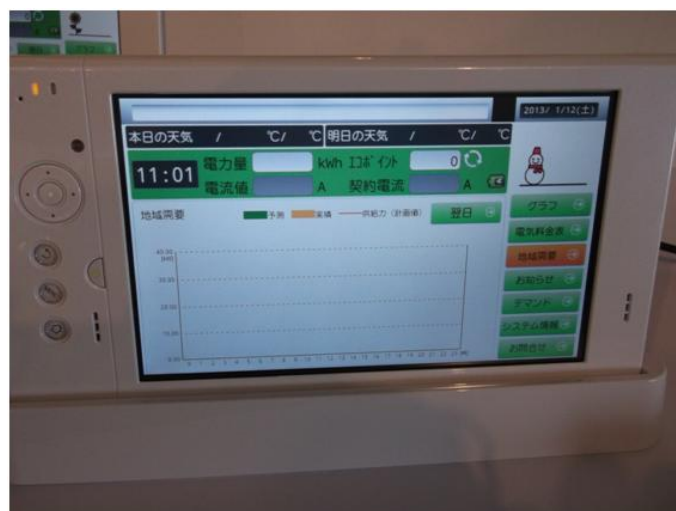


気象情報による太陽光発電の発電量予測や 95 軒の過去のデータに基づく電力需要予測を行っている。また、CEMSにつないでいる 14 軒のそれぞれの翌日の電力需要の予測、太陽光発電（P V）の発電量の予測を行い、それを積み上げて地域全体の電力需要や発電量を計算していく。

CEMSは、送られたデータを基に地域全体の電力需要、P Vの発電量を予測し、系統電力をどの程度必要とするのかを想定し、最適な使用カーブを計算して、デマンドを各需要家に提案していくシステムとなっている。

家庭には、オムロン製のタブレット端末を置いてもらってP Vの発電量、消費電力量、CO₂削減量など様々な情報が提供される。CEMSからいかに依頼・指導してもなかなか実行が難しいので、一日のロードカーブの目標領域を設定し、実績値が領域内に入

写真. 家庭用のタブレット端末



っていれば、ポイントが付与される仕組みとなっている。

ローソンのポンタカードを適用して、デマンドどおり使用されれば、ポイントが付与され買い物などに利用できる。この仕組みはBEMSにも同様に適用している。

②大規模電力デマンドレスポンス実証

これは、国からの指導による実証試験である。東日本大震災以降、原子力発電所の相次ぐ停止による電力需給の逼迫で東日本では計画停電も実施され、ピークカットによる電力需要の抑制による電力の安定供給をはかることが重要となっていることから実施しているものである。

具体的には情報通信技術と擬似的な変動電気料金を適用して、デマンドレスポンスによる電力需要抑制方法の効果を検証する。また、電力使用データに基づきアドバイザーによる省エネコンサルティングを実施するものである。

実証に当たっては4グループ編成とし、それぞれメニューの条件を違えて、実証の効果を測るものである。最低1グループ200世帯が望ましいが、途中で脱落する世帯もあるので最低150世帯が必要ということで、募集をかけて700世帯の参加を得た。

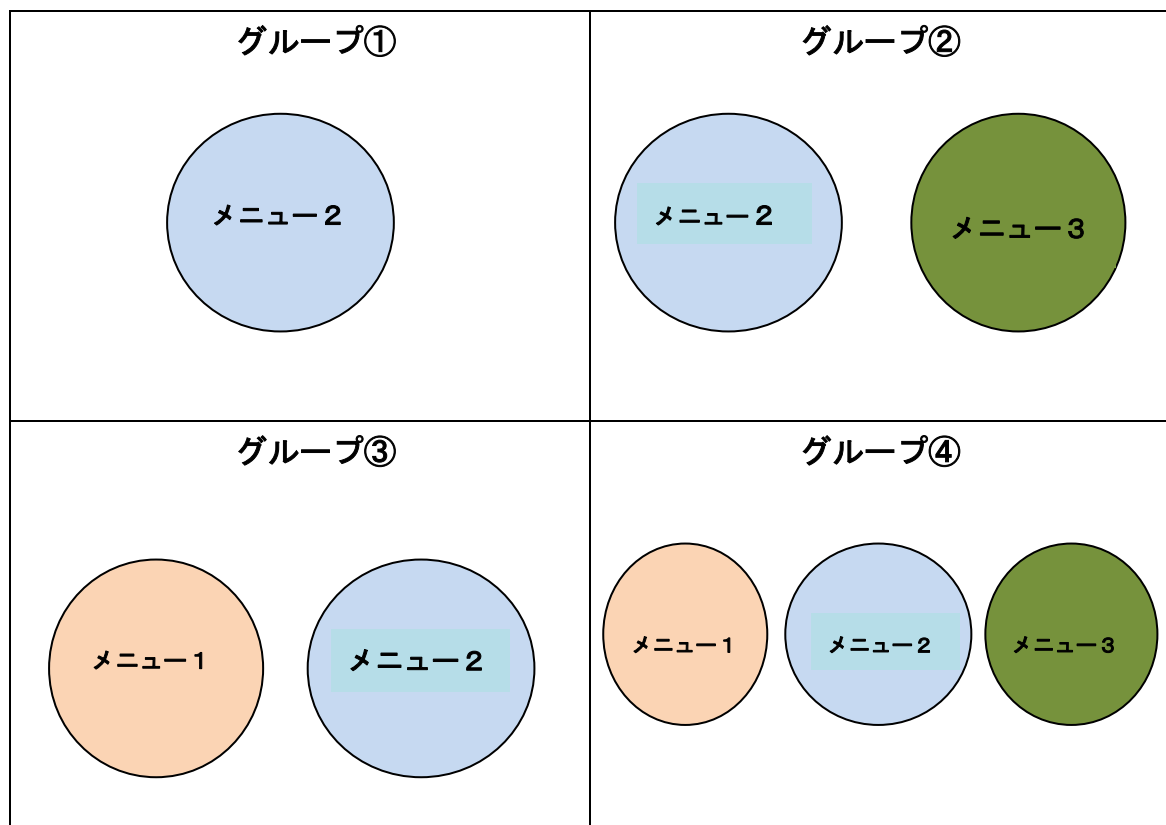
写真. 大規模デマンドレスポンスの説明



図表. メニューの内容

メニュー	内 容
メニュー 1	変動する電気料金の設定
メニュー 2	電気使用状況の情報提供（タブレット端末による見える化）
メニュー 3	アドバイザーが訪問し省エネアドバイスを実施

図表. グループの編成例



この実証では、グループ①とグループ②の比較でメニュー 3 の効果がわかる仕組みとなっている。また、グループ①とグループ③の比較でメニュー 1 の効果がわかる。

2012 年度夏季，冬季，2013 年度夏季で 3 回目の実証試験を行っている。2012 年度夏季の実証は，2012 年 7 月 23 日～9 月 28 日の間に実施した。事前に 7,000 ポイント（1 ポイント＝1 円）を付与し，13 時から 16 時の間に使われると 20 ポイント／1kWh を 7,000 ポイントから差し引かれるようになっている。また最高気温が 30℃を超えると予想される場合は，C P P 単価（Critical Peak Pricing: ピーク時変動料金）を適用し，前日に予告し単価が 2 倍，3 倍，4 倍となる。

最終的に残ったポイントは、現金化して払い戻される。冬場は、期間が長いので16,000ポイントが付与される。ポイントを期間中に使い切れれば、そこで終了する。最終的にどれぐらいポイントが残ったかで実証している。ポイントを使い切っても、ペナルティは課されない。

図表. D R実証の詳細

項 目	2012 年度夏季	2012 年度冬季
実施期間	2012 年 7 月 23 日～9 月 28 日	2012 年 12 月 17 日～2013 年 2 月 28 日
手 順①	参加各世帯にあらかじめポイントを配付	
事前付与 ポイント	7,000 P	16,000 P
手 順②	平日の特定時間帯に時間帯別料金（T O U）を設定	
手 順③	②に加え、ピーク時変動料金（C P P）を実施	
対象時間	平日 13 時～16 時	平日 18 時～21 時
T O U 単価	20 P / kWh	夏季と同じ
C P P 実施日	最高気温が 30℃を超えると予想される日	最低気温が 14℃を下回ると予想される日
C P P 単価	T O U 単価の 2 倍（40 P）、3 倍（60 P）、4 倍（80 P）	夏季と同じ
手 順④	実証終了時残ったポイントを 1 P = 1 円で払い戻し	

2012 年度のデマンドレスポンスの実証結果は、次頁に記載のとおり、夏季については「お知らせ」の効果、「T O U」の効果、「C P P」の効果（平日の 2 倍）のトータルで 21%程度の需要抑制効果があった。

図表. 2012 年度夏季の実証結果

デマンドレスポンスの各種手法		需要抑制率
●節電のお願いの「お知らせ」の効果		▲ 3. 6 %
●時間帯別料金「TOU」の効果	平日 20 P	▲ 8. 2 %
●ピーク時変動料金「CPP」の効果	平日の 2 倍 (40 P)	▲ 9. 3 %
	平日の 3 倍 (60 P)	▲ 1 1. 7 %
	平日の 4 倍 (80 P)	▲ 1 4. 1 %

図表. 2012 年度冬季の実証結果

デマンドレスポンスの各種手法		需要抑制率
●節電のお願いの「お知らせ」の効果		▲ 1 1. 0 %
●時間帯別料金「TOU」の効果	平日 20 P	▲ 1 4. 9 %
●ピーク時変動料金「CPP」の効果	平日の 2 倍 (40 P)	▲ 2. 4 %
	平日の 3 倍 (60 P)	▲ 4. 4 %
	平日の 4 倍 (80 P)	▲ 6. 4 %

TOUとCPPの効果を夏季と冬季で比べると、擬似的な価格誘導によるDRトータル（TOU、CPP）の需要抑制率は、ほぼ同程度であるが、冬季は、夏季に比べTOUによる抑制率が大きく、CPPによる抑制率が小さく出ている。冬季のDRでは、お知らせやTOUにより需要が抑制され、CPPを実施しても追加的な節電手段が少なかったことが考えられる。

この理由として、冬季のDR実施時間帯（18～21 時）は 1 日の中で電力需要が大きいが、生活の質を落とさず取り組める節電手段として、エアコンなど電気による暖房機器からガスや石油を使った暖房機器へのシフトが進んだものと考えられる。

（２）業務部門

BEMSについては、けいはんなプラザビルの 100 軒のテナント、ホテル客室、共用部などを対象に家庭用と同じように太陽光発電、BEMSを設置してコントロール、蓄

電池などを設置する。家庭用と違うところは、熱を大量に使うので、ガスを含めて電気と熱の使用の最適化を図ることを目的としていることである。

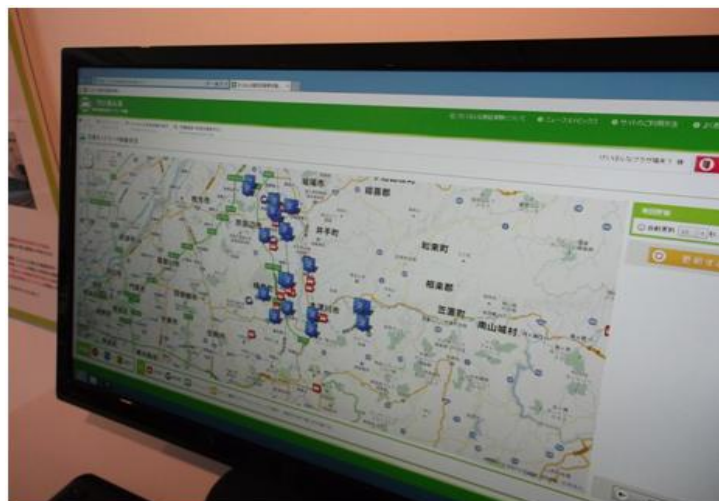
(3) 運輸部門

電気自動車（EV）100 台を使って、位置の確認、蓄電池の残量、走行データ等を携帯電話回線経由で収集管理を行っている。三菱自動車の i-M i EV のグレードの低いものでも 10.5kWh の蓄電池を搭載している。家庭用で 10kWh の蓄電池を設置しているのに比べても、大きな容量の電池である。

蓄電池は、余剰電力を充電してから使うというイメージである。春や秋に太陽光が一番発電するが、日中に太陽光が発電すると逆流する危険性があるので、予め電気の余るいついつの時間帯に充電してくださいという指令がでる。指令どおりの行動をした場合に、ポイントを付与する仕組みとなっている。

なお、EV については、導入にあたって 1 台につき 60 万円の補助を行っている。

写真. EV の管理システムの画面



EV については、走行距離が課題であり、ガソリン車に加えるもう一台としてセカンダリーの位置づけとなる。EV は、1 円／1 km で走行でき、CO₂ の排出量は、ガソリン車に比べ約半分と言われている。

（４）地域エネルギーマネジメント

CEMSは、HEMS、BEMS、EV充電管理システムから送信される消費電力、ガス消費量、太陽光の発電量などのエネルギー需給状況を地域全体で把握するとともに、地域内の最適なエネルギー使用計画を立案して、家庭やビルのEMSに展開し対応を要請するものである。再生可能エネルギーを無駄なく地域で使い切るという発想である。

CEMSの費用対効果については、費用面では、地域全体で5年間に45億円かかっている。この金額には、企業・研究機関が個別に投資しているものは含まれていない。それに対する地域社会・経済への効果は、今後の検証となる。

3. プロジェクトの特徴と参考になる事項

（１）研究機関の役割

近隣に研究機関が多く立地し、スマートコミュニティの研究開発にも参画しながら、実証が進められおり、主体的な実証研究となっている。また、研究を行う大学関係者も自然科学系だけではなく、社会科学系の研究者も参画しており、より幅広い観点からの研究が進められている。

（２）新興住宅地区

このプロジェクトの対象が近年に住宅開発が進んだ地域であり、使用されている家電なども新しく、高効率のものが多く使用されているため、DR等の実証にとって最適である。また、30代から40代の住民が中心であり、DRに参加することに、違和感が少なく、協力的である。

（３）グループ別のDR実証

同一条件でのDRの実証を行うのではなく、3種類のメニューを設定し、それぞれを組み合わせることにより、どのメニューにDR効果が大きいかを検証できるようにして、より細かな分析が可能となっている。

（４）DRの参加促進方策

DRのような社会実験は、設置する需要家にある程度の負担がかかる。それを補うために、経済的なインセンティブを付与しており、参加しやすくなっている。

北九州スマートコミュニティ創造事業

(調査日：2013 年 9 月 2 日)

※以下の内容の一部は、北九州市からのヒアリングによるものである。

1. 北九州市・実証地域の概要

北九州市は、人口約 97 万人余の政令指定都市である。1960 年代に起こった大気汚染や海洋水質汚濁などの公害を克服してきた経緯があり、環境モデル都市にも選定された、環境政策のプライオリティの高い都市である。世界の環境首都、アジアの技術首都を都市ブランドとして構築することを目指している。北九州市では、市内の CO2 排出量を 2050 年には 2005 年比 50%削減、本市の CO2 排出量の 1.5 倍に相当する 2,340 万トンのアジア地域での削減に貢献する目標を掲げている。

実証事業地である北九州市八幡東区東田地区は、1901 年に官営八幡製鐵所が操業を開始した地域で、長く製鉄業が営まれてきた。その後、製鉄所の合理化の流れの中で 1980 年代より製鉄所構内のおよそ 120ha を民生地区として再開発が進められている。現在では、およそ 200 世帯、50 事業所が立地し、昼間人口は 6,000 人を超える。

写真. 官営八幡製鐵所第 1 号高炉「1901 高炉」



同地区では再開発事業の一環として、1990年に遊園地のスペースワールドが開業、1994年からは土地区画事業に着手、2002年までかけて区画整理を実施した。そして、区画整理した土地への企業誘致のインセンティブとして、安い電力供給の技術を研究し、製鉄所の中にガス(LNG)発電所を設置して、「特定供給」により東田地区一帯に電力供給する仕組みを構築した。2003年に同地区が構造改革特区に指定され、電気事業法の規制緩和による電力供給が可能となった。その後、2005年2月より特区制度を活用した「特定供給」によって、天然ガスコージェネ発電所から自営線による電力供給が開始されている。

「特定供給」とは親会社から子会社に自営線で送電するイメージの電力供給の仕組みで、あくまで「自家発電」扱いのため、「電気事業」の括りには当てはめずに電力需給を許可するものである。法律上は、もともと供給するすべての電力を自営線で送るものであったが、最近の規制緩和で、自営線で供給する電力の割合は50%以上あれば良いという形に改定され、運営についても組合などの管理団体をつくれば「特定供給」が認められるようになった。

天然ガスの発電単価は決して安くはないので、すべてを天然ガスコージェネ発電で賄っているわけではない。発電コストを見ながら八幡製鐵所からの電力供給も受けている。工場内の設備にコージェネの熱も利用しているため、その需要によっても供給量は変わってくると推測される。天然ガスコージェネ発電の発電能力は33,000kWで、実証地域内の電力需要12,000kWを十分満たしている。

本事業は九州電力から独立した自営線（電線・電柱・変電所を含む）の地域で行われるので、思い切った実証を期待されて採択された経緯がある。敷地内の世帯、事業所のすべてにはスマートメーターが設置されている。

2. 北九州スマートコミュニティ創造事業の特徴

(1) 地域全体におけるエネルギーマネジメント

地域すべての需要家(300世帯、70事業所)を対象にエネルギーマネジメントを行い、中央コントロールセンターとして「地域節電所」を設置、情報のゲートウェイとして全戸にスマートメーターを取り付けている。

（２）新しい電力料金制度の創設

負荷の平準化および再生可能エネルギーの電力を使いこなすために、電力の需給状況にあわせて電力料金を変動させるダイナミックプライシングの仕組みを創設している。

（３）産業リソースの地域での活用

地域全体でのエネルギー利用の最適化を図るため、隣接する工業地帯から、電気や水素等の産業リソースを地域で活用している。

（４）社会インフラとしてのスマートグリッド基盤の活用

本事業を通じて整備するスマートメーター等の情報通信インフラを活用して、市民や事業者の利便性向上につながる「見守りサービス」等を検討・実施している。

写真．地域節電所



3. 実証事業の目的・基本的考え方

本事業の目的は、地域の需要家が参加する新しいエネルギーシステムを構築することにある。省エネやピークカットといった行動も電力の「生産」であると広義に捉えると、新しいエネルギーシステムに関わることで、地域の需要家は太陽光発電や燃料電池を有するということだけではなく、単なる消費者から生産消費者となる。

4. 実証事業が目指す成果

(1) 負荷平準化

地域には家庭、オフィス、商業施設など、さまざまなタイプの需要家がいる、それぞれ電力の使用パターンが異なるため、電力使用のピークも異なる。本事業では情報通信技術や蓄電池等を活用して、多様な需要家を組み合わせてピークカットやピークシフトを行い、地域全体での負荷平準化につなげる。

(2) 再生可能エネルギーの最大活用

将来の太陽光発電等の再生可能エネルギーの大量導入に備えて、できるだけ逆潮流によって出力を抑制することがないように、再生可能エネルギーを最大限に使いこなすことのできる仕組みを構築する。

(3) 省エネルギー

スマートメーターを経由して宅内表示器に電気使用量、地域全体の電力需給状況などを情報提供する「見える化」と、HEMS、BEMS等のエネルギーマネジメントの導入により省エネルギーを推進する。

(4) 災害時における自立運転システム

スマートグリッドはある程度、一般電気事業者等の電力系統と連携し相互に協力関係にあることが重要だが、一方で災害時等に大規模系統からの電力供給が止まった時には、スマートグリッドのシステムも利用できなくなる。本事業では、災害時にも自立して最小限の運転ができるシステムの構築を目指す。

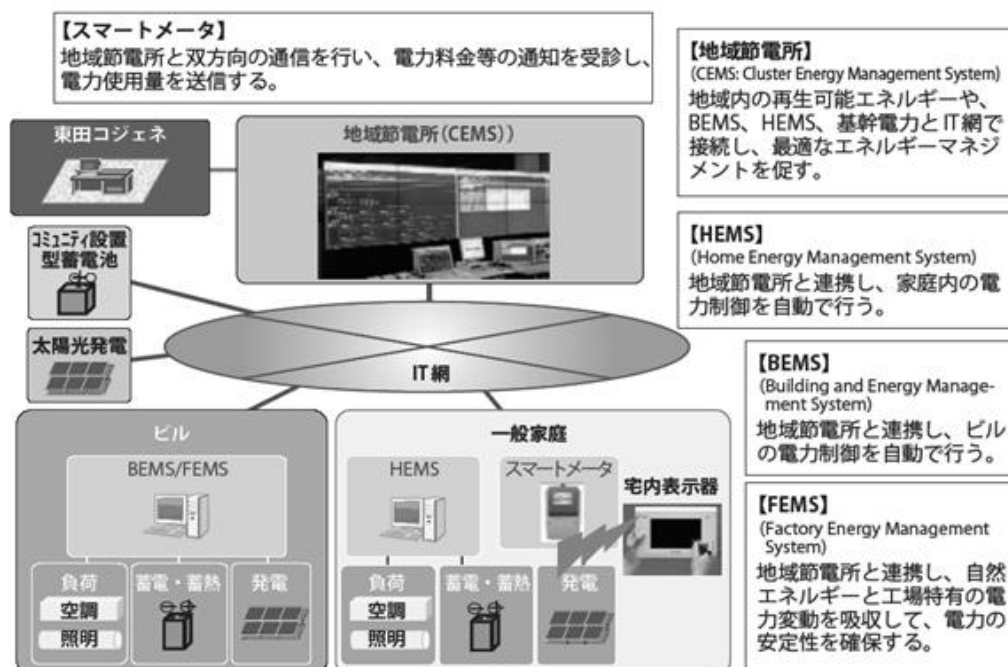
5. 実証事業の全体構成

本事業のシステムは、①家庭や企業、工場など需要家側でエネルギーを最適に運用するシステム(HEMS・BEMS・FEMS)、②地域内にエネルギーを供給する太陽光発電等の分散型発電設備、③コミュニティ設置型蓄電設備、④地域全体の電力の使用状況や再生可能エネルギーの発電状況等の情報を提供するとともに、需要家に各種ガイダンスを行う司令塔の役割を果たす「地域節電所(CEMS)」、⑤スマートメーターと地域節電所からの各種の情報を表示する宅内表示器、から構成される。

写真. 宅内表示器



図表. 北九州スマートコミュニティ創造事業の全体構成



資料. 特許庁技術懇話会 会報 no. 265 記事 特集 「これからのエネルギー技術」北九州市環境局環境未来都市推進室より作成

6. エネルギーマネジメントの流れ

各エネルギーマネジメントシステムは、翌日の需要予測を行い、その情報を「地域節電所」に発信する。地域節電所は、各需要家の需要予測と地域節電所で実施する太陽光発電等の再生可能エネルギーの発電予測により、翌日の電力需給計画を立て、各需要家に発信する。その際、需要家の行動を促すためのダイナミックプライシングも併せて通知する。

エネルギーマネジメントシステムを設置している各需要家は、地域節電所からの要請に基づき、省エネやピークカット、ピークシフトを行うように需要計画を変更し、その計画に沿って自動でエネルギーマネジメントを行う。エネルギーマネジメントシステムを設置していない需要家では、スマートメーター等からの情報に基づき、手動で需要機器をコントロールする。

例えば、天候が良くて太陽光発電システムから多く発電できたために、発電量がピーク需要を上回るケースでは、昼間の電力料金を安くして、給湯（蓄熱）、電気自動車、蓄電システム等による蓄電を行うことで、需要家は電力系統の安定化に貢献できるとともに安価な料金で電気を確保することが可能となる。供給側もピークに合わせて設備を構築する必要がなくなるので、設備・燃料費の縮小につなげることができるメリットがある。

写真. コミュニティ設置型蓄電池



写真. 水素ステーション



7. 需要家参加のための仕組み

需要家が参加するエネルギーシステムを構築し、負荷平準化の効果を上げるために、需要家それぞれの電力使用量がリアルタイムに分かることはもちろん、地域全体の電力需給状況を「見える化」するとともに、電力需給状況に応じて電力料金を変えるダイナミックプライシングや、地域の電力需給の貢献度合いを評価するインセンティブプログラムを導入している。

8. ダイナミックプライシング社会実証の概要

需要家が安心して電力を使うためには停電はもちろん、大幅な電圧低下や周波数変動を起こさない電力品質の維持が欠かせない。そのためには、電力の供給量と需要量を常に一致させる必要がある。これまでは、電力会社が消費される電力量に合わせて発電量を調節することで需給の一致を実現してきた。一方、今回のダイナミックプライシングでは、時間帯別に電力料金を変えることで消費者が電力消費量を調節する。これは、いわゆるデマンドレスポンス(DR)の手法の一つである。

今回の社会実証では、消費者と供給側の間に設けた地域節電所で、翌日の電気の使い方や作り方の計画を策定する。その計画に基づいて、もし、需給が合わない場合、需要が高い時間帯の電気料金を上げることによって使う人が減り、結果として需要が下がることが期待できる。また、需要の低い時間帯の電気料金を安くすることによって需要が上がることを期待できる。電気料金の変化だけで調整できない部分は、6,600Vの蓄電池を導入して対応する。それでも調整しきれない部分について、最終的に供給側で調整することになる。

消費者側である程度の需給調整が行われることによって、供給側はピークに合わせて設備を構築する必要がなくなるので、発電設備の容量を小さくしたり、電力需要のピーク時に高いスポット電力を買って調整する事態を避けることが可能となり、設備・燃料費の縮小につながる。

一般的な家庭での電気料金は1kWhあたりおよそ25円であるが、この地区では電気の使用量が少ない夜間や早朝などは料金を6円～15円に抑えている。一方、夏季の場合、使用量がピークを迎える13時から17時にかけての料金を5段階に設定、最も安いレベル1で1kWhあたり15円、最も高いとレベル5の150円としている。その料金の差は10倍にもなる。

(1) ベーシックプライシング

本実証の基本となる料金プランである。季節別・時間帯別料金で、夏季の昼間が最も高く、夜間や夏以外の季節は安くなる仕組みである。過去の電力需要実績などから年度初めに設定され需要家に通知される。

(2) リアルタイムプライシング

日々変動する料金で、毎日の電力需要や再生可能エネルギーの発電量を予測してベーシックプランに 0.8 や 1.2 などの係数を掛けて設定される。前日の午後と当日の朝に需要家に通知する。

(3) クリティカルプライシング (CPP : クリティカルピークプライシング, CBP : クリティカルボトムプライシング)

リアルタイムプライシングの需要予測による調整がうまくいかなかった場合に設定される料金となる。天気予報がはずれて太陽光発電の発電量が予測と大幅に相違した場合や、需要予測と実際の需要が大きく異なった場合に、リアルタイムプライシングよりも、さらに幅をもたせた料金設定で需要家の節電、蓄電行動を促す。

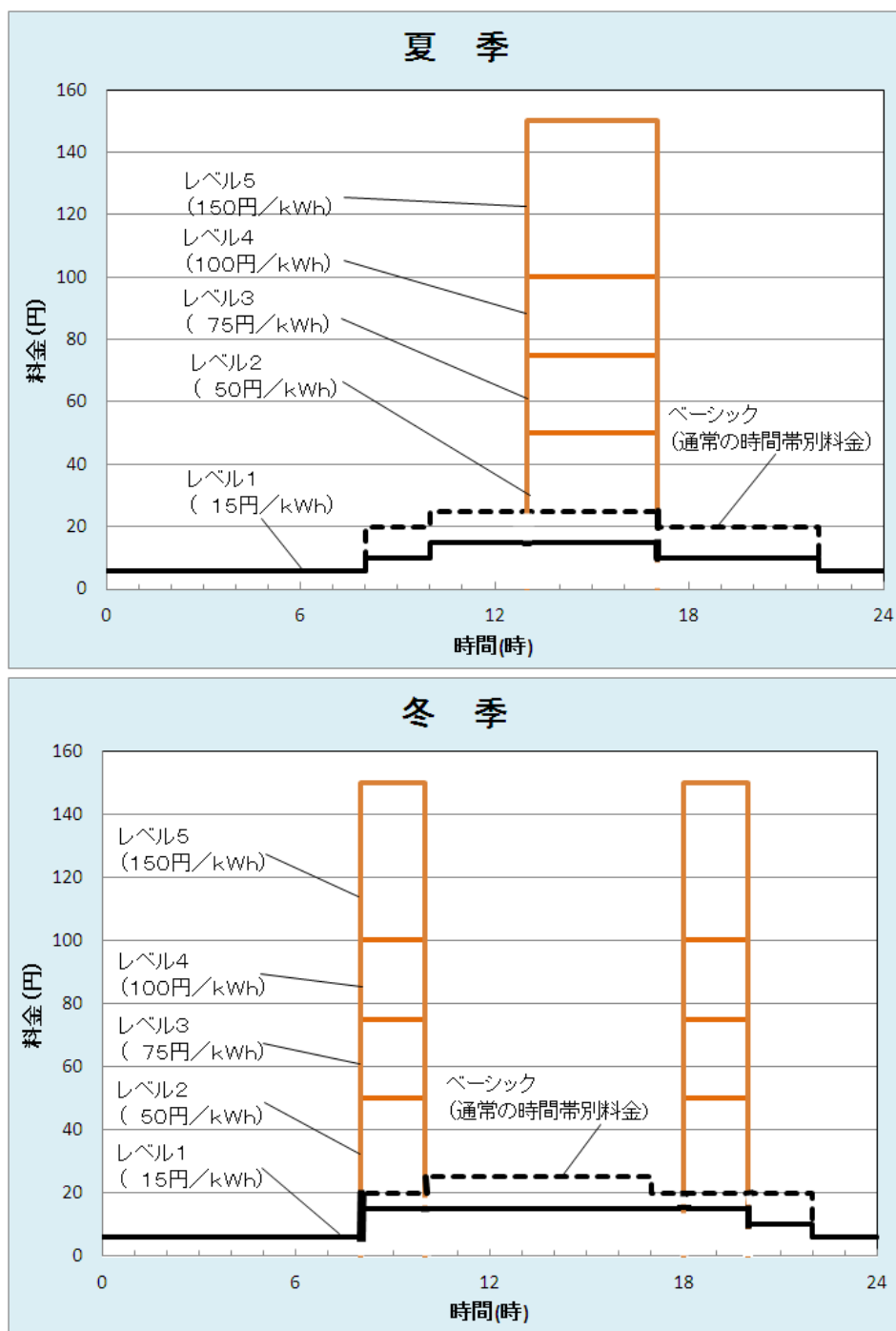
ダイナミックプライシングが適用されるのは、夏季(6月～9月)の13時～17時、冬季(12月～3月)の8時～10時と18時～20時である。夏季の平日に予想最高気温が30℃以上の場合に、冬季の平日は予想最低気温が5℃未満の場合に5段階の料金のいずれかを適用する。通常料金を適用する日は年間で270日、ダイナミックプライシングの特定日には設定日数の上限があり、それぞれの段階で24日ずつである。実証事業の電気料金は、消費者が特定日の電気料金を意識せずに利用しても年間を通じてはあまり変わらないように設定している。

実証を始めた2012年度は、夏季に40日、冬季に42日、ダイナミックプライシングが適用されているが、夏季冬季ともに20%程度の節電効果があるという実証結果が示された。2013年の夏も同様に実証しているが、昨年より30℃以上の日が多く出現しているようである(9/1現在で40日程度)。ただ夏季の特定日の上限は48日で、それを超えると適用は打ち止めとなる。

2012年4月に「地域節電所」と呼ばれるCEMSが稼働開始した。地域の電力の需

要と供給を統合管理することで東田コジェネ（天然ガス発電所）を最も効率の良い出力で定格運転し、さらに必要な電力を再生可能エネルギーと需要家によるDRの活用で賄う予定である。

図表. ダイナミックプライシングの料金体系



資料. 富士電機技報 2013vol. 86 no. 3 より作成

9. ダイナミックプライシング社会実証の今後の展開

今回の社会実証で夏季、冬季ともにデマンドレスポンスの有効性が示される結果となったが、今後は、社会インフラとして制度を継続的に定着させるために、事業者や需要家の創意工夫が生かされる形で普及していくことが必要である。

2010 年より始まった本事業は、開始から 2 年間は主に設備の設置や地元の同意取りつけに奔走していたが、2012 年度から本格的に実証がスタートして、残り 1 年半の実証期間である。今後はこの成果を国内外に広く展開していくことが重要となってくる。東田地区の事業は研究事業ということもあって、国から補助金を受けて実施されているが、今後はビジネスとして成り立つ仕組みを考えていかねばならない。

具体的には、北九州市内で小倉駅から南に 3km のあたりにある城野駅付近の 10 万 ha 程度の住宅開発エリアにおいて東田地区の事業成果を展開する予定である（区画整理中で 2015 年度より入居開始の予定）。また、海外については、東田地区の取り組みをインドネシア第 2 の都市、スラバヤへ展開する計画がある。

第3節 次世代エネルギー技術実証事業

スマートコミュニティに係わる次世代の技術を実証する事業に対する助成事業（次世代エネルギー技術実証事業）については、鳥取県鳥取市、広島県福山市、千葉県柏市のプロジェクトについてヒアリング調査を行った。

若葉台地区スマート・グリッド・タウン実証事業（鳥取県鳥取市）

（調査日：2013年6月17日）

1. 鳥取市のスマート・グリッド・タウン構想

鳥取市は特例市で、人口約19万4千人、面積は約770k m²と人口・面積とも山陰最大級の都市である。昭和40年代初頭から鳥取三洋電機など大手電機メーカーの企業城下町として栄え、家電等の弱電機器を製造する地場の中小企業が多いのが産業の特徴である。しかし、最近では鳥取三洋電機の撤退、国内家電の衰退が、地場産業や雇用など地域経済に大きな影響を及ぼしてきた。

鳥取市は、地域の再生可能エネルギー（以下再エネ）とエネルギー消費者を最適に結びつける「スマートグリッドを活用した都市づくり」を通じて、低炭素社会の実現による「快適・環境都市 鳥取」を目指すとともに、産業振興・雇用創造につなげていくことを目的に、2011年5月「鳥取市スマート・グリッド・タウン構想」を打ち出した。再エネ・植物工場・スマートグリッド等の導入促進を通じて鳥取発の新たなエネルギーの地産地消モデルを作り、最終的には、世界の砂漠化や食糧不足の解消モデルとして技術の輸出を通じて海外へ展開していきたいという考えである。

構想では、鳥取市内の以下の4つの地区において、それぞれの地域の特性に合ったマイクログリッドを構築し、それらをスマートグリッドで結ぶとともに、他地域へ展開することにより鳥取市全体に「エネルギーソリューション」の輪を展開するとしている。

まず、①若葉台地区においては、共同蓄電池による各施設の電力融通システム、高効率太陽光発電、HEMS、FEMS、植物工場を活用した実証事業を行う。②鳥取市中心市街地では、鳥取市役所庁舎と駅前コンパクトシティの構築において、再エネを取り込んだマイクログリッドや新交通システムを多様な形での導入を検討する。③河原地区では、2014年度完成予定の河原インター山手工業団地を中心として、再エネを取り込んだマイクログリッドや植物工場を構築し、鳥取自動車道等による流通の利便性向上や

エコカー交通を検討する。そして、④賀露・浜坂地区では飛砂を防ぐための風力発電ダムと波力発電のハイブリッド発電による電力を工場等で使用するシステムについて検討することとしている。

本調査では、4つの地区のうち初めて国の補助事業に採択され実証が先行している「若葉台地区」について、事業主体のひとつである中電技術コンサルタント(株)にその概要と課題、今後の方向性についてヒアリングしたものを中心に整理した。

2. 若葉台地区実証事業の経緯

2011年5月 : スマート・グリッド・タウン推進協議会を立ち上げ、市内4つのプロジェクト地区を選定。

2011年9月 : 4つのプロジェクトの1つである若葉台地区が経済産業省の次世代エネルギー技術実証補助事業として2回目の応募で選定される。

2011年9月～2012年9月 : 機器製作、現地工事

2012年8月 : 「お隣同士エネルギー融通システム」における2012年2月20日に申請した「構造改革特区制度提案」が再々検討要請の結果、内閣府より最終結果が提示される。

2012年10月 : 若葉台次世代エネルギー実証事業の実証開始

2012年11月～2013年3月 : 運用・データ収集、2012年度の実績報告

2012年4月 : 2013年度の実証申請作業

3. 構想における若葉台地区プロジェクトの位置づけ

鳥取市(鳥取県)には大規模電源がないことから、以前から再エネに対する関心が高い。また、リーディングカンパニーの三洋電機コンシューマエレクトロニクスの事業再編等に伴い、産業空洞化と厳しい雇用情勢に対する施策を講じなければならないという課題があった。そのため、これらに対する解決策としてスマート・グリッド・タウン構想を打ち立てる推進協議会を立ち上げるまでのスピードは速かった。

若葉台地区の実証事業を2011年度に初めて次世代エネルギー技術実証補助事業に申請した際には、2次申請で採択となった。その内容は、①お隣同士エネルギー融通システムとCEMS、②植物工場、③オール電化タイプとガス併用タイプのスマートハウスの活用である。

4. 若葉台地区のプロジェクトの概要と特徴

このプロジェクトは、CEMSによる一元管理でデータ収集し、団地内の太陽光など再エネと生産された食料とを団地内で消費する「ダブル地産地消モデル」を確立し、「とっとり型植物工場」と「鳥取型スマートハウス」を結びつけ、低炭素団地を目指すものである。

写真. 植物工場



(1) お隣同士エネルギー融通システム

系統電源から個別に受電している複数の建屋で構成されるコミュニティにおいて、各建屋に取り付けられているスイッチボックス(SW-BOX)により系統電源と電氣的に切り離された状態で、直流配線を通じて各建屋で発電された太陽光発電エネルギーを、24kWhの固定型および、24kWhの移動型(電気自動車)で構成される蓄電池システムに蓄え、コミュニティ内で有効に消費するシステムである。

（２）太陽光発電と蓄電池の採用

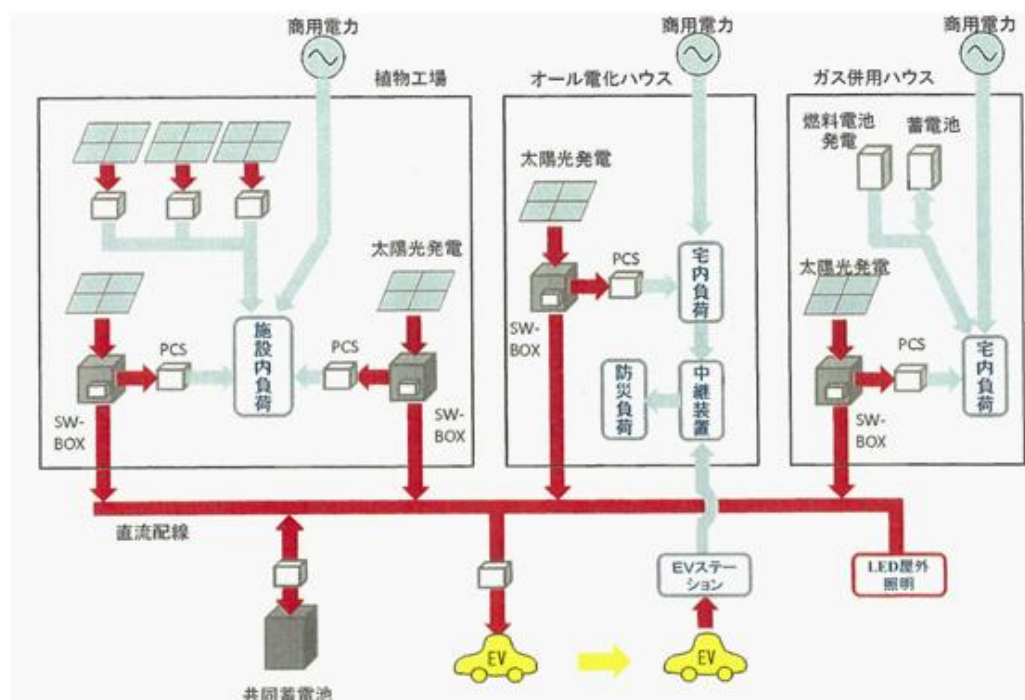
連系する時に、交流系統では電圧だけでなく周波数や位相を同期させる必要があり、技術的に制御が難しいが、直流系統では電圧だけ制御すれば良いため簡易である。蓄電池側の電圧を基準に電圧を決めることでさらに制御は簡単になる。

一方、太陽光発電は、需要隣接電源でメンテナンスフリーであることを考えると、再エネの中ではコスト面で今後最も有望であり、しかも直流発電であることから制御も簡単である。そこで、パネルの価格が下がってきている現在では、太陽光発電と蓄電池を組み合わせる発想が生まれた。

若葉台地区では蓄電池を共同で使うコンセプトを前提に、直流系統で繋いでいるので、電圧だけ見れば良いため制御が簡単である。さらに、太陽光発電などを、共同蓄電池等を用いて、お隣同士共同で有効利用できるとともに、防災時にも活用ができるシステムである。

スイッチボックス（SW-BOX）で交流系統と直流系統の切り替えができるようにし、太陽光発電出力を直流システムを介して屋外LEDやEV充電器等に利用することでエネルギーの地産地消を実現している。

図表. お隣同士エネルギー融通システム



資料：中電技術コンサルタント(株) スマートコミュニティ研究会説明資料

（３）とっとり型植物工場

鳥取で生産が拡大しつつある高付加価値の「イチゴ」を栽培する植物育成装置と育成装置の一括制御，および電力の見える化を図る FEMS を導入した実証実験を行う。

発熱のほとんどない植物育成に特化した LED 光源を使用し，植物育成に適した環境を FEMS により最適自動制御し，環境負荷，生産リスクの低い運用を行う。

地中 2.5m の深さに埋設したリブパイプ内（50m×2）に空気を通して地熱とパイプ内を通る熱を直接交換し，植物工場の冷暖房機器の室外機に 15℃ 程度の風を当てて，省エネと CO₂ の削減効果を実証する。

植物工場には，UHP S（超高効率太陽光発電システム）が採用されている。これは，太陽光パネルの発電能力を最大限に引き出すシステムで，太陽光パネル温度を環境温度（周囲温度）以上に上げないように，パネルに適度に水をカーテンのように流す水カーテン方式と，パネル温度をファンで下げることができる強制空冷方式により構成されるシステムである。水カーテン方式（4kW×2 セット），強制空冷式（4kW×1 セット），通常型（4kW×2 セット）で構成される合計 20kW のシステムが導入されている。夏の太陽光と冬の晴れ間の太陽光を最大限に取り込む超高効率の発電システムで，水カーテン方式は冬に雪降ろしを不要とするすぐれた発電システムである。

水カーテン方式は太陽光パネル表面の冬場の融雪，春季の黄砂や秋季の落ち葉等の洗浄，夏場の水冷によるパネル温度の上昇抑制等の機能を持ち，太陽光 1 枚あたりの発電出力を最大化する制御を行う。強制空冷方式は，太陽光パネルの裏面に空冷式ファンを設置しパネル表面の温度を感知して，40℃ 以上になると作動してパネル表面の温度を下げる。

2012 年度の実証事業では水カーテン方式は通常型のパネルと比較して，融雪による発電量の増加（10%～200%）が実証された。

（４）スマートハウス（オール電化・ガス併用）

タイプの異なる 2 つのスマートハウスに，太陽光やガス発電による創エネや HEMS 等を導入し，エネルギーの最適化を図る。また，生活スタイルの異なる 2 つの世帯で，植物工場も含めたお互いのエネルギーの融通についての実証を行う。

住宅設備をネットワークに接続し，制御を行うと同時に取得した様々なデータをスマートフォンアプリで確認できるエネルギーの「見える化」を独自開発した。

① オール電化タイプ

太陽光発電，LED照明，HEMS，スマートフォンアプリで確認できるエネルギーの「見える化」を導入した低炭素で環境に優しいデイサービス施設である。お隣同士エネルギー融通システムから蓄えられた電気自動車（EV）の宅内供給システムも導入し，災害時等での電力供給を図る。

写真. スマートハウス



② ガス併用タイプ

電池三兄弟（燃料電池，太陽電池，家庭用リチウム蓄電池）とエネルギーの「見える化」を導入。経済性よりも電気の自給自足を重視した運用を目指しており，昼間に太陽光発電の余剰電力を蓄電池に充電し，夜間の電気使用量が多い時間帯に放電して使用することで，電気の購入量を減らし節電に貢献する。（蓄電池は経済性を考慮して，深夜に安く充電したものを昼間に放電して使用するのが一般的）

5. プロジェクトにおける関係者の役割分担

このプロジェクトには，2011年に発足した「鳥取市スマート・グリッド・タウン推進協議会」の構成メンバーが中心となって参画している。鳥取市が総括の事業主体となり，事業に係る費用の半分を国の補助で賄い，残りを鳥取市が予算を組んで負担している。プロジェクト参画企業の役割分担は次のとおりである。

図表. プロジェクトの実証体制

実証事業名	実証事業者	実証事業協力会社
C E M S	中電技術コンサルタント(株)	鳥取商建電設(有), エフテック
お隣同士融通システム	中電技術コンサルタント(株)	(株), パナソニック(株), ダイコー通産(株), (株)ジェイエスエス, フォレストネットワークス
とっとり型植物工場 (F E M S, 栽培装置)	(株)H R D	日本グリーンファーム(株), 荏原電産(株), シバタ工業(株), 工藤建設(株), (株)白兎設計事務所, (株)田中建設
超高効率太陽光発電システム (U H P S)	サンコネックス(株)	
スマートハウス (オール電化) スマートハウス (ガス併用)	中電技術コンサルタント(株) 鳥取ガス(株)	(スマートハウス建設業者) (株)アドバン (スマートハウス建設業者) 大和ハウス工業(株) (株)吉原建設

資料：鳥取市経済・雇用戦略課資料（2012年5月11日発表）より作成

6. デマンドコントロール

(1) 外部電源と内部電源の使用状況

共同蓄電池の容量は、24kWhと限られているため、現在、共同蓄電池が電気を供給しているのは、屋外照明灯とEVだけである。太陽光だけで賄えないものは系統電源に頼っている。

2013年度より共同蓄電池から宅内への供給が開始される。これは、宅内ピークカットに使用する予定である。

外部電源と内部電源の電気使用量の比率は、植物工場の太陽光発電の比率が結構大きいので、3割程度は太陽光、残りが外部電源である。(実証がスタートして半年であり、冬場のみの実績)

デイサービス施設(オール電化)では太陽光の割合は2割弱である。一般住宅はガスとの併用だが、まだ人が居住していないため、データがとれていない。

（２）電力需要に比べ太陽光の発電量が大きい場合の対策

電力需要に比べ太陽光の発電量が大きい場合、現状では系統に電力を出している。これには売電契約はない。蓄電池の電気は売電できないので、補助事業としては極力、売電でない利用を目指している。将来は、蓄電池と切り離した状態の時の太陽光発電の余剰電力売電モードを考えている。

7. 経済性について

（１）若葉台地区プロジェクト全体の投資額

総事業費は 286 百万円（計画ベース、半分が国の補助）である。

2012 年度は、経済産業省の「次世代エネルギー技術実証事業補助金」と鳥取県生活環境部の「2012 年度とっとり環境イニシアティブ推進支援交付金」を活用している。

図表. 年度別の事業費 (単位: 百万円)

2011 年度	2012 年度	2013 年度	計
3	277	6	286

資料：鳥取市経済・雇用戦略課

（２）太陽光発電、蓄電池など個別の費用

太陽光発電設備は植物工場の太陽電池は別として 2.6 百万円（5.5 kW）である。共同蓄電池は鉛電池のため安価で 2.5 百万円（MSE-24 kW）である。

8. スマートグリッドの課題と将来の方向性

（１）スマートグリッド導入の課題

全国各地の実証事業は、新たに開発する地域にスマートグリッドを導入している事例が多い。これから新しく開発する地域に、全くゼロからスマートグリッドを構築することがコスト面でも法制面でも理想的であるが、これからの事業としては、むしろ、既存の住宅地、施設に対してどうするかニーズがある。本事業のように、グリッド対象の住民が各々すでに中国電力と個別契約している状態で、共同蓄電や太陽光発電を大量導

入するにはどうするか、といった観点が必要である。煩わしいのでやりたくないと思われることもあるだろうが、そこに活路を見出したい。

外部の交流系統から切り離して、比較的狭いエリアの中に直流系統を構築し、充電や給電を域内で完結するシステムを「お隣同士エネルギー融通システム」によって実現していきたい。

その他、商用スペースで密接した場所の共用部分に太陽光発電設備を設置し共同蓄電池に蓄電し、個別に宅内供給(配分)するといったニーズのあるところに導入していきたいと考えている。

また、例えば同じエリアに公設研究機関、病院、学校、図書館などが集中する地域にも「お隣同士エネルギー融通システム」は有効である。鳥取市の駅南側の地区では、そういう場所に共同蓄電池を入れて屋上に太陽光パネルを敷き、建物同士を系統で繋ぐ構想がある。災害時には、そこを防災拠点にもできる。

(2) 電気事業法等の規制面の課題

今回の実証地域は法律上、特定供給である。電力会社には関係のない独立した系統とみなされるので、特定供給という現下の法律の枠組みの中での運営が可能である。ただし、特定供給で複数の家を跨ぐ設備を敷設するには、事業用電気工作物の制約により、保安規制される設備として運用しなければならないことになっている。例えば電気主任技術者を定めるなどの規制条件を、狭いエリアでの適用ということで、家の中での設備と同じ一般用電気工作物とみなす、構造特区の適用を受けている。

これから保安規制の緩和が進むものと思われるが、一足飛びに緩和されるわけではなく保安が担保できるという条件付きでの緩和措置が認められるという可能性が高い。つまり法律の大前提は変わらずに、例えば道路を跨がなければいいといった、附則での運用となるものとなろう。

鳥取市の実証事業は補助事業としては3年間の事業なので2013年度で終わりだが、その後4年間は継続して運用・計測する。事業化のためのハードルが高いのが現状で、いかに効率的に事業化まで持っていけるかが今後の課題である。

防災と自給自足を目指した臨海型スマートコミュニティ（広島県福山市）

（調査日：2013年9月9日）

ツネイシホールディングス株式会社は、広島県福山市沼隈町に本社を置き、造船、海運、環境・エネルギーなどの事業を行っている。社員数は、3,082人（2012年12月末）、連結売上高は、3,234億円（2012年度）である。

同社はCO₂など温室効果ガスの排出を抑制する低炭素社会の実現に向け、二つの実証試験に取り組んでいる。太陽光発電と電気自動車を使った高効率のエネルギーマネジメントシステムの構築と、船舶および電気自動車を使った災害時の電力供給である。

1. EVを利用したシステムの構築

同社は、2011～2012年度で本社の屋根に5.4kW、14.5kW（合計約20kW）の太陽光発電設備（PV）を設置した。そして、PVの発電で電気自動車（EV）を走行させるために、市販の中古の軽自動車を改造してEVを作製した。また、社宅にEVから給電する装置を設置した。これは、PVで発電した電力を改造EVに充電し、走行するとともに、余った電力を社宅で使用するというものであった。

写真. 改造電気自動車



写真. 社宅に設置された給電装置



当初は、改造E Vの販売を考えていたが、電池容量が10kWh と少なく、エアコンが付いていないなど、使用者にとって不便であるということから断念した。また、改造E Vは走行距離が短く、通勤以外の休日の利用が進まず、市販車よりもコスト的に高くつくものとなった。

2011 年度の実証試験では、P Vの発電によるE Vへの充電を行ってきたが、あまりうまくいかなかった。P Vは天候に左右され、曇りや雨の日もあり、発電できないことがある。また、朝、出勤して、まだP Vが発電していないのに充電をはじめるということもあった。うまく充電できず、系統電力に頼ることも多かった。

そのため、2012 年度、バッテリー容量の大きい 16kWh の三菱自動車の i-MiEV を10 台導入し、実証を行うことにした。16kWh の電池を搭載したものは、グレードが一番高く、放電機能も付いている。10 台の i-MiEV は、近隣の社宅と会社の通勤用に利用されている。

また、P Vの電力を優先的に充電するシステムの開発を進めている。このシステムの最大の特徴は、P Vで発電した電力を優先的に充電すると同時に、系統電力からの充電量を抑制するところにある。このP Vで発電した電力を優先的に充電するシステムは、現在のE Vの充電状況（P V充電率）やCO₂削減量などのデータがモニター画面において「見える化」できるようになっている。

現状では、E Vの使用が通勤用となっているため、昼間の使用頻度が低く、今後は、業務用にも利用していくことが考えられている。また、E Vの電池から家庭等への給電についての試験も進めている。この給電装置は、i-MiEV にも日産自動車のL E A Fにも適用可能なものとなっている。

写真. E Vの充電状況モニター画面



2. 船舶を活用した臨海・防災型のエネルギー供給システム

2012 年度から地震など災害時に船舶の発電機より E Vに充電を行い、避難所などの電力供給を行う技術実証事業を行っている。災害時、陸側の電力系統が寸断されることが想定され、そのような不測の事態に直面した際に陸上設備に海上の船から E Vを使い電力を供給するシステムの構築が実証の目的である。

充電実証では、82,000 トンのばら積み貨物船の船舶発電機 (440 ボルト, 出力 400kW) が使用されている。発電燃料はA重油で、ドラム缶 1 本の燃料で約 700kWh の発電が可能である。これを i-MiEV 2 台、改造 E V 1 台に船陸給電盤を介して給電するシステムであり、充電確認を行い問題なく実証が終了された。

実証で課題としてあげられることは、避難所で大規模なものなどはかなり電力を必要とするため、1 台の E Vでは十分な電力供給ができないことがある。そのため、複数台が給電できる設備が必要となってくる。一方、船舶の発電設備が大きく、電力を余らせ

てしまっていることがある。

2013 年度には、実際に船から E V に給電し、E V を福山市の多目的ホールに走らせ、給電が可能かどうかについて、検証を進める予定である。このシステムにより、自治体と共同で災害時の支援体制を構築するとともに、離島への給電支援ツールとしての応用も考えられている。なお、500 人規模の避難所においても十分利用可能なものを考えている。

今後の課題としては、避難所の必要電力量に応じた給電装置の開発や約 5 時間かかる充電時間の急速化、また、実船を用いた実証が不可欠と考えられる。

災害時の避難所などの電力を電気自動車（E V）から供給するシステムの実証実験が 26 日、広島県福山市で行われた。造船、海運などを運営する「ツネイシホールディングス」が開発を

進めているシステムで、停電時に最寄りの電源から E V を使って電力を「バケツリレー」する方式。この日の実験では、500 人規模の施設で照明と電気ストーブを使い続けることができ

E V 給電で避難所運営

福山 災害時の新システム実験成功



電気自動車を使い、施設へ電力を給電する装置＝広島県福山市

E V 1 台の 1 回の充電時間は約 30 分、給電時間は 1

実験は、同市沼隈町にある常石造船の施設に停泊した約 2 千トンの内航貨物船で発電した電力を、三菱自動車の E V 「アイミーブ」 6 台で、約 1・5 時間離れた同市の避難所指定施設「沼隈サンパル」に給電。午前 9 時から午後 4 時まで約 7 時間、電力を供給し続けることができた。

ることが証明された。E V による給電システムは、家庭用の設備がすでに市販されているが、E V 1 台で 4・5 時間の給電が限界。給電を終えた E V を他の E V に切り替える際には給電が一時ストップする不具合もある。これに対して今回のシステムは、4 台の E V を同時につなぐことができ供給できる電力は家庭用の 3 倍、切り替え時の停電もない。

時間半～2 時間。7 時間の連続給電は、6 台がそれぞれ 2 往復する程度でまかなえた。船の発電能力は 40 瓩時で、国内航路に就航している船が標準的に搭載している発電機という。同社は、実証実験の結果などを参考に、システムの開発をさらに進め、商品化を目指す考え。

資料. 産経新聞（2014 年 1 月 27 日）

柏の葉スマートシティプロジェクト（千葉県柏市）

（調査日：2013年6月7日）

柏市は、千葉県北西部の人口約40万人の中核市である。東京都心の秋葉原から、つくばエクスプレス（TX）で約30分の「柏の葉キャンパス駅」を中心とした273haという広大な土地に、千葉県を事業主体とする土地区画整理事業によって大学、研究所、商業施設、病院、マンションなど都市機能の整備が進められている。

将来的には計画人口2万6千人のスマートシティの建設を進め、「環境共生都市」「健康長寿都市」「新産業創造都市」の3つの重点課題の解決モデルを提示している。柏の葉スマートシティの中核となる「148街区」のオフィス、ホテル、高層住宅は2014年春の竣工予定である。

1. プロジェクトの経緯

2000年 8月 千葉県が柏北部中央地区の土地区画整理事業を認可

2005年 8月 つくばエクスプレス開業

2006年11月 柏の葉アーバンデザインセンター（UDCK）開業

2008年 3月 千葉県、柏市、東大、千葉大が柏の葉国際キャンパスタウン構想策定

2011年12月 内閣府から総合特区、環境未来都市に認定

2. 環境共生都市

（1）エネルギーの効率的な利用

豊かな自然環境を地域資源として活かしながら「AEMS：エリアエネルギー管理システム」を中心にエネルギー利用の最適化が図られている。AEMSについては、148街区に「柏の葉スマートセンター」を設置し、駅前周辺5街区のエネルギー情報の一元化と最適制御が行われている。

AEMSは、オフィスや商業施設、高層住宅、公共施設などに設置されたHEMSやBEMS、中央監視システムなどからの情報をもとに電力、ガス、水などの使用量を「見える化」し、地域全体のエネルギー情報を把握・分析することでエネルギーの一元管理や需要予測、需給状況の提供などを行っている。地域全体のエネルギー需給情報を「見

える化」するために、大画面ディスプレイやデジタルサイネージ等のインターフェイスの整備が進められている。

また、蓄電池などの分散型電源設備は、電力会社の系統電力と太陽光など再生可能エネルギーを組み合わせで安定的に運用するためには不可欠な設備であり、これらをAEMSで管理することで地域内で柔軟に電力エネルギーを融通できる。

AEMSは、エネルギー管理機能以外に地域の情報基盤の役割も果たし、エネルギーの需給情報、地域の交通情報、災害時の緊急放送など住民向けのサービス提供が可能となる。2015年度以降、AEMSはエリア拡張と機能の充実を図りながら将来的には柏の葉全域で「スマートグリッド」機能を備えたネットワークの構築を目指す。

「柏の葉スマートシティプロジェクト」では、エネルギーの複線化、未利用エネルギーの徹底活用と効率的な運用でCO2排出量の大幅な削減をめざします。さらに発・受電量、消費電力量などエネルギー利用と地域の最適化を実現するコアとして「エリアエネルギー管理システム（AEMS）」を新たに構築し、エリア拡張と機能の充実を図りながら将来的には柏の葉全域で「スマートグリッド」機能を備えたネットワークの構築をめざしています。

図表. AEMSの構成図

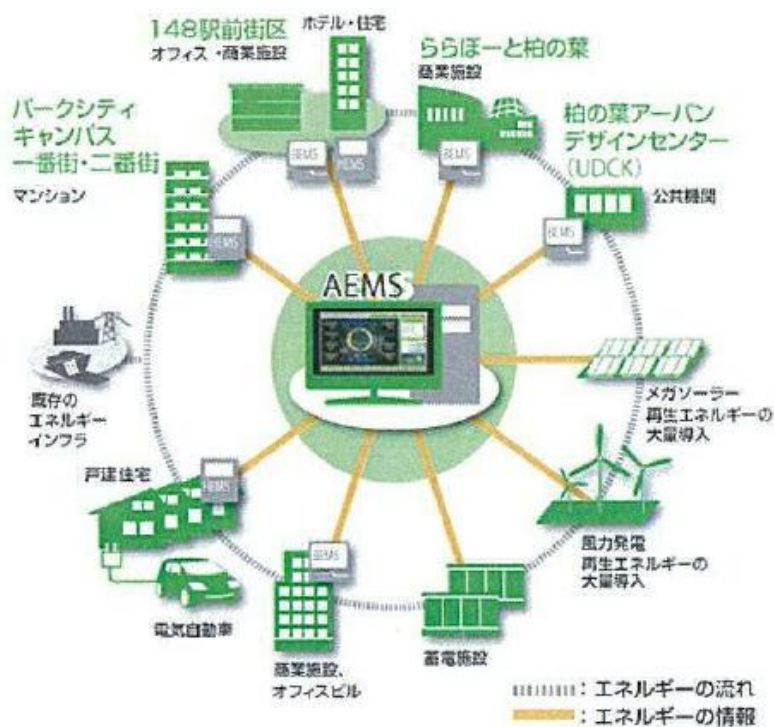
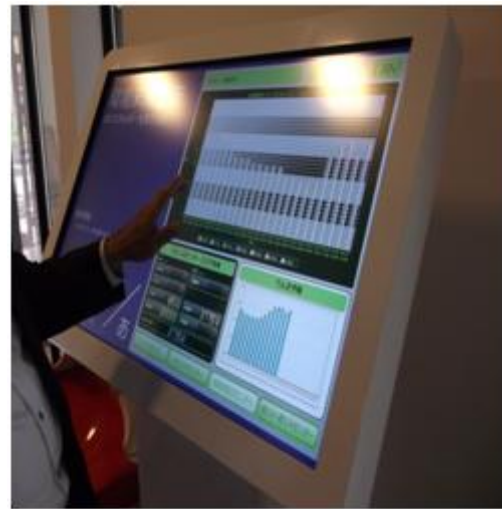


写真. デジタルサイネージ



写真. 電力需給の「見える化」パネル



（２）防災対策

停電時に電力供給が途絶えた街区に蓄電池から効率的に電力融通を行うものである。街区を越えた電力供給を制御し、系統間の混合問題も解消できる。柏の葉スマートシティは、内閣府の地域活性化総合特区の認定を受けており、災害時、通常は電力会社しか認められていない公道を跨いだ電力供給が例外的に認められている。

（３）エネルギー供給

太陽光発電，風力発電，温泉熱利用，生ゴミバイオガス発電，排熱利用・複合型コージェネレーション，太陽熱利用など再生可能エネルギーや排熱の利用などを進め，街区内で発電した電力を蓄電池に充電し，停電時にはライフラインに供給することにより地域防災力を高めている。

（４）省エネルギー

①CO₂削減見える化モニター

住宅においては，各世帯の電気・ガス・水道使用量をインターホンのモニター画面で「見える化」し，省エネルギーの度合いがランキング表示される。ランキング上位者には，ポイントが付与されショッピングに利用できる。また，LED照明等の高効率機器の導入や消費電力を抑える※タスク&アンビエント照明・空調等の設置を進める。

※タスク & アンビエント照明・空調

室内空間の照明・空調を全体（アンビエント）によるものと部分（タスク）による個人の好みのものの合成によって作る考え方。パーソナル空調なので快適性が非常に良好である。アンビエント空調域は、夏季冷房 28℃、冬季暖房 18℃と緩やかでもよく、省エネルギー効果が高い。

②ホワイト証書によるカーボンオフセットシステムの構築

駅前5街区におけるスマートメーターの導入により、CO₂排出量の削減を目指す。

5%削減 2011年9月のスマートメーター導入戸数 100戸/1000戸

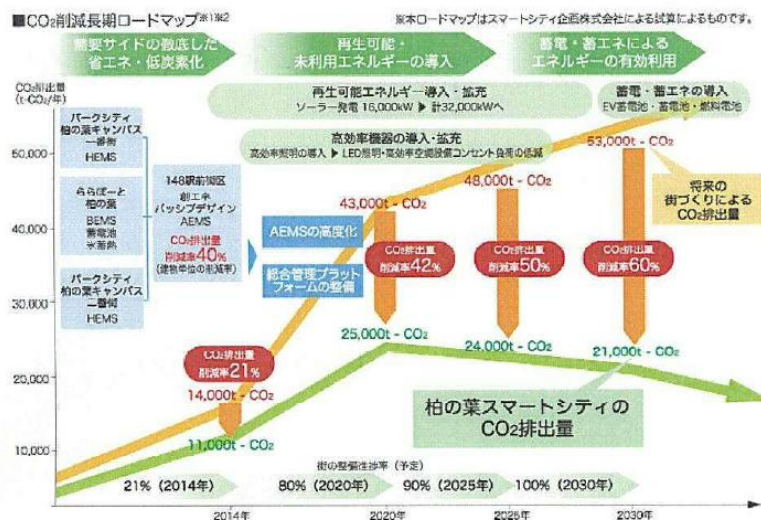
⇒ 15%削減 2014年 スマートメーター導入戸数 1800戸/2000戸

家庭内のCO₂削減量を「環境価値」とし、第三者機関の認証を受けホワイト証書を発行することで、地域の商業施設などで利用可能な「地域力ポイント」に交換するものである。

③CO₂排出量の削減計画

「ホテル・賃貸住宅棟」と「商業・オフィス棟」において約40%のCO₂排出量削減を、オフィス単体では約50%のハーフカーボンビルを計画している。さらにCO₂削減のための長期ロードマップを策定している。

図表. CO₂削減長期ロードマップ



※1: 街づくりの範囲は柏北部中央地区一体型特定土地地区画整理事業約273haを対象として設定。
※2: CO₂削減量は業務部門と家庭部門で算出。（産業部門、運輸部門等は算出対象外）

（５）交通システム

ららぽーと柏の葉、柏市役所（第２駐車場）、東京大学柏キャンパス、東葛テクノプラザの４か所に充電器を設置し、電気自動車、電動バイクを利用できるシェアリングシステムを導入している。入会は無料で、２４時間利用可能である。料金は電気自動車 ３００円／１５分、電動バイク １００円／１５分で学生は３割引となっている。

このような電気自動車など様々な交通機関の効率的な利用を進めるマルチ交通シェアリングシステムの拡充により、高い利便性と低炭素社会の両立を目指すものである。

地域の自動車分担率※ ３６．５％（１９９８年） ⇒ ２７％（２０２８年）

地域の自転車分担率※ １７．２％（１９９８年） ⇒ ２７％（２０２８年）

※分担率：交通実態調査による全体のトリップに対するある交通手段を利用したトリップの割合

写真． いろんな乗り物「街乗り」シェアリング



３． 特定供給の問題

柏市のプロジェクトにおいては、①地域単位での電力負荷の平準化、②エネルギーセキュリティの向上、がスマートコミュニティを構築する上での重要なポイントとなる。

そのため、再生可能エネルギーなどの分散型電源を街区を超えて、地域全体で有効利

用する仕組みが必要であり、DRなどを含めた「地域でのエネルギーマネジメント」を活性化することが不可欠である。また、地域でのエネルギーマネジメントは、需給逼迫や防災意識の高まり等から、今まさに求められる課題解決策であると考えられている。

しかし、電気事業法では、一般電気事業者以外の事業者が系統線を活用した地域のエネルギーマネジメントを行うことは系統利用の制約上困難であり、自営線供給が必要となる。

自営線供給としては、①特定規模電気事業者によるもの、②特定電気事業によるもの、③特定供給によるもの、の3つの手段がある。これらは、いずれも電力供給の実現に一定の規制緩和が不可欠となっている。

① 特定規模電気事業者

特定規模需要（特別高圧または高圧により受電し、契約電力が50kW以上の需要に対する電気の供給を行う事業者。

② 特定電気事業

特定のエリア（供給地点）の需要に対して電気を供給する事業。

③ 特定供給

主にコンビナート内等で発電した電気を他の工場や子会社等に供給する場合に活用することが可能な制度。

柏のプロジェクトの場合、経済合理性を考慮すれば、「特定供給」による自営線供給モデルの活用が最適と考えられ、以下の規制の緩和が強く要望されている。

（１）自己電源保有比率の撤廃

特定供給は、供給者と需要者に親会社や子会社の関係がある場合や、これらの会社が組合を組織してスマートコミュニティを形成する場合などで、密接な関連性がある際に認められ、自営線を用いて供給できる。また、特定供給においては、域内の供給力を最大需要の50%以上を確保することが条件となっている。この50%以上という条件は、現状からすれば相当量の設備投資の増加を要する。そのため、特定供給については、自

己電源の保有要件は維持しつつも、許可要件における自己電源保有比率の撤廃が強く求められている。

（２）再生可能エネルギーの自己電源化

現行法では、太陽光などの再生可能エネルギーは、特定供給の発電設備としては認められていない。このプロジェクトでは、再生可能エネルギーに蓄電池を組み合わせ、AEMSにより電力量を管理することで電力需給の安定性が確保できる。そのため、蓄電池と再生可能エネルギーとの組み合わせや、燃料電池を許可要件における自己電源として認めるべきであると要望されている。

４．プロジェクトの特徴と参考となる事項

（１）立地条件

この地域には、もともと旧陸軍柏飛行場などの陸軍関係の施設や三井不動産のゴルフ場などがあって、広大な未利用地であった。TXの開業により、都心から約30分という移動に便利な場所でもある。また、常磐自動車道の「柏IC」へのアクセスも近い。

既存の都市の再開発ではなく、全くゼロベースからの新都市の建設であり、最新の設備や機能が導入しやすい条件にあった。

（２）公・民・学の連携による自律した都市経営

公（千葉県、柏市など）、民（三井不動産㈱、柏商工会議所など）、学（東京大学、千葉大学など）が連携して、UDCK（柏の葉アーバンデザインセンター）を立ち上げている。UDCKは、新たなまちづくりに係る「調査・研究・提案」を行う機能と、実際のまちづくりの「調整・支援」を行う事業推進コーディネーターとしての機能、そして、それらを市民や社会に発信して、参画を促す「情報発信」機能の3つの機能をもっている。

公・民・学のそれぞれの立場で活動する個人や組織が、様々な場面で臨機応変につながり、協働して問題の解決に取り組み、大学や専門家は新たな技術や理論をまちづくりに応用し、長期的かつ客観的な視点から都市経営が行われている。

（３）エネルギーのコントロール機能

AEMSにより、地域の電力需給状況を把握し、電力会社の系統電源と再生可能エネルギーや蓄電池を効率よくコントロールするシステムとなっている。また、災害時・非常時のライフラインの確保の面からも、有効な取組みと考えられる。

高層住宅におけるインターホンのモニター画面で使用量を「見える化」することにより、使用者の省エネルギーの意識を喚起することができる。また、ランキング表示し、上位者にポイントを付与することで省エネに対するモチベーションを高めている。

（４）スマートコミュニティのモデルの国際展開

柏の葉における環境未来都市モデル構築に向けた実践と並行して、インターネットを活用したまちづくり情報の戦略的な発信を行い、柏の葉モデルをパッケージ化して世界に展開していくという考え方となっている。

第4節 株式会社東芝のスマートコミュニティへの取り組み

スマートコミュニティ構想について、国内外で多くのプロジェクトに参画し、スマートコミュニティの事業化に中心的な役割を果たしてきた株式会社東芝の取り組みについて紹介する。

1. 背景

2008年9月のリーマン・ショックは、多くの日本企業の経営に深刻な影響を与えた。東芝も2009年3月期決算は、約2,500億円の営業赤字を計上し、大幅な経営合理化を迫られた。その一方で2010年に東芝はスマートコミュニティ・アライアンス(JSCA)を設立し、スマートコミュニティ事業に本格的に取り組むことになった。

東芝がスマートコミュニティ事業に取り組む大きな要因には、世界的な「環境変化のメガトレンド」がある。

まず、第一に、人口問題である。世界では、新興国で「人口増加」と人口の「都市集中化」が顕著となっている。2011年に世界の人口は70億人を突破した。2050年には91億人を超えるとの予測もある。新興国では、都市部の人口集中化に伴い、交通渋滞、水不足、食糧不足などの諸問題が顕在化している。一方、日本など先進国では少子高齢化に伴う経済の停滞や、社会保障関係の負担増、介護などが問題となっている。

第二に、エネルギー・環境面の問題がある。新興国では、経済発展、生活水準の向上、人口の増加などに伴ってエネルギー需要が急増している。中でも消費電力量の増加に伴い、石炭火力などの発電によるCO₂など温室効果ガスの発生で地球温暖化が問題となっている。

第三に、情報インフラの整備がある。グローバル化やICT化が進展し、コミュニケーションの即時化やネットコミュニティが拡大している。その一方で、サイバーテロの増加などの懸念もあり、その対応が課題となっている。

2. スマートコミュニティとスマートシティ

東芝におけるスマートコミュニティは、以下のような概念と考えられている。スマートシティは、行政区なるから共同体や地域社会であり、人が集まってくるところに成立する。コミュニティでは、人間が人間らしく生きるために必要なことが揃っていなければならない。効率性だけでなく、快適な居住環境、充実した教育環境、文化・スポーツ、

アメニティといった諸条件が総合的に整備されなければならない。都市問題や環境問題を解決しつつ、人々が集まってきて人間らしいコミュニティを形成していく。それが東芝の「スマートコミュニティ」のイメージとなっている。

3. 総合電機メーカーの強み

東芝は、原子力発電、火力発電、水力発電、メガソーラーなど各種発電設備の製造について長い歴史を持ち、世界最先端の技術力を持っている。また、テレビ、パソコンなどのデジタル製品、半導体やHDDなどの電子デバイス、洗濯機・冷蔵庫・LED照明などの家電製品なども製造する総合家電メーカーでもある。これらは、いずれもスマートコミュニティを実現させるために必要な構成要素となっている。

スマートコミュニティは、これらの各分野をICT、制御技術などの先進技術を活用して、最適に統合し、社会インフラ全体の効率化を図るというものである。

4. 地域特性に応じたスマートコミュニティ

家庭、ビル、工場といった単位で設備だけをスマート化しても十分な課題の解決にはならない。地域にはそれぞれ地域特性があり、それぞれの地域をスマート化するためには、設備やグリッドより概念を広げて、コミュニティレベルでスマート化を図る必要がある。

地域全体をスマート化するためには、現地に実際に足を運び、地域の企業や人と話をしなければ実情はわからないことが多い。たとえば工業団地をスマート化する場合、地方自治体が主体となる場合が多い。補助金が出る場合は、地場の企業を巻き込み、一緒になって事業を進めてほしいというニーズも高い。しかも特定の企業と組むのではなく、地域の複数の企業と地域的なアライアンスが必要であり、プロジェクトごとに異なってくる。また、その地域で暮らす人々、生活者と連携して新しい付加価値を創造しなければならない。地元産業と一体化し、現地企業が利益を上げる仕組みを作り、生活に寄り添ったビジネス展開が必要となる。

5. ビジネス・アライアンス

東芝は、これまで電気、水道、交通と個別の要素に分けて事業を展開してきたが、これからは、合成してより価値のあるソリューションにしないといけない。スマートコミ

ユニティ事業は、関係する技術領域が広く、一社で全ての領域をカバーすることは困難である。国内外の先端企業とアライアンスを組み、よりスピーディに高品質なサービスを提供することが求められる。

2011 年 6 月、東芝は、米国のヒューレットパッカードと組み、スマートコミュニティとそれを構築するシステムやクラウドサービスなどの分野で協力関係を構築すると発表した。従来、競争相手であった企業との間でウインウインの関係を構築し相乗効果を発揮する方針である。2011 年 7 月には、スイスのランディス・ギア社を買収した。同社はスマートメーターの生産でシェア 3 割超の最大手である。

インフラ系のビジネスは、ゼロから始めると時間がかかり、市場で認知されて顧客を獲得するまでが難しい。そのため、手っ取り早くすでに市場にプレゼンスのある会社を買収する場合がある。

6. アグリゲータ

スマートコミュニティは新たなビジネスを創出する。アグリゲータ（エネルギー利用情報管理運営者）ビジネスである。東日本大震災以降、電力需給の逼迫で、中小ビルにおいても電力消費量の削減が求められ、BEMSの普及が急がれるところである。しかし、BEMSの設置運用は多大なコスト負担となる。中小ビルの負担を軽減しながら、BEMSの普及を進め、エネルギーの最適化を実現させるのがBEMSアグリゲータである。

中小ビルは、BEMSアグリゲータの提供するBEMSをビルに導入し、1年以上のエネルギー管理支援サービスの契約を結ぶ。導入されたBEMSの機能に応じて二分の一または三分の一の国の補助金が支給される。これに対してBEMSアグリゲータは、中小ビルにBEMSを導入し、クラウドなどを用いたシステムによって中小ビルの省エネなどの運用・管理を行う。具体的な事業としては、需要側つまり建物内の空調や照明などの設備をコントロールし、節電を実行する。これが電力需要の抑制すなわち「ネガワット」の容量の確保となる。

需要の抑制は、発電と同じ効果がある。発電所を作って発電量を増やすか、電力需要を減らすかということである。電力会社は、従来、発電と需要のバランスを取るため、需要に見合った発電を行い、供給によりバランスをとってきたのである。

7. スマートコミュニティの具体的プロジェクト

東芝は、今まで 35 のプロジェクトを実施し、すでに終了したものもある。国やNE DOなどの支援を受けたものも少なからずある。2010 年頃から本格的にスタートし、初期段階のプロジェクトに早いうちから着手したことが、今日の展開の大きな原動力となっている。様々な実証試験で得られたデータや知見が次のプロジェクトの推進に大いに活かされている。以下が、主な参画プロジェクトである。

図表. 株式会社東芝の参画プロジェクト



資料：株式会社 東芝

(1) 宮古島のメガソーラーの実証プロジェクト

2010 年にスタートしたもので、沖縄県宮古島にメガソーラーを設置して、それに併せて系統の安定化つまりスマートグリッドの実証試験を進めるものであり、その実証設備を東芝が納入した。島全体の需要に対して、4MWという大容量のメガソーラーが入ることから、技術的にも大丈夫なのかという危惧もあったが、実証試験が進められている。

(2) 米国ニューメキシコ州のスマートグリッド

これは、NEDOの公募事業で、ニューメキシコ州のアルバカーキとロスアラモスの2か所で2012年スタートした。東芝にとって最初の海外プロジェクトとなった。この実証には、PV、NaS電池、HEMS、BEMS、スマートメーターなどスマートグリッドに必要なものがセットされている。

(3) 横浜市のプロジェクト

日本の4実証のうちの一つである。人口約370万人の大都市横浜における広域で本格的なスマートコミュニティ実証プロジェクトである。地域全体をCEMSの下にあるBEMS、HEMS、蓄電池SCADAなどを制御・管理する。DRなどの社会実証と新しい蓄電池SCADAなどの技術実証を行うものである。また、色々な会社を標準インターフェイスで接続するの、この実証の特徴である。大都市での本格的な実証であり、この実証事業によってスマートコミュニティ事業を確立させていくというものである。

(4) フランスのリヨンの事業

リオンはフランス第二の都市で、ここで行われる大規模な再開発にスマートコミュニティ技術を導入するというものである。再開発は、ローヌ川とソーヌ川の中洲エリアで日本の高効率太陽光発電設備の設置、リチウムイオン電池などによる蓄エネ技術、BEMS、HEMSなどの制御技術を駆使して、消費するエネルギーよりも生成するエネルギーを大きくする「ポジティブエナジービルディング」を実現するものである。

また、太陽光発電の増加による系統への影響、再開発による人口増がもたらす自動車の増加に伴うCO₂排出量の問題が懸念されることから、太陽光の発電をEVの蓄電池で吸収するEVカーシェアリングも導入される。更に、住宅の分電盤に計測器を取り付け、タブレットPCやテレビで消費電力が見える化し、住民の省エネ行動を促している。

8. スマートコミュニティセンター

東芝は、2013年10月に神奈川県川崎市に「スマートコミュニティセンター」を開設した。東芝グループのスマートコミュニティ事業に関連する部門の従業員約7,800名を順次集約し、浜松町の本社と並ぶ同社の最重要拠点として位置付けるものである。エネルギーの安定供給、減災、健康まで暮らしに関わる様々な課題をソリューションで解決

するビジネス拠点を目指す。

同センターには様々な最新のテクノロジーが採用されており、建物自体が世界に向けてのソリューションを発信するためのモデルとしての役割を担うものである。たとえば、全館LED照明を採用し、国内初の画像センサーによる照明制御システムにより、人がいるかどうか正確に検知し、照明ごとに調光を行うものである。需要に応じて効率的な運転制御により省エネが図られるグリーンエレベーターも設置されている。また、エレベーターは、停電時においてもリチウムイオン電池による継続運転機能も搭載されている。

これらの設備機器の効率化を進めるとともに、BEMSなどにより、ビル全体のCO₂排出量を54%削減する(2005年の東京都一般事務所ビル平均値)計画となっている。

写真. スマートコミュニティセンター（神奈川県川崎市）



資料. 東芝ホームページ

第4章 スマートコミュニティの課題

以上の各プロジェクトの調査から、浮き彫りとなったスマートコミュニティの課題は次のとおりである。

1. 経済性

第1章において、電気事業の事業特性について、多数の大規模発電所により、できるだけ多くの需要家に大量の電力を供給することによって成立する典型的な設備型産業であるということを説明した。また、負荷率の問題を取り上げ、高い負荷率によって、低コストの電気が供給できることを示した。

スマートグリッド、特にマイクログリッドとなると、狭いエリアで、少数の発電設備と少数の需要家ということになり、電気事業の事業特性であるスケールメリットが活かせない。現状では、実証段階であり、費用対効果の検証が十分に行われていないものの、国からの補助金やFITなどの補助制度により、スマートグリッドは成り立っていると言えよう。実証プロジェクト終了後の検証が待たれるところである。ただ、どのようなプロジェクトにおいても、研究段階や実証段階においては、経済的に成り立たず、事業化によって普及が進むことによって経済性が生ずることは否定できない。

スマートコミュニティでは、PVやEV、蓄電池が重要な構成要素である。ただ、現状では、PVなどは発電効率が低く、コストが高いことが大きな課題である。蓄電池については、電力系統用の大型蓄電池を、導入コストベースで比較すると、蓄電池の役割を実質的に果たしている揚水発電が約2.3万円/kWhのところ、NAS電池で約4万円、鉛蓄電池で約5万円とコストの差が明らかである。また、寿命（耐用年数）は、揚水発電が約60年である一方、NAS電池が約15年、鉛蓄電池が約17年となっており、これにも大きな差が見られる。

蓄電池については高効率化を図るとともに、低コスト化や大型化が必要となってくる。

図表. 各種蓄電池の比較

電池の種類	鉛	N A S	リチウム	(揚水発電)
コ ス ト (円/kWh)	約 5 万円	約 4 万円	約 20 万円	約 2.3 万円
大容量化	○ ～MW級	◎ ～MW以上	○ ～MW級	100～200 万 kW
安 全 性	○	△	△	◎
寿 命	約 17 年	約 15 年	6～10 年	約 60 年

資料：蓄電池戦略（2012 年 7 月）経済産業省蓄電池戦略プロジェクトチーム

2. コジェネの限界

第2章の、5. スマートコミュニティの意義の中で、熱や未利用エネルギーも含めたエネルギー全体の需給体制の構築の必要性について触れたが、スマートコミュニティでは、コジェネレーション(cogeneration：コジェネ：電熱併給)の活用も重要な要素となる。コジェネは、ガスなどの燃料で発電し、そこから出る排気で蒸気タービンを回して2度発電することも可能であり、発電の際に出る排熱を利用して温水・冷水を作ったり、冷暖房を行えるシステムでもある。

コジェネは、東京など大都市部の大型複合施設で実際に稼働している。コジェネの課題は、ビルや家庭、工場などで十分な熱需要がなければ利用率が下がり、発電出力を小規模にしなければならないことである。したがって東京など需要密度の高いところでは有効であるが、それ以外のところでは、スケールメリットが働かない。

また、普及が始まったばかりで、大量生産によるコストダウンが十分でなく、熱利用にあたっては、配管などの設備が必要であることから高価格にならざるを得ない。

3. 系統制御上の制約

太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、環境に対する負荷が低く、国産のエネルギーとして普及が期待されている。しかし、一方で天候等の条件によって出力が変動する不安定な電源でもある。太陽光や風力の導入が拡大すれば、電力系統に大きな影響がかかることが懸念されている。電圧や周波数の変動により、電力の品質の低下が起これば、生産活動に与える影響は計り知れない。極端な場合、機器の損傷や停電などのトラブルにつながることも予想される。

太陽光や風力の発電量が減少すれば、そのバックアップの火力などの電源を動かす必要が出てくる。また、逆に余剰電力が発生した場合、蓄電池などに充電する必要がある。蓄電池は、常時動かすものではないため、維持管理なども含めてコスト負担の増加につながる。

蓄電池については、家庭用太陽光で、昼間に発電した電力の一部を蓄電池に充電し、夜間に利用したり、E Vの電池に充電するなどの利用が望ましい。しかし、現状ではコストが高く、一般に蓄電池を設置する例は極めて少ない。また、今後、再生可能エネルギーの普及拡大が進めば、蓄電池の充電・放電のタイミングをいかに制御するかが課題となる。

4. DR参加へのインセンティブ構築

2011 年 3 月の東日本大震災以降の電力需給の逼迫に伴う、政府や電力会社からの節電要請もあって、国民の省エネ意識はかなり醸成されてきた。しかし、この省エネ意識が将来的に定着するかについては、予断を許さない。高温、低温という条件において、快適性を犠牲にしてまでDR（デマンドレスポンス）を行う消費者が増えるかということもある。DRによって、ピークカットやピークシフトを進めるためには、DRを実施するユーザーの理解と関心が大いに必要となる。

DRに参加するということは、家族構成、生活スタイル、家電の設置状況などの個人情報情報が第三者に提供されることになる。このような個人情報情報が第三者に知られることに対する拒否感も否定できない。

DRとはどういう仕組みなのか、どのようなメリットがあるのかといった点を消費者に明確に示していく必要があるだろう。そして、消費者が自主的に参加するようなモチベーションを醸成する仕組みづくりが必要となる。

スマートコミュニティにおいて、DRは大きな柱の一つである。そのため、ある程度まとまった数のDR参加者の確保が必要であり、その確保が困難な場合、最終的には、電力の需給バランスを損ないかねない。

5. セキュリティ

スマートコミュニティにおいては、DRやスマートメーターを取り付けることから、需要家の情報を供給側に提供することになる。そのため、個人情報などのデータ漏洩防

止が重要な課題となる。

また、EMSが家庭、ビル、工場などの単位で置かれているが、これらが外部からのサイバーテロの攻撃対象となる可能性も出てくる。さらに、地域全体を管理するCEMSにトラブルが発生し、それが長期化すれば、住民の生活や企業活動に深刻な影響を及ぼすことも懸念される。

一方でできるだけ瞬時の需給状況を適時的確に制御する必要性もあることから、重すぎるセキュリティをかけることにも問題があると考えられ、バランスのとれた対応が求められよう。

6. 事業運営の継続性

横浜市などの4実証プロジェクトは、東芝、トヨタ、新日鉄などの有名なグローバル企業を中心となって、ヒト、モノ、カネが投入されて、効果的に事業の運営がなされている。また、対象となる自治体のプロジェクトに対する熱意が強く感じられた。

世界的な大企業が少ない地域で、このようなプロジェクトの実施、運営が可能であろうか。事業を継続させるのは、協議会方式でもよいが、しっかりした運営ができる組織が必要となってくる。また、実証段階では、国や自治体からの補助金もあって、比較的にスムーズに運営されているが、実証終了後もいかにして継続的に運営していくかが大きな課題である。

7. 採算性の評価

スマートコミュニティのプロジェクトについては、一部は国の補助金が出されているものの、民間のプロジェクトと同様に投資に対する収益性の評価・検証が必要である。計画段階はもとより、実施段階において、定期的な収益確保の評価・検証により、場合によっては、事業の縮小や中止などの見直しも必要となってくる。

ただし、このような採算性の評価だけでなく、コミュニティを構成する企業・住民の満足度などの評価を取り入れることにより、プロジェクトの採算性には問題があるものの、コミュニティの将来にとっては大きな利益をもたらすことが明らかであれば、事業として継続させることも考えられる。

8. 国際標準化

2014 年度がスマートコミュニティ構想の実証事業の最終年度である。この実証事業の大きな目標の一つが国際標準化である。国際標準化とは製品の品質、性能、安全性、寸法、試験方法などに関する国際的な取り決めのことである。

実証の次の段階が事業化であり、事業化を進めるにあたっては、新技術や製品の国際的な普及を図るためにも、国際標準化への取組みが欠かせない。この取組みは、一個人や一企業でするものではなく、国レベルで産学官が一体となって進めなければならない。

また、できるだけ早期に具体的プロジェクトの海外展開を進めることも重要である。

9. 規制緩和

特定供給においては、域内の供給力を最大需要の 50%以上を確保することや、再生可能エネルギーを特定供給の発電設備として認められないなどの要件から設備投資の増加につながり、柏のプロジェクトでは、規制緩和が大きな課題となっていた。

ところで、特定供給については、2014 年 3 月 31 日に審査基準が一部改定された。これは、自前の電源を持たなくても相対契約を結んで安定的に電力を供給する電源を特定できれば「自己電源」と評価したり、太陽光や風力など出力変動が大きい電源は、蓄電池や燃料電池の併設により、一定量自己電源とみなすといった内容で、規制緩和の動きも見られる。また、豊田市のプロジェクトのように、地域活性化総合特区の申請による規制緩和の導入などもある。

10. まとめ

スマートコミュニティ実証事業は、国の補助金による支援があつて行われており、その本質は国民の税金である。国民全体から集められた税金が一部の都市のインフラ整備に充てられていることも事実である。ただし、モデルによって実証し、広く普及を進めることはよくあることで否定すべきことではない。

実証の次の段階として、スマートコミュニティを継続的に推進していくためには、何のために、どのような街を作っていくかという、明確な目的の設定が不可欠である。経済性の問題や技術的な課題ばかりに目を向けがちであるが、スマートコミュニティにしていくことによって、こうしたいという明確な目的を掲げて取り組んでいく必要がある。

それぞれのプロジェクトの実証試験を通して、課題や対策を十分に検討し、広く地域社会において現実に適用することにより、安全・安心な街づくりを通して、快適な市民生活が実現できるものにし、ひいては地域の産業の活性化や雇用の創出につながるものでなければならない。

第5章 中国地域におけるスマートコミュニティの展開のあり方

将来的に、中国地域において、スマートコミュニティに関する事業を展開する場合、どのような方向性が考えられるかを検討してみた。

1. 中国地域にとっての必要性

中国地域は、少子高齢化が進み、将来的に人口の大幅な減少が予測されている。人口減少は、経済活動にとって大きな影響を及ぼす。スマートコミュニティを中国地域に展開するに当たっては、地域の活性化や雇用の創出に寄与するものでなければならない。また、スマートコミュニティによって、より住みやすい環境に整備されることは、人口の社会増に結びつくものと期待できる。

特に中国地域の中山間地域の過疎化・高齢化が顕著である。また、広島市などでは、戦後、開発された郊外の住宅団地の衰退が目立つ。このような地域の活性化、UターンやIターンによる流入人口の増加に、スマートコミュニティに関連する事業が利用できないかなどを検討する必要がある。

2. 中山間地域におけるスマートグリッドの適用例

中山間地域における小都市においては、既存電源に加え、太陽光発電や大容量蓄電池を組み合わせることが考えられる。

系統電源による電力供給と域内の電力需要をリアルタイムで監視制御することで太陽光発電などの再生可能エネルギーを最大限有効活用するシステムの構築を目指すものである。

また、中国地域には、瀬戸内海を中心に数多くの島があり、多くは海底ケーブルや送電線により電力の供給が行われている。日本海の隠岐諸島、見島といった離島では、ディーゼル発電や風力発電により、島内において発電が行われている。

このような島嶼部においては、宮古島のスマートグリッドの実証試験やツネイシホールディングスの技術実証の適用が有効である。また、太陽光ばかりでなく、洋上風力、バイオマスや小水力などの再生可能エネルギーの利活用が考えられる。

3. EVの利用、バスや鉄道への蓄電池車両の導入

2011年の消防法の改正により、40年を経過した燃料用地下タンクの改修が義務付けられ全国的にガソリンスタンドの廃業が相次いでいる。中国地域も全国と同様に、ガソリンスタンドの減少が今後も続くものと考えられる。電気自動車（EV）は、家庭でも充電できることから、エネルギーの供給ソースが増加する。

EVは、蓄電池の価格と走行距離が短いことが大きな課題であり、これを克服すれば中国地域においても普及するものと考えられる。そのため、急速充電器のような充電インフラの設置拡大が必要である。岡山県では、急速充電器の利用拡大を進めるとともに、地図情報のホームページを作成し、急速充電器の設置場所がわかるようにしている。また、岡山県真庭市は、急速充電器を設置し、市民は無料で利用できるようにしている。

EVは、現在、軽自動車や小型自動車に蓄電池を搭載しているものが多いが、バスなどの大型車両に搭載し、公共交通として利用すれば、ディーゼルエンジン用の軽油の負担がなくなり、効率的な運用が可能となり、環境への負荷も低くなる。

また、鉄道や市内電車における利用も考えられる。現状では、系統電力により電力供給を受けているが、これに加えて、蓄電池をセットして電車を運行するというものである。

写真. JR九州の蓄電池電車



資料. 産経新聞

4. オンデマンド型交通システムの導入

広島市などでは郊外に多くの住宅団地が形成されてきたが、都心部への移動には、自家用車かバスなどの公共交通機関に頼らざるを得ない状況にある。最近では、団地住民の高齢化が進み、バス利用者の減少もあって、バス路線の廃止や減便などが大きな問題となっている。

そのため、バスの運行を豊田市などで行われている、オンデマンド型にして、需要に見合った運行が可能となるシステムの導入が考えられる。また、電気バスなどの導入によるランニングコストの削減は、有効な対策と考えられる。

5. DRの普及

スマートコミュニティにとって、DR（デマンドレスポンス）への参加者を増やすことが、事業の成功の大きなカギであることは、すでに述べた。実証段階では、DRに参加する場合、約15万円の関連機器の設置費用は、国や自治体が負担している。いわば、税金によってまかなわれている。これを中国地域でも進めるためには、リース制度の導入などによって、負担感を軽減することが考えられる。

また、DRによって、電気料金の低減が見込まれるといったメリットとともに、行政がポイント制などによって、クーポン券を発行してショッピングなどに使用できるといった特典の付与することにより参加意欲を高めることも考えられる。

6. スマートコミュニティに関連したサービスの提供

（1）電力契約に関するサービス

DRは、すでに米国など海外において試行されているサービスである。ピークシフトの実現のために、電力の時間帯別料金の制度を利用したサービスの導入などが考えられる。夏季、冬季の需要期だけでなく、休日、平日といった様々な負荷状況におけるメニューを提案するものである。

また、電力の品質が生産に大きな影響を与える業種を対象に、電圧、停電等の特定の項目に着目した電力品質を適正な範囲に維持するサービスなども考えられる。

逆に、電力の品質にあまりこだわらない需要家を対象とした割引メニューの提案なども考えられる。

（２）家庭内情報を活用した新サービス

各家庭の電力需要データなどの情報を活用して、省エネに関するアドバイスを行うなどのサービスが考えられる。また、エネルギーマネジメントサービスとして、過去のエネルギー利用実績が蓄積されると、それをもとに、翌日あるいは１週間のエネルギーの最適な運用計画を策定し、提供するといったようなサービスが考えられる。

（３）機器管理サービス

家庭における各機器の運転状況をモニタリングし、家電の異常などを検知し、通知するサービスが考えられる。また、経年化して効率が悪くなった家電などについて、高効率機器への買い替えをアドバイスするといったものもある。

今後、ネットとつながった家電の普及が急速に進むものと見込まれるが、ネット家電の使用方法のアドバイスやネットを経由したソフトウェアのアップデートを行うことにより、家電の機能追加や遠隔修理などを行うサービスが考えられる。

７．災害時の早期復旧

スマートコミュニティを形成する目的の一つに、「災害に強い地域づくり」ということがあげられる。大地震、広域停電、テロなどの脅威に対して、組織が効果的な防止策や回復策を策定することを事業継続計画（ＢＣＰ：Business Continuity Planning）といわれている。

中国地域においては、南海トラフ巨大地震により瀬戸内海側の沿岸部を中心に大きな被害が見込まれており、岡山、広島、山口の３県で４６の市町が防災対策の強化が必要とされる「防災対策推進地域」に指定されている。これらの地域においては、避難施設の整備や防災訓練の実施などを定めた推進計画の策定が義務付けられている。

ＢＣＰの方策の一つである、災害時のエネルギー供給の早期復旧を図る手段として、ツネイシホールディングスの船舶の発電機とＥＶを使った電力供給システムが、極めて有効であると考えられる。

まとめ

スマートコミュニティは、HEMS、BEMS、CEMS、PV、EVなど多様な構成要素によって成り立っている。地域という比較的広いエリアであるから、その主体も様々である。スマートコミュニティを実現するには、それぞれの主体が連携をとりながら、一つ一つの構成要素の技術的な課題を克服し、全体として最適なシステムを構築していくことにある。

海外においても、多くの国で様々な視点から実証試験が進められている。スマートコミュニティがこのように世界的に注目されるのは、人口問題、エネルギー・環境問題、経済問題（雇用や産業活性化）といった諸課題の解決策の一つになる可能性が非常に高い分野と考えられるからであろう。

わが国は、今後、急速な人口減少や高齢化の進展、それに伴う経済の停滞といったことが懸念されているが、中国地域においても、このスマートコミュニティの事業と関連技術を効果的に活用することができれば、経済・産業の振興策として大いに有望な施策になるものと期待できる。

今回の調査によって、既存の系統電力との調整、特に分散型電源の大量導入に伴う電力の安定供給の問題、プロジェクトの事業化に伴う採算性や継続性の問題などが課題として浮き彫りとなった。また、技術開発や国際標準化の取組みの一層の推進が必要であると考えられる。

わが国の電力システムは、国際的に見ても供給信頼性が極めて高いが、それは、長年にわたってネットワークの隅々にまで張り巡らされた情報通信基盤の整備によるものである。このネットワークを引き続き有効利用するとともに、スマートコミュニティをいかに経済的かつ効率的に実現するかが、今後の課題である。

電力システム改革の議論の中で、発送電分離などが検討されているが、電力の安定供給は、わが国経済を持続的に成長させる原動力であり、電源設備や送配電設備の維持・更新が円滑に行われることが是非とも必要となる。補助金を受けたスマートコミュニティの中だけが経済的で安全・安心な生活を享受できるというのはスマート（賢い）とはいえない。社会全体のエネルギーのさらなる安定供給を目指して、より経済的な各種エネルギーの最適利用を実現するのがスマートコミュニティであろう。

《参考文献》

- 「スマートグリッド学」 林 泰弘ほか 日本電気協会
- 「とことんやさしいスマートコミュニティの本」 NEDO編著 日刊工業新聞社
- 「「スマート革命」で成長する日本経済」 片山 修 PHP
- 「スマートグリッドがわかる」 本橋 恵一 日経文庫
- 「エネルギー革命」 柏木 孝夫 日経BP社
- 「スマートグリッド」 横山 明彦 日本電気協会
- 「スマートシティ」 岡村 久和 アスキー・メディアワークス
- 「エジソンとフォードを超えろ」 浜松 照秀 エネルギーフォーラム
- 「分散型エネルギー入門」 伊藤 義康 講談社
- 「よくわかる最新発電・送電の基本と仕組み」 木舟 辰平 秀和システム
- 「知っておきたい電気事業の基礎」 電力時事問題研究会 電気新聞
- 「電力改革論と真の国益」 井上 雅晴 エネルギーフォーラム
- 「エネルギー地域経済レポート 2011.9 スマートコミュニティ」中国電力株式会社
- 「エネルギー地域経済レポート 2013.7 欧州の電力システム」中国電力株式会社
- 「電気学会誌 2013.12」 一般社団法人 電気学会
- 「エネルギー白書 2013」 経済産業省編
- 「エネルギー論争の盲点」 石井 彰 NHK出版新書

スマートコミュニティの実現に向けた
課題と今後の展望に関する調査

平成 26 年 3 月

中国経済連合会

〒730-0041

広島市中区小町 4-33 中国電力 3 号館 3 階

TEL. (082)242-4511 FAX. (082)245-8305