

特集 | マイクログリッドにおける蓄電池応用システムの開発*

Development of a Storage Battery Application System in a Microgrid

金森 淳一郎 Junichiro KANAMORI	竹内 浩和 Hirokazu TAKEUCHI	加藤 信治 Shinji KATO	片山 幸教 Yukinori KATAYAMA
森部 信夫 Nobuo MORIBE	山田 学 Manabu YAMADA	大木 島 俊 Shun OOKIJIMA	

Smart grid technology and renewable energy in the low carbon society have been attracting worldwide attention in recent years. In order to contribute to the achievement of a low carbon society, automotive manufacturers have provided next generation vehicles such as Plug-in-Hybrid-Vehicles (PHV) and Electric-Vehicles (EV), which are driven by stored electric energy supplied from HEMS (Home Energy Management Systems), and these vehicles have come to be used widely. Storage batteries play an important role in these vehicles and the system. In this paper, we present the following five storage-battery-related items; (1) key technological development domains proposed by the "New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)", (2) the development road map of the battery application system, (3) the technical development in DENSO, (4) an overview of commercial tracks equipped with both an electric refrigerator for no idol, and (5) the activity of the experimental verification project for a low carbon society in Toyota city.

Key words : Smart grid Microgrid HEMS BEMS PHV EV

1. はじめに

まず、スマートコミュニティ分野の動向について解説する。2010年6月18日に政府は新成長戦略として「元気な日本」復活シナリオを閣議決定し、7つの戦略分野の基本方針を示した。その中で最も成長が期待できる分野としてグリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略を2020年までに50兆円超えの環境関連市場、140万人の環境分野の新規雇用を目指すことが述べられている。

グリーンイノベーションを具現化するためスマートコミュニティが定義され、政府主導で具体的な開発が開始されている。ここで、スマートコミュニティとは、再生可能エネルギーの大量導入や需要制御の観点で次世代エネルギーインフラとして関心の高まっているスマートグリッド及びサービスまでを含めた社会システムである。¹⁾

2010年度より、経済産業省は次世代エネルギー・社会システム実証地域を4都市選定し、エネルギーマネジメントシステムの実証を中心に、交通やライフスタイルの変革を含めた実証を開始している。4都市の1つに豊田市が選定され、デンソーもHEMS分野、BEMS分野、商用車分野でプロジェクトに参加し、技術開発を加速している。これらのシステムの共通点は蓄電池をもっていることである。

そこで、本稿ではスマートコミュニティを実現するデンソーの蓄電池を応用したシステムの技術開発について紹介し、2011年から本格的に開始するスマートコミュニティ実証実験についても説明する。

2. マイクログリッドの定義

スマートグリッドは発電所、送配電、変電所を経て家庭に設置される電力メータまでの範囲を制御の対象としている。一方、マイクログリッドは、分散型電源をネットワーク化した地域の電力マネジメントである。デンソーのマイクログリッドのシステムをFig. 1に示す。

デンソーは今後分散発電、蓄電のコアとなっていく住宅、車を中心とした領域を事業領域とした。家庭で使用される200V、100Vの商用電力が使われる分野に特化している。PHV、EVは蓄電池を持ち、外部から充電を行うとともに、PHV、EVから住宅や配電網に電力を供給することも期待されている。

デンソーでは住宅、車を中心としたエネルギー制御領域をマイクログリッドと定義している。

マイクログリッドを構成する機能として、住宅、車それぞれにおいて、エネルギーを「創る」、「貯める」、「変換する」、「制御する」、「使う」、「知る」機能より構成する。

*2011年8月20日 原稿受理

プラグインハイブリッド(以降PHV)、電気自動車(以降EV)は、マイクログリッドの構成要素の1つになる。ここで、車から住宅に電力を供給することをV2H (Vehicle to Home)、車から配電網に電力を供給することをV2G (Vehicle to Grid) と呼ばれている。

3. デンソーの技術の強み

デンソーの技術的な強みは3つある。1つ目はPHV、EV向けのインバータや、DC電源を制御する技術、蓄電池を制御する技術を持っている。Fig. 2にPHV、EV技術のマイクログリッド分野への製品、システムの広がりを示す。これらの技術シーズがマイクログリッド分野のシステム開発に展開が可能である。これはPHV、EVの機能の中にエネルギーを「創る」、「貯める」、「変換する」、「制御する」、「使う」、「知る」機能が含まれているためである。

2つ目は、電気エネルギーのみならずラジエーターやカーエアコンで培ってきた熱エネルギーを制御する技術を保有する点である。Fig. 3に一般家庭でのエネルギー消費の内訳を示す。家庭内では冷房、暖房、給湯のエネルギーが過半数を占めており、熱エネルギーの制御が省エネルギーの重要な機能となっている。

3つ目は、自動車分野と住宅設備分野の両方で事業を展開してきている点である。デンソーグループは給湯設備としてCO₂給湯機、全館空調といった冷房、暖房機器を事業化しており強みがある。自動車がPHV、EVになっていくと住宅から電気エネルギーを供給することや、逆にPHV、EVの電力の余力分を住宅にもどすことで停電時の給電や、電力ピークカットに貢献できる。自動車と住宅設備の両方を制御対象として扱える技術があることはマイクログリッド分野で強みになる。

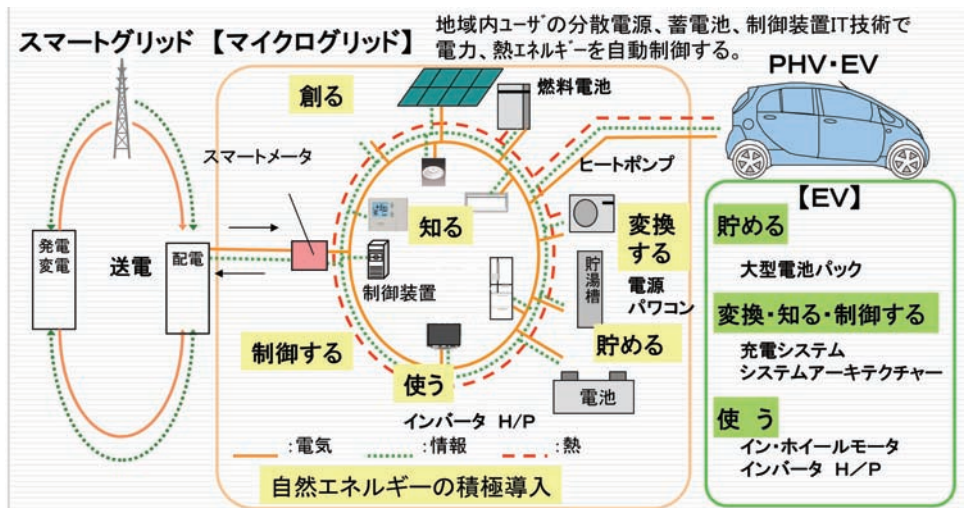


Fig. 1 Relationship between smart grid and microgrid

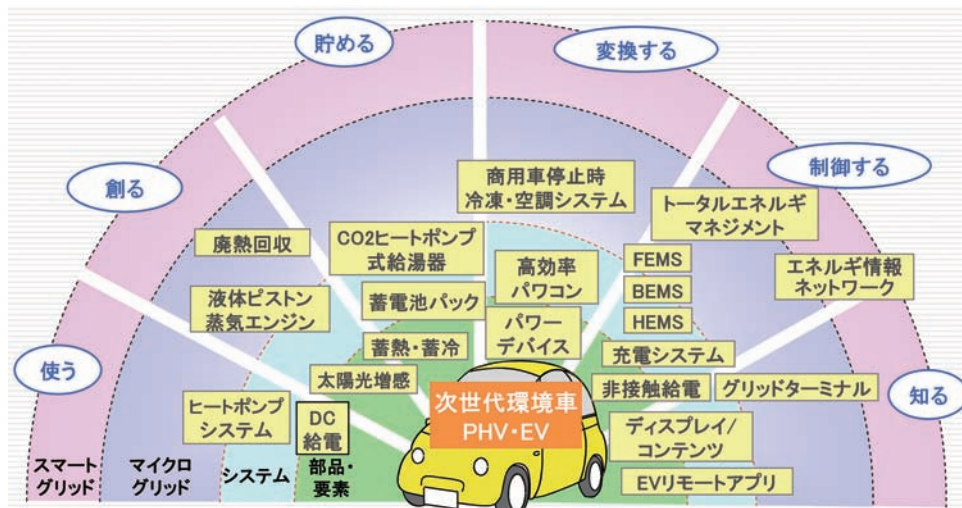


Fig. 2 Microgrid technologies under development in DENSO

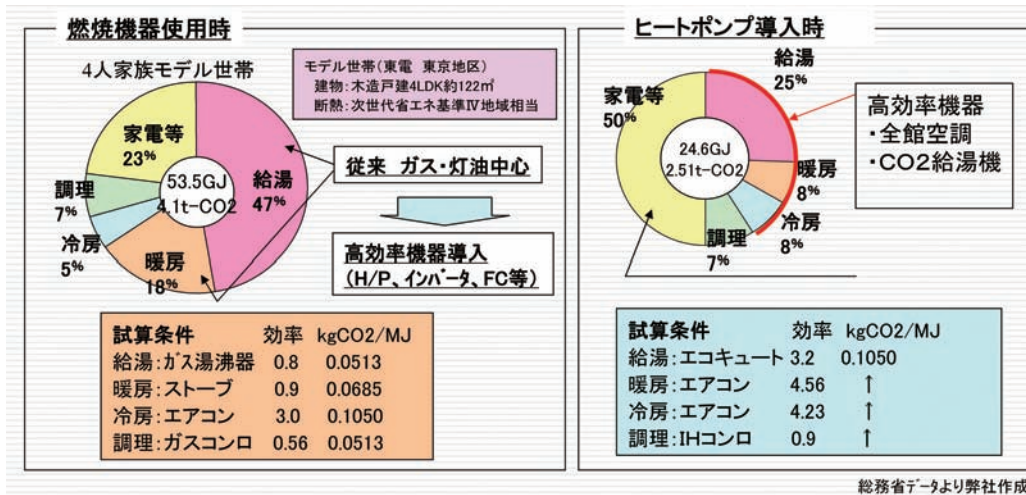


Fig. 3 Energy use in homes and the effect of introducing heat pumps

4. 技術開発の重点分野

マイクログリッドを構成する要素の中で、従来の住宅に無かった機能は「蓄電」の機能である。PHV、EVの分野においても「蓄電」の機能は自動車の走行距離、燃費などに影響を与える重要な要素技術になっている。

2010年に独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以降NEDO）より、「蓄電池複合システム化技術開発」に係る公募がなされた。これは太陽光発電などの分散電源の大量導入による将来的な系統不安定化に対する取り組みとして、2020年以降の需要側での電力安定化対策に資するエネルギーマネジメントシステムに関わる蓄電池技術開発及び実証を行う目的として行われるプロジェクトが開始された。このプロジェクトは経済産業省「次世代エネルギー・社会システム実証事業」の関連プロジェクトでもあった。デンソーの開発テーマもこのプロジェクトに採択された。

現在このプロジェクトは経済産業省「次世代エネルギー・社会システム実証事業」に引き継がれ豊田市でのスマートコミュニティ実証実験として交通、情報通信など多岐に渡る大規模なプロジェクトとして開始されている。

大型の「蓄電」の技術はPHV、EVに必要なのみならず、スマートコミュニティを構成する技術として非常に重要である。

5. 蓄電池応用システムのロードマップ

Fig. 4に現在想定している蓄電池応用製品のロード

マップの概要を示す。2010年から2012年ごろにかけてPHVの開発が進むと想定され、同時に家庭用蓄電池システムとしてHome Energy Management System（以降 HEMS）を開発し、その技術をベースにBill Energy Management System（以降BEMS）、電動冷凍車システムなどの蓄電池を持ったシステムを開発する。これらのシステムにCO₂排出量の管理、事業所の省エネ、充電とPHV、EVの運行管理などの技術に結びつけていく計画である。

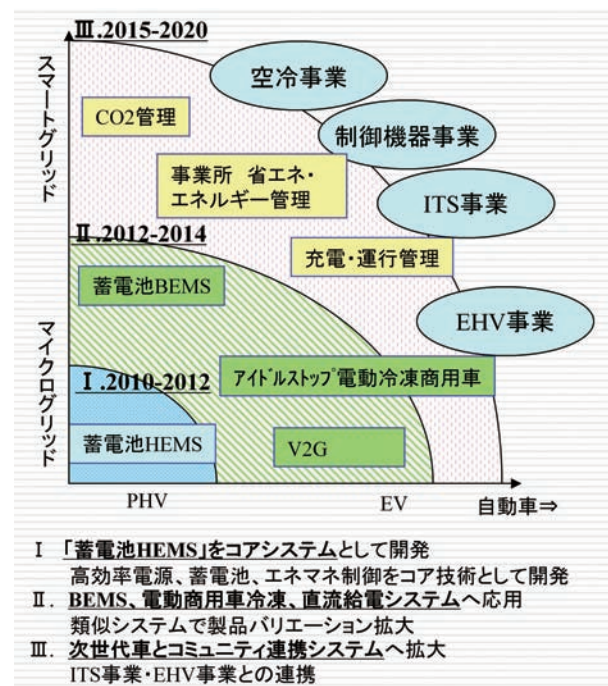


Fig. 4 Development road map of the storage battery application system

6. デンソーの技術開発

6.1 蓄電池複合化システム技術の概要

蓄電池複合化システムは、蓄電池を含む戸建て住宅、ビル、充電施設、コミュニティ蓄電池設備を対象としたHEMSやBEMS等のエネルギーマネジメントシステムである。²⁾

デンソーが提案するシステムは、蓄電池及び蓄電池に充電する機器、蓄電池から電力を取り出し、システムが必要とするDC電源やAC電源に変換する装置、他の機器と連携して電力の蓄積、放出を制御する制御機器の3つの基本要素から構成されている。蓄電池に接続される機器は発電機器と電力により機能を果たす機器を想定している。Fig. 5にHEMSにおける3つの基本要素技術を示す。

6.2 HEMSの概要

HEMSとはHome Energy Management Systemの略であり、住宅の消費エネルギーの低減やCO₂の低減のために住宅設備機器の制御やシステムとの連携制御をするシステムである。

Fig. 6にデンソーが開発しているHEMSのコンセプトを示す。HEMSは電気エネルギーの蓄積する要素として蓄電池、PHV、EVを想定している。デンソーが開発中のシステムは住宅にPHV、EVが接続され、住宅やシステムとの制御のみならず低炭素化するように住宅と車へのエネルギーの最適配分することを目的としている。

前述したように住宅内のエネルギー消費量は主に冷・熱に使われる。住宅内におけるエネルギー消費量の中では冷房・暖房・給湯に消費されるエネルギーが

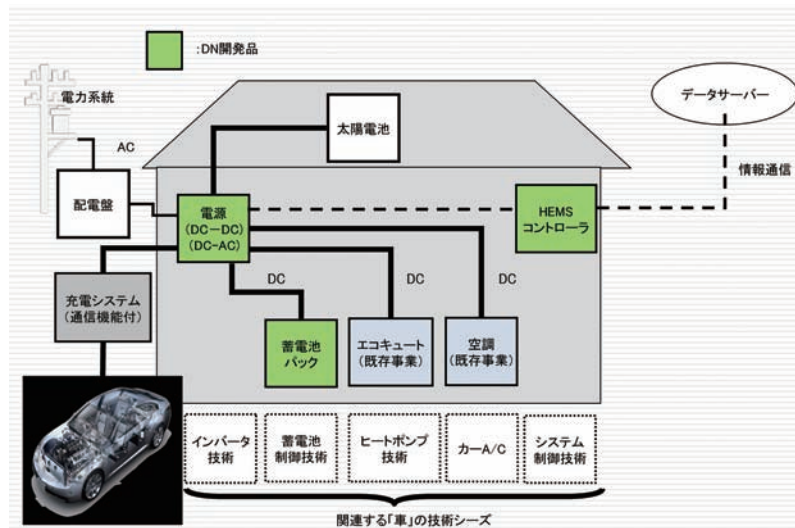


Fig. 5 Component technologies and units of the storage battery application system

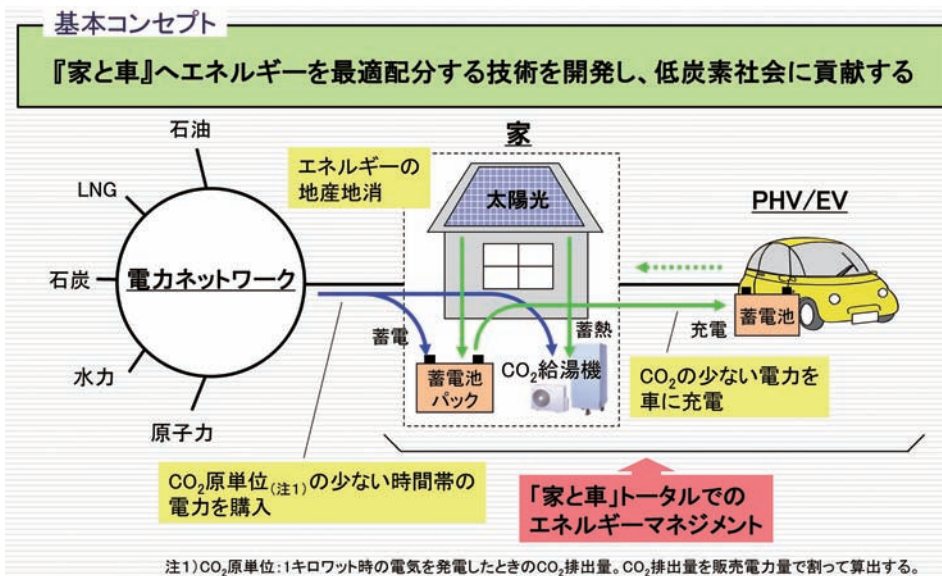


Fig. 6 Basic concept of HEMS

半分以上を占める。給湯用のエネルギーは住宅内のエネルギーの1/4を占める。

CO₂給湯機を組み合わせ、給湯タンクを「蓄熱機」として活用することで負荷の平準化に貢献できる。

蓄電池は電力負荷の低い夜間に蓄電し、住宅では昼間にその電力を使うことで電力ピークカットに貢献できる。また、昼間の太陽光発電による電力を蓄電することで、CO₂フリーの電力を夜間に使用し、PHV、EVにCO₂フリーの電力を給電する。

6.3 BEMSの概要

BEMSはBill Energy Management Systemの略称である。センサーは単にビルの制御を行うのみならず、ビル・商業施設で行われる業務用のエネルギーの省エネルギー化や、CO₂低減を目指している。

Fig. 7に、開発中の商業施設向けBEMSの構成を示す。商業施設に太陽電池を敷設し、5 kWhの蓄電池とCO₂給湯機、車両用充電スタンドを装備している。太陽光発電によるCO₂フリーの電力を、商業施設内の利用、PHVやEV、後に説明する電動冷凍商用車の充電にも活用する。

商業施設の代表的なケースとしてコンビニエンスストアを想定している。コンビニエンスストアは、地域に根ざした店舗として物品の販売のみならず、震災などがあつた場合は地域の防災拠点にもなっている。今後、エネルギーの削減のみならず、非常用の電源を持つことで地域住民への貢献度がさらに増すと期待されている。

さらにコンビニエンスストアは、冷蔵、冷凍した食料を売るのみならず、店内での付加価値をあげるため惣菜などの調理も行うようになりつつある。調理器具の洗浄のためには給湯設備が必要で今後CO₂給湯機の普及が想定されている。

よって、太陽電池に加え、蓄電池システム、CO₂給湯機、充電機をBEMSの接続機器とした。

6.4 アイドリングストップ用電動冷凍商用車の概要

アイドリングストップ用電動冷凍商用車は、蓄電池と冷凍機を搭載したトラックを想定している。Fig. 8にその構成を示す。

わが国の運輸部門のCO₂排出量のうち、商用車の占める割合は約37%と台数の割に大きな比率を占めている。これは、乗用車に比べ、エンジンが大型であること、

使用時間が長いことに加え、配送先の荷卸作業中などにアイドリング運転していること等が理由として挙げられる。特に冷凍車などにおいては、「アイドリングストップ運動」がそれなりに広がりを見せているものの、品温管理の目的で冷凍運転を継続せざるを得ないといった実情がある。品温管理を優先させるとエンジンを止めるわけにも行かず、結果としてアイドリングストップの実施率が低下している。

冷凍車のアイドリングストップ時の電動運転電力を、そのエネルギー源を太陽光としたLiイオン電池で賄うことにより、CO₂排出を伴わない品温管理とアイドリングストップの両立を目指すことにある。

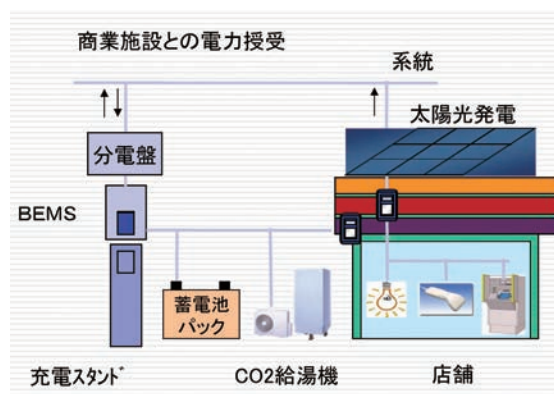


Fig. 7 Composition of BEMS

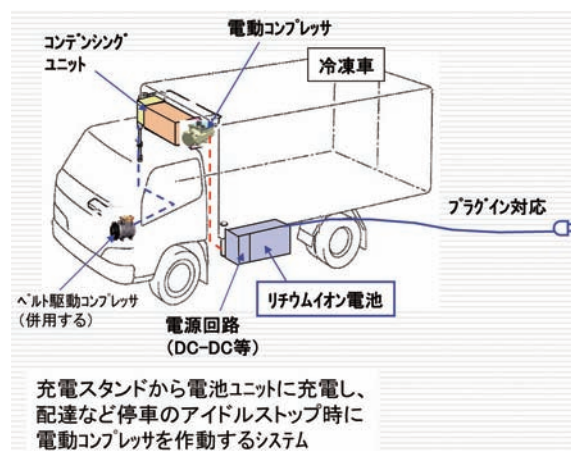


Fig. 8 Vehicle equipped with both an electric refrigerator and an Engine Stop/Start System

7. 豊田市低炭素社会システム実証プロジェクト

7.1 実証プロジェクトの概要

2010年より環境と経済の両立が可能な低炭素社会の構築にむけて、新エネルギーの大幅導入と次世代自動車等の新たな需要に対応しつつ、電力の安定供給を行うため経済産業省に横断的プロジェクトチーム「次世代エネルギー・社会システム協議会」が設置され、「次世代エネルギー・社会システム実証」事業について提案募集を行い、審査された結果、横浜市、豊田市、京都府（けいはんな学研都市）、北九州市が実証地域として選定された。

豊田市では、2011年8月に豊田市低炭素社会システム実証推進協議会を立ち上げ2011年7月25日現在、27団体が加盟している。

同協議会では、家庭部門、移動（交通部門）、移動先（業務部門）及び生活圏全体（地域全体のエネルギー・マネジメント）分野で、低炭素なまち作りを目指す。

デンソーは家庭内のエネルギー利用の最適化を目指しHEMSの開発と実証、業務用のエネルギー最適化を目指し、BEMSと電動冷凍車の開発及び両者を組み合わせたシステムの開発と実証に参画している。

7.2 実証実験計画

7.2.1 HEMS

本実証は、豊田市の低炭素社会構築実証計画（以下、豊田市実証計画）における『家庭内エネルギー利用最適化』の実現に向けた技術開発と、その技術を用いた社会システム実証における家庭内での効果の検証を目的とする。

豊田市実証計画は、国内外で普及する地方都市型低炭素社会システムの構築に向け、生活者の行動動線に沿ったエネルギーの最適利用を主な着眼点としている。住宅は、生活動線の起点であるという意味で本実証において重要な位置付けにあるだけでなく、CO₂排出量が多い上に増加傾向にあり、排出源が分散しているという点で削減が非常に難しい。このような観点から、蓄電池付きHEMS、及び次世代自動車に加え、各種創エネ・省エネ機器を複合的に導入した将来の家庭を想定した環境下で、エネルギー・データ・マネジメント・システム（以下、EDMS）との連携のなかで生じる生活者の行動変化を把握していくことは、豊田市実証計画の全体目標を達成する上で不可欠である。

7.2.2 BEMS・商用車

本実証は、豊田市実証計画における『業務部門でのエネルギー利用最適化』の実現に向けた技術開発と、その技術を用いた社会システム実証における商業施設での効果の検証を目的とする。具体的には、商業施設と商業施設に不可欠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、時間と場所を越えて電気と熱のエネルギー・マネジメントを行ない、業務用分野の低炭素化の可能性を検証する。

わが国のCO₂排出量推移のなかで、業務部門は07年実績において90年比144%と大幅に増加しており、家庭部門の142%と並んで低炭素化の取り組みが必要な分野である。特に、営業時間が長く、店舗数の多いコンビニエンスストア等の商業施設では、店舗の断熱性能向上や、照明機器・空調冷凍機器を高効率なものに取り替えるといった取り組みが行われてきたが、各店舗個別に各種機器の省エネを積み上げるだけでは、多種多様な機器の入れ替えを含めた普及速度と低炭素効果に課題が残っている。

これまでのCO₂低減を目的とした実証では、商業施設のみに着目した事例は存在するが、商業施設に不可欠なロジスティクスと複合的にシステム開発、実証試験を行なった事例はない。豊田市実証は、人々の生活動線に沿ったエネルギー利用の最適化を目指しており、生活の拠点である家庭と、人々の移動手段である交通、移動先である地域の各種コミュニティを「繋いだ」エネルギーの最適マネジメントを目指している。その意味で、地域コミュニティの一つである商業施設と、モノの移動手段であるロジスティクスを繋いで複合的なエネルギー・マネジメントを行なう本実証は、豊田市実証の目指す地域全体でのエネルギー最適利用を実現するうえで重要な位置づけにある。また、地域でのエネルギー需給平準化の観点では、家庭部門と異なる電力需要パターンを持つ対象者が不可欠であり、こうした意味でも商業施設を対象とした本実証の意義は大きい。

7.3 今後の計画

実証実験は2010年より、2014年まで実施される。2010年度は実証機器開発を中心に行い2011年度から順次実証実験にはいる。

実証実験の2年目となる2011年9月より家庭、地域のエネルギー・マネジメント分野の実証段階にはいる。

豊田市東山地区、高橋地区においてHEMSが装着されたスマートハウスの分譲が行われ本格的な実験に入る予定である。

Fig. 9に2011年6月に公開された豊田市東山地区に建設された住宅（スマートハウス）のモデル棟の外観を示す。住宅には、充電器が設置されPHVの充電が行われている様子が示されている。³⁾

さらに、2011年度は、業務部門のBEMS、蓄電池を持った電動冷凍機付商用車の実証実験にもはいる予定である。

8. おわりに

3月11日に発生した東北地方太平洋沖を震源とする地震により被災された皆様には、心からお見舞い申し上げますとともに、今後は低炭素社会への貢献のみならず被災地域での電力不足への対応、電力ピークのシフトへの対応もぜひとも応えていきたい。

再生可能エネルギーの活用とエネルギーを貯めることができる蓄電池や蓄電池を持つPHV、EVへの注目度も一段とあがっている。蓄電池を応用したシステムの実証実験の結果については次の機会に報告する。

以上

<参考文献>

- 1) Japan Smart Community Alliance HP
- 2) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構HP：「蓄電複合システム化技術開発」に係る公募について
- 3) 豊田市低炭素社会システム実証推進協議会資料



出典：豊田市低炭素社会システム実証推進協議会資料

Fig. 9 Photo of a Smart House for the low CO2 society project in Toyota City

<著 者>



金森 淳一郎
(かなもり じゅんいちろう)
研究開発1部DPマイクロ
グリッド開発室
マイクログリッド分野先行開発
に従事



竹内 浩和
(たけうち ひろかず)
空調冷熱事業部特定開発室G
HEMS分野先行開発に従事



加藤 信治
(かとう しんじ)
空調冷熱技術1部
電動冷凍車分野先行開発に従事



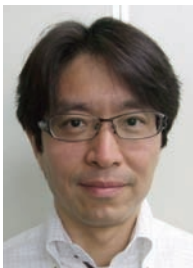
片山 幸教
(かたやま ゆきのり)
研究開発1部DPマイクロ
グリッド開発室
BEMS分野先行開発に従事



森部 信夫
(もりべ のぶお)
研究開発1部DPマイクロ
グリッド開発室
豊田市実証プロジェクトに従事



山田 学
(やまだ まなぶ)
研究開発1部電源システム開発室
電源開発に従事



大木島 俊
(おおきじま しゅん)
研究開発1部電源システム
開発室
豊田市実証プロジェクト・
電源開発に従事