

エネルギーの情報化によるスマートコミュニティの実現 i-Energy: Concept for Smart Community Development

松山隆司 (京都大学大学院情報学研究科)

Takashi Matsuyama (Graduate School of Informatics, Kyoto University)

エネルギーの情報化、スマートタップ、オンデマンド型電力制御
i-Energy, Smart Tap, Energy on Demand,

1. はじめに：言葉の定義

1997年の京都議定書制定を受けた国際的な地球温暖化防止活動に加え、2011年の東日本大震災、福島原発事故を受け、我が国では、エネルギー、特に電力エネルギー問題に関する社会的関心が高まり、政治、行政、経済界だけでなくマスコミを通じて一般市民に向けて多くの情報が伝えられている。

本稿では、まず初めに、電力エネルギー問題および技術を理解するために必要となる言葉の定義を解説したのち、我々の研究グループが進めている「エネルギーの情報化」に基づく「スマートコミュニティ」の実現に向けた研究開発成果を紹介する。

1.1 「エコ」と「スマート」

地球温暖化防止、省エネを目指して、「エコ家電」、「エコカー」、「エコ住宅」が次々と商品化され、それらの普及を促進するために、家電エコポイント、エコカー減税・補助金、住宅エコポイント制度などが実施されてきた。最近では、「スマート家電」や「スマートハウス」という言葉がマスコミを賑わしているが、「エコ〇〇」と「スマート〇〇」は何が違うのであろうか。

まず、「エコ〇〇」という場合は、機能は従来と同じであるがエネルギー消費が少ない「省エネ〇〇」を意味する。たとえば、「エコ住宅」は、窓・壁・床・天井の断熱性を高め、少ないエネルギーで冷暖房が可能となる住宅を指すことが多く、エコ家電、エコカーも同様である。

これに対して、「スマート〇〇」は、複数の機器を情報通信ネットワークで結び、機器群の連携による総合的なエネルギー・マネジメントという新たな機能を実現しようとするものであると言える。たとえば、スマート家電は、ネットワークを介して ON/OFF 操作や運転モード (エアコンの温度設定、冷暖房切替など) の設定などが可能な家電と言える。スマート家電については、昨年 ECHONET Lite と呼ばれる標準通信インタフェースが定められたり、本年春にはネットワークを介した家電の遠隔操作に関する安全基準が定められるなど、その普及に向けた標準化や制度改革が

進められている。一方、住宅メーカを中心として商品化されているスマートハウスでは、太陽電池や燃料電池といった発電装置および蓄電池を住宅に導入し、時間や天候、発電・消費・蓄電量に応じてそれらの機器を制御するシステム (HEMS: Home Energy Management System) によって住宅全体のエネルギー・マネジメントを効率的に行うことができる。さらに、電気自動車のための交通インフラとしては、自動車の蓄電量や地域に分散設置されている充電ステーションの込み具合などをネットワークを介して管理、調整し、それぞれの電気自動車がスムーズに充電できるようにするためのスマート充電システムの開発が進められている。

1.2 W (ワット) と Wh (ワット時)

福島原発事故以降、原発停止による電力需給の逼迫が大きな社会問題となり、我が国における発電方式・電力ネットワークの在り方や、省エネ・エネルギーコスト削減のための節電に関する議論が幅広く行われているが、説明不足や誤解が見受けられる。たとえば、昨年11月に

「4月から10月までに運転を開始した再生可能エネルギーによる発電の出力は、大型の原発1基分に匹敵する115万5000KW (キロワット) に達した。」

といった報道があった。この記事を読んで、

「再生可能エネルギーの積極的導入によって、原発1基が不要になった。」

と思うのは誤りである。

こうした誤解の原因は、電力エネルギーを測る単位として W と Wh の2つがあることによる。つまり、

W: 電力エネルギーの瞬時的な量 (自動車で言うと、現在のスピードである時速〇〇km)

Wh: ある期間に消費された電力エネルギーの総和 (自動車で言うと、今日1日走った走行距離 km)

先の記事では、単位として W を使って、再生可能エネルギーによる発電と原発を比べており、最も条件のよい瞬間には再生可能エネルギーで原発1基分の発電ができるようになったと述べているだけで、1日24時間、1年365日を通じて消費できる総エネルギー量から考えると、原発は常に一定量の発電が可能であるが、再生可能エネルギーによる

発電能力は天候（太陽光や風力）に影響されることが多く、Whで測るとその発電量は桁違いに小さくなってしまふ。

では、電力エネルギーの問題は、Whだけで議論すればよいのかというそうではない。たとえて言うと、「電気は超生鮮食料品のようなもの」で、発電と同時に消費しなければならず、電力ネットワークでは、常に瞬時的な発電量と消費量のバランス、つまりWを基準とした同時同量制御が必要となる。このバランスが大幅にくずれると、停電という事故につながる。電力会社が、「夏の日中に節電を！」と呼びかけているのは、エアコンが一斉にフル稼働すると、消費電力が発電可能な量以上に増えてしまい、停電を引き起こすからである。

以上のように、電力エネルギー問題を考える場合は、W、Whの両面から議論をする必要があり、色々な報道発表や商品カタログでは、いずれを単位とした話なのかをしっかりと見極めなければならない。つまり、「節電率〇〇%を達成！」と記されている場合、どちらの単位での話なのかによってその意味が大きく異なることに注意しなければならない。

1. 3 「プロシューマ」

従来電力エネルギーは、電力会社が発電した電気を家庭・オフィス・工場などで使うという仕組み、すなわち、生産者（プロデューサ）と消費者（コンシューマ）が明確に分離され、電力エネルギーは生産者から消費者に向けて一方向に流されるという形で利用されて来た。しかし、最近では、再生可能エネルギーの利用促進のため、消費者サイドに太陽電池を導入するための補助金制度や再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度が導入され、消費者が自ら発電し電力会社に売電もする（電力エネルギーが双方向に流される）、つまり生産者にもなるというプロシューマ（プロデューサ+コンシューマ）が生まれ、その数が急速に増えている。

プロシューマは、電力消費と電力販売を制御、調整することによって、生活の快適性だけでなく売電収入の増加、さらには停電や災害に対する備えを自らの判断で行うことになり、従来の純粋な消費者とは全く異なった価値観で生活することになる。プロシューマとしての活動は家庭のみに留まらず、発電装置を備えたビル、マンション、工場などを管理運営する企業、法人にも当てはまり、電力ビジネスが普遍的な経済活動として社会に広がりつつある。

さらに、地球温暖化防止のためのCO₂排出権取引引き制度や最近の電力需給の逼迫を受け、節電量を「ネガワット」と考え、電力エネルギー売買のための資源とする路が拓かれ、発電装置がなくても、誰もがプロシューマになることができる時代を迎えている。

1. 4 「スマートグリッド」と「スマートコミュニティ」

一般に、『「スマートグリッド」は、情報通信技術を使った電力ネットワークの高度制御システム、「スマートコミュニティ」は、電力だけでなく交通、上下水道、廃棄物リサイクルなど生活全般に渡る社会基盤システムの高度化を指し、海外では「スマートシティ」と呼ばれる。』とされている。しかし、次世代の電力システム（ハード、ソフト、法制度を含む）の在り方という視点から見ると、両者には根本的な違いがある。

まず、先に述べたように、電力ネットワークは、発電と消費が同時同量で行われることによって機能するもので、電力需給のバランス制御をリアルタイムに行うことが最も重要となる。従来の電力システムでは、電力会社が大規模集中型発電によって電力を供給するだけでなく、電力の需給バランス制御も一手に担ってきた。このため、需要家は電力の需給バランスを考える必要がなく、ただ消費するだけでよかった。このことは、太陽光発電による売電を行う現在のプロシューマにおいても同様であり、電力の需給バランス制御は電力会社が行っている。

こうした従来型の電力システムを情報通信技術を使って高度化しようとするのが、スマートグリッド、スマートコミュニティ両者の共通目的であるが、その視点に大きな違いがある。

現在世界各国で実証実験が進められているスマートグリッドプロジェクトでは、
①スマートメータ（ネットワーク接続されたデジタル積算電力計）によって「消費電力の見える化」を行い自発的な省エネ行動を促したり、
②電力需給の逼迫が予想される場合に消費電力（W）の抑制を需要家に要請し、省エネ率に応じて報奨金や料金割引を行う「デマンドレスポンス」の実施、
③さらには電力需要の大小に応じて電力料金を変動させ、その情報をスマートメータを通じて需要家に提供し、電力消費ピーク（W）の抑制（ピークカット）を図る「ダイナミックプライシング」制度の導入などが行われており、5%~15%程度のピークカットが実現できることが示されている。つまり、スマートグリッドは、電力会社の行っている需給バランス制御のために需要家の協力を求めるためのシステム、制度であると言える。

一方、スマートコミュニティでは、コミュニティを形成する家庭、企業、学校、行政組織といった需要家が、太陽電池、ガスコジェネ、燃料電池、蓄電池（電気自動車）といった小規模分散型発電・蓄電装置を需要家内に設置し、プロシューマとして自律的かつ互いに連携して電力需給制御を行う。電力事業者からの要請による節電行動の実施というスマートグリッドにおける需要家の立場と異なり、自

ら作った電力を主体的に管理する能力を持つことによって、需要家はエネルギー利用効率の向上、コスト削減、地球温暖化防止に向け積極的に行動することになる。

また、蓄電池は、発電消費の同時同量制約から我々を解放するための強力な手段を提供するもので、水や食料の貯蔵技術、音楽や映像の記録技術と同様、生活スタイル、社会システムに大きな変革をもたらすものと言えるが、その設置・管理主体や利用目的は、スマートグリッド、スマートコミュニティにおいて大きく異なる。

2. 「エネルギーの情報化」

次世代電力システム構築には、供給者視点からのスマートグリッド、需要家視点からのスマートコミュニティの両視点から技術開発、法制度の整備を行う必要があるが、国レベルの大型プロジェクトでは、既存の電力ネットワークという膨大な社会資産の活用という立場から、スマートグリッドを中心とした研究開発、実証実験が行われることになる。

これに対して我々の研究グループでは、家庭、オフィス、工場といった電力の需要家が、太陽光発電、燃料電池、蓄電池（電気自動車）などの分散電源を導入し、自律的に電力マネジメントを行うことを目指した、つまりプロシューマ用電力マネジメントシステムの実現を目指した「エネルギーの情報化」[1]という考え方を提唱し、スマートコミュニティの実現に向けて、以下の4ステップで研究開発、実証実験を進めている。

[STEP 1]「スマートタップ・ネットワーク」による家電毎のエネルギー消費の見える化と、家電の電力消費パターン分析による人間行動の学習・見守り

[STEP 2]「オンデマンド型電力制御システム」による削減率保証付き省エネ (Wh) ・ピークカット (W) システムの実現

[STEP 3]「電力カラーリング」による電力の由来別制御機能を備えた「需要家内ナノ・グリッド」の構築

[STEP 4]地域内の需要家を結ぶ「地域ナノ・グリッド」(スマートコミュニティ・システム)によるエネルギー売買市場の創成

以下では、各STEPにおける基本アイデア、研究成果、実証実験結果の概要を紹介する。なお、詳細な技術内容については、参考文献やWEBに掲載されたデモビデオを参照して頂きたい。

2. 1 スマートタップ・ネットワークによる電力消費の見える化

STEP 1 では、まず、「スマートタップ」[2]と名付けた、無線通信機能、高精度電圧・電流波形計測および連続的電力制御機能を備えたアダプタを各電気機器に付け、それぞ

れの機器の消費電力をリアルタイムに計測・表示するシステムを開発した。スマートメータが需要家全体の電力消費を分単位で計測・表示するのに対し、我々のシステムでは、各家電の電力消費が、テレビ(図1)、タブレット、スマートフォンにリアルタイム(0.5秒毎)に表示され、どの機器が今どれだけの電力を消費しているかや消し忘れの機器の有無が即座に分かる。

また、スマートタップは、生活空間内のすべての電気機器に付けられているため、機器のON/OFFや運転モードの変化が人為的なものかどうかを認識することによって人間の移動軌跡や生活行動(料理、洗濯、睡眠など)を推定し、安全・安心見守りシステムを実現することもできる[3]。

さらに、スマートタップは、電圧・電流を20KHzという高い周波数でサンプリングし計測することができるため、電流波形分析による電気機器の種類の自動認識[4]や不具合の診断にも利用することができる。

これらの機能を備えたシステムを、2010年夏に、京都市内の通常のマンション(ILDK、約33平米)に実装し、実際の生活を行うことによって、その有効性を実証した[5]。

スマートタップ、スマートマンションシステムについては、デモビデオが[6]に載せられているので、参照して頂きたい。

消費電力の見える化システムは、スマートグリッドや経済産業省のHEMS、BEMS、MEMS(家庭、ビル、マンション用エネルギー管理システム)補助金制度の対象となっているが、省エネを行うのはあくまでも人間であり、長期間に渡って省エネ行動を継続するのはむずかしく、またその効果も5%~15%程度と限られており、自動的かつ大幅な省エネ・ピークカットを実現するための電力制御方式の開発が望まれている。



図1 各電気機器の消費電力のリアルタイム表示

2. 2 オンデマンド型電力制御システム

図2は、エネルギーの情報化実現のための中核的技術として開発したオンデマンド型電力制御(EoD: Energy on Demand)システムの動作原理を示したもので、以下のような通信・制御プロトコルとして定義される。

1. 電気機器のスイッチを入れたり、運転モード（エアコンの冷房、送風、ドライなど）の変更が生じると、機器に付けられたスマートタップが電力要求量・機器特性・優先度などを記した情報パケット（QoEn: Quality of Energy）を電力マネージャ（ホームサーバあるいはクラウドサーバ）に送信する。スマートマンションには、独自に開発したスマート家電も設置されており、その場合は、スマートタップが消費電力のリアルタイム計測、スマート家電が機器の制御を行う。また、現在、ECHONET Lite インタフェースを備えたスマート家電の設置も進めている

2. 電力マネージャは、機器から要求のあった電力を供給した場合、利用者が予め設定した総電力使用量 (Wh) および最大瞬時電力 (W) の制限値を超えるか否かを判断し、

①制限値以下の場合、給電開始許可パケットが電力要求を出した電気機器（スマートタップ）に送られ、要求通りの電力が電気機器に供給される。

②制限値を超える場合は、要求電力を低減させたり、優先度の低い他の電気機器への給電を停止、削減することによって、制限値を満たすことが可能か否かを調べ、

(i)可能な場合は、要求のあった電気機器への給電開始許可パケットを送る。その際、機器に付けられたスマートタップは、許可された電力量の範囲内でしか電気機器に給電しない。

(ii)そうでない場合は、給電拒否パケットを要求のあった電気機器に送る。

③給電要求が拒否あるいは給電が抑制・中断された電気機器は、優先度を変更したり、一定時間待機したのち再度電力要求を出す。

3. 電力マネージャは、常時電気機器の消費電力をモニタリングし、機器の消費電力変動や制限値の変更によって、消費電力が制限値を超えそうになると、優先度の低い電気機器への給電を削減、停止させ、消費電力が必ず制限値以下になるようにオンライン制御を行う。

以上のように、EoD システムでは、まず必要な電力を要求し、全体的な調整を経て給電が開始される。このため、生活者や電力管理者が予め設定した W および Wh 両尺度での電力消費の制限は必ず守られる。つまり、EoD システムでは、指定した省エネ率 (Wh)、ピークカット (W) の達成は 100%保証されている。我々の知る限り、省エネ率・ピークカット率が保証されているエネルギー・マネジメント・システムは他に存在しない。

言い換えると、EoD システムの性能評価は、省エネ率・ピークカット率で評価するものではなく、生活の質 (QoL: Quality of life) によって評価される。



図2 オンデマンド型電力制御システムの基本動作

EoD システムの有効性を評価するため、STEP 1 と同じマンションにスマートタップ、スマート家電、EoD システムを実装し[7]、数週間に渡る実生活実験を行った。具体的には、最大瞬時電力を 1500W に制限し（通常生活では最大 2000W 以上を消費）、1 日当たりの積算電力 (Wh) の削減率を 10%~50%まで変化させた場合の QoL を評価し、30%程度の省エネであれば、QoL を大きく損なうことがないことを確認した。図 3 は、1 日当たりの積算電力 30%減、最大瞬時電力 1200W とした際の EoD システムによる電力制御結果を示したものである。

なお、一連の生活実験では、最大瞬時電力の制限値は時間に依らず一定としたが、スマートグリッドシステムから、デマンドレスポンス（ピークカット）要請があった場合には、要請された内容に基づいて EoD システムの最大瞬時電力の制限値が自動的に下げられ、即座に対応することができる。つまり、EoD システムは、次世代デマンドレスポンスシステムとして開発が進められている ADR (Automatic Demand Response) のための需要家内エネルギー・マネジメント・システムでもあると言える。

スマートマンションにおける EoD システムの動作についてはデモビデオ[8]を参照して頂きたい。

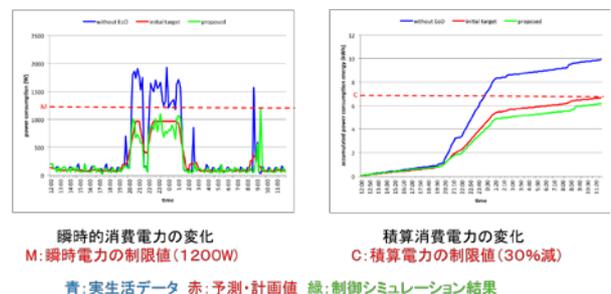


図3 スマートマンションにおける EoD 電力制御の結果

2. 3 EoDによる蓄電池制御システム

STEP 2 の EoD システムでは、電力は電力会社から供給されるものと考え、機器の消費電力を抑制した。STEP 3 では、図 4 のように複数の分散電源や蓄電池を備えた需要家にお

ける電力制御システムの開発が目的となる。エネルギーの情報化では、複数電源・蓄電装置を備えた需要家内エネルギー・マネジメント・システムを家庭・オフィス・工場内「ナノ・グリッド」と呼び、複数電源の制御に向けたEoDシステムの機能拡張を行っている。以下では、その第一段階として開発したEoDによる蓄電池制御システムの概要を紹介する。

どの機器の電力を削減する？ どの電源から供給する？

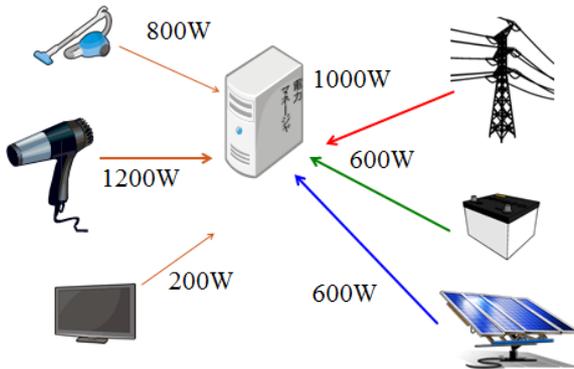


図4 複数機器、複数電源の制御

一般に、発電、電力消費は時々刻々と変化し、両者を同時同量的にリアルタイム制御することが電力マネジメントの基本原則となる。電力会社の場合は、多数の需要家の多種多様な活動によって電力消費の変動が平滑化されるが、家庭、オフィス、工場といった1需要家内での消費電力変動は非常に激しいものとなる。また、太陽電池の出力は天候によって大きく変化する。さらに、電気料金も時間帯によって変動する。

こうした発電、消費、価格の変動を効果的、効率的にマネージするには、蓄電池が有効であるが、実用化されている蓄電池制御法としては、タイマー制御、すなわち、夜間に充電し昼間に放電するといった単純なものがほとんどであり、より高度、知的な蓄電池制御方式の開発が期待されている。

我々は、EoDに基づいた蓄電池制御システムを開発し、その有効性を実生活データに基づくシミュレーションによって実証した[9]。システムは、①事前計画プロセス ②リアルタイム制御プロセス の2段階に分けられ、図5は、①の原理を示したものである。上段のグラフの破線は、STEP 1のスマートタップ・ネットワークによって計測・学習された通常生活における標準的電力消費パターン、横線は利用者がEoDシステムに指定した瞬時電力の制限値、実線は積算・瞬時電力の制限を満たすように標準的電力消費パターンを変更した電力消費計画を表す。この図が示すように、EoDシステムを導入すると、通常なら使用できる電力が制限されるため、各時刻において標準電力消費から削

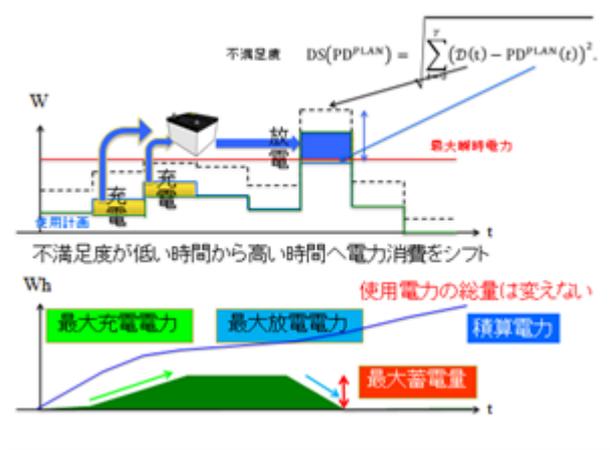


図5 EoDによる蓄電池設計の基本方式

減される電力をその時刻の不満足度として定義し、不満足度が低い時間帯に蓄電池に充電し、不満足度が高い時に放電することによって、総不満足度の最小化を行うように充放電計画を立てる。

下段のグラフは、充放電計画を積算電力の変化として表したもので、実線は積算消費電力、影付きの部分が蓄電容量の変化パターンを表す。この蓄電容量変化パターンの最大上向き勾配、最大下向き勾配、最大ピーク値が、必要となる蓄電池の最大充電能力 (W)、最大放電能力 (W)、最大充電容量 (Wh) を表すことになり、これらの値を満たす蓄電池を設計すればよい。

図6は、スマートマンションでの実生活データを基に計算された蓄電量の变化を表し、1日12kWh消費という標準的な家庭でも、420Wh(自動車用バッテリー)程度の容量の蓄電池で十分であることが分かる。

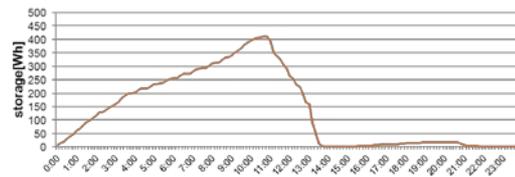


図6 蓄電量の時間変化

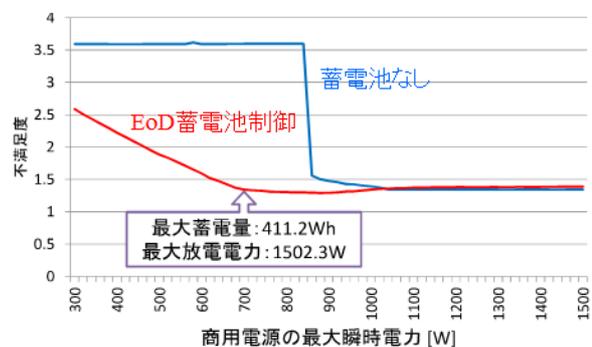


図7 最大瞬時電力の制限値と不満足度

図7は、EoDシステムにおける最大瞬時電力の制限値を変化させた場合の総不満足度の変化を示したもので、EoD蓄電池制御システムを導入すれば、50%以上のピークカット（1500W⇒700W）を行ったとしても不満足度は殆ど増加しないことが示され、システムの有効性が実証された。

以上のように、我々のシステムでは、需要家における標準的電力消費パターンおよびEoDによる消費電力の制限値を基に、不満足度最小化という数理的最適化によって需要家毎に最適な蓄電池の設計が実現でき、商品化されているものより大幅に小型、安価な蓄電池で省エネ（W）とピーク電力の削減（W）が実現できることが示された。

以上述べた内容は前述①の蓄電池の設計、充放電計画の策定法であり、②のリアルタイム電力消費・充放電制御のためには、複数の電気機器および電源・蓄電池の間の電力需給バランスをとりながら、省エネ、ピーク電力カットを実現する必要がある。我々が開発した複数電源のリアルタイム制御方式では、EoDシステムで用いる電気機器の優先度に加え、電源・蓄電池に対して、計画値と比較して現在の給電量がどの程度の割合かを示す「負荷率」を導入し、優先度と負荷率の比較調整アルゴリズムに基づいて、どの機器へ電力を供給、抑制するのか、どの電源・蓄電池から電力を供給するのかをリアルタイムに制御する。紙面の都合から、その技術的詳細については、[9]を参照して頂きたい。

2. 4 電力カラーリング

エネルギーの情報化のSTEP 3では、複数電源制御を更に進化させるため「電力カラーリング」というアイデアを提唱している。

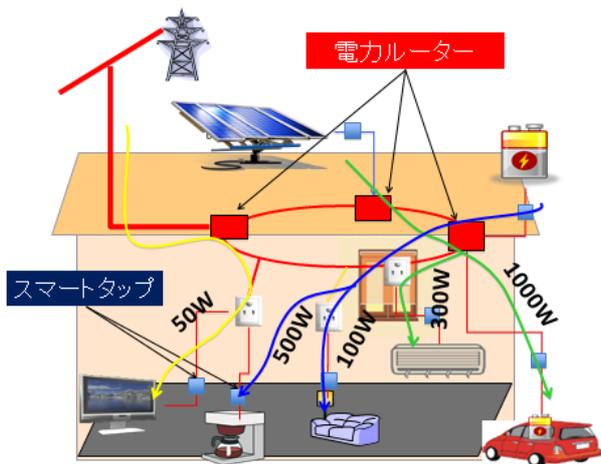


図8 電力カラーリング

図8は電力カラーリングのイメージを表したもので、太陽電池からの電力をエアコンと電気自動車に給電し、蓄電池からの電力でリビングライトとコーヒーマーカーを使うといった具合に、各電源からの電力を、あたかも色を付ける

かのように区別して使う、電力の由来別制御機能を実現しようというものである。

電力カラーリングが実現できれば、量的な省エネ、ピークカットだけでなく、CO2発生量の低減を考慮したエネルギー・マネジメント（たとえば、太陽電池からのエネルギーが利用できるのであれば、室温は○○°、そうでなければ△△°にする）やコストに基づいたマネジメント（たとえば、安い電力が蓄電池に残っていればエアコンを使う）を行うことが可能となる。

電力カラーリングは物理的には不可能であるが、我々のグループでは、図8のように、電気機器にスマートタップを付けるとともに、電源には「電力ルーター」を付け、両者の間に流れる電力をリアルタイムで同時同量制御することによって、仮想的に電力カラーリングを行う方式を開発し、実験室レベルではあるが、電力カラーリングが実現できることを実証した[10]。

2. 5 地域ナノ・グリッドによるエネルギー売買市場の創成

一軒の家庭だけではCO2の削減効果は限られるが、エネルギーの情報化の対象を、様々な生活・業務パターンを持った多数の家庭やオフィス、工場などが含まれる地域に広げることで、更なる削減が可能となる。これがSTEP 4で、需要家内ナノ・グリッドをネットワークで結び、需要家間での電力売買を可能とする地域ナノ・グリッド、すなわちスマートコミュニティの構築を目指す。

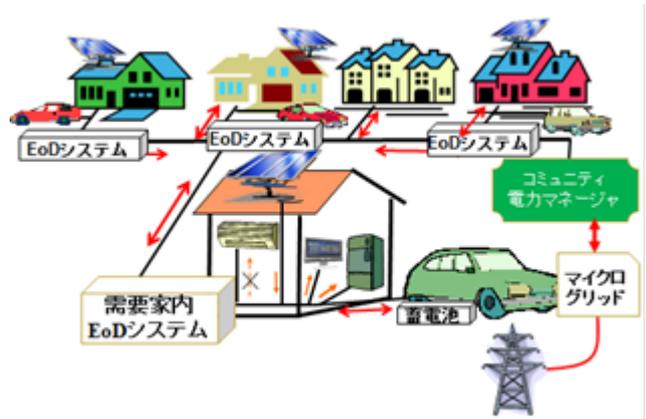


図8 地域ナノ・グリッド（スマートコミュニティ）

図9に示すように、地域ナノ・グリッドは、電力会社と地域をつなぐインタフェース、地域内でのエネルギー需給バランスを保つための需給調整、蓄放電制御を行うコミュニティ電力マネージャを備えた電力ネットワークで、その上にエネルギー経済ネットワークが構築されており、各需要家に省エネ、CO2削減に向けた大きなインセンティブ

を与えることが可能となる。たとえば、少々不便であってもエネルギー消費を減らし（EoD の電力消費制限値を低く設定し）、余ったエネルギーを売ることや、エネルギー価格の変動に合わせて充放電制御を行うことによって経済的利益を求めるなどといった行動が誘発され、技術的にはむずかしいレベルまで省エネ、省CO₂が可能となる。もちろん、電力会社の運営する電力ネットワークを介した需要家間での電力売買を可能とするには、新たな法制度の制定が必要であるが、マンションや自営線で結ばれた地域内では、管理組合などが地域ナノ・グリッドの実現・運営を行うことは現在でも可能であり、事実、多数の世帯を対象としたマンション向けエネルギー管理システムの導入に対してはすでに補助金制度が開始されている。

3. おわりに

2011 年の東日本大震災、福島原発事故を受け、文部科学省や総務省、経済産業省、環境省、地方自治体が支援する研究開発、社会実証プロジェクトや補助金制度の実施が加速されるとともに、スマート家電、スマートハウス、電気自動車などの商品化が急速に進み、既存技術で実現可能なものが出揃った現在、21 世紀社会に適した新たな電力システム構築のために有効な技術・制度とは何かに関する検討およびそのためのマスタープランの策定が望まれている。

我々は、21 世紀社会の在り方として、各市民がそれぞれの価値観に基づいて自らの生活スタイルを自由にデザインできる市民社会の実現が望ましいと考えており、それを電力エネルギー分野において実現するためにエネルギーの情報化を提唱し、研究開発、実証実験を推進している。

エネルギーの情報化を実現するには、計算情報モデルに基づく情報通信と物理化学モデルに基づく電力制御といった相異なる学理に則った学術研究分野を統合する統一理論の構築に加え、家電、蓄電池、分散型電源、電気自動車、住宅、ビルといった広範な産業分野に渡る協業、さらにはネットオークションのように個人が自由に参加できるエネルギー市場の形成のための法制度改革といった多種多様な活動を系統的に進める必要がある。我々は、2009 年に「エネルギーの情報化 WG (URL: <http://www.i-energy.jp>)」を立ち上げ、産学官および国際連携を目指して活動を進めており、活動の輪がより一層広がることを期待している。

【参考文献】

- [1] 松山隆司：エネルギーの情報化とは-背景、目的、基本アイデア、実現手法-, 情報処理学会誌, Vol.51, No.8, pp.926-933, 2010.8
- [2] 塚本昌彦, 加藤丈和：スマートタップの共通仕様化に向けて, 情報処理学会誌, Vol.51, No.8, pp.934-942, 2010.8

[3] 山田祐輔, 加藤丈和, 松山隆司：スマートタップネットワークを用いた家電の電力消費パターン解析に基づく人物行動推定, 信学技報, USN2011-10, pp.31-36, 2011.7.

[4] KATO, T., Cho, H. S., Lee, D., Toyomura, T. and Yamazaki, T. : Appliance Recognition from Electric Current Signals for Information-Energy Integrated Network in Home Environments. International Journal of Assistive Robotics and Systems (IJARS), Vol.10, No.4, pp.51-60, 2009.

[5] 加藤丈和, 松山隆司：スマートタップネットワークによる消費電力見える化システム, 情報処理学会研究報告, Vol.2011-CDS-2, No.6, 2011.9.

[6] <http://www.youtube.com/watch?v=4cnVC83bxb0>

[7] T. Kato, K. Yuasa, and T. Matsuyama: Energy on Demand: Efficient and Versatile Energy Control System for Home Energy Management, SmartGridComm2011, pp. 410-415, 2011.10

[8] http://www.youtube.com/watch?v=4YUig3_UPh4&feature=youtu.be

[9] T. Kato, K. Tamura, and T. Matsuyama: Adaptive Storage Battery Management based on the Energy on Demand Protocol, SmartGridComm2012, pp.43-48, 2012.11

[10] http://www.youtube.com/watch?v=n15jL_RtME4