

スマートハウス, スマートビル (ZEB), スマートシティ

山田 幸平, 西山 大貴, 平野 裕也

Kohei YAMADA, Daiki NISHIYAMA, Yuya HIRANO

1 はじめに

現在, 世界の人口の増加による, 石油や石炭, 天然ガス等の化石エネルギーの枯渇問題や, CO₂ 排出による地球温暖化問題など, さまざまな地球規模の課題が存在する¹⁾. その原因としては, 電気やガソリンなどの二次エネルギーを生成するために, 大量の化石 (一次) エネルギーを消費する既存のエネルギー利用状況にある. このことから, これらの問題を解決するためには, 二次エネルギーの生成を抑制し, かつ太陽光や風力などの再生可能エネルギーを積極的に活用していくことが求められる.

上記の背景から, 電気の節約を促進する「省エネ」をはじめ, 電気を創る「創エネ」, 創った電気を蓄える「蓄エネ」効果の期待できるスマートシティ, スマートビル (ZEB), スマートハウスに今注目が集まっている.

2 スマートシティ, スマートビル (ZEB), スマートハウスの概要

2.1 スマートシティの概要

スマートシティとは, 最新の ICT 技術を活用し, エネルギーだけでなく, 生活を支える水や交通などのインフラの運営や需給を効率化することを目的とした次世代の都市である. スマートシティでは, 都市中に設置されたセンサから, エネルギーの利用状況や, 交通量などの環境情報を計測する. 計測されたデータは, ネットワークを通じて収集・統合され, 社会サービスとして住民に還元される.

なお, スマートシティの目的を達成するための構成要素として, スマートビル (ZEB) とスマートハウスがある. Fig.1 にスマートシティとスマートビル (ZEB), スマートハウスとの関係図を示す.

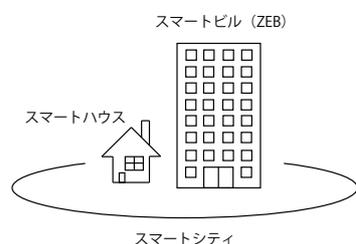


Fig.1 スマートシティの概念図

2.2 スマートビル (ZEB) の概要

スマートビル (ZEB) とは, 再生可能エネルギーや蓄電池などの創エネ・蓄エネ機器, 空調および照明などの設備から得られる電力消費情報を一括管理し制御すること

で, ビル全体のエネルギー利用を効率化したビルである. ビル内の設備の電力の使用情報を一括管理しているシステムを BEMS (Building Energy Management System) といい, 見える化やデマンドコントロールなどの機能を有している.

見える化とは, ビル内の設備に設置されたスマートメーターによって自動的に電力使用量を遠隔計測し, 専用サイトにアクセスすれば, いつでもどこでも電力使用量の推移が把握できる機能である.

デマンドコントロールとは, 見える化でも用いたリアルタイムな電力消費情報を基に, 電力会社が設定した最大電力許容値を超えないように自動的に負荷を停止させる機能である²⁾.

2.3 スマートハウスの概要

スマートハウスとは, 太陽光発電や電気自動車を含めた蓄電池などの創エネ・蓄エネ機器や, 家電のリアルタイムな電力消費情報を一括管理し制御することで, 家庭内のエネルギー利用を効率化した住宅である. 家庭内設備の電力使用情報を一括管理しているシステムを HEMS (Home Energy Management System) といい, 見える化やデマンドレスポンスなどの機能を有している.

見える化では, 付属のタブレット端末やスマートフォンなどのハードウェアを通して消費電力や発電量, 蓄電量を見ることが出来る.

デマンドレスポンスでは, 電力供給のピーク時に消費電力の抑制を要請するピークカットや, ピークの時間帯における電力の使用を避け, 他の時間帯に使用するように要請するピークシフトを行うことで, 需給のバランスを整えている.

スマートハウスの住民にとっての利点は, 使用電力が把握できることや, 時間帯によって変動する電気料金に応じた節約ができることである. しかし, 電力の使用状況などは個人情報であり, 住民の生活パターンがデータの所有権を持つ電力会社によって把握されることになるため, プライバシーの問題が懸念されている. このような課題が住宅の省エネ化の進行に支障を与えていると言える.

3 スマートシティ, スマートビル (ZEB), スマートハウスを支える技術

3.1 スマートグリッド

スマートシティやスマートビル (ZEB), スマートハウスの機能である見える化やデマンドレスポンスを実現するためには, リアルタイムな電力データを計測するスマートメーターの導入が完了していることが前提となっ

ている。スマートメーターによって収集されたデータは、既存の電力網に通信網を統合したスマートグリッドを介して電力会社に送信される。

スマートグリッドの構築によって、電力網による電力の送電・受電はもちろんのこと、追加された通信網によってデジタル情報の送信・受信まで行うことが可能となる。これが、デジタル情報を活用した社会インフラの効率化に繋がる新たな基盤となる。スマートグリッドにより、需要家の不規則な電力使用状況に応じた供給が可能となる。実際、電気には生産即消費の性質があり、少量であれば蓄電池に貯めておくことは可能だが、電力会社が発電する大容量な電力に関しては、使う分だけ発電の方がコスト面から見ても効率的である。つまり、スマートグリッドによる需要に応じた無駄のない発電が、電力インフラの非効率を排除していると言える。

3.2 デジタルグリッド

電力会社が運営する発電所などの電源によって構築された電力網のスマートグリッドに対し、電力会社以外の個人や団体が所有する電源によって構築された電力網のことをデジタルグリッドという³⁾。以下に Fig.2 にデジタルグリッドの概念図を示す。

デジタルグリッドにおいて、太陽光や風力発電、蓄電池などの電源を備えた最小の電力系統の単位をセルと呼び、それぞれのセル内では電力の自給自足が行われる。また、各セルはデジタルグリッドルーターと呼ばれる通信機器によって接続されており、時と場合に応じて電力を融通し合うことができる。さらに、セルごとに異なる電力網が形成されているため、例え一つのセルの電力網が寸断されても、被害はセル単位に留まるという利点がある。

デジタルグリッドルーターでは、電力がどのようにして創られ、どのような経路を通ってきたのかという情報が、動作の結果としてルーター内部に記録されるしくみとなっている。つまり、需要家の電力使用情報の測定データのみ活用できたスマートグリッドとは異なり、デジタルグリッドは、電力の注文、動作、測定データなど、活用できる情報量が複数存在する。これは、電力の融通を考えた場合、各地に太陽光や風力発電、蓄電池等の電源を構築することによって、電力を商品とした商取引が可能な社会が形成されることを意味する。このように、これまで見えなかった需要家の利点が明確化されることによって、多くの人々がスマートシティ構想に介入しやすい環境を構築することができる。また、このようなしくみが形成されれば、自ずと節電意欲や蓄電意欲が増加し、

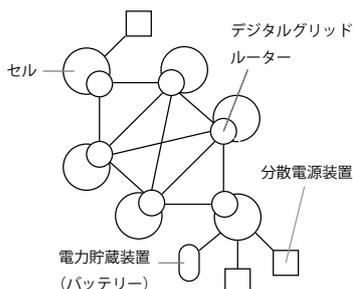


Fig.2 デジタルグリッドの概念図

各セル内でのエネルギーの自給自足が実現する。

しかし、デジタルグリッドは、情報の所有権をユーザーが所有しない限り機能しない。既存のスマートメーターでは、電力会社にデータの所有権があるため、データの所有権がユーザーにあるスマートタップが必要となる。

3.3 スマートタップ

スマートタップでは、データの所有権がユーザーにあるだけでなく、電力の測定の精度と所得間隔に利点を持っている。具体的には、スマートメーターで測定できるのは電力量のみであるのに対し、スマートタップでは電流・電圧波形まで測定できるため、測定対象の家電を識別することができる。家電を識別することができれば、その家電に応じたきめ細やかな制御ができ、また、家電の使用状況を分析することによって、人の動きを把握することができる。人の動きを把握することができれば、人がいない空間の照明をスマートタップ内蔵の制御機能によって消灯し、無駄な電力の消費を防ぐことができる。また、スマートメーターでは測定に最低でも10分のタイムラグが生じるが、スマートタップではミリ秒単位での測定が可能である。測定のスピードが早くなることにより、スマートタップのデータをすぐに反映することができ、より正確な制御を可能にする。つまり、これまでは電力のピークに応じて電源をオンオフすることしかできなかったが、スマートタップの正確で高速なデータを送受信により、エアコンの温度の調整や、冷蔵庫の温度調整などの細かい制御がリアルタイムに可能となる。

4 今後の展望

3.2, 3.3 節で述べた2点の技術は現在開発段階であるが、その有用性は非常に高いと言える。デジタルグリッドによって、電力の自給自足を行うセルが増えれば、地域単位での電力の最適利用が実現する。さらに、蓄電池に貯めておいた電力を互いに融通し合うことによって、例え災害が発生しても、セル毎に構築した電力網によって、継続して電力の需給を行うことができる。

また、スマートタップによるデータ権の自由化が進行することによって、電力会社に頼ることなく自分たちで電力の消費、蓄電、発電データを管理し、自立的にやりくりのできる環境を構築することが可能となる。つまり、これからの時代、電力インフラはインターネットのようにプロバイダーを選択できるようになると考えられる。エネルギー利用を最適化したセルが増加すれば、地域単位でのエネルギー利用の最適化が実現し、スマートシティ構想に近い都市が形成されるだろう。

参考文献

- 1) 5分でわかるエネルギー問題。
http://www.chikyumura.org/environmental/earth_problem/energy_crisis.html.
- 2) ビル群のエネルギー管理を実現する次世代の BEMS 技術。
http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2012/09/67_09_pdf/a03.pdf.
- 3) 電力をインターネット化するデジタルグリッド。
http://www.tel.co.jp/museum/magazine/environment/111218_interview/index.html.