

総論：低炭素社会に向けた 住宅用電力需給技術と電力システムの展望

東京大学 萩 本 和 彦*

1. はじめに

住宅（家庭部門）のエネルギー需給は、経済成長、ライフスタイルの変遷、新しいエネルギー利用機器の導入により、1960年代の高度経済成長期、1970年代の第一次、第二次オイルショックを含む期間、1980年代の経済成長期、1990年以降の低成長期を経て徐々に変化してきた。二酸化炭素排出の削減の重視に代表されるような、人々、企業の価値基準の変化の中で、様々なエネルギー利用・供給技術の開発と導入普及、制度の改編などへの取り組みが、世界規模で行われている。

このような流れの中で、住宅では、エネルギー利用分野においては照明、給湯、空調、AV機器などの省エネルギーをはじめとする新技術の適用と大型化などのニーズの変化が進展し、供給分野においては太陽光発電、燃料電池などの新技術の導入・普及が始まっている。

本稿では、超長期エネルギー技術ビジョン、技術戦略などに基づき、住宅における電力利用・供給技術とこれに係る電力システムの展望について述べる。

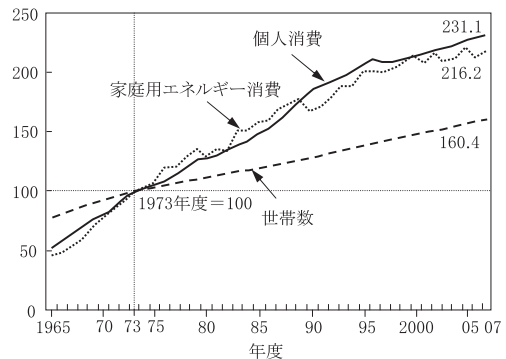
2. 家庭部門のエネルギー需給の動向

住宅が属する家庭部門のエネルギー需給の状況を、資源エネルギー庁のエネルギー白書2009¹⁾で見よう。家庭部門（自家用自動車等の運輸関係を除く家庭消費部門）は、業務部門（事務所、学校、飲食店、デパート、病院、ホテルなど）とともに民生部門を構成する。2007年度の民生部門の最終エネルギー消費はわが国全体の31%を占め（産業部門46%、運輸部門23%）、家庭部門のエネルギー消費は民生部門全体の43%を占めた。

家庭部門のエネルギー消費は、世帯当たりエネ

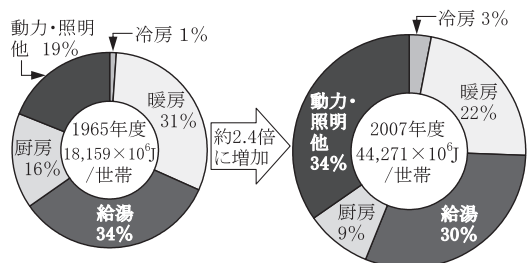
ルギー消費量と、世帯数の積であらわされる。世帯当たりエネルギー消費量はエネルギー消費の用途拡大と機器の大型化という増加要因と利用機器の効率向上という減少要因のもとで、1973年度に対し、1.4倍となった。また、同じ期間、世帯数は単身世帯、老人世帯の増加により1.6倍となり、この結果、家庭部門のエネルギー消費量は2.16倍に増加した（図1）。

2007年度の家庭用エネルギー消費の用途別内訳は、冷房用3%、暖房用22%、給湯用30%、厨房用9%、動力・照明他（家電機器の使用等）34%であった（図2）。多様な家電機器の普及、大型化により動力・



出典) 資源エネルギー庁 エネルギー白書2009

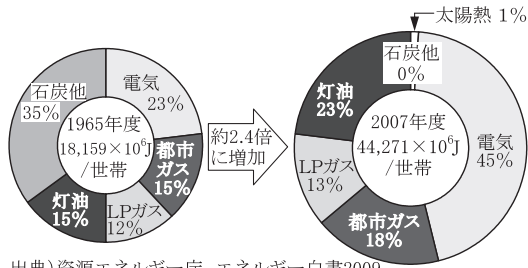
図1 家庭部門におけるエネルギー消費の推移



出典) 資源エネルギー庁 エネルギー白書2009

図2 世帯当たりのエネルギー消費原単位とエネルギー消費の推移

* おぎもと かずひこ エネルギー工学連携研究センター (CEE) 特任教授



出典)資源エネルギー庁 エネルギー白書2009

図3 家庭部門におけるエネルギー源の推移

照明などが大幅に増加したこと、冷暖房水準が充実してきたこと、風呂、シャワーがより広く使われるようになり給湯量が増加したことなどを反映した結果といえる。夏の最大電力を押し上げる要因としてよく話題になる冷房は、シェアを大きく伸ばし伸び率も大きい、その家庭のエネルギー消費全体に占める割合は思いのほか小さい。

これに対し、家庭のエネルギー源の内訳は、図3に示すように、かつてはその多くを「石炭他」が占めていたが、暖房を主に灯油が、厨房をLPガス・都市ガスが代替するとともに、家電製品の普及により電力のシェアが大幅に増加した結果、2007年度においては、電気が最大の45%、これに灯油の23%、都市ガス18%、LPガス15%と続き、それ以外は太陽熱1%、石炭などは1%未満と変化した。

わが国では、省エネ法に基づくエネルギー管理により産業部門を中心としてエネルギー消費効率を改善してきた結果、同部門のエネルギー消費量はGDPの伸びにもかかわらずオイルショック後ほぼ一定の水準にあるのに対し、2007年には民生、運輸部門では1973年に比較して2倍以上に増加している。このため、2008年の省エネルギー法の改正により、オフィス・コンビニ等の業務部門や住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化、トップランナー制度等の取り組みを通じた機器の効率改善を進めており、低炭素社会の実現に向けて、住宅のエネルギー管理の重要性が指摘されている²⁾。

また、単身世帯の増加、高齢化による世帯数の増加、ライフスタイルの変化によるエネルギー消費の増加要因を抱え、低炭素社会実現に向けた家庭部門の課題は多いといえる。

3. 住宅分野のエネルギー需給技術

(1) 超長期エネルギー技術ビジョン

超長期エネルギー技術ビジョン³⁾は、2004年8月

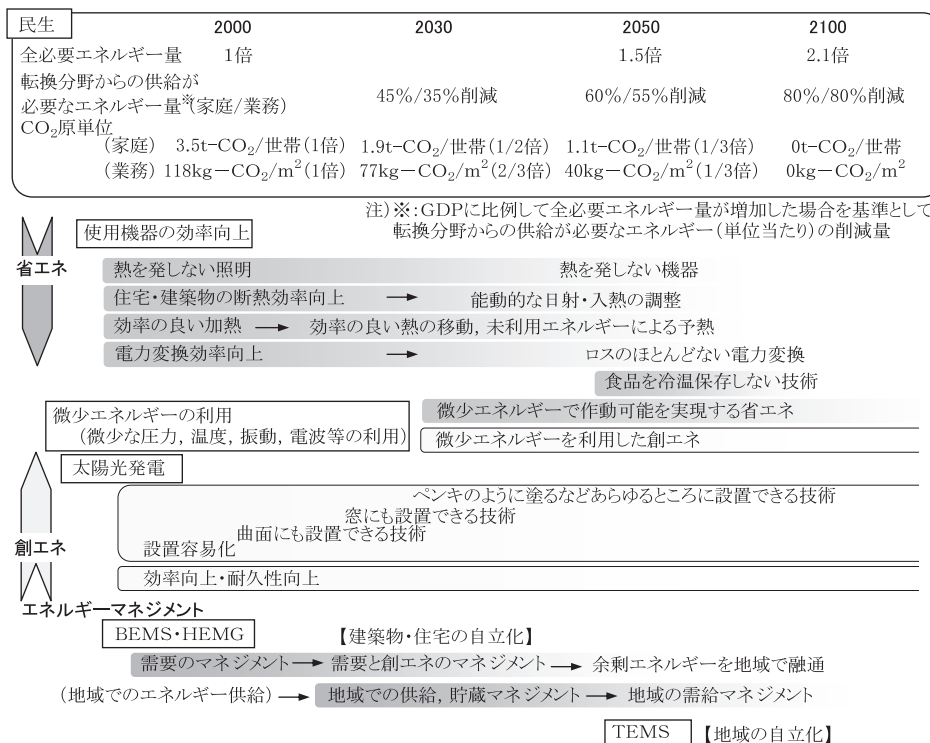
から(財)エネルギー総合工学研究所に設置した「超長期エネルギー技術研究会(委員長:秋山守理事長(当時))」で原案を作成し2005年10月に資源エネルギー庁より公開された。

エネルギー技術は、技術の開発・実証から実際に社会システムの変更を実現するまでに長期間を要すること、化石資源などの資源制約やCO₂などの環境制約が顕在化する時期を視野に入れる必要があること等の理由により、超長期エネルギー技術ビジョンでは2100年までを対象とし、2100年のあるべき社会像を設定し、そこから「バックキャスティング」手法を用いて検討を行った。バックキャスティング手法を用いたのは、2100年という遠い未来を見据えるためには、現在の趨勢を基にする「フォアキャスティング」手法では外挿が困難なこと、および「どのような将来になるか!」ではなく、「求められる将来、すなわち、資源制約・環境制約を克服した将来になるためにはどのようにすべきか!」を明確にする必要があるためであった。

検討は、民生、運輸、産業、エネルギー転換の4分野について、化石資源+CCS(二酸化炭素回収貯留技術)、原子力最大利用、再生可能エネルギー最大利用+究極の省エネルギー実施の3ケースを設定して、設定された社会像を実現するために必要となる技術スペックおよび時期等を整理した。

本稿がテーマとする住宅が含まれる民生部門では、先に述べた3ケースのいずれの場合においても、想定された資源制約(石油ピーク2050年、天然ガスピーク2100年)および環境制約(CO₂/GDPを2050年に1/3、2100年に1/10)により、エネルギー需要を2100年には80%削減する必要があるとされた。また、転換部門から供給されるエネルギーおよび民生部門内の創エネルギーについては、2100年で電化・水素化率を100%とし、創エネルギーの導入可能量および化石資源制約等を考慮して2050年および2030年の電化・水素化率が設定された。家庭部門および業務部門におけるエネルギー需要の削減率、およびその削減の内訳は、それぞれの部門の特徴および省エネルギー・創エネルギーのポテンシャルを考慮し、2100年の最終技術スペックからバックキャスティングにて設定された。図4にこれらを実現するための民生部門における対策の考え方を示す。

民生分野における2100年の技術スペック実現のためには、①今後新たに出現する機器を含めてできる限り省エネを実施すること、②太陽光等、身の周り



出典)エネルギー総合工学研究所 超長期エネルギー技術ビジョンより加工

図4 2100年に向けた民生部門の技術スペックと対策の考え方

のエネルギーを使って創エネを実施すること, ③余剰エネルギーの融通および分散貯蔵を含むエネルギーマネジメントにより, 再生可能エネルギーの最大活用を図ることが必要である。その概要は以下の通りである。

省エネは, トップランナー機器の導入により家庭が先行し業務がこれに続く。空調関係では機器の効率向上のみならず建物の断熱・遮熱性能の向上が, 給湯についてはヒートポンプの導入がそれぞれ効果的である。また, 生活の質の向上やライフスタイルの変化に合わせて新規に導入される機器も順次省エネが行われる。

創エネは, 太陽光発電を始めとして各地域の特色を活かして様々な種類のものが導入される。設置機会(スペースなど)やエネルギー価格等の条件により, 戸建ての家庭から始まり, 順次, 集合住宅, 業務ビルに普及する。

省エネ先行の後, 創エネが進み, 需給バランスがとれた戸建て住宅からエネルギー管理が始まる。地域大での創エネの導入に伴い, 業務あるいは地域大のエネルギー管理が普及する。再生可能エネルギー

の活用による自律的エネルギー管理では, エネルギー貯蔵が重要な役割を果たす。

(2) エネルギー技術戦略2009

エネルギー技術戦略マップは, 経済産業省研究開発小委員会の審議を経て公開される, 現在から2030年までを範囲とするエネルギーに関する技術戦略である。2006年11月策定のエネルギー技術戦略マップ2006から, 2007, 2008, 2009と毎年改訂され, 現在に至っている。技術戦略マップ2008では, 2007年5月の総理イニシアティブ「クールアース50」を受けて策定された「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」(2008年3月策定)をもとに, 足下の2030年頃までの見直しに変更があったものについて修正が行われ, 技術戦略マップ2009では, 省エネルギー技術戦略との整合性, 既存ロードマップ・最新技術の反映, 個別技術の統廃合(235技術→178技術(新2技術))が行われた⁴⁾。

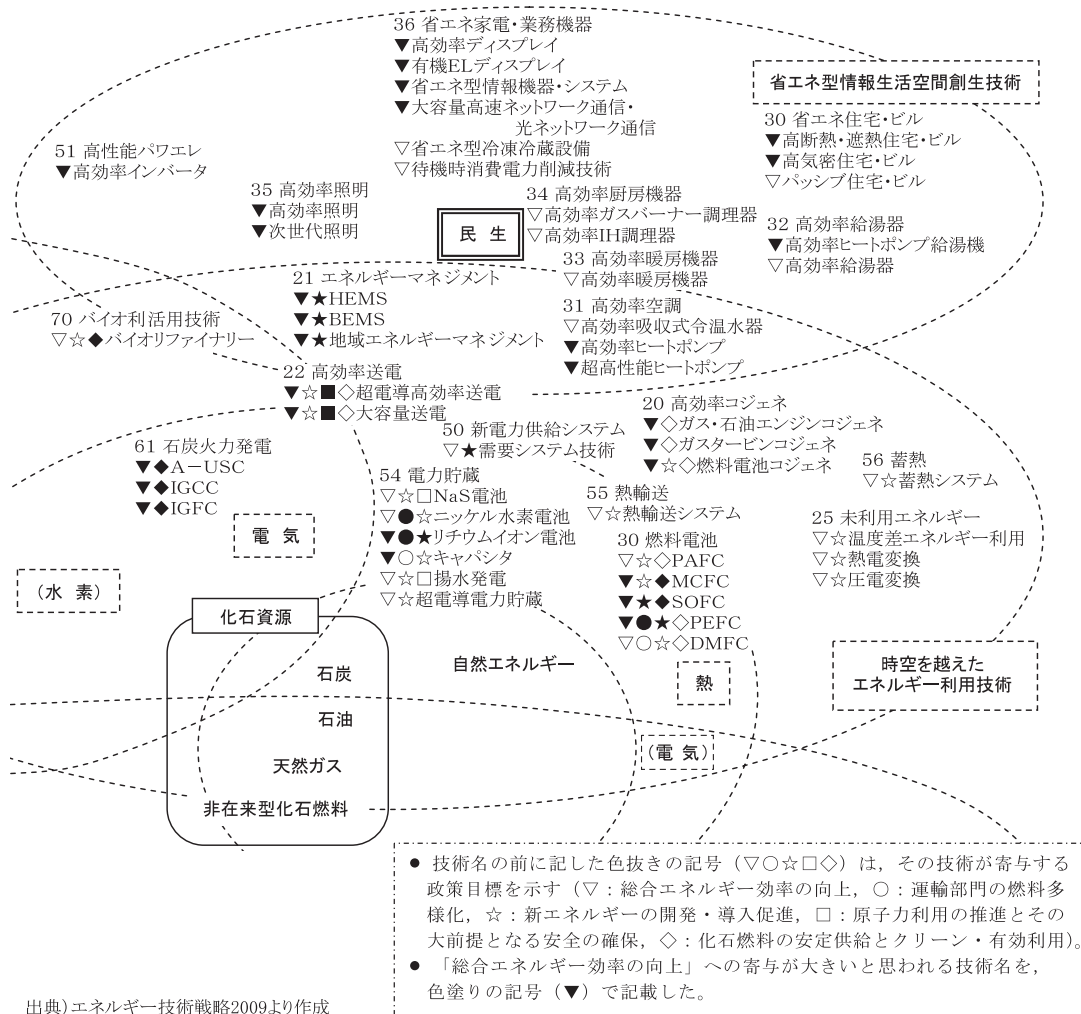
エネルギー技術戦略マップでは, 2006年に策定した「新・国家エネルギー戦略」における政策の柱である①総合エネルギー効率の向上, ②運輸部門の燃料多様化, ③新エネルギーの開発・導入促進, ④原

子力の利用，そして，⑤化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーン利用の5つの政策目標への寄与で各技術を抽出・分類している。

低炭素社会に向けた，住宅分野におけるエネルギー技術としては，上記のうち，総合エネルギー効率向上，新エネルギーの開発・導入促進，化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーン利用の分野の技術の一部が該当する。先にエネルギー需要動向を俯瞰した冷房用，暖房用，給湯用，厨房用，動力・照明他の区分けに対応して例を挙げれば，ヒートポンプ技術による冷暖房・給湯機器，IH調理技術，LED・有機EL照明，高効率ディスプレイとしての液晶，有機ELディスプレイ技術，省エネ型冷凍冷蔵設備，省エネ型情報機器，横断的な技術として待機時消費電力削減技術など多様な技術が挙げられている。住

宅そのものの対策としては，高断熱・遮熱技術，高气密技術，パッシブ換気，照明技術などが挙げられている。住宅において自ら発電を行うあるいはエネルギーを創る技術としては，エンジンコジェネ，燃料電池コジェネ，太陽光電池などの分散電源技術が含まれている。さらに，分散型の電力貯蔵を可能とする蓄電池技術，太陽熱温水器，自然光利用，地中熱利用ヒートポンプなど，他の機器との組み合わせあるいは選択に工夫を要する，多様な技術も含まれている（図5）。

超長期技術戦略の民生分野で省エネルギー，創エネルギーと並んで示されたエネルギーマネジメント技術で住宅と関連する技術としては，HEMS（Home Energy Management），BEMS（Building Energy Management），地域エネルギーマネジメント，新電



出典)エネルギー技術戦略2009より作成

図5 「総合エネルギー効率の向上」に寄与する技術の技術マップ(部分)

力供給システムなどが挙げられているが、これらについては、4章で述べる。

(3) 住宅のエネルギー技術のインテグレーション

私たちが住宅に求める快適な住環境とは、快適な温度、湿度、明るさの維持、温水、冷水、調理用の熱源の供給、娯楽・情報など各種機器の利用などであり、この快適な住環境を確保するため、住宅において、家そのもの、各種設備、機器などを用い、エネルギーを使っている。

エネルギー問題の対応として省エネルギーや再生可能エネルギーが注目される中、例えば、夏の涼しさを確保する手段としては、高効率空調機の導入、温度設定の緩和から始め、家自体の工夫が可能な場合は遮熱/2重窓ガラスの利用や断熱性能の向上、庇などの工夫を行い、さらには打ち水、植物の利用なども考えることができる。このように、快適な住環境を実現する方法には、多くの組み合わせがあり、これらの選択は、住宅をとりまく自然条件、ライフスタイルなどにより変わってくる。

必要以上の容量を持った高効率エアコンを導入し、夏季の温度設定を低くして部分負荷運転すれば、部屋は快適にならず、省エネルギーにもならない。さまざまな選択肢を総合的に勘案したインテグレーション（総合的な組み合わせ）を行うことが重要である。

(4) インテグレーションに向けた課題

再び、エアコンの例で考える。「ある住宅にどのような冷暖房機器を設置するのが適切か」という問いに対しては、多様な自然条件やライフスタイル、既築の住宅であればその性能の条件のもとで、さまざまな技術オプションのインテグレーションが重要であることを述べた。従って、総合的な経済性や環境性を検討するのであれば、当初の工事費のみに着目するのではなく実際に住む期間に消費する合計のエネルギーの費用、あるいは建築から廃棄までの合計の二酸化炭素排出量を評価することが必要となる。しかし、これら多様な条件のもと、総合的な検討を行うためには幅広い知識と大きな労力を要する。また、住宅の場合、設計、建設、販売から、実際の利用に至るまで、さまざまな段階での意思決定が行われ、建売住宅の場合、性能・機能の表示に限界があることなどから、総合的な経済性や環境性で決定される仕様の住宅を供給することは、販売価格の上昇を引き起こし、実現が難しいのが実態である。

WBCSD（持続可能な開発のための世界経済人会議）が今年4月に発表した報告書“Transforming the Market: Energy Efficiency Building⁵⁾”では、建物のエネルギー利用においては大きな削減可能性が期待でき、その実現に向けては、1) 規制の強化と透明性の向上のためのラベリング制度、2) 省エネルギーの建物の形成を促進する税金/補助金、公共料金制度、3) 統合的な設計手法とイノベーションの促進、4) 省エネ行動を可能とする技術の開発と適用、5) 省エネにつながる設計、新築、改築、保守および、システムインテグレータなどの人材育成、6) 社会全体での省エネ行動の定着化が必要であると報告している。この報告も、住宅に個別の技術を適用するのではなく、技術同士のインテグレーション、社会制度とライフスタイルと技術のインテグレーション、それらを支える人間の育成など総合的な視点の重要性を表しているといえる。

4. 電力需給の長期的課題

(1) 電力需要の変化

これまでに述べた住宅における省エネ、創エネ技術の導入・普及により、既存の需要の省エネルギー化の進展と並行して、ヒートポンプ空調・給湯・加熱、プラグインハイブリッド/電気自動車に代表される新たな需要増加が見込まれること、さらに高齢化などに伴う電力化の進展により、民生分野のエネルギーの最終消費に電力が占める割合は着実に増加すると考えられる。住宅に設置される太陽光発電(後述)を含む各種の分散電源の導入も加わり、住宅の電力需要の形態は大きく変化する可能性がある。

(2) 電力供給の変化

電力供給の低炭素化に向け、火力発電については、天然ガス複合サイクル発電のガスタービンの高温化、石炭ガス化複合発電の導入により一層の高効率化が図られる。原子力発電については現行計画に基づく着実な開発とともに、安全性・経済性・信頼性等の向上を目指した次世代軽水炉の技術開発が進められる。この結果、原子力の発電電力量におけるシェアは、2005年の3,048億 kWh (31%) から2030年の4,695億 kWh (49%) に増加するとされている⁶⁾(PV最大導入ケース)。

太陽光、風力などの再生可能エネルギー発電は、エネルギー供給の低炭素化の要求のもと、今後の導入普及の拡大が期待される。特に太陽光発電は、昨年5月に策定された長期エネルギー需給見通しでは、2020年頃に2005年の10倍程度(1,400万 kW 程度)の

導入が想定されていたが、さらに本年6月に政府により発表された「地球温暖化対策中期目標」を受けて、20倍程度(2,800万kW)の導入が想定されている。

太陽光発電については、昼間のみの発電のため利用率が低く(12%程度)、発電電力量に対し大きな設備容量が必要で、その大量導入は供給力(系統からは需要の変化とも見える)の構成を大きく変える。さらに、風力発電、太陽光発電はともに天候により個別の出力が大きく変動する間欠性の電源であり、従来の需要変動に加えて大きな変動を電力需給に与える可能性がある⁷⁾。

(3) 電力需給システムの課題

電力システムの設備形成は、需要の伸びに対応しつつ安定供給を確保すべく、電源のベストミックスと必要な流通設備の拡充が行われてきた。運用においては、需要予測に基づき年間から当日までのきめ細かい需給計画を策定し、需給調整、周波数制御などを火力・水力を主体とする系統側の電源の調整能力を活用してきた。今後、太陽光などの再生可能エネルギー発電の導入普及に伴う天候、時間による出力変動に対応するためには、一般水力で河川の流量と貯水池の調整力を分析・予測するのと同様の、きめ細かい運用が必要になり、電力系統全体の需給調整能力の向上が必要となると考えられる。さらに、予想される原子力発電のシェアの増加も、電力系統全体の需給調整能力の向上を必要とすると考えられ、これらは、低炭素社会の実現に向けた電力需給における大きな長期的課題になると考えられる。

5. 住宅の電力需給と電力システム

(1) エネルギー貯蔵と住宅需要の能動化

電力システムの需給調整は、一般水力や火力発電機の運転スケジュール、出力調整などで行われるほか、負荷平準化の観点から揚水発電、一部の二次電池などの電力貯蔵設備の活用も行われている。しかし、これらの電力貯蔵技術に加え、電気自動車などの実用化に向けた二次電池技術の急速な進歩により、電力システムの需給調整に向けた二次電池の技術の確立と導入・普及への期待は大きい。二次電池は、揚水発電所と比較してより需要に近い場所への分散設置に適しており、系統内の配電用変電所や住宅などの需要への設置が想定されている。

また、今後普及拡大が進むと考えられる貯湯槽付きのヒートポンプ給湯システムは、直接電気エネルギーを貯蔵しないが、温水をつくるための電気を使

用する時間を選択できるという意味で、電力貯蔵に準じた効果が期待される。このヒートポンプ給湯の蓄熱機能は、深夜から朝にかけての割安な電気料金制度と組み合わせることで、現状、深夜の軽負荷時間帯への需要シフトに活用されている。また、建物の一般的な空調、躯体蓄熱を利用した空調、冷蔵庫や洗濯機など即時性の要求が低い電力需要なども、一定の電力需要シフトの効果を持つことが考えられる。

これらの電力需要のシフトと、太陽光発電、燃料電池コジェネなどの分散電源による電力供給との調整により、住宅など民生分野の建物における電力需給を能動化し、電力系統との協調運転を行うことが今後期待される。

(2) 分散エネルギーマネジメント技術とスマートグリッド

住宅など建物における電力需給を能動化し、それによる電力系統との協調運転を可能とするためには、建物単位での各機器の運転を総合的に管理する分散型エネルギーマネジメント技術が必要となる。すでに、住宅や業務用建物施設などの建物単位のエネルギーマネジメント(HEMS/BEMS)が、電気の使用量の見える化を中心に利用されている。今後は、建物本来の使用目的である温度、湿度、明るさなどの管理も含めて、省エネルギーや電力系統との協調など複数の機能を有した総合的な制御・管理を実現できるエネルギーマネジメント技術の確立が期待される。先に述べたエネルギー技術戦略2009では、住宅に係る「新電力供給システム」として、「配電系統の分散電源連系技術」のほかに、「需要システム技術」が挙げられている(図6)。需要システム技術は、需給運用最適化技術として、太陽光・風力発電電力量予測、自律需給制御、蓄熱・熱輸送、電力・熱融通、地域EMS、電力品質制御技術として、分散型電源AVR(自動電圧調整)/AQR(自動無効電力調整)、電力品質維持・系統連系制御、電力貯蔵、多品質電力供給、分散型電源の系統連系緩和技術として系統情報に基づく分散型電源統合制御、分散型自律負荷平準化、需要端電力貯蔵などから構成されるとされている。

低炭素社会に向けた風力発電、太陽光発電などの再生可能エネルギー発電の大規模導入時の出力変動の調整機能への期待を背景に、電力系統の対応としてのスマートグリッドが話題となっている。

スマートグリッドは「集中/分散の電源、送電配電、

No.	エネルギー技術	2010	2015	2020	2025	2030～
8501F	50新電力供給システム 需要システム技術	【需給運用最適化技術】 太陽光・風力発電電力量予測 自律需給制御 蓄熱・熱輸送 電力・熱融通 地域EMS				
		【電力品質制御技術】 分散型電源AVR(自動電圧調整)/ AQR(自動無効電力調整) 電力品質維持・系統連系制御 電力貯蔵 SMES等負荷変動補償 多品質電力供給		【分散型電源の系統連系緩和技術】 系統情報に基づく 分散型電源統合制御 分散型自律負荷平準化 需要端電力貯蔵		

出典)資源エネルギー庁 エネルギー技術戦略2009

図6 需要システム技術

産業および建物の自動化システム、電力貯蔵、住宅の空調、自動車、家電機器などの多様な連系機器の運用を監視/保護/制御することにより最適化することを目的とする電力系統の近代化⁸⁾などと定義され、技術の名称というよりは、電力システムの近代化全般を表す言葉と考えられる。

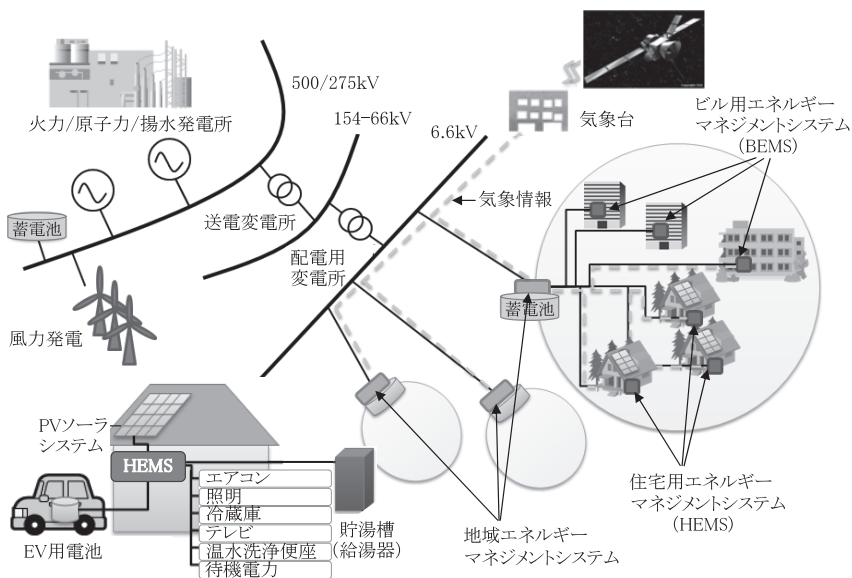
スマートグリッドは、特定の技術を指す言葉ではなく多様な側面を持つ「電力系統の高機能化」である。再生可能エネルギー発電の大規模導入を可能とするために、天候などによる出力変動に対して電力需給のバランス確保など一連の技術課題を解決するため、双方向の電力潮流と情報伝達を保有するなどの特徴を持つ。そして、その実現のために、先に述べた分散エネルギーマネジメント技術、通信機能を持つ多機能電力量計(スマートメータとも呼ばれる)、情報通信技術などが、重要な構成要素であるとされている⁹⁾。このように考えると、超長期エネルギー技術ビジョンで省エネと創エネと並んで民生部門のエネルギー技術の第三の要素とされ、エネルギー技術戦略2009における「新電力供給システム」などに表されている分散エネルギーマネジメント技術はこのスマートグリッドの核心部分であると言える。

(3) 住宅から見た将来の電力系統の展望

再生可能エネルギーの導入・普及を可能とする将来の電力需給システムにおける「集中と分散の協調」の実現に向けては、住宅は多機能電力量計を情報のゲートウェイとし、分散エネルギーマネジメントの主体としての役割を担うと考えられる。

住宅において、分散エネルギーマネジメント技術は、電力系統からの情報を参照しつつ、住戸内の快適性、省エネルギー、系統との協調などの複数の目標のもとで、制御可能な需要機器、分散電源、エネルギー貯蔵装置を運用し、これにより電力系統から見た需要を総体としてより好ましい形に管理することができるようになることが期待される。

図7に、集中/分散のエネルギーマネジメントを



出展) 東京大学エネルギー工学連携研究センター 岩船研究室, 荻本研究室

図7 集中/分散のエネルギーマネジメントを導入した電力システムの将来像

導入した電力システムの将来像を示す。

6. 終わりに

低炭素社会の実現に向け、住宅分野においては様々なエネルギー技術、ライフスタイル制度といったより広い範囲のインテグレーションにより、本来の目的である快適性を維持しつつ省エネルギーを実現する余地は大きいと考えられる。さらに、エネルギー貯蔵技術、分散エネルギーマネジメント技術の導入は、住宅の電力需要の一部を能動化し、集中/分散のエネルギーマネジメントの協調により、電力システムの需給運用をより柔軟なものとして、出力変動を伴う再生可能エネルギー発電の導入や原子力などのベース電源のシェアの拡大などに伴う、電力の需給バランスに関する課題の解決に貢献することも期待される。

しかし、住宅など需要端に設置され自律分散的に使用される機器は、系統の需給調整という意味での制御性には一定の限界があることが想定されるほか、今後、分散エネルギーマネジメントや情報通信技術を含めた技術開発、最適な運用を可能とする制度の検討が必要と考えられる。さらに、住宅分野での機器のストックの更新やインフラとしての電力システムの進化も必要であり、これらには長い期間と大きな設備投資を要する。

今後、低炭素社会に向けた住宅分野をはじめとするエネルギーシステムの確立に向け、2020年、2030年など各段階での変化の目標を見定め、これに必要な技術の開発と導入・普及、規格基準の制・改

定、関連制度の見直しなど広い範囲の取り組みを、計画的に行うことが必要ではなかろうか。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁 “平成20年度 エネルギーに関する年次報告書（エネルギー白書）”，2009.5
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2009/index.htm>
- 2) 資源エネルギー庁 “長期エネルギー需給見通し”，2009.5
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/080523.htm>
- 3) 資源エネルギー庁 “超長期エネルギー技術ビジョン”，2005.10
<http://www.iae.or.jp/research/result/cho06.html>
- 4) 資源エネルギー庁 “エネルギー技術戦略マップ2009”，2009.4
http://www.iae.or.jp/research/result/ene_2009.html
- 5) WBCSD “Transforming the Market : Energy Efficiency Building”，2009.4
<http://www.wbcsd.org/Plugins/DocSearch/details.asp?DocTypeId=25&ObjectId=MzQyMDQ>
- 6) 資源エネルギー庁 総合エネルギー資源調査会需給部会 第一回会合資料，2009.8
<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/data/g90805aj.html>
- 7) 資源エネルギー庁 低炭素電力供給システムに関する研究会 “低炭素電力供給システムの構築に向けて”，2009.7
<http://www.meti.go.jp/report/data/g90727ej.html>
- 8) 米国 Energy Independence and Security Act, 2007
<http://thomas.loc.gov/cgi-bin/bdquery/z?d110:HR.6>
- 9) US NIST “the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap”，2009.6
<http://www.nist.gov/smartgrid/>

