

2030年における省エネルギー社会

これまでのエネルギーとの付き合い方が根本から変わってしまうかもしれない。したがってこれからの12年間でもこの革命的なエネルギーとの付き合い方を心してかからなければならないし、その準備を急がなければならない。そのキーは情報技術を駆使したエネルギー利用の在り方に尽きるのではないだろうか。（本文より）

株式会社住環境計画研究所 会長 中上 英俊

たかだか10年で 携帯電話からスマホへ大きく変化

2030年まであと12年になった。12年後の省エネルギー社会を展望することが私に与えられた課題である。社会の変化を展望するとき、12年というのは意外に短い時間のようなのだが、近年の様々な事象の移り変わりを振り返ってみると10年ひと昔などといった悠長な時間の流れではないほど目まぐるしい。ことに情報通信技術の進化、というよりはその普及は私たちの生活とそれを取り巻く社会環境を急激に変化させつつあるようだ。インターネットへ接続可能な携帯電話が登場したのが1999年であり、2001年には世界に先駆けて日本で3G(W-CDMA)の商用サービスが開始されている。その後2008年にはいよいよ日本でもスマートフォンが発売された。私のような旧世代の人間からするとスマホは携帯電話の代替機種だと思っていたのだが、もはや携帯電話機能などは付属機能の一つで携帯情報端末機器と呼ぶべき全く新しい商品に姿を変えてしまった。今やあらゆる情報が手のひらの上でやり取り可能な時代になってしまった。たかだか10年の変化である。エネルギー情報のやり取りにも大きく関係してきそうである。

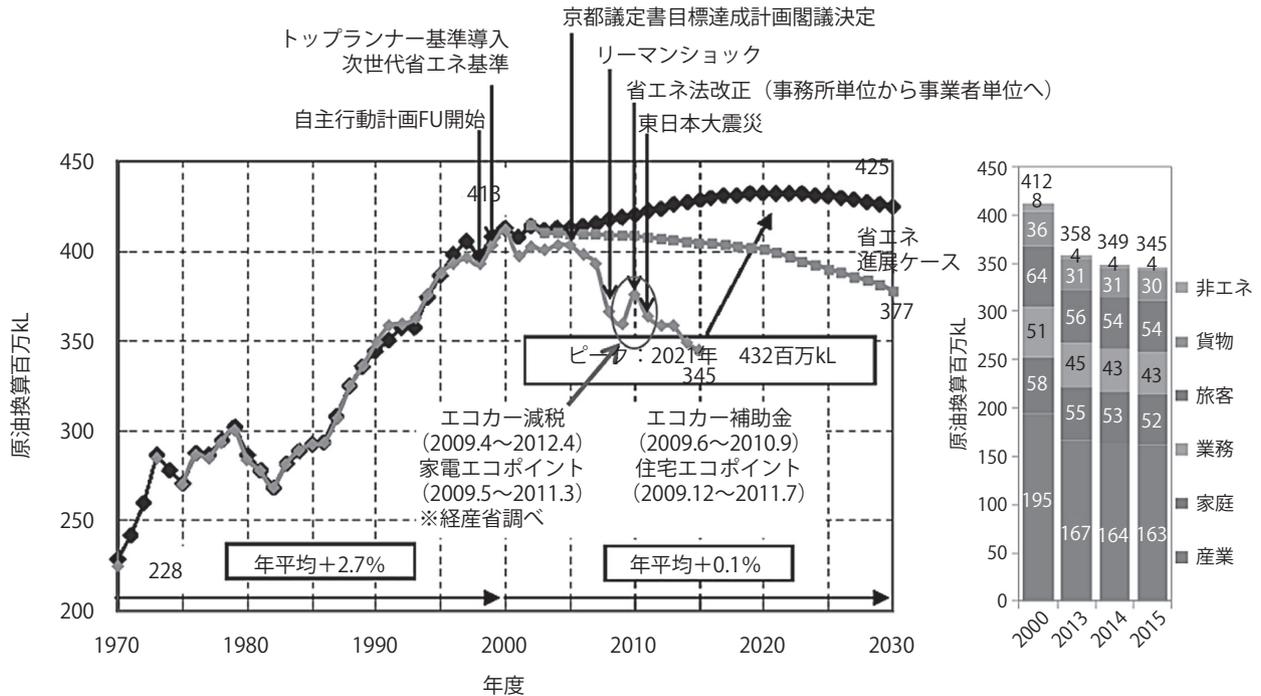
エネルギーの世界での10年の変遷

さてエネルギーの世界の10年はどうだったのだろうか。図-1は2005年3月に策定された長期エネルギー需給見通しと、その後のエネルギー需要実績を重ね合わせてみたものである。この想定では2030年には自然体ベースで石油換算4億3千5百万kLの総エネルギー需要に達すると見積もられた。これを省エネルギー政策の強化により4千8百万kLの削減を図り、3億7千7百万kLにするこ

とが目標とされていた。ところが2014年における最終エネルギー消費は3億4千2百万kLと最大限の省エネルギー努力を前提にした目標値を9%も下回る水準にまで低下した。この間に様々な省エネルギー政策や社会変化が起こったので順を追って示しておこう。まず2005年には京都議定書目標達成計画が閣議決定された。2008年には国際的な恐慌となったリーマンショックに見舞われた。この時のエネルギー最終消費の減少は二度のオイルショックとほぼ同レベルであったわけだから、いかに大きな影響を被ったかが想起されよう。2009年にはエコ減税やエコポイント、エコ補助金が相次いで投入されている。翌2010年には経済不況の回復傾向から再びエネルギー消費は増加基調になっている。また、省エネルギー法の改正を受けて、これまで事業所単位での規制であった対象が事業者単位へと変更され、例えばこれまではコンビニなどは対象外であったものがチェーン店として一括され新たな対象者となった。2011年にはわが国にとって未曾有の大災害となった東日本大震災に見舞われ相次ぐ原子力発電所の運転停止が実行されるに至った。これにより電力需要の低減傾向が加速し、これまで高価で普及が遅々としていたLED照明の爆発的な普及を始めとして、あらゆる部門で省エネルギーが進展した。

世帯当たりの家庭用エネルギー消費（以下「エネルギー消費原単位」）の動向をみると、1990年より一貫して増加傾向にあったが2000年を境に横ばいないしは顕著な減少傾向に転じている。2015年のエネルギー消費原単位は2000年の約16%減となっており、この値は1990年をも下回る水準である。

エネルギー種別の推移では電気のみが微増傾向にありこの15年間で2.4%増、電気以外のエネルギーでは、都市



注) 省エネ進展ケースの2030年以外の数値は目視による読み取り値

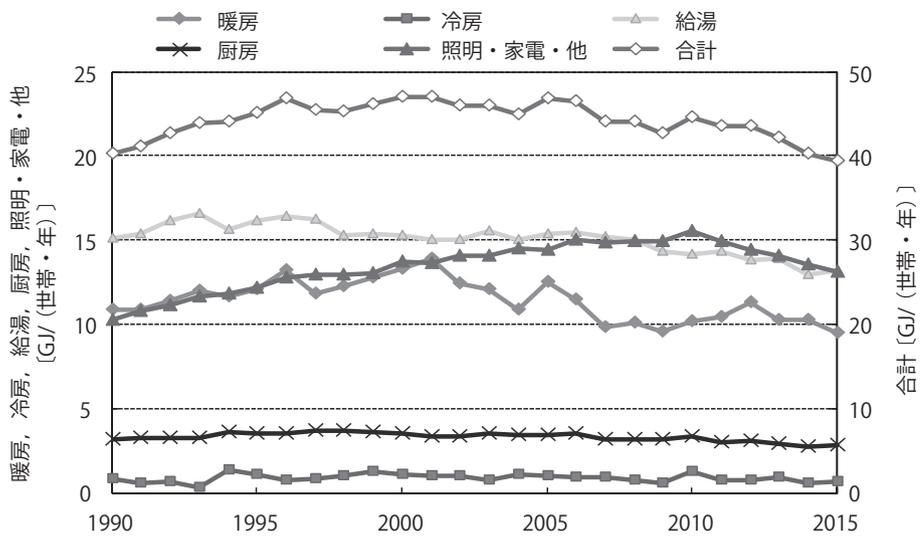
出典：総合資源エネルギー調査会需給部会第8回会合資料，エネルギー・経済統計要覧2017（日本エネルギー経済研究所）等より作成

図-1 2030年までの最終エネルギー消費見通し<レファレンスケース>（2005年3月）と実績

ガスは8.4%減，LPGは28%減，灯油は43%減といずれも大きく減少している。用途別にみるとどうであろうか？暖房は28.3%減，冷房は40.4%減，給湯は13.2%減，照明・家電等の消費量は7.6%減といずれの用途においても減少傾向となっている（図-2参照）。

減少してきた要因は用途により異なるであろうが，暖房用を見ると，2000年における暖房用のエネルギー種別のシェアは電気：13.3%，都市ガス14.9%，LPG：2.8%，灯油：69.1%であったが，2015年には電気：24.5%，都市ガス21.3%，LPG：2.0%，灯油：52.2%となっている。すなわち暖房の7割を占めていた灯油が5割強へと，首位を保っているものの大きくシェアを下げ，代わって電気がほぼ8割強の増加，都市ガスも4割増しと大きくシェアを伸ばしている。これがエ

ネルギー種別の推移にも大きく影響しており，灯油の消費量がこの15年間で43%も減少したわけだ。灯油から電気への暖房用エネルギー消費のシフトはそのほとんどが灯油ファンヒーターからエアコンへの変化と考えられるから，結果として暖房水準は上がっていると考えられる。その詳



出所：住環境計画研究所「家庭用エネルギー統計年報 2015年版」

図-2 家庭用エネルギー消費原単位の推移（用途別）

細な検証にはエアコンの普及状況と実効効率の推定が必要となるが、残念ながらデータがないため推測の域を出ない。また、この15年間で住宅の断熱構造の進展も暖房用エネルギーの減少に寄与したに違いない。

詳細な統計データによる構造分析から興味深い結果が見える

このような構造分析には詳細な統計データが必要だ。平成29年度より環境省において家庭部門のCO₂排出実態統計調査が公式の政府統計として開始された。筆者は30年以上にわたってこのような公式統計の必要性を訴え続けてきたが、足掛け7年に及ぶ環境省の担当者の方々との検討を経て公式統計として実現した。26～27年度に全国規模の試験調査が実施されたが、予想通り貴重な統計情報が捕捉された。その中からいくつか興味深い結果を紹介しておきたい。

従来から指摘されていたことだが、戸建住宅と集合住宅のエネルギー消費量の違いが改めて確認された。戸建住宅のエネルギー消費量は41.4GJ/世帯・年であるのに対し、集合住宅のそれは23.7GJ/世帯・年と43%も少ない。特に大きな差が見られたのは暖房用で、後者の暖房用エネルギー消費量は前者より65%も少ない。照明・家電製品等のエネルギー消費量では、集合住宅のほうが戸建住宅より40%少ない結果となっている。この原因は両者の住宅面積や居住世帯人員の差が大きい。世帯人数では戸建が2.90人/世帯に対し集合は1.96人/世帯と戸建より32%少ない。また、延べ床面積では前者が130.79m²に対し後者は59.17m²と前者より55%も小さい値となっている(図-3参照)。

建築時期別のエネルギー消費量を見てみると、1980年代以降建築年代が新しいほどエネルギー消費量が多い傾向が見られるが、2006年から2010年に建てられた住宅はその前の2001年から2005年に建てられた住宅より13%も省エネルギーとなっている。さらに、2011年以降に建てられた住宅は2006年から2010年に建てられた住宅より20%も少ないエネルギー消費量となっている。京都議定書を契機に相次いで施行された省エネルギー政策やエコポイント制度な

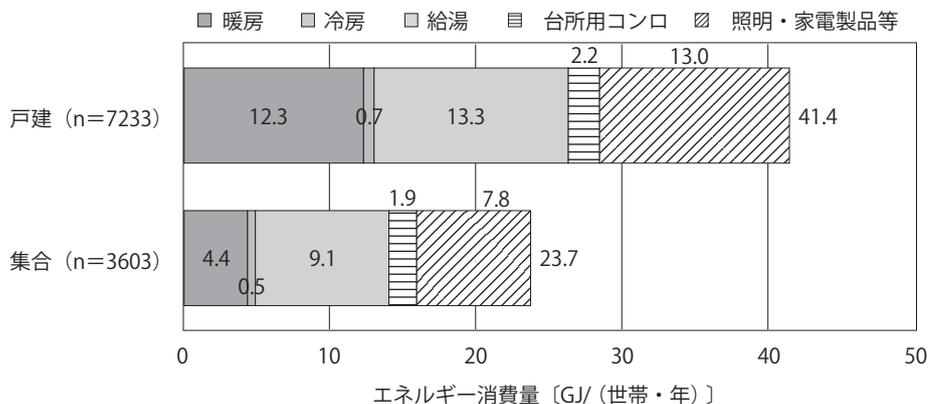
どにより、急速に住宅における省エネルギーが加速したことが推察される(図-4参照)。

次に消費者の省エネルギーに対する意識の影響を見てみよう。例えば「炊飯器の保温機能を極力使用しない」、「短時間でも部屋を離れるときは消灯を心掛けるようにしている」などといった合計18項目の省エネルギー行動の実施状況とエネルギー消費量の関係を見ると、これらの省エネルギー行動のうち80%以上を実施していると答えた世帯では、平均的な世帯より13%もエネルギー消費量が少ないことが分かった。私の研究所では最近特にこの「消費者行動とエネルギー消費」に強い関心を持って取り組んでおり、この調査結果に随分と勇気づけられたところである(図-5参照)。

省エネルギーへの展望と課題

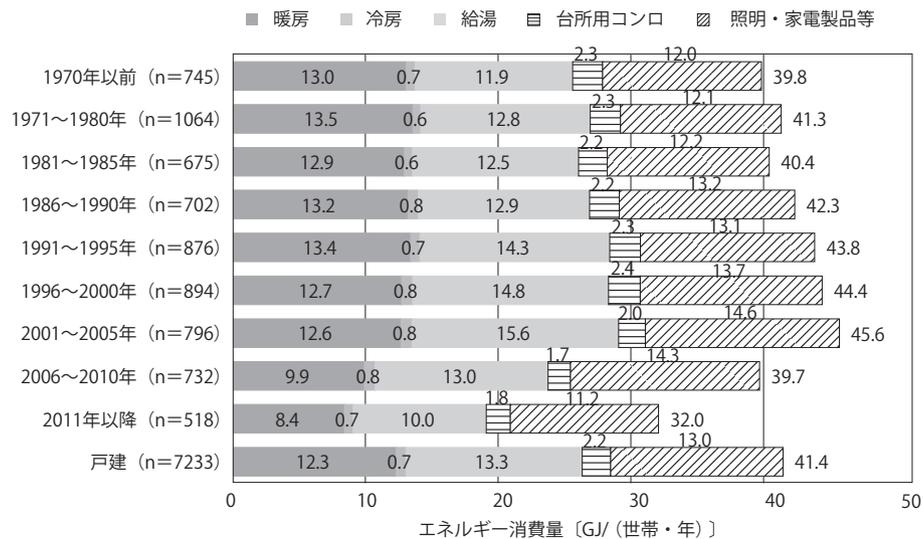
では次の12年間にに向けてどのような省エネルギーの可能性があるだろうか。2030年の先には2050年に向けた「脱炭素社会」というとてつもない大きな課題が横たわっている。これまでのエネルギーとの付き合い方が根本から変わってしまうかもしれない。したがってこれからの12年間でもこの革命的なエネルギーとの付き合い方を心してかからなければならないし、その準備を急がなければならない。そのキーは情報技術を駆使したエネルギー利用の在り方に尽きるのではないだろうか。最近つくづく考えさせられるのは、どんなに高効率なエネルギー利用機器を投入しても、結局最終的には使用者、利用者の使い方によってその効果が発揮されるか眠ったままになるのか、が決まってしまうということだ。

機器や設備の提供者・設計者は多種多様な利用者のニーズにこたえようと考えられる限りの使われ方に対応可能な機能を盛り込んだ機器や設備を市場に投入しているよう



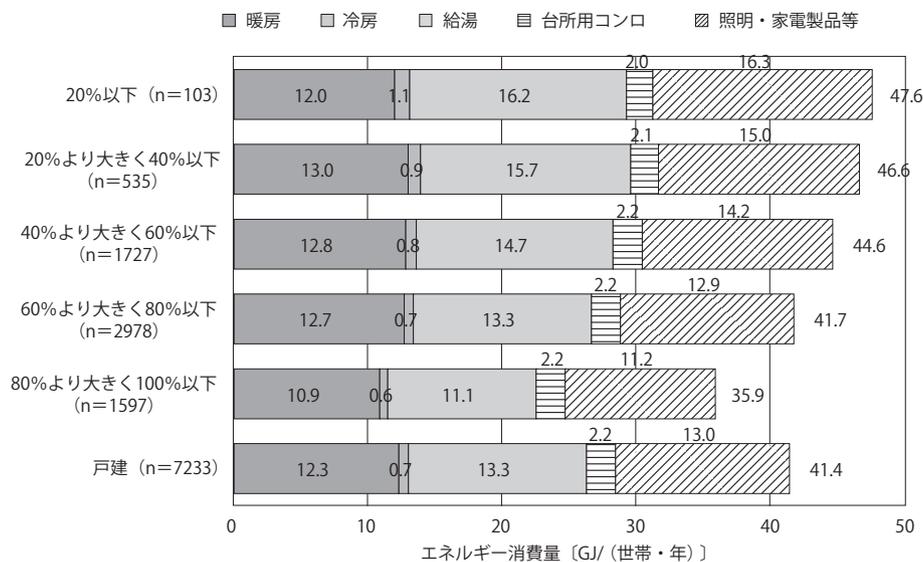
出所：環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査<統合集計>」2016年6月

図-3 建て方別世帯当たりエネルギー消費量



出所：環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査<統合集計>」2016年6月

図-4 建築時期別世帯当たりエネルギー消費量



出所：環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査<統合集計>」2016年6月

図-5 省エネルギー行動実施率別世帯当たりエネルギー消費量（戸建住宅）

だ。しかし、どんなに機能を盛り込んでも、必ず限界があるに違いない。となるとどこかで妥協点を見出して市場投入せざるを得ないであろう。使い手にとって最適な商品や最適な使われ方につながるには、最終的には使い手個人レベルにまでブレークダウンした機器や設備の設計となっている必要がある。ここにIoTによるビッグデータの出番がある。消費者の行動に極力合致した商品や製品の提供が可能にならないだろうか。いわば個人レベルに限りなく近いカスタマイズされた機器や設備の提供である。これは作り手側から見た省エネルギー機器開発への期待につながる。

他方で使い手側の対応にも問題があるのではないだろうか。往々にして消費者は過剰な機能が満載された商品を良しとする傾向が強い。結果として買い替えるまで一度も押したことのないボタンや、およそ無縁な機能があることが多いのではないだろうか。やはり最後は消費者や利用者の選択や行動がエネルギーの効率的な利用に大きな影響を与えることになる。

また、これまでのビルなどの設計思想には消費者、使用者からのクレームをできる限り少なくする（無くす）ことも同時に目標とされてきた。となるとできるだけ裕度の高

い設計にならざるを得ないことになる。この場合、使い手側に最適な状態（最も効率的な形で）で使われるかどうかは保証の限りではない。ここに作り手と使い手の間のミスマッチが生じていないだろうか。ビル等においても最近ではコミッションングが普及しつつあるようだが、この目的は設計通りの性能が得られているかどうかを検証しチューニングを施し最適運転を求めることにある。この作業は決して簡単ではない。これまではこの現場レベルにおける計測・検証という作業がきわめて困難でまた高コストであった。しかし情報技術の進化、IoTの普及はこのような過程を極めて効率的かつ網羅的に実行可能にすると期待される。ここでもビッグデータの解析によって、現場レベルに最適な設計手法や設備システム開発にフィードバックされることを期待したい。

革新的な技術開発やコア技術の省エネ化が着目されがちであるが、利用者の使用状況や消費者行動に着目した、ソフト技術の利用と一体化した方向で進展されることを望みたい。

これらの技術が普及し、よりカスタマイズされた機器や設備が自在に使いこなされることが2030年ころまでに実現していることを期待したい。

省エネルギーの最後の砦は消費者にある

さてここに至る12年間でもう一つ解明しておきたい課題がある。前述したが、消費者・使い手の行動と省エネルギーのかかわりである。どのようにして消費者に省エネルギー行動を促すか、という課題である。2017年に行動経済学者のリチャード・セイラー・シカゴ大学教授がノーベル経済学賞を受賞したことで一躍注目され始めた感があるが、人々に行動を促すためのナッジという考え方がある。ナッジとは「肘で軽くつついたり肩を叩いたり」する意味で、規制的な方法ではなく人々に自発的に行動を促すことを指す。このような手法を取り入れることにより省エネルギーや省CO₂をはかろうという試みである。すでに2015年度に私どもの研究所では経済産業省の省エネルギー課からの委託研究でアメリカのオーパワース社（現ORACLE）と組んで、北陸電力管内において一般家庭の需要家にエネルギーレポートと称する情報を提供することにより、どの程度の省電力が図られるかという実証研究調査を実施した。あいにく実証期間が二か月ほどしかなかったが1~2%程度の省電力実績が確認された。2017年度からは環境省の委託事業が開始され、今回は東北電力、関西電力、北陸電力、沖縄電力、北海道ガスの5社にご参画いただき大規模かつ長期間（5年）におけるナッジを中心とした情報提供に

よる省エネルギー効果の実証に入ったところである。スタートは紙ベースでの情報提供であるが、今後は新しい情報伝達手段にもチャレンジし、より有効な手法を開発する予定だ。

このような手法の有効性はすでに欧米でも実証されているが、省エネルギーの最後の砦は消費者にあることを改めて強調しておきたい。

自動的にエネルギーの最適利用が 実行される時代の到来に期待

では2030年以降の省エネルギーへの展望はどうなるのであろうか？ より高効率な機器や設備の継続的な開発、消費者や最終エネルギー利用者のさらなる省エネルギー行動への積極的な取り組みも持続させたい。その動機付けをどのように考えるかも重要だ。しかし今後は一層厳しさを増す「脱炭素社会」への要求は省エネルギーだけではとてもクリアできない課題である。となるとエネルギー供給サイドとの緊密な連携がますます重要度を増すに違いない。特に将来大幅な増加が期待されている再生可能エネルギーとエネルギー需要とのマッチングは大きな課題になりそうだ。蓄電池への期待も大きいようだが、これまでのように需要に応じたエネルギー供給ではなく、供給に応じたエネルギー需要の在り方が問われることになるかもしれない。となると需要側の対応を消費者個人に頼るわけには到底いかなくなるほど複雑化するに違いない。エネルギー消費機器自体がスマート化しなければならないであろう。IoT技術を駆使して需要と供給をシンクロナイズしていく社会の実現に近づく。ここまで来るともう消費者個人が省エネルギーを考えずとも、自動的に省エネルギー、すなわちエネルギーの最適利用が実行される時代が到来することを期待したいものだ。

いささかSFめくが2018年新年号としての初夢としたい。



中上 英俊氏

1973年東京大学大学院工学系研究科建築学専門課程博士課程を修了、博士（工学）。

同年、住環境計画研究所を創設、現在に至る。日本学術会議連携会員、早稲田大学招聘研究員、東京工業大学大学院非常勤講師、経済産業省総合資源エネルギー調査会省エネルギー小委員会委員長、環境省中央環境審議会専門委員、国土交通省社会資本整備審議会臨時委員他を務める。