

はじめに

持続可能な生活社会の実現には、エネルギー・環境問題の解決が必要である。この問題解決には、規制、制度、技術開発、高効率機器・システム等の導入に加えて、私たち生活者のライフスタイルの変革が重要である。本稿では、エネルギー・文化研究所(CEL)の実践・実証試験を紹介し、エネルギー・環境とライフスタイルについて考察した。また、今回の3・11東日本大震災を受けてのこれからのエネルギーの方向性と課題についても整理した。

持続可能な生活・社会 実現のための課題と あるべき姿・社会

まず、持続可能性について考えてみる。いろいろな側面があるが、「社会の持続可能性」、「経済の持続可能性」、そして「環境の持続可能性」の3つは一般的によく言われている。また、「文化」も持続可能でなければならぬ。そして、この4つにつながりがある「エネルギーの持続可能性」も必要である。エネルギーそして環境の持続可能性を実現するための課題について整理すると、まず、「エネルギー・セキュリティ」の問題があり、次に、「地球温暖化」「資源の枯渇」「廃棄物の増大」、そして「自然の破

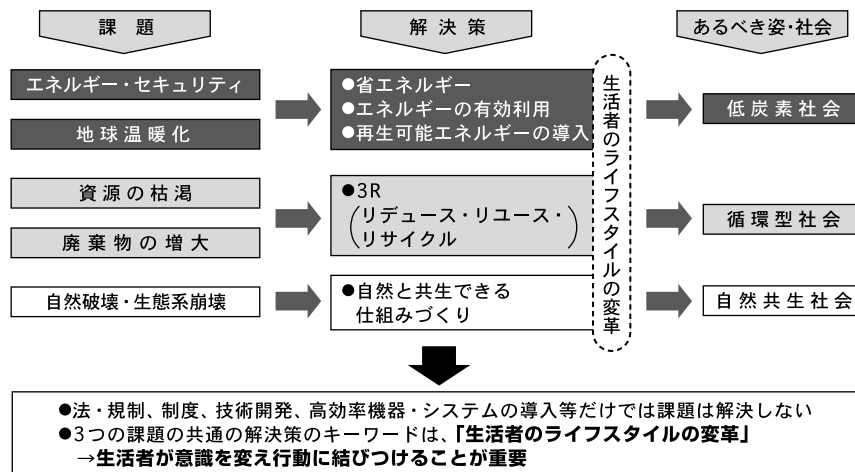


これからの エネルギーと環境



当麻 潔 Written by Kiyoshi Touma 大阪ガス(株)エネルギー・文化研究所 研究員

図1 エネルギー・環境の視点からのあるべき姿・社会



壊・生態系の崩壊」という課題が抽出される。これらの課題を解決するための施策が検討・推進されている。まず、エネルギー・セキュリティと地球温暖化の課題については、「省エネルギー」「エネルギーの有効利用」そして「再生可能エネルギーの導入」が進められており、低炭素社会の実現を目標としている。2つ目の資源枯渇と廃棄物の増大の課題につ

いては、リデュース、リユース、リサイクルの3Rが進められており、循環型社会の実現を目標としている。3つ目の自然破壊・生態系崩壊の課題については、自然と共生できる仕組みづくりが検討されており、自然共生社会の実現を目標としている。これら3つの目標を達成するためには、法や規制、制度、技術開発、高効率機器・システムの導入等だけでは解決せず、課題解決のための共通のキーワードは、「生活者のライフスタイルの変革」であり、まずは、生活者が意識を変え、行動に結びつけることが重要である(図1)。



ライフスタイルについて

持続可能な社会の実現にはライフスタイルの変革が重要であるが、ここで、ライフスタイルについて考えてみる。季刊誌「CEL」79号で、(財)日本エネルギー経済研究所の山下ゆかり氏は、以下のように分析している。まず、社会は大きく変わってきている。21世紀の日本は、人口減少と少子高齢化が進む社会となる。それとともに、核家族化、家族や家庭の役割分担の変化、女性・高齢者の社会進出、都市化、地方と中央の格差、個食化等の変化がある。これらの社会の変化により、豊かな時代に生まれた世代の価値観の座標軸は変化している。競争より共生、「物理的な豊かさ(所得向上)」より、「余暇時間の増加がも

たらす多様な価値観に基づく新しい豊かさを尊重する」、「物」より「心」、「効率」より「安定」を求めようになっている。これらの社会変化や価値観の変化から、21世紀のライフスタイルを考えるキーワードについて、以下のように整理している。①環境意識の向上(意識して省エネ) ②自動制御による管理システムの普及(意識しないで省エネ) ③自給自足を基本とするゆとりある成熟社会 ④一人ひとりが生活者(地域コミュニティ住民) ⑤自立、助け合い、責任感、快適性や幸福の追求 ⑥栄養・健康管理 ⑦個人のゆとり、楽しみの追求。地球規模での「循環型社会」や「持続可能な社会」の実現に向けて、後世の世代を視野に入れた生活の豊かさや安心の確保と、それらを可能とするライフスタイルの選択は人類共通の課題であり続けるとしている。



CELでの実践・実証試験

CELでは、このライフスタイルと、CELの研究領域であるエネルギー・環境および住まい・生活の観点からの実践・実証試験を行っている。

再生エコハウス

まず、再生エコハウスでのエコライフスタイルの実践の紹介をする。これは、CELの研究員(現顧問)がエコ住宅に改修した自宅

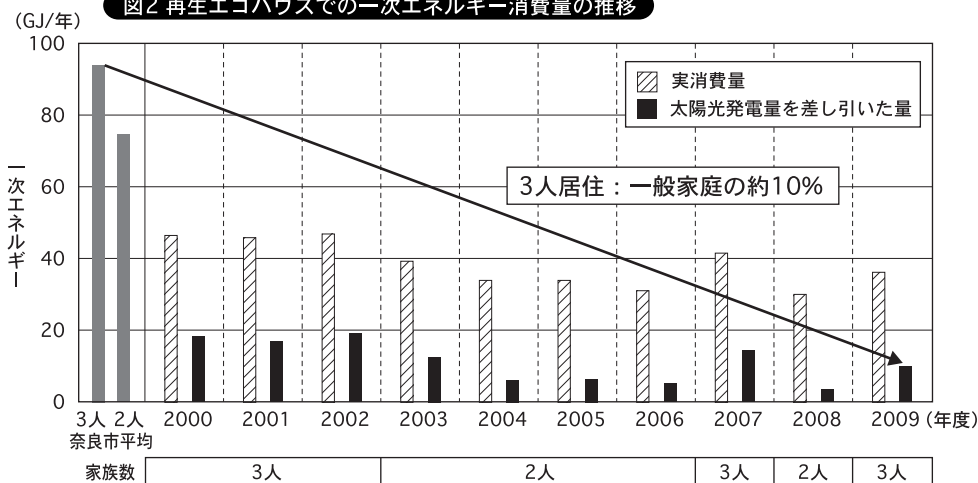
で、エコライフを実践し、環境と調和し、持続可能な住まい・生活のあるべき姿と実現の方策を探索したものである。新たな生活感覚や満足の形を9年間のエネルギー消費量や太陽光発電によるエネルギー獲得量のデータで検証した。また、これらのエコライフスタイルの事例と成果を具体的に紹介する書籍も一昨年発行した(2010年6月)。

再生エコハウスへの改修については、①既存建築の再生・長寿命化(使う資源を減らす、発生材の再利用) ②健全な材料の選択(健康面、環境性の視点で) ③快適性の確保(自然採光、高断熱と蓄熱、中庭のアトリウム化、茶室) ④省エネルギー(高効率機器の採用) ⑤再生可能エネルギーの活用(太陽光、太陽熱、バイオマス) ⑥自然との調和(雨水利用、樹木の保全、壁面緑化・屋上緑化)を行っている。

環境面での工夫をいくつか紹介する。バイオマスの活用については、自宅の庭木の剪定枝や、知人とのつながりから知人の所有する里山の間伐材や果樹園の伐採・剪定樹木も入手し、薪ストーブで燃やして冬の暖房に使っている。雨水は200リットルのタンクに貯めて植栽への水遣りに活用しており、節水意識の向上に効果がある。夏冬対策として、夏は壁面への緑のカーテンで屋内への日射熱を防ぎ、冬は、縁側床下や窓を断熱ボードで塞ぎ、冷気の進入を閉鎖し、冷暖房エネルギーを節約している。

この再生エコハウスでのエコライフスタイルの実践を紹介する。アウトドア・スポーツ、

図2 再生エコハウスでの一次エネルギー消費量の推移



畑仕事、屋上テラスでの食事・接客等の「戸外生活を楽しむ」「浪費しない爽やかさ（無駄な消費に敏感になる）」、太陽熱温水器の湯が熱いうちに風呂に入り、早寝早起き、夏は暑いものと割り切る「自然のリズムでの生活」「季節に応じた生活（着衣、生活の場所、遮熱、打ち水）」を送り、「火・炎の復権（暖炉で薪

を焚く、ロウソク、明暗の美）で心のやすらぎを得る」、歩き、自転車、掃き掃除で「筋肉を活かし」、窓の開閉、スイッチOFF、修繕、薪の準備等「手間を惜しまない」、そして、「家族が協力してみんなで実践」というライフスタイルを継続している。

この再生エコハウスでのエコライフスタイルの実践による効果を紹介する。再生エコハウスは、建築物対策（断熱改善）、省エネルギー機器、そして再生可能エネルギー（太陽光、太陽熱、バイオマス）が導入され、そこでエコライフスタイルが実践され、一次エネルギーは大きく削減されている（図2）。図2の横軸の一番左は一般家庭の一次エネルギー消費量の平均値。この家は奈良市にあるため、奈良市の平均を使っている。それ以降は、2000年からのこの家での一次エネルギー消費量である。夫婦のみの生活の年と子どもとの同居の年が混在しているため、それも明示してある。斜線の棒グラフが実際に消費した量で黒塗りの棒は太陽光発電量を差し引いた量である。一番右の2009年を見ると、この年は3人家族だったので、一次エネルギー消費量は、一般家庭の約10%すなわち10分の1まで大幅に削減できていくことになる。

ファクター4の家

次に大阪市天王寺区にある「大阪ガス実験集合住宅NEXT21」における「ファクター4の家」での省エネ実験について紹介する。まず、

「ファクター」という言葉であるが、これは、資源生産性を高めるために提唱された環境効率の指標で、資源投入量当たりの豊かさを表す。ドイツのブッパータル研究所は91年に「ファクター10」を提唱し、イタリアの全地球的な問題に対処するために立ち上げられた民間シンクタンクである「ローマクラブ」は92年に「ファクター4」を提唱している。「ファクター4の家」とは、住まいの豊かさを2倍に、エネルギーの使用量を2分の1に、すなわち、環境効率を4倍にした家という意味である。CELでは、この「ファクター4の家」省エネ実験を2007年度より開始しており、今年度が最終年度となっている。

「ファクター4の家」の省エネ実験における一次エネルギー削減のイメージであるが、生活の快適性を維持しつつ、家庭でのエネルギー消費を、省エネ対策と再生可能エネルギー獲得およびライフスタイルの変革で大幅に削減しようという省エネ実験である。一次エネルギー消費量を基準値より75%削減、すなわち、4分の1にするファクター4を目標に掲げて実証試験を行ってきた。

具体的な省エネ対策や再生可能エネルギーの獲得について説明する。建築物対策については、外壁と床下の断熱、窓はサッシの追加等により冷暖房エネルギーの削減を図っている。再生可能エネルギーは、NEXT21の屋上の太陽光発電の一部をこの部屋に接続し、太陽熱温水器は2枚のパネルを取り付けてい

表1 省エネ行動

・冷暖房機器の不必要なつけっぱなしをしないように気を付けている
・人のいない部屋の照明は、こまめな消灯に心がけている
・テレビをつけっぱなしにしたまま、他の用事をしないようにしている
・冷蔵庫の庫内は季節に合わせて温度調節をしたり、ものを詰め込み過ぎないように気を付けている
・冷蔵庫の扉の開閉を少なくし、開けている時間を短くするように気を付けている
・洗濯する時はまとめて洗うようにしている
・お風呂は家族で間隔をおかずに入るようにして、追い焚きをしないようにしている
・シャワーはお湯を流しっぱなしにしないように気を付けている
・電気製品は使わないときはコンセントからプラグを抜き、またはタップ付きコンセントを使い、待機時消費電力を少なくしている
・電気・ガス機器などを買う時は、省エネルギータイプのものを選んでいる
・給湯器、エアコン、太陽電池などのリモコンの温度や発電量などをよく見る
・暖房期間の入浴時には、シャワーカーテンで空間を仕切る
・植栽への水遣りには、風呂の残り湯を使う
・電気ポットでお湯を沸かしたり、保温したりしない(ガスで湯沸し、魔法瓶で保温)
・炊飯後、電気ジャーで保温しない

る。省エネ機器・システムについては、都市ガスから水素を取り出し、その水素と空気中の酸素とを反応させて電気と熱をつくる燃料電池(SOFC)や、高効率ガス機器、省エネ家電などを取り付けている。

省エネ対策を考える上で、家庭内の用途別エネルギー消費を見ると、照明・電気製品

が最も多い。電気製品使用における省エネを進めるため、各電気製品の電力消費量を実測に基づいて推定した。その結果、冷蔵庫の消費電力が一番多く、パソコン、照明、テレビ、電気ケトルと続く。冷蔵庫は扉の開け閉めを少なく、パソコン、照明、テレビは使わない時は電源OFF。電気ケトルは電力消費が多く、これは必要な量だけガスコンロで沸かすように居住者にアドバイスした。

また、エアコンは非常に多くの電力を使用するため、稼働時間や設定温度の変更で大きな削減の余地がある旨、説明した。

居住者のライフスタイルを変革するため以下のステップで誘導した。第1ステップとして、エコライフスタイル(省エネ行動)を表1に示す15項目提示し、無理のない範囲で実践を勧める。第2ステップとして、前述した再生エコハウスの見学を実施し、エコライフスタイルを自分の目で確認し意識を高める。第3ステップとして、四半期毎にヒアリングを行い、用途別月別のエネルギー消費量を提示し、すなわちエネルギーの見える化を行い、省エネ行動の効果を確認する。また、調査した電気製品の消費電力量および同時に計測した待機電力のデータを提示し、電力消費の削減のアドバイスを行う。さらに、15項目の省エネ行動の実践度の

確認を行い、未実施項目について実践の奨励を行う。このステップでエコライフへの誘導を行った結果、省エネ行動の実践度を5段階で表示(完全実施は5)すると、初年度の07年度は3・4、08年度は3・5、09年度および10年度は4・2まで向上した。また、省エネ行動による照明・電気製品の消費電力は、実施前と比較して、約5%削減できた。

これらの建築物対策、燃料電池等の省エネ機器の導入による省エネ対策、太陽光発電、太陽熱温水器の再生可能エネルギーの活用、そして、エコライフスタイルの実践により、一次エネルギー消費量は前年度の10年度は基準値の70%削減まで達成できている(図3)。今年度が最終年度であり、目標の75%削減す

図3 一次エネルギー消費量削減実績

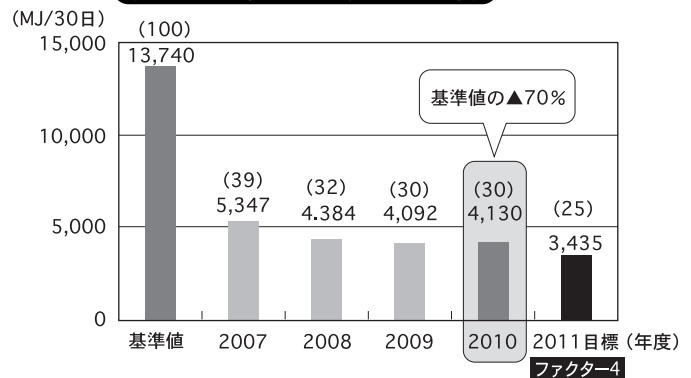
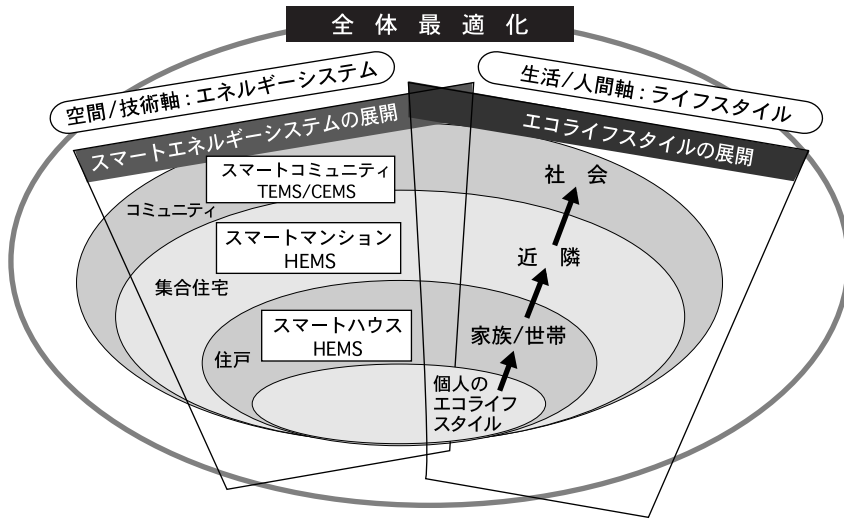


図4 エネルギーシステムとライフスタイルの全体最適化



なわち基準値の25%、ファクター4の家の実現に向けてラストスパートをかけている。

エネルギーシステムと エコライフスタイルの 全体最適

個人および家庭でのエコライフスタイルや
住まいや省エネ機器によるエネルギー消費の

削減の実践を紹介してきたが、低炭素社会の実現には、エネルギーシステムだけでは無理であり、全ての生活者のエコライフスタイルも必要である。2つの軸でそれぞれのつながりによる展開を考えてみる。まず、空間/技術軸でのエネルギーシステムの展開であるが、家庭はスマートハウスとなりHEMS(Home Energy Management System)が導入され、その集合体であるマンションは、スマートマンションとなり、さらにコミュニティに展開し、スマートコミュニティとなり、TEMS(Town Energy Management System)である。CEMS(Community Energy Management System)が導入されている。もうひとつの軸、生活/人間軸でのエコライフスタイルの展開であるが、個人から家族/世帯に、そして近隣、社会へ広がる必要がある。そして、エネルギーとライフスタイルの全体最適化が低炭素社会の実現につながるものと考えられる(図4)。

東日本大震災を受けての これからのエネルギー

今回の3・11東日本大震災を受けて、エネルギー分野の課題と今後の方向性について考えてみる。まず、今回の震災によって起こったエネルギーに関する現象・課題だが、電力については、原子力発電所の破損、発電所の運転停止による大規模な電力供給の逼迫、計画停電が起こり、石油については、被災地や

周辺地域でのガソリンや灯油の不足、そして都市ガスにおいては津波による都市ガス製造設備の破壊による供給停止が起こった。

これに対して、今後のエネルギーの方向性については、政府のエネルギー・環境会議や経済産業省の基本問題委員会で検討されている。エネルギー・環境会議が7月末に中間的な整理を発表しており、エネルギー・環境戦略の視座について、従来の3E(エネルギー・セキュリティの確保・経済効率性の追求・環境への適合)に「安全・安心」がプラスされている。また、6つの重要課題とミッションを提示している。①省エネルギー(持続可能な省エネルギーの実現)②再生可能エネルギー(再生可能エネルギーの導入促進による供給の多様化)③資源・燃料(化石燃料の効率的利用と資源リスクの低減)④原子力(原子力安全の徹底)⑤電力システム(電力の需給安定とコスト低減、分散型電源と需要家による自立的な需要制御の促進)⑥エネルギー・環境産業の創造が示されている。CELの視点では、これらに加え、生活者のライフスタイルの変革が必要だと考える。有限なエネルギーを賢く使う、エネルギーの見える化による省エネ意識の向上、つながりによるエコライフスタイルの個人から家族、社会への展開が必要である。

CELではエネルギーの今後の方向性についての仮説を立て、生活者意識調査を実施しその仮説を検証した。調査は、地域別(関東

図5 生活者の意識変化とこれからのエネルギーの方向性

■生活者の意識変化(生活意識調査より)

エネルギー供給セキュリティへの意識の高まり

- エネルギーの安全・安定供給に関心(80%)
- 大規模・集中型電力供給システムの信頼性に疑問(75%)
- 集中型と分散型のミックス(78%)
- エネルギーの確保手段は多様化が望ましい(81%)

節電・省エネルギーへの意識の高まり

- エネルギーの使い過ぎを反省し、見直す(76%)
- 節電・省エネ行動の実践に意欲・自信(79%)

エネルギー・リテラシー(知識・活用能力)の向上

- 従来の意識・知識の不足を反省(70%)
- エネルギーについて我が事として考える(67%)

ライフスタイル・価値観の変化

- 今までは過剰な便利さと品質を求めすぎていた(66%)
- 何をかうべきかより深く考え、消費行動をとる(51%)

安全・防災に関する意識の変化

- 防災では防ぎきれない被害を最小化するための方策として「減災」への関心が高まる(75%)

■エネルギーの方向性

大規模集中から自立分散型とのミックス

- エネルギーも地産地消へ
- 分散型電源は太陽光等
自然エネルギーとも親和

エネルギー源の二重化

- エネルギーの適材適所
- 災害時の備え
(ろうそく、カセットコンロ等)

節電・省エネそして

エネルギーを賢く使う

- エネルギーの「見える化」
- エネルギーを賢く使う

エネルギー・リテラシーの向上

と関西)、性別および年齢別(20歳代〜60歳代)の20カテゴリ25名ずつ、計500人を対象にインターネットを利用して、6月中旬に実施した。エネルギー・セキュリティ、節電・省エネ、ライフスタイル・価値観等185項

目の質問を用意した。生活者意識調査の結果の概要を図5に示す。まずエネルギー・セキュリティについては、80%の人がエネルギーの安全や安定供給に関心を持っている。大規模集中の信頼性に疑問を抱き、大規模集中と分散型のミックスおよびエネルギーの多様化が必要と多くの人が答えており、エネルギー供給セキュリティへの意識が高まっている。節電や省エネについては、今までのエネルギーの使い過ぎを反省し、節電や省エネについての意識の高まりが見られる。エネルギーに関する意識・知識の不足を反省しており、リテラシーの向上が必要と考えている。ライフスタイルや価値観については、今までは過剰な便利さと品質を求め過ぎていたと反省し、賢い消費行動を取ると考え、ライフスタイルや価値観が変わりつつある。また、安全・防災については、減災の関心が高まっている。これらの調査結果から、今後のエネルギーの方向性は、「大規模集中から自立分散型とのミックス」「エネルギー源の二重化」「節電・

「エネルギー源の二重化」「節電・

最後に

省エネそしてエネルギーを賢く使う」、さらに、「エネルギーに関するリテラシーの向上」だと考える。

持続可能な生活・社会実現のためのエネルギーと環境の方向性・課題は、まず、安全・安心があり、次に私たち生活者のライフスタイルの変革が必要である。この2つをベースに、低炭素社会の実現には、今後、「大規模集中から自立分散型とのミックス」「エネルギー源の多様化」「節電・省エネそしてスマートな使い方」、さらに「エネルギー・リテラシーの向上」が必要である。本稿では、低炭素社会実現を中心に考えてきたが、循環型社会の実現については、再生エコハウスで紹介したバイオマスや雨水などの資源・物質の有効利用が必要である。また、自然共生社会の実現には、自然との調和・ふれあいが課題である。

今後も引き続き、持続可能な生活・社会実現のためのエネルギーについての研究を進めるとともに、エコライフスタイルへの変革の誘導や生活者のエネルギー・リテラシーの向上に資する情報発信を行っていきたい。

(大阪ガス(株)エネルギー・文化研究所 研究員) CEL