

# 《1》低炭素社会に向けた挑戦

## 1 温暖化している社会

いま私たちは、温暖化した地球に生きている。この100年の間に地球の平均気温は約0.74度上昇した。CO<sub>2</sub>(二酸化炭素)をはじめとする温室効果ガスは、地球上の生き物に恩恵を与えてくれている。温室効果ガスの保温効果のおかげで、地球の平均気温は14〜15℃という生き物が住むのにちょうどよい温度に保たれてきた。ところが約150年前に産業革命が起こってから、石炭や石油などの化石燃料を燃やして自然が吸収できる量をこえたCO<sub>2</sub>を大気に出し続けてきたため、保温効果が行き過ぎてしまった。

いま、地球全体で毎年264億トンのCO<sub>2</sub>を出している。そのうち114億トンは森林や海が吸収しているが、残りの150億トンが大気にたまり続けている。昔の人は庭に穴を掘って生ゴミを埋め、微生物に分解させて土に帰っていた。しかしゴミの量が多くなりすぎた今は、一緒にまとめて埋め立てたり焼却したりしないといけない。CO<sub>2</sub>も同じだ。絶妙なバランスで保たれてきた地球の大気に、私たちはCO<sub>2</sub>をむやみに投げ込んできた。CO<sub>2</sub>は毎日大量に捨てられる、目に見えないゴミである。このまま出し続け、温度の上昇が2〜3℃になると取り返しのつかない影響が起こることを科学者は警告している。

そこで、現在起こっている異常気象、将来起こる温暖化の影響予測結果から世界全体で大幅削減する必要があることは、世界の共通の理解になってきた。2008年7月に行われたG8洞爺湖サミットでは、温室効果ガスの排出量を2050年に世界で半減以下にすることを共通の目標にし、国際交渉の場に提案していくことで合意した。京都議定書のマイナス6%はその入り口に過ぎず、2008年6月に出された福田ビジョンでは日本のCO<sub>2</sub>排出量の削減目標値を現状から60〜80%削減するものとし、閣議決定されている。

2009年12月にコペンハーゲンで行われるCOP15では、京都議定書遵守期間(2008年から2012年)以降の温室効果ガス排出量に関する将来枠組みが決められる予定で、温暖化交渉はついに佳境に入ってきた(図1)。

今後の社会経済は、温室効果ガス排出量削減が前提で、それに基づいた活動が行われるようになるだろう。つまり、今まで経済活動でほとんど評価されてこなかった炭素の価値が認識され、CO<sub>2</sub>を排出する活動にはコストがかかることが当たり前の社会に変わっていくだろう。

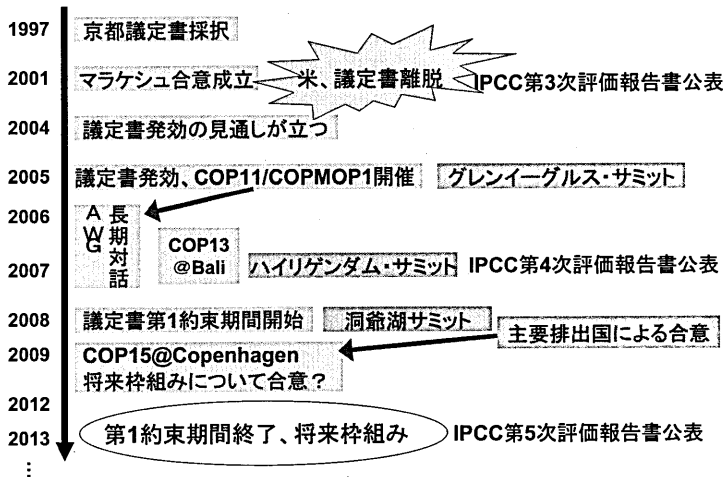


図1 今後の温暖化交渉の行方

執筆

藤野 純一  
独立行政法人国立環境研究所  
地球環境研究センター  
温暖化対策評価研究室 主任研究員

① どれぐらいの削減スピードが求められるのか

ここ1、2年でトレンドが変わり、世界のリーダーが、2050年半減や日本でも60〜80%削減など2050年までに温室効果ガス排出量の大幅削減が必要なことを数値で示すようになってきた。ただし、その数字をどのようにして実現するかが大切であり、どの要素での削減が必要かを知ることが、我々の覚悟を決める上で重要な情報になる。図2にCO2排出の様子を表す式を用いた数値分析の結果を示した。

CO2排出量は、(1)人口と(2)一人当たり活動量(一人当たりGDPなど)、(3)エネルギー集約度(二単位あたりのGDPを得るために投入するエネルギー量の割合、省エネが進むと改善される)、(4)炭素集約度(一単位あたりのエネルギーを使うときに排出されるCO2量の割合、再生可能エネルギーや原子力にシフトすると改善することができる)に要因分解することができる。掛け算で表された式を微分すると変化率の足し算になる。(正確に言うと、要素毎の変化率を

掛け合わせた交絡項があるがほとんどゼロになるのでここでは省略する。)

CO2を2050年までに60〜80%削減させるということは、2050年までに年率2〜3%ずつCO2を削減することを意味する。京都議定書目標の6%削減を実現するのも大変だが、今後はこのような削減に向けた努力を継続することになる。人口は2000年の1億2千8百万人から2050年には約1億人になることが予想されているため、年率約0.5%の減少になる。一人当たりGDPの想定は難しいが、年率1〜2%の伸びの平均とすると年率1.5%となり、人口の減少率を考慮するとGDP増加率は年率1%、つまりCO2排出量を年率1%増加させる要因になる。となると、残りのエネルギー集約度と炭素集約度で3〜4%改善していかなければならない。過去実現してきた両者の合計値は約2%だった。2050年に向けて、今までの1.5倍から2倍のスピードでエネルギー集約度と炭素集約度の改善率が必要になる。あらゆるイノベーションが求められることになる。

② 「2050日本低炭素社会シナリオ」温室効果ガス70%削減可能性検討

筆者がかかわっている「2050日本低炭素社会シナリオチーム(注1)」では、2007年2月15日に報告書「2050日本低炭素社会シナリオ」温室効果ガス70%削減可能性検討」を発表し、想定される2つの異なる社会経済像(シナリオA・活力社会/シナリオB・ゆとり社会)のどちらにおいても、2050年に要求されるサービス需要を十分満足しながら、主要な温室効果ガスであるCO2を1990年に比べて70%削減する技術的なポテンシャルが存在することを明らかにした。具体的には、

(1)2050年の人々がどこに住んでいるのか、どんな家に住んでいるのか、どんな移動をしているのか、などの必要なサービスの同定、(2)そのときにどのような(電気、熱、自動車用燃料)エネルギーがどれぐらい必要なのか、どのような技術でそれを供給することができるのか、(3)再生可能エネルギーや原子力、化石燃料+炭素隔離貯留など必要なエネルギー量を賄う低炭素エネルギー供給は可能なのか、(4)そのときにCO2排出量を大幅に(1990年に比べて60

〜80%)削減することができるのか、について検討を進めた。具体的には、2050年の人口・世帯、経済活動、住宅エネルギー消費、旅客・貨物交通需要などの需要サイドの数値分析に基づいて算出したサービス需要を、どのようなエネルギー技術、エネルギー供給源で満たせば、大幅なCO2排出量削減が可能かバックキャストで検証した。

これらの一連の分析の結果、一人当たりGDPを年率1から2%ずつ増加させても、開発の見通しのある対策の高効率化を進め、それらを徹底普及させることで、エネルギー需要を40%削減することがで

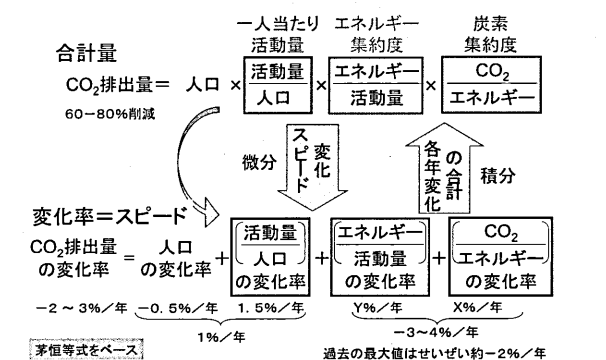


図2 CO2排出量の要因分解式と大幅削減に必要なスピードの分析

(注1)  
「2050日本低炭素社会」シナリオチームは、環境省の地球環境研究総合推進費の戦略的研究「脱温暖化2050プロジェクト」の中核である。「脱温暖化2050プロジェクト」は、国立環境研究所が中心となっており、2004年度から実施しており、日本における中長期脱温暖化対策シナリオを構築するために、技術・社会イノベーション統合研究を行い、2050年までを見越した日本の温室効果ガス削減のシナリオとそれに関する環境政策の方向性を提示するものである。

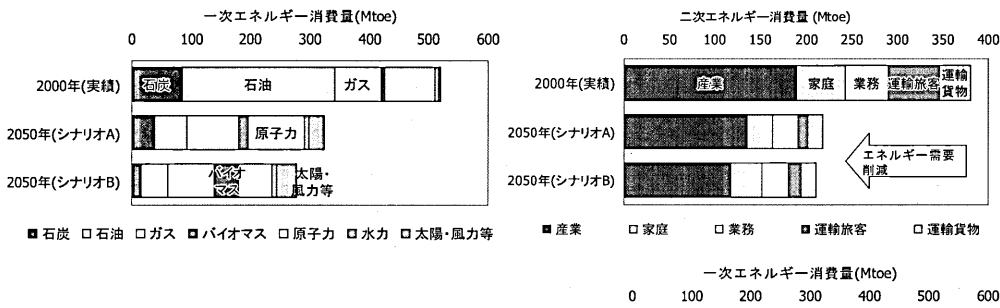


図3 2050年CO<sub>2</sub>排出量70%削減を実現するエネルギー需要と供給の構成 (単位は石油換算百万トン)

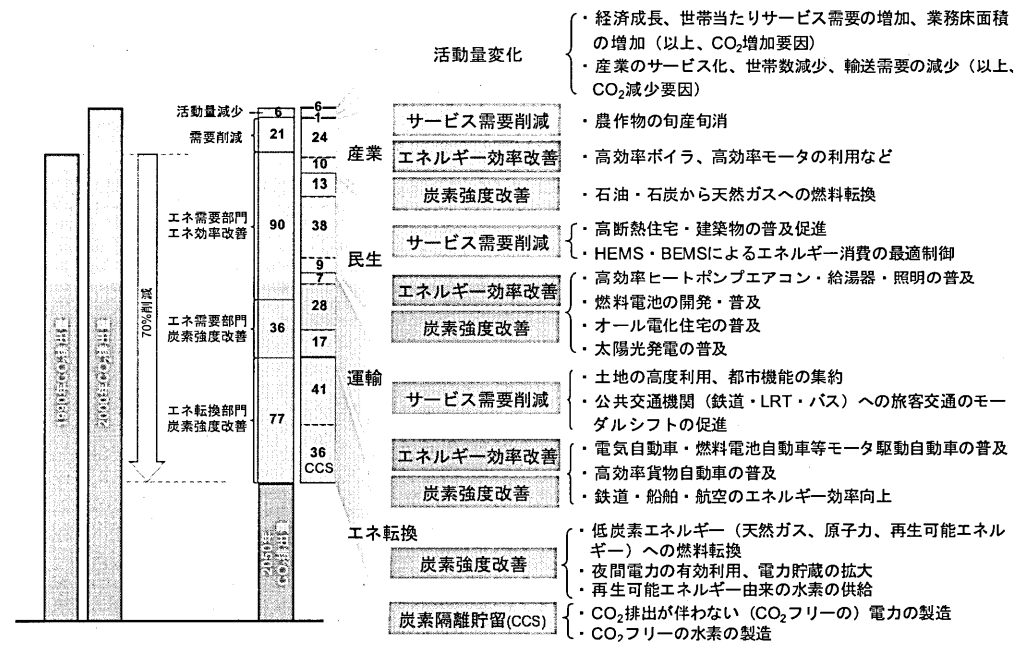


図4 2050年70%削減を実現する対策の組み合わせとその効果 (シナリオA)

きる(図3右)。さらに再生可能エネルギーや原子力などの低炭素なエネルギーにシフトすることで、CO<sub>2</sub>排出量を70%削減は可能である(図3左)。2050年に必要となる追加的な投資額を算出したところ、GDPの0.3%となる。具体的な対策の組み合わせと

期待される効果を図4に示した。  
**③ 家庭部門での対策**  
 2050年の具体的なイメージとして、家庭部門を例に説明したい。  
 住宅の対策として、屋根には太陽光発電や太陽熱温水器

を設置することでエネルギーの地産が可能になる。高断熱住宅や屋上緑化にすることでエネルギー投入が少なくても寒くなく過ごしやすい家になることができる。家の中では、高効率なエアコン、照明等家電機器を設置して省エネ化を図り、さらにモニタリングシ

ステムで「見える化」することで待機電力等の無駄を大幅に削減することが可能になる(図5)。我が国の住宅平均寿命は35年程度であり、2050年には現存する住宅の多くが建て替えられている。このため、今後の建て替え需要を見込んで、寒くなく過ごしやすい

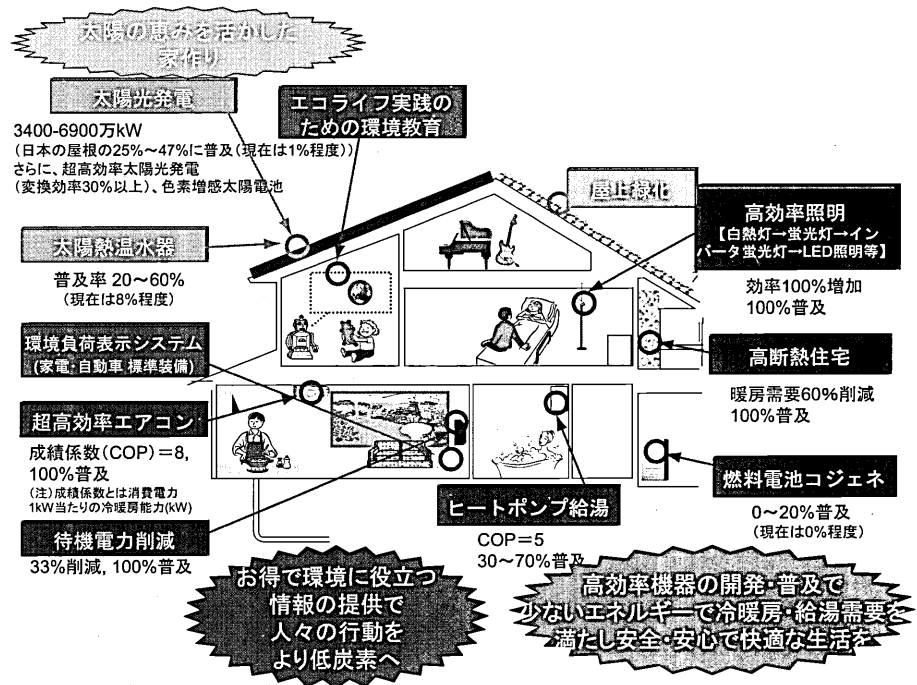


図5 低炭素住宅のイメージ図

省エネルギー型高断熱住宅へと誘導して行くことによって、快適性の高い居住空間と省エネルギー性能が両立した良質の住宅ストック構築が可能となる(図6)。

サービス需要の増加に伴いエネルギー需要は増加するが、その分を世帯数減少がほぼ相殺している。利便性の高い生活を追及するシナリオAがゆとり生活を嗜好するシナリオBと世帯当たりのサービス需要が同程度であるのは、快適な生活の追及によって冷暖房需要や家電製品利用が増える一方で、外食率や集合住宅率

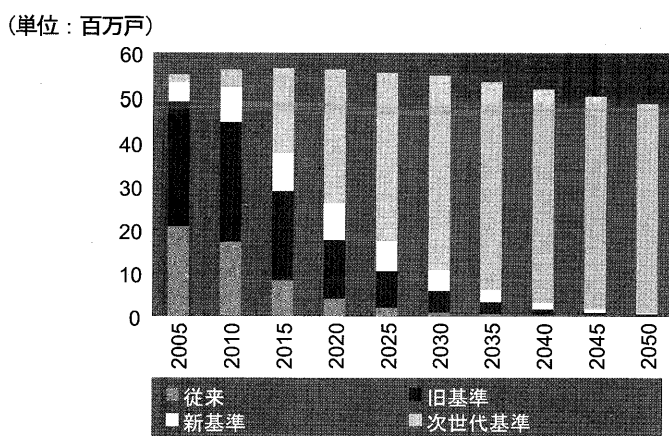
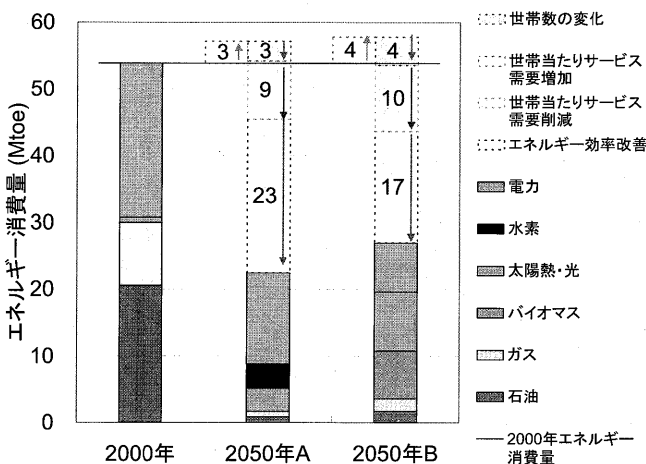
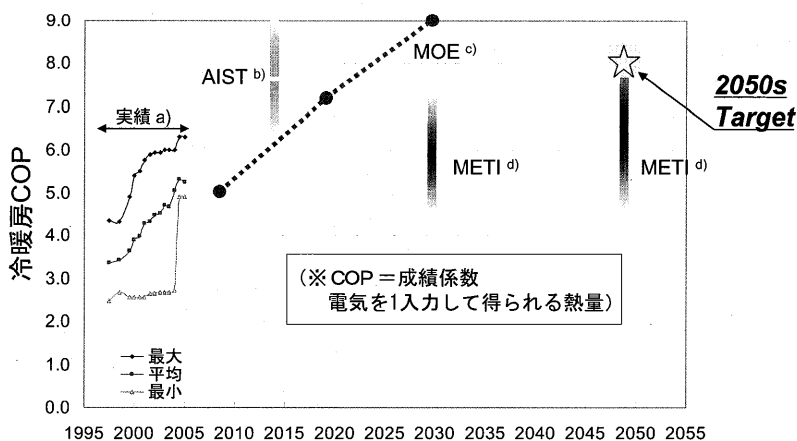


図6 住宅ストック数と高断熱化の想定(シナリオA)



世帯数の増加: 2050年に向けてA、B両シナリオとも世帯数は減少  
 世帯あたりサービス需要増加: 利便性の高い生活の追及により増加  
 世帯あたりサービス需要削減: 高断熱住宅、魔法瓶浴槽、HEMS等により節約  
 エネルギー効率の改善: エアコンやヒートポンプ、給湯器やコンロ、照明の効率改善、待機電力削減など

図7 家庭部門におけるエネルギー需要



出典: a) 省エネルギーセンター(2004): 省エネルギー性能カタログ  
 b) AIST 野村ら(2002): 「エネルギー技術に対する予測と意識の調査」技術実現時期に関するアンケートを実施。「家庭用エアコンの冷暖房効率(COP)が7以上の機種が日本で販売される」時期に関する回答の中間値は2015年。  
 c) MOE(2004): 「地球温暖化対策技術検討会」 「2010年頃に年間COPが40%向上、2020年頃に100%向上、2030年より数年前に150%向上するベース」。現状のCOPを3.6と想定し、将来値を図にプロット。  
 d) METI(2005): 「超長期エネルギー技術ビジョン」 「高効率ヒートポンプ 2030 COP5~7 2050 COP5~8」

図8 エアコンの効率向上予測

の増加によって、エネルギーサービス需要が抑制されるためである(図7)。

高断熱住宅など寒くない家に作り変え、住宅エネルギー管理システム(Home Energy Management System)を導入してエネルギー利用の効率化を図ることで、約10Mtoeの需要を削減することができる。さらにエアコン(図8)や電気給湯器のヒートポンプの効率、給湯器やコンロの燃焼効率、照明の効率、待機電力消費率を大幅に改善するような各種技術イノベーションを行うことで、2050年のエネルギー

ギー需要合計を2000年に比べて約40~50%にまで削減することができると推定される。

さらに、シナリオAでは利用段階でCO2を排出しない電気や水素の利用割合を、シナリオBでは太陽熱・太陽光・バイオマスなどの分散型再生エネルギーの利用割合を増加させることで、家庭部門からの直接的なCO2排出量をほぼゼロにすることができると推定される。

### 3 低炭素社会に向けた12の方策

どのようにすれば2050

年の低炭素社会を実現できるのだろうか。どの時期に、どのような手順で、どのような技術や社会システム変革を行えばよいのだろうか。また、それを支援する政策としてどのようなものがあるのだろうか。

そこで、「2050日本低炭素社会」シナリオチームは2008年5月に「低炭素社会に向けた12の方策」報告書を公表し

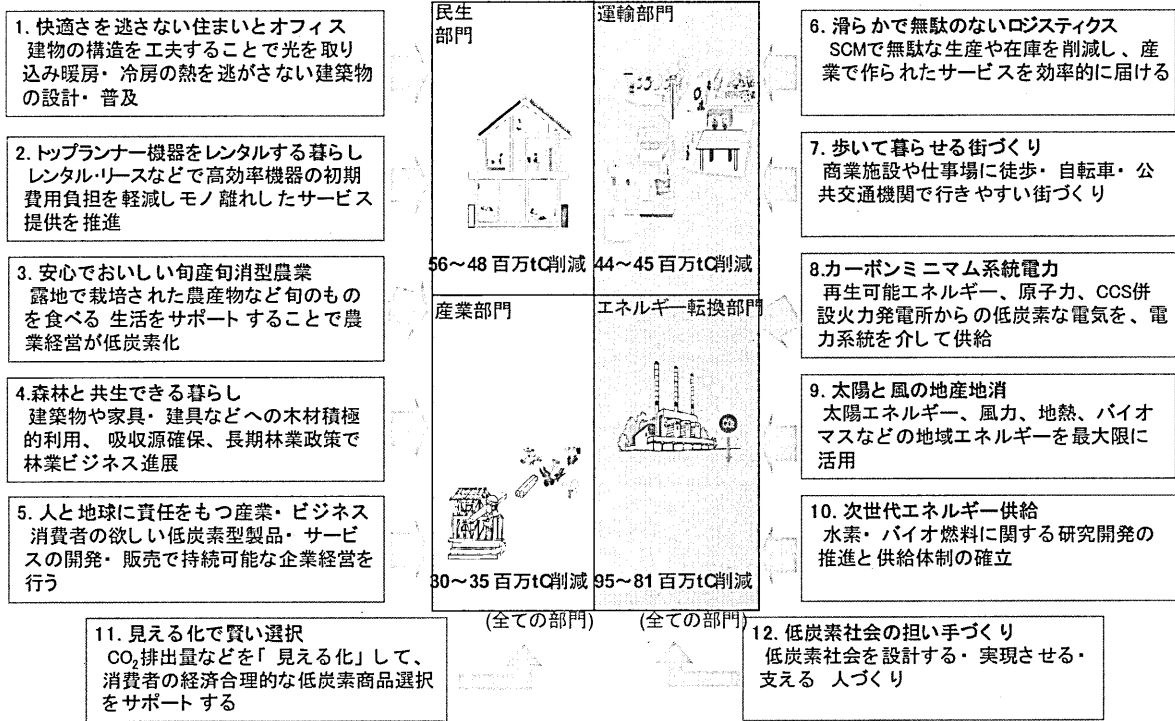


図9 低炭素社会に向けた12の方策

(図9)、方策ごとの目指す将来像、実現への障壁と段階的戦略、行動の手順書を2000年から2050年のロードマップにまとめて示した(図10)。方策1、2は民生(家庭・業務)部門、方策3-5は産業部門、方策6、7は運輸部門、方策8-10はエネルギー転換部門、方策11と12はすべての分野を下支えする方策である。炭素税や排出量取引などにより炭素の価格付けを行うことを大前提としながら、これらの方策をすべて行うことで、70%削減が可能となる。

家庭部門に直接関連する方策として、「快適さを逃さない住まいとオフィス」と「トッパーナー機器(注2)をレンタルする暮らし」の2つを提案している。図5で示したような家を実現するためには、住みやすく環境性能の良い住宅をデザインする建築家、そのような家を建てる建設会社・大工、選択する消費者が必要だ。政府は彼らの結びつきを強めるために、住宅エネルギー性能評価による見える化、それに基づくラベリング制度(注3)の導入、デザイナー・コンストラクターへの適切な指導、高性能住宅購入へのインセンティブ付与などの対策を適切なタイミングで打つ必要がある

デンマークやドイツでは、住宅エネルギー性能評価を受けていない住宅は売買・賃貸できない仕組みができています。イギリスでは、2016年までにすべての新築住宅をゼロカーボンに、2019年までにすべての新築非住宅(業務ビルなど)をゼロカーボンにする計画が立てられている。そのためゼロカーボン住宅のデザインを示し、住宅ラベリングを導入して各戸の省エネ度をランク化し追加的に実施可能な省エネ対策をコスト共に具体的に示すように制度化している。

日本でもCASBEEという住宅の性能評価を行うシステムがあるが、残念ながらあまり普及していない。これらの評価の仕組みを義務付けるなどにより普及させることは、住宅の性能自体を向上させる上でも有効である。

4 CO<sub>2</sub>DO30への期待

低炭素社会に向けて、2008年6月の福田ビジョンにより大きな舵を切り始めたが、具体的な動きは地域から起こっている。2008年に内閣官房地域活性化統合本部により市町村を対象に募集され

(注1) 現在商品化されている製品のうち最もエネルギー効率が優れている機器(注3)  
電気製品等の省エネ基準達成率をラベル等に表示することを求める制度

た環境モデル都市プロジェクトには82件の提案が集まり、横浜市を含む13の自治体を選ばれた。東京都では独自の排出量取引制度がスタートする。滋賀県では、研究所が作成した2030年のビジョン・シナリオを前提にした政策作りが進められている。神奈川県では電気自動車を中心とした都市政策が描かれようとしている。

CO・DO30の具体策を示した「横浜市脱温暖化行動方針ロードマップ／環境モデル都市アクションプラン（原案）」（2009年1月）は温暖化対策を旗印に掲げながら、2025年度の家庭部門、業務・産業・エネルギー転換部門、運輸部門、廃棄物部門、再生可能エネルギー普及対策、市役所対策、都市と緑対策、等幅広い分野を取り扱う、将来の市の青写真を描く戦略書である。主要な要素毎に問題点がまとめられ、それを解決するための具体策に展開する目的思考の進め方に好感が持てる。最後に施策個票にまでブレイクダウンされ、いつ、誰が、どこで、何をやるかを示している。

2025年度の一人当たりCO2排出量削減目標値は4.02tCO2/人と2004年度に比べて30%削減、2050年度では2.30tCO2

2/人(60%削減)となつている。2050年世界半減を目指すなら264億トンの半分を例えば100億人の人口で均等に負担するとして1.32tCO2/人となる。CO・DO30により着実な成果をあげながら、常に削減目標値を上方に修正する姿勢が必要になろう。

未曾有の経済危機の中、オバマ大統領がグリーンニューディールを掲げるように、アクションプランでも前段に「地域の活力創出等の効果に関する概念」が打ち出されている。やっとな温暖化問題と経済対策を同じ土俵で議論する機会が訪れたと言えよう。このアクションプランによりどれだけの雇用が生み出され、経済効果があるのか、具体的な試算を試みるのが大切だ。そのためには地域の大学の頭脳を使うことも有効だろう。

ドイツの太陽光発電固定買取制度(FitD)は、ドイツの地方行政の発案でローカルに進められたものが、グローバルに展開した政策だと聞く。横浜で創られる環境モデル都市が日本の各地域のお手本になり、さらには発展著しいアジアをはじめとする発展途上国の都市づくりのお手本になることを切に願う。

建物のオーナーにできる貢献 建築時には低炭素建築デザインを依頼するよう心がけ、環境性能の高い住宅、建築物を積極的に選択する。

建築家等にできる貢献 低炭素建築デザインの確立や断熱技術等の要素技術開発投資を積極的に進める。

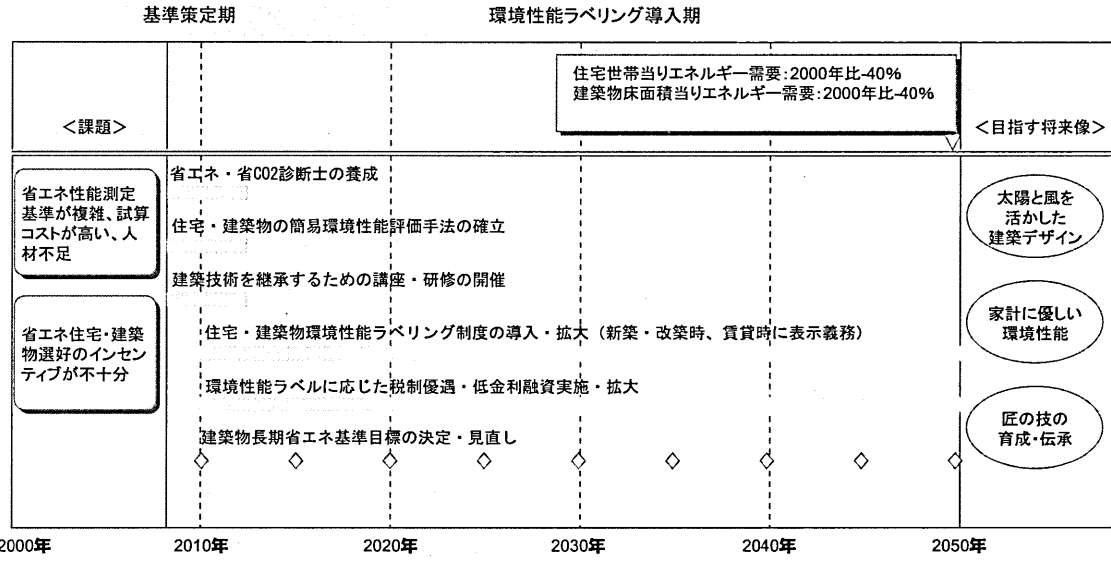


図-10 方策1「快適さを逃さない住まいとオフィス」に向けたロードマップ

(参考文献)  
脱温暖化2050ホームページ  
http://2050.nies.go.jp