

低炭素社会シナリオ構築に向けて

(独) 国立環境研究所 藤野純一

Keywords: 低炭素社会、イノベーション、ビジョン、バックキャストイング

1. なぜ低炭素社会が必要なのか？

既に温暖化の影響は顕れている。サンゴ礁の白化、北極の氷の減少、ヒマラヤ等の山岳氷河の融解、マラリヤ等伝染病を媒介する蚊の生息域の拡大が進んでいる。日本では 2007 年 7 月 14 に観測史上最大規模の台風が九州に上陸。8 月 16 日に多治見市および熊谷市で最高気温 40.9℃を記録。すべての現象や影響が地球温暖化の原因とはいえませんが、今後温暖化が進むと上記のような事柄は起こりやすくなる。また、気温が 2 から 3℃上昇するとどの地域でも温暖化により受ける経済的な損失の方が便益を上回ると 2007 年に発表された IPCC (気候変動に関する政府間パネル) の第 4 次レポートは報告している。

国立環境研究所が中心となって開発した気候・経済シミュレーションモデルで、2℃抑制を実現する温室効果ガスの排出量推移を計算したところ、2100 年以降の温室効果ガス濃度を二酸化炭素換算で約 500ppm に (現在約 430ppm)、世界全体の排出量を 1990 年に比べ 2050 年に約半減する必要があることがわかった。

2050 年に世界全体の温室効果ガス排出量を現在から 50%削減しようとする、先進国である日本はそれ以上の削減努力が求められる。世界の一人当たり排出量を均等にしようとする、日本は約 80 から 90%の削減が求められる。そこで、脱温暖化 2050 研究プロジェクト (<http://2050.nies.go.jp>) では、幅をもった範囲 (60%から 80%削減) での検討を進めている。

2. どうすれば実現できるのか？

2. 1 日本低炭素社会シナリオ

2004 年のプロジェクト開始当初、2050 年の温室効果ガスを 90 年比 60 から 80%削減するような低炭素社会について説明する度に、「そんな目標設定は現実離れしていて、できるわけがない」、という反応を多く受けた。今までの日本のエネルギーシステムが経験してきた改善速度から推計すると、最大でも 40%削減が関の山なので、やむを得ない反応だった。しかし、抜本的な対策がとられずに地球温暖化が進むと、気候の不安定さが増し、そもそもの生産基盤や生活に様々な影響が及ぶことで安定した豊かな人間活動が送れなくなる恐れが高まる。そこで、2007 年 2 月 15 日に「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」報告書を発表し、2050 年に大幅削減が可能なことを示した。

(1) どうすれば低炭素社会を描けるか

温室効果ガス排出量の 60-80%削減と人々が住みたいと思う社会とが両立する 2050 年の日本低炭素社会をまず描き、それを実現する対策を考える「バックキャストリング」の手法を採用した。具体的には以下の手順を採用した。

①CO₂ 削減の目標である 2050 年の社会がどうなっているか、まず社会像を描いた。人々がどのような社会を選択するかによって、対策も変わる。ここでは A、B の二つの違う社会を描き、それぞれどのような対策を組み合わせることで低炭素社会が実現できるかを検討した。②その社会を描いたときに、そこに住んでいる人はどのようなサービスを必要としているのか、どんな家に住みたいのか、どんな暮らし方をしたいのか、そのために鉄やセメントはどれくらい必要なのかといったことを推計した。③そして、そのような社会でのエネルギー需要量を算出した。これは、部屋に照明をつける場合には、白熱灯から蛍光灯さらに、LED 照明といったより省エネ、省 CO₂ の対策を選択すると想定した。そういったことを積み重ねていくと必要なエネルギー量が算出され、具体的にどれくらいのエネルギー量が必要なのかがわかる。④エネルギー需要量と供給量のバランスをとって見て、そのときの一次エネルギー量、二次エネルギー量を求めます。そして対策による CO₂ 削減量をひとつひとつ積み上げていくボトムアップ手法により、CO₂ 排出量が 70%削減になるかどうかを検討した。⑤その際、需要側が必要とするエネルギー量を供給する方法があるのか、また、CO₂ の少ないエネルギー源で供給する方法はないのか、検討した。

(2) 将来の日本の 2 つの姿

50 年後に考えられる日本社会の姿とそれに至るまでの道筋を、シナリオ A、B の二通りで設定したが、具体的な違いを表 1 に示した。シナリオ A(ドラえもん型)は、人々は都市に集中して、活発に働き続けるという技術志向の社会の姿を描いたものである。シナリオ B(サツキとメイ型)というのは、人々がゆとりを求めて郊外に住まいを求めるといふ、ゆったりとした自然志向の社会の姿であり、必ずしも高い GDP だけを求めないで社会的貢献をする人が増えていくといった社会を描いている。実際には、この両シナリオが地域ごとに、ライフステージごとに選択できるよう、お互いが調和しながら将来の社会を形作っていくものと思われる。

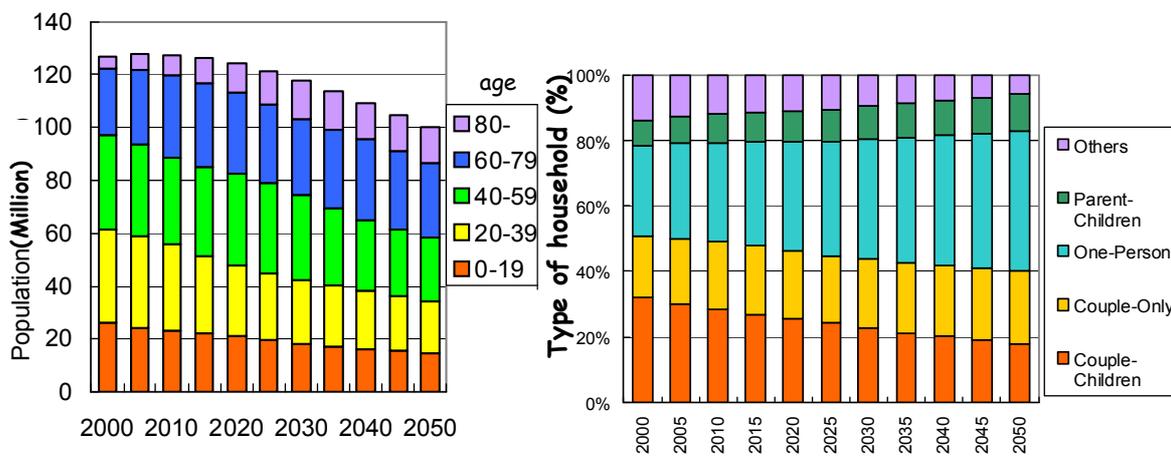
シナリオ A では一人当たり GDP の成長率を年率 2%、シナリオ B では 1%と想定しているが、エネルギー消費量の増加に直結する暖房や移動(旅行や買い物など)、オフィス環境などのサービス量は、利用する人々の姿を想像しながら現状よりも適度に向上させる程度に設定した。つまり、冷暖房を 24 時間つけっぱなしの住宅や、人々があまりにも分散して住むために長時間移動が必要となるような都市構造といった過度なサービスを人々が求めるような姿は想定していない。

人口・世帯数は、国立社会保障・人口問題研究所での将来人口の推移の推定値を参考に、都道府県別に出生率、死亡率、世帯主数等の推移を想定した。少子高齢化の継続によって 2050 年にはシナリオ A では人口 9 千 5 百万人、B では 1 億人まで減少し、核家族化が今後

も進行するために1世帯当たりの構成員も減少していくと想定した(図1)。

表1 2050年低炭素社会の描写例

ビジョンA: 活力、ドラえものの社会	ビジョンB: ゆとり、サツキとメイの家
都市型/個人を大事に	分散型/コミュニティ重視
集中生産・リサイクル 技術によるブレイクスルー	地産地消、必要な分の生産・消費 もったいない
より便利で快適な社会を目指す	社会・文化的価値を尊ぶ
GDP一人当たり2%成長	GDP1人当たり1%成長
	
	絵: 今川朱美



year	2000		2050	
		A	B	
人口(百万人)	126.9	94.5	100.3	
高齢者の割合(%)	17.4	38	35.8	
平均世帯人員数	2.71	2.19	2.38	
一人暮らし世帯の割合(%)	27.6	42.6	35.1	

図1 人口・世帯数の将来推移

(3) 快適な居住空間と省エネの両立を求めた家作り

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、快適で過ごしやすい省エネルギー型高断熱住宅へと誘導することによって、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を増加させていくことが可能となる（図 2）。

現在のエネルギー需要は、電力が 40%、都市ガスが 20%、石油が約 40%といった割合になっている。世帯当たりのエネルギーサービス需要は住居面積の増加、家電製品の増加等で 3%程度増えると想定した。一方、世帯数が減少することでほぼ同量のエネルギーサービス量が減少される。利便性の高い生活を追及するシナリオ A が、ゆとり生活を志向するシナリオ B と世帯当たりのサービス需要で見ると同程度であるのは、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だ（図 3）。

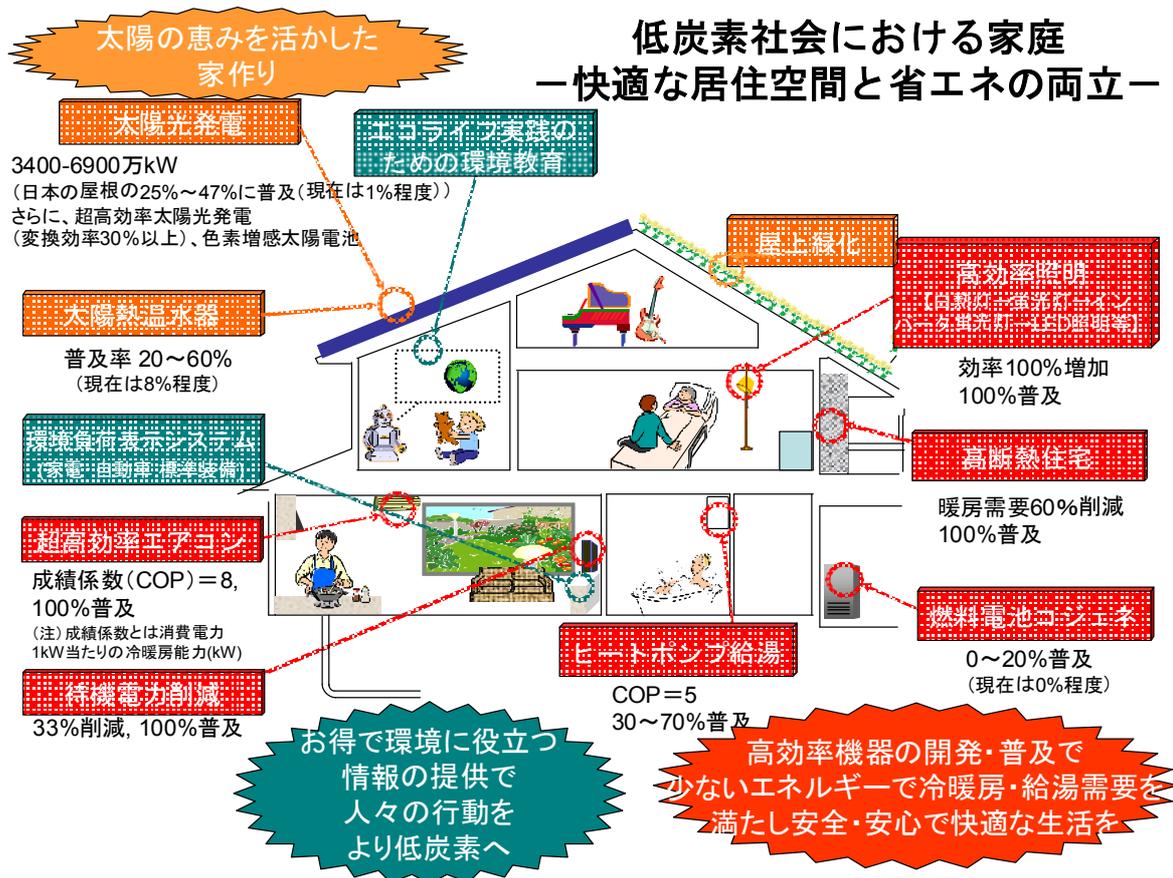
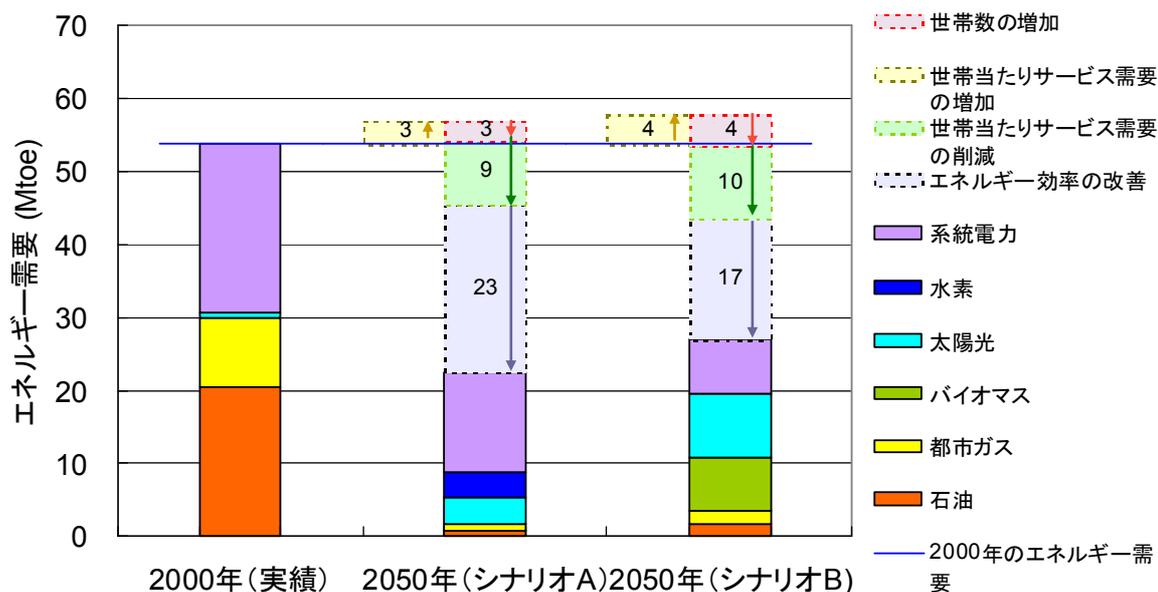


図 2 家庭部門の対策例



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の増加: 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の削減: 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、待機電力削減など

図3 家庭部門の対策例

高断熱住宅など寒くない家に作り変えることで、約10Mtoeのエネルギー需要を削減することができる。さらにエアコンや電気給湯器のヒートポンプの効率向上、給湯器やコンロの燃焼効率向上、照明の効率向上、待機電力消費率を大幅に削減するような各種技術の開発および徹底的な普及を後押しすることで、2050年のエネルギー需要合計が2000年に比べて約50%にまで削減することができる。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が増加し、シナリオBでは太陽熱・太陽光、バイオマスなどの再生エネルギーの利用割合が向上することによって、家庭部門からのCO2排出量をほとんどなくすることができる。

(5) 2050年CO2排出量70%削減は可能

シナリオA、Bでは、2050年のGDPは2000年に比べて2倍と1.5倍に増加すると想定したが、適切なインフラ整備、産業構造転換に加え、エネルギー技術進歩等の各種イノベーションによって、サービスレベルを低下させずにエネルギー需要を2000年に比べて40~45%削減することは可能であり、さらに供給側の低炭素化によって1990年比でCO2排出量の70%削減は可能であるという結果を得た。

シナリオAでは、家庭・業務や産業、運輸での高効率機器の導入など需要側のエネルギー効率改善と、原子力や水素利用などのエネルギー供給側での低炭素エネルギー利用の効果が大きい。一方、シナリオBでは、運輸や家庭・業務でのバイオマス利用や太陽エネルギー

ギーの利用などのエネルギー需要側での低炭素エネルギー利用の効果が大きい。

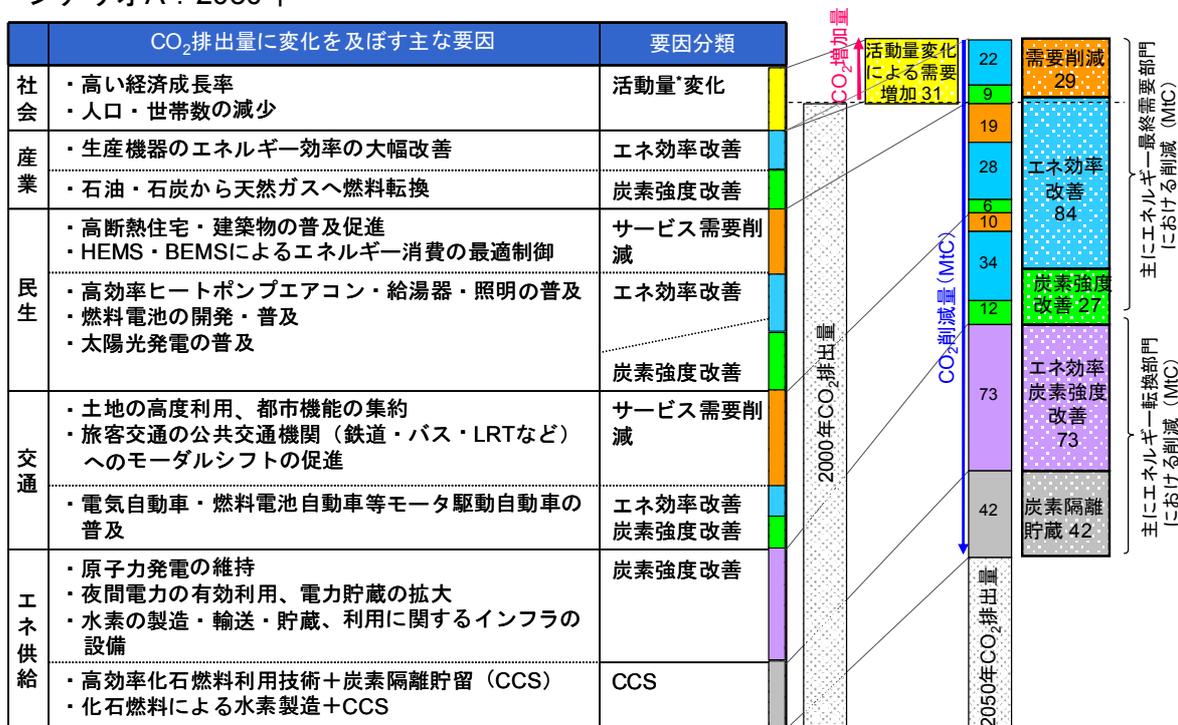
これを図 4 にそって細かく説明すると、シナリオ A では活動量変化による需要増が 31 Mt-C (炭素換算百万トン) あるが、エネルギー効率の改善、「家庭・業務」では高効率ヒートポンプエアコンなどの普及、燃料電池や太陽光電池の普及、「交通」では電気自動車や燃料電池自動車の普及で 84 Mt-C の削減になり、エネルギー最終需要部門における削減量は (29+84+27 = 140 Mt-C) となる。炭素強度改善のモーター駆動自動車の普及では、今までのガソリン自動車を CO2 排出の少ない電気 (再生可能エネルギーや原子力など炭素排出の少ないエネルギー源から作られた電気) で動く自動車に置き換えることで炭素排出量を減らしている。「産業」での石炭、石油から天然ガスへの燃料転換も同様である。

エネルギー転換部門におけるエネルギー効率改善、炭素強度改善は、原子力や水素利用によるエネルギー供給部門での削減で、これが 73 Mt-C となる。

一番下の炭素隔離貯留とは、CO2 が大量に出てくる火力発電所などで CO2 を回収し、これを地下や海底に隔離貯留する技術であり、これによる削減が 42 Mt-C となる。この技術には、貯留のために必要となる追加エネルギーや生態系に与える影響などの問題があるが、将来、再生可能エネルギー等が本格的に普及する前のつなぎの技術として位置づけられている。

以上を合計すると 256 Mt-C となって 1990 年の排出量に比べて 70%削減が可能になる。

シナリオ A : 2050年



*活動量: エネルギーサービス需要を起因する社会・経済活動の指標。

図 4 70%削減を実現する対策とその効果 (シナリオ A)

2. 3 低炭素社会を実現するには

2050年において想定した社会を実現させるは、産業転換や国土整備や交通網整備におけるインフラ投資の方向性を今から適切に誘導していく必要がある。これらの投資は必ずしも温暖化対策として実施されるものばかりではなく、産業の国際競争力の強化が目的であったり、将来の安全・安心で住みやすい街づくりを目指すものだったり、あるいはエネルギー安全保障を強化するためのものなど、いずれは実施されるべきものだ。

技術・社会イノベーションは、人々の生活が豊かになるために実施されるもので、そのときに同時に温暖化問題を解決するのが望ましい姿ではないだろうか。今、富山や青森では、中心市街地活性化基本計画を立て、コンパクトシティ作りを目指しているが、それは温暖化対策としてだけではなくて、そこに住んでいる人たちが豊かに暮らすための方策を探っているものと考えべきだと思うわけです。駅前に行政機関や商店などを集め、住宅もそこを中心にして建てるというコンパクトシティが作れば、そんなに移動しなくても日々のサービスは受けられますし、住民の相互コミュニケーションも図ることができて、さらにうまくネットワークを作っていけば安心・安全で豊かな暮らしができる。そちらが大切であって、それが結果的には温暖化防止に繋がってくる、それが本当の在り方ではないだろうか。

今後、ここで描写した2050年像を実現する具体的な施策群について分析を進め、いつ、誰が、どのような対策を行うことで2050年低炭素社会を実現していくか、その道筋を見つけて出す作業を進めていく予定である。

謝辞：本研究は環境省，地球環境研究総合推進費・戦略的研究開発プロジェクト「脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト（脱温暖化2050研究プロジェクト）」(S-3-1)の成果の一部である。

[参考資料]

- 脱温暖化2050研究プロジェクト、<http://2050.nies.go.jp>
- 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（2007.2）
(<http://2050.nies.go.jp/20070215press/index.htm>)
- 東京大学 RCAST 脱温暖化 IT 社会チーム、2050年脱温暖化社会のライフスタイル—IT 社会のエコデザイン、電通（2007.1）
- 環境会議 2007年秋号（2007.9）（脱温暖化2050研究プロジェクトの成果の一部を一般向け記事で紹介）