

低炭素社会づくりに向けて

～ ライフスタイル・社会資本・環境エネルギー技術のイノベーション～

(論点整理)

平成20年 3月19日

はじめに

➤ 低炭素社会づくりの検討について

(1) 2007年5月、日本政府は、「クールアース50」において、世界全体の排出量を現状に比して2050年までに半減するという長期目標を掲げました(なぜこれが必要か、という背景については4ページをご参照下さい)。そして、その実現のためには、「革新的技術開発」とこれを中核とする「低炭素社会づくり」が必要であるとしています。

このため、環境省では、「低炭素社会づくり」の実現に向けた取組の方向性を明らかにするため、「低炭素社会づくり」の基本理念、具体的なイメージ、さらに、これを実現するための戦略の検討を行っています。

また、「21世紀環境立国戦略」においては、「持続可能な社会」の実現に向けて、「低炭素社会」「循環型社会」「自然共生社会」という3つの側面の相互関係を踏まえ、統合的な取組を展開していくこととされており、「低炭素社会づくり」においては「循環型社会」「自然共生社会」との関係に留意しながら検討を行っていくものであります。

(2) これまで、中央環境審議会地球環境部会においては、2007年9月21日から3月19日までに計12回の会合を開催し、18名の有識者からのヒアリング、一般からの意見募集を行い、これらの意見を反映しながら、論点整理を行いました。

➤ 検討の前提

(1) 低炭素社会づくりは世界全体で進めていく必要がありますが、この論点整理の1.~3.は、主に日本を念頭において整理したものです。この中にも諸外国の参考となる要素はあると考えていますし、また、4.を発展させていくことで、諸外国とともに検討を深めていきたいと考えています。

(2) 今から50年前には、現在のようなIT社会は想像もできないものでした。2050年の社会も現在とは全く違った社会となっている可能性もありますが、ここでは、現実的にイメージできる範囲内で検討を行いました。

(3) 本検討では2050年の社会における一断面についてそのイメージを検討し、描写しましたが、2020年、2030年など、中間点のイメージについては今後の検討課題としています。

(4) ここまでの本検討においては、2050年の社会の人口や経済規模、産業構造等、検討の前提となる数量的なシナリオは置かず、大きな方向性を描くことを重視しています(この分野における数量的なシナリオの研究事例としては、脱温暖化2050プロジェクト(26ページの参考資料) <http://2050.nies.go.jp/index.j.html>などを参照。)。

低炭素社会づくりに向けて

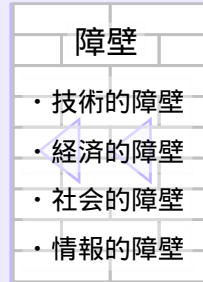
1. 基本理念

- (1)カーボン・ミニマムの実現
- (2)豊かさを実感できる簡素な暮らしの実現
- (3)自然との共生の実現

2. イメージ

- (1)まち
 - ・住みやすく、賑わいのあるコンパクトな都市が形成
- (2)移動
 - ・公共交通機関が中心的役割、高度道路交通システムや自動車の高効率化が実現
- (3)居住空間・就業空間
 - ・高断熱な住宅・建築物、高効率エネルギー機器が普及
- (4)エネルギー供給
 - ・革新的技術により低炭素型のエネルギー供給が実現
- (5)産業（製造・建築・サービス業）
 - ・低炭素型の製造技術や製品を実現。グリーンジョブを推進。
- (6)森林・農地・海洋
 - ・吸収源・エネルギー供給源として貢献
- (7)消費者選択
 - ・「見える化」の充実と消費者の意識変化により、カーボン・ミニマムな選択が一般化
- (8)金融・投資・情報開示
 - ・低炭素型のビジネスや技術に対して資金が供給

3. 実現のための戦略



イノベーションの促進

- ・エネルギー技術
- ・社会システム
- ・生活様式 等

国民に望まれる取組
企業に望まれる取組
NGO/NPOに望まれる取組
政府が講じるべき手段

低炭素インフラの整備

- (1) 制度的なインフラ整備
インセンティブの付与（奨励、規制、経済的手法）
- (2) ソフト的インフラ整備
人(人材育成・教育)・情報(見える化)・資金
- (3) ハード的インフラ整備
都市構造、交通網、建築物、エネルギー供給、適応
- (4) 自然資本の整備
吸収、バイオマス資源、適応

コベネフィット

- ・新規産業の創出
- ・地域活性化
- ・地域雇用の確保
- ・健康
- ・高齢化社会対応
- ・快適居住空間
- ・自然保全 等

4 . 世界への発信・国際的な連携

背景～気候変動科学からの警告～

地球温暖化問題は、その予想される影響の大きさや深刻さから見て、人類の生存基盤に関わる最も重要な環境問題である。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の報告によれば、地球が温暖化していることは疑う余地がない。その原因は人為起源の温室効果ガスの増加であると、ほぼ断定されている。

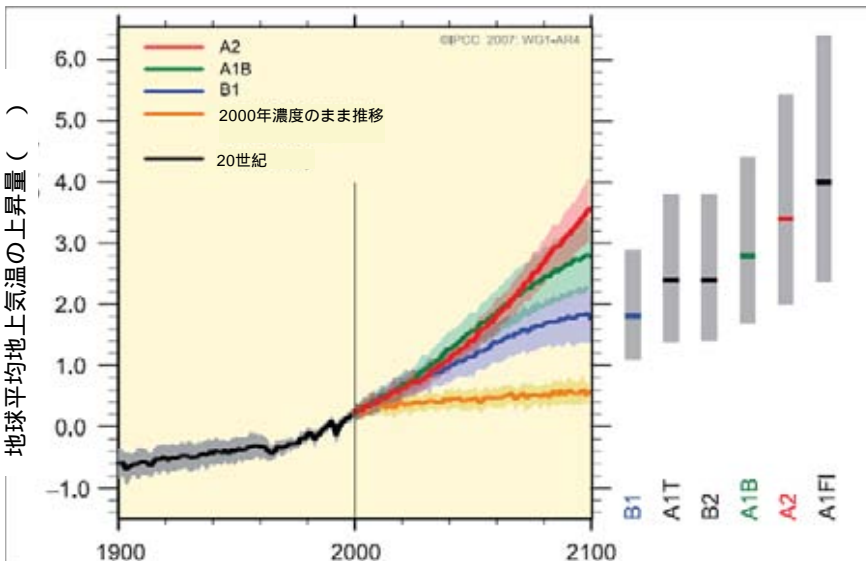
現状の世界の排出量は自然界の吸収量の2倍を超えており、このままで行くと、世界の温室効果ガス排出量は今後数十年に渡って引き続き増加するものと考えられ、1980～1999年と比較した今世紀末の地球全体の平均気温の上昇は、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会(右グラフB1)では、約1.8(1.1～2.9)である一方、化石エネルギー源を重視する社会(右グラフA1FI)では、約4.0(2.4～6.4)に達すると予測されている。

このような地球温暖化の結果、異常気象の頻発、気候システムの急激な転換といった影響のみならず、生態系への影響、数億人規模の水不足の一

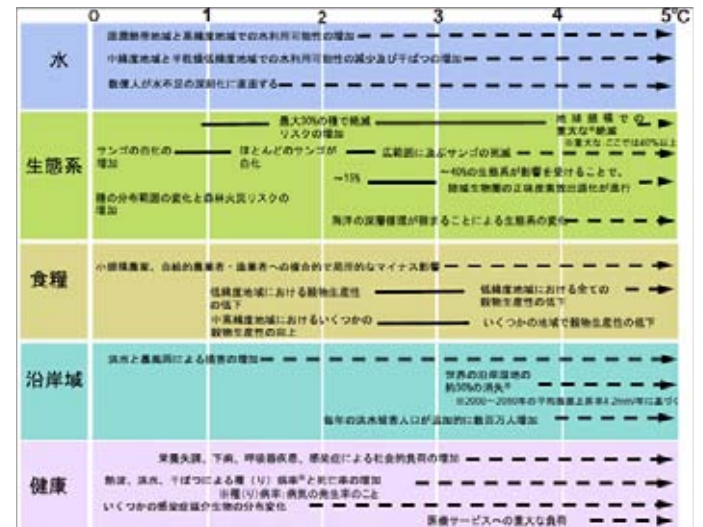
層の悪化、農業への打撃、感染症の増加、災害の激化等、我々の経済・社会活動に様々な悪影響が複合的に生じる可能性が指摘されている。既に、水資源や脆弱な生態系などには悪影響が生じており、今後の気温上昇に従って、より深刻な悪影響が世界の全ての地域で生じることが予測されている。

大気中の温室効果ガスの濃度を気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において安定化させるという「気候変動枠組条約」の究極目的の達成のためには、世界全体の排出量を自然界の吸収量と同等のレベルに抑え込むことが必要である。そこで、平成19年5月に我が国から世界に向けて発信した「美しい星50」では、現状の世界の排出量は、自然界の吸収量の2倍を超えており、大気中の濃度が高まる一方であるため、「世界全体の排出量を現状に比して2050年までに半減する」ことを世界全体の目標として国際的に共有することを求めている。

□ 地球平均地上気温の上昇量の推移 (IPCC AR4)



□ 世界平均気温の上昇による主要な影響 (IPCC AR4) (1980-1990年に対する世界平均気温の変化)



影響は適応の度合いや気温変化の速度、社会経済シナリオによって異なる。

1. 低炭素社会の基本的理念

1. 低炭素社会の基本的理念

「世界全体の排出量を現状に比して2050年までに半減する」という低炭素社会の実現に向けては、世界が一丸となって最大限の努力を行う必要がある。このような社会は、現在のトレンドの延長線上には存在しないと考えられ、以下のような基本的理念のもとに、あらゆる主体が取組を進めていくことが必要。

(1) カーボン・ミニマムの実現

低炭素社会とは、究極的には、温室効果ガスの排出を自然が吸収できる量以内にとどめる(カーボン・ニュートラル)社会を目指すものである。そのためには、産業、行政、国民など社会のあらゆるセクターが、地球の有限性を認識し、大量生産・大量消費・大量廃棄社会から脱するとの意識を持ち、選択や意志決定の際に、省エネルギー・低炭素エネルギーの推進や、3Rの推進による資源生産性の向上等によって、二酸化炭素の排出を最小化(「カーボン・ミニマム」)するための配慮を徹底することを当然とする社会システムが必要。

(2) 豊かさを実感できる簡素な暮らしの実現

先進国を中心に形成された大量消費に生活の豊かさを求める画一的な社会から脱却し、家族やコミュニティとの絆、健康、自然との触れ合い、もったいないの心、未来世代への思いやりなどの価値を重要視することに対する人々の理解を高め、それが生活の質の向上につながる方向性を社会全体として追求することが必要。このような人々の選択や、心の豊かさを求める価値観の変化が社会システムの変革をもたらし、低炭素で豊かな社会を実現する。また、生産者も消費者の志向にあわせて、自らを変革していくことが必要。

(3) 自然との共生の実現

低炭素で豊かな社会の実現のためには、人間とその社会は地球生態系の一部であり、自然は人間とその文化の基盤であるという認識の下、自然の恵みを享受し、また、その恩恵によって生きていくことができる、自然と調和・共生した社会づくりを進めることが必要。このためには、CO₂の吸収を確保し、今後避けられない温暖化への適応を図るためにも、森林や海洋をはじめとする豊かで多様な自然環境を保全・再生し、また、地域社会におけるバイオマス利用を含めた「自然調和型技術」を推進し、さらに、自然とのふれあいの場や機会を確保等を推進していくことが必要。

2. 低炭素社会の具体的なイメージ

2. 低炭素社会の具体的イメージ (1)

- まち - 小都市

大都市・中都市

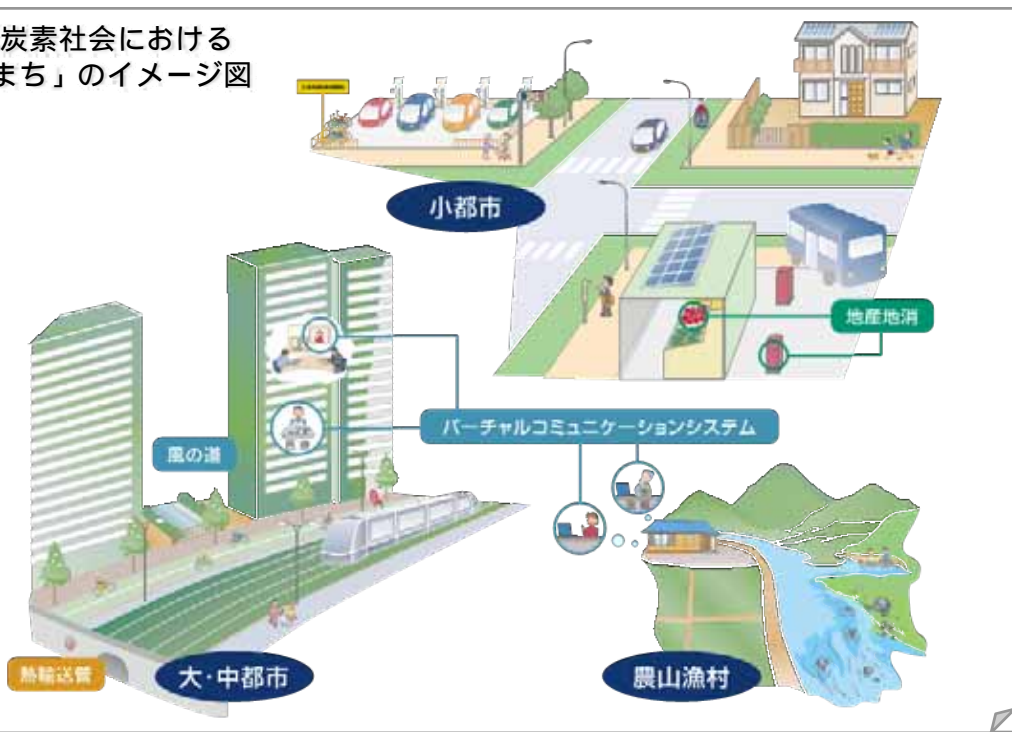
- 住みやすく、にぎわいのあるコンパクトな都市が形成。
- 道路は自転車が安全に走行できるよう整備。
- パーソナル移動体を活用。
- 都市規模や既設インフラに応じ、鉄道・バス・LRTを組み合わせた公共交通網が整備。
- 集合住宅比率が高く、職場と住居は近接。
- 下水汚泥等都市における未利用エネルギーの積極的活用(小都市も同様)。また、熱輸送管が整備され地区レベルで排熱を含むエネルギーを有効に活用。
- 風の通り道となる緑地や水辺などが確保され、ヒートアイランド現象が緩和。
- 屋外照明・広告の減少等により星空の観察が可能。
- 集中豪雨に伴い都市型浸水が起こることがないような治水施設が整備。

- 世帯数が減少する局面においては、例えば鉄道駅等が拠点となり周辺に業務・商業施設、居住地域がコンパクトに集積し、都市周辺部は緑地・農地等の保全が図られている。
- ICTの進展により利便性が大幅に向上したバスが公共交通機関としての中心的役割を果たす。需要に応じて様々なサイズのバス運行。
- 都市部周辺には農地があり、地産地消が行いやすい環境にある。
- 中層建築物について、国産材を活用した木造建築及び木造・鉄骨のハイブリッド建築物の比率が高まる。
- 多自然川づくりにより、地域の暮らしや歴史・文化に配慮し、自然が本来有している生物環境や河川景観を保全創出しつつ治水が行われ、災害に強いまちになっている。

農山漁村

- 森林の整備・保全の推進によるCO2吸収の確保。
- 農林水産経営規模の拡大、効率的な生産により、第一次産業は活性化。
- 移動については自動車の比重が高いが、自動車はモータ駆動もしくはバイオ燃料で走行。
- 住居・建築物のほとんどは木造。
- 地域で発生する廃棄物系バイオマス、稲わらや間伐材等の未利用バイオマス、資源作物などがエネルギーや製品の供給源。
- 地域関係者連携の下、地域に賦存するバイオマスを総合的に利活用する取組が全国に広がっている。
- 通信システムの高度化により、自然豊かな地域に居住しながらの就業が可能。また、医療サービスや教育の十分な享受も可能。
- 森林の整備・保全を通じた公益的機能のさらなる発揮により、山地災害の防止に寄与。地域に応じた適応策。

低炭素社会における「まち」のイメージ図



まちの規模と低炭素社会の構成要素

他の地域と比べて普及率が高い部分に線を引いている。

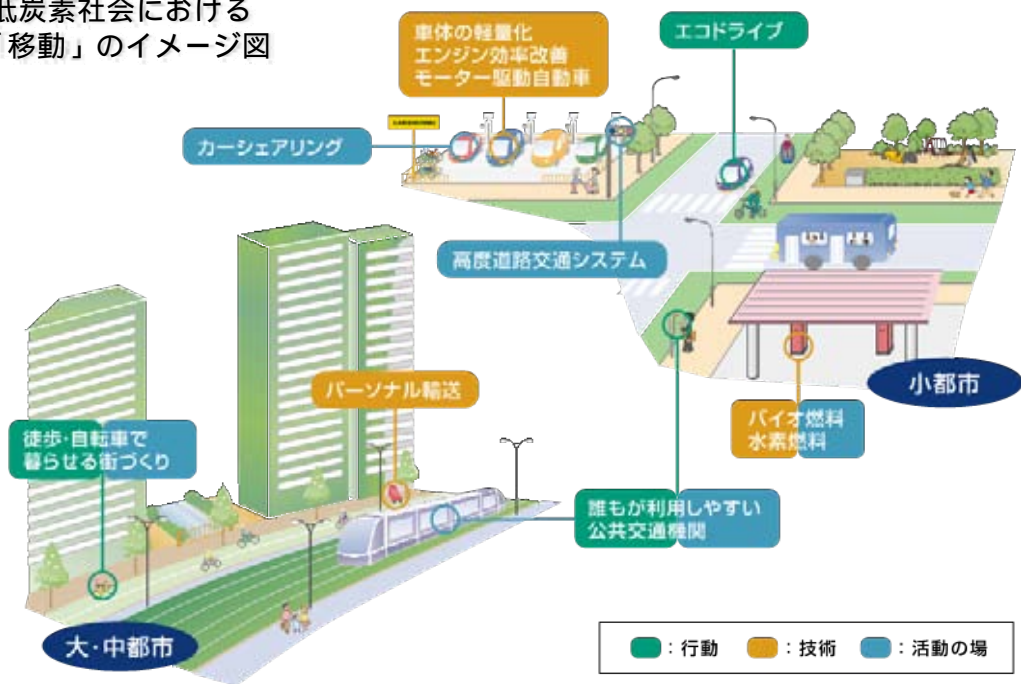
	大都市・中都市	小都市	農山漁村
交通	徒歩・自転車		
	パーソナル移動体		
	鉄道・LRT		
	バス		
		自動車(モーター駆動・バイオ燃料)	
住宅・建築物*	高層住宅・建築物		
	中層住宅・建築物(木造比率の増加)		
	低層住宅・建築物		
エネルギー	太陽光・熱		
	熱融通		
	風力		
		バイオエネルギー供給源	

* 低層は2~3階、中層は4~7階、高層はそれ以上と大まかに分類

2. 低炭素社会の具体的なイメージ (2)

- 移動 -

低炭素社会における「移動」のイメージ図



行動 Behavior

- ・移動手段毎のCO₂の排出量（「見える化」技術）や高度道路交通システムにより公共交通機関の運行情報を移動者がいつでも把握することができ、その情報に基づき環境負荷の小さい移動手段を選択している。
- ・都市部での自動車利用は共同所有やレンタルが主流。
- ・地域の街作りに住民は様々な形で積極的に参加している。
- ・貨物の荷主・物流事業者は低炭素な輸送手段を積極的に選択。

技術 Technology

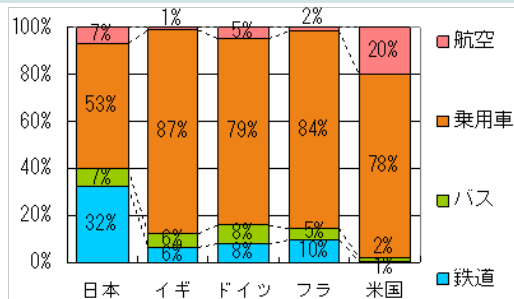
- ・車体の軽量化やモーター駆動自動車（プラグインハイブリッド自動車・電気自動車・燃料電池自動車）の普及などにより、自動車単体は大幅に高効率化。自動車による大気汚染問題は大きく改善されている。
- ・様々な種類のパーソナル移動体（一人乗り）が数多く誕生。移動手段の選択は大幅に広がる。
- ・高度道路交通システムが渋滞緩和、輸送効率改善に寄与。移動体の自律的な運転も実現。安全性も大きく向上し交通事故が大幅に減少している。

行動や技術を支える基盤 Foundation

- ・都市規模に応じて鉄道、バス、モノレール、LRTなどといった公共交通機関が適切に選択、組み合わせられて運用されている。
- ・物流については先端的情報技術によって高度管理が行われ、また、貨物鉄道駅や港湾等の貨物に関するインフラが整備されることで、鉄道・船舶・自動車・台車が適切に組み合わせられ、低炭素物流システムが形成されている。（大量輸送機関、共同集配による効率化）
- ・公共交通機関の駅を中心としてトランジットモールや自転車道等が形成されるなど、歩行者や自転車利用者、高齢者に優しいコンパクトな街が形成されている。
- ・カーシェアリングシステムが整備され、人々は必要なときに必要なサイズの自動車をレンタルする。
- ・自転車についても、高度情報技術を用いた管理システムによるレンタルサービスが各所に普及。
- ・環状道路整備等の渋滞対策、ボトルネック踏切等の対策、多様で弾力的な高速道路の料金施策等の推進により渋滞がなくスムーズに走れる道路が実現。また、ITSの活用等道路交通情報の提供の充実等により自動車交通の運用の効率化が図られている。

日本の誇り

高い公共交通機関利用率



先進国の旅客輸送量の内訳 日:2003,英・独・仏:2002,米:2001(国土交通省資料)

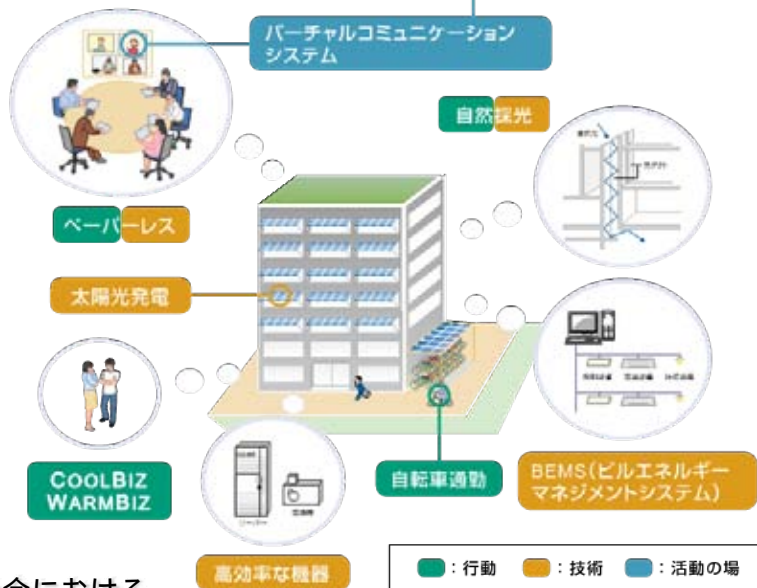
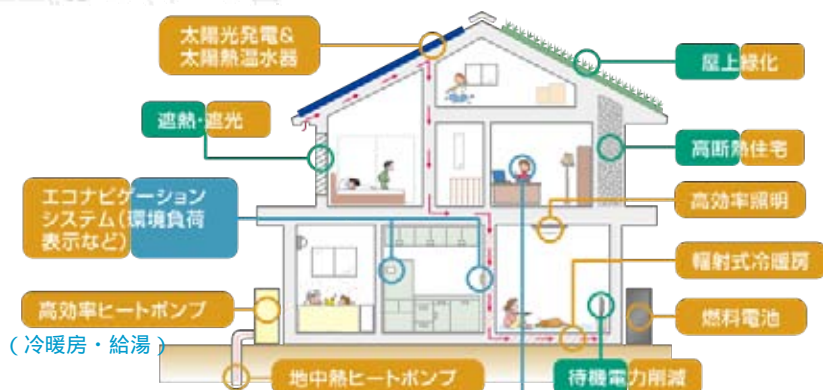
優れた移動体技術



2. 低炭素社会の具体的なイメージ (3)

- 居住空間・就業空間 (住宅・建築物) -

低炭素社会における
「居住空間」のイメージ図



低炭素社会における
「就業空間」のイメージ図

注) エアコン、断熱、ヒートポンプはノンフロン化

行動 Behavior

- ・家でも職場でも、無駄にエネルギーを使わないようにする、自然のエネルギーは有効に利用するという心構えが当たり前になっている。
- ・「見える化」技術によって提供される正確な情報に基づき、省エネ行動を実践している。
- ・無駄なエネルギーを使わないようにするという点について、家庭、マンション住民、社員といったそれぞれの構成員が、常に高い環境意識の下に協働して省エネを実現している。
- ・洗練された高度情報技術の活用によって、自宅の立地に関わらず、自宅や自宅近辺の施設において会社と同様の作業環境を構築することができ、働き方の自由度が大幅に増している。企業にとっても、立地の自由度が高まり、大都市に立地せずとも世界市場での仕事ができるようになる。

技術 Technology

- ・我が国の「ものづくり」力を集結したエネルギー効率の高い機器 (高効率ヒートポンプ、高効率照明など) や自然エネルギー利用技術が開発され、広く普及している。
- ・電力や熱は、太陽エネルギー利用や燃料電池などによって住宅・建築物において生産されたもの、系統電力や熱輸送管などを通じて外部から供給されたものが合理的に組み合わせられて使用されている。
- ・ITによる制御技術によって照明や空調は生活者の動きに合わせて運転されている。

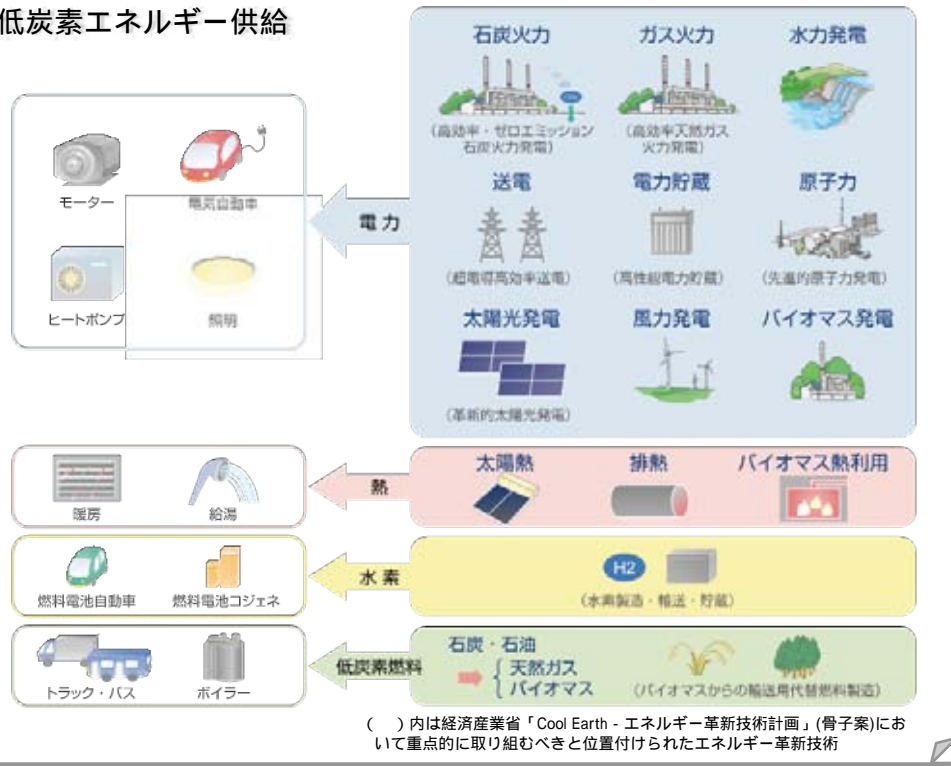
行動や技術を支える基盤 Foundation

- ・木造住宅・建築物の普及が拡大。中層階の建築物にも木造が採用されている。
- ・地域それぞれの気候条件に適した住宅を生み出すデザイナーと匠が育成され、自然を建物内に上手に取り入れ、また、冬季は暖房を使わなくとも十分に暖かい、快適な空間を提供する建物が普及している。
- ・長年にわたって使用可能な質の高い住宅 (「200年住宅」) や、建築物の寿命を延ばす工法、エコ改修が普及。既存住宅の流通シェアが拡大している。
- ・各自が使用している機器のCO₂排出量を、いつでもどこでも把握できる「見える化」(環境負荷の表示、環境配慮行動に関するアドバイスなど) インフラが整備されている。

2. 低炭素社会の具体的イメージ (4)

- エネルギー供給 -

低炭素エネルギー供給



行動 Behavior

- ・発電などに利用されるエネルギー種について、消費者の選択の幅が広がっている。消費者は「見える化」などを通じて積極的に環境負荷の低いエネルギーを選択するため、再生可能エネルギーなどが広く普及している。

技術 Technology

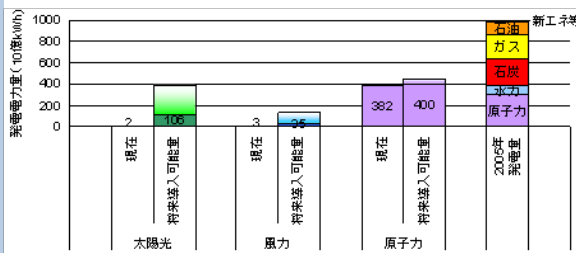
- ・高効率で低コストな再生可能エネルギー、CCSを備えた高効率火力発電、原子力、下水や廃棄物焼却の排熱、低炭素なエネルギー源から製造された水素、バイオ燃料など、これらの低炭素なエネルギーが社会的受容性、技術開発の進展、インフラの整備状況、国際的なエネルギー情勢などに応じて、適切に組み合わせられて利用されている。

行動や技術を支える基盤 Foundation

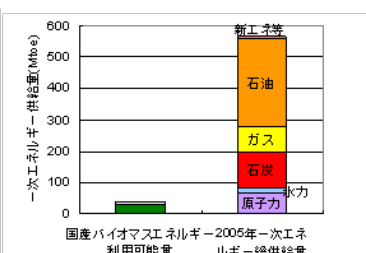
- ・出力が変動しやすい太陽光・風力などの再生可能エネルギーを受け入れられるような系統制御技術やエネルギー貯蔵技術が普及し、送配電系統インフラが強化されている。
- ・水素・熱・燃料ガス・CO₂などを輸送・貯蔵するインフラが十分に整備されている。

新エネルギー・原子力の将来導入可能量

新エネルギー、原子力など、供給サイドの低炭素技術は、単独で日本を低炭素社会に導くほどの導入可能量を有していない。そのため、供給技術の効果的な組み合わせ、および需要側の徹底した省エネ対策が不可欠となる。



太陽光・風力・原子力の将来導入可能量



バイオマスエネルギーの将来利用可能量

【出典】

太陽光・現在 : 1.7GW(2006), IEA PVPS Task1
 ・導入可能量 低位 : NEDO(2003) 戸建住宅 106GW
 ・導入可能量 高位 : NEDO(2003) 戸建住宅、集合住宅、事務所ビル、非建築物(農地等)等 390GW
 ・稼働率 : 年間稼働時間1000時間と想定して発電電力量を推計

風力・現在 : 1.5GW(2006), NEDO「日本における風力発電設備・導入実績」
 ・導入可能量 低位 : 陸上10GW, 海上10GW (METI RPS法小委員会(2006.11.29))
 ・導入可能量 高位 : 陸上36GW (METI 新エネルギー等導入促進基礎調査(2003.3))
 ・稼働率 : 洋上40GW (NEF 風力発電システムの導入促進に関する提言(2006.3))
 ・稼働率 : 年間平均稼働率20%と想定して発電電力量を推計

原子力・現在 : 現在稼働中55基 50GW
 ・導入可能量 低位 : 稼働中55基と建設中2基 52GW
 ・導入可能量 高位 : METI 原子力立国計画 中長期的な方向性 2050年 設備容量58GW
 ・稼働率 : 年間平均稼働率88%と想定して発電電力量を推計

バイオマス
 ・国産利用可能量 低位 : NEDO(2004) 利用可能量
 ・国産利用可能量 高位 : NEDO(2004) 賦存量

NEDO(2005) 「NEDO非建築物分野における太陽光発電システム技術に関する調査研究」
 NEDO(2004) 「平成15年度成果報告書 バイオマスエネルギーテクノロジー・ロードマップ策定に関する調査」

2. 低炭素社会の具体的なイメージ (5)

- 産業 (製造・建築・サービス業) -

行動 Behavior

- 地球温暖化問題をビジネスチャンスととらえ、その対策に積極的に取り組み、技術開発、生産プロセスの効率化、LCAを考慮した循環資源の利用推進、社員教育、途上国への技術移転などを通じ、環境に対する生産性を著しく向上させ、製品のライフサイクル(製造-物流-販売-消費-廃棄)での徹底した低炭素化が図られている。「サービスの販売」や、「寿命の長い製品づくり」「修理サービスの充実」に重点を置く企業も増えている。低炭素社会の形成に対する責任を果たしている。
- 仕事をする際には、環境への配慮が徹底されている。また、労働時間、勤務場所、副業など社員の働き方に柔軟性を持たせており、長時間労働から開放し、社員は自分・家族や地域社会のための時間が十分に確保できるようにする。(グリーンジョブの推進)
- 企業活動に伴う環境負荷や環境問題に対する取り組みなど非財務指標についても、詳細な情報を国民に開示している。
- 低炭素社会においてイノベーションに絶えず挑戦し、社会的責任と収益拡大が両立するビジネスモデルを構築している。

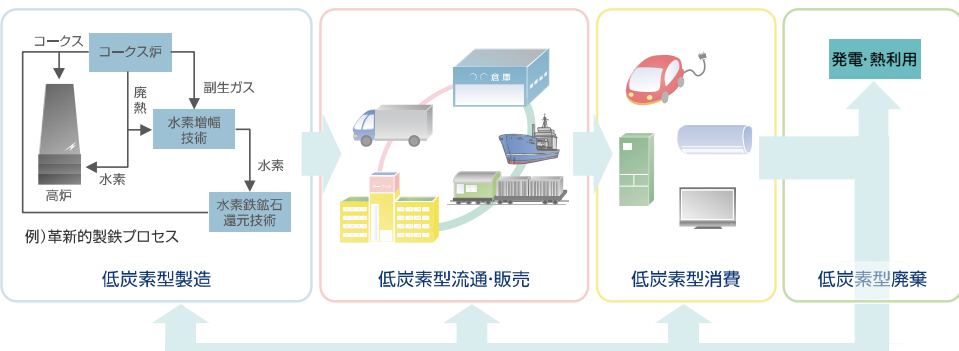
技術 Technology

- 我が国の「ものづくり」力を結集したエネルギー効率の高いエンドユース技術や自然エネルギー利用技術が開発され、また、環境に配慮した設計(DfE)が徹底され、消費部門での普及が進んでいる。
- 製造工程において、石炭の代わりに水素を還元剤として用いた製鉄技術等の革新的製造技術が開発・導入され、産業部門でのCO₂排出量の削減に大きく寄与している。
- 各種製造プロセスにおいて、徹底した省エネ化が行われており、さらに、ボイラ、工業炉、自家発電用の燃料には、天然ガスやバイオマスなど低炭素なものが主に使用されている。

行動や技術を支える基盤 Foundation

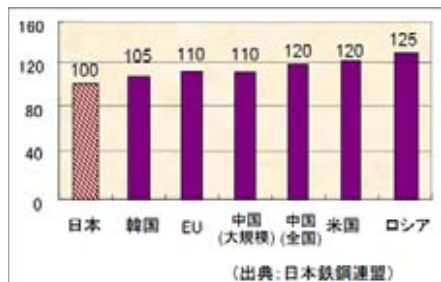
- 優れた環境技術を有する企業、革新的な環境技術の研究開発などに多くの資金が集まるような構造が定着している。多様な環境金融商品(環境対策低利子融資、環境特約ローン、グリーン電力証書、排出枠、カーボンオフセットクレジット、社会的責任投資型投資信託など)が流通している。
- 温室効果ガス排出の削減に貢献できる技術を世界規模で普及させるための支援体制が確立している。

低炭素型製品のライフサイクル



日本の誇り

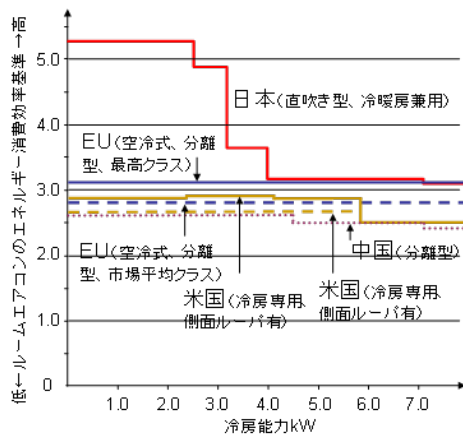
「現在の世界最高効率の技術を多数保有する。」



鉄1トンを作るのに必要なエネルギー指数の国際比較



ハイブリッド自動車



ルームエアコンのエネルギー消費効率

省エネルギーセンター「海外と日本における機器のエネルギー消費効率分布及び実測による効率比較に関する調査」(2006)より作成

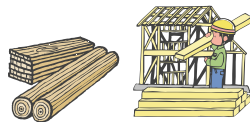
2. 低炭素社会の具体的なイメージ（6）

- 森林・農地・海洋（農林水産業） -

低炭素農地・森林から
供給される財・サービス



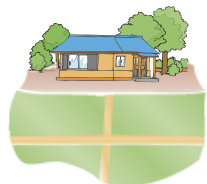
森林



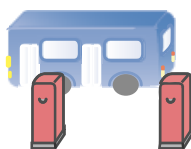
住宅等への国産材の供給



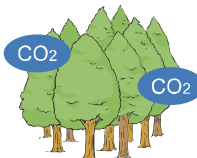
自然を慈しむ場を
提供



農地



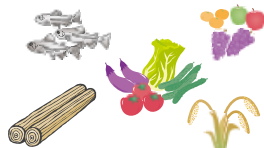
稲わら、間伐材を使用した
バイオ燃料の供給



CO₂吸収源



海



「顔の見える」
農林水産物の生産



地域資源を有効に利用した
エネルギー生産

行動 Behavior

- ・地域の風土・特色に根ざした、多様で「顔の見える」生産・消費活動により、安心・安全な第一次産品を供給している。
- ・都市住民が、レクリエーションや農作業体験などを通じて、自然とふれあう場が提供されている。また、休暇中の長期滞在者が増加している。

技術 Technology

- ・森林の整備・保全の推進によりCO₂吸収量が確保されている。
- ・最先端のモニタリング技術も森林の維持管理に貢献している。
- ・農林水産業において、生態系の保護を考慮した持続可能な経営と、経営規模の拡大や低コスト技術の開発等による効率的な経営とのバランスにより、「安全・安心」の確保と一次産品の国際競争力を強化する。食料・木材自給率は飛躍的に向上している。
- ・農作物の品種や栽培方法の改良、農業生産基盤整備による温暖化への適応
- ・地域資源を有効活用する技術が普及している（エネルギー作物、太陽光・風力・小水力発電等）。
- ・稲わら、間伐材などセルロース系の材料をバイオエタノールとする技術が普及している。
- ・木質バイオマスは家具、住宅、紙パルプといった従来からの利用に加え、バイオマスプラスチック、炭素繊維、電極、輸送用燃料など新しい利用方法を実現している。

行動や技術を支える基盤 Foundation

- ・あらゆる一次産品がどこでどのように作られたかを把握することができるルールとインフラが整備されている。
- ・森や田園風景・山・海など地域固有の景観が重視され、里山・里海、荒れた山林を守る活動などにより、適切に保全された自然が国民に豊かな生態系サービスを提供している。同時に農山漁村文化が継承されている。
- ・農林水産業の担い手が確保されている。