

気候変動の影響と対策 : AIMモデルにもとづくシミュレーション

甲斐沼, 美紀子 / Kainuma, Mikiko

(出版者 / Publisher)

法政大学人間環境学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

人間環境論集 / 人間環境論集

(巻 / Volume)

8

(号 / Number)

特集号

(開始ページ / Start Page)

21

(終了ページ / End Page)

35

(発行年 / Year)

2008-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00006144>

気候変動の影響と対策

AIMモデルにもとづくシミュレーション

甲斐沼 美紀子

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

国立環境研究所の甲斐沼です。本日はこういう場を用意していただきまして、どうもありがとうございます。

きょうは影響と対策というお話をしますが、国立環境研究所の江守室長の気候変動のモデルシミュレーションと関連した話題です。まず気候変動問題が、どういった状況でみんなの注目を集めるようになったかというところから始めたいと思います。

1. IPCCと国際交渉の関係

図1に示すように、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）が1988年に発足し、CO₂の大気中濃度が上昇し、気温も上昇していることから温暖化の危険があることを、国際機関として初めて報告書にまとめました。IPCCは各国の政府から推薦された専門家が集まっている機関で、1990年に第1次評価報告書を提出し、CO₂濃度を現在のレベルに安定させるには、直ちに排出を60%削減しなくてはならないと警告を出しました。2006年の現在では、CO₂の排出を削減し

なければいけないということはかなり認識され始めてきたけれども、残念ながらCO₂濃度はさらに上がっています。CO₂以外に、温室効果ガスといわれているメタンやN₂O、その他のガスの濃度も上がっています。

1995年にIPCCは第2次評価報告書を発表し、人為活動による気候への影響は既にあらわれていると報告しました。さらに、2001年の1月から3月にかけて、第3次評価報告書が発表されました。IPCCは気候変動の科学を考える第1ワーキンググループと、影響を考える第2ワーキンググループと、対策を考える第3ワーキンググループという3つに分かれて活動しており、それぞれのワーキング・グループの報告書が1月から3月にかけて発表されました。2001年には、過去50年の温暖化の大部分は人間活動に起因すること、温暖化は既に脆弱な生態系に影響していることを発表し、今、第4次評価報告書（2007年発行）を書いている途中です。

私は第3ワーキンググループという対策の評価報告書を書く作業にかかわっています。2週間後に第2次ドラフトの執筆者会合が予定されており、ドラフトがほぼ完成して、今年中に政府のレビューに対する返事を出して、来年、発行する予定になっております。

1990年にCO₂濃度を直ちに安定化しなければいけないというIPCCの報告に呼応して、気候変動枠組条約の交渉は1990年に開始され、1992年に採択されました。ご存じのように1997年に第3回締約国会議、COP3が京都でありまして、京都議定書が採択されましたが、発効にはしばらく待たなければなりません。一番大きな排出国であるアメリカは京都議定書を批准して

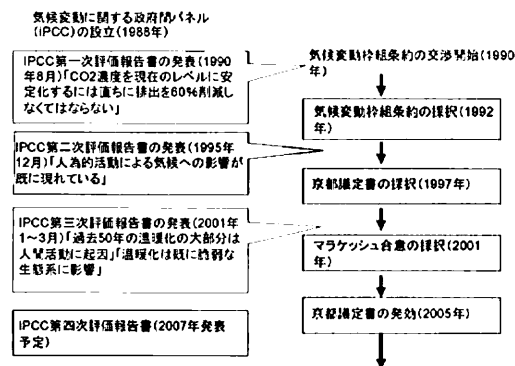


図1 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) と国際交渉の関係

いません。ただし、最近、アメリカの中でも州レベルでは対策をしようという動きは始まっています。カリフォルニア州などではCO₂濃度を下げようという動きはありますが、アメリカとしては京都議定書には参加していません。2005年に京都議定書が発効して、2008年から2012年の間に、日本の場合は1990年の排出量に比較して6%削減することになっています。ただ、それは本当の第1歩で、気候の安定化ということから見れば、さらに2050年にかけて排出量を現状の50%ぐらいまでは削減していかなければ気候の安定化はできないといわれています。

現在、京都議定書以降をどうするかという議論が始まっています。11月にナイロビでCOP12があり（京都はCOP3でした）、地道ながら、いろいろな情報をもとに対策を考えているという状況です。

2. 温暖化はすでに始まっている

温暖化は既に始まっていると第3次評価報告書でも述べられています。例えば平均気温は20世紀中に約0.6℃上昇し、海面の水位というのは10~20センチ上昇しています。こういった温暖化による影響というのは既に観測されているという状況です。

その中で異常気象も話題になっていて、実際、台風や洪水、土砂崩れの頻度が増えています。例えば2004年には大型台風、集中豪雨などに伴う気象災害の多発があり、異常気象と地球温暖化の関係についての関心が高まっております。インドネシアなどでもいろいろな被害があり、また、雨季や乾季などの季節変動の時期が最近ずれるなどの変化があり、気候変動に関する関心が高まっています。これらの気候変動は人間の活動の影響であるということで、対策を考える機運が高まっています。

最近では、2005年8月29日にハリケーン・カトリーナが米国フロリダ州に上陸しまして、甚大な被害を出しました。

温暖化の影響は、北極圏の氷河や海氷にも現れています。例えばイルサート氷河は、過去数年間で10km以上も縮小しましたし、また、北極では大幅な気温上昇により、大量の氷が消滅し

ました。減少を続けている北極海の氷が2004年~2005年の冬季は観測史上初めて、冬にも十分に回復できなかったという報告があります。

世界の氷河も大幅に減少しています。ヨーロッパアルプスなど、世界の多くの山岳地帯で氷河が数十年後になくなる可能性があるといった報告があります。

また、洪水も世界で多発しています。洪水災害の被害が最近、飛躍的に増加しているといった状況であります。

IPCCの第3次評価報告書によると、熱帯低気圧の発生が1940年代から60年代半ばにかけて多かったが、70年から90年に少なくなって、95年以降は再び増加傾向にある。約10年周期で発生頻度に変動があり、長期傾向としての特色は認められないと報告されています。また、気候モデルの研究からは、温暖化すると発生数は減少するが、中心風力などが増加すると予測されています。いろいろな側面から研究が進んで、成果が発表されているという状況であります。

洪水以外にも熱波による深刻な影響が現れています。2003年6月~7月に欧州大陸の気温が40℃まで上がりました。日本に関しましても、私の幼少のころは、広島県で毎年冬に2~3回は雪が降って、雪合戦をしたり、雪だるまをつくったりしていたのですが、最近はほとんど雪が降ることがなく、雪合戦とか雪だるまといったような光景はみられなくなってきています。これも、気温が上がってきているという1つの兆候なのかなと思います。江守さんたちが推計した気候のシミュレーション結果では、今後、全球平均気温は上昇します。暖くなるのはいいことではないかと言う人たちもいますが、問題は、気候変動が激しくなることです。暖かい日が増えたり、地域によっては寒くなったりするところもあるのですが、平均では2℃の上昇でも、実際には6℃も上がってしまうところもあります。特に高緯度地域では気温上昇が激しくなります。地球全体で平均的に上がるのではなくて、局所的な気候変動が、影響も含めて非常に問題となっています。

3. どこまで気温上昇を抑えればよいか

いま1つ議論になっていることは、どこまで温室効果ガス排出量を抑制する必要があるのかということです。このまま対策をしなければ、50年後、100年後に気温が上がっていくことになるのですが、では、どこまで抑制した方が良いでしょう。気候変動の枠組条約の中にも、温暖化影響があらわれない形で対策をしなければならないと書いてあります。ただし、経済活動への影響とのバランスを考えなければいけないという条文になっておりまして、どこまで、どれだけお金をかけて、あるいはどういった形で温室効果ガスの抑制する必要があるのかというのも1つの議論になっています。

その議論の中では、図2に示すように、回避しなければいけない影響を、タイプ1の影響とタイプ2の影響というように、2つの影響に分けています。タイプ1の影響は、連続的な変化において、ある点を超えると、政策決定者が許容できないと考える被害をもたらします。気温上昇に対応して、影響が現れ、ある点を越えると深刻な影響が現れるもの、食料不足や水不足

などを対象としています。

タイプ2の影響は、あるところで不連続な変化をする可能性がある場合です。気候システム全体に影響を及ぼして、取り返しのつかない、もとは戻すことができないというような不連続な影響です。例えば、熱塩循環で、海洋全体は、大きな循環をしています。その循環が気温上昇に伴って停止し、あるいは弱くなって、急に寒冷化が来るといったような、そしてまた途中で永久凍土が融解するだとか、急激な不連続な変化です。そういったタイプ2の影響を防ぐためには、どこまで対策をしなければいけないか、あるいはタイプ1の影響を回避するにはどういったことをしなければいけないかということを検討する必要があります。

例えば、気温上昇幅が1℃以下ぐらいだったら許容できるのかといいますが、脆弱な生態系に対する影響は気温上昇幅が1℃であっても、一部で顕在する可能性は大きい。例えばサンゴ礁などでは、1℃上がってもサンゴが白化したりして影響は受けます。さらに、気温上昇が2～3℃になると、地球規模で悪影響が顕在することが指摘されております。

気温上昇幅1℃というのは、脆弱な生態系にはかなり影響があります。ただし、グローバルには余り影響はみられない。しかし、2℃ぐらいになるとグローバルな影響もみられます。

図3は、イギリスのIPCC第4次評価報告書第2ワーキンググループの副議長のパーリー氏が、

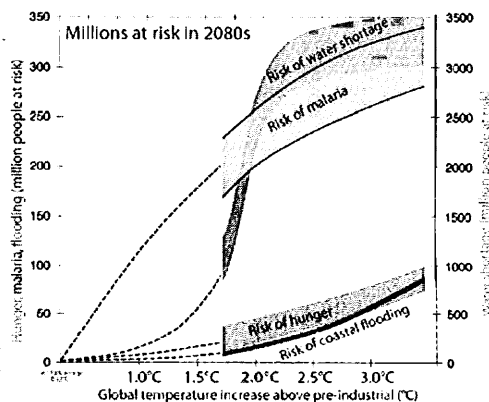


図3 全球平均気温上昇（横軸）と、水不足リスク（右縦軸）、マラリアリスク、飢餓リスク、沿岸洪水リスク（左縦軸）に曝される人口の関係（Parry et al. 2002）

タイプ1の閾値

- ある点を越えると政策決定者が許容できないと考える被害をもたらす値（社会経済的な限界値）。
- 閾値関数：線形、滑らかな変化。
- 例：気候変動による食料不足、水不足、健康悪化等のリスクに曝される人口に関する許容可能な上限や、許容可能な生物多様性減少の程度など。
- 被害などの経済コスト算定、適応策により被害軽減が可能。

タイプ2の閾値

- 気候システム自身の主要なプロセスを安定なものとして維持するために越えてはならない値（地球物理学的、生物学的な限界値）。
- 閾値関数：非線形、不連続な変化。
- 例：気候システムを不安定にする熱塩循環の停止、非可逆的な海面上昇を引き起こす西南極氷床・グリーンランド氷床の融解、急激な温室効果ガスの放出を引き起こす永久凍土の融解など。
- 発生した場合の影響については知見がない。

図2 影響閾値の分類（出所：中央環境審議会地球環境部会気候変動に関する国際戦略専門委員会資料）

2080年代におけるリスクを予測した結果です。横軸は気温上昇幅、縦軸はリスクを表します。左右の縦軸は、餓え、マラリア、洪水、水資源不足のリスクについて、気温が上昇したときに全球的にどのくらいのリスクがあるかを、100万人単位の人口で示しています。気温上昇幅が2℃ぐらいになると、水資源の不足であるとかマラリアによる健康リスクが増大します。この図も一つの契機となりまして、ヨーロッパにおきましては、気温上昇幅として2℃をターゲットにして、2℃に抑えるためには、どういった対策があり得るかといったような議論が進んでおります。

さらに気温上昇幅が3℃を超えると、気温システムの安定化を保つレベルを超えて、海洋大循環の停止などが生じる可能性が高まるという研究成果があります。ただし、気候システムの安定性を保つレベルに関する研究成果はまだまだ限られていて、さらに科学的知見を蓄積する必要があります。

対策の側からいえば、不可逆的な影響が現れることは回避する必要があります。

まとめますと、気温上昇幅1℃であっても、脆弱な生態系に対する影響はあります。2℃ですと、地球規模である程度悪影響がみられてくる。3℃以上になると、気候システムの安定を保つレベルを超えるというのが、今のところの知見を集約したものであります。

図4は、IPCC第3次評価報告書に掲載されている図で、気温上昇とリスクの関係を表してい

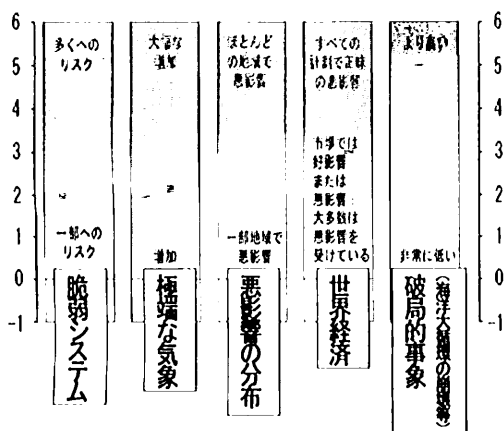


図4 気温上昇と脆弱性（出所：IPCC第3次評価報告書）

ます。脆弱なシステムについては1℃以下でも、ある程度リスクが出てくるし、極端な気象にも影響が出てきている。世界経済に影響を及ぼすレベルは、もう少し気温が上がります。さらに破局的事象は、3～5℃で現れるのかどうか、その辺のところはまだ議論の最中ではありますけれども、いろいろな軸で何℃ぐらいに抑えなければいけないか。2℃ぐらいに抑えておけば、脆弱システムへの影響は一部あらわれますが、農業影響などはそれほど深刻とはならないと言われています。経済的な影響と比較しながら、2℃ぐらいに抑えるのが1つの目安です。ただ、これにもいろいろな異論があって、2℃での影響というもの、本当はそれがわかっていないのではないかという反論も幾つかあることはあります。

4. どこまで温室効果ガスの排出量を抑えればよいか

産業革命以前の大気中CO₂濃度は280ppmぐらいでしたが、現在365ppmぐらいです。このままいくと、600ppm～700ppm程度になって、人間が石炭を掘り出して燃やす以前の大気中の濃度の倍以上になります。石油は2050年過ぎには枯渇してしまうのではないかというような推計もあるのですが、石炭は当分、100年、200年ぐらいは使い続けられる可能性はあります。ただ、それをそのまま今までどおりのように使い続けているのかどうかというのは、問題になります。ではどのくらいまでだったら許容できるのかというようなシミュレーションも、私ども環境研で行っています。

例えば、将来どういった社会になるのかというのを想定して、その社会ではどのくらいのCO₂、あるいはそのほかの温室効果ガスを出すのかということ予測して一成り行きシナリオと呼んでいるものなのですが一成り行きシナリオを想定した中で、では対策をしたら、どのくらいまで下げられるかを考えます。例えば大気中の温室効果ガス濃度を475ppm以下に抑えることができれば、2150年ぐらいまで2℃ぐらいに抑えていけるのではないかと予測されます。100年、200年の話で、ちょっと生活の実感はないかとも

と思いますが、やはり気温が上昇してしまってから排出量を抑えるというのは非常に難しいことなので、今から、先をみて、抑えていく対策をとることが非常に重要です。

図5の左側のグラフは温度上昇を表しています。それに対応する温室効果ガスの排出量が図5の右側のグラフです。図5の右側の図はいろいろなパスの中で、経済活動への被害ができるだけ少ないパスを1つあらわしたもので、温室効果ガス自体の排出量をあらわしたものです。左側は気温との関係をあらわしたパスです。大気中の温室効果ガス濃度と気温上昇も1対1に対応しているわけではなくて、いろいろなシミュレーションの結果があります。また、排出量が2倍になったら、温室効果ガス濃度はどのくらいになるかというような関係も、まだ1対1に分かっていません。ここでは、例えば温室効果ガスの濃度が2倍になったら、気温が2.6℃ぐらい上がるというような仮定を使っています。それを前提にすると、2050年あたりには50%ぐらい削減しておかないと、2℃の目標というのを置いた場合には、それは達成できないということがわかっています。^(注)

その中で、温室効果ガスの濃度が650ppmのケースでは、排出量のパスとしていくつか考えら

れます。排出量を最初に上げて、その後に下げたり、最初から急激に下げて、終わりの方でまだ余裕があるからと下げる率を上げるような、いろいろなパスが考えられます。475ppmに安定しようというのと、余りフレキシビリティはなくて、最初から下げていかなければ、それは達成できません。

図6は、インドにおける米と小麦の収量への影響を示しています。BAUのケース（なりゆきケース）では、コメと小麦の生産はかなり下がるであろうと予測されます。一方、対策をした場合（GHG-425ppmの線）、コメについてはほとんど影響なく、小麦についても若干の影響で済みます。これは、現在の農作物をつくっている状況を仮定して、将来、暑さに強い品種に品種改良が行われるといったようなことは、ここは仮定していません。ほかのケースでは品種改良が行われたらどうなるのか、作付け時期を変えたらどうなのか、そういったことも考えています。

現在、第4次評価報告書で議論されているのは、第3次評価報告書で議論されていることの延長で、気温の上昇と異常気象の発生の関係、こういったことがさらに詳しく議論されていると聞いています。

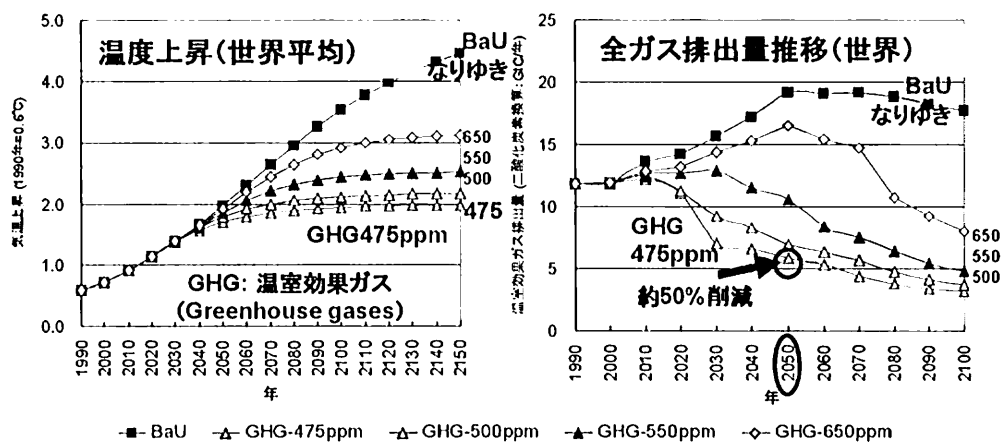


図5 (左) さまざまな温室効果ガス濃度における気温上昇の推移。(右) 温室効果ガス濃度に対応した温室効果ガス排出量の推移。(出所: AIM/Impact [policy] モデルによる結果、脇岡 (NIES) 他)

(注) 第4次評価報告書では、濃度が2倍になると3℃上がるのが最も確からしいと推計されました。より厳しい目標が必要となっています。

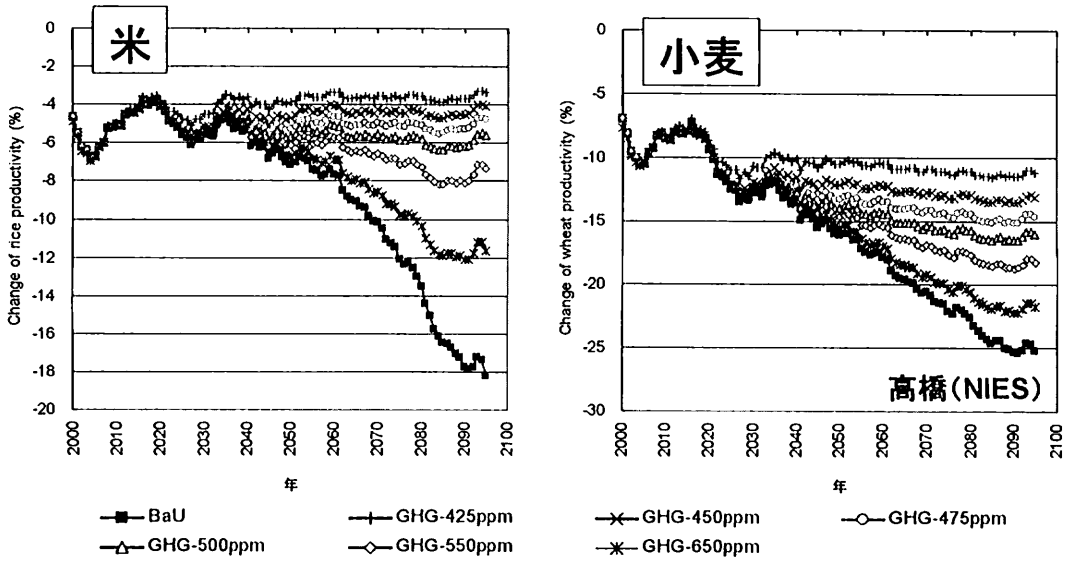


図6 温室効果ガス濃度に対する、インドにおける米（左図）と小麦（右図）の収量の推移（出所：AIM/Impact モデルによる結果、高橋（NIES）他）

5. 日本の温室効果ガス排出削減に有効な対策技術は何か ー排出量の予測ー

では、温室効果を下げるにはどうしたらいいかという話題に移ります。

京都議定書での当面の目標は1990年比マイナス6%です。チームマイナス6%と環境省が主導している取り組みもあります。日本の中で一番排出量が多い温室効果ガスはCO₂ですので主にCO₂の削減が対象です。世界的にみれば、インドとか中国などはメタンの排出量もかなり多いです。

図7に、AIM/Enduseモデルの概念を示します。これは、対策技術に関する技術選択モデルとも呼ばれています。技術選択が主体であるようなモデルを開発して、省エネ技術を

使って、どの程度CO₂の排出量が削減できるのかを予測します。例えば、パソコンを使って計算をするときに、どれぐらいのエネルギーが要るかとか、照明用にエネルギーはどのくらい要るかを推計します。エネルギーサービスを提供するのに省エネ技術を使えばどの程度コストがかかりエネルギー消費量が少なくてすむかを推計します。例えば車が一番わかりやすいと思うのですが、リッター5kmぐらいの車よりハイブリッドカーなどのリッター20数km以上走る車を使えば、エネルギー消費量が少なくて同じサービスを楽しむことができます。将来、人口も変わるし、産業構造も変わる状況の中で、サービス需要がどのくらいになるかをまず想定して、そのサービス需要を提供するためには、どのような機械を使って提供するのが一番費用が安く済むかを推計します。そのときにエネルギー消費量はどのくらいになるかを、いろいろなデータを用いながら予測できるのが、AIM/Enduseと呼んでいるモデルです。

例えば2008年から2012年までにどれだけ日本が温室効果ガスの排出量を削減できるかを予測するには、まずサービス需要量も想定する必要があります。サービス需要量の想定の中には、経済成長率をベースにして、鉄鋼の生産量や、

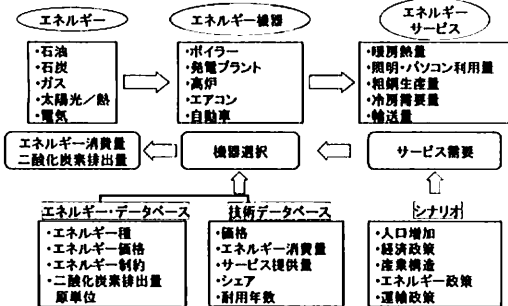


図7 AIM/Enduseモデルの概念

セメントの生産量、エチレンの生産量、紙の生産量などをまず想定します。日本の国の報告書などを参考にしたり、経済モデルを用いて予測したりします。

次に、想定されたサービス需要量を満足させるために使う技術を想定します。鉄鋼生産に関するいろいろな技術、あるいはセメント生産に関する技術、石油化学に関する技術のなかでこういった技術が使われるかを想定します。従来型の技術の代わりに、最新型の技術を使ったときに、どのくらいCO₂排出量が削減できるか、またそのときにかかる費用は幾らかを推計します。モデルでは、費用の一番安い技術が使われると想定しています。

幾つかのケースを想定しています。第1のケースは、今の技術が変わらなかつたら、どのくらいまでエネルギーが必要になってくるのかということ想定した場合（技術一定ケース）。第2のケースは、良い技術だったら、経済的にも見合うものであれば使われるといった市場原理を想定したケースです。即ち、3年で投資が回収できるのであれば使われることを想定した場合（市場選択ケース）。第3のケースは、例えば炭素排出に応じて税金をかけた場合に炭素排出量の少ないエネルギーの方に移る場合（炭素税ケース）。最後に、かなり高率の炭素税というのは、現実的には非常に難しいということで、省エネ技術を導入するのが、温暖化対策の1つの柱であるとすれば、炭素税からの収入を補助金に回すことによって、低い炭素税でも効率のいい機械が導入できるようなメカニズムを入れたケースを想定しています（補助金ケース）。

それぞれのケースにおけるCO₂排出量の推移を見積もったものが図8です。技術が変わらないままでは、CO₂排出量も伸びていくままですが、実際には経済的な効率の良い技術は導入されるので、市場選択ケースではCO₂排出量は少し減少します。さらに炭素税を導入した場合、あるいは補助金を導入した場合とかで、CO₂排出量は減少する可能性があります。ただし、今はもう2006年になっていて、最初にこの計算をしたのが1997年のCOP3のときでした。そのときはまだいろいろな選択肢があったのですけれども、2006年

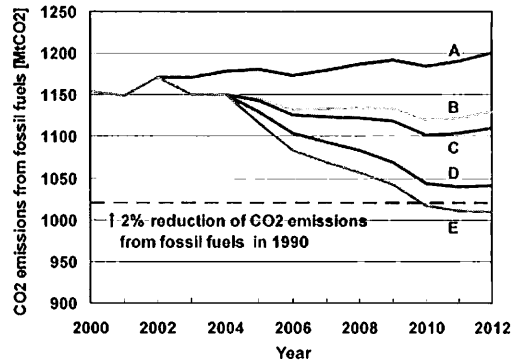


図8 AIM/EnduseモデルにおけるCO₂排出量の推移。実線はそれぞれ(A)技術一定ケース、(B)市場選択ケース、(C)炭素税ケース3,000円/tC、(D)炭素税ケース30,000円/tC、(E)補助金ケースにおけるCO₂排出量の推移を示す。

から対策を実施して、2008年から2012年の5年間に、実際に6%削減しなければいけない状況では選択肢が限られてきて、かなり厳しいです。

有効な対策としては、例えば高効率のボイラーの導入とか、ボイラーの燃焼管理をよくするだとか、高効率のエアコンを導入するだとかが考えられます。

京都議定書の目標は、2008年から2012年まで、先進国の排出量を5%削減するということですが、長期的にみれば、2150年までに2℃に抑えるためには、例えば475ppmに抑えなければなりません(図5参照)。そうすると、2050年ぐらいに世界の温室効果ガスの排出量を1990年比で50%削減する必要があります。

6. 温室効果ガスの排出量を削減する道筋

—バックキャストによる探求—

「生態系に悪影響を及ぼさないように大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させること」、これは、UNFCCC(国連気候変動枠組条約)の究極の目的です。では、2008年から2012年までの5%削減が非常に難しいという中で、50年先に50%削減という、さらに難しいことが本当にできるのか、「温室効果ガスの排出量を削減する道筋はあるのか?」という問題があります。短期的に削減するのは非常に難しいですが、長期的に大幅に削減していく方法はあります。

いずれにしても、大幅な削減は必要です。自

然の炭素の吸収量は年間30億トンぐらいです。しかし、実際に人間が排出しているのはその倍の年間60億トンです。このため、大気中の濃度は毎年1.5～2 ppmぐらい増加しています。自然の吸収量よりも倍の量を、人間が地下から化石燃料を掘り起こして、燃やしてCO₂として出しているのです。そうすると、どんどん大気中に溜まって行って、危険なレベルに達します。それを、できるだけ早くもとの状態に戻さなければなりません。仮に今すぐ止めても、工業化前の濃度に戻るためには、時間がかかります。このまま排出し続けると、不可逆的なところになってしまう。だから、50年、100年先をみて、今、対策をしなければいけないというのが私どもの主張です。それに対して何をしていたらいいかというのを、研究しています。

1つは、2100年とか2150年を考えるとというのは非常に難しいので、当面2050年の社会像を描いて、その2050年に本当に温室効果ガス排出量を50%にできる社会があり得るのかを考えます。今と同じような生活レベルを保ちながら削減する方法を模索しています。今、日本をはじめとする先進国では、高い生活レベルを保っています。一方で、途上国のほとんどは、いままで電気も来ていないところが、今後電化され、排出量が大幅に増加すると予想されます。この状況で、本当に2050年に大気中の温室効果ガス濃度を生態系に悪影響が及ぼさないように安定化するような状況が考えられるのかを、今、2050プロジェクトと呼んでいるプロジェクトで検討しています。まず2050年のビジョンを出して、そのビジョンを達成するために、今、何をしていたらいいかを研究しています。

通常の予測はフォアキャストと呼ばれず手法を使います。今の状況から、どういった技術が開発されて、次はこれが使われるといったことを想定し、では、将来どうなるのだろうかということを現状からの変化で予想します。2050プロジェクトでは、まず2050年のビジョンを想定し、バックキャストと呼んでいる手法を用いて検討しています。低炭素社会——炭素の排出量の少ない社会。例えば、2050年に1990比で世界の温室効果ガスの排出量が半減する社会を低炭素社

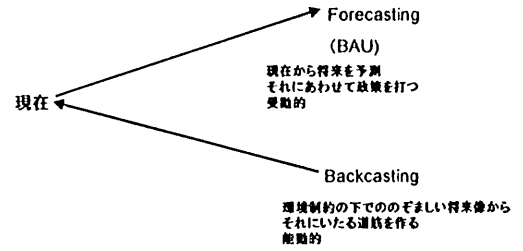


図9 Forecastingとbackcastingの概念
(出所：西岡 2050年プロジェクト発表資料)

会と我々は名付けているのですけれども、低炭素社会に必要な政策と対策を考えていこうというのが、今、環境研で行っている研究の1つであります (図9参照)。

現状からフォアキャストで行くと、温室効果ガスの排出量がかなり増えてしまいます。しかし、まず、大幅削減できる社会を想定しながら、そこに至る道筋を考えながら、今、どういった手を打っていくのが良いかを示すのが、プロジェクトの目的であります。

バックキャストの手法は、この将来像を描き、そこに至る道筋を明らかにするために必要です。

まず日本で、2050年脱温暖化社会ということを考えます。これは2年ほど前からスタートしているプロジェクトです。どういった社会が本当にあり得るのか、どういった社会がいいのか、どういったところに住みたいか。電気など現在の我々の日常生活を支えているものも必要です。住みたい社会を描いて、その中でCO₂排出量の少ない社会というのを考えるのが一番いいのだらうということ。その中の代表例として、図10に示したシナリオAとシナリオBの2つのシナリオを考えています。ただ、ここに至るまでも、1年ぐらい、いろいろ議論して、活力型社会、ゆとり型社会といった2つのシナリオを作りました。

例えば、日本全部がシナリオAの活力型社会、あるいは日本全部がシナリオBのゆとり型社会になるかということ、必ずしもそうとは言えませんが、ある程度、そういった将来の像を示しながら、今何をしていたらいいかということ考

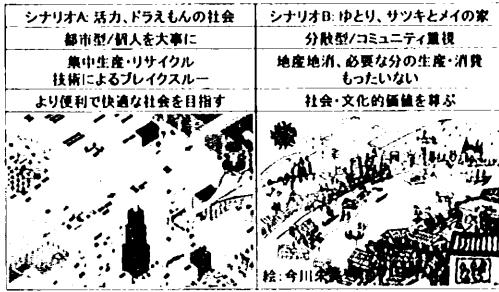


図10 2050年脱温暖化社会の描写例

えているところであります。例えば意見として、いろいろなところでブレインストーミングというように形で話し合ってきた中では、シナリオAとしては都市型社会、集中生産とかりサイクル、技術によるブレイクスルーを目指して、より便利で快適な社会を目指すというのがあり、その中でCO₂の少ない社会はどういったものかというものです。シナリオBはゆとり社会で、分散型で、コミュニティを重視して、地産地消で、必要な分の生産を、その地域で担いながら消費し、社会とか文化的価値を尊ぶ社会です。

シナリオAではGNPが伸びていくことを目指す社会でありますし、シナリオBはグリーンGNPだとかハピネスといった、何か別の価値体系があるのではないかと。そういったところを目指しながら進むのがシナリオBです。——ただ、シナリオを集約しようとする、だんだん難しくなります。どういった社会がいいのかというのも、本当に皆さん、多種多様な意見をもっていらっしゃる、とりあえず2つにまとめて、その中でCO₂排出量と技術との関係を描いております。

7. シナリオとストーリーライン

—2050年の日本の社会—

まずストーリーラインと呼んでいるストーリーを考えて、その次にストーリーを定量化します。ストーリーラインでは、(1) 人口構成、(2) 生産技術、(3) 産業構造、(4) 住宅の需要、(5) 経済成長、(6) 原油価格などを考えます。

人口構成では、日本の場合には、人口は少子化に伴って減少傾向にあります。高齢化が進み、労働力人口が減少します。これはシナリオAとシ

ナリオBに共通です。

生産技術では、今後とも生産技術は向上するが、対象となる技術はシナリオによるので、これについては異なります。

産業構造では、全体的に高付加価値化、サービス化が進むが、素材産業も国内の需要規模に応じて国内供給を続けます。これは日本だけの話なので、では産業を外国にもっていったら日本のCO₂排出量は減るのではないかとということもあるのですが、別のプロジェクトで、世界の中の日本の位置づけをモデル化して、世界のCO₂排出量の中で考えています。国内での生産が減り、海外での生産が増えることによるCO₂の排出量の変化は、CO₂のリーケージと呼んでいます。海外での生産については、別途検討しています。

住宅需要については、人口減少に伴い減少傾向になります。

経済成長については、今後、1人当たりGDPは増加するが、増加の割合はシナリオによって異なっています。

原油価格については、このシナリオを作ったときには原油価格の推移は緩やかだったのですが、今はかなり上昇しております。しかし、ただそれは歯止めがかかるというような形で、この辺についてはもう1回、書き直さなければいけないのかなと考えています。原油価格の推移は、国際情勢に大きく依存するため、シナリオによっては原油価格を想定するのは難しいのです。一応、ここでは、2050年に1バレル100ドル程度を想定しました。今は60～70ドル程度です。このシナリオを作ったときには、30～40ドル程度でした。

表1に2050年のストーリーラインをシナリオ別に示します。

シナリオAでは都市圏へ人口は集中する、シナリオBでは都市と地方の割合は現状とほとんど変化しません。

経済成長に関しては、シナリオAは一人当たり年率2%、シナリオBは年率1%で増加すると想定しています。人口が少し減っている、GDPとしてはこれよりも少なくなります。

産業構造は、シナリオAは国際分業が進みます

表1 シナリオAとシナリオBにおける2050年のストーリーライン

	シナリオA	シナリオB
人口	中位推計。都市圏への集中度が高まる。	中位推計。都市と地方の割合はほとんど変化しない。
経済成長率	一人当たり年率2%あたり	一人当たり年率1%あたり
産業構造	国際分業が進む。第2次産業のシェアの減少幅は少なめ。第3次産業が進展。	第2次産業から第3次産業および第1次産業へのシフトが起こる。
生産技術進歩	相対的に高い生産技術進歩。	相対的に低い生産技術進歩。
ライフスタイル	都市型に向かう。集合住宅のシェアが増加。	スローライフに向かう。戸建住宅のシェア大きめ
民生電化率	大きく増加する。ロボット等新たな電化製品の普及。系統電力または集合住宅向け燃料電池でエネルギー供給。	やや増加する。戸建住宅には太陽光ハイブリッドシステムが完備しエネルギー自立。マイクログリッドが発達。
国土利用	都市へ集中する傾向。コンパクトシティなどの設計に重点が置かれる。	地域へ分散していく傾向。地域内交通、地域間を結ぶ交通に重点が置かれる。
医療サービス	高度医療技術が発達。殆どの病気の治療が可能に。	地域医療の充実。予防に重点が置かれる。
農業2050年ストーリーライン	経済のグローバル化で海外から生産者履歴のわかる食料調達。自給率大きな変化なし。	食の安全に関心が集まり、農業回帰高まる。自給率がかなり改善している。
観光	大都市文化と最新技術、主要な歴史建造物への観光が主。	地域の特性を活かした観光産業が盛んに。
時間	労働時間はそれほど減少しない。	労働時間が減少し、育児・勉学・コミュニティ活動などに使う
廃棄物	部品の標準化。資源再生産性の大幅上昇。	長寿命化。ゴミをあまり出さない

が、第2次産業シェアの減少幅は少なめで、第3次産業が進展します。シナリオBでは、第2次産業から第3次産業及び第1次産業へのシフトが起こるといような想定です。

生産技術進歩については、シナリオAは相対的に高い生産技術の進歩を仮定しています。シナリオBの方では、相対的に低い生産技術の進歩を仮定しています。

ライフスタイルについては、シナリオAは都市型に向かう集合住宅のシェアが増加します。シナリオBはスローライフに向かう戸建て住宅のシェアが大きめです。ただ、この辺は非常に難しく、例えば年齢層によって嗜好が異なります。私などは郊外とか、田舎暮らしに結構あこがれますが、私の息子は、都会がいいと言っています。こちらでいろいろストーリーを考えても、我々の中だけで考えていたのでは非常に難しいので、むしろこういうところで皆さんの意見をお伺いしながら、ストーリーも書きかえていくのがいいのかなと考えています。

民生部門での電化率は、シナリオAでは大きく増加します。ロボット等、新たな電化製品が普及して、系統電力、または集合住宅向け燃料電

池でエネルギーを供給する社会が考えられます。シナリオBではやや増加する。戸建て住宅には太陽光のハイブリッドシステムが完備して、エネルギー自立型になると想定されます。マイクログリッドが発達してくる。系統電力というのは、大規模集中型発電システムで、東電などの会社が送電線を使って家庭に電気を送っているシステムです。一方、マイクログリッドは、さまざまな新エネルギーを組み合わせるIT技術をフルに活用して制御・運用し、安定した電力・熱供給を行う地域分散型システムのことです。

国土利用に関しては、シナリオAは都市に集中する傾向があって、コンパクトシティなどの設計に重点が置かれています。シナリオBでは地域へ分散していく傾向があって、地域内交通、地域間を結ぶ交通に重点が置かれています。こういったシナリオAとシナリオBの違いがあります。

医療サービスに関しては、シナリオAは高度医療技術が発達して、ほとんどの病気の治療が可能になる。シナリオBでは地域医療の充実で予防に重点が置かれる社会を設定しています。

農業では、シナリオAは経済のグローバル化で海外から生産者履歴のわかる食料を調達する。自給率については大きな変化はない。シナリオBでは食の安全に関心が集まるとともに、農業回帰が高まって、自給率がかなり改善します。

観光についてはシナリオAでは大都市文化と最新技術、主要な歴史建造物への観光が主で、シナリオBでは地域の特性を生かした観光産業が盛んになります。

労働時間はそれほど減少しないのがシナリオAなのですが、シナリオBでは、労働時間が減少し、育児、勉学、コミュニティ活動などに使われます。

廃棄物は、どちらのシナリオでも将来は廃棄物が問題となり、温暖化以外の観点からも重要になってきて、部品の標準化、資源の再生産性の大幅増加とか長寿命化、ごみを余り出さないといったような幾つかのストーリーラインが考えられます。

8. 脱温暖化社会を実現するための技術

では実際にどのくらいの技術が進歩すれば、

そういった社会が可能なのかということを考えてみます。例えば日本の場合、CO₂削減シナリオで2050年に70%削減するためには、具体的にどのような状況だったらできるのかということ、産業活動では、高効率ボイラーが普及すること。この技術はすでにあるのですけれども、現状ではかなり値段が高いということで余り普及していません。さらに、高性能の工業炉、モーター、照明などが必要です。

それから天然ガスへの燃料転換も必要です。天然ガスも最近の海外の情勢では、海外との競合とかあると難しいかもしれません。石炭の需要の半分を天然ガスで賄うだとか、ヒートポンプ給湯を行うとか、太陽熱温水器が業務用で80%ぐらい普及しているとか、コジェネも業務用で10%普及しているといったいろいろな状況が考えられます。

家庭においても、現状の3倍ぐらいの効率のある高効率エアコンが100%普及するとか、待機電力が3割削減されるとか、照明は蛍光灯の3倍の効率（LED照明）が必要です。照明の効率はヒアリングをして、2050年に普及できる可能性があるとのことでした。そういったものが50%普及するとが必要です。本当に50年先にこれらを実現するには意識の改革も必要です。

太陽熱温水器が80%普及するとか、太陽光発電が1,000万から2,000万世帯に普及するだとか、住宅に関しては断熱システムで暖房需要を6割ぐらい削減するような断熱住宅が普及すること。こういった状況を考えて、2050年において70%削減は可能です。

図11は、その1つの具体的なイメージです。暖房需要の60%ぐらいを削減できるような高断熱住宅だとか、LED照明で蛍光灯と比較して効率が3割よくなるとか、太陽光発電を行うだとか、高効率のエアコンを導入するだとか。今の生活レベルを維持しつつ、これらの技術が普及できれば、今のCO₂排出量よりも大幅に削減が可能です。こういった取組は、イギリスや日本で既に検討されており、循環型住宅へという設計ガイドなどの書籍も出版されています。

こういった需要サイドの対策の一方、もう1

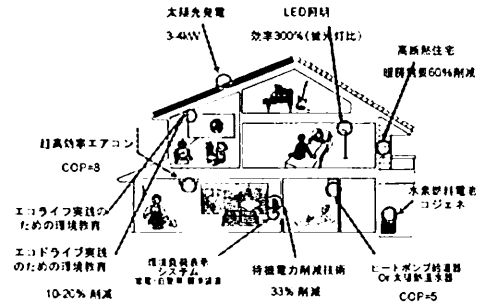


図11 2050年に大幅削減を実現する家庭部門のイメージ

つ、一番重要なのがエネルギー供給サイドの対策です。エネルギー供給サイドでは次のような対策があります。太陽光発電に関しては、例えばNEDOの報告では年間8,600万kW供給できる可能性があります。風力も、土地の制約のあるなしによって、500万kWから3,500万kW。バイオマスも、大規模なプランテーションを想定しない場合でも、20~30Mtの石油に相当するバイオマスが生産できる、といった供給シナリオが想定できます。

原子力については、負荷調整ができる、上限まで使用する、あるいは寿命延長を許すとか許さないとか、いろいろな想定が可能で、入れる場合、入れない場合、入れるとするとどのくらい入れるかといった、いろいろな条件に沿って計算しているところです。

また、最近は炭素隔離貯留という技術が研究されています。RIITEという京都にある機関によると、最近の予測では1,600MtCぐらい隔離貯留できるとのことです。ただし、日本の場合、隔離したとしても貯留する場所がかなり問題です。海洋に関する法律があって、なかなか海洋に投棄できないであろうし、陸に投棄するにも場所がないというように、幾つか問題があります。

一方で、水素エネルギーに依存した社会も想定しています。水素をつくるには、もちろんエネルギーが必要です。水素は、使うところでは非常にクリーンなエネルギーですが、水素を作るときにはバイオマス発電を利用し、炭素隔離貯留と合わせながらつくるといった炭素排出量の少ない技術を使う必要があります。電気をそのまま使ったらいいか、水素にして使った方

がいいのか、幾つか問題点はありますけれども、これも選択肢のうちの1つです。

電気を中心にするにしても、電気を何からつくるかといったような、いろいろな選択肢があります。具体的には、表2に示すように、(1)原子力と炭素隔離貯留を組み合わせたケース、(2)水素とバイオマスを組み合わせたケース、(3)バイオマス自体を直接燃焼して使う3つのケースを想定しながら、先ほどご紹介したような70%削減の社会が実現できるのかを、いろいろな選択肢を考えながら研究を進めています。

そこで、表3のように、先ほどのシナリオA(活力の社会・都市集中)とシナリオB(ゆとりの社会・都市地方並立型社会)に対して、エネルギー供給についても、電化中心の社会、水素中心の社会、再生エネルギー中心の社会ではどういった生活状況になるのかというようなことを描いております。

活力社会というシナリオAの社会で、その中で削減するとしたら、どういったところで現状から70%削減できるかといった1つの例が図12です。素材製品の生産量や、人口、世帯数に変化して、活動量が変化します。削減には、エネ

表2 CO₂排出量を70%削減するシナリオ

	NG、原子力、CCS ケース	水素、バイオマス ケース	バイオマス、新エネ ケース
原子力シェア(総発電量)	50%	24%*1	0%
炭素隔離貯留	30MtC/年	-	-
自動車用燃料電池普及率	100%	100%	-
民生用燃料電池普及率	10%	10%	-
主たる水素供給源	天然ガス	バイオマス+風力	-
風力発電(万kW)	250	3,500	500
太陽熱温水器シェア	10%	70%	70%
太陽光発電(万kW)	4,200	8,600	8,600
バイオマス(国産, MtOe)	3.9	24	24
バイオマス(輸入, MtOe)	-	57	93

*1: 現状計画見込のあるもので考慮。寿命60年と想定。

表3 2050年ストーリーラインにおけるエネルギー供給

	電化中心 (大規模発電)	水素中心 (FC+CHP)	再生可能エネ 中心(分散型)
シナリオA (都市集中)	電気は系統 熱はHP(ヒートポンプ) 交通はEV(電気自動車)主?	電気・熱はCHP(熱電供給)系統 交通はFC(燃料電池車1)だが自動車需要も減少。	太陽光置けるだけ おく。バイオマス 輸入。
シナリオB (都市地方並立)	電気は系統 熱は太陽熱温水器 またはHP 交通はHBV(ハイブリッド)またはEV	電気・熱はCHP- 系統 交通は自動車需要 漸減でFC普及。	電気・熱は太陽 光・風力・バイオ等 を直接利用する。 交通はバイオ由来

ギー効率の改善が寄与するところ、炭素強度、これは単位エネルギー消費量当たりの炭素排出量ですが、サービス需要が寄与するところがあります。また、需要部門の対策で解決するか、供給部門の対策で解決するかがあります。炭素強度を改善して解決するか、エネルギー効率を改善して解決するかといったような、幾つかのオプションがあります。また、図13のように、シナリオBに関しましても幾つか同じように対策ができます。

このシナリオAとBの大きく違うところは、全体的にCO₂排出量を70%ぐらい削減する中で、例えば図14に示すように、需要手段の削減及び需要でのエネルギー転換が多いのはシナリオBで、シナリオAでは、機器の効率改善、技術に依存したところ、あるいは電気の供給側のところで削減が行われる点です。

エネルギー供給サイドから見ると、先程説明

	CO ₂ 排出量に変化を及ぼす主な要因	要因分類	削減量	削減率
社会	・ 炭素製品生産量の減少 ・ 人口・世帯数の減少	活動量変化	23MtC	需要削減 40
産業	・ 生産エネルギー効率の改善(技術開発) ・ 天然ガス利用率の増加	エネルギー効率 炭素強度改善	27MtC	
民生	・ 断熱改修促進の進捗 ・ HEMSによる最適制御	サービス需要 削減	15MtC	エネルギー効率 改善 78
	・ 蓄熱型ヒートポンプエアコン・給湯器・照明の普及	エネルギー効率 改善	8MtC	
	・ 燃料電池の普及 ・ オール電化住宅の増加 ・ 太陽光発電の大量普及	エネルギー効率 改善	21MtC	
		炭素強度改善	11MtC	
交通	・ 地域の実情利用に即した公共交通 ・ 公共交通機関(鉄道・バス)への旅客交通の モーダルシフトの促進	サービス需要 削減	30MtC	炭素強度 改善 78
	・ 電気自動車・燃料電池自動車などモーター駆動自動車の 普及	エネルギー効率 改善	11MtC	
エネルギー 供給	・ 原子力発電の維持 ・ 設備能力の有効利用、電力貯蔵の拡大 ・ 水素供給	炭素強度改善	41MtC	CCS 30
	・ 高効率石炭利用技術+CCS(炭素隔離貯留) ・ 化石燃料による水素製造+CCS	CCS	30MtC	

* CO₂削減量は2005年基準量からの削減量を示している。

図12 温室効果ガス70%削減を実現する対策オプションの検討(シナリオA、2050年の場合)

	CO ₂ 排出量に変化を及ぼす主な要因	要因分類	削減量	削減率
社会	・ 物質的豊かさからの制約による再消費の伸び縮み ・ 炭素製品生産量の減少 ・ 人口・世帯数の減少	活動量変化	54MtC	需要削減 65
産業	・ 生産エネルギー効率の改善(技術開発) ・ 天然ガス・バイオマス燃料利用の増加	エネルギー効率 炭素強度改善	15MtC	
民生	・ 断熱改修促進の進捗 ・ HEMSによる最適制御と環境情報提供	サービス需要 削減	39MtC	エネルギー効率 改善 37
	・ 蓄熱型ヒートポンプエアコン・給湯器・照明の普及	エネルギー効率 改善	3MtC	
	・ 戸建住宅を中心とした太陽光発電による電力自立 ・ 燃焼系暖房・前導制御でのバイオマス利用拡大 ・ 太陽熱温水器の普及	炭素強度改善	28MtC	
		サービス需要 削減	15MtC	
交通	・ 歩いて暮らせるコンパクトなまちづくりの促進 ・ 公共交通の拡充(鉄道利用促進のためのインフラ整備・IC 乗換・自転車専用道)	サービス需要 削減	29MtC	炭素強度 改善 126
	・ バイオマスハイブリッド自動車の普及	エネルギー効率 改善	23MtC	
エネルギー 供給	・ 電力供給の確保のためのIT技術の発達 ・ バイオマス発電 ・ 電力貯蔵の低下	炭素強度改善	34MtC	CCS 30
		CCS	30MtC	

* CO₂削減量は2005年における基準量からの削減量を示している。

図13 温室効果ガス70%削減を実現する対策オプションの検討(シナリオB、2050年の場合)

シナリオによる削減要因の違い

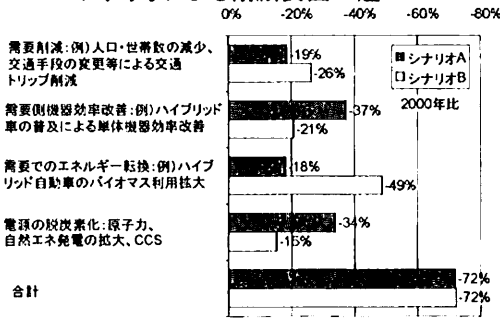


図14 シナリオによる削減要因の比較

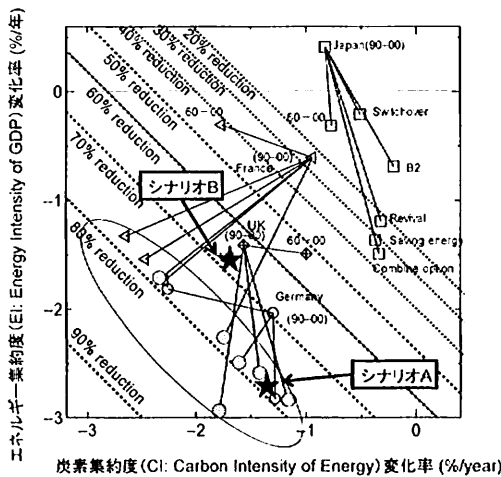


図15 各国の炭素集約度の変化率とエネルギー集約度の変化率。斜めの点線は経済成長率年間1%で50年間に実現できる削減率を示す。

したような需要のコントロールを行った上で、石油、石炭のシェアを大幅に削減し、天然ガス、バイオマス、原子力、太陽、風力等の低炭素のオプションを組み合わせた、様々なケースが想定されます。

9. 排出削減のスピード

図15は、CO₂排出量を60%や80%削減するのに、必要となるエネルギー集約度 (GDPあたりのエネルギー消費量の変化分: 縦軸) および炭素集約度 (エネルギーを供給するときに排出するCO₂排出量の変化分: 横軸) の変化スピードを示しています。過去の例と比較しますと、日本は、1990年から2000年にかけて、炭素集約度は改善されていますが、エネルギー集約度は悪化しました (図中Japan (90-00))。一方で、フ

ランス (図中France (90-00))、イギリス (図中UK (90-00))、ドイツ (図中Germany (90-00)) のほうが割と良くなってきています。

過去40年間で、どのくらい各国について効率がよくなったかというのは、各国について図15中に記号 (60-00) で示されています。イギリス、フランス、ドイツは2050年で60%削減社会について幾つか報告書を出していますが、そのエネルギー集約度と炭素集約度の改善は、過去40年間、あるいは50年間よりも、かなり厳しいものになっています。このイギリス、ドイツ、フランスの削減シナリオの想定値は、図中の楕円の部分です。日本の場合、Aシナリオ、Bシナリオとして紹介したシナリオは、図中の星印の部分です。いろいろな対策の組み合わせの中で、今から50年の間にどのくらいエネルギー効率をよくしていかないといけないか、炭素の集約度をよくしていかねばいけないかという、過去の事例よりも2、3倍のスピードでエネルギー効率を改善させていかねばいけない。ただし、産業界などのヒアリングによると、効率改善は可能であると言われていています。需要を減らしながら、資金を投資して、エネルギー効率を改善していかないと、70%削減をする社会というのは非常に難しい状況です。今すぐ対策を始めないといけないというのが現状です。

10. おわりに

これまでの話をまとめますと、既に温暖化は起こっていて、温度上昇を、例えば2℃に抑えることを1つの目安とすると、大幅な温室効果ガス排出量の削減が必要になってきます。そのためには、供給側だけでなく、需要側でも大胆な対策が必要です。世界全体の排出量を50%削減することを目標とすると、日本では、排出量を60~80%ぐらい削減しなければいなくなる可能性もあります。このとき、供給側対策だけでは間に合わなくて、需要側を抑える必要があります。そのためには、インフラ整備、制度の改革、個人個人の削減行動を組み合わせることが必要です。今すぐに、脱温暖化社会に向けて取り組まなければいけない。では何ができるのかを明らかにして行こうというのが、我々が今、

やっている研究です。
以上です。

11. 質疑応答

○司会者 どうもありがとうございました。

○質問者 AとBとシナリオをつくりましたが、これは一体、どういう人が、何人ぐらいで、どのくらいの時間をかけて、そもそもどうやってつくるのですか。例えば、工学屋さんとか農業の人とか、経済とか、いろいろありますよね。どういう人たちが、どこでどうやってつくるのですか。

○甲斐沼 これは、2050脱温暖化プロジェクトというのを2年前、2004年に環境省の推進費でスタートしまして、日本の研究者が60人ぐらい入っています。その60人のほとんどは工学関係の研究者です。社会科学の人もいらっしゃいますけれども、工学中心であります。

これ以前では、IPCCが排出シナリオに関する特別報告書を2000年に出しました。我々のプロジェクトの前のプロジェクトリーダーだった森田さんが中心になり、温暖化のシナリオを書きました。そのときはいろいろな科学者が40~50名、2年間かけて、ストーリーについていろいろ話をして、最後の1年半ぐらいで定量化を行ったという経緯があります。それらのシナリオづくりの方法が、特別報告書に掲載されています。そういった経験を踏まえて——環境省が持続的な社会はということで、環境白書にIPCCの特別報告書のシナリオの日本版というのを一度作成したことがあって、そのときもやはり1年間ぐらい、いろいろ議論しながら、モデルをつくっている人が中心になり行いました。その中でも社会科学などの研究者やいろいろな人のお話は聞いてはきたのですけれども、定量化のところまでもっていくには、やはり工学系のモデル作成者が中心です。

日本の脱温暖化プロジェクトでは、2004年の4月から1年半ぐらいは、定性的に議論して、いろいろな要素が出て、なかなかまとまらなかったのですが、2006年の3月、4月ぐらいを目処に、並行的に定量化も行いました。

○司会者 ありがとうございます。ほかに質問はありますか。

○質問者 お話ありがとうございます。質問は3つあります。

1つめは、表3のストーリーラインのところに、シナリオA、シナリオBに対して、電化中心、水素中心、再生可能エネルギー中心の6つコラムがありました。これらの中で、どれが一番実現できると思われるのかについて、知りたいです。

もう1つは、今、バイオエタノールがとも増えていると聞いていまして、例えばブラジルやアメリカではサトウキビとかトウモロコシからバイオエタノールをつくって、それを車の燃料に混ぜている事例が多くあるのですけれども、そちらについての可能性を聞きたいです。

最後なのですけれども、地球温暖化上昇を2℃に抑えるのが1つの目安とのことですが、それを2℃に抑えるのが、現状ではどれぐらいの確率で抑えられるのかなど。何パーセントぐらいの確率で抑えられるのかと、今、思われているのか、聞きたいです。

○甲斐沼 1つめの質問の、電化がいいのか、何がいいのかというのは、私自身どれがよいのか言えません(笑)。選択肢として、これがあります、これもありますとって検討している訳ですが、ちょっと無責任じゃないのといわれたり、自分の意見をもっといいなさいとかいわれたりもします。どういう可能性があるということを中心に研究しているものですから。ただし、個人的には、水素よりも電気をそのまま使った方がいいのではないかとはいっています。技術の度合いがどうなのか、その辺、まだ不確実な状況もありますので、電気の可能性、電化していく可能性の方が高いのではないかとはいっていますけれども、まだその辺は不確実性があります。

2つめの質問のバイオマスに関してお答えします。バイオマス導入シナリオとかいうのを幾つか書いています。表2のケース2(中央のコラム)、ケース3(右のコラム)のところですけれども、国産バイオマスは24メガト

ンオイルで、輸入が、ケース2の場合は57メガトン、ケース3の場合は93メガトンオイルというように書いています。左のコラムでは、国産バイオマスが3.9メガトンで、これはかなり確実な数字です。国産バイオマスを3.9メガトンから24メガトンにするのはかなり大変です。さらにいえば、今年からブラジルの人と研究を一緒に始めたところですけども、ブラジルは10年、20年前から、とにかくうちはバイオでいくということで、性能よりも、バイオを使う技術を中心に苦労してやってこられたと聞いています。ブラジルにはいろいろな国から今、引き合いが来ています。バイオエネルギーへの転換を図っているのは日本だけではないから、最終的には日本でエネルギーを自立しなければいけません。このバイオエネルギーのシナリオというのは、ほとんど外国から輸入しているということで、おっしゃるとおり、ここにも非常に問題点がある。これを、本当に日本で自立エネルギーとして24メガトン+93メガトンにできるのかなというのは、非常に難しいのではないかと考えています。ただ、これだけやらないと、70%削減というのは無理です。では、どうやったら海外からの輸入を確保できるかは、政策の問題にもなるのではないかと思います。

3つ目の質問の温度上昇を2℃に抑えるのは、今のままだとほとんど不可能です。実現するためには、今、対策を始めなければなりません。温度上昇2℃以下と抑えるには、2050年に世界で50%削減しないといけないので、世界で協力して実行していく必要があります。個人的には非常に難しいとは思いますが、日本で70%削減した将来像は描けるので、是非、それを推し進める政策を実行して行って欲しいと思っています。国家の政策として実行すると同時に1人1人の意識も重要ですので、ぜひ協力してください。

○司会者 どうもありがとうございました。

(満場拍手)