



NIES RESEARCH BOOKLET

環境儀

No. 36

APRIL 2010

国立環境研究所の研究情報誌

日本低炭素社会シナリオ研究 2050年温室効果ガス70%削減への道筋

独立行政法人

国立環境研究所

<http://www.nies.go.jp/>



2050年の日本の二酸化炭素排出量は70%削減できる。
 そのための12の方策と対策費用最小化の道筋を示しました。
 同時に、一刻も早い政治主導による目標ビジョンの策定と
 具体化に向けた第一歩の踏み出しを提言しています。

地球温暖化による深刻な影響を止めるために、将来気温の上昇を産業革命以前に比べて2°Cまでに抑えるためには、2050年までに世界の温室効果ガスの排出量を少なくとも半減させる必要性が高い——これは世界共通の目標となりつつあります。

しかし、これまで日本には、二酸化炭素排出量を大幅に削減することを目指した長期的な計画は存在しませんでした。

そこで、国立環境研究所が中心となり、2004年から環境省が所管する地球環境研究総合推進費の戦略的研究開発プロジェクトとして、「脱温暖化2050プロジェクト」を立ち上げました。

このプロジェクトには、30の大学、研究機関、企業から約60名の学識経験者や研究者が参画し、2004年度から2008年度までの5年間にわたり、日本の中長期脱温暖化対策シナリオの構築に向けて技術、社会イノベーションを総合的に研究しました。

その研究成果は、2007年以降いくつかの報告書にまとめられて公表されてきました。それによりますと、エネルギー需要の削減と低炭素型燃料への転換、コンパクトな街づくりや省エネ機器の開発と普及などの各種社会・技術イノベーションにより、2050年までに二酸化炭素排出量を1990年比70%削減させた社会を実現することは可能と結論づけています。

今回は、このプロジェクトチームに参画して、日本の低炭素社会のシナリオづくりにかかわってこられた藤野純一さん、芦名秀一さん、岩淵裕子さんに、2050年70%削減に至った経緯、削減の鍵を握るとされる12の方策、現在から低炭素社会に至る道筋などについてお話をうかがいました。

C O N T E N T S



日本低炭素社会シナリオ研究 2050年温室効果ガス70%削減への道筋

- Interview
研究者に聞く!!..... p4~9
- Summary
日本低炭素社会への道しるべを提言... p10~11
- 研究をめぐって
低炭素社会に関する研究動向 p12~13
- 「日本低炭素社会シナリオ研究」に関する
研究のあゆみ p14

●本研究に関する成果は以下のURLで紹介されています。

<http://2050.nies.go.jp>
<http://2050.nies.go.jp/LCS/>
<http://www-iam.nies.go.jp/aim>



藤野純一 / 温暖化対策評価研究室主任研究員

2004年4月から5年間行われた「脱温暖化2050研究プロジェクト」(環境省地球環境研究総合推進費戦略研究開発プロジェクト《S-3》)では、2007年2月に「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」、2008年5月に「低炭素社会に向けた12の方策」、2009年8月に「低炭素社会に向けた道筋検討」と題する報告書を公表し、①2050年に日本の二酸化炭素排出量を70%削減することは技術的に可能で、②実現する方策は存在し、③経済的にもお得になりうる、ことを示しました。そこで今回は、脱温暖化2050プロジェクトに参画した藤野純一さん、芦名秀一さん、岩淵裕子さんに、研究にまつわるお話をうかがいました。

2050年までに日本をワクワクする低炭素社会へ転換する

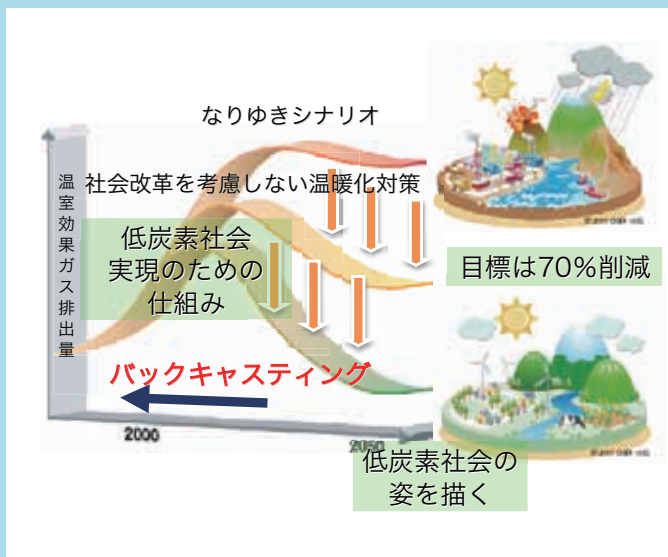
1: 脱温暖化プロジェクトに60人の精鋭研究者が集結

Q: 最初に、お3方の大学でのご専門から今日までの研究歴をお話してください。

藤野: 私は、1995年に東京大学大学院工学系研究科に入り電気工学を専攻、世界エネルギーシステムにおけるバイオエネルギーの資源量・経済性分析を行い、97年にドクターコースに進んで原子力の核燃料サイクルを含めた2100年までの持続可能なエネルギー供給システムに関するシミュレーション分析を行っていました。エネルギー供給と温暖化は表裏一体ということから2000年に国立環境研究所に入り、2004年からこのプロジェクトにかかわることになって5年間、幹事役としてプロジェクトリーダーの西岡秀三さんをサポートしながら、5つあるチームの統括班である「シナリオチーム」にも所属してシナリオづくりにも貢献しました。

芦名: 私は2001年に東北大学の工学研究科航空宇宙工学専攻に進学し、2003年からは同じ大学の技術社会システム専攻のドクターコースに移って、非線形的な要素を入れ込んだエネルギーモデルを使って、岩手県を対象に温暖化対策をとった時にエネルギーシステムがどうなるか、将来CO₂排出量がどうなるかということと、日本全体の電力システムを対象に、将来どんな電源構成になっていくのか、といったことをシミュレーションしていました。2006年から国立環境研究所にまいりまして、2006年4月からこのプロジェクトに参加し、エネルギーモデルをつくったり、低炭素社会のシナリオづくりといった面で貢献してきました。

岩淵: 1998年に東京学芸大学教育学部に入学し、主に植物の系統分類の研究をしていました。卒業後は博物館に勤務した後、森林保全関係のNPOに勤めながら東北大学環境科学研究科の社会人コースに入学しま



■図1 バックキャストिंगで低炭素社会を描く
現時点で取りうる対策を考えて将来像を描くのではなく、実現したい将来像を設定して、それを実現するために必要な対策を描き出すバックキャストिंगで実現のための仕組みを導き出す。

シナリオA: 活力、成長志向	シナリオB: ゆとり、足るを知る
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プレイクスルー	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
一人当たりGDP成長率 2%/年	一人当たりGDP成長率 1%/年

絵: 今川朱美

これは将来どのような社会でも70%削減が出来るか否かの検証、技術選択方針を得るための作業

■図2 2つの将来像を提案
実現される将来には不確実性があることから、活力・技術志向のシナリオAと、ゆとり・足るを知る志向のシナリオBの2つの将来像を置いて、2050年の日本の社会経済像を検討した。



芦名秀一／温暖化対策評価研究室 岩淵裕子／温暖化対策評価研究室
研究員 NIES アシスタントフェロー

して、主に環境ビジネスを学びました。国立環境研究所には2008年にまいりました。低炭素社会研究の成果を市民にわかりやすく伝えるためにはどうしたらいいかということで、アウトリーチ活動を中心に組み込んでまいりました。

Q: では、今回の研究プロジェクトが立ち上がる背景からうかがいたいと思います。

藤野: 当時、日本では京都議定書の目標達成計画にきゅうきゅうとしていて、国の長期エネルギー需給見通しといいながら公的な見通しは10年先しかない状況でした。社会環境システム研究領域の領域長だった森田恒幸さんが、日本も長期のエネルギー需給なり温暖化対策を考えないといけないということで、環境省の地球環境研究総合推進費の中でも特に環境省がサポートする戦略研究開発プロジェクトとして、長期のエネルギー需給シナリオなり、脱温暖化シナリオというのを打ち込もうとして始まったと聞いています。

Q: 藤野さんはどの段階からかかわられたのでしょうか。

藤野: 私はそれまでは世界のシナリオをやっていましたが、そのプロジェクトがあると聞いた時に、是非やらせてほしいと上司にお願いし、森田さんが2003年9

月に亡くなられた後からかかわるようになりました。

Q: 芦名さんと岩淵さんはどの段階からですか。また、その時の印象もお聞かせください。

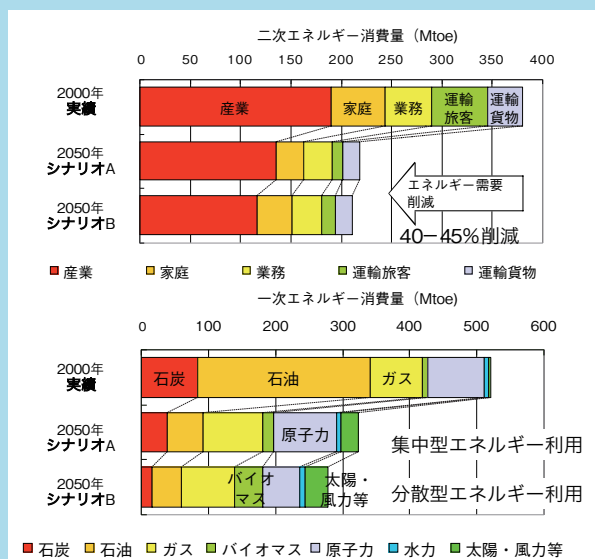
芦名: 私が参加したのは、プロジェクトが始まって2年くらいたってからです。ちょうど、2007年2月に発表された70%削減のレポートを具体的な数字をもってつくり込もうとしている時で、これが低炭素社会の将来のイメージで、定量的にもこれは実現可能なんだということから入りましたので、動きとしてはまさに一気に加速し始めたころでした。初めは、大学当時のエネルギーモデルを引き続きやっていました。「12の方策」くらいから、シナリオをつくり、現在はバックキャストということで、道筋をどういうふうにするか、投資とかお金の面でベストかといったことをモデルを使ってシミュレーションしているところです。

岩淵: 私は2008年1月にこちらにまいりまして、ちょうどその時に開催が迫っていた、第3回の日英共同研究プロジェクトのワークショップのお手伝いから入りました。ワークショップの中で世界各国のさまざまな研究成果が発表され、本当に世の中は低炭素社会に向けて動き始めているんだなと感じました。「12の方策」が2008年5月に発表されてからは、その内容をもっと詳しく掘り下げる仕事ということで、色々な事例調査をしてきました。

2：大転換が可能な2050年、手が届く70%という2つの数字のキーワード

Q: 今回のこの研究では、数字的に2つのキーワードがあると思います。2050年と70%ですが、この2つの数字はどんな形で出てきたのでしょうか。

藤野: まず2050年ですが、それまでも2020年なり、2030年までの見通しというのはありました。しかし、



■ 図3 (エネルギー) 需要と供給の対策で70%削減は可能
低炭素社会の実現には、エネルギー需要側でのさまざまな技術・施策の導入だけではなく、エネルギー供給側での再生可能エネルギーなどの低炭素エネルギー供給の拡大が重要となる。

今の延長で想像するか？ 将来から創造するか？

現在の社会トレンドの延長線上では、CO₂排出量を大幅削減した低炭素社会にたどり着くことは難しい。そこで発想を逆にして、CO₂を大幅に削減しつつも人々が快適に暮らしている社会を最初に描き、それを実現するにはどうしたらいいかを考えていくのはどうだろうか？日本の2050年の有様を今、確実に見通すことは難しい。そこで、将来実現されるであろう社会として活力型のシナリオA、ゆとり型のシナリオBの2つを設定し、それらの社会が必要とするサービスを満たす技術やエネルギー源の組み合わせを検討することによって、日本低炭素社会が実現できるかどうかを分析した。



脱温暖化 2050 プロジェクト (S-3) の参画研究者

エネルギーの観点からすると近過ぎるんです。たとえば原子力。その当時でも40年が寿命、今は、60年まで延伸しようとしています。火力発電所も30年とか、場合によっては40年持つんです。その中で低炭素社会を描こうとすると、2030年は意外と近い。そうかといって、IPCC等でやっているのは2100年のシナリオ。これだと、身近な人は誰も生きていない。ちょっと遠過ぎる。そういう中で2050年というのは、ちょうど孫の顔が見られるとか、自分も生きて、という人もいます。その一方で、社会インフラもだいぶ変わり得るところで、選択しました。70%は、プロジェクト開始当時の2004年でも、産業革命以前からの温度上昇を2℃に抑えるという目標があって、そのためには、モデル分析の結果から2050年までに世界半減、日本では60%から80%減の幅が出てきました。そこで、中間の70%を目標にしてやってみて、できるかどうかを検討したんです。

Q: 70%という数字を最初聞いた時、どんなふうな印象を持たれましたか。

芦名: 私はエネルギーが専門ですので、理論的にはできなくはないだろう、という感じでした。極論ですけども、すべて電化してしまつて、再生可能エネルギーや原子力で供給してやればゼロも不可能ではない。ただ実際の社会システムやエネルギーシステムをつくり上げるということを、きちんと考えながら現実の中で70%削減を実現させるということになると、簡単ではないというふうには感じていました。

Q: 岩淵さん、コミュニケーション的な立場から70%はどうですか。

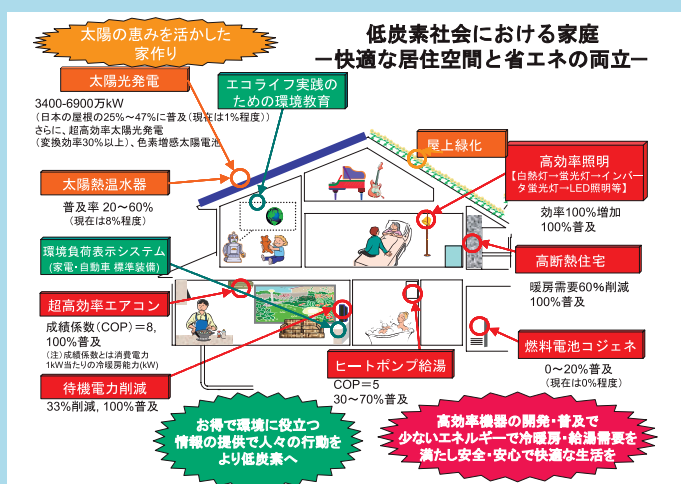
岩淵: 私が大学院で研究していたのは、身近な削減行動にどのくらいの効果があるのかということで、レジ袋削減について調査していました。結果として、レジ袋を日本から全部無くしても、日本の温室効果ガスの

0.23%ぐらいしか減らせず、身近な努力だけでは駄目だということがわかり、大幅に削減する取り組みが必要というのはよく理解できました。

Q: 70%削減というのはお金もかかるし、経済も駄目になってしまうんじゃないかというイメージが非常に強いように思うんですが。

藤野: それをコストと見るか投資と見るかですね。たとえば、消費者が最新型のアコンを買ったとします。それは企業の利益になって、企業はそれを原資に次の研究開発投資をしたり、他の活動にお金を回せるんです。そうやってお金がグルグル回る流れをいい方向に回していけば、十分できることです。逆にやらないと、新たな雇用も生まれなし、世界の競争にも勝てないんじゃないかとわれわれは思っています。

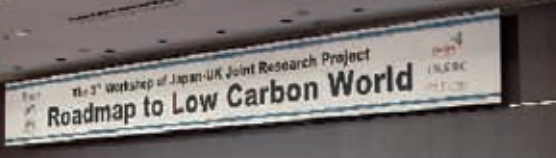
芦名: 私は産業界では浸透しつつあると感じていて、今はまさにビジネスチャンスで、どこでチャンスをつかむかを企業も狙っているのではないかと思っています。私たち市民の側でこういう低炭素社会に是非したいといえ、企業の方も今考えているであろうそのための技術やアイデアを売る機会が増えていき、より多くの企業が協力していくのだからと思うのですが、まだその意味での私たち市民からの声十分に上がり切っていないのかなと思います。もちろん、市民レベルでさま



■図4 2050年低炭素社会の家庭の一例

低炭素社会の家庭とはどのような姿だろうか？

太陽エネルギーの利用、さまざまな高効率機器の開発・普及、家屋の高断熱・高气密化などにより、少ないエネルギーで必要な冷暖房・給湯需要を満たし、安全・安心で快適な生活を送れるようにする。また、家電や自動車などへの環境負荷表示システムの普及や環境教育の充実などにより、人々の行動をより低炭素へ導く仕組みをつくる。



低炭素社会に向けて（第3回日英共同研究プロジェクトシンポジウムより）
撮影：大東正巳

さまざまな活動は既に進んでいますが、低炭素社会とか、CO₂の話というのが多くの人にとってまだまだ身近ではないような印象があります。昨年のCOP15(第15回気候変動枠組条約締結国会議)で話し合われていることは、まさに、自分の生活であったり、暮らしであったり、そういったものに直結してくるんだ、と印象を持つということが十分ではないというふうには思っています。

岩淵：市民の側から何かアクションを起こしても、どんな効果があるのかよくわからないという話はよく聞かれます。また、国とか企業が頑張ってくれないと、という他人任せな考え方というのは市民の皆さんの中にもまだまだ根強いんです。その中で効果的な取り組みを普及させていこうと思うと、既にある成功事例を紹介して、自分の身近な生活の中でもこういう仕組みや技術が入っていれば、ちゃんと快適な暮らしをしながら低炭素化できる、ということを実感として理解していただくことが重要なのかなとは思っています。

3：住みたい社会像を描き、バックキャストで「12の方策」を導き出す

Q：「バックキャスト」という考え方を採り入れられていますが、どのようなものですか。

藤野：「2050年に70%削減する」というように、

まず目標を決めて、これを実現するには何をやっていけないとできないのか方策を考えること、これが「バックキャスト」です。

たとえば、試験や締め切りのようにゴールがあって、それに向けて手順を決めて実行していくことは、普段皆さんがやっていることです。今回は2050年までに二酸化炭素排出量70%削減という、少し遠い将来で当時としては大変野心的な目標を設定したところに特徴があります。

岩淵：大学院でバックキャストという考え方を学んでいましたので、理想の社会を決めて、そこに向かってどうしていけばいいのかを考える、これが不可欠だということはよくわかりました。ただ市民の皆さんの間では、身近なできる対策から始めることが主流になっていますので、バックキャストを理解して実践していただくのは大変だな、と感じています。

Q：そこで、目標となる低炭素社会のシナリオが必要というわけですね。

藤野：そうです。2050年70%削減だけだとワクワクしないので、まず、みんなが住みたいと思える社会像を描くことから始めました。文献調査や有識者に意見を聞くと、日本人は大きく分けて2つくらいの方向性を持っているんじゃないかと、わかってきました。都市型でさらなる技術発展により便利で快適に暮らしたいと思う人々もあれば、郊外型でゆったりと自然を大事にしながら暮らしたいと思う人々もいる、という2つの将来像(=ビジョン)です。その中で70%削減シナリオを描くのに大事なのは、人がどこに住み、どれくらい移動するとか、家の中でどんな電気機器を使うとか、より具体的な姿です。そうすることでどれくらいのサービスが必要かわかります。そして、どのようなエネルギーをどれくらい供給するのか。それらをモデルでシミュレーションして数字にして「シナリ

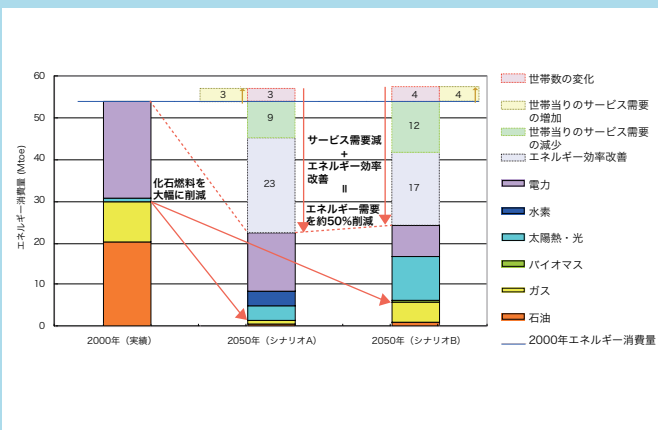


図5 低炭素社会における家庭部門のエネルギー需要変化

暮らしやすく、かつ省エネな住宅によりエネルギー需要半減

2050年に向けて、A・B両シナリオとも世帯数は減少するが1人暮らし世帯の増加が予想される上、利便性の高い生活の追求などにより世帯あたりサービス需要は増加すると想定される。しかし、高断熱住宅、HEMS (Home Energy Management System) などの普及により世帯あたりサービス需要を削減するとともに、エネルギー効率が大幅に改善する高効率なエアコン、ヒートポンプ機器、給湯器、コンロなどを普及させることで、家庭部門のエネルギー需要を50%削減することは可能である。

オ」を作成しました。2050年の日本の社会経済全体の様子を示すことは、非常に画期的なことでした。

Q：今回のプロジェクトでは、投資費用についても報告されていますね。

藤野：70%削減を実現するのに必要な対策技術を導入するための費用は、GDPの約1%程度と報告しました。これは、使い次第でコストにも投資にも成り得るものです。つまり、誰がいつどのような対策を行うか、そしてそれをサポートするためにどのような政策を打つかによって本来変わってくるものです。ここまでくると、これは研究なのか、政策支援なのか、とても難しいところがあります。研究者としては、もっと研究寄りの観点でやりたいという思いがありながら、現場は政策立案側にあり、その綱引きにいつも悩みがありました。

芦名：いかに計算やシミュレーションから得られた数字を、現実のものとして見てもらえるようにするか、実感できるものにするかというところが、やはり常に大きな課題です。モデルをつくって計算すると、さまざまに数字が出てくるわけなのですが、実際の社会で「われわれ自身が財布からいくら出さなきゃいけないんですか」、というような話に落とし込まなくてはいけない。今の話にもありましたが、そこは果たして研究なのか、研究者がやるべき部分なのかということも問題としてはあります。出してきた数字をどういうふうに解釈して、どういうふうに現実の中の数字として示していくか、ということに悩み続けているところ です。

Q：「12の方策」を実際に説明されて、皆さんにはわかっていただけていますか。

岩淵：ただ「12の方策」だけをお話するのではなく、そこに即した先進事例も絡めてお話しした方が、「本当にできるのね」、というふうに実感していただ



海外にも広がる低炭素社会研究(AIM国際ワークショップ,2007年2月) 撮影：大東正巳

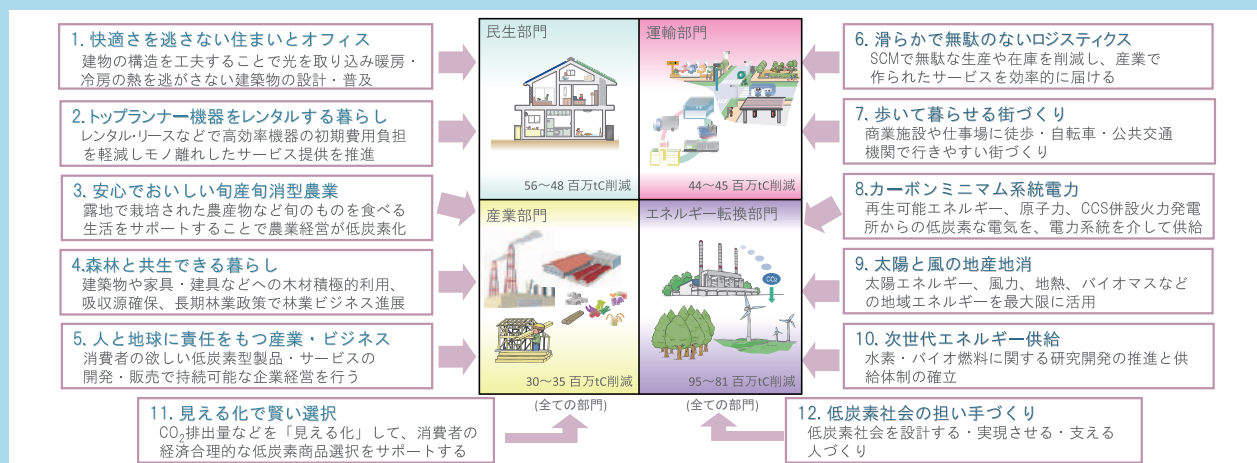
るのかなと思います。

藤野：「70%削減」よりはピンとくるようです。「12の方策」を作成した時に、私が気をつけたことは、低炭素ということばをできるだけ使わないことでした。実際「方策12：低炭素社会の担い手づくり」にしか入れていないんです。

「方策1：快適さを逃さない住まいとオフィス」は「そういったところ住みたいですか、働きたくないですか」という問いかけです。「方策2：トップランナー機器をレンタルする暮らし」は、ちょっとイメージがわきづらいかもしれないけれど、「初期費用の高い最先端の省エネ機器が普段の生活ですぐに使えたらいいんじゃないですか」、「方策3：安全でおいしい旬産旬消費型農業」は、「ハウスを使わず露地で育った生き生きした作物を食べたらおいしくて健康的ですよ」というように、皆さんに得になることをやっていけば、知らないうちに低炭素になるところを狙っています。これがもう1つの特徴かなと思います。

4：若い人たちへのメッセージの発信が大切

Q：藤野さんは、COP15に関連して開かれたサイドイベントに参加されましたが、どんな印象でしたか。



■図6 12の方策で低炭素社会を実現する
70%削減シナリオ研究の結果をもとに、どの時期に、どのような手順で、どのような技術開発・普及や社会システム変革を図れば低炭素社会が実現できるかを12の方策にまとめた。



日本低炭素社会研究の手法を若手研究者に伝える (AIMトレーニングワークショップ, 2006年10月) 撮影: 大東正巳

藤野: いろんな事例を目の当たりにしました。コペンハーゲンの街では、自転車道が至る所に整備されている。話を聞くとCO₂のためにやった訳ではなく、1970年代に自動車があふれて、街の中が今の日本のシャッター街のようになった。町の安全を取り戻すために、自転車道路とか、バスを走らせたりして、中心部に人を呼ぶことを真面目に考えた。そうしたら、それがまさに今の時代の流れに合った。今、コペンハーゲンは2025年までにCO₂ゼロを目指しています。デンマークにあるボルンホルム (Bornholm) という小さな島では、人口は減っているし、高齢者ばかりで日本の離島や村が抱える問題をそのまま抱えているような所ですが、CO₂ゼロとブライトグリーンアイランド (Bright Green Island) を目指すということうまく組み合わせ、島の活気を取り戻そうとしている。

私は、結局、登る山はみんなどこも似たようなものだと思うんです。低炭素というのは1つの入り口。みんなが安心してそこで暮らせる、そういう将来の社会に向けて、いろいろなところから登って助け合っていけばいい。いい山に登りたいですね。

パリのCOP13以降Low-Carbon Asiaというテーマで研究発表をしています。最近のCOP15のサイドイベントで、シンガポールの学生から質問がありまし

た。若い人たちがこの問題に対して、COPの間でも関心を持ってきていたし、COP自体、若手が来ることを歓迎していました。温暖化は政治家だけの問題じゃなくて、若い人たちの問題なんだということで、若手をよく集めていたというのが印象に残っています。

Q: 最後に、まとめとして、これから何をしなければならぬかを一言ずつお願いします。

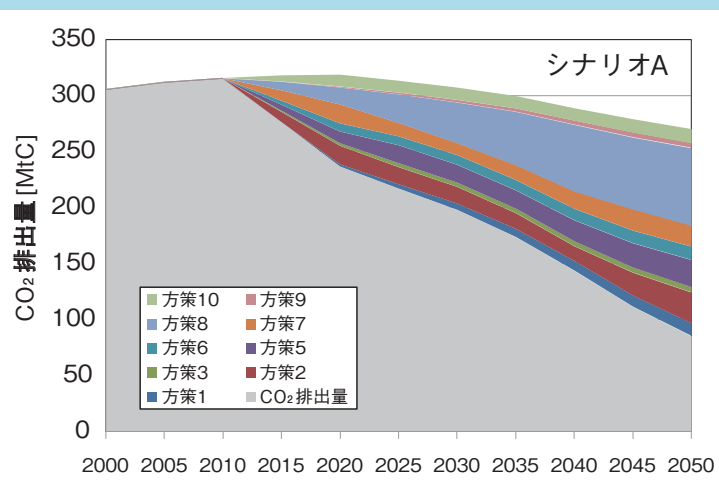
藤野: 実際のシナリオや12の方策をどうやって実現させていくか、それからアジアにどうやって展開させていけるかです。このプロジェクトは60人の研究者の協力によってできたものです。チームプレーでここまでこれたことは、非常にありがたいことだと思います。

芦名: 課題は2つあります。日本の国のシナリオを、いくつかは都道府県レベルのシナリオがありますけれども、じゃあこのつくばのこの場所でわたしは何をすればいいのかということまではまだ十分やり切れてない。それを形にすることと、シミュレーションをする仕事の中で、現実に近いレベルまで何とか数字を見せることができるようにしたい。

岩淵: 私は今、隣の牛久市の地域エネルギービジョン策定に関連して、家庭のエネルギーやCO₂削減ポテンシャルの試算をしています。地方自治体の本当に小さいレベルにまで低炭素をどうやって浸透させていけばいいか、具体的な道筋や成功事例を示すことが、今一番必要なのかなと思います。

それと私自身の課題として、低炭素の視点だけではなく、生物多様性の問題やその他の社会問題など、さまざまにつながり合っている問題を、どうやってバランスを取りつつ全体最適化していけばいいのを探り、それをわかりやすく市民の皆さんに提示できたらいいなと考えています。

Q: どうもありがとうございました。



バックキャストモデルによる低炭素社会への道筋検討

シナリオA・Bで想定される将来のサービス需要は満たしつつ、2050年CO₂排出量70%削減を実現するために、2000～2050年までに必要となる総費用が最も少なくなる道筋を検討した。検討にあたり、各種資料や専門家ヒアリング、市場調査をもとにして、約600種の施策(約400種の対策と約220種の政策で構成される)を考慮し、それぞれに導入に要する期間や費用を設定して分析に用いた。なお、方策4は方策1、2に含まれ、方策11、12は横断的方策であるため図中には削減量を明示していない。

■図7 2050年70%削減の道筋は描ける!

日本低炭素社会への

世界の温室効果ガス排出量半減に貢献するには、日本は2050年までに二酸化炭素排出量を1990年比で60～80%の削減が必要とされています。これを達成するため、バックカスティングという手法で、まず、2050年における日本のあるべき社会や経済状況の理想像を描き、実現に向けて国をあげて取り組むべき「12の方策」を提言し、実現に要する総費用の最小化を図る観点からは初期段階で大規模の投資が必要になる、と説明しています。

環境省の地球環境研究総合推進費戦略的研究開発プロジェクトとして、2004年に「脱温暖化2050研究プロジェクト」が発足、5年にわたって日本の中長期脱温暖化対策について総合的に研究し、低炭素社会への道しるべを創り上げてきました。今回はその概要をご紹介します。

●バックカスティング手法で低炭素社会の実現可能性を検討

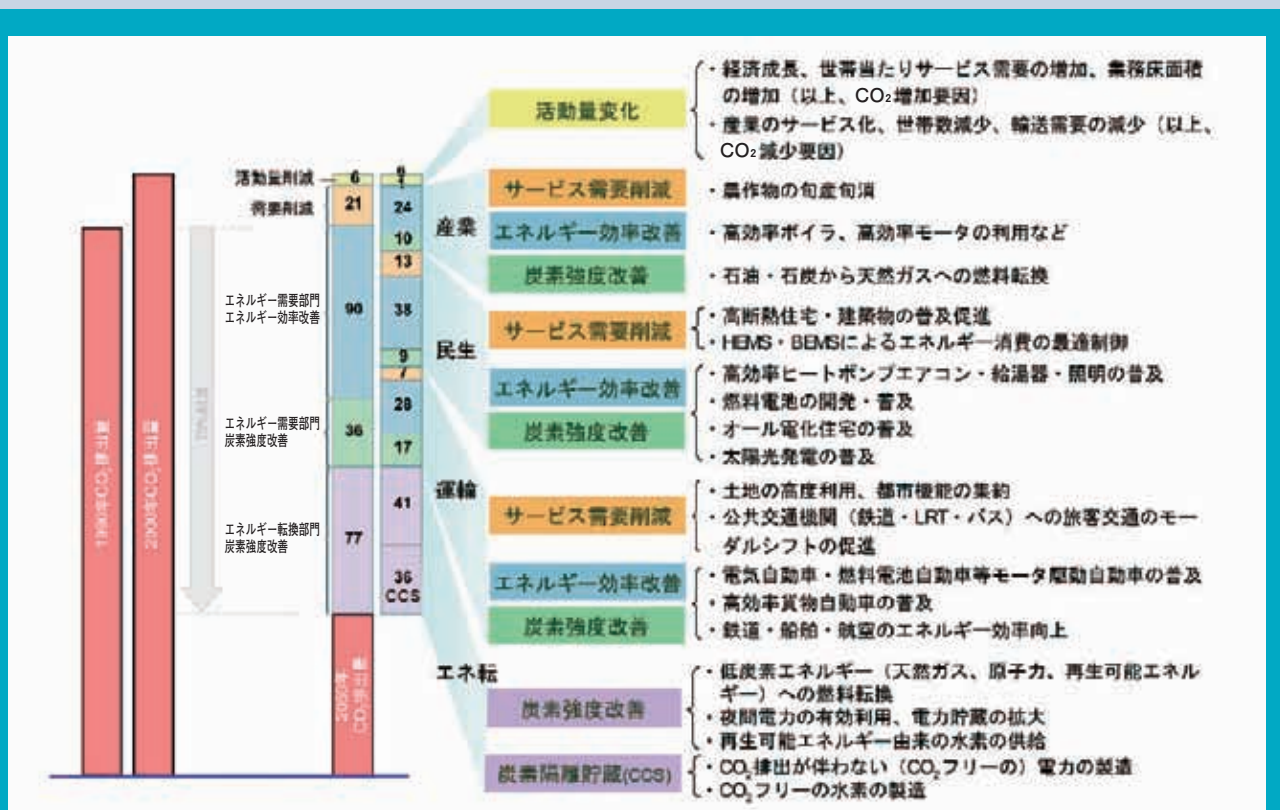
低炭素社会のバックカスティングとは、まず将来どのくらい削減すべきかを考え、その大幅削減を実現した社会の姿を描き、その実現のために今からどのような手

を打っていけばよいかを探るものです。

2050年に日本はどれくらい削減すべきかは、気温上昇許容レベル、気候感度、国際分担スキームという3つの不確実性を考慮して検討を進めました。これは将来がどうなるかを完全に予測することは不可能なので、ある一定の幅を持って考え、リスクを避けるために必要な排出削減量を幅として考えることにしたものです。これらの検討結果を総合的に勘案したところ、2050年の日本の温室効果ガス排出削減必要量は60%から80%に収まると考えるのが妥当と結論づけました。

この結論をもとに、二酸化炭素を1990年比で70%まで削減することを目標として、これが2050年までに実現可能か、それを可能にするにはどのように政策を打てばよいか、を検討しました。そこでは、既存の文献収集や専門家に対するインタビューなどの情報をもとに、社会断面ごとの望ましい社会群像を組み合わせ、2050年にありうる日本の社会や経済状況の姿をシナリオAとBの2つ示しました。シナリオAは「活力、成長志向」がコンセプトで、シナリオBは「ゆとり、足るを知る」をコンセプトとした社会です。

シミュレーションモデルを使つての検討により、この2つの社会に至るためには産業構造のサービス化、コンパ



■ 図8 低炭素社会を実現する対策の組み合わせとその効果 (シナリオ A)
 建物の高断熱化や歩いて暮らせる街づくり、省エネ機器の開発・普及などにより、必要なサービス需要を満たしつつエネルギー需要を40%程度削減でき、太陽光・風力発電の普及や原子力・炭素隔離貯留の適切な導入などのエネルギー供給側の低炭素化により、CO₂排出量の70%削減は可能。

道しるべを提言

コンパクトな都市形成による徒歩や自転車利用への移行、公共交通へのモーダルシフト、建築物の断熱効率の向上、省エネ技術の開発、普及などにより、エネルギー需要を2000年比約40%削減し、他方、発電などのエネルギー供給側では、再生可能エネルギーの導入や、安全な原子力発電の維持など、二酸化炭素を直接出さない低炭素エネルギーの拡大により、需要と供給側の対策を合わせて二酸化炭素排出70%削減は可能になると結論づけています。

●低炭素社会を実現する 12 の方策

次に、70%削減の検討段階で削減効果があるとされた対策を中心に、各分野の研究者により検討された対策と政策、それに有識者の意見を加えて、その導入を促進させるような政策と組み合わせ、相互に関連のある対策や政策をグループ化して、70%削減に向けた12の方策としてまとめました。さらに、方策を実現することによって家庭やオフィス、人や物の移動、産業がどのように低炭素化されるかをそれぞれの場面での例示も試みました。たとえば、家庭やオフィスでは、建物の高断熱化、高効率のエネルギー機器をレンタルする暮らし、露地栽培物など旬のもの食べる生活などを例示。移動における方策では、歩いて暮らせる街づくり、鉄道、船舶など大量輸送手段に関するインフラ整備など、産業分野における方策では、高度情報通信技術を利用したサプライチェーン(ある原料から製品がつくられて消費者のもとに届くまでの流れ)管理でムダな生産・輸送を削減、炭素隔離貯留設備を併設した火力発電、水素・バイオ燃料の

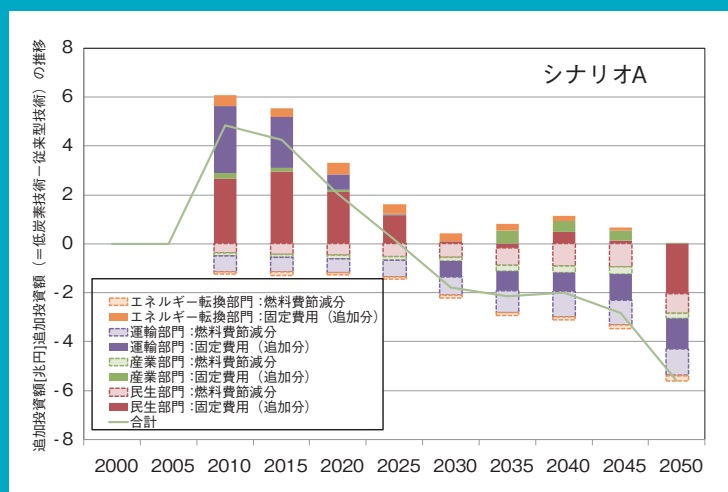
利用などをあげています。

また、削減を促進するという意味で重要な横断的な方策として“見える化”による賢い選択と低炭素社会の担い手づくりがあります。人が移動する時に、時刻表や運賃などととも、交通機関の温室効果ガス排出量の情報がわかれば、低炭素な交通手段を積極的に選択できるようになります。また、低炭素社会づくりに資する人材を育てる学校教育カリキュラムの採用、低炭素アドバイザー資格制度の設置が有効であると考えています。

●低炭素社会実現の費用抑制には初期段階の大規模な投資が必要

低炭素社会の実現に要する費用をできるだけ抑えるためには、いつ、どのような部門の、どのような技術に投資し、どのような制度や政策を立案、実施するのがよいのでしょうか。12の方策などに基づき約600種におよぶ対策と政策を取り上げ、それぞれに導入に要する期間と、導入に要する費用を、各種の資料、専門家からのヒアリング、市場調査などによって設定し、シミュレーションモデル(バックキャストモデル)により分析しました。

その結果低炭素社会実現までに要する費用をできるだけ抑制するためには、初期段階で低炭素型技術に大規模な投資を振り向けることが、肝要であることがわかりました。特に民生部門に対しては2010年から2025年まで毎年2.5兆円、運輸部門に対しては2010年から2015年まで毎年2.5兆円の投資が必要と計算しています。ただし、これらの投資は低炭素化と同時に副次的に国際競争力の強化につながるというメリットも付記しています。



■ 図9 最初に投資した分は後で取り返せる

早くやれば 後でトク(得)をする

70%削減実現に要する総費用が最小になるような道筋を考えると、シナリオA・Bのいずれでも初期には年間5兆円程度の追加投資が必要となると見られる。しかし、初期の大幅な技術普及によるコスト低下、効率改善等により、省エネ、対策費用の低減が可能となり、期間全体ではトク(得)になる。また、国際競争力の強化が、エネルギーセキュリティの強化などにも役立つ。

〈低炭素社会に関

温暖化問題への関心は 1970 年代から始まっていますが、その対策に関する本格的な研究が始まるのは 1990 年代後半です。1992 年、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）が設立され、温暖化に関する観測や研究が強化されて対



■世界では

1992年ブラジル・リオデジャネイロで開催された地球サミットや1995年のIPCC報告を受けて1997年にはCOP3（気候変動枠組条約締約国会議）にて先進国がまず削減に取り組むという「京都議定書」に世界各国が署名しました。

英国は2003年のエネルギー白書で「低炭素経済（Low-Carbon Economy）」という言葉を用いました。2005年7月に英国グレンイーグルズで行われたG8では、初めて気候変動がサミットの主要課題になり、G8と新興経済諸国などとの意見交換（グレンイーグルズ対話）を継続的に行うことなどが決められました。この対話の枠組みが後のG20に発展しています。また2006年10月には英国政府がスターン・レビュー「気候変動の経済学」を発表し、「気候変動に対する強固で早期の対策によりもたらされる便益は、対策を講じなかった場合の被害額を大きく上回る」という結果を提示しました。

そして2007年2月のIPCCの第4次評価報告書発表から温暖化に関する最新の科学的知見が日本のマスコミでも大きく報道されるようになりました。これを受けて、2007年12月にIPCCと米国のアル・ゴア氏がノーベル平和賞を受賞したことも大きく報道されました。

そして、このころから「脱温暖化2050研究プロジェクト」が提唱してきた「低炭素社会（Low-Carbon Society）」という言葉が世界に認識されるようになっていきます。

2008年の日英共同低炭素社会研究会合の際には、世界全体での低炭素社会研究の重要性が合意され、2008年の神戸および2009年のイタリア・シラクサでのG8環境大臣会合を経て、先進国の低炭素社会研究担当機関が参画する低炭素社会国際研究ネットワーク（LCS Research Network, LCS-RNet）の創設が正式に決定され、活動を開始しています。国立環境研究所は日本の研究担当機関として参画しています。

2008年11月には、英国で気候変動法が成立し、2050年までに1990年比の80%の二酸化炭素排出量を削減することが法律で明記されています。2009年1月には米国でオバマ政権が発足し、その後紆余曲折はあるものの、グリーン・ニューディール政策を掲げて温暖化対策への積極的姿勢を示すこととなりました。

2009年7月に行われたイタリア・ラクイラサミットでは、科学の提示した成果を受けて、先進国全体で2050年までに温室効果ガス排出量を80%削減、平均気温上昇を産業革命以前から2℃以内に抑える必要があるとの認識で一致しました。

そして2009年12月のCOP15コペンハーゲン会合では、EU・米国・日本などの先進国、中国・インドなどの新興国、アフリカや島嶼国など途上国の利害調整が難航して交渉は複雑を極めました。首脳会議の結果、コペンハーゲン合意という政治合意文書がCOP全体会合にて了承されました。

■アジアでは

中国は途上国への削減目標義務化には反対を表明しつつも、気候変動への対応を経済・社会発展の計画に取り入れ、第十二次五年計画に低炭素発展への成長戦略を明示するなど、着実に低炭素社会への布石を打ちつつあります。

韓国でもLow-Carbon、Green Growthを国家戦略に掲げて「新成長動力と発展ビジョン」を策定し、大規模な省庁再編を実施し、国全体で研究開発投資を推進するなど、さまざまな取り組みに着手しています。

インドでも、削減目標義務化には反対を表明しつつも、グリーン経済成長戦略を表明しています。石炭使用への課税を導入してその資金を再生可能エネルギーの研究開発・普及の資金とする仕組みを整えるなど、エネルギー分野での低炭素化に力を入れています。

そのほかのアジア諸国でも「低炭素社会」を目指した経済成長と温暖化対策の両立には強い関心が抱かれています。

する研究動向

るのもっと後でした。1988年、国連環境計画と世界気象機関の呼びかけで策研究も進んでいき、少しずつ実際の政策対応にも反映されていくようになります。



日本では

1997年のCOP3にて議決された京都議定書（2005年発効）により、日本は2008～2013年の第一約束期間に温室効果ガス排出量の1990年比6%削減義務を負うことになり、政府は「地球温暖化対策推進大綱」を策定してその達成に向けた取り組みを進めました。

その後、第一約束期間が迫るにつれ、京都議定書達成やその後の枠組みに関する議論が活発化し、2007年5月には、安倍首相が「Cool Earth 50」を発表し、全世界に共通する目標として、「世界全体の排出量を現状に比して2050年までに半減する」長期目標を提案し、「革新的技術の開発」を軸とする「低炭素社会づくり」という長期ビジョンを示しました。

2008年6月に出された「福田ビジョン」では、日本の2050年の温室効果ガス排出量を現状に比べて60～80%削減することと、それを実行するために、革新技術の開発と既存先進技術の普及、国全体を低炭素化へ動かしていくための仕組み、地方の活躍、国民主役の低炭素化を掲げ、これらの努力を「低炭素革命」として進めていくと約束しました。この後、2008年7月に北海道・洞爺湖サミットを開催し、最終的に2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量を半減する目標をG8で合意するに至り、麻生政権では中期排出削減目標の検討が進められ、2020年までに2005年比15%削減が定められるに至りました。鳩山首相は2009年の国連気候変動サミットにて「2020年までに1990年比25%削減」を表明しています。

国立環境研究所では

地球温暖化問題に関する対策・影響評価を目的として、国立環境研究所・京都大学・みずほ情報総研（株）を中心とした統合評価モデルの研究・開発が1990年に「アジア太平洋地域における温暖化対策分析モデル（AIM）の開発」としてスタートしました。1994年から

は中国・インドほかアジア各国との協働により研究開発が進められており、現在も緊密な連携のもとに各国の低炭素社会研究を推進しています。

2004～2008年度にかけて、環境省の地球環境研究総合推進費戦略研究開発プロジェクトS-3「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）」が実施され、国立環境研究所が中心となって、日本の中長期脱温暖化対策シナリオを構築するための技術・社会イノベーション統合研究を行い、2050年の日本にて、主要な温室効果ガスである二酸化炭素を1990年に比べて70%削減した「低炭素社会」を実現するシナリオを作成しました。

2006年より地球環境研究センターの重点研究プログラムとして地球温暖化研究プログラムが組織されましたが、その1つのプロジェクト4「脱温暖化社会の実現に向けたビジョンの構築と対策の統合評価」では、地球温暖化の防止を目的として、空間的（日本・アジア・世界）、時間的（短期及び長期）、社会的（技術・経済・制度）側面から、中長期的な排出削減目標達成のための対策の調査・分析とその実現可能性を評価するビジョン・シナリオの作成、国際交渉過程や国際制度に関する国際政策分析、および温暖化対策の費用・効果の定量的評価を行い、温暖化対策を統合的に評価することを目指しています。

2009年6月より、環境省の地球環境研究総合推進費戦略研究開発プロジェクトS-6「アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究」が開始され、国立環境研究所が中心となりアジア地域において低炭素社会実現のためのシナリオ研究を行っています。この研究では、先進国が歩んできたエネルギー・資源浪費型発展パスを繰り返すのではなく、経済発展により生活レベルを向上させながらも、低炭素排出、低資源消費の社会に移行する方策について検討し、その発展パスを描くことを目的として研究を進めています。

「日本低炭素社会シナリオ研究」に関する研究のあゆみ

1990 ● AIM 開始

1991

1995 ● IPCC 第1次評価報告書

1997 ● 京都議定書

2001 ● IPCC 第3次評価報告書

2004

2006

2007 ● IPCC 第4次評価報告書

2008

2009

2010

2050

アジア太平洋地域における温暖化対策分析モデル(AIM)の構築に関する研究(1990年～)
地球温暖化問題に関する対策・影響評価を目的として、国立環境研究所・京都大学・みずほ情報総研(株)を中心とした統合評価モデルの研究・開発がスタートしました。この当時から中国・インドほかアジア各国との協働により研究開発が進められており、現在も緊密な連携のもとに各国の低炭素社会研究を推進しています。

環境省地球環境研究総合推進費(S-3) 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)(2004年度～2008年度)
日本の中長期脱温暖化対策シナリオを構築するための技術・社会イノベーション統合研究を行い、2050年の日本にて、主要な温室効果ガスである二酸化炭素を1990年に比べて70%削減した「低炭素社会」を実現するシナリオを作成しました。

国立環境研究所重点研究プログラム—地球温暖化研究プログラム—中核研究プロジェクト4「脱温暖化社会の実現に向けたビジョンの構築と対策の統合評価」(2006年度～2010年度)
地球温暖化防止を目的として、空間的、時間的、社会的側面から、中長期的な排出削減目標達成のための対策の調査・分析とその実現可能性を評価するビジョン・シナリオの作成、国際交渉過程や国際制度に関する国際政策分析、温暖化対策の費用・効果の定量的評価を行い、温暖化対策を統合的に評価することを目指しています。

環境省地球環境研究総合推進費(Bc-088)「統合評価モデルを用いた気候変動統合シナリオの作成及び気候変動政策分析」(2008年度～2010年度)
これまでに AIM にて構築してきたモデル群を対象に、最新の科学的知見を反映するためのモデル改良作業や、複数モデルの統合、各種フィードバック効果の反映などを行い、温室効果ガスの排出、気温上昇、温暖化影響に関する一貫性を持った世界シナリオの開発を行っています。また、アジア主要各国を対象とした温暖化対策の効果と影響について分析も行っています。

日英共同研究プロジェクト「低炭素社会の実現に向けた脱温暖化2050プロジェクト」(2006年度～2007年度)
日英が連携して、2050年に低炭素社会を実現することを目指した研究を実施するとともに、世界各国の同様の研究を集大成する国際ワークショップを継続的に開催し、国際的な政策形成に貢献しました。日本の国立環境研究所と英国の英国エネルギー研究センターとチンダル研究所が中心となって研究を実施しました。

LCS Research Network (LCS-RNet)(2009年～)
世界全体での低炭素社会研究の重要性とその研究ネットワーク創設が2008年日英共同低炭素社会研究会合にて提唱され、2009年のイタリア・シラクサG8環境大臣合会にて正式に創設が決定されました。現在は先進国の低炭素社会研究担当機関約10機関がネットワークを構築し、日本では国立環境研究所と地球環境戦略研究機関が参加しています。

JST/JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業(環境・エネルギー分野)「アジア地域の低炭素社会シナリオの開発」(2010年度～2015年度)
これまで開発してきた「低炭素社会シナリオアプローチ」をベースとし、対象地域にマレーシア・ジョホール州イスカンダル開発地域を取り上げ、低炭素都市への施策ロードマップ策定とその実施プロセスを通じた改良を行い、本手法の実用性と有効性の向上を図る予定です。

環境省地球環境研究総合推進費(S-6) アジア低炭素社会に向けた中長期的政策オプションの立案・予測・評価手法の開発とその普及に関する総合的研究(2009年度～2013年度)
2050年までに温室効果ガス排出量世界半減という目標を実現するために、アジア地域において先進国が歩んできたエネルギー・資源浪費型発展の道を繰り返すのではなく、経済発展により生活水準を向上させながらも低炭素排出、低資源消費の社会に移行する方策について検討し、その発展経路を描くことを目指しています。



研究担当者(過去の所属者含む):

国立環境研究所

西岡秀三(特別客員研究員)

地球環境研究センター

甲斐沼美紀子、亀山康子、藤野純一、花岡達也、高橋潔、芦名秀一、Lee Huey-Lin、池上貴志、明石修、

酒井広平、岩淵裕子、戴瀚程

社会環境システム研究領域

原沢英夫、増井利彦、小林伸治、松橋啓介、脇岡靖明、久保田泉、花崎直太、金森有子、Xu Yan

循環型社会・廃棄物研究センター

森口祐一、橋本征二、南齋規介

京都大学: 松岡譲、倉田学児、河瀬玲奈、五味馨、西本裕美

岡山大学: 藤原健史

立命館大学: 島田幸司

みずほ情報総研(株): 日比野剛、宮下真穂、榎原友樹、藤原和也、元木悠子、小山田和代

その他の共同研究機関:

(独)産業技術総合研究所、(独)森林総合研究所、(財)地球環境戦略研究機関、(財)日本エネルギー経済研究所、(社)日本エネルギー学会、神戸大学、名古屋大学、東京工業大学、東京大学、信州大学、文教大学、東京海洋大学、東京理科大学、早稲田大学、慶應義塾大学、日本工業大学、国際大学、東洋大学、筑波大学、成蹊大学、滋賀大学、広島大学、日本大学、横浜国立大学、岡山大学、日本電信電話(株)、(株)三菱総合研究所、(株)ジェイ・ケイ・エル、(株)日建設計総合研究所、富士通(株)、日本電気(株)、Indian Institute of Management(India)、Universiti Teknologi Malaysia(Malaysia)、Energy Research Institute(China)、Asian Institute of Technology(Thailand)、Seoul National University(Korea)



今では「低炭素社会」という言葉をよく耳にするようになりましたが、10年前にはこうした言葉は使われていませんでした。この言葉で示されている概念は、字句通りの炭素の使用量の少ない社会というだけではなく、温室効果ガス排出量が大変少なくしかも豊かな社会です。国立環境研究所では、内外の研究者とともにこの問題にいち早く取り組んできました。研究が社会を牽引してきた例の1つと言えるでしょう。本号はその成果の一部を紹介しています。

この10年の間に社会は大きく変化しました。現政権は中期目標として2020年の温室効果ガス排出量を1990年比25%削減することをアピールし、国際社会でも2050年に温室効果ガス排出量を半減させる方向に向かいつつありますが、2009年暮れにコペンハーゲンで開催されたCOP15に見られたように、低炭素社会に向けた具体的な取り組みの実現はまだまだ容易ではありません。しかしながら、本号に示した12の方策のように、政府だけでなく、国民や企業などそれぞれが、何ができるか知恵を出し合って努力することが重要です。低炭素社会という新たな社会の実現に向けて、本号が契機となって前向きな議論が起ることを期待しています。

2010年4月
理事長 大垣真一郎

環境儀 No.36

—国立環境研究所の研究情報誌—

2010年4月30日発行

編集 国立環境研究所編集委員会

(担当 WG: 藤野 純一、芦名 秀一、岩淵 裕子、増井 利彦、吉田 幸生、玉置 雅紀、滝村 朗)

発行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

問合せ先 (出版物の入手) 国立環境研究所情報企画室 029 (850) 2343

(出版物の内容) // 広報・国際室 029 (850) 2310

環境儀は国立環境研究所のホームページでもご覧になれます。

<http://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/index.html>

編集協力 財団法人日本宇宙フォーラム

〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 7階

無断転載を禁じます

「環境儀」既刊の紹介

No.1	環境中の「ホルモン様化学物質」の生殖・発生影響に関する研究	2001年 7月
No.2	地球温暖化の影響と対策— AIM: アジア太平洋地域における温暖化対策統合評価モデル	2001年 10月
No.3	干潟・浅海域—生物による水質浄化に関する研究	2002年 1月
No.4	熱帯林—持続可能な森林管理をめざして	2002年 4月
No.5	VOC—揮発性有機化合物による都市大気汚染	2002年 7月
No.6	海の呼吸—北太平洋海洋表層のCO ₂ 吸収に関する研究	2002年 10月
No.7	バイオ・エコエンジニアリング—開発途上国の水環境改善をめざして	2003年 1月
No.8	黄砂研究最前線—科学的観測手法で黄砂の流れを遡る	2003年 4月
No.9	湖沼のエコシステム—持続可能な利用と保全をめざして	2003年 7月
No.10	オゾン層変動の機構解明—宇宙から探る 地球の大気を探る	2003年 10月
No.11	持続可能な交通への道—環境負荷の少ない乗り物の普及をめざして	2004年 1月
No.12	東アジアの広域大気汚染—国境を越える酸性雨	2004年 4月
No.13	難分解性溶存有機物—湖沼環境研究の新展開	2004年 7月
No.14	マテリアルフロー分析—モノの流れから循環型社会・経済を考える	2004年 10月
No.15	干潟の生態系—その機能評価と類型化	2005年 1月
No.16	長江流域で検証する「流域圏環境管理」のあり方	2005年 4月
No.17	有機スズと生殖異常—海産巻貝に及ぼす内分泌かく乱化学物質の影響	2005年 7月
No.18	外来生物による生物多様性への影響を探る	2005年 10月
No.19	最先端の気候モデルで予測する「地球温暖化」	2006年 1月
No.20	地球環境保全に向けた国際合意をめざして—温暖化対策における社会科学的アプローチ	2006年 4月
No.21	中国の都市大気汚染と健康影響	2006年 7月
No.22	微小粒子の健康影響—アレルギーと循環機能	2006年 10月
No.23	地球規模の海洋汚染—観測と実態	2007年 1月
No.24	21世紀の廃棄物最終処分場—高規格最終処分システムの研究	2007年 4月
No.25	環境知覚研究の勧め—好ましい環境をめざして	2007年 7月
No.26	成層圏オゾン層の行方—3次元化学モデルで見るオゾン層回復予測	2007年 10月
No.27	アレルギー性疾患への環境化学物質の影響	2008年 1月
No.28	森の息づかいを測る—森林生態系のCO ₂ フラックス観測研究	2008年 4月
No.29	ライダーネットワークの展開—東アジア地域のエアロゾルの挙動解明を目指して	2008年 7月
No.30	河川生態系への人為的影響に関する評価—よりよい流域環境を未来に残す	2008年 10月
No.31	有害廃棄物の処理—アスベスト、PCB処理の一翼を担う分析研究	2009年 1月
No.32	熱中症の原因を探る—救急搬送データから見るその実態と将来予測	2009年 4月
No.33	越境大気汚染の日本への影響—光化学オキシダント増加の謎	2009年 7月
No.34	セーリング型洋上風力発電システム構想—海を旅するウィンドファーム	2010年 3月
No.35	環境負荷を低減する産業・生活排水の処理システム—低濃度有機性排水処理の「省」「創」エネ化—	2010年 1月

「環境儀」

地球儀が地球上の自分の位置を知るための道具であるように、「環境儀」という命名には、われわれを取り巻く多様な環境問題の中で、われわれは今どこに位置するのか、どこに向かおうとしているのか、それを明確に指し示すべしという意図が込められています。「環境儀」に正確な地図・行路を書き込んでいくことが、環境研究に携わる者の任務であると考えています。

2001年7月 合志 陽一
(環境儀第1号「発刊に当たって」より抜粋)



このロゴマークは国立環境研究所の英語文字N.I.E.Sで構成されています。
N= 空 (大気と水)、I= 木 (生命)、E、Sで構成されるので地球 (世界) を表現しています。
ロゴマーク全体が風を切っただけに進もうとする動きは、研究所の躍動性・進歩・向上・発展を表現しています。