

Time to Act!



Low Carbon Societies

低炭素社会入門

－国際研究ネットワークの挑戦－

【入門編】

低炭素社会って 何だろう？



安定した気候のもとでの持続可能で豊かな社会を作り出していくにはどうすればよいでしょうか？その答えが、「低炭素社会への転換」です。これは、すべての地域、すべての分野の人たちが力を合わせて取り組まねばならない、21世紀の世界が直面する大きな課題です。この課題にあらゆる知恵を結集して挑戦しようと、いま世界の研究者たちがネットワー-

クを組んで活動を始めました。それが「低炭素社会国際研究ネットワーク」です。低炭素社会とはどのような社会なのでしょうか。なぜいまそのような社会に変わらなければならないのでしょうか。そのためにはどんな新たな研究があるのか、そして研究の成果はどのように役立つのでしょうか。



1. 気候変化：どうして人類生存の危機なの？

「母なる自然」という言い方をしますが、自然は私たちの生存の基盤です。私たちは、自然の恵みを受けて生きていますが、その自然を保ってくれているのが安定した気候です。地域によって幾分かの暑い寒いの違いはありますが、地球の表面の温度は平均で15度程度、つまり人が生きてゆくのに適した温度に保たれています。地球の大気を循環する水分は、雨となって地上に降り注ぎ、動物や植物に水を与えます。適切な温度と水で育まれた土や微生物が、森林や農産物に栄養分を与えます。こうして育った植物は、大気成分の調整にも一役買っています。このように、地球の自然は安定な気候のもとで、相互に影響しあい、バランスを保ちながら私たちの生活を支えてくれています。

この安定した気候は、約一万年前から続いている。その気候のもとで、人類の文明が築かれてきました。そして18世紀の工業化に始まった技術文明が今の私たちの豊かな生活を生み出したと同時に、人口も急激に増加してきました。ところが最近、地球の温度が上昇しつつあり、その原因が工業化による石炭や石油の燃焼によって生じる二酸化炭素や、農耕地から排出するメタンや一酸化二窒素といった気体が大気中で増加してきたことによる可能性が大きいことが指摘されはじめました。これらの気体を総称して「温室効果ガス」と呼びます(Box 1)。このまま温室効果ガスの排出を続けていると温度がさらに上がり、さまざまな気候変化が起こると予想されています(図1)。

Box 1 温室効果ガス

主な温室効果ガスには、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、フロン類などがあります。温室効果への効き具合はそれぞれのガスによって差があります。同じ重さでも、メタンは二酸化炭素の約20倍、一酸化二窒素は約300倍、フロン類はいろんなガスがありますが概ね数100～10,000倍以上の効き目があります。

ですから、二酸化炭素以外のガスの抑制も温暖化防止には重要です。二酸化炭素は主に、石油や石炭・天然ガスなどの化石燃料やプラスチックなど、炭素を含むものを燃やす、発電所・自動車・工業工程



図1 気候変化で予想される影響

出典：IPCC 及びスター・レビュー “The Economics of Climate Change” より作成

が主な発生源です。メタンは主に、ゴミの埋め立て地、水田などの湿地、排水処理施設などから、家畜のげっぷや糞尿の処理からも発生します。一酸化二窒素は、燃料を燃やす時や、窒素肥料、下水処理施設からも発生します。フロン類は、冷蔵庫やエアコンなどの冷媒、半導体などの洗浄剤、ウレタンフォームなどの発泡剤などに使われています。温室効果ガスはこのように、私たちの生活に深く関連する活動から排出されるのです。

低炭素社会とは

(日英低炭素社会ワークショップ 2007)

持続可能な発展に向けて、
社会のすべての成員の発展のニーズを
確保する行動を取る社会

危険な気候変化を避けるため、
温室効果ガス排出を大幅に削減し
大気中濃度を安定化させることに向けて
みんなが等分の貢献をする社会

高いエネルギー効率、
低炭素エネルギー源・生産手段の
使用が実現した社会

豊かで安心な



2. 気候変化を防ぐ：低炭素社会への転換

二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスはもともと大気中に存在し、大気を温め、地球の温度を15度程度に保つのに重要な役目を果たしてきました。地球の地表面や海面から排出された温室効果ガスは、またその地表面・海面で吸収されていて、そのバランスで大気中では一定の濃度に保たれていました。ところが、人間が石炭や石油を大量に燃やすことによって大気中に放出した二酸化炭素などがそれに加わり、それまで保たれていたバランスが崩れ始めました。温室効果ガスの排出量が自然の吸収量を上回り、その差が大気中にどんどん溜まりこみ始めたのです。2000年時点の排出量は、自然の吸収量の倍以上に到達しています。これが原因で、気候変化が始まってきたと考えられます。ですから、気候を安定にするには、少なくとも今の排出量を自然の吸収量にまで下げる、すなわち半分以下に下げねばなりません。

ところが、今のような温度上昇が今後も続くと、自然が持つ温室効果ガス吸収能力は減ってゆくと考えられています。気候の安定化のためには半減では足りずに、長期的には排出量をほとんどゼロにまでしなければなりません（Box 2）。

つまり、気候を安定させ、人類が自然と共に存していくためには、二酸化炭素などの排出を大幅に抑えた「低炭素社会」「低炭素文明」に転換してゆかねばならないのです。「低炭素社会への転換」は、このように科学が示す人類生き残りのための処方箋で、しかもすぐにとりかからねばならない治療法なのです。

Box 2 地球の温度上昇と危険なレベル

地球の温度は工業化以前からすでに摂氏0.74度上昇していると観測されています。科学者たちは、摂氏2度上昇するとさまざまな気候変化の影響が深刻になってゆくと考えています。2009年12月に開催された国連気候変動枠組条約の締約国会議では、世界中の国の代表がそのような温度上昇を避けることで合意しました。いわゆるコペンハーゲン合意です。そのためには、今後10-20年の間に、世界の温室効果ガス排出量を下げ始めてゆかねばなりません。

3. 我々の未来：安定した気候のもとでの心豊かな社会

工業化社会における我々の文明は、化石燃料の使用から得られるエネルギーが基盤となって形成されてきました。今、身の回りの技術一つ一つを数え上げてみても、どれ一つとしてエネルギーなしには動かないものばかりです。ですから、エネルギーを減らし化石燃料の使用を抑えて低炭素社会に転換した時に、今のようなそれなりの豊かな生活が保たれるのだろうか、という不安がよぎります。しかし、今の世代の生活が大事であるからという理由で、温室効果ガス排出を続けてゆくと、大気中への蓄積を増やし、後の世代に大きな気候変化の危険をもたらすことになります。人類が持続的に生きられる社会を構築してゆくためには、今の世代が直ちに削減を開始しなければならないのです。

今の世界はまた、エネルギー・水資源のような地球環境資源の不足にも直面しています。貧困にあえぐ国々には、まだまだ化石燃料を使ってでもより良い生活レベルに達したいという要求があります。その中で、気候変化は、人間の基盤的要（Basic Human Needs）を満たし安定した心豊かな生活を保障する望ましい社会を実現するために越えなくてはならない、人類がはじめて直面する大きな障壁です。低炭素社会への転換を、持続可能な社会構築の良い機会ととらえ、人類の知恵を結集して実現する必要があるのです。

ここではもう腹をきめて、もっと温室効果ガスの排出が少なくて済む技術を編み出し、社会インフラを低炭素型に構築しなおすことで、今よりもっと豊かな生活が出来る社会を作つてみようではありませんか。きっと、あまりモノにとらわれないで、みんなが生き生きと創造的な仕事をしている、心豊かな社会が実現していることでしょう。

●
温室効果ガス排出の少なくなるような
消費・行動パターンを受け入れる社会



社会のヴィジョン



低炭素社会へ向けて、

Do!



Let's Act Together!



Low Carbon Societies

低炭素社会入門

－国際研究ネットワークの挑戦－

【研究課題編】

みんなで
始めよう!



4. 低炭素社会にむけて、いまなにをしなければならないのでしょうか。

低炭素社会づくりに向けて、世界は大きく動き始めました。

どこかの国が温室効果ガスを出しつぱなしにしていたのでは、いつまでたっても気候は安定化しませんから、ますみんなで話し合って、全体でどれだけ減らすか、誰がどれだけ減らすかを決め、各国がその目標にしたがって削減の方策を考えます。

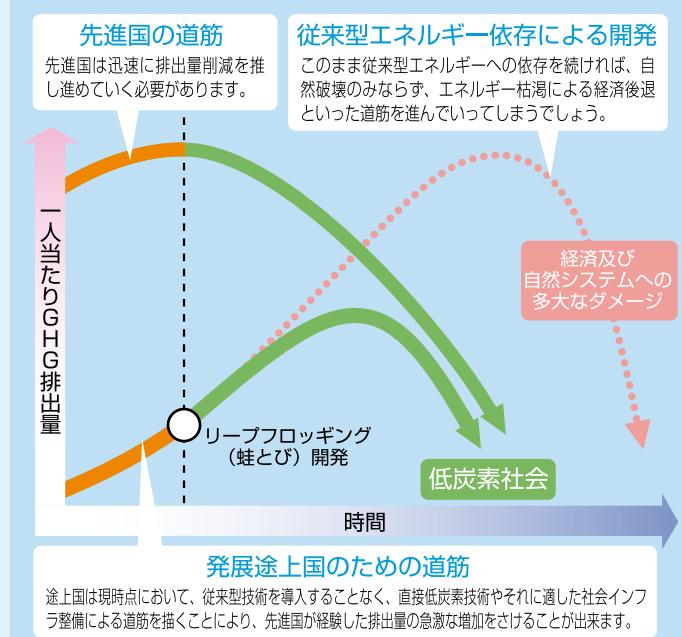
低炭素社会にむけて、いまなにをどのようにしなければならないのでしょうか。

国毎の削減目標はどのようにきめるのでしょうか

UNFCCCなどの場で各国の削減目標に関する交渉を行うには、まず、世界全体でどれだけの温室効果ガスを、どのような速さで減らすのが気候安定化に必要かを知らねばなりません。そのような科学に裏打ちされた情報を共有することで、初めて世界全体で必要な削減量に到達するために、どの国がどれだけ減らすのかという、現実的な交渉が可能になります(Box 3)。この交渉で問題になるのは「公平性」です。いわゆる各国による公平な負担とはどういう意味でしょうか。例えば、発展途上国や低開発国の今後の経済発展の妨げにならないよう、つまり、国ごとに異なる発展段階を考慮しながら削減目標を設定する必要があります。また、国際交渉を合理的に進めるためには、どんな配分の仕方が公平なのかといった倫理的あるいは経済的な比較の研究が必要となります。

近年、世界の多くの国々で、温室効果ガス削減方向を定めるため、2050年あたりの長期削減目標を設定し、その達成のための同定を確認するために重要なポイントになるおおむね2020年や2030年あたりの短・中期削減目標を決めて、その目標を達成するための道筋を検討し始めました。各国内では、自国産業の国際競争力を保つため、あるいはこれを機会に経済力技術力をつけるためにも、どこまで減らすとするべきか、どこまで減らせるのか、を研究することが大切です(図2)。

LCS シナリオ研究 – 持続可能な低炭素社会への道筋 –



低炭素技術の発展とそれを支援する資金が重要な要素

低炭素社会を作るには、需要側での徹底した省エネルギーの工夫と、そこへ供給されるエネルギー自身の低炭素化が必要です。各国がどれだけ減らせるかはその国の技術力に負うところが大きいので、低炭素社会づくりに必要な国際的な技術開発競争も始まっています。どのような技術が必要で効果的か、どのような手順で技術開発をすすめるのか、技術革新を可能にするための資金をどう調達するか、技術の汎用化と普及の原動力となる産業と消費者に対する国の金融・財政面からの支援はどのようなものが適切か、という事も研究する必要があります。たとえば今後エネルギーの価格は上昇すると見られますが、それでも低炭素社会への転換に必要な再生可能なエネルギーと比べると化石燃料は比較的安価ですから、今のエネルギー価格体系では転換がなかなかすすみません。安定な気候を維持するためには、気候価値あるいは気候維持のコストを、たとえば炭素税の形でエネルギー価格に上乗せする方策を考える必要があります。効率的に排出量を抑制できる税額や制度はどういうものか、その制度がそれぞれの産業にどのように影響するのかに関する研究も必要です。また必要な最初の投資をだれがするのが効果的なのか、それが国民経済に及ぼす影響はどうかを評価することも重要です。

社会インフラの再構築

よい再生可能エネルギー技術があっても、そこで創られたエネルギーを使えるようにするには、配電網や配管などの社会インフラが必要です。また、自動車に頼らなくても生活できるためには、歩いて暮らせる街づくりが出来ていなければなりません。こうした社会インフラの転換は、ハードウエアだけでなく社会制度や商習慣、人々の好みや行動にも関係してきます。低炭素社会づくりはこのような新しい国づくりのきっかけとなります。

個人のライフスタイルの変化

低炭素社会化は大きな社会の転換ですから、国民一人一人の生活パターンにも変化が起こると考えられます。人々を低炭素の方向に向けるための情報提供や、教育も要求されます。たとえば、交通からの温室効果ガス排出を減らすには、鉄道などの低炭素の公共交通機関を街づくりと組み合わせて作り上げるだけでなく、国民が進んで公共交通機関を選択するようなインセンティブを考えねばなりません。

5. 低炭素社会研究は何をするのでしょうか。

これまでにない研究スタイルがいる

こうした低炭素社会への転換を進めるために必要な研究は、従来の研究とは異なったスタイルで実施されます。それは、人類の大きな岐路において未来に挑戦する重要で緊急な仕事をまかせられているからで、世界の智恵を結集するための分野横断的で国際的な連携による研究ネットワークが必要です。低炭素社会づくりの研究はこれまでの研究と比べてどのように新しいのでしょうか。

気候安定化政策に向けた自然科学・工学・社会科学の融合

国が削減目標を決めるときには、気候モデル（Box 4）などから推測される将来の温度上昇やそれによる被害を考慮しますし、一方で温室効果ガスを抑制するときに生じる産業への影響も考慮することになります。気候モデルに残る不確実性や、影響の不可逆性、対策の可能性と経済性のバランスで意思決定するには、気候の科学、地域の環境学、工学、産業経済学といった研究の融合が必要です。

自然科学：気候モデルと呼ばれるものは、さまざまな条件が互いに影響し合って気候をどう変化させるのかを予測するとともに、何が気候を変えるのか、気候変化によって何が起こるのか、どんな被害が起こるのかを予測するために研究されるものです。

工学や農学・医学など：生態系や人類が耐えることが出来る気候変化の限界はどこまでかといった、いわゆる影響の不可逆性と呼ばれるものの研究もします。どうすればその限界のレベルを超えてしまわないように変化を食い止めることができるとか、どういう対策をとることが出来るのかを研究することが必要です。起きてしまった変化に対して技術でどこまで対応できるのか、どんな技術が可能か、技術の可能性を予測することも重要です。

社会科学：政策を実施するには、モデルによる予測が起こる可能性がどれくらい高いのかを知っておくことも重要です。不確実性やリスクの研究です。影響の不可逆性とともに、対策にかかる費用と効果については経済性という観点からも考えなくてはなりません。社会全体に与える影響を理解したうえで政策を決定する必要があります。経済発展予測や人口予測も必要です。

このように、気候安定化に向けて政策を決定するためには、気候の科学、地域の環境学・工学、産業経済学といったさまざまな研究分野の融合が必要です。諸科学の横断的な結合によってのみ、排出量をどこまで減らすという政策的決断が出来るのです。

目標達成に必要なあらゆる分野の技術とそれを支える科学分野の協力

いったん目標が決まると、その目標達成のために、まずあらゆる技術の可能性が試されねばなりません。技術が実際に役立つためには、その技術を生かす社会インフラが必要です。そのときは都市計画や地域計画、交通工学の出番です。また、家庭やオフィスでの省エネを進めるには省エネ技術だけでなくそれを促進するための税制や情報提供が必要です。劇的に温室効果ガスの排出量が少ない技術、たとえば太陽エネルギーで自動車を走らせるといった排出量ゼロを目指す技術の開発も重要ですが、同時に、今すでに実用化している技術や既存の技術の普及も必要ですし、もう少しで実現可能な低炭素技術で、力を入れるべきものを見極め、限られた資金の合理的な運用を目指すことも重要です。金融・財政学、経済学、経営学、産業政策研究、コミュニケーション論、さらに人々の行動を促すための行動科学的分析などが役立ちます。また、社会システム全体を変えるためには法律や慣習に関する政策学、さらには文化論・人類学を研究することも必要でしょう。このようにさまざまな知恵を総動員する研究協力が必要です。

バックキャスティングによる政策決定

目的達成のためにいつどのような政策や方策を導入するのが最も効果的かを検討するために、従来は予測的手法（フォアキャスティング）が使られてきました。しかし、将来の世代に禍根を残さないために、決められた削減目標をあらゆる手段を効果的に動員して達成するための計画づくりをするときは、目標からさかのぼってそれに至るための政策を考えてゆくバックキャスティング手法が適しています。こうした新しい手法の開発研究が低炭素社会の構築に必要になります（図3）。

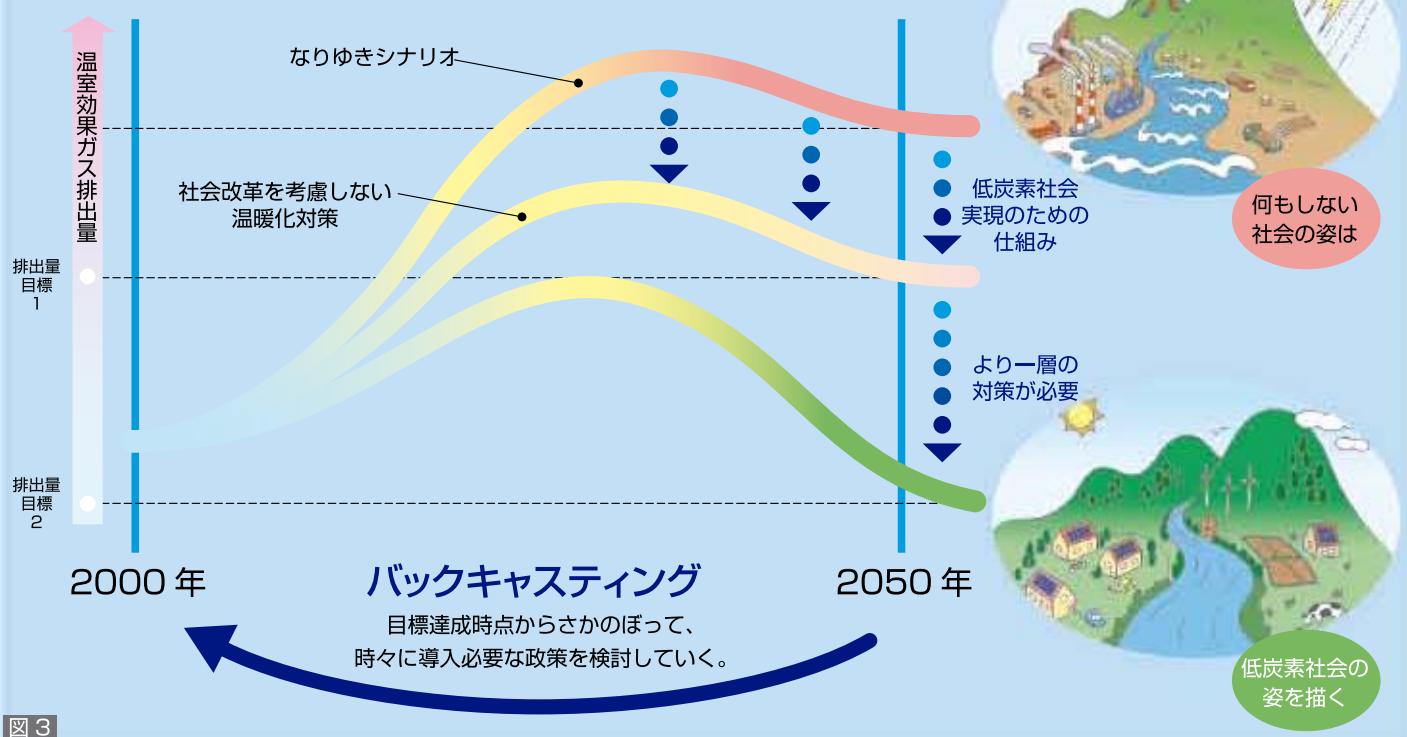
社会が選択する将来シナリオ：参加型アプローチ

低炭素社会への転換は、自分たちの国を将来どう作ってゆくかということとほぼ同義です。つまり自分たちの将来のシナリオを選択する、あるいは自ら描くと言う事なのです。ですからその将来シナリオの選択とその実行のための政策を作る過程においてのみならず、政策の基盤となる研究過程においても積極的に市民と対話をすることが必要です。研究者の間で参加型アプローチと呼ばれている方法です。21世紀の国づくりにむけて研究も参加型アプローチで進める必要があります。研究者と市民、政策決定者、産業界との対話を続けて行くことが大切です。

国際的協力の重要性

気候安定化のためには、すべての国が温室効果ガス削減に参加しなければなりません。特に今後の排出が大幅に増加すると見られる途上国が、低炭素技術社会を目指した発展を遂げられるよう、途上国と先進国が効果的に協力する方法の模索やそのための資金の有効利用に関する共同研究が不可欠です。

なぜ低炭素社会か？ 何もしない場合のシナリオと排出量目標を設定



ミラノの公共自転車



デンマークの自転車乳母車



COP15 サイドイベント

Box 3 気候安定化に向けた国際的動き

2007年に出版された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次評価報告書の要点は以下のようなものでした。

- 温度の更なる上昇が続いている、その影響が世界の各地で観察され始めた。
- 温暖化が人為的な温室効果ガスの排出によることがほぼ確実である。
- このままの排出を続けると洪水干ばつ等の極端な気候変化が起こりやすくなり、水資源や自然生態系、農業生産へ大きな影響を与える。
- 気候を安定させるには温室効果ガスの大幅な削減が必要であるが、早期に対応すれば技術的に実現可能である。

これを受け、世界の首脳が集まるG8やG20の場では、世界の温室効果ガス排出を2050年には現在の半分にすること、先進国は2050年までに60-80%の大幅削減を目指すことなどがこれまでに合意されました。国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の会合では、各国の削減量をどうするかを交渉してきましたが、2007年のパリ会合では2020年には先進国が25-40%の削減を行い、途上国も相応の削減をするという方向が話し合われ、2009年のコペンハーゲン会合では、先進国・途上国のすべての国が、削減目標や行動を登録して、削減に動き出すことが同意されました。

Box 4 モデルって何？

ここで言うモデルとは、さまざまな要素を組み立てて一つの事象を説明したり、さまざまな状況が色々なところで起こることによって、どこかで一つの状況が生まれる事を説明するためにあります。逆に、一つの状況を解き明かして、どこでいつどんな状況が生じた場合の結果であるのかを説明する場合もあります。説明したいことや事象を形作るもののが本質的なことだけに焦点を当てて理解可能なレベルにまで簡略化して説明するもので、身近なものでは地球儀もモデルの一つです。素粒子から太陽系のような大きなものまで、モデルにすることで、その対象がどんなものかが分かつてきます。地球が実は平たいお盆のような形をしていない、という事も理解できます。つまり、モデルで得られる結果の一番重要なことは、あるシステム内の要因の相互関係を理解することです。その点で、実際にその事象を作り出す実験とは異なるのです。

説明すると言っても、その形式はさまざまです。数学を用いる場合もあります。よくコンピュータシミュレーションという言葉を耳にしますが、大規模な計算をコンピュータに任せることによって、地球規模の気候の長期的な変化を予測できるようになりました。さまざまな条件が絡み合って成り立っている気候の変化を理解し、またそれによって起こる別の事象を説明するために、モデルが使われています。

Box 5 低炭素社会国際研究ネットワーク (International Research Network for Low Carbon Societies (LCS-RNet))

低炭素社会の実現にあらゆる知恵を結集して挑戦しようと、いま世界の研究者たちがネットワークを組んだ活動を始めました。それが「低炭素社会国際研究ネットワーク」です。

日本の提案で設立 : 2008 年に G8 議長国であった日本が、政策と研究をつなぐ活動の必要性を提案し、参加国の賛同を得てできたものです。事務局を日本 (IGES : 地球環境戦略研究機関) において 2009 年から活動を開始しました。

政策と研究の対話の場 : このネットワークは、低炭素社会構築に必要な科学知識の共有や新たなアイデア創造の場として、世界各国の研究交流プラットフォームを作ると同時に、政策と研究を直結させてタイムリーな政策実施を支援しようとするものです。たんなる理論や枝葉の論議はおこなわず、低炭素社会を作り上げてゆくために必要な中核的課題を密に検討することとしています。

低炭素研究有力研究機関が参加 : ネットワークの組織は、各国の有力研究機関がそれぞれの中核機関となることによって、世界中で政策と研究の連携を強めると同時に、国内研究機関同士の横断的協力が進められることを期待しています。すでに G8 国のうち、英国、ドイツ、イタリア、フランス、日本に加え、グリーン成長を唱える韓国とインドが中核機関を指定しメンバーとなっています。米国や中国、インドネシアなどの参加も進みつつあります。



G8 をはじめとする政策決定プロセスに直結 : 現在のところ、G8 国研究機関がステアリングメンバーとなって運営を行い、その年と翌年の G8 議長国の研究機関の代表が共同議長となって全体を運営し、それを日本の事務局が支えています。このネットワークは、2009 年 4 月シラクサでの G8 環境大臣会合で「LCS-RNet からの定期的な報告を期待している」とされ、世界の環境政策のトップへその知見を反映することが期待されています。国連気候変動枠組条約や関連する諸機関にもその成果がインプットされます。研究者たちはネットワークの成果を用いて、それぞれの国の低炭素化やグリーン成長戦略の立案に積極的に貢献しています。

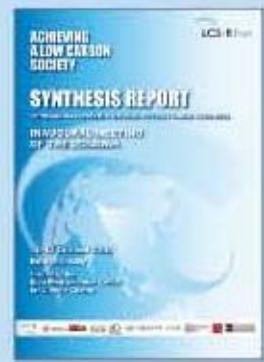
どんな研究をしなければならないか :

低炭素社会国際研究ネットワーク 年次会合から

2009 年 10 月 12 - 13 日 イタリア ポローニャで、各政府の気候政策担当者と低炭素社会研究に従事する研究者が世界中から 50 人以上集まって、低炭素社会の実現に向けての政策と研究課題について話し合い、以下のような提案をしました。

その詳細は、統合報告書として出版されています。

http://lcs-rnet.org/meetings/2009/07/1st_annual_meeting.html



Box 6 ポローニャ会合での主要な結論

● 中長期目標

- 世界の指導者たちは、大胆な排出量削減目標を掲げたいと望んでいる。
- 国や地域それぞれに適切な目標を設定することによって、副次効果（コベネフィット）が生じる。
- バックキャスティング・アプローチによって、持続可能な低炭素社会に向かう実現可能で望ましい道筋を示す事ができる。

● 低炭素社会の経済的側面

- 環境目標とイノベーションを起こす政策との協調が不可欠である。
- 分野別および地域的視点を考慮すべきである。
- 途上国への緩和・適応ニーズを満たすための新たな資金調達構造を確立する必要がある。

● 技術の役割

- 低炭素社会を実現するには、画期的な技術革新が不可欠である。
- エネルギー技術への投資拡大が必要である。
- 技術だけでは低炭素社会の実現はできない。
- 気候政策と研究開発戦略は同期同調させながら進めるべきである。

● 公共政策と生活様式の変化

- 公共政策によって、生活様式を変化させ低炭素社会への道へと導くことが出来る。
- 行動の変化を促すのは容易ではないが、やれば出来る。
- それぞれの国や地域の特色にうまくあわせた対策がもっとも効果的である。
- 低炭素社会の生活様式は、犠牲を伴わなければ出来ないというものではない。

● 分野横断的課題

- あらゆる部門を横断する変化を引き起こすには、絶えずシグナルを送り続ける必要がある。
- 土地利用変化のための計画策定が不可欠である。
- 低炭素社会を推し進めるのに素晴らしい機会が、都市というまとまりにある。
- 途上国がそれぞれ独自に目標と道筋を設定するための研究がいる。
- 技術協力と同時に人的資源開発も不可欠である。
- 不可避な気候変動に適応しながら、新たな科学的知見を常に注視する必要がある。