

1. 今後取り組むべき調査研究内容

(1) 温暖化による影響評価の理論

a) 温暖化によって気候、水位などがどのように変化するのか。その変化は人類の社会経済生活にどのような影響を及ぼすと予測されるかを明らかにする。

b) 影響を評価する基準を設定する

ア) 経済的評価：影響の貨幣的評価の可能性を探る。農業生産に及ぼす被害の貨幣的評価、陸が水没することの貨幣的損失。逆に、温暖化によって農業が可能になる地域も出現するといわれているが、それをどう評価するか。

イ) 世代間の分配をどう評価すべきか。例えば将来世代の利益・不利益を割引くことにどのような意味があるのか。

ウ) 不確実性（リスク）と不可逆性の評価

地球温暖化のような不確実で不可逆な現象をどう評価したらよいか。

以上の点に留意して、従来型の費用・便益分析、世代間にわたる期待効用最大化モデルなどをどう評価すべきか、それらに代わる新しい評価基準は有り得るかを検討する。

(2) 温暖化影響対策の理論と効果の計測

a) 影響対策としてはどのようなものがあり、そのメリット・デメリットは何か。

b) 各影響対策の効果と経済成長などに及ぼす影響を明らかにするための計量モデルの構築

ア) 国内モデル

投入産出分析やマクロ経済モデル及びミクロ分析。ミクロ分析としては例えば、公害健康被害補償制度がSO₂排出に及ぼした影響などの具体的事例の分析は、経済インセンティブの効果を知らうえで有意義

と考える。

イ) 外国とのリンクモデル：最終的には世界モデルの構築

ロ) 計量分析のためのデータの収集

2. 今後のあり方についての構想

特になし

3. 研究体制

計量分析の必要性を考えると計量経済学者に参加を求めたい。

1. 短中期の対策と超長期の対策

地球温暖化は、その主原因と目されるのが、化石燃料の消費の結果必然的に発生する二酸化炭素だけに、さまざまな環境問題の中でも桁外れに対策の困難な問題である。したがって、この対策を論ずるにあたっては、その対策の実行可能性と社会経済的な影響を十分考慮する必要がある。

この対策評価にあたっては、2つの時間的領域をわけて考える必要がある。第一は、短中期的な対策評価である。現在、世界的に二酸化炭素排出抑制目標を定めようとする動きがE C諸国を中心として高まっているが、これらはいずれも今後10～20年の範囲でその排出量を何等かのレベル——多くの場合は一人当たりないし総量で現状レベル——に安定化しようとするものである。しかし、これだけでは問題が解決されるわけではなく、大気中の二酸化炭素を安定化し、温暖化の進行をくい止めるためには世界全体としての二酸化炭素排出総量を現状よりかなり低減しなくてはならない（どの程度かについては安定化する濃度レベルにより異なる）。これを実現するには、発展途上国の今後の経済と人口の拡大を考えると、社会構造の変革を含めて思い切った対応策を考えねばならず、到底10年や20年で実現できるものではなく、超長期的の対応策となる。この短中期、超長期の対応策の検討はそれぞれ性質の異なる側面があり、やはりある程度分離して行われなくてはならない。

2. 短中期の対策の評価

短中期の対策は、その実行可能性からみて、次の2つの型の対策に分けられる。

(1) エネルギー効率向上

(2) より二酸化炭素発生が少ない燃料への転換

これらの方策の評価は、各種対応策毎にその特性を検討し、コストと二酸化炭素発生量の関係を求めて積み上げていくボトムアップ法と、何等かの対策導入のインセンティブを定量的に定め、これに対する対策導入可能性とそのコストないし経済影響を、エネルギー経済モデルを利用して求めるトップダウン法にわかれる。現況では圧倒的に後者が多く行われており、米国では

J. Edmonds, A. Manne and R. Richels, D. Jorgenson and P. Wilcoxon など、わが国では電力中央研究所の論文が1990年に発表されている。これらによると

二酸化炭素排出安定化のためにはかなりの炭素税の導入が必要で、その結果若干の経済成長の損失が見込まれる。一方、トップダウン型の検討の欠点は、実際の省エネルギー・燃料転機でどの程度のことが行われるのかが明瞭に求められないことであり、ボトムアップ型の検討との結合がのぞましい。筆者らは現在このような努力を行いつつあり、その一部は既に1990年秋ワシントンで公表されている。今後、このような総合評価のための手法の開発と、それを用いてわが国、更には世界の二酸化炭素排出安定化の短中期的評価を行い得るようになることがのぞまれる。

3. 超長期の対策の実行可能性評価

温暖化の進行を最終的に阻止するためには、二酸化炭素並びに他の温室効果ガスの大気中濃度を一定にする必要がある。そのためには、二酸化炭素の場合現在より相当程度、多分5～7割は排出量を低減しなくてはならない。発展途上国の今後の人口と経済の発展を考えると、このような低減の実行は数十年ないしそれ以上の長期の努力を要するとみられる。既にこの目標を実現するためにはわが国政府により「地球再生計画」が提案されているが、その対策の具体的内容は今後の検討に任されている。

一方、このような超長期の対策となると、将来にはさまざまな可能性が存在する。将来の対策研究を推進するには、これらの可能性を探索して、どのような研究推進がのぞましいかを検討する必要がある。これまで、欧米で100年に及ぶ長期のエネルギーシナリオを検討した例がいくつかあるが、それらはいずれも従来のエネルギーモデルの延長であり、将来の多様な技術的・経済的・社会的可能性を考慮したものではない。その意味で、従来のような実証的な科学研究方法論とは異なった、多様な可能性を総合的に探索するような新しい方法論が必要になる。

こうした事情からすると、できるだけ簡単に構造がわかりやすく、かつ確率的な接近の可能なエネルギーモデルの開発が重要であると考えられる。このようなモデルについては、本研究者らは既に一つ新しいアイデアを創案、検討中である。と同時に、将来のさまざまな技術について少しでも具体的な形での可能性調査が必要であり、これについても国内外の協力を得て検討を始めている。現在文部省科学研究費・エネルギー重点領域研究の中で実施中の二酸化炭素低減技術研究も、この一環として有用な情報を提供するものである。

1. はじめに

地球環境温暖化（以下温暖化と略す）にともなう健康影響は、1. 温暖化にともなって生じる温熱環境および気候条件による直接影響、2. 温熱環境・気候条件と他の環境要因とによる複合影響、3. 温熱・気候の諸条件の変化によって生じる生態学的諸条件の変化に由来する間接影響、の3つにわけて考える必要がある。以下それぞれについて若干の検討を加える。

2. 温暖化の直接影響に対する研究

温熱および気候の諸条件による健康影響は対象の人類生態学的特性によって異なる表現型をとる。すなわち、（1）環境変動に対応できる技術・組織を備えた社会とそうでない社会とでは異なる筈であり、（2）個々の人間集団の居住の場所によっても異なり、さらに（3）集団内部の個人の条件（年齢、疾病の有無等）によっても異なる。

他方、地域別に生じうる温熱・気候の変化がいかなるものであるかについての予測が成立しない限り、個別の影響評価は困難である。従って、現段階ではこれまで十分には検討されていない特異な温熱、気候条件をとりあげその生理学的・臨床医学的影響を検討しておく必要がある。たとえば、突然の熱波に対する生体の応答と適応のような研究がその例となるが、上述の人類生態学的諸特性との組合せにより、多面的な研究が必要となる。

3. 温熱環境・気候条件と他の環境要因とによる複合影響についての研究

温熱環境条件が変化することによって、他の物理的要因、化学的要因、生物的要因の生体影響は大きな変動を示すことは周知のことであろう。しかし、個々の要因をとりあげた時、変動の全体像さらにはその機作についてはまだ十分には説明が進んでいない。

たとえば最近われわれの研究室では亜セレン酸ナトリウムの毒性が短時間の高温曝露（33℃ 3時間）によって増強されることを見出した（Watanabe et al. 1990）。このような環境温度と化学物質の毒性の交互作用は他の化学物質についても認められているが動物の体温調節との関連で毒性の変化を一元的に説明するメカニズムは知られていない。化学物質だけでなく、他の環境要因をもとりあげ、系統的な研究を進める必要がある。

4. 温熱・気候の諸条件の変化によって生じる生態学的諸条件の変化に由来する間接的健康影響についての研究

本研究分野は多岐にわたる。しかし、各種生態学的条件の変化に着目する研究は、健康影響というよりは生態学的影響についての研究として位置づけられる。その中で、健康影響と関連することが予想される課題を重点的にとりあげることが大切であろう。たとえば地球温暖化に伴う、各種疾病媒介動物や病原微生物の分布域の変化と、それに関連して生じうる人間の感染・発病の危険の評価はとりあえずもっとも重要な課題の一つとなる。

気候変化に伴って各種作物の栽培可能限界が変化することが予想される。局地的な生態系の中に生活している人々が世界各地に残存している。この人々にとって局地的な各種栽培作物の生育条件の変化がどのような影響を与えるかは注意深く検討しておく必要がある。

地球温暖化による生態学的変化に対応して進められる技術的対策についてそれが健康に与える危険を評価しておく必要がある。たとえば、各種の農薬使用の拡大とそれに由来する環境汚染についての研究はその1例である。

5. おわりに

地球環境関連の研究の今後の進め方として、プロジェクト研究と公募研究の2本立てにすることが望ましい。予算はどんな場合でも制限があるので、集中的に特定の課題を解決することを目的としたプロジェクト研究を第一にとりあげ、さらに将来集中的に研究すべき課題に目配りするという意味で、小型の問題発見を中心とする公募研究を組織するとよいと考える。

文献

Watanabe, C., Suzuki, T. and Matsuo, N.: Toxicity modification of sodium selenite by a brief exposure to heat or cold in mice, *Toxicol.*, 64:245-213, 1990.

千葉県衛生研究所長
東京大学名誉教授

田中 寛

1. 分野について

地球環境の変化に伴い、気候の変化により多くの影響が現れるであろうと予測されている。どんな環境変化や気候の変化が起ころうが、人の健康、社会生活や生存にかかわらない限り、大きな問題とはならない。本報告書では地球温暖化の人の健康への影響を中心に意見を述べることにする。

一般に人間は、現在自分が生活している環境を中心に物事を考える。そのために日本の様に温暖で、よく整備された社会環境に生活する者にとって、気温が3℃上昇しようが、多少の異常気象がこようが、風水害があろうが、その変化が人の生活、健康、生存に、影響するであろうという実感が湧いてこない。

東京が鹿児島気温になったと仮定してみよう。冬は温暖で生活が快適で、脳動脈障害や心臓障害を持った患者にとっては今より快適な日常生活がおくれ、患者の予後も良くなり、余命も延びるのであろう。

温暖化は、裕福な生活様式をもった地域社会に、それだけでは直接的あるいは間接的にも人の健康に障害を与える可能性は低く、健康への悪条件が起こったとしても、あまり苦勞なく社会的に制御することが可能であろう。

しかし、世界的な観点で、身近なアジア諸国や太平洋の島国ではかなりの影響が想定される。まず直接的な温熱の影響に対しては、熱帯地域の住民は強く、また適応も容易である。現在でも、あまり働きたくない住民の精神構造は高温地によく適応している。高温で感染症の増大があっても、もともと疾病は多発しているので、大きな影響とはならないであろう。

人への影響はもっと間接的な影響で深刻になる。その条件は、地域の飲料水の確保、農業生産、食料の収支バランス、許容される人口のサイズなどであろう。現状でもこれらの不均衡は世界各地にみられ、乳幼児の高い死亡率、青壮年でも感染症への絶え間無い暴露と死亡、栄養障害、餓死などの相互関係で社会が成り立っている。

従って、温暖化と人の健康は日本を対象にした研究では成立しにくく、せめて、アジア、西太平洋地域を含めて、広くみる必要がある。地域を広げた場合、厳密な結果は期待できないが、温暖化と人の生活可能な地域の変化や許容しうる人口のサイズを推測することは、本分野に意義のある研究であろう。

2. 地球環境研究全体について

地球環境研究の全体を考え、想定される全分野、全課題をあげて、相互の関連をつけることは可能であろう。しかし、研究者群の得られない課題や分野をいくら考えて、網羅してみても、全体的に成果が上がって、構想全体が完成するものではない。

現在の研究班の構成方法は分野を決めて課題を考えたり、課題を集めて分野の区切りをつけたものと思われる。そして課題の中にふさわしく、実行可能なサブテーマを出発させていったものと思われる。この積み上げ方式は全体的な構想の欠如を感じさせるかも知れないが、実務的で、成果の上げやすい方法であると感じている。研究全体としては適切に組織されていると感ずる。

3. 研究体制について

研究全体はよく構成されているものの、積み上げ方式で構成した体制は、その体制作りに携わった人々以外の者にとっては、すこぶる難解な体制であり、整理をしなければならない時期にきていると思われる。

具体的には、分野の区切りも現在必ずしも明かでない。例えば地球温暖化現象解明と地球温暖化影響・対策は分野Bにしているが、他の分野からすれば著しく大きい。またサブテーマ程度と思われる課題で分野が構成される場合もある。

一方、幹事グループでは十分わかっていても、分野の責任者、課題の責任者も一般的には明瞭ではない。おそらくサブテーマで座長が明らかにされているのであろう。全体の体制の複雑さ、分野、課題のサイズの不均一さは、サブテーマで実際に研究に携わる研究者や研究協力者に、困惑を与えている。

まず、各人が全体の目標はどこにあるのか、全体の研究体制の中で自分はどこにいるのか、どのような方向で進めば全体に貢献できるかを把握するのに困難である。

具体的な改善策の提案としては、分野や課題のサイズを見直すこと。サブテーマを含めて、分野、課題、サブテーマに整理記号や番号でコーディングをして組織全体を分かりやすくするとよい。そして、分野、課題毎に、責任者（または座長）と幹事を明記してサブテーマに於ける研究協力者にまで全体の組織、体制を明らかにしてほしい。

現在サブテーマとしている部分は、一般的には具体的な研究課題を指す。分野は適切な表現であろう。いま使っている課題といっている部分を区分とすれば全体的に理解しやすくなるのではないか。

東京大学工学部教授

松尾 友矩

1. 影響評価と対策立案の重要性

一般的にいて、解析や調査の研究を進めなければならない課題には問題理解型の課題と問題解決型の課題がある。もちろん問題解決型の課題にあってもその問題がどのような問題なのかを理解することは最も基本的なプロセスとして必要になるのではあるが、問題解決型の課題にとっては、場合によっては、具体的な対策を立案することが優先されることも必要となる。このような対策の立案がどの程度優先されなければならないかは、この問題が人々の生活、社会の成立にとってどれだけ大きな影響を持つかによって決ってくる。地球温暖化の問題はまさに、格好の例題としても考えることができる。例えば、地球温暖化の問題がにわかに国際政治の場でも注目されるようになったのも米国EPAによる環境変化の予測及びその影響評価の報告書が出され、温暖化の影響の深刻さが明示され、より大規模な対策の必要性が認識されたからである。

このようにして温暖化のメカニズムを明かにすべきだという指摘とともに、ともかく早く行動計画をつくり実行していくべきであるといった議論が、同時に重要な意味をもってくることになる。しかし、あえていうなら現在の課題として掲示されている地球温暖化の問題は、どちらかといえば問題解決型の課題として扱う方が適切な課題であるといえよう。すなわち、メカニズムの解明をまってからではすべての対応が手遅れになってしまう恐れがあるからである。しからば、いきなり各種の対策を発動していけばよいのかといえばそれほど単純な問題でないことも明かである。どの程度の影響が人間生活や社会生活にとって現れるかを十分に評価しておくことが、対策立案上の必須条件となるのである。若干前置きが長くなったが、地球温暖化の問題を問題解決型の課題として扱うとき、その各種の影響を正しく評価し、それを具体的な対策へ反映し、立案していくことは当課題にとっても最も重要な意味を持つものとなる。いわば影響評価と対策の立案は地球温暖化問題の解決のための車の両輪のような役目を持つものといえよう。

2. 今後の課題のあり方

影響評価と対策検討のグループの研究プロジェクトの全体構成は別項で示される通りであり、当面考えられる課題はかなりの程度網羅的にリストアップされている。従ってここでは個別の課題、テーマを挙げるのではなくて、全体的

な問題の扱い方の今後について考え方を整理してみたい。すなわち前述のように地球温暖化問題を問題解決型の課題として考えることに徹したときの各課題の順位づけを整理していく上での工夫の仕方である。

上記は次のように整理される。

- (1) 地球の温暖化が人間社会に与える最も深刻な影響の評価を、可能な限り定量的に進める。これは、地球上全体で平均すれば、プラスの影響が残ることが明かになったとしても、どこかで決定的なマイナスの影響が現れるなら、温暖化の進行を正当化することは出来ないと考えるのが順当であるからである。
- (2) 人間社会のどのような側面に対する影響をまず考えるべきかといえば、人間生存の基盤である、食糧、水、住居等への影響が優先されなければならない。もちろん自然そのものへの影響も無視できないが、人間社会の存立との調和が優先されるべきではと考えられる。
- (3) 地球温暖化問題の最大の特色はその影響やとるべき対策が国境を越えて同時に考えられなければならない点にある。すなわち、すべての問題がすべからく国際的であるということである。この中では先進国間での意識の違いをどう調整していくかという問題とともに、いわゆる途上国といわれる国々にどのような取り組みを期待できるのか、また協力出来るのかが大きな焦点になってくると考えられる。わが国の置かれている国際的な立場を考えるならば途上国、特にアジアの諸国について、それぞれの社会的状況に応じた影響の内容とその程度を明示的に示し、併せて適切な対策を早急にとれるように協力していくことが求められているのだと思われる。
- (4) そして、なにはともあれ、日本政府が提唱した「行動計画」をいかに具体化していくかが関心事にならなければならない。「行動計画」に列挙される対策群は早急にそのフィジビリティを検討して行かなければならないだろう。これらの対策は長期的には大きな技術的ブレークスルーを要するものがあるが、場合によっては明日からでも始められるものもある。その意味ではある種のライフスタイルの変更、制度の変更といった社会的ブレークスルーを検討することも急を要するのかもしれない。少なくとも省エネ的対策技術は現行の価値基準でも当然受け入れられるものであるので、そこからの取り組むことはすぐにでも始めるべきなのであろう。

(5) 「行動計画」をどこで適用していくべきかも問題となる。地球温暖化の元凶は人間活動の増大そのものにあるのであり、人々が最も多く生活をしている地域において率先して実行されていかなければならない。影響についてもそうであるが人口集中地区である都市は人間生活に最も深く関連している部分であり、そこへの影響と対策の検討が急がれるであろう。特にアジア諸国での都市問題解決へ向けての対応にはこのような視点が含められていくことが必要なのではないだろうか。

今後取り組むべき調査研究はたくさんある。地球環境の影響アセスメントにおける特に重要な項目は次の5つであろう。

- (1) 環境と影響を受ける主体の関数関係が外挿できる範囲の検討。関係には必ず最適な範囲があり、その限界を越えれば悪化する。例えば、温暖化による最適な影響範囲はどこかを知る必要がある。
- (2) 相乗作用または複合作用を解明する必要がある。
- (3) 社会・産業の抵抗性・適応性の解明。例えば、農業における新品種の開発、工業における技術開発などは新しい環境に対する社会の適応力と見ることができる。これの社会形態別・産業別の評価が必要である。
- (4) 季節間競合または地域間競合の解明。地球環境変化は局地的にまたは地域的には進行速度が異なり、質的な内容が異なるので、ある季節間および地域間における人間の産業活動の競合状況が変わってくる。例えば、作物カレンダーの変化、土地利用の変化、市場の変化、需要の変化など。
- (5) 政府の対応。政策は当面、国単位でしか考慮されない。または、ヨーロッパ、中近東などの地域単位である。そのスケールに応じた環境変化の予想とその影響の内容。

以上のうち、1990年10月末の第2回世界気候会議では数名の講演者が図らずも、上記の3の「社会の適応力」の評価が地球環境の影響アセスメントにおいて重要であることを指摘した。

これからの我が国の地球環境研究においても必要と考えられる。

地球環境研究全体としての今後の在り方は、次の通りである。

大学、各省庁の研究所、その他企業・地方自治体などの研究所などの研究者は各自の企画・予算に従って研究を進める。それを横につなぐ機能をもつ組織、例えば、環境研究のうち、特に地球環境の研究に関するもののみの発表会（シ

ンポジウム)などを定期的に行う。必要ならば出版物を定期的に出す。もし、学会形式にした方がよければその検討も行う。しかし、その場合、もし日本全体をカバーするとすれば大学に所属している研究者数が圧倒的に多いので、環境研究所または環境研究センターが中心となるとうまく機能しないであろう。また、今の環境科学会の他にもう一つの学会を作る必要もないであろう。この点をよく考えねばなるまい。

研究体制に関しては、いまのままでよい。しかし、その連絡機構をうまく構築する必要がある。日本学術会議の組織をなんらかの形で活用するのがよいのではなかろうか。学術会議自体は研究所ではないのでかえって、調整機能のみをもつ機関としてよいように思われる。