

## 第3章

# 地球温暖化問題が投げかけるもの

住 明正

sumi@ccsr.u-tokyo.ac.jp

東京大学気候システム研究センター教授

### 1. 気候変動についての基本知識

#### 1.1. 気候と気象の違い

温暖化について話をする前に、まず、気候と気象の違いについて簡単に説明しておきたい。

気象とは日々の天気現象であり、気候とは平均状態を意味する。平均をとるという場合には、統計学的な標本平均を意味する。だから、時間平均の場合は時間に関して一定の値が出てくるし、日変化については、標本としての日をたくさん集めることによって、ある一定の時間変化の傾向を求めることができる。また冬は寒く、夏は暑いという平均的な年変化についても、標本としての年をたくさんとると、平均値としての傾向が定義できる。

気象庁では通常 30 年平均を使う。30 年には確たる根拠はあまりないが、定説では、人生 50 年時代には、30 年という期間が人間が成人として働き一生の多くを過ごす、いわば生涯と考えられていたからではないかとされている。つまり、異常気象の定義も、大体 30 年に 1 回程度の現象という意味であり、人生に一度程度遭遇するかどうかというイメージであった。

このように異常気象とは、人間の生活に依存した定義であり、また、気候値自体も 30 年という有限の時間平均として変化することに注意する必要がある。

ある。したがって、たとえば現在の天気予報で「平年に比べて暑い／寒い」などと言うが、この場合、気象庁が用いている平年値は1970～2000年のものである。2010年を過ぎると、その平年値は、1980～2010年のものとなる。このように「平年」の値自体が変化している。1950年代の「平年」の状態と、2006年の「平年」の状態では、おそらくかなり違っているだろう。

このように、気候は毎年同じではないということをまず銘記していただきたい。さらに、気候には本質的に“ゆらぎ”がつきものである。それは、ちょうど株価の変動のようなもので、非常に多くの要因が相互作用しながら働いている結果である。したがって毎年、毎年、違う。しかも問題は、どの程度のゆらぎがあるかがまだよく解明されていないことだ。昔から、科学は予測するものではないという考え方があるが、それは系が線形でないかぎり完全に予測できないからである。

異常気象は、もともとゆらぎがある自然のシステムとしては正常な現象であるということを記憶する必要がある。それなのに異常気象という言葉が使われる理由は、稀に生じるという意味もあるが、新聞報道から使われ始めたことからわかるように、社会との関連にある。

## 1.2. 人間圏と気候変動

---

私は、気候システムの変化は、社会の変動を引き起こす重要な要因であると思っている。一般的に人間は、自然システムの中に住んでいるわけではなく、社会システムの上に住んでいる。人間は自然から離れては生存できないが、物理的な意味で自然そのものの中に暮らしているわけではなく、社会システムという大きなシステムの中に住んでいる。また、多くの人にとって、自然は人間の手が入った人為的な自然を意味している。

昔から中国には「易姓革命」という言葉がある。中国の歴代の王朝は、それぞれ独特の姓をもっているが、現実に対応できなくなった王朝は革命で打倒し、次の新しい政権を樹立すべきだという考え方である。その場合の対応できない現実とは、大水害、旱魃、イナゴの害などの異常気象がほとんどである。逆に言えば、気候が安定していれば、どんな政権でも一定期間は維持

できるのである。その意味で、気候変動は非常時の対応を調べるリトマス試験紙とも言える大きな問題といえる。

最近、歴史気候学という分野が注目を浴びている。なかでもハンチントン氏は「気候決定論」を唱えたことで知られる。この理論は、気候要因が人間を決定するという意味で使われ、人種差別につながったために批判され、あまり関心が払われなくなっているが、最近の考古学などの急速な発展で、気候の大きなゆらぎと歴史的变化の関連についてもある程度解明されてきた。たとえば、大きな気候変動が文明の勃興、滅亡などのトリガーになっていることなども分かってきた。このように、歴史学、考古学、気象学などが絡んだ総合的な研究がさかんに行われるようになってきた。

また「ノアの箱舟」の話も昔は荒唐無稽な作り話とされていたが、氷河の崩壊などの原因で急激な大洪水はあったのではないかと考えられるようになってきた。過去には、神話はでたらめだとされていたが、人間はそんなに荒唐無稽なことを思いつけないと考えるべきで、そのような記述を引き起こすなんらかの根拠はあったのではないかと思われる。

## 2. 地球温暖化問題

### 2.1. 人間社会の存在がもたらした地球温暖化

地球温暖化は、人間社会の存在がもたらした気候変化である。現在の地球の気候は大気の温室効果によって維持されている。このことは誰も疑っていない。もし大気がなければ、地球の平均気温はマイナス 15 度程度だろうとされている。問題は、人間活動に伴って出された CO<sub>2</sub>などが放射バランスを変え、地球の気候を変動させている点だ。

私は地球温暖化問題は、核軍縮の問題と似ていると思っている。両方とも、将来起きる可能性が高いグローバルな問題であり、誰もその影響から逃れることはできないという問題である。いずれも、現在よりも将来に備えて、現在どういう決断をし、行動しなければならぬという問題である。その場合には、合理的な予測に基づくことが重要である。

温暖化の問題が政治的に取り上げられるようになったのは、1988年のソ連の崩壊を契機とする冷戦構造の終焉以来と思われる。ナショナリズムの勃興で各国がそれぞれの主張をしはじめると収拾がつかなくなることを考慮して、グローバルな拘束条件として、地球温暖化問題が取り上げられるようになったのだらうと思う。

現在、人々はBSE問題に象徴されるように、個人の身体に直結するリスクには非常に敏感になっている。一方、自分に直接関係がないと思われるリスクや将来じわじわ迫るリスクについては感覚が希薄である。「核戦争が起きれば、誰も助からない」ということは、誰もが納得しているがゆえに核軍縮には関心が高い。またミサイルに鈍感だった日本も、最近はやや感度が高まってきた。だから核軍縮については合意形成しやすい。

ところが温暖化の影響については(最近はいろいろな面で影響が出てきているために認識が多少高まってきたが)、まだ深刻に考えている人は少ない。ケガをして初めて痛さを知るが、ケガをする前には痛みを実感できないことに似ている。だから経験を通して認識が深まるのであるが、一度経験すると取り返しがつかない問題にどう対処すればいいのかという点が大きな課題である。

地球温暖化問題については、問題が顕在化してから対応すればいいという意見もある。つまり、存在する事実を解明したり解決方法を考えるのが正しい科学のあり方であり、今後発生するかもしれない問題に対して研究するのは科学的ではないとする旧態依然たる考え方がまだ残っているわけである。しかし、これからは予防原則の適用などを通じて、今後生じるかもしれない問題についても考えていく必要があると思う。

地球温暖化問題は、各国の経済発展の事情や主張と密接に絡んでいるため、なかなか答えが出ない。かつて19世紀のウィーン会議で軍縮をめぐる「会議は踊る」という言葉が生まれたように、延々と議論していくしか合意形成できないものかもしれない。自国の利害と地球的問題の解決との調整に非常に手間と時間がかかるわけだ。その点でも温暖化と軍縮は同様の側面をもち、その観点から歴史に学び直す視点も有効だろう。

ここで、地球環境問題、特に、地球温暖化問題の歴史を振り返ってみよう。

先に述べたように、1988年の冷戦構造の崩壊が非常に大きな契機となった。その直後から、当時のイギリスのサッチャー首相は演説の中で、それまで一言も述べていなかった地球温暖化問題を雄弁に語り始めた。冷戦に代わるグローバルな制約条件が政治的に必要になったと見ることもできる。

当時「平和の配当」という言葉がしばしば使われた。冷戦構造が崩壊し、それまで巨費が投じられていた軍備の分を、環境、平和などの部分に回すことができるという熱い期待があった。それが1992年のリオ会議などにもつながっていったと思う。

その後、1988年にWMO(世界気象機関)とUNEP(国連環境開発計画)が共同して、IPCC(気候変動に関する政府間会議)が発足し、科学と政治の共存をめざす枠組みがつけられた。科学と政治が共存しているといっても、実態は同じテーブルについているだけで、議論はすれちがっているなど、いろいろな問題はあるものの、今のところIPCCは成功したビジネスモデルとされている。ただし、IPCCは大量に発信されているいろいろな科学的情報を整理して政治に提示するとしており、価値判断はしないというコンセプトを貫いている。本当にそうかは別に置くとしても、この原則はレビューを書く段階では比較的良好に守られており、著者の価値判断を伴う発言は削る傾向がある。

私は、このルールは他の分野でも大事だと思っている。少なくともアカデミーとして心がけることは、現在の知識の状況を整理して社会に発信していく努力を怠らないことだろう。BSE、遺伝子組換え作物、少子高齢化問題など、現時点で分からない問題はたくさんあり、将来を見通す科学や技術の知識がなければ意思決定できない状況にある。権力が意図的な情報操作をする可能性も大きいので、アカデミーは、IPCCのように正しい情報提供の努力をする必要はあると思う。

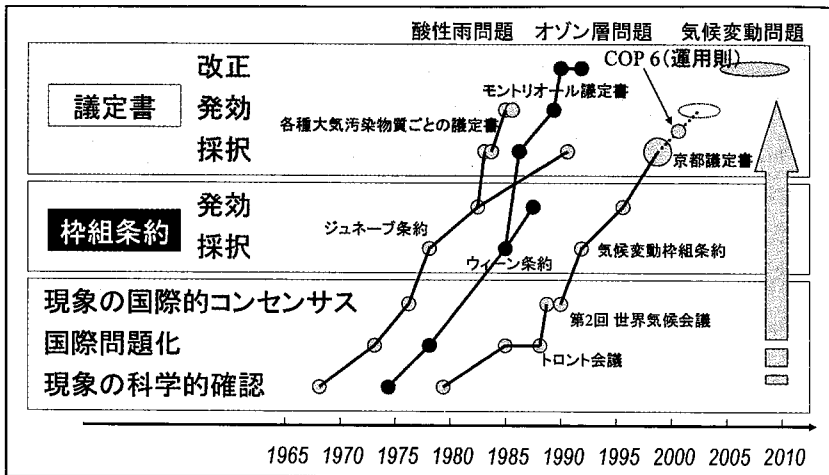
現在の科学の大きな側面として、ファンドを国家に依存せざるをえないという構造がある。冷戦構造が大きな駆動力になって、戦後の科学は明らかに国家の威信と結びついて発展してきたが、その構造は依然として現在も継承されている。政治や国家権力とどう折り合うかは、今でも非常にややこしい問題である。

## 2.2 地球温暖化対策の国際的枠組みの歴史

地球温暖化対策の国際的枠組の変遷は【図表1】のようにまとめることができる。

一般的には、問題が顕在化した後、枠組み条約を策定し、議定書を締結するというフレームができあがった。モントリオール議定書によるオゾン問題は成功例とされている。しかしながら、これもデュポンが代替フロンを開発したから締結可能になったように、対応可能になったから行動するという側面がある。さらに、もう1つの側面として、デュポンは莫大な利益を獲得したが、反対につぶれた企業も多い。このように、科学技術的観点からの規制は経済と密接にリンクしている。

【図表1】地球温暖化対策の国際的枠組の変遷



温暖化については京都議定書が締結されたが、基本はエネルギー問題であるため、あらゆる領域に関わる。最近では京都議定書に関する著作も相次いで出され、さまざまな内幕も暴露されつつある。日本では情緒的な支持があつ

いが、国際的問題に関わる条約の中で、日本の名前が冠されているのはこれだけだという面もあるからである。だから、6%削減はなんとしても守りたいという意識に結びつく。意外にこうした情緒は大事だと思う。

もちろん京都議定書にはさまざまな問題がある。たとえば、加盟する国がこの条約を守っても、世界レベルではCO<sub>2</sub>は増加する。逆に当時は、京都メカニズムについては非常に批判的だったが、現在は評価が変わっている。したがって一時の判断によって考えないほうがいい。

日本が抱える構造的問題の解決と温暖化対策はほぼ同じである。都市構造の問題、過疎・過密問題などは、ほぼエネルギー問題とリンクしている。たとえば、21世紀半ばには日本の人口は7千万人になると予測されているが、その人口で生存していくためのインフラ整備には今から着手しなければ間に合わない。そういう意味で、温暖化対策は今後の日本社会の問題解決のためには非常に大きな意味をもつ。20年で使えなくなる住宅ではなく、100年もつ住宅など住まい方をはじめ、すべての面で今までのやり方を再検討し、新しい枠組みをつくっていく必要があるだろう。

### 2.3. 現代における気候変動の意味

---

次に現代における気候変動の意味についても考えてみよう。気候変動の影響はすべての人に等しくあらわれるわけではない。明らかに貧困層に影響が強くあらわれる。しかし膨大な貧困層が困っている状況で、自分だけは無縁とは言い切れない。特に日本に関して大きな問題は、①ずっと金がある、②何でも買える、③いつでも稼げる、という3つの前提を信じている人が多いことだ。しかし、食糧問題も含めて、今後もその前提が成立するかどうかはきわめて疑わしい。

さて、地球温暖化は将来の現象のため、それを支える根拠は科学に基づく未来の予測である。それに対して、信用できるのか？という疑問が根強くある。科学や科学者に対する不信感もある。往々にして人間は、正しいかどうかの判断基準ではなく、自分に都合のいいことは信用したくなり、反対に都合の悪いことは信じたくない傾向がある。

それらの要素を一応除外して考慮し、現時点で将来を合理的に予測しようとするれば、その基準は科学以外にないのではなかろうか。もちろん完璧ではないが、これまでの科学知見に基づいて判断していくことが必要だろう。たしかに天気予報も 100%的中するわけではないが、それほど大きく外れているわけでもない。

どんな科学でも、必ず不確実性は伴う。また、提供される情報にも必ずある程度の幅はある。したがって、それを使ってどう行動するかは、個人の価値観にもよる。しかし、科学は幅があり不確実だからという理由で放棄するよりは、科学を判断基準にしていくほうが正しいのではないだろうか。ただしその場合、限られた情報だけで判断しては問題が生じるので、みんなに受容されており自由にアクセスできる共通基盤としての情報の整備は不可欠だろう。

## 2.4. 地球温暖化をめぐる論点の整理

---

次に、地球温暖化問題についてよくある質問を整理してみよう。

### ①地球の温暖化は事実か？

温度が上昇しているというが、本当か？——これは、観測データそのものに対する疑問である。その根拠は、そもそもこの広い地球をカバーする全球平均のデータはあるのかという疑問である。

同様の趣旨の疑問として、都市化に伴いヒートアイランド効果が必ずあらわれるようになったので、都市化以前の測候所のデータと比較するのは意味がないという疑問もある。さらに、衛星観測によるマイクロ波観測では、温度上昇していないという研究報告もある。

公式的な立場としては、1980年代以降、衛星観測データなども蓄積され、また科学的に全球気候モデルをつくれるようになったため、データに関してはほぼ正確であるという認識が定着している。その観点から見れば、1980年代から現在までかなり暑くなってきているという事実は否定しがたい。



## ②地球温暖化は人間活動のせいかな？

今はたしかに暑いですが、昔でも暑かった時もあり、温暖化自体は自然現象であり、人間的な要因によるものとは決定できないという反論がある。つまり、温暖化している事実は認めよう、しかし、その原因は、人間活動なのか？という反論である。地球の歴史を見れば、自然変動の要因、太陽活動の要因などから気候は大きく変動しているというのだ。この反論の背景には（アメリカの一部の人々の銃に対する感覚と同じように）、地球の問題より個人の自由を重要と考える意識もある。自由と規制の折り合いをどこでつけていくのかは、きわめて難しい問題である。さらにその背後には、国家権力は信用できるか、今の政府は信用できるかという基本的な問いがある。国は大事な情報は隠しているという本能的な疑問もある。

これらの疑問に対して、現時点では、地球温暖化は人間活動が主たる原因であると断言する証拠はない。物理学や化学などの実験科学では、管理された実験室で条件を変更しながら何回でも実験でき、実験結果には再現性がある。しかし、地球科学は自然現象の科学であり、地球というサンプルは1つしかなく、しかも不可逆性をもつ。現在では数値モデルによるシミュレーションの結果を用いているが、地球温暖化は一度実際に起こったら引き返せないだけに、不確実性を考慮した予防原則が重要になる。

## ③地球が温暖化して何が悪いのか？

温暖化していることは認めても、それで何が悪いのかという疑問もある。科学者の言うことは信用できるのかという反科学主義も根強い。特にアメリカは伝統的にモンロー主義が強く、自国の意思決定は自らが先行き、国際社会の決議に縛られたくないと考えている。そうした国是が国際社会の合意形成を困難にしている。

### 2.5. 懐疑派の攻撃

懐疑派の論拠は、「地表温度の増加と大気下層の温度上昇が違う」「ヒートアイランドの影響が大きい」「気候モデルが悪い」「太陽効果の影響が大きい」などいくつかある。これらの懐疑派の主張に関して東北大学の明日香・壽川教

授は、下記のホームページで、ひとつひとつ丁寧に反論している。

<http://www.cir.tohoku.ac.jp/omura-p/omuraCDM/index.html>

懐疑派の反論の最大の特徴は、天気予報が当たらない、まだ分かっていないパラメーターがあるなど、科学のもつ不確実性を強調することだ。しかしながら、地球の現象は本質的に確率統計現象だから不確実性があるのは当然で、不確実性の枠を推定し、それに対応できる使い方を考えていく必要があるだろう。

また反温暖化主義者の多くは、管理されるより、何もしないまま現状維持を主張する。しかし、「何もしない」ことで現状維持を選ぶこと自体、ある種の価値判断である。つまり今、有利な位置を占めている人が将来も有利になることを意味している。これは温暖化だけの問題ではなく、科学と社会に関わる問題のほとんどすべてにこうした問題が含まれている。絶対的にいい方法なら、みんな賛成する。ある解決法が提起されても、プラスマイナスがあったり、立場によってリスクに対する見解が分かれたりするから、国際的にも社会的にも合意形成が進まないわけである。

### 3. 20世紀気候再現実験

#### 3.1. 精緻な気候モデルの登場

気候システムは、さまざまなサブシステムから成り立っている。気候モデルとは、地球上を格子点で覆い、各格子点に物理量を表す変数を配置して、物理量の変化を、物理的な法則や経験則などを用いて表現するものである。

日本は、戦後に優秀な研究者の多くがアメリカに流出したために、これまでこの分野では立ち遅れていたが、近年、日本のものづくりの優秀さを生かしたハードウェアの面での地球シミュレータの成功により、非常に精緻なモデルをつくることができるようになり、世界各地の気候現象の解明が進んだ。

また、気候モデルの進展やわれわれの知見の蓄積などにより、20世紀の気候再現実験ができるようになった。

## 20 世紀再現実験で考慮する外部強制

- 自然起源の気候影響
    - ・ 太陽定数変動 (Lean et al, 1995)
    - ・ 火山噴火に伴う成層圏エアロゾル放出 (Sato et al, 1993)
  - 人為起源の気候影響
    - ・ 温室効果気体の増加 (Radiation+MATSIRO)
    - ・ 成層圏オゾンの減少
    - ・ 対流圏オゾンの増加
    - ・ 化石燃料燃焼に伴う SO<sub>2</sub> 放出
    - ・ 化石燃料燃焼、生活用木燃料利用、農業廃棄物燃焼、森林火災に伴う炭素性エアロゾル前駆物質の放出
    - ・ 土地利用変化 (LAI の変化)
- ※ 海塩粒子、土壌性ダストについてはモデル変数（地上風速、土壌水分量、積雪など）より診断しているため、外部強制とは考えない

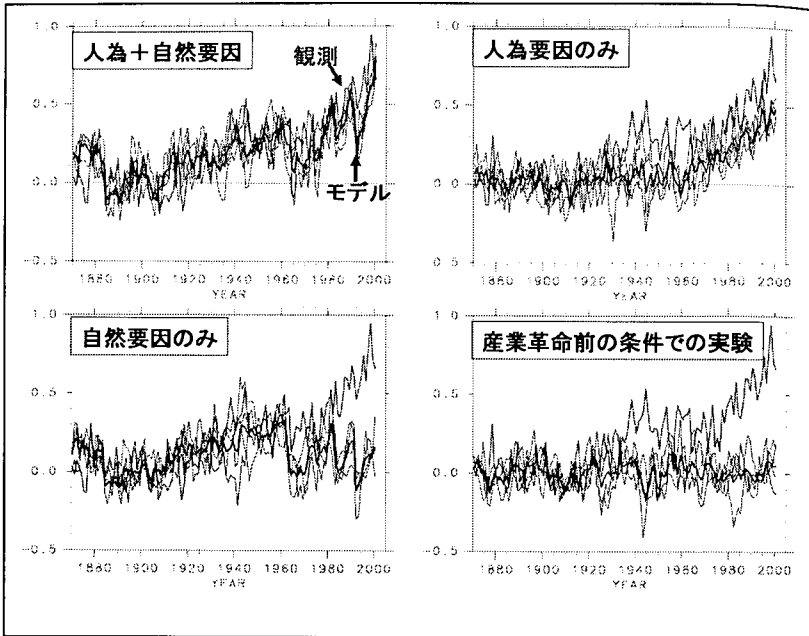
さまざまな変動要因を数値化して再現したものが【図表 2】である。そして、自然的要因、人為的要因の影響を調べてみると、気候変動は自然要因だけでも 0.2 度程度の変動はあり、本来その程度のゆらぎ幅はある。ただし自然的要因だけでは説明できず、特に 20 世紀後半は人間的要因の影響も大きい。

### 3.2. 温暖化により日本の夏はどうなるか？

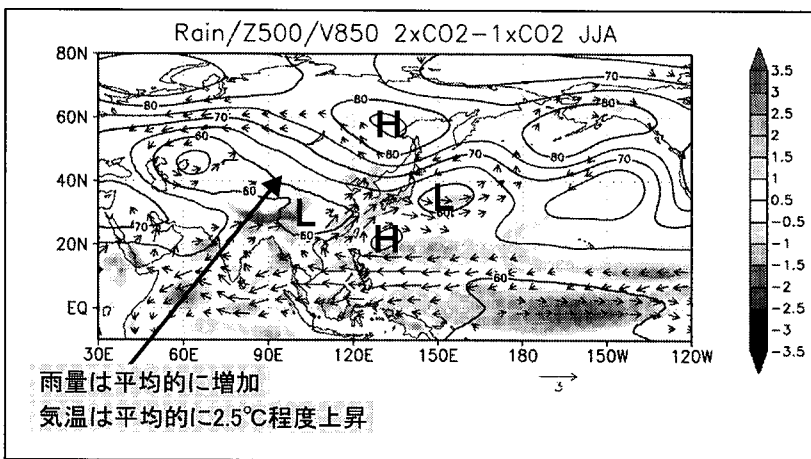
---

「地球シミュレータ」による最新の予測結果によれば、温暖化するとユーラシア大陸北部が暑くなり、オホーツク高気圧が強化される。南の海も暖まり、南の高気圧も強化される。また、その間の梅雨前線が停滞し雨が多くなる（【図表 3】参照）。これが温暖化した場合の夏の東アジアの様相で、これは西南日本の梅雨末期に豪雨のあった 2006 年の状況と似ている。そして、夏日や豪雨のデータなどから、今後もこの傾向は続くと予想される（【図表 4】参照）。

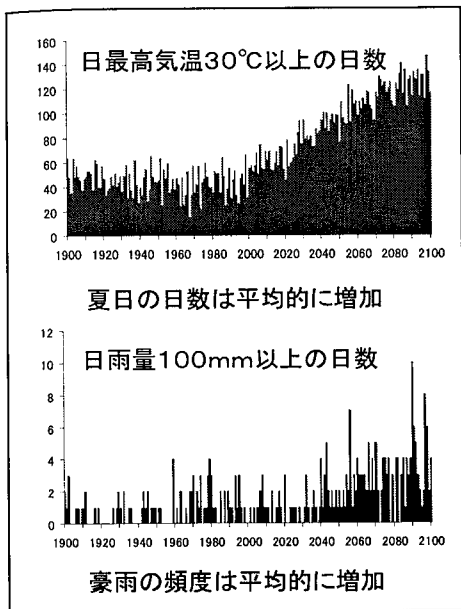
【図表2】気候再現実験による全球平均地表気温(18世紀末からの変化)



【図表3】温暖化による気圧と雨量の変化(約70年後)



【図表4】日本における夏日と豪雨の頻度変化



京では渇水現象が生じてくると考えられる。影響評価という観点から、今後そうした具体的な推定が必要になってくるだろう。ただ、問題はそこから先で、だからダムや道路をたくさん建設するべきだという議論になると、別の問題をはらんでくる。

台風については、個数は減るが、大型台風が襲来すると予測されている。2006年のアメリカのカトリーヌがその予測を裏付けているかどうかについて、さかんに議論されている。温暖化にかかわらず大型台風が起こる確率はあるので、すべてが温暖化の原因であるとは言い切れない。しかし現実には大型台風が襲来する可能性があることを認識できれば、それに対する対応を考えることが大事だろう。

また、従来のモデルでは黒潮について十分に表現できていなかったが、最近では細かいモデルで温暖化時の変化が表現できるようになった。これは、日本の水産業にとっては、特に影響評価の観点から重要な問題である。

たしかにわれわれの経験に基づく感覚でも、強い雨は増えているし、真夏日も増えている。だから私は、こういう傾向が続くことを想定して対策をとったほうがよいと主張している。家の建て方、立地、都市部の排水路なども、こうしたモデルに基づいた判断が求められるようになるだろう。

対照的に、冬の積雪は多少のゆらぎはあっても、長期的には減っていく。関東地方においては、神奈川県は相模川のおかげで渇水はないが、東京

### 3.3. 問題と知識の共進化

---

われわれは通常、知識を蓄積すれば問題が解決すると考えがちだが、新たな問題が発生するため、問題の数は減らない。むしろ、問題は常に知識と共に進化しており、問題自身も進化している。したがって、知識と問題の関係をふまえて、社会を設計・制御してゆく必要がある。これまで科学者は、知識の蓄積は善であるという認識に基づいていた。しかも、問題に対応しようとするときには、問題を限定し、それ以外の状況は変わらないと仮定して考えてきた。しかし実際には、問題は相互に関連し、現実社会は多様に変化する。これからの科学は、問題と知識を構造化し、問題を総体として考えるという柔軟な視点をもつことが大事だろう。

冷戦構造が復活しないと過程すれば、今後は、学術・文化の時代になっていくだろう。21世紀は「コンセプトの時代」であり、コンセプトを出したものが勝利すると思われる。しかもあらゆる要素がリンクしているから、パーツではなく全体を統括するコンセプトが求められる。トータルなシステムとして提示できる概念が大事であり、そのためには、大つかみでもよいから全体を把握できる構想力が不可欠だろう。

その意味で、日本は21世紀の課題に満ちた課題先進国である。少子高齢化など課題を多く抱えていることを悲観的にとらえるのではなく、前向きにとらえるべきである。中国も20年後に少子高齢化時代を迎えるが、そのときにどのような状況に陥るかは想像に絶するものがある。しかし日本は今すでに少子高齢化の問題を抱えており、課題を解決できるノウハウを蓄積することもできる。そしてそれが成功すれば、グローバルなモデルとなり、中国、韓国など今後少子高齢化を迎える社会にとっても大きな意義をもちうるだろう。すべての進化は、負荷がかかったときにおこっていることを忘れてはならない。

日本は人類史的に初めての問題に直面しており、将来に向かって積極的に挑戦する必要がある。いまや世界のどこにも手本がない時代であり、将来の方向は誰にも分からない。このような状況にあっては、究極的に重要なのは挑戦していく人材である。日本は人材を日本人に限定する傾向があるが、今

後はもっと国際的な視点から、そして社会の幅広い分野の視点から人材ネットワークを広げていく必要があるだろう。日本が世界の課題解決をリードする可能性のある時代になっていることを認識してほしい。

## 《質疑応答》

### ●未解決の課題が多い気候モデル

—— 気候モデルのシミュレーションの方向は、今後の研究で大きく変わるか、どうか。

住 対極の意見がある。多数意見は、温暖化に伴う不確定性の多くは雲の動向だというものだ。雲の性質から統計的に処理して分析するには無理がある。したがって今のモデルの不確実性をなるべく減らし、雲を直接表現できる方向に行くべきだと主張する。一方、反対意見は、どこまでしても限りがなく、しょせんは限界があるから無理だというものだ。

個人的な意見では、やはり物量作戦はまだ正しいと思っている。数値予報でも、モデルの精度を向上すれば的中率は向上する。もちろん研究、解析のための知識も深めなければならないが、装置の精度向上はこれからも大事だ。

問題は、雲の問題も同様だが、1つの関係しか扱っていないことだ。しかし、実際の自然界はもっと複雑だ。たとえば、雲が凝結すると氷と水が共存することになる。その状況は雲によっても違う。だからちょっと関数を変えると、ずいぶん結果は違ってくる。あいまい性を極力減らして現実に近い方向は、まだ研究の余地がある。シミュレーションにはある程度の物量が必要で、まだまだ見落としている要素はたくさんある。予報にしても、細かいモデルを使えば使うほど精度が上がっているのはたしかだ。

さらに、現行モデルで欠落しているプロセスは、たとえば炭素循

環だ。自然の状態では温度が変化すると炭素が変わる。そのサイクルを入れると、今以上にゆらぎ幅が大きくなる。二酸化炭素の安定化の基準も、どんな炭素循環にするかによって数値が異なってくる。その意味で、カーボンや窒素などの物質循環をどう取り込むかが次の課題になっている。

その他、表象モデルとのリンク、気温変化による植生の変化など考慮すべき要因は多々ある。また化学の問題、特に広域の大気汚染が今後も進むと思われる中国では、エアロゾルの放出が増えることと予測されるので、それをどうパラメーター化するかなどの問題もある。このようにさまざまな課題がまだ残っているので、それらを取り込んでいく努力を続けることになるだろう。だからしなければならないことは多々あるが、全体を見て研究を進めていかないと、一部だけ細かくしていても徒労感に陥る。常に全体の中での自分の位置を確認していくことが求められる。

## ●温暖化を想定した生き残り戦略へ

- 研究者が今後の研究の戦略をたてるときに、どういう観点から選択していくのか。最終的には個々の興味関心か。
- 住 1人で研究している場合は、個人の興味につける。しかし国から予算をもらって研究している場合は、何をするかについて全体の判断をした上で、勝てる場所を選ばざるをえない。戦略的には、日本のまったく弱いところに新たに巨額の資金を投入するより、強いところをのぼす方向に向かったほうがいいと思っている。
- 21世紀はコンセプトの時代ということだが、現時点で日本のコンセプトはどうなっているのか。
- 住 多くの人が、今後の生き方は物質に依拠したものでないと感じているのはたしかではないだろうか。敗戦の理由を物量と科学技術ととらえた日本人は、戦後はその両面を追求することからスタートした。そしてある程度充足されると、心を重視する価値観へと



転換した。しかしやはり日本はモノづくりで世界に貢献することが大事だから、安価、省エネ、長持ちをキーワードにした商品づくりと実際のライフスタイルを見せることが必要だろう。周囲を見回してみると、エネルギーを消費する理由のうち、生存に必要な部分のごくわずかで、それ以外は、社会的ステイタスに関わる部分で使われている。昔からの日本人の知恵がなぜ普及しないのかを再検討する必要があるだろう。ただし、それは押しつけてもだめで、制度設計の問題だと思う。

—— 気候変動研究の場合、どの程度の長期を見据えているか。そして政策立案は、どこまでのスパンで考えていくべきか。

住 科学としておもしろいのは、氷河期など地球の歴史の中でドラスティックな変化がとらえられる超長期の時間スケールだ。しかし温暖化のような具体的問題に関して言えば、現在では 100 年の時間スケールで考えれば、CO<sub>2</sub> の抑制も含めて安定化を考えなければならない。

実際には、多くの場合、どんどん 20 年程度の短期に関心がシフトしている。多くの人が、もはや温暖化は止められないと感じており、今から生活を全部変えられないために、温暖化しても生活レベルを維持できる仕組みづくりの準備をしなければならないと思っているからだ。だから、ある程度の温度上昇は不可避だという前提に基づいた生き残り戦略へのシフトが必要だと思う。

それに対して、「先進国は責任放棄か？」という批判もある。しかし、現実としては、そうせざるをえないのではないか。中国やインドの工業化を待てといっても待てない。CO<sub>2</sub> の排出もどんどん増えるから、それに見合った省エネなどの対応もしていかなければならないだろう。現実世界の政策決定はすべての人を幸せにできないことは厳然たる事実であり、リアリズムに徹しながら、理想を忘れない対応が重要だろう。