



国際開発のための科学技術

春日文字子・山形俊男

はじめに

地球上の生命は、数十億年をかけて進化してきた。これは、地球環境システムとの極めて長い時間をかけた相互作用の結果である。しかし、近年の人間活動は爆発的に拡大して、地球環境に危機的な非平衡状態を生んでいる。現在の地球環境システムは、我々の生活や社会が危機に瀕していることから明らかなように、大きなストレスの中にあるといえよう。従って、先進的な科学技術を利用して、地球環境システムのなかに生じている変化を詳細に分析し、国際協力を通じて、新しい持続可能な世界を実現する方策を模索することが極めて重要な課題として浮上している。この課題は極めて広範囲かつ学際的なものであり、短時間に結論を導けるようなものではない。「国際開発のための科学技術」と題した本セッションでは、地震災害、気候変化、感染症、大気汚染、労働と健康の分野の様々な危機を取り上げ、持続可能な世界を実現するために科学技術が果たすべき役割についての考察を深めることを目指した。

各講演の概要

1. 目黒公郎氏

(東京大学生産技術研究所教授、都市基盤安全工学国際研究センター長)

演題：技術的、社会的アプローチによる地震に強い建物の実現 (Implementation of earthquake safer housing through technological and social approaches)

地震の被害を緩和する手立ては建物の構造と強い関係がある。もし社会に被害を減じる手立てがあらかじめ適切になされているならば危機は災害にはならない。1995年の兵庫県南部地震では死者の半数以上が高齢者であったが、これは老朽化した住宅に住んでいた人が多かったこと、さらに足腰が弱いので寝室を1階にしていることが多く、その1階から潰れたものが多かったことによる。20～25歳の若者も相当数が犠牲になったが、これは貧弱なアパートに住んでいたためである。このように死者の90%以上が家屋の問題で犠牲になっている。

発展途上国の家屋は日干し煉瓦など身近に手に入るもので造られ、地震には極めて弱い。こうした脆弱な構造物を強化する手立ては、その地域で容易に入手できる材料を用いて、現地の人でも対応できる簡単で安いものであること、またその地域の宗教、歴史、文化、伝統などにも配慮したものでなければならない。ここで重要なポイントが4つある。まず必要なのは、人々の災害に対する想像力を涵養することである。ついで、建物の設計や施工の基準となる規則(コード)を準備することである。このコードは高度に洗練されたものである必要は無い。人々に採用されなければ意味がないからである。三番目に、そのコードを品質管理の下で実現するシステムの確立が必要だ。途上国の建物の多くは、特に地震の際に問題になる一般の住宅は、コードの有無や、その良し悪しとは無関係に、現地の人々が現地で入手できる材料を使って、自分勝手に作ってしまうもの(これをノンエンジニアード建物という)であることが多いためである。四番目は、既に建設された多くの建築物に対しての配慮である。更に、政策決定者にも注意を払う必要がある。

政策に反映できるようにするには、彼らへの情報提供においては複雑な方程式などではなく、簡単な図など、わかりやすいことが重要である。

本講演では世界中で安価に手に入る荷造り紐（ポリプロピレンのバンド、PPバンド）を用いてパキスタンの家屋を耐震化する、具体的な方策を示している。1件当たり30ドル程度の費用がかかるが、これにより家屋崩壊に伴う死者を90%以上も軽減することが可能になる。

さらにこれを普及する手立てとして、2段階インセンティブ制度を提案している。これは途上国では30ドルでも支払えない人が少なくない状況を踏まえた市民と行政の両者の視点から得が出る制度である。まず行政が家の持ち主に補強材料（PPバンドメッシュ）を提供した上で補強を実施するように指導する。これだけでは金銭的に恵まれない人は、その材料を転売するだけだ。そこで提供された材料を用いて実際に補強した場合に、それを確認した上で行政が30ドル程度の手当てを出す（1回目のインセンティブ）ことを約束する。貧しい家の持ち主は手当て欲しさで補強を実施する。提案工法による補強では、その前後で建物の外見や利用しやすさなどには何の変化も生じない。これが、提案工法が現地で許容されるゆえんだが、耐震性の観点からは補強前に比べてはるかに高くなるので、将来の地震時の被災建物数も死傷者数も大幅に減る。しかし中には壊れてしまう家も少数出てしまう。そこで耐震補強していたにも関わらず被災した建物の持ち主には、事前に耐震補強をしていないで被災した人よりも格段に多額の見舞金を支払う（例えば2倍の見舞金、これが2回目のインセンティブ）ことを約束する。行政の視点からは、耐震補強建物が増えると被災建物数が劇的に減ることから、2倍の見舞金を支払ったところで、トータルの出費は8～9割以上も減る。地震後は被災していない他の地域の多くの人々が被災地に注目している。このタイミングが、事前に耐震補強をしておく、被害が大幅に減るだけでなく、仮に被災しても行政から手厚いケアを受けることができる、という耐震補強への強いインセンティブのメッセージを広く伝えるときである。

このように技術的（工学的）なアプローチと社会的（制度的）なアプローチをうまく組み合わせることで、脆弱な建物の耐震補強という途上国の抱えている大きな問題を解決する研究を実施している。

2. アントニオ・ナヴァラ氏

(イタリア、ユーロ地中海気候変化センター所長)

演題：気候科学の課題(The challenge of climate science)

気候のような複雑なシステムの問題を扱うには多くのことを考えなければならない。問題は大気の温度と透明度に影響する二酸化炭素濃度を我々が変化させていることにある。南極の氷床コアに含まれる太古の大気の分析から、現在の地球大気の二酸化炭素濃度は少なくとも過去65万年に経験したことの無い、異常なレベルに到達していることが明らかである。この人為的な大気組成の変化がもたらす気候変化に人類は対応できるであろうか？気候研究者にとって、大循環モデルは天文学者にとっての望遠鏡であり、物理学者の加速器にも匹敵するものである。新しい物理や現象を発見したり、実験をしたり理論を確かめたりすることが出来るからである。このモデルを用いてシナリオに基づく温暖化気体の濃度を想定した実験を行って未来の気候を予想することもできる。現在、すべてのモデル結果が極域の顕著な温暖化とそれに比較して穏やかな熱帯の温暖化を予想している。降水分布も変化し、例えば地中海地域はより乾燥するようだ。もし冬の降水が無くなればイタリアは現在の北アフリカようになってしまいうだろう。このように地域のパターンがどうなるかを知ることが重要になる。水位上昇も問題である。単に熱膨張によるならば

20—30センチメートル程度の上昇に過ぎないが、もしグリーンランドの氷床が全部融けるようなことになれば7メートルも上昇することになる。北極海の海氷は減少しているが、これは水位上昇には関係しない。しかし、北極海航路の登場や、排他的経済水域内での海底資源開発問題などで社会経済的には大きな影響が出るだろう。必要なことは数値モデルの専門家と地域社会への影響を評価する専門家の統合であり、数値実験のデザインやプランニングに両者が参画することである。これは計算結果が有効に使われるためにも、現場の専門家がモデル計算結果に過剰な期待を抱かないためにも大切である。

我々に今何が出来るだろう。温暖化の原因を除去して、その影響を軽減すること、一方で、来るべき気候変化に充分準備して適応することがあげられる。しかし、これらは共に限界がある。現在の状況を抑え、気候を安定化させるには現在の排出量を70%も減じなければならないが、これはまったく政治の問題である。しかし我々は常に楽観的であるべきだ。なぜなら我々は問題を知っているからである。歴史的には人類は問題を見つけたときには、ある段階で必ず解を見つけてきた。だから、我々はこの問題に関わってゆく必要がある。

3. 岡部信彦氏

(国立感染症研究所感染症情報センター長)

演題：感染症：監視とコントロール (Infectious disease: surveillance and control)

感染症とは、微生物の伝播によって引き起こされる病気と定義されており、従来からの予防措置としては、隔離、消毒、個人衛生、そして可能な場合、ワクチン接種がある。人類の努力により根絶された感染症もあるが、世界には従来からの感染症あるいは新しい感染症が数多く残っており、それは発展途上国、先進国を問わず、深刻な影響を与えている。地球上の低所得国では、全死亡原因の45%が感染症である。肺炎や気管支炎は、5歳未満の子供と大人の双方において感染症による死亡原因の第1位であり、第2位がエイズで、第3位が下痢、第4位が結核、その後、マラリア、はしかと続く。貧困、都市化と人口移動、環境の開発と破壊、複合的な自然災害などによる公共衛生の基盤の崩壊、耐性菌の出現、動物由来感染症の発生、旅行や貿易の拡大、発生時における不適切な対応などが、世界的に感染症の増悪の原因となる。バイオテロリズムも新たな問題である。感染症のコントロールには、予防（衛生面、予防注射）、診断（臨床的、生体的）、治療に加え、情報の収集、分析、情報の還元と提供を含むサーベイランス（監視）が必須である。

4. 堀井伸浩氏

(九州大学大学院経済学研究院准教授)

演題：中国の石炭消費と環境に対するその影響 (Coal consumption in China and its impact on environment)

2006年に世界の二酸化炭素排出量は約2.6%増加したが、これは主に石炭消費量が4.5%増加したことによる。この石炭消費量増加の2/3が中国によるものである。石炭消費は大気汚染とともに地球温暖化にも影響を及ぼしているが、この消費を止めるのは現実的ではない。中国の石油需要は増大する一方であるが、国内石油生産の減退に伴って、輸入量が90年代後半から急激に増大しているのも、もし中国が石炭消費を石油消費に切り替えるならば世界の石油価格は更に上昇圧力を受けることになる。

中国はまた世界最大の二酸化硫黄の排出国である。火力発電施設において二酸化硫黄の排出を削減することは極めて重要であるが、電力産業の5割を占める中小規模事業者に日本流の高価な

脱硫装置の設置を義務づけるのは難しい。中国が直面している問題は中小の石炭消費者にこうした負荷をかけることと監視の難しさにある。したがって日本国内で使われている技術をそのまま移転するのは実際的でない。現地のニーズにより適応した技術にすべきである。現時点では中国の脱硫装置の効率は日本のものより劣るが、多くの会社が競い合っているため、極めて低価格な装置になりつつある。この点では日本の環境技術は発展途上国において競争力があるとはいえないであろう。脱硫対策技術のみならず、省エネ技術、炭素捕捉、貯留技術などの温暖化対策技術においても、中国の会社は激しい競争原理によって、コスト削減に向けたブレークスルーを実現するかもしれない。中国は安価な工業製品だけでなく、技術革新によって困難を克服し、安価な環境技術をマーケットに投入してくる可能性がある。我々はこれを活用すべきである。

5. 井谷徹氏

(国際労働機関 (ILO) 労働保護局長)

演題：労働改善のための国際協力 (International cooperation in work improvement)

国際労働機関 (ILO) は 1919 年に設立され、1946 年に国連の最初の専門機関となった後、1969 年にはノーベル平和賞を授与された。ILO の目的はすべての人々に対しディーセントワークを実現することであり、(1) 労働における基準、原則、権利の促進と実現、(2) 適正な雇用と収入の確保、(3) すべての人々に対する社会的保護の適用と効率性の強化、(4) 三者構成原則と社会対話の強化の 4 つの目標を持つ。ILO の推計では、全世界で、毎年 2 億 7,000 万件の労働災害が生じており、約 220 万人が死亡している。労働の安全と健康に関する ILO の活動には、国際労働基準の作成・批准促進・監視、保護の必要な労働者のための措置、法令順守査察制度の作成、知識管理、加盟国に対する技術的および財政的支援などがある。技術支援活動においては、使用者、労働者が主体となり労働条件改善に取り組む、参加型アプローチの重要性が認識されつつある。そうした取り組みにおける専門家の任務は、情報と技術支援の提供、改善実施プログラムの分析、活動結果の評価などである。ILO と科学の専門家の協力は、すべての労働者に対する効果的かつ効率的な安全健康プログラム推進にとって、必要不可欠であり、更なる協力、支援を期待している。

6. パネルディスカッション

各講演要旨ならびに前日までにセッション関係者の間で討議されたことを基に、スクリーン上に図 1 のキーワードを示し、パネルディスカッションではこれに沿った議論を行った。

講演者からの追加発言と会場からの質問は、これらキーワードの中でも教育を柱にまとめていくことができる。教育には、災害が起きる前にその対処法を周知しておくためのものから、人類がかつて克服することのできた事例に学ぶものまでである。例えば、感染症の領域では、行動は何かが起こった後で行われることがあるが、感染症の発生に対する適切な準備方法を考案し、市民を教育することが重要である。一方、オゾン層破壊の原因は明確であり、問題も限定されたものであったため、その解決方法も見つかっているが、我々はこうした経験からも十分に学ばなければならない。

その際、教育は説教ではなくインセンティブを与えるものであるべきである。人々のライフスタイルを変えるよう強制し、経済発展への望みを捨てるよう押しつけることは、適切ではない。人々がよい行動をとりやすく、事態がうまく進展していくような方法を探るべきとの意見が多く出され、その際に専門家、科学者が果たすべき役割の重要性が指摘された。

図1 a)、b)、c) : パネルディスカッションでのキーワード

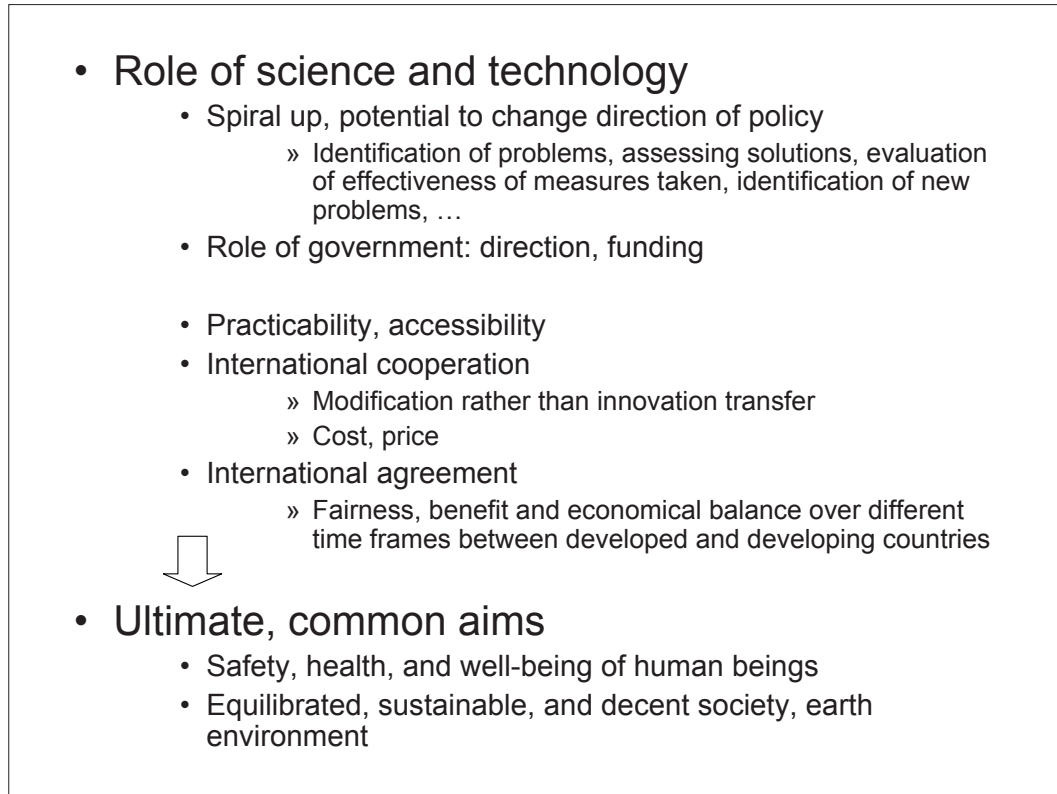
a)

- **Global crisis**
 - Environmental, Public health, Economic
 - » Fishing, CO₂ emission
 - Short term vs Long term
 - (eg. Climate variation vs Climate change)
 - Frequency and Magnitude
 - Regional vs Global (Crisis does not respect international borders.)
- **Control and management of crisis**
 - Short term vs Long term
 - » Mitigation vs Adaptation
 - » Prediction vs Projection
 - Preparedness
 - Observation, Surveillance
 - Simulation
 - Regional partnership to International Cooperation

b)

- **Dissemination of information**
 - Accuracy vs Mis-information (manmade disaster)
 - » Data quality control
 - Timeliness
 - » Rapid data collection system
 - Easy-to-understand manner
- **Information sharing – Networking (system of systems, network of networks)**

c)



本セッションのまとめ

本セッションでは、大地震や気候変動、労働災害、感染症など地球規模の災害に対する危機管理の意思決定プロセスにおいて、科学技術が果たすべき役割について議論した。これらの災害には国境がなく、なかには稀にしか起きないものの被害が甚大に及ぶものもある。災害を予測することが困難な場合であっても、健全な科学的情報と事前の準備が重要であることが、繰り返し指摘された。そのためには、科学者コミュニティと行政、そして市民との間で十分な連携を図り、基礎研究、観測や監視、正確でタイムリーかつ誰にでもわかりやすい情報提供、そして既存のネットワーク同士の連結が重要であることも認識された。我々の共通かつ究極の目標は、人間の安全、健康、福祉であり、衡平、持続可能かつ健全な人間社会と地球環境の実現である。こうした目標のために、国際協力に際して科学技術は、直接的なイノベーションの移転というよりは、むしろ地域ニーズや問題の特性に合わせ、柔軟に修飾された形で適用されるべきである。そして、災害による被害を受けた人々に対する思いと労わりに支えられてこそ、科学技術は最も効果的に使われるのであり、それが人間の安全保障と能力構築にもつながってくるものと、我々は信じている。