



INSTITUTE FOR
SCIENCE, INNOVATION
AND SOCIETY
UNIVERSITY OF OXFORD



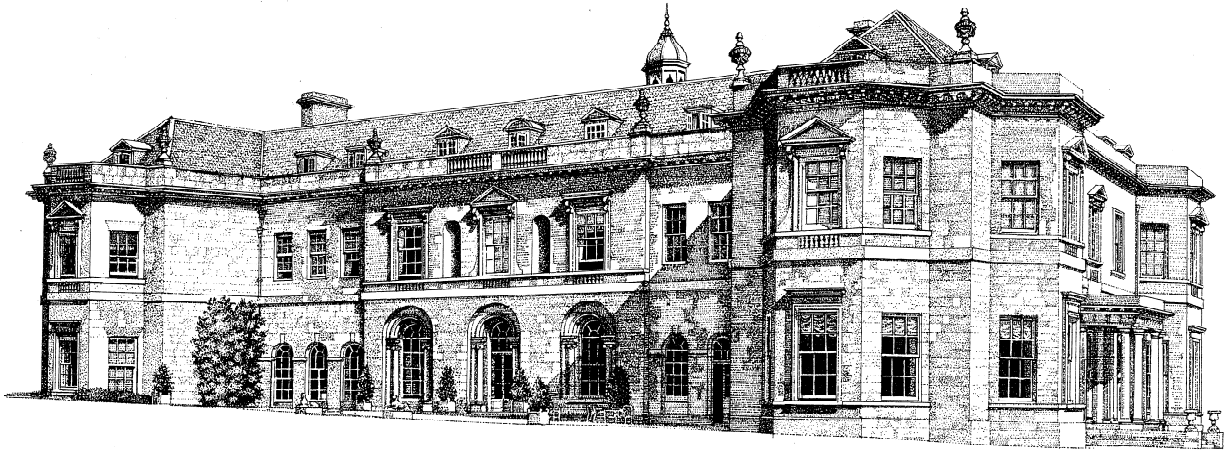
MacKinder
programme

for the Study of Long Wave Events

The Hartwell Paper

ハートウェル・ペーパー

2009年の行き詰まり後の
新たな温暖化政策の方向性



2010年5月

共同執筆者

Professor Gwyn Prins, Mackinder Programme for the Study of Long Wave Events, London School of Economics & Political Science, England

Isabel Galiana, Department of Economics, McGill University, Canada

Professor Christopher Green, Department of Economics, McGill University, Canada

Dr Reiner Grundmann, School of Languages & Social Science, Aston University, England

Professor Mike Hulme, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, England

Professor Atte Korhola, Department of Environmental Sciences/ Division of Environmental Change and Policy, University of Helsinki, Finland

Professor Frank Laird, Josef Korbel School of International Studies, University of Denver, USA

Ted Nordhaus, The Breakthrough Institute, Oakland, California, USA

Professor Roger Pielke Jnr, Center for Science and Technology Policy Research, University of Colorado, USA

Professor Steve Rayner, Institute for Science, Technology and Society, University of Oxford, England

Professor Daniel Sarewitz, Consortium for Science, Policy and Outcomes, Arizona State University, USA

Michael Shellenberger, *The Breakthrough Institute, Oakland, California, USA*

Professor Nico Stehr, Karl Mannheim Chair for Cultural Studies, Zeppelin University, Germany

Hiroyuki Tezuka, General Manager, Climate Change Policy Group, JFE Steel Corporation (on behalf of Japan Iron and Steel Federation), Japan

訳註) ハートウエル・ハウス(Hartwell House)は、1850年4月3日に将来の創立会長となる初代ブレッド*を含む10人の紳士が集まり、英国気象協会(後の王室気象協会)の設立を決議した気候問題に関する歴史的な場所である。

目次

	ページ
序文	4
要約	5
パート I: 「温暖化政策を軌道にもどすには」論文から「ハートウェル」論文へ	6
パート II: 枠組みの劇的な再構築	10
A: 包括的な 3 つの目標	12
1) 人に対するエネルギーアクセスの保証	
2) さまざまな変動要因から保全された生存可能な環境の保証	13
3) 気候リスクに対処し、乗り越えることのできる社会を築く (適応)	
B: 気候政策が 85-09 年になぜ誤って理解されそれが何をもたらしたか	14
C: 地球システムに関する科学の特性への誤解	16
パート III: 従来の気候政策からの抜本的な変更	19
A: 打ち捨てられた CO2 以外の「気候変動要因」を最前線に押し出す	20
B: 複雑な世界では、良は最良の敵ではない	22
1) エネルギー効率化政策の政治的な前提条件	23
効率に重点を置いたセクター別アプローチの可能性と限界: 鉄鋼業界による世界的セクター別アプローチのケーススタディ	24
2) エネルギー供給における脱炭素化加速の重要性	25
C: 資金の捻出: 低率特別目的税としての炭素税	30
結論	33
註)	34

序文

本論文は、2009年後半において気候政策におきたいくつかの出来事の影響を検討するために、2010年2月にLSE（ロンドン経済大学）が開催した会議の成果である。

ハートウェル（Hartwell）会議は、チャタムハウス・ルール（：個人の自由な発言を担保するために引用、公表をしないことを前提とした会議ルール）の下で開かれた非公開の会議である。この会議には、自然科学および人文科学の諸領域、学界、その他諸分野からの参加者が、世界各国から集まった。その成果である本ハートウェル・ペーパー（*Hartwell Paper*）は、LSEとオックスフォード大の協力の下で共同刊行された一連の論文の3番目となるものである。2007年に、スティーブ・レイナー教授と私は「*The Wrong Trousers: Radically Rethinking Climate Policy*（サイズの合わないズボン：気候政策の劇的再考）」を發表し、その主要な論点の要約をネイチャー誌に發表した（「Time to ditch Kyoto（京都を捨て去るべきとき）」10月25日号、P449）。これに続いて2009年7月には、より広範な執筆者による「How to get climate policy back on course（邦題：温暖化政策を本筋に戻すには）」という論文が發表された。この執筆者グループの顔ぶれが一部入れ替わり、拡大されて、本論文が執筆された。

LSEのマッキンダープログラムは、さまざまな事象のより深い誘因を探求することを目的としている。例えば火山は突如噴火する可能性があるが、それは単に目に見える噴煙や火山灰の集積ではなくそれ以上のものである。さまざまな事象の本質には、火山におけるマグマやプレートテクトロニクスのように、多くの文化的側面を含む地政学がかかわっている。したがってハートウェル会議の目的は、2009年の冬に世界の気候政策を取り囲んだ危機について、全ての側面にわたって長期的な視点から考えることにあった。我々の多くにとって、気候変動外交の破綻は驚くべきものではなく、既に予想されていたものであるが、それほど予想されていなかった側面もあった。そこで我々は2010年2月初旬に開かれた会議での議論において、何がいかんして起きたかに関し、どこまで共通の認識があるかについて議論し、さらに将来を見据えた生産的な対策を提案することを試みた。その結果が本論文に具体的にまとめられている。

本学は、東京の日本鉄鋼連盟、日本自動車工業会、ニューヨークのネイサン・カミングス財団（NCF）、ジュネーブのホフマン財団の支援に謝意を表すものである。特に、NCFのプログラムオフィサーであるピーター・テグ（Peter Teague）氏には多くの助言と支援をいただいた。当然のことであるが、いずれの支援団体も、必ずしも本論文の主張を支持しているものではない。また、迅速かつ効率的にこの作業の支援体制をまとめ、運営してくれたLSEのResearch Project & Development DivisionおよびOffice of Development & Alumni Relationsのスタッフに対し、議長として謝意を表すものである。

また、マッキンダープログラムの客員研究員であるジョアンナ・モーリン氏、オックスフォード大のワイデンフェルド奨学生であるダリバー・ロハック氏のハートウェル会議の進行に対する協力にも深甚な感謝の意を表すものである。会議のための静かな環境を用意し、直接に参加できなかったインドや中国の参加者とも議論するための電話会議が問題なく行われるように手配してくれた、マイケル・デントン氏およびハートウェル・ハウスのスタッフにも感謝したい。最後に、共同執筆者全員の等しく活発な参加に謝意を表したい。

G. プリンズ (G. Prins)

ロンドン経済大学

2010年4月 ロンドン

要旨

京都議定書の下で世界各国の政府の多くが合意し、実施してきた気候政策は、温室効果ガスの目に見える実質的な削減を過去 15 年間にわたり生み出せてこなかった。その原因は、1985 年から 2009 年の間、政策課題としての気候変動の特質が体系的に誤った形で理解されてきたことにより、UNFCCC/京都モデルに構造的な欠陥が生じ、結局は失敗せざるをえない宿命にあったことによる。しかし、現在主流となっているこのアプローチには、多大な政治的資源が投入されてしまったことで、膨大な政治的モメンタムが生じている。ところが 2009 年末におきた挫折は、UNFCCC/京都モデルの気候政策を継続できないものとしてしまった。ハートウェル・ペーパーではその背景を設定し、検討を行っているが、それは我々の唯一の目的でも主要な目標でもない。

2009 年におきた気候政策の崩壊は、気候政策を自由に解き放つための大きなチャンスとなった。本論文の主たる動機と目的は、このチャンスについて解説し、それを前進させることにある。そのためには、驚くべき提案を理解し受け入れることが求められる。今や、排出削減を全面的な目標とした「気候政策」が不可能であることは明白である。一方で、世界経済の脱炭素化が極めて望ましいものであるという、他にも多くの理由が存在する。それゆえ本論文では、劇的に再構築された、換言すれば「逆転」したアプローチを提唱している。そこでは脱炭素化について、政治的に魅力的で実利に徹した（気候変動以外の）様々な目標がもたらす便益として捉えることによってはじめて達成できるものであるということを認めている。

本論文では、1) 万人に対するエネルギーアクセスの保証、2) 地球システムの基本的な機能を損なわない形での開発発展の保証、3) 原因が何であれ、社会におけるあらゆる気候変動に由来するリスクと危険に耐え得る適切な備えがなされることの保証、という 3 つの包括的な目標を通じて人間の尊厳を醸成することを、我々の取り組みの基本原則とすべきであると提案している。

本論文では、CO₂ 以外の気候に対する人為的な影響を緩和するための、革新的かつ実際的な方法について説明する。また、気候リスクに対する対策を改善していくことは有効な政策目標であり、それは単なる炭素政策と同じではないことを主張する。最初のステップとして、エネルギー効率を改善する戦略の政治的な前提条件について説き、これにより実質的な排出削減が達成可能となる仕組みについて述べる。しかし、本論文では何よりも、エネルギー供給における脱炭素化の加速の重要性を強調している。このためには、エネルギー供給技術の多様化のため、非炭素エネルギー源に対する技術革新への投資の大規模な増額が求められる。この技術革新の究極の目的は、補助金抜きでも化石燃料を下回るコストを実現できる非炭素エネルギー源を開発することにある。ハートウェル・ペーパーでは、低水準の目的炭素税をこの取り組みの財源とすることを提唱している。これは、そうした資金を生産的に活用する方法についての議論を喚起するものでもある。

気候問題を、人間の尊厳にかかわる問題として再構築することは、単に高貴であるとか、必要であるということだけにとどまらない。これは、人間の罪業を前提に構築されたアプローチ（それはすでに失敗しており、今後も上手くいかない）よりも効果的である可能性が高いのである。

ハートウェル・ペーパーは、「良い危機の教訓を無駄にしてはならない (good crisis should not be wasted)」という金言に従ったものである。

パート I : 「温暖化政策を軌道にもどすには」論文から 「ハートウェル」論文へ

ちょうど1年前に、気候政策が2010年春までにこれほどの混乱状態に陥っていることを誰が想像できたであろう。2009年の末に、1つは政治的、いま1つは科学的な2つの重大な転換点が訪れた。OECD主要国の政府が、各国間の気候政策を調整することでグローバルな気候変動枠組みを構築しようとして、まさにその時まで想定していた筋書きとその前提が崩れ去ったのである。今や気候政策が過去10年以上にわたって進んできた道は続行不可能となった。気候政策には新たな進路が必要となったのである。しかしこの事こそが、気候変動政策が自由に羽ばたく機会を提供してくれるのである。本論分執筆の基本的な動機と目的は、この到来したチャンスについて解説し、それを前進させることにある。

第1の転換点は、各国政府および各国間の外交分野において現われた。転換点が訪れたのは12月18日、コペンハーゲンにおける国連気候変動条約会議（COP15）が混乱し、分裂したまま終了を迎えた日であった。コペンハーゲン会議の結果として得られた合意は、その正式な位置付けが不透明であり、その合意の下での約束が意味するものも明確でない。いかなる重要な合意も成立しなかったのみならず、大々的な会議による多国間交渉というプロセスそのものに対しても疑念が生じた。同時に、国際的な気候政策において、それまで欧州が有していた主導的な役割にも疑問符がつけられた。特に中国、インド、ブラジル、南アフリカは指導力を発揮し、従来から支配的であった共通認識とは異なる見解を表明した。1) 長年にわたって国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の事務局長を務め、近年ますます結論を得にくくなってきた会議を主導してきたイボ・デ・ブア氏は、会議後に辞意を表明し、民間へ下る予定であると発表した。

もう1つの転換点は、気候変動に関する科学をめぐるものであり、11月17日に起きた。その日、英イーストアングリア大学の気候研究ユニットから流出した1,000通を超える電子メールによって、気候科学コミュニティに対する一般からの信頼は急速に崩れ去った。2) これらの電子メール（信憑性は否定されていない）により、科学者達が自分達の考えを互いに補強し、また反対意見を持つ者の信用を失墜させるために、科学の道徳的規範を外れた行為を行っていた可能性が示唆されたのである。3) この様な疑惑の高まりも一因となり、その後まもなく、多くの政府が国民に向けて政策の裏付けとして疑う余地のない「金科玉条」としてきた「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」に対しても、誤りや不注意に対する厳しい視線が向けられる様になり、現在もその状況は続いている。（こうした疑問の多くは長年にわたるものであるが、特に2007年の第4次評価報告書における誤りが強調されている。）今や各大学、各国政府、国連のすべてが、気候科学と気候科学者、および科学担当官僚の行為に対し、多面的な検証を進めている。要するに、気候政策および気候科学に係る諸機関の正統性は、もはや保証されたものとは言えないのである。

公平を期すならば、コペンハーゲン会議での課題は極めて困難なものであったと言わねばならない。1997年に「京都議定書」が発効して以来、生物多様性の喪失、極めて

不平等な経済開発、熱帯林の劣化、貿易の制限、先住民の権利の侵害、知的財産権など、世界が抱えるあまりに多くの問題がもつれにもつれ、「気候変動政治」とも言うべき、解きほぐすことが困難な状況が生じているのである。しかもこうした課題のリストは日々増殖している。コペンハーゲンでは、気候変動に対して、中央集権型で大規模な多国間交渉により達成できることの限界を示している。大勢が持ち寄って作り上げてきた複雑な気候変動問題は、単一で統制的、包括的で強制力のある「気候政策」と呼ばれるもので解決することは不可能なのである。4)

2009年7月に、本論文の共著者の多くを含むアジア、欧州、北米の諸機関の研究者が共同で、「How to get climate policy back on course (邦題：温暖化政策を本筋に戻すには)」というタイトルの論文を発表した。同論文は、1992年のリオデジャネイロ「地球サミット」以降に進められてきた「京都型」アプローチがなぜ失敗したか、そしてなぜ失敗せざるを得なかったかについて説明し、グローバル経済の脱炭素化を加速させるための直接的な取り組みを中心とした、代替的なアプローチを推奨している。5) また7月の論文では、現行の気候政策の支配的な枠組みにおける、より根本的な欠陥の存在も示唆されている：

問題は認識論的なものである。地球の気候は本来、高度に複雑で、多くの未知のフィードバック効果を持った開放系であり、政策決定者に対して、いつ十分な知識が蓄積され、行動に移せるのかを告げてくれる様な自明な指標は存在しない。また、政策決定者が「トップダウン」式の指令を正確に作成するために必要な知識（それらはえてしてばらばらで、断片的で、私的な類の知識である）を入手できることはまずない、という指摘することもできる。ましてや、一貫した十分な量の情報は決して入手し得ない。それゆえに、失策の頻度も高く、予期せぬ結果に陥りがちなのである。6)

問題に対する根本的な枠組みの再構築がなければ、いかなる新たな行動計画に対しても（たとえそれが良いものであったとしても）、新たな信託が与えられることはないだろう。従って、気候政策の再構築と専門諸機関への信頼の回復のためには、枠組みの変更、しかも劇的な変更が必要なのである。

本論文の執筆者は、学者、アナリスト、エネルギー政策提言者などの多様な集まりであり、いかなる共通の政治団体あるいは業界団体にも属していない。われわれは、一部のOECD加盟国（英国、米国、ドイツ、日本、フィンランド、カナダ）の一般市民であり、学術、科学、研究、産業、政策など、それぞれ異なるネットワークを背景に参画している。われわれは、現状の気候変動および気候政策の枠組みが、今やわれわれを「身動きが取れない状態に追い込んでいる」という懸念を共有している。従来からの「京都型」政策によって、エネルギー政策や環境政策に対する真面目で現実的な選択肢が危険なほど狭められてきているのである。われわれは、気候変動に係る政策論議における新たなプラグマティズム（現実路線）に寄与できることを願っている。こうした目的をもって、われわれは2010年2月に英国バッキンガムシャーのハートウェルハウスに集まった。本論文はその成果である。7)

本論文ではまず、以前には異論もあったが今や逃れようのない事実、すなわち、気候政策の進展のためには、単にさまざまな詳細手法の改善ではなく、根本的な枠組みの

変更が必要であるということを示す。気候政策に対して、従来とは全く異なった包括的なアプローチを示すことが必要なのである。この目的のため、本論文では以下の様に議論を進めることにする。

まずパートⅡ (A) では、われわれの目標について再確認する。続いて、パートⅡ (B) では、1985～2009年の期間において、「気候政治」の枠組みがどのように形成されていったかについて述べている。「気候政治」はまず1980年代に政策決定者に対して提示された、地球温暖化および気候変動の仮説に基づいて限定的に始められた後、それは劇的に膨張し、経済学者、神学者、活動家、政治家が列を成して参戦することで、様々な視点から極めて雑多な作業が開始されたのである。⁸⁾ 次にパートⅡ (C) では、なぜ科学が「何をなすべきか」について教えてくれることを期待できないか、という問題について説明する。その代わりとしてわれわれは、地球系に関する科学について、謙虚かつ現実的に考える方法を提示する。われわれはこの3つの「劇的な再構築」の軸を、政策提言の基盤とする。

本論文の最後のパートⅢでは、2010年以降の本質的な政策推進力になると見られる事項の紹介と、その詳細について示す。われわれは、問題となっているシステムの計り知れない複雑性を認識している。実際、この複雑さの特殊性に関してはパートⅡ (C) で説明を行っている。われわれの提案する戦略および一連の行動は、主にこの複雑性を前提として形成されている。従って、パートⅢで論じている実際的な行動の提案は、比較的速やかに容易に効果を生むものから、最も複雑で長期的なものへとという順序でなされている。本論文では、気候変動への適応問題に関しては、一応触れはするものの詳細な議論は行わないことにする。

今日まで、気候政策は主として二酸化炭素 (CO₂) に焦点を当て、その他の気候システムに対する人為的影響については無視してきた。今から振り返って見ると政治的魅力を得るためにこのアプローチを採った理由は理解できるとしても、この選択は賢明なものではなかったと考える。⁹⁾ われわれは、気候変動に係るより広範な人為的影響に対して、より早期の措置を採っていたら、より速やかな効果が得られていた可能性を示す確かな証拠が存在すると考えている。パートⅢ (A) ではその証拠について検討し、それを立証する。パートⅢ (B) ではまず、世界経済の脱炭素化を加速する手段としてのエネルギー効率改善に関するケースについて検証する。エネルギー効率の改善は他の多くの理由からも行う価値があるが、排出削減の観点から見るとその効果は主に短中期的なものであり、現在の世界経済の成長率を考慮したとき、その有効性は限定的である。しかし効率性の改善は、恩恵と前進の両方の実感が得られるため、政治的に魅力的なものである。そうした牽引力がなければ、われわれの努力は空回りとなり、結局状況は今のまま変わらないことになるだろう。これが、効率性改善が第二のステップとなる理由である。非常に的確に記述された事例研究を示すことで、ベストプラクティスによって何が達成可能かについて紹介する。世界経済の脱炭素化を加速する第3のステップは、最も重要なものであるが、最も困難なものでもある。パートⅢ (B) の後半では、7月の論文において示した脱炭素化の加速への「茅恒等式直接法」と呼ばれる方法論を再度提示する。これは、失敗した仕組みに取って代わる、壮大で包括的な管理体制を提案するものではない。われわれは、複雑な世界においては、提案する解決策は実態として完全なものにはなりえず、どちらかと言えざごち

ないものになるということを認識している。それこそがわれわれの意図であり、われわれのアプローチはこの認識のもとに創られている。10)

最後に、資金の問題がある。パートⅢ (C) に示した、脱炭素化の加速を達成するための技術革新の提案の実現には、誰かがどこかから追加的な財源を持ってくる必要がある。複雑なトップダウンの規制的手法、特に価格によって炭素を規制するために（全世界的でないにしても）地域的な「キャップ・アンド・トレード」体制の構築に投入されてきた膨大な労力が、結局所期の目的を達成できず、むしろ予期せぬ者に不当な利益をもたらしているという大方の見方にわれわれは同意する。11)

長期的に持続する効果を求めるのであれば、最善のアプローチは正面作戦ではないのだろう。「目標を見せず、遠まわしに近づかせる (Lose the object and draw nigh obliquely)」とは、英国の有名な18世紀の造園家である、「ケーパビリティ (能力)」の異名を持つランスロット・ブラウンのものとされる格言である。12) ブラウンの設計では、入り口で威厳ある邸宅を垣間見させるが、それはほんの一瞬だけである。訪問者に目的地をちらっと見せた後、庭道は遠回りに心地よく逸れて行き、森林の景観、入念に配置された滝や神殿の見える広い草地を通り、堰き止められた小川や池にかけられた美しい橋を渡って行く。そしてリラックスし、気分良くなった訪問者は、予期せず邸宅の真正面に到着するのである。これは、「野心的な目標を調和の内に達成する能力」という、政治的に価値のある繊細な手法を示している。この「ケーパビリティ」ブラウンは、気候政策の設計者に対する有益な教師となりうる。13) ブラウンであれば、排出削減という最終目標に対して、他の様々な目標を経由し、他の多くの支持者を巻き込み、その他のメリットを集めて取り組んでいくことを助言するだろう。

この論文を通してわれわれは一貫して、今や炭素問題がその他の枠組みや課題というお荷物で重量オーバーとなっていることを問題視している。われわれが提唱する「はずに構えたアプローチ」も、同様に複数の枠組みと課題を取り入れており、一見すると同じ物に見えるかもしれない。しかしそれは違っている。現状ではすべての枠組みと課題は、「国連気候変動枠組み条約 (UNFCCC)」と「京都議定書」を通じて、エネルギーシステムを脱炭素化させるという、たった一つの究極目標に向けて動員されている。われわれのアプローチはまったく逆であり、複数の枠組みや課題はそれら自身のために、それぞれの意義をもって、それぞれ適切な道筋で進められることになる。ここでは脱炭素化は意図的な最終目標ではなく、偶然もたらされるメリットとなる。これは劇的な違いであり、実際にさかさまのアプローチなのである。

われわれの見解では、気候政策に関する正面作戦（現状から、魔法の様に脱炭素化された未来への信じ難いほど単純な道筋）が見せた最近の失敗を考えたとき、付随的なメリットを伴うさまざまな目標の達成を経由して進むという、より間接的で包圍的なアプローチの方が、実際には（レトリックだけの成功とは対照的に）実質的に成功する可能性が高い唯一の道であることを示している。われわれが「気候政策をいかに本筋に戻すか」論文で既に示した様に、「京都型」のトップダウンアプローチは、長年にわたって支配的な政策であったにも関わらず、そして膨大な時間と労力、資金の投入にも関わらず、世界のいかなる地域においても、いかなる目に見える脱炭素化の加速をももたらした形跡はないのである。14)

従って、われわれの考えるところでは、われわれの努力が目指すべき基本原則は、人間の尊厳を高めることであり、それを実現するために再設定されるべき主要な目標は以下の3点となる。

- 1) 増大する世界人口の基本的なニーズ、特に増大するエネルギー需要が適切に満たされることを確かなものとする。ここで「適切に」とは、入手可能性、確実性、低コスト性が同時に満たされるようなエネルギー供給を意味する。
- 2) 地球システムの基本的な機能を損なわない形での経済発展・開発をすすめていく。このことは一般的には大気中のCO₂の蓄積増加への懸念を指しているが、もちろんこの要素のみに限定されるべきものではない。
- 3) われわれの社会において、その原因が何であれ、予測できないあらゆる気候変動に由来するリスクと危険に耐え得る、適切な備えがなされていることを確かなものとする。

これらの主要目標が、「ケーパビリティ」ブラウンの格言に倣って、排出削減という目標に関連付けられていくのである。

パート II: 枠組みの劇的な再構築

ナポレオンへの忠誠からブルボン王朝復活へと、巧みに寝返りながら時代を渡ってきたフランスの剛腕外交官タレーランの死を聞いたオーストリアのメッテルニヒ侯爵は、怪訝そうに「結局彼は何がしたかったのだろうか？」と尋ねたとされている。

事の真偽はともかく、この問いはいかなる外交行為に対しても当てはまる的確な問いである。つまりこの問いを通じて、隠れた思惑、社会的に言えば政治声明や政策の背景にある枠組みをつまびらかにするという点において、これは的確な問いといえる。激しい議論を招く様な問題であればあるほど、一つの枠組みの裏に別の枠組みや意図が隠されていることが多いものである。気候変動問題に関しても、本論文の共同執筆者の一人は既に10年以上前からこの重要な点について指摘しており、最近ではこの枠組みの多重性について、マイク・フルメ教授が広範に及ぶ考察を行っている。¹⁵⁾

上に挙げた3つの主要目標を達成するための選択可能な戦略的アプローチとは、現実にはどのようなものだろうか？それは、ちょっとした行動を起こすだけで短期間のうちに明白な見返りをもたらす、従って努力を続ける気にさせてくれるという意味で、**政治的に魅力ある**アプローチでなければならない。またそれは、本質的に多元的で、**政治的に排他的でない**という面も必要である。そして、短期的にも長期的にも成果を生み出す、**粘り強く実用に徹した**アプローチでなければならない。これら3つの主要目標を挙げるにあたり、われわれは、人為的な気候変動という考え方が21世紀初頭の現代において、どのような意味を持つのか、そしてそれが実際の政治において何を意味するのかについて、従来とは根本的に異なる枠組みを想定している。

1つ目は、**エネルギー政策と気候政策は同じではないと認識すること**である。両者は緊密に関連してはいるものの、どちらも他方に適切に置換できるようなものではない。エネルギー政策とは、低コストで安定的かつ持続的なエネルギー供給を確保することに焦点を当てたものであり、それは人間の尊厳として、クリーンで安定した低コストエネルギーを持たない最貧国の人々の経済開発への求めに応じていくことである。世界では未だ**15億人以上**の人が電気がない生活を余儀なくされているが、その原因の一つはエネルギーコストが高過ぎるという単純なものである。言うまでもなく、エネルギーが無料ならば供給などたやすいことだ。たとえそうした需要を化石燃料で賄うことができるとしても（これは説得力があるが議論の余地もある）、コストと安全保障上の理由から、今後とも長期にわたり化石燃料への依存に固執することで、エネルギーアクセスへの需要が満たされるべきではないのである。¹⁶⁾

つまり、予想される世界的な需要の増加に新たなエネルギーの供給で応えると同時に、現在エネルギーのない生活を送っている人々に対して、エネルギーの提供を精力的に拡大するためには、供給の多様化が求められるのである。化石燃料を超えたエネルギー源の多様化は必然的に脱炭素化の加速を意味する。つまり、そうした多様化こそが未来のエネルギー供給の脱炭素化に対する促進剤となるのである。

次にわれわれは気候変動に対して、短期的に影響する因子と長期に影響を及ぼす因子とを分けて、政策枠組みと介入の仕方を考える必要がある。例えば、メタンガスとハロカーボンの排出削減に向けたそれぞれの対策に、関連性を持たせるべき明確な理由は何もない。黒色炭素、浮遊微粒子、メタンガス、対流圏オゾンといった短期的な気候変動因子の物理的性質、排出源やそれらへの対策は、**CO₂**、ハロカーボン、亜酸化窒素といった長期的因子への対策とは全く異なってくる。どの政策を優先すべきかについてはパートⅢで論じることにするが、**CO₂**以外の気候変動因子に対する早期対策の実施は、われわれが掲げた目標に対する、従来とは根本的に異なりかつ極めて現実的な対応策のひとつである。

3つ目は、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）がその機能を果たせない以上、社会が気候リスクにうまく対処できる様に、新たな考え方を奨励する必要がある。いかなる国や地域も、気候に対して少なからず適応できていない面がある。言い換えれば、異常気象や気候変動により、すべての社会がコスト負担を強いられている（もちろん利益をもたらしている場合もあるが）。それ故に、気候変動に起因するコストや被害を回避するための技術や組織、管理体制を進化させ、さらには気候と社会（およびその結果として起こるリスク）の双方が変化している中で、その適応能力を高めることが重要となる。どの気候リスクが人為的原因によるものか、あるいはそれらがどれだけ早く変化しているかといった問題をどう捉えるかにかかわらず、この様な取り組みや優れた適応事例の共有は有効なのである。適応政策は脱炭素化政策とは切り離して考えるべきである。

こうした**3つの戦略的目標を1つの総合政策に無理にまとめよう**とすると、目的と手段の関係が複雑に絡み合うことになってしまう。従ってその必要はなく、むしろまとめてはいけないのである。目的と手段の関係があいまいになると、地球の気温上昇を摂氏**2度**以内に抑えるべきとする目標（ないしは他のいかなる地球規模での数値目

標)の背景にある科学的根拠の妥当性など、政策に関する論争が本旨と無関係な言い争いに陥る可能性が高くなる。コペンハーゲンでも、各国とも地球の危機をこぞって論じていたはずの議論が、多くのNGOや「南半球」の国々の怒りに退化していったことが暴露された。資金力のある大国が求められていた資金供与への合意を拒否した途端、地球全体の解決という理想郷に向けた話し合いの裏に、ばらばらの利害関係や意図が隠されていることが明らかになったのである。

A: 包括的な3つの目標

1) 万人に対するエネルギーアクセスの保証

ロジャー・ピルキー教授は、近く発行される著書『*The Climate Fix*』の中で、エネルギーアクセス、供給の安全保障、低コストという3つの目的をすべて達成するためには、化石燃料以外にエネルギー供給を多様化させる必要があると論じている。そしてこうした多様化は必然的に脱炭素化の加速をもたらす。化石燃料の代替品が低コストで開発されれば、多様化への見通しは大きく高まるだろう。低コストの代替燃料という目標を最も端的に表しているのが、グーグル社が掲げる取り組み「RE<C (石炭より安価な再生可能エネルギー)」である。また、ビル・ゲイツ氏も最近、石炭より安価な原子力発電を含む低炭素発電のR&Dに対する多額の投資を呼びかけている。

17) この様な目標を達成するためには、時間と費用いずれにおいても、健康保健の確立や国家安全保障の確保のための投資に匹敵する努力が必要不可欠である。

エネルギーアクセスの保証という観点で見れば、エネルギー供給における多様化の必要性が最もよく理解できるだろう。現在の推定では、世界で15億人の人が電気のない生活を送っているという。気候変動に対する削減政策を「成功」させるための多くのシナリオでは、耐え難いほど多くの人々が文字通り暗闇に取り残されることになる。例を挙げると、IEAが2009年に発表した「2030年450シナリオ」では、世界の温室効果ガス排出量をCO₂換算で450ppmに安定化させる道筋を示しているが、そこではなお13億人が電力にアクセスできないまま放置されている。人口が多くエネルギーに乏しい途上国から見ればこのシナリオは、排出量の抑制を最優先する富裕国が他国の経済発展を犠牲にして描いたものとしか見えないだろう。インドは以前から、不平等という基本的な問題に対処しないのなら、いかなる気候関連戦略にも魅力を感じないとの態度を表明している。18) われわれも、2030年になっても10億人以上の人が電力にアクセスできないようであれば、そうした政策は失敗だと考える。今後増加が予想される世界のエネルギー需要を満たすと同時に、現時点でエネルギーにアクセスできない人の大半に新たにエネルギー供給をしていくためには、当然ながらエネルギーコストが下がらなければならない。高品質の化石燃料の供給は既に逼迫している。もし、この新たな需要をそうした化石燃料だけで満たそうとすれば（それは実際起きそうな事態である）、全く正反対の結果が起きてしまうだろう。つまりコストが上昇してしまう。従って化石燃料に代わる代替エネルギーのコストは低くならなくてはならない。その実現のためにはどうしても技術革新が必要なのである。19)

2) さまざまな変動要因から保全された生存可能な環境の保証

既存の気候政策の大半は付随的メリットという考えに基づいており、政策実行における主たる目的は、気候に対する人的影響の軽減にあり、かかる政策によって生じるいかなる付随的なメリットも二次的な効果にすぎず、望ましいものではあるが政策命題の中心ではないという考え方が前提になっている。「ケーパビリティ」ブラウンのアドバイスに従うと、この論理を反転させ、もっと短期的な投資によって具体的で政治的にも魅力のある目先の利益を得ることを目指すべきということになる。つまり、以下に挙げる政策の主たる目的は、先進国、途上国を問わず公共の利益を確保しつつ、熱帯林が持つ多様な自然資産を維持管理することなどを通じて、人々の生活の質を高めるということで正当化される。これら各政策目標は人的要因が気候システムに及ぼす影響を軽減するという副次効果をもたらすが、これは望ましい付随的メリットではあっても目的とする中心的メリットではないのである。

黒色炭素（ブラックカーボン）の排出をゼロにする。²⁰⁾ 黒色炭素（黒煤）は公衆衛生における有害物質である。毎年、屋内での燃焼による黒色炭素が原因で約 180 万人が命を落としている。黒色炭素は地域や地球規模での温暖化ももたらし、気候システムに対する人的影響の 5~10% を占めている。その顕著な例が北極海の海水の減少である。ごく控えめな試算でも 1 トンの黒色炭素は 1 トンの CO₂ の 600 倍の温室効果を 100 年間にわたってもたらすことになる。黒色炭素を対象とした強制力のある規制を導入すれば、その排出量をほぼゼロにすることは可能である。²¹⁾ これによる環境改善効果は比較的早く期待できる上、途上国の中で最も貧しい人々を中心に公衆衛生に大きな便益をもたらす。このアプローチについてはさらにパート III で詳述する。

対流圏オゾンを減少させる。都市部の大気汚染は、一酸化炭素、窒素酸化物、メタンガスなどの揮発性有機化合物の排出によって深刻化している。これらのガスは対流圏で反応し、人体だけでなく、農作物も含めた植物に対して有害なオゾンを形成する。これらオゾンによる農作物被害は年間 140~260 億ドルにのぼると推定されている。対流圏オゾンは気候システムに対する人的影響の 5~10% を占めている。大気汚染に対する厳しい規制の実施と、都市部における交通システムの効率改善によって、これらオゾン前駆物質の排出量を半分以下に減らすことは可能である。先進国と途上国の双方において人々の健康が改善し、農作物被害が減少することが期待できる。付随的メリットとして、気候に対する人的影響も軽減させることができる。²²⁾

熱帯林の効果的な保護に向けて取り組む。²³⁾ 熱帯林は、炭素の貯蔵効果だけでなく、豊かな生物多様性、木材および非木材製品、先住民にとっての生活基盤という点においても人類の未来にとって重要な資産である。熱帯林の管理に関しては、包括的な気候条約に無理やり組み込み、産業由来の炭素排出量削減の複雑な制度に巻き込むのではなく、森林の生態系が持つ多様な価値を考慮した、独立した仕組みで管理すべきである。森林破壊の問題は、気候変動枠組条約とは切り離して考えていくべきである。

3) 気候リスクに対処し、乗り越えることのできる社会を築く（適応）

人類の歴史は、自然の変動や変化からの解放の歴史と言っても過言ではない。現在、地球上ではあらゆる気候帯に多くの人々が暮らしている。技術革新（空調設備、建築設

計、作物品種改善など)や文化的革新(社会生活パターンや食習慣など)は、ある時は急速に、またある時はゆっくりと進歩しながら、さまざまな気候条件に適応してきた。文化的変化によって人類の生活圏は格段に広がったのである。

とはいえ、人類の歴史において適応を可能にしたのは、気候条件が、常にではなかったとしてもほとんどの場合、一定の期待範囲内の変動にとどまっていたことによる。過去には、16世紀から18世紀にかけてヨーロッパで続いた厳冬に見られるように、異常気象がヨーロッパ社会に、極端な気候に耐えるという試練をもたらしたこともあった。冬の風景を描いたブリューゲルの絵画にその様子が描かれている。現代の気候変動の幅は、適応への期待と挑戦を示している。しかし、従来の気候変動の枠組みの中で「適応(adaptation)」は、常に排出量削減のみじめで嘲笑されるべき従兄弟として扱われてきた。²⁴⁾ 適応とは損害の抑止(および機会の活用)を目的としている。つまり適応とは、認識されたリスクに能動的に対処することなのである。²⁵⁾

適応と緩和は矛盾するものではなく、相互に補完する戦略である。実際に、適応が最適の対処法となるようなリスクのカテゴリーは、適応が、緩和が失敗した際の代償であり、故に避けるべきことという誤ったとらえ方をする京都型アプローチで想定していたよりもはるかに広い。京都の流れはコペンハーゲンで終わったのであるから、次は適応戦略をより積極的に始動させる番である。適応とは重要な開発への挑戦である。緩和策と同様に適応策についても、これまで各所で幅広く論じられてきた様に、さまざまな手法、さまざまな規模で追求しなければならない。しかし、本論文でわれわれはエネルギーと脱炭素化への提言に焦点を当てている。これは適応の優先度が低いことを意味してはおらず、努力の節約なのである：実際、著者の何人かは長きに渡り適応政策の進展に努力してきており、今もそれを続けていて、それは別なところで詳しく論じられている。²⁶⁾

B: 気候政策が 85-09 年になぜ誤って理解されそれが何をもたらしたか

京都型アプローチは、オゾン、硫黄排出、核兵器について規定された条約という過去の手法を手っ取り早く拝借する形で作られた。1992年のリオ地球サミットで、交渉に追い込まれていた官僚達が、モントリオール議定書や戦略兵器削減条約(START)、米国が国内で導入していた硫黄排出量削減プログラムなど、過去に機能していた規制の事例を研究し、その中から気候を規制するという斬新な試みにむけた手法を抜き出して貼り合わせたとしても、彼らを責めることはできない。彼らの上司である政治家が気候問題に取り組むことを決めてしまっていたのだから。それに、過去の成功を少しずつ取り入れるという手法は、同様な状況に置かれた外交官達が従来から使っていた手で、彼らにとって初めてのことでなかったのだ。

この京都での作業は、後にTed NordhausとMichael Shellenbergerが「公害パラダイム(pollution paradigm)」と名付けたパターンに当てはまる。²⁷⁾しかし、京都の場合、こうした先例の踏襲は構造的に間違っただけなのである。一見もっともらしく見えるものの、過去の事例がいずれも「単純な」問題(=容易ではないが達成可能な最終状態が明示している問題)を扱っていたのに対し、気候変動は「非常に厄介(wicked)な問題」(=複雑で十分に理解されていない開放系にかかわる問題)だっ

たため、起草者の意図どおりに適用することができなかったのだ。「厄介な問題」(wicked problem)とは、もともとホルスト・リッテルとメルヴィン・ウエッバーが都市計画について述べた表現であり、解決策が有効であると前提して設定された問題だが実際はそうではない問題を表している。²⁸⁾ 京都議定書は十分な専門知識をベースに策定されたとされるが、「厄介な問題」(wicked problem)の場合、社会システムに適用されていく過程や、解きほぐせない複雑性、手に負えない性質への深い理解が要求されるのである。この非常に重要な違いについて、以下に詳しく述べていくことにする。

この誤解の結果、気候対策の「枠組」に根本的な誤りが生じてしまい、**気候変動は「解決」可能な従来型の環境問題の一つとしてとらえられてしまったのである。実際、気候変動は従来型の問題でもなければ解決可能でもないのである。**

気候変動問題は、ベルリンの壁の崩壊直後にひとつの政策問題として浮上した。一部に懐疑的な意見もあったものの²⁹⁾、気候変動は地球全体の脅威であり、国際的に協調して解決する必要があるという認識がほどなく定着した。プリンズ教授とレイナー教授は共著論文『*The Wrong Trousers* (邦訳：サイズの合わないズボン)』の中で、気候変動枠組条約や京都議定書の設計では、他の国際問題や環境問題を間違った形で真似てしまっている事実を指摘した。特に、政策担当者の中に浸透していた「認識共同体」³⁰⁾という概念により、この政策を前進させるためには「気候問題」に対して共通の解決策が必要であるという考え方が高まった。この「認識共同体」の考え方は、科学者の集まりであるオゾン傾向委員会(Ozone Trends Panel)がオゾン規制体制の創設に中心的な役割を果たしたり、また「地中海を守る」ための地中海計画(Med Plan)の策定で科学がはたした役割などによって強化されたのであるが、これらいずれの場合も問題は「厄介」(wicked)ではなかったのである。

気候変動は、解決されるべき独立の問題というよりも、多かれ少なかれ部分的にしか対処できない永続した状態と考えた方が適切な問題である。そしてそれは人口問題、テクノロジー、貧富の格差、資源利用など、さまざまな問題を包含した大きな複合的状态の一部にすぎない。つまり、気候変動は単なる「環境」問題ではなく、エネルギー問題であると同時に、経済開発問題であり、また土地利用問題でもある。従って気候変動問題は、これらの問題に対応していくことで、人類のエネルギー利用方法を変えることで地球の気候の挙動を管理しようとするよりも効果的に対処できるである。これこそが、われわれが本論文で論じている「劇的な再構築」なのである。

問題を「厄介」(wicked)にしているのは、決定的な対処法がないという点にある。つまり、問題を理解するために必要な情報は、それを解決するアイデア次第ということだ。加えて、「厄介な」(wicked)問題には際限がない。われわれは十分に理解できたかどうかを知る術がないために、さらなる理解をもとめて探索を続けるのをいつ止めていいのか、知ることができないのである。気候変動に代表されるような、相互に関連した開放系の因果関係には終わりが無い。そのため、「厄介」(wicked)な問題はどれも、他の問題の兆候と見なされがちなのである。³²⁾

これは政治家にとって苛立たしい問題である。そのため政策決定者はしばしば、「厄介な」(wicked)問題に対して「宣戦布告」し、「撲滅」しようとするのが常である。

実際、単なる言い回しではなく比喩的に使われるこの「宣戦布告」は、対象となっている問題が「厄介」(wicked)な相手であることの証左に他ならない。われわれは、癌の撲滅、貧困の撲滅、薬物との闘い、テロとの戦いなどに取り組んできたが、いまや気候変動への宣戦布告なのである。

一般の国民は、この様な「宣戦布告」を聞いた当初は意識が高揚するものだが、「厄介な」(wicked)問題の解決が困難であることが分かってくるにつれ、面倒に感じるようになる。最近の世論調査でも、気候問題が、貧困問題と同様に「解決」できるような問題ではないということが明らかになるにつれ、また経済など国民にとってより差し迫った問題に注目が集まるにつれて、多くの先進国において、以前は高かった気候変動への関心が薄れつつあるという結果が明らかになっている。³³⁾

C: 地球システムに関する科学の特性への誤解

いま一つの誤解が、他の条約から引用する際の誤用と並行して起こっている。この誤解は、科学情報の利用者や、気候問題に関する基礎科学に携わりつつもその扇動家や活動家となることを選んだ専門家たちが描き出してきた、科学的知見の人気にかかわるものであり、その誤解が広まる過程で「誤った枠組」が広く、深く共有化される結果となった。彼らは科学における「欠如モデル」と呼ばれている手法を採用したのである。専門家である科学者が、無知な一般市民や政治家の空っぽの頭に知識を注ぎ込む。これで知識の欠如は解決する。一般市民は専門家の優れた知識や能力に信頼を寄せ、科学者はその力を利用して無知な市民に、専門家として描いた状況に対する正しい解決策についてさらに指示を与えるという図式である。

フルメ教授は、2005年に英国気象庁が開催した「Dangerous Climate Change (危険な気候変動問題)」シンポジウムと、当時の英国政府首席科学顧問(Chief Scientific Adviser to HM Government)が果たしたこの種の役割についてまとめている。³⁴⁾同シンポジウムは、ブレア首相官邸の要請を受けてグレンイーグルスのG8サミットに先立って開かれたものである。気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が、合意した科学者の比率や人数まで示した非の打ちどころのない報告書を発表すといった形で、2009年11月17日まで、同様のモデルは何度も際限なく繰り返されてきた。ジャーナリストたちは、この「欠如モデル」に基づく科学者の主張に対し、今から思えば過剰なほど絶対の信頼を置いてきたのである。それだけに、大きな転機となった09年11月17日以降、気候に関する議論に参加した多くの観察者が気がついたように、彼らは裏切られたと感じ、今になって気候科学界はメディアによる徹底的調査の集中砲火を浴びることとなったのである。

人気ある科学的知見には、もう一つ洞察すべき重要な性質がある。価値判断基準として科学が役に立たないケースがあるというものだ。この問題については、ロジャー・ピルキー教授が2007年に著書の中で説明している。教授によれば、竜巻の直前予知は他の判断基準をまるで考慮していないにもかかわらず、実際の行動を採るのに十分なものであると判断されるとしている。そこにあるのは情報源の権威に対する信頼だけである。この様な信頼が生じる理由は、判断する価値が存在しないからという理由でなく、価値そのものが議論になりえないという単純なものである。誰だって、自分たちの方に向かっていると皆が合意している竜巻の通り道にいて死にたくはないとい

うことだ。対照的に、妊娠中絶問題に対する人々の意見は医療専門家の知識から情報を得ている場合が多いが、この問題に関する人々の立場には宗教など別の視点がより大きく影響していることはよく知られているとおりである。「欠如モデル」によってもたらされた科学に対する誤解の結果、「多層的な問題」という点で妊娠中絶に対する人々の考え方に近いはずの「気候政策」は、竜巻の予測の様に価値のコンセンサスが確立しているかの様に示されてきたとピルキー教授は指摘している。この誤った認識の結果、**科学に対する共通認識によって政治的コンセンサスが得られており、気候変動の解決策は「科学主導」で進めるべきだ**という共通だが誤った考え方が広く普及するようになったのである。³⁵⁾ ところが実際は、既に見えてきているように、さまざまな政治的な枠組みが、科学に関する異論の中に取り込まれてしまった。その結果、気候政策に関する政治の議論が、科学に関する議論かのように仮装されてしまい、結局は何の結論も出ないという事態に陥ってしまっているのである。

これまで述べてきた様に、「気候変動」は一つの要素に対する理解や一つの解決策で対処できるような単純な問題ではない。政策決定者の関心を気候変動に向けさせたのは科学者である。その同じ科学者達が当初から、自分たちに都合のいい解決策を米国議会の公聴会や政策フォーラムなど、あらゆる場に持ち込んだのである。「科学」が何らかの形で特定の政策の方向付けをリードすることができるとの認識は、その具体的な戦略が気に入らない人々に対しても、科学について議論することを促し、実際そう仕向けることとなった。³⁶⁾ こうして気候変動問題は、自分たちの研究結果が特定の政策を決定付けたと主張する科学者と、自分たちが選んだ結論は科学的根拠に基づいて決めたと主張する政策決定者、そしてあたかも迫り来る竜巻の通り道から逃げる問題におけるように、「科学」と「政治」が単純かつ強固に結合しているとして、両者が一致して行動するという構図となっていたのである。

選挙で選ばれている政策決定者は、自身が管轄する国や地域に対して、気候変動がどのような影響を及ぼすのか、そして何よりもどの程度の時間規模で、どの程度のコストで、どのような形で介入すれば効果を上げることができ、その場合に誰が利益を享受し、誰にとって不利益となるのかを知りたいと考えている。しかし、このような問題に直面したとき、政治信念は磁石の様に科学に引き寄せられ、その磁場の影響を受けて情報を選択したり解釈したりするようになる。公の議論の中で特に関心を集める気候モデルであるが、彼らが作成する様々な「予測」シナリオ（すなわち膨大でかつ単純化した前提条件をおいたコンピューターモデルによるもっともらしい未来への外挿）は、誰かがそうならよいと思っている未来を示す根拠として十分なのである。³⁷⁾ しかし彼らが示す未来予測モデルは暗黙的に、時には意図的に、政策立案者が望んでいる「予言」シナリオ（すなわち未来の予測）と一体化してしまいがちなのである。

政治とは、最大限の合理性を追求することではない。社会が正しい方向に進むために、大多数の人々が容認できるような妥協点を見出していくことである。人々の期待とは裏腹に、気候変動に対する政治的取り組みは、より多くの科学情報を政治に取り込むことで進展するというような簡単な話ではない。多くの政治家の想定に反して、情報が多ければ自動的に不確実性が減って国民の信任が増すというわけでもない。しかしそうした想定は強固であるため、政治的に注目を集めている分野では、専門家の中に誇張や行き過ぎた単純化をしようとする誘惑が生まれやすいのだ。まさに気候変動問題の最近の歴史がそのよい例となっているのである。³⁸⁾ しかしそれは、ギャロップの最近の世論調査が示しているよう

に、結局は政治への失望をもたらす結果となる。世論調査では、気候科学者の主張に対する国民の信任の失墜が示されている。ただ興味深いことに、それが未だ必ずしも現実のアクションを採ることに対する幻滅にまでは至っていないようである。39)

政治の世界以上に根本的な問題は、「何がわかっているか」に対する誇張された確信は、無知を認識することではなく、基礎研究の迷宮に我々を追い込みがちだということである。それは我々に、理解をより深めるために学習したり適応したりする柔軟かつ様々な（時には相反する）選択枝を与えてくれるのではなく、京都議定書のような身動きの取れない課題や枠組にわれわれを追い込んで縛り付けることになる。科学においてはこの（基礎研究に向けた）ダイナミックな緊張こそが革新の原動力だったのである。40)

しかし激しい論争や、複雑で厄介（wicked）な開放系をめぐる研究において、最も有益な知識は、これとはまったく異なっている。重要なことは、我々が何を知っていて何を知らないかを認識すること、あるいはどこに疑問点が残っていて、どんな意見の対立があるかについて認識することである。そうすることで、なぜ知らぬのか、あるいはなぜ疑問に思えるのか考えるようになる。そうした認識を持つことで、われわれの世界の確実性について評価できるようになり、予期せぬものの重要性について敏感になり、だれも気が付かなかったこととの関連付けをすることができるようになるのである。たとえばデーム・ジョスリン・ベル・バーネル教授が1967年にまだ大学の学生だったころ、電磁波の中からパルサーを発見することに繋がる兆候を発見したことや、ジェームス・ラブロックが火星に生命体の兆候を探す中で、地球の生命環境を維持する自己調整系であるガイア仮説に思い至ったという例がある。こうした形で我々は進歩を遂げることができるのである。41)

しかし我々は、人口増加や景気動向、また技術革新など、気候変動に影響を及ぼす要因の将来の変化を知ることが本質的に不可能であるということ忘れてはいけない。こうした要因は、気候科学関連の基礎科学がいかに深まろうとも、解決できない不確実性を持ち込んでいるのである。要するに我々の理解では、UNFCCCと京都型アプローチを先導してきた、科学的知見と政治の関係に対する従来からの常識は逆転されるべきなのである。不確実性や無知を認識するということは、体系的な疑問をもつことを促すことに繋がり、政治的にも研究手法の上でも深い価値をもたらしてくれる。こうなることで初めて、実証的な科学的主張とそれに対する反論の裏に隠された価値観の対立が、はっきりと民主的な議論にさらされることになるのである。それが起きるまでは、自分達が確実に真実を知っていると誰もが信じて疑わないまま、政治システムは行き詰まったままとなるだろう。

パートⅢ：従来の気候政策からの抜本的な変更

気候政策が 2009 年後半に 2 つの転換点を越えたことは、パート I で論述したとおりである。「厄介な (wicked) 」問題に対する科学的知見や外交的手法の理解と適用において、長き間続いてきた誤りによってもたらされていた困難な問題が、2 つの転換点を通ったことで、ますます解決しがたくなった。これについてはパート II で説明したとおりである。本論文はこれまでのところ、地球の生物物理学的システムに関する人類の知識（特にその神秘に関してわれわれが無知だということが急速に分かってきていること）、そして 1992 年以来（特に 2005～2006 年あたりから）この分野で各国政府内あるいは政府間で広範に推し進められてきた政治的・経済的介入といった、気候変動問題を構成する要素の絡み合いに関して、2010 年の世界が置かれている状況について、できる限り明確な説明を行ってきたつもりである。そしてこの問題により効果的に対処せねばならないとしたら、信頼を保っていなければならないはずの専門家組織に対する一般大衆の信頼が、この複雑な絡み合いによってついには失われてしまってきているのである。

われわれとしては、広範な賛同が得られ、最少のコストで早期に結果を出せるような対策から始めるべきであると信じる。成果を明白に見せることができれば、一般市民の信頼を取り戻すことが可能であろうし、賛同してくれる市民の数も増えるかもしれない。これらは、より困難な課題に立ち向かうために欠くことのできない必須条件である。世界のエネルギー経済の脱炭素化を劇的に加速させることに広範な支持を得ることがわれわれの目標である。我々は 2 つの手法、すなわち経済のエネルギー原単位の低減と、エネルギーの脱炭素化の推進、に基づく間接的なアプローチによることで、問題を正面から攻撃するよりも市民の賛同を得やすくなると考えている。特に最近のように混乱間もない時期においてはなおさらである。なぜならこうした取り組みに対しては、気候変動に関する政治とは無関係に、潜在的な支持者や受益者が存在するからである。

誤解を避けるために言い添えるべきことが 2 点ある。まず、徹底的な脱炭素化という最も野心的な目標に対する対策の一部あるいは全部を、効率性向上といった初期のステップが完遂しないしは着手されるまで延期すべきだと言っているわけではない。以下に明らかにしていくが、徹底的な脱炭素化の研究、開発、実証、実施の各フェーズについては、定率の炭素税を原資として直ちに開始できるし、そうすべきだと考えている。しかし最近の失敗の教訓は、ステップを踏んだ段階的な実施の優位性を強く示唆している。同じ失敗は何としても避けるべきなのである。

第 2 に、この異なった経路を提唱することは、われわれが脱炭素化を推進するにあたり、それを支持する科学的な根拠が不十分で弱いと考えていることを意味してはいない。しかし、これまで苦心して説明してきた様に、われわれは科学的根拠について、これまで主として扇動者たちによって一般市民に示されてきたのとは違った視点から見ている。英エコノミスト誌は、2010 年 3 月 20 日号の気候科学に関する特別調査に関する記事で「温暖化対策は、科学が確実だからではなく、まさに確実でないからこそ正当化される」と書いている。⁴²⁾ この見解はわれわれの見方に近い。われわれは、気候変動の枠組に組み込まれた、より幅広い種類の問題によって、対策が正当化され

るべきという立場をとっている。こうした問題の多くは、気候科学がどうであれ、それぞれの問題として成立している。こうした問題に取り組むことによってわれわれは、アクションに対する好意的な反応を勝ち得ながら、同時に気候変動の影響因子を間接的に薄めることができるのである。つまり科学に気候政策を支配させないというだけでなく、気候政策に、環境政策や経済開発、エネルギー政策を支配させないということなのである。

「科学が要請すること」という見解は容易に、そして極めて政治的な気候変動議論においては時として、意図的に誤解されがちなので、そうした誤解を避けるためにも、気候科学の現状についてのわれわれの見解を必要最低限の言葉で以下に述べることにする。

現在われわれが持つ最も確実なデータは、大気中の CO₂ 濃度が産業革命以前の 280ppm から今日の 389ppm へと急増し、現在も 1 年に 2ppm のペースで増加しているということである。これは現在の論争の中でも最も異論が少ないグラフであり、ここに示されている濃度上昇は過去 1 万年間で前例がない。⁴³⁾ しかし、この明確な CO₂ の増加傾向が地球の気温とどんな関係があり、異常気象とどうつながるのかについてははっきりしていない。⁴⁴⁾ CO₂ 濃度の増加やその他の人為的要因と、予想されている気候変動がどう関係しているのかについては、神秘的で複雑な地球システムに関する理論、データ、モデリングを最大限援用した説明なのである。この様な説明については異論が多く出されている。⁴⁵⁾ 確実に言えることと言えば、その様な予測は不確かだということだ。

われわれは、過去の気候政策において、非科学的な理由から CO₂ 以外の気候変動因子が除外されてきたことに異論を唱えてきたが、そのうちいくつかの因子については今後の対策の前面にもどすことになる。しかしハワイのマウナロア山で観測された CO₂ 濃度の上昇を見ただけでも、たとえその結果何が引き起こされるかについてわかっていなくても、むしろそれ故に CO₂ の上昇率を緩和するための対策を採ることを正当化できるだろうと考えている。われわれは、18 世紀後半以降の技術革新の副産物である、世界経済における歴史的な炭素原単位の低下傾向について、加速させることが賢明であるという共通認識を持っている。⁴⁶⁾ しかしそれを、経済成長を阻害することによって実現することは推奨できない。それは民主的な同意の前提の下では政治的に実現不可能であると考え、気候変動政策の歴史もそれを示唆しているからである。

A: 打ち捨てられた CO₂ 以外の「気候変動要因」を最前線に押し出す

これまで述べてきたように、地球の気候システムに対する人為的な影響源には、CO₂ の排出にとどまらず、より広い環境の文脈の中で影響しているさまざまな気候変動促進要因が存在する。しかし、それらの要因は、科学的理由ではなく政策の便宜上の理由から無視されてきたのである。CO₂ 以外の「気候変動要因」への対策の方が迅速な効果が得られ、大幅で即座に貴重なメリットも得られると考えられることから、われわれとしては、まずこれらに優先権を与えることとする。長くてつらい課題

(CO₂)とは対照的に、これらには「即効性がある」。これらは一般に広く求められている実際的な効果を達成し、従って一般市民の信頼を取り戻す一助となりうる。

これらの気候変動要因、すなわち具体的には黒色炭素をはじめとする空中浮遊微粒子、活性窒素、対流圏オゾン、メタンのほとんどは、主要な大気汚染物質である。大気汚染を軽減することで得られる身体的健康上の利点は良く知られており、歓迎される。汚染軽減を実行するための大気浄化法の制定は、有名な1956年英国大気浄化法（1952年のロンドン大スモッグに対応して法制化された）以降、多くの国や地域で成果をあげてきた。⁴⁷⁾ これらCO₂以外の要因物質は、気候システムが自然な状態にあった場合に比べて、大気や海洋の循環を変化させるのに一役買っている。これらは、雲を蒸発させる太陽輻射による成層圏の加熱や、雪や氷の反射率の変化（黒い煤が白い雪や氷の上に落ちることで熱の吸収が増えて融解を促進する）を通じて追加的な気候影響をもたらしている。⁴⁸⁾ 「温暖化政策を本筋に戻すには」論文でも既に指摘したように、最近の研究では、黒色炭素は、近年の北極の氷の融解について他の何よりもよく説明している。黒色炭素は、最近観測されている北極の温暖化の50%程度まで貢献していると考えられているのである。⁴⁹⁾

硫酸塩、硝酸塩、炭素など空中に浮遊するエアロゾル微粒子の大半は、太陽輻射を宇宙に向かって反射し、地球の冷却を引き起こす。しかし、ディーゼルエンジン、効率の悪い料理用コンロ、森林火災などから発生する黒色炭素は、太陽放射を吸収し、大気を暖める。この様なフィードバックの過程や大気中における特性のため、黒色炭素は多くの研究で、地球温暖化においてCO₂に次いで重要な人為的要素とされている。⁵⁰⁾ 黒色炭素は、最近になってようやく注目される様になってきたため、その影響についてIPCCの報告書では十分な検討が加えられていない。⁵¹⁾

シャインとスタージェスは、地球の大気中に存在する人為的な温室効果ガスによって閉じ込められる熱の40%は、CO₂以外の気体が原因だと推定している。⁵²⁾ 最近の研究では、ベラ他の研究者が、地球温暖化に関わる10種以上の分子を対象に、どの化学的、物理的特性が固有の放射効果を決める上で最も影響し、従って温暖化に与える影響力が最も大きいかについて研究しているが、その結果、塩素や水素を含有する分子と比べて、複数のフッ素原子を持つ分子が強力な温室効果を持つことがわかってきた。⁵³⁾ 例えば、さまざまな産業で継続的に利用されているハイドロフルオロカーボン（HFC）やペルフルオロカーボン（PFC）は、大気の赤外線窓に吸収され、大気中に何千年にもわたって存在し続ける深刻な温室効果ガスである。同研究では、PFCやHFCの中には、短期的にも長期的にもCO₂以上に地球の温度に重大な影響及ぼす特性を持つものもあると結論している。そうだとすれば、これらの物質については、既に成功しているモントリオール議定書の下で即座に対応できるはずである。⁵⁴⁾ 最も強力なHFCの中には、CO₂の何千倍もの地球温暖化効果を持つものもある。例えば、三フッ化窒素は、100年にわたりCO₂の1万7,200倍もの温室効果能力を持っているとされている。

一方、1850年以降の人為的要因によるCO₂排出量の約3分の1が、土地利用に起因していることから、温室効果ガスの排出に対する土地利用変化の重要性は立証されている。⁵⁵⁾ しかし、土地利用そのものが、様々な生物化学的なメカニズムを通じて、温暖化ガス排出による輻射効果に関わりなく、気候変動の進行に重大な役割を果たして

いるとすることもわかってきている。⁵⁶⁾ その影響の大きさは、都市化が進んだ地域において顕著である。例えば最近のストーンの研究によると、土地利用の変化によって起きた地表の水分やエネルギーの流れの変化は、それに伴うガス排出の変化に比べ、より直接的に地域レベルの気候に影響を与えている。地域あるいは全地球規模の気候に対するこうした人的影響の全部でなくとも大半は、今後何十年にもわたって引き続き懸念事項であり続けるだろう。さらに、急速に拡大している都市部の住民は、地球全体の温度上昇を上回る速さで影響を受けるようになってきている。

こうした証拠を考慮するならば、より包括的で、究極的に有効な気候変動の緩和措置は、大気中のみならず地表の温暖化因子にも対処する必要がある。われわれはまず、気候変動要因のうち、短命なものと長命なものに対して、それぞれに対する政策枠組みと対策を分けて取り扱う必要がある。黒煤、浮遊微粒子、メタン、対流圏オゾンなど短命な気候変動要因に対する物質的性質、排出源とそれらへの対策は、CO₂、ハロカーボン、窒素酸化物など長命な気候変動要因の場合は大きく異なってくる。大気中での吸収能力がごく小さく、あるいは大気中の滞留時間がより短いといった、より良い代替物質を開発することにもっと注意を向けるべきである。

第2に、土地利用政策を通じて、気候に対する人為的影響を幾分かは緩和することができる。地域的に見ればこれは、森林破壊の回避による水分やエネルギーバランスの回復力を維持することを意味し、一方都市部においては、例えば樹木の保護は気候変動の緩和措置として認識されることになる。

最後に、現在の緩和戦略では、進行中の気候変動を遅らせたり食い止めたりするための唯一のメカニズムは、大気中の温室効果ガス濃度（CO₂に換算した濃度として表される）の削減と、吸収源の強化であるとしている。⁵⁷⁾ しかし、従来から「緩和」と定義されてきた範疇を超えて対応戦略の幅を広げることで、健康や農業生産性、環境の質など、別のメリットを期待することができる。これらのメリットが気候変動への効果合わさることで、（われわれの提唱する）代替シナリオを実現するために必要な対策をとることを正当化してくれるのである。⁵⁸⁾

B: 複雑な世界では、良は最良の敵ではない

何十年にもわたりエネルギー専門家たちの間では、エネルギー効率の改善がエネルギー消費を節約できるかどうか、より最近では経済の脱炭素化にそれが果たす役割について議論を続けてきた。1980年以來、GDPあたりのエネルギー原単位の改善は、世界経済の脱炭素化の主要な要因であった。しかし、世界経済のエネルギー原単位の継続的かつ長期の改善にもかかわらず、エネルギー消費総量とCO₂排出量は増加を続けている。従ってわれわれとしては、世界的なエネルギー原単位の改善の継続や加速だけでは、将来の脱炭素化の加速に不十分であると考えている。こう想定する最も重要な理由は、ほとんど全ての国際的なエネルギー機関や主要なエネルギー企業が、向こう数十年にわたりエネルギー需要の急増を予想しているためである。そうしたシナリオのほとんどは、現在エネルギーへの確実なアクセスをもたない15億人の人々のエネルギーへのアクセスの急拡大を前提としているわけではない。つまりわれわれの挑戦は、既に十分手ごわい従来の想定を、さらに挑戦的にするものなのである。将来

に向けてエネルギー原単位が改善されることは、究極的にどれだけの新たなエネルギーを必要とするかに影響するものの、より多くのエネルギーが必要となるという現実を変えるものではない。エネルギー需要が拡大していく文脈の中で、CO2 排出量の単純計算が教えてくれるのは、エネルギー供給の脱炭素化が将来の経済の脱炭素化をリードしなければならないということなのである。

従ってこのパートでは、将来のエネルギー需要に関して、効率性がどのような役割を果たすかという、今日まで続けられてきた議論に結論を下すことはしないし、われわれがここで示す事例も、そうした結論付けをわれわれに求めてはいない。全てではないにせよ多くの場合、効率改善の努力は脱炭素化以外の理由からも十分に正当化できるのである。さらに言えばエネルギーシステムの近代化と効率改善は、エネルギーの多様化と脱炭素化のための条件をもたらしてくれる。その意味で効率化政策は、他の脱炭素化政策への道を用意するものなのである。

1) エネルギー効率化政策の政治的な前提条件

エネルギー供給の脱炭素化の加速は、経済活動の劇的な脱炭素化を加速するための唯一の長期的なアプローチであるが、それは容易にあるいは迅速に実行できるわけではない上に、基礎的な研究開発への公的支出が必要となる。つまり納税者が、これを実現することが自分たちの利益になるのだと説得する必要がある。従って、この政治的な目標には技術問題が絡んでくる。クリーンエネルギーを、消費者にとって使用時点で汚いエネルギーより安くすることを目標とせねばならず、さらに重要な点は、そうした価格差が恒久的な補助金がなくとも維持できるようにならなければいけない。

世論調査によると、OECD 諸国の有権者の大半は、人類がもたらした気候変動に対する対策よりも、経済の成長再開や雇用創出の方に、はるかに高い優先順位を付けている。こうした状況下では、ある程度両方を実現する政策を推進することに重要な意味がある。つまりエネルギー原単位を改善すればコストが節約でき、産業の生産性が高まり、他にも価値のある結果を達成できるという事実は、政治的に見てたちまち魅力的な展望を与えてくれるので、炭素政策へのメリットの有無にかかわらずこれを実行する意味が出てくる。これは、エネルギー原単位の改善に対する重要性を認識するということを意味している。そしてそれは最もエネルギー集約度の高い、電力、アルミニウム、セメント、鉄鋼といった産業セクターにまず努力を注ごうという、セクターアプローチの体系的な適用によって、最も確実に達成できるのである。こうした産業セクターは、近代経済の重要な牽引車でもある。

以下のケーススタディは、世界に欠かすことのできない、かつ最もエネルギー多消費型の産業の一つについての記述である。グローバルな鉄鋼産業のケースは、セクター全体にトップレベルの技術を普及させることで実現する排出削減の可能性とその限界を教えてくれている。実効性のある国際的なセクター別取り組みができれば、(以下のケースが APP の例で示しているように) より劣った生産者に生産が代替されるという事態を回避することができるようになる。こうした効率改善はさまざまな経済的な理由からも取り組むに値するものである。しかしこれは、ケースでも示しているように、もし CO2 排出削減が究極の目的であるとするなら、グローバルなエネルギー供給の脱炭素化の長期的な必要性そのものを変えるものではない。

効率に重点を置いたセクター別アプローチの可能性と限界： 鉄鋼業界による世界的セクター別アプローチのケーススタディ

世界的な鉄鋼需要は急速に増加している。特に BRICs を中心とした途上国の急速な経済成長に伴い、過去 10 年間で鉄鋼需要は 60% も増加した。先進諸国と比較した場合、中国とインドの国民 1 人当たり鋼材消費量はそれぞれまだ 3 分の 1 と 10 分の 1 であるということを考えれば、鋼材需要の増加は今後数十年間は続くと思われる。

59) CO₂ の排出を最小限に抑えつつ、この様な鉄鋼需要の増大に応えることが、世界の鉄鋼業界にとって重要な問題なのである。しかし、鉄鉱石から銑鉄を生産する過程で還元剤として炭素（コークス）を使用する粗鋼生産において、CO₂ の排出は不可避である。また、粗鋼生産の工程はエネルギー集約度が極めて高い。従って、この工程でのエネルギー回収と再利用を含む効率改善によって、エネルギー消費を節約できるだけでなく、生産される粗鋼 1 トン当たりの CO₂ 排出量を減らすことができる。省エネルギーと CO₂ の削減は、鉄鋼にとってほぼ同義語なのである。日本の鉄鋼産業の経験は、生産量を増加させつつエネルギー消費と CO₂ 排出量を減らしてきたという点で特異といえるかもしれないが、実際に達成可能なことを示す手本であり、鉄鋼セクター全体にグローバルなアプローチの可能性を教えてくれている。

1970 年代のオイルショック以降、日本の鉄鋼業界ではさまざまな省エネルギー技術が開発され、それらに投資が行われてきた。その結果、過去 30 年間でエネルギー効率は約 30% も改善された。60) 今や、日本の鉄鋼産業は現在入手可能な主な省エネルギー技術をほぼ 100% 装備済みである。APP（クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ 61)）の鉄鋼タスクフォースでは、この様な省エネルギー技術をリストアップし、参加国におけるこれらの技術の普及率を調査した。これらの既存の省エネルギー技術が APP に当初参加した 6 カ国（オーストラリア、カナダ、中国、インド、日本、韓国、アメリカ）の鉄鋼業界で 100% 普及したとすれば、毎年 1 億 2,700 万トンの CO₂ が削減可能であると算定されている。62) APP 鉄鋼タスクフォースでは、これらの技術をリストアップし、「SOACT ハンドブック」として刊行した。このハンドブックは、APP のホームページで入手可能である。63)

IEA も同様の CO₂ 削減ポテンシャルを試算しており、現在入手可能な省エネルギー技術が世界的に普及することで鉄鋼業界で年間 3 億 4,000 万トンの CO₂ が削減できるとしている。64) この量は、2008 年の日本一国の CO₂ 総排出量の 25% 近くにも上る。

鉄鋼業界の使命は、最低限のエネルギー消費（=最小限の CO₂ 排出量）で世界的な需要増加に応じていくことである。これは、現在入手可能な最高の省エネルギー技術の普及によってのみ達成可能である。

大部分の省エネルギー技術は「ネガティブコスト」であり、大きくはないにせよ節約によるメリットが期待できるので、この様な省エネルギー技術を鉄鋼業界に普及させ

れば、CO₂ 排出量を削減できるだけでなく、受け入れ国の鉄鋼産業に何らかの経済的利益ももたらすことになる。しかし上述の様に、これらの省エネ技術は必ずしも業界内で現実に広く普及しているわけではない。APP 鉄鋼タスクフォースでは、普及を阻む障害について分析・特定してきた。そこでは投資回収期間が長いという問題や、途上国の鉄鋼業界におけるエンジニアリング能力の不足などがわかってきている。重要な点は、急速に成長している発展途上国の大半では、生産拡大投資の方が省エネ投資よりも内部収益率（IRR）がかなり高くなるという事実である。従って、資本やエンジニアリング能力といった貴重な経営資源が、必ずしも省エネ投資に優先的に配分されないのである。

鉄鋼業界での省エネ技術の大半は既に商品化されており、グローバルな技術市場で広く入手可能になっているため、技術へのアクセスに関しての障壁はないといえるが、省エネ投資に焦点を当てた何らかの公的メカニズムで投資インセンティブを与えることが必要であり、それによって投資障壁を軽減させることが期待される。

鉄鋼は CO₂ 集約度が高く、鉄鋼の付加価値当たりの CO₂ 排出量は他の産業や経済活動と比較して大きい。従って、鉄鋼生産工程における省エネ投資によって実現できる CO₂ 削減量は、そのエネルギー節約がもたらす余剰利益による追加的な CO₂ 排出量増加よりもはるかに大きいと考えることができる。

鉄鋼業界において入手可能なベストの省エネ技術をグローバルに普及させるということは、短～中期的（10～20年）に限って有効な手段であることを断っておかねばならない。こうした技術がひとたび 100% 普及してしまうと、それら既存技術からのエネルギー節約や CO₂ 排出削減の余地がなくなる。従って、エネルギー効率化のルートは、より根本的な脱炭素化への道の道筋にあり、それを補足するものと位置づけられるのである。

2) エネルギー供給における脱炭素化加速の重要性

皮肉なことに、これまで 20 年にもわたり、「間接的」な手法を使って「直接的」な排出量を抑制しようという努力が続けられてきた。基本的にこれはエネルギーの最終消費者に対する「トップダウン」型の規制であった。具体的には野心的だが欠陥のある炭素市場を創設するという試みなどを意味している。しかし、これらは排出量削減を実現できず、さらに重要なことに、経済の脱炭素化の速度を速めることもできなかったのである。それは過度に複雑な手段だったため、コペンハーゲンで政治的に崩壊する結果となった。それにもかかわらず、特にヨーロッパでは既に相当の政治的資源が投入されてしまっているため、そうした手法には巨大な官僚的な惰性が強くはたっている。従って対策が進むにつれ、京都型の戦略により家庭や個人にのしかかるコストが、徐々に、しかし確実に明らかになり、次第に懐疑的になってきていた一般市民を、ますます苛立たせる結果となっている。巨額で、しかも値上がりが続いている電気料金が、景気の動向によるものではなく、もっぱらグリーン化政策のために起きていると認識されたとき、有権者がどのような反応を示すかについては未知数である。

われわれはこのような現状を認識した上で、「直接的」な手法により「間接的」に実質的な排出量の削減を目指すという、十分に理解されていて現実に進んでいる政策を加速することを提案する。この戦略では、エネルギーの炭素原単位に注目し、その一次生産地点におけるサプライサイドに焦点を当てている。われわれはその技術的な実現可能性については楽観視しており、政治的なリアリズムについてはさらに自信を持っている。これは従来の京都型戦略とは異なり、前述したわれわれの3つの究極的な目標の方向性に沿ったものでもある。これがもたらす（CO2削減以外の）他のメリットについては、いずれも既に検証されており、広く支持されているものばかりだということである。さらにこの戦略は、主要国において政治的な支持を得るための必要条件である経済成長とも調和している。気候問題に対するオバマ政権の取り組みは、まさにこの基本的な真理についての良い実例なのである。

「温暖化政策を本筋にもどすには」論文でも説明したが、この戦略は茅陽一教授の洞察に敬意を表して「茅直接」アプローチと名付けられている。

茅恒等式は、排出削減を実現するには、たった4つのマクロレベルの政策手段しか存在しないことを示している。「人口」、「国富（GDP）」、「エネルギー原単位（GDP単位当たりのエネルギー使用量）」、「炭素原単位（エネルギー1単位当たりの炭素発生量）」の4つである。それぞれの項目に影響を与える手段があり、従ってそれぞれの手段が政策的アプローチとして処方されることになる。

「人口」の場合、人口のコントロールが手段となり、「国富」の場合は、経済規模の縮小が手段となる。「エネルギー原単位」では、エネルギー効率の改善が手段となり、「炭素原単位」については、CO2排出量のより少ないエネルギー源への転換が主要な手段となる。

茅恒等式の4要因の関係は以下の式に表される：

$$\text{CO2 排出量} = \text{人口} \times \frac{\text{GDP}}{\text{人口}} \times \frac{\text{TE}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{CO2}}{\text{TE}}$$

（ここでTE＝総エネルギー使用量、TE/GDP＝経済のエネルギー原単位、CO2/TE＝エネルギーの炭素原単位）

われわれの戦略は、エネルギー原単位と炭素原単位に着目している。

IEAの予測によれば、すべての人々にエネルギー供給を拡大するという目標を掲げなくとも、世界のエネルギー使用量は今日から2050年までにおよそ3倍になる。（これは20世紀にエネルギー消費が16倍になったことと比較すればわかり易い。）かかる現実の下で、気候政策の議論において提案されているような大幅な排出削減を実現しようとしたら、炭素排出がゼロかあるいは極めて少ないエネルギー供給にかかわる

コストや性能を劇的に改善するしかない。世界的なエネルギー消費が3倍になる一方で、エネルギー使用に伴う炭素排出量を50%削減するには、世界的なエネルギー供給の炭素原単位を87%も下げなければならない。これは後で見るように、炭素ゼロのエネルギー技術に関するコストや性能面での技術革新において、世界のエネルギー供給の完全な脱炭素化を行うのと実質的に同じレベルのブレークスルーを必要とする。

世界のエネルギー使用量の増加がもっと緩やかならば、世界中で脱炭素化が必要とされるエネルギー供給の割合はわずかながら減少する。しかし、脱炭素化への挑戦という根本的な問題に変わりはない。例えば、あまり現実的ではないが、エネルギー効率が大幅に上昇して世界のエネルギー需要が3倍ではなく2倍しか増えなかったとしても、エネルギー供給に必要な脱炭素化の割合は87%でなく75%にしか下がらないのである。エネルギー需要がさらに高くなるシナリオでは、こうしたエネルギーの炭素原単位低減で、実質上完全な脱炭素化と同程度のエネルギー技術革命が必要となるのである。

実際には世界的なエネルギー需要の伸びを3倍ではなく2倍に抑えることはほぼあり得ないだろう。世界のエネルギー需要増加に対するIEAのベースライン予想では既に、非常に力強く、前例がないほどの世界規模でのエネルギー原単位の改善率を前提としていることを考えるとなおさらである。いずれにせよ、大気中のCO₂濃度を低位に抑えなければならないのだとしたら、ほぼ完全なエネルギーの脱炭素化が必要なのであり、この結論はエネルギーをめぐる各シナリオの前提にほとんど影響を受けないのである。

従って、世界の炭素排出削減に向けた長期的な公共政策は、必然的に世界的なエネルギー供給の脱炭素化に焦点を当てなければならないことになる。⁶⁵⁾ これを実現する上での主な障害は、低炭素あるいは非炭素のエネルギー源のコストが高いという事実である。化石燃料は依然として豊富にあり、多くの好ましい性質を持っている。それらはエネルギー密度が高く、輸送可能で、豊富に存在し、入手しやすく、保存性が高い。対する低炭素の代替エネルギーは、概して化石燃料より高価である。再生可能エネルギー（風力、太陽熱、太陽電池、地熱、波力など）は、理想的な場所に設置された場合、つまり既存送電線に近接しており、ベースロードではなくピーク発電のための代替使用が目的で、しかも高い価格を喜んで払う有権者へのサービスである場合など、最適の状況下でない限り、既存のエネルギー源と比較して高価なのである。

OECD諸国の一部では、再生可能エネルギーは政府の潤沢な補助金のおかげで急速に成長してきている。しかし、こうした補助金は、再生可能エネルギーの市場シェアが高まるにつれ、政治的な意味で維持するのがますます困難になってきている。例えば、米国における風力発電量は現在エネルギー供給の約2%だが、これが20%になると補助金は年間200億ドルに増加する（これほどの大規模な増加は技術的に極めて困難であることというとは考慮に入れなくてもである）。⁶⁶⁾ 既にカリフォルニアやドイツでは、太陽電池の補助金に対する反発が起きている。英国では、ある過激な大物環境保護活動家が、近く導入されようとしている気前のよい太陽電池向け固定価格買取制度にたいして、それが電気料金の値上げという形で、南向きの大きな屋根と初期投資資金をもたない貧しい人たちから、その両方を持つ金持ちへの富の移転を意味するとして、反対する新聞キャンペーンを始めている。⁶⁷⁾ 欧州、特に最近の英国における

風力発電に対する冷ややかな経験は、政治家や政策オタクが、エネルギー経済の実態を無視して例外的な許認可を与えたり、公的資金を投入すると何が起きるかについて、有益な警告を示してくれる。この政策では、全体的な投資判断のポートフォリオにおいて重大な過ちを犯しており、想定より低い実績しかあげられず、従って深刻な社会的、経済的結果をもたらすことになるような、間違っただけの風力発電所の建設を決めてしまったのである。68)

再生可能エネルギーの拡大に対する障害の一つは、風力が強いとか太陽光が多いといった場所と、電力需要のある都市や産業の中心地を結ぶ送電網の不備である。さらに大きな障害は、太陽光や風力といった間欠的な再生エネルギーに対する大規模な蓄電技術の開発だが、そうした技術には真の技術革新が必要となる。オバマ大統領の経済対策では、新たな送電網に対してそこそこの投資しか含まれておらず、本当に大規模な再生可能エネルギーが導入されるかどうかいぶかる専門家もいる。69) 新規の送電網に振り向けられた最終的な予算総額は、大統領の当初目標のごく一部となっている。

こうした失敗をもたらしている政治的駆け引きは、1950年代に米国で州間高速道路（インターステートハイウェイ）が建設された際の駆け引きと明らかな対照を成している。当時、地元コミュニティは幹線道路が近隣を通ることで得られる開発上の利益を求めていたため、高速道路建設に広範な地元の支持が得られた。一方、送電網にはこの様な地元への経済的利益はない。発電された電力は電力会社や遠くにいる利用者に恩恵をもたらすが、送電線の下に住む地元政府や消費者になんら恩恵をもたらさない。こうした地元コミュニティの反感は、英国で政府主導により陸上風力発電プラントを拡大しようとした際にも見られた。人々は、美観上の理由、あるいは騒音問題を理由に、簡単には我慢しようとしなくなってきている。加えて、風力発電はその性質上、設計能力に対する実際の利用率が低いということが明らかになり、既に述べたように恒久的に高コストのエネルギー供給体制か、もしくは恒久的に納税者の金で補助金を与える体制下でしかペイしないため、景観や静寂を犠牲にすることが有益な目的のために必要だという理屈が通らなくなっているのである。

原子力発電は、復権の時期を迎えている。米国では、オバマ大統領が原子力発電産業に対する新たな融資を発表し、英国、日本、中国でも原子力は低炭素電力源の切り札と認識されている。しかし、現実的にも仮想的にも、安全性、廃棄物、核拡散の問題を考えると、新規の原子力発電所の建設は、石炭や他の化石燃料を使用する発電所に比べ依然として高コストである。70)

以上のように、既に見えている低炭素一次エネルギー技術の行く末は困難な状況にある。

つまり、化石燃料と低炭素エネルギーとの間に大きな技術的、価格ギャップがあり続ける以上、急速な経済成長を経験している地域では化石燃料への依存度を高めていくだろうとわれわれは想定している。中国では現在、再生可能エネルギーや原子力発電の配備を進めているが、それはCO2削減というよりも、エネルギー安全保障を高め、大気汚染を軽減し、クリーン技術で市場リーダーの地位を築くためという、もっともな理由で行っているのである。しかし中国は、石炭火力発電所の増設ペースを緩められるほど早いペースで再生可能エネルギーを導入しているわけではないし、まし

てや稼働中の石炭火力発電所を代替しているわけでもない。インド同様中国は、自国の経済成長率に対して外部から押し付けられるいかなる制約も受け入れるつもりはないと明確に表明しており、その成長の大半は、引き続き化石燃料の使用増大によって牽引されるのである。発展途上国での現状は概ねこれと同様である。

結論としては、低炭素エネルギー源が、安定的に安価かつ信頼に足るエネルギー供給源になるまでは、世界経済の脱炭素化の加速に進展は期待できないということである。このことは、現在入手可能な低炭素技術について、非連続的かつ大幅な改善が必要であるということを示している。⁷¹⁾ 要するに、現在活発に進められている分野全てにおいて、エネルギー技術革命を起こす必要があるということだ。太陽電池パネルは太陽光を電気に転換する効率を高め、バイオ燃料は化石燃料を大量に使用することなく、また食料生産における機会やコストを犠牲にすることなく安価に生産できる様に、蓄電池は生産時のエネルギー使用を控えた上で、より小さなスペースにより多くのエネルギーが備蓄できる様にするということである。物理的に風力タービン1基当たりのエネルギー密度は低いため、風力発電に対してできることと言えば、風が常に適切な風速の範囲で吹いている空き地や未開地（例えばモンゴル、シエラネバダなど）で、かつ既述の送電網問題がない場所に多数導入することで補強していくことくらいだろう。ただし、この様な立地はあまり多くは知られていない。原子力発電所がもっと安くなるには、規模を小さくして、大量生産され、核拡散問題がなく、さらに発生する核廃棄物についても貯蔵ないしはリサイクルするか、なんらかの形で解決される必要がある。

このように、太陽電池の効率改善、蓄電池や燃料電池のエネルギー密度向上、第三世代（セルロース系）バイオ燃料の開発、小規模の自己完結型原子力発電施設の大量生産に関わる設計上・材料上の課題解決などが、クリーンエネルギーの研究、開発、実用化に関して集中的に傾注すべき明確な技術課題なのである。これらの改善は、間違いなくコスト削減や性能向上をもたらすものではあるが、断固とした決意を持った政府の関与なしには実現しないと思われる。

この様な努力は本来、公的セクターが主導すべきものであるが、それにはいくつかの理由がある。第1に、エネルギーセクターではイノベーションに対するインセンティブが小さいために、世界的に見て、研究開発に対する民間資金の投入が著しく少ない。米国では、製薬産業では収入の20%、IT系では15%、半導体関連で16%を（研究開発に向けて）投資しているのに対し、エネルギー産業では0.23%に止まっている。

⁷²⁾ エネルギーへの投資が少ない理由は明白である。すなわち、エネルギーは安い上に、どの供給源から得られる電力あるいは熱量単位（BTU）にも区別はないからである。対照的に、米国の公共セクターによる医療研究開発投資は現在年間300億ドルに上り、民間セクターの投資はさらにその約2倍に上っている。なぜなら、高齢化が進むことで多くの急性・慢性疾患が新しい治療法を必要としているからである。⁷³⁾

第2に、エネルギー技術にかかる資本コストが（例えば、ソフトウェア開発などと比べて）非常に高いという事実が、高コストで、未確立の新規エネルギー技術に対して民間セクターが投資をする上で非常に高い障壁となっている。

過去の例から見ても、資本コストが高い、試用段階での製品差別化が小さい、先行開発者メリットが限定的、既存エネルギー資源が安価でかつ既存技術が広く行き渡っているなど、新しいエネルギー技術を民間セクターで開発することには、克服しがたいほどの障壁が存在している。実際、既存する低炭素技術のほとんどが、民間ではなく、公的セクターによって開発されたものなのである。74)

フランスとスウェーデンは、それぞれ原子力発電と水力発電を公的に配備していくことによって、他国よりも早く脱炭素化を進めてきた。対照的に、欧州の排出権取引制度（ETS）や、その他、炭素価格や市場メカニズムに基づいた政策は、鳴り物入りで導入されたものの、結局は不安定な「炭素価格」を創出しただけで（ETSの短い歴史の中で既に3度も大暴落している）、クリーンエネルギー技術の開発や導入を大きく促進することには失敗した。75)

フランスとスウェーデンのケースは、他にも2つの重要な教訓を示している。まず大きな教訓としては、研究開発、標準の設定や実証を通じた技術革新を政府が「プッシュ」するだけでなく、自らが、早期に導入する大口顧客として購入することで、新エネルギー技術を市場に引き入れて（「プル」）いくことも必要だということである。実際、政府が果たす新規技術の顧客としての役割は、第二次世界大戦以降、航空機、ジェットエンジンから通信システム、IT技術など、新技術の重要なほとんどの分野で、重要な、あるいは最も重要な促進剤として機能してきたのである。76) この主張は、これまで論じてきた理由から、エネルギー技術にも間違いなく当てはまる。もう一つの教訓は、造園家「ケーパビリティ」ブラウンの古典的な教訓である。いずれのケースにおいても、最初に行動を促す強いモチベーションは別に存在していたのである。フランスの（原子力政策の）ケースでは、1956年のスエズ危機後、フランスのエネルギー安全保障が英語圏の国に左右されることが2度とあってはならないとの強いドゴール主義的感情が主なインセンティブとなったことはよく知られている。

排出削減技術に大量の補助金を注ぎ込み、世界的な炭素排出量の将来に、意味のある影響を与える様な水準にまでそれを拡大することには、ほぼ不可能くらい厳しい政治的および経済的な制約があるということは間違いのない事実である。特に、排出量の多くを出している発展途上国においてはなおさらである。コスト削減の実現こそが実施政策の具体的な目標であり、主たる取り組みでなければならない。そして補助金なしで、クリーンエネルギー技術のコストの着実な削減を達成できるかどうか、長期的に見てどの技術が実用化し、どの技術が行き詰るかを決めていく基準となるのである。

C: 資金の捻出：低率特別目的税としての炭素税

炭素に価格をつけることで消費者の行動を変えるために、税金を用いるのは手っ取り早い手段のように見えるが、エネルギー需要の価格弾性値は小さい。従って、エネルギー需要を減らしたり技術革新を促進するような炭素税について、民主主義下の有権者に納得ないしは容認させることができることは立証できない、ということが経験的にわかってきている。

炭素価格を設定することによるそうした直接的なアプローチには、4つの基本的な問題がある。

第1に、経済理論が示唆しているのは、排出の限界削減費用が、排出が引き起こす被害の限界費用と同じにならないと、効率的な政策にならないということである。気候変動がもたらす被害を適切に見積もるのは極めて難しく、議論が分かれる所であって、そのコストには炭素1トン当たり15~300ドルと大きな隔りがある。現在の排出量に起因する損害の規模や期間を評価するには、気候モデルの不確実性ばかりでなく、公共財（景観や生物多様性など）に対する主観的な価格設定も影響する。仮に炭素1トン当たり40ドルといった「効率的」な炭素価格に同意することでできたとしても、次の問題がすぐに立ち上がることになる。⁷⁷⁾

第2に、欧州での経験が示しているように、炭素市場の運営に関して、全世界的な政治コンセンサスを得ることができなければ、炭素が規制されている経済圏から規制されていない経済圏へと、相当量のリーケージが生じることになる。炭素が規制されている地域では、規制を迂回するか最小限に回避しようとする強いインセンティブが働くことだろう。⁷⁸⁾

第3に、現在までのところ最も手の込んだこの手の取り組みであるEU域内排出量取引制度（EU ETS）のケースでは、脱炭素化に真剣だと主張したい政府の意向と、有権者を苦しめたくないという、より強い願望が相克するジレンマに陥っている。このため、政治的には、クリーン開発メカニズム（CDM）を通じた海外オフセットが便利でかつ魅力的なものとなっている。⁷⁹⁾

第4の問題は、おそらく実質的に最も重要な問題であるが、前のセクションでも言及した様に「クリーンな」技術的代替策の欠如である。炭素価格の導入によって、大多数の企業が必要な研究開発を行うようになるという前提は誤っている。⁸⁰⁾ これには単純だがはっきりとした理由がある。一般的に見て、基礎的な研究、開発、実用化では、簡単には特許が取れないのである。従って、（金融）市場はそれに資金を注ぎ込むというインセンティブを見出さないのである。製薬業界に見られる、果てしない企業間競争は、知的財産権の管理や売買を中心に回っており、このポイントをよく説明している。上述の様に、エネルギー革新技術のほとんどで、基礎的な研究開発投資が必要であり、長期的視野に立った公的な資金提供が欠かせないのである。こうした理由から、目的税が非常に重要となってくるのである。

ケーススタディで紹介した日本の鉄鋼業界の例は、例外的に模範的なものであって、かならずしも一般的なものではない。公平な立場で競争を確保するという国際的なセクター別アプローチも、ベストの取り組みといえるが、すべての分野に適用できるものではない。大半の企業は、たとえ炭素価格が高くなったとしても、求められる規模での研究開発に取り組むとは考えにくい。それよりもコストが安く、規制の緩い地域に活動を移転するか、あるいは排出権をめぐる妖しげな取引を行うことだろう。禁止的なまでに高い炭素価格や、厳しい「排出上限（Cap）」の設定は、経済成長の鈍化をもたらすか、さもなければ「汚染」産業全体を外部委託する（炭素リーケージと呼ばれる）結果をもたらすことになる。これら両方とも、とりわけ後者については、現実起きることがすでに確認されつつある。

上述してきたように、技術革新が公的セクターからの初期資金を必要としているとしたら（相当量が政府との契約下で民間企業が実行するものであったとしても）、その資金調達的手段として「非効率」税（あくまでも理論的用語である）を考慮してみることにしよう。それは、排出による限界損失額に関連づけるという税ではなく、またそれを目指すものでもない。ここでは、低い税率の特別目的炭素税を提案する。これは、以前流行したキャップ&トレード型アプローチが目指していたように、短期的な消費行動を変化させることを狙ったものではない。⁸¹⁾ 同様に、ここでわれわれが提案している税の形式や目的は、2009年9月にフランス政府が提案したものと大きく異なっていることを強調しておく。フランスのこの税は、2010年1月に憲法裁判所によって差し止められ、サルコジ大統領によって2010年3月23日に廃案とされた。⁸²⁾ フランスの税案の場合、全欧州的な課税が容易にあるいは即座に合意に達しないことや、国別の行動が必要だということを正しく認識していた。しかし、公表された税案の目標は、消費行動を大きく変化させることにあり、フランス政府の事実上の力を利用してEU全体を動かす税制を導入することも目指していた。従ってこの税は、EU包括税制の前例ともなりえるものだったといえる。結局これは、複数の目論見を併せ持ち、異論を招くようなものだったため、さまざまな利害関係者から熱烈に支持されるか、強烈に反対される結果となったのである。

対照的に、われわれの戦略はもっと緩やかで具体的である。この戦略の下では、政府の政治的なプライオリティを、従来からの「京都型」アプローチの排出削減目標に固執するのではなく、より確かで長期的なエネルギー技術革新への国際的コミットメントとそれに対する投資策へと切り替える。⁸³⁾ 当初低い税率で導入し、徐々に引き上げる形での炭素税は、成長にマイナスの影響を及ぼさないという利点がある。概して政治家や、特に財務当局は、不自由な縛りのある特別目的税を嫌うということは承知している。われわれは、この事実をむしろ特別目的税の一つのメリットと見なしている。なぜなら、まさに税を「目的化」することによって、問題を政治の世界から切り離し、そうすることで多くの民主主義国で政治家の評判が高くない時代に、市民の信頼を勝ち取る一助となるからである。これは仮想の話ではない。現にインドのプラナブ・ムケルジー財務大臣は2010年2月の連邦予算で、技術開発の財源として国産、輸入とも石炭にトン当たり0.5ルピアの課税を財源とした国家クリーンエネルギーファンドを設立した。⁸⁴⁾

もちろん、われわれは特別目的化された炭素税からの歳入を管理し投資に振り向けるために、適切な手段を講じる必要があることも承知している。検討に値するような革新的なモデルの先例もある。完璧な青写真というわけにはいかないが、例えばこうした分野では、経験的にみて国際機関ではなく国別の機関の方が、より効率に機能すると考えられる。中国、インド、米国はいずれも多国間の機関に対して冷淡である。こうした認識に立つと、世界エイズ・結核・マラリア対策基金(GFATM)は、注目に値する例である。なぜなら、ここでも「ブルースカイ（実現性のあまりない）研究」を効率的に促進する必要性に迫られているからだ。「勝者を選ぶ」というジレンマを避けるために彼らが取った方法は、好ましい研究モデルの特定をはっきりと否定することだった。代わりに、新薬や、治療体制の新しい医療モデルを考えた人からのアイデア応募を奨励した。この基金は、技術評価委員会によるレベルの高い集中的な評価プロセスに時間と金を投じ、応募者と協力して、見込みのあるプロジェクトに対して

継続的な投資を行い、その結果成功した案には資金投入を続け、失敗策は中止する様にしていく。⁸⁵⁾ 他の例としては、最近低開発国向けのワクチン開発で製薬産業にインセンティブを与える先進的な市場コミット策を導入した、国際ワクチン・免疫アライアンス (GAVI) や、グリーン革命のための科学的、技術的基礎を研究する革新的な地域研究センターの連帯である国際農業研究諮問機関 (CGIAR) などの例が挙げられる。インド政府が、新たな特定目的石炭税の成果をどのように管理するかは非常に興味深い。

グローバル基金の仮想的なモデルは革新的なものであり、さらに考慮すべき課題は沢山ある。われわれとしては、新たな資金による開発を必要としている新たな挑戦分野への対応として、実際に組織的に取り組んでいる革新的な取り組みについて例示してみた。以上3つの例は、そうした挑戦が実際に実施可能なものであることを示している。

提案している特別目的税は、低炭素あるいは炭素フリーの技術を考案し、開発し、導入するために使用される。これは、脱炭素化に不可欠な研究開発資金を確保する上で、信頼でき、また確実な資金調達方法である。さらに徐々に税率を上げていくことで、将来の炭素価格を暗示し、企業による低炭素技術の採択や、あるいは個々の企業に適した個別の対応を促進することになる。⁸⁶⁾ 税率を漸増させる特別目的税のこれら二つの特徴により、低炭素経済へ最も手っ取り早く向かうことが可能となるのである。

特別目的税が成功するかどうかは、政策決定者が、過去の過ちを認識して、有権者が受け入れられるような低い税率を採択し、さらに信念を持って税金を特別目的にのみ使用し、加えて革新的な機関がその投資を効果的に管理できる様、支援・許可していくという能力を持つかどうかにかかっている。上述した様に過去の経験によれば、政府は技術の初期顧客として「需要創設」という重要な役割も担っている。これは、多くの技術の中から、政府が予め「勝者を選ぶ」こととは違うし、また概して成功していない補助金で市場をゆがませるといった類のものでもない。

これらすべての根底には、「茅直接モデル」が一般市民の信頼回復にどの程度貢献できるか、という問題がある。本論文の最初に述べた様に、気候変動という非常に重要かつ複雑で、ゆえに非常に誤解され、間違っていて取り扱われてきた課題に対して、何らかの生産的な行動を起こすためには、一般市民からの信頼を回復することが欠くことのできない前提条件なのである。

結論

本論文の目的は、人間の尊厳を中心に据えて気候問題の枠組みを再構築しようとするものである。それが崇高で素晴らしく、必要だからという理由だけではなく（もっともこれらも全部理由ではあるが）、現実に失敗したアプローチよりもこれが効率的かつ可能性が高い、という理由によるものだ。予期せぬ極端な気候の変化に対して抵抗力を築くことは、真にグローバルな連帯の現実的な表現に他ならない。この方向転換には、抜本的な再考が必要であり、気候政策の論点を組み立て直す必要がある。造園

家「ケーパビリティ」ブラウンに倣い、グローバル経済の脱炭素化を、言葉で主張するだけでなく実質的に前進させるための最上の方策は、「間接的なアプローチ」によるものだと主張してきた。この目標を達成するために、われわれは技術革新に焦点をあてた戦略を推奨する。そうした技術革新のために、政治的に受諾可能な程度の特別目的税炭素税によって資金を調達するものとする。税率は間違いなく低く抑えられることになる。（直近の教訓として思い浮かぶのは、**2010年3月**にフランス政府が炭素税案を破棄したことだ。）この様な枠組みであれば、こうしたすべての問題に対して、持続的で効果的な対策となることが保証されるとわれわれは考えている。われわれの究極的な**3**つの目標に対する政策的対応策を詳述しようとする、われわれのこれまでの議論の範囲を超えてしまい、実際、**1**本の論文で議論できるものではなく、本論文はそうした意図で書かれたのではなく、われわれが提唱する抜本的な枠組みの再構築に関して第一声を発するものであり、最終的な結論を示そうというものではない。

この方法で気候問題の枠組みを再構築することは、グローバルな炭素政策という多面的で複雑にカットされた宝石に磨きをかけ、全てがひれ伏すくらい目がくらむばかりに光輝かせれば、他のあらゆる政策目標も達成できるはず、という考えを放棄することでもある。その様な方法では決して成功しないし、上手くいった試しもない。そうではなくて、**2009**年末に明らかになったように、全部がごちゃ混ぜになった「京都型」の気候政策を、あらためて個々の問題に細分化し、それぞれのメリットに応じて、それぞれ独自の方法で対処すべきなのである。従来は適応、森林、生物多様性、大気汚染、公平性など、本質的に異なるさまざまな課題が気候問題に抱き合わせられてきたが、それらは今一度、それぞれ独立な問題として扱われる必要がある。そうすることで、よりよい未来を実現したいというわれわれの願望の重荷を炭素政策一人が負わされている近年の状態よりも、現実の政治的アクションが進む可能性が高くなるとわれわれは信じている。同時に重要なのは、ひとつの政策枠組に固執する余り、現実の進捗が妨げられてはいけないということである。もし大気汚染の改善が、当面、あるいはある地域で政治的に困難であることがわかれば、気候変動のインパクトに対する適応政策がそれに代わって呼応することになる。

気候に対する人的影響を制御しようという政策についても、その真の多様性について正しく認識した上で対応していくように、解きほぐされていく必要がある。それらを実行に移すためには、広範にわたる政策や方策が必要となろう。現在入手可能で、すぐに実行に移せるものもあれば、今後開発していかなければならないものもある。

気候変動は決して「解決」されることのない困難な課題である。しかし、本論文をとおして述べてきたように、われわれはそれに対して、より上手くも下手にも対応できる。われわれとしては、より上手に対応できればと願っている。本論文は、人類がこの重要な課題により効果的に対処するために、どう取り組んでいくべきなのかについて、われわれが信じている方向性を示すために執筆されたものである。

- 1) D. Victor, "Global Warming Policy After Copenhagen" *Willard W. Cochrane Lecture in Public Policy*, University of Minnesota, 21 January 2010, mss
- 2) See details of public opinion reaction in fns 33 & 39 below
- 3) The principal e-mails of concern are reproduced and discussed in A.W Montford, *The Hockey Stick Illusion*, Stacey International, 2010, pp 402-49. This work conveniently relates the topics back to a detailed narrative of the major disputes in climate science, and specifically paleoclimate studies, with which much of the Climatic Research Unit archive is concerned. Hitherto none of the specific critiques of this work by those auditing it, have been adjudicated by reviews of the matter, and indeed were explicitly not investigated by the Oxburgh review (para 9) <http://www.uea.ac.uk/mac/comm/media/press/CRUstatements/Report+of+the+Science+Assessment+Panel>. Allegations concerning handling of FOI requests, subversion of peer-review processes, and general chaotic management of climate data continue to be under investigation by the Muir-Russell Inquiry established by the University and due to report in the spring of 2010. Context and ToR are given in M Kinver, "Climategate e-mails inquiry under way," *BBC News*, 11 February 2010, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/8510498.stm>
- 4) The point was explained at length (and thereafter ignored in political practice) in T.O'Riordan *et al* "Institutional frameworks for political action," in (eds) S.Rayner & E.L.Malone, *Human Choice and Climate Change*, Vol 1, Battelle Press, 1998, pp345-439.
- 5) **Professor Gwyn Prins**, Mackinder Programme for the Study of Long Wave Events, London School of Economics; **Dr Malcolm Cook** Program Director (East Asia), Lowy Institute for International Policy, Sydney; **Professor Christopher Green**, Department of Economics, McGill University; **Professor Mike Hulme**, School of Environmental Sciences, University of East Anglia; **Professor Atte Korhola**, Department of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki; **Eija-Riitta Korhola**, Department of Philosophy, University of Helsinki; **Professor Roger Pielke Jnr**, Center for Science and Technology Policy Research, University of Colorado; **Professor Steve Rayner**, Institute for Science, Technology and Society, University of Oxford; **Professor (Emeritus) Akihiro Sawa**, Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo, and Senior Executive Fellow at the 21st Century Public Policy Institute; **Professor Daniel Sarewitz**, Consortium for Science, Policy and Outcomes, Arizona State University; **Professor Nico Stehr**, Karl Mannheim Chair for Cultural Studies, Zeppelin University, **Professor Hans von Storch**, Institute of Coastal Research, GKSS Research Centre & Meteorological Institute, University of Hamburg, "How to get climate policy back on course," LSE Mackinder Programme/Oxford University Institute for Science, Innovation & Society, 6 July 2009,
- 6) "How to get climate policy..." pp 5-6, and fn 3 citing J.C. Scott, *Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*, New Haven: Yale University Press, 1998. For a long time this point has been authoritatively argued from different philosophical standpoints and, as resolutely, it has been ignored by makers of policy, cf F.A. Hayek, *The Constitution of Liberty*, Routledge, 1960, p.27; I. Berlin, "The decline of utopian ideals in the West", (1978), *The Crooked Timber of Humanity: Chapters in the History of Ideas*, (ed) H.Hardy, Pimlico, 1990, pp 46-8
- 7) Hartwell House had a special resonance for our work, for it was not the first time that climate matters had been discussed there in a fundamental way. On 3 April 1850 Mr Lee, the owner, convened a meeting of ten gentlemen in the Library, including the future inaugurating President, Samuel Whitbread, which resolved to found a society that became the British (later Royal) Meteorological Society
- 8) J.E.Hansen, D.Johnson, A.Lacis, S Lebedeff, P.Lee, et al, "Climate impact of increasing atmospheric carbon dioxide," *Science*, 213 (4511) 1981, pp 957-66; M Hulme, *Why we Disagree about Climate Change*, CUP, 2009, passim
- 9) R Pielke, Jr. *The Climate Fix: What Scientists and Politicians Won't Tell You About Global Warming*, Basic Books, forthcoming September 2010.
- 10) (eds) M Verweij & M.Thompson, *Clumsy solutions for a complex world: governance, politics and plural perceptions*, Palgrave Macmillan, 2006
- 11) Cf D Helm, "Climate change policy: why has so little been achieved?" & esp his lacerating dissection of the EU ETS, "EU climate-change policy – a critique" in (eds) D Helm & C Hepburn, *The Economics & Politics of Climate Change*, OUP, 2009
- 12) Capability' Brown (1716-83) left no treatises: only landscapes. But the spirit of the dictum was in common currency in writing on landscape and good taste. In *Epistle IV to the Earl of Burlington* (December 1731), Alexander Pope, wrote: "Let not each beauty ev'rywhere be spied/When half the skill is decently to hide./He gains all points,

who pleasingly confounds,/ Surprises, varies, and conceals the bounds.” But the clearest statement of the rationale that Brown translated into his designs comes from Shenstone: “When a building or other object has been once viewed from its proper point, the foot should never travel to it by the same path, which the eye has travelled over before. Lose the object, and draw nigh, obliquely”, William Shenstone, *Unconnected Thoughts on Gardening* (1764).

13) G.Prins & S Rayner, *The Wrong Trousers. Radically rethinking climate policy*, LSE/Oxford 2007, p.38

14) “How to get climate policy...” Fig 1 p.5

15) M. Thompson & S. Rayner ‘Cultural discourses’, in: S. Rayner & E.L. Malone, (Eds.), *Human Choice and Climate Change: An International Assessment, Vol. 1*, Battelle Press, 1998; M Hulme, *Why we Disagree about Climate Change*, CUP, 2009

16) R Pielke, Jr. *The Climate Fix*. It will be evident, therefore, that we feel that the debates about “peak” oil/gas/other source are not an efficient framing and we do not use them. They are frequently breathless and catastrophising in tone and indebted to the “Limits to Growth” framing from the early 1970s, which encountered problems of credibility when the predicted deadlines for different predicted “peaks” didn’t materialise because of human ingenuity and/or unforeseen changes of circumstance. Cf J. Eastin, R. Grundmann & A. Prakash, “The Two Limits Debates: “Limits to Growth” and Climate Change”. *Futures* (2010) in press , doi: 10.1016/j.futures.2010.03.001.

17) <http://www.google.org/rec.html>; <http://www.cnn.com/2010/TECH/02/12/bill.gates.clean.energy/index.html>

18) Eg A Agarwal & S. Narain, *Global Warming in an Unequal World: A case of environmental colonialism*, Centre for Science and Environment, New Delhi, 1991; Lavanya Rajamani, “India’s Negotiating Position on Climate Change: Legitimate but not Sagacious” Centre for Policy Research, New Delhi, 2007, <http://www.cprindia.org/morepolicy.php?s=18>

19) Compare, <http://www.cgdev.org/content/publications/detail/1423191>

20) For discussions of why and how this can be achieved see: ,A.P Grieshop, C.C.O Reynolds, M Kandlikar and H Dowlatabadi,. “A black-carbon mitigation wedge” *Nature Geosciences* 2, (2010) 533-534

21) T. C. Bond & H. L. Sun, “Can Reducing Black Carbon Emissions Counteract Global Warming?” *Environ. Sci. Technol.*, 39, pp 5921–5926 (2005); C. Reynolds & M. Kandlikar, “Climate Impacts of Air Quality Policy: Switching to a Natural Gas-Fueled Public Transportation System in New Delhi,” *Environ. Sci. Technol.* 42, (2008). Pp 5860–5865

22) IPCC, AR4 WGI report (2007) p.206 (Figure 2.22)

23) See papers by O Venter, W.F Laurance, T Iawamura, K.A Wilson, R.A Fuller, and H.P Possingham,. “Harnessing carbon payments to protect biodiversity,” *Science* 326, (2009) 1368; and U.M Persson, and C Azar, “Preserving the world’s tropical forests – a price on carbon may not do,” *Environmental Science & Technology* 44, (2010) pp 210-215, for discussion of moving beyond the REDD mechanism.

24) Eg by Al Gore in *Time Magazine*: ‘We have to be careful not to siphon off political will from job one, prevention, and dissipate it with adaptation.’

http://205.188.238.109/time/specials/2007/personoftheyear/article/0,28804,1690753_1695417_1695747,00.html, cf H. von Storch, “On adaptation – a secondary concern?” *The European Physical Journal Special Topics*, 176(1) (2009), 13-20. doi: 10.1140/epjst/e2009-01145-0.

25) N. Luhmann, *Risk. A Sociological Theory*. With A New Introduction by Nico Stehr and Gotthard Bechmann. New Brunswick, New Jersey: Aldine Transaction. ([1993] 2005),

26) S Rayner and E Malone, “Ten suggestions for policymakers,” Ch 4 in (eds) S Rayner & E, Malone, *Human Choice & Climate Change*, vol IV, Battelle, 1998, pp 109-38; M.L Parry, N Arnell, M Hulme, R.J Nicholls, and M Livermore, “Adapting to the inevitable”, *Nature*, 395, (1998) p 741; D. Sarewitz and R. A. Pielke, Jr “Breaking the Global-Warming Gridlock” *The Atlantic Monthly*, 286(1), 2000, 55-64.; R Pielke Jr, G Prins, S Rayner, D Sarewitz, “Lifting the taboo on adaptation,” *Nature* 445, 2007 pp 557-8

27) Prins & Rayner, *The Wrong Trousers*, pp 13-21; T.Nordhaus & M Shellenberger, *Breakthrough: From the death of environmentalism to the politics of possibility*, Houghton Mifflin, 2007, Ch 5 pp 105-29

- 28) H. Rittel & M. Webber, "Dilemmas in the General Theory of Planning", *Policy Sciences*, 4 (1973) pp 154-59. applied to this issue in S.Rayner, "Wicked Problems: Clumsy Solutions – diagnoses and prescriptions for environmental ills" Jack Beale Memorial Lecture, UNSW 2006, <http://www.sbs.ox.ac.uk/centres/insis/Documents/jackbealelecture.pdf>.
- 29) L. P. Gerlach & S. Rayner., "Culture and the Common Management of Global Risks", *Practicing Anthropology*, 10/3 (1988) 15-18;
- 30) P. M. Haas, "Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination" *International Organisation*, 46:1, Winter 1992.
- 31) E.Malone & S.Rayner, *Human Choice & Climate Change*, Vol IV, "What have we learned?" Battelle, 1998; M Hulme, *Why we Disagree about Climate Change*, CUP, 2009, pp.359-364
- 32) Prins & Rayner, *The Wrong Trousers*, pp 13-14
- 33) P.Kellner, "Climate change a low priority for most Britains (sic)", 6 Jan 2010, *YouGov, Founder's Blog*, <http://shakespeare.yougov.com/2010/01/06/peter-kellner-climate-change-a-low-priority-for-most-britains/>; Ipsos Mori poll "Climate change omnibus, 2010" ,24 February 2010, <http://www.ipsos-mori.com/Assets/Docs/Polls/poll-climate-change-omnibus-results-january-2010.pdf>; F.Newport, "Americans' Global Warming Concerns Continue to Drop: Multiple indicators show less concern, more feelings that global warming is exaggerated," *Gallup Annual Update*, 11 March 2010, <http://www.gallup.com/poll/126560/Americans-Global-Warming-Concerns-Continue-Drop.aspx>
- 34) Hulme, *Why we Disagree about Climate Change*, deficit model at pp 217-19; pp 202-6 and Fig 6.3 (Frequency of UK broadsheet newspaper articles 1996-2007 citing 'climate change' and 'terrorism' within the same sentence)
- 35) R.Pielke Jr, *The Honest Broker: Making sense of science in policy & politics* CUP, 2007 pp. 40-2
- 36) D. Sarewitz, "Curing climate backlash," *Nature* 3 March, 2010
- 37) B. Girod, A. Wiek, H. Mieg & M. Hulme, "The evolution of the IPCC's emissions scenarios". *Environmental Science & Policy*, 12(2), (2009). Pp 103-118. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.envsci.2008.12.006.
- 38) Contrast two sources. On the one hand, the visually imposing folder "Science: driving our response to climate change" announcing that it is '...providing a clear and impartial response to those who cling to doubts...' (the 'deficit model' choice of language is of interest too), published in late 2009 by the Met Office's Hadley Centre with the imprimatur of three departments of state of HM Government, the seal of State and the logos of many academic institutions. On the other hand, the evident awareness of doubt and puzzlement about matters that the brochure presents confidently, that can be read in the private exchanges between climate scientists in the CRU e-mail archive that was posted at around the same time.
- 39) According to the annual Gallup Social Series Environment poll, conducted March 4-7 2010, the American public has over the last two years become less worried about the threat of global warming, less convinced that its effects are already happening, and more likely to believe that scientists themselves are uncertain about its occurrence. The poll said that 48% of Americans now believe that the seriousness of global warming is generally exaggerated, up from 41% in 2009 and 31% in 1997, when Gallup first asked the question. The survey, based on interviews with 1,014 adults in the United States, also showed that a majority of Americans still agree that global warming is real -- although the percentage is dwindling. Thirty-five percent said that the effects of global warming either will never happen (19%) or will not happen in their lifetimes (16%). Meanwhile, 36% of Americans said they believe that scientists are unsure about global warming while 10% said most scientists believe global warming is not occurring. <http://www.gallup.com/poll/126560/Americans-Global-Warming-Concerns-Continue-Drop.aspx>
- 40) Most famously explained as "paradigm switching" in T.Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, Univ of Chicago Press, 1968
- 41) The finest exposition of this power is written by J. Vansina, "The power of systematic doubt in historical enquiry", *History in Africa*, 1, 1974, 139-52; Jocelyn Bell Burnell can be seen explaining the power of systematic doubt in her discovery of pulsars at, <http://www.bbc.co.uk/programmes/p0077gdm>; J.E Lovelock FRS, *Gaia: A New Look at Life on Earth*, Oxford University Press, 1979, Ch 3 "The recognition of Gaia," Table 2 (Atmospheric composition of Venus, Mar and Earth) p 39
- 42) "Spin, science and climate change," p.13 and "The clouds of unknowing," pp 81-84, *The Economist*, 20 March 2010

- 43) Trends in atmospheric CO₂, “Recent Mauna Loa CO₂”, NOAA, <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- 44) “...according to ‘business as usual’ scenarios, [CO₂] will reach twice the pre-industrial level by 2050 and three times that level later in the century. This much is entirely uncontroversial... The most recent IPCC studies still quote wide uncertainty in just how sensitive the temperature is to CO₂ level...” Lord Rees, PRS, “The Challenge of science” *The Athenaeum Lecture*, September 2008
- 45) The Royal Institution of Great Britain, “Has global warming increased the toll of disasters?” 5 February 2010, <http://www.rigb.org/contentControl?action=displayEvent&id=1000>; Pielke, *The Climate Fix*, *passim*
- 46) Command economies have without exception been vastly less innovative and more energy intensive. The USSR and its satellites and Mao’s China were the best documented cases of this.
- 47) P. Brimblecombe, “Fifty years on from the Clean Air Act”, School of Environmental Sciences, UEA, 2002, http://www.iapsc.org.uk/presentations/1206_P_Brimblecombe.pdf. Such legislation is often initially socially controversial, as witness the riots which punctuated the judicially-driven introduction of CNG for public service vehicles in New Delhi since 1998, which now has one of the world’s largest fleets of CNG buses and tricycle rickshaws, and has seen significant improvement in air quality as a result. *Cf* Reynolds & Kandlikar, “Climate Impacts of Air Quality Policy: Switching to a Natural Gas-Fueled Public Transportation System in New Delhi,” *cit supra*
- 48) J. Hansen & L. Nazarenko, “Soot climate forcing via snow and ice albedos,” *Proc. Nat. Acad. Sci. (PNAS)* **101**, 423-428 (2003).
- 49) J. Tollefson, “Climate’s smoky spectre,” *Nature* **460**, 2 July 2009, 29-32
- 50) M.Z. Jacobson, “Strong radiative heating due to the mixing state of black carbon in atmospheric aerosols,” *Nature* **409**, 695-697 (2001); V. Ramanathan & G. Carmichael, “Global and regional climate change due to black carbon”, *Nature Geosci* **1**, 221-227 (2008);
- 51) The Hadley Centre includes a note on black carbon in its 2009 pack “Science: driving our response to climate change”
- 52) K. P. Shine & W. T. Sturges, “CO₂ Is Not the Only Gas”, *Science* **315**, 1804-1805 (2007).
- 53) P. P. Bera, J. S. Francisco and T. J. Lee, “Identifying the molecular origin of global warming”, *J. Phys. Chem. A* **2009**, *113*, 12694-12699
- 54) M Molina, D Zaelke, K.M Sarma, S.O Andersen, V Ramanathan, and D Kaniaru, “ Reducing abrupt climate change risk using the Montreal Protocol and other regulatory actions to complement cuts in CO₂ emissions,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* (2010) doi/10.1073/pnas.0902568106.
- 55) R. A. Houghton & J. L. Hackler, “ORNL/CDIAC-131, NDP-050/R1”; Oak Ridge National Laboratory: Oak Ridge, TN (2001).
- 56) R. A. Pielke, Sr.” Land use as climate change”, *Science* **310**, 1625 (2005); J. A. Foley et al. “Global consequences of land use”, *Science* **309**, 570 (2005); B. Stone Jr. “Land use as climate change mitigation”, *Environ. Sci. Technol.* **43** (24), pp 9052-9056 (2009).
- 57) IPCC AR4 2007.
- 58) B. Stone Jr. “Land use as climate change mitigation”, *Environ. Sci. Technol.* **43** (24), pp 9052-9056 (2009).
- 59) World Steel in Figure, 2009, Worldsteel Association, see worldsteel website: <http://www.worldsteel.org/?action=publicationdetail&id=90>
- 60) Source: “Measures for Post Kyoto” (Japanese) Japan Iron and Steel Federation, November 2009 , see JISF website: <http://www.jisf.or.jp/business/ondanka/kouken/post-kyoto/index.html>
- 61) Asia Pacific Partnership for Clean Energy and Environment
- 62) “APP Steel Task Force, Flagship Projects” Presentation by Joji Tateishi, Oct.15, 2007, 2nd Ministerial Meeting (New Delhi) see APP website: http://www.asiapacificpartnership.org/english/second_ministerial_meetpresent.aspx

- 63) APP website: http://www.asiapacificpartnership.org/english/steel_tf_docs.aspx
- 64) "Energy Technology in 2008" IEA
- 65) The case first made authoritatively in M.I Hoffert, K. Caldeira, *et al.* "Energy Implications of Future Stabilization of Atmospheric CO₂ Content," *Nature*, 395(6705) (1998) pp 881-884; M.I Hoffert, K. Caldeira, *et al.* "Advanced Technology Paths to Global Climate Stability: Energy for a Greenhouse Planet," *Science*, 298(5595) (2002) pp 981-987
- 66) This is a production subsidy of 2.1 cents per kilowatt hour for 790 billion kwh of wind, which is 20% of 2009 total electricity generation, with the subsidy rising to \$20 billion as total generation increases. U.S. Department of Energy, Energy Information Administration, Electric Power Monthly, March 15, 2010, Table 1.1, http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epm/table1_1.html
- 67) <http://www.guardian.co.uk/environment/cif-green/2010/mar/09/george-monbiot-bet-solar-pv>
- 68) These two factors are now generally understood to have been significant in allowing wind turbines to be installed in sites with poor potential. Performance figures show overall poor availability – well below Government assumptions. But in exceptional times, the problem can become radically worse. On 4 January 2010, for only the second time, the National Grid issued a Gas Balancing Alert in Britain, to constrain large users and divert gas to power generation. At the coldest point in the coldest winter for 30 years, there was immense demand. But because very cold weather is usually associated with high pressure, the wind does not blow. Between 4-7 January, wind contributed 0.6% to the Grid. Coal was ramped up to 43%. Gas carried most of the demand, with nuclear providing the third segment. www.bmreports.com/bsp/bsp_home.htm. But the current nuclear fleet is retiring soon, with no replacement succession in place and many of these base load coal (and oil) plants are supposed to be phased out by 2015 under the EU climate policy's Large Combustion Plant Directive. There are no credible plans to substitute their output, either. Reliance on gas will soar. Old and inefficient coal and heavy oil plants will simply have to be kept in commission to help keep the lights on. T.Lodge, *Step off the gas: why overdependence on gas is bad for the UK*, CPS, 2009, Appendix 2 "Planned power station closures by 2015" p.31 (19.2GW of installed 77GW total national capacity)
- 69) cf. M. Wald, "Hurdles (Not Financial Ones) Await Electric Grid Update," *New York Times*, 6 February, 2009, <http://www.nytimes.com/2009/02/07/science/earth/07grid.html>
- 70) John M. Deutch, et al. "Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power," 2009. <http://web.mit.edu/nuclearpower/pdf/nuclearpower-update2009.pdf>
- 71) In the felicitous phrase from the title of Charles Weiss and William Bonvillian's book *Structuring an Energy Technology Revolution* MIT Press, (2009).
- 72) National Science Board. 2010. *Science and Engineering Indicators 2010*. Arlington, VA: National Science Foundation (NSB 10-01), Appendix Table 4-14
- 73) *Ibid*, Appendix Table 14-17; see also G F Nemet and D M Kammen,. "U.S. Energy Research and Development: Declining Investment, Increasing Need, and the Feasibility of Expansion". *Energy Policy* 35: 2007, pp 746-755..
- 74) Early government support for renewable energy technologies and nuclear power in the United States is discussed in F N Laird, *Solar Energy, Technology Policy, and Institutional Values*. Cambridge University Press (2001); see also H. Aki, Z. Arnold, G. Bennett, C. Knight, A. Lin, T. Walton and A. Zemel, "Case Studies in American Innovation," *Breakthrough Institute*, April 2009.
- 75) "The European Union Emission Trading Scheme: a status report", Mitsubishi Research Institute, Tokyo, April 2010 and D.Helm (*cit supra* fn 12)
- 76) Cf V.W.Ruttan, *Is War necessary for Economic Growth?* Oxford University Press, 2006; J. Naughton, *A Brief History of the Future: the Origins of the Internet*, Weidenfeld & Nicholson, 2000
- 77) Richard Tol, "The Economic Effects of Climate Change", *Journal of Economic Perspectives*, vol.23 Number 2 (2009) pp 29-51.

- 78) D Helm, "EU climate-change policy – a critique" in (eds) D Helm & C Hepburn, *The Economics & Politics of Climate Change*, OUP, 2009
- 79) *Ibid*; H. Robinson & N. O'Brien, *Europe's dirty secret: Why the EU Emissions Trading Scheme isn't working*, Open Europe, 2007
- 80) G.F. Nemet, Demand-pull, Technology-push, and Government-led Incentives for Non-Incremental Technical Change", *Research Policy*, vol. 38 (2009) pp. 700-709.
- 81) See discussion in (ed) D.Helm & C.Hepburn, *The Economics & Politics of Climate Change*, Oxford, 2009, Ch 2 & Part IV; "Cap-and-trade's last hurrah", *The Economist*, 20 March 2010, p.48
- 82) "Taxe carbone: la fin de l'ambition écologique, " et "Qui a tué la taxe carbone?" *Le Monde*, 25 Mars 2010 pp 1-3; L. Davies, "Nicholas Sarkozy under fire after carbon tax plan shelved," *The Guardian*, 23 March 2010; A. Evans-Pritchard, "French unrest sees the end of carbon tax", *The Daily Telegraph*, 24 March, 2010, p B8
- 83) I Galiana and C Green, 'Let the global technology race begin', *Nature* 462, 570-571 (3 December 2009)
- 84) Paras 66 & 154 in speech of 26 February 2010, <http://indiabudget.nic.in/ub2010-11/bs/speecha.htm>
- 85) <http://www.theglobalfund.org/en/rounds/applicationprocess/>
- 86) I. Galiana and C. Green "An Analysis of a Technology-led Policy as a Response to Climate Change" (2009), <http://fixtheclimate.com/component-1/the-solutions-new-research/research-and-development>.