

---

# 合意のない気候変動政策の 目標と長期戦略

山口 光恒

Yamaguchi Mitsutsune

---

## はじめに

今や気候変動問題は世界の最重要事項のひとつとして2005年夏の8カ国首脳会議（G8サミット）でも取り上げられた。目先の対策としては京都議定書（以下、議定書）があり、先進国を中心に議定書目標の達成に真剣に取り組んでいる。しかし気候変動政策のグローバルな長期目標についての国際合意はなく、筆者のみるところ、合意はおそらく不可能である。他方、100年という単位でみると、地球規模での温室効果ガス（GHGs）濃度（あるいは平均気温）の継続的上昇は許されず、上昇を抑制するためにはGHGs排出量を現在の水準に比べて大幅に削減しなければならない点については、世界の科学者の意見が一致している。すなわち、長期的には大幅削減が必要であるが、どのレベルでGHGsあるいは気温の安定化を目指すかについての合意がないのである。本稿はこの問題に焦点をあてて論じる。

第1節では、気候変動政策の目標に合意がない事実を示し、第2節では、合意が困難な理由の中心を占める「危険な人為的干渉」とは何かを、閾値との関係を中心に論じる。第3節では確率論による研究を紹介し、続いて第4節では異なるアプローチである費用便益分析につき検討を行なう。本来であればこれに続いて、京都議定書以後の将来枠組み、技術革新と普及、気候変動の優先順位につき本格的な検討が必要なところであるが、紙数の関係から、第5節で論点のみ簡単に触れることとする。なお、京都議定書における日本の目標達成問題に関する筆者の意見（ホットエアーの購入による形式的遵守は避けるべし）は2005年11月4日の『日本経済新聞』「経済教室」で述べたのでここでは繰り返さない。

## 1 国際合意がない気候変動政策の目標

気候変動に限らず、あらゆる対策はある目標を達成するためにとられるものである。その良い例が、2005年4月に策定された日本の京都議定書目標達成計画であり、これは議定書で定められた日本のGHGs排出量削減という明確な目標を達成するために策定されたものである。しかし議定書は2013年以降の目標は規定していない。この意味で議定書は長期目標に向けてのはじめの一步なのである。気候変動問題は100年単位の息の長い取り組みが必要である点については異論がない。しからば気候変動政策の長期目標は何か。日本ではあまり議論されていないが、実はこの長期目標に関する国際的合意がないのである。長期にわたる排出削減という方向性はあるものの、最終目標が不明瞭ななかで対策を余儀なくされ

る、これが気候変動をめぐる最大の問題点である。

議定書の基になっているのは1994年に発効した気候変動枠組み条約（以下、条約）であるが、第2条に条約の目的が次のとおり規定されている<sup>(1)</sup>。

この条約及び締約国会議が採択する法的文書には、この条約の関連規定に従い、気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極的な目的とする。そのような水準は、生態系が気候変動に自然に適応し、食糧の生産が脅かされず、かつ、経済開発が持続可能な態様で進行することができるような期間内に達成されるべきである。（傍点筆者）

上記から明らかなおとおり、条約の目標は、気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準におけるGHGs濃度の安定化である。しからばその水準はどの濃度か。これを知るためには、「気候系に対して危険な人為的干渉（Dangerous Anthropogenic Interference with the climate system、以下DAI）」とは何かを知る必要があるが、この点に関する国際的合意がないのである。したがって目標とするGHGs濃度についての合意もない。

さらに問題を複雑にしているのは3つの付帯条件である。すなわち濃度安定化は

- (1) 生態系が気候変動に自然に適応し
- (2) 食糧の生産が脅かされず
- (3) 経済開発が持続可能な態様で進行することができる

期間に達成されねばならない。仮に濃度安定化に関して合意が成立し、それが実現できたとしても、上記3点の要件を満たさない限り条約の目標を達成したとは言えないのである。

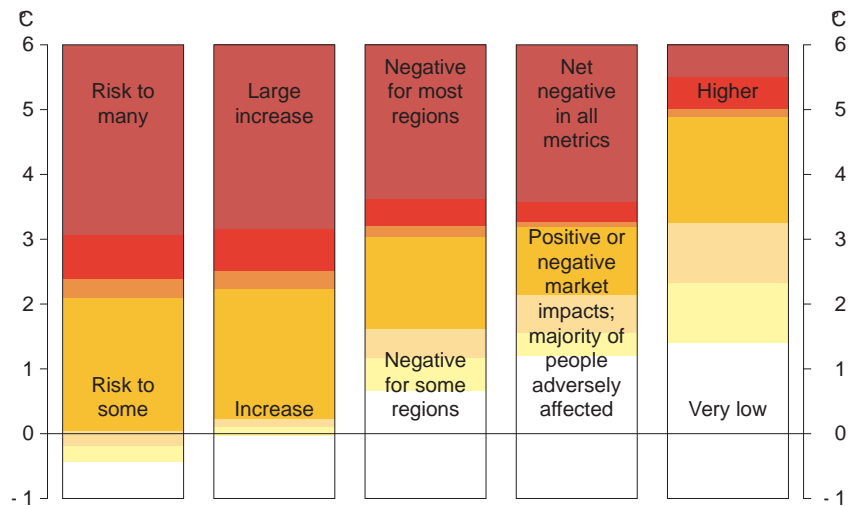
## 2 DAI とは何か

気候変動は人類を含む生態系に幅広い影響（impact）を与える。しかし条約第2条で規定しているのは「危険な（dangerous）」影響である。それでは危険な影響とは何か。果たしてこのレベルは科学的に決めることができるのであろうか。

Yamin et al. (2006〔末尾参考文献参照。以下同様〕)は、危険な影響に関し次のような3つの判断基準を提示している。具体的には、危険とは何か、誰にとっての危険か、どの程度が危険かの3点である。しかし、危険とは何かという点ひとつとっても、いろいろな考え方がある。例えば、地球物理学の観点からの悪影響（熱塩循環の停止<sup>(2)</sup>など）、生物物理学の観点からのそれ（珊瑚礁などエコシステムの死滅・減少など）、人の健康や経済への悪影響の観点から考える手法、などいくつもあり、なかなか難しい。2001年に刊行された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第3次報告書（Third Assessment Report、以下TAR）ではこの問いに直接答えることはせず、図により気温上昇と影響の関係を示している（第1図参照）。

影響のカテゴリーは5つに分類され、第1図の一番左の「種の多様性や自然システムに対するリスク」、は「極端な気候現象によるリスク（洪水、干ばつなど）」、は「影響の地理的範囲（衡平性関連）」、は「損害の総和」、は「大規模かつ不連続な事象発生の際の

第1図 気温上昇とその影響（影響カテゴリー別）



(出所) IPCC (2001) p. 11.

スク」で、それぞれの危険の度合いは色の濃度で表わしている（色が濃くなるほどリスクが高まる）。縦軸の目盛りは（産業革命以前と比較した）気温上昇幅で、気温上昇に応じてそれぞれのカテゴリーのリスクがどの程度上昇するかが分かる仕組みになっている。ただし、気温上昇とリスク増加の関係は明確な閾値（threshold）ではなく、濃淡法（gradation）によって示されている点に留意が必要である（詳細はIPCC 2001, pp. 284-289参照）。上記のうちからまでは徐々にリスクが高まる性質をもち、とは多くの場合不連続に発生し、不可逆である。このうちはいったん限界を超えると潜在的に非常に大きな影響を与えるリスクである。現在ではPatwardhan et al. (2003) の分類に従い、前者（、）をタイプ、後者（、）をタイプとする呼び方が広がりつつある<sup>(3)</sup>。

さて、DAIを定義しようとする試みはいくつかあるが、これらは大別すると一定の損害を基準とするもの（容認範囲アプローチ〔tolerable windows approach、以下TWA〕）と費用便益分析に分けられる。

まずTWAであるが、このうち最も有名なものが、影響を受ける人の数を基準にするものである。Parry et al. (2001) は気候変動による水不足、飢餓、水位上昇による海岸線の冠水、マラリアのリスクに曝される人口（millions at risk）による「危険」の定量的測定を提唱している。これは上記IPCCの5つのカテゴリーのうち、を対象とするものであり、このすべてがタイプ のリスクである。この基準は一見客観的にみえるが、どの程度に達したら「危険」なレベルと言えるのか、また、水不足と飢えや病気との重み付けをどうするかに関し、科学的知見による合意形成は困難である。

TWAのもうひとつの考え方として持続性基準（sustainability approach）がある<sup>(4)</sup>。これは種の絶滅や大規模かつ不連続な事象（熱塩循環停止、西部南極氷床崩壊など）のように、持続可能性を危うくするリスクに注目して、DAIを判定しようというものである。

Oppenheimer and Petsonk (2005) はTAR以降の文献を基に、人口基準や持続性基準の観点からのDAIの閾値を一覧表にしている（p. 207）。例えば熱塩循環停止についてはO'Neill and

Oppenheimer (2002) に基づき 100 年間に 3℃ の気温上昇、水不足については Parry et al. (2001) により二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の濃度 450 - 650ppm という具合である。しかし上記の値にはいずれも研究者の価値判断が含まれ、科学 (science) のみに基づいているわけではない。条約第 2 条の DAI は科学をベースにしつつ最終的には政治的判断によって決まるものである。科学の役割は意志決定者が適切な判断を下せるように最善の材料を提供するところにある。それでは現在の科学的知見はどの程度のものか。

この点を、「発生する可能性は低い但不連続に発生し、いったん発生するとその損害が膨大で不可逆なリスク」に焦点をあてて検討してみる。このようなリスクは誰も回避しなければならないと考えるという意味で、もし DAI を定義する場合には必ずこれに分類されるリスクである。

Oppenheimer (2005) は、西部南極氷床崩壊 (WAIS) あるいはグリーンランドの氷床崩壊 (GIS) が発生すると海面が 5 - 7メートル上昇し、バングラデシュの大部分やフロリダ半島南部が水没するなど甚大な被害が生ずるので、これこそ疑いなく DAI であるとしたうえで、次のように述べている。すなわち、どの程度の気温上昇がどの程度の氷床崩壊と海面上昇を招致するのか、また、それはどの程度の期間にわたって生じるのかに関し、あまりにも不確実性が高い。例えば期間に関し、氷床崩壊による海面上昇が 1000 年間に 1メートル (毎年 1ミリ) であれば費用はかかってもこれを管理することは可能であるが、100 年間に 1メートル以上 (毎年 10ミリ以上) の場合には適応はきわめて困難になる。しかし現在の科学では氷床崩壊の期間に関する確率を得ることはできない。

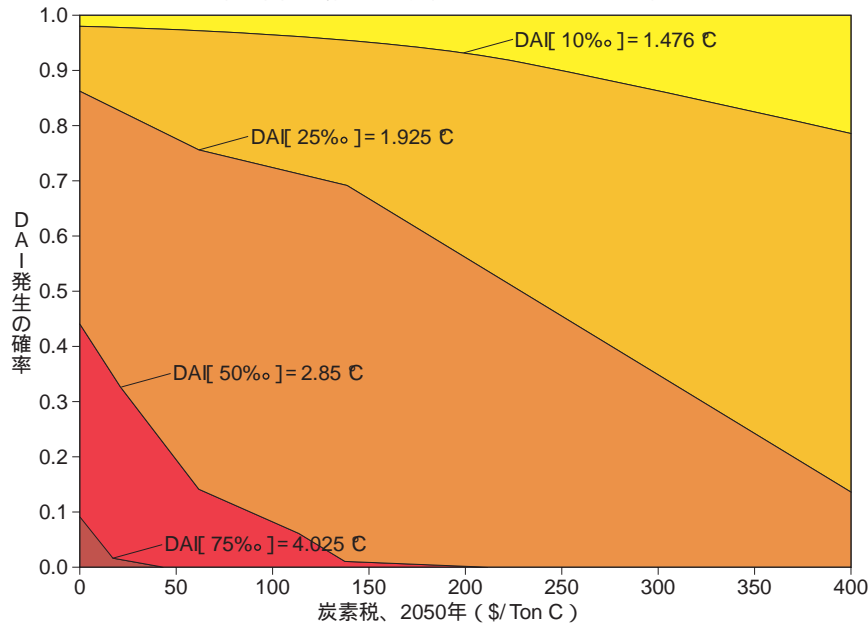
これが科学的知見の現状である。DAI に関する国際的合意が困難な理由がよくわかると思う。

### 3 確率論による DAI 閾値の研究

これまで述べてきた DAI の閾値、あるいはその基となる気候感度 (産業革命時に比べて大気中の温室効果ガスが 2 倍に達した時の気温上昇幅) などは確率による分析ではない。例えば TAR では気候感度は 1.5 - 4.5℃ と推定されているが<sup>(5)</sup>、この前後も含めてそれぞれの気温に対する確率分布は示されていない。気候変動の因果関係は、温室効果ガス排出 - 大気中の濃度上昇 - 気温上昇 - 損害発生と表示できるが、このそれぞれについて不確実性が存在する。例えば温室効果ガス排出シナリオは産業構造や技術の進歩に依存し、気温上昇幅は気候感度に依存する。このうちでも最も重要なものが気候感度の不確実性である。また、DAI についても単一の指標ではなく、DAI 発生の確率を加味した指標が好ましい。

こうした観点から種々の研究が進められているが、ここでは Mastrandrea and Schneider (2004) の研究を紹介する。この研究の特徴は気候感度の確率密度とともに、全球平均気温上昇幅に対する DAI の確率密度を TAR の図 (第 1 図) に基づいて想定し、それらを基にして DAI の発生確率を推定している点にある。さらには、気候変動政策 (最適炭素税) の程度により DAI の確率がどのように変化するかを数値で示している点も興味深い。紙数の関係で途中経過を省略して結果のみを表示したのが第 2 図である<sup>(6)</sup>。

第2図 気候変動政策を考慮したDAIの確率



(出所) Mastrandrea and Schneider (2004).

第2図によれば、DAIを1.476℃とした場合（この気温ではDAIが発生する確率は10%以内と低い）、それを承知でこの気温をDAIとした場合、気候政策がなければ（炭素税を導入しなければ）ほぼ100%目標を達成できず、たとえ炭素1トンあたり400ドルの炭素税を導入しても、目標が達成できない確率は8割程度と高い。一方、DAIを2.85℃（この気温だとDAIが発生する確率は50%以内まで上昇する）とした場合、DAIを超える確率は気候政策なしの場合は45%、もし2050年までにトンあたり150～200ドルの炭素税を課徴すれば、ほぼゼロに抑えられることを示している。

しかしこの計算過程には各種の仮定が置かれ、また仮にそのすべてが正しくても、科学としてできる範囲はここまでであり、どのDAIを回避すべき目標とするかは政治的判断にかかっている（例えば種の多様性の減少をDAIと捉えればその値は低く、熱塩循環停止のような不連続かつ大規模な事象をDAIと考えると気温上昇の上限値は高まる）。

確率の概念を使って政策への含意を探る動きは他にもある。欧州連合（EU）では1996年以来DAIを2℃の気温上昇とみて、これを超えないCO<sub>2</sub>濃度を目指した対策の必要性を訴えている<sup>(7)</sup>。Meinshausen（2006）は気候感度の不確実性に関しこれまでに発表された11の確率密度関数の推定結果を基に、2℃を所与（DAI）とした場合に、それ以下で温度が安定化するための温室効果ガス濃度（CO<sub>2</sub>換算）を確率の形で求めている。最終結果は連続したグラフで表わされているが、ここではこのうち3つのケース（2150年に550、475、400ppmで安定化）につき、11の確率密度関数をベースに気温上昇が2℃を超える確率を取り上げる。550ppm安定化の場合に2℃を超える確率は63～99%（逆に言えば2℃以下に収まる確率は1～37%）、475ppmでは38～90%（同10～62%）、400ppmでは8～57%（同43～92%）となる。TARの用語を使えば2℃以下に収まる確率は550ppmでは「unlikely」、475ppmでは「medium likelihood」あるいは「unlikely」、400ppmではじめて「likely」となる<sup>(8)</sup>。もし2℃がDAIとし

で合意されるのであれば、この研究結果は政策上の含意が大きいですが、2℃に関する国際的合意はもちろんだ(9)。この点を離れても、この研究の基となっている11の確率密度関数の推定には主観が入り込んでおり、したがってそうした研究に基づくこの結果は科学的とは言えず、これに基づいて政策を立案するのは危険と言わざるをえない。というのは、11の確率密度関数はMeinshausenも認めているとおり科学的に導出されたものではなく(現在の知見ではこれはほぼ不可能である)、入手可能な気候感度の値を基に研究者が主観的に作成したものである(10)。

以上確率論によるDAIの研究を概観してきた(ただしMeinshausenのものはDAIそのものではなくDAIと濃度の関係)。これからわかることは、科学的知見の進歩とともに科学は意志決定者に条約第2条(DAI)に関するより有益な情報を提供するが、何がDAIかは対策に要するコストも勘案した価値判断を伴う政治的判断であるとともに、仮にある気温がDAIと認定されても、現在の気候感度に関する知見では、濃度を定めることはできないのである。

#### 4 費用便益アプローチ

ここまでTWA(容認範囲アプローチ)について検討してきた。ここでもうひとつの手法である費用便益分析について検討する。

条約第2条の付帯条件として「経済開発が持続可能な態様で進行することができる」ことがある。この意味は仮にDAIを回避するレベルに温室効果ガスを安定化できたとしても、それがあまりに急激でコストがきわめて高く、経済が持続的に成長しない場合には第2条の目的を達したとは言えないということである。こうした観点から注目を集めているのが費用便益分析であり、いわば環境と経済の両立を目指した考え方である。これは気候変動対策の費用と、対策の便益(対策により発生を免れる環境損害)の金銭換算をもとに、グローバルな経済厚生最大化を目的とするものである(11)(Nordhaus 1994, Nordhaus and Boyer 2000など)。

Keller et al.(2005)はNordhausのモデルに炭素隔離・貯留技術の追加など若干の変更を加えたうえで、特段の対策なし(BAU)、最適化(経済厚生最大化)政策、最適化政策(ただし気温上昇幅は2.5℃以内)、同(気温上昇幅1.5℃以内)の4つのケースの比較を行なった。上記のうち2.5℃はWAIS(西部南極氷床崩壊)の発生回避、1.5℃は珊瑚礁死滅回避の気温上昇閾値として主観的に想定したものである(気候感度は他の研究に基づき3.4℃を使用)。結果はWAISおよび珊瑚礁死滅回避の濃度はそれぞれ460、370ppmと計算され、これを実現する2050年の排出量として前者が80億トン、後者だと6億トンにまで落とす必要がある(炭素換算、なお、BAUの場合のそれは110億トン)。そのうえで、後者は初めの10年間で排出量を急激に削減しなければならず、加えて気候システムの慣性を考慮すると気温が1.5℃以上上昇するのは不可避としている。これに対して、WAIS回避のコスト(消費の現在価値の減少額)はBAUに比べて粗世界生産(GWP)の約0.4%、最適政策に比べても約2%であるが、WAIS発生による損害がこれを上回るかもしれない。その場合にはいわゆる最適政策よりもWAIS回避政策が勝ることになるが、これは割引率次第としたうえで、自分たちの判断としてはWAIS回避が健全な政策ではないかとしている。

費用便益の観点からのユニークな研究として Tol and Yohe (2006) がある。彼らはそもそも DAI を定義することは不可能としたうえで、「危険な排出削減 (Dangerous Emission Reduction)」という概念を提示した。これはあまりに低い濃度安定化目標を達成することにより経済成長が悪影響を受け、結果として気候変動に対する脆弱性が増加するような排出削減を指す言葉と定義される。この研究では対策実施により回避できる損害額 (国内総生産〔GDP〕に対する割合) を、対策の程度に応じて算出している。対策の程度としてピーク時の温室効果ガス濃度 (CO<sub>2</sub>換算) を 450、550、650、750、850ppm の 5 種類と想定している。統合評価モデル (FUND) により計算したところ、最も効果がある (回避する損害額が大きい) のは BAU から 850ppm に向けた対策であり、これ以上に濃度を下げることで回避できる損害、すなわち便益は逡減する。また、地域によっては 550 から 450ppm に濃度を下げるにつれて、かえって損害額が増加するという結果となった。この理由として、450ppm ケースはあまりにもコストが高いので経済に悪影響を与え、そのため気候変動に対する脆弱性が増加すること、もうひとつは急激な CO<sub>2</sub> 濃度低下は温暖化抑止効果を有する硫黄酸化物 (SO<sub>x</sub>) の大幅減少を招くことが挙げられている。このモデルでは WAIS のような不連続の大規模損害の想定がないなど種々未完成な部分があるが、費用便益の観点からどの程度以上の排出削減が危険かを示そうとした試みとして注目される。

費用便益分析の気候変動対策への適用については、賛否両論ある。Azar (1998) はこれに反対する理由として、熱塩循環停止など発生確率は低いがいったん発生すると巨大損害となるような事象への適用困難性、環境損害の金銭評価困難性 (特に人の生命や種の多様性など非市場価値について)、割引率問題 (世代間衡平性問題は割引率により大きく変わるが長期の割引率に関する合意は存在しない)、カルドア・ヒックスの補償原理問題 (便益を受ける人が損害を受ける人に補償するとの非現実的仮定に基づく) の 4 点を挙げている。筆者もこれに同意するものである。しかしこのことと費用便益分析はまったく役に立たないとの主張は別物である点は後述のとおりである。いかなる場合であっても、その目標達成に向けてどこまでコストをかけるかが問われなければならない。

ここまで DAI に関する考え方として TWA (容認範囲アプローチ)、費用便益アプローチについて検討してきた。このうち TWA に関しては第 1 図のうちどのカテゴリーの損害を重視するかによって人口基準 (カテゴリー ) と持続性基準 (カテゴリー、 ) に分かれ、持続性基準についても発生頻度は低いが大規模な損害が予想されるカテゴリー を特に重視する考え方もある。しかしどのように考えても科学的・客観的に DAI を決めることは不可能である。具体的に言えば、何をもちいて DAI とするか、誰に対する損害を対象にするか、どの程度の損害を DAI とみるかは価値判断を伴うからである。さらに問題を複雑にしているのは、気候感度を中心にした不確実性である。この面ではまだまだ科学的知見が不足している。われわれはこうした現状を踏まえたうえで、気候変動政策を考えねばならない。

## 5 気候変動の長期戦略

### (1) 気候変動対策の2つのリスク

冒頭既述のとおり、どの水準であれGHGsの濃度安定化のためには現在の排出量を大幅に減少させねばならない<sup>(12)</sup>。すなわち、緩和と適応を組み合わせた気候変動対策は必須である。したがって進むべき方向は明確であるが、問題は着地点には大きな幅があるということである。ここで考えるべきは断定的な政策を実施するに際してのリスクである。Schneider and Lane(2006)はこのリスクを2種類に分けている。第1は過度の政策実施のリスクで、これは必要以上に厳しい政策を実施してしまうリスクであり、第2は十分な政策を実施しないリスクである。前者は予防原則の陥るリスクであり、後者は後悔しない政策(no regret policy)に付随するリスクである。一般論としては万が一に備えて予防原則を採用すべきと思われるが、やりすぎた時の社会的費用の大きさも考慮せねばならない。この場合には無駄に使われたリソースが、地球規模で重要な他の案件に回らないことを意味する。したがってこのどちらのリスクも極力回避するよう努力しなければならない。このようなことからIPCC第2次報告書(SAR)では「われわれが直面している課題は今後100年間の最善の政策を検討することではなく、慎重な戦略を選択し、時間の経過とともに明らかになる新たな情報を基にそれを調整することである」としている<sup>(13)</sup>。筆者もこの考えに賛成である。

### (2) 不確実性のもとでの将来枠組み

こうした観点に立って長期戦略、つまり気候変動の将来枠組みを考えるとどうなるか。まず考えるべきは100年後の目標を現時点で定め、これに向けて突き進むというのではなく、今後20年から30年程度を念頭に置き、グローバルな排出削減が実質的に可能となる枠組みを志向すべきであろう。この点についての筆者の意見は別のところに発表した(山口光恒・関根豪政2005)ので詳細はそちらに譲るとして、以下そのエッセンスのみ述べる。

あらためて言うまでもなく、議定書以後の枠組みには、アメリカと主要途上国の参加が必須である。将来枠組みについては、現行京都議定書と同種の数量アプローチ(cap and trade)をはじめとして、価格アプローチ(国際協調炭素税)、これらの組み合わせであるハイブリッド政策、効率目標、政策・措置導入の約束などさまざまな案が提唱されている。これらはいずれも長所と短所を併せもち、明らかに他より優れている政策はみあたらない(最近ではこうした枠組みを補完する形で、業種別ベンチマーク方式や国際技術協力の枠組みの提案もある)。各政策の比較は第1表のとおりであるが、ここで重要なことは何を基準に政策の優劣を判断するかである。筆者は長期的な環境効果を基準に判断すべきと考えている。環境効果の観点からみると数量アプローチが最善のように見える(第1表の「長所」参照)。しかし、何がDAIかにつき合意がない状況のもとで、数量アプローチではアメリカの参加は見込めず、したがって途上国も参加しないと筆者は考えている。そうなると2013年以降もアメリカ、オーストラリア以外の先進国(移行経済国を含む)のみが削減・抑制義務を負う体制が続くこととなる。筆者の計算では現在の議定書で義務を負っている国が2010年から2020年にかけてBAUから3割削減するのと、全世界の国が同じBAUからわずか7%削減するのと、環境



第1表 将来枠組みに関する提案の比較

	概要	長所	短所
量的アプローチ (cap and trade)	京都議定書体制維持。国は定められた排出量絶対値を遵守する義務を負うとともに、その費用低減のために排出権取引を利用できる。結果に責任を負う方式の典型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境効果が確実</li> <li>・所期の目標の最小費用での達成(効率性)</li> <li>・国内政策は各国の裁量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初期配分の公平性、透明性の確保が困難</li> <li>・コスト(削減単価)予見不能</li> <li>・排出権買い手国から売り手国への資金移転</li> <li>・ホットエアーの発生不可避</li> </ul>
価格アプローチ (国際単一・協調炭素税)	排出の数値目標ではなく、価格をシグナルにして目標達成を図る。炭素税が典型。単一の炭素税設定(あるいは協調炭素税)によって、市場メカニズムを通して削減を図る	<ul style="list-style-type: none"> <li>・所期の目標の最小費用での達成(効率性)</li> <li>・コストが予見可能</li> <li>・資金の国家間移転なし</li> <li>・過度なコスト負担の回避</li> <li>・ホットエアー発生せず</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境効果不確実</li> <li>・単一の炭素税の合意が困難</li> <li>・各国で税導入への障害</li> <li>・適正な税率の合意が困難</li> <li>・各国の温暖化に対する優先度の相違</li> </ul>
ハイブリッド政策	各国は数量的削減義務を負うが、削減費用が上限価格に達した場合、各国政府は当該価格で無制限に排出権を発行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・追加的な排出権の発行によるコスト負担の軽減</li> <li>・価格アプローチの利点を維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内政策として全加盟国での排出権取引導入を前提</li> <li>・各国の主権との抵触</li> <li>・単一の上限価格の設定が困難</li> <li>・理論的問題</li> </ul>
効率改善目標	GDPや生産高あたりのエネルギー使用、温室効果ガス排出の効率の改善目標を設定する方法。BAUからの効率改善やベンチマーク方式など多種	<ul style="list-style-type: none"> <li>・努力が反映される枠組み</li> <li>・経済成長の余地を認める</li> <li>・ホットエアーを発生せず</li> <li>・途上国の参加が容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境効果不確実</li> <li>・効率性に難あり</li> <li>・目標および指標設定の合意困難</li> <li>・排出権取引への制約</li> </ul>
政策・措置導入の約束	各国がそれぞれ温暖化対策に向けた政策・措置の導入を約束する。交渉により政策を調和させることはありうる。行動に責任を負う方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実現可能性が高い</li> <li>・各国の事情に対応した政策が採用可能</li> <li>・関税貿易一般協定(GATT)などの前例あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境効果不確実</li> <li>・効率性に難あり</li> <li>・温暖化対策のメインストリームとはならない</li> <li>・国際的監視体制が必要</li> </ul>

(出所) 山口光恒・関根豪政(2005)

効果面では同じである。しかも特定の国だけが厳しい義務を負う(すなわちコストを負担する)体制は長続きしない。このように考えると、数量アプローチは見かけと異なり、環境効果面で劣ると言わざるをえない。

アメリカ(および主要途上国)の参加という基準から実現可能性のある唯一の案は政策・措置導入の約束である(Pledge, with review, and review、この詳細および理由については前掲論文、山口・関根 2005 参照)。すなわち、各国がそれぞれ実現可能な政策の実施(行動の約束であり、結果の責任ではない)を約束するのである。これに業種別ベンチマーク基準や国際(あるいは地域的な)技術開発・普及協定(例えば2006年1月に発足した「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」)を組み合わせるのである。この手法は各国が自国でできる範囲で最大の努力をするもので、一見環境効果は弱い、これでアメリカと主要途上国が土俵に乗れば実質的な効果を発揮できる。さらに科学的知見の進歩とともに、必要であれば世界の国が納得する形で対策を強化することも可能である。

### (3) 技術開発を誘発する政策

次に技術開発・普及につき一言だけ述べたい。既述のとおり今後100年間でグローバルなGHGs排出を大幅に削減する必要があるが、GHGs排出の最大の要因は化石燃料の燃焼である。つまり気候変動問題はエネルギー問題なのである。しかし、途上国を含む地球規模

でエネルギー使用量を大幅に削減することは現実的ではない。とするとエネルギー使用量を減らさず（あるいは増加しつつ）GHGs排出量を大きく削減することが必要であるが、それは革新的技術の開発とその普及なしには到底不可能である<sup>(14)</sup>。日本では技術開発というところどころに政府による研究開発・支援に目がいくが、最も重要なのは技術革新・普及を誘発するのにどのような政策が有効かについての検証である。近年こうした研究が進んでおり、2007年に発刊予定のIPCC第4次報告書でもこの点に関して内容の濃い記述が期待されている。

この点に関してきわめて興味深い研究があるので紹介する。Gritsevsky and Nakicenovic (2000) は将来のエネルギーシステムに関する不確実性を組み込んだ独自のモデルを用いて、520のエネルギーシステム（130,000のシナリオ）のうち最もコストの安い53のエネルギーシステム（13,000のシナリオ）のCO<sub>2</sub>排出量（2100年）を並べたところ、IPCCの排出シナリオに関する特別報告書で集められた文献における約400シナリオの排出量の分布と近い双峰分布が得られることを発見した（具体的には53のエネルギーシステムは排出量が比較的低いグループと高いグループに二分され、中庸はないという結果になった。同論文909ページの第1図および第2図参照）。この意味は、排出量を大幅に減らすエネルギーシステムのコストは必ず高いとは限らず、安い場合もあるということである。これは技術とコストとの関係で力強いヒントとなる。安価な技術のうち排出量の少ない技術をどのような政策で誘発できるか、つまり、技術開発に力める政策の役割は何かは筆者の大きな関心事である。いずれ稿を改めて論じることとしたい。

#### （4）気候変動問題の優先順位

最後に気候変動問題の優先順位に触れておきたい。2004年5月、気候変動問題の優先順位に関する衝撃的な結果が発表された。コペンハーゲン・コンセンサスとして知られるもので、気候変動問題を含む世界の緊急課題10項目（17政策）に関し、500億ドルの追加的資金があればどの問題に優先的に配分すべきかに関し、費用便益の観点から順位付けがなされた。最終的にノーベル経済学賞受賞者3名を含む8名の著名経済学者が審査した結果、炭素税など気候変動の3種類の政策は費用が便益を上回るとして15～17位に位置づけられた（Lomborg 2004）。この結果に関しては、そもそもエイズや飢餓などという目前の問題と、きわめて長期の対策を必要とする気候変動問題を同列に扱うのはおかしいとの批判や、適用する割引率の是非をめぐる問題など異論が続出した。そもそも費用便益だけで順位をつけること自体にも問題があることに加え、費用便益には非市場価値の金銭換算などいくつかの問題があることは既述のとおりである。

とはいえ、気候変動問題に希少な資源（資金）を回すことは、他の重要案件（例えば2000年に国際連合で採択されたミレニアム開発目標〔MDGs: Millennium Development Goals〕の対象となった貧困・飢餓、初等教育の普及、幼児死亡の減少など8項目）にその分が回らなくなることを意味する。気候変動問題の専門家の間でもこの点は重要関心事となっている。例えば、Schneider and Lane (2006) は、政治家は健康維持、教育改善などと気候変動のリスクの優先度を判断しなければならないとし、Edmonds and Smith (2006) は不確実性を論じるなかで、

気候変動政策を過度に実施することで他の社会的に好ましい政策に資金が回らない、あるいは他の政策を優先するあまり気候変動に必要な資金が回らないリスクがあるとして、気候変動政策に柔軟性をもたせる必要性を説いている。

気候変動政策を実施する以上は、それを最小の費用で行ない (cost effectiveness) 残りの資金を別の問題に回すのは政策当事者の当然の義務である。これと並んで、気候変動政策をどこまで実施すべきか、また、有限な資源をMDGsやエネルギー安全保障を含む社会的に必要な課題にどのように配分するかについても考慮が必要である。これまで述べてきたように、気候変動問題には多くの不確実性が存在し、そのなかでどこまでこれを実施するかの最適解を得ることは容易なことではない。そのうえ、仮に気候変動政策の最適解が明らかになったとしても、他の社会的優先課題との資金配分の最適解は別に存在することは十分にありうる。

気候変動問題を考えるに際し、このような問題を常に心の片隅におくことが必要なゆえんである。

- (1) 最終的にこの文言で合意された経緯およびそこでオランダとオーストリアが果たした役割については、Oppenheimer and Petsonk (2005) 参照。
- (2) この現象がいったん発生すると不可逆で、かつヨーロッパの気温は最高10℃下がると言われている (IPCC 2001, p. 83)。
- (3) Patwardhan et al. (2003) はタイプ リスクの例として、熱塩循環停止、西部南極氷床崩壊 (WAIS) 珊瑚礁死滅等を挙げ、次のとおり述べている。‘It is very likely that the irreversibility and scale of such changes would be considered “unacceptable” by virtually all policy-makers and would thus qualify as “dangerous” change’ (p. 4) ここでは「危険」と「受容不能性 (unacceptability)」は同義と考えられている。
- (4) もうひとつの呼び名として soft landing approach と言われることもある。
- (5) 現在執筆が進められている IPCC 第4次報告書では、2.0℃ 4.5℃と若干上方修正されている。
- (6) 気温上昇による損害は Nordhaus の DICE (Dynamic Integrated Climate and Economy) モデルにより、また、将来の損害額を現在価値に戻すための割引率は1% (純時間選好割引率はゼロ) と置くなどいくつかの仮定がある。なお、割引率の相違による DAI 発生確率についても別途検証をしている。
- (7) 1996年および2002年時点ではこれに対応する濃度は550ppmであったが、2004年からは濃度の記述は消え、気温のみとなった。
- (8) TAR の該当部分の分類は次のとおり (IPCC 2001, p. 44) カッコ内は確率。Unlikely (10 33%) medium likelihood (33 66%) likely (66 90%)
- (9) Stocker and Schmittner (1997) は、安定化濃度、濃度上昇速度、気候感度によって、熱塩循環停止の閾値を示しているが、これを気温上昇と気温上昇速度で引き直すと、気温上昇速度が急な場合 (年間最大気温上昇幅0.06℃程度) でも閾値は4℃以上となる (林礼美ほか 2005)。
- (10) 一部実測データとの一致性により重み付け係数を設定しているものもあるが、おおもとは主観的なものである。
- (11) 厳密に言うと限界削減費用と限界便益が均衡する水準まで対策を進めるということである。この場合、これ以上対策を進めると対策の費用がそれにより得られる便益を上回り、逆に削減が不足した場合には均衡点まで削減する便益が費用を上回る。したがって限界費用と限界便益が等しくなるレベルまで削減する対策が最適 (経済厚生最大化) となる。
- (12) IPCC (2001, pp. 99 100) によれば、450ppm、あるいは550ppm で最終的に安定化 (前者は2090年、

後者は2150年に安定化)するためには2100年のグローバルなCO<sub>2</sub>排出量は10 37億トン、後者が27 77億トンと1990年の水準(69億トン)を大幅に下回らねばならず、1000ppmで最終的に安定化(2375年)の場合であっても、2135年 2270年以降1990年の排出量以下でなければならない。

(13) ‘The challenge is not to find the best policy today for the next 100 years, but to select a prudent strategy and to adjust it over time in the light of new information’ ( IPCC 1996, p. 45 )

(14) もちろん技術革新のみで解決するわけではなく、効果的な気候変動政策も併せて導入されることが必要である ( Baker et al. 2006, Edmonds 2004 など )。

#### 参考文献

- 林礼美・秋元圭吾・時松宏治・森俊介・友田利正 (2005) 「熱塩循環維持の観点からの温室効果ガス排出シナリオの評価」 『第21回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス予稿集』 19巻2号、309-312ページ。
- 山口光恒・関根豪政 (2005) 「ポスト京都議定書の枠組み」 『三田学会雑誌』 (慶應義塾経済学会) 98巻2号、2005年7月。
- Azar, C., (1998) “Are Optimal CO<sub>2</sub> Emissions Really Optimal—Four Critical Issues for Economists in the Greenhouse,” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 11, pp. 301–315.
- Baker, T., Pan, H., Kohler, J., Warren, R. and Winne, S. (2006) “Avoiding Dangerous Climate Change by Inducing Technological Progress: Scenarios Using a Large-Scale Econometric Model,” Hans-Joachim Schellnhuber ed., *Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, Chapter 38 ( pp. 361–371 ) .
- Edmonds, J. and Smith, S.J. (2006) “The Technology of Two Degrees,” H-J. Schellnhuber ed., *Avoiding Dangerous Climate Change*, Chapter 41.
- Edmonds, J. (2004) “Climate Change and Energy Technologies,” *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 9, No. 4, pp. 391–416.
- Gritsevsky, A., and Nakicenovic, N. (2000) “Modelling uncertainty of induced technological change,” *Energy Policy*, Vol. 28, pp. 907–921.
- IPCC (2001) “Climate Change 2001 Synthesis Report.”
- IPCC (1996) “IPCC Second Assessment: Climate Change 1995.”
- Keller, K., Hall, M., Kim, S., Bradford, D., and Oppenheimer, M. (2005) “Avoiding dangerous anthropogenic interference with the climate system,” *Climatic Change*, Vol. 73, pp. 227–238.
- Lomborg, B., ed. (2004) *Global Crises, Global Solutions*, Cambridge University Press.
- Mastrandrea, M.D. and Schneider, S.H. (2004) “Probabilistic Integrated Assessment of ‘Dangerous’ Climate Change,” *Science*, Vol. 304, pp. 571–575.
- Meinshausen, M. (2006) “What Does 2 °C Target Mean for Greenhouse Gas Concentrations? A Brief Analysis Based on Multi-Gas Emission Pathways and Several Climate Sensitivity Estimates,” H-J. Schellnhuber ed., *Avoiding Dangerous Climate Change*, Chapter 28.
- Nordhaus, W. D. and Boyer, J. (2000) *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, MIT Press.
- Nordhaus, W. D., (1994) “Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change,” Cambridge, MA: MIT Press.
- O’Neill, B. C. and Oppenheimer, M. (2002) “Dangerous climate impacts and the Kyoto Protocol,” *Science*, Vol. 296, pp. 1971–1972.
- Oppenheimer, M. (2005) “Defining Dangerous Anthropogenic Interference: The Role of Science, the Limit of Science,” *Risk Analysis*, Vol. 25, No. 6, pp. 1399–1407.
- Oppenheimer, M. and Petsonk, A., (2005) “Article 2 of the UNFCCC: Historical origins, recent interpretations,” *Climatic Change*, Vol. 73, pp. 195–226.

- Parry, M., Amell, N., McMichael, T., Nicholls, R., Martens, P., Kovats, S., Livermore, M., Rosenzweig, C., Iglesias, A., and Fischer, G. (2001) "Millions at risk: Defining critical climate change threats and targets," *Global Environmental Change*, Vol. 11, pp. 181–183.
- Patwardhan, A., Schneider, S. H., and Semenov, S. M. (2003) "Assessing the Science to Address UNFCCC Article 2," IPCC Concept Paper (text available at <http://www.ipcc.ch/activity/cct3.pdf>)
- Schneider, S.H., and Lane, J. (2006) "An Overview of 'Dangerous' Climate Change," H-J. Schellnhuber ed., *Avoiding Dangerous Climate Change*, Chapter 2.
- Stocker, T.F., and Schmittner, A. (1997) "Influence of CO<sub>2</sub> emission rates on the stability of the thermohaline circulation," *Nature*, Vol. 3, No. 88, pp. 862–865.
- Tol, R.S.J. and Yohe, G.W. (2006) "Of Dangerous Climate Change and Dangerous Emission Reduction," H-J. Schellnhuber ed., *Avoiding Dangerous Climate Change*, Chapter 30.
- Yamin, F., Smith, J.B., and Burton, I. (2006) "Respectives on 'Dangerous Anthropogenic Interference,' or How to Operationalize Article 2 of the UN Framework Convention on Climate Change," H-J. Schellnhuber ed., *Avoiding Dangerous Climate Change*, Chapter 10.

〔付記〕 本稿執筆に際しては財団法人地球環境産業技術研究機構システム研究グループの秋元圭吾主任研究員から多大な助言をいただいた。この点記して感謝の念を表する次第である。