

S-3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案
手法の確立に関する総合研究プロジェクト

2. 温暖化対策の多面的評価クライテリア設定に関する研究

(3) 国際交渉における目的の検討と日本の戦略に関する研究

独立行政法人国立環境研究所

社会環境システム研究領域	原沢英夫
地球環境研究センター 温暖化対策評価研究室	亀山康子
地球環境研究センター 温暖化リスク評価研究室	高橋 潔
社会環境システム研究領域 統合評価研究室	肱岡靖明
社会環境システム研究領域 環境経済・政策研究室	久保田泉

[要旨] 長期目標の設定方法、および長期目標に至るまでの排出経路の選択については、本課題サブテーマにおいて今まで研究を進めてきたところであるが、2007年度においては、IPCC第4次評価報告書（AR4）の公表やハイリグendum G8主要国サミットにおける宣言など、長期目標及び気候安定化シナリオに関する新たな科学的知見や関心の高さが急速に増大したことにより、それらの知見や政策ニーズに合わせて、本サブテーマの研究成果を進展させる必要が生じた。そのため以下の2つの研究を実施した。(1) IPCCAR4で示されているところの意味を正確に理解し、同知見を今までの本サブテーマの研究成果に反映させるために、IPCCAR4のうち特に第2、3作業部会（WG2&3）報告書の内容を長期目標の観点から整理した。その結果、今回の報告書は、前回の第3次評価報告書と比べて、今日までにすでに生じた気温上昇幅が増大しすでに影響が生じ始めていること、また、今後気候変動の影響を最小限に食い止めていくためには、世界総排出量を緊急に抑制・減少していく必要があることが示されている部分が特に重要であることが分かった。(2) 現在我が国の提案ともなっている「2050年までに現行より世界排出量を半減する」という目標が具体的に提示している排出経路をモデルで示すため、同2050年半減目標が具体的にはどのような排出経路をとおり、既存の長期目標（2℃といった気温上昇幅の目標や、550ppmといった温室効果ガス（GHG）大気中濃度）とどのように整合性を持つのか、という点を、IPCCAR4の知見をふまえて、統合評価モデルであるAIM/Impact[Policy]にて試算した。6つのケースを試算した結果、2050年半減目標は、IPCCAR4で示された6つのカテゴリーのうちカテゴリーIIに含まれると理解されること、半減を目指すためには2010年時点で世界全体の排出量を削減方向に持っていく必要があること、欧州が掲げている産業革命前比2℃目標と比べると、若干大きめの気温上昇を認めてはいるがほぼ同じ水準の目標を示唆しているといえることが明らかとなった。

[キーワード] 気候安定化シナリオ、長期目標、IPCC第4次評価報告書、AIM/Impact[Policy]、2050年半減

1. はじめに

長期目標の設定方法、および長期目標に至るまでの排出経路の選択については、本課題サブテーマにおいて今まで研究を進めてきたところである。しかし、2007年度の1年間に、長期目標及び

気候安定化シナリオに関する知見や関心の高さは、急速に増大した。とりわけ、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書（AR4）では、気候安定化レベルに関する近年の世界中の研究成果が集積され、科学者集団として一定の評価が提示された。また、2007年6月にはドイツのハイリゲンダムにて開催されたG8主要国サミットでは、安倍首相（当時）が「美しい星2050」として「2050年までに現行と比べて排出量を世界全体で半減すべき」という目標を掲げた。この目標は、他のG8サミット参加者の間でも共有され、コミュニケに明示された。さらには、同年末に開催されたCOP13にて合意されたバリ行動計画では、長期目標について議論し、「ビジョンを共有」しなければならないと規定されている。このように、本サブテーマをとりまく状況の諸処の変化により、本サブテーマの今までの研究成果を新たな科学的知見をふまえてバージョンアップし、政治的に提示された目標を具体化するための分析を進めることが求められた。

2. 研究目的

上記のようなサブテーマ周囲をとりまく状況変化をふまえ、今までの研究成果を改めて最新のデータや知見、政治的判断に沿う形で分析することが今年度の研究目的となった。この目的をブレイクダウンすると、（1）IPCCAR4で示されているところの意味を正確に理解し、同知見を今までの本サブテーマの研究成果に反映させるとともに、（2）現在我が国の提案ともなっている2050年半減目標が具体的に提示している排出経路をモデルで示すこと、の2つが目的である。

3. 研究方法

（1）IPCCAR4知見の整理においては、本サブテーマの過去の研究成果をふまえつつ、特に第2、3作業部会（WG2&3）報告書に示されたものを、長期目標の観点から整理した。

（2）「2050年までに世界総排出量を現行から半減」という目標が具体的にはどのような排出経路をとおり、既存の長期目標（2℃といった気温上昇幅の目標や、550ppmといった温室効果ガス（GHG）大気中濃度）とどのように整合性を持つのか、という点を、IPCCAR4の知見をふまえて、AIM/Impact[Policy]にて試算した。

4. 結果・考察

（1）IPCCAR4で示された長期安定化シナリオに関する知見

1）長期気候安定化目標

IPCCAR4WG3の報告書¹⁾では、第3次評価報告書以降に発表された177のシナリオを分類し、安定化レベルとその時の放射強制力、CO₂濃度、GHG濃度、CO₂排出量などの関係を整理している（図1、表1）。図1を用いることにより、GHG濃度があるレベルに安定化させたときの気温上昇や、そのために必要な削減目標の大まかな関係を容易につかむことができる。また、a. 安定化レベルが低いほど排出量のピークが近い将来となり、排出量の減少を早急に行わなければならないこと、b. 低い安定化レベルを達成するためには、今後20-30年での削減努力が必須であることがわかる。さらに、前述のb. に関する情報として、IPCCAR4ではカテゴリー別のより詳しい排出経路を図示している。低いレベルでの安定化のためには、排出量のピークを早め、さらに2050年までに大幅な排出削減が必要であることがわかる。AR4で示されているカテゴリーI、IIの安定化シナリオは、第3次評価

報告書までは検討されていなかった低い安定化レベルであり、近年、より厳しい安定化レベルの研究が行われてきている。

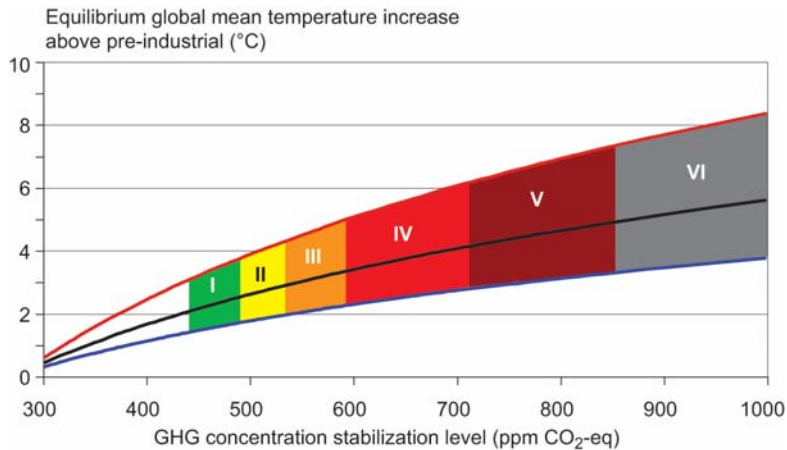


図1 カテゴリー別に見たGHG大気中濃度安定化レベルと気温上昇幅（産業革命前比）
出典：IPCC AR4（2007）

表1 IPCCカテゴリー毎の整理 出典：IPCC AR4（2007）

	放射強制力 (W/m ²)	CO ₂ 濃度 (ppm)	等価CO ₂ 濃度(ppm CO ₂ eq.)	産業革命 以降の気 温上昇幅 (°C)	CO ₂ 総排出 量ピーク 年	2050年の CO ₂ 削減率 (2000年 比%)
I	2.5-3.0	350-400	445-490	2.0-2.4	2000-2015	-85~-50
II	3.0-3.5	400-440	490-535	2.4-2.8	2000-2020	-60~-30
III	3.5-4.0	440-485	535-590	2.8-3.2	2010-2030	-30~+5
IV	4.0-5.0	485-570	590-710	3.2-4.0	2020-2060	+10~+60
V	5.0-6.0	570-660	710-855	4.0-4.9	2050-2080	+25~+85
VI	6.0-7.5	660-790	855-1130	4.9-6.1	2060-2090	+90~+140

今回新たに提示された6つのカテゴリーの中でどれを気候安定化目標として提示していくのか。これを決定するためには、それぞれの気温上昇幅においてどのような影響が生じるおそれがあるのかを理解しておく必要がある。

2) 将来の温暖化影響予測

生態系・社会・経済等の各分野における影響および適応策についての評価を行うWG2により公表された報告書²⁾では、すべての大陸およびほとんどの海洋で観測された事象において、多くの自然システムが、地域的な気候変化、特に気温上昇によって、今まさに影響を受けていることを示していると報告された。これは、おもに1970年代以降に観測されたデータセットに基づくものであり、2001年の第3次評価報告書以降、このようなデータを報告する研究の数は大きく増加し、データセットの質も向上した。

これまでほとんど調査されていなかった地域において行われた研究のおかげで、全球平均気温の変化の異なる上昇幅と速度に応じた気候および海水位変化により、影響の起こるタイミングと強度がどう影響されるかについて、より系統立てて理解することが可能となった。

将来の世界の平均気温上昇による主要な影響を図で示したものがIPCCAR4のWG2の報告書で提示されている(図2) これを見ると、1980年以降の気温上昇が1℃であっても、水、生態系、食糧、沿岸域、健康のすべての分野で深刻な影響が生じ始めることがわかる。

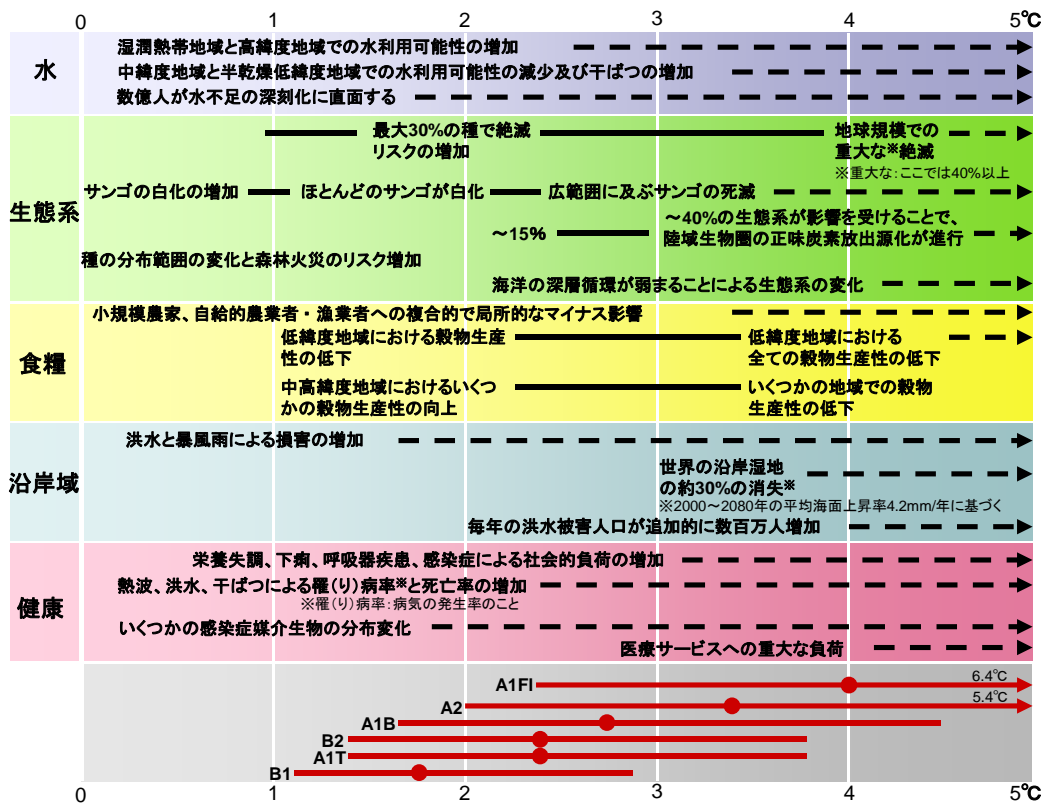


図2 将来の世界の平均気温上昇による主要な影響

3) 世界の温室効果ガス排出量変化

IPCCAR4WG3の報告によれば、世界のGHG総排出量は、産業革命以降、2004年までに約70%増加しており、GHG排出量の約77% (2004年値) を占めるCO₂排出量は、1970年から2004年までに約80%増加している。CO₂排出量の増加要因を分析すると、1970年から2004年までの期間における世界の所得増加(77%)、および世界の人口増加(69%)という2つのCO₂排出量を増加させる原動力をあわせた世界の排出量に与えた影響は、世界のエネルギー原単位の低下による影響(-33%)よりも大きかったと報告されている。また、気候変動、エネルギー安全保障、持続可能な発展に関する政策など一連の政策は、さまざまな部門や多くの国におけるGHG排出量の削減に効果があったが、世界の排出量の増加を食い止めるには不十分であったと報告している。

一方でモントリオール議定書の対象とされるオゾン層破壊物質でGHGでもあるフロンガスの排出量は、1990年代以降、顕著に減少している。このように一部のガスに関しては世界排出量が減少傾向を示しているが、世界のGHG総排出量は、今後20-30年間増加し続けると考えられており、気候安定化のためには今後積極的な緩和策の導入が必要である。

(2) IPCCAR4の知見をふまえた長期目標の具体的検討

1) ハイリゲンダム宣言検討において必要な検討事項

2007年6月にドイツのハイリゲンダムにて開催されたG8サミットでは、世界のGHG総排出量を現状比で半減することを検討することに合意がなされた。2050年に世界全体のGHG排出量を半減するためには、以下のaからcを留意する必要がある。a. 2050年半減だけに着目するのではなく、削減目標を達成することで気候はどのレベルで安定化するかを把握しておくこと、b. 2050年にGHG半減を達成するまでの排出経路と、達成後の排出経路がどのようになるのか(どうすべきか、どういう選択肢があるのか)について認識しておくこと、c. 半減するときの基準年をどこに設定するかによって目標とする削減量が変わってくる。本サブテーマでは、上記の点からこの世界半減目標が意味するところを具体的に解析した。

2) 2050年世界全体の排出量半減が目指す気候安定化レベル

世界変動の緩和策の評価を行うIPCCWG3では、第3次評価報告書以降に発表された177のシナリオを先述の図1に示すように分類した。この図から判別すると、2050年半減目標はCO₂で考えた場合、カテゴリI(2000年比85~50%)の削減量の幅にぎりぎり含まれるが、カテゴリII(2000年比60~30%)に属すると考えるのが妥当である。カテゴリIIの気温上昇は、産業革命前比2.4~2.8℃であり、GHGおよびCO₂濃度はそれぞれ490~535ppm-CO₂eq(CO₂換算濃度)、400~440ppm-CO₂eqとなっている。また、同図より、安定化レベルが低いほど排出量のピークが近い将来となり、排出量の削減を早急に行わなくてはならないこと、また、低い安定化レベルを達成するためには、今後20~30年での削減努力が必須であることがわかる。

3) 2050年半減目標に至るまでのグローバルパス

ここでは、2050年半減に至るまでの排出経路を計算するために、AIM/Impact[Policy]を用いた。本モデルは、全球平均気温・海面上昇・大気中GHG濃度等に関して将来目標を設定した場合のa. 最適GHG排出経路ならびに地域別排出削減分担量を推計し、b. 同GHG排出経路を前提とした場合の国別・分野別温暖化影響量を示して、設定した将来目標が気候変動枠組み条約2条に定められた「危険な影響」の回避に十分であるかどうか(将来目標の有効性)を検討するための材料を提供する機能を持つ。これらは、地球温暖化抑制政策の具体的な将来目標の策定に非常に有効である。

G8での合意が気候安定化にどのような効果を持つかを検討するため、安定化シナリオ分析を行った。G8合意は2050年半減をうたってはいるものの、基準年をいつにしているかを明確に示した政治合意ではない。もちろん、基準年を曖昧にしたことで可能となった合意という側面もあるが、GHG排出削減という側面からみると、基準年の違いによってどのようなインプリケーションが出るのかを明確に示しておく必要もある。そこで、ここではこのことを勘案して、1990年、2000年、2004年の3つの基準年を用いた2050年半減シナリオを作成した。また別の側面として、G8合意

は2050年半減という到達点を示してはいるものの、そこに至る道筋を示しているわけではないことから、ここでは上記3つのケースにおいてそれぞれ2通りの異なる排出経路を用い、気温上昇が長期間安定化するようなシナリオ分析を行った。2通りの排出経路とは、早い時期から排出削減するのか、あるいは、最初は削減幅が小さいが2050年が近づくと一気に排出削減するのかの2通りである。ケース別のパラメータの設定および気温上昇を表2に示す。気温上昇に関しては、case1が2.2℃、case2が2.4℃、case3が2.3℃、case4が2.5℃、case5が2.4℃、case6が2.6℃になっている。また、計算の結果を図3に示す。

表2 ケース別のパラメータ設定および気温上昇

ケース名	基準年	割引率	GHG濃度（長期安定化時）	気温上昇（2100年）
Case1	1990	4%	465ppm-CO ₂ eq	2.2℃
Case2	1990	5%	488ppm-CO ₂ eq	2.4℃
Case3	2000	4%	476ppm-CO ₂ eq	2.3℃
Case4	2000	5%	499ppm-CO ₂ eq	2.5℃
Case5	2004	4%	488ppm-CO ₂ eq	2.4℃
Case6	2004	5%	499ppm-CO ₂ eq	2.6℃

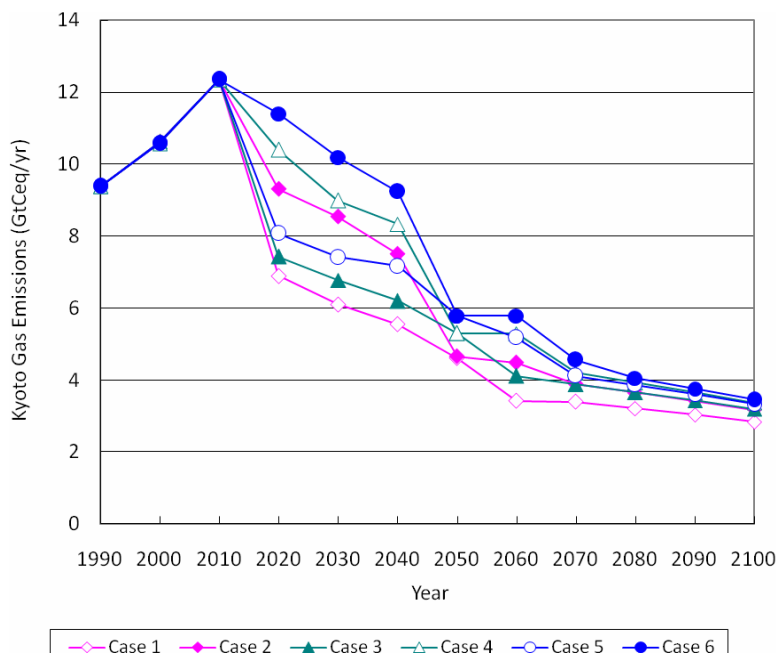


図3. 2050年世界半減の時の日本の排出削減必要量と排出パス（京都議定書で対象となる6ガス）
（C&C_2050：2050年一人当たり排出均等スキーム、C&C_2100：2100年一人当たり排出均等スキーム、Intensity：GDP当たり排出の世界一律改善スキーム）

図3の結果、2050年半減目標を達成するためには、いかなるケースを用いても、世界全体の排出量を2010年以降増やす余裕はないことがわかる。また、最終的な2050年時点での排出量が半減目

標を達成する水準であったとしても、現在から2050年に至るまでの排出経路によって、2100年時点での気温上昇幅に若干の違いが出てくることがわかる。産業革命前から今日までにすでに0.7℃以上上昇していることを考えると、2050年半減したとしても、今後さらに気温が1.5℃以上上昇することになる。先述の図2と照合させると、この気温上昇幅では気候変動の影響によるリスクがすでにかなり顕在化することが予想される。2050年半減を目指す限りにおいては、緩和策とともに適応策も重要になることが見込まれる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

IPCCAR4で公表された科学的知見のうち、WG2の内容とWG3の内容を適切に組み合わせることにより、長期目標という観点からの含意を得た。また、この科学的知見をふまえてAIM統合評価モデルを用いることにより、最新の科学的知見を前提条件とした気候安定化に向けた排出経路を導出することができた。

(2) 地球環境政策への貢献

2007年の我が国の「美しい星2050」やハイリゲンダムサミットで提示された2050年半減という目標に関して、同目標と最終安定化濃度との関係、欧州が提示している気候上昇幅2℃との関係、目標達成のために必要な排出パス、などについて具体的な数値を提示することにより、同目標が持つ意味を提示することができた。このような試算は、我が国が長期目標を議論するうえでの政策支援として貢献した。

6. 引用文献

- (1) IPCC (2007) Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Summary for Policy Makers, IPCC.
- (2) IPCC (2007) Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policy Makers, IPCC

7. 国際共同研究等の状況

特になし。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) Y. Hijioka, Y. Matsuoka, H. Nishimoto, T. Masui, M. Kainuma, “Global GHG Emission Scenarios under GHG Concentration Stabilization Targets”, Journal of Global Environment Engineering, 13, 97-108, 2008
- 2) 蟹江憲史, 肱岡靖明, 西本裕美, 森田香菜子: 「2050年温室効果ガス世界半減シナリオの日本へのインプリケーション」、地球環境、12(2)、135-143、2007

<その他誌上発表(査読なし)>

- 1) 脇岡靖明：「気候安定化レベルと温室効果ガス削減目標」、ESTRELA、164、11-19、2007
- 2) 高橋潔：「温暖化影響はどのようなものが懸念されているか」、ESTRELA、164、2-10、2007
- 3) 久保田泉：「気候変動枠組条約第13回締約国会議(COP13)および京都議定書第3回締約国会合(CMP3)の成果と今後の展望」、L & T、39、25-31、2008

(2) 口頭発表(学会)

亀山康子、久保田泉：「気候変動枠組条約第2条の究極目的の位置づけに関する一考察—多国籍環境協定間比較を中心に」、環境経済・政策学会2007年大会、彦根、2007

(3) 出願特許

特になし。

(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

特になし。

(5) マスコミ等への公表・報道等

特になし。

(6) その他

特になし。