

第1回国内制度小委員会(平成13年3月19日)での質問に対する回答

① 極地方の方が気温の上昇が大きいのは何故か。

(回答)

二酸化炭素の増加による温室効果で地表気温が増加したとき、雪氷の融解により地面が太陽放射をより吸収する方向に変化するため、雪氷域で大きな昇温が起こる。

また、海氷域では、冬季、暖かい海洋と冷たい大気の間であって断熱材の効果を持つ海氷の減少により、海面からの熱が大気に伝わり、大きな昇温が予想される。

北極周辺に比べ、南極周辺で昇温が小さいのは深層循環が卓越しているため、有効熱容量が大きくなり、海面水温も暖まりにくく、氷も溶けにくいことから、昇温が遅れる。

② 1860年から2000年までの気温の変化を見ると、  
 ・1900年～1940年まで、1980年以降と同じように上昇している、  
 ・1940年～1970年まで横這いになっているが、  
 これらは、どのような理由によるものか。

(回答)

SPM では、気候再現実験で、太陽活動の変動や火山噴火によるエアロゾルなど自然起源の強制による変動と、温室効果気体や二酸化硫黄など人為起源の強制による変動から、現実の気候変化が生じたことが示されている。

観測された事実としては、過去 20 年、おそらく過去 40 年は自然起源による変動の放射強制力は負であったと見積もられており、また、モデル再現実験でも、このことがほぼ示されている。

指摘されている気温変化(ただ、1940～1970年の気温変化は横這いというより、やや下降傾向であり、実際当時地球寒冷化が話題になっている。)は、上記の自然起源の強制による変動と人為起源の変動の複合した結果生じていると考えられる(人為起源の効果のみを考慮した実験では、1960年頃まで変動は大きい而变化傾向がそれほど見られず、1960年頃より、上昇傾向がはっきり生じている。このことと自然変動による効果とが重なって現実の変化が生じている)。さらに、地球の気候系には、太陽活動や火山噴火のような外的な強制を受けなくとも、内部要因による数十年スケールの自然変動が存在することが明らかになりつつあり、この効果が自然起源の強制及び人為起源の強制による変動に重なっているとの見方が有力である。

③ 海洋の影響はどのように考慮しているのか。

(回答)

気候モデルは、大気大循環と海洋大循環を結合させたものである。大気大循環の風応力、熱と水フラックスの変化が海洋大循環を変化させ、海面水温の変化をもたらす。海面水温の変化は、大気に対する熱や水蒸気補給、積雲対流の変化を引き起こし、大気大循環を変化させる。また、海洋は大きな熱容量を持つために、放射強制力の変化に対して平衡に達するまでに時間を要する。深層循環が卓越するところでは、質問 の回答に示したような昇温の遅れが大きく、南北半球間の温暖化パターンに

大きな非対称性を生じる。

以上は、大気と海洋の間の熱のやりとりについてであり、CO<sub>2</sub>のやりとり（海洋によるCO<sub>2</sub>の吸収や排出）については、現時点ではモデルに組み込むに足る十分な科学的知見がないことから、今後の課題とされている。

④ 第2次評価報告書では2°Cという代表値を示していたが、なぜ第3次評価報告書では、1.4～5.8°Cという幅でのみ示しているのか。

（回答）

第2次では、標準的な社会経済発展シナリオを想定して温室効果ガスの将来の排出シナリオを推計したので、この排出シナリオを入力条件として中位の気候感度を使って推計した気温上昇2.0の値を、確からしい（provable）値とみなし、この値が代表的な数字として引用されてきた。

第3次では、複数の社会経済発展シナリオを想定し、それぞれについて排出シナリオが推計されているため、これらを前提とした気温上昇の推計は、どれがより確からしいかという議論はできないとしている。即ち、どの社会経済発展シナリオが選ばれるかは人間の選択に依存し、それぞれのシナリオが起こる確率は同等と見なしている。従って、どれが確からしいという判断はできないという立場に立っているため、代表値として引用できる値は示されていない。

⑤ IPCCの排出シナリオ報告書の概要を添付されたい。

別紙参照

⑥ GDPへの影響を算定するには、対策等についてどのような前提を置いたのか。

（回答）

ほとんどの研究は、エネルギー起源の二酸化炭素排出量のみを対象に、京都議定書の目標もしくは長期的な大気中二酸化炭素濃度の安定化の目標に到達することを条件として、二酸化炭素削減のための既知の技術導入を前提としている。これらの技術には、エネルギーの供給サイドと需要サイドの技術、それに炭素固定技術を含んでおり、これらを総合的に導入するために、一定の炭素税や排出権価格を仮定してシミュレーションするのが通常の方法である。ただし、これらの仮定は、経済モデルを操作する上での仮定であり、実態的な炭素税や排出量取引を前提としたものではない。ここで想定する「既知の技術」とは、現在供用されている技術及びパイロット・プラントの段階にある技術で、核融合技術や宇宙発電技術などは含まれていない。なお、少数ではあるが、森林の二酸化炭素吸収やメタンガスなどの他の温室効果ガスの削減対策を総合的に考慮した研究もある。

⑦ 排出量取引でGDPの損失が半減するとされているが、どのような前提を置いたのか。（国の間の排出量取引か、それとも、企業間の排出量取引も含むか）

（回答）

この比較においては、企業間の排出量取引は比較対象になっていない。あくまでも国の間（付属書B国の間）の排出量取引によって、GDPの損失は半減するという趣旨である。

⑧ 総合的な対策を推奨しているようだが、その中に含まれる税や自主的取組などの個々の取組の効果をどこまで具体的に評価しているのか。

(回答)

税の効果については、定量的な評価をした研究が多く引用され、評価が加えられているが、自主的取組については、実証に足るデータが不足しているため、定性的な評価にとどまっている。他の取組についても、研究の進捗やデータの利用可能性に応じて、その評価レベルはまちまちである。

⑨ 途上国の対策はどのように分析しているのか。

(回答)

途上国の対策については、種々の研究がレビューされている。これらの中には、途上国の温暖化対策と持続可能な発展との関係、モデルを用いた長期的な発展途上国の対策シナリオ、途上国におけるCDMの経済的効果、などの研究を含む。そして、将来の社会経済発展シナリオがより多い温室効果ガス排出を伴うほど、また大気中の温室効果ガス濃度の安定化目標が厳しいほど、発展途上国が対策を開始する時点が早まること、発展途上国における温暖化対策を適切に導入すれば、他の環境問題の解決や経済の長期的な発展に寄与すること、等の重要な諸点が確認された。

しかしその一方で、途上国の参加の時期や先進諸国との責任分担については、発展途上国を十分に説得できるだけの研究は見られず、これらの点のレビューは次の第四次評価に持ち越されることになった。

(別添)

## 排出シナリオに関する IPCC 特別報告書(SRES)の概要

### 1. シナリオの基本的性格

一定範囲の温室効果ガス排出要因や排出結果を表現するために一連のシナリオが作成された。これらシナリオは根底にある不確実性についての現在の理解や知識を反映するように工夫されたものである。

「予想外」のシナリオや「災害」のシナリオなどは排除されている。

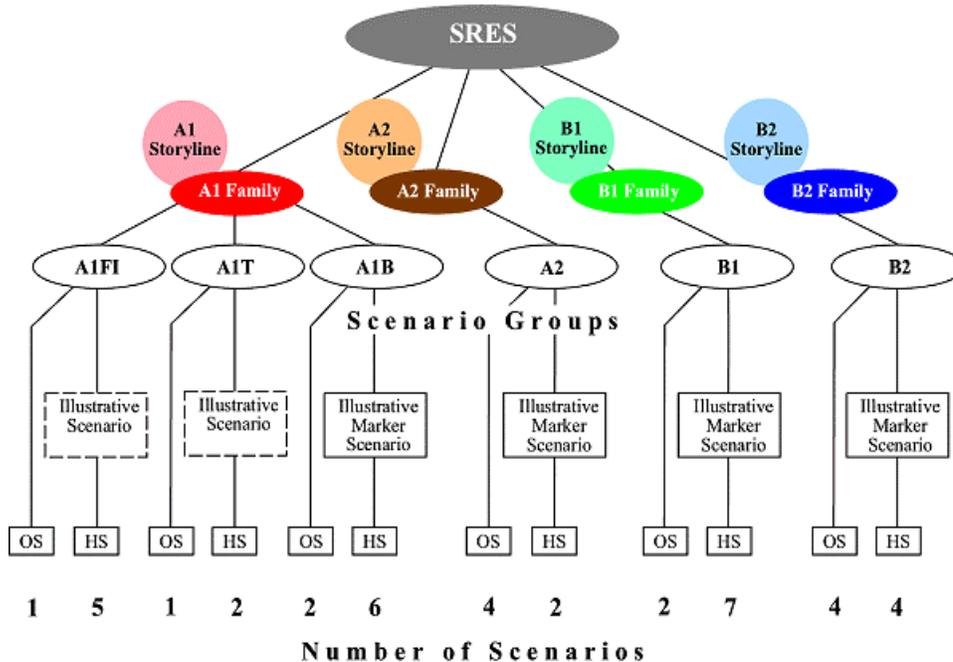
いずれのシナリオも主観的要素を含まざるを得ず、さまざまな解釈が可能となっている。本報告では、どのシナリオを採用すべきかについての判断は示していないし、シナリオの実現可能性も示していない。シナリオは政策提言と解釈すべきではない。

### 2. シナリオの種類

温室効果ガス排出要因とその変化の関係を一貫性をもって説明する4つの異なる筋書き(Story Line)が作成された。また、各筋書きは人口、社会、経済、技術及び環境における多様な変化を示している。

シナリオは温室効果ガス排出量及び硫黄排出量について、人口、経済及び技術に関連する広範な要因を網羅している。それぞれの筋書きにおいて、各シナリオごとに温室効果ガス排出量及び硫黄排出量が定量化されている。ある筋書きに基づくすべてのシナリオはシナリオファミリーと呼ばれる。

本報告に示すシナリオの中には、**国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) や京都議定書の排出削減目標の実施など、気候変化に特化した追加的な対策を明確に仮定したシナリオはない。**しかし、温室効果ガスの排出量は、他の目的のために策定される気候関連政策以外の政策にも直接影響を受ける。さらに、政府による政策は、人口変動、社会経済発展、技術変化、資源利用、汚染管理などの温室効果ガス排出要因に様々な程度の影響を与える。これらの影響は、筋書きとそれに基づくシナリオに幅広く反映されている。



図：SRES シナリオの図式。4つの定性筋書きからA1、A2、B1、B2の4つのファミリーが生まれる。40件のシナリオは6つのモデル化チームが作成した。すべてが有効なものであるが、実現の可能性は示されていない。この一連のシナリオは4つのファミリーから導き出された6つのシナリオグループで構成されている。A2、B1、B2の各グループから1グループが導き出される。さらにA1ファミリーから3グループが導き出され、A1FI（化石燃料重視）、A1B（全エネルギー源のバランス重視）、A1T（非化石燃料重視）という異なるエネルギー技術発展過程を性格づける。

### 3. 代表的シナリオの概要

A1の筋書きとシナリオファミリーは、非常に急速な経済成長と、今世紀の半ばに最大数に達し、その後低下する世界の人口、そして新しい、そしてより効率的な技術が急速に導入される未来世界を描いている。その底流となっている主なものは、地域間の統合であり、キャパシティービルディングと文化的なそして社会的な相互作用に加えて、一人あたり所得の地域差の顕著な縮小である。A1シナリオファミリーは、3つのサブグループに展開し、それぞれのサブグループは、エネルギーシステムでの技術革新のさまざまな方向性を示している。3つのA1グループは、技術のどれに重点を置くかに相違点がある。化石燃料集約型（A1FI）、非化石エネルギー源（A1T）、あるいは全ての資源全体のバランスをとったもの（A1B）である。（バランス型は、全てのエネルギー供給側や最終需要側での技術の改善率が同様であると想定した場合に、特定エネルギー源に大きく依存しないものと定義される。

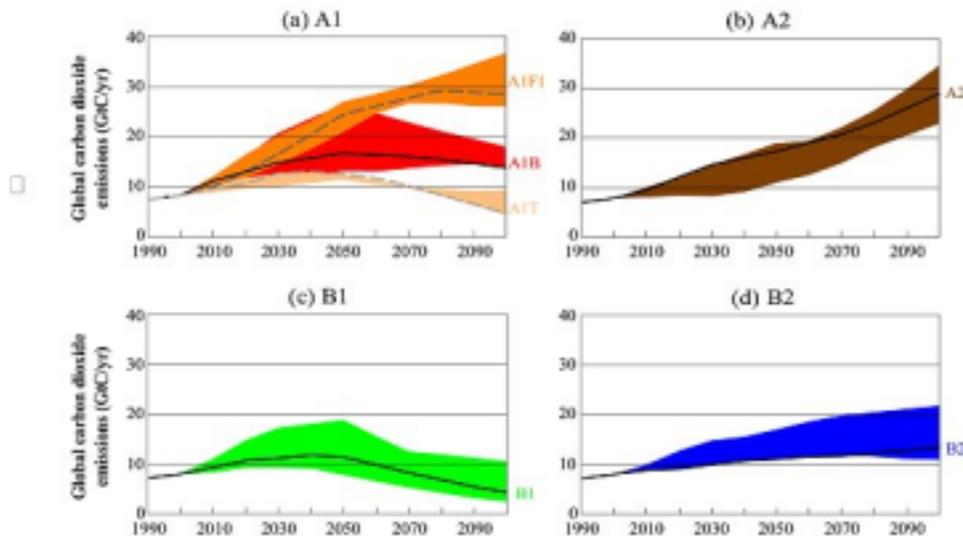
A2の筋書きとシナリオファミリーは、非常に混ざり合った世界を描いている。その底流にあるのは、自助努力であり、地域の独自性保持である。各地域での豊かさの傾向は、非常にゆっくりと収束し、その結果、人口は引き続き増加する。経済発展は主に地域本位となり、一人あたりの経済成長率と技術変革は、他のシナリオの筋書きよりもばらばらであって、しかもゆっくりとしたものとなっている。

B1 の筋書きとシナリオファミリーは、世界の人口が、A1 のストーリーラインと同様、世紀半ばに最大となり、その後低下して一定の人口数となるが、経済構造がサービスや情報経済へと変化するとともに物質材料の原単位は低下し、クリーンで資源効率の良い技術が導入される集約的な世界を描く。追加的な気候へのイニシアティブはなしで、公平性の改善を含めた経済的、社会的、環境的持続可能性への地球規模の解決法に重点が置かれる。

B2 の筋書きとシナリオファミリーは、経済的、社会的、環境的持続可能性に向けた地域での解決法に力点を置いた世界を描いている。B2 の世界は、A2 より低い増加率で引き続き増加する世界の人口、中程度の経済発展、そして B1 や A1 の筋書きよりも急速でなくしかも多岐に分かれた技術変革のある世界を描いている。このシナリオは、環境の保護と、社会的な公平性を志向すると同時に、地方や地域レベルにも目を向ける。

#### 4. 各シナリオにおける温室効果ガス排出量変化

各シナリオの温室効果ガス排出量範囲は、排出要因の不確実性のため、時間が経過するにつれて広くなり、2050 年以降については社会経済発展の違いのため、大幅に広がる。下図は、4 つのシナリオファミリーを構成するシナリオの 6 シナリオグループ (A2、B1 及び B2 の 3 シナリオファミリーと A1FI、A1T 及び A1B の A1 ファミリー内の 3 グループ) についての CO<sub>2</sub> 総排出量範囲を示したものである。



図：シナリオファミリーと 6 つのシナリオグループにおける 1990～2100 年の世界の年間 CO<sub>2</sub> 排出量 (単位：GtC/yr)。排出はすべての排出源 (エネルギー、工業及び土地利用変化) からのもの。