

# 気候変動2007： 統合報告書

---

## 政策決定者向け要約

### 注意

この資料は、IPCC第4次評価報告書統合報告書政策決定者向け要約 (Summary for Policymakers) を、文部科学省・気象庁・環境省・経済産業省が翻訳したものである。この翻訳は、IPCCホームページに掲載されている報告書：  
[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_spm.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf)  
をもとにしている。

国連機関であるIPCCは、6つの国連公用語のみで報告書を発行する。

そのため、IPCC報告書「気候変動2007 統合報告書」政策決定者向け要約の翻訳である本書は、IPCCの公式訳ではない。本書は、原文の表現を最も正確に表すために文部科学省・気象庁・環境省・経済産業省が作成したものである。

*As a UN body the IPCC publishes reports only in the six official UN languages.*

*This translation of Summary for Policymakers of the IPCC Report "Climate Change 2007 Synthesis Report" is therefore not an official translate by the IPCC.*

*It has been provided by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan, the Japan Meteorological Agency, the Ministry of the Environment, Japan and the Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan with the aim of reflecting in the most accurate way the language used in the original text.*

### 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 評価報告書

本要約は、IPCC第27回総会(2007年11月12～17日、スペイン バレンシア)において細部にわたり承認を受けたものであり、第4次評価報告書の各作業部会報告に含まれる主要な知見及び不確実性に関してIPCCが公式に合意した記述である。

---

### 原稿執筆者：

Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani, Zhenlin Chen, Renate Christ, Ogunlade Davidson, William Hare, Saleemul Huq, David Karoly, Vladimir Kattsov, Zbigniew Kundzewicz, Jian Liu, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Bettina Menne, Bert Metz, Monirul Mirza, Neville Nicholls, Leonard Nurse, Rajendra Pachauri, Jean Palutikof, Martin Parry, Dahe Qin, Nijavalli Ravindranath, Andy Reisinger, Jiawen Ren, Keywan Riahi, Cynthia Rosenzweig, Matilde Rusticucci, Stephen Schneider, Youba Sokona, Susan Solomon, Peter Stott, Ronald Stouffer, Taishi Sugiyama, Rob Swart, Dennis Tirpak, Coleen Vogel, Gary Yohe

## 序

本統合報告書は、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の三つの作業部会が実施した評価に基づき、IPCC第4次評価報告書の最終部分として、気候変動についての統合した見解を提供するものである。

この要約で扱う主題についての完全な詳細は、本統合報告書と三つの作業部会の各報告書に記載されている。

## 1. 気候の変化とその影響に関する観測結果

**気候システムの温暖化には疑う余地がない。このことは、大気や海洋の世界平均温度の上昇、雪氷の広範囲にわたる融解、世界平均海面水位の上昇が観測されていることから今や明白である (図SPM.1)。{1.1}**

最近12年(1995～2006年)のうちの11年の世界の地上気温は、測器による記録が存在する中(1850年以降)で最も温暖な12年の中に入る。過去100年間(1906～2005年)の長期変化傾向の値である100年当たり0.74[0.56～0.92]°C<sup>1</sup>は、第3次評価報告書で示された1901～2000年の変化傾向である100年当たり0.6°C[0.4～0.8°C]よりも大きい(図SPM.1)。温度上昇は地球全体にわたり生じており、とりわけ北半球のより高緯度地域でより大きい。陸域は海洋に比べより速く温暖化している(図SPM.2, SPM.4)。{1.1, 1.2}

海面水位の上昇は温暖化と整合している(図SPM.1)。世界平均海面水位は、熱膨張、氷河や氷帽の融解、極域の氷床の融解により、1961年以降、年平均1.8[1.3～2.3]mm、1993年以降、年当たり3.1[2.4～3.8]mmの割合で上昇した。1993年から2003年にかけての海面水位上昇率の増加が10年規模の変動なのか、より長期的な上昇傾向の加速なのかは不明である。{1.1}

雪氷面積の縮小が観測されていることも温暖化と整合している(図SPM.1)。1978年からの衛星観測によれば、北極の年平均海氷面積は、10年当たり2.7[2.1～3.3]%縮小した。特に夏季の縮小は10年当たり7.4[5.0～9.8]%と大きい。南北両半球において、山岳氷河と積雪面積は平均すると縮小している。{1.1}

降水量は、1900年から2005年にかけて、南北アメリカの東部、ヨーロッパ北部、アジア北部と中部でかなり増加

した一方、サヘル地域、地中海地域、アフリカ南部や南アジアの一部では減少した。1970年代以降、世界的に干ばつの影響を受ける地域が拡大した可能性が高い<sup>2</sup>。{1.1}

過去50年間に、陸上のほとんどの地域で、寒い日、寒い夜及び霜が降りる日の発生頻度は減少し、また、暑い日、暑い夜の発生頻度が増加した可能性が非常に高い。ほとんどの陸域で熱波の頻度が増加し、また、ほとんどの地域で、大雨の頻度が増加している可能性が高い。極端な高潮位の発生<sup>3</sup>についても、1975年以降全世界的に増加している可能性が高い。{1.1}

1970年頃以降、北大西洋の強い熱帯低気圧の強度が増してきたことを示す観測によって得られた証拠があるが、その他の地域については、増加についての証拠は限られている。熱帯低気圧の年間発生数に明確な傾向はない。熱帯低気圧の活動に関する長期的傾向、特に1970年より前の傾向を確かめることは困難である。{1.1}

20世紀後半の北半球の平均気温は、過去500年間の内どの50年間よりも高かった可能性が非常に高く、少なくとも過去1300年間の内で最も高温であった可能性が高い。{1.1}

**すべての大陸及びほとんどの海洋での観測<sup>4</sup>によって得られた証拠は、多くの自然システムが、地域的な気候変動、とりわけ気温上昇の影響を受けつつあることを示している。{1.2}**

雪氷及び凍土の変化が、氷河湖の数の増加と規模の拡大、山岳地域及びその他の永久凍土地域における地盤の不安定化、北極及び南極のいくつかの生態系における変化をもたらしたことは、確信度が高い。{1.2}

いくつかの水文システムもまた、氷河や雪解け水に涵養される多くの河川での流量増加と春の流量ピーク時期の早まりや、河川や湖沼の水温上昇による水温分布や水質への効果を通じて影響を受けていることは、確信度が高い。{1.2}

陸域生態系において、春季現象の早期化や、植物種及び動物種の生息範囲の極方向・高標高方向への移動が、最近の温暖化に関連していることは、確信度が非常に高い。いくつかの海洋及び淡水のシステムにおいて、藻類、プランクトン及び魚類の生息範囲の移動と存在量の変化が水温の上昇、並びにそれと関連した、氷による被覆、塩分濃度、酸素濃度、及び循環における変化と結びついていることは、確信度が高い。{1.2}

75の研究から得られた29,000以上の観測データ群が多くの物理・生物システムにおける有意な変化を示しているが、その89%以上が、昇温への反応として予想される変化

1 角括弧の中の数字は最良の評価を挟んだ90%の信頼区間を示す。つまり、値が角括弧の中で与えられた範囲を上回る可能性と値がその範囲未満となる可能性がそれぞれ5%ある。信頼区間の幅は、対応する最良の評価に対して必ずしも対称とは限らない。

2 斜字体は不確実性及び確信度の度合いを示す。関連用語については本編「はじめに」内のボックス「不確実性の扱い」に示す。

3 津波は気候変化によらないため含まない。極端な高潮位の発生は、平均海面水位及び地域的な気象システムに依存する。ここで、極端な高潮位は、ある観測所において一定の期間に観測された一時間ごとの海面水位のうち、最も高い1%と定義する。

4 主として、1970年以降の期間をカバーするデータセットに基づく。

気温、海面水位及び北半球の積雪面積の変化

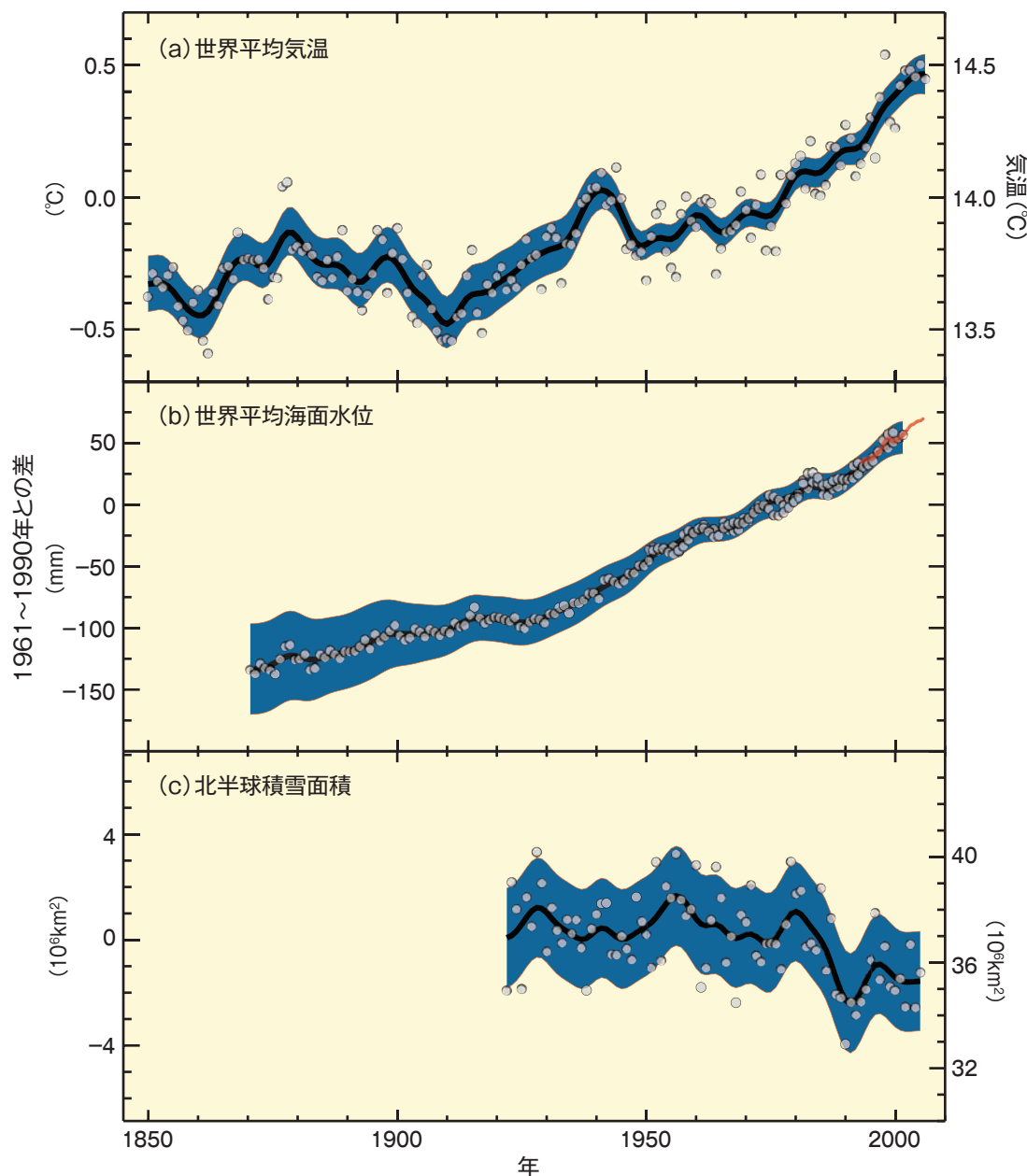


図 SPM.1. (a) 世界平均地上気温；(b) 潮位計（青）と衛星（赤）データによる世界平均海面水位；(c) 3～4 月における北半球の積雪面積、それぞれの観測値の変化。すべての差は、1961～1990 年の平均からの差である。滑らかな曲線は 10 年平均値、丸印は各年の値をそれぞれ示す。陰影部は (a, b) 既知の不確実性の包括的な分析から推定された不確実性の幅、(c) 時系列から得られた不確実性の幅。【図 1.1】

の方向と合致している (図 SPM.2)。しかしながら、観測された変化に関するデータや文献には地理的バランスが著しく欠如しており、特に途上国においてそれらの不足が目立つ。【1.2, 1.3】

多くは適応や気候によらない要因のために識別することが困難であるものの、地域的な気候変動が自然・人間環境に及ぼすその他の影響が現れていることは、確信度が中程度である。【1.2】

これらには、気温上昇の以下への影響が含まれる：【1.2】

- ・ 北半球高緯度域における農業・林業の管理への影響、例

例えば、春の作物の作付けの早期化、火事や害虫による森林の攪乱レジーム変化

- ・ 人間の健康に関するいくつかの様相。例えば、ヨーロッパにおける暑熱に関連した死亡、いくつかの地域における感染症媒介動物、及び北半球の高・中緯度域におけるアレルギー誘発性花粉の変化
- ・ 北極圏におけるいくつかの人間活動 (例えば、狩猟や雪上・氷上の移動) 及び低標高の山岳地域におけるいくつかの人間活動 (例えば山岳スポーツ)

物理・生物システム及び地上気温の変化 1970～2004年

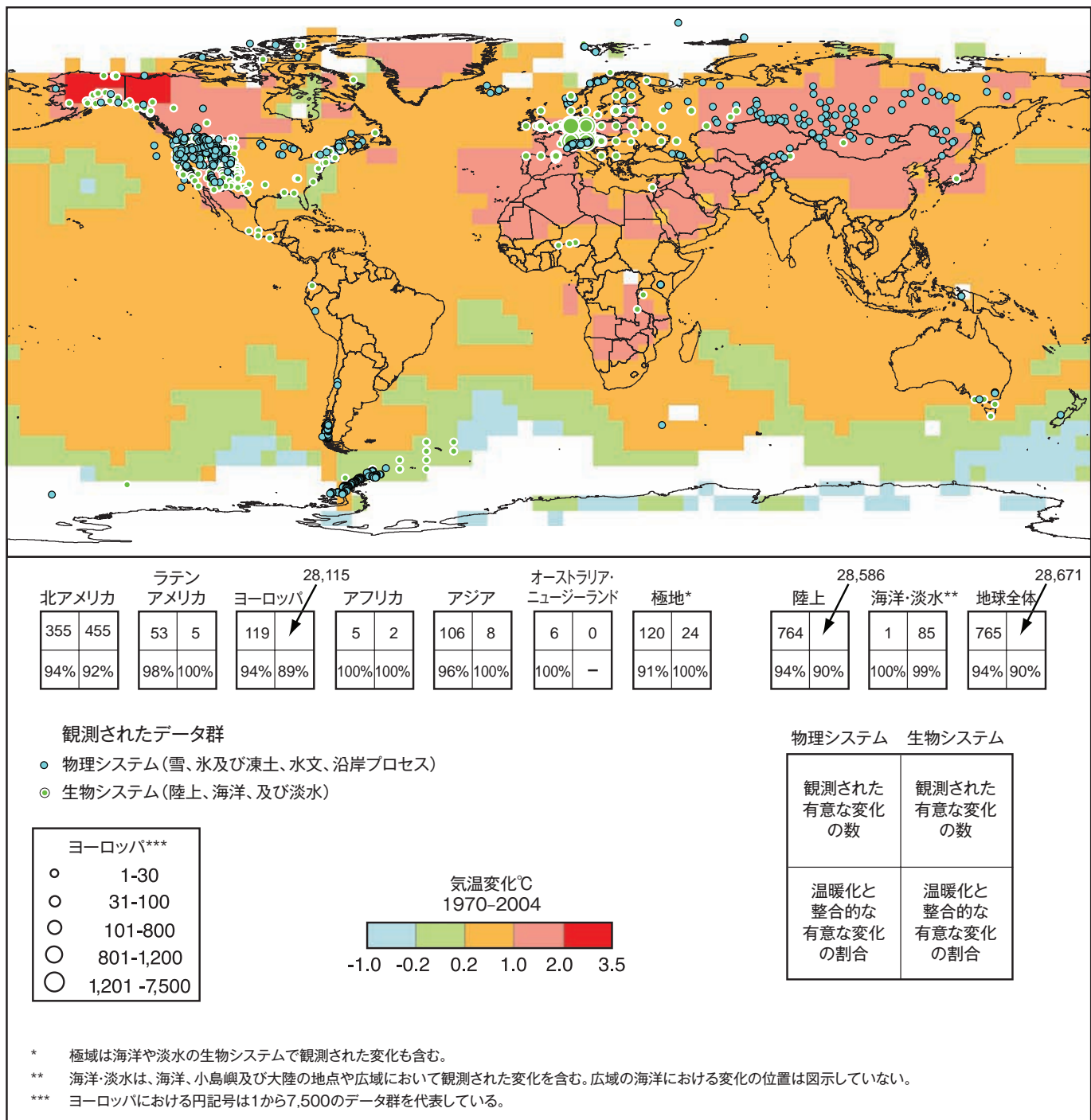


図 SPM.2. この図は、物理システム(雪氷、凍土、水文及び沿岸プロセス)及び生物システム(陸域、海洋及び淡水の生物システム)のデータ群における有意な変化があった地点を、1970年から2004年間の地上気温の変化とともに示している。577の研究による約80,000件のデータ群から約29,000件のデータ群が選ばれた。これらは、以下の基準に合致するものである：(1) 1990年から以降まで続く；(2) 少なくとも20年間は継続している；(3) 各研究における評価で、いずれかの方向に有意な変化を示している。これらのデータは約75件の研究(うち約70件は第3次評価報告書以降の新しい研究)から引用されており、約29,000件のデータ群を含み、うち約28,000件はヨーロッパの研究によるものである。空白で示された地域は、気温のトレンドを推定するに足るだけの気候観測データを有していない。2x2ます目のボックスでは、有意な変化を示したデータ群の総数(上列)とそれらのうち温暖化と整合するものの割合(下列)を以下の地域について示している、(i) 大陸地域：北アメリカ、ラテンアメリカ、ヨーロッパ、アフリカ、アジア、オーストラリア・ニュージーランド、及び極域、(ii) 地球規模：陸域、海洋・淡水、及び地球全体。7つの地域ボックスの研究数の合計は、地球全体の数に満たないが、これは極域以外の地域の数には海洋・淡水システムに関するものが含まれていないためである。広域にわたる海洋変化の地点は地図上には示されていない。[図1.2]



## 2. 変化の原因

大気中における温室効果ガスとエアロゾルの濃度の変化や、地表面及び太陽放射の変化は、気候システムのエネルギーバランスを変化させる。{2.2}

**世界の温室効果ガスの排出量は、工業化以降、人間活動により増加しており、1970年から2004年の間に70%増加した(図SPM.3)。<sup>5</sup> {2.1}**

二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)は最も重要な人為起源の温室効果ガスである。その年間排出量は、1970年から2004年の間に約80%増加した。エネルギー供給における単位エネルギー当たりのCO<sub>2</sub>排出量の減少という長期的な傾向は、2000年以降反転している。{2.1}

**世界のCO<sub>2</sub>、メタン(CH<sub>4</sub>)及び一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)の大気中濃度は、1750年以降の人間活動の結果、大きく増加してきており、氷床コアから決定された、工業化以前の何千年にもわたる期間の値をはるかに超えている。{2.2}**

2005年における大気中CO<sub>2</sub>濃度(379ppm)及びメタン濃度(1774ppb)は、過去約65万年間の自然変動の範囲を

はるかに上回っている。世界の大气中のCO<sub>2</sub>濃度上昇の主要な原因は化石燃料の使用であり、土地利用の変化も重要であるがその影響は小さい。観測されたメタン濃度の増加は主として農業や化石燃料の使用による**可能性が非常に高い**。メタン濃度の増加率は1990年代はじめ以降、鈍化した。これは、この時期の総排出量(人為起源及び自然起源の排出量の合計)がほぼ一定であったことと整合している。N<sub>2</sub>O濃度の増加は主として農業によるものである。{2.2}

1750年以降の人間活動が、正味の温暖化効果を持つとの結論の**確信度は非常に高い**。<sup>6</sup> {2.2}

**20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の観測された増加によってもたらされた可能性が非常に高い。<sup>7</sup> 過去50年にわたって、各大陸において(南極大陸を除く)、大陸平均すると、人為起源の顕著な温暖化が起こった可能性が高い(図SPM.4)。{2.4}**

過去50年間の太陽及び火山の活動による放射強制力の合計は、寒冷効果を生み出した**可能性が高い**。観測された温暖化の分布とその変化は、人為起源の強制力を取り入れたモデルによってのみ再現される。大陸規模より小さなスケールの気温変化についての観測結果を再現し、また、変化の要因を特定するのはまだ困難である。{2.4}

世界の人為起源の温室効果ガス排出

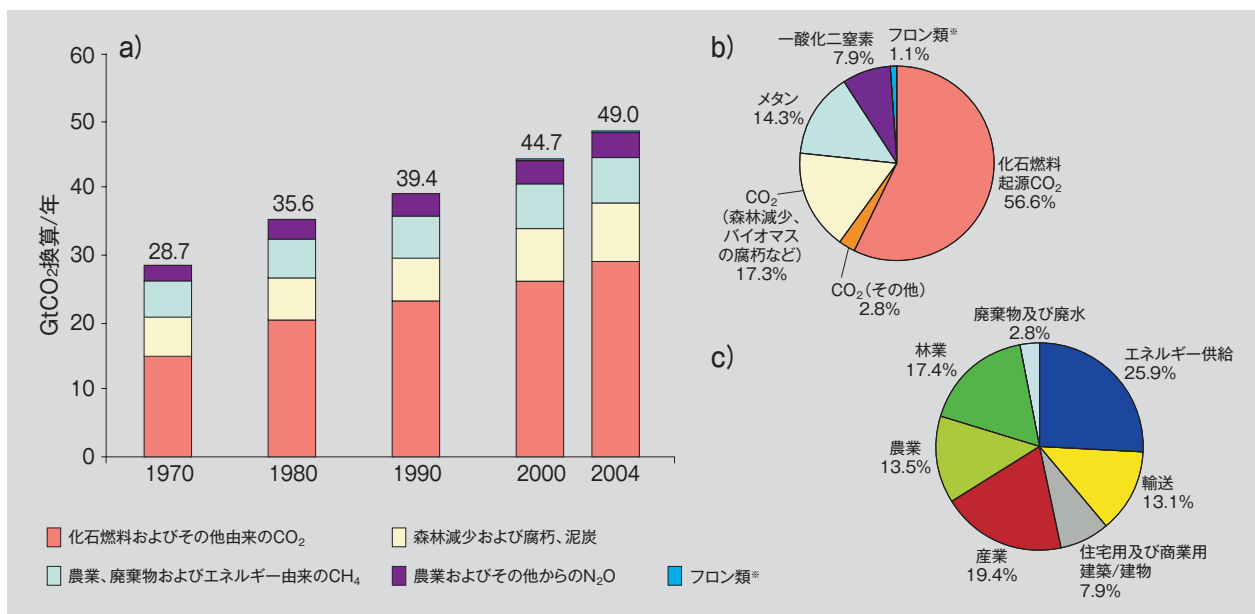


図 SPM.3. (a) 1970～2004年の世界の人為起源温室効果ガスの年間排出量<sup>5</sup>、(b) 2004年の人為起源温室効果ガス総排出量に占めるガス別排出量の内訳(CO<sub>2</sub>換算ベース)、(c) 2004年の人為起源温室効果ガス総排出量に占める部門別排出量(CO<sub>2</sub>換算ベース)の内訳。(森林部門には森林減少を含む) {図2.1}

5 気候変動枠組条約で扱われるCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub>のみを含む。これらの排出量は気候変動枠組条約で報告されている数値と整合するそれぞれの100年基準の地球温暖化係数(GWP)により重みづけされている。

6 温室効果ガスの増加は地表面を昇温させる傾向があり、エアロゾルの増加の正味の効果は地表面を降温させる傾向がある。工業化以降の人間活動は正味の温暖化効果を持つ傾向にある(+1.6[+0.6～+2.4]W/m<sup>2</sup>)。それに比較して、太陽放射量の変化がもたらした正味の温暖化効果は小さいと推定される(+0.12[+0.06～+0.30]W/m<sup>2</sup>)。

7 残っている不確実性は現在の方法論に基づいて検討されたものである。

※ 【訳注】原文ではF-gases(ハイドロフルオロカーボン(HFCs)、パーフルオロカーボン(PFCs)、六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>))

### 世界規模及び大陸規模の気温変化

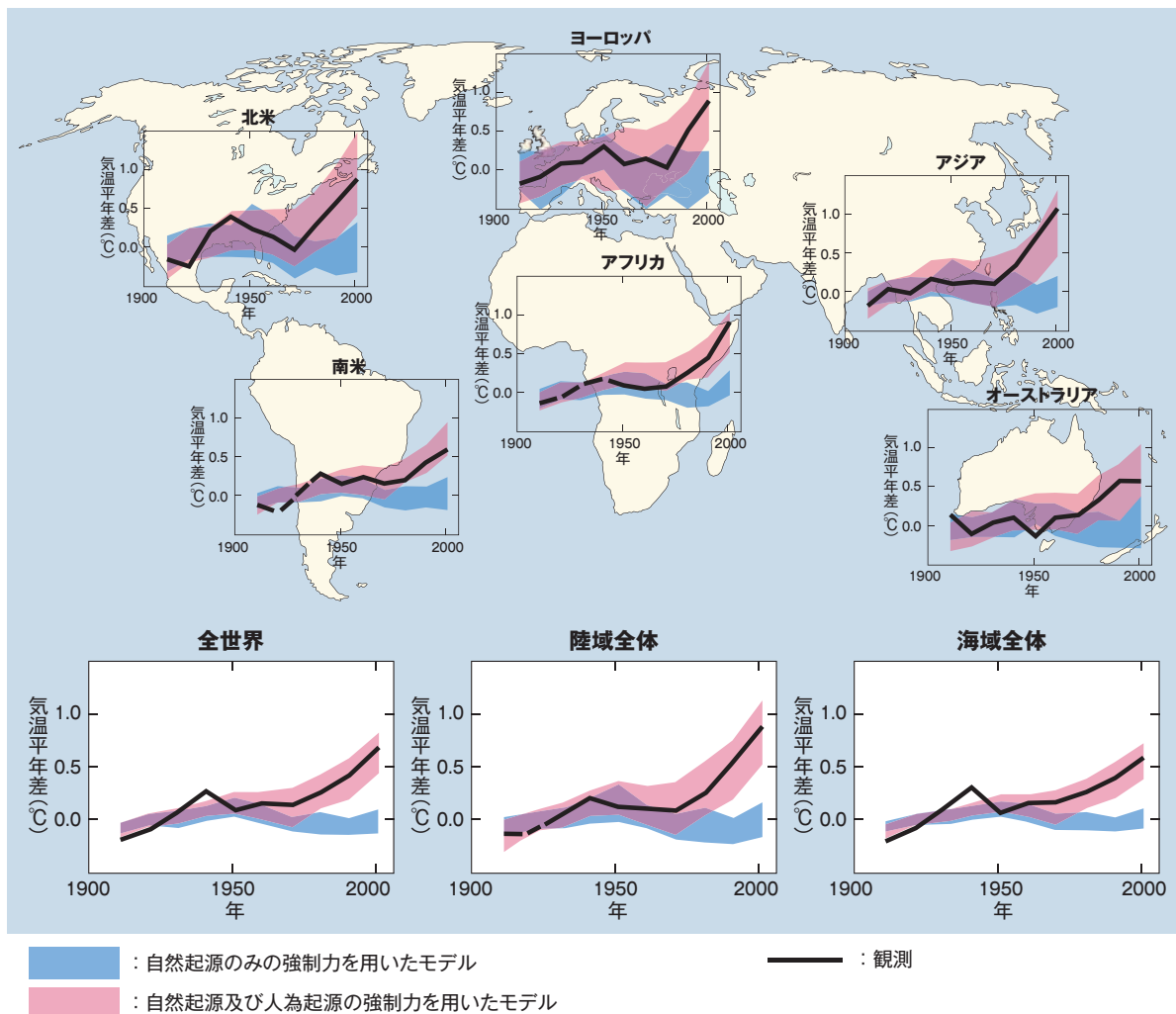


図 SPM.4. 観測された大陸規模及び世界規模の地上気温の変化と、自然起源のみ、または、自然起源及び人為起源の放射強制力を用いた気候モデルによるシミュレーション結果との比較。観測された10年平均値は、1906～2005年の期間について示され(黒線)、1901～1950年の平均と比較した各10年ごとの値を年代の中央にプロットしている。観測面積が全体の50%未満の期間は破線で示す。青帯は、太陽活動と火山による自然起源の強制力のみを考慮した5つの気候モデルによる19のシミュレーションの5～95%が含まれる範囲を示す。また、赤帯は、自然起源と人為起源の放射強制力を共に考慮した、14の気候モデルによる58のシミュレーションの5～95%が含まれる範囲を示す。{図2.5}

第3次評価報告書以降の進展により、識別可能な人間の影響が平均気温以外の気候のその他の側面にも及んでいることが明らかになった。{2.4}

人間活動の影響の例: {2.4}

- ・ 20世紀後半の海面水位上昇に寄与した可能性が非常に高い。
- ・ 風の分布の変化に寄与し、温帯低気圧の進路及び気温の分布に影響を与えた可能性が高い。
- ・ 極端に暑い夜、寒い夜と寒い日の気温を上昇させた可能性が高い。
- ・ 熱波のリスクを高めたり、1970年代以降の干ばつの影響を受ける地域を増加させ、大雨の頻度を増加させた可能性がどちらかと言えばある。

過去30年間にわたる人為起源の温暖化が、地球規模で、多くの物理・生物システムにおいて観測された変化に識別可能な影響を既に及ぼしている可能性が高い。{2.4}

地球全体で見ても有意に温暖化している地域と、多くのシステムで温暖化と整合した有意な変化が観測されている場所との空間的な一致が、自然変動性のみ起因しているという可能性は非常に低い。いくつかのモデリング研究では、物理・生物システムにおける、いくつかの特定の反応を人為起源の温暖化に結びつけている。{2.4}

現在、観測された自然システムの反応を、人為起源の温暖化に、より完全に原因特定することが妨げられているのは、多くの影響研究で扱う時間スケールが短いこと、自然気候変動性は地域規模の方が大きいこと、非気候要因の寄与があること、また研究が扱う空間的な範囲が限定されていることによる。{2.4}

### 3. 予測される気候変動とその影響

**現在の気候変動緩和政策及び関連する持続可能な開発の実践では、世界の温室効果ガス排出量は今後数十年間増加し続けるという意見の一致度は高く、多くの証拠がある。{3.1}**

IPCC排出シナリオに関する特別報告書(SRES2000)のシナリオは、世界の温室効果ガス排出量は、2000年から2030年までの間にCO<sub>2</sub>換算で25～90%の範囲で増加し(図SPM.5)、化石燃料は、2030年及びそれ以降も世界のエネルギー構成の中で支配的な位置付けを維持すると予測する。より最近の追加的な緩和を考慮しないシナリオは同程度の幅である。<sup>8,9</sup> {3.1}

**温室効果ガスの排出が現在以上の速度で増加し続けた場合、21世紀にはさらなる温暖化をもたらされ、世界の気候システムに多くの変化が引き起こされるであろう。その規模は20世紀に観測されたものより大きくなる可能性が非常に高い(表SPM.1, 図SPM.5)。{3.2.1}**

SRES排出シナリオの範囲では、今後20年間に、10年当たり約0.2°Cの割合で気温が上昇すると予測される。たとえば、全ての温室効果ガス及びエアロゾルの濃度が2000年の水準で一定に保たれたとしても、10年当たり0.1°Cのさらなる昇温が予想されるであろう。その後の気温予測は、個別の排出シナリオに依存性が増すようになる。{3.2}

予測の幅(表SPM.1)は、第3次評価報告書の予測範囲とおおむね一致しているが、不確実性や気温の予測幅の上限は、第3次評価報告書における値よりも大きい。これは主に、利用可能なより広範なモデルが、より強い気候-炭素循環のフィードバックを示唆しているためである。温暖化により、大気中のCO<sub>2</sub>の陸地と海洋への取り込みが減少するため、人為起源の排出の、大気中への残留分が増加する。このフィードバック効果の強度はモデルによって著しく異なる。{2.3, 3.2.1}

海面水位の上昇については、これを引き起こすいくつかの重要な効果についての理解が非常に限られているため、本報告書では起こりやすさを評価したり、最良の推定値や海面水位の上昇の上限を示すことはしない。2090～2099年における世界平均海面水位の、モデルに基づく上昇予測

2000～2100年の温室効果ガス排出シナリオ(追加的な気候政策を含まない)及び地上気温の予測

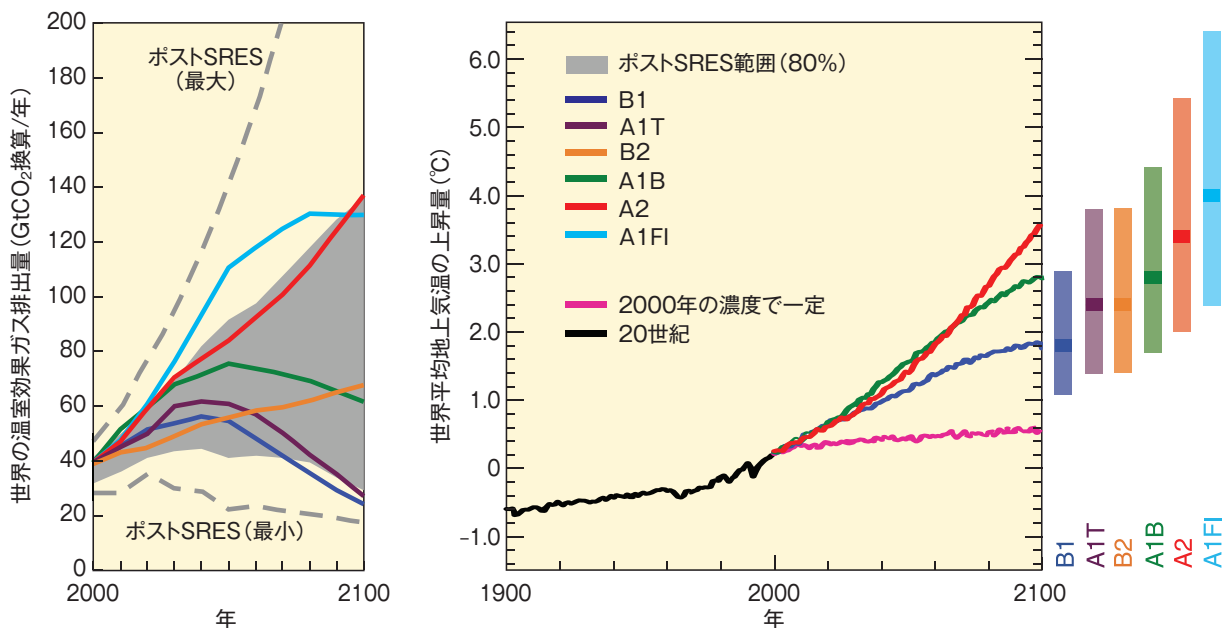


図 SPM.5. 左の図：追加的な気候政策を含まない場合の世界の温室効果ガス排出量(CO<sub>2</sub>換算)：6つのSRESマーカーシナリオ(彩色した線)、SRES以降に公表された最近のシナリオ(ポストSRES)の80パーセンタイル(灰色の彩色範囲)。点線はポストSRESシナリオ結果のすべての範囲を示す。排出量にはCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O及びフロンガスが含まれる。右の図：実線は、A2、A1B、B1シナリオにおける複数のモデルによる地球平均地上気温の昇温を20世紀の状態に引き続いて示す。これらの予測は短寿命温室効果ガス及びエアロゾルの影響も考慮している。ピンク色の線はシナリオではなく、2000年の大気中濃度で一定に保った大気海洋結合モデル(AOGCM)シミュレーションによるもの。図の右の帯は、6つのSRESシナリオにおける2090～2099年についての最良の推定値(各帯の横線)及び可能性が高い予測幅を示す。全ての気温は1980～1999年との比較。{図3.1, 図3.2}

8 SRES排出シナリオの説明については、本編 主題3のボックス‘SRESシナリオ’を参照。これらのシナリオは現行のものへの追加的な気候政策を含めていない；より最近の研究は、気候変動枠組条約や京都議定書の含め方の点で違いがある。([訳注]より最近の研究の中には気候変動枠組条約や京都議定書を考慮しているものがある。)  
9 緩和シナリオの排出経路については、第5節で議論される。



表 SPM.1. 21世紀末における世界平均地上気温の昇温予測及び海面水位上昇予測 [表3.1]

| シナリオ                         | 気温変化<br>(1980～1999年を基準とした2090～2099年の差(°C)) <sup>a,d</sup> |           | 海面水位上昇<br>(1980～1999年を基準とした2090～2099年の差(m)) |
|------------------------------|---|-----------|---|
|                              | 最良の推定値  | 可能性が高い予測幅 | モデルによる予測幅<br>(急速な氷の流出の力学的な変化を除く)            |
| 2000年の濃度<br>で一定 <sup>b</sup> | 0.6   | 0.3～0.9   | 資料なし  |
| B1シナリオ                       | 1.8   | 1.1～2.9   | 0.18～0.38                                   |
| A1Tシナリオ                      | 2.4   | 1.4～3.8   | 0.20～0.45                                   |
| B2シナリオ                       | 2.4   | 1.4～3.8   | 0.20～0.43                                   |
| A1Bシナリオ                      | 2.8   | 1.7～4.4   | 0.21～0.48                                   |
| A2シナリオ                       | 3.4   | 2.0～5.4   | 0.23～0.51                                   |
| A1FIシナリオ                     | 4.0   | 2.4～6.4   | 0.26～0.59                                   |

注釈：

- a) 気温は、観測値による制約や複合度において様々な階層に属するモデルから得られる最良の推定値と不確実性の予測幅である。
- b) 2000年の濃度で一定の構成は、大気海洋結合モデル(大気海洋大循環モデル(AOGCM))のみから得られたものである。
- c) 上記シナリオはすべて、6つのSRESマーカースシナリオである。2100年における、人為起源の温室効果ガスとエアロゾルの影響による放射強制力に相当するCO<sub>2</sub>換算濃度(第3次評価報告書第1作業部会報告p823を参照)は、B1, A1T, B2, A1B, A2及びA1FIの各SRESマーカースシナリオで、それぞれ約600、700、800、850、1250、1550ppmである。
- d) 気温変化は、1980～1999年の期間との差として表わされている。1850～1899年の期間に対する変化を表すためには、0.5°Cを足す。

を表SPM.1に示す。<sup>10</sup> 予測には、気候—炭素循環のフィードバックの不確実性を含んでおらず、また、氷床流出の変化の効果が全て考慮されているわけではない。そのため、予測幅の上限は海面水位の上昇の上限と理解されるべきではない。本予測には、グリーンランドと南極からの氷の流出(1993～2003年の観測から得られた流出率)が増加したことの寄与が取り入れられているが、その流出率は、将来増加する可能性も減少する可能性もある。<sup>11</sup> [3.2.1]

**昇温分布の変化や地域単位の特徴的な変化(風の分布、降水、極端現象や海氷現象の特徴など)に関する予測の信頼性は、第3次評価報告書よりも高まっている。[3.2.2]**

地域単位の変化に関する予測: [3.2.2]

- ・ 昇温は陸域と、ほとんどの北半球高緯度域において最大となり、南極海と北大西洋の一部で最小となる。これは観測された最近の変化傾向が継続するものである(図SPM.6)。
- ・ 積雪面積の縮小、ほとんどの永久凍土地帯における融解深度の深化、海氷面積の縮小が予測され、SRESシナリオによるいくつかの予測では、北極海の晩夏における海氷は、21世紀後半までにほぼ完全に消滅する。
- ・ 極端な高温や熱波、大雨の頻度が増加する可能性が非常に高い。
- ・ 熱帯低気圧の強度が増大する可能性が高い。世界的に熱帯低気圧の発生数が減少することへの信頼性は低い。

- ・ 温帯低気圧の進路の極方向への移動と、それに伴う、風・降水量・気温の分布の変化。
- ・ 降水量は、高緯度地域では増加する可能性が非常に高く、ほとんどの亜熱帯陸域においては減少する可能性が高い。これは、観測された最近の変化傾向を継続するものである。

今世紀半ばまでに、年間河川流量及び水利用可能量は高緯度地域(及びいくつかの熱帯湿潤地域)において増加し、中緯度のいくつかの乾燥地域及び熱帯地域において減少するという予測は確信度が高い。多くの半乾燥地域(例えば、地中海沿岸、米国西部、アフリカ南部、ブラジル北東部)は、気候変動に起因する水資源減少の被害を受けるという予測もまた確信度が高い。[3.3.1, 図3.5]

**第3次評価報告書以降の研究により、気候変動の変化の量及び速度の違いに応じた、影響が生じる時期や程度について、より系統的な理解が可能になってきた。[3.3.1, 3.3.2]**

システム及び分野に関する新しい情報の事例は、図SPM.7に示されている。上の図は気温の上昇に伴い増加する影響を示す。その程度と時期の推定は開発経路(下の図)によっても変化する。[3.3.1]

地域ごとの予測される影響の事例については表SPM.2に示す。

10 第3次評価報告書では2100年を対象とした予測を行ったが、本報告書では2090～2099年を予測対象としている。もし同じ方法で不確実性を扱ってれば、第3次評価報告書の予測幅は、表SPM.1と同程度となる。

11 さらに長期の予測については後述する。



### 地上気温の上昇の地理的分布

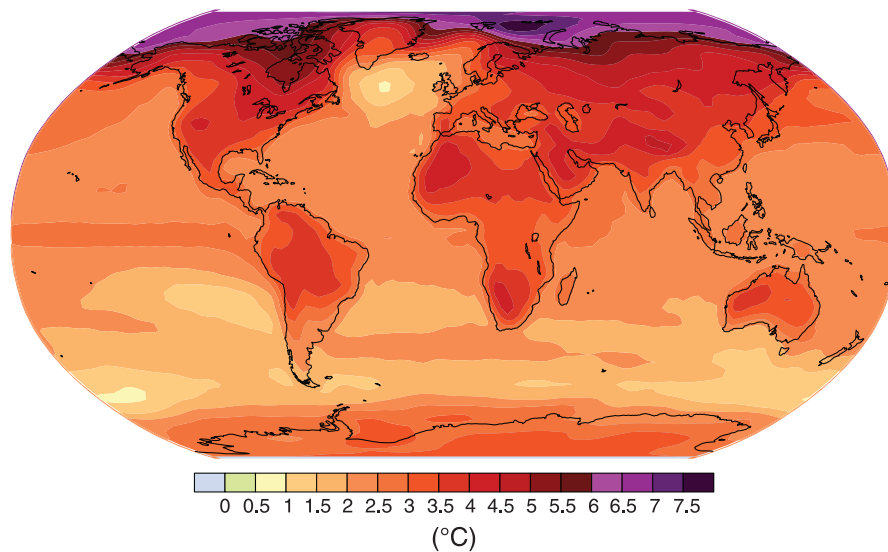


図 SPM.6. 21世紀末(2090～2099年)における地上気温の変化の予測。複数の大気海洋結合モデル(AOGCM)によって計算されたSRES A1Bシナリオの予測の平均値を示す。これら気温は1980～1999年との比較である。{図3.2}

いくつかのシステム、分野、及び地域は、気候変動により特に影響を受ける可能性が高い。<sup>12</sup> {3.3.3}

システム及び分野：{3.3.3}

- ・ 特定の生態系
  - 陸域：ツンドラ、北方林、山岳地域(昇温に対する感受性が高いため)；地中海性の生態系(降水量の減少により)；熱帯雨林(降水量の減少により)
  - 沿岸：マングローブや塩性湿地(複合的なストレスにより)
  - 海洋：サンゴ礁(複合的なストレスにより)；海水バイオーム(昇温に対する感受性が高いため)
- ・ 中緯度乾燥地域<sup>13</sup>及び乾燥熱帯域における水資源(降雨量及び蒸発散量の変化により)。雪氷融解に依存する地域
- ・ 低緯度地域の農業(水利用可能量の減少により)
- ・ 低平な沿岸システム(海面水位上昇及び極端な気象現象リスクの増加により)
- ・ 適応能力の低い人口集団の健康

地域：{3.3.3}

- ・ 北極：予測される急速な昇温率が自然システム及び人間社会に与える影響のため。

- ・ アフリカ：低い適応能力と予測される気候変動による影響のため。
- ・ 小島嶼：住民及びインフラが予測される気候変動による影響に強くさらされるため。
- ・ アジア及びアフリカのメガデルタ：人口の多さと、海面水位上昇、高潮及び河川洪水に強くさらされるため。

その他の地域においても、たとえ高所得地域であっても、特にリスクにさらされる人々(例えば、貧困者、幼児、高齢者)、地域及び活動が存在し得る。{3.3.3}

#### 海洋酸性化

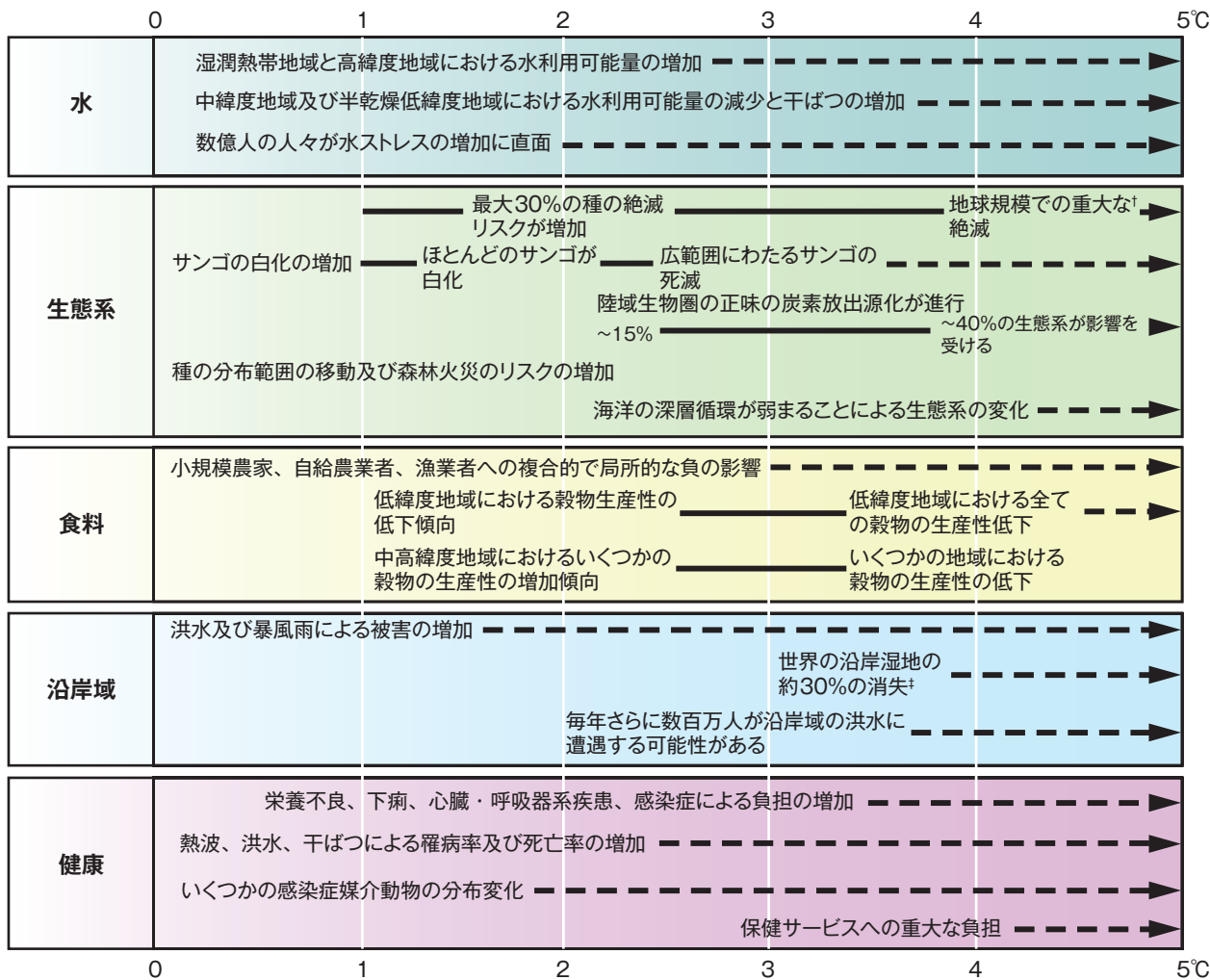
1750年以降の人為起源の炭素の吸収は、海洋をより酸性化させ、pHは平均で0.1減少した。SRESシナリオに基づく予測では、世界平均した海面のpHは21世紀に0.14～0.35減少すると予測される。観測された海洋の酸性化が海洋生物圏へ及ぼす影響については、まだ文書で立証されていないが、海洋酸性化が進行すると、海洋性殻形成生物(例えば、サンゴなど)とそれに依存する生物種に対して悪影響を与えることが予想されている。{3.3.4}

<sup>12</sup> 評価を行った文献についての専門家の判断に基づくものであり、気候変化の程度、時期、予測される速度、気候感度、適応能力を考慮している。  
<sup>13</sup> 乾燥及び半乾燥地域を含む。

### 世界平均気温の変化に伴う影響の事例

(影響は、適応の程度、気温変化の速度、社会経済の経路によって異なる)

1980～1999年に対する世界年平均気温の変化(°C)



† 「重大な」はここでは40%以上と定義する。 ‡ 2000年から2080年までの海面水位平均上昇率4.2mm/年に基づく

### 緩和策を考慮しないシナリオにおける1980～1999年に対する2090～2099年の気温上昇予測

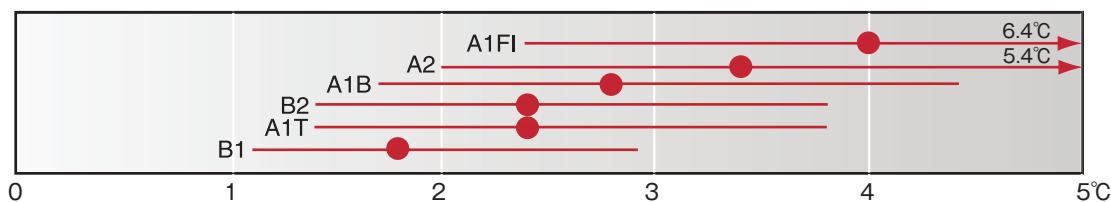


図 SPM.7. 予測される世界平均地上気温の上昇に伴う影響の事例。上の図:21世紀の世界平均地上気温の上昇量の違いに対応した気候変動(及び関連のある場合は海面水位、大気中の二酸化炭素)から予測される世界的な影響の例示。黒い線は影響間のつながりを表し、点線の矢印は気温上昇に伴い継続する影響を示す。文章の左端がその影響が出始めるおおよその気温上昇のレベルを示すように、事項の記述が配置されている。水不足と洪水に関する定量的な事項は、SRESのシナリオA1FI、A2、B1及びB2の範囲で予測される条件に対応した気候変動の追加的な影響を表す。気候変動に対する適応は本推定には含まれていない。全ての記述において確信度は高い。下の図:点及び帯は、6つのSRESシナリオにおける2090～2099年についての最良の推定値及び可能性が高い予測幅(1980～1999年との比較)。[図3.6]

表 SPM.2. 各地域における予測される影響の事例 {3.3.2}

|                   |  |
|-------------------|--|
| アフリカ              | <ul style="list-style-type: none"> <li>・2020年までに、7,500万～2億5千万人の人々が気候変動に伴う水ストレスの増大に曝されると予測される。</li> <li>・2020年までに、いくつかの国では、天水農業における収量は、最大50%まで減少し得る。多くのアフリカ諸国において、食料へのアクセスも含む農業生産は、激しく損なわれると予測される。このことは、食料安全保障に一層の悪影響を与え、栄養不良を悪化させるだろう。</li> <li>・21世紀末に向けて、予測される海面上昇は、大きな人口を擁する低平な沿岸域に影響を及ぼすであろう。その適応のコストは、国内総生産 (GDP) の少なくとも5～10%に達し得る。</li> <li>・2080年までには、一連の気候シナリオによると、アフリカでは乾燥地と半乾燥地が5～8%増加すると予測される。(TS)</li> </ul>   |
| アジア               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・2050年代までに、中央アジア、南アジア、東アジア及び東南アジアにおける淡水利用可能量は、特に大河川の流域において減少すると予測される。</li> <li>・沿岸地域、特に南アジア、東アジア及び東南アジアの人口が稠密なメガデルタ地帯は、海からの洪水の増加によって、またいくつかのメガデルタでは河川の洪水によって、最大のリスクに直面する。</li> <li>・気候変動は、急速な都市化、工業化、経済発展に伴う自然資源及び環境への圧力と複合すると予測される。</li> <li>・風土病の罹病率や主に洪水及び干ばつに伴う下痢性疾患による死亡者数は、水循環に予測される変化によって、東アジア、南アジア及び東南アジアで上昇すると予想される。</li> </ul>  |
| オーストラリア及びニュージーランド | <ul style="list-style-type: none"> <li>・2020年までに、グレートバリアリーフやクイーンズランド湿潤熱帯地域を含む、いくつかの生態学的に豊かな場所で、生物多様性の著しい喪失が起こると予測される。</li> <li>・2030年までに、オーストラリア南部及び東部、ニュージーランドのノースランドと東部地域の一部で、水の安全保障問題が強まると予測される。</li> <li>・2030年までに、オーストラリア南部及び東部の大部分と、ニュージーランド東部の一部においては、干ばつと火事の増加によって、農業及び林業の生産が減少すると予測される。しかしながら、ニュージーランドのその他いくつかの地域においては、当初は便益がもたらされると予測される。</li> <li>・2050年までに、オーストラリア及びニュージーランドのいくつかの地域において進行している沿岸開発と人口増加によって、海面水位上昇や、暴風雨及び沿岸洪水の激しさと頻度の増加によるリスクが増大すると予測される。</li> </ul> |
| ヨーロッパ             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動は、ヨーロッパの自然資源と資産の地域間格差を拡大すると予想される。悪影響には、内陸の鉄砲水のリスク増大と、(暴風雨と海面水位上昇による)より頻繁な沿岸洪水及び浸食の増大が含まれる。</li> <li>・山岳地域では、氷河の後退、雪被覆と冬季観光の減少、及び大規模な生物種の喪失(高排出シナリオの下では、いくつかの地域では2080年までに最大60%の喪失)に直面する。</li> <li>・ヨーロッパ南部では、気候変化は、すでに気候変動性に脆弱な地域の状況(高温と干ばつ)を悪化させ、水利用可能量、水力発電のポテンシャル、夏の観光、及び、一般的に、作物生産性を減少させると予測される。</li> <li>・気候変動は、また熱波に起因する健康リスクと森林火災の頻度を増加させると予測される。</li> </ul>   |
| ラテンアメリカ           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・今世紀半ばまでに、気温の上昇とそれに伴う土壌水分量の減少により、アマゾン東部地域の熱帯雨林がサバンナに徐々に取って代わられると予測される。半乾燥地域の植生は、乾燥地植生に取って代わられる傾向にある。</li> <li>・熱帯ラテンアメリカの多くの地域においては、生物種の絶滅による重大な生物多様性の喪失リスクが存在する。</li> <li>・いくつかの重要な農作物の生産性が下がり、家畜生産力も低下するため、食料安全保障に悪影響をもたらすと予測される。温帯地域では、大豆の収量が増加すると予測される。全体として、飢餓リスクにさらされる人口が増加すると予測される。(TS、確信度が中程度)</li> <li>・降水パターンの変化と氷河の消滅は、飲料水、農業、エネルギー生産のための水利用可能量に著しい影響を与えると予測される。</li> </ul>  |
| 北アメリカ             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・西部山岳地帯における温暖化は、積雪の減少、冬季洪水の増加及び夏季河川流量の減少をもたらす、過度に割り当てられた水資源をめぐる競争を激化させると予測される。</li> <li>・今世紀初めの数十年間におけるさほどひどくない程度の気候変動は、天水農業の総収量を5～20%増加させるが、地域間で重要な変動性が生じると予測される。主要な課題は、適切な生育温度範囲の高温限界に近いところにある作物や、利用度の高い水資源に依存する作物に関して予測されている。</li> <li>・現在、熱波に見舞われている都市は、今世紀中に熱波の数、強度、継続期間の増加によって一層の困難を経験し、これに伴い健康に悪影響を及ぼす可能性があると予想される。</li> <li>・沿岸のコミュニティと居住は、開発や汚染と相互作用する気候変動の影響によりストレスが増加する。</li> </ul>  |

続く

表 SPM.2. 続き

|            |   |
|------------|---|
| <b>極域</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・予測される生物物理的影響の主なものは、氷河、氷床及び海氷の厚さと面積の減少と、渡り鳥、哺乳動物及び高次捕食者を含む多くの生物に悪影響を及ぼす自然生態系の変化であると予測される。</li> <li>・北極地方の人間社会では、影響、とりわけ雪氷の状態の変化による影響は混在していると予測される。</li> <li>・有害な影響には、インフラや伝統的な先住民の生活様式への影響が含まれるだろう。</li> <li>・両極域において、特定の生態系と生息環境は、外来生物種の侵入を防いできた気候障壁が低くなることから、脆弱になると予測される。</li> </ul>           |
| <b>小島嶼</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・海面水位上昇は、浸水、高潮、浸食及びその他の沿岸災害を悪化させ、その結果、島の地域社会を支える肝要なインフラ、住宅地、及び施設を脅かすと予想される。</li> <li>・例えば、海岸侵食やサンゴの白化などによる沿岸の状態の悪化は、地域の資源に影響を及ぼすと予想される。</li> <li>・今世紀半ばまでに、気候変動は、カリブ海や太平洋などの多くの小島嶼において、小雨期における需要を満たすのに不足するところまで水資源を減少させると予想される。</li> <li>・気温上昇に伴い、特に中・高緯度の小島嶼において、非在来種の侵入が増加すると予想される。</li> </ul> |

注釈：

明示的に示されない限りは、すべての記入事項は第2作業部会SPMの本文から引用されており、それぞれの部門（農業、生態系、水、沿岸域、健康、産業及び居住）に関する非常に高いまたは高い確信度の記述である。第2作業部会SPMでは、これら記述の出典、時期、気温に言及している。最終的に現実化するその影響の程度と時期については、気候変動の度合いと速度、排出シナリオ、開発経路及び適応に応じて異なる。

**極端な気象現象の頻度と強度の変化及び海面水位上昇は、自然及び人間システムに、主として悪影響を及ぼすと予想される。{3.3.5}**

極端現象及び分野についての事例を表SPM.3に示す。

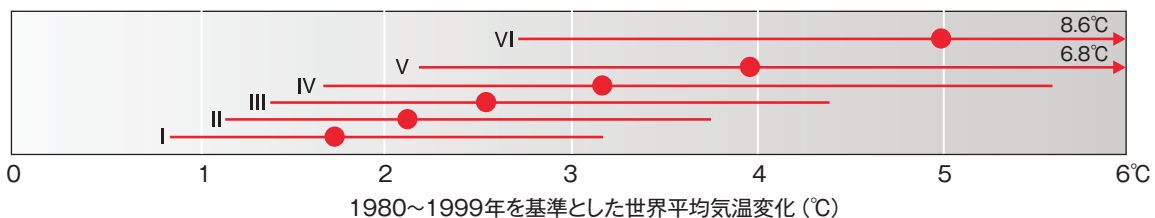
**気候に関する諸過程やフィードバックに関連した時間スケールのため、たとえ温室効果ガス濃度が安定化したとしても、数世紀にわたって人為起源の気温上昇や海面水位上昇が続く。{3.2.3}**

第4次評価報告書第3作業部会報告の6つの安定化カテゴリに対応して推定される長期(数世紀)の昇温を、図SPM.8に示す。

グリーンランドの氷床の縮小が続き、2100年以降の海面水位上昇の要因となると予測される。現在のモデルでは、(工業化以前と比較して)世界の平均気温が1.9～4.6℃上昇し、その状態が数千年間持続すれば、グリーンランド氷床はほぼ完全に消滅し、約7mの海面水位上昇に寄与するだろう。グリーンランドにおける将来の気温は、125,000年前の最後の間氷期の推定気温に匹敵するが、古気候の記録が示すとおり、この時は極域の雪氷面積の減少と4～6mの海面水位上昇が起きた。{3.2.3}

現在の全球モデルを用いた研究によれば、南極の氷床は十分に低温で、広範囲にわたる表面の融解は起こらず、むしろ降雪が増加するためその質量は増加すると予測される。しかしながら、力学的な水の流出が氷の質量収支において支配的であるならば、氷床質量が純減する可能性がある。{3.2.3}

**第4次評価報告書の安定化カテゴリに対する数世紀間の気温上昇推定(1980～1999年基準)**



**図 SPM.8.** 第4次評価報告書第3作業部会報告の6つの安定化カテゴリに関する長期(数世紀)気温上昇予測(表SPM.6)気温の指標については、工業化以前から1980～1999年にかけての昇温分の約0.5℃を表SPM.6の値から差し引いている。ほとんどの安定化レベルについては、世界平均気温は数世紀をかけて平衡するレベルへ近づいていく。気候感度を3℃と仮定したモデルにおいては、2100年までにSRES B1及びA1Bに相当する安定化レベル(600ppm(CO<sub>2</sub>換算)及び850ppm(CO<sub>2</sub>換算)；カテゴリIV及びV)を実現するような温室効果ガス排出シナリオについて、安定化が実現するタイミングに、予測される世界平均気温上昇の約65～70%が起こると予測している。より低い安定化シナリオ(カテゴリI及びII、図SPM.11)については、より早期に平衡気温に到達するだろう。{図3.4}



**表 SPM.3.** 21世紀半ば及び後期までの予測に基づいた、極端な気象及び気候現象の変化によって起こりうる気候変動の影響の例。これらは適応能力の変化や発達を考慮していない。2列目の可能性の推定は、1列目に記載された現象について述べている。{表3.2}

| 現象 <sup>a</sup> 及び傾向の方向性            | SRESシナリオを用いた21世紀の予測に基づく将来傾向の可能性 | 各分野に予測される主な影響例                                      |  |  |  |
|-------------------------------------|---------------------------------|---|--|--|--|
|                                     |                                 | 農業／林業／生態系   | 水資源  | 人間健康   | 産業／居住／社会   |
| ほとんどの陸域で、寒い日や夜の減少と昇温、暑い日や夜の頻度の増加と昇温 | ほぼ確実である <sup>b</sup>            | 寒冷環境での収量の増加<br>温暖環境での収量の減少<br>昆虫の大発生の増加             | 雪融けに依存した水資源への影響<br>いくつかの水供給への影響              | 寒冷曝露の減少による死亡率の低下                                     | 暖房のエネルギー需要の減少<br>冷房のエネルギー需要の増加<br>都市の大気の質の悪化<br>雪氷による輸送分断の減少<br>冬季観光への影響 |
| ほとんどの陸域で継続的な高温／熱波の頻度の増加             | 可能性が非常に高い                       | 熱ストレスによる温暖地域での収量の減少<br>森林火災の危険性の増加                  | 水需要の増加<br>水質の問題（例：藻の発生）                      | 特に高齢者や慢性の病気を有する人、幼児、社会的に孤立した人の暑熱関連の死亡リスクの増加          | 適切な住居を持たない温暖地域の人々の生活の質の低下<br>高齢者、幼児、貧困者への影響                              |
| ほとんどの地域で大雨の頻度の増加                    | 可能性が非常に高い                       | 農作物への被害<br>土壌の侵食、土壌への浸水による耕地の耕作不能化                  | 地表水及び地下水の水質への悪影響<br>給水の汚染<br>水不足は軽減されるかもしれない | 死亡、怪我及び伝染病、呼吸器疾患及び皮膚病のリスクの増加                         | 洪水による居住、商業、輸送及び社会の分断<br>都市部や農村部のインフラへの圧力<br>財産の損失                        |
| 干ばつの影響を受ける地域の増加                     | 可能性が高い                          | 土地の荒廃<br>収量の低下／作物の被害及び不作<br>家畜の死亡の増加<br>森林火災のリスクの増加 | より広範囲にわたる水ストレス                               | 食料及び水不足のリスクの増加<br>栄養不良のリスクの増加<br>水・食品を原因とする病気のリスクの増加 | 居住、産業、社会における水不足<br>水力発電のポテンシャルの低下<br>住民移住の可能性                            |
| 強い熱帯低気圧の活動度の増加                      | 可能性が高い                          | 農作物への被害<br>木々の風倒（根がえり）<br>サンゴ礁への被害                  | 公共の給水の断絶を引き起こす停電                             | 死亡、怪我、水・食品を原因とする病気のリスクの増加<br>心的外傷後ストレス障害             | 洪水及び強風による分断<br>民間保険会社の脆弱地域に対するリスク保障からの撤退<br>住民移住の可能性<br>財産の損失            |
| 極端な高潮位の発生の増加（津波を含まない） <sup>c</sup>  | 可能性が高い <sup>d</sup>             | 灌漑用水、河口、淡水システムの塩化                                   | 塩水の侵入による淡水利用可能量の減少                           | 洪水による溺死及び怪我のリスクの増加<br>移住に関連した健康影響                    | 沿岸防護コスト対土地利用の配置転換コスト<br>住民及びインフラの移動の可能性<br>また上記の熱帯低気圧の項も参照               |

注釈：

- a) 定義に関する更に詳細な点については、第1作業部会報告書の表3.7を参照
- b) 各年の最も極端な日中と夜間の温暖化
- c) 極端な高潮位は平均的な海面水位及び地域の気象システムによって左右される。これは、ある標準期間における観測地点で観測された海面水位の1時間値の上位1%の値と定義される。
- d) 全てのシナリオにおいて、2100年時点で予測される世界平均海面水位は標準期間よりも高い。海面水位の極端な現象に対する地域的気象システムの変化の影響は評価されていない。

**気候変動の速さと程度によっては、人為起源の温暖化により、急激あるいは不可逆的な影響が引き起こされる可能性がある。{3.4}**

極地陸域の氷床の部分的な減少は、数メートルの海面水位の上昇と、海岸線の重大な変化及び低平地の浸水をもたらし、河川デルタ及び低平小島嶼において最大の影響をも

たらす。そうした変化は千年規模の時間スケールで発生すると予測されているが、百年規模スケールのより急速な海面水位の上昇の可能性も排除できない。{3.4}

気候変動はいくつかの不可逆的な影響をもたらす可能性が高い。世界平均気温の上昇が1.5～2.5℃(1980～1999年との比較)を超えた場合、これまで評価された種の約20～30%は、絶滅するリスクが増す可能性が高いことは確信

度が中程度である。また、モデルによる予測は、世界平均気温の上昇が約3.5°Cを超えた場合、地球規模で重大な(評価された種の40~70%)絶滅をもたらすことを示唆している。{3.4}

現在のモデルによるシミュレーションでは、大西洋の深層循環は、21世紀中に弱まる可能性が非常に高いものの、大西洋及びヨーロッパの気温は上昇すると予測される。深層循環が21世紀中に突然大きく変化する可能性は非常に低い。長期にわたる深層循環の変化についての信頼できる予測はできていない。深層循環の大規模かつ持続的な変化による影響は、海洋生態系の生産力、漁業、海洋による二酸化炭素吸収、海洋の酸素濃度及び陸上植生への変化を伴う可能性が高い。陸域及び海洋の二酸化炭素吸収の変化は、気候システムへフィードバックをもたらすであろう。{3.4}

## 4. 適応と緩和のオプション<sup>14</sup>

広い範囲の適応オプションが利用可能であるが、将来の気候変動への脆弱性を軽減するためには、現在行われているよりも一層幅広い適応が必要である。障壁、限界及びコストが存在するが、これらは十分には理解されていない。{4.2}

それぞれの社会には、気象及び気候関連の事象による影響に適応してきた記録がある。それでもなお、予測される気候の変化及び変動性による悪影響を低減するためには、今後20年から30年の間に実施される緩和策の規模によらず、追加的な適応策が必要である。さらに、気候変動に対する脆弱性は、他のストレスによって一層悪化し得る。これらのストレスとは、例えば、現在の気候災害、貧困と資源への不平等なアクセス、食料不安、経済のグローバル化の傾向、紛争、HIV/エイズ等の疾病の発生などから生じる。{4.2}

気候変動に対して現在既に計画的に行われている適応もあるが、それらは限定的である。適応は、特に、より広範囲な分野別イニシアティブに組み込まれた時に脆弱性を減

少することができる(表SPM.4)。いくつかの部門には低コスト及び/又は高いコスト対便益比で実施できる適応策が存在していることは、確信度が高い。ただし、適応の地球規模のコストと便益に関する総合的な見積もりはまだ限られている。{4.2, 表4.1}

**適応能力は、社会や経済の発展と密接に関連しているが、社会間及び社会内で一様ではない。{4.2}**

さまざまな障壁が適応策の実施や効果を阻んでいる。適応能力は動的であり、その社会の生産力の基盤(自然及び人為的な資産価値、社会的ネットワーク及び社会保障、人的資源及び制度、ガバナンス、国民所得、健康及び技術など)の影響をうける。高い適応能力を有する社会でさえ、気候の変化及び変動性、または極端な現象に対しては脆弱である。{4.2}

ボトムアップ及びトップダウンの研究では、今後数十年にわたり、世界の温室効果ガスの排出量の緩和ではかなり大きな経済ポテンシャルがあり、それにより世界の排出量で予想される伸びを相殺する、または排出量を現在のレベル以下に削減する可能性があることについての意見の一致度は高く、多くの証拠がある(図SPM.9、SPM.10)。<sup>15</sup> トップダウンの研究とボトムアップの研究で得られる結果は、世界全体では一致する(図SPM.9)が、部門別レベルではかなりの違いが見られる。{4.3}

どの部門のどの技術であれ、ひとつの技術だけでは、その部門の全ての緩和ポテンシャルを提供できない。経済的緩和ポテンシャルは、市場緩和ポテンシャルよりも大きいのが通常であり、適切な政策を導入して障壁が排除されるときにのみ実現される(表SPM.5)。{4.3}

ボトムアップ研究によると、正味マイナスのコストを持つ緩和機会の場合、2030年頃までに排出量を約6GtCO<sub>2</sub>換算/年分削減するポテンシャルがある。これらの可能性を実現するには実施上の障壁を克服する必要がある。{4.3}

14 本節では適応と緩和を別々に取り扱うが、これらは相互補完的である。このテーマは議題5で扱う。

15 「緩和ポテンシャル」の概念は、ある価格(回避または削減されたCO<sub>2</sub>換算排出の単位当たりのコストとして表される)の下で、排出ベースラインに対して実現可能な温室効果ガス削減の規模を評価するために構築されてきた。緩和ポテンシャルはさらに「市場緩和ポテンシャル」と「経済的緩和ポテンシャル」に分けられる。

**市場緩和ポテンシャル**は、私人的コストと私的割引率(民間の消費者及び企業の観点を反映している)に基づく緩和ポテンシャルであり、現行の政策措置を含め、予想される市場状況の下で生じることが期待されるものの、実際のポテンシャルの実現は障壁により限定されることに注意。

**経済的緩和ポテンシャル**は、社会的コスト及び便益、さらには社会的割引率(社会の観点を反映しているもの。社会的割引率は民間投資家が用いるものよりも低い)を考慮して得られる緩和ポテンシャルであり、政策措置により市場効率が改善され障壁が排除されることを仮定する。

緩和ポテンシャルは、異なるタイプの手法を用いて推計される。**ボトムアップの研究**は、特定の技術及び規制に重点をおく緩和オプションの評価を基礎とする。これは典型的には、マクロ経済に変化はないとみなす部門別の研究である。**トップダウンの研究**は、経済全体における緩和オプションのポテンシャルを評価する。これらの研究は世界規模で一貫性のある枠組みと、緩和オプションについて集積された情報とを用い、マクロ経済や市場からのフィードバックを集約する。

表 SPM.4. 部門別の適応策の事例 [表 4.1]

| 部門                   | 適応オプション/戦略   | 基礎となる政策枠組  | 主要な制約要素と実施機会<br>(通常のフォント = 制約、斜字 = 機会)  |
|----------------------|--|--|---|
| 水                    | 雨水利用の拡大、貯水及び水の保全技法、水の再利用、淡水化、水利用と灌漑効率                                      | 国内水資源政策及び、水資源統合管理、水関連災害の管理                                     | 資金・人材・物理的障壁、統合水資源管理、他の部門との相乗効果  |
| 農業                   | 作付け時期及び作物種の調整、作付け場所の移動、土地管理の改善、(例、侵食管理及び植林による土壌保護)                         | 研究開発政策、制度改革、土地の所有権と土地改革、訓練、能力開発、作物保険、資金面でのインセンティブ、例えば、補助金・税控除  | 技術的及び資金的制約、新種へのアクセス、市場、高緯度での生育期間長期化、「新」生産品による収入   |
| インフラ/居住<br>(沿岸地帯を含む) | 移転、防波堤、高潮用防壁、砂丘の補強、海面水位上昇及び洪水に対する緩衝地帯としての土地の取得と沼地/湿地の構築、既存の自然障壁の保護         | 気候変動への配慮を設計に取り入れる基準及び規制、土地利用政策、建築コード、保険                        | 資金的及び技術的障壁、移転スペースの利用可能性、統合的な政策及び管理、持続可能な開発目標との相乗効果  |
| 人間の健康                | 熱一健康行動計画、救急医療サービス、気候の影響を受けやすい疾病の監視とコントロールの改善、安全な水と衛生状態の改善                  | 気候リスクを認識した公衆衛生政策、保健サービスの強化、地域協力と国際協力                           | 人間の許容限界(脆弱なグループ)、知識の限界、資金能力、保健サービスのレベルアップ、生活の質の向上   |
| 観光                   | 観光の魅力及び収入源の多角化、スキー場の高標高及び氷河への移動、人工雪  | 統合的な計画策定(例、運営能力、他部門との連携)、資金面でのインセンティブ、例えば補助金・税控除               | 新しい観光の魅力の宣伝/マーケティング、資金及びロジ面の課題、他部門への悪影響の可能性(例、人工雪の製造はエネルギー利用量を増加させる可能性がある)、「新しい」魅力からの収入、より広範な利害関係者グループの参加 |
| 運輸                   | 再編成/移設、道路・鉄道・その他インフラの設計基準及び計画策定を温暖化や排水に対応させる                               | 国内運輸政策に気候変動への配慮を組み入れる、例えば永久凍土地域などの特殊な状況に関する研究開発への投資            | 資金的及び技術的障壁、脆弱性の少ないルートの利用可能性、技術の改善及び主要部門(例、エネルギー)との統合  |
| エネルギー                | 地上送電の強化と分配用インフラ、ユーティリティ向け地下ケーブル敷設、エネルギー効率、再生可能エネルギー源の利用、単一のエネルギー資源への依存度の低減 | 国内エネルギー政策、規制、及び代替資源の利用促進を目的とした財政面・資金面でのインセンティブ、設計基準への気候変動の組み入れ | 有効な代替エネルギーへのアクセス、資金的及び技術的障壁、新技術の受け入れ、新技術の促進、現地資源の活用   |

注釈：  
多くの部門のその他事例には早期警戒システムが含まれる。

将来のエネルギーインフラに対する投資の意思決定は、2005年から2030年までに米ドルで20兆ドル<sup>16</sup>以上の投資が予想されており、温室効果ガス排出量に長期的な影響を及ぼす。これは、エネルギー設備及び他のインフラ資本在庫の寿命が長いためである。低炭素技術に対する早期の投資を魅力のあるものにしたとしても、低炭素技術の広範な

普及には何十年もかかる可能性がある。当初の推計値によると、2030年までに世界のエネルギー関連CO<sub>2</sub>排出量を2005年のレベルまで戻すには、投資パターンを大きく変える必要がある。ただし、必要な正味の追加投資額は、ほぼゼロから5~10%の範囲である。{4.3}

16 20兆=200,000億=20×10<sup>12</sup>

### 2030年における世界の経済的緩和ポテンシャル及び予測される排出量増加の比較

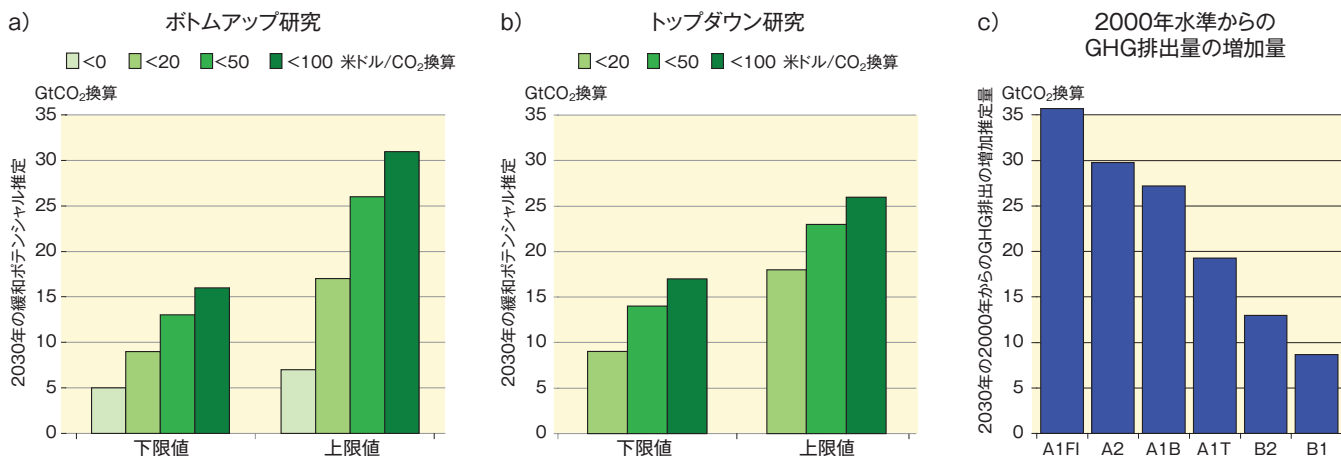


図 SPM.9. 2030年の世界経済的緩和ポテンシャル (a) ボトムアップ研究、(b) トップダウン研究、及び (c) SRESシナリオによる排出量増加予測 (2000年の温室効果ガス排出量、40.8GtCO<sub>2</sub>換算との比較) 注：SRESの結果と一貫性をもたせるため、2000年の温室効果ガス排出量には、伐採と森林減少後に残る地上バイオマスの腐朽、泥炭火災及び干上がった泥炭土から発生するCO<sub>2</sub>は含まない。[図4.1]

### ボトムアップ研究から推計される2030年時点の部門別の経済的緩和ポテンシャル

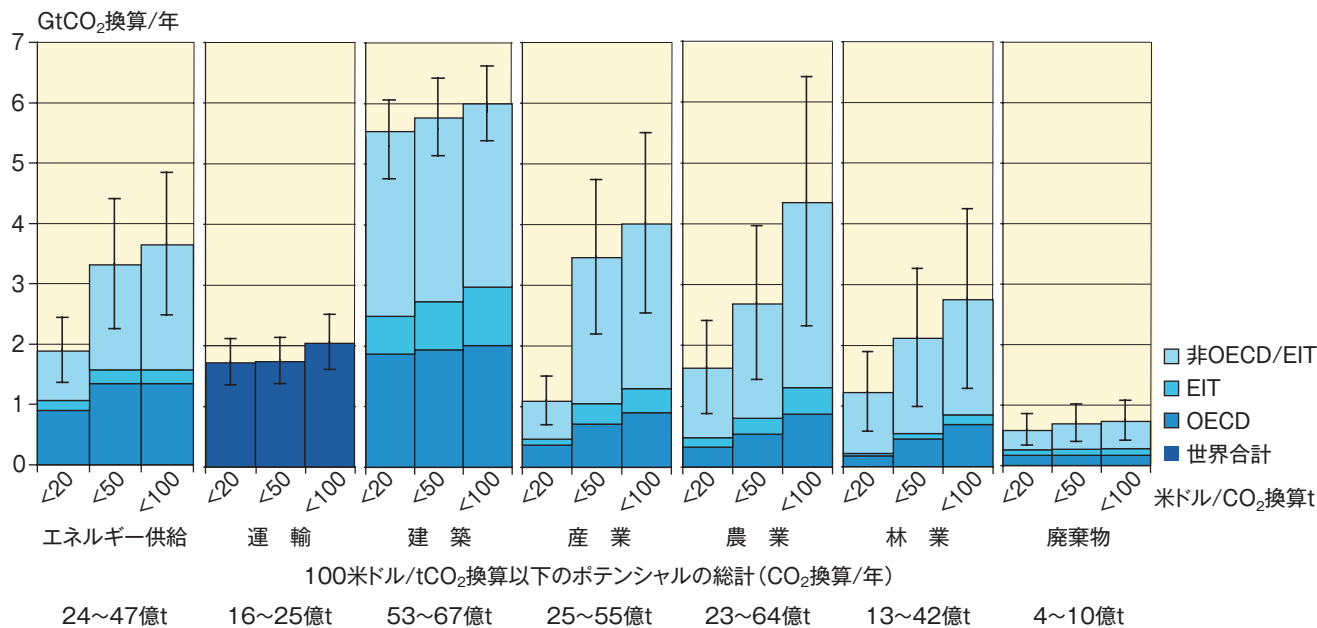


図 SPM.10. ボトムアップ研究から推計された2030年時点の部門別の経済的緩和ポテンシャルを、各部門を評価した際に仮定されたそれぞれのベースラインに対比したものを。ポテンシャルには、生活様式の変更など非技術的オプションは含まれない。[図4.2]

注釈：

- 各部門別について評価される世界の経済的ポテンシャルの範囲を縦軸に示す。この範囲は排出量の最終用途割当に基づくもので電力利用の排出量はエネルギー供給部門ではなく、最終用途部門に入れられる。
- ポテンシャルの推計は利用可能な研究が少ないことでの制約を受けた。特に炭素価格が高い場合の研究件数が少ない。
- 各部門で異なるベースラインが用いられた；産業部門では、SRES B2ベースラインが用いられたが、エネルギー供給部門、運輸部門では、WEQ2004のベースラインが用いられた；建築部門は、SRES B2及びA1Bの中間のベースラインに基づくものであり、廃棄物部門ではSRES A1Bの変動要素を用いて廃棄物に固有のベースラインを作成；農業及び林業では、主にSRES B2の変動要素を用いたベースラインが使われた。
- 運輸部門では世界の合計量だけが示されている。これは国際航空輸送が含まれているためである。
- 含まれていないカテゴリー：建築部門及び運輸部門の非CO<sub>2</sub>排出量、原材料効率オプションの一部、エネルギー供給部門における熱の生産とコジェネ、大型車両、船舶輸送、平均乗車人員の高い旅客輸送、建築物における最大コストオプション、排水処理、炭鉱及びガスパイプラインからの排出削減、エネルギー供給及び運輸部門からのフロンガス。これらの排出量が含まれないことによる経済的ポテンシャルの合計が過小評価される範囲は、10~15%程度である。



表 SPM.5. 選ばれた部門別の主要な緩和技術、政策及び措置、制約及び機会の例〔表 4.2〕

| 部門             | 現在商業的に利用可能な主要な緩和技術及び実施方法<br>斜字で示したのは今後2030年までに商業化が予測される主要な緩和技術及び実施方法  | 環境上効果があることが示された政策、措置と手法  | 主要な制約及び機会<br>(通常のフォント = 制約、斜字 = 機会)  |
|----------------|---|--|--|
| <b>エネルギー供給</b> | 供給及び流通効率の改善；石炭からガスへの燃料転換；原子力発電；再生可能な熱及び電力（水力、太陽エネルギー、風力、地熱、バイオエネルギー）；コジェネレーション；炭素回収貯留（CCS）の早期適用（例、天然ガスから分離したCO <sub>2</sub> の貯留）；ガス、バイオマス、石炭火力発電施設でのCCS；先進的原子力技術；潮汐及び波力発電、集中太陽熱、太陽光など先進的再生可能エネルギー | 化石燃料用助成金の削減；化石燃料への、課税または炭素課金<br>再生可能エネルギー技術に対する固定買取制度；再生可能エネルギーに関する導入義務；生産者向け助成金   | 取得権者の抵抗により実施が困難となる可能性<br>低排出技術用の市場創設が適切である可能性  |
| <b>運輸</b>      | より低燃費の車；ハイブリッド車；よりクリーンなディーゼル車；バイオ燃料；道路交通から鉄道及び公共交通システムへのモーダルシフト；非動力系の交通手段（自転車、徒歩）；土地利用と交通計画；第二世代バイオ燃料；より高効率な航空機；高信頼性・高出力バッテリーを用いた先進的な電気自動車、ハイブリッド車  | 義務的な燃費効率；バイオ燃料の混合及び道路輸送に関するCO <sub>2</sub> 基準<br>車の購入、登録、利用、車用燃料への課税；道路通行料、駐車料金<br>土地利用規制、インフラの計画によりモビリティのニーズに影響を及ぼす；魅力ある公共交通施設及び非動力系の交通システムへの投資 | 車の一部車種のみを対象とするなら効果が限定される可能性<br>高所得層では効果が落ちる可能性   |
| <b>建築</b>      | 効率的な照明及び採光；より効率的な電気器具・冷暖房設備；調理器具、断熱性能の向上；冷暖房用のパッシブ及びアクティブなソーラー設計；代替冷媒、フロングラスの回収と再利用；フィードバックと制御を提供する高性能な計測器等技術を含む、商業用建築物の総合設計；太陽光発電を取り入れた建築物   | 機器の基準とラベル表示<br>建築基準及び認証<br>需要側管理プログラム<br>公共部門主導のプログラム（政府調達含む）  | 定期的な基準の見直しの必要性<br>新規の建物に魅力的である。施行は困難となりうる<br>実効が得られるような規制が必要<br>政府調達によりエネルギー効率のよい製品の需要が広がりうる   |
| <b>産業</b>      | より効率的な末端電気機器；熱及び電力の回収；材料のリサイクルと代替；CO <sub>2</sub> 以外のガス排出量の制御；数々のプロセス固有の技術；先進的なエネルギー効率；セメント、アンモニア、鉄の製造でのCCS；アルミニウム製造における不活性電極   | エネルギーサービス企業（ESCOs）に対するインセンティブ<br>基準情報の提供；性能基準；助成金；税控除<br>排出権取引<br>自主協定   | 成功要因：第三者資本へのアクセス<br>技術の導入促進が適切である可能性<br>国際競争の観点では国内政策の安定が重要<br>予測可能な割当メカニズム及び安定した価格シグナルが投資には重要   |
| <b>農業</b>      | 土壌炭素貯留量増加のための作物耕作及び放牧用の土地の管理方法改善；耕作された泥炭質土壌と劣化土壌の回復；CH <sub>4</sub> 排出量削減のための稲作技法及び家畜及び堆肥の管理方法の改善；N <sub>2</sub> O排出量削減のための窒素肥料の利用技法改善；化石燃料の使用を代替するエネルギー専用穀物；エネルギー効率改善；作物収穫高の向上                   | 改善された土地管理に対する資金面でのインセンティブと規制；土壌炭素含有量保持；肥料と灌漑の効率的な利用  | 成功する要因には次のものが含まれる：明確な目標、ベースラインシナリオ、設計とレビューにおける第三者の参加、公式なモニタリングの提供、政府と産業の密接な協力<br>持続可能な開発及び気候変動に対する脆弱性の低減との相乗効果を促進する可能性があり、それにより実施障壁を克服 |
| <b>林業・森林</b>   | 新植樹林；再植林；森林管理；森林減少の低減；伐採木材製品の管理；化石燃料の使用を代替するバイオエネルギー用林業製品；バイオマスの生産性を向上させ、炭素固定を増加させるような樹種の品種改良；植生/土壌炭素の固定ポテンシャルを分析し、土地利用変化のマッピングに使用するリモートセンシング技術の向上  | 森林の拡大、森林減少の削減、森林の保持と管理に向けた資金面でのインセンティブ（国内、国際）；土地利用の規制と施行   | 制約には投資資本の不足、土地保有権条件問題が含まれる。<br>負因を緩和しうる  |
| <b>廃棄物</b>     | 埋立地メタンの回収；エネルギー回収を伴う廃棄物焼却；有機廃棄物のたい肥化；制御された廃水処理；リサイクル及び廃棄物の量を最小化；CH <sub>4</sub> 酸化を最適にするバイオカババーとバイオフィルタ   | 廃棄物及び廃水の管理の改善に対する資金面でのインセンティブ<br>再生可能エネルギーへのインセンティブまたは導入義務<br>廃棄物管理の規制   | 技術の普及を促進する可能性<br>地域における低価格燃料の利用可能性<br>施行戦略のある国レベルで最も効果的に適用される  |

緩和行動を促すインセンティブを持たせるため、各国政府が取りうる政策及び手法は多種多様である。それらの適用可能性は各国の国内事情や部門別のそれぞれの事情による。**(表SPM.5) {4.3}**

それらは、より広範な開発政策の中に気候政策を組み込むこと、規制措置と規制基準、税金及び課徴金、取引可能な排出権、資金面でのインセンティブ、自主協定、情報手法、研究開発／実証 (RD&D) を含む。{4.3}

効果的な炭素価格シグナルは、全ての部門において大きな緩和ポテンシャルの達成を可能にするかもしれない。炭素価格が2030年までに20～80米ドル/CO<sub>2</sub>換算tに上昇することは2100年までに約550ppmCO<sub>2</sub>換算で安定化することと整合性があることを、モデル研究が示している。これと同じ安定化レベルについては、誘発される技術変化により、価格範囲は2030年で、5～65米ドル/CO<sub>2</sub>換算tに下がるだろう。<sup>17</sup> {4.3}

緩和のための行動をとった結果得られる短期的な共同便益(大気汚染が緩和されることによる健康の改善など)は、緩和コストのかなりの部分を相殺する可能性があることについての意見の一致度は高く、多くの証拠がある。{4.3}

附属書 I 国による行動が世界経済及び世界の排出量に影響を与える可能性があること、ただし、炭素リーケージの大きさは依然として不確実であることについての意見の一致度は高く、証拠は中程度である。<sup>18</sup> {4.3}

化石燃料輸出国(附属書 I 及び非附属書 I 国の両方)では、第3次評価報告書で示唆されたように、緩和策政策により需要が減り、価格も下がり、GDPの成長も鈍化するだろう。この波及効果(スピルオーバー)の程度は、政策決定と石油市況に関する想定条件に、大きく左右される。{4.3}

生活様式や行動パターン・管理手法の変化が全ての部門にわたって気候変動の緩和に貢献し得ることについても意見の一致度は高く、中程度の証拠がある。{4.3}

**国際レベルで協力を行うことにより世界の温室効果ガス排出量を削減する多数のオプションが存在する。気候変動枠組条約及びその京都議定書の注目すべき功績は、気候問題への世界的な対応を確立し、一連の国内政策を推進し、国際的な炭素市場を創設し、さらに将来的な緩和努力の基礎となる可能性がある新しい制度的仕組みを構築したことであり、このことについての意見の一致度は高く、多くの証**

**拠がある。気候変動枠組条約のもとでの適応策への取り組みも進み、新たな国際的イニシアティブも示唆されている。{4.5}**

排出削減のための協調努力をより拡大し、また、市場メカニズムの範囲を拡大することは、ある緩和レベルを達成するための世界のコスト削減に役立つ、あるいは環境上の効果を改善する。排出目標、部門別、地方または準国家レベルの行動、RD&Dプログラム、共通政策の採用、開発に向けた行動の実施、あるいは資金調達手段の拡大など、気候変動に対応する努力には多様な要素が含まれる。{4.5}

**いくつかの部門では、持続可能な開発の他の側面との相乗効果を実現し、対立を回避するような気候対応オプションを実施することが可能である。マクロ経済政策や非気候政策に関する意思決定が、排出量、適応能力及び脆弱性に大きな影響を与える可能性がある。{4.4, 5.8}**

開発をより持続可能なものにするなら、緩和及び適応能力を強化し、温室効果ガス排出量及び気候変動への脆弱性を低減し得るが、その実施には障壁が存在するだろう。その一方で、気候変動が、持続可能な開発へ向けた進捗速度を鈍らせ得る可能性が非常に高い。今後半世紀にわたって、気候変動はミレニアム開発目標(MDGs)の達成を妨げ得る。{5.8}

## 5. 長期的な展望

**国連気候変動枠組条約第2条**に関する「気候システムへの危険な人為的な干渉」とは何かの決定には価値判断を含む。この課題に対して科学は、どの脆弱性が「主要」かについて判断するための基準の提供などにより、情報に基づく意志決定の支援を行うことができる。**{ボックス‘主要な脆弱性と気候変動枠組条約第2条’, 主題5}**

主要な脆弱性<sup>19</sup>は、食料供給、インフラ、健康、水資源、沿岸システム、生態系、地球規模の生物地球化学的サイクル、氷床、海洋及び大気の循環モードなどの多くの気候に敏感なシステムに関係するだろう。**{ボックス‘主要な脆弱性と気候変動枠組条約第2条’, 主題5}**

17 本報告書で評価された緩和ポートフォリオ及びマクロ経済コストに関する研究は、トップダウンモデル方式に基づくものである。大半のモデルは、市場に透明性があり、取引コストがなく、それゆえ緩和措置が21世紀を通して完璧に実施されると仮定、世界規模の排出量取引のもと、緩和ポートフォリオに地球規模最小コスト手法を用いる。コストは、期間中の特定の時点で与えられることとする。地球規模モデルにおけるコストは、一部の地域、部門(例、土地利用)、オプション、あるいはガスを除外する場合、増加する。より低いベースラインや、炭素税や排出権のオークションによる収入の利用により、さらには誘発される技術的習熟を含めるなら、地球規模モデルにおけるコストは低下する。これらのモデルでは、気候の便益を考慮しておらず、一般に、緩和措置の共同便益あるいは公平性の問題も考慮していない。誘発される技術変化に基づいたアプローチの安定化研究への応用では大きな進展が達成された。しかし、概念上の問題は残る。誘発される技術変化を考慮したモデルでは、ある安定化レベルにおいて予測されるコストは削減される。その削減は安定化レベルが低ければ低いほど大きくなる。

18 詳細は統合報告書 本編 主題4に示す。

19 「主要な脆弱性」は、文献中の多くの基準(影響の大きさ、時期、持続性/可逆性、適応ポテンシャル、分布の観点、可能性、影響の「重要性」を含む)に基づき特定し得る。



第3次評価報告書で特定された5つの「懸念する理由」は、主要な脆弱性を考察するための有効な枠組みであり続けている。これらの理由は第3次評価報告書においてよりも強まっていると評価されている。多くのリスクがより高い確信度で特定されており、いくつかのリスクはより小さな気温上昇において生じる、あるいはより大規模になると予測される。影響（第3次評価報告書における「懸念する理由」の基礎）と脆弱性（影響への適応能力を含む）の関係についての理解は向上している。{5.2}

これは、システム、分野及び地域を特に脆弱にする条件についてより正確な特定が行われたことや、数世紀の時間スケールにわたり非常に大規模な影響を与えるリスクについての証拠が増えたことによる。{5.2}

- ・ **特異的な、かつ危機にあるシステムへのリスク** 観測された気候変動が、特異で脆弱なシステム（極地及び山岳地域の社会及び生態系）に影響を与え、温度の上昇に連れて悪影響のレベルが上昇することについて、新しく、より強力な証拠がある。温暖化の進行により、種の絶滅やサンゴ礁の被害のリスクが増加することについて、第3次評価報告書よりも高い確信度で予測されている。世界平均気温の上昇が1.5～2.5℃（1980～1999年との比較）を超えた場合、これまで評価された植物及び動物種の約20～30%は、絶滅するリスクが増す可能性が高いことについては確信度が中程度である。世界平均気温が1990年水準よりも1～2℃（工業化以前から1.5～2.5℃程度）上昇すると、多くの生物多様性のホットスポットを含む、多くの特異的な、かつ危機にあるシステムに重大なリスクをもたらすという確信度が高まった。サンゴは熱ストレスに対して脆弱であり適応能力が低い。約1～3℃の海面水温の上昇は、熱に対するサンゴの適応や順応がない限り、より頻繁なサンゴの白化現象と広範な死滅をもたらすと予測される。北極の先住民コミュニティ及び小島嶼の社会の気温に対する脆弱性の増加が予測されている。{5.2}
- ・ **極端な気象現象のリスク** 近年のいくつかの極端な気象現象への応答から、脆弱性のレベルが第3次評価報告書で想定されたよりも高まっていることが明らかになった。干ばつ、熱波及び洪水、それらによる悪影響も同様に増加するという予測の確信度は一層高まっている。{5.2}
- ・ **影響及び脆弱性の分布** 地域によって明確な違いがあり、経済的に最も弱い人々は、しばしば気候変動に対して最も脆弱である。途上国だけでなく先進国においても、貧困者や高齢者といった特定のグループに関して、脆弱性がより大きいことについての証拠が増加している。さらに、低緯度の低開発地域——例えば、乾燥地域やメガデルタにおける——が、一般により大きなリスクにさらされているということについての証拠は増加している。{5.2}

- ・ **集計的な総影響** 気候変動による初期の正味の市場便益は、第3次評価報告書と比較して、より低い昇温の度合でピークに達すると予測される一方、被害は昇温の度合がより大きい程大きくなるだろう。温暖化の進行による正味のコストは、時間の経過とともに増加すると予測される。{5.2}
- ・ **大規模特異事象のリスク** 数世紀にわたる地球温暖化は、熱膨張からのみでも海面水位の上昇への寄与をもたらし、その寄与は20世紀中に観測されたものよりも大きいと予測され、沿岸域の喪失及び関連する影響を伴うだろうことの確信度が高い。グリーンランド氷床及びおそらくは南極氷床からの融解が、さらなる海面水位の上昇に寄与するリスクは、氷床モデルによる予測よりも大きく、かつ百年規模の時間スケールで起こり得るということについての理解は、第3次評価報告書よりも進んでいる。これは、近年の観測で見られた氷の力学的過程（これは、第4次評価報告書で評価された氷床モデルには十分に含まれていない）により、氷の減少速度が上昇するであろうからである。{5.2}

**適応策と緩和策のどちらも、その一方だけでは全ての気候変動の影響を防ぐことができないが、両者は互いに補完しあい、気候変動のリスクを大きく低減することが可能であることは、確信度が高い。{5.3}**

評価された最も低い安定化シナリオにおいてでさえ起こるであろう気温上昇による影響に対処するためには、短期及び長期的な適応が必要である。障壁、限界及びコストが存在するが、これらは十分には理解されていない。緩和されない気候変動は、長期的には、自然システム、人為システム及び人間システムの適応能力を超える可能性が高い。そのような限界に達する時間は、分野及び地域によって異なる。緩和行動の早期実施は、より炭素集約度の高いインフラでの固定化を回避し、気候変動及び関連する適応ニーズを低減するだろう。{5.2, 5.3}

**多くの影響は、緩和によって、減少、遅延、回避され得る。今後20年から30年間の緩和努力と投資が、より低い安定化レベルの達成機会に大きな影響を与える。排出削減を遅らせることは、より低い安定化レベルの達成機会を大きく制約し、より厳しい気候変動の影響を受けるリスクを増加させる。{5.3, 5.4, 5.7}**

大気中の温室効果ガス濃度を安定化させるためには、排出量がピークに達し、その後は減少する必要がある。安定化レベルが低ければ低いほど、このピークとその後の減少はより早く起きる必要があるだろう。<sup>20</sup> {5.4}

表SPM.6及び図SPM.11は、異なる安定化濃度グループごとに必要な排出量のレベル、その結果としての平衡時の

20 評価した最も低い緩和シナリオのカテゴリーにおいては、排出量が2015年までにピークに達する必要があるが、もっとも高いカテゴリーにおいては、2090年までにピークに達する必要がある（表SPM.6を参照）。異なる排出経路を用いるシナリオでは、地球規模の気候変動の速度に大きな違いがある。

世界の気温上昇、及び熱膨張のみに由来する長期的な海面水位上昇についてまとめたものである。<sup>21</sup> ある気温安定化レベルに達するための緩和の時期やレベルは、気候感度が高い場合、それが低い場合と比べ、より時期が早まるとともに、より厳しいものとなる。{5.4, 5.7}

温暖化した場合、海面水位の上昇は避けられない。熱膨張に由来する海面水位の上昇は温室効果ガス濃度が安定化した後も数世紀にわたり継続し、評価されたどの安定化レベルでも、21世紀中に予測されているよりも高い上昇が結果的に起きるだろう。世界平均気温が、工業化以前と比較して1.9～4.6℃以上上昇した状態が数世紀続く場合、グリーンランド氷床の縮小は、数mの規模で海面水位上昇に寄与し、それは熱膨張による寄与よりも大きい可能性がある。熱膨張及び氷床の、気温上昇に対する応答の時間スケールが長いため、たとえ温室効果ガス濃度が現在またはそれ以上のレベルで安定したとしても、海面水位は今後数世紀にわたって安定化しないだろう。{5.3, 5.4}

**評価された全ての安定化レベルは、現在利用可能な技術あるいは今後数十年間に商業化が期待される技術のポート**

**フォリオを展開することで達成し得る。ここでは、技術の開発、取得、展開、普及のための、そして関係する障壁に対処するための適切かつ効果的なインセンティブが導入されるものと仮定する。これについての意見の一致度は高く、多くの証拠がある。{5.5}**

評価された全ての安定化シナリオによれば、排出削減量の60～80%はエネルギーの供給と消費、工業プロセスから得られ、エネルギー効率化が多くシナリオで重要な役割を果たす。土地利用・森林部門の非CO<sub>2</sub>及びCO<sub>2</sub>緩和オプションが、より大きな柔軟性と高い費用効果性を与える。低い安定化レベルには早期の投資、先進的な低炭素技術の一層大幅に迅速な普及と商業化が必要である。{5.5}

相当の投資フローや効果的な技術移転がなければ、大きな規模の排出量削減を達成することは困難だろう。低炭素技術による増分コストへ資金供給を動員することが重要である。{5.5}

**表 SPM.6. ポスト TARの安定化シナリオの特徴とそれに伴う長期的な世界平均平衡温度、及び熱膨張のみに由来する長期的な海面水位上昇<sup>a</sup>**  
{表5.1}

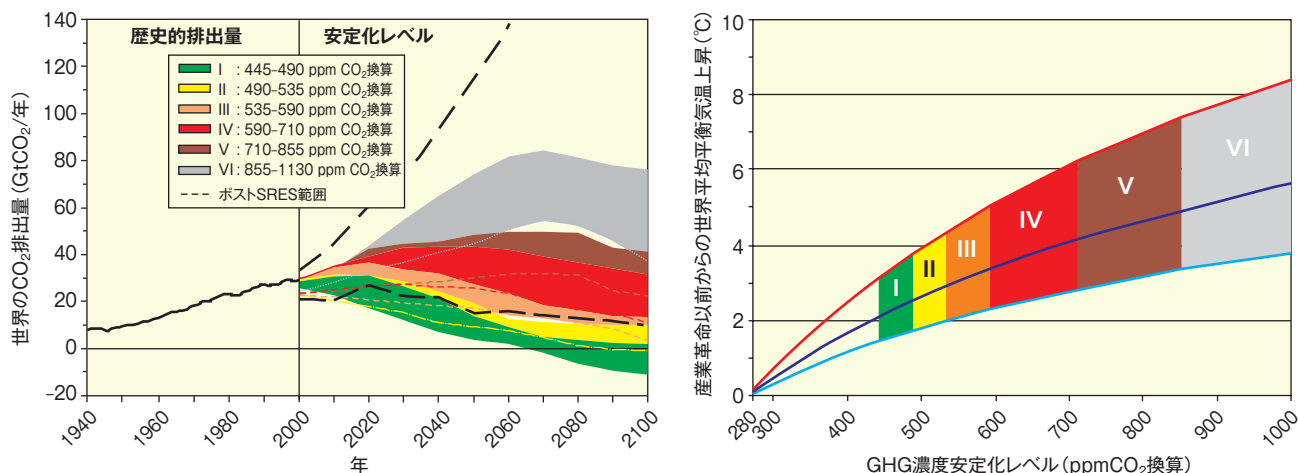
| カテゴリー | 二酸化炭素安定化濃度 (2005年=379ppm) <sup>b</sup> | 温室効果ガス安定化濃度 (二酸化炭素換算) (エーロゾル含む) (2005年=375ppm) <sup>b</sup> | 二酸化炭素排出がピークを迎える年 <sup>a,c</sup> | 2050年における二酸化炭素排出量の変化 (2000年比のパーセント) <sup>a,c</sup> | 気候感度の“最良の推定値”を用いた平衡時の世界平均気温の工業化以降からの上昇 <sup>d,e</sup> | 熱膨張のみに由来する平衡時の世界平均海面水位の工業化以降からの上昇 <sup>f</sup> | 評価されたシナリオの数 |
|-------|--|---|---------------------------------|--|---|--|-------------|
|       | ppm                                    | ppm   | 西暦                              | %  | °C  | m  |             |
| I     | 350～400                                | 445～490   | 2000～2015                       | -85～-50  | 2.0～2.4   | 0.4～1.4  | 6           |
| II    | 400～440                                | 490～535   | 2000～2020                       | -60～-30  | 2.4～2.8   | 0.5～1.7  | 18          |
| III   | 440～485                                | 535～590   | 2010～2030                       | -30～+5   | 2.8～3.2   | 0.6～1.9  | 21          |
| IV    | 485～570                                | 590～710   | 2020～2060                       | +10～+60  | 3.2～4.0   | 0.6～2.4  | 118         |
| V     | 570～660                                | 710～855   | 2050～2080                       | +25～+85  | 4.0～4.9   | 0.8～2.9  | 9           |
| VI    | 660～790                                | 855～1130  | 2060～2090                       | +90～+140   | 4.9～6.1   | 1.0～3.7  | 5           |

- 注釈:
- a) ここで評価される緩和研究に報告された特定の安定化レベルに達するための排出削減量は、考慮されていない炭素循環フィードバックのせいで、過小評価されているかもしれない。(統合報告書本編主題2.3も参照)
  - b) 大気中CO<sub>2</sub>濃度は2005年時点で379ppmであった。2005年における長寿命の温室効果ガスのすべてを対象とした、CO<sub>2</sub>換算濃度の最良の推定値は約455ppmである。すべての人為起源の放射強制力の正味影響を含んだ対応値はCO<sub>2</sub>換算375ppmである。
  - c) ポストTARシナリオの分布における15パーセントと85パーセントに相当する範囲。CO<sub>2</sub>排出量を示しており、このため、複数のガスのシナリオでもCO<sub>2</sub>のみのシナリオと比較可能となる。(図SPM.3参照)
  - d) 気候感度の最良の推定値は3°C
  - e) 気候システムの慣性のため、平衡時の世界平均気温は、温室効果ガス濃度の安定化時に予想される世界平均気温とは異なることに注意。評価したシナリオの大半は、温室効果ガス濃度の安定化が2100年から2150年までの間に起きるとしている(脚注21も参照)。
  - f) 平衡時の海面水位上昇は海洋の熱膨張による寄与のみに対するものであり、少なくとも数世紀間に平衡状態に至らない。これらの値は、比較的単純な気候モデルを用いて推定された(1つの低解像度AOGCMといくつかのEMICsを使用し、気候感度は最良の推定値3°Cを使用した)もので、氷床や氷河、氷帽の融解による寄与は含まない。長期的な熱膨張は、世界平均気温の上昇が工業化以前の気温に比べて1°C上回る毎に、0.2～0.6mの海面水位の上昇をもたらすと予測されている。(AOGCMは大気海洋結合モデルを、EMICは中程度に複雑な地球システムモデルをさす。)

21 第4次評価報告書では、安定化シナリオに対する、今世紀の気温変化の推定は示されていない。ほとんどの安定化レベルについて、世界平均気温は数世紀をかけて平衡するレベルへ近づいていく。かなり低いレベルに安定化するシナリオ(カテゴリーI、II、図SPM.11)においては、より早期に平衡気温に到達するだろう。



### 安定化レベルの範囲におけるCO<sub>2</sub>排出量と平衡気温の上昇量



**図 SPM.11.** 1940年から2000年の世界のCO<sub>2</sub>排出量と、2000年から2100年に関する安定化シナリオカテゴリーのそれぞれに応じた排出量の範囲(左図)及び、安定化目標と、可能性の高い平衡時の世界平均気温の工業化以降からの上昇との関係(右図)。平衡状態に近づくには数世紀かかり得、より高い安定化レベルのシナリオについては特にそうである。彩色された領域は、異なる目標(安定化カテゴリーIからVI)に従って分類された安定化シナリオを示す。右の図は、工業化前からの世界平均気温の上昇値との関係、次のものを用いた：(i) 気候感度 3°Cという「最良の推定値」(彩色された領域の中心にある黒い線)、(ii) 気候感度4.5°Cで可能性が高い範囲の上限(彩色された領域の上にある赤い線)、(iii) 気候感度 2°Cで可能性が高い範囲の下限(彩色された領域の下部にある青い線)。左図の黒の破線は SRES (2000) 以降に発表された最近のベースラインシナリオの排出量の幅を示す。CO<sub>2</sub>のみの、及び複数の温室効果ガスに関する安定化シナリオの排出量の、すべてのシナリオ分布の中の10パーセンタイルから90パーセンタイルの幅を示す。注)ほとんどのモデルのCO<sub>2</sub>排出量には、伐採と森林減少後に残るバイオマスの腐朽、泥炭火災及び干上がった泥炭土から発生する排出量は含まない。[図5.1]

**緩和のマクロ経済的コストは、一般的に安定化目標が厳しくなればなるほど増加する(表SPM.7)。特定の国及び部門では、世界平均からかけ離れたコストになる。<sup>22</sup> [5.6]**

2050年において、710～445ppmCO<sub>2</sub>換算の間で安定化させる緩和に必要なマクロ経済コストは、世界平均でGDPの1%増加から5.5%の損失までの値をとる(表SPM.7)。これは世界の年平均GDP成長率を 0.12%未満減速させることに相当する。[5.6]

**表 SPM.7.** 2030年及び2050年における世界のマクロ経済的コストの推計。様々な長期的安定化レベルに向けた最小コストとなる排出経路において、ベースラインを基準として推計されたもの。[表5.2]

| 安定化レベル<br>(ppm CO <sub>2</sub> 換算) | GDP低下の中央値 <sup>a</sup> (%) |      | GDP低下の範囲 <sup>b</sup> (%) |          | 平均した年間GDP成長率の低下<br>(百分率) <sup>c,e</sup> |       |
|------------------------------------|----------------------------|------|---------------------------|----------|---|-------|
|                                    | 2030                       | 2050 | 2030                      | 2050     | 2030                                    | 2050  |
| 445～535 <sup>d</sup>               | 算出不可                       |      | <3                        | <5.5     | <0.12                                   | <0.12 |
| 535～590                            | 0.6                        | 1.3  | 0.2～2.5                   | ややマイナス～4 | <0.1                                    | <0.1  |
| 590～710                            | 0.2                        | 0.5  | -0.6～1.2                  | -1～2     | <0.06                                   | <0.05 |

注釈：

表中の数値は、GDPの数値を示すベースラインや緩和シナリオ全てにわたる文献全体に対応する。

- a) 市場交換レート(MER)に基づく世界全体のGDP
- b) 適応可能な場合、分析されたデータの10パーセンタイル、90パーセンタイルの範囲が与えられている。マイナスの値はGDPの増加を意味する。1番目の行(445～535ppmCO<sub>2</sub>換算)の値は文献による推計の上限値のみが与えられている。
- c) 年平均成長率の減少の計算は、2030年及び2050年においてそれぞれ示されたGDP減少に帰結するような、評価期間内の平均減少値に基づく。
- d) 研究の数は比較的少なく、通常は低いベースラインを使用する。高排出のベースラインでは、コストもより高くなるのが一般的である。
- e) GDP減少の最も高い推計値に対応する値は3番目の列に示される。

22 コスト推計とモデルの仮定条件に関する詳細については、脚注17を参照。

**気候変動への対応には、気候変動の被害、共同便益、持続可能性、衡平性、リスクに対する姿勢を考慮し、適応と緩和を含めた反復型のリスク管理プロセスが含まれる。{5.1}**

気候変動の影響は、正味の年間コストを課すことになる可能性が非常に高く、それは世界気温の上昇につれて時とともに増加する。2005年における炭素の社会的コスト<sup>23</sup>として、同領域の専門家たちが査読した論文内の推計を平均すると12米ドル/tCO<sub>2</sub>であるが、100件の推計の範囲は大きい(-3ドル~95ドル/tCO<sub>2</sub>)。このばらつきは、大部分が、気候感度、反応の遅れ、リスクと衡平性の取扱い、経済的・非経済的影響、可能性のある破壊的損失の含め方、及び割引率に関する仮定の違いに起因している。集計されたコストの推計が、分野間、地域間、及び集団の間に存在

する影響の顕著な差異を覆い隠し、多くの定量化不可能な影響を含めることができないため、被害コストを過小評価している可能性が非常に高い。{5.7}

緩和に関する費用及び便益の総合的な諸分析からの限定的かつ早期の分析結果は、それらが概ね同程度の規模であると示唆しているが、便益が費用を上回る排出経路や安定化レベルを未だに明確に確定できていない。{5.7}

気候感度は、特定の気温水準のための緩和シナリオにとって重要な不確実性である。{5.4}

温室効果ガス緩和の規模と時期に関する選択には、現時点で急速な排出削減を行う場合の経済コストと、それを遅らせることによる中長期的な気候リスクとのバランスをとることが含まれる。{5.7}

23 地球規模で集計され、特定の年について割り引かれた気候変動による被害の正味の経済コスト