

地球温暖化の影響 ～ 現状と予測 ～

地球環境保全・エネルギー安定供給のための
原子力のビジョンを考える懇談会

第2回

平成19年10月12日
独立行政法人国立環境研究所
原沢英夫

IPCC, 環境省資料より作成

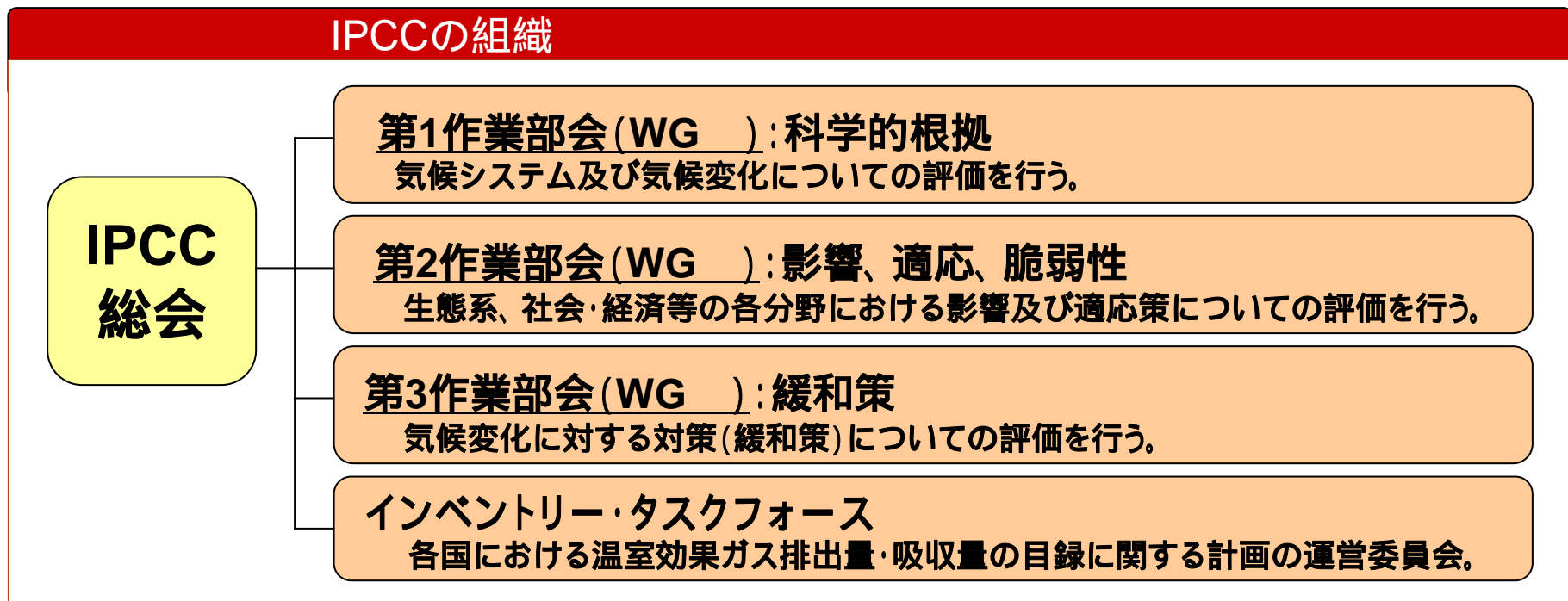
IPCCとは

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change
(気候変動に関する政府間パネル)

設立 世界気象機関(WMO)及び国連環境計画(UNEP)により1988年に設立された
国連の組織

任務 各国の政府から推薦された科学者の参加のもと、地球温暖化に関する科学的・
技術的・社会経済的な評価を行い、得られた知見を政策決定者を始め広く一
般に利用してもらうこと

構成 最高決議機関である総会、3つの作業部会及びインベントリー・タスクフォース
から構成



第4次評価報告書 (AR4) とは

- IPCCは、これまで3回、温暖化の予測・影響・対策等に関する評価報告書を公表。
- 第3次評価報告書 (TAR) 完成後、2002年4月に第4次評価報告書 (AR4) の作成が決定。
- 評価報告書は、WGⅠ、WGⅡ、WGⅢ の各ワーキンググループの評価報告書と統合報告書からなり、各WGの評価報告書はSPM¹、TS²といった要約及び個別章から構成される。

1: Summary for Policy-makers (政策決定者向け要約)

2: Technical Summary (技術要約)

第4次評価報告書作成スケジュール

第1作業部会 (科学的根拠) 報告書
1月29日～2月1日: 第1作業部会総会 (フランス・パリ) で審議・採択 (SPMの承認と本文の受諾)

第2作業部会 (影響・適応・脆弱性) 報告書
4月2日～4月5日: 第2作業部会総会 (ベルギー・ブリュッセル) で審議・採択

第3作業部会 (緩和策) 報告書
4月30日～5月3日: 第3作業部会総会 (タイ・バンコク) で審議・採択

各作業部会総会において採択された、作業部会報告書については、5月4日に開催された第26回IPCC総会 (タイ・バンコク) で受諾された

統合報告書
11月12日～11月16日: 第27回IPCC総会 (スペイン・バレンシア) で審議・採択の予定

これまでに公開されたIPCC評価報告書

1990年: 第1次評価報告書 (FAR)



1995年: 第2次評価報告書 (SAR)



2001年: 第3次評価報告書 (TAR)



2007年: 第4次評価報告書 (AR4)

WG1 第4次報告書(自然科学的根拠)の要点

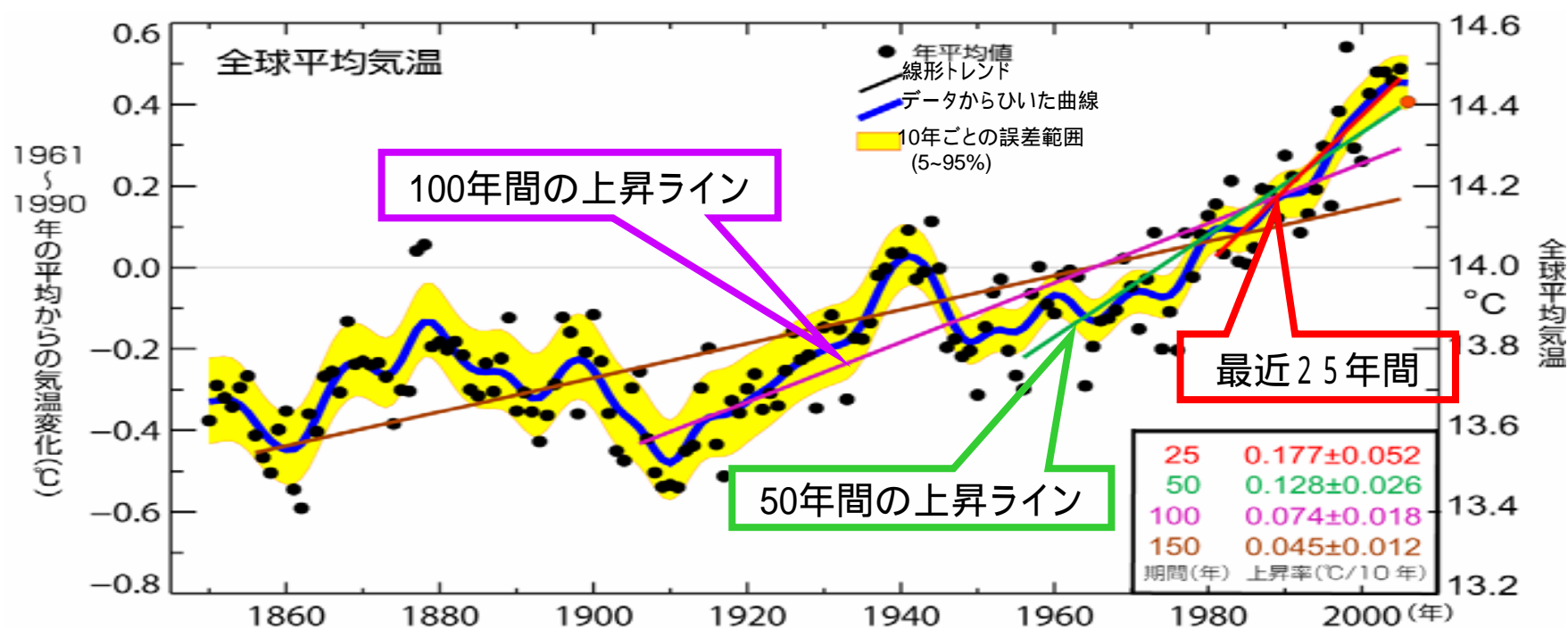
- 1 温暖化の原因は人為起源の温室効果ガスとほぼ断定
- 2 2006年までの12年間は最も高い気温
- 3 過去100年間で0.74 気温上昇
- 4 21世紀末で1.1 ~ 6.4 気温上昇
- 5 海面上昇18 ~ 59 cm
- 6 2030年までは10年あたり0.2 昇温
- 7 熱帯低気圧が強まる
- 8 21世紀後半で、北極海水消滅
- 9 海洋の酸性化
- 10 海洋、陸地とも二酸化炭素の取り込み減少

温暖化が加速

過去100年間で世界平均気温が0.74 上昇

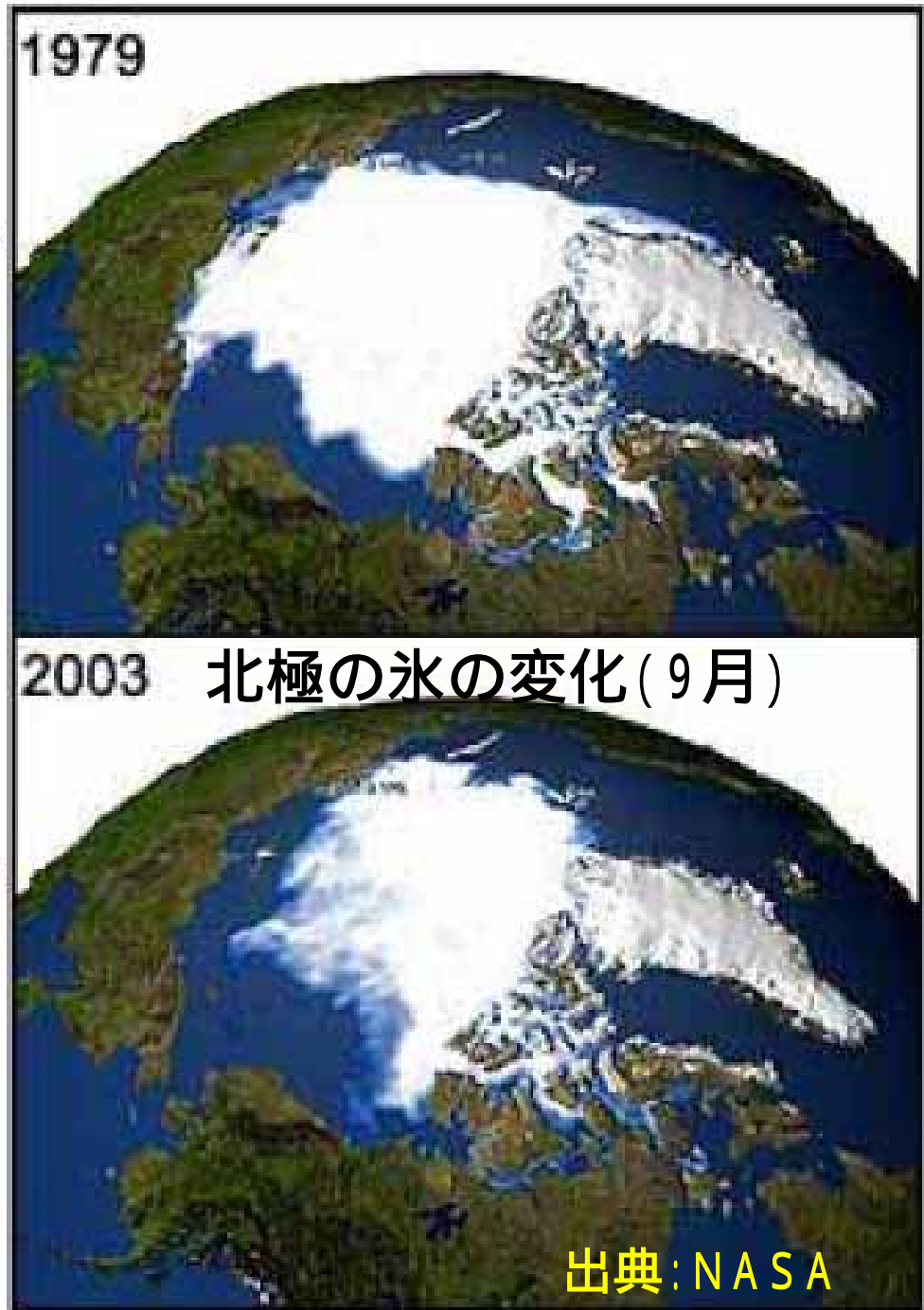
最近50年間の気温上昇傾向は、過去100年間のほぼ 2 倍

平均地上気温 (1961 ~ 1990年の平均気温との偏差)



北極の氷が溶けている

- ・地球の平均気温
ここ100年で0.74
- ・日本の平均気温
ここ100年で1.0 上昇
(東京は3)
- ・この100年間で、北極の気温は、世界全体の平均気温のほぼ2倍の速さで上昇している。
- ・1978年以降の衛星データによると、北極の平均海氷範囲(面積)は、10年間あたり2.7%の減少。
- ・特に夏季においては、10年間あたり7.4%と、より大きな減少傾向にある。



2003年欧州熱波の影響

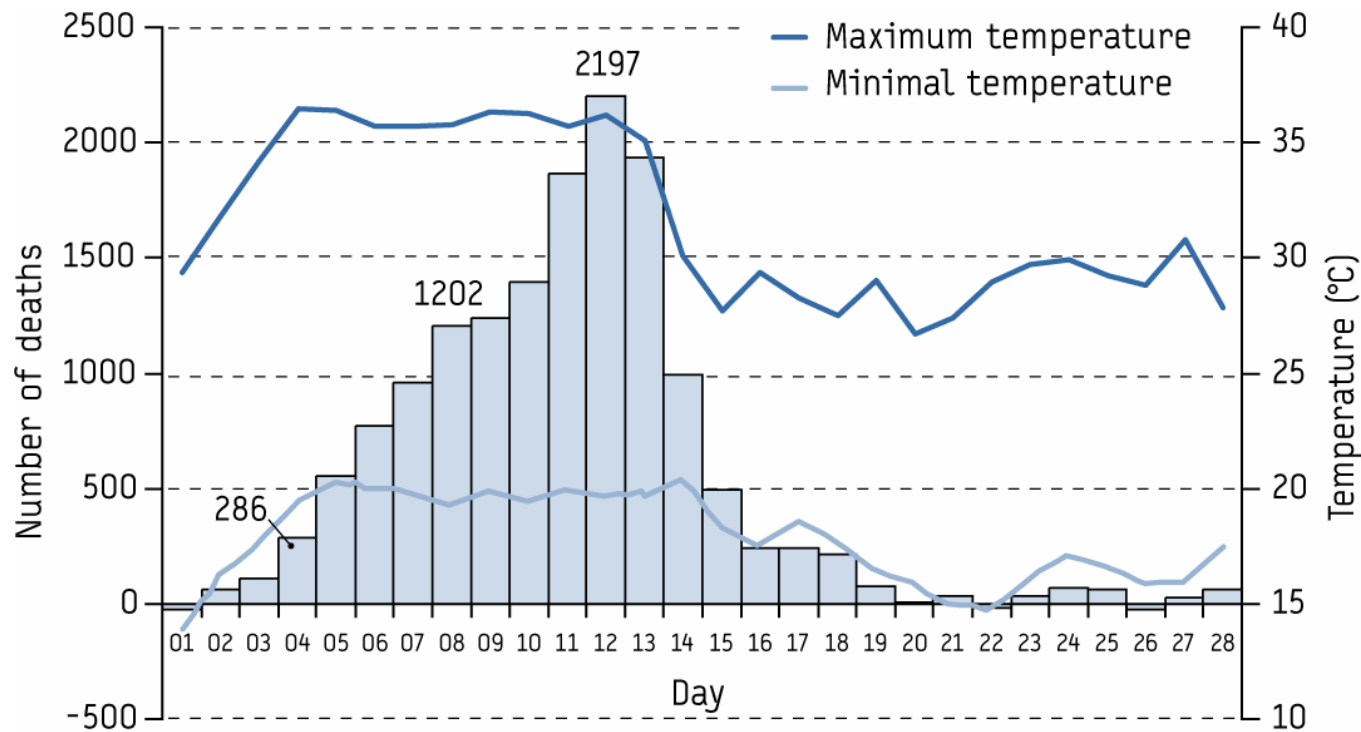


図 最高・最低気温と死者数(フランス)

2003年の欧州の熱波は多大な人的、施設や資産の被害をもたらしたが、生態系にも影響を与えたことがわかっている。

- ・欧州熱波は植生や生態系にも影響をあたえ、とくに干ばつの影響が大きく、GPP(純一次生産量)が30%減少し、このため5億トンの炭素が放出されたと見積もられている。
- ・干ばつは広範囲に山火事を引き起こし、森林や動植物に被害をもたらした。

予測シナリオ

○ A1 「高成長型社会シナリオ」

- ・世界中がさらに経済成長し、教育、技術等に大きな革新が生じる。

A1FI : 化石エネルギー源を重視

A1T : 非化石エネルギー源を重視
(新エネルギーの大幅な技術革新)

A1B : 各エネルギー源のバランスを重視

○ A2 「多元化社会シナリオ」

- ・世界経済や政治がブロック化され、貿易や人・技術の移動が制限。
- ・経済成長は低く、環境への関心も相対的に低い。

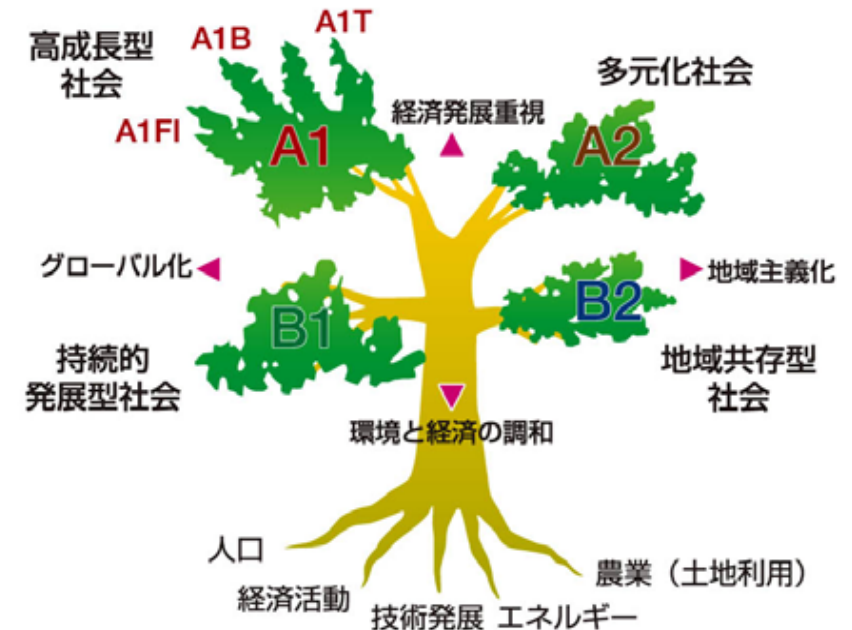
○ B1 「持続的発展型社会シナリオ」

- ・環境の保全と、経済の発展を地球規模で両立する。

○ B2 「地域共存型社会シナリオ」

- ・地域的な問題解決や世界の公平性を重視し、経済成長はやや低い。
- ・環境問題等は、各地域で解決が図られる。

◆ 排出シナリオの概念図



出所) IPCC第三次評価報告書

出典: 環境省「地球温暖化パネル」

世界平均地上気温 予測

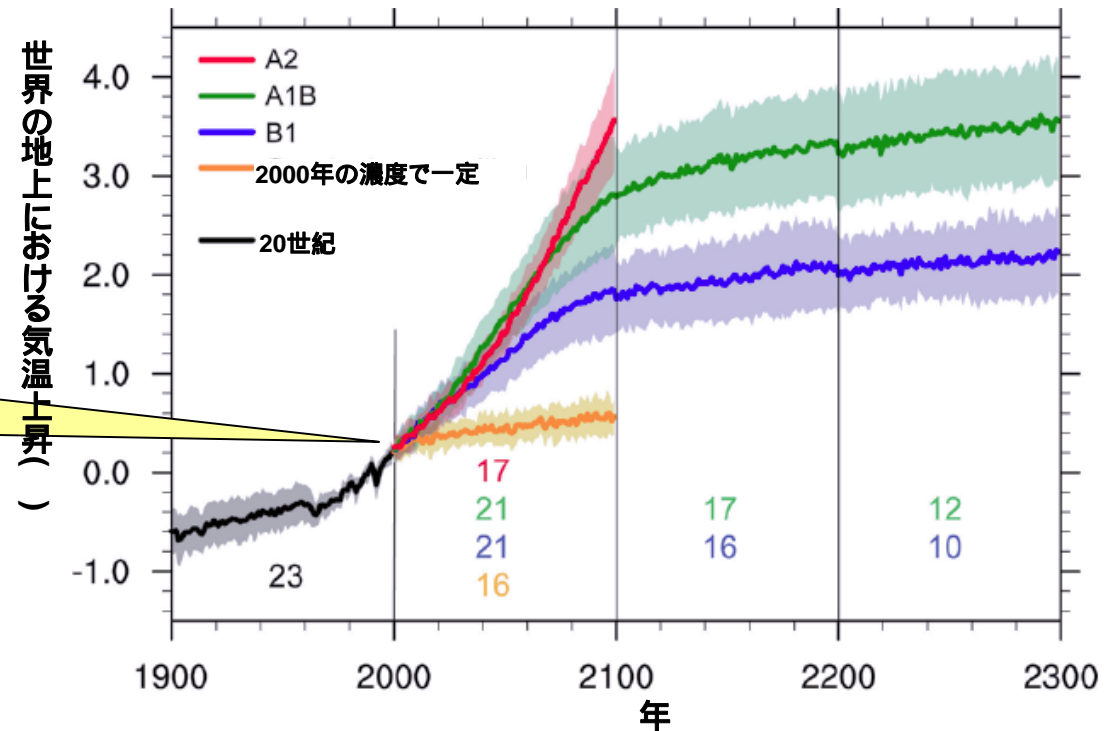
- 予測シナリオ の範囲では、今後20年間に、10年あたり約0.2 の割合で気温が上昇することが予測される。

出典: AR4 SPM

今後20年間に、10年で
0.2 の割合で上昇

B1	: 1.8	(1.1 ~ 2.9)
A1T	: 2.4	(1.4 ~ 3.8)
B2	: 2.4	(1.4 ~ 3.8)
A1B	: 2.8	(1.7 ~ 4.4)
A2	: 3.4	(2.0 ~ 5.4)
A1FI	: 4.0	(2.4 ~ 6.4)

A2、A1B、B1シナリオにおける地上昇温のマルチモデル平均



出典: AR4 Final Draft 第10章 図10.4

WG2 第4次報告書(影響、適応、脆弱性)の要点

温暖化の影響が世界中で顕在化・深刻化
(温暖化影響の検出)

気温上昇と影響・リスクの知見が充実
(鍵となる脆弱性とリスク)

異常気象と温暖化(欧州熱波、ハリケーン)

海洋の酸性化など新たな知見

影響低減のための適応策

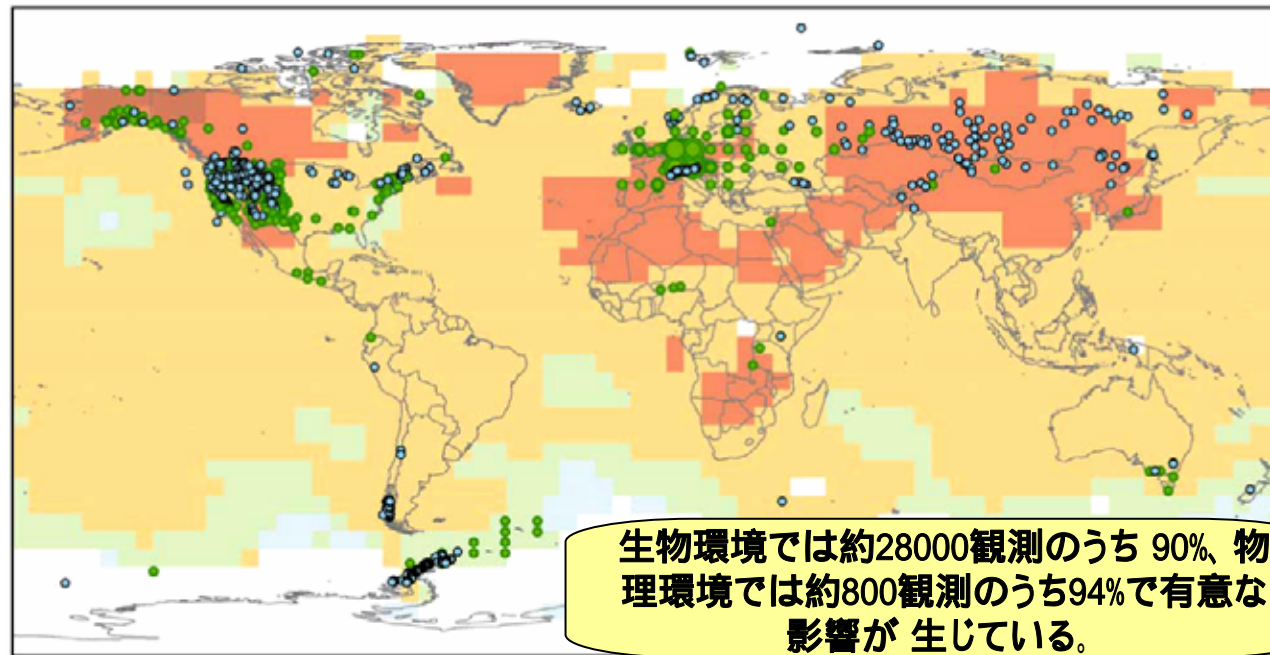
適応策と削減策(コストと被害)

温暖化と持続可能な開発

温暖化影響に関する科学的知見の向上<現状>

- 全ての大陸とほとんどの海洋において、多くの自然環境が、地域的な気候の変化、特に気温の上昇により、今まさに影響を受けている。

世界各地で観測¹された物理・生物環境²の変化と温暖化の相関



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	極地	陸上	海洋・淡水	全球
355 455	53 5	119 28,115	5 2	106 8	6 0	120 24	764 28,586	1 85	765 28,671
94% 92%	98% 100%	94% 89%	100% 100%	96% 100%	100% -	91% 100%	94% 90%	100% 99%	94% 90%

物理環境	生物環境
有意な変化がみられた観測の数	有意な変化がみられた観測の数
温暖化と一致した有意な観測の割合	温暖化と一致した有意な観測の割合

- 「極地」は海洋や淡水生物環境での観測された変化を含む。「海洋・淡水」は、海洋、小島嶼及び大陸の中の地点や広域において観測された変化を含む。
- 1: 観測結果は、577の研究成果の80,000以上のデータ群から選ばれた、29,000のデータから得られたものである。選出の基準は以下の3点である: (1) データが1990年以降に終了していること、(2) 最低20年間継続されていること、(3) いずれかの方向に有意な変化を示していること。
- 2: ここでの物理環境とは氷雪、凍土、水循環、沿岸部などに関する物理的な事象を、生物環境とは海洋、淡水、陸上における生物に関する事象を意味する。

氷雪圏への影響 <現状>

気候変化が氷雪圏の自然に影響を与えている。

< 影響の具体例 >

- ・ 氷河湖の拡大や数の増加。
- ・ 永久凍土地域での地盤の不安定化、山岳での岩雪崩。
- ・ 北極及び南極のいくつかの生態系の変化(海氷の生物群集や上位捕食者を含む)。

水循環への影響 <現状>

水循環は、世界中で気候変化の影響を受けている。

- ・ 氷河や雪解け水が注ぐ多くの河川で、流量増加と春先の流量ピークの早期化。
- ・ 多くの地域における湖沼や河川の水温上昇と、それに伴う水の循環や水質への影響。

陸生生物への影響 <現状>

近年の温暖化は、陸上生態系に強い影響を与えている。

< 影響の具体例 >

- ・ 春季の現象 (例えば、植物の葉が開く時期、鳥の渡りや産卵行動) の早期化。
- ・ 動植物の生息域の、極地または高地への移動。

海洋生物、水生生物への影響 <現状>

海洋及び淡水の生物環境は、水温上昇や、氷の被覆、塩分濃度、溶存酸素濃度、及び水の循環の変化に関連している。

< 影響の具体例 >

- ・ 高緯度海洋における藻類、プランクトン及び魚群の生息域の移動と存在量の変化。
- ・ 高緯度・高地の湖沼における藻類や動物プランクトン発生量の増加。
- ・ 河川における魚類の回遊時期の早まりと生息域の変化。

人間社会への影響 < 現状 >

・地域レベルの気温上昇が自然環境及び人間社会に及ぼす、その他の影響が現れつつある。ただし、その多くは、人間の適応能力や気候変化以外の要因のために、検出が難しい。

気温上昇の影響に関して、以下の点が報告されている。

- ・ 北半球の高緯度地域での農業や林業

耕作時期の早期化、火災や害虫による森林かく乱の変質

- ・ 健康被害

ヨーロッパでの熱波による死亡、媒介生による感染症リスク、北半球高・中緯度地域における、アレルギー源となる花粉など

- ・ 北極

北極圏の人間活動(例えば、氷雪上での狩猟や移動)

- ・ 低標高山岳地帯

山岳スポーツなどの人間活動

予測される将来の影響

IPCCでは、1980年から1999年までに比べ、21世紀末（2090年から2099年）の平均気温上昇は**1.1 ~ 6.4** と予測

気温上昇の程度と様々な分野への影響規模

気候変化に脆弱な分野においては、たとえ0~1の気温上昇でも温暖化の悪影響が生じると予測される。



適応策と緩和策の双方の重要性

- ・ 適応策と緩和策を組み合わせることにより、気候変化に伴うリスクをさらに低減することができる。
- ・ 最も厳しい緩和努力でも、今後数十年間は、気候変化のさらなる影響を回避できない。適応は、特に短期的な影響への対処において不可欠となる。
- ・ 気候変化が緩和されない場合、長期的には、自然環境、人間社会の適応能力の限界を超える。

出典: AR4 SPM

適応策の具体例: モルディブ・マレ島護岸建設計画



マレ島

1987年のサイクロンによる高潮災害の際は、マレ島の1/3が冠水し、甚大な被害を受けるとともに、同国の首都機能が麻痺した経緯がある。

2004年12月の津波の後、護岸のおかげで多くの命が救われ、首都は無事だった。



護岸

出典: JICA (2001) Annual Evaluation Report.

温暖化の影響閾値と経済的評価

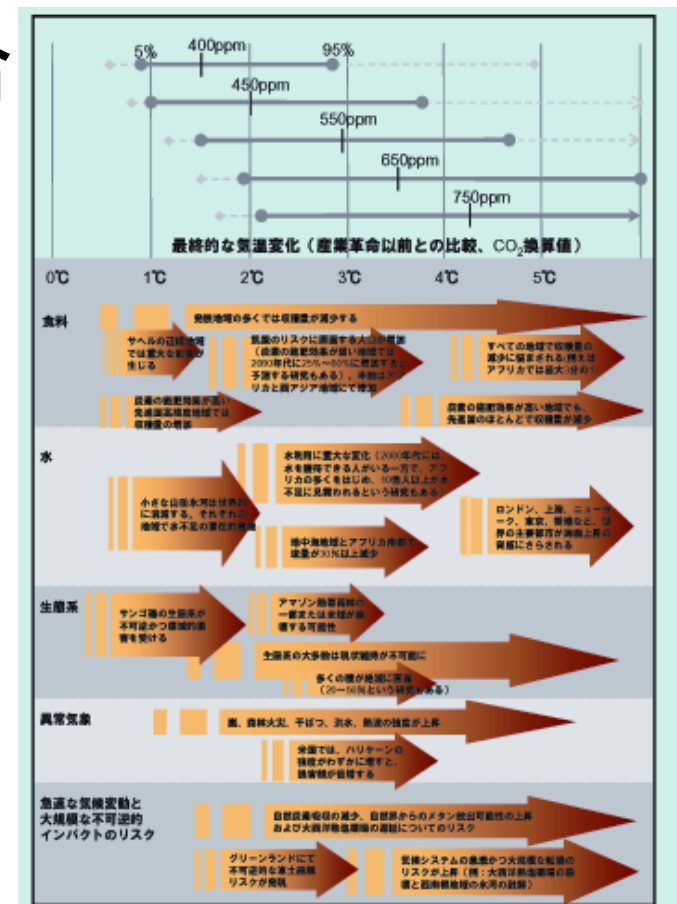
気温2～3℃以上でどの地域も恩恵が減るか損失が増える

- 将来の気候変化の影響は、地域によってまちまちである。
- 世界平均気温の上昇が1990年レベルから1～3℃未満である場合、便益とコストが地域・分野で混在する。
- 気温の上昇が約2～3℃以上である場合には、すべての地域は正味の便益の減少か正味のコストの増加のいずれかを被る可能性が非常に高い。
- これらの報告は「4℃の温暖化が起こると、途上国はより多くのパーセントの損失を経験すると予想される一方、世界平均損失はGDPの1～5%となり得るであろう」との第3次評価の結論を再認識するもの。ただし、世界で合算した数値は、多くの定量化できない影響を含めることができないため、過小評価である可能性が非常に高い。

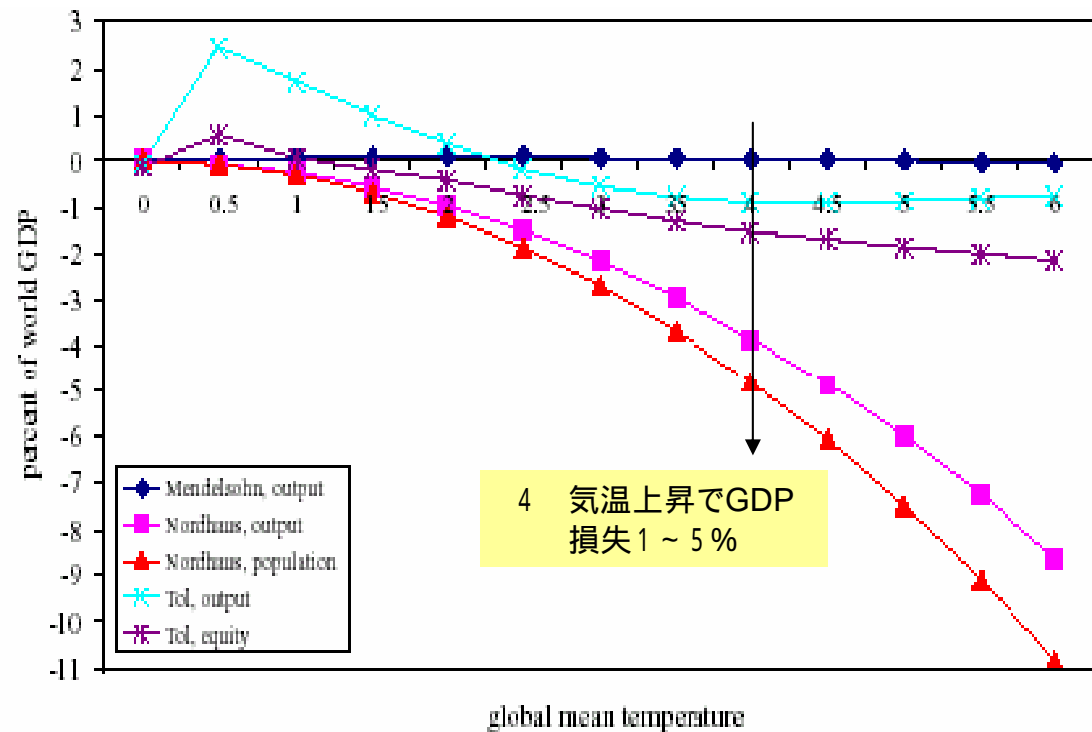
スターン・レビューの概要 (2006年10月30日公表)

- 地球温暖化を放置すれば、経済的損失は1930年代の大恐慌や2度の世界大戦に相当する規模になる。
- 現在のペースで温暖化が進んだ場合 (Business as Usual、なりゆき)、世界の総生産 (GDP) の5% ~ 最大20%に上る損失が予測される。
- 一方、温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を抑えるために必要なコストは、世界のGDP総計の1%前後にとどまる。経済成長と環境保護を両立させることは可能。

気温上昇、安定化濃度、影響の関係



IPCC 第三次報告の全球影響の統合評価(横軸は1990年比の気温上昇、縦軸はGDP損失)



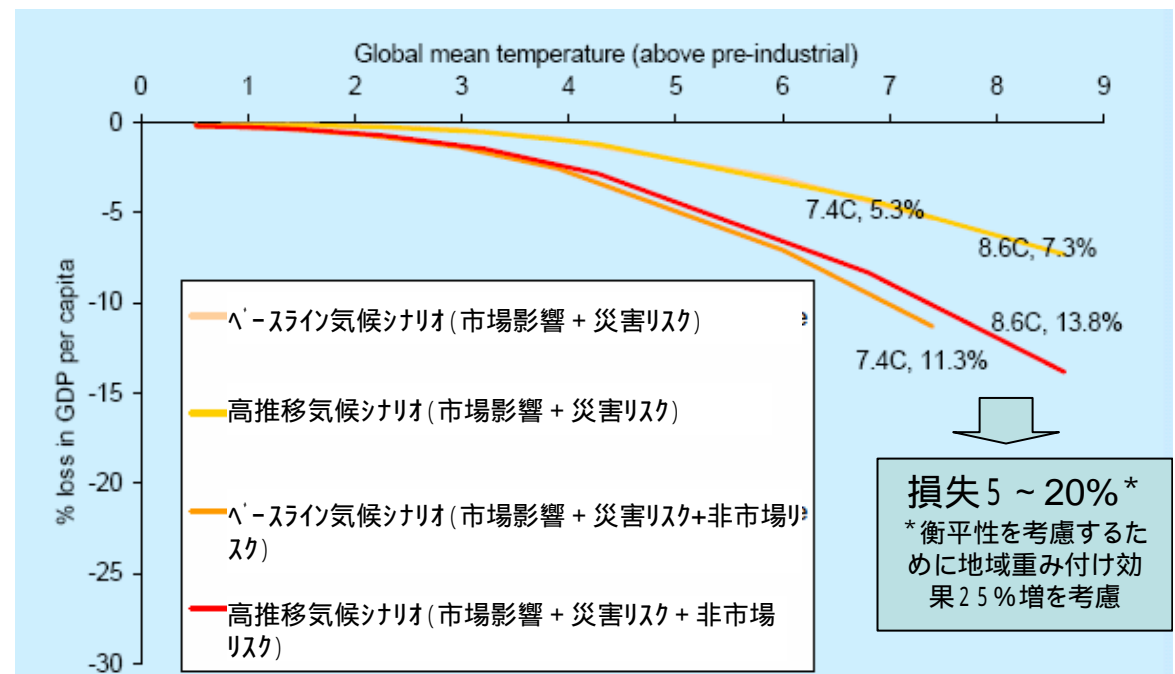
スターンレビューでは、統合評価モデルPAGE2002により全球影響を総合的に評価

ベースライン気候シナリオ(SRES A2シナリオ、気温上昇は産業革命前比)

3.9 (2100年)、7.4 (2200年)

高推移気候シナリオ(+ 森林吸収源減少、永久凍土からのメタン放出)

4.3 (2100年)、8.6 (2200年)



スターン・レビューの評価

「気候変動の科学的特性(1)」を踏まえ、気候リスクを予防的に回避する(2)ための政策を誘導(3)する意図のもとで、経済学的な知見を集約・組織化したもの(4)」と評価できる。

- 1 **通常の経済現象とは異なる気候システムと意思決定の特性：** 不可逆性、気候システムに内在する時間的遅れ、長期間及び世代間にわたる継続的な影響、世界全域に分散した主体への影響、世界規模の同意と意思決定の困難性と遅れ、新たな制約要件としての炭素経済などの考慮。
- 2 **予防的回避：** 危険なレベルやオーバーシュートの回避、コスト推定や割引率設定に見られる安全側を強調した見積もりを行う。
- 3 **温暖化回避政策の積極的誘導：** 現時点からの摂動としての限界的な政策ではなく、二酸化炭素排出による外部不経済の本格的な取り込み、技術の内生的進歩の考慮、など気候安定化目標に到達するために重要となる積極的政策の誘導を狙っている。
- 4 **経済学的な知見を集約・組織化：** 以上のような点から、主流的な経済学から一步踏み出している点に批判を生む可能性を有するが、政策科学、経済学及び地球環境倫理の融合を積極的に行うことによって、実際課題への大胆な提言を行っている。