

地球温暖化の影響と適応

国立環境研究所 原沢英夫

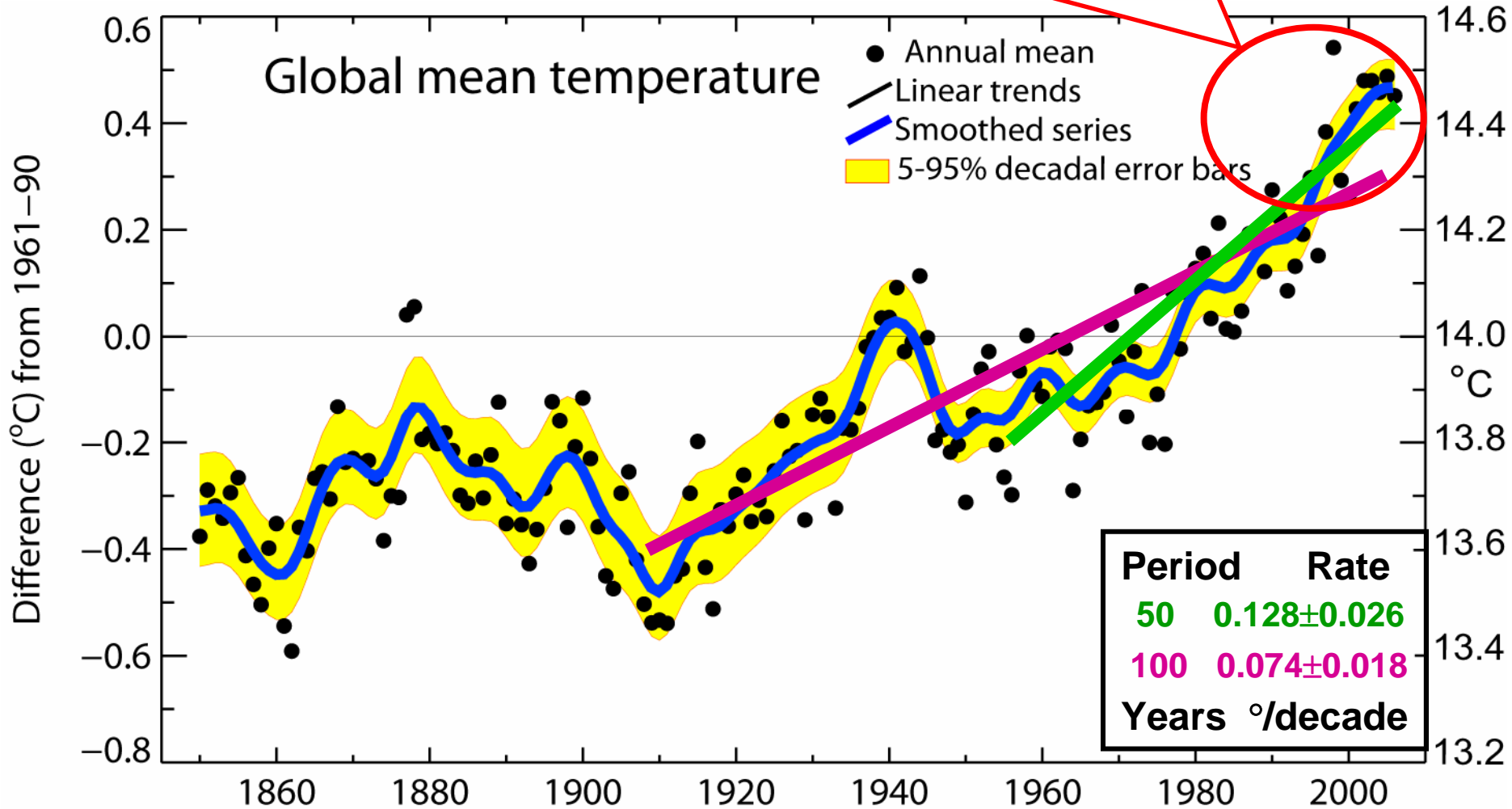
WG1 第4次評価報告書(自然科学的根拠)の要点

- 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°C気温上昇
- 4 21世紀末で1.1~6.4°C気温上昇
- 5 海面上昇18~59cm
- 6 2030年までは10年あたり0.2°C昇温
- 7 熱帯低気圧が強まる
- 8 21世紀後半で、北極海氷消滅
- 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

全球の年平均気温の変化

最も温暖な 12 年:

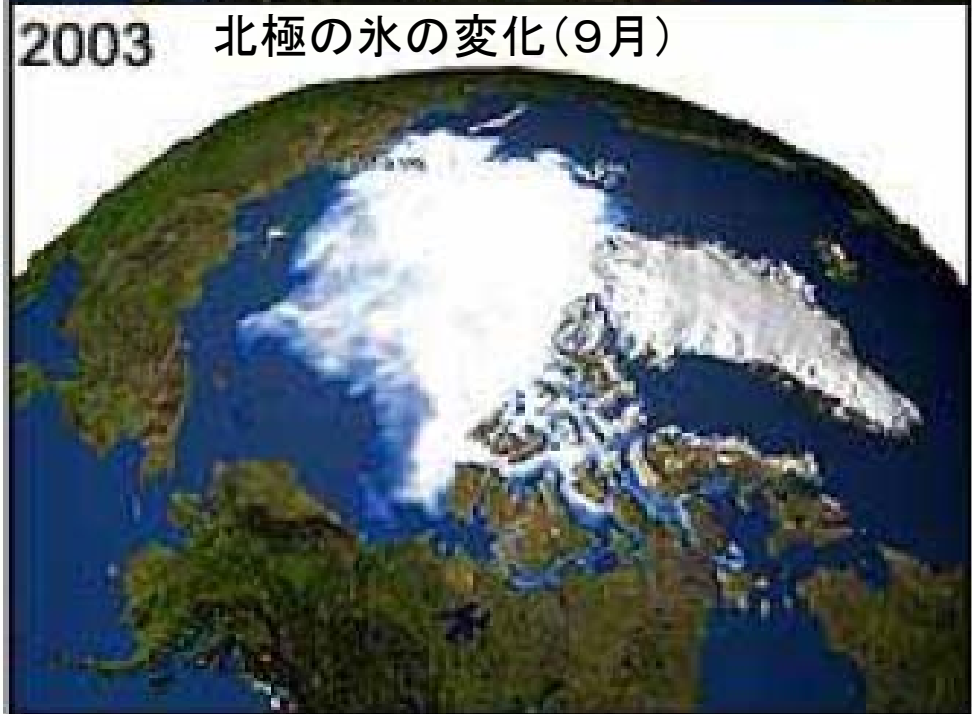
1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006,
2001, 1997, 1995, 1999, 1990, 2000



北極の氷が溶けている

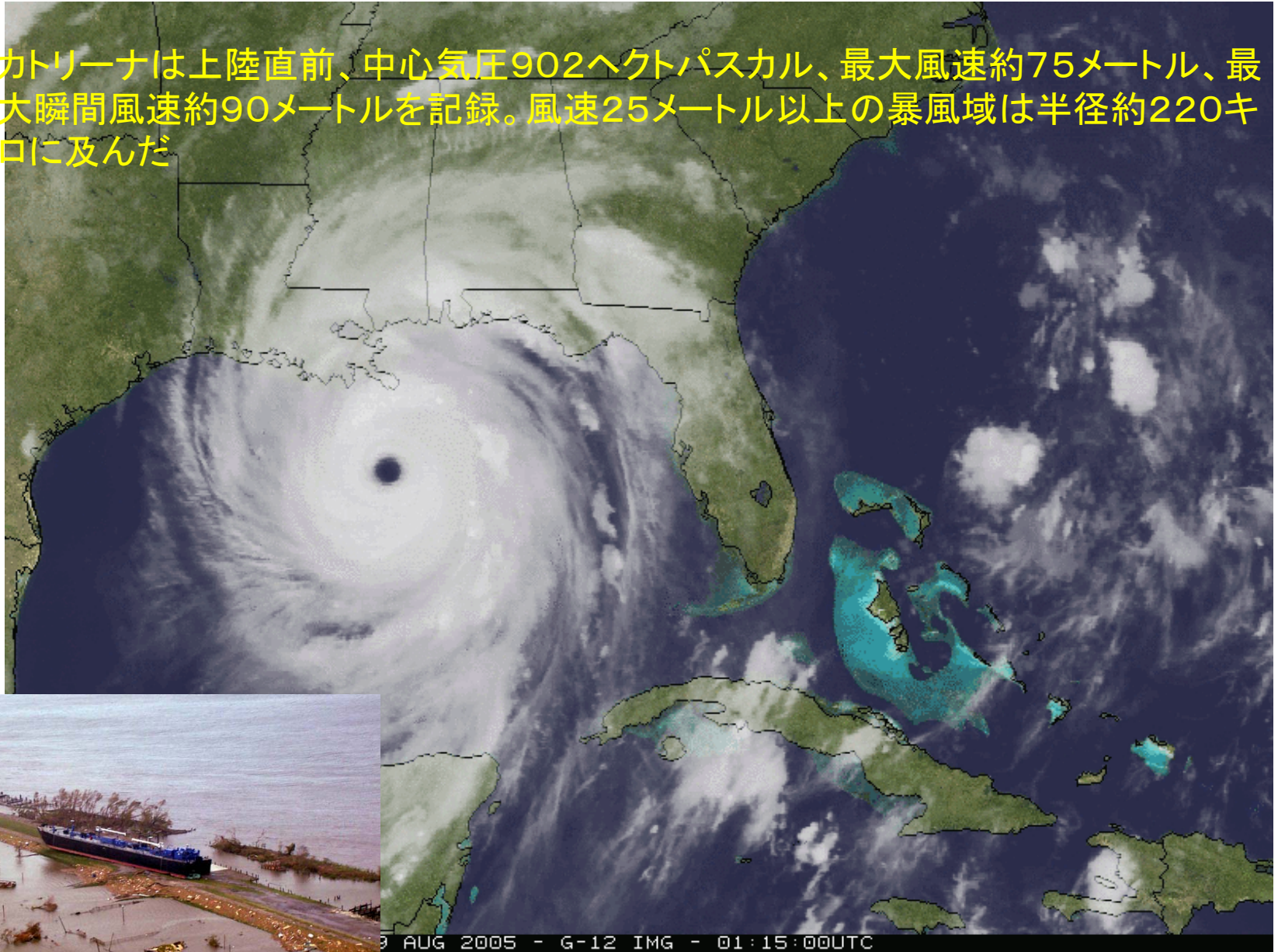
- ・地球の平均気温
ここ100年で 0.74°C 上昇
 - ・日本の平均気温
ここ100年で 1.0°C 上昇
(東京は 3°C)
 - ・アラスカ、カナダ西部
ここ50年で $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 上昇
 - ・氷河や海水の融解
 - ・積雪期間が短縮
 - ・永久凍土の融解
- ・北極圏の海氷が最も少なくなる9月、近年観測される氷は、1979年から2000年までの平均的な量と比較すると、**39%**減少している(2007年9月)。

出典: NASA



ハリケーンカトリーナ (2005年8月29日に上陸)

カトリーナは上陸直前、中心気圧902ヘクトパスカル、最大風速約75メートル、最大瞬間風速約90メートルを記録。風速25メートル以上の暴風域は半径約220キロに及んだ



IPCC第2作業部会総会の様子(ブリュッセル、2007年4月2日~4月6日)



開会式、多くのマスコミが取材



執筆者席、アジア章を担当した執筆者



4日20時になっても約半分の審議状況



5日め、昼前の記者会見、パリー共同議長が発表

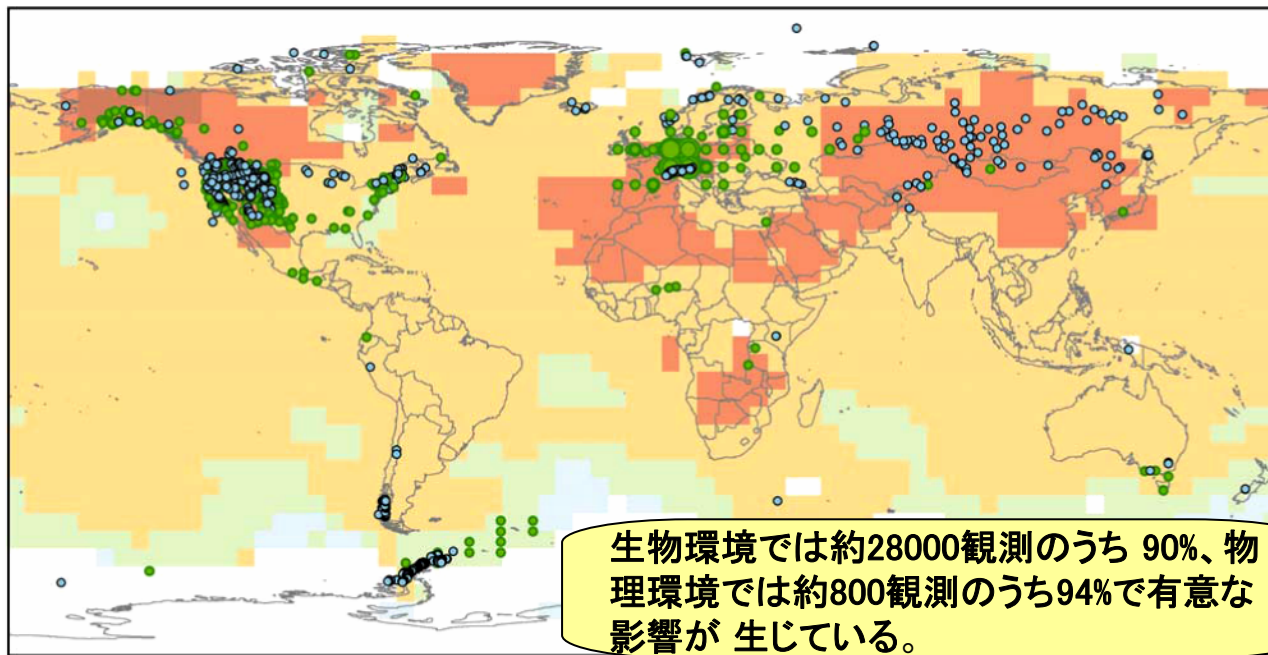
IPCC WG2 AR4 影響、適応、脆弱性

- ① 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)
- ② 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)
- ③ 異常気象と温暖化(欧州熱波、ハリケーン)
- ④ 海洋の酸性化など新たな知見
- ⑤ 影響低減のための適応策
- ⑥ 適応策と削減策(コストと被害)
- ⑦ 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



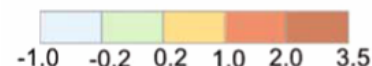
観測地

- 物理環境
- 生物環境

ヨーロッパの観測データ数表示

- 1-30
- 31-100
- 101-800
- 801-1200
- 1201-7500

気温変化(°C) 1970-2004



生物環境では約28000観測のうち 90%、物理環境では約800観測のうち94%で有意な影響が生じている。

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	28,115 119	5 2	106 8	6 0	120 24	28,586 764	1 85	28,671 765
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(海水の生物群集や上位捕食者を含む)。

確信度

■ 非常に高い確信度

● 高い確信度

◆ 中程度の確信度

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。

<影響の具体例>

- ・ 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。

◆ <影響の具体例>

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

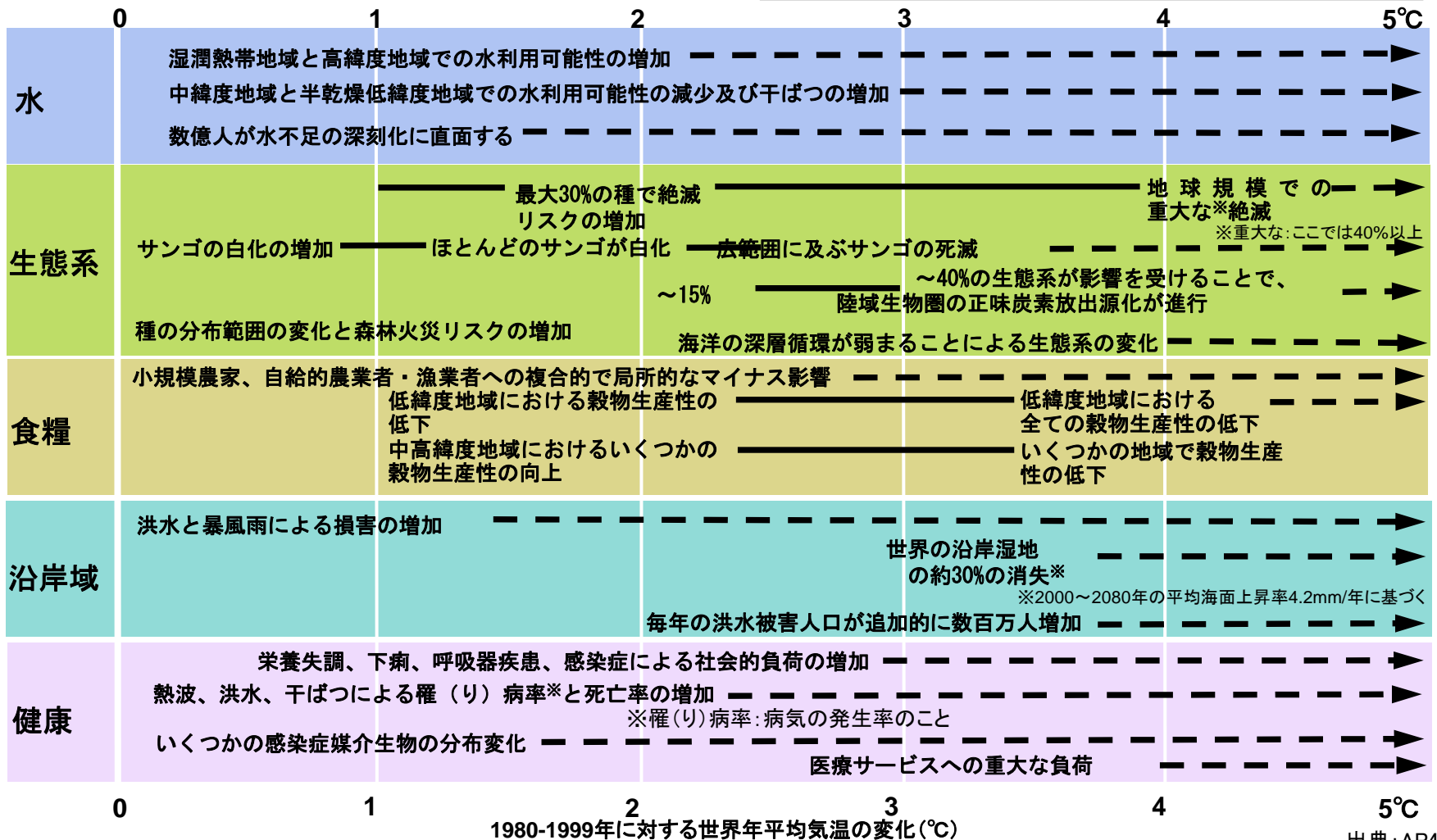
温暖化影響の将来予測

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。



温暖化の各地域への影響

ヨーロッパ

- ・山岳地域で、氷河の後退、雪被覆の減少、広範な生物種の喪失（高排出シナリオで、ある地域では2080年までに最大60%喪失）
- ・熱波と森林火災に起因する健康リスクの増加

アジア

- ・2050年までに10億人以上が水不足の悪影響
- ・洪水と干ばつに伴う下痢性疾患の増加
- ・沿岸の海水温度の上昇によるコレラ菌の存在量/毒性の増加
- ・21世紀半ばまでに、穀物生産量は、東・東南アジアで最大20%増加、中央・南アジアで最大30%減少

北アメリカ

- ・西部山岳地帯で、水資源をめぐる競争が激化
- ・現在熱波に見舞われている都市で、今世紀中に熱波の数、強度、継続期間の増加

アフリカ

- ・2020年までに7500万~2億5千万人に水ストレス
- ・いくつかの国で、降雨依存型農業からの収穫量が2020年までに50%程度減少
- ・21世紀末に海面上昇適応コストがGDPの5~10%に

ラテンアメリカ

- ・今世紀半ばまでにアマゾン東部地域の熱帯雨林がサバンナに徐々に代替
- ・多くの生物種の絶滅による生物多様性の重大な損失のリスク

小島嶼

- ・海面上昇による浸水、高潮、浸食及びその他の沿岸災害の悪化による社会資本、住宅地、施設への脅威
- ・中高緯度の小島嶼で非在来種の侵入の増加

オーストラリア・ニュージーランド

- ・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場所で2020年までに生物多様性の著しい損失

極域

- ・氷河・氷床の縮小、渡り鳥、哺乳動物及び高位捕食者など多くの生物に悪影響
- ・北極では、海水面積・凍土の減少、沿岸浸食の増加、凍土の季節的な融解深度増加

将来への対応

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。

護岸

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。

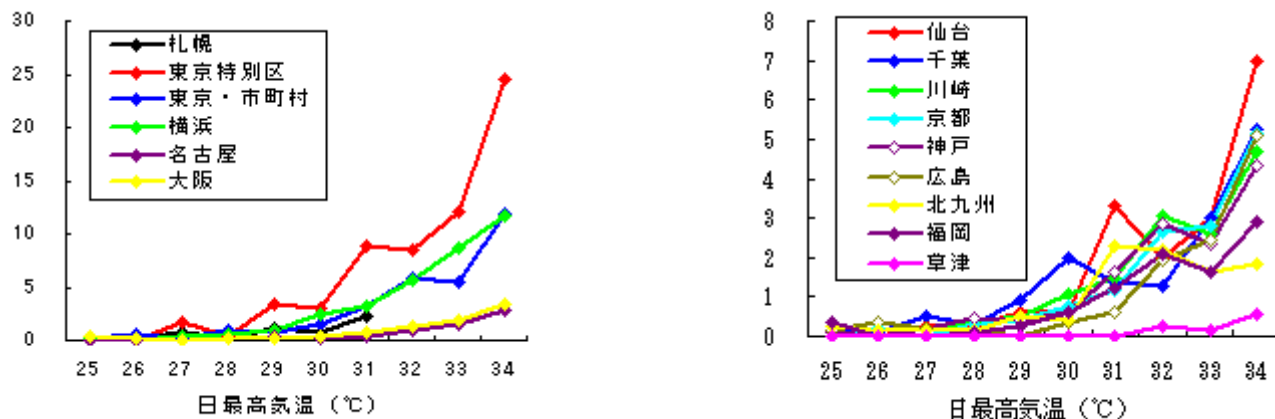


出典:JICA (2001) Annual Evaluation Report.

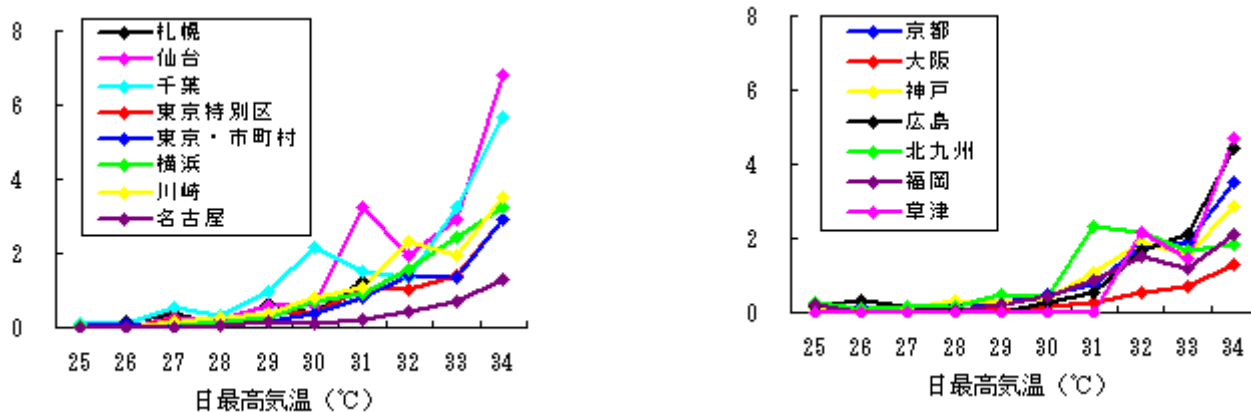
日最高気温と熱中症患者発生数

- ・日最高気温が29℃、30℃あたりから患者の発生が見られ、33℃、34℃を越えるあたりから急激に増加する様子が観察された(図A、2005年5月から9月)。
- ・地域により人口あたりの熱中症患者発生率にかなりの違いが見られた(図B)。

図A 地域別・日最高気温別患者発生率(人／日)



図B 地域別・日最高気温別患者発生率(人／日／100万人)



熱波への適応策の例

・行政面の適応策

建物基準の変更

環境教育

天気予報/警報システム

・技術・工学面の適応策

建物の機密性強化(断熱)、緑化・水辺創出

土地利用や都市計画(ヒートアイランドの緩和)

空調設備

・文化や行動面の適応策

水分の補給

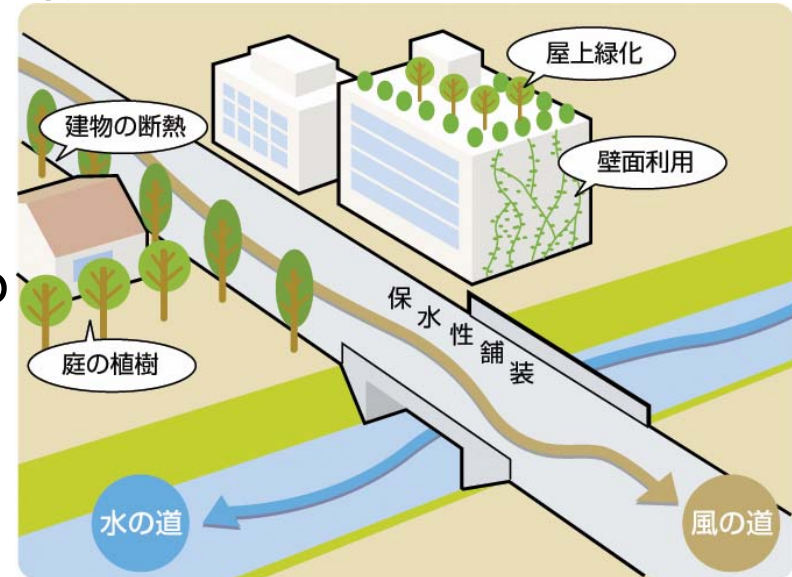
ピーク気温時の仕事・運動を避ける

衣服の工夫

昼寝、昼休み

空調設備

暑熱に関する情報提供



■ 都市や建物での適応策 (文献25より作成)

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。