

# 地球規模の気候変動リスク管理

国立環境研究所  
気候変動リスク評価研究室長

江守 正多

# IPCC(気候変動に関する政府間パネル)

- 気候変動(地球温暖化)について、何がどれくらいわかっているかを評価する。
- 主体は各国政府であり、依頼された専門家が報告書を作成する。
- 自身では研究を行わない。
- 政策判断を行わない。
- 第5次評価報告書(AR5)を今年から来年に発表。

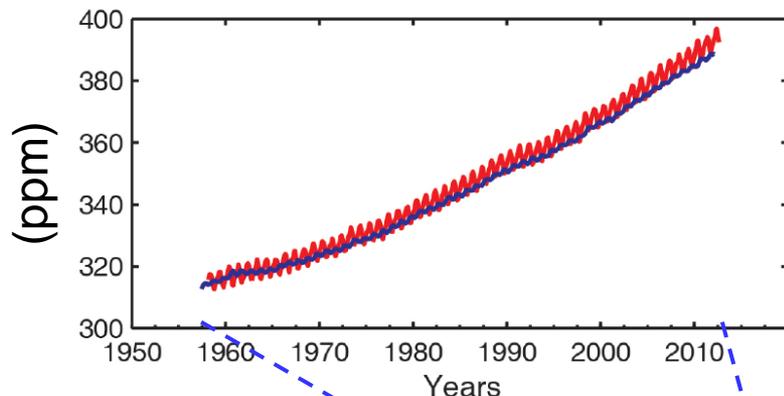
WG1: 科学的根拠(9月にスウェーデンで発表)

WG2: 影響、適応、脆弱性(来年3月に横浜で発表)

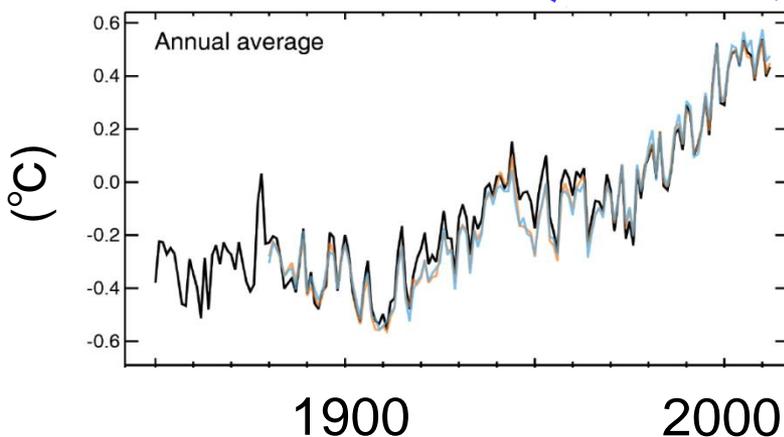
WG3: 緩和策(来年4月にドイツで発表)

# 温室効果ガス濃度と世界平均気温・海面水位は20世紀に急激に上昇している

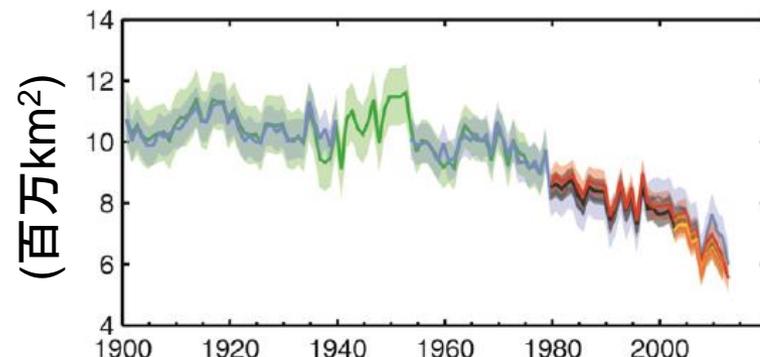
二酸化炭素濃度



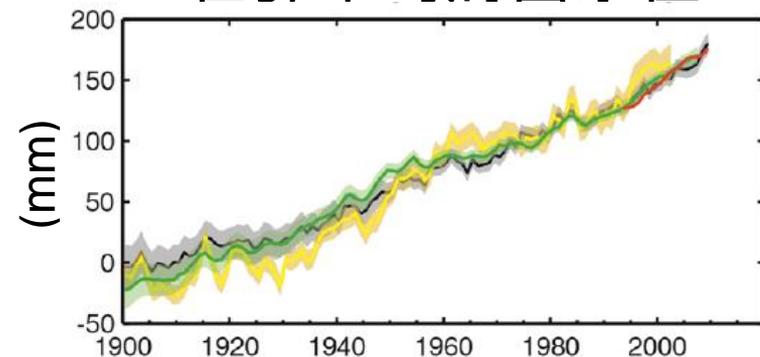
世界平均気温偏差



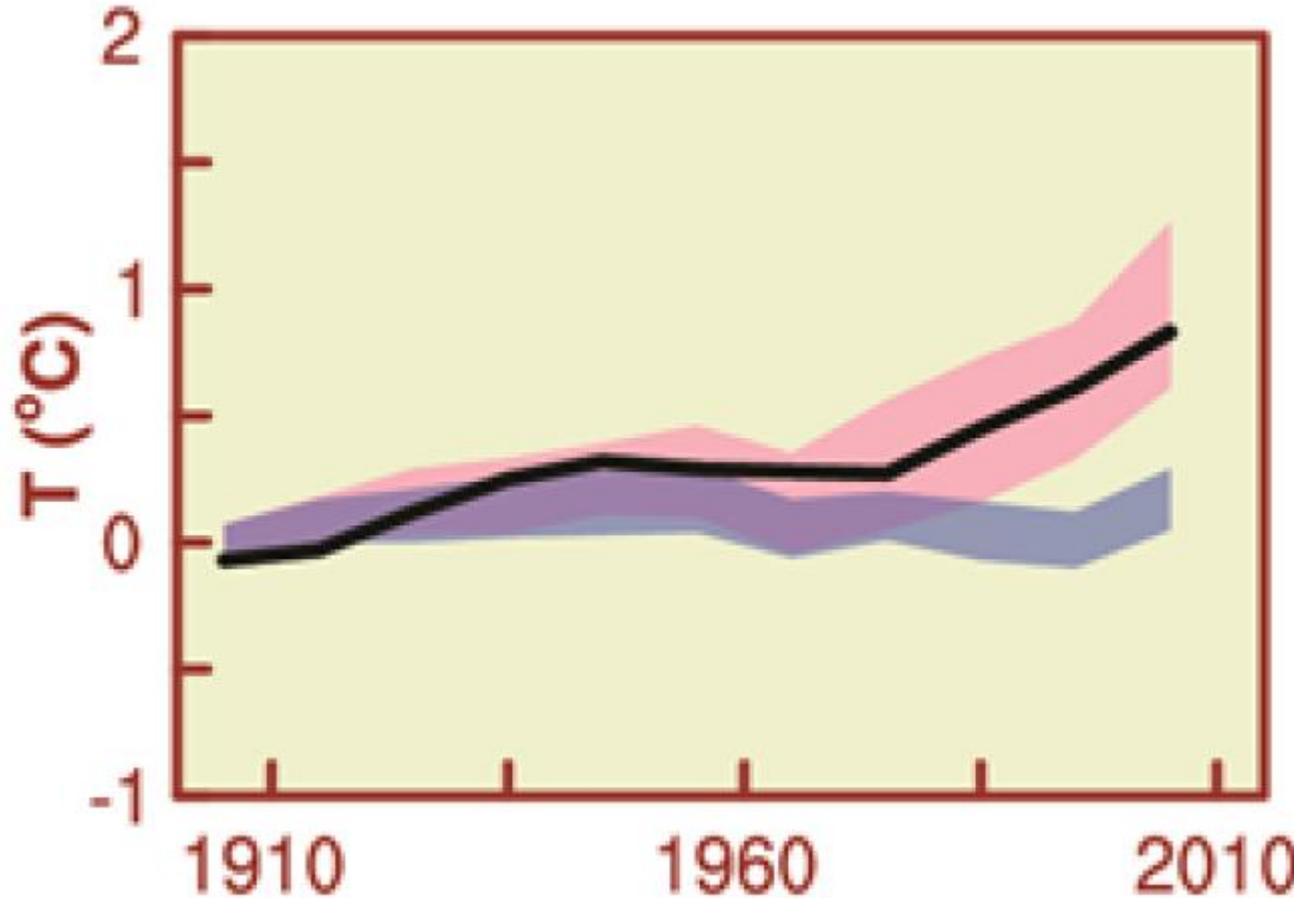
夏の北極海海氷面積



世界平均海面水位



20世紀半ば以降の世界平均気温上昇の半分以上は、人為起源の要因による可能性が極めて高い(95%以上)

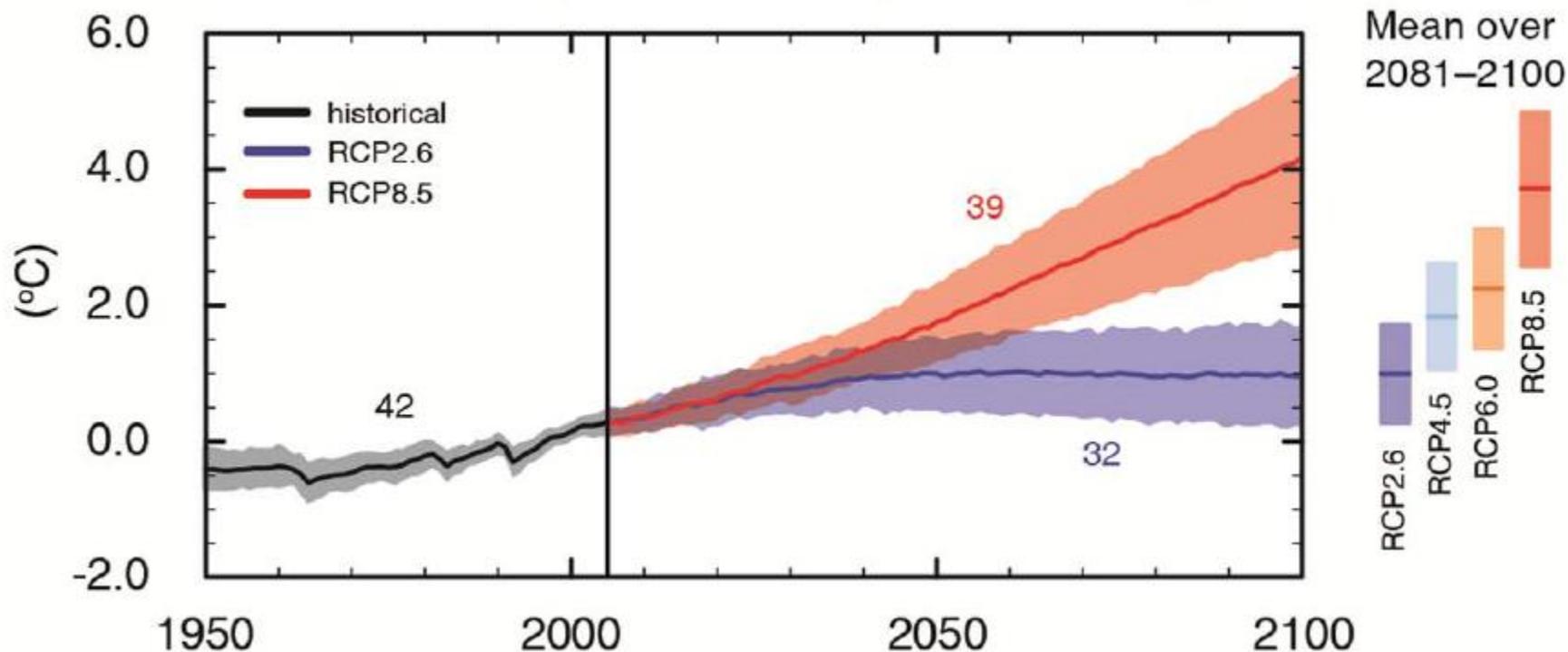


黒：観測結果

赤帯：  
自然要因  
(太陽+火山)  
+人為要因  
(温室効果ガス  
等)を考慮したシ  
ミュレーション

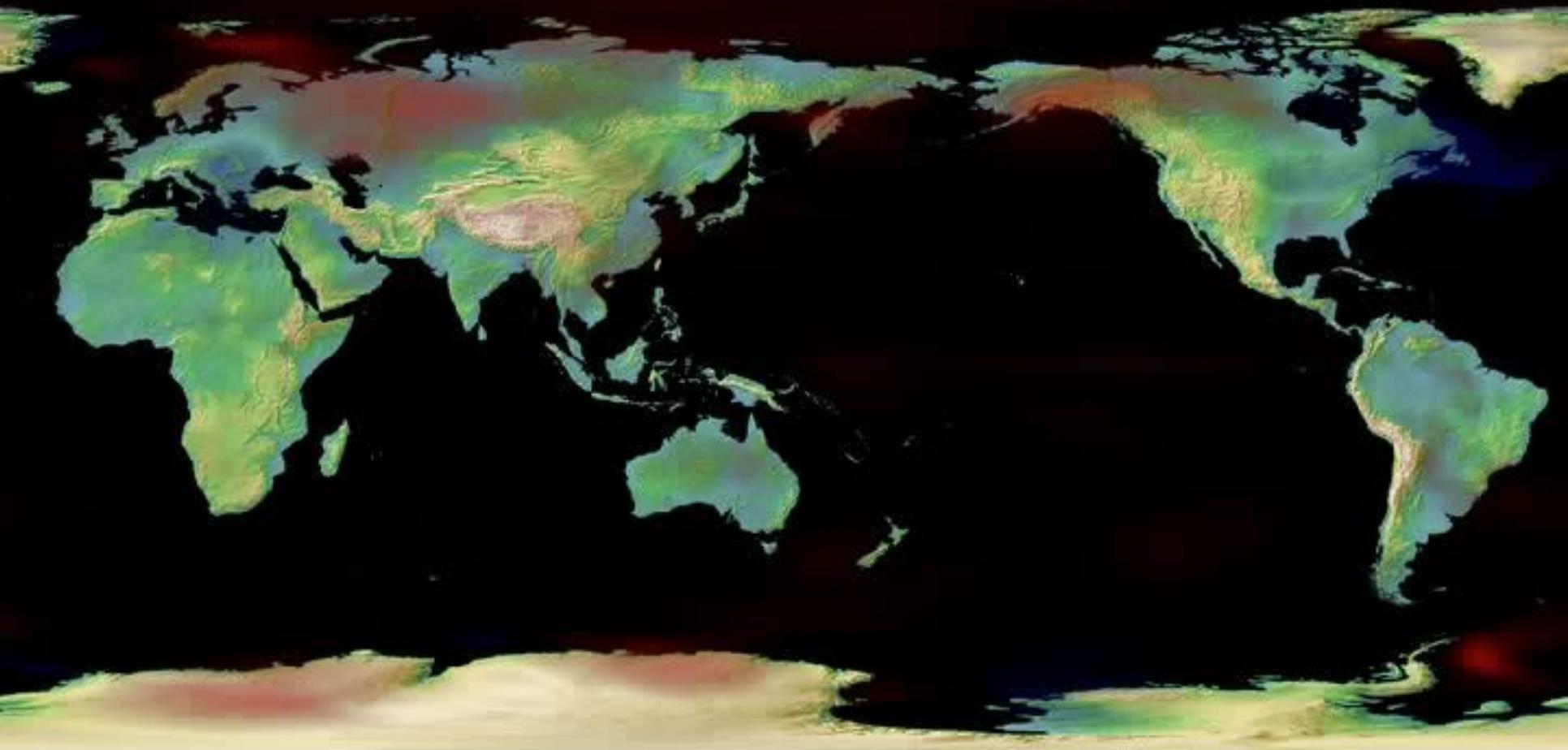
青帯：  
自然要因  
のみ考慮したシ  
ミュレーション

# 予測される100年後の気温上昇量は？



社会の発展の仕方と対策の大きさに依存  
科学的な予測にも幅

# 20～21世紀の地表気温変化シミュレーション



1950

-12 °C

-6 °C

0 °C

+6 °C

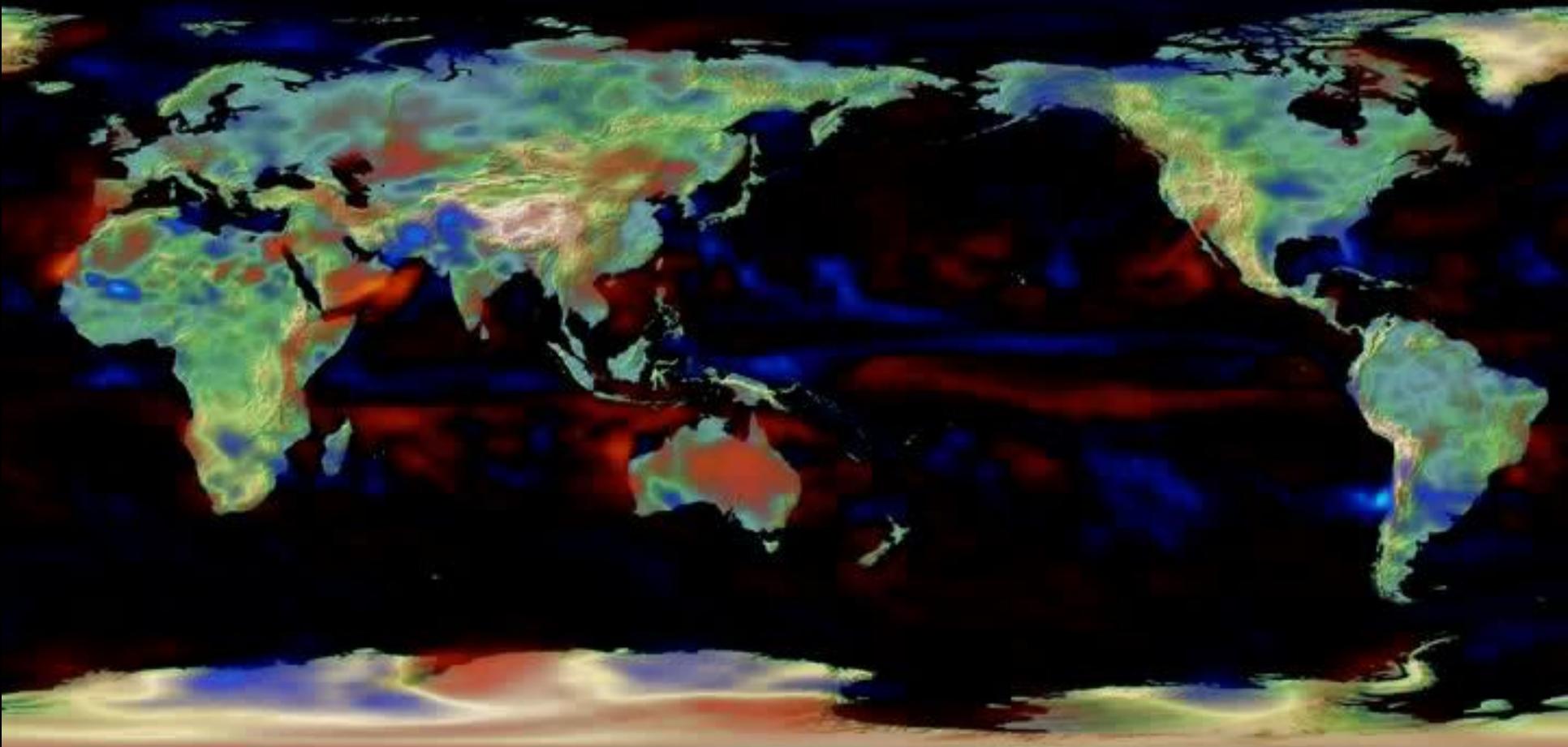
+12 °C

2m temperature change

MIROC5 / RCP8.5

AORI / NIES / JAMSTEC

# 20~21世紀の降水量変化シミュレーション



**1950**

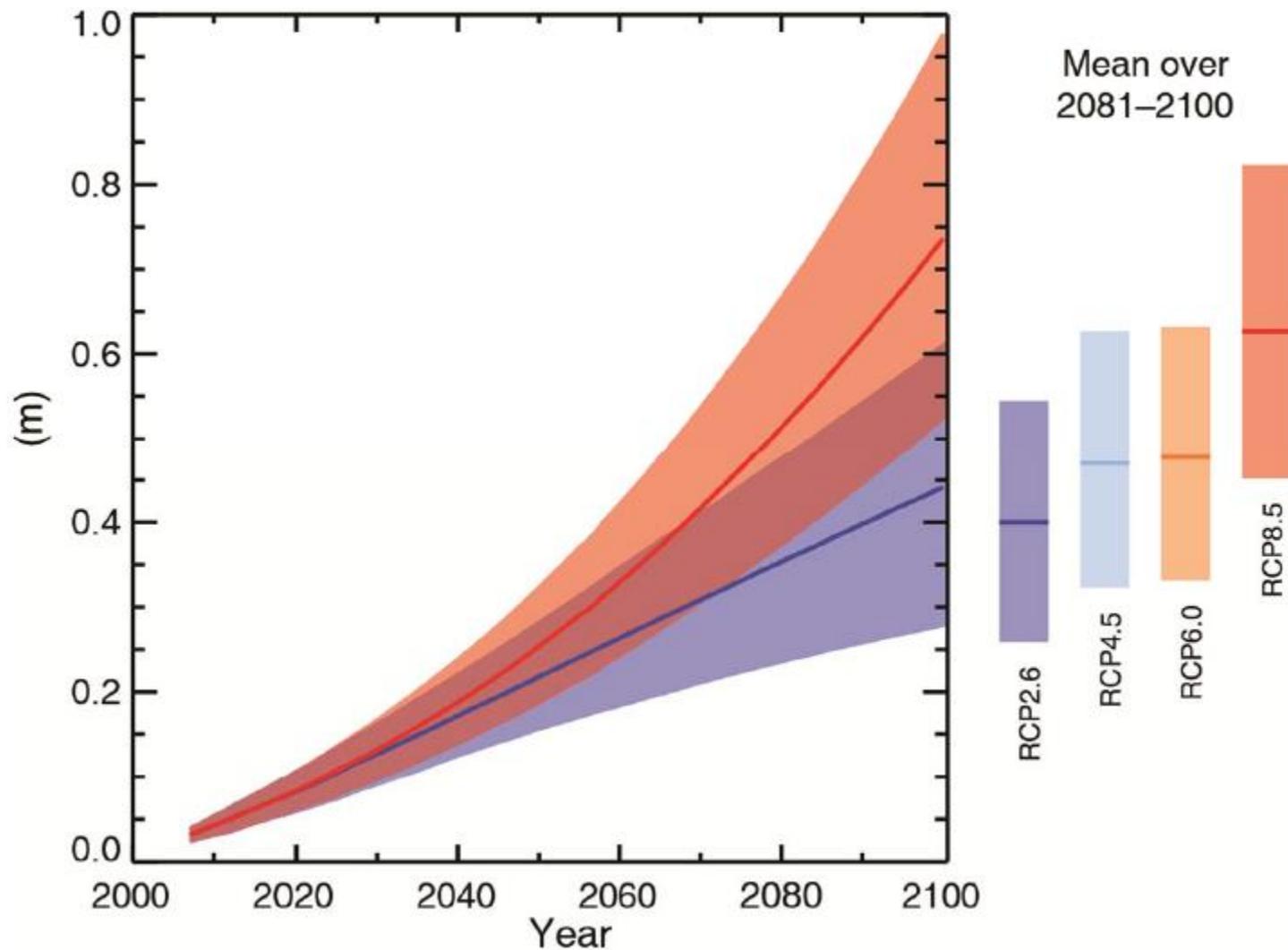


**Precipitation change (% relative to the Control)**

**MIROC5 / RCP8.5**

**AORI / NIES / JAMSTEC**

# 予測される100年後の海面水位上昇は？



# 極端現象の過去および将来の変化

現象及び傾向	20世紀後半に起きた可能性	人間活動の寄与の可能性	将来の傾向の可能性
寒い日と寒い夜の頻度減少	可能性が非常に高い	可能性が非常に高い	ほぼ確実
暑い日と暑い夜の頻度増加	可能性が非常に高い	可能性が非常に高い	ほぼ確実
熱波の頻度が増加	いくつかの地域で可能性が高い	可能性が高い	可能性が非常に高い
大雨の頻度が増加	増加地域が減少地域より多い可能性が高い	確信度が中程度	中緯度と熱帯湿潤域で可能性が非常に高い
干ばつの影響を受ける地域が増加	いくつかの地域で可能性が高い	確信度が低い	可能性が高い
強い熱帯低気圧の数が増加	確信度が低い	確信度が低い	どちらかといえば
高潮の発生が増加	可能性が高い	可能性が高い	可能性が非常に高い

(IPCC 第5次評価報告書より)

# 気温上昇と影響の関係

1990年～2000年水準を基準にして、地球全体の平均気温が

0°C～2°C上昇(産業化前を基準に0.5～2.5°C)

- すでに観測されている影響を一層悪化
- 多くの低緯度諸国における食料安全保障の低下
- 地球規模の農業生産性など、一部のシステムには便益

2°C～4°C上昇(産業化前を基準に2.5～4.5°C)

- 主要な影響の数があらゆる規模で増加
- 生物多様性の広範な喪失、地球規模での農業生産性の低下、グリーンランドと西南極の氷床の広範な後退など

4°C超上昇(産業化前を基準に4.5°C超)

- 脆弱性の大幅な増大
- 多くのシステムの適応能力を超える

IPCC AR4 WG2より



2°C以上が危険であることを示唆するが、「2.0°C」が絶対ではない。

# 「誰が考えても避けるべき」悪影響はあるか？

## ‘Tipping Elements’

ある温度を超えると引き起こされる地球システムの質的な変化

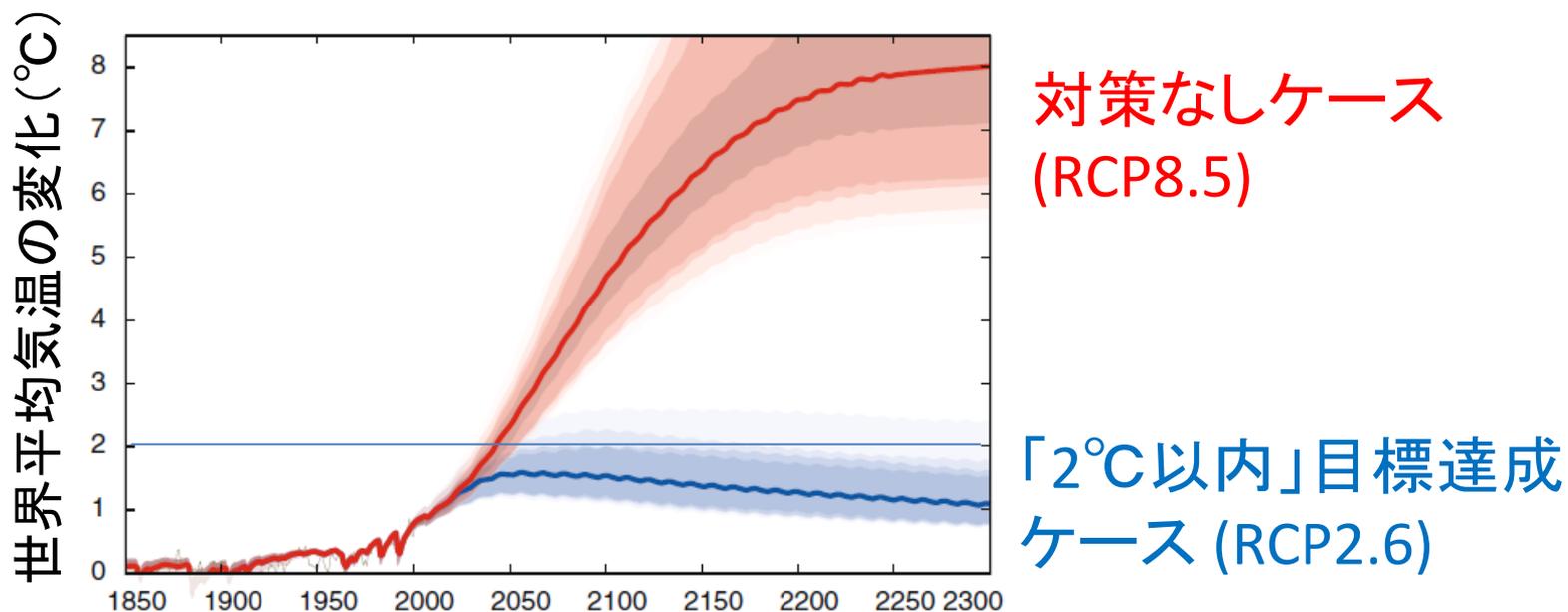
### 例：グリーンランド氷床融解の不安定化

- 「2°C」程度でトリガーされる可能性があるが、不確実性が大きい(1~4°C)。
- すべて融けると海面が7m上昇するが、1000年以上かかる。
- 現在世代にとって致命的ではないかもしれないし、将来も適応できないと決まったわけではない。
- 一方で、そのような地球の異変を人類が引き起こすこと自体が許されないという価値判断もある。

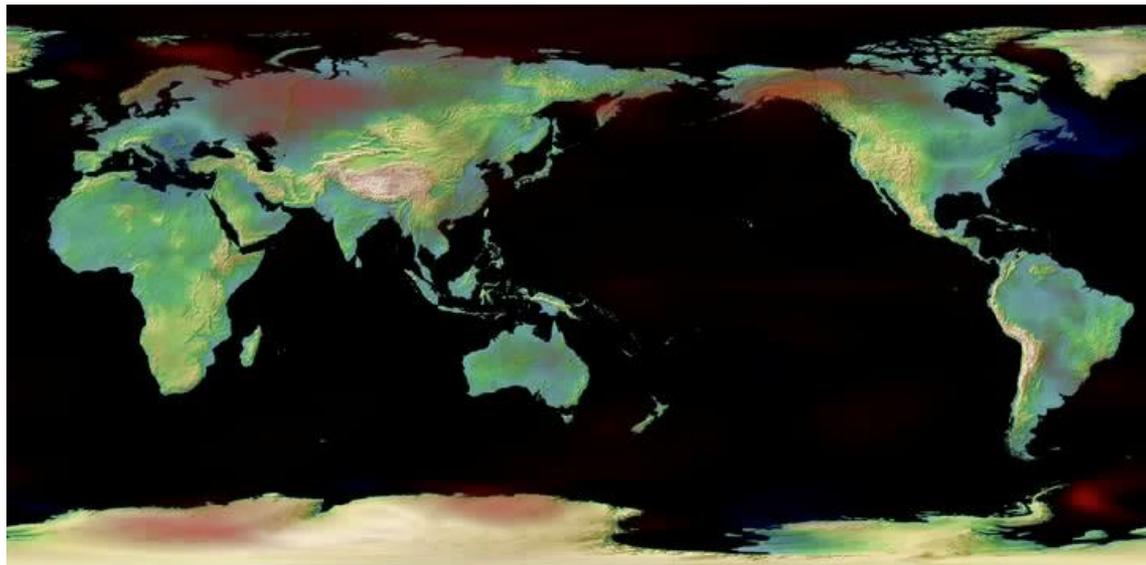
# 気候変動対策の長期目標

「産業化以前からの世界平均気温の上昇を $2^{\circ}\text{C}$ 以内に収める観点から温室効果ガス排出量の大幅削減の必要性を認識する」

気候変動枠組条約 COP16 カンクン合意(2010年)



Meinshausen et al. (2011) より



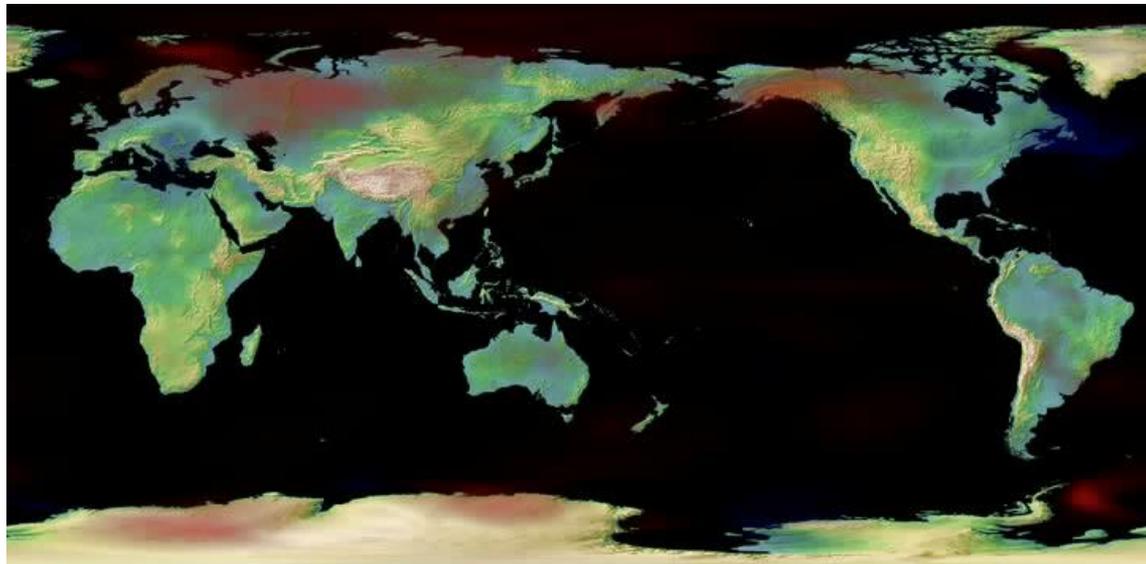
1950



# 気温変化 シミュレーション

MIROC5気候モデルによる  
(AORI/NIES/JAMSTEC/MEXT)

## 対策無しケース

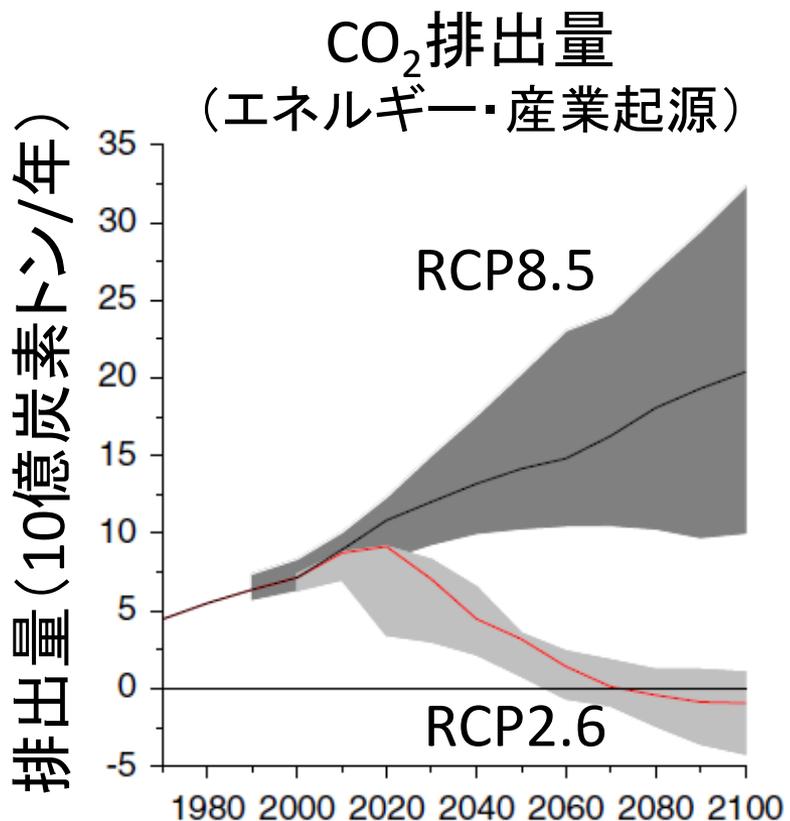


1950



## 「2°C以内」ケース

# 「2°C以内」目標を達成する排出削減経路



van Vuuren et al. (2011) より

## 今世紀前半

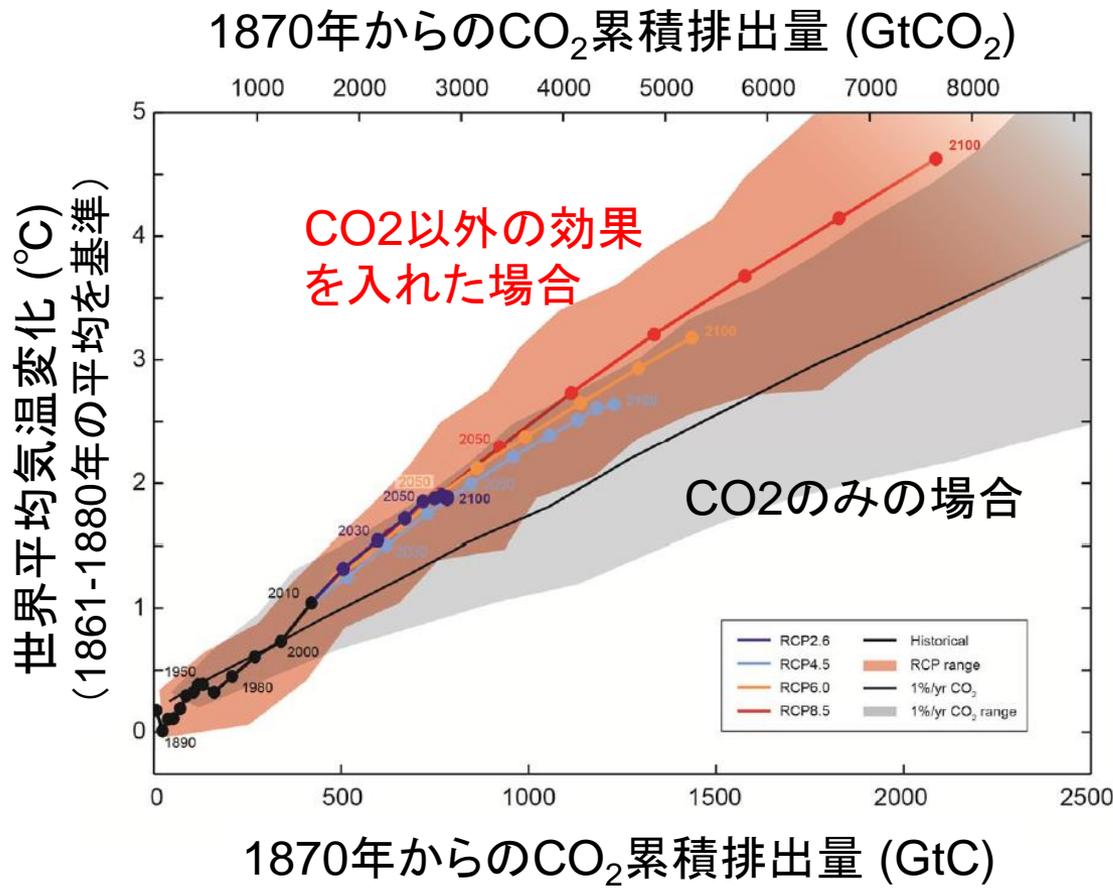
世界全体の排出量を現状に比べて2050年までに半減程度

## 今世紀後半

世界全体の排出量はゼロに近いが、マイナス

(「バイオマスCCS」等によりCO<sub>2</sub>を大気から吸収して地中に貯留)

# 世界平均気温上昇量はCO<sub>2</sub>累積排出量と比例 →気温上昇上限から累積排出量上限が決まる



CO<sub>2</sub>以外の効果も考慮すると、産業化前からの世界平均気温上昇を様々な確率で2°C以内に抑えるためには、

>33% → 900GtC

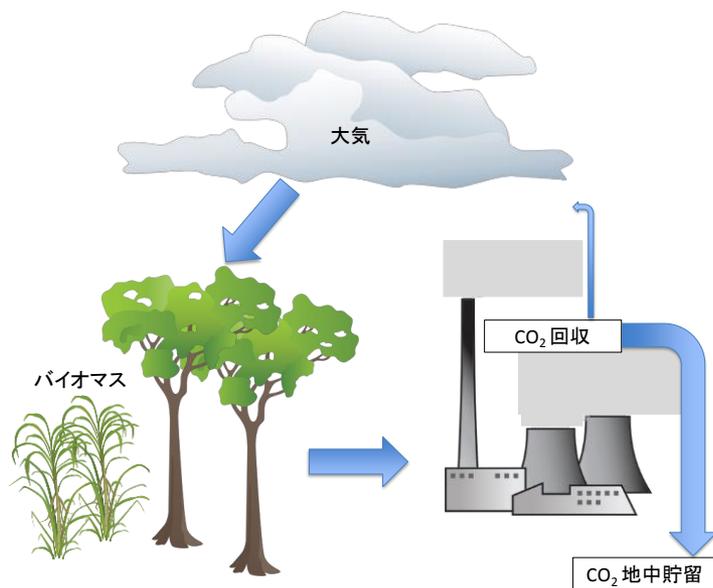
>50% → 820GtC

>66% → 790GtC

の累積排出量が上限となる。

2011年までに、既におよそ515GtC排出している。

# 「切り札」バイオマスCCSは使えるか？



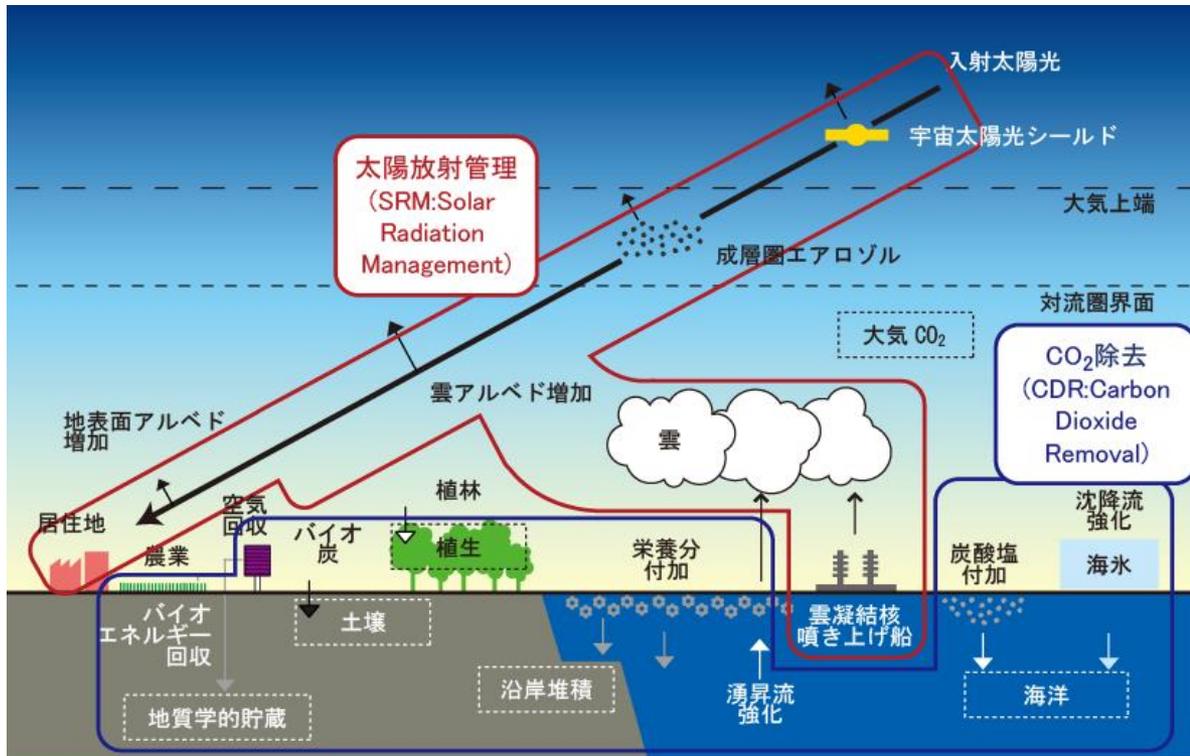
正味の人為排出量をゼロに  
近くするため、CO<sub>2</sub>を大気から  
吸収する技術が必要。

→バイオマスCCS

(CCS=CO<sub>2</sub>回収貯留)

- 燃料作物の大規模栽培は土地をめぐるって食料生産と競合する。
- 新たな土地の開発は炭素放出を伴うとともに、生態系破壊にもつながる。
- そもそもCCS自体の社会的受容性が未知数。

# 最終手段は「気候工学」か？



出典: 杉山, 気候工学入門, 日刊工業新聞社, 2011

- 太陽放射管理 (SRM)
- CO<sub>2</sub>除去 (CDR)
- 成層圏エアロゾルを散布するSRMは低コスト。
- 気温分布、降水分布などに副作用の可能性。
- 終端効果 (SRMを止めたときの急激な温暖化)。

# 気候変動関連リスクを「全体像」で捉える

## 気候変動の悪影響

- 熱波、大雨、干ばつ、海面上昇
- 水資源、食料、健康、生態系への悪影響
- 難民・紛争増加？
- 地球規模の異変？
- ...

## 気候変動の好影響

- 寒冷地の温暖化による健康や農業への好影響
- 北極海航路
- ...

## 対策の悪影響

- 経済的コスト
- 対策技術の持つリスク(原発など)
- バイオマス燃料と食料生産の競合
- 急激な社会構造変革に伴うリスク
- ...

## 対策の好影響

- 気候変動の抑制、悪影響の抑制
- 省エネ
- エネルギー自給率向上
- 大気汚染の抑制
- 環境ビジネス
- ...

悪影響、好影響の出方は、国、地域、世代(現在⇔将来)、社会的属性(年齢、職種、所得等)によって異なる。

# 対策積極派と慎重派

## 対策積極派の主張

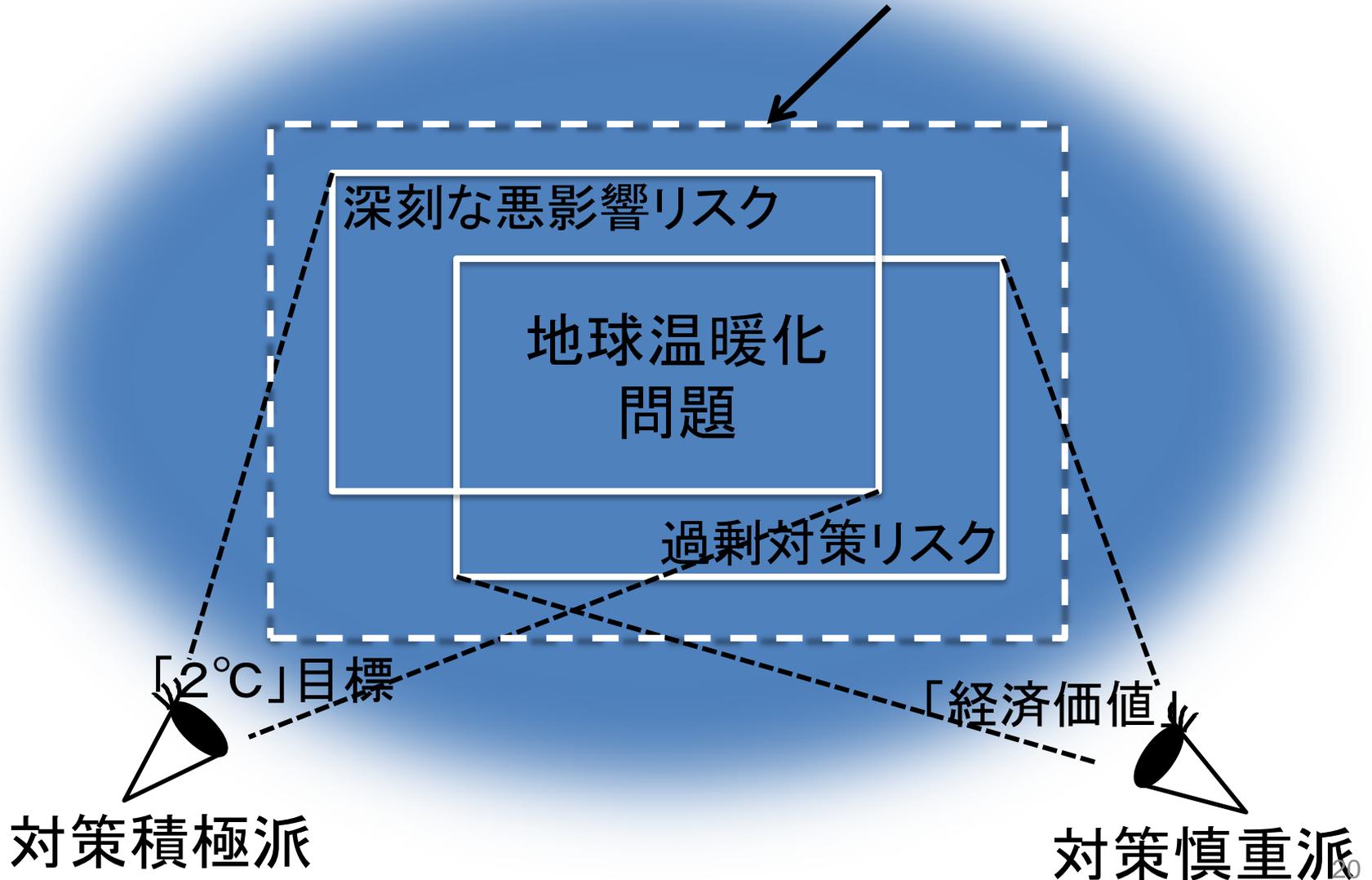
「温暖化の影響は将来の人類のみならず、今生きているわれわれにも莫大な損失を与えるものである一方、大規模な対策は実現可能であり、対策の経済的コストはそれほど大きくないどころか、対策を推進することで新たなビジネスチャンスも生まれる。」

## 対策慎重派の主張

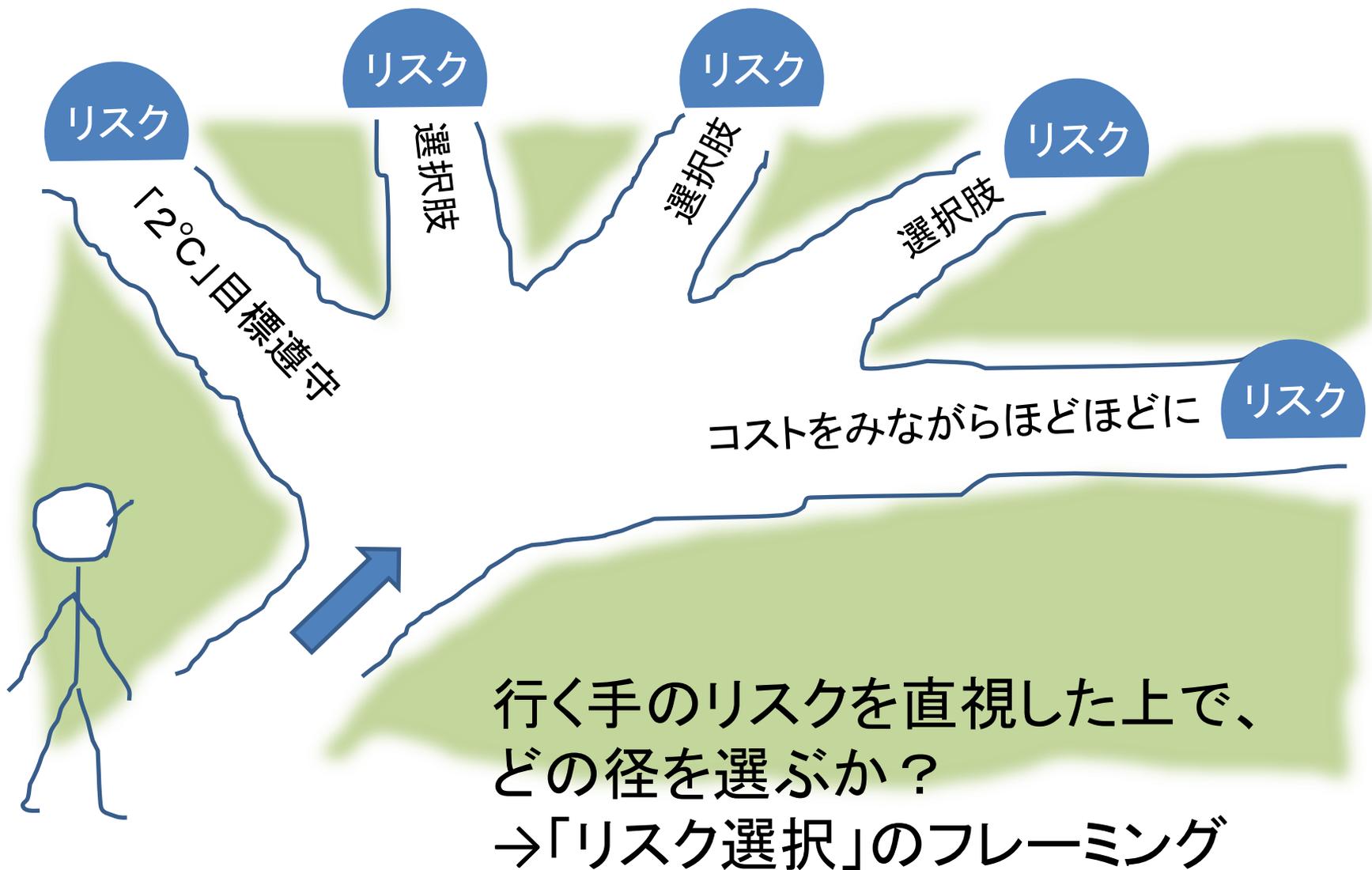
「積極派が言っているような大規模な対策には膨大な経済的コストがかかる上に、コスト以外にも様々な問題があるので現実的ではない一方、温暖化の影響には良いことだってあるし、悪い影響もそれほど深刻なものであるかは疑わしい。」

# フレーミングのずれ

一回り大きなフレームが必要



# すべての行く手はリスクで塞がれている



# 誰がリスクを判断するのか

## テクノクラシー支持

- 知識を持ったエリートが合理的に判断
- 「市民の意見は感情的で非合理的だから反映すべきでない」と考えがち

## デモクラシー支持

- 主権を持った市民が民主的に判断
- 「エリートは自分の利権やメンツを優先するので判断を任せるべきでない」と考えがち

# 専門家が単純に「正解」を 供給できなくなってきた

- 英国BSE問題(1996)  
BSEの人への感染→専門家不信  
「欠如モデル」から「対話モデル」へ
- イタリア ラクイラの地震(2009)  
専門家の委員会を過失致死で起訴
- 日本 福島第一原発事故(2011)  
「原子カムラ」の「安全神話」批判  
低線量被ばく論争

# 誰がリスクを判断するのか

- 専門家の持っている質の高い情報を共有し
- 社会の多様な人々の意見を聞きながら
- 透明性の高いプロセスに基づき
- 政治的責任において判断されるべきではないか？

- そのような仕組みが構築できるか
- 関係者間相互の信頼関係が構築できるか