

地球規模気候リスクと パリ協定の目標についての考察

国立環境研究所
気候変動リスク評価研究室長

江守 正多

社会対話・協働推進オフィス



@taiwa_kankyo

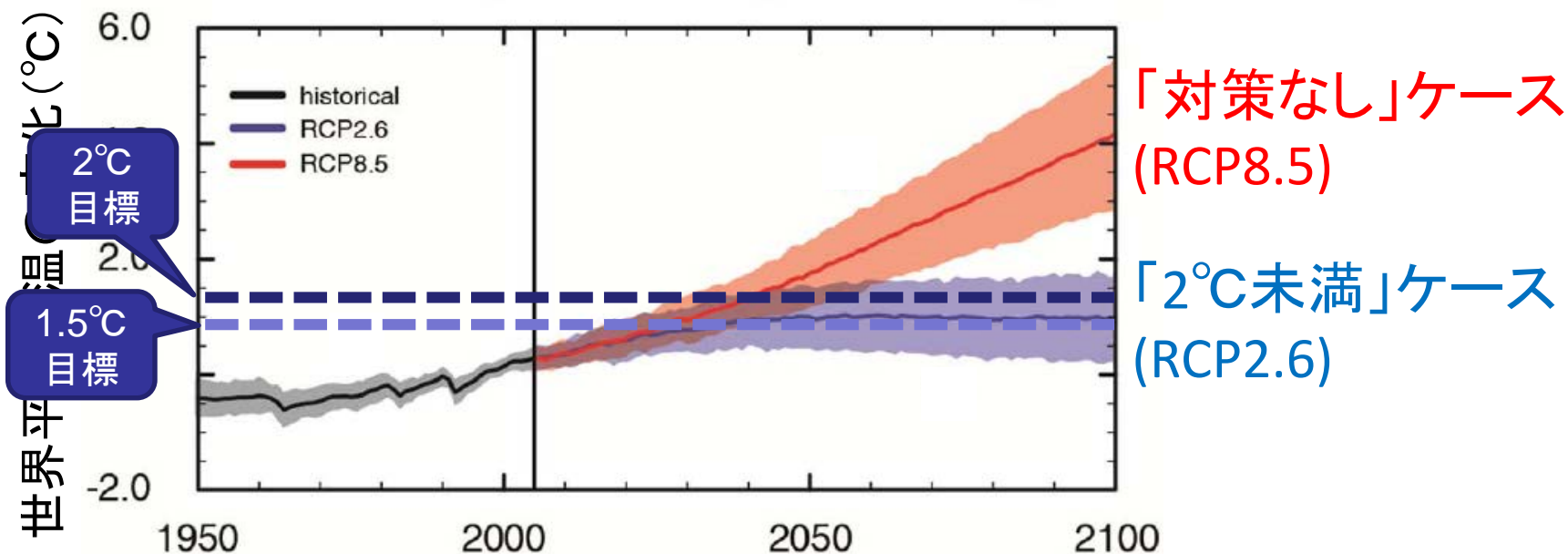
facebook

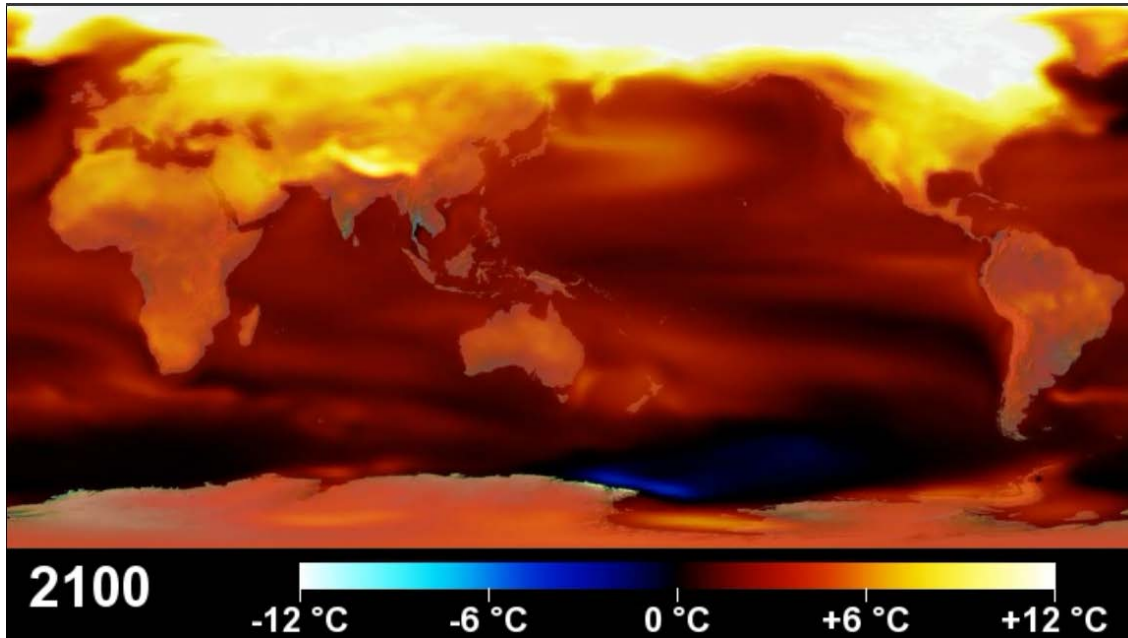
@taiwa.kankyo

将来の気温上昇予測と対策の長期目標

「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2°C より十分低く保つとともに、 1.5°C に抑える努力を追求する」

気候変動枠組条約 COP21パリ協定(2015年)

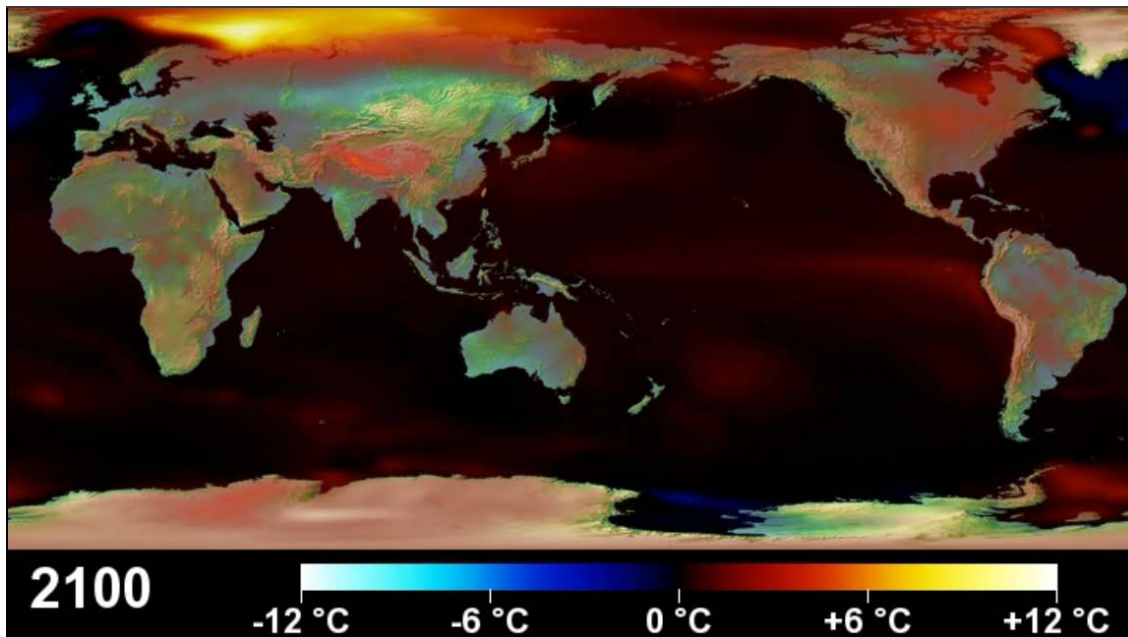




気温変化 シミュレーション

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

「対策無し」ケース

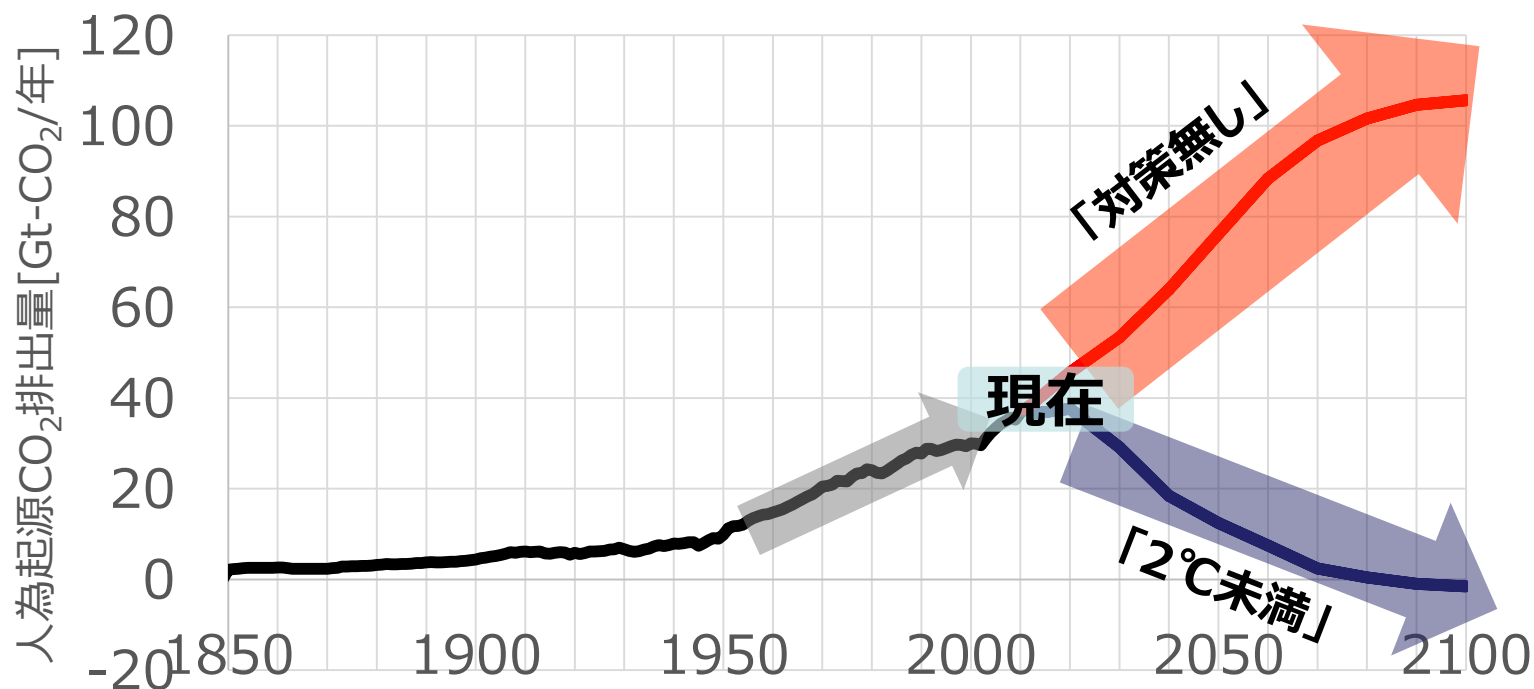


「2°C未満」ケース

「2°C未満」目標を達成する排出削減経路

「今世紀後半に人為的な温室効果ガスの排出と吸収源による除去の均衡を達成する」

気候変動枠組条約 COP21パリ協定(2015年)



「温度目標」: 2°Cより十分低く、できれば1.5°C

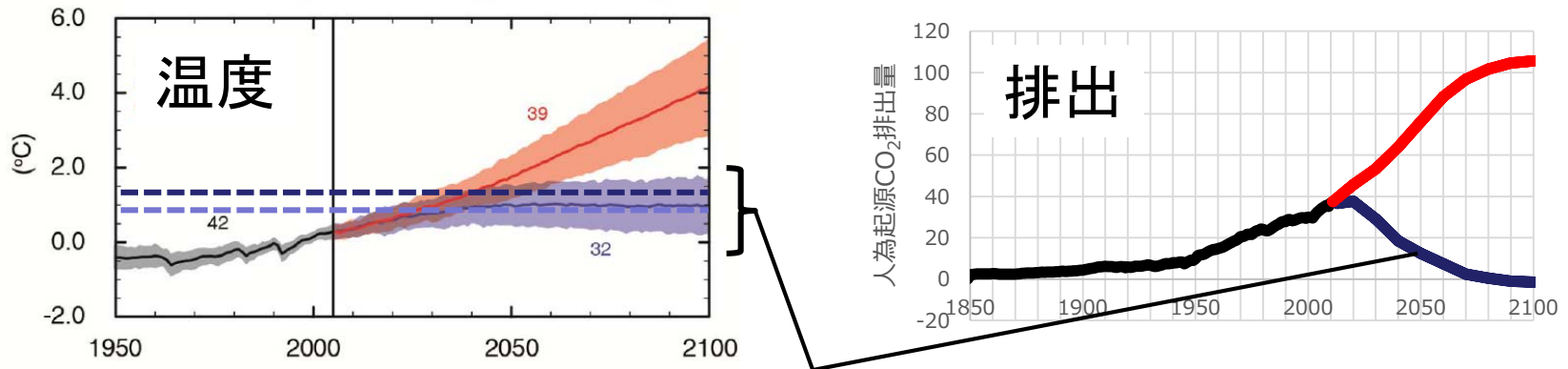
「排出目標」: 今世紀後半に人為GHG排出を正味ゼロ

1. 温度目標と排出目標の対応の不確実性
2. 不確実性を前提にしたリスク対応戦略
 - 排出目標の追求
 - 気候不確実性の低減
 - 温度目標の達成が難しいことが判明した場合のオプションの検討
3. 排出目標の追求に向けて(日本の議論)

パリ協定の温度目標と排出目標の関係

(1) 気候不確実性(RCP2.6を例に)

「気候感度」(地球の温度の上がりやすさ)の不確実性のため、対応関係には幅がある。

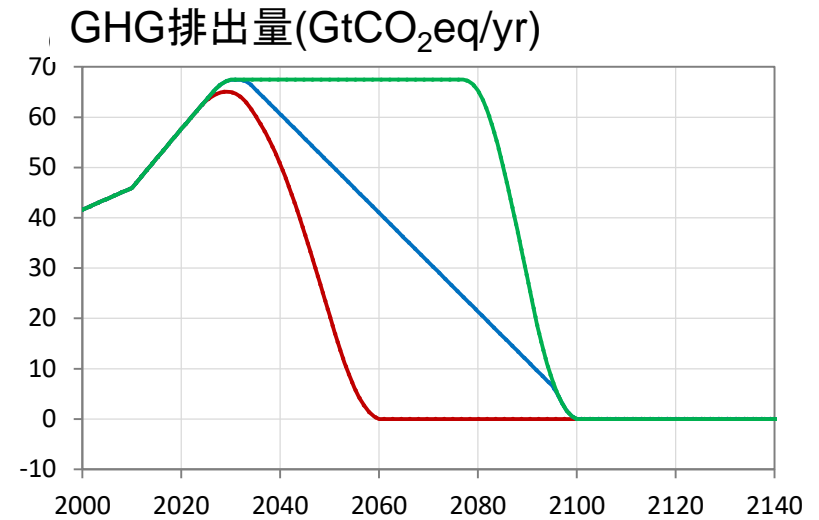
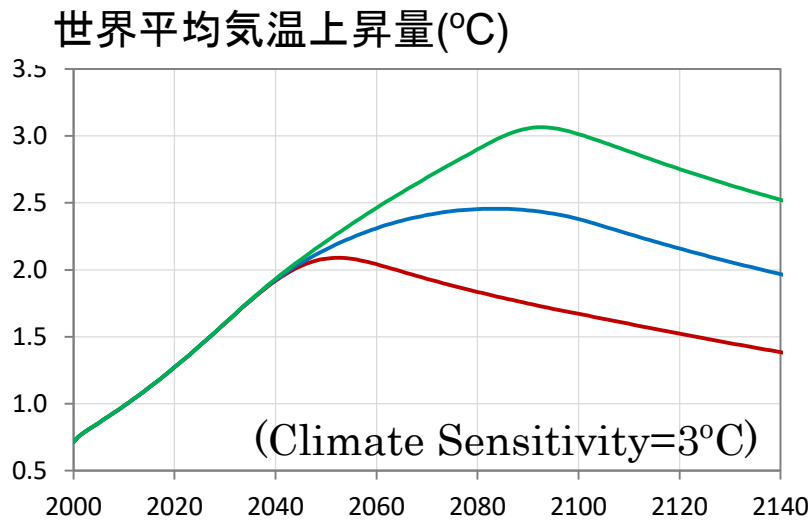


RCP2.6(今世紀後半に排出正味ゼロの一例)を実現すると、

- 2°C未満に収まる可能性が高い(66%程度)。
- 1.5°Cを越える可能性が、超えない可能性より高い。

パリ協定の温度目標と排出目標の関係

(2) 今世紀後半の「いつ」正味ゼロか？

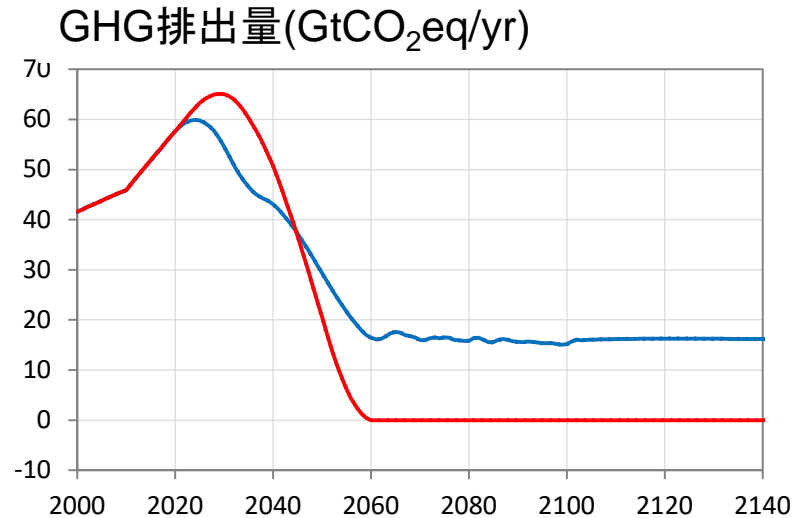
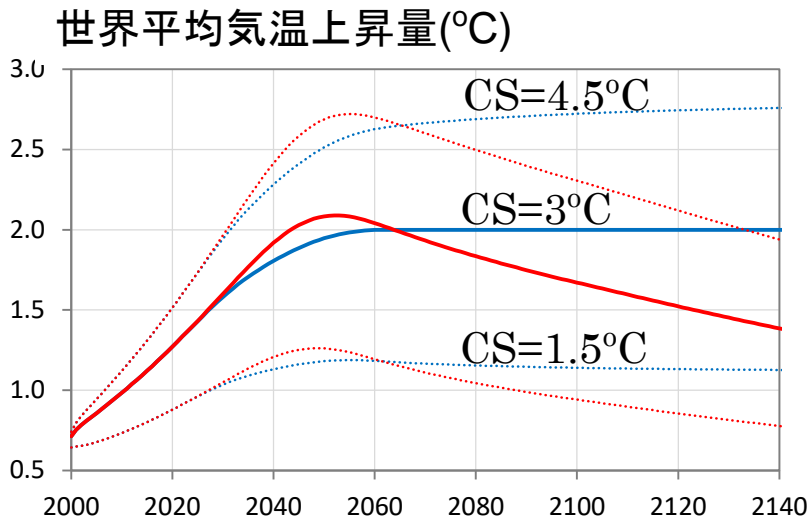


- 今世紀後半の「いつ」正味ゼロかによって、当然、ピーク温度は大きく異なる。
- 「できるだけ早く排出ピークを迎える」という条件も当然重要。

(Tanaka and O'Neill, Nat Clim Change, accepted)

パリ協定の温度目標と排出目標の関係

(3) GHG排出ゼロか/CO₂排出ゼロか？

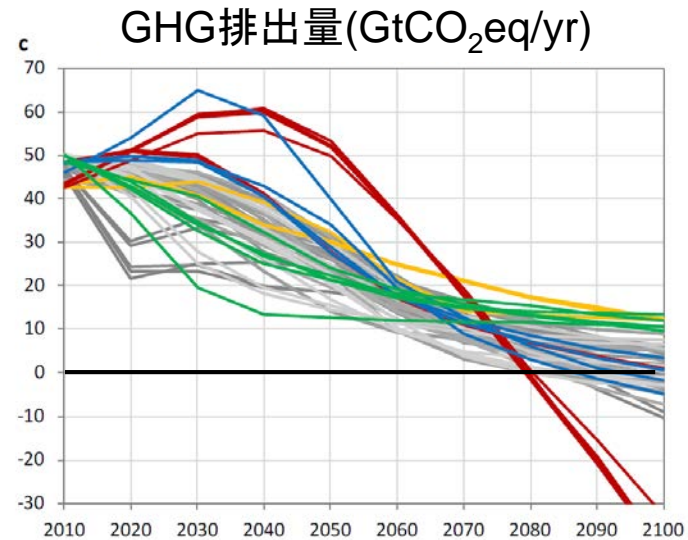
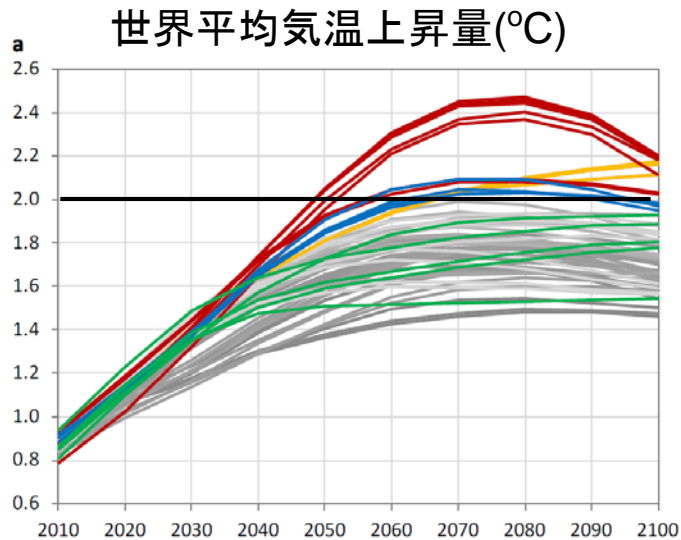


- 気温がオーバーシュートしない場合、GHG排出を正味ゼロまで下げる必要は必ずしも無い。
- 人為CO₂正味ゼロ(＋他のGHGを最低限排出)でも気候安定化は可能(温度目標の達成は気候感度次第)。

(Tanaka and O'Neill, Nat Clim Change, accepted)

パリ協定の温度目標と排出目標の関係

(3) GHG排出ゼロか/CO₂排出ゼロか？



IPCC AR5 シナリオデータベースの分析

- 気温低下を伴わずに2°C未満を達成するシナリオ(緑)は、GHG排出がゼロまで下がらない。
- 気温低下するシナリオ(灰)は、GHG排出ゼロか負が多い。

(Tanaka and O'Neill, Nat Clim Change, accepted)

パリ協定の温度目標と排出目標の関係 まとめと考察

- 気候不確実性により、温度目標と排出目標の関係には幅がある(気温目標は”moving target”)。
- オーバーシュートしない場合、「GHG排出ゼロ」(~CO₂排出は負)は必ずしも必要ない。
- 排出目標を修正して、今世紀後半に「CO₂排出ゼロ」(+他のGHGを最低限排出)と考えれば、社会にとっての意味が明確(「脱炭素」が必要十分)で、目指しやすい。
- ただし、温度目標を達成できるかは、CO₂排出ゼロ達成の早さと気候感度の兼ね合いで決まる。

不確実性を前提としたリスク対応戦略

1. “修正”排出目標の追求

人為CO₂排出正味ゼロをできるだけ早く達成



2. 気候不確実性の低減

科学的理解が進まなかったとしても期待できる



3. 温度目標の達成が難しいことが判明した場合のオプションの検討

- a. 温度目標を超える気候状態の許容/適応
- b. 緩和のさらなる強化(負の排出)
- c. 気候工学(太陽放射管理)

気候不確実性の低減

ASK法と疑似観測アプローチを組み合わせた 「将来の観測データによる不確実性低減」の予測

Allen, Stott and Kettleborough (ASK) method

(Allen et al., 2000; Stott and Kettleborough 2002)

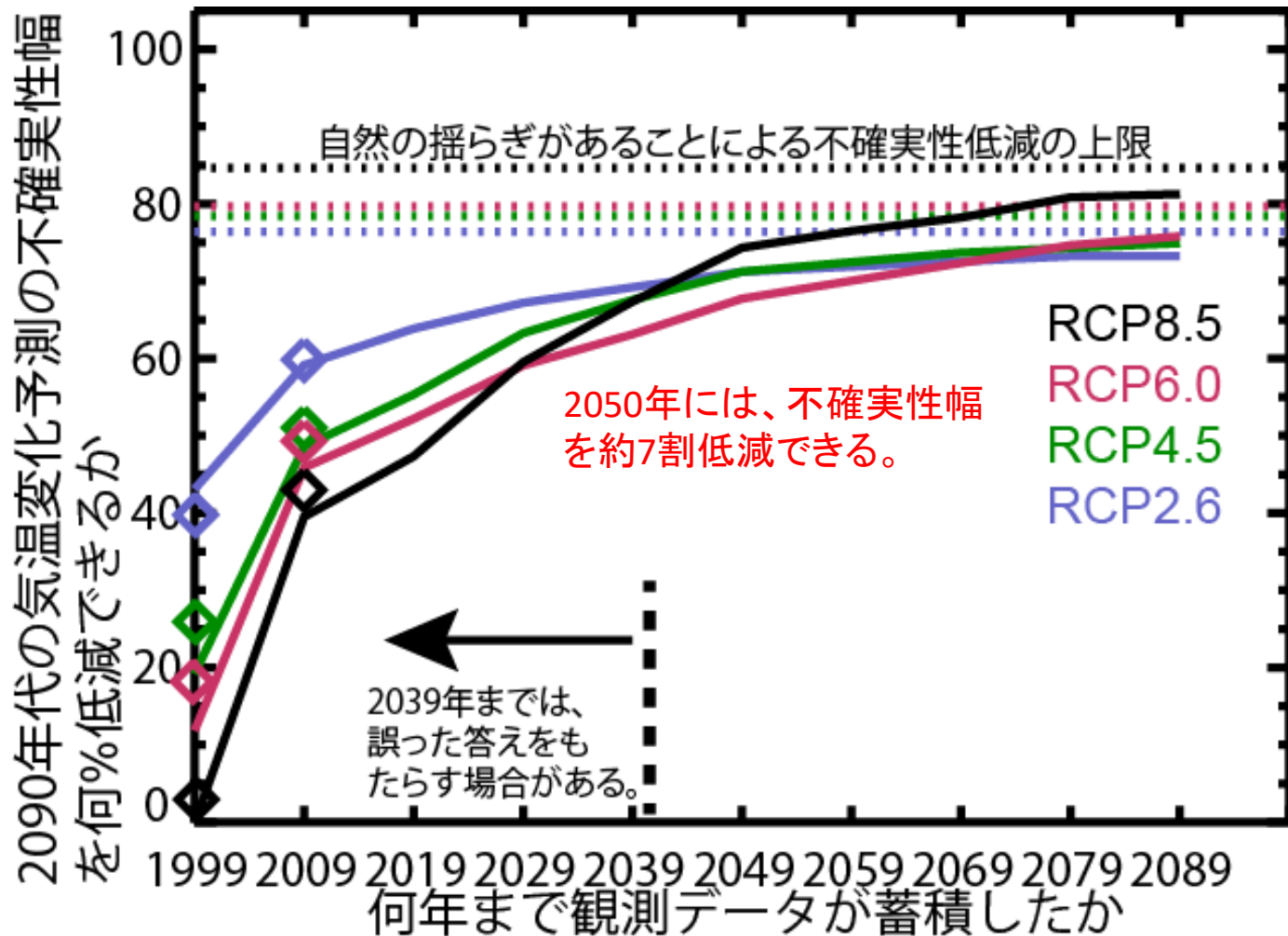
(Eq. 1) Hist Obs = (Model's Hist run – Internal Var) β + Internal Var

(Eq. 2) Future ΔT = (ΔT in model – Internal Var) β + Internal Var

- 過去の気候変動を観測と比較して過大・過小評価した気候モデルは、将来予測も同様に過大・過小評価すると考えて予測を補正する。
- 1つの気候モデルの実験結果を「疑似観測データ」と考えると、いつまでにどれだけ不確実性が制約できるかを評価できる。

(Shiogama et al. 2016)

将来の温暖化の進行に伴う情報の蓄積による 予測不確実性の減少



(Shiogama et al. 2016)

気候不確実性が減少し、将来のどこかの時点で、温度目標の達成が難しいという見通しが得られる可能性がある。

(実際の気候感度に対して、「排出ゼロ」が十分早く達成できない場合)

→そうなった場合のオプションは、

- a. 温度目標を超える気候状態の許容/適応
- b. 緩和のさらなる強化(負の排出)
- c. 気候工学(太陽放射管理)

あるいはこれらの3つの組み合わせ。

(Emori et al. 2018)

それぞれのオプションに伴うリスク

- a. 温度目標を超える気候状態の許容/適応
 - 大きな気候影響、適応コスト
 - Tipping事象の確率増大
- b. 緩和のさらなる強化(負の排出)
 - 大きな緩和コスト
 - 緩和策の副作用(エネルギー用バイオマス大量栽培による食糧、生態系との競合等)
- c. 気候工学(太陽放射管理)
 - 海洋酸性化、副作用の可能性
 - ガバナンスの失敗

この中からどのリスクをとるかについての議論が今から必要ではないか。

結論(1/2)

1. 気候不確実性により、パリ協定の温度目標は”moving target”。それを「確実に」達成する排出経路を事前に描いて追及することは不可能。
2. 温度目標を高い可能性(~66%)で達成するシナリオの研究はたくさんあるが、“残り33%”が実現したらどうするか?のリスク管理的な検討は少ない。
3. “修正”排出目標(CO₂排出ゼロ)は社会にとっての意味が明確(「脱炭素」が必要十分)。このできるだけ早い達成を追求し、不確実性への対処は別途考えてはどうか。

結論(2/2)

4. 温度目標の達成可能性の見極めに、気候不確実性の低減が一つのポイント。仮に科学的理解の進歩が無くても、将来の温暖化の進行に伴う情報の蓄積により、不確実性はある程度低減する。
5. 温度目標の達成が難しいという見通しが得られたときに残されるオプションは、どれも潜在的に深刻なリスクを伴う。それぞれの場合のリスクを科学的、社会的に検討し、どのリスクを取るかを判断する準備が必要ではないか。

地球温暖化問題「解決」の鍵は

対立

技術

社会変革

高効率火力(特に石炭)

原子力

革新的技術

← 火カロックインのリスク

← 事故や核廃棄物のリスク

← 実現可能性に疑問

さらに技術開発必要→
(今は高コスト不安定)

再生可能エネ

← 今の技術でもっと入る
(社会の仕組みが悪い)

機器の効率改善で→

省エネ

← ライフスタイルの変革も

デフレや失業増のリスク→
実現可能性に疑問

物質的豊かさ追及からの
脱却(所有から利用へ)

地球温暖化問題「解決」の鍵は



従来の技術進歩の延長では
問題を解決できない

理念だけで社会は変わらず
問題を解決できない

融合?

イノベーション
(ライドシェアアプリ
自動運転)

ビジネスモデル
産業構造

(自動車産業のデータ産業化?)

制度、投資、
起業家の信念

常識の変化

行動の変化
需要の変化

理念

(ex. 一人一台自動車
を持つのは無駄!)

ライフスタイル

(自動車の購入→
移動サービスの利用)