

2019.3.7
平成30年度環境研究総合推進費
終了課題成果報告会



環境省環境研究総合推進費戦略研究プロジェクトS-12
SLCPの環境影響評価と削減パスの探索による
気候変動対策の推進
(FY2014-2018)

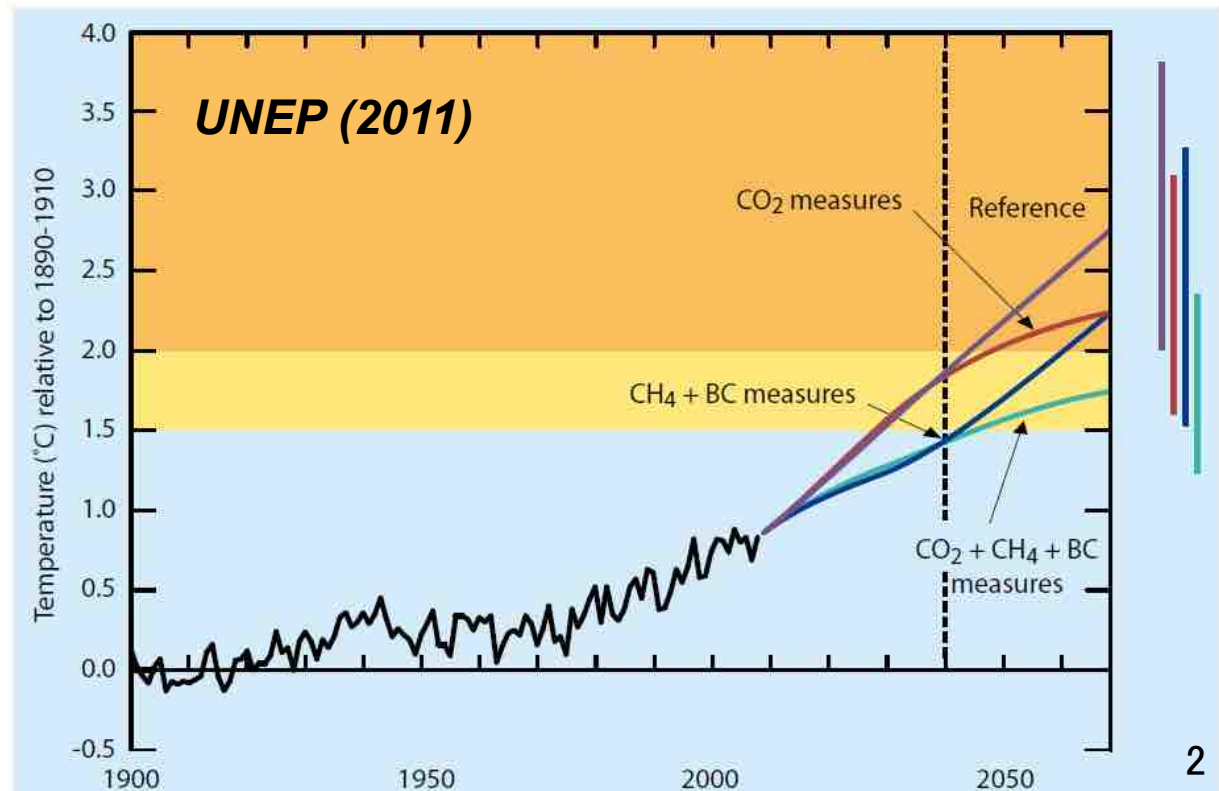
中島映至
JAXA 地球観測研究センター
terry-nkj@nifty.com

国際情勢の変化と研究の緊急性

- COP21: 2度目標、1.5度努力目標; 全ての国の目標値、監視
- IPCC: 1.5度特別評価報告書
- LLGHG削減努力とともにSLCP, がますます重要になってきた
- 短寿命気候汚染物質(SLCP)概念の導入 (UNEP 2011)
- 気候と清浄大気の国際枠組み (CCAC)
- アジア太平洋クリーンエアパートナーシップ (APCAP): 領域評価書

SLCP: 人為起源黒色炭素・対流圏オゾン・メタン等

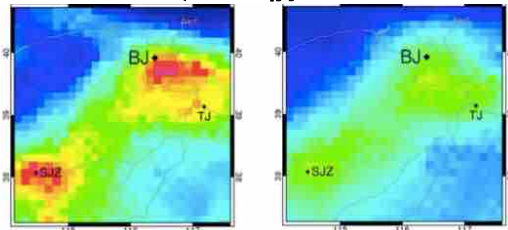
UNEPシナリオは簡略されすぎている。ほぼ最大のSLCP効果を示している。



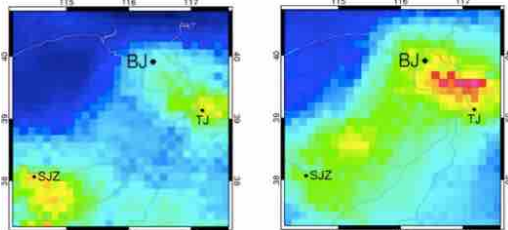
環境研究総合推進費 戦略研究 S12: SLCP の環境影響評価と削減パスの探索 による気候変動対策の推進 (2014-2018)

例1. 北京オリンピックにおける交通制限

衛星NO2 ゲーム前 無排出数値実験

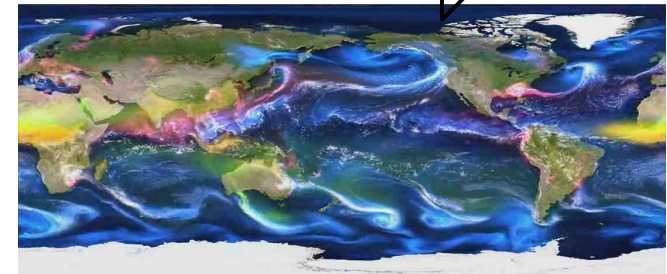


ゲーム中



10^{15} molec/cm² 0 20 40 60

(Mijling et al., ACP'09)



エアロゾルシミュレーション

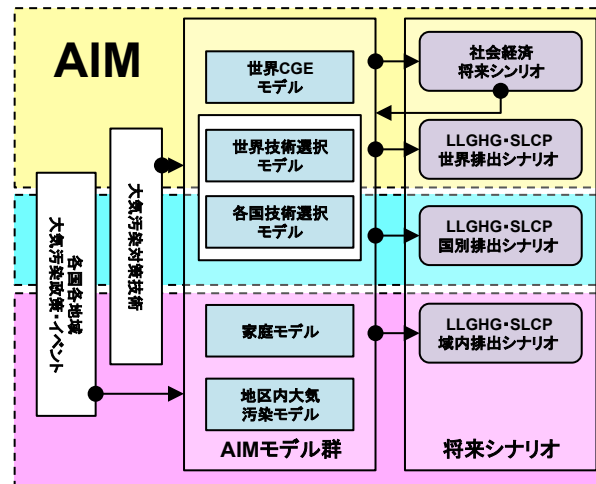
領域大気質
変化解析

社会統合モデル
へのSLCP

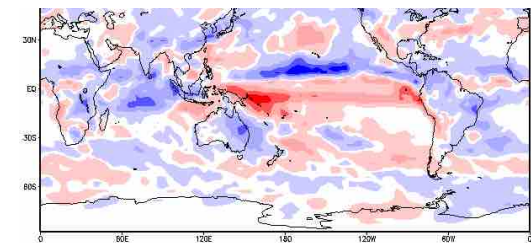
アップス
ケール

影響評価
気候・水・農業・
健康

例2. Suryaプロジェクト(インド)



大気・海洋・物質輸送気候モデルが必要
地球システムモデル
MIROC



降雨変化 (mm/day)

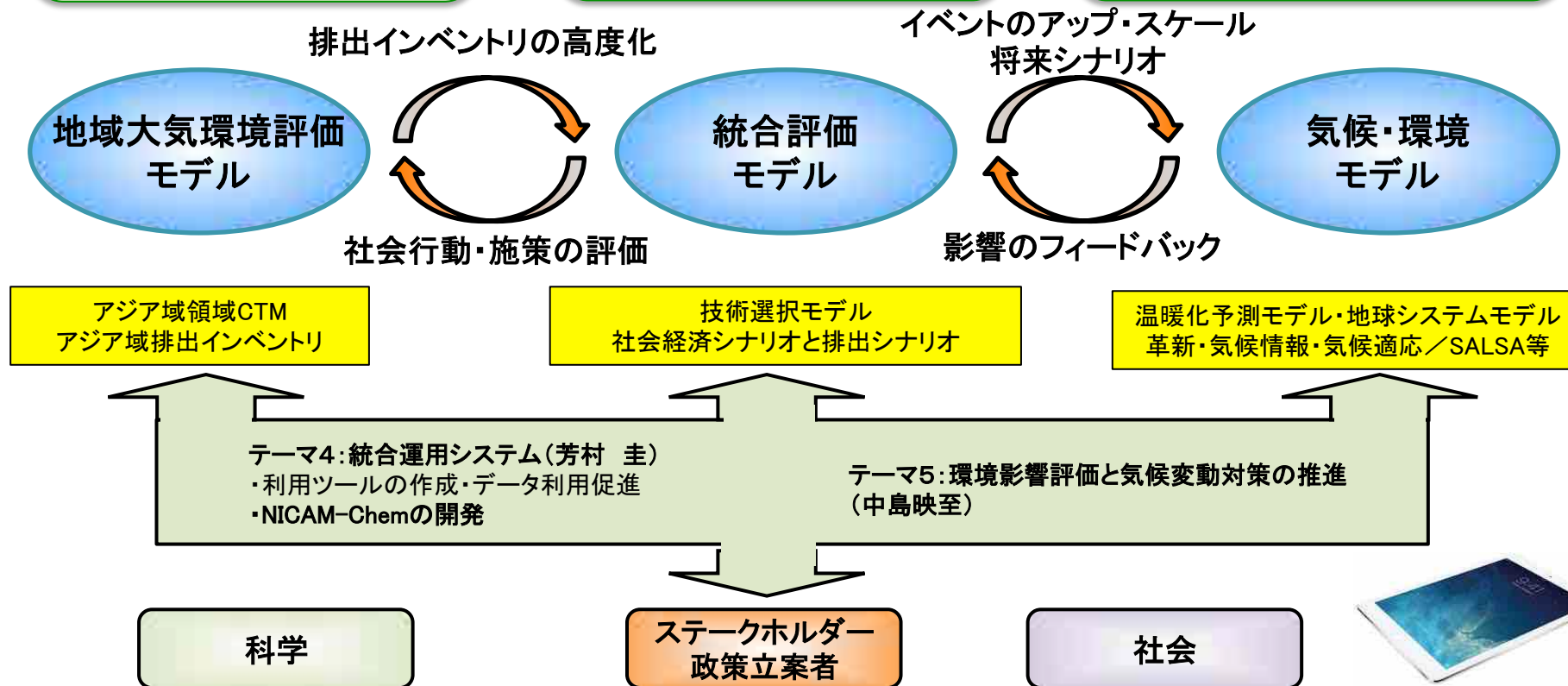
S-12: SLCPの環境影響評価と削減パスの探索による気候変動対策の推進

研究目的: アジアにおいて大気汚染と地球温暖化による環境影響の緩和に対して有効なSLCP削減の効果的な対策メニューを示すために、過去の大気質変化イベントの定量的解析を通じて、SLCP削減の有効な対策を明らかにし、対策効果の定量的評価ツールを開発することを目標とする。

テーマ1: 大気質変化事例の構造解析と評価システムの構築(大原利真)
 ・地域大気質変化解析
 ・排出インベントリシステム開発
 ・排出量逆推計システム構築

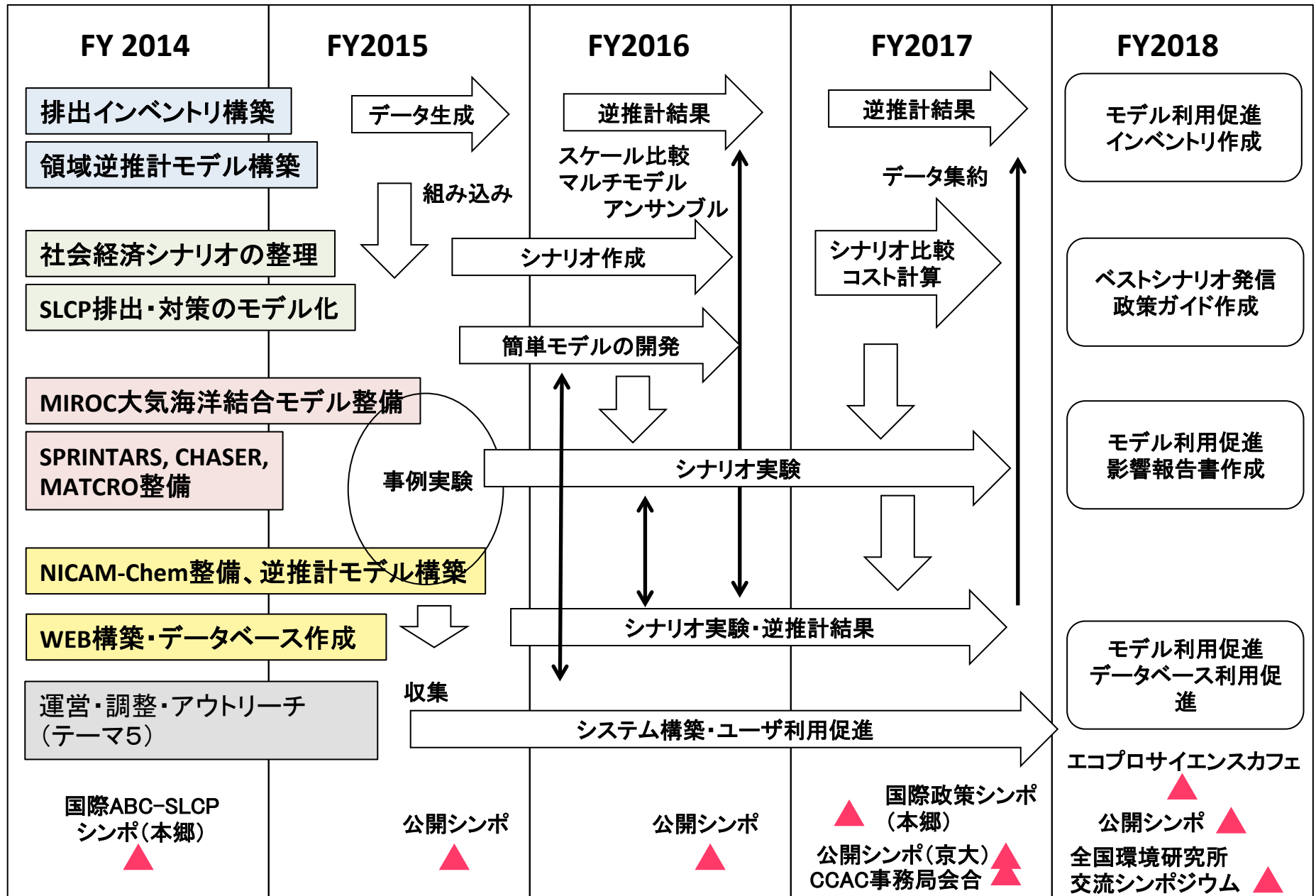
テーマ2: 統合評価モデルの改良とそれを用いた将来シナリオの定量化(増井利彦)
 ・社会経済シナリオ(世界)
 ・排出シナリオ(国・地域)
 ・排出・大気汚染評価(都市・家庭)

テーマ3: 数値モデルによる気候・環境変動評価と影響評価(竹村俊彦)
 ・エアロゾル・ガスの気候変動評価
 ・健康影響・農業影響・水循環変動・海面水位変動の評価

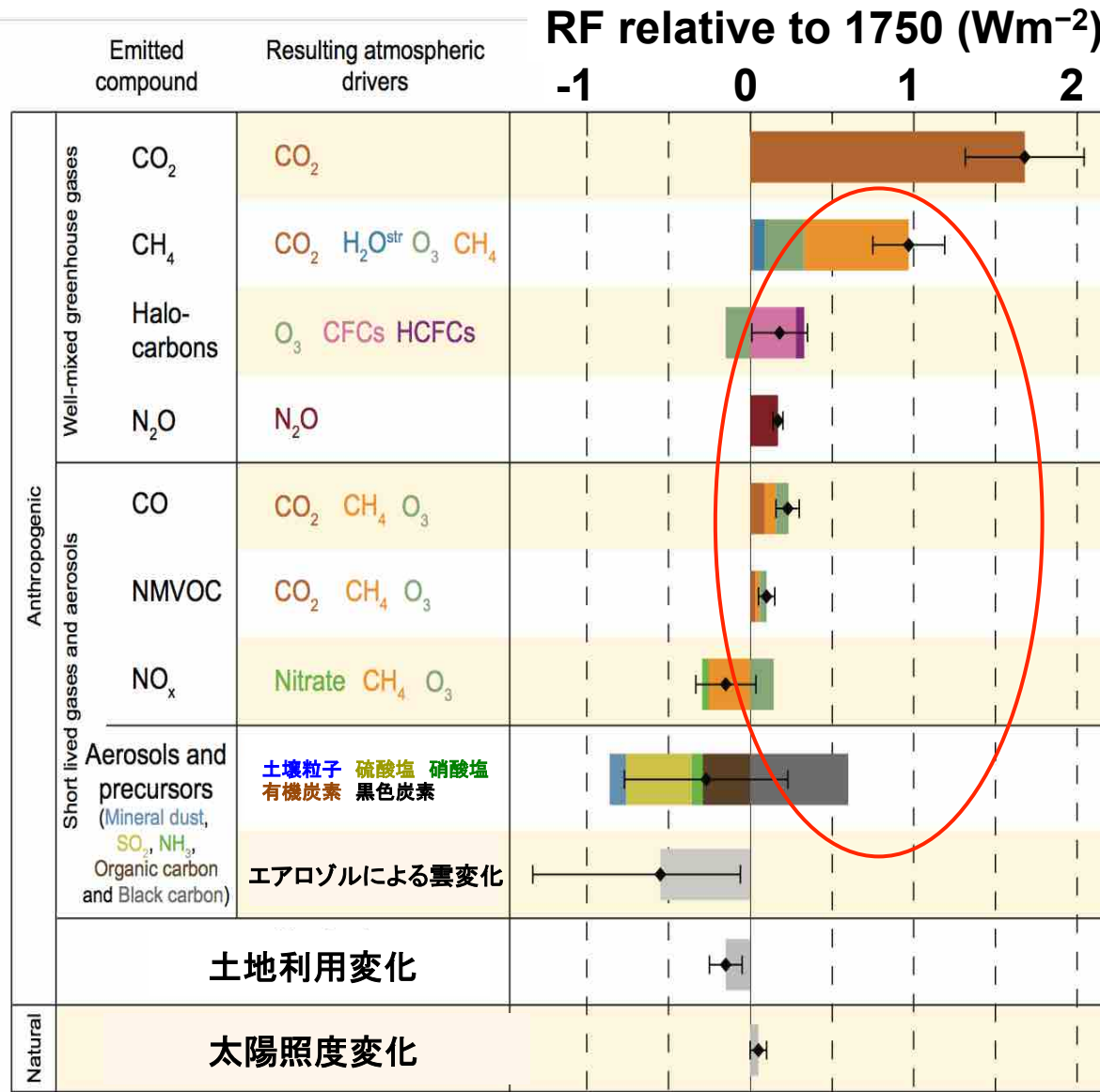


研究スケジュール

S課題検討委員会の指導:メタン過程は複雑かつ他実施課題が多いので、本研究に含めない。知見利用は良い。

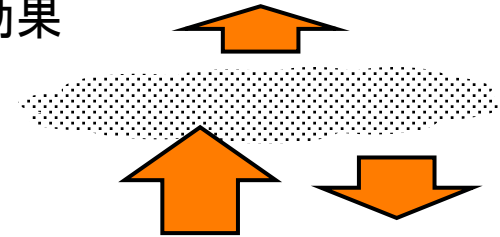


気候変化要因の放射強制力 (Wm⁻²) (1750年~2011年)

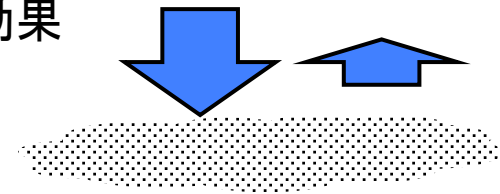


SLCP:
 黒色炭素・対流圏オゾン・メタン等

温室効果



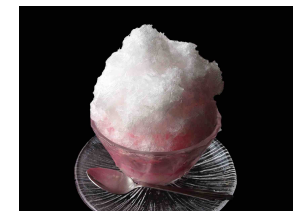
日傘効果



エアロゾルの間接効果

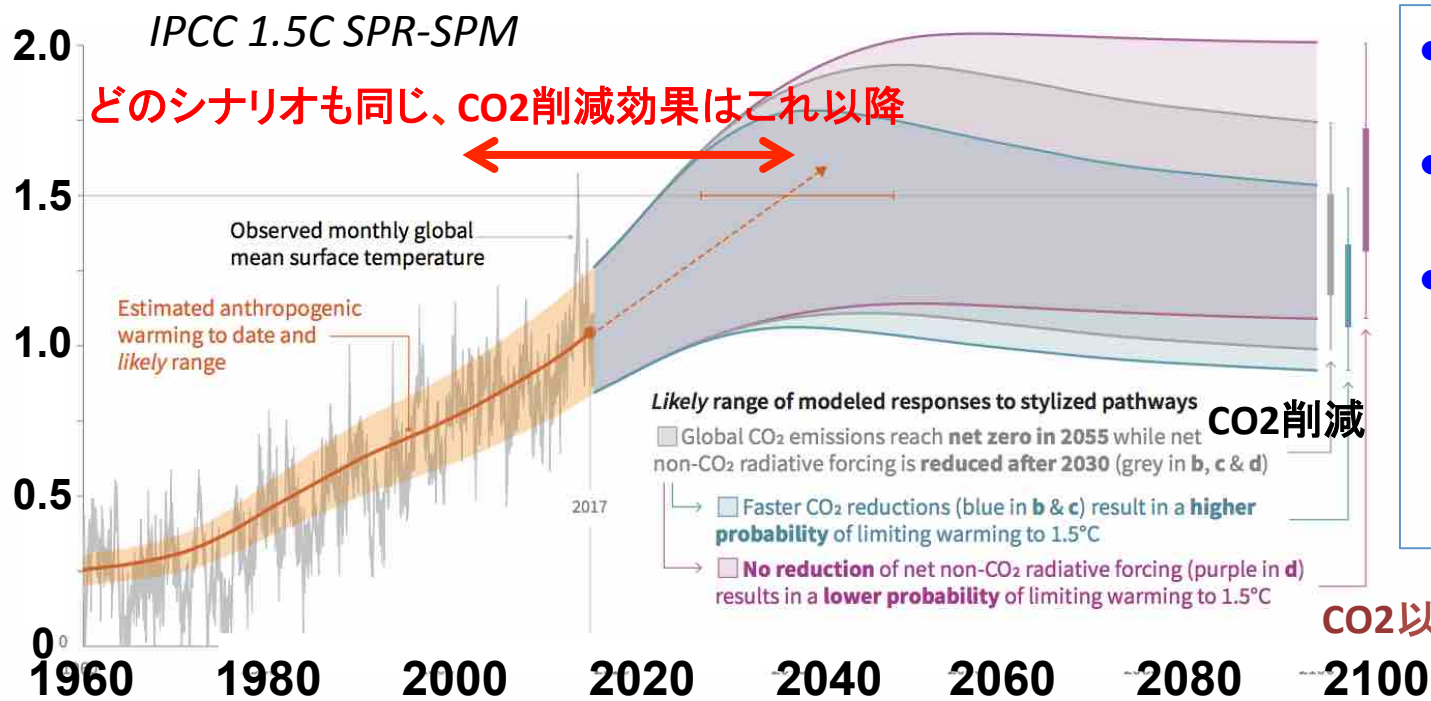


大粒の水雲



大気汚染物質が雲核になって小粒の水雲

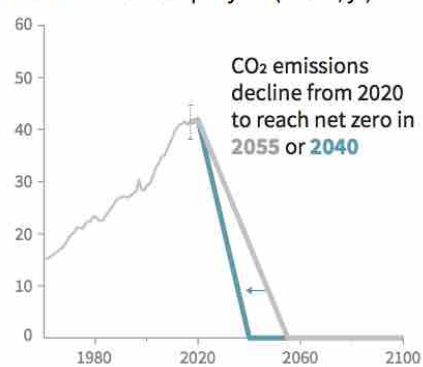
IPCC 1.5度特別報告書からの知見



- CO2を大幅に減らすシナリオ検討が主
- 外れる多くのシナリオがあるのに...
- 他物質の削減効果は加熱気味(気候感度設定の簡単化)
- ばらつきが大きい (~0.5度)

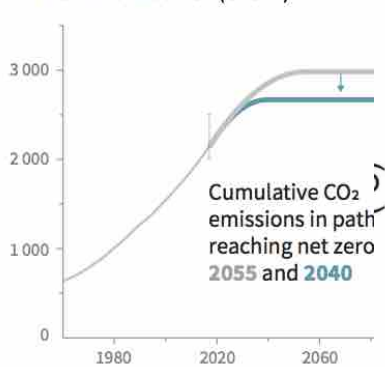
CO2以外の削減をしな場合

b) Stylized net global CO₂ emission pathways
Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



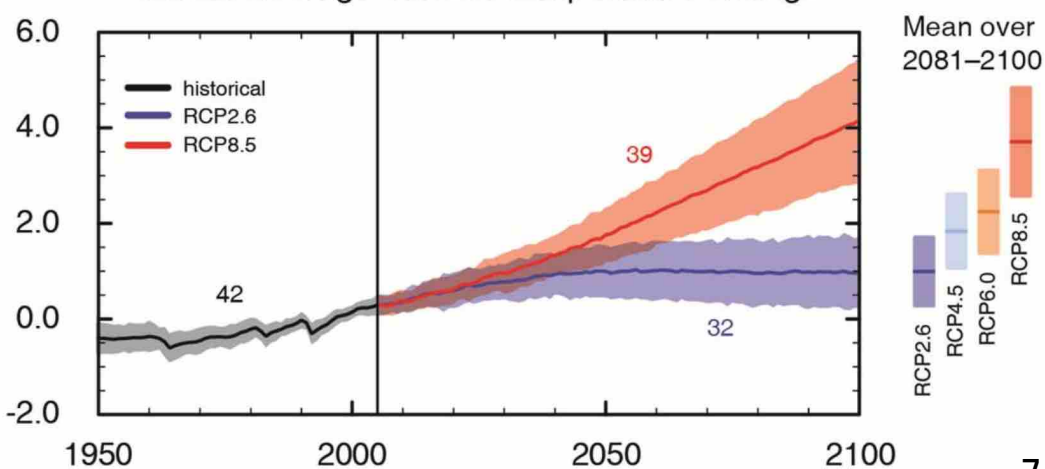
Faster immediate CO₂ emission reductions limit cumulative CO₂ emissions shown in panel (c).

c) Cumulative net CO₂ emissions
Billion tonnes CO₂ (GtCO₂)

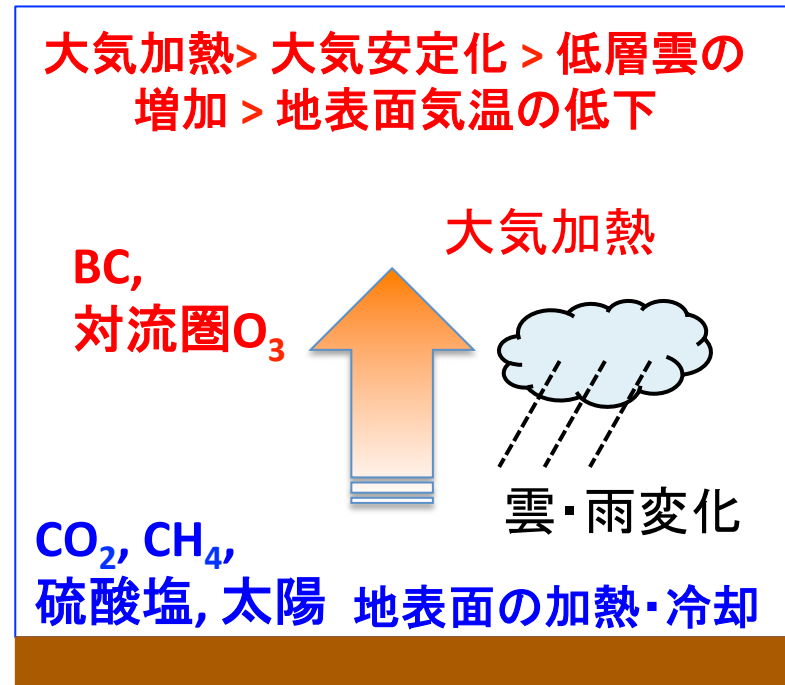
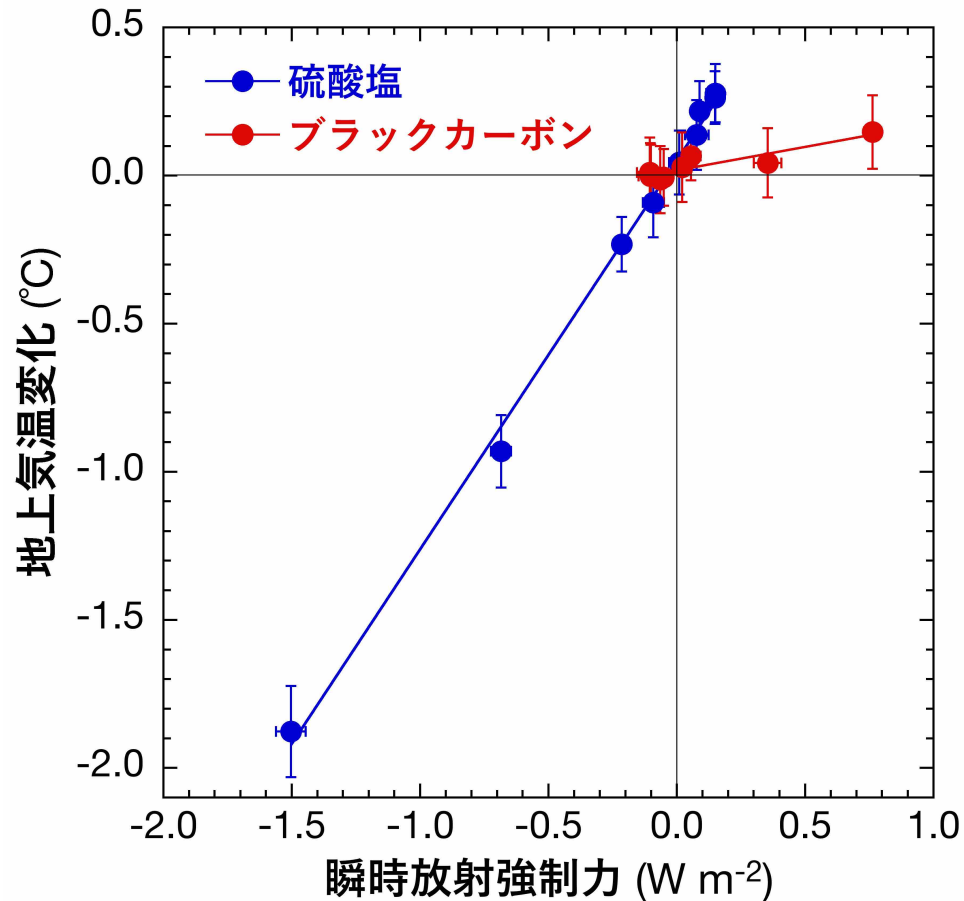


Maximum temperature rise is determined by radiative forcing due to methane, n

Global average surface temperature change



BCの気候影響：不都合な真実



Suzuki & Takemura (JGR'18)

Takemura & Suzuki (Science Report'19)

一方で、SLCPの健康被害・水循環・農業への影響が大きい

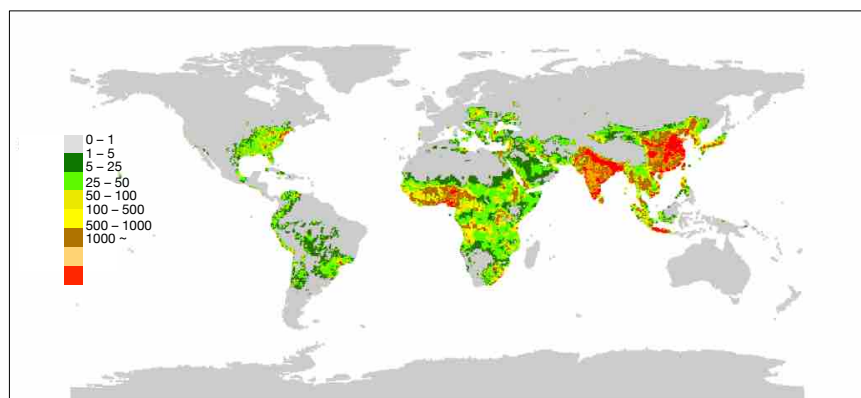


図4. PM2.5関連死亡数推定分布 (人/250km²)

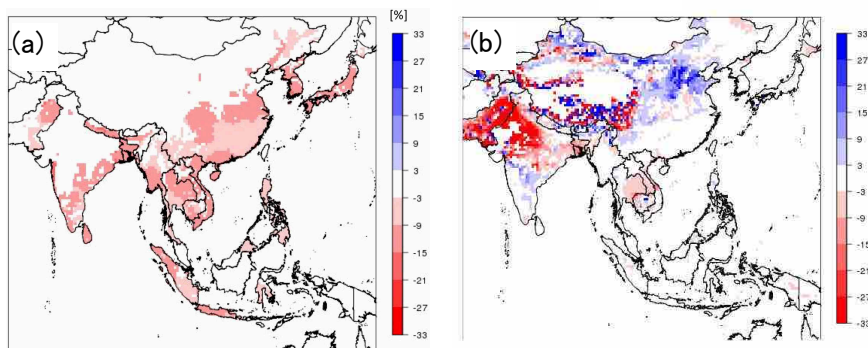


図5. (a) 2001~2010のO₃による水稲収量変化率
(b)燃料起源BC排出量ゼロの場合の水稲収量変化率

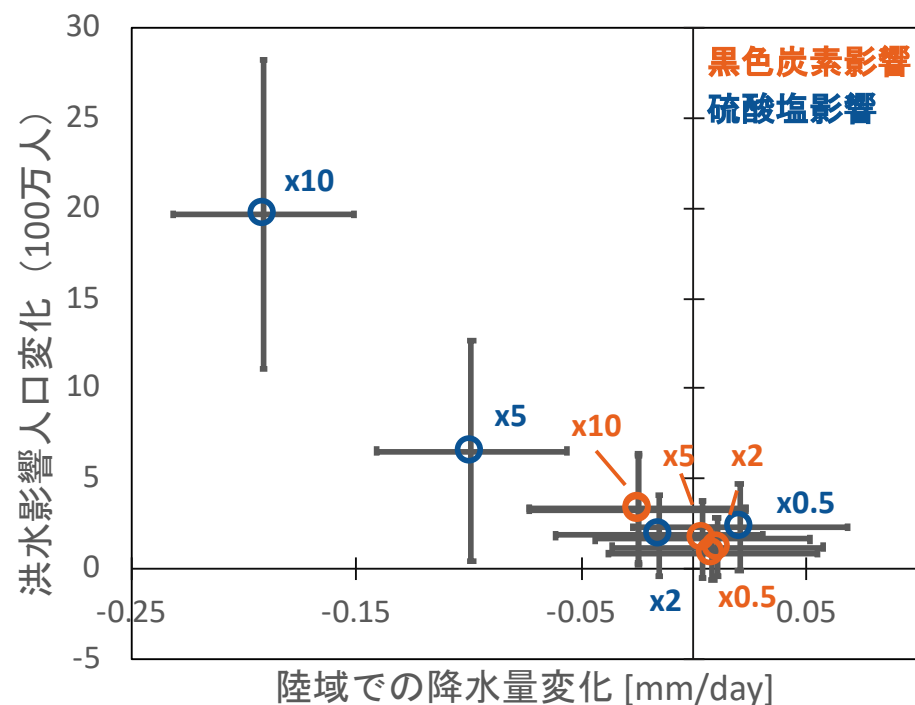
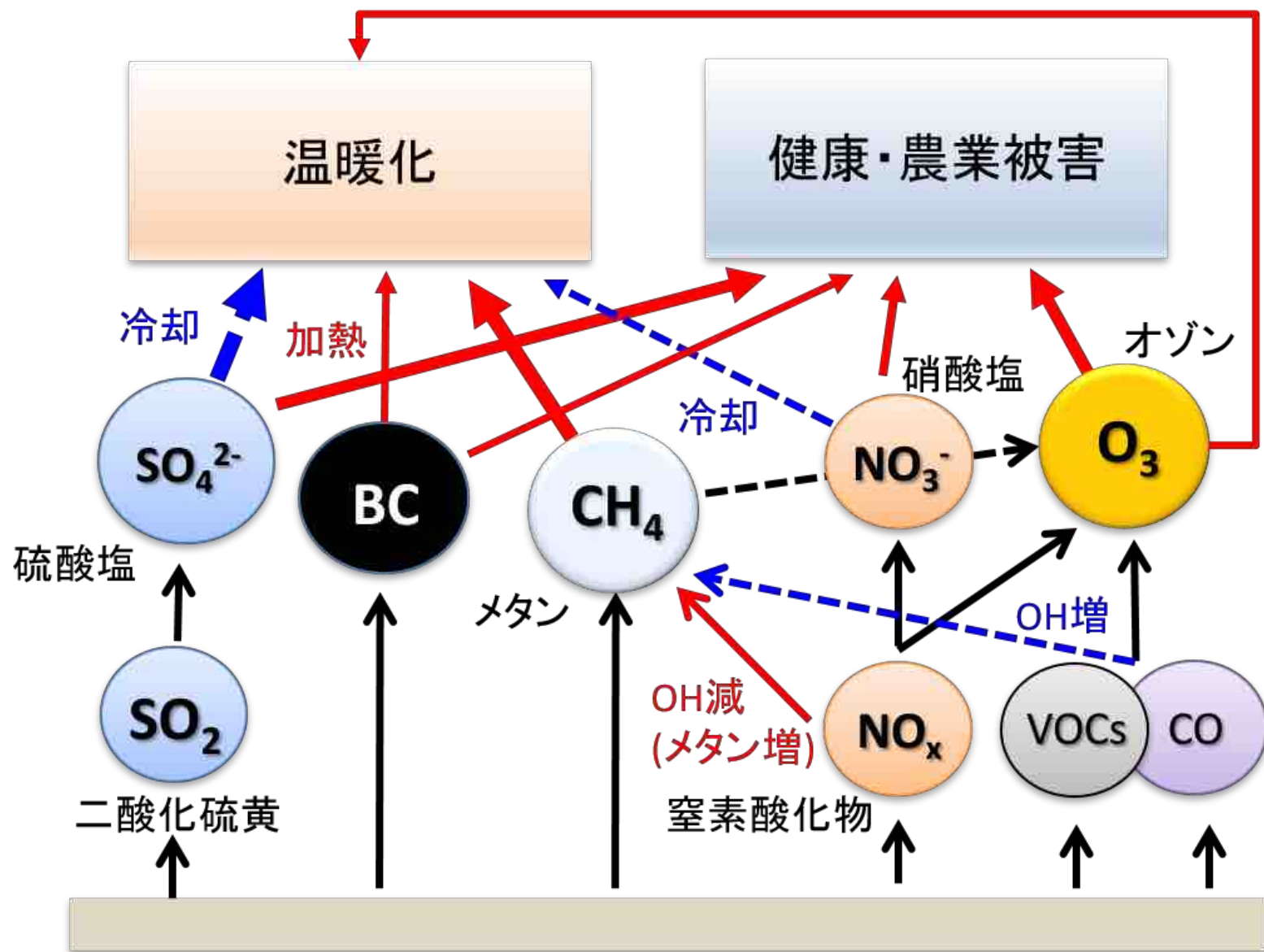


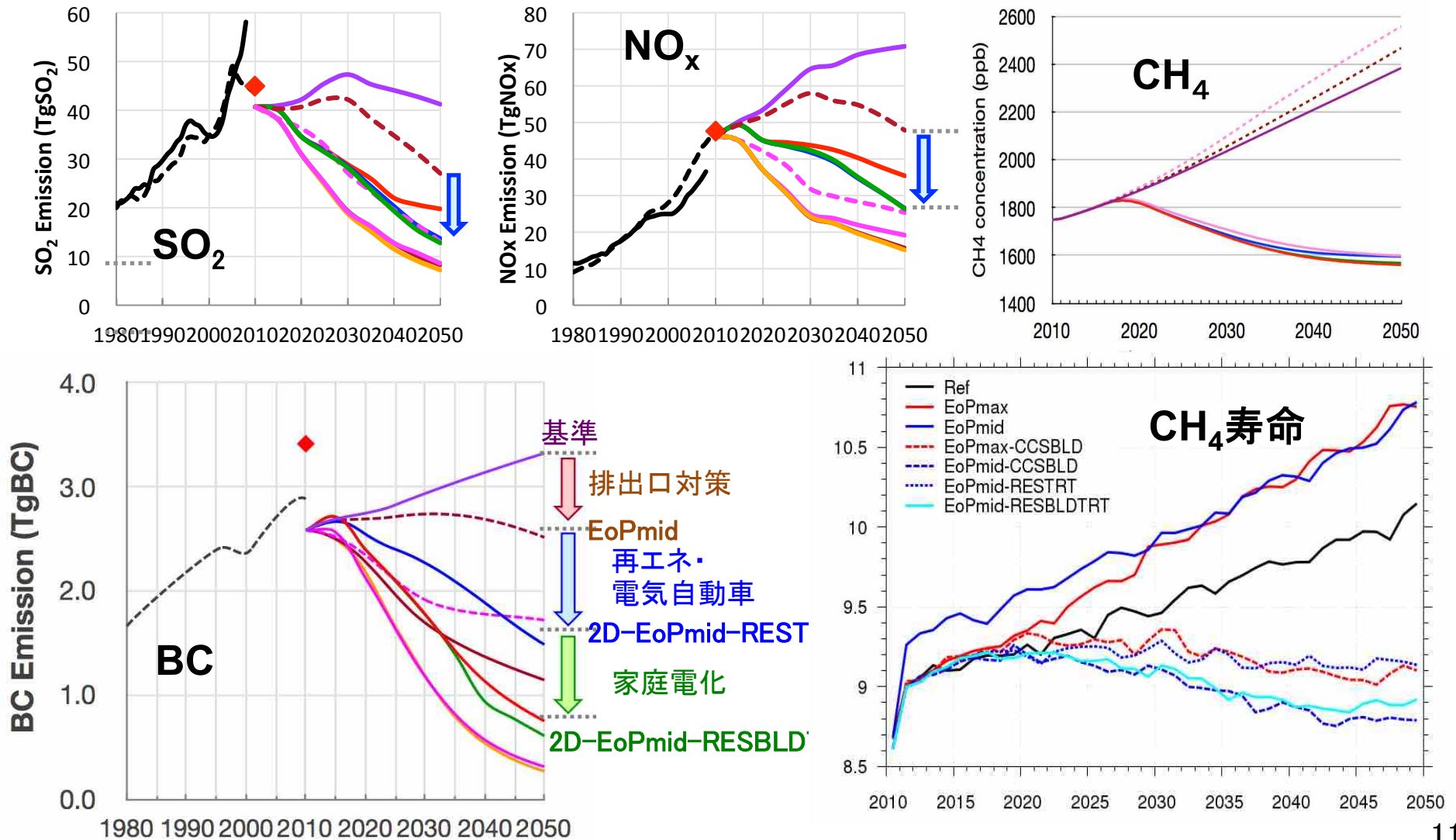
図6. BC(オレンジ)もしくはSO₂(青)の排出量を増減(半減から10倍)した場合の地球平均降水量変化に帯する大洪水に晒される世界人口の変化。エラーバーは20年間における年々変動の標準偏差を示す。

短寿命組成間の複雑な相互作用を考慮して削減シナリオを作る必要がある

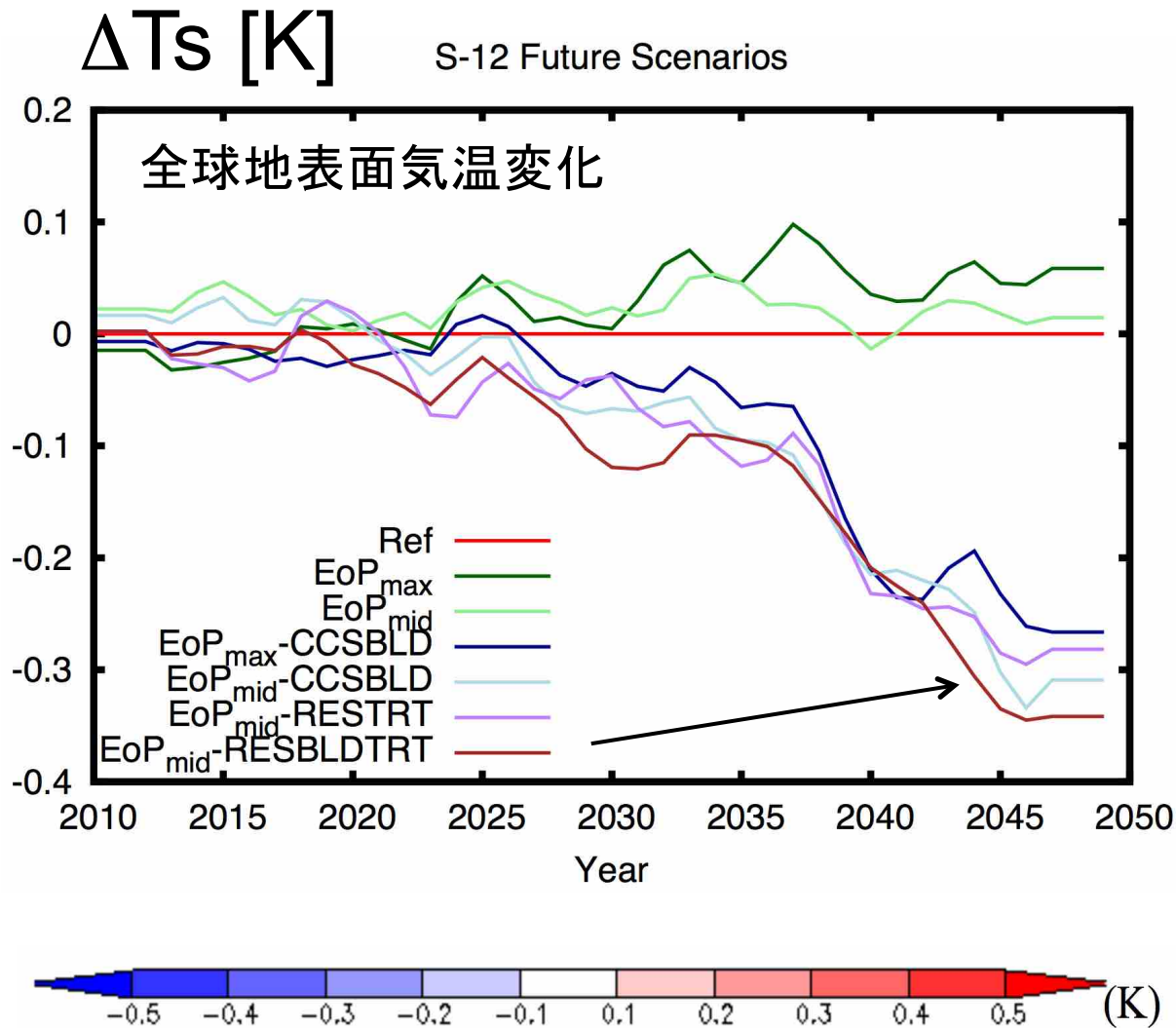


SLCP削減シナリオの探査・最適シナリオ構築：適切な処方箋が必要

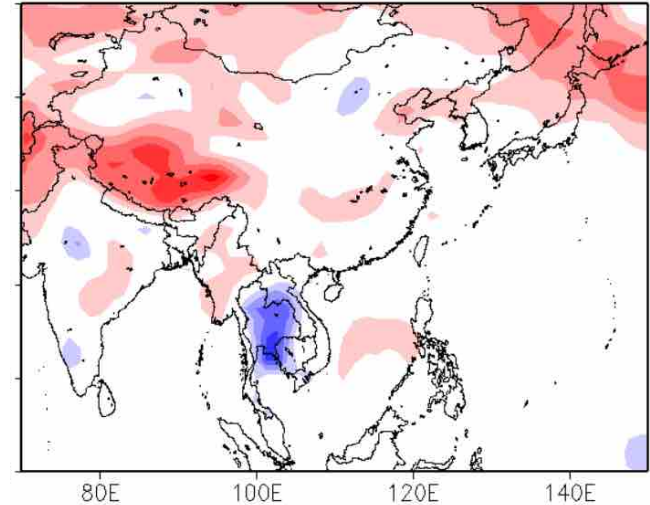
- NO_xを大幅に減らすと、メタン寿命が伸びメタン増加
- さらにメタンを削減しないと、NO_x減少により、メタンの寿命が伸び、さらなるメタン増加
- **メタン積極的削減 → OH増加 → メタン寿命減少 → メタン減少（オゾン生成削減も期待）**



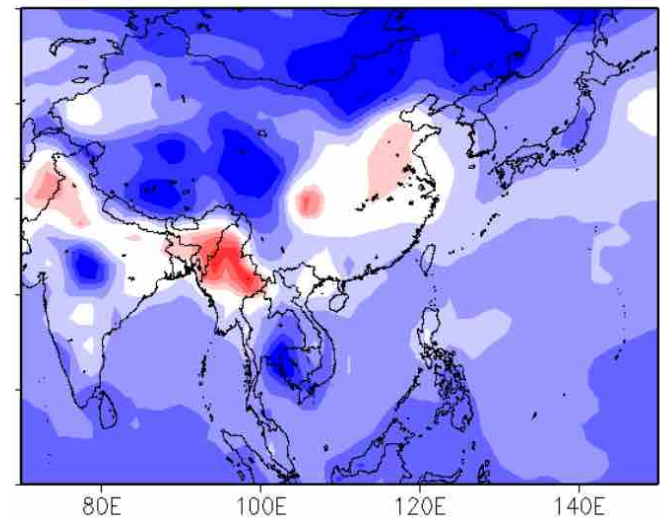
SLCP削減シナリオの探査：全球地表面気温へのインパクト



EoPmid

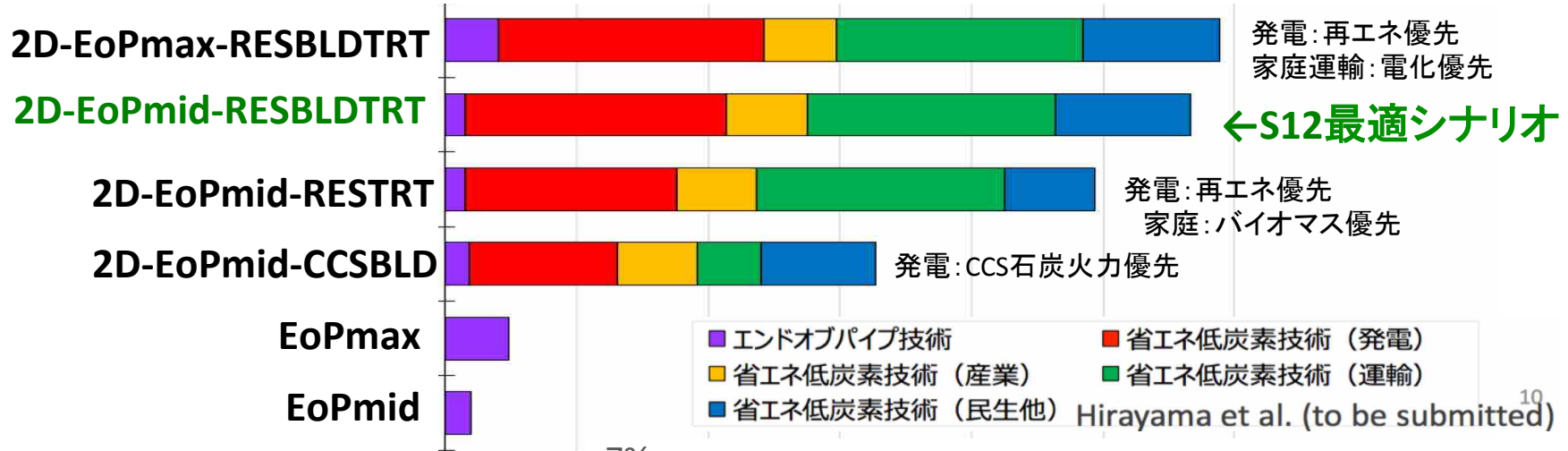


2D-EoPmid-RESBLDTRT

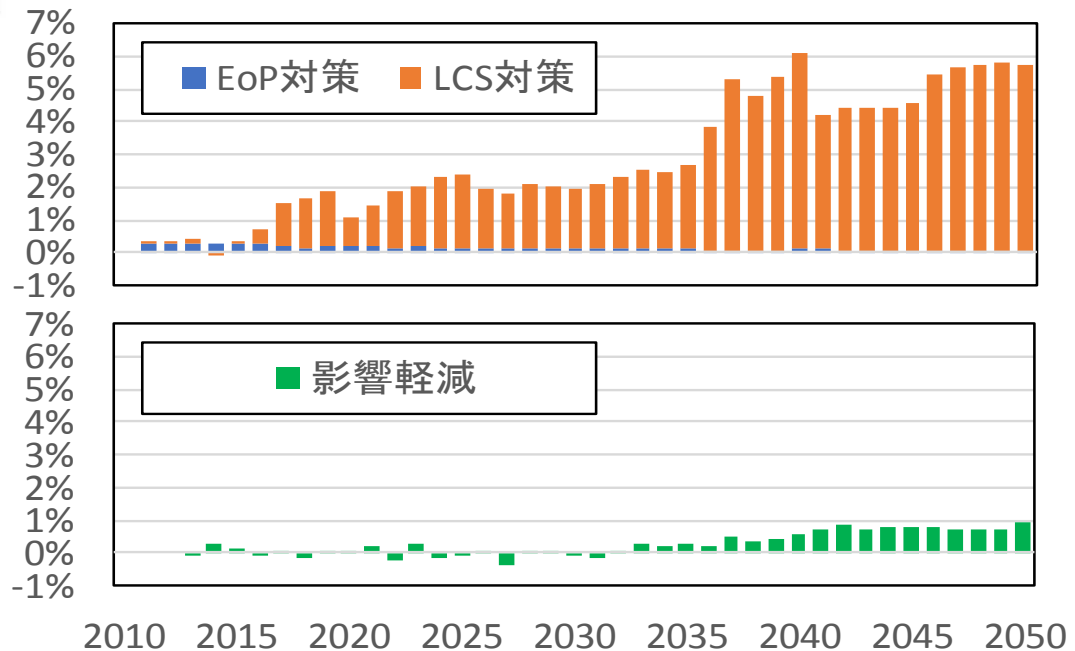


国(インド・中国等)や地方を対象としたエネルギー・排出シナリオの詳細化と 対策費用の見積もり

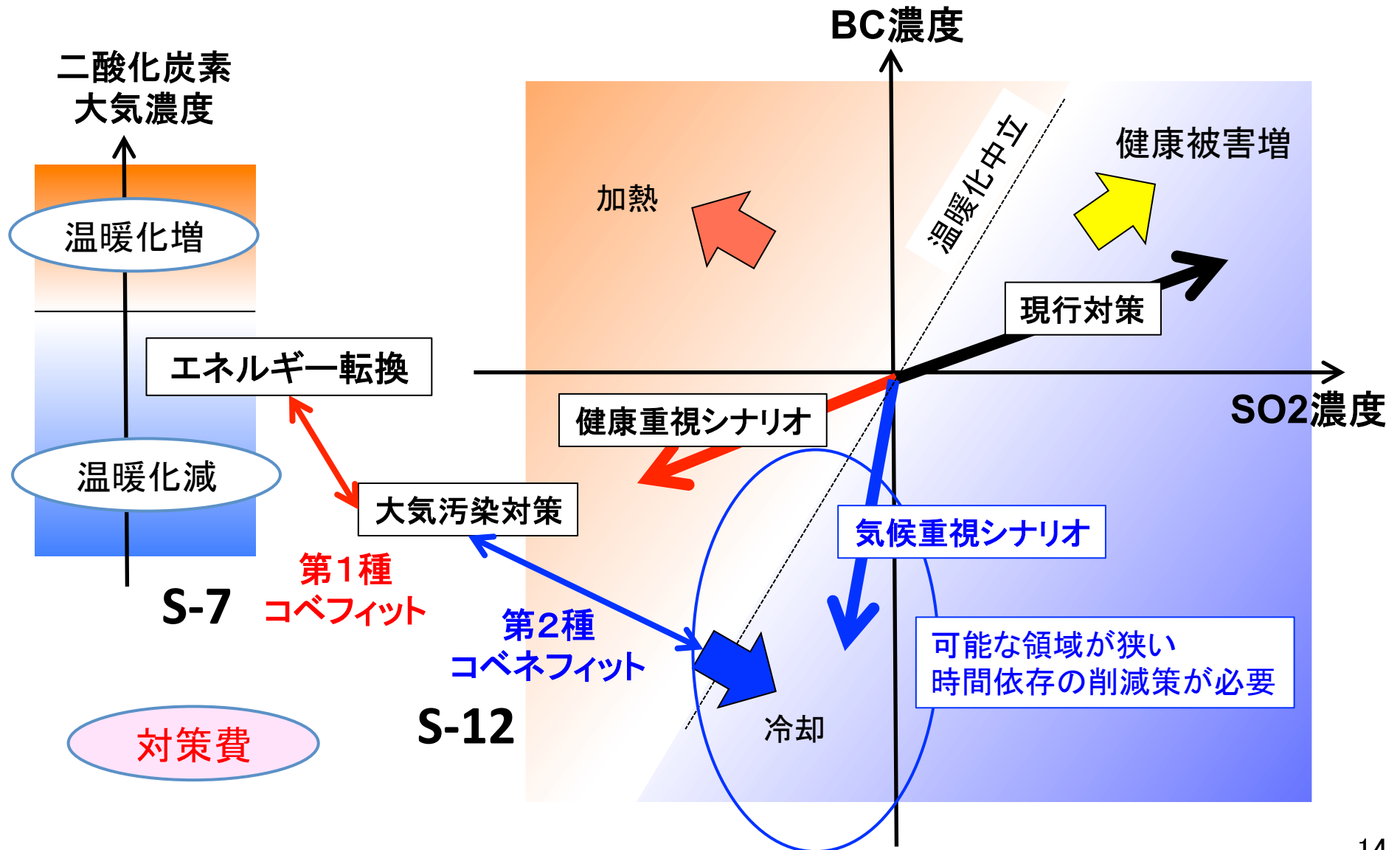
2050年までの対なりゆき比累積追加投資額(中国・インドの合算値(兆ドル))



EoPmid-RESBLDTRT



地球温暖化と全球規模環境被害の低減策の構図 S-12



皆さんもSLCP削減シナリオの作成に参加しませんか？

AIM/SLCPを使って、2030年と2050年の気温上昇と健康影響をできるだけ抑える世界全体の対策の組み合わせを検討して下さい。
基本設定で、世界及び2030年もしくは2050年を選択し、対策を反映させた後にそのデータをファイルに保存して下さい。

応募方法: 必要事項および保存した2つのファイル両方をSLCP削減シナリオコンテスト系のメールアドレス (s12contest@nies.go.jp)宛に、締め切りまでにお送り下さい。

【お送りいただくメールの件名】排出削減対策コンテスト応募
【お送りいただくメールに記載していただく内容】

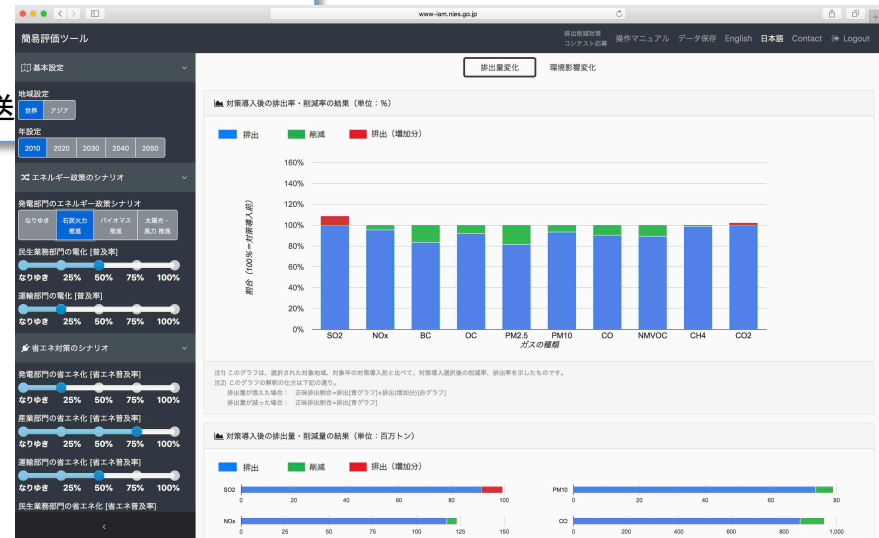
- ・ ご氏名
- ・ 取り組みについて検討されたこと (記載例)
 - ・ □□部門での対策を重点的に取り組んだ。
 - ・ 2050年には△△の排出基準が強化され、○○の技術が大量に普及することを想定した。 など
- ・ 「世界・2030年」のCSVファイル
- ・ 「世界・2050年」のCSVファイル

締め切り: 2019年2月28日午後5時
ご質問も、SLCP削減シナリオコンテスト係 (s12contest@nies.go.jp) までお送

- 簡易評価システム (AIM/SLCP) の開発
- シナリオ探索
市民コンテストの実施

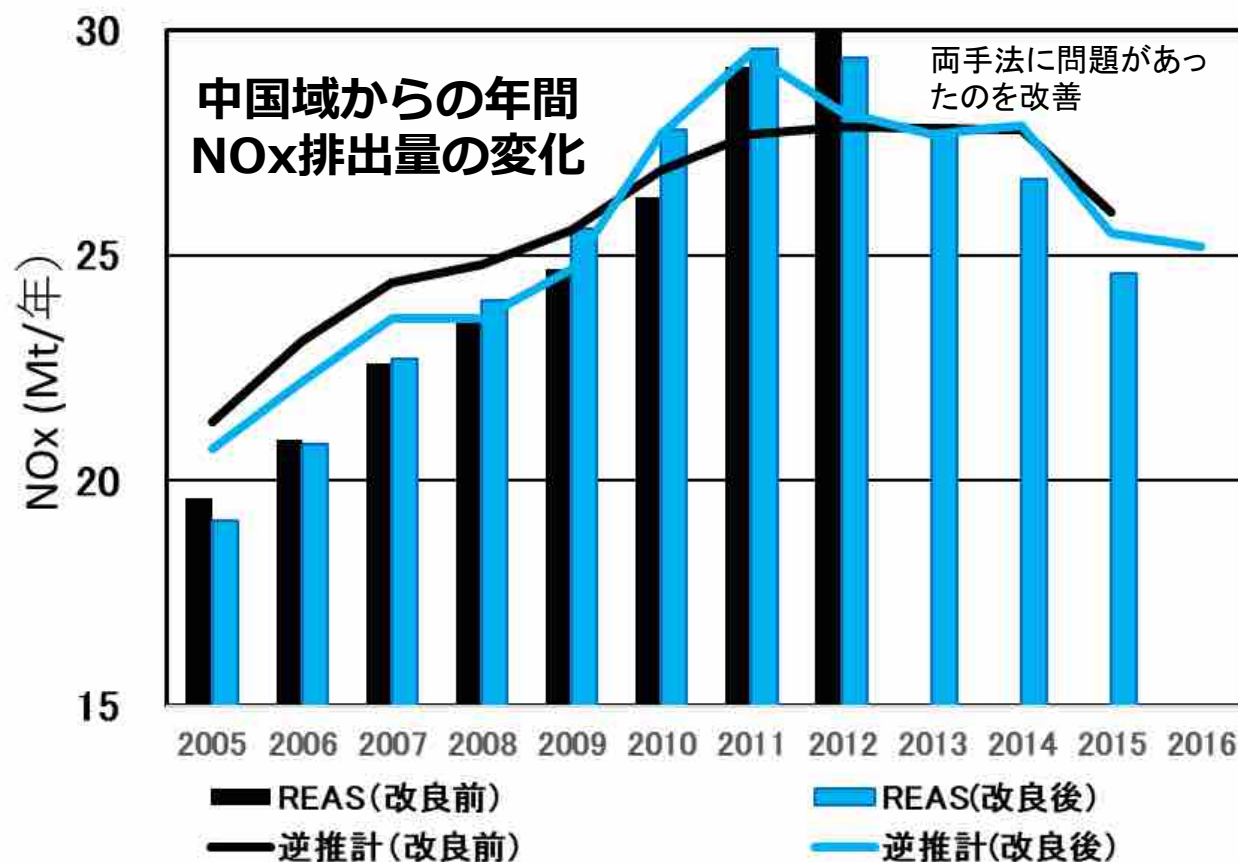
審査中

鈴木基之先生曰く
“iPadでもわかるようにして欲しい”

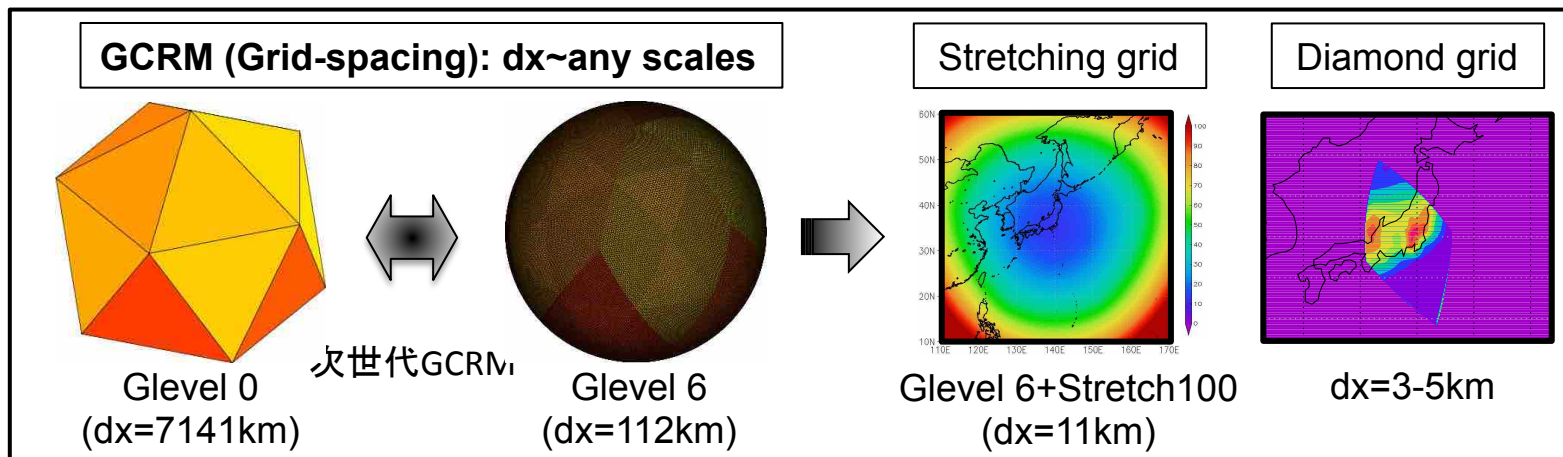


大気質変件事例の構造解析と評価システムの構築

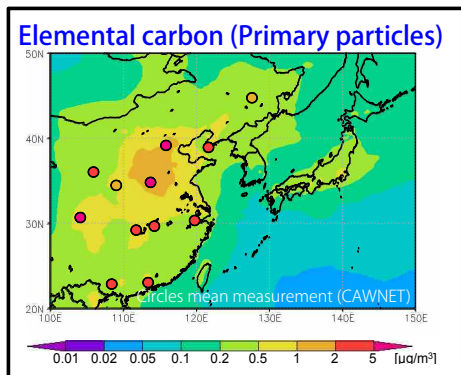
- 衛星観測からの排出量逆推計の開発
- インベントリ構築・検証サイクルの短縮
- 2009年以降、増加率が減少
- 削減施策への衛星観測利用の可能性



先端技術基盤の確立



*Goto+ (JGR'15; AE'16)
Uchida+ (MW'16, 17)*



ストレッチグリッドによる
10km領域計算

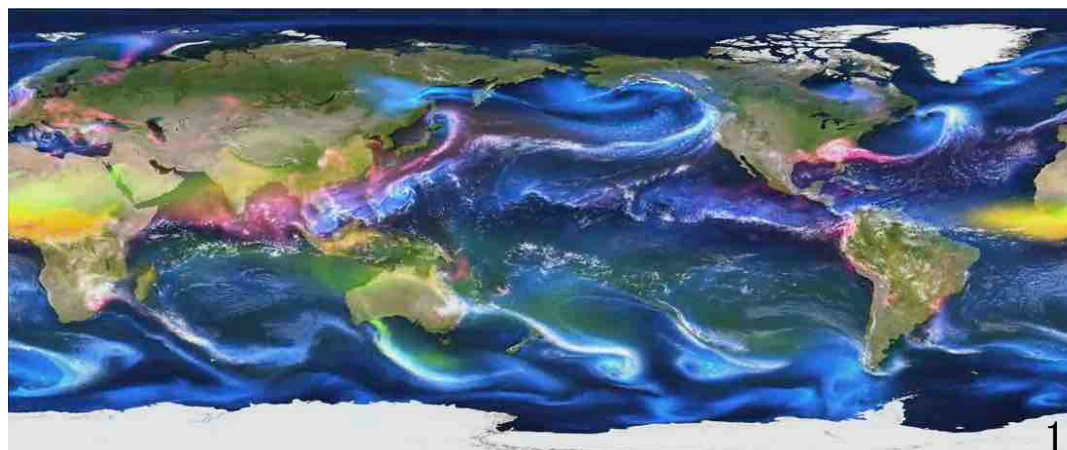
領域と全球をつなぐ次世代型大気モデルNICAM-Chemモデルの開発に大きく貢献
- 雲・エアロゾル相互作用研究に不可欠 -



HPCI利用研究課題
優秀成果賞受賞(2015)



- 硫酸塩
- 海塩
- 土壌
- 炭素性
- 雲



成果のまとめ(1/2:サイエンス)

- **BCの気候影響**: 気温へは限定的、その分、降雨変化が現れる。削減シナリオは、そのコスト評価も必要。
- **短寿命物質の相互作用の考慮**: 硫酸塩削減は健康被害を軽減するが、温暖化を招く。過渡なNOx削減は、間接効果によりメタン濃度を増やし、温暖化を助長。従って、短寿命物質削減を様々な適度に組み合わせたシナリオが必要。
- **メタンの重要性**: その削減が相対的に重要であることが明らかになった。
- **AIM/SLCPモデル開発とS12最適シナリオ構築**: REASインベントリーに整合するSLCP技術過程をAIMに組み込んだ。S12独自の最適シナリオを作った。衛星によるSLCP監視手法を開発し、インベントリ構築と検証サイクルを短縮した。
- **気候・環境影響評価**: 地球システムモデル(MIROC-ESM)・高分解能大気化学モデル(NICAM-CHEM)・陸面モデル(TE)・農業モデル(MATCRO)によって気候・環境インパクトを評価した。最適シナリオは効率的に気温を下げ(~0.4度)、また、環境被害の軽減が期待できる。
- **先端技術基盤の確立**: 以上を支える短寿命物質のインベントリ構築・削減技術選択モデル・気候環境影響評価モデルをつないで、最先端の評価システムを開発した。今後、環境行政・国際イニシアチブで利用すべきである。
- **ステークホルダーによる評価拡大**: まだ明らかでない相互作用や立場によって異なる便益を評価するために、ステークホルダーを含めた評価が必要。市民コンテストも行った。そのために、iPadでも動く簡単評価モデル(AIM/SLCP)とライブラリ法を開発した。

成果のまとめ(2/2 政策他)

- **国際枠組みとの意見交換・成果発信**: 国際ABC-SLCPシンポ(2014), V. Ramanathan (UNEP-ABC); 国際政策シンポ(2017); CCAC Office discussion w Helena Molin Valdes, Head of UNEP-CCAC (2013), Valentin Foltescu, Senior Scientists and Kiyoto Tanabe, IPCC inventory task team, co-chair (2018); IIASA Japan Committee Annual Workshop (2019) IIASA and IGES
- **国内対応・アウトリーチ**: 公開シンポ開催(東京、京都; 64~98名); SLCP提言パンフ作成・配布; エコプロダクツ展サイエンスカフェ; 全国環境研究所交流シンポジウムでのSLCP発表; 市民コンテスト(審査中)
- **環境省・ERCAとの月例連絡会**: 運営案件・政策課題の検討
- **査読付論文**: >119件他: Sato, Nakajima et al. (Nature Comm.,2018); Sato, Nakajima et al. (Sci. Rep., 2016); Takemura & Suzuki (Sci. Rep. 2019); Yumimoto et al. (Sci. Rep., 2019)等
- **メディア発表**: JAXA・中島(朝日「宇宙から温暖化予測 -粒子や水循環 人工衛星でとらえる-」); Nature「Keeping an eye on climate change」; S12(コンバーテック「SLCPが地球温暖化の迅速な抑制を可能に」); 竹村・中島(サイエンスポータル「大気汚染物質をそっくり減らすと地球温暖化が進むという「不都合な真実」」); 大原他(西日本新聞「PM2.5予測精度向上」); 弓本(NHKニュース「大気汚染物質の予測精度 大幅向上「ひまわり8号」活用で」); 時事通信「大気浮遊物質の予測精度向上=ひまわり8号データ活用で-気象研など」); 芳村他(日刊工業新聞「蒸散寄与率を解明」); 中島他(花王マイカジスタイル「なぜこわい? PM2.5が私たちの身体に与える影」); 中島・竹中・太陽放射コンソーシアム(日経「太陽光発電量を予測」)他
- **受賞**: 中島(紫綬褒章・国際放射学会ゴールドメダル・AGUカウフマン賞・AGUフェロー・JpGUフェロー・日本気象学会藤原賞); HPCI利用研究課題優秀成果賞); 大原(大気環境学会論文賞); 森野(大気環境学会進歩賞); 弓本(大気環境学会進歩賞・日本エアロゾル学会奨励賞); 竹村(地球惑星科学振興西田賞・日本学術振興会賞・日本学士院学術奨励賞・Highly Cited Researcher); 渡邊(地球惑星科学振興西田賞); 芳村(日本気象学会堀内賞); 鈴木(日本気象学会賞); 鶴田(日本気象学会堀内賞)他