



## 講演 3

# 地球環境研究のこれまでとこれから ～新たな研究のあり方～

地球システム領域 副領域長

**谷本 浩志**

# 1970年代の東京の空



# 2020年代の東京の空

きれいな空とは？ どのような意味を持つ？ どのような価値を持つ？

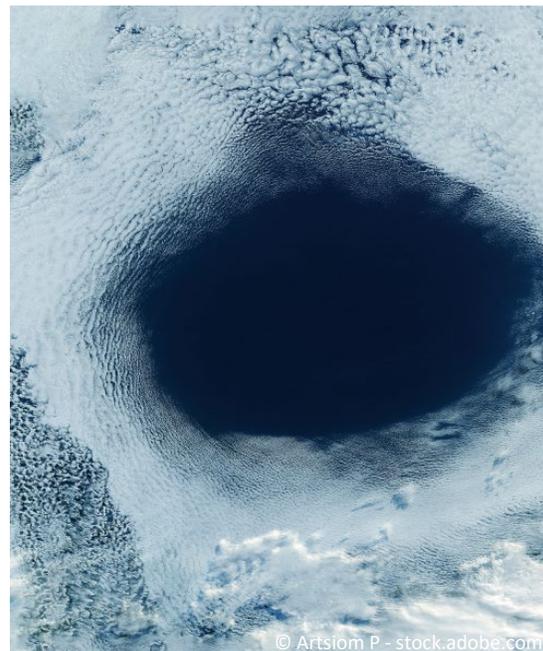
# 地球規模の環境問題



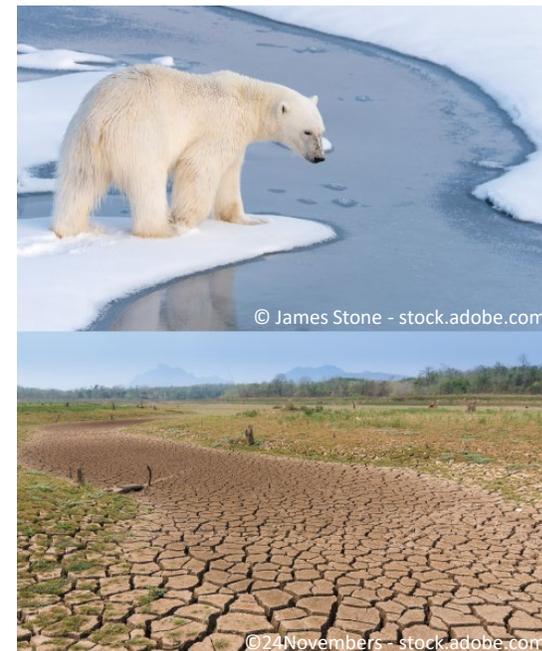
1970年代  
光化学スモッグ



1980年代  
酸性雨



1990年代  
オゾンホール



2000年代  
地球温暖化

- 人間活動から原因物質が大気中に放出されることにより環境問題が起こる
- 原因物質：大気汚染物質、酸性物質、フロン類、温室効果ガス
- ローカルな環境問題からグローバルな環境問題に

# NIESにおける大気実験・観測の黎明期



光化学スモッグチャンバー



大気拡散実験の風洞



大型レーザーレーダー



波照間モニタリング観測所



落石岬モニタリング観測所

1970's

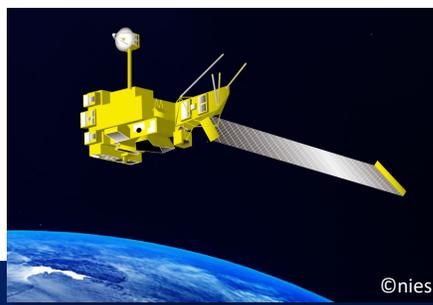
1980's

1990's

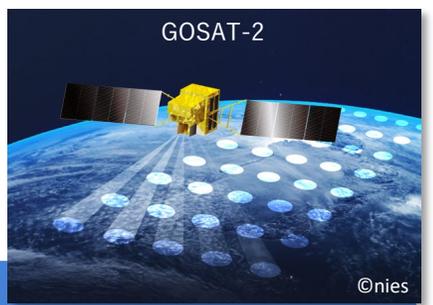
CGER（地球環境研究センター）発足

- つくばでの大型実験施設・技術の新設
- 国内における新しい観測プラットフォーム

# NIESにおける大気実験・観測の拡充期



EANET  
Acid Deposition  
Monitoring Network  
In East Asia



シベリアにおける大気観測

ILASによるオゾン層観測

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク

GOSATによる温室効果ガス観測



定期国際貨物船による大気・海洋観測



森林生態系炭素モニタリング



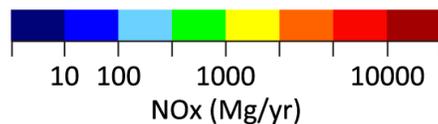
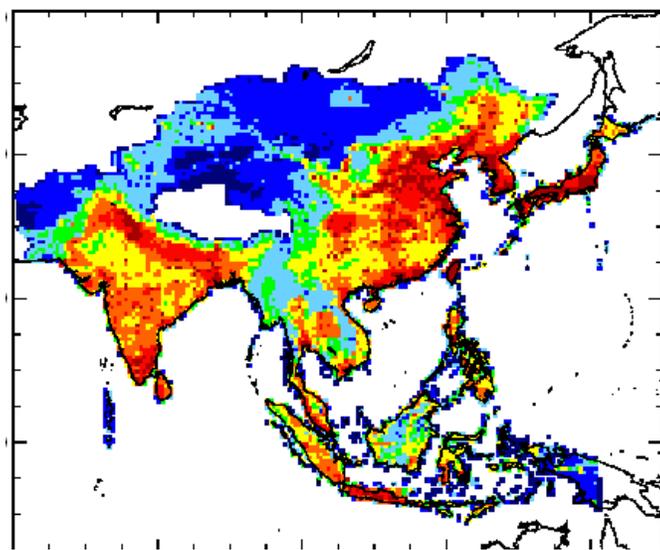
民間航空機によるCONTRAIL大気観測



- 国外における観測プラットフォームの展開、宇宙からの衛星観測
- 独自性・新規性の高い観測

# NIESにおける大気シミュレーションモデルの開発

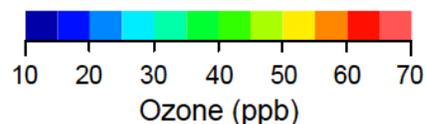
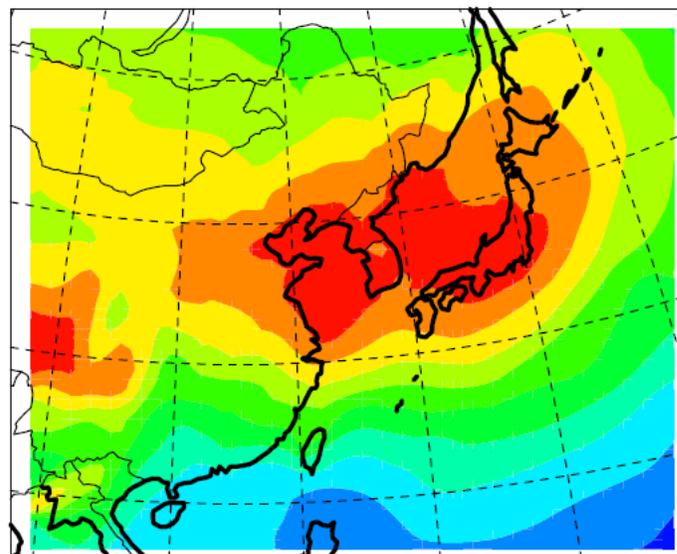
アジアの排出インベントリ REAS



*Ohara et al., ACP, 2007*

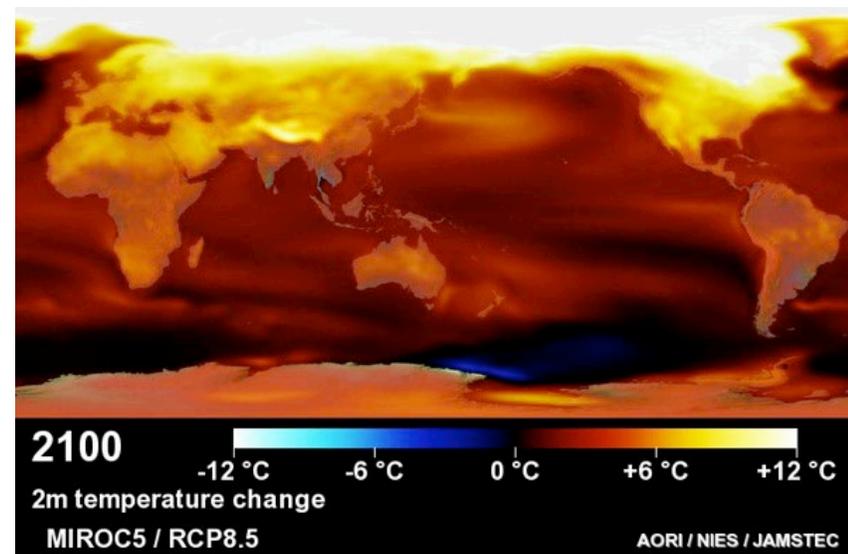
*Kurokawa et al., ACP, 2013*

大気化学輸送モデル



*Tanimoto et al., GRL, 2005*

気候モデル MIROC

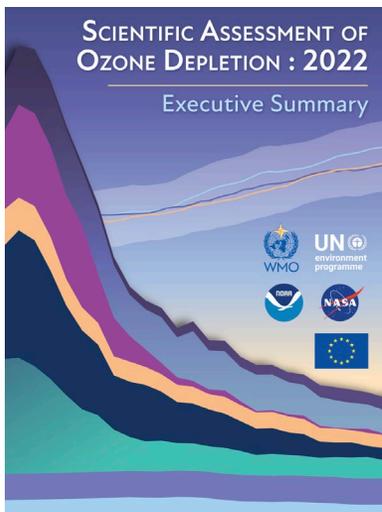


*Watanabe et al., J. Climate, 2010*

- 排出量推計（インベントリ）、大気質モデル、気候モデルの開発
- モデル技術・ツールの発展による現象理解の進展、対策への貢献

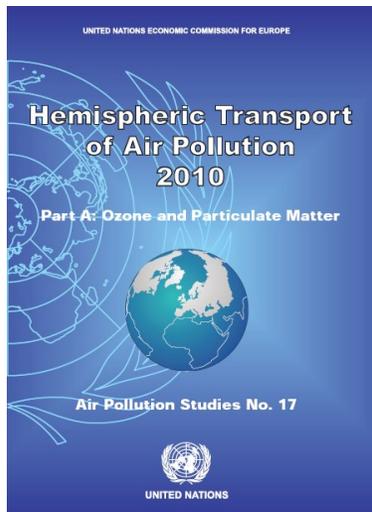
# NIESの環境政策への貢献

オゾン層破壊



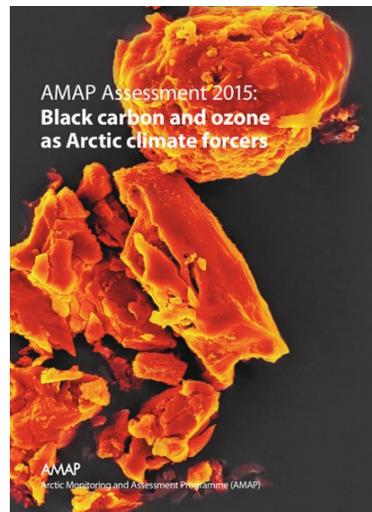
<https://www.unep.org>

半球大気汚染



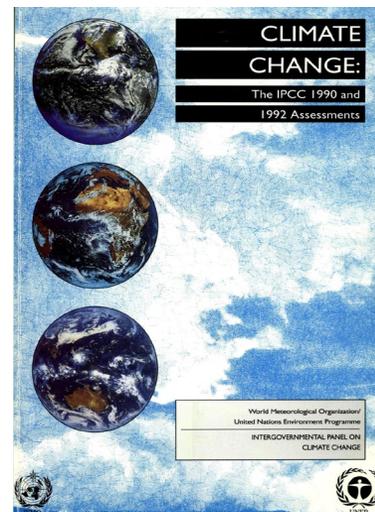
<https://htap.org>

北極評議会



<https://www.amap.no>

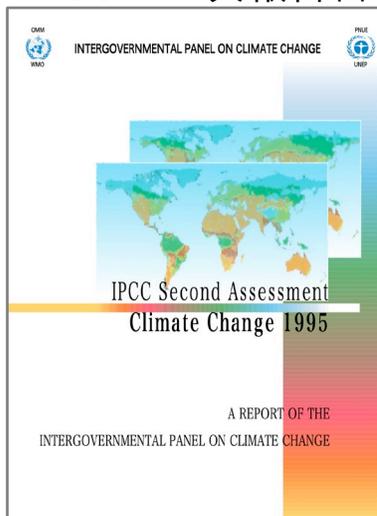
IPCC 一次報告書



<https://www.ipcc.ch>

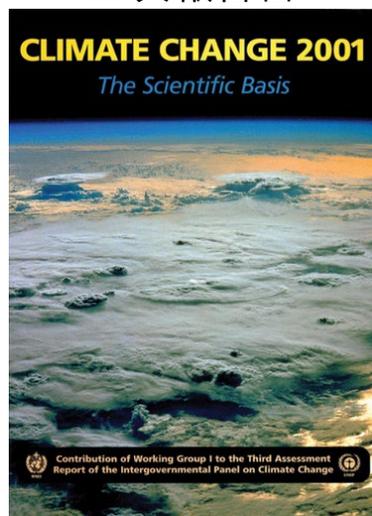
- 国連機関を中心とした多くの国際的な環境政策に関する科学アセスメント・評価報告書に科学的知見を提供
- 特にIPCC（気候変動に関する政府間パネル）には、研究論文を公表し、報告書の執筆者として、多くの研究者が貢献

IPCC 二次報告書



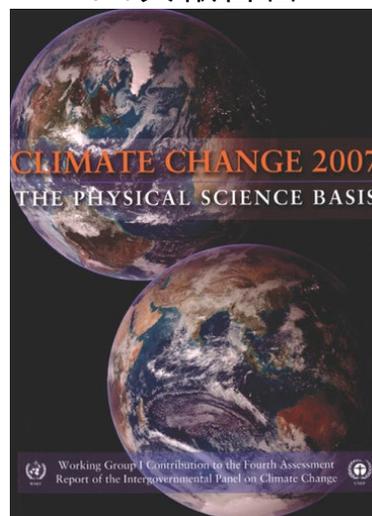
<https://www.ipcc.ch>

三次報告書



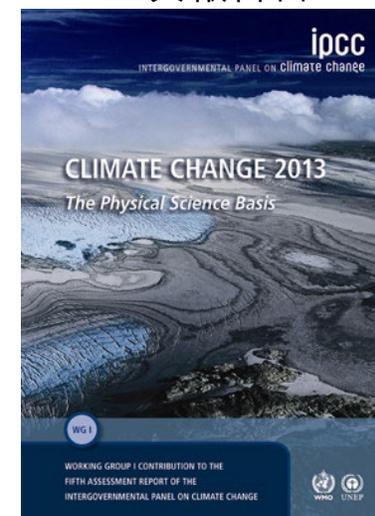
<https://www.ipcc.ch>

四次報告書



<https://www.ipcc.ch>

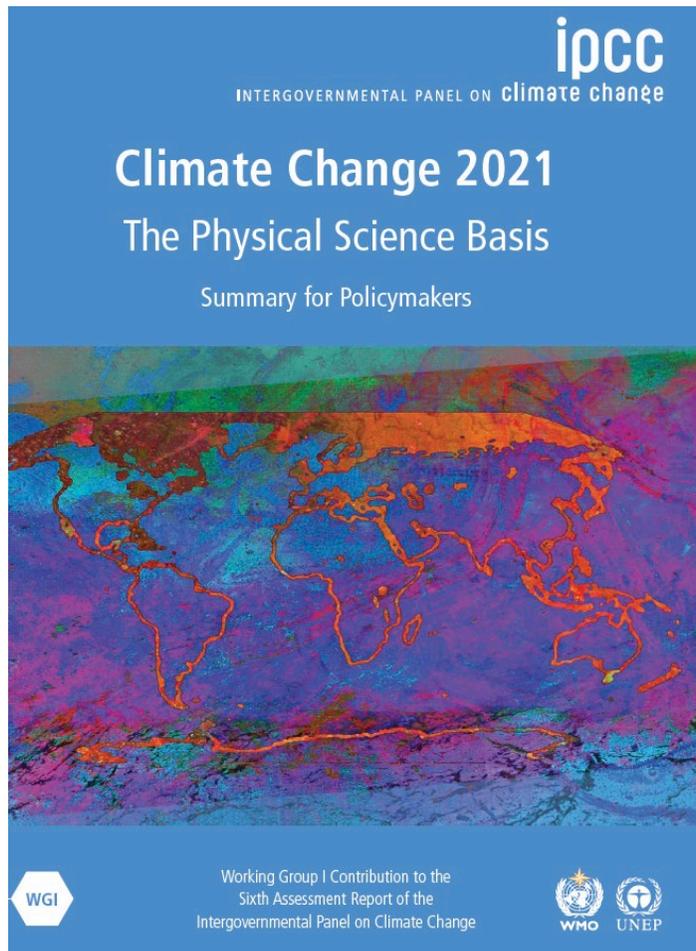
五次報告書



<https://www.ipcc.ch>

# NIESの環境政策への貢献

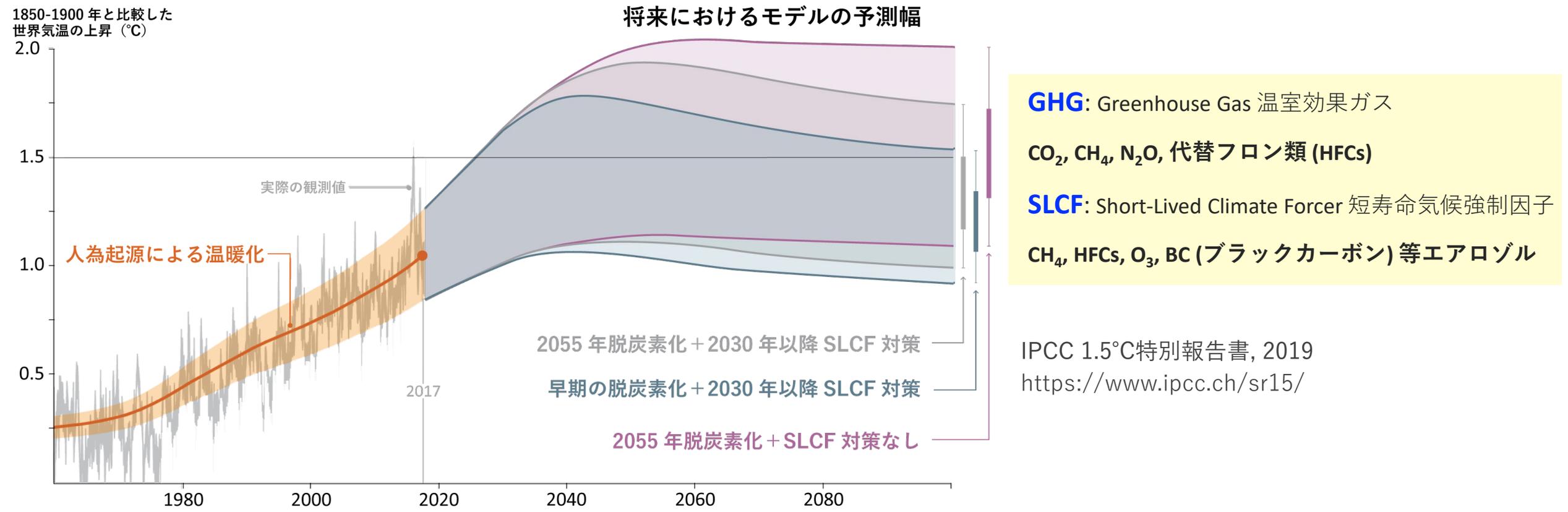
## IPCC 第六次評価報告書（2023年3月）



- 人間活動による温暖化は疑う余地がない
- 産業革命前に比べた気温上昇はすでに1.1度である
- 今後10–20年で1.5度に到達する恐れがある
- 世界各国の温室効果ガス排出削減目標は不十分
- 2035年に、2019年比で60%の削減が必要
- 今の行動と選択は、今後何千年にもわたる影響がある

IPCC: 気候変動に関する政府間パネル  
<https://www.ipcc.ch>

# パリ協定の1.5°C目標達成に向けた挑戦



- 平均気温上昇を産業革命前に比べて1.5°Cまでに抑えるためには、**長寿命GHG**（温室効果ガス）と**短寿命SLCF**（気候に影響する大気汚染物質）の両方の排出削減が重要
- 近未来の気候変動緩和に加えて、**大気質の改善**にも効果的

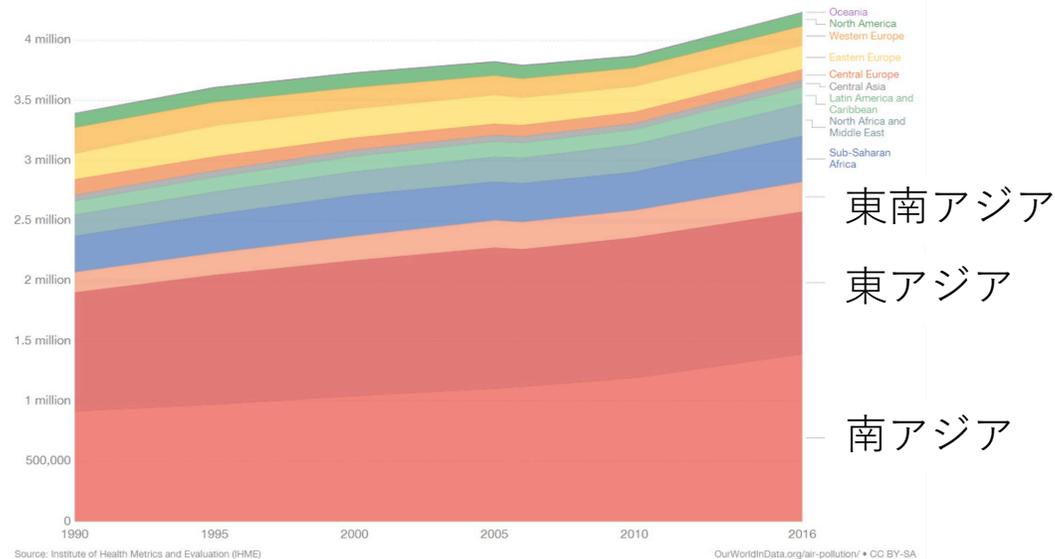
# 途上国で深刻化する大気汚染

HEALTH AND HEALTHCARE SYSTEMS

## More than 90% of the world's children are breathing toxic air

Oct 29, 2018

地域別の屋外大気汚染による年間死亡者



Sean Fleming, More than 90% of the world's children are breathing toxic air, World Economic Forum, Oct 29, 2018, Licence CC BY-NC-ND 4.0  
<https://www.weforum.org/agenda/2018/10/more-than-90-of-the-world-s-children-are-breathing-toxic-air/>

- 開発途上国の大気汚染が深刻に
- 子どもを含め多くの人の健康影響にとって危機的状況
- 気候変動と大気汚染は、食料生産や貧困も含めて複雑に絡み合っている

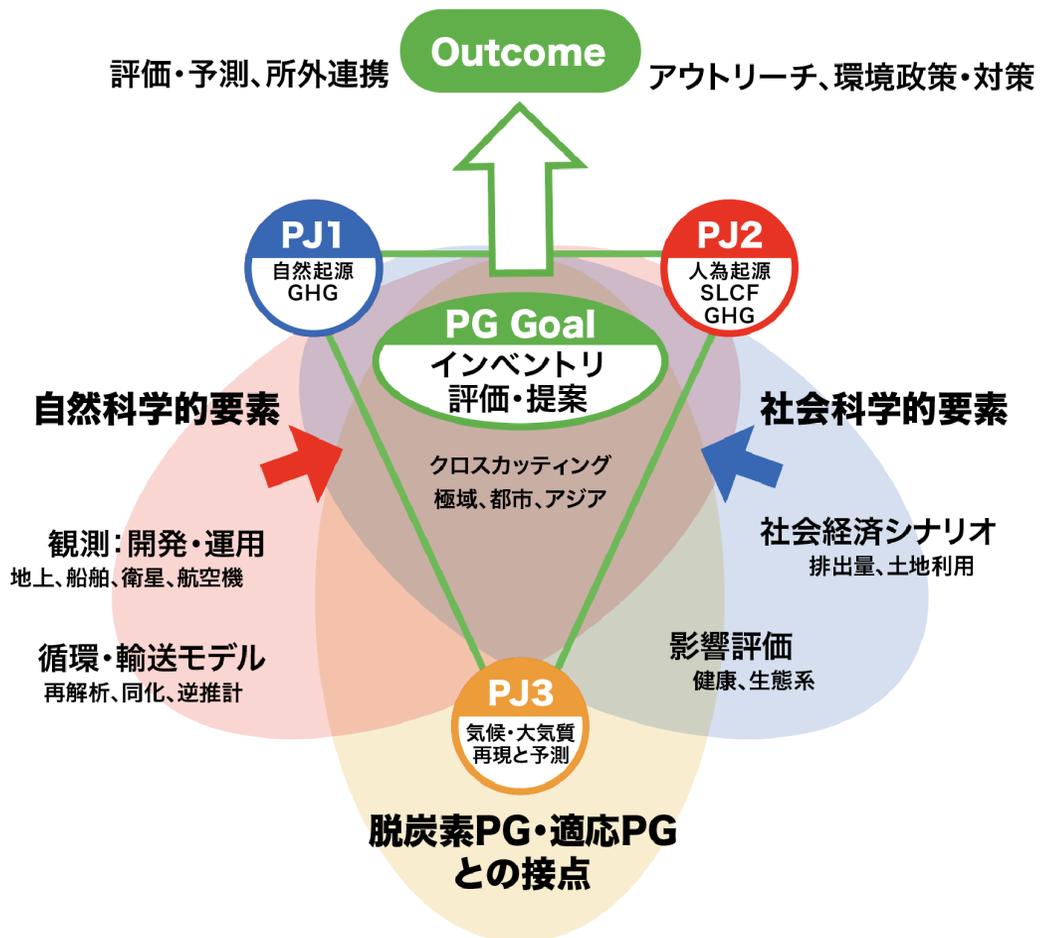


©BREATHELIFE



WHO global air quality guidelines. Geneva:  
World Health Organization; 2021. Licence:CC  
BY-NC-SA 3.0

# 気候変動・大気質研究プログラム



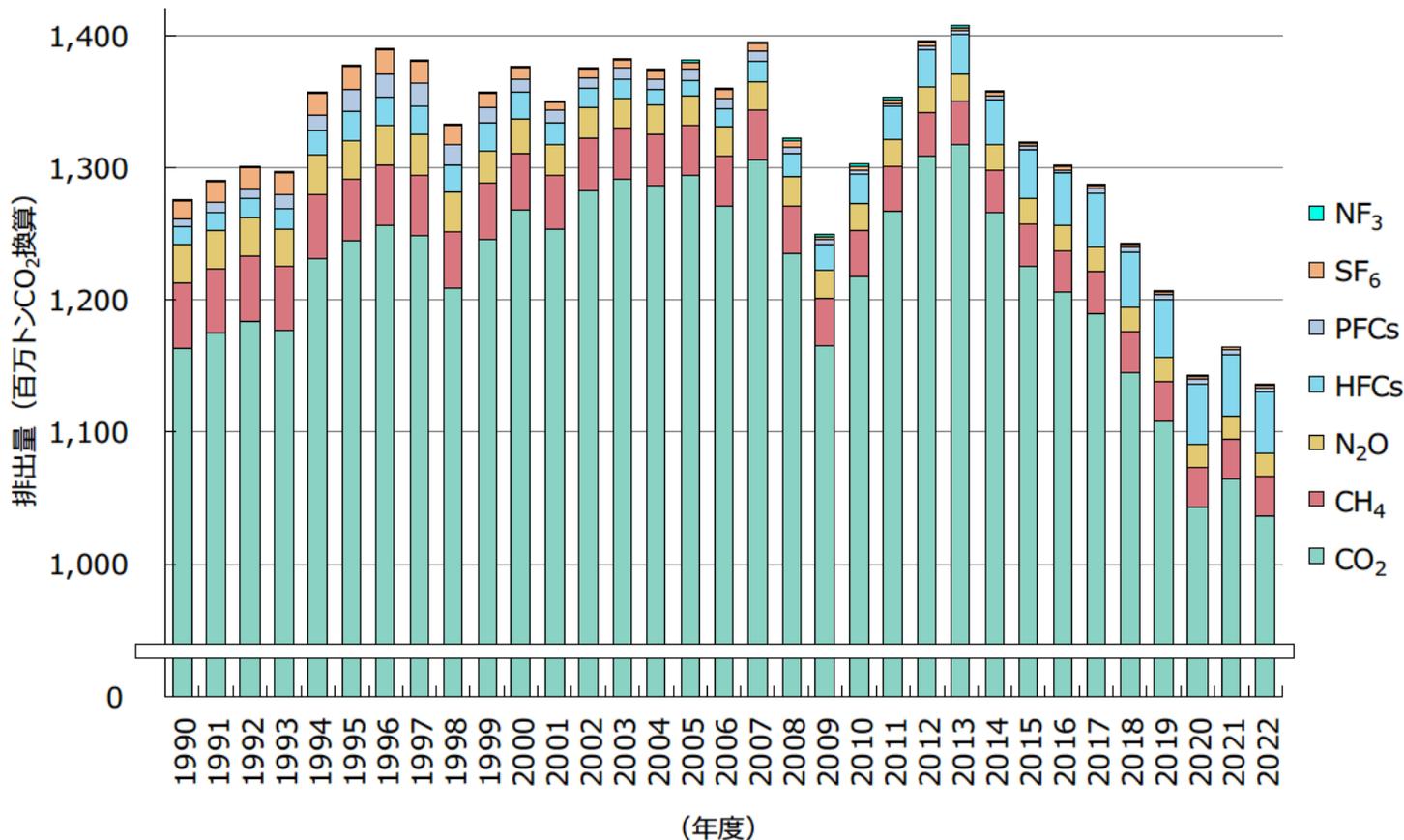
GHG: Greenhouse Gas  
温室効果ガス  
SLCF: Short-Lived Climate Forcer  
短寿命気候強制因子

## 目的

- GHG及びSLCFの排出量推計（排出インベントリ）を定量的に評価・検証する
- 最新の排出量評価を考慮して気候や大気質の変動に関する再現や将来予測を高精度化する
- これらにより、気候変動に関する緩和政策の決定に必要な科学的知見・基盤を提供する

# 我が国の温室効果ガスの排出量推計（インベントリ）

## 温室効果ガスの排出量の推移



温室効果ガスインベントリオフィス



2024年4月12日公表

- 2013年度以降、減少傾向にある
- エネルギー消費量減少（省エネの進展）、電力の低炭素化（再生可能エネルギー拡大、原発再稼働）に伴う電力由来のCO<sub>2</sub>排出量の減少

# 対策の鍵は排出量の把握

- 気候変動の緩和と大気汚染の削減には、GHGとSLCFの人為起源排出が鍵

GHG: Greenhouse Gas  
温室効果ガス  
SLCF: Short-Lived Climate Forcer  
短寿命気候強制因子

- 排出量推計（排出インベントリ）
  - 総量：全世界、国別、都市別
  - 傾向：過去～現在～将来にかけて
  - 場所・セクター：どこから（どの国？）、何から（どの産業？）
- 排出インベントリの課題
  - いかに正確に排出量を知ることができるか？（＝対策に十分な正確さか？）
  - いかに速く排出量を知ることができるか？（＝対策に十分な速さか？）

- 排出対策に科学を活用する
  - 大気観測データをモデルと組み合わせて排出量を推計・検証する
  - 大気観測は、正確・迅速な推計・検証に不可欠



# 広範・長期・精密観測の活用による排出量推計

地上



落石岬ステーション

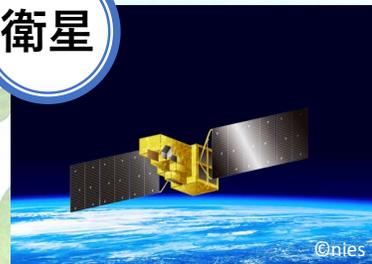


波照間ステーション

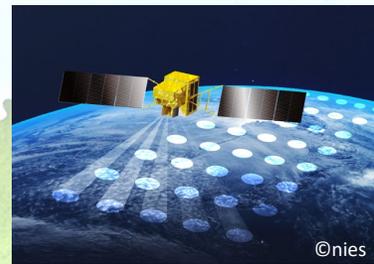


富士山特別地域気象観測所

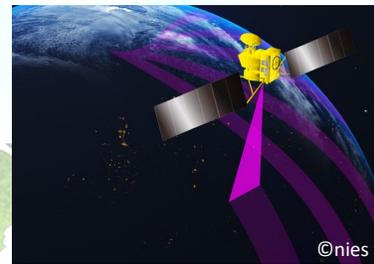
衛星



GOSAT



GOSAT-2



GOSAT-GW

船舶



TRANS FUTURE 5



NICHYU MARU



NEW CENTRY 2



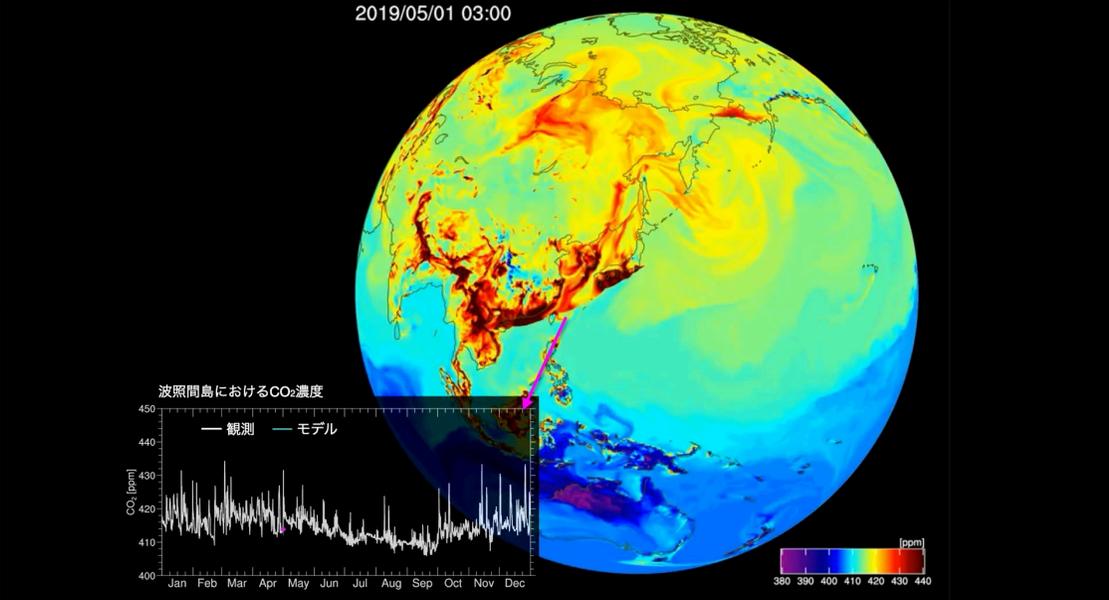
FUJITRANS WORLD



航空機

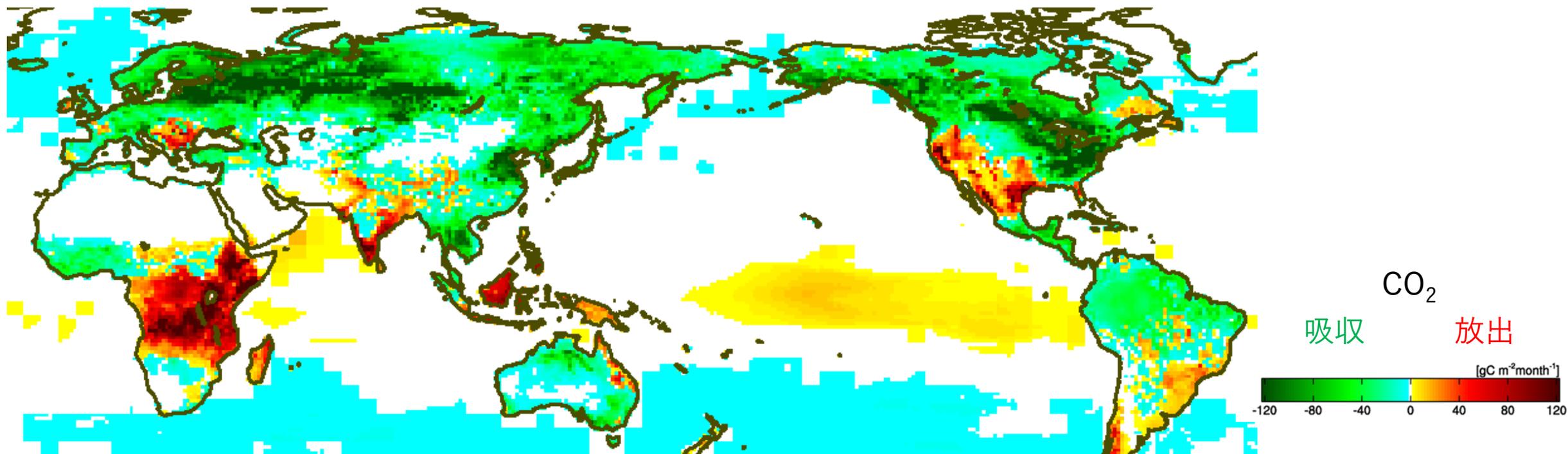
NICAMモデルによる地表CO<sub>2</sub>濃度のシミュレーション

2019/05/01 03:00



# 最新の研究成果: 全球CO<sub>2</sub>放出・吸収量の分布

CO<sub>2</sub>放出・吸収量の全球分布を1度 x 1度の空間解像度で計算

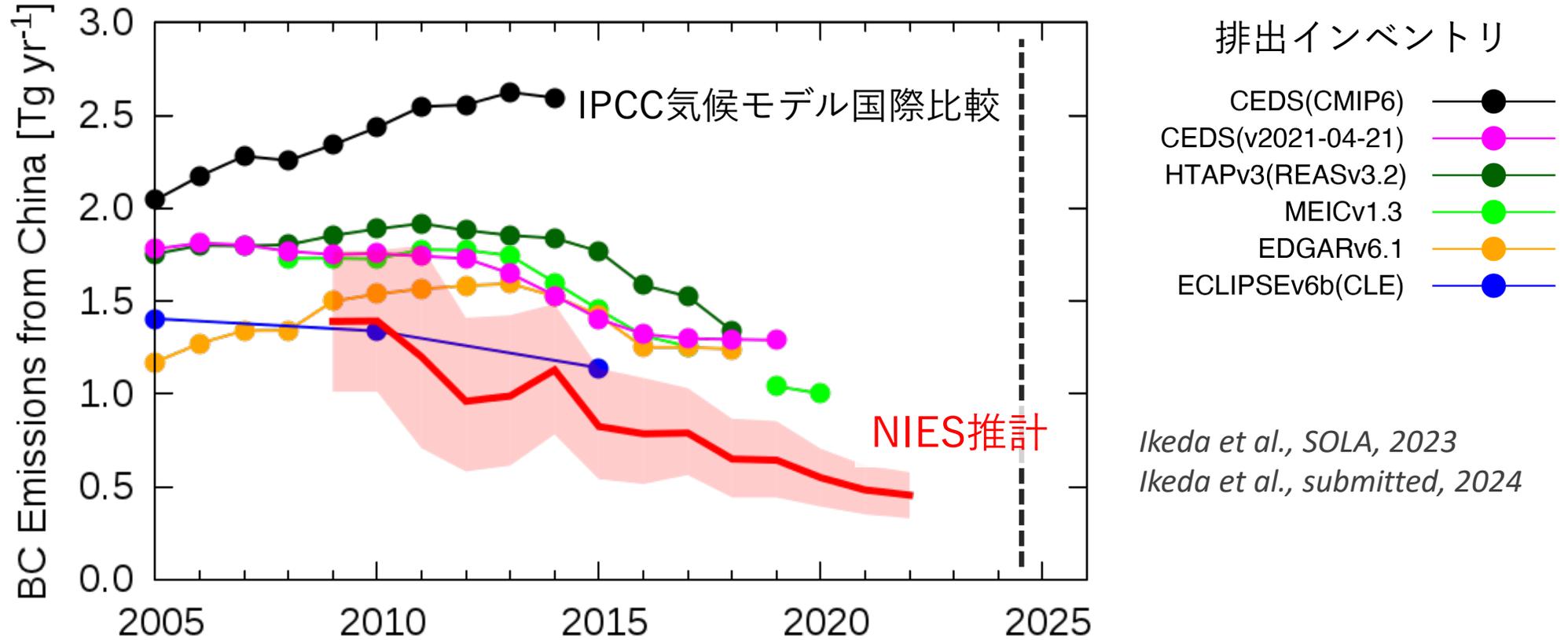


*Niwa et al., Prog. Earth Planet. Sci., 2022*

- 大気観測データとNICAMモデルを用いて、CO<sub>2</sub>放出・吸収量の空間分布を逆解析
- 北アメリカ域でのCO<sub>2</sub>放出やユーラシア大陸中央部から西部にかけてのCO<sub>2</sub>吸収をより精緻に表現し、年々変動をより良く再現
- 今後、地球規模におけるCO<sub>2</sub>放出・吸収量の常時モニタリングに貢献できると期待

# 最新の研究成果: 中国BC排出量の最近の推移

中国からのBC（ブラックカーボン）排出量の変化を評価

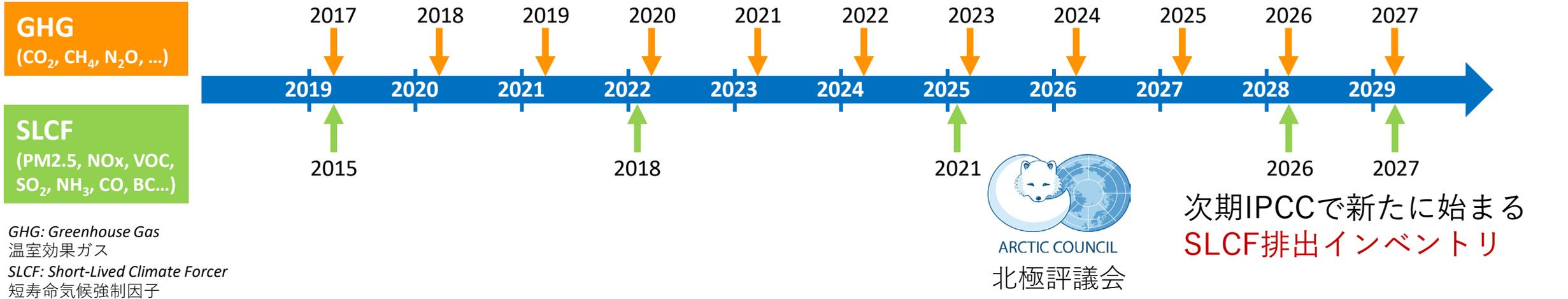


- 大気観測データと化学輸送モデルを組み合わせ、中国からのBC排出量を毎年推計
- 国際評価報告書で用いられる排出インベントリでも、近年の排出量を過大評価する傾向
- 中国のBC排出量は、想定よりも早いペースで減少している

# 新たな政策と新たな研究

パリ協定のGHG排出削減目標達成度を評価する  
グローバルストックテイク (GST)

排出インベントリには  
対象年から公表年までタイムラグがある



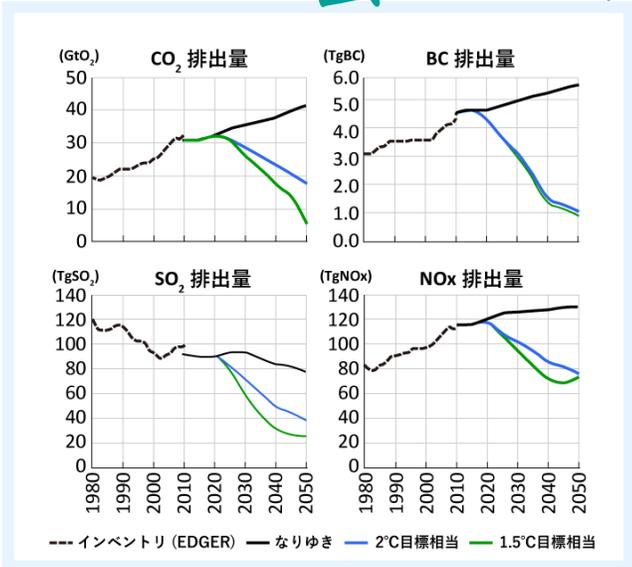
GHG: Greenhouse Gas  
温室効果ガス  
SLCF: Short-Lived Climate Forcer  
短寿命気候強制因子

- 観測・モデルによる、排出インベントリの信頼性と透明性の向上
- 気候変動科学に関する情報の一元化と公開プラットフォームの強化
- 排出インベントリの研究者と実務者の対話

# 気候危機の解決に向けて

## AIM 過去と将来

ASIA-PACIFIC INTEGRATED MODEL



社会システム領域 脱炭素・持続社会PG

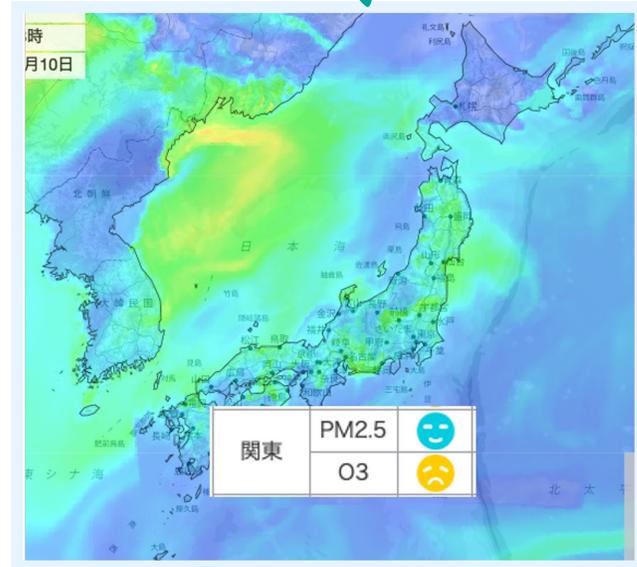
## A-PLAT 緩和と適応

Climate Change Adaptation Information Platform  
気候変動適応情報プラットフォーム



気候変動適応センター 気候変動適応PG

## VENUS 地球と地域



地域環境保全領域 持続可能・地域共創PG

### 気候危機イニシアティブ

- 地球システムと社会シナリオ
- 緩和策と適応策
- 地球規模と地域規模

# NIESの新たな研究のあり方

- 地球規模の気候変動と大気汚染は、新たな地球環境問題として、健康影響や生態系だけでなく、食糧生産や貧困など社会システムまでが複雑に絡み合い、ますます複雑化している
- 一方、昔は理念だったものが実現可能な時代に：  
自然科学と人文社会科学の連携
- マルチベネフィットのある「脱炭素」「カーボンニュートラル」
- 将来にわたってより良い地球環境を実現する、という究極の目的に向かっていかに進めるか
- さまざまな連携・協働により困難を克服し、気候変動問題の解決に全力を尽くす



# NIESの新たな研究のあり方

## 持続可能な地球社会の実現（サステナビリティ）

- Global SustainabilityとLocal Prosperity
- 社会・市民への発信と対話
- 社会・市民との協働による問題解決

## 地球環境問題を解決する科学研究の推進

- 研究力：力強い基礎と幅広い応用
- 人材育成：量と質
- 国際性：レジリエンスとリーダーシップ



持続可能な地球社会の実現

科学研究の推進