



気候変動緩和に向けた温室効果ガスおよび
大気質関連物質の監視に関する総合的研究

テーマ 1

観測に基づくGHGおよび関連物質の 地表面フラックス早期評価システムの構築

テーマ代表 & サブテーマ 1 代表
国立環境研究所 丹羽 洋介

サブテーマ 2 代表
国立環境研究所 寺尾 有希夫

サブテーマ 3 代表
気象庁気象研究所 小杉 如央

複雑に絡み合う人為・自然起源のシグナルを解きほぐす

2019/08/01 03:00

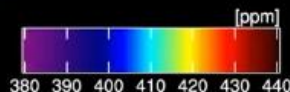
地球規模から都市レベルまでカバーする

- ・ 階層的なモデリングシステムの開発
- ・ マルチプラットフォーム大気観測
- ・ 全球～沿岸域海洋観測・マッピング

前推進費課題SII-8（2021-2023）の成果も交えながらお話します

Surface CO₂

NICAM-TMによるCO₂シミュレーション



MULTI EGGS

環境研究総合推進費 SII-8プロジェクト

研究概要・研究体制

目標・アウトプット

多スケール・多成分複合解析によるアジア太平洋地域を中心としたフラックス推定の精度向上
世界の排出・吸収量監視の取り組みに対応した常時情報提供の体制

テーマ3

テーマ4

行政ニーズ:

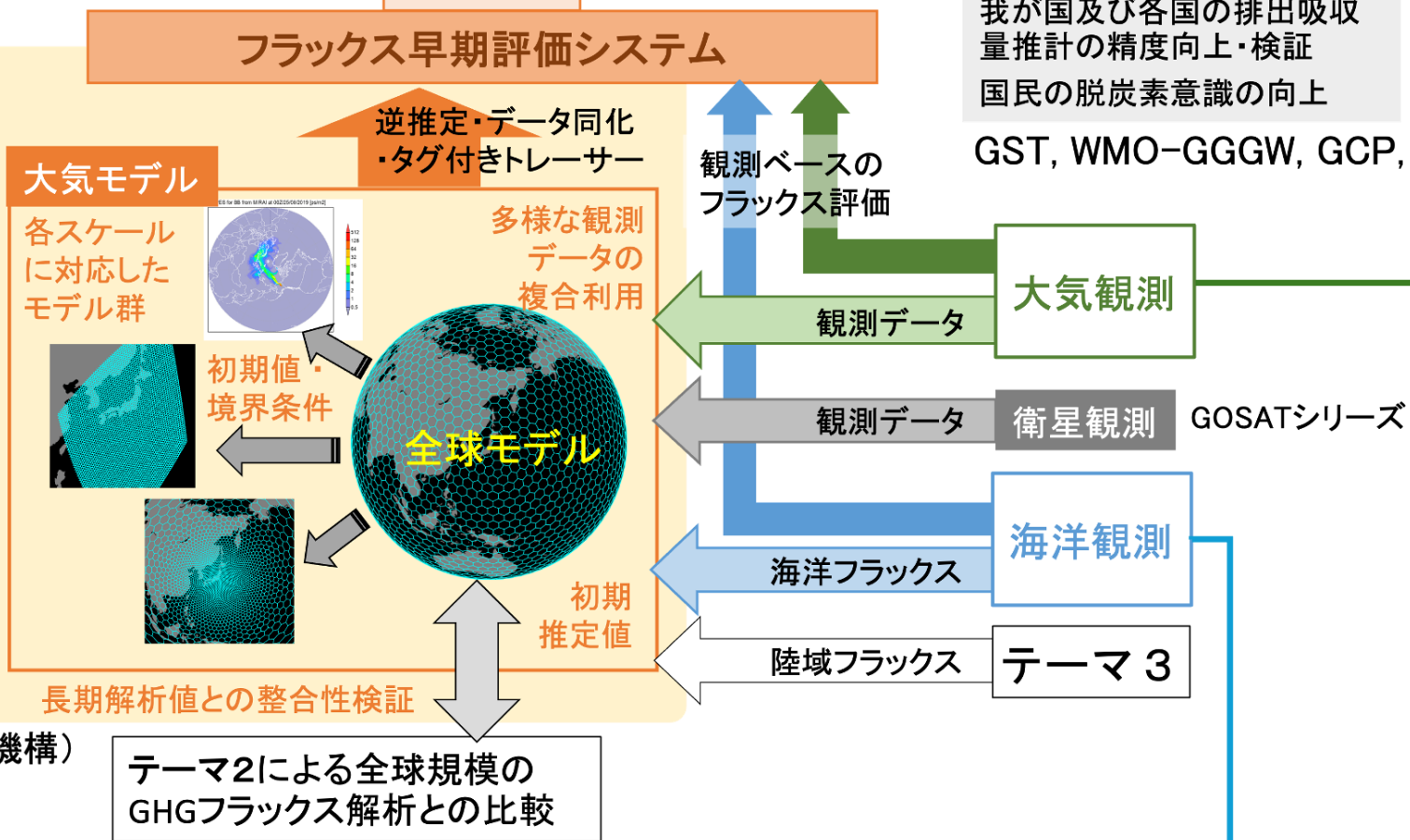
我が国及び各国の排出吸収
量推計の精度向上・検証

国民の脱炭素意識の向上

GST, WMO-GGGW, GCP, IPCC

サブテーマ(1): 大気モデルと 大気観測による地表面 フラックス推定手法の開発

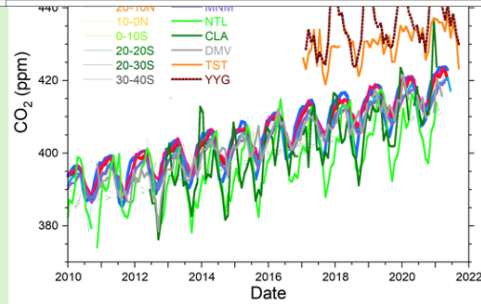
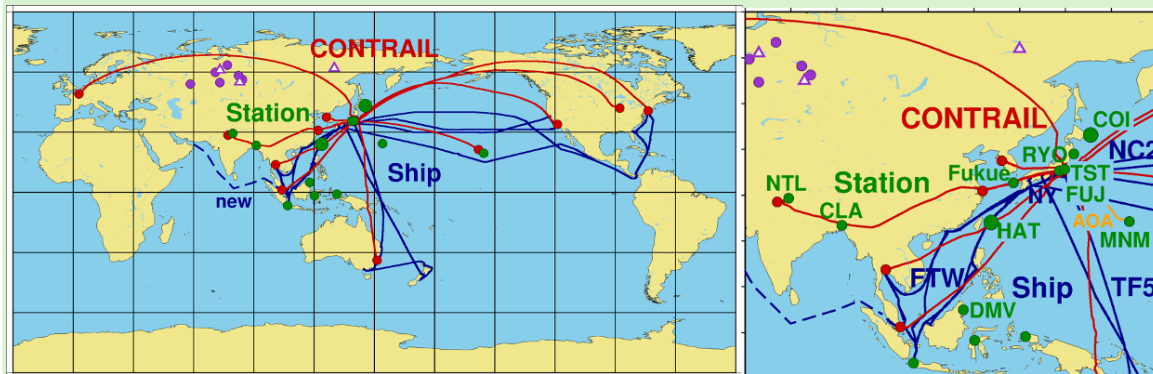
- ・海洋・陸域、全球一国・地域スケール、複数のGHG・SLCFに対応したフラックス推定手法の開発
- ・階層的なモデル群の利用によるフラックス推定の高解像度化
- ・HFC排出インベントリの評価手法の開発



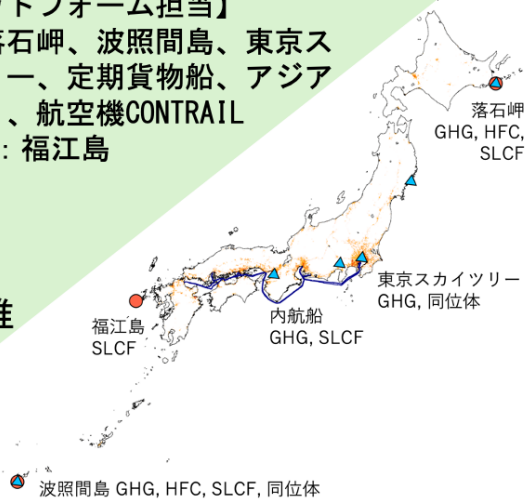
(国立環境研究所、海洋研究開発機構)

サブテーマ(2) : マルチプラットフォーム観測による 大気中のGHGとSLCF動態の把握

アジア太平洋地域の様々な観測プラットフォームで高精度かつ継続的なデータ取得



【プラットフォーム担当】
NIES : 落石岬、波照間島、東京スカイツリー、定期貨物船、アジアフラスコ、航空機CONTRAIL
JAMSTEC : 福江島

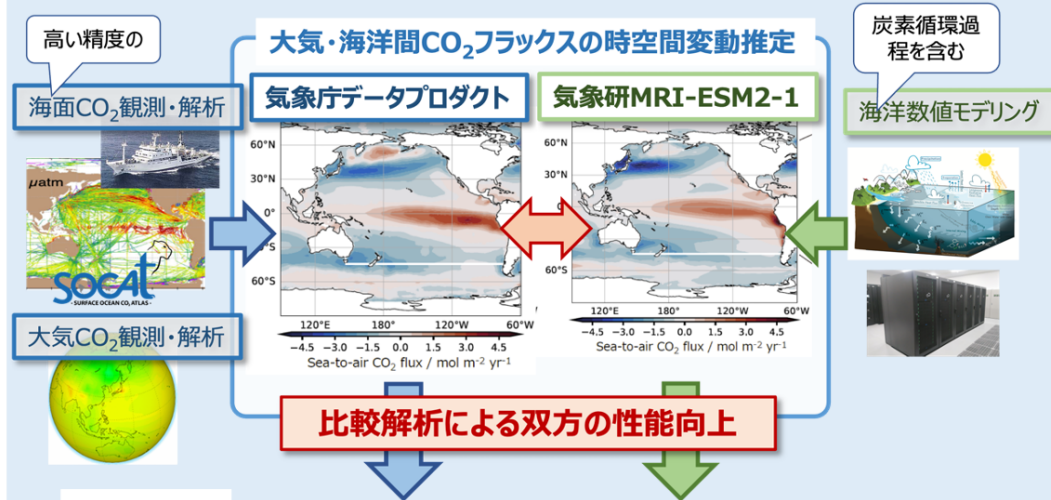


オペレーショナルなフラックス推定を推進するための速報性のあるデータ公開

同位体・多成分データによるGHGとSLCFの動態解析

(国立環境研究所、海洋研究開発機構)

サブテーマ(3) : 現場観測と高解像度海洋モデルによる大気・海洋間CO₂フラックスの評価向上



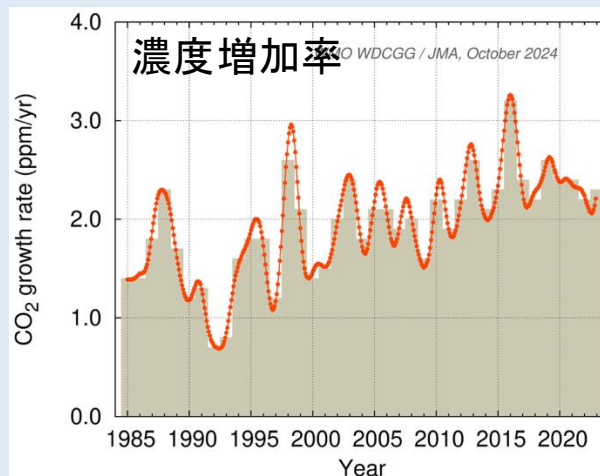
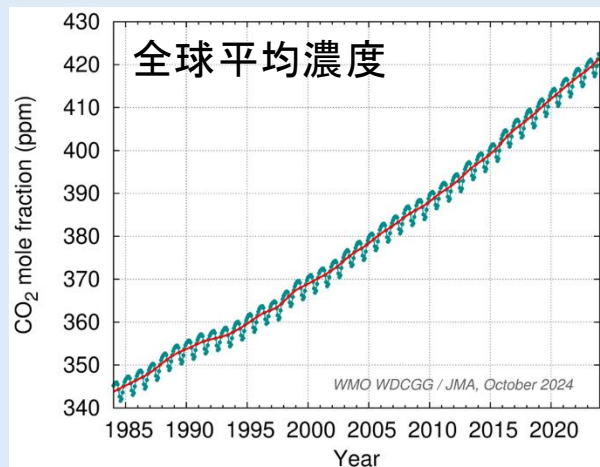
検討課題

- 日本沿岸域のCO₂観測・フラックス推定
- BGC-Argo によるCO₂分圧評価のフィジビリティ検討
- 赤道域におけるCO₂分圧の長期変化の再評価
- 亜熱帯・亜寒帯における季節変化の再現性向上 (生態系・物質循環過程の改善)
- その長期変化速度への影響検討

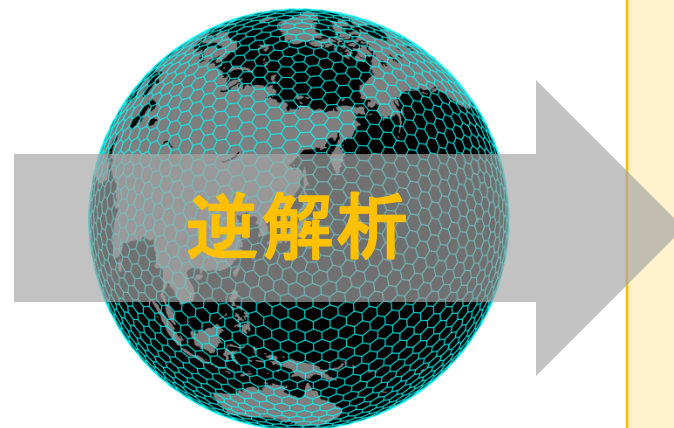
(気象庁気象研究所)

地球規模のCO₂収支推定

大気CO₂濃度観測データ



数値モデル(NICAM)/
4次元変分法システム
(NISMON-CO₂)

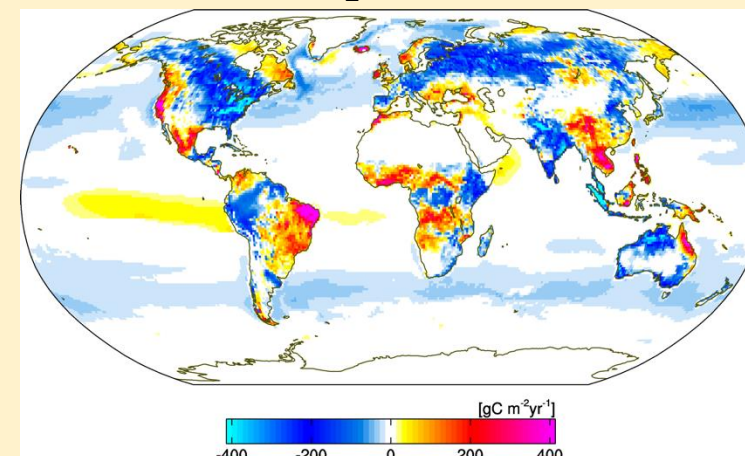


解像度：~223km

640並列計算を2~3週間
を実施するほどの大規模
数値計算

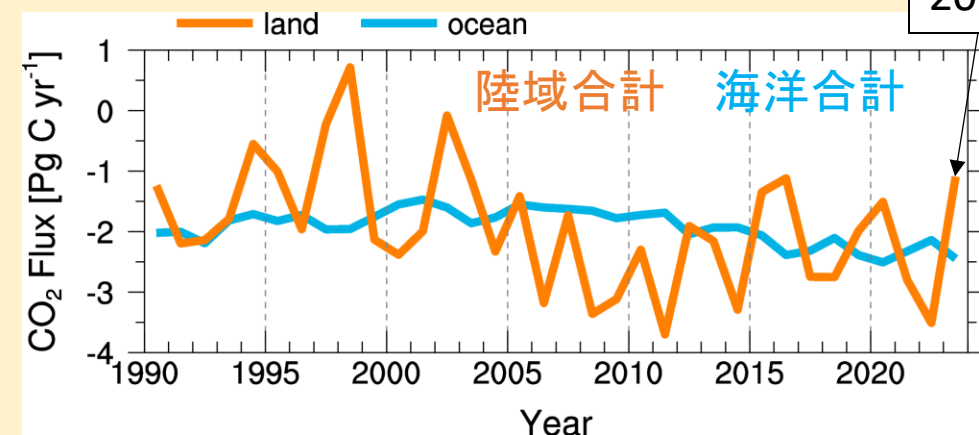
CO₂地表面フラックス

2011-2020年の平均CO₂フラックス



吸収

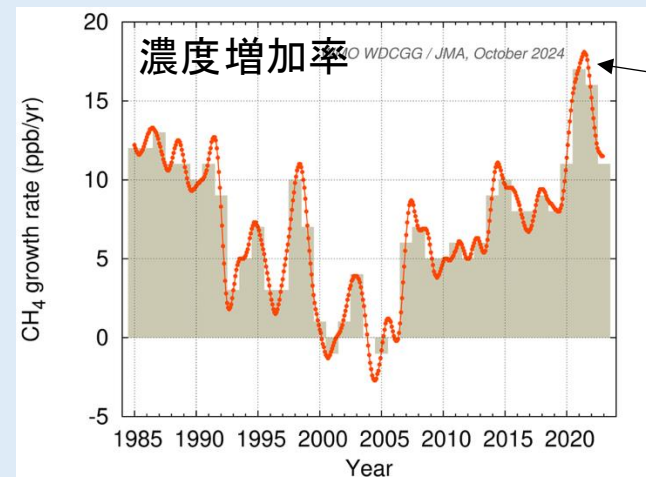
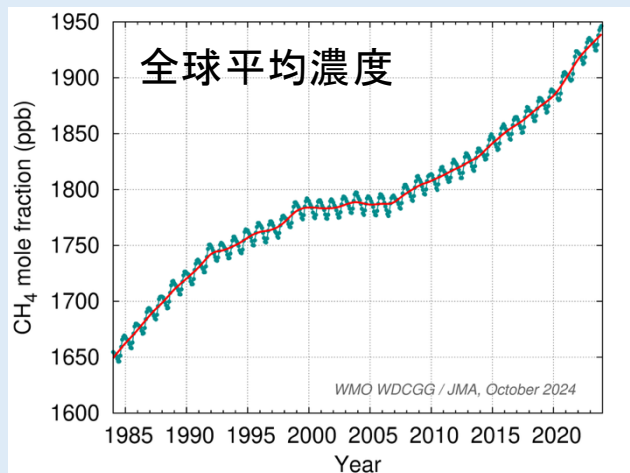
排出



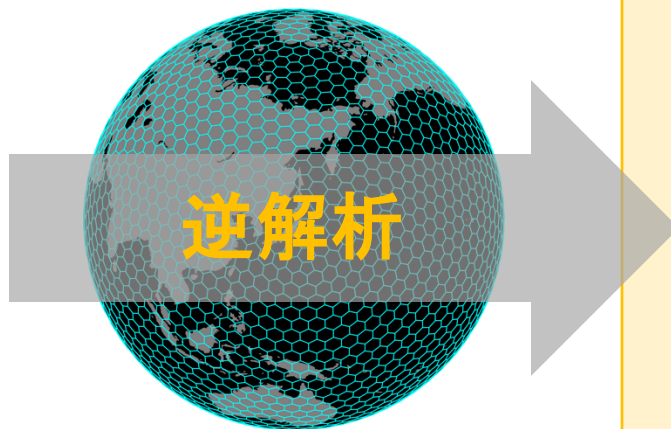
2023

2020-2022年のメタン(CH₄)濃度の急上昇

大気CH₄濃度観測データ



数値モデル(NICAM)/
4次元変分法システム
(NISMON-CH₄)

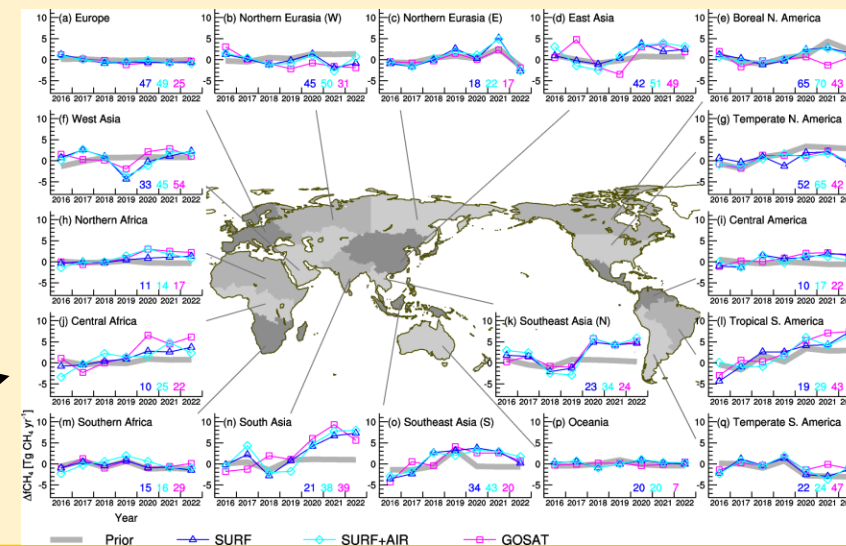
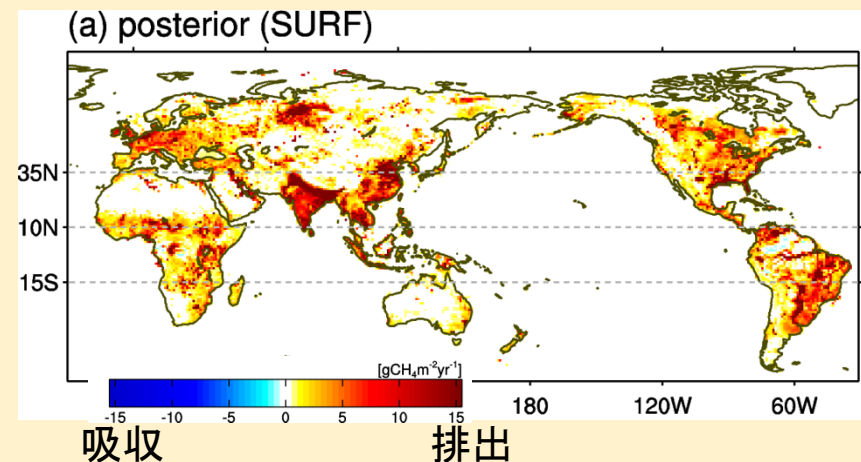


2020-2022年に過去最大の増加
速度を記録

← 排出増加 or 大気中のOHラジ
カル（消滅源）の減少

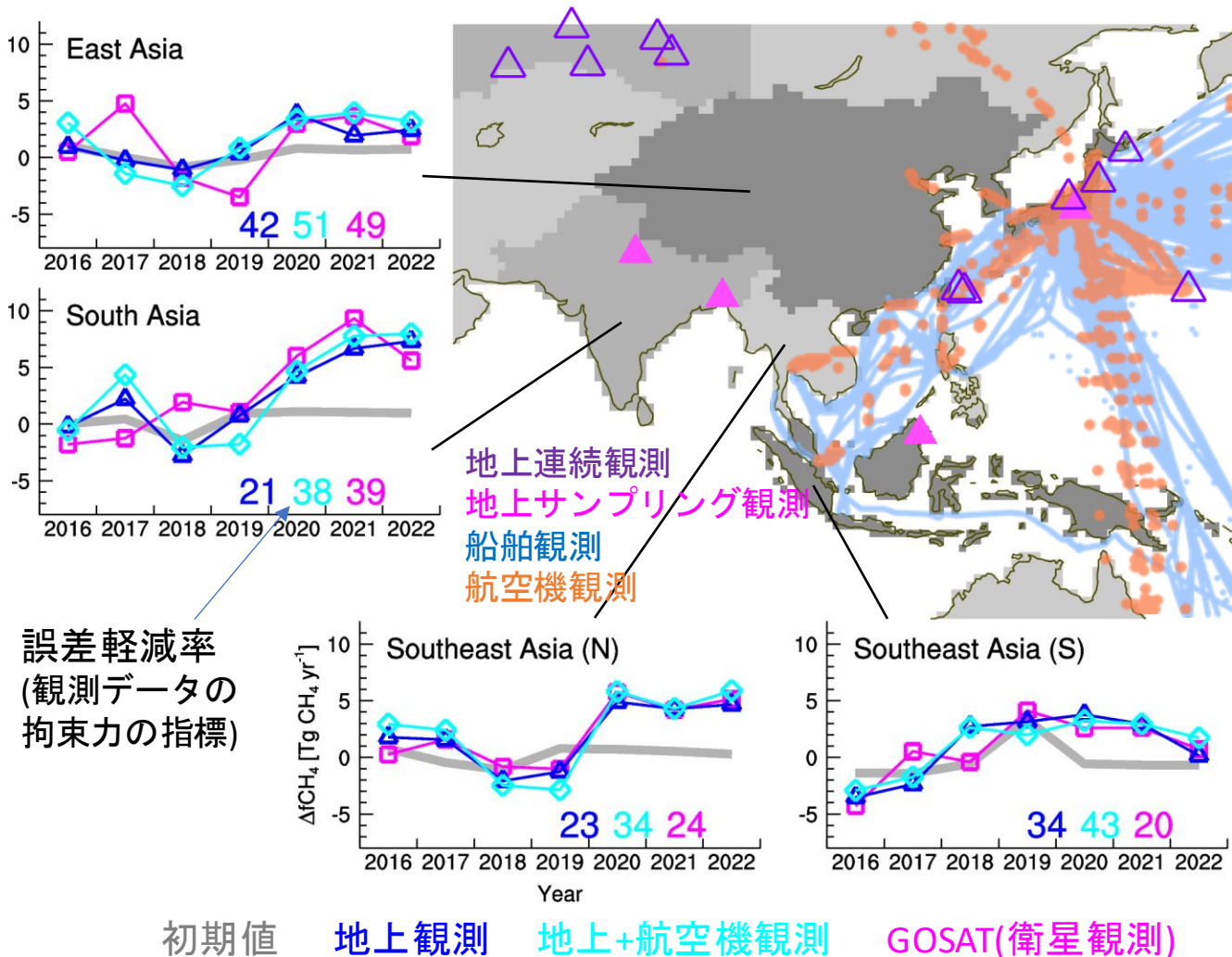
OHの変化がなかったと
仮定したフラックス推定
今後は、複雑な化学反応計算も
考慮したモデル開発を予定

CH₄地表面フラックス



アジア域のフラックス推定に対する日本の観測のインパクト

アジア域からのCH₄放出増加が大きく寄与（60%）

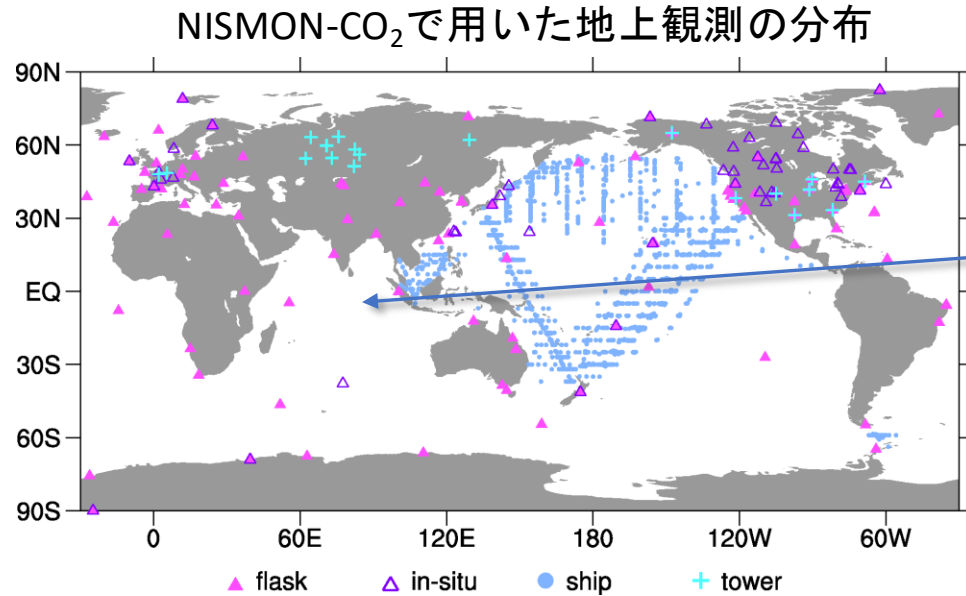


過去の推進費から継続して強化されている観測も

- 日本の観測により誤差軽減率が3-22%上昇
- 航空機観測も大きな拘束力をもつ

さらなる観測データの充実に向けて

インド洋を航行する定期貨物船でCO₂,CH₄,CO 濃度観測



まだまだ多くの観測空白域が存在
特に熱帯の観測は重要



大型原油タンカー「富士山丸」による
インド洋上での温室効果ガスの観測実施について

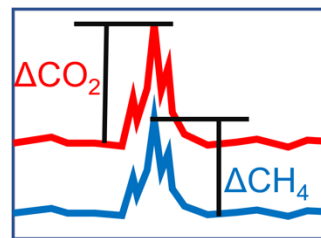
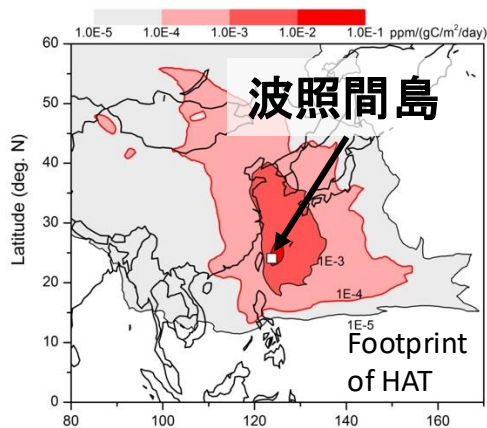
(筑波研究学園都市記者会、環境省記者クラブ、環境記者会同時配付)

2024年7月31日(水)
国立研究開発法人国立環境研究所
出光タンカー株式会社
飯野海運株式会社



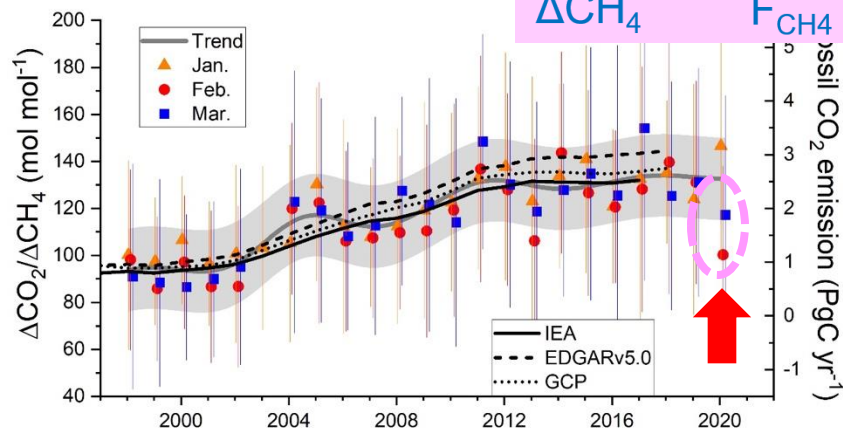
2024年12月
観測開始

地域・季節に限定したフラックス推定

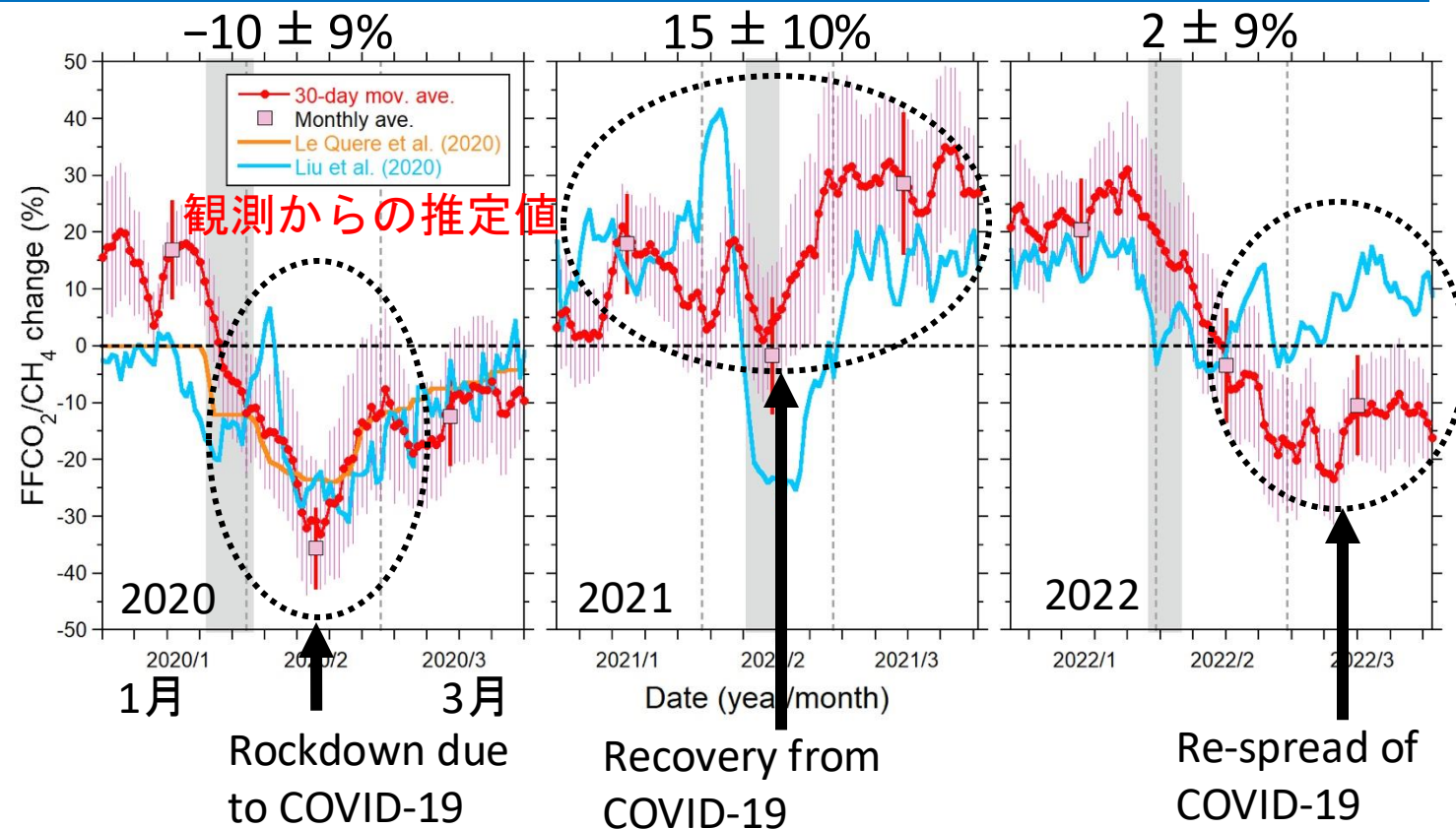


濃度変動比がフラックスの比と同じであると仮定

$$\frac{\Delta \text{CO}_2}{\Delta \text{CH}_4} \approx \frac{F_{\text{CO}_2}}{F_{\text{CH}_4}}$$



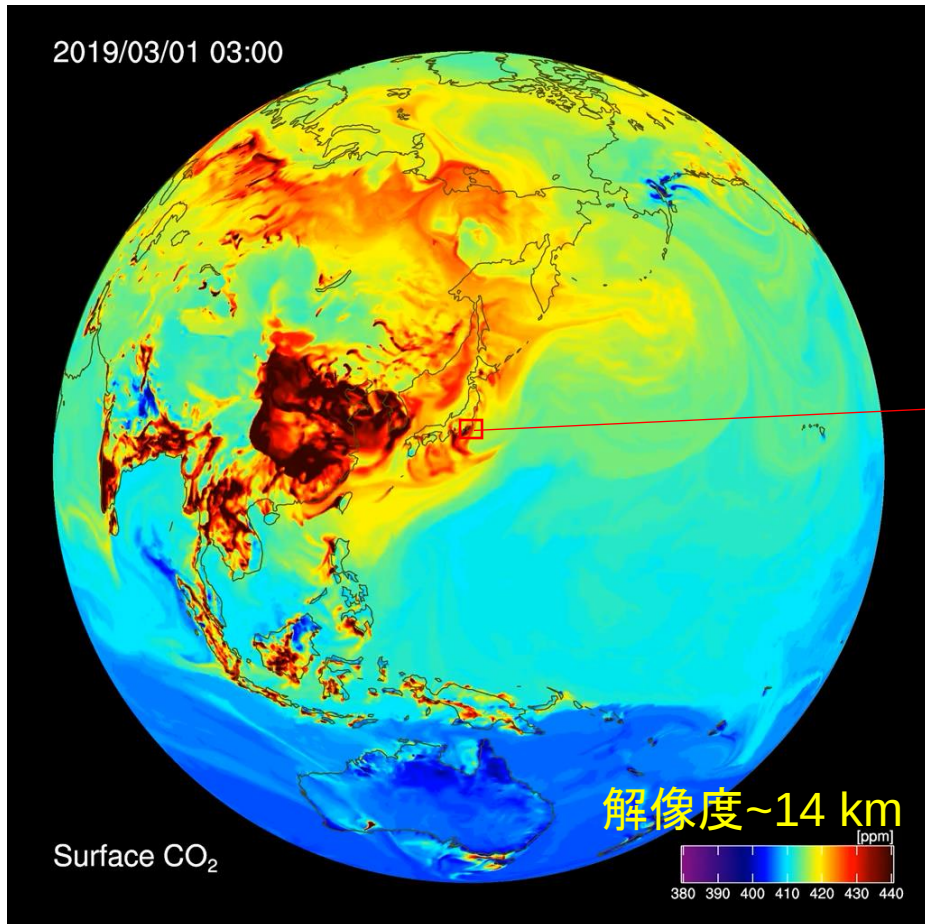
波照間島で観測されたCO₂/CH₄と東アジア大陸における化石燃料起源CO₂排出の変化



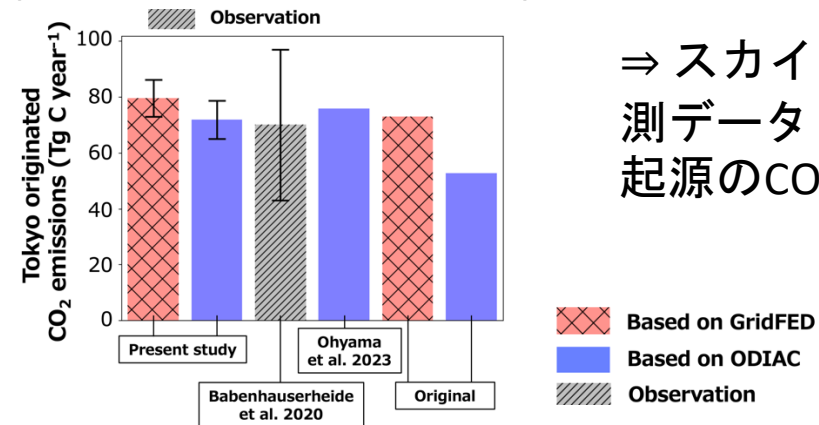
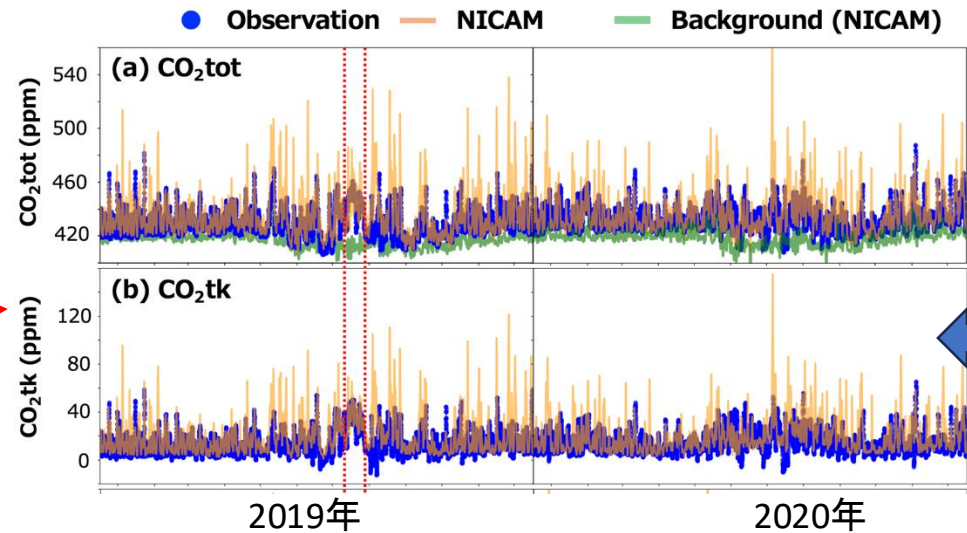
陸域植生の影響が比較的小さく、大陸からの季節風が卓越する1-3月のデータのみを利用。CH₄との比を使うことで輸送の効果をキャンセル。

⇒ 化石燃料起源CO₂放出量の変化を推定

より小さなスケール（東京大都市圏）のフラックス推定



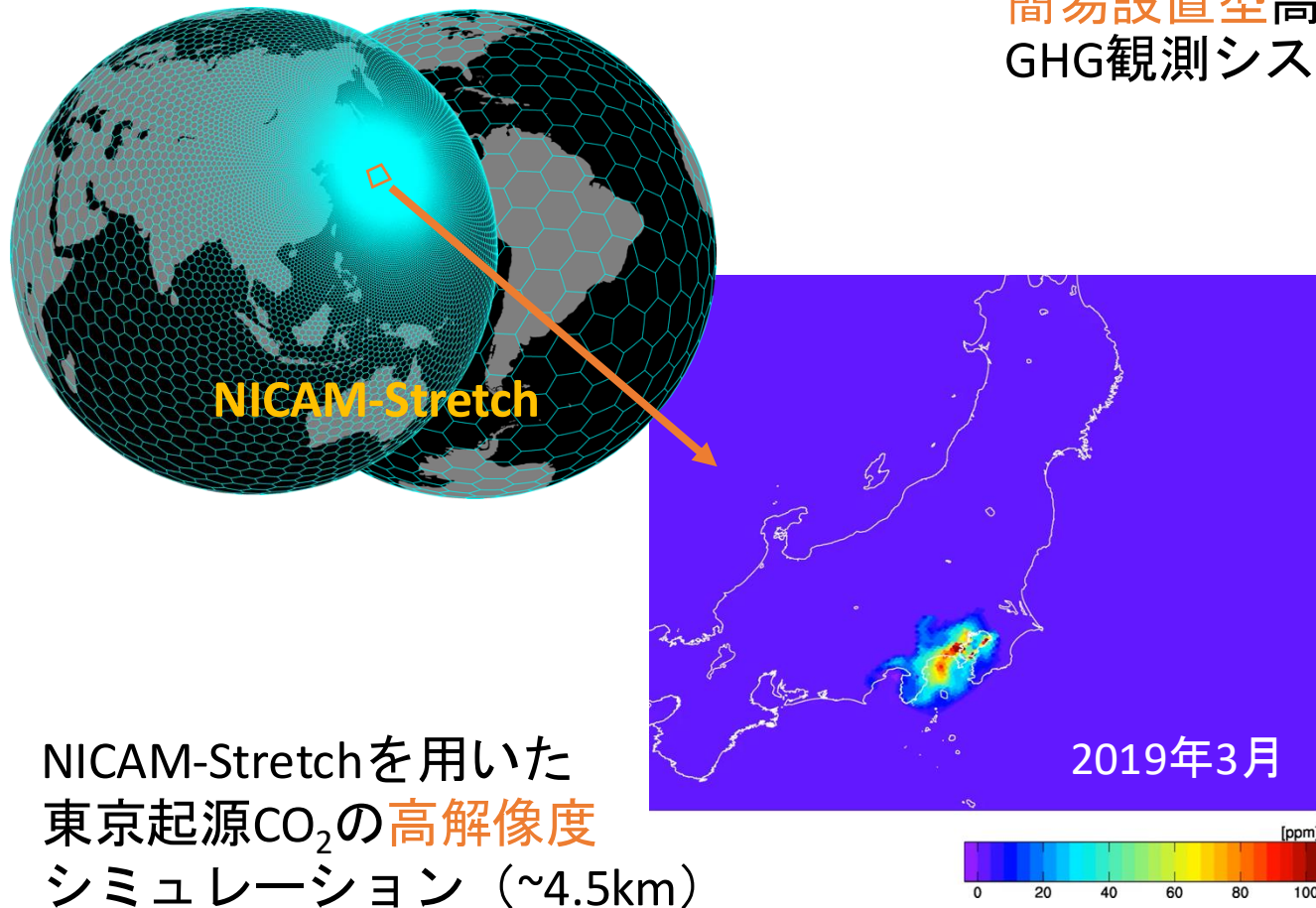
高解像度シミュレーションにおいて東京起源のCO₂に"タグ"を付けることにより、東京圏外のCO₂濃度を除外



⇒ スカイツリーにおける観測データとの比較から東京起源のCO₂放出量を推定

さらなる高解像度化、観測拡充

NICAM-Stretch（領域モデル）と
全球モデルとの併用



簡易設置型高精度大気中
GHG観測システムを開発



千葉にて観測を開始（2023年8月）

東京圏以外の都市のフラックス推定に向けて

内航船を用いた**高頻度観測**（1週間/往復）

寄港地付近で高濃度を多く観測 ← **都市からの排出**を捉えている

【余談】

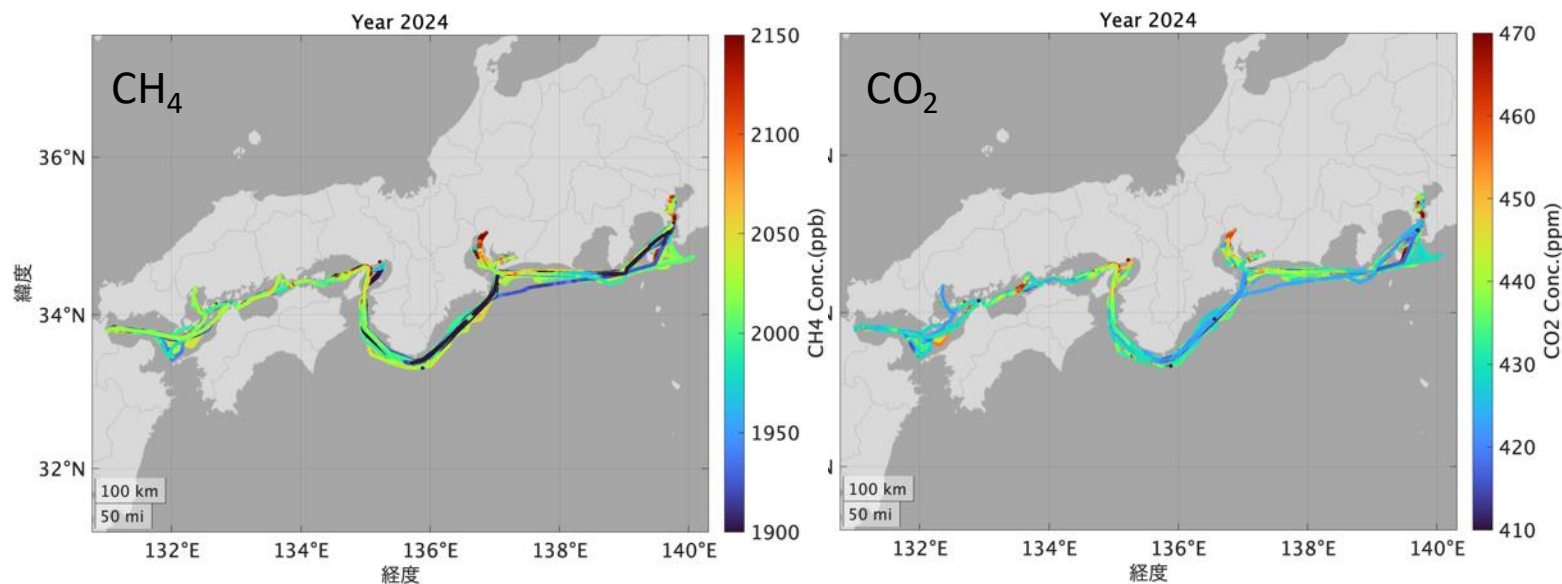
2023年と比較して2024年夏季は外気温が2-3度高く、観測室に設置した機器からの排熱に空調機が対処できなくなっていた。

⇒ 欠測

観測も温暖化対策が必要！



日侑丸

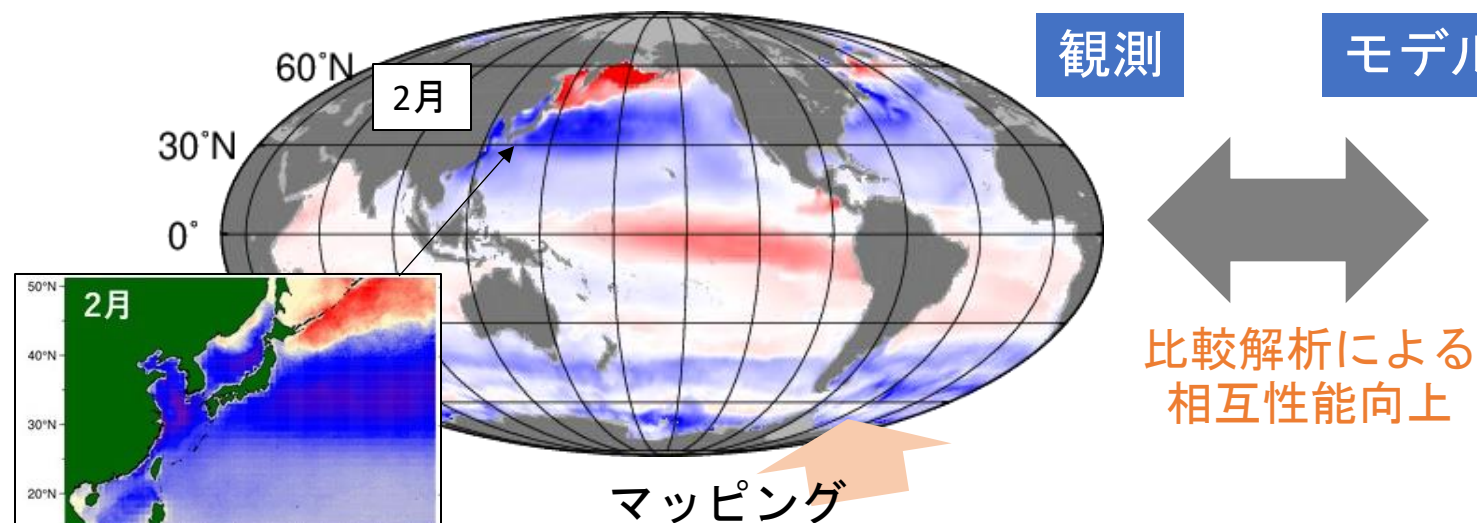


2022年1月から本観測開始



ベースラインとして重要な大気ー海洋間CO₂フラックス

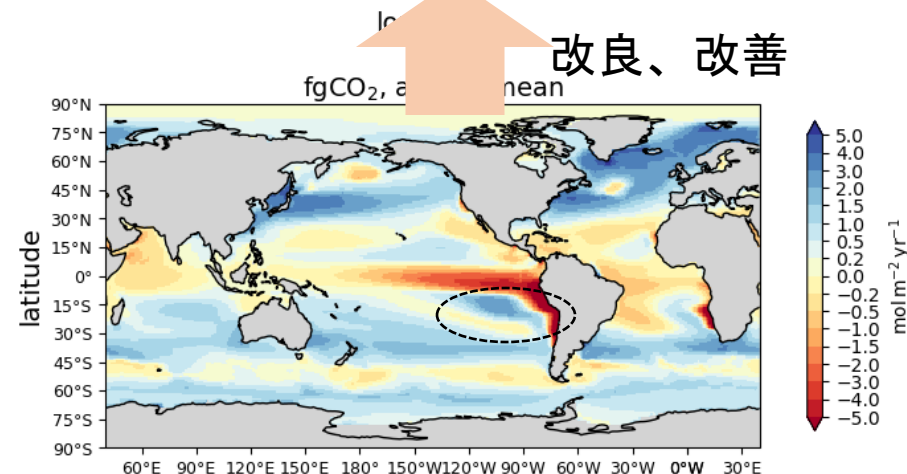
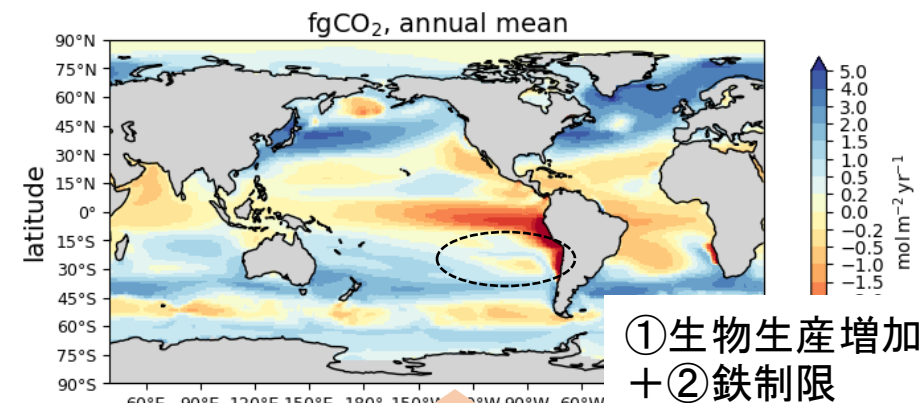
陸域植生と比べて変動は小さいが、正味吸収量は大きく長期変動も顕著（今までは吸収増加傾向）



縁辺海のCO₂フラックス
スプロダクトを新規に
作成

socat
SURFACE OCEAN CO₂ ATLAS

船舶観測による
pCO₂データベース

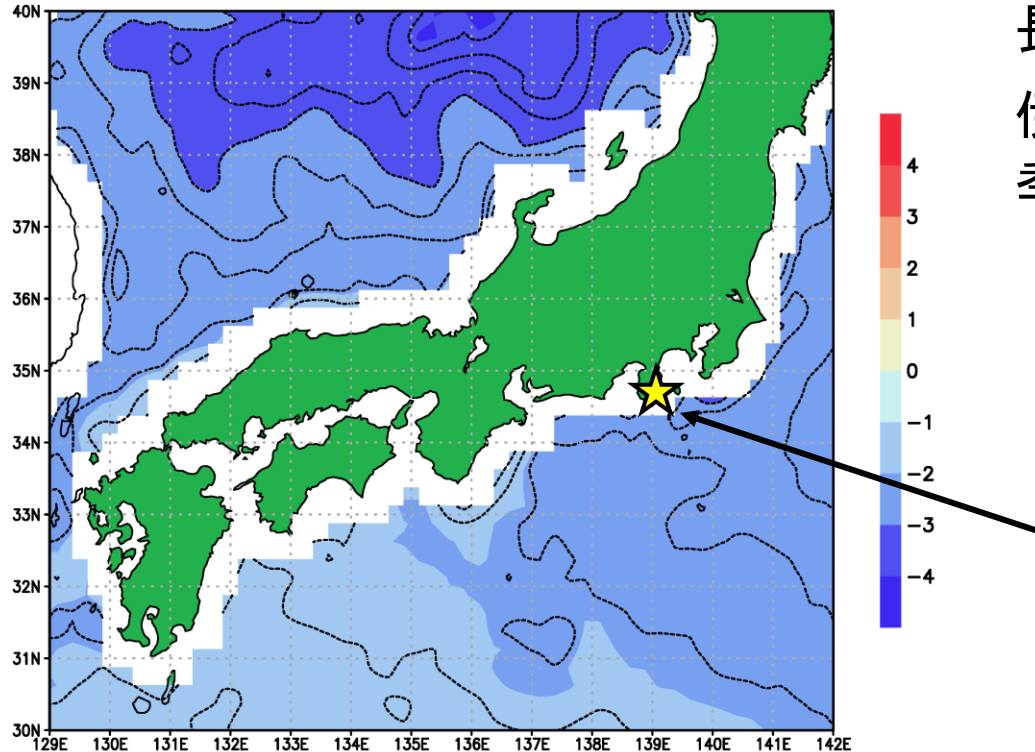


気象研究所地球システムモデル
(MRI-ESM)

Bakker et al. (2016)

沿岸域はまだ空白域

気象庁海面CO₂フラックス (2023年)



沿岸域は様々な要素(地形、河川、人為影響)で外洋の延長とみなせるか不透明

伊豆半島・下田を拠点として本州南岸沿岸域における $p\text{CO}_2$ 季節変動を把握する



センサー(塩分、pH、酸素)を用いた
小型船でも測定できる手法を採用

縁辺海、沿岸地域のCO₂フラックスを正確に把握することは、
その地域の陸域のフラックス推定の精度向上にも貢献する

複雑に絡み合う人為・自然起源のシグナルを解きほぐす

地球規模から都市レベルまでカバーする

- ・ 階層的なモデリングシステムの開発
- ・ マルチプラットフォーム大気観測
- ・ 全球～沿岸域海洋観測・マッピング
- ・ SLCFを含む多角的な解析

早期のフラックス評価、常時情報提供

観測、モデルによるフラックスデータを包括的に評価
早期の情報提供
世界の排出・吸収量監視の取り組みへの対応

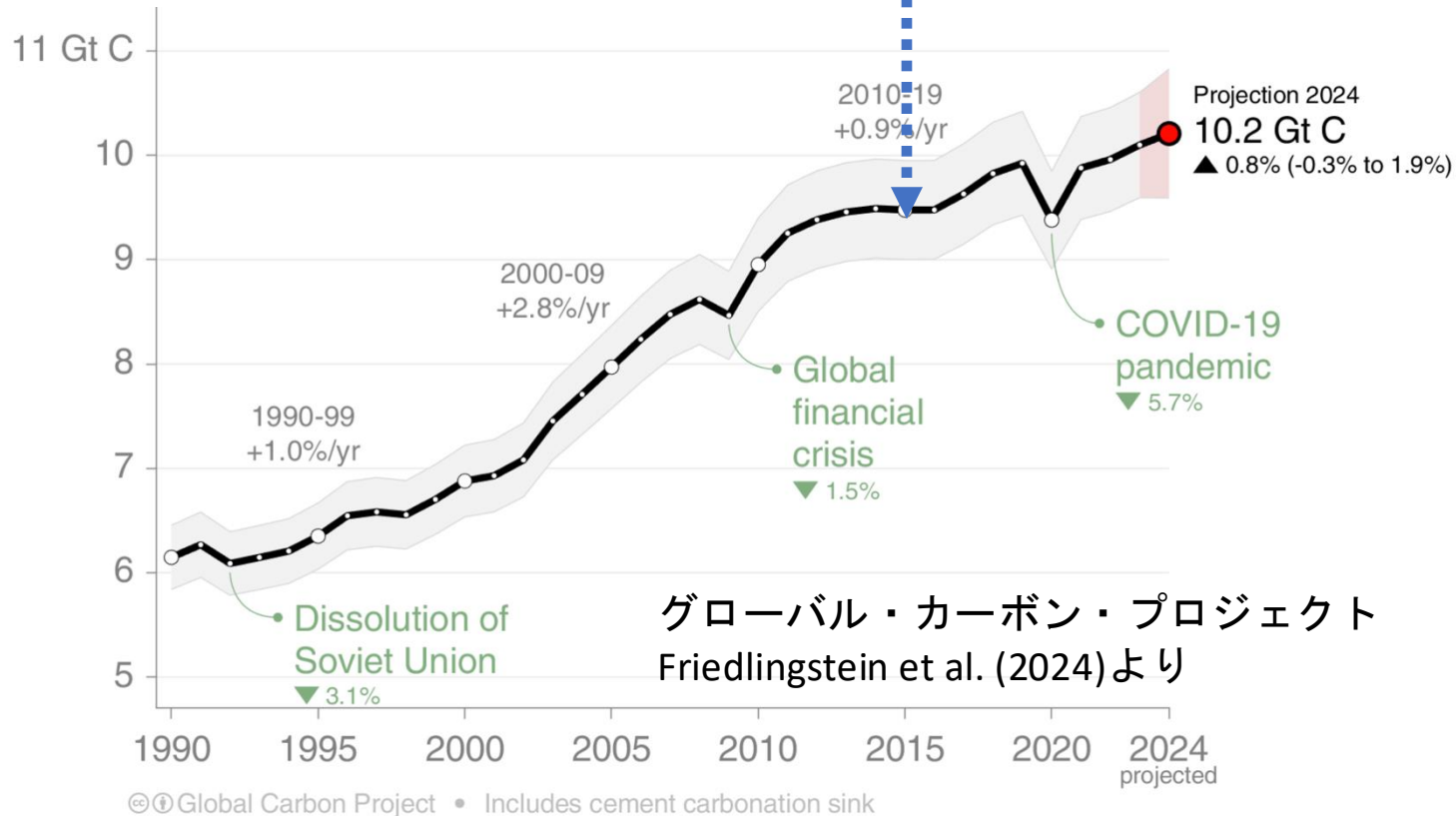
新たなチャレンジ

「勝負の10年」もあと半分

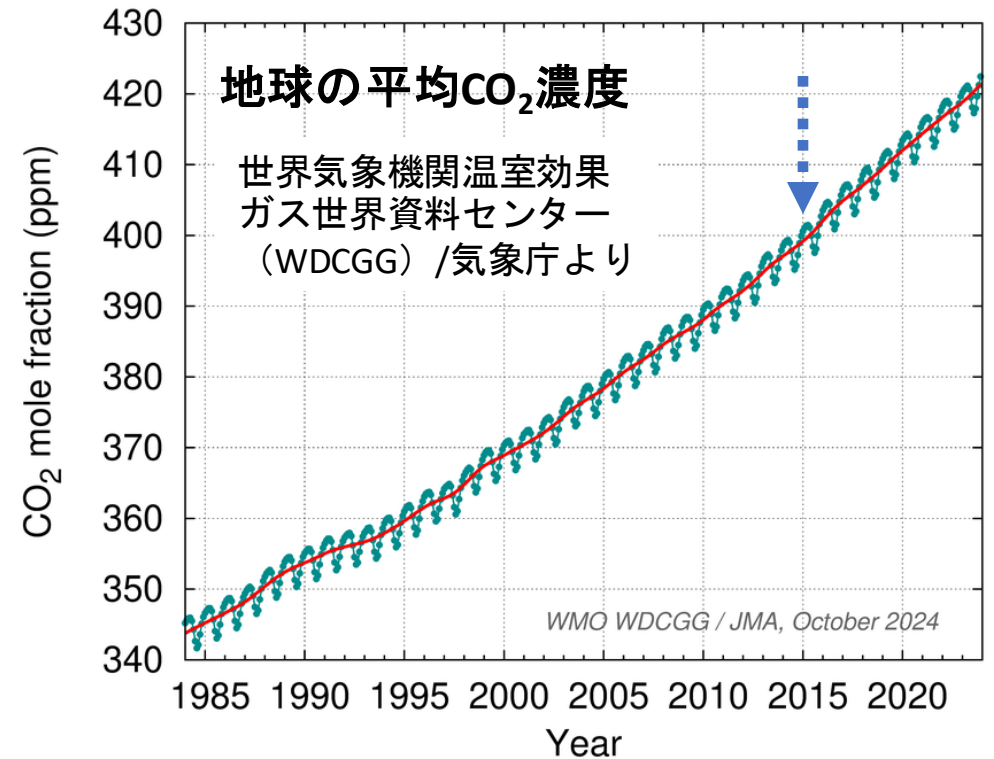
パリ協定 (2015年)

減らない化石燃料起源排出、増え続けるCO₂濃度

世界の化石燃料起源CO₂排出量



地球の平均CO₂濃度



今の排出量が続けば、「1.5度目標」のもとで許容される今後の累積排出量（「炭素予算」）は2030年頃には使い切ってしまう