

課題番号 SII-8  
体系的番号 JPMEERF21S20800

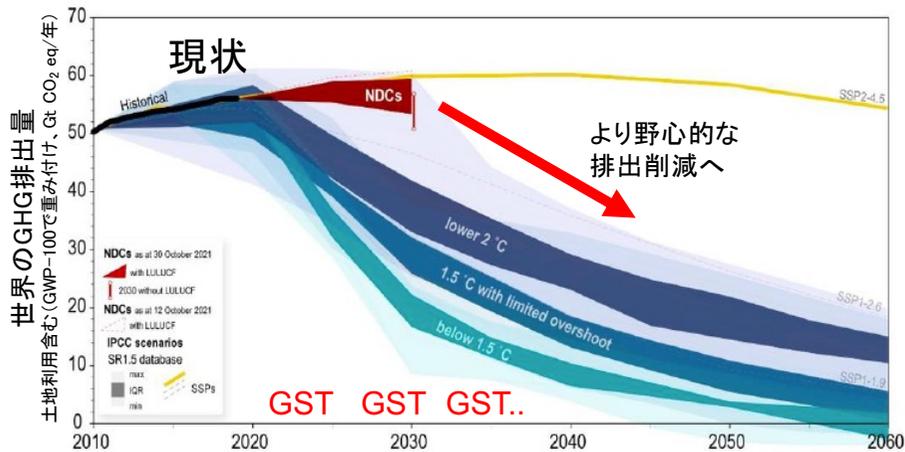
事後評価ヒアリング資料 課題全体説明用

# 温室効果ガス収支のマルチスケール監視と モデル高度化に関する統合的研究

研究代表機関  
研究代表者  
研究実施期間  
研究体制

国立環境研究所  
伊藤昭彦  
令和3（2021）年度～令和5（2023）年度  
テーマ1：丹羽洋介（国立環境研究所）  
テーマ2：羽島知洋（海洋研究開発機構）  
テーマ3：伊藤昭彦（国立環境研究所）

# SII-8 はじめに



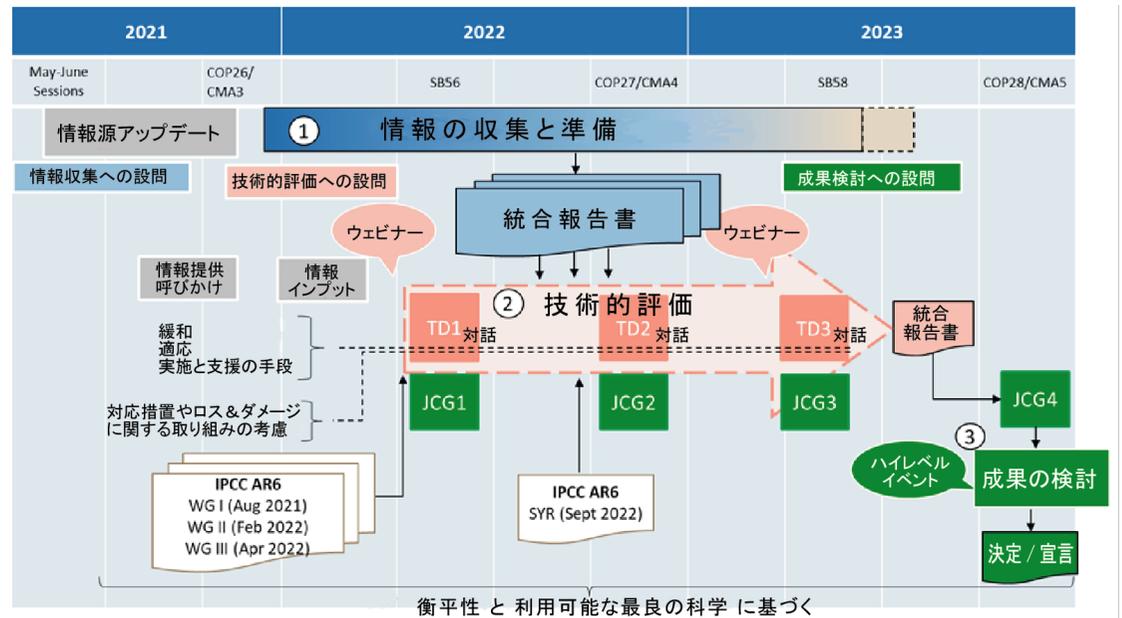
## 2023年に第1回GST実施

COP26(2021/11)で作業工程を確認

- 2022年前期に「情報収集」フェーズ  
→ 早急なGHG収支評価の必要性
- 国際動向: GST貢献を目指す各種プロジェクトの進行(GCP、WMO、ICOS、CEOSなど) → 国内からの対応

## 背景

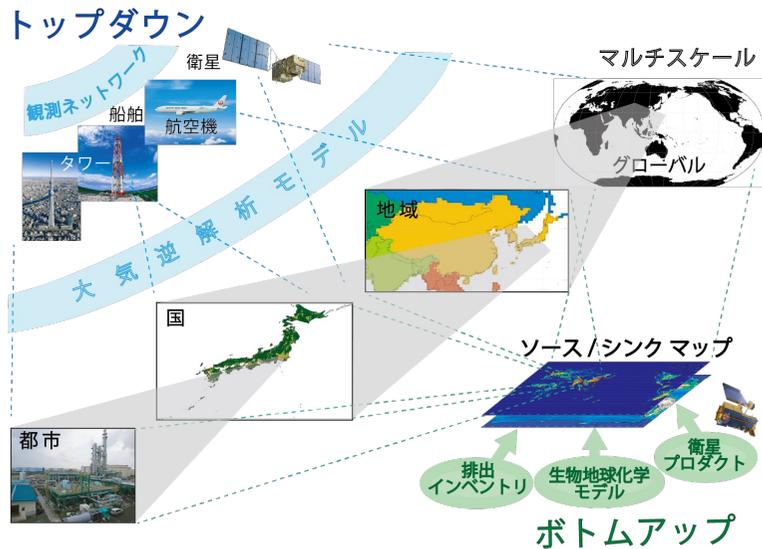
気候変動枠組み条約 (UNFCCC) パリ協定で設定された長期目標 (温度上昇1.5°C未満 [産業革命前比]) を達成するため、各国は温室効果ガス (GHG) 排出削減目標 (NDC) を提出  
→ 達成状況をチェックし、より野心的な目標へ導く  
→ 5年に1回 グローバルストックテイク (GST) を実施



# SII-8 研究目標及び研究計画



温度上昇抑制・排出削減  
目標達成を支援



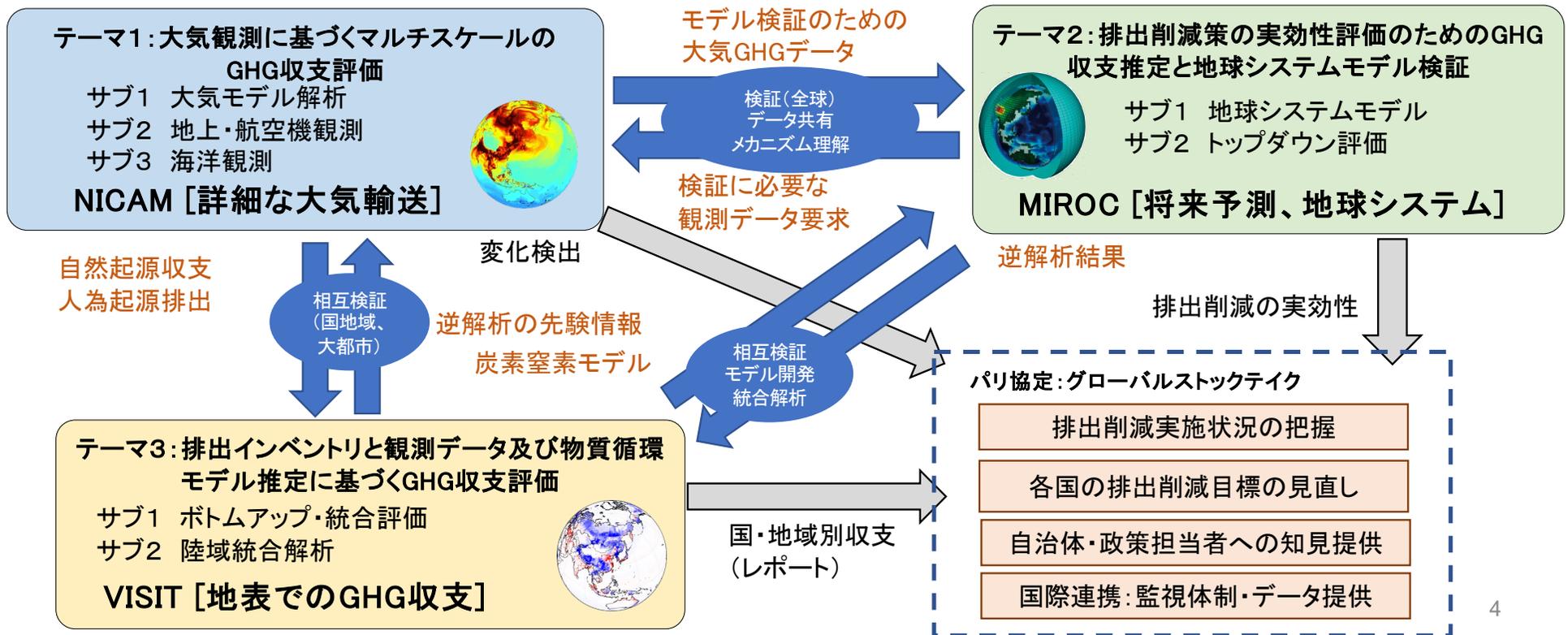
- ◆ パリ協定・グローバルストックテイク(2023年+それ以降)に向け、最良の科学に基づいて、GHG吸収・排出量をスピーディ(1年以内を目指す)に把握する監視システムを構築する
- ◆ 本事業で提案する体制をベースに高精度化を継続することで、2028年以降にも対応できる世界的にも高レベルな監視システムを提案する
- ◆ 都市-国・地域-全球にわたるマルチスケールで、基準年(2013年)からできるだけ最近までのGHG収支を定量化する
- ◆ アジア太平洋域における観測システム模擬実験を行い、日本およびアジア数カ国でのグローバルストックテイク実施における最適な観測体制の検討を支援する
- ◆ GHG排出削減の実効性評価のため地球システムモデルを検証し再現性を向上させる  
(当初の計画)
- ◆ 複数手法による評価結果を2022年分より報告書としてとりまとめる
- ◆ 他国の排出インベントリとの比較検証を行い、国際連携を通じてデータや監視技術を提供し、グローバルストックテイクの実施を支援する

# SII-8 研究開発目的

本研究では、パリ協定・グローバルストックテイク等の政策的ニーズに応えられるよう、観測及びモデル研究を総合的に展開し、GHG動態を詳細に把握することを目的とする。具体的には

- ① 都市-国-地域-全球にわたる空間的なマルチスケールでの把握
- ② 観測から収支評価までスピーディー(できるだけ迅速)に情報を提供する監視システムの構築
- ③ 温暖化の現象解明と予測精度の向上に寄与する、ことを目的とする

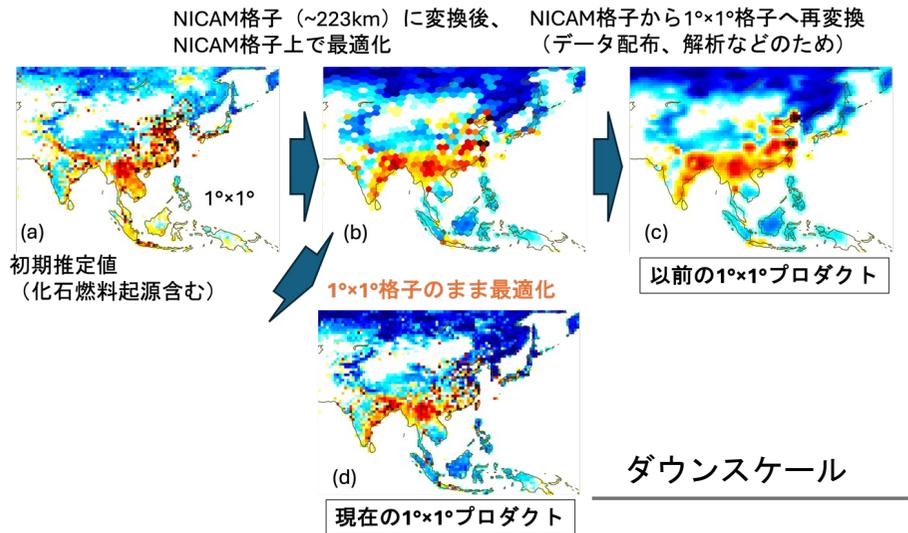
以上において、科学的に最良の推定を目指すとともに、成果を国民にわかりやすく示す。



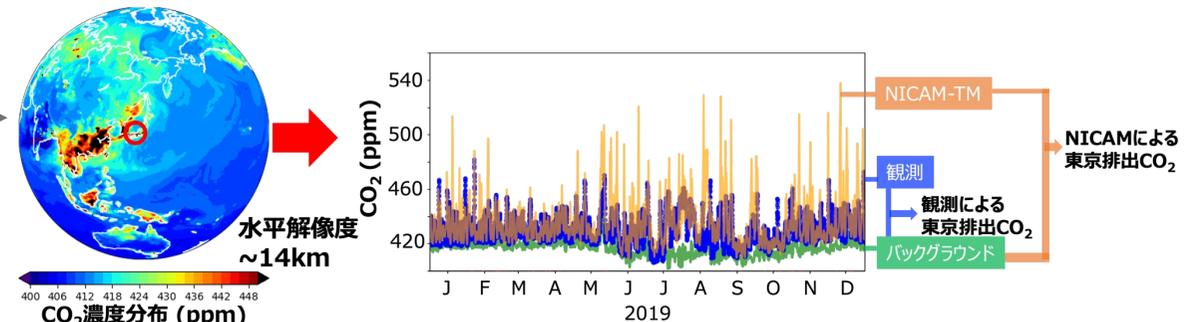
# SII-8 研究開発内容・結果及び考察

サブテーマ1-1

## NICAM-TM/NISMONを用いた全球から大都市スケールまでをカバーする解析システムの構築

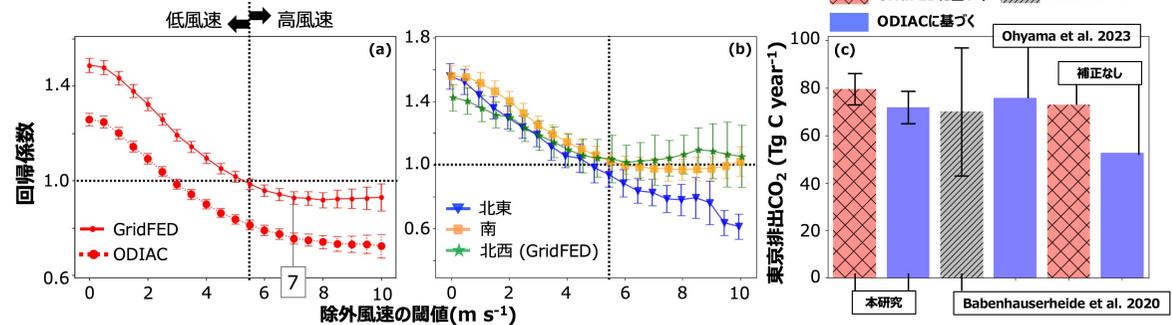


## NISMON逆解析とNICAM-TM高解像度計算を整合的に接続



NISMON-CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>の高度化により、従来よりも高解像度 (1°×1°) で長期 (~30年) の逆解析が可能に (Niwa et al., PEPS 2022)

⇒ Global Carbon ProjectのCO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>統合解析に貢献 (Friedlingstein et al., 2022a,b, ESSD 2023)



高解像度NICAM-TM (~14km) にタグ付きトレーサを導入することにより、サブ2のスカイツリー観測データから東京大都市圏のCO<sub>2</sub>放出量を推定することに成功

(Yamada et al., submitted) 5

# SII-8 研究開発内容・結果及び考察

サブテーマ1-2

## 大都市GHG排出量を推定するための装置開発、新規観測の開始



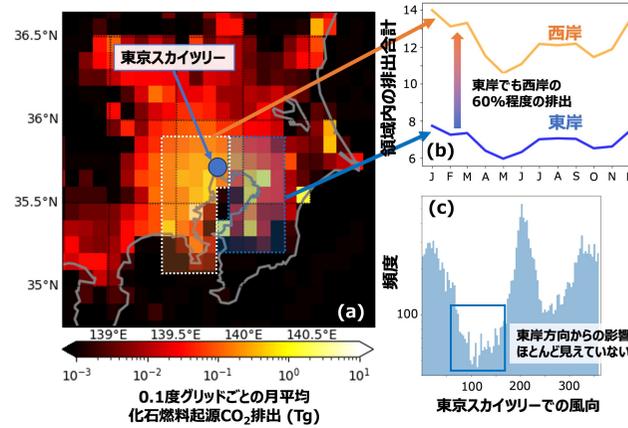
簡易設置型高精度大気中GHG観測システムを開発。安定した分析に成功。バッテリー駆動のため、観測場所の制限が非常に小さい。

サブ1での解析結果を受け、千葉大学西千葉キャンパスにて観測を開始（2023年8月）



CO<sub>2</sub>濃度について既存観測（東京スカイツリー）とベースラインが一致していることを確認

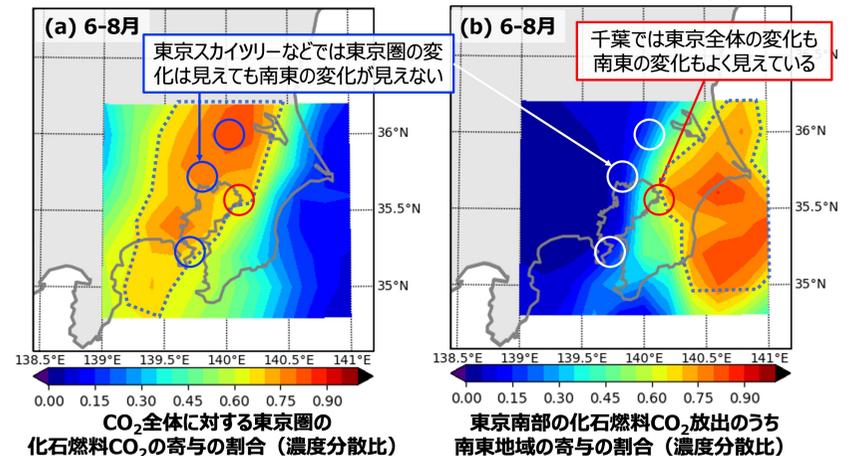
## NICAM-TM/NISMONを用いた新規観測（アジア太平洋、東京）の提案



東京大都市圏CO<sub>2</sub>放出量の推定精度を向上させるための新規観測の検討

⇒ 東京湾東岸のシグナルを補足する千葉を選定

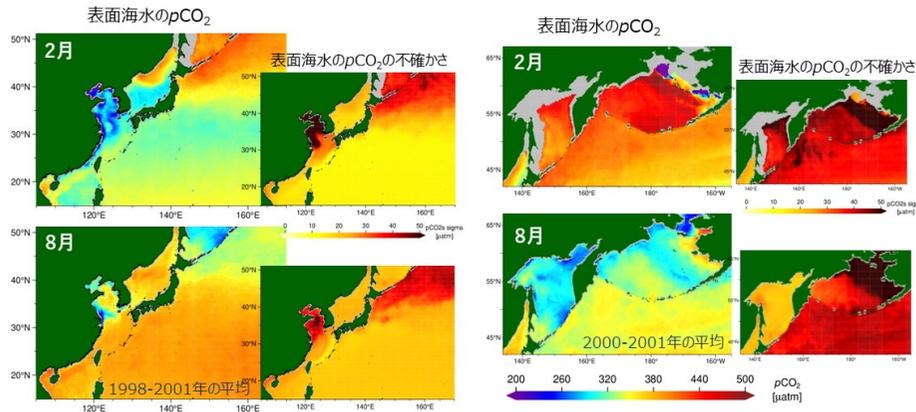
⇒ サブ2で新規観測



# SII-8 研究開発内容・結果及び考察

サブテーマ1-3

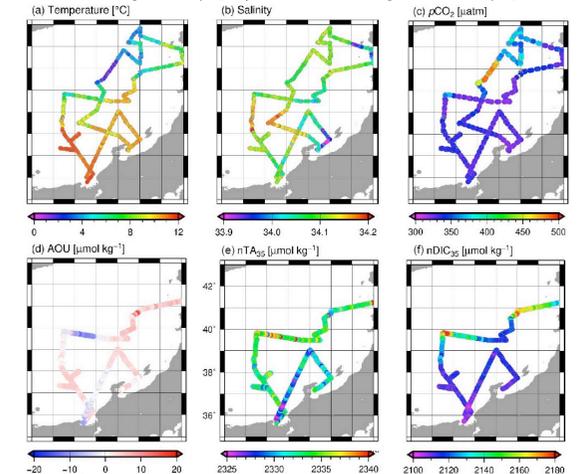
## 北太平洋縁辺海における $p\text{CO}_2^{\text{sw}}$ の診断モデルとデータプロダクトの統合



SOCATと気象庁の  
最新の航走観測データ  
を用いた $p\text{CO}_2^{\text{sw}}$ 診断モデルの  
作成

地球システムモデルと組み合  
わせた  $p\text{CO}_2^{\text{sw}}$  将来予測も実施  
(Kosugi et al., Mar. Chem. 2023)

2022年2月、2023年2-3月

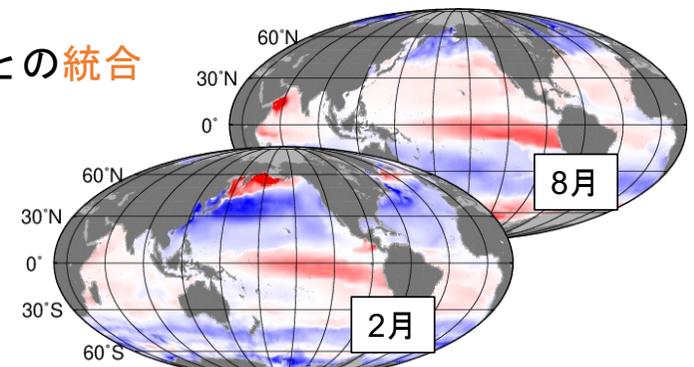
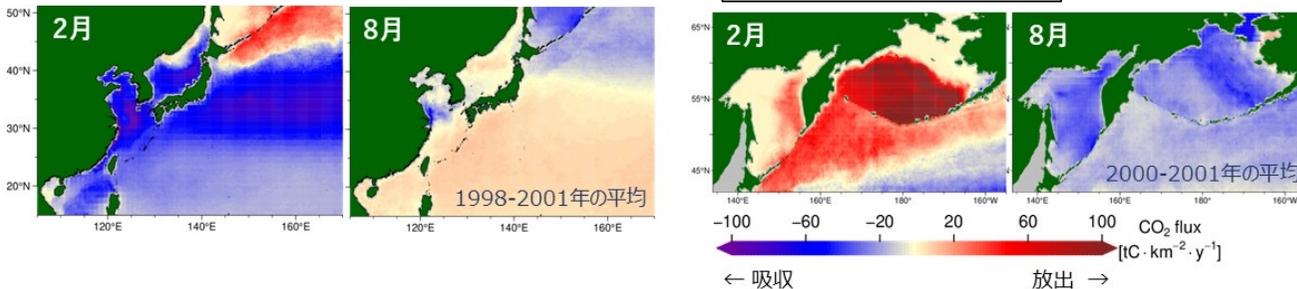


GOSATを使った地表大気  
 $\text{CO}_2$ 濃度 ( $p\text{CO}_2^{\text{air}}$ ) の最適化  
(Maki et al., SOLA 2023)

$p\text{CO}_2^{\text{sw}}$

air-sea  $\text{CO}_2$  flux

全海洋データとの統合



東シナ海 + 日本海 :  $-43.8 \text{ Tg C yr}^{-1}$  (吸収)  
オホーツク海 + ベーリング海 :  $12.6 \text{ Tg C yr}^{-1}$  (放出)

気象庁ウェブサイトより公開

[https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/mar\\_env/results/co2\\_flux/animation/index.html](https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/mar_env/results/co2_flux/animation/index.html)

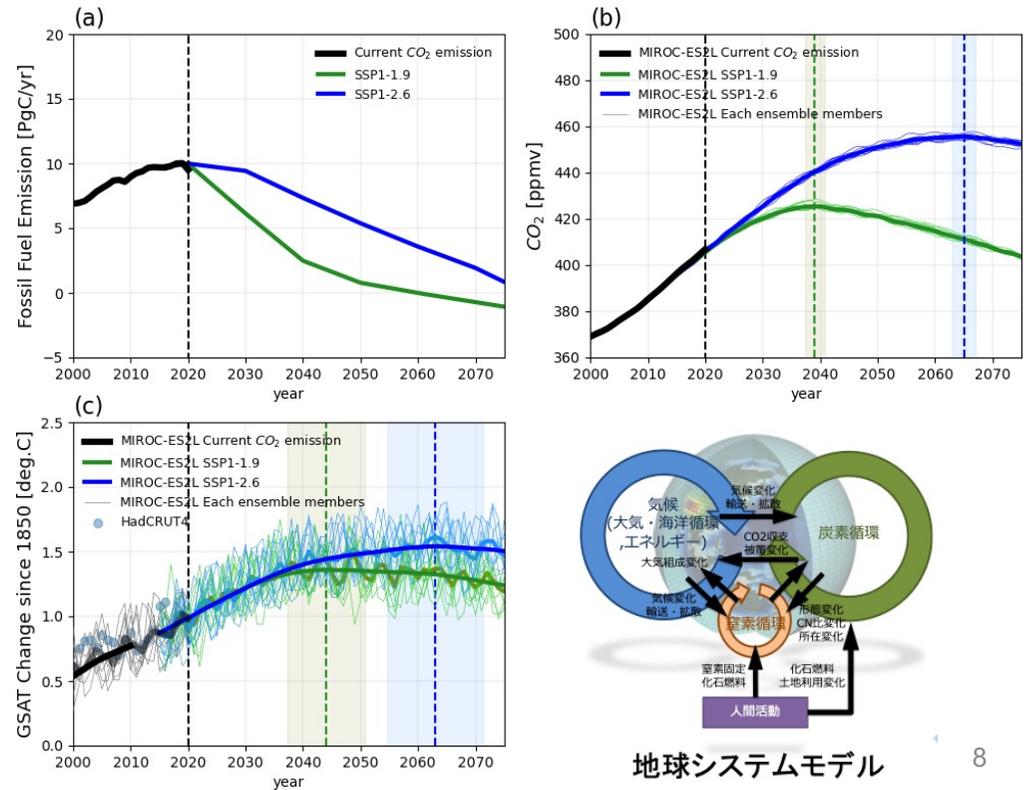
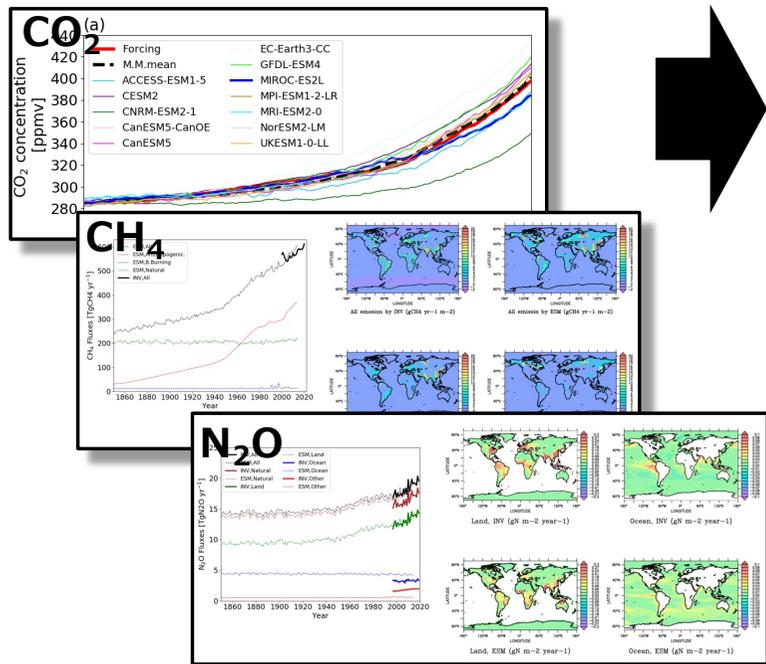
# SII-8 研究開発内容・結果及び考察

## サブテーマ2-1「地球システムモデルを用いたGHG排出削減の実効性評価」

- 地球システムモデルMIROC-ES2Lの検証・改良・調整
- 排出削減の実効性シミュレーション実施 (計画を前倒し)

排出削減の実効性評価：  
排出減少に対する気候-炭素循環の遅れ応答、  
緩和策の長期展望

### 温室効果ガス動態の検証



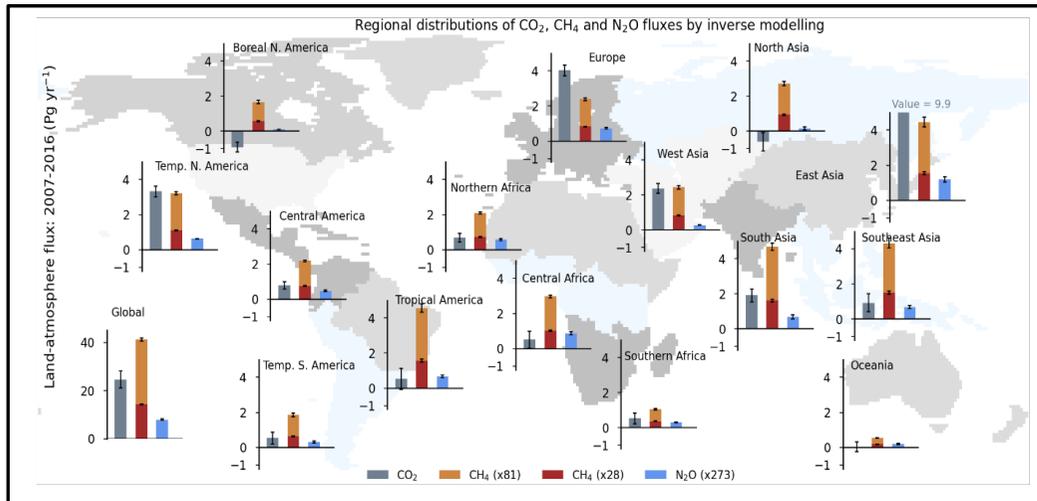
地球システムモデル

# SII-8 研究開発内容・結果及び考察

## サブテーマ2-2

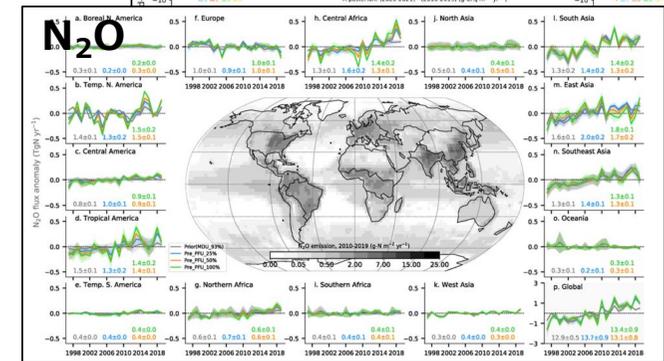
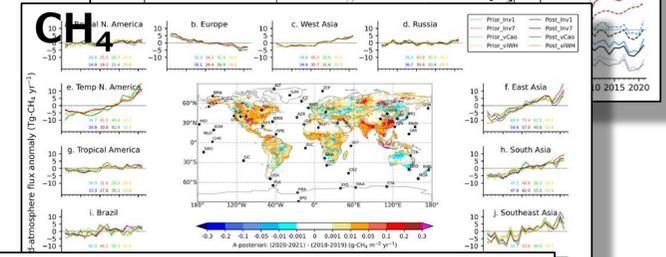
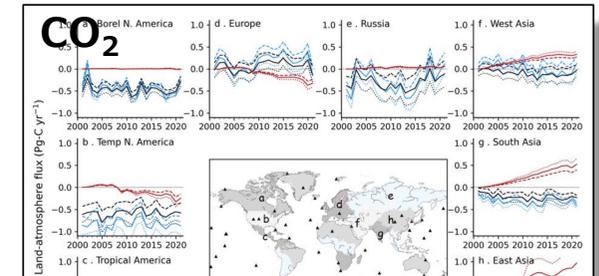
### 「トップダウン手法によるグローバルなGHG収支変動把握」

- 政策立案のためのシームレスなGHG収支推定結果の共有
- 地球システムモデルによるC-N循環の再現性向上への貢献
- 大気輸送モデルの輸送および化学過程の改良
- 衛星データの高精度化のための先験値の提供、データ提供体制



GWPを用いた3種GHGsの統合解析と  
IPCC, GCP, RECCAP2等への貢献

同一システムによるCO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O収支の  
インバージョン解析と定期報告, GST貢献



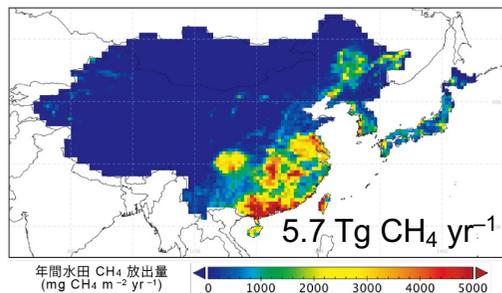
# SII-8 研究開発内容・結果及び考察

## サブテーマ3-1

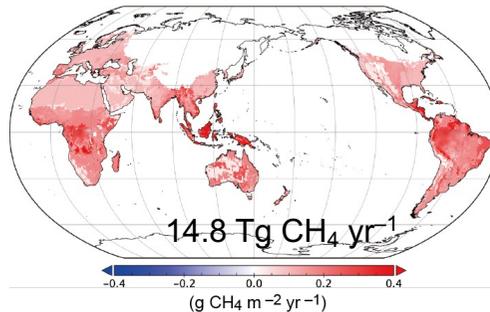
### 「人為起源インベントリを含むGHG収支のボトムアップ評価と分析」

- ボトムアップGHG収支評価
- 排出インベントリ改良
  - 機械学習アルゴリズムを用いた迅速化
- 物質循環モデルの開発・改良・検証
- GHGレポート作成、GST提出
- 情報収集/共有、アウトリーチ

### 物質循環モデルの改良: 水田・シロアリCH<sub>4</sub>放出の推定

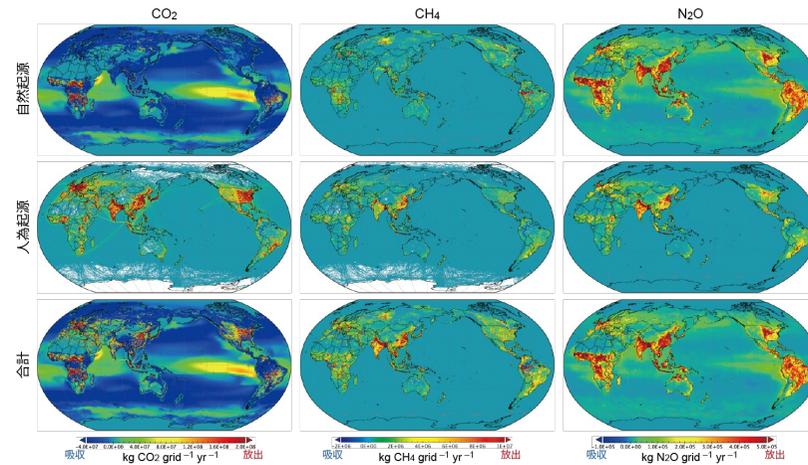


水田メタン放出

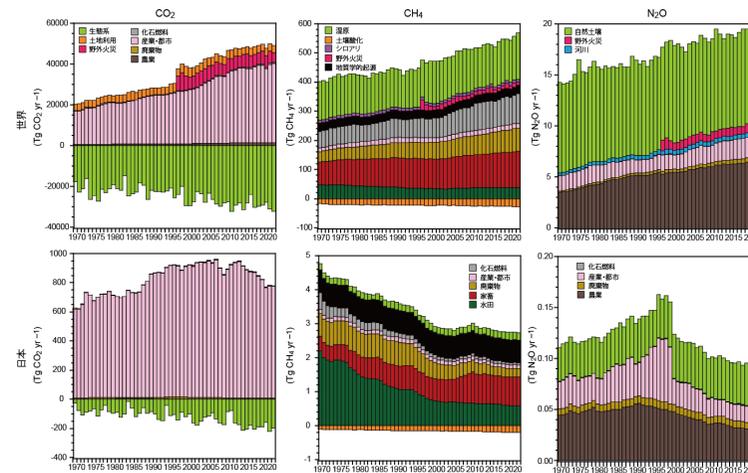


シロアリメタン放出

### ボトムアップ手法による国・地域別GHG収支評価



GCP  
統合解析、  
テーマ  
1、2へ  
(prior)



世界  
GST提出  
レポートへ  
日本

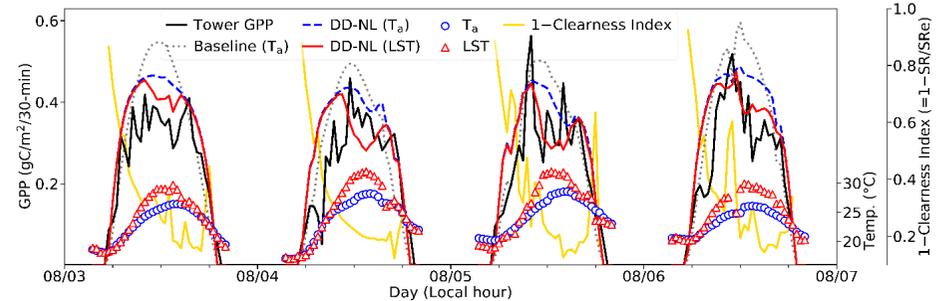
# SII-8 研究開発内容・結果及び考察

## サブテーマ3-2

### 「観測データ及びモデル推定の統合解析による陸域のGHG収支評価」

- フラックス観測データのスケールアップ
- 衛星データ解析 → GOSATデータによる大気GHG濃度プロファイル作成
- 物質循環モデル(サブ3-1)の改良と迅速化

### 気象衛星(ひまわり)データを用いた光合成生産の観測



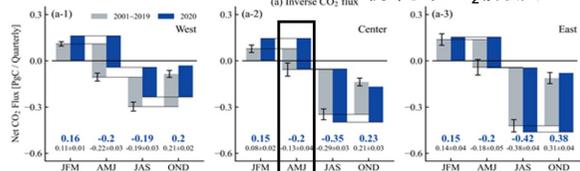
→短期(日内)変動の検出



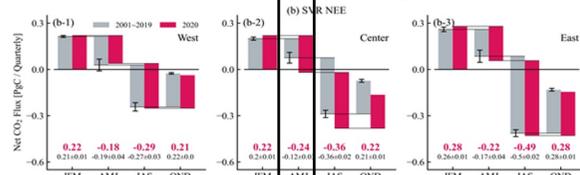
### ボトムアップ推定とトップダウン推定の比較

#### トップダウン推定(テーマ2(2))

2020年4-6月  
例年よりCO<sub>2</sub>吸収大

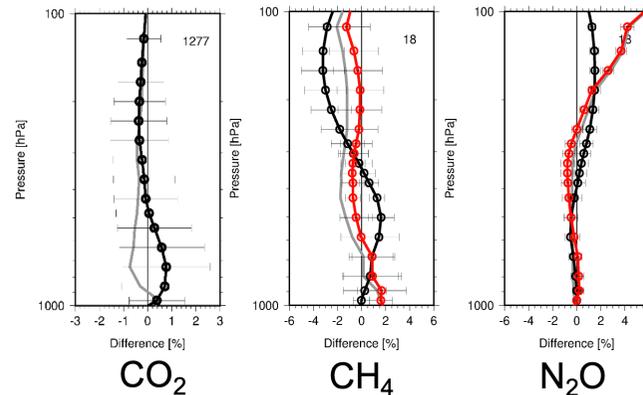


#### ボトムアップ推定(機械学習; 本テーマ)



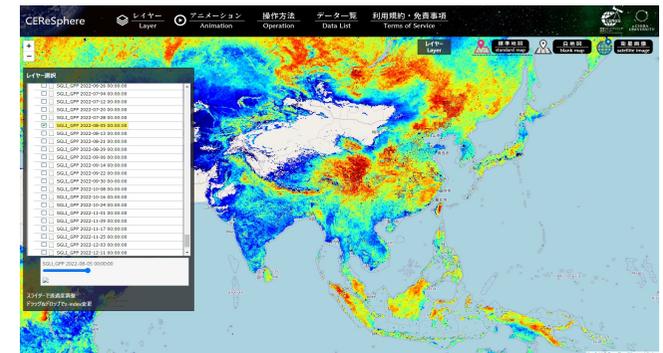
高温イベント

### GOSATによるGHG濃度鉛直プロファイル



→テーマ2のMIROC4-ACTM逆推定へ

### 可視化・情報公開システムの開発



# SII-8 達成状況

○計画通り、△計画遅れ、×未達成、◎計画を前倒し実施

自己評価	プロジェクト全体	1. 目標を大きく上回る成果をあげた
	テーマ1	2. 目標を上回る成果をあげた
	テーマ2	2. 目標を上回る成果をあげた
	テーマ3	2. 目標を上回る成果をあげた

テーマ	サブ	令和3(2021)	令和4(2022)	令和5(2023)
1	1	○ 長期逆解析、高解像度モデル	○ OSSE実施、長期逆解析	○ TD排出量推定、観測提案
	2	○ 地上・航空機・船舶観測、簡易測器設計	○ CH <sub>4</sub> 同位体分析、データ公開	○ 観測最適化、排出量推定
	3	○ 船舶観測、データ品質評価、診断モデル	○ 診断モデル検証、GOSAT解析	○ プロダクト作成
2	1	○ ESM検証、実効性評価検討	○ モデル改良、実効性評価準備	◎ 実効性評価
	2	○ GHG地域別収支推定、ESM検証協力	○ データ同化開発、モデル改良	○ 同化システム評価、実効性評価
3	1	○ BU手法、手法改良、報告書工程	○ BU評価、報告書プロトタイプ	◎ 報告書とりまとめ、GST提出
	2	○ フラックス拡張、GOSAT解析	○ 衛星データ利用、迅速化、モデル改良	○ 陸域GHG収支評価、データ公開

コロナ影響、ウクライナ情勢、円安など

テーマ・サブ間連携(データ共有、モデル検証・改良)は順調、国民との対話も実施

# SII-8 環境政策等への貢献



## 【行政が既に活用した成果】

- UNFCCC-GSTに情報提供を行うためのレポートを作成し、SII-8研究開発の成果である、複数の科学的的手法によるGHG収支評価をインプットした。
  - ・Bulletin of Multi-scale Estimation of Greenhouse Gas Budgets 2023 (2023年3月3日) <https://unfccc.int/documents/627117>
  - ・Bulletin of Multi-scale Estimation of Greenhouse Gas Budgets 2022 (2022年4月1日) <https://unfccc.int/documents/461590>
- COP26、27、28において環境省ジャパンパビリオンでのセミナーを実施し、上記レポート、日本が展開しているアジア太平洋地域での観測、先端的モデルなどについてステークホルダー(各国の行政担当者・研究者)向けに発信し意見交換を行った。
- 行政主催の会合での貢献
  - ・科学技術振興機構(JST)-研究開発戦略センター(CRDS)主催 環境・エネルギーセミナー
  - ・科学技術振興機構(JST)-研究開発戦略センター(CRDS)主催 科学技術未来戦略ワークショップ
  - ・文部科学省主催 第9期地球観測推進部会(第4回)
  - ・日本学術会議主催 学術フォーラム
- GOSAT-2衛星観測プロジェクト(環境省・JAXA・国立環境研究所が実施)において、NISMON-CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>およびVISITモデルは、L4プロダクト(衛星データから逆解析で求めたフラックスデータ)の作成に利用された。
- IPCC第6次評価報告書に、本課題の参画者が責任著者および専門家査読者として多数参加し、また多くの論文成果(80本以上)が引用される形で貢献した。
- 日本政府が関与する地球観測の促進に関しSII-8課題成果を踏まえた貢献を行った。GEO(地球観測に関する政府間会合)のアジア・オセアニア支部会合(AOGEO)において、温室効果ガス循環に関する部会(Taskgroup-3; Carbon and Greenhouse Gases)では共同議長を務め、以下の会合で貢献を行った。
  - ・文部科学省が主催する第9期地球観測推進部会(第3回)
  - ・地球観測衛星委員会(CEOS)主催による戦略的実装チームテクニカルワークショップ
  - ・衛星地球観測コンソーシアム(CONSEO)設立総会(基調講演)
- 温室効果ガス監視に関する国際会議でSII-8課題成果を踏まえた貢献を行った。
  - ・アジアの温室効果ガスフラックス観測ネットワークの国際ワークショップ(基調講演)
  - ・フューチャー・アース日本サミット(招待講演)
  - ・イタリア大使館主催2050年カーボンニュートラルに向けた地球観測の役割に関する日-伊合同ウェビナー(講演)
  - ・欧州コペルニクスCO<sub>2</sub>プロジェクト(CoCO2)第1回全体会議(外部委員)
  - ・世界気象機関(WMO)主催Carbon Monitoring Workshop(講演、続くWMO-G3W構想への協力)

## 【行政等が活用することが見込まれる成果】

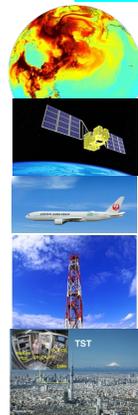
- 日本および各国の排出削減目標(NDC)引き上げ検討におけるSII-8成果の活用
- 第2回GST(2028年予定)に向けた国内体制の構築
- 次期IPCC評価報告書に向けた科学的成果の蓄積と、そこで使用される排出・社会経済シナリオの検証材料提供
- 「環境研究・環境技術開発の推進戦略」(令和元年5月21日環境大臣決定)に即した基礎的データの提供
- 世界気象機関が進めるグローバル温室効果ガス収支監視(WMO-G3W)への貢献
- 地球温暖化現象とそのメカニズムの理解深化による地球システムモデルの予測信頼度の向上



# SII-8 環境政策等への貢献

グローバルストックテイクの情報収集に対応するため、計画を前倒ししてSII-8全テーマの成果をまとめたレポートを作成(オンライン共同作業)し、2022年3月、2023年3月に UNFCCC-GST ポータルより提出

## トップダウン推定(テーマ1、2)



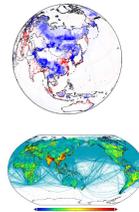
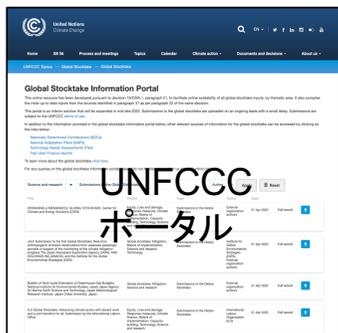
### グローバル

- ・CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 収支マップ: 1 x 1deg, NICAM, 1990–2022
- ・CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 収支マップ: 地域分割, MIROC4-ACTM, 2000–2022
- ・CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 10年毎の集計表

### 国 / 地域

- ・CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 収支: 地域別、NICAM, 1990–2022
- ・CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 収支: 11–15 地域 / top 20 放出源, 2000–2022
- ・大気中 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 濃度: 地表, 船舶, 航空機, 1994–2022

## ボトムアップ推定+とりまとめ(テーマ3)



### グローバル

- ・自然起源 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 収支マップ: 0.5 x 0.5deg, VISIT, 1990–2022
- ・人為排出インベントリ: 0.25 x 0.25deg, 1990–2022
- ・CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 10年毎の集計表

### 国 / 地域

- ・CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 収支: 地域別 (RECCAP2 地域), 1990–2022
- ・陸域 CO<sub>2</sub> 収支 (GPP, NEE): アジア、0.25 x 0.25deg, 2000–2022

# SII-8 UNFCCC GST1 提出レポート

内容を毎年アップデート（期間の延長、追加データを用いた再解析など）  
プロジェクトホームページより公開 [https://www.nies.go.jp/sii8\\_project/](https://www.nies.go.jp/sii8_project/)



## Guiding Questionsへの回答

Corresponding GST1 Guiding Questions (by SB chairs, ver. 20 Oct. 2021) and our answers

- <Mitigation>
- Q2. What is the collective progress made towards achieving the long-term mitigation goal in Article 4.1 of the Paris Agreement, in the light of equity and the best available science?
- A2. This report provides our up-to-date estimates of global, regional, and national greenhouse gas (GHG) budgets mainly based on atmospheric observations and modeling, allowing us to transparently examine the state of emission reduction toward achieving the long-term mitigation goal.
- Q3. What are the projected global GHG emissions and what actions are Parties undertaking to achieve a balance between anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of GHGs, on the basis of equity, and in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty (Article 4.1 Paris Agreement, Decision 19/CMA.1, paragraph 36(b))?
- A3. The GHG budgets provided in this report account for not only net budgets but also sources and sinks of natural and anthropogenic sectors, allowing us to examine the balance between anthropogenic GHG emissions by sources and removals by sinks. By using the Earth system model, our project is also examining the projected global GHG emissions in terms of mitigation effectiveness.
- <Cross-cutting>
- Q16. To achieve the purpose and long-term goals of the Paris Agreement (mitigation, adaptation, and finance flows and means of implementation, as well as loss and damage, response measures), in the light of equity and the best available science, taking into account the contextual matters in the preambular paragraphs of the Paris Agreement:
- a. What are the good practices, barriers and challenges for enhanced action?
- b. What is needed to make finance flows consistent with a pathway towards low GHG emissions and climate-resilient development?
- c. What are the needs of developing countries related to the ambitious implementation of the Paris Agreement?
- A16-c. The methodology of GHG monitoring adopted in this report is applicable to developing countries and therefore supports their ambitious implementations of the Paris Agreement, at least in terms of mitigation.
- Q17. What is needed to enhance national level action and support, as well as to enhance international cooperation for climate action, including in the short term?
- A17. Reliable GHG budgets are prerequisites for national and international actions; therefore, establishing a continuous GHG monitoring system that encompasses multi-scale observations and modeling through international collaborations is needed.
- Q18. What is the collective progress made by non-Party stakeholders, including indigenous peoples and local communities, to achieve the purpose and long-term goals of the Paris Agreement, and what are the impacts, good practices, potential opportunities, barriers and challenges (Decision 19/CMA.1, paras 36(g) and 37(i))?
- A18. This report comprehensively covers GHG budgets and therefore is useful for non-Party stakeholders to obtain overviews for planning actions toward long-term goals.

## 手法の説明

### 2. Methodology

#### 2.1. Top-down approach

##### a) Atmospheric observations

Ground observations, ships, CONTRAIL (aircraft), GOSAT series (satellites), etc. The Japan Meteorological Agency (JMA), the Meteorological Research Institute, and the National Institute for Environmental Studies (NIES) monitor atmospheric GHGs from a variety of platforms, including ground sites (Watanabe *et al.*, 2001; Mukai *et al.*, 2002; Tsutsumi *et al.*, 2006), JMA research vessels (Ishii *et al.*, 2011; Ono *et al.*, 2019), commercial cargo ships (Terao *et al.*, 2011; Tohjima *et al.*, 2012), aircraft (Machida *et al.*, 2008; Matsueda *et al.*, 2008; Tsuboi *et al.*, 2013; Umezawa *et al.*, 2020), and satellites (Yokota *et al.*, 2009; Yoshida *et al.*, 2013) (Fig. 2). Measurements of GHGs are made on site or on air samples that are collected in canisters and sent back to individual laboratories. Laboratory analyses determine the mole fractions of the GHGs and their isotopic composition. The mole fractions of the GHGs, including CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O, are precisely determined based on highly compatible standard scales (Tsuboi *et al.*, 2017). Time series of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations over the Asia-Pacific region from 2010 through 2023 (Fig. 3) show spatiotemporal variability at background (e.g., MNM), continental (e.g., NTL), and urban (e.g., YYG) sites. After these observation data are checked using strict quality assurance and quality control procedures, they are provided directly to atmospheric inversion systems.



Figure 2. (left) Map showing the locations of atmospheric GHG observations in the Asia-Pacific region. Green circles represent ground site locations, blue lines indicate ship routes, and red lines indicate aircraft flight routes. (right) Photograph showing atmospheric observation systems at a broadcasting tower (Tokyo Skytree).

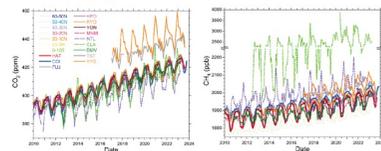


Figure 3. Monthly time series of concentrations of atmospheric CO<sub>2</sub> (left) and CH<sub>4</sub> (right) observed over the Asia-Pacific region from 2010 through 2023.

NIES has been conducting atmospheric GHG observations since 2022 from the cargo ship *Nishiyu Maru*, which belongs to the Kagoshima Senpaku company (Fig. 4a). The ship makes a round trip between Kawasaki (Kanagawa Pref.) on the main island of Japan (Honshu) and Kanda (Fukuoka Pref.) in the Kyushu region in one week and calls at various ports, including Toyohashi, Nagoya, and Kobe, in between. The spatial distribution of the atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations observed from January 2022 to December 2023 (Fig. 4b) ranged from 400 ppm to 470 ppm along the ship track. The NIES has also obtained temporal CO<sub>2</sub> variations, especially in the ports of call, that imply that a relationship exists between the size of the urban area around a port and the magnitude of the CO<sub>2</sub> variations. These observed data are useful for validating GHG emissions in cities.

## GHG収支評価

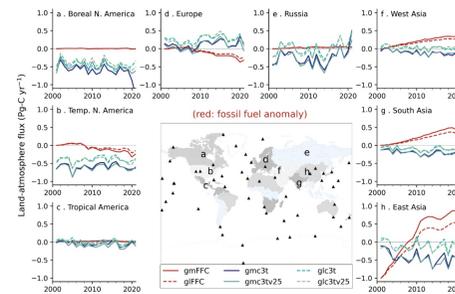


Figure 7. (a-h) Regional CO<sub>2</sub> fluxes for eight terrestrial regions estimated by using different fossil fuel emissions in MIROC4-ACTM inversions. Six inversion runs (see legends) were conducted using two different cases of fossil fuel CO<sub>2</sub> emission anomalies (red lines); showing the mean (solid), lower bound (dashed) and two cases cases of a priori fluxes (cfr. CASA-3hr & Takahashi c3v25: 25% of CASA-3hr replaced by 25% of VISIT). The fossil fuel emission anomalies for East Asia are offset by  $-1 \text{ Pg C yr}^{-1}$  so that they fit into a common y-axis range (panel h).

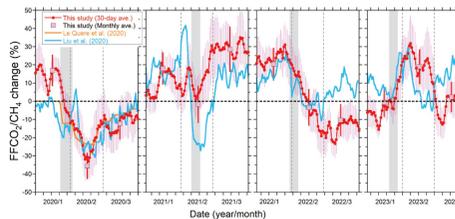


Figure 10. Estimated changes of FFCO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> emissions in China based on the ACO<sub>2</sub>/ACH<sub>4</sub> ratios observed at HAI and YON. The estimated results for January, February, and March 2020, 2021, and 2022 compared to the preceding 9-year average are depicted in the left, middle, and right panels, respectively. The red circles with red lines and pink squares represent estimates based on 30-day moving averages and monthly averages, respectively, of the observed ACO<sub>2</sub>/ACH<sub>4</sub> ratio. The vertical bars represent uncertainties. The vertical gray shaded areas correspond to the Chinese New Year holiday. The orange and blue lines represent the temporal changes of FFCO<sub>2</sub> emissions from China based on the bottom-up estimates of Le Quére *et al.* (2020) and Liu *et al.* (2020), respectively.

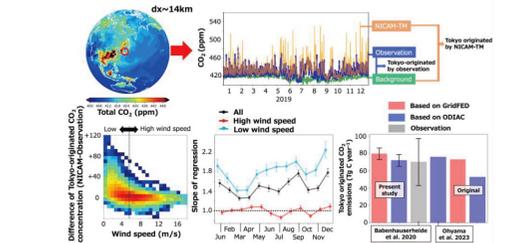


Figure 11. Schematic diagram of estimates of CO<sub>2</sub> fluxes for the Tokyo megacity. The field of the surface CO<sub>2</sub> concentrations simulated by the NICAM-TM with a 14-km resolution is shown in the top left panel. The top center panel compares simulation results with observations at Tokyo Skytree. The Tokyo-originated concentrations are derived by subtracting simulated background concentrations from the simulated and observed concentrations at Tokyo Skytree. The bottom left panel compares the difference between the model and observed Tokyo-originated concentrations with wind speed. The bottom center panel shows seasonal changes of the regression slope of the NICAM-TM versus observed Tokyo-originated CO<sub>2</sub> concentrations. When classified on the basis of wind speed, the regression slopes are clearly separated. The bottom right panel shows the estimated net CO<sub>2</sub> fluxes from Tokyo in our study and previous studies.

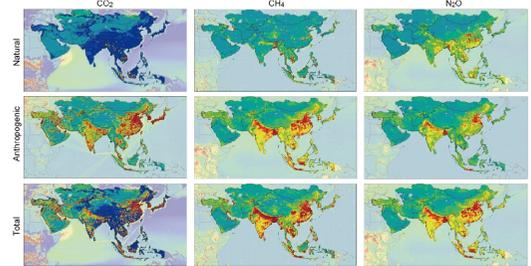


Figure 12. Maps of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O budgets estimated by the bottom-up approach. The maps show mean annual budgets during 2001–2022.

## 公開データ(DOI)に関する情報

# SII-8 研究成果の発表状況

成果の種別	テーマ1 件数	テーマ2 件数	テーマ3 件数	合計
査読付き論文:	19	24	13	57
査読付き論文に準ずる成果発表 (人文・社会科学分野):	0	0	0	0
その他誌上発表 (査読なし):	0	7	6	13
口頭発表 (国際学会等・査読付き):	19	0	0	19
口頭発表 (学会等・査読なし):	30	20	46	96
知的財産権:	0	0	0	0
「国民との科学・技術対話」の実施:	12	5	17	37
マスコミ等への公表・報道等:	4	4	6	14
研究成果による受賞:	3	1	1	6
その他の成果発表:	0	3	1	1

## テーマ間・サブテーマ間共著論文(抜粋)

- Niwa et al. (2022, PEPS, 1&3)
  - Tohjima et al. (2023, JMSJ, 1&2&3)
  - 羽島、伊藤、野口 (2022, 地球環境, 2&3)
  - Patra et al. (2022, JMSJ, 2&3)
  - Ito et al. (2023, GBC, 1&2&3)
  - Belikov et al. (2022, JGR, 2&3)
- プレスリリース実施

## GCP貢献論文

- Friedlingstein et al. (2022, ESSD, CO<sub>2</sub>)
  - Friedlingstein et al. (2023, ESSD, CO<sub>2</sub>)
  - Wang et al. (2024, GBC, RECCAP2)
  - Tian et al. (2024, ESSD, N<sub>2</sub>O)
  - Saunio et al. (2024, ESSD, CH<sub>4</sub>)
- IPCC AR7への貢献へ

# SII-8 WMO-G3Wへの協力

世界気象機関(WMO)の主導により、各国気象機関を中心とする温室効果ガス監視ネットワークの構築を目指す

- 日本では気象庁、JAXA、国立環境研究所などがスコーピングに協力、ワークショップなどで成果紹介
- アジア太平洋地域の監視プロジェクトとしてSII-8が認知

## Synchronizing with Operating Centres

- In 2024 the **G3W Implementation Plan**, the **G3W Sustainability Strategy** documents.
- In 2025 & 2026 the **Ramp up Operations** with sustained funding sources (WMO + External).
- This is in good alignment with Operational Centres fast-track efforts, such as in EU, JAPAN, US, ...

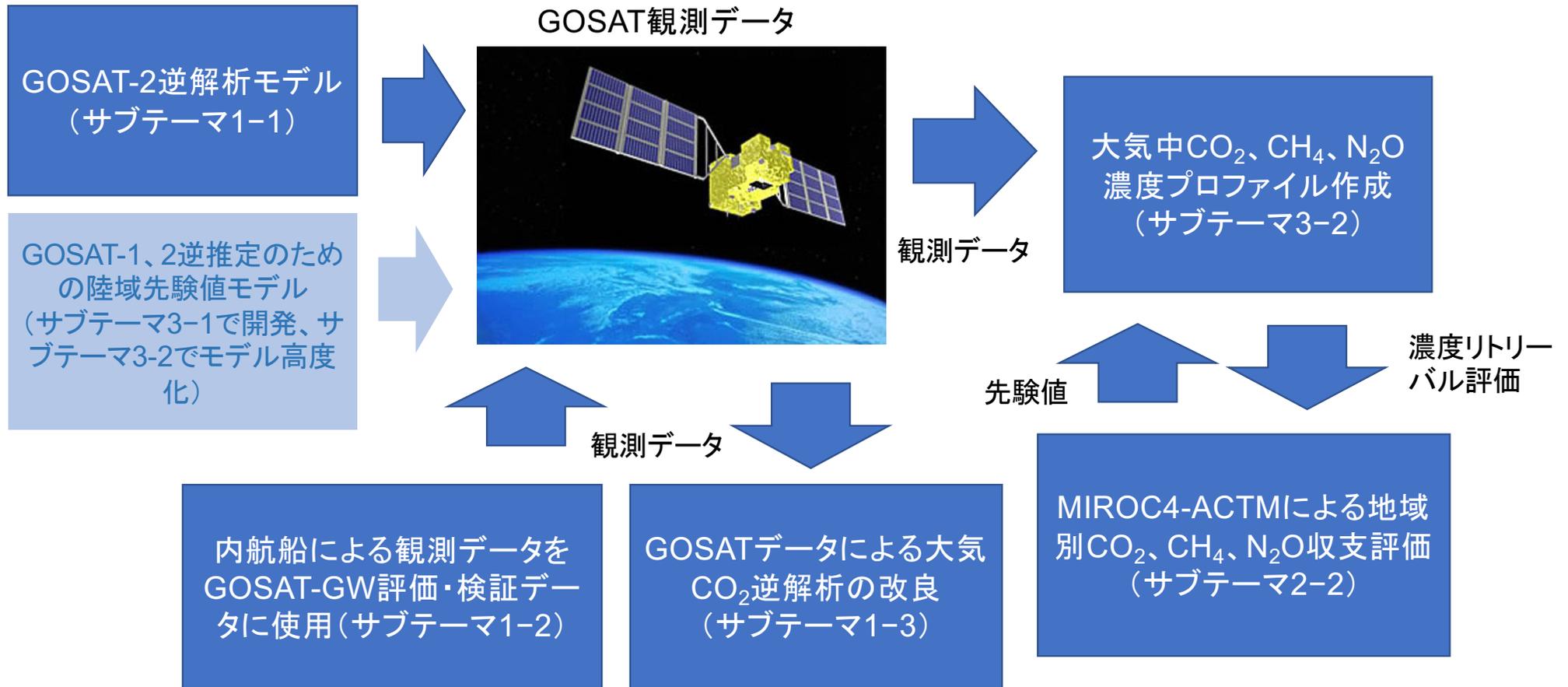
US GGMMIS, 2023

EU COPERNICUS, 2023

JAPAN NIES, 2023

G3W – Global Greenhouse Gas Watch

# SII-8 GOSATとの関係(補足資料)



# SII-8 国際連携(補足資料)

大気・海洋・陸域の観測ネットワーク、モデル相互比較検証、など

グローバル

Global Carbon Project (GCP)、WMO GHG Initiative、FLUXNET、GOSAT  
Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)、SOCAT



NASA-GSFC (ODIAC)  
他地域 (NACP、ICOS、CoCO2)

日本  
JapanFlux  
東北大学  
など

アジア~オセアニア  
GCP-RECCAP2  
[大気、陸域モデル]

AOGEO  
AsiaFlux (アジア各国)  
CSIRO (オーストラリア)  
OzFlux ( " )  
NIWA (ニュージーランド)



# SII-8 テーマ間連携(補足資料)

【SII-8】温室効果ガス収支のマルチスケール監視とモデル高度化に関する統合的研究  
(代表: 国立環境研究所)

テーマ1: 大気観測に基づくマルチスケールのGHG収支評価  
(代表: 国立環境研究所)



## 全体目標

大気観測とモデル解析により、GHG収支をスピーディーに監視・報告できる体制を構築し、経年変動や大小様々なスケールの炭素収支メカニズムの理解を深化させる。また、そのために必要な観測体制について、新たな評価手法を確立し、提案する。

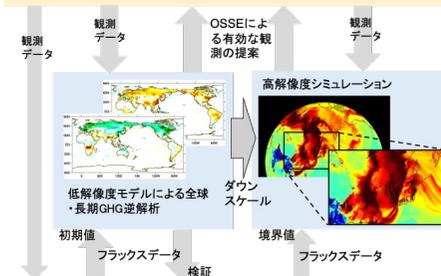
サブテーマ1-2(国環研): 地上観測・航空機による大気中のGHG動態の把握

- マルチスケール観測に基づく大気中GHGの動態把握と観測データの統合
- アジア・太平洋地域での大気観測データの継続的な取得体制および速報性のある整備体制の構築



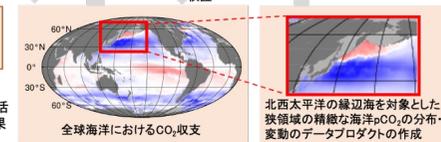
サブテーマ1-1(国環研): 大気モデルを用いた観測体制検討とGHG収支評価

- 大都市から全球までをカバーするマルチスケール解析システムの開発
- 観測データのインバート評価手法の確立および有効な観測展開に対する提案



サブテーマ1-3(気象研): 船舶観測に基づく海洋CO<sub>2</sub>フラックスデータの精緻化

- 船舶によるpCO<sub>2</sub>観測のデータベースや海洋再解析データを活用した大気・海洋間の温室効果ガス収支評価
- 日本近海・北西太平洋域における海洋のpCO<sub>2</sub>データの精緻化



SII-8: 温室効果ガス収支のマルチスケール監視とモデル高度化に関する統合的研究  
テーマ2 排出削減策の実効性評価のためのGHG推定と地球システムモデル検証

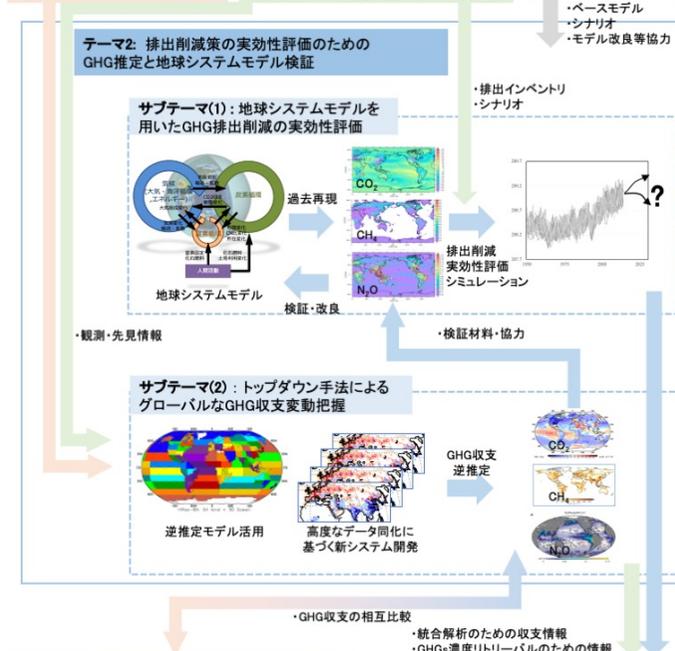
## 全体目標

大気中温室効果ガス濃度変動と対応した全球の温室効果ガス収支評価を行うとともに、地球システムモデルにおける温室効果ガス動態の検証とモデル改良、温暖化抑制にもたらす実効性評価シミュレーション研究を進める。

テーマ1: 大気観測に基づくマルチスケールのGHG収支評価

テーマ3: 排出インベントリと観測データ及び物質循環モデル推定に基づくGHG収支評価

外部連携プロジェクト



テーマ1: 大気観測に基づくマルチスケールのGHG収支評価

テーマ3: 排出インベントリと観測データ及び物質循環モデル推定に基づくGHG収支評価

SII-8: 温室効果ガス収支のマルチスケール監視とモデル高度化に関する統合的研究  
テーマ3: 排出インベントリと観測データ及び物質循環モデル推定に基づくGHG収支評価

## 全体目標

各種のデータとモデル推定結果を統合し、温室効果ガス収支の排出・吸収量をマルチスケールで包括的に分析して、報告書としてとりまとめる。排出削減の実施を支援し急に発生したニーズにも対応するため、観測データやモデル推定を組み合わせて速報性のある評価結果を提供する。

