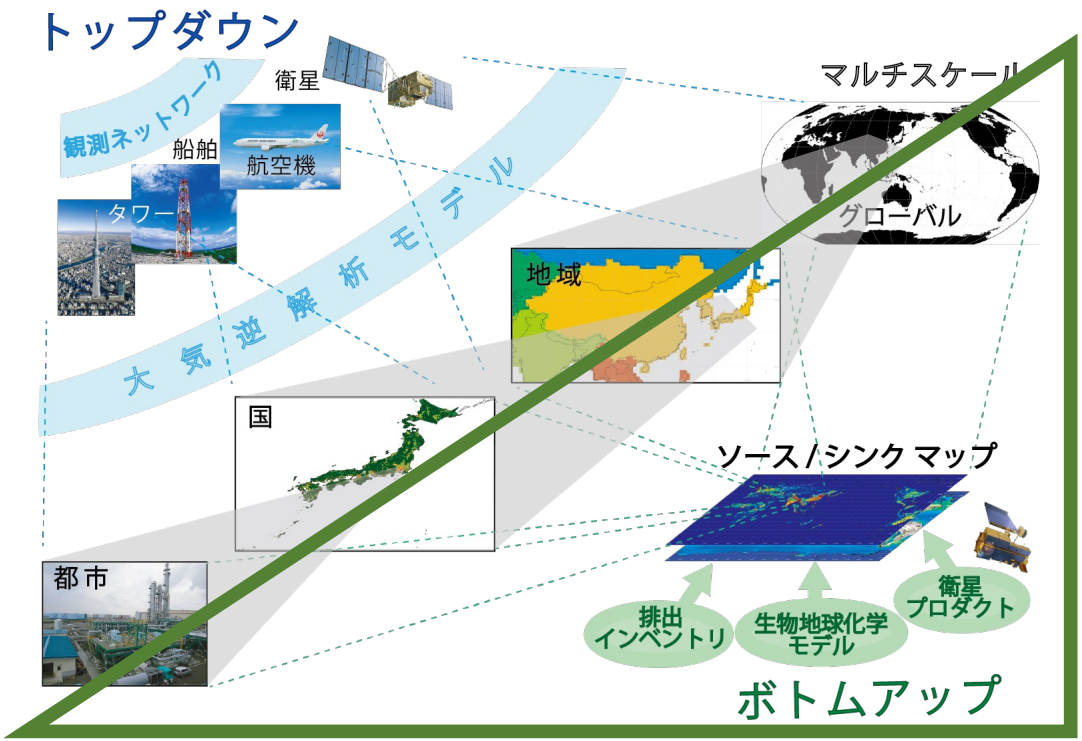
課題番号　SII-8-3
体系的番号　JPMEERF21S20830

中間評価ヒアリング資料　テーマ3説明用

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

研究代表機関　国立環境研究所
研究代表者　伊藤昭彦
研究実施期間　令和3年度～令和5年度
研究分担機関名　千葉大学
研究分担者　三枝信子、市井和仁、齋藤尚子、小槻峻司

SII-8-3 はじめに



温室効果ガス収支をマルチスケールで評価する
2つのアプローチと**本テーマの範囲**

温室効果ガス収支の統合評価には大気観測（トップダウン）と独立した推定が必要

ボトムアップ評価

- 人為排出インベントリ
- 生物地球化学モデル（主に自然起源）
- 衛星観測などによる地表情報

長所

- 高い空間分解能
- 排出部門を詳細化可能
- 比較的低コスト

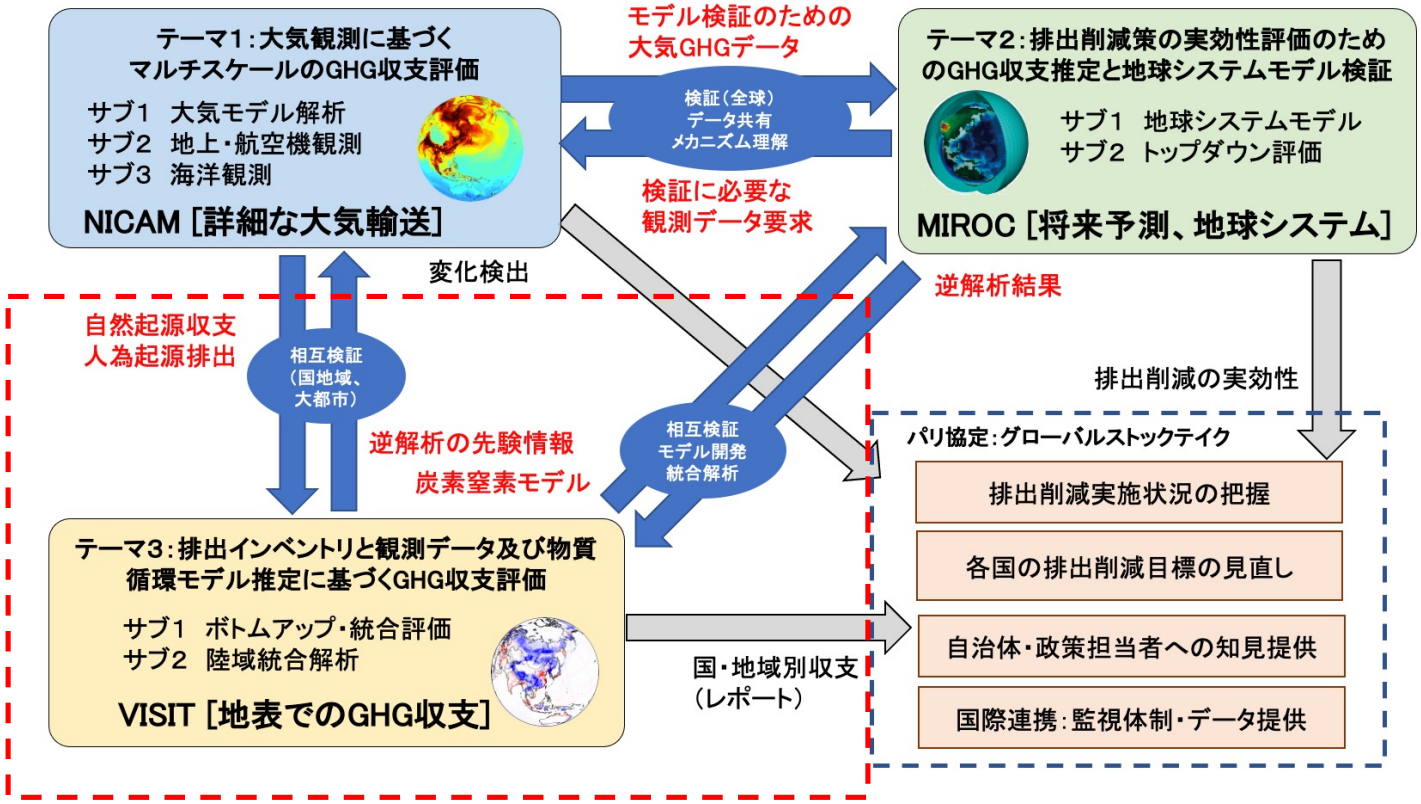
短所

- 個々の排出・吸収の推定精度
- データ取得までのタイムラグ

SII-8-3 研究開発目的

目的

グローバルストックテイクに貢献するため、排出インベントリ、物質循環モデル、地表観測データを用いる**ボトムアップ的手法**によってGHG収支を高精度・迅速に評価する手法を開発する



SII-8-3 研究目標

サブ1	サブテーマ3-(1)では、パリ協定グローバルストックテイクに代表される温暖化政策において参照可能な、国地域スケールでの温室効果ガス収支に関する統合的で分かりやすい情報提供を行うことが目標である。またプロジェクト全体の中で、レポート取りまとめやアウトリーチ活動において総括的な役割を担う。 ① 人為排出インベントリ等を用いた独自のボトムアップ評価を実施 全球および国地域スケールにおいて、人為起源については排出インベントリ、自然起源については放出・吸収モデルや衛星データ等を用いて、起源別かつ空間詳細な温室効果ガス収支評価を実施する。2000年以降の期間について、グローバルストックテイク等に貢献できるようできるだけ最近の期間までの評価を行う。テーマ1で実施されるトップダウン評価への参照情報として提供し、相互検証も行う。また、テーマ2で実施される地球システムモデルにおける再現性の検証材料としてのデータ提供も行う。使用する人為排出インベントリについては複数のデータセットを比較し整合性を確認する。また、排出インベントリの専門家の協力のもと、重要な項目や領域について代替データや手法の利用による精度向上の方策を提示する。 ② 複数手法の結果を集約した速報性のあるレポート作成 パリ協定グローバルストックテイクなど期限が設定された責務に確実に対応し、かつ大火災やコロナ禍のように突発的な事象に伴う温室効果ガス排出変化を迅速に把握する体制を構築する必要がある。そのため、観測データの収集とモデル解析をできるだけ速やかに行い、国地域から全球スケールの収支をレポートとしてとりまとめる。目標として2021年内のCO_2およびCH_4の収支を2022年末までに速報値としてとりまとめ、さらに2023年半ばまでに確報値として報告する体制を構築するグローバルストックテイクの実施日程に変更があった場合は、それに応じた作業工程の見直しを行う。人為起源排出は公開される各種インベントリを参照するが、社会経済データに基づいて直近の排出量を早期に推計する手法を試験開発する。 ③ 他国による収支評価と比較参照した不確実性・信頼性の評価を実施 本課題で実施された温室効果ガス収支評価の信頼性を確認するため、他国で実施された評価との比較検討を実施する。全球スケールではGlobal Carbon Projectが、CO_2については毎年、CH_4については2年毎に統合解析を実施しており、過去の期間については本課題の評価結果と比較を行う。欧州で実施されているInternational Carbon Observation System (ICOS)や、米国で実施されているNorth America Carbon Program (NACP)における観測データ収集やモデル解析の手法を精査し、それらの長所を本課題に活かせるよう情報共有とテーマ横断での議論を進める。
サブ2	地上観測・衛星観測・数値モデルの統合的に解析し、陸域の温室効果ガスを推定する。特に、GOSAT衛星やAsiaFluxなどの観測データ駆使した観測データに基づいたGHG収支の評価(以下①, ②)、観測データと数値モデルを統合した陸域炭素循環の推定(以下③)、温室効果ガス収支推定のシステム化(以下④, ⑤)を行う。 ① 地上観測と衛星観測データを統合した温室効果ガスフラックスデータの構築： 大気—陸域の温室効果ガス収支について、AsiaFlux、FLUXNETなど地上観測ネットワークデータに関して、衛星観測データと機械学習を活用したアップスケーリングを行い、月毎などの全球のCO_2収支データを構築する。さらに、アジア・オセアニア域については、ひまわり8号を活用するなどして、より高時間分解能（1時間～日別程度）の温室効果ガス収支データセットを構築する。いずれも1 km（アジア）～10 km（グローバル）程度の空間分解能のデータセットを構築する。 ② GOSAT、GOSAT-2衛星データによる温室効果ガス濃度鉛直分布データの構築： 大気中の温室効果ガス濃度に関して、GOSAT、GOSAT-2衛星観測を活用したCO_2、CH_4、N_2Oの鉛直プロファイル推定を行い、全球レベルでのデータセットを構築する。これらのデータは本課題の他サブ課題の大気逆解析モデルの入力データとして利用するなど温室効果ガス収支の推定に貢献することとなる。 ③ 種々の観測データに強化された陸域物質循環モデルの構築： 陸域の物質循環モデルに対して、種々の衛星観測データを統合し駆動する、既存のモデルよりも様々な観測データセットに対して整合性の取れた陸域物質循環モデルを構築する。統合には、既存の物質循環モデル（VISITを想定）に対して、より多くの観測データセットを用いてモデルの検証を行う。更に、衛星観測を用いてモデルの境界条件を決定することや、データ同化技術などを実装することで、観測データへの再現性を高めるモデルを構築する。構築したモデルは、定期的に大気—陸域における温室効果ガス収支を0.5°グリッド程度の解像度で計算できることとする。 ④ 温室効果ガス収支推定のシステム化： グローバルストックテイクなどの定期的な温室効果ガスの収支の報告ができるように、毎年更新できるシステムを構築する。これらの構築したデータセットは他サブ課題における温室効果ガス収支の把握や比較材料のために提供する。 ⑤ スピーディな温室効果ガス収支システムの構築： 森林火災や異常気象などがあった際にスピーディに診断結果を得ることができるようなシステムを構築する。特に種々の衛星データとそれらにより得られる物理量をスピーディに処理できるようにし、突発的な環境変動があった際の環境変動の把握、温室効果ガス収支へのインパクトを評価できるようにする。例として、大規模な森林火災の発生の事例、異常気象の発生の事例を挙げることができる。

SII-8-3 研究計画

		令和3年度	令和4年度	令和5年度
サブ1	ボトムアップ評価	データ・情報収集	初期的評価	検証と高度化
	排出インベントリ改良			インベントリ補正
	物質循環モデル開発	現状再現性の確認	計算の実施	モデル改良
	GHG報告書作成	作業工程の検討	速報版の作成	確報版の作成
	情報収集、アウトリーチ	国際活動の情報収集	分科会・講演会	専門家会合
サブ2	フラックススケールアップ	手法の更新、広域推定	迅速化へのシステム化	手法間の相互比較
	GOSATデータ作成	GHG濃度プロファイル	逆解析による初期計算	衛星データセット高度化
	物質循環モデル改良	データ同化の開発	データ同化の検証	面的拡張

SII-8-3 研究開発内容・結果及び考察

ボトムアップ手法の開発： 各排出・吸収源を推定しマップ化

表1. ボトムアップ評価の対象としたCO₂放出・吸収セクターと使用データ.

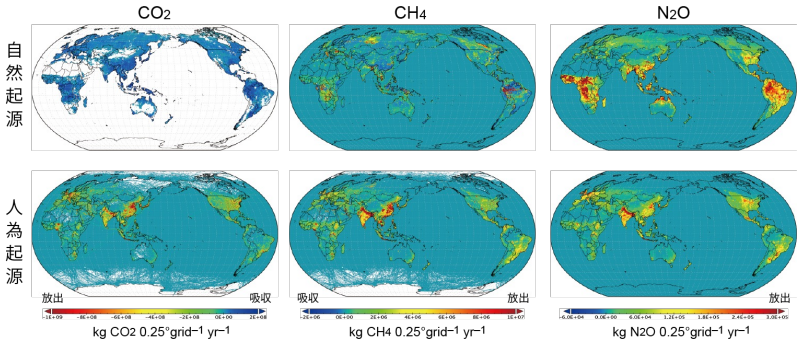
自然起源／人為起源	セクター （放出/吸収）	使用データ・推定方法
自然起源	純生態系生産 （放出・吸収）	VISITモデル推定
	土地利用変化 （放出）	VISITモデル推定
	野外火災[バイオマス燃焼](放出)	GFED4s＋Akagi et al. (2011) 排出係数
人為起源	化石燃料採掘 （放出）	EDGAR6.0
	工業・交通・居住地 （放出）	EDGAR6.0
	廃棄物・埋立 （放出）	EDGAR6.0
	農地土壌 （放出）	EDGAR6.0 [比較：VISITモデル推定]

表2. ボトムアップ評価の対象としたCH₄放出・吸収セクターと使用データ.

自然起源／人為起源	セクター （放出/吸収）	使用データ・推定方法
自然起源	湿原 （放出）	VISITモデル推定＋水田マップ
	シロアリ[共生微生物] （放出）	土地利用分布に基づく推定
	野外火災[バイオマス燃焼](放出)	GFED4s＋Akagi et al. (2011) 排出係数
	地質学的起源 （放出）	Etiope et al. (2019)放出データ
	乾燥土壌による酸化 （吸収）	VISITモデル推定
人為起源	化石燃料採掘 （放出）	EDGAR6.0
	工業・交通・居住地 （放出）	EDGAR6.0
	廃棄物・埋立 （放出）	EDGAR6.0
	農地土壌[水田] （放出）	EDGAR6.0 [比較：VISITモデル推定]
	家畜[反芻動物の腸内発酵](放出)	EDGAR6.0 [比較：FAOSTAT]

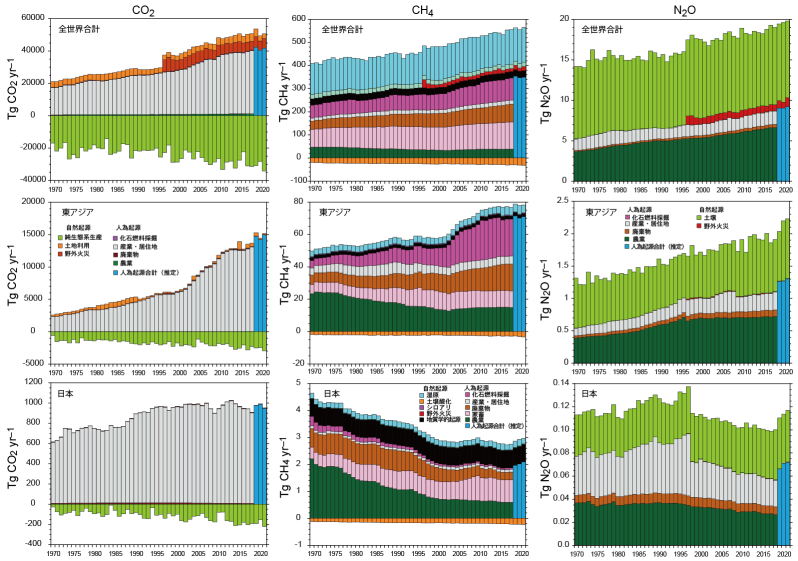
表3. ボトムアップ評価の対象としたN₂O放出・吸収セクターと使用データ.

自然起源／人為起源	セクター （放出/吸収）	使用データ・推定方法
自然起源	自然土壌 （放出）	VISITモデル推定＋水田マップ
	野外火災[バイオマス燃焼](放出)	GFED4s＋Akagi et al. (2011) 排出係数
人為起源	化石燃料採掘 （放出）	EDGAR6.0
	工業・交通・居住地 （放出）	EDGAR6.0
	廃棄物・埋立 （放出）	EDGAR6.0
	間接的放出 （放出）	EDGAR6.0
	農地土壌 （放出）	EDGAR6.0 [比較：VISITモデル推定]



GCP
統合
解析へ

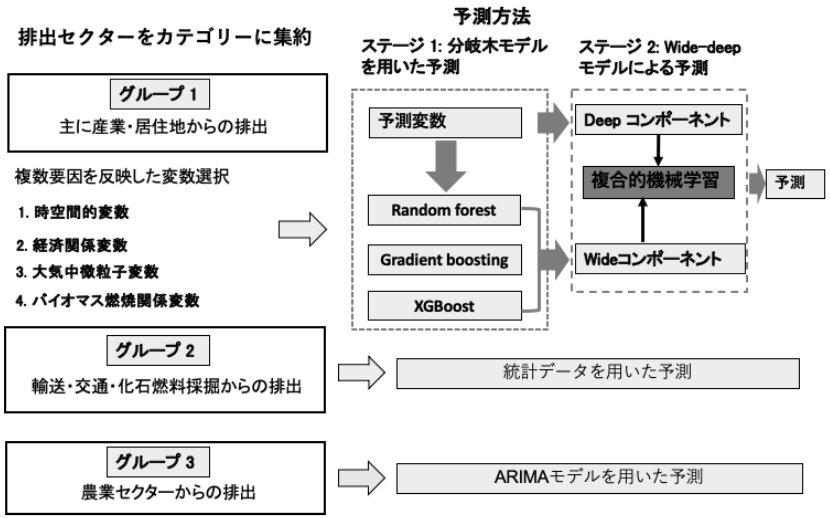
全世界・地域・国別の集計による排出量評価



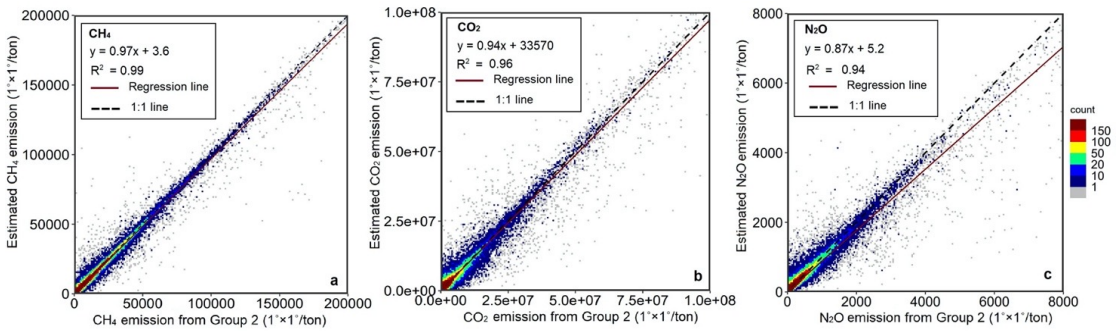
GST提出
レポートへ

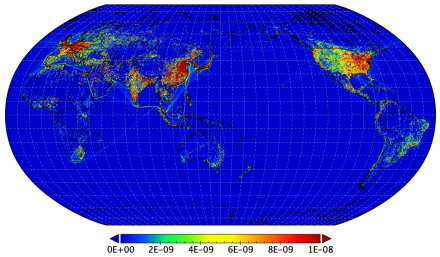
SII-8-3 研究開発内容・結果及び考察

排出インベントリの高度化：　問題点の1つであった迅速性を高めるため、機械学習アルゴリズムを用いて直近年までのデータ外挿に成功



過去（2005–2018）年における排出インベントリデータと推定値との比較　→妥当な推定結果を確認





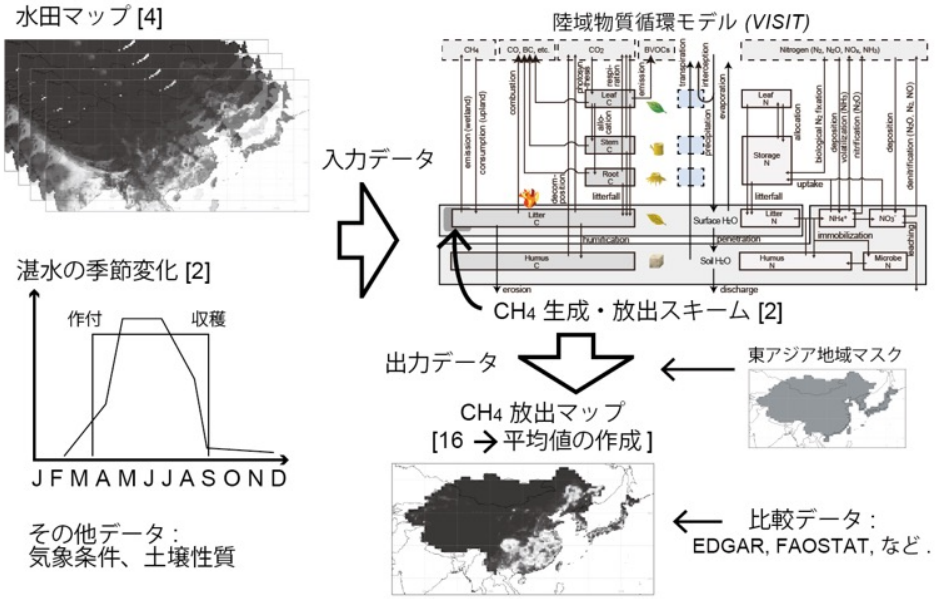
年	データ・手法	CO_2排出 (×10⁸ ton)	CH_4 排出 (×10⁶ ton)	N_2O排出 (×10⁴ ton)
2018	EDGAR 排出インベントリ	376	375	915
2019	機械学習（deep-wide model）による予測値	395 (4.9%)	384 (2.4%)	935 (2.2%)
2020	機械学習（deep-wide model）による予測値	371 (-6.2%)	376 (-1.9%)	930 (-0.6%)
2021	機械学習（deep-wide model）による予測値	393 (5.9%)	390 (3.5%)	955 (2.6%)

SII-8-3 研究開発内容・結果及び考察

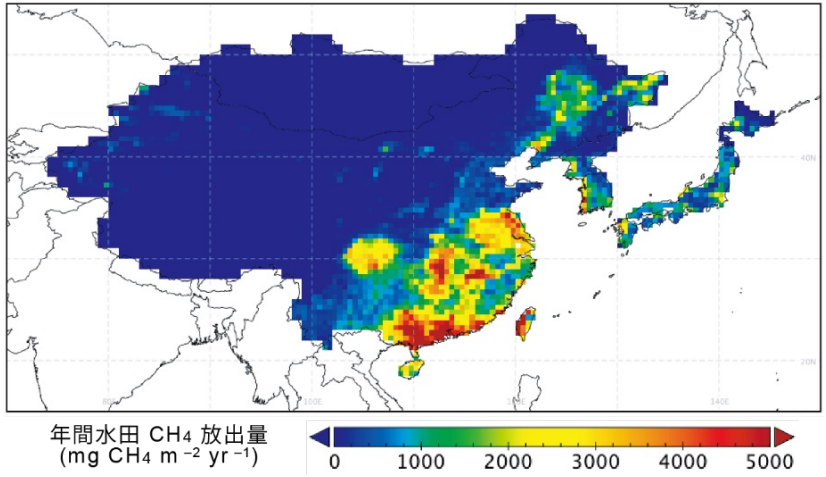
生物地球化学モデルの高度化:　アジア地域における主要CH_4放出源の1つである水田について、水管理を考慮したCH_4放出推定モデルを開発し、高分解能水田マップを用いて放出量推定を実施 （IPCC Tier 3相当）

東アジア地域の放出量は 約　5.7 Tg CH_4 yr^{-1}　と推定された
→　従来のインベントリ値を修正

論文出版済



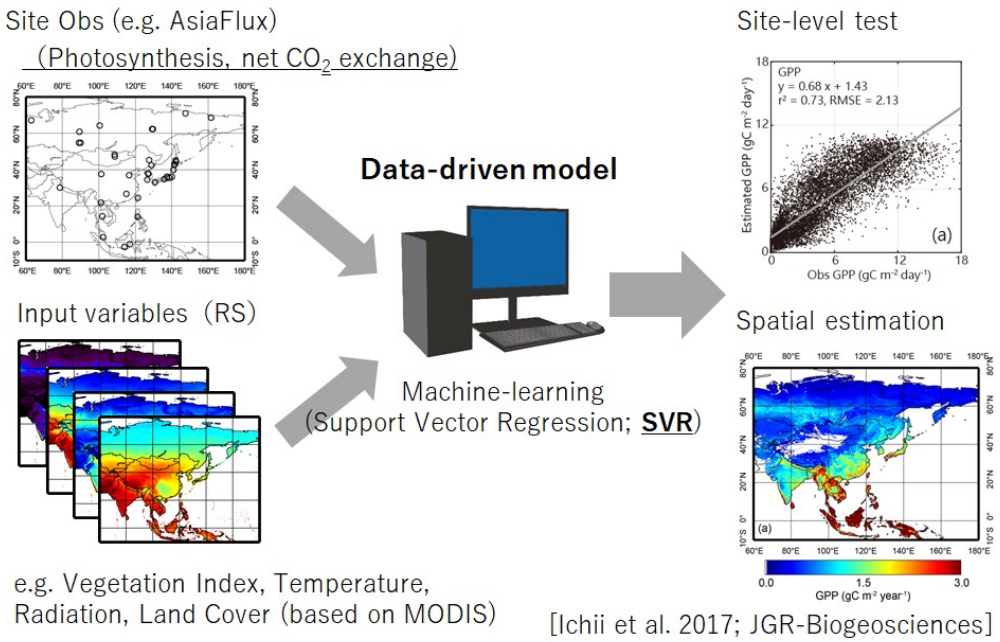
推定された水田CH_4放出分布



SII-8-3 研究開発内容・結果及び考察

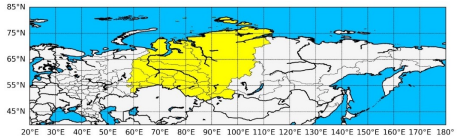
機械学習によるCO_2フラックス推定： サポートベクタ回帰（独自開発）とFLUXCOMの手法を更新

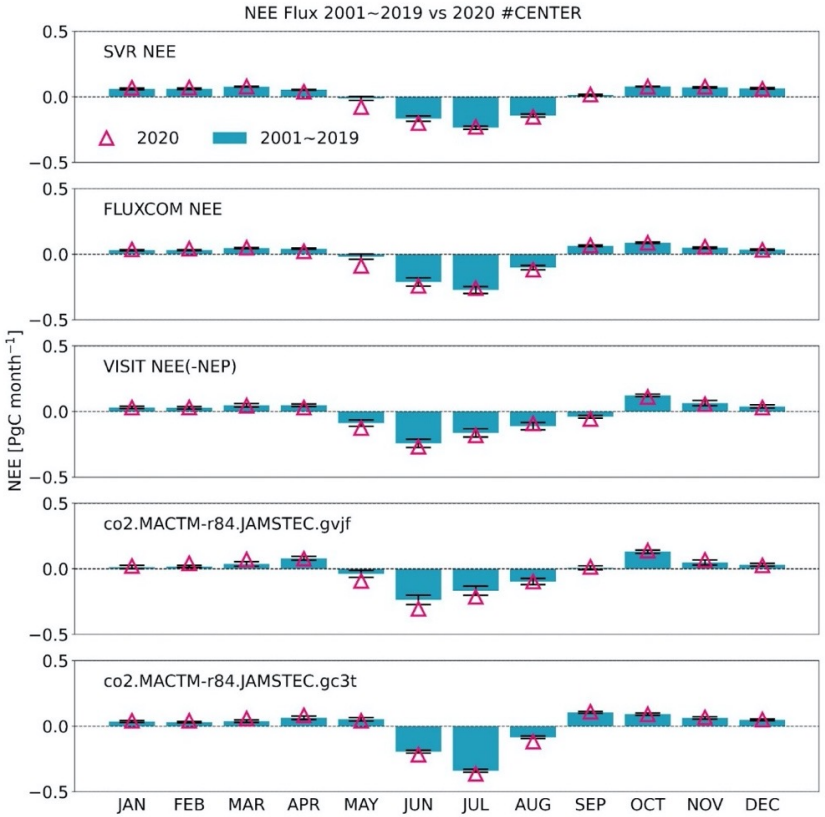
→シベリア域中央でトップダウン推定と比較し一貫した結果を確認



[Ichii et al. 2017; JGR-Biogeosciences]

純生態系CO_2交換（NEE）の季節変化

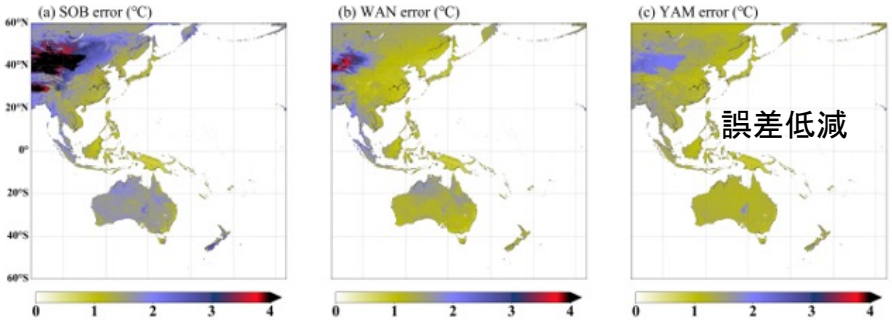




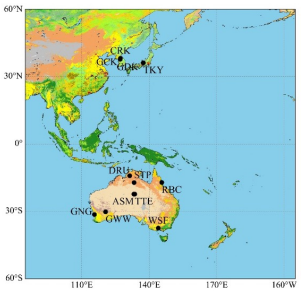
SII-8-3 研究開発内容・結果及び考察

静止衛星（ひまわり）データを用いた光合成推定： 地表面温度の推定、光利用効率モデル（LUC）モデルの改良
→ 迅速な自然起源CO_2収支の推定に有効

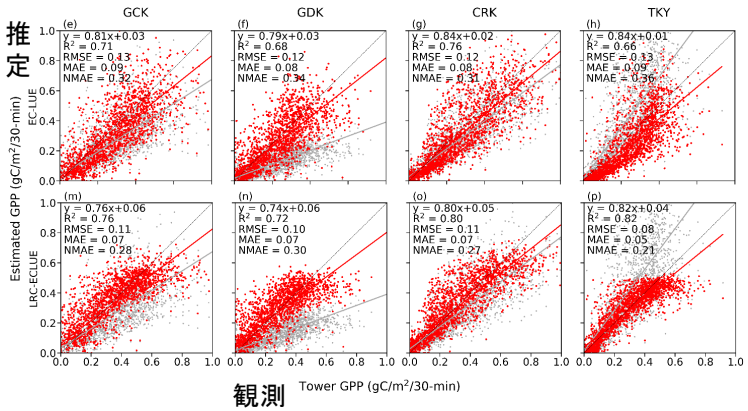
地表面温度推定の誤差分布



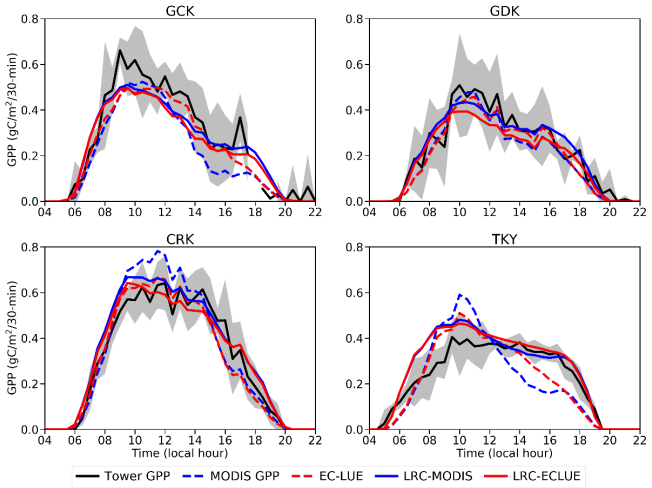
フラックス観測サイトでのGPP（総光合成）検証



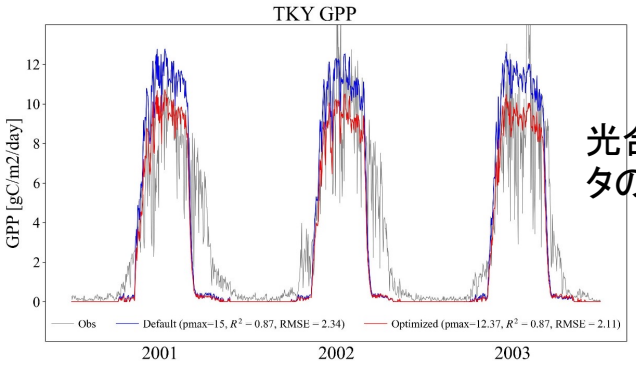
サイトの分布



日内変動の再現性を確認



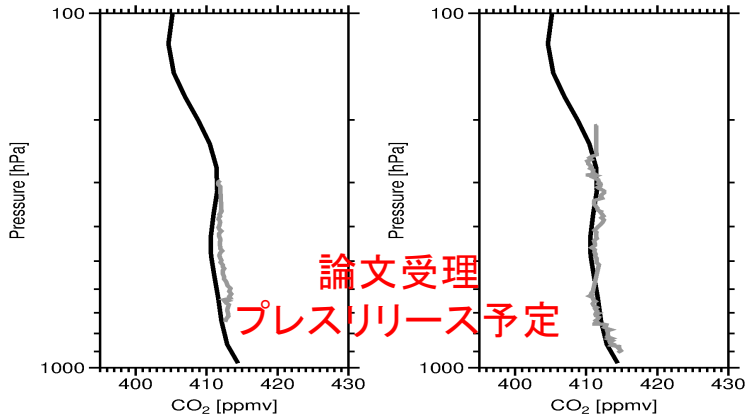
陸域物質循環モデル(VISIT)の精度を改良



光合成パラメータの最適化

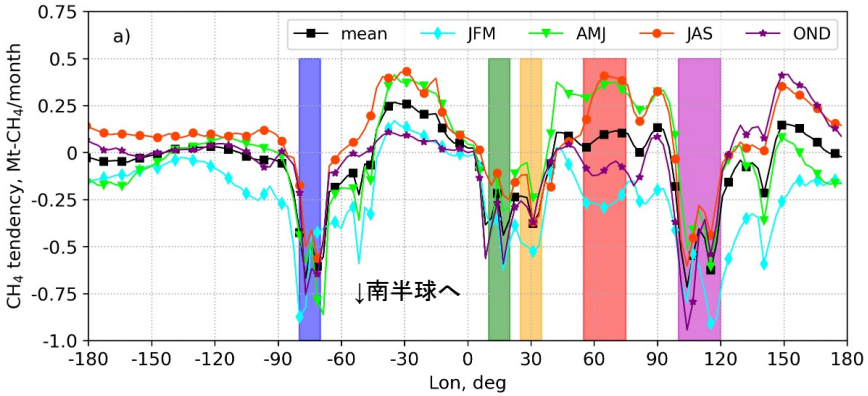
SII-8-3 研究開発内容・結果及び考察

GOSAT−2リトリーバルと航空機観測（CONTRAIL）の比較



論文受理
プレスリリース予定

MIROC4-ACTMによる熱帯上部対流圏の季節平均
CH_4質量フラックスの移流傾向



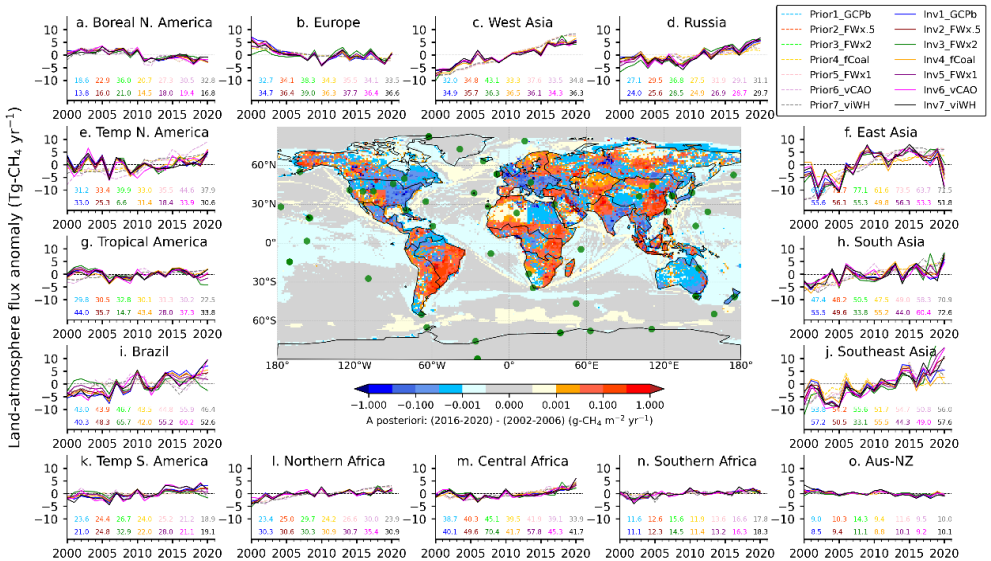
トップダウン推定との連携

・GOSAT-2熱赤外バンドによるGHG濃度プロファイル推定

・MIROC4-ACTM逆解析によるCH_4収支推定

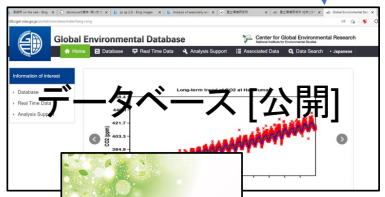
→ テーマ1の観測データ利用、テーマ2との連携による解析

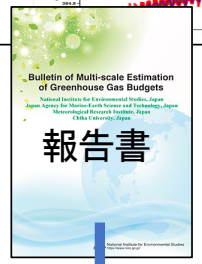
2000–2020年の領域別CH_4収支



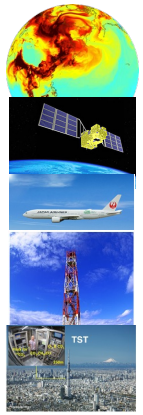
SII-8-3 研究開発内容・結果及び考察

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課題成果をまとめた報告書を作成し、2022年3月にUNFCCC ポータルより提出





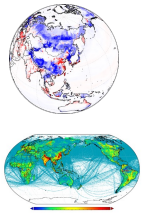
トップダウン推定（テーマ1、2）



グローバル
- CO_2, CH_4 収支マップ：1 x 1deg, NICAM, 1990–2020
- CO_2, CH_4, N_2O収支マップ：地域分割, MIROC4-ACTM, 2000–2020
- CO_2, CH_4、N_2O 10年毎の集計表

国 / 地域
- CO_2、CH_4収支：地域別、NICAM, 1990–2020
- CO_2、CH_4, N_2O 収支：11–15 地域 / top 20 放出源, 2000–2019
- 大気中 CO_2, CH_4 濃度：地表, 船舶, 航空機, 1994–2021

ボトムアップ推定（テーマ3）



グローバル
- 自然起源 CO_2, CH_4, N_2O収支マップ：0.5 x 0.5deg, VISIT, 1990–2020
- 人為排出インベントリ：0.25 x 0.25deg, 1990–2018
- CO_2, CH_4, N_2O 10年毎の集計表

国 / 地域
- CO_2, CH_4, N_2O 収支：地域別（RECCAP2 地域）, 1990–2018
- 陸域 CO_2 収支（GPP, NEE）：アジア、0.25×0.25deg, 2000–2020

SII-8-3 進捗状況

【サブテーマ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

○　計画の進捗状況

本サブテーマの実施内容はいずれも計画通りに達成されている。排出インベントリの高度化、物質循環モデルの開発と排出量推定、ボトムアップ手法によるマルチスケールでの温室効果ガス収支の評価は計画通りに実施された。国内外の関連活動に関する情報収集も、コロナ禍でありながらオンラインでの各種会合参加などを通じて着実に行われ、WMOへの対応など課題開始以降に始まった動向にも対応することができた。グローバルストックテイクへの情報収集フェーズの実施時期が明確になったことに対応して計画を前倒しし、初年度中に収支評価結果をとりまとめてUNFCCCポータルへの情報提供を行った点は特筆に値する。一般公開やオンラインイベントなどの機会で国民との双方向対話を実施し、日本気象学会において温室効果ガス監視に関する専門分科会を企画するなど計画通りの活動を実施した。

○　目標達成の見通し

上記のようにグローバルストックテイクに向けた報告書作成と情報提供は前倒しで実施されており、目標達成は十分に可能である。排出インベントリ高度化や物質循環モデルの高度化も目標通りに進められる見込みである。独自のボトムアップ手法による評価と、グローバルカーボンプロジェクトなど国際プロジェクトへの参加貢献も着実に実施される見込みである。

【サブテーマ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

○　計画の進捗状況

本サブテーマの実施内容は計画通り順調に進捗している。観測に基づいたアップスケーリング手法の更新については、アジア・グローバルの面で2020年末までのデータを構築し、他サブ課題との連携を含む応用を進めた。GOSAT、GOSAT-2衛星からCO_2、CH_4、N_2Oの濃度プロファイルを導出して、全球・時系列データセットを構築し、これら構築したデータセットをサブテーマ2-2に提供して、CH_4の半球輸送を評価するなど大気輸送モデルの検証を行った。さらにCH_4の半球輸送を評価した大気輸送モデルで逆解析を実施し、2000-2020年のCH_4収支を推定した。陸域モデルのデータとモデルの統合に関しては、まずは一つの観測サイトでのシステムを構築できた。今回構築したシステムはVISITに含まれる100を超えるパラメータを対象にできるシステムでもあり、これが今後の期間で大きく発展するための準備が完了した。

○　目標達成の見通し

上記のように、観測に基づいたアップスケール、GOSAT-1,2によるGHG濃度推定と応用、陸域モデルのデータ統合のフレーム作り、といった基盤部分の開発はこれまでの期間でかなり進めることができた。今後はこれらの基盤の応用にシフトすることとなるが、他サブグループとの連携にもすでに着手しているなど応用も進めることができているため、今後も目標達成に向けた着実な進展を見込むことができる。

SII-8-3 研究計画

実施済　実施中　計画

		令和3年度	令和4年度	令和5年度
サブ1	ボトムアップ評価	データ・情報収集	初期的評価	検証と高度化
	排出インベントリ改良			インベントリ補正
	物質循環モデル開発	現状再現性の確認	計算の実施	モデル改良
	GHG報告書作成	作業工程の検討	速報版の作成	確報版の作成
	情報収集、アウトリーチ	国際活動の情報収集	分科会・講演会	専門家会合
サブ2	フラックススケールアップ	手法の更新、広域推定	迅速化へのシステム化	手法間の相互比較
	GOSATデータ作成	GHG濃度プロファイル	逆解析による初期計算	衛星データセット高度化
	物質循環モデル改良	データ同化の開発	データ同化の検証	面的拡張

SII-8-3 環境政策等への貢献

＜行政等が活用することが見込まれる成果＞

1. **IPCC第6次評価報告書**への貢献。第一作業部会報告書には主著論文（Ito, 2019, 2020）および共著論文20本が引用され、その多くはSII-8(3)課題で使用されている物質循環モデルVISITを用いた温室効果ガス収支評価に関するものであった。また、多くは当課題参画者が貢献しているグローバルカーボンプロジェクトによる国際統合解析に関するものであった。また、第二作業部会報告書にも主著論文3本、共著論文14本が引用されており、本課題で使用する物質循環モデルは影響評価にも成果創出を果たしていた。これらのIPCCへの貢献を通じて、環境政策の科学的基礎となるグローバルな温室効果ガス収支の精緻化に貢献した。
2. **JST-CRDS環境・エネルギーセミナー** (2021.5.27)科学技術振興機構(JST)-研究開発戦略センター(CRDS)が主催した環境・エネルギーセミナー(オンライン)において講演（三枝信子, 2021: 地球をめぐる温室効果ガス.）を行い、日本における温室効果ガス観測・解析研究の動向を解説するとともに推進費SII-8の必要性や意義を周知した。
3. Towards climate neutrality within 2050: Italy-Japan approaches to Earth observation for CO_2 monitoring (2021.6.25) イタリア大使館が主催した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**において講演を行い、日本における温室効果ガス観測・解析の現状と推進費SII-8の意義を周知した。
4. 1st General Assembly of the Copernicus CO_2 (CoCO2) Project (2021.11.17) **欧州コペルニクスCO_2プロジェクト(CoCO2)第1回全体会議**（オンライン）において、CoCO2と類似の目的を持つ日本のプロジェクト推進費SII-8の意義と進捗状況を周知した。
5. 文部科学省が主催する**第9期地球観測推進部会**（第3回）において、地球観測によるパリ協定への貢献及びCOP26対応に関する我が国からの貢献として、推進費SII-8の意義や公開可能なデータ情報を含めて国内関係府省庁・機関へ説明した。（2021.10.15）
6. **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)の共同議長を務めている。この会合では、本部会においてアジア・オセアニア域における各国の研究チームとの分科会を開催し、地球観測に関しての分科会の宣言文を取りまとめ、AOGEOの本会合に向けた宣言文へのインプットを行っている。本課題のメンバーの多くが参加するAOGEOの分科会に参加し議論をすることにより、政府組織に対する要望を挙げることにもつながっており、行政が利用できる情報の集約、提供を行っている。

WMO GHG/C イニシアティブに参加貢献

＜行政等が既に活用した成果＞

1. 文部科学省が主催する第9期地球観測推進部会（第4回）において、環境省地球環境局総務課脱炭素化イノベーション研究調査室による「グローバルストックテイクに向けたGHG監視に関する取り組みの報告」に推進費SII-8の成果が活用された。（2021.12.24）

SII-8-3 研究成果の発表状況

（1）誌上発表　＜論文（査読あり）＞

【サブテーマ1】

1. A. ITO, S. INOUE and M. INATOMI: J. Agricult. Meteorol., 78, 56–65 (2022)
2. CHANDRA, N. PATRA, P. K., NIWA, Y., ITO, A., .., TAKIGAWA, M., HAJIMA, T.: Atm. Chem. Phys. 22, 9215–9243 (2022).

【サブテーマ2】

1. Y. YAMAMOTO, K. ICHII, Y. RYU, M. KANG, and S. MARUYAMA: ISPRS J. Photogramm. Remote Sen, 191, 171-187 (2022).
2. D. BELIKOV, N. SAITOH, and P. K. PATRA: J. Geophys. Res., 127, e2021JD035688 (2022).　=>プレスリリース準備中
3. L.D. LABZOVSKII, D. BELIKOV, and A. DAMIANI: Sci. Rep. (印刷中) .

（4）「国民との科学・技術対話」の実施

COP27でもセミナー実施予定（パトラ、羽島、伊藤、三枝）

【サブテーマ1】

1. COP26ジャパンパビリオンハイブリッド形式（現地[英国グラスゴー]＋Zoom）ウェビナー、2021年11月2日
2. Zoomウェビナー「温室効果ガス研究の最前線—パリ協定の目標達成に向けて—」（国立環境研究所、グローバル・カーボン・プロジェクト、フューチャーアース主催、推進費SII-8協力）、2022年2月10日。
3. 国立環境研究所公開シンポジウム　Zoomブレイクアウトルームを利用したポスターセッション、2022年6月23日、温室効果ガスを監視する：パリ協定達成に向けて
4. 東京工業大学での講義（Zoomを用いたオンライン形式）　2022年6月29日、7月6日　「気候変動と生物地球化学的循環」
5. SII-8課題ホームページによる継続的な情報発信　https://www.nies.go.jp/sii8_project/

【サブテーマ2】

1. 明日の経営を考える会　2021年度第10回「気候変動と生物多様性」（主催：一般社団法人グローバル・コンパクト・ネットワーク・ジャパン、2022年1月14日）
2. オンラインウェビナー　生物多様性x気候変動　– 同時解決に向けた科学のいま – (主催：国立環境研究所 地球環境研究センター)、2022年7月26日)

SII-8-3 国際共同研究等の状況

1. グローバルカーボンプロジェクトにおける湿原モデルを用いたメタン収支に関する国際モデル相互比較プロジェクトへの参加。カウンターパート：Benjamin Poulter（米国・NASA Goddard Space Flight Center）、Zhen Zhang（米国・Maryland大学）など多数。連携状況：2000～2020年のグローバルな湿原メタン放出量について、共通プロトコルに基づくモデル計算を実施し、推定データを提供するとともに解析に参加した。最新のメタン収支統合評価に反映される見込み。

2. グローバルカーボンプロジェクトにおける陸域一酸化二窒素放出量に関する国際モデル相互比較プロジェクトへの参加。カウンターパート：Hanqin Tian （米国・Auburn大学）、Zönke Zaehle（ドイツ・Max Planck Institute for Biogeochemistry）など多数。連携状況：1901～2020年のグローバルな土壌からの一酸化二窒素放出量について、共通プロトコルに基づくモデル計算を実施し、推定データを提供するとともに解析に参加した。最新の一酸化二窒素統合評価に反映される見込み。

3. グローバルカーボンプロジェクトにおける地域炭素収支解析プロジェクト（RECCAP2）に参加し、東アジア地域分析にco-leadとして貢献した。カウンターパート：Xuhui Wang（中国・北京大学）、Sujong Jeong（韓国・ソウル国立大学）、Philippe Ciais（フランス・LSCE）ほか多数。連携状況：1990～2020年の東アジア地域における炭素収支統合解析プロジェクトに参加し、モデル推定データを提供するとともに解析に参加した。米国地球物理学会のジャーナルより刊行されるRECCAP2特集において成果が発表される見込み。

4. AsiaFlux, FLUXNETなどの大気—陸域地上フラックス観測ネットワークを介し、AsiaFluxデータの利用と共同研究、機械学習によるアップスケーリング国際比較プロジェクトFLUXCOMを介した共同研究の推進。カウンターパート: Martin Jung (ドイツ・マックスプランク生物地球化学研究所)、Youngryel Ryu (ソウル大学)など。連携状況: 観測データに基づくアップスケーリング手法の構築において、FLUXCOMプロジェクトの推進(本年度はサブ2からの衛星データ提供と先方グループによるモデルラン(Martin Jung)、また、AsiaFluxにおける韓国サイトからのデータ提供と共同研究推進(Youngryel Ryuなど)。これら成果物はFLUXCOMプロジェクトの一つのアウトプットとしてコミュニティに公開される見込み。

WMO GHG/C イニシアティブでモデル解析のデモンストレーション予定

SII-8-3 サブ1　研究計画

令和3年度	・温室効果ガス収支のボトムアップ評価を行うための各種データ収集と物質循環モデル開発を行う。世界で開発されてきた排出インベントリを精査し、提供されるガス種類や推定手法、提供時期や分解能などをとりまとめる。物質循環モデルについて観測データを収集し、現状再現性を検証する。 ・評価レポートを迅速に作成するための作業工程を検討する。排出インベントリ、観測データ、モデル評価結果、他国の推定結果の進行をタイムラインにまとめ、1年以内の速報、1年半以内の確報を確実に実施可能な工程・内容を検討する。 ・ICOS、NACP、GCPなど国際関連活動の情報収集を行い参画者と共有する。
令和4年度	・初期的なボトムアップ評価を実施し、全球および国地域スケールでの温室効果ガス収支評価を行う。昨年度までに収集した新しいデータや改良した物質循環モデルの推定結果を使用して2013年から2021年までの収支を推定する。 ・2021年の温室効果ガス収支をとりまとめた評価レポートの速報版を、グローバルストックテイクを踏まえたスケジュールで作成する。日本については温室効果ガスインベントリオフィスによる人為起源排出量速報値との比較を行う。 ・温室効果ガスの観測・モデル評価に関する科学的課題を検討するための国内学会分科会や一般向け講演会などを企画する。
令和5年度	・ボトムアップ評価の検証と高度化を進め、テーマ1などによるトップダウン評価との比較を行う。排出インベントリの補正、物質循環モデルの定式化やパラメータ調整を行い、火災起源放出の精度評価などを実施する。 ・前年度の評価結果を再検討し2021年分の評価確報版を作成する。その作業進捗状況から迅速な報告を行う上でのボトルネックを特定し、定常的な評価体制を検討する。あわせて2022年の排出量評価を行い、速報値レポートを作成する。同時に他国による評価状況をとりまとめ、入手可能なものについては結果の比較を行う。 ・温室効果ガスの観測・モデル評価に関する科学的課題を検討し、グローバルストックテイクに成果貢献するための専門家による研究集会などを企画する。

SII-8-3 サブ2 研究計画

令和3年度	・観測に基づいたアップスケーリング手法の更新を行う。これまでの推進費で構築した機械学習による手法（Ichii et al. 2017）を基にする。一方、従来の推定はアジアに特化していたので、最新の地上観測データを収集するなどしてグローバルでの推定を行う。最新の地上観測データセット（特にAsiaFluxなど）や衛星データセットの準備を行う。CH_4フラックスについてもFLUXNET-CH_4データや簡易モデルをベースにして広域推定を行う。 ・GOSAT、GOSAT-2衛星からCO_2、CH_4、N_2O濃度のプロファイルを導出し、全球・時系列データセットを構築する。これら構築したデータセットを他サブ課題に提供し、大気輸送モデルの検証および逆解析システムに利用できるデータセットとして整備する。観測データに利用するなど課題内の連携を行う。 ・陸域物質循環モデル（VISIT相当を想定）について、データ同化など観測データの統合の仕組みを検討し、利用できる衛星観測データ、地上観測データを決定する。アンサンブルカルマンフィルタ・粒子フィルタについては、分担者・小槻が全球天気予報システムNEXRA (Kotsuki et al. 2019）で開発済みのものを利用し、開発を円滑化する。フラックスサイトにて、人工衛星観測を同化する実験を行い、同化により炭素・水・熱フラックスが改善されるか否かを確認する。
令和4年度	・2021年度に作成した機械学習などによるCO_2/CH_4収支アップスケーリングについて、他のサブ課題からの推定結果や他のプロセスモデルなどとの相互比較を実施する。アップスケーリングを迅速にできるようにシステムを構築する。 ・構築したGOSATなどの衛星観測に基づく温室効果ガス濃度データセットを逆解析システムに投入あるいは直接同化して得られた初期的なフラックスおよび濃度データ（他サブ課題から提供）を解析・評価する。 ・前年度に続き、フラックスサイトにて陸域生態系モデルVISITモデルについてデータ同化などの統合システム開発・検証を継続する。また、データ同化によるVISITのモデルパラメータ推定に取り組む。また新たに、火災などの特異なイベントを扱えるよう、モデルの改善を試みる。 ・温室効果ガス収支推定結果をとりまとめ、サブ課題3-1に提出する。
令和5年度	・他サブ課題からのトップダウン・ボトムアップ推定結果、本サブ課題のアップスケーリングやモデル推定による推定値の相互比較を実施する。大陸毎・国毎にCO_2収支・CH_4収支を精査し、類似点・相違点を整理する。またこれまで構築したアップスケーリングによるデータセットをより高空間解像度化する。 ・他サブ課題と連携して、逆解析システムで利用できる衛星データセットの高精度化を図りつつ、衛星データに基づく収支推定の精緻化・迅速化を目指す。複数の手法による収支推定で得られたデータを統合解析し、異常気象や森林火災などの特異なイベントにおける濃度のアノマリを定量化する。 ・昨年度までに開発されたモデルシステムを、フラックスサイトから面的に拡張した、広域での最終ランを推進する。モデルの結果を解析し、本研究で得られた温室効果ガスの収支を推定する。