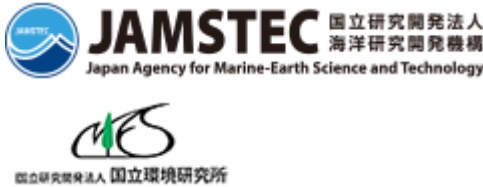


プレスリリース



2015年 7月 17日

国立研究開発法人海洋研究開発機構
国立研究開発法人国立環境研究所

地上・衛星観測データが示す大気中二酸化炭素の行方 ～異なる2つの最新手法を相互的に評価～

1. 概要

国立研究開発法人海洋研究開発機構（理事長 平朝彦、以下「JAMSTEC」という）地球表層物質循環研究分野の近藤雅征特任技術主事と国立研究開発法人国立環境研究所（理事長 住明正、以下「NIES」という）地球環境研究センターの共同研究グループは、主要な温室効果ガス^{※1}である大気二酸化炭素（以下、CO₂と表記）の地球全域に渡る吸収排出量について、地上・衛星観測データを用いた、異なる2つの最新推定手法を相互的に比較・評価し、北半球中高緯度地域においては信頼のできる推定が可能になったことを明らかにしました。CO₂吸収排出量について、これまで生態学、数理学を基盤にした数値モデルによる推定評価が行われてきましたが、このような観測データを用いた手法の評価は、世界で初の試みです。

研究グループは、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（以下、「GOSAT衛星」という）^{※2}が測定する大気CO₂濃度からCO₂吸収排出量を推定する手法と、CO₂吸収排出量の地上観測ネットワークを機械学習モデル^{※3}によって経験的に広域化する手法を用い、これら2つの手法が推定する近年のCO₂吸収排出量の整合性を調査しました。

本研究の結果、北半球中高緯度域において、2つのCO₂吸収排出量の推定が非常に高い整合性で合致することが判明した一方、熱帯域において、大きな違いがあることが明らかになりました。GOSAT衛星による推定に比べ、地上観測ネットワークによる推定では、熱帯域のCO₂吸収量を過大に推定する傾向にあり、これは、熱帯域での地上観測が不足していることから生じると考えられます。この結果は、熱帯域の地上観測ネットワークを充実させることが、今後のCO₂吸収排出量の正確な把握につながることを示唆しています。

地球温暖化などによる気候変動の将来予測においては、陸域におけるCO₂吸収排出量の把握が重要であるとされています。本研究の成果は地球温暖化などによる将来の気候変動予測の際のデータとしても利用が可能で、予測精度の向上に貢献できます。

なお、本研究は環境省環境研究総合推進費（課題番号：RFa-1201）および宇宙航空研究開発機構 地球環境変動観測ミッション(GCOM)第4回研究公募（課題番号：115）の一環として実施したものです。この成果はアメリカ地球物理学会誌「Journal of Geophysical Research-Biogeosciences」に7月17日付（日本時間）で掲載予定です。

タイトル : Comparison of the data-driven top-down and bottom-up global terrestrial CO₂ exchanges: GOSAT CO₂ inversion and empirical eddy flux upscaling

著者名 : 近藤雅征¹, 市井和仁^{1, 2}, 高木宏志², 笹川基樹²

所属 : 1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球表層物質循環研究分野
2. 国立研究開発法人国立環境研究所 地球環境研究センター

2. 背景

森林や草原、土壌を含む陸域生態系は、光合成によって大気CO₂を取り込み、また、呼吸、土壌有機物の分解によりCO₂を大気に排出します。この陸域生態系によるCO₂吸収排出量は、大気CO₂濃度に影響を及ぼすため、現在や将来の温室効果ガス排出による気候変動を把握する上で重要な指標です (図1)。

今日まで、地球全体のCO₂吸収排出量の推定には、数値モデルを基盤とする2つのアプローチ (トップダウン、ボトムアップ) が用いられています。トップダウンアプローチは、大気CO₂濃度から、風向、風速などの気象データを利用して、地表面のCO₂吸収排出量を大気輸送モデル^{※4}から逆推定する手法で、ボトムアップアプローチは、光合成、植物呼吸、土壌有機物の分解などのプロセスを数理的に考慮し、推定値を積み上げる手法です。

しかし、現状、これらの2つの手法によるCO₂吸収排出量は、必ずしも一致しないことが分かっており、その違いを縮め、より正確なCO₂吸収排出量を提示することが今後の地球温暖化予測研究における一つの大きな課題となっています。

3. 成果

JAMSTEC-NIES共同研究グループでは、これら2つのCO₂吸収排出量の推定手法に、全球観測データを組み込むことで、それぞれの予測精度を向上させると共に、手法間の推定誤差を減少させるのではないかと考えました。そこで、トップダウンアプローチには、全球に点在する大気CO₂濃度観測に加え、GOSAT衛星が測定する全球スケールの大気CO₂濃度を利用し、より観測データ依存のCO₂吸収排出量を推定しました (図2)。また、ボトムアップアプローチにおいては、渦相関法^{※5}によりCO₂吸収排出量を測定している地上観測ネットワークと機械学習モデルを利用し、日射量、地表面温度、植生指数^{※6}などの広域データから観測空白域を補間することで、全球の陸面におけるCO₂吸収排出量を推定しました (図3)。

これら、観測データを組み込んだ2つのCO₂吸収排出量を、42地域に分割した全球の陸域において、2009年6月から2011年8月の期間で比較を行い、整合性を調査しました (図4)。それぞれのグラフでは、2つの手法で推定したCO₂吸収排出量の時間変化を示しています。正の値は陸域から大気へのCO₂放出を、負の値は大気から陸面へのCO₂吸収を示します。

本研究の結果、2つの手法間で、北半球中高緯度域におけるCO₂吸収排出量に整合性があることが明らかになりました (図4a)。特に北アメリカ、ヨーロッパ、シベリア、東アジアなどの地域で、2つの手法から同様の季節変動が検出されました。これら手法間で共通の結果は、北半球中高緯度域における、其々の推定値が妥当であることを裏付けます。

しかし、赤道付近や南半球の熱帯域において、2つの推定に大きな違いがあることが明らかになりました (図4b)。GOSAT衛星による推定では、CO₂吸収、排出が季節的な周期性を示しているのに対し、地上観測ネットワークによる推定では、解析期間中、常にCO₂吸収を示すことが明らかになりました。この大きな違いは、GOSAT衛星が観測する大気CO₂濃度に比べ、地上観測では

熱帯域でのデータが不足していることに起因すると考えられます。したがって、今後は、熱帯域の地上観測ネットワークを充実させることが、2つの手法による推定値の違いを減少させる上で重要です。

4. 今後の展望

本研究では、観測データを取り込んだ2つの手法によるCO₂吸収排出量の推定結果を初めて比較し、北半球中高緯度地域で結果が一致する一方で、赤道付近や南半球の熱帯域において異なる結果が得られました。2つの手法による高い整合性から、北半球中高緯度地域においては信頼のできる推定が可能になったことを示しています。一方、赤道付近や南半球の熱帯域における推定値の違いを生み出す原因の追究と解明が必要になります。特に赤道付近の熱帯雨林のCO₂吸収排出量については地上観測をより重点的に展開するといったことが必要になります。さらに今回の解析においては、季節変動などの比較的短い期間が対象となりましたが、より長期の観測を継続することにより、異常気象に対するCO₂吸収排出量への影響や、より長期のCO₂吸収排出量の変動を把握することが重要です。特に、今回の解析で用いたGOSAT衛星やその後継機による継続的な観測や、日本で打ち上げが予定されているGCOM-C衛星^{※7}などの様々な地球観測衛星による長期モニタリングが重要です。これらの陸域CO₂吸収排出量の推定結果については、IPCC (気候変動に関する政府間パネル) ^{※8}への貢献など、将来の気候変動の予測をより正確にすることにつながると期待できます。

【用語解説】

※1 温室効果ガス：地球表面から放出された赤外線を吸収し、再び地球の表面に向かって放出することで、大気を暖める効果を持つ物質。

※2 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)：環境省、国立環境研究所及び宇宙航空研究開発機構が共同で開発した、世界初の温室効果ガス観測専用の衛星。大気中のCO₂とメタンの濃度を宇宙から全球で均一に観測し、その吸収・排出量の推定精度を高めることを主目的としている。平成21年1月23日に打上げられ、現在も観測を継続している。

※3 機械学習モデル：人間の学習能力を簡略化したアルゴリズムをコンピューター演算に適用した数理モデル。真値データの一部と関連する学習データを入力とし、学習させることで、データ間に内在する関係性を予測する。

※4 大気輸送モデル：大気中のCO₂など物質の風などによる輸送過程を考慮し、物質の空間分布とその時間変化を計算するためのシミュレーションモデル。

※5 渦相関法：生態系上空のCO₂と気流の流れを測定することで、対象とする生態系と大気との間のCO₂吸収排出量を評価する手法の一つ。

※6 植生指数：植物の葉による光の反射の特徴を利用して衛星観測データを使って簡易的に植生量や植生の活性度などの状況を把握することを目的として考案された指標。

※7 GCOM-C衛星：宇宙航空研究開発機構により2016年に打ち上げが計画されている衛星。宇宙から地球の雲・海色・植生などを観測し、気候変動の監視とそのメカニズムの解明が期待され

ている。

※8 IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change。国際的な専門家で作る気候変動に関する最新の科学的、技術的、社会・経済的な知見の収集、整理の為の政府間機構。

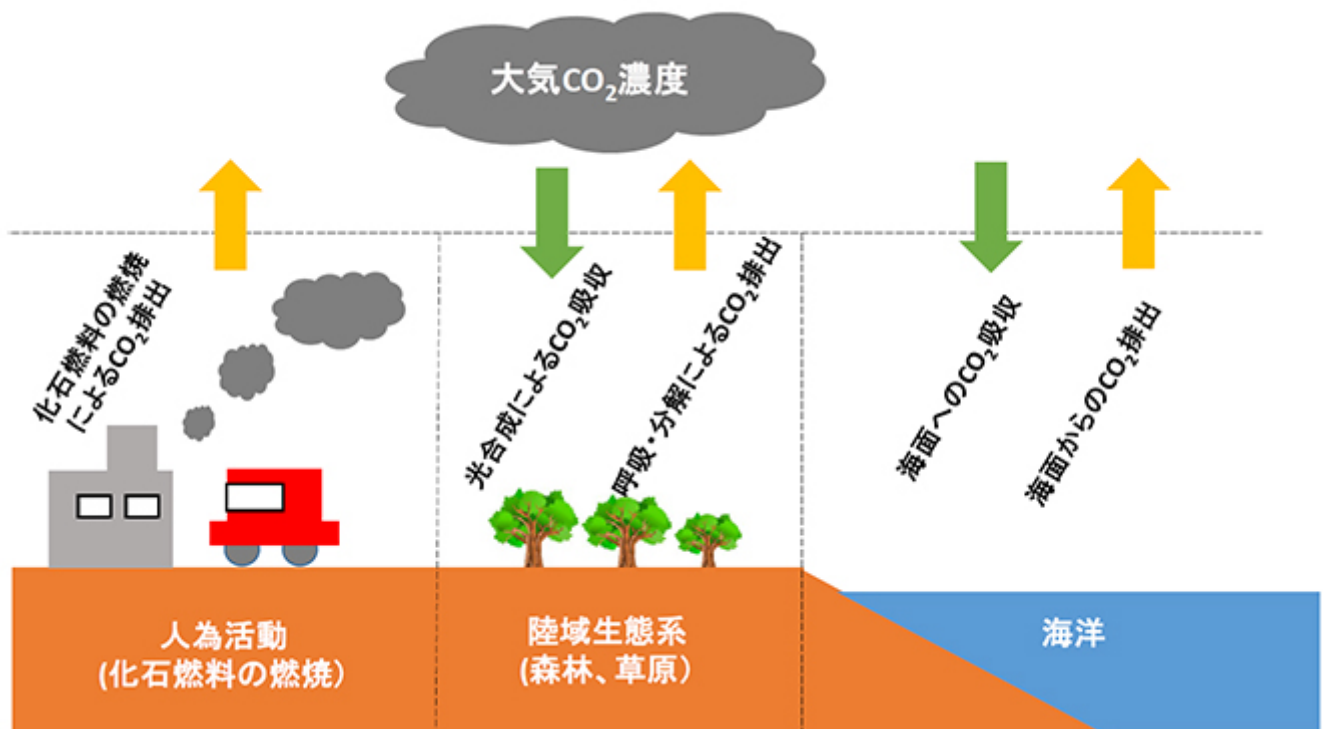


図1: 大気－地表面におけるCO₂循環の模式図

大気CO₂の増加量は、化石燃料の燃焼等に伴う排出量と、陸域生物圏、及び海洋によるCO₂吸収排出量で決定される。本研究では陸域生態系を対象とし、CO₂吸収排出量は光合成による吸収量と、呼吸、有機物の分解等による排出量の正味のバランスから成る。

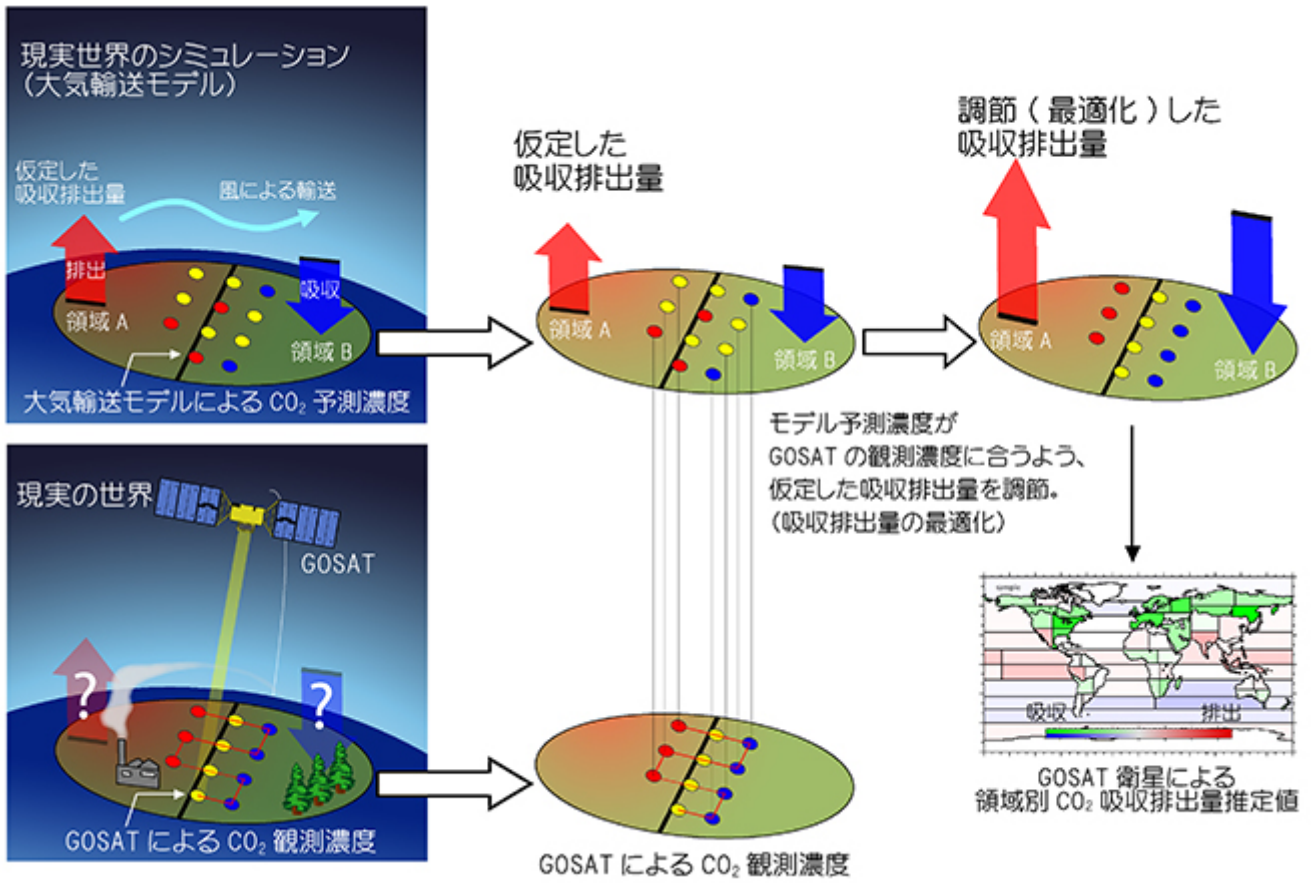
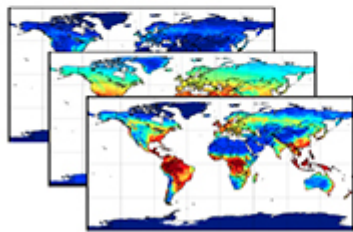
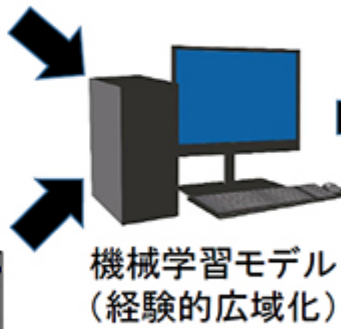


図2: GOSAT衛星によるCO₂吸収排出量の推定手法の概念図。

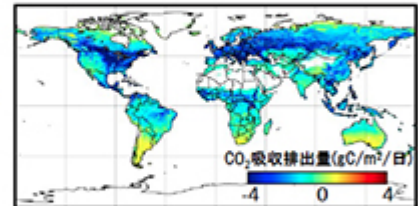
地上観測 (CO₂ 吸収排出量)



広域データ: 気温、日射量、植生活動、等



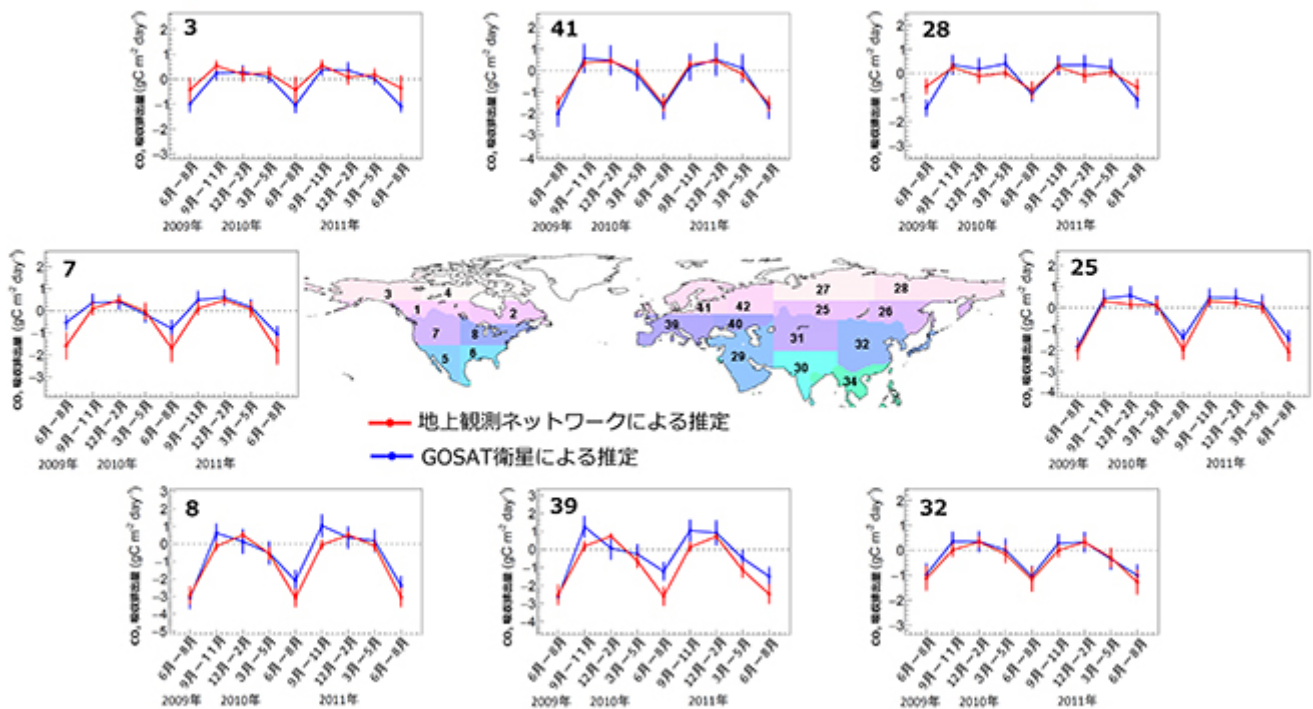
広域推定



地上観測ネットワークによるCO₂吸収排出量

図3: 地上観測ネットワークによるCO₂吸収排出量の推定手法の概念図。

(a) ○ 北半球中高緯度(亜寒帯、温帯域): 2つの手法に高い整合性



(b) ✕ 熱帯域: 2つの手法が著しく乖離

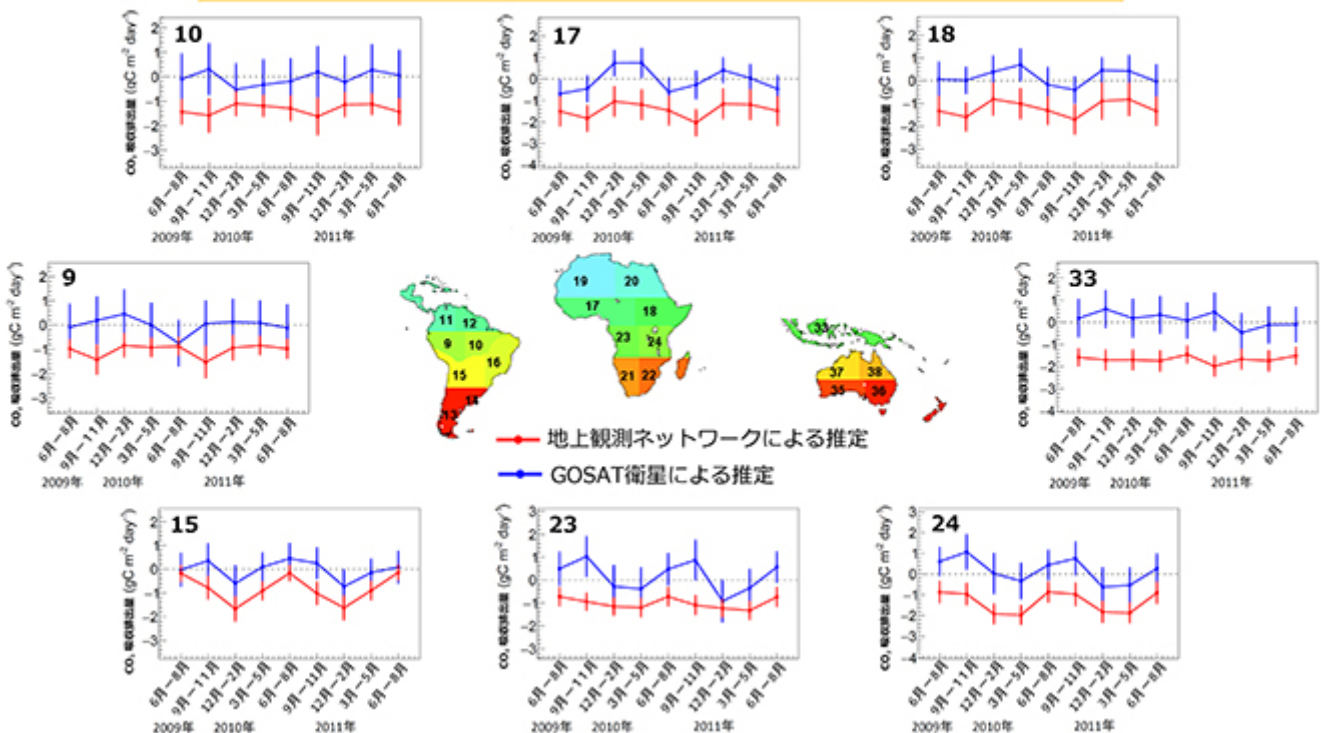


図4: 地上観測ネットワーク、GOSAT衛星によるCO₂吸収排出量の季節変動。(a) 北半球中高緯度(特に亜寒帯・温帯域)で高い整合性を示した。(b) 一方、赤道付近や南半球の熱帯域で異なる変動を示した。

(本研究について)

国立研究開発法人海洋研究開発機構

地球表層物質循環研究分野 特任技術主事 近藤 雅征

国立研究開発法人国立環境研究所

地球環境研究センター 物質循環モデリング・解析研究室 特別研究員 高木 宏志

(報道担当)

国立研究開発法人海洋研究開発機構

広報部 報道課長 松井 宏泰

国立研究開発法人国立環境研究所

企画部 広報室係員 高橋 里帆