

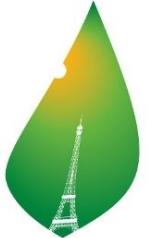
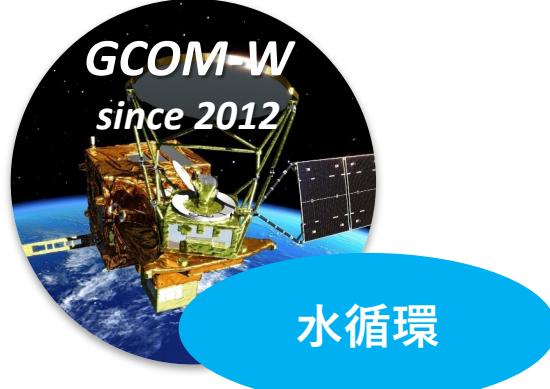


人工衛星による地球環境観測 気候変動適応への貢献の観点から

沖 理子
地球観測研究センター
宇宙航空研究開発機構

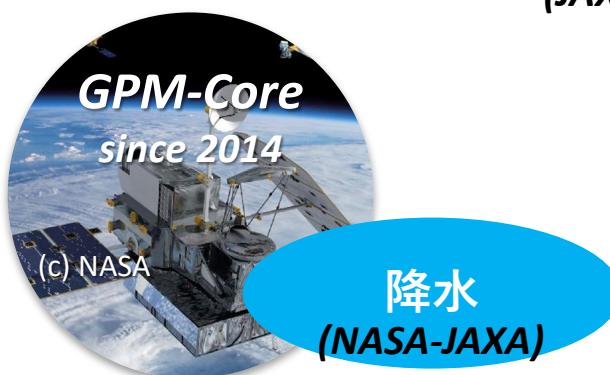
2023年12月21日
気候変動適応に関する研究会
シンポジウム

環境課題解決に貢献する地球観測衛星



パリ協定

PARIS 2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21·CMP11



SDGs



仙台防災枠組



気候変動2023サイト 一般の方への情報発信

- 2023年の世界的な高温を受けて、人工衛星から観測した特徴的な事象を紹介するウェブサイトを開設。

気候変動2023特設サイト

<https://earth.jaxa.jp/climate2023/>

気候変動 | 2023
CLIMATE CHANGE

2023年は過去最高気温の記録など特別な年になりました。人工衛星で観測した気候変動に関係する地球の今の状態や過去からの変化を、特設サイトで3回にわたり紹介します。

PICK UP

＜背景＞

「2023年7月は観測史上最も暑い1か月であった」
(WMO:世界気象機関、EUの気象情報機関が発表)

「地球温暖化の時代は終わり、地球沸騰の時代が訪れた」
(国連 ゲテーレス事務総長)

＜観測衛星＞



水循環変動観測衛星
「しづく」(GCOM-W)



気候変動観測衛星
「しきさい」(GCOM-C)

海洋：海面水温の上昇とエルニーニョ現象

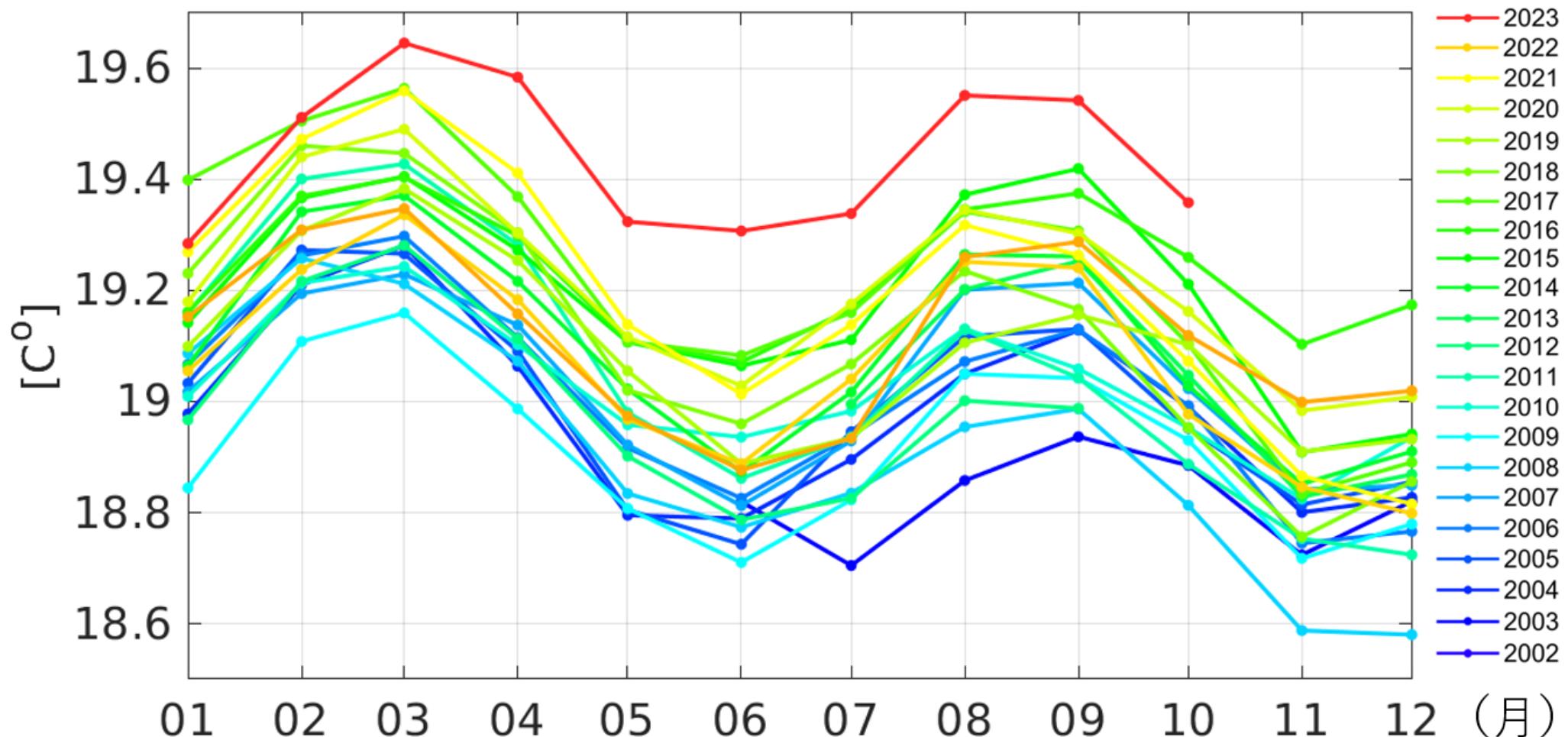
極域：南極域の冬季海氷面積が最小記録を更新

陸域：熱波・森林火災(近日掲載予定)

JAXAトップページ(<https://www.jaxa.jp/>)からもリンク



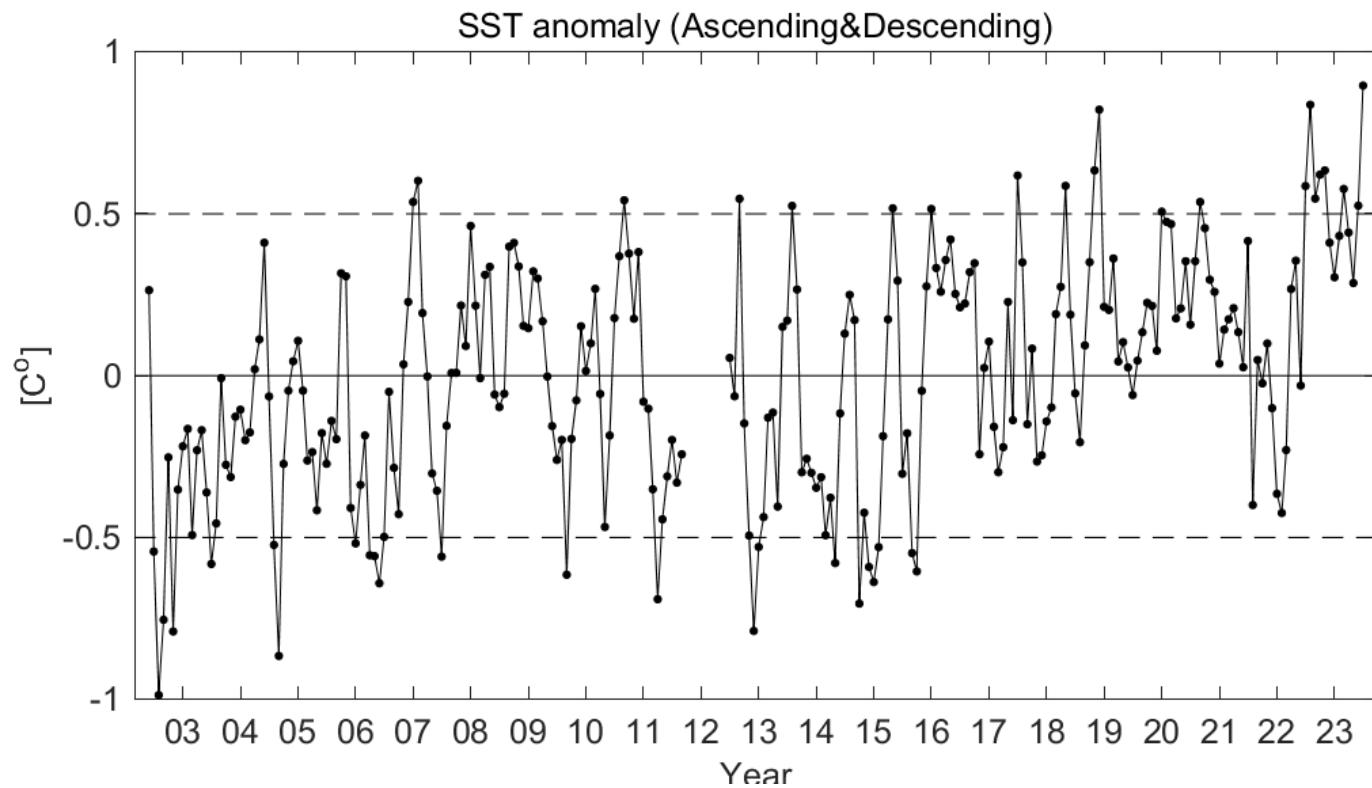
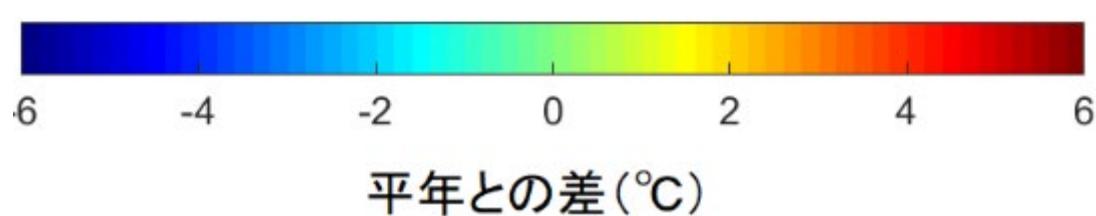
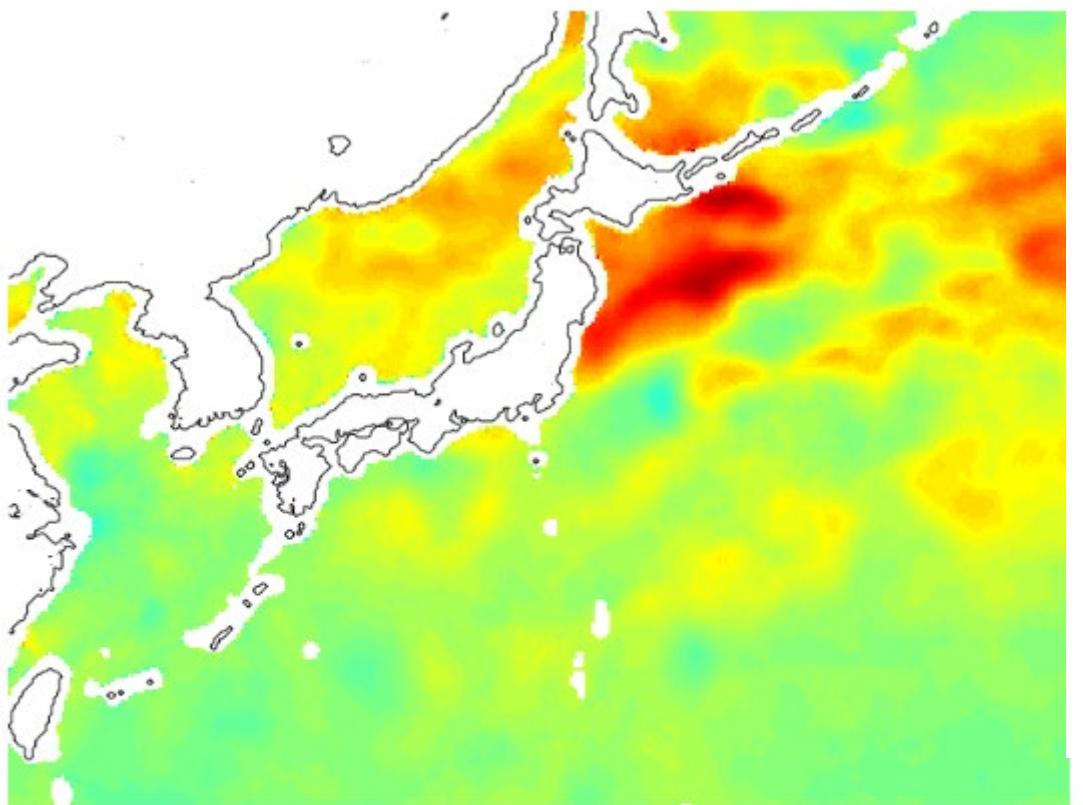
海洋：海面水温の上昇



図：全球(南緯60-北緯60度)の月平均海面水温の季節変化の推移

観測衛星：Aqua/AMSR-E(2002年6月-2011年9月)、「しづく」GCOM-W/AMSR2(2012年7月-)（2011年10月-2012年6月は観測無し）

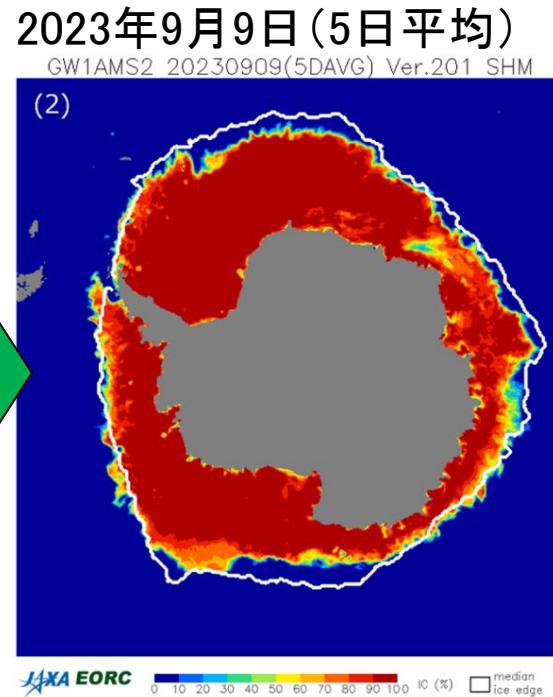
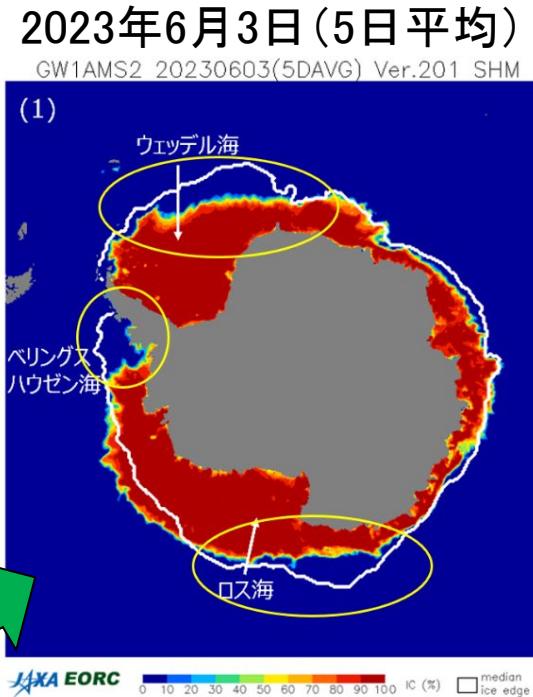
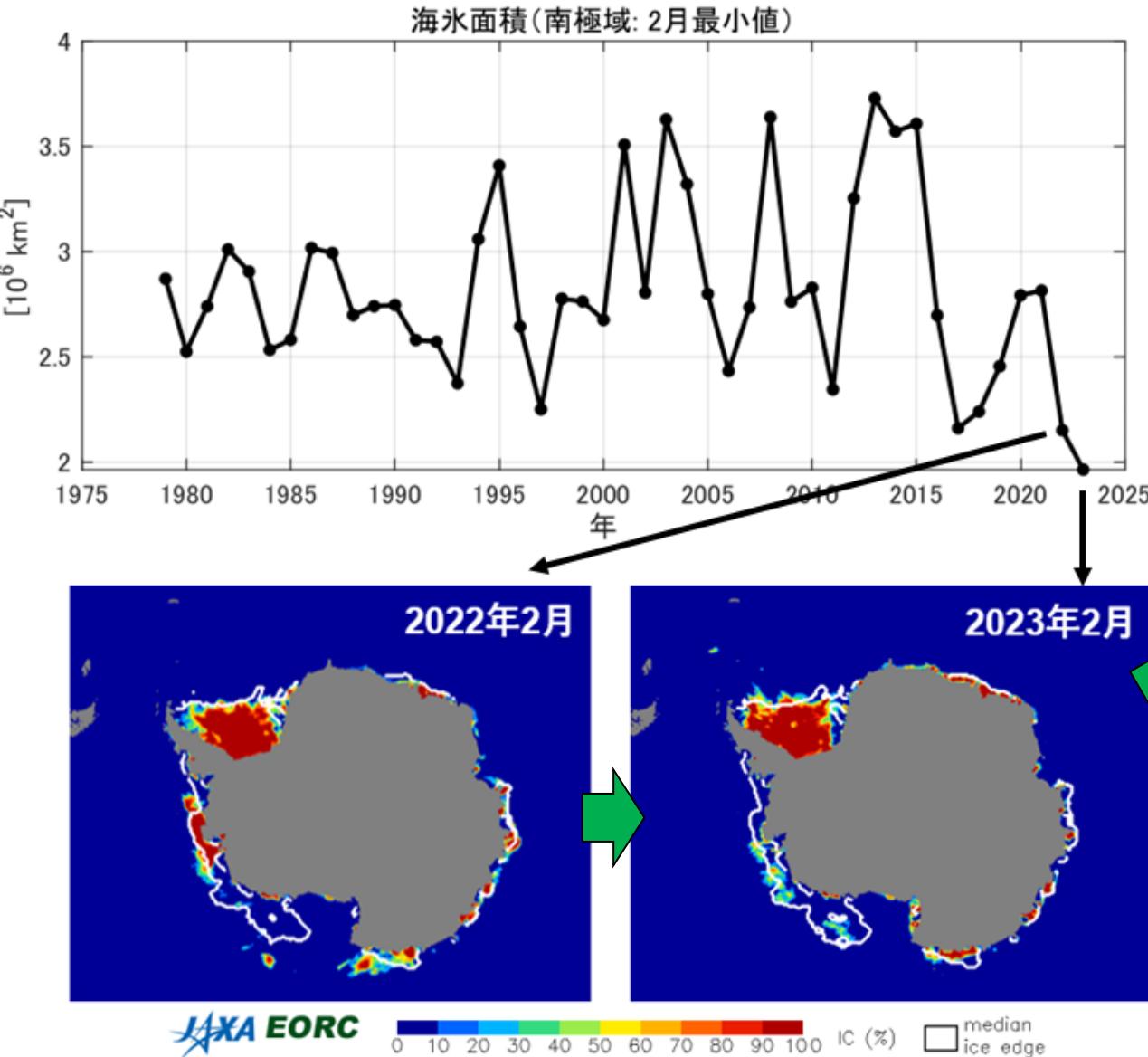
海洋：海面水温の上昇



東北（三陸沖）や北海道の太平洋側：
平年より 5~6 °C程度の高温状態が継続した。
(黒潮続流の北上、北日本の高温の一因)

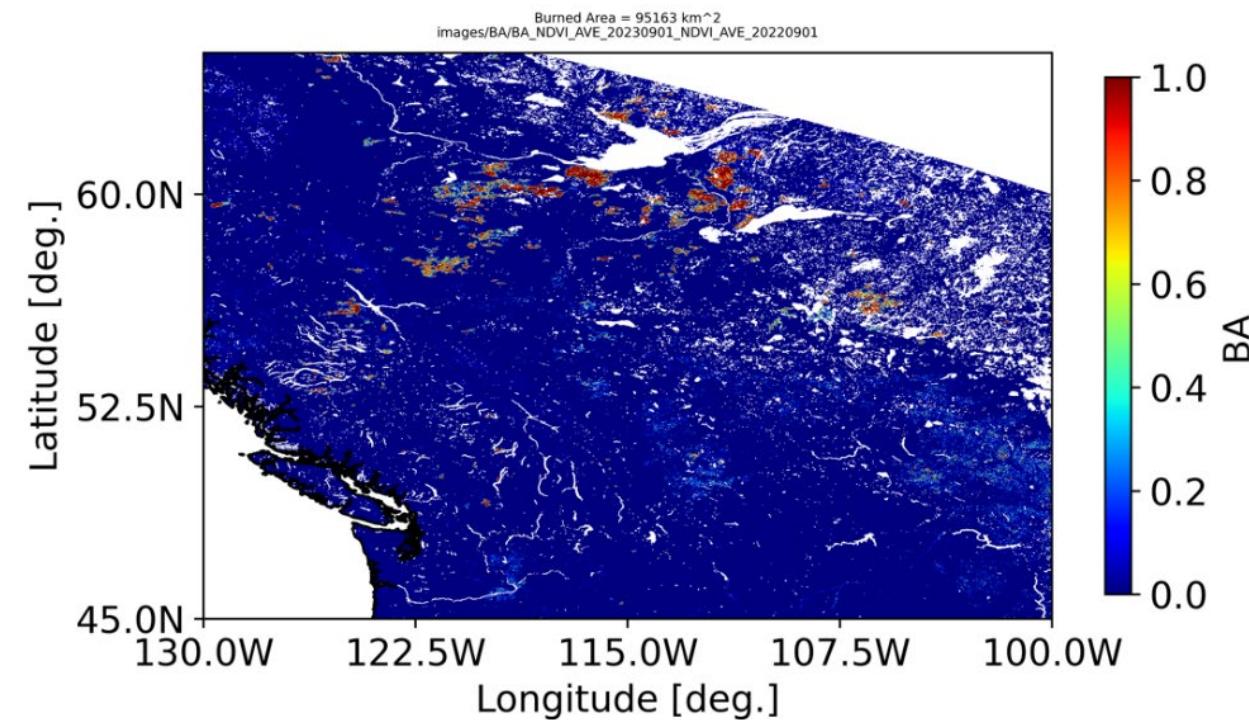
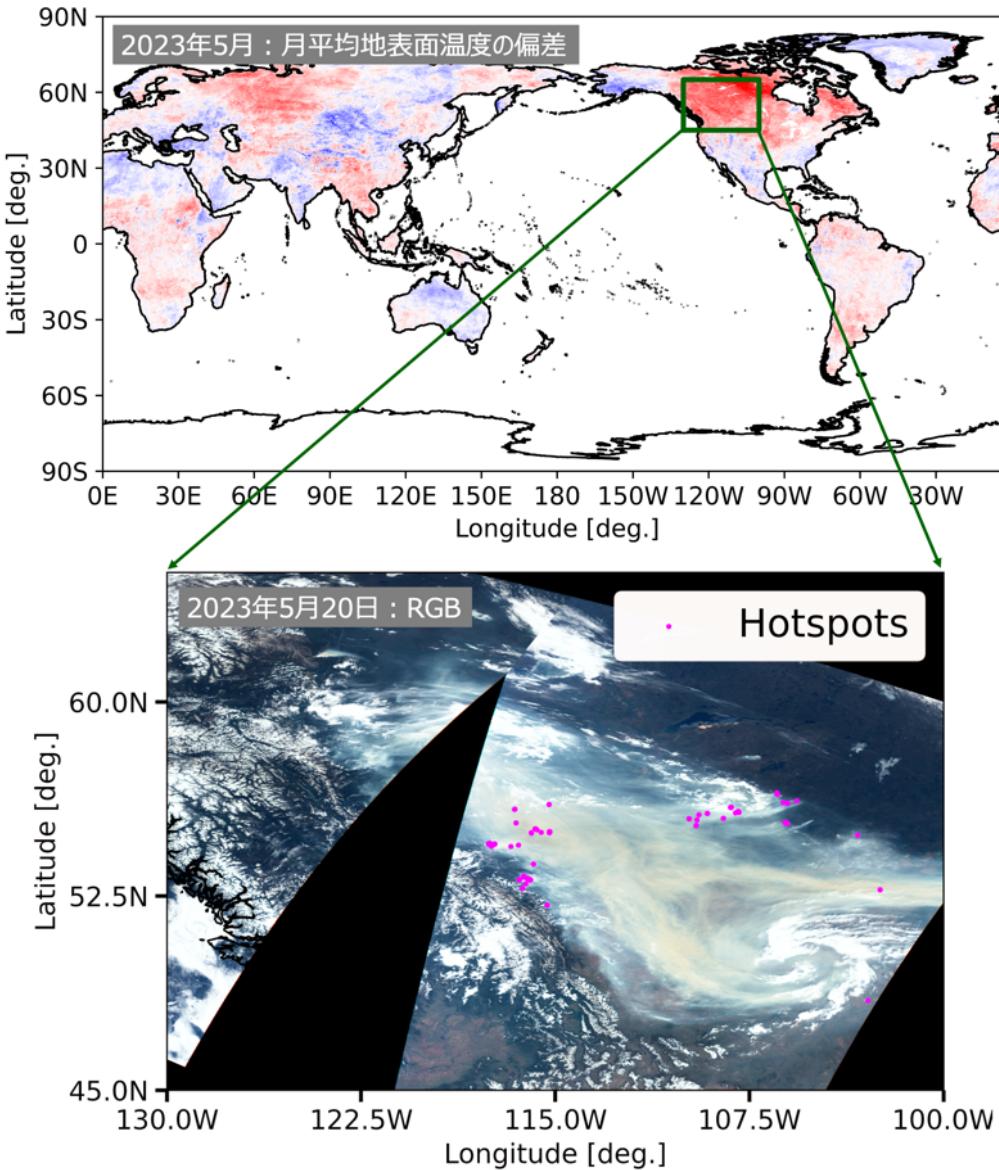


極域: 南極域の冬季海氷面積が最小記録を更新



https://kuroshio.eorc.jaxa.jp/JASMES/climate_v3

陸域：熱波・森林火災（近日掲載予定）



- 左：カナダで平年よりも地表面温度が高い場所（赤）が多い。衛星によってホットスポット（森林火災によるものと思われる）を検知。
- 右上：正規化植生指数（NDVI）の2023年9月と2022年9月の差分を取り、緑色のエリアで約10万km²が焼失したと推定。



最近の取り組み事例の紹介

森林管理: 伐採検知、森林バイオマス推定

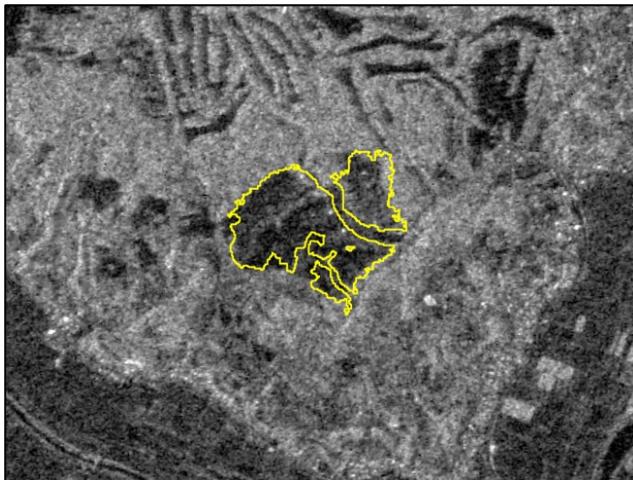
陸域水循環シミュレーションシステム Today's Earth (TE)

衛星と気候モデルの連携

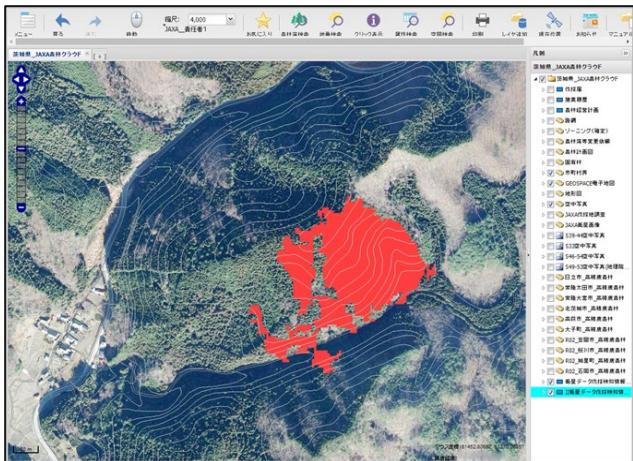
森林管理(伐採検知)



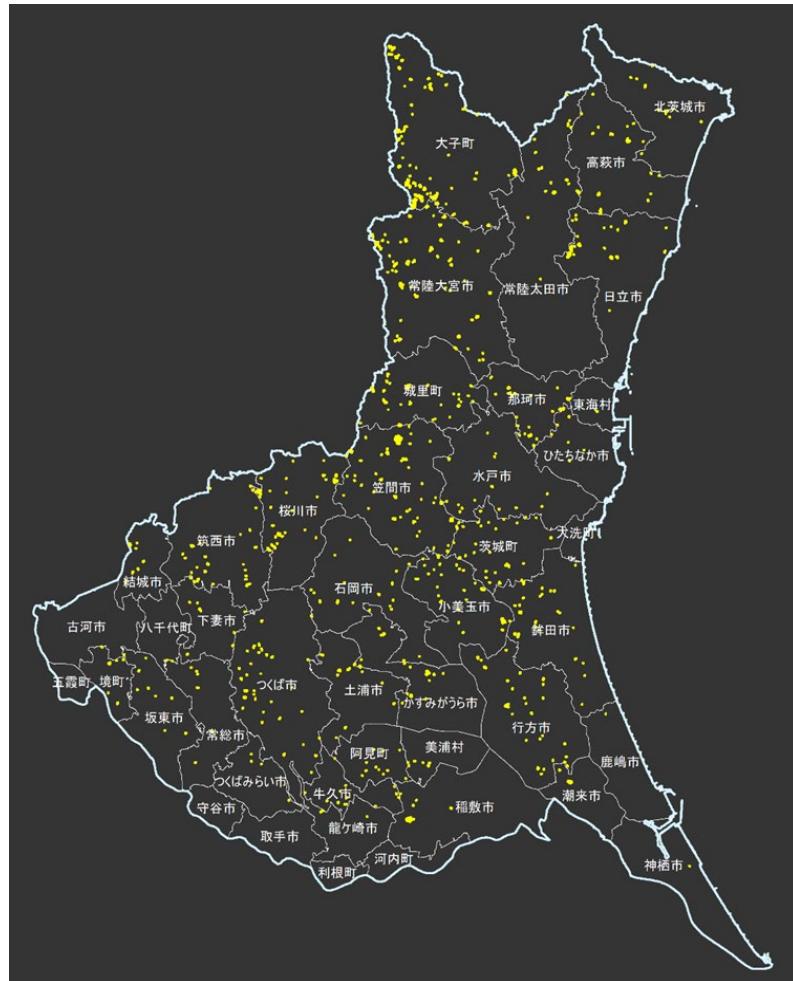
- 森林管理の効率化に向けた衛星データの利用検討のため、森林総合研究所・茨城県と3者協定を締結
- 茨城県の森林クラウド*に約3ヶ月間隔で伐採検知情報を登録（全7回1,010ヶ所）、市町村で利用実証中
- 2023年11月開催の全国育樹祭（茨城県主催、皇嗣殿下ご臨席）で、毛利衛さんよりこの取り組みを紹介



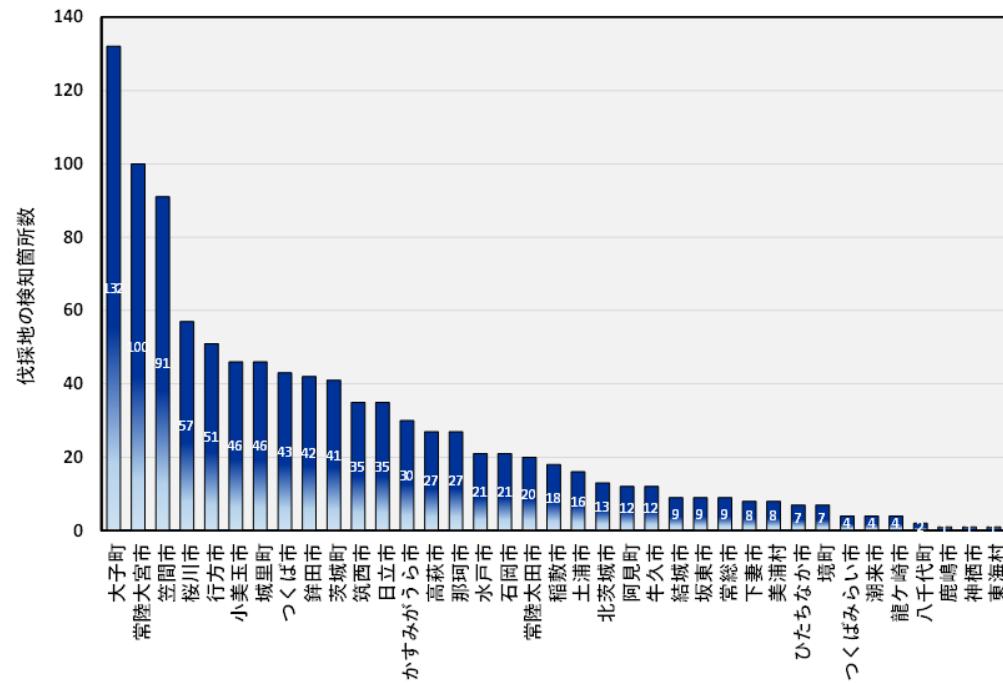
PALSAR-2による伐採検知



茨城県森林クラウドでの利用



茨城県内の伐採検知箇所分布



茨城県内の市町村別の伐採検知数
(2021年1月～2023年7月)

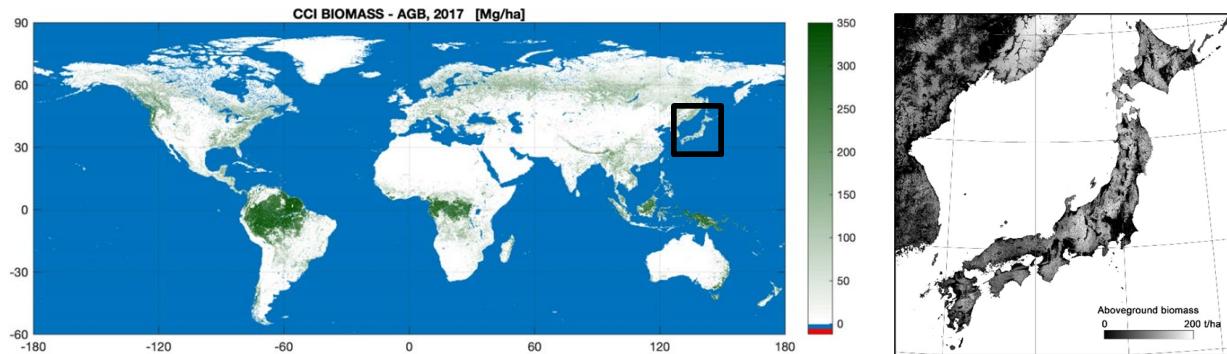
*森林クラウド：クラウド・GISにより森林情報を共有・管理するシステム
(利用者：自治体、森林組合等)



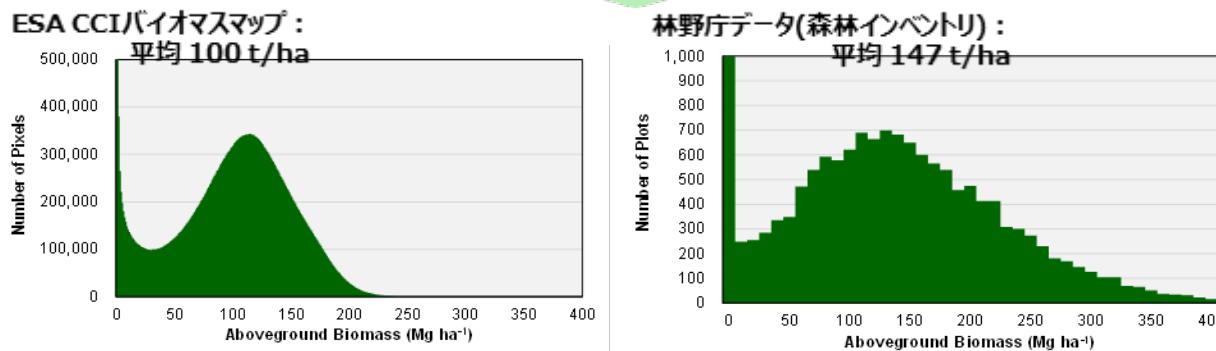
森林管理(森林バイオマス推定)



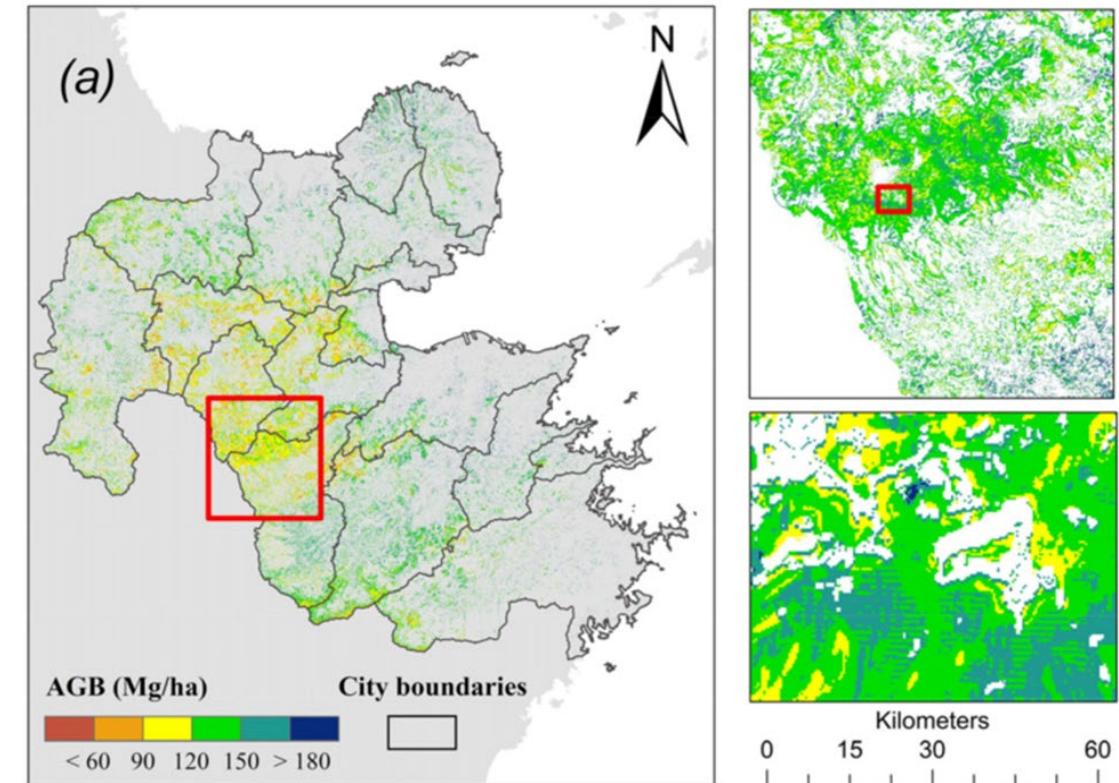
- 宇宙開発利用加速化戦略プログラム（スターダストプログラム）『森林管理カーボンニュートラルの実現に向けた森林バイオマス推定手法の確立と戦略的実装』（令和5～7年度）
- 欧州作成マップは日本の森林バイオマスを7割程度に過小推定→日本独自の高精度なマップが必要
- カーボンクレジットへの利用検討や、東南アジア数ヶ国での森林バイオマスマップ作成も実施



代表的な全球森林バイオマスマップ (ESA-CCI)



林野庁データによる全球森林バイオマスマップの検証(日本域)



北海道大学との共同研究で作成した大分県広葉樹林の地上部バイオマスマップの例 [Li et al., 2022]



陸域水循環シミュレーションシステム Today's Earth (TE)

- 全球再解析と衛星観測を融合した気象強制力をもとに、陸面過程モデルMATSIRO+河川モデルCaMa-Floodでシミュレーションを行い、全球陸域水循環を推定するシステム。
- 同様の全球モデルデータを収集して作成されるWMO State of Global Water Resources 2022に、TEデータも提供しており、2022年の世界平均の河川流量は平年に比べ少なかったことなどが示されている。
- 今年度はさらに、衛星データ融合アンサンブル気象シミュレーションプロダクト「NEXRA」を用いた、陸域のアンサンブルプロダクトも公開済。

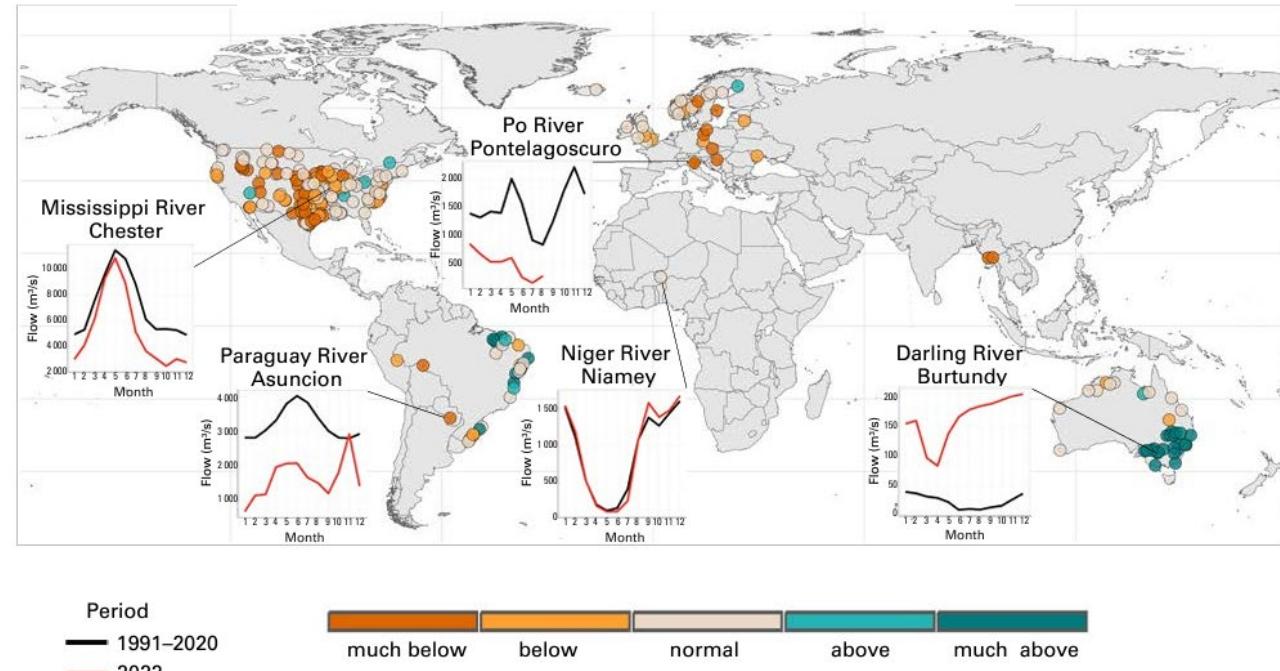
- <https://earth.jaxa.jp/ja/earthview/2023/08/02/7686/index.html>



WMOレポートに使用された全球モデル一覧

Model name	Institution	Spatial coverage	Spatial model resolution	Climate data product used	Simulations used in the report
WaterGAP 2.2e	Goethe University Frankfurt	Global	0.5° × 0.5°	20CRv3-ERA5	main report: streamflow simulations
Conjunctive Surface-Subsurface Process version 2 (CSSPv2)	Nanjing University of Information Science and Technology	Global	0.125°–0.25°	ERA5	additional analysis: streamflow simulations
Mesoscale Hydrologic Model (mHM)	Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ	Two setups available: (i) global and (ii) individually delineated and calibrated GRDC basins	Last version was based on the 0.25° resolution	ERA5	main report: streamflow simulations
World-Wide HYPE (WWH) version 1.3.9	Swedish Meteorological and Hydrological Institute	All continents except Antarctica	On average 1 000 km²	HydroGFD	main report: streamflow simulations/reservoirs
DHI-GHM	DHI	Covers land surface of the globe between 60°S and 80°N	0.1° × 0.1°	ERA5	main report: streamflow simulations
CaMa-Flood with Dam	University of Tokyo	60°S–90°N, 180°W–80°E (not including Greenland)	0.25° lat./lon. deg.	ERA5-land runoff	main report: streamflow simulations/reservoirs
Today's Earth –Global (TEJRA55)	University of Tokyo/Japan Aerospace Exploration Agency	60°S–90°N, 180°W–180°E (not including Greenland)	0.25° lat./lon. deg.	JRA-55	main report: streamflow simulations
Global Flood Awareness System (GloFAS)	European Commission Joint Research Centre (JRC)	Global except for Antarctica (60°S–90°N, 180°W–180°E)	0.05° (~5 km, gridded)	ERA5	main report: streamflow simulations

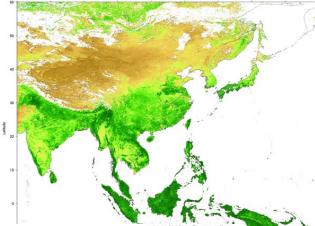
平年と比べた2022年の世界の主要な河川流況



衛星と気候モデルの連携

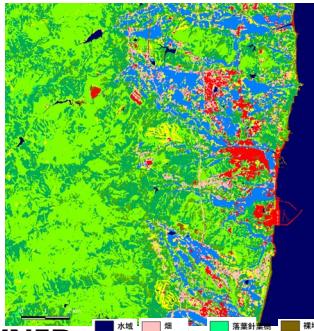
植生指標

GCOM-C/SGLI

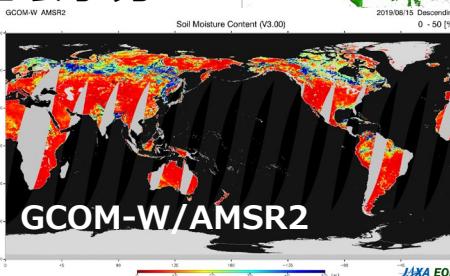


陸域

土地被覆



土壤水分量

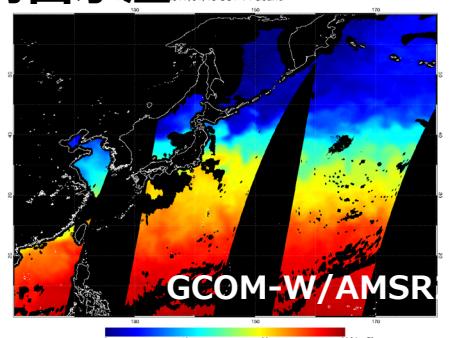


- ✓ モデルと観測の比較
- ✓ 変数間の相関
- ✓ ...

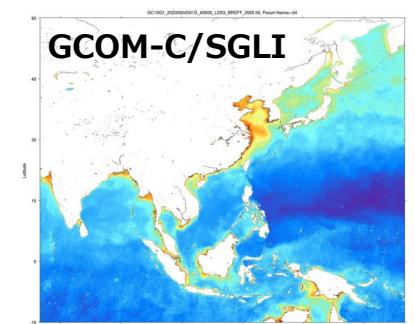
→ 地球システムモデルの改良
→ 将来の地球環境の予測改善

海洋

海面水温



クロロフィルa濃度



SENTAN

地球システムモデル (ESM)

自然災害

農業

水資源

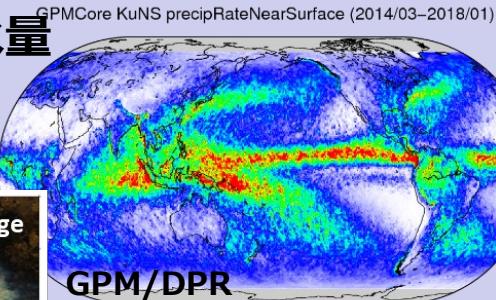
水産業

生態系

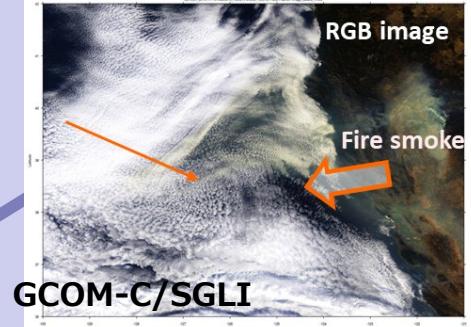
健康

大気

降水量



エアロゾル特性



GPM/DPR

GOSAT/TANSO

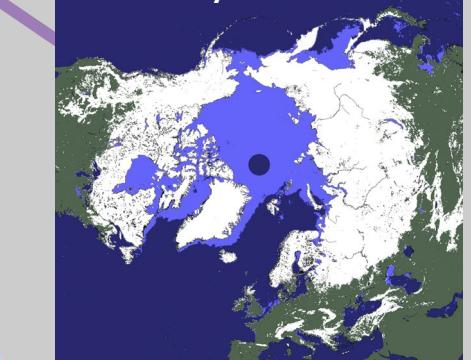
二酸化炭素

GOSAT
Analyzed by JAXA/EORC

雪氷圏

積雪分布 (乾雪・湿雪)

GCOM-C/SGLI



海水分布 (海氷密接度)

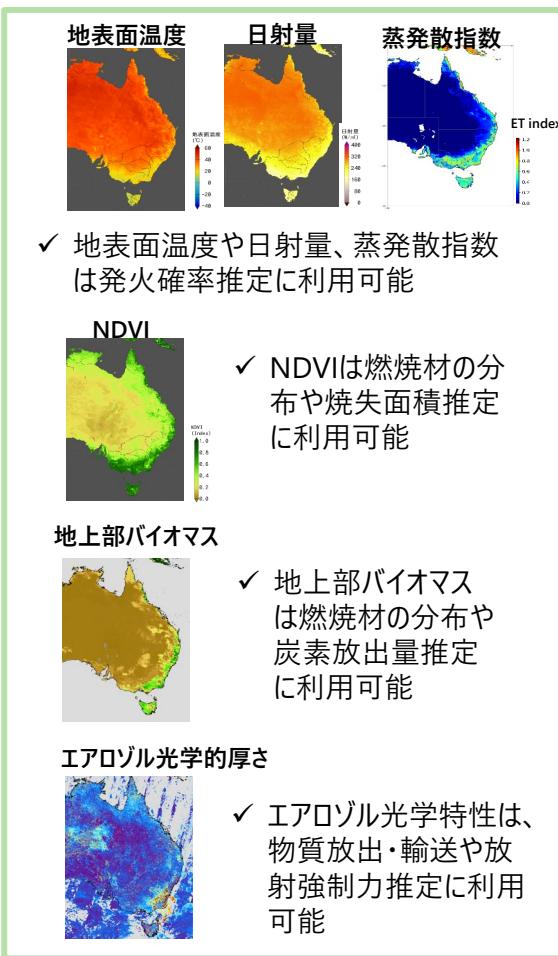
AMS2 Sea Ice Concentration



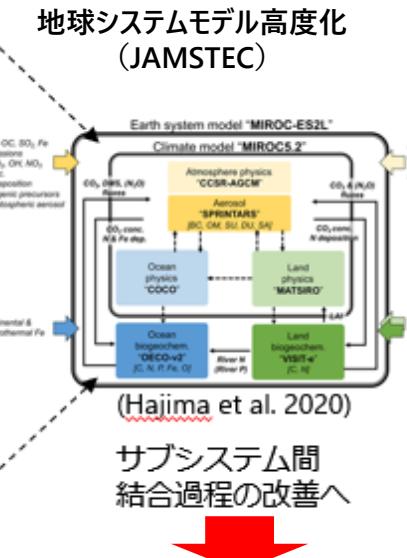
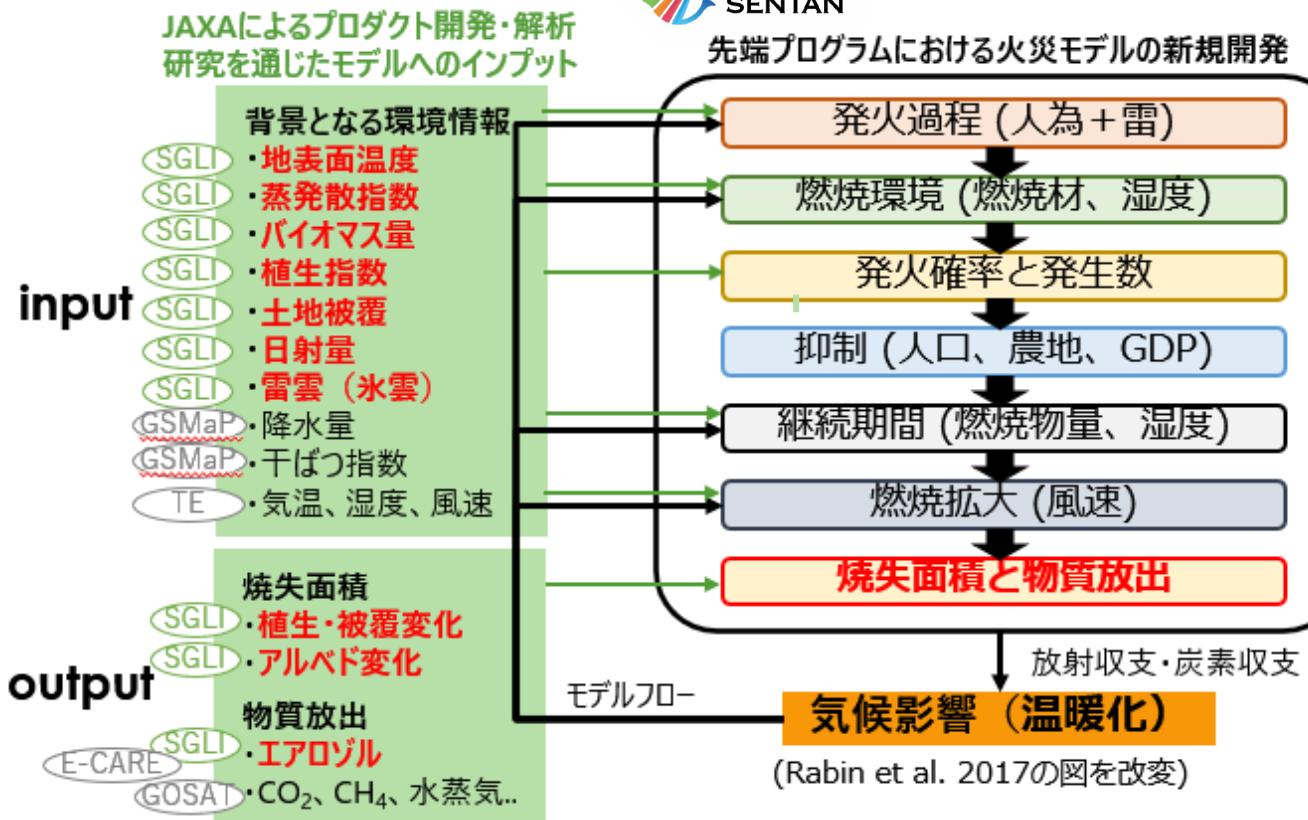


衛星と気候モデルの連携

地球システムモデル中のプロセスのうち、温暖化で増加すると予想されている**林野火災過程**について、発火から物質放出までの各プロセスを衛星観測結果に基づいて設定することで、気候変動の予測精度向上を目指す→**気候変動予測先端研究プログラム（SENTAN）**



衛星データ（左）を活用した火災モデル開発（中）により、地球システムモデル（右）の予測精度向上へ



温暖化予測
IPCC, COP
温暖化政策への反映



JAXA Earth API

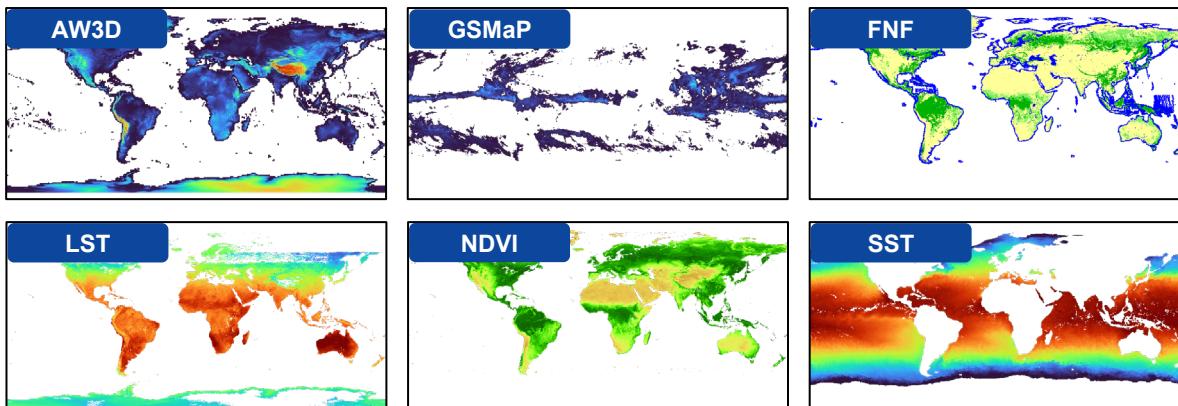


JAXA Earth API

```
import * as je from "./jaxa.earth.esm.js";

const data = await je.getData({
  collection: "https://.../AW3D0.v3.2_global/collection.json",
  catalog: "2021-02/catalog.json",
  band: "DSM",
  width: 1000,
  height: 500,
  bbox: [-180, -90, 180, 90],
});
const cmap = new je.image.ColorMap(0,6000,"jet");
document.body.appendChild(je.image.createImage(data,cmap).getCanvas());
```

ブラウザ上に全球地形データを表示する
JavaScript版APIの例



…など、約70種のデータセットに対応中

- 2022/6に新規公開、無料で利用可能
- PythonとJavaScriptに対応した衛星データ取得用API (Application Programming Interface)
- Cloud Optimized GeoTIFF (COG)とSpatioTemporal Asset Catalogs (STAC)を利用
- モジュールを読み込んで、メソッドにプロダクト、緯度経度範囲、サイズを指定するだけでデータ入手可能
- 画像では無く、工学値変換後の数値配列として入手可能
- 数値データで入手できるため、任意の可視化処理、統計処理が可能

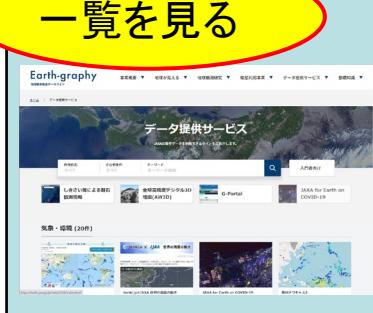


data.earth.jaxa.jp

まとめとJAXA地球観測データの公開情報

- ・ 大気・陸域・海洋をグローバルからローカルに監視する様々な衛星データが存在
- ・ 気候変動適応への対応において、使いやすいデータを提供するために、利用者との対話を引き続き行っていきたい

一覧を見る



Earth-graphy データ提供サービス

JAXAの地球観測衛星のデータに関するポータルサイト。さまざまなデータ提供ウェブサイトの紹介・プロダクト一覧・利用の手引きや相談窓口などの情報を一覧可能。

<https://earth.jaxa.jp/ja/data/index.html>



G-Portal

JAXAの地球観測衛星によって得られたデータの検索(衛星／センサ検索、物理量検索)と提供を行うシステム。

<https://gportal.jaxa.jp/gpr/>

目的別に見る



世界の雨分布速報 (GSMaP_NRT)・世界の雨分布リアルタイム (GSMaP_NOW)

GPM主衛星などをを利用して観測された世界中の雨の状況を配信しているサイト。GSMaP_NRTは4時間前の順リアルタイム画像、GSMaP_NOWでは実況画像を公開。

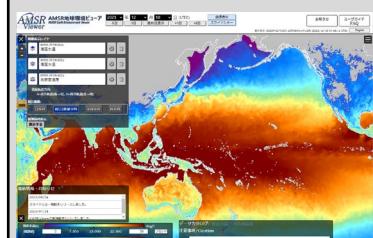
https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index_j.htm



Today's Earth

災害監視・水文研究のための、地表・河川シミュレーションの結果を公開。全球版(Today's Earth-Global)は陸域50km・河川25km解像度、日本版(Today's Earth-Japan)は1km解像度。

https://www.eorc.jaxa.jp/water/index_j.htm



AMSR 地球環境ビューワ

AMSRシリーズによる水循環に関する物理量を可視化するサイト。時系列の表示・取得も可能。2023年8月から期間平均・偏差の表示機能を追加。

<https://www.eorc.jaxa.jp/AMSR/viewer/>



JAXA Earth API

Python及びJavaScriptに対応したAPIモジュールを使ってデータを取得できるサービス。JAXAが公開している主要なデータに対応しており、日々更新中。

<https://data.earth.jaxa.jp/>