



気候変動観測衛星

GC0M-C  
Global Change Observation Mission-Climate

資料78-3

科学技術・学術審議会  
研究計画・評価分科会  
宇宙開発利用部会  
(第78回2023.8.29)

# 気候変動観測衛星「しきさい」(GC0M-C) プロジェクト終了審査の結果について

2023年8月29日

宇宙開発利用部会

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

第一宇宙技術部門

寺田 弘慈

田中 一広

# はじめに（事後評価と本資料の位置づけ）

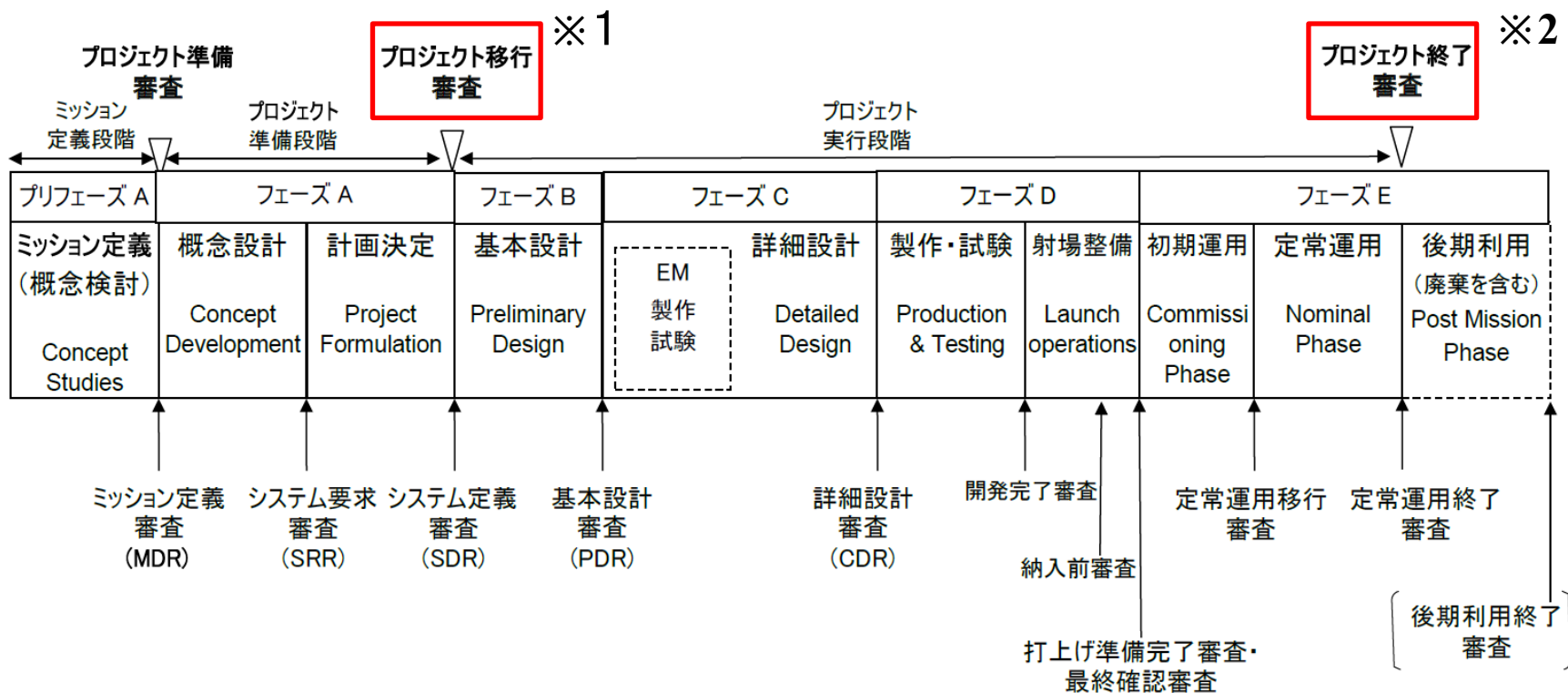
## 【経緯】

- 気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)は、2017年12月23日に打ち上げ、2022年12月23日に設計寿命である5年間の定常運用を達成し、その後も順調に観測を継続している。
- 5年間の定常運用により、エクストラサクセスを含む定められた全てのサクセスクライテリアを達成し、GCOM-Cプロジェクトの終了について2023年8月1日のJAXA理事会議において了承された。

## 【本資料の報告内容と位置づけ】

- 本資料では、「宇宙開発利用部会における研究開発課題等の評価の進め方について」(令和5年(2023年)4月28日宇宙開発利用部会決定)を踏まえた事後評価を受けるため、JAXA自らが評価実施主体となって実施したGCOM-Cの評価結果を報告するものである。
- なお、GCOM-Cの目的、目標、開発方針、開発計画については、平成20年(2008年)12月10日に宇宙開発委員会 推進部会による事前評価を受けた。

# はじめに (JAXA内審査会の実績)



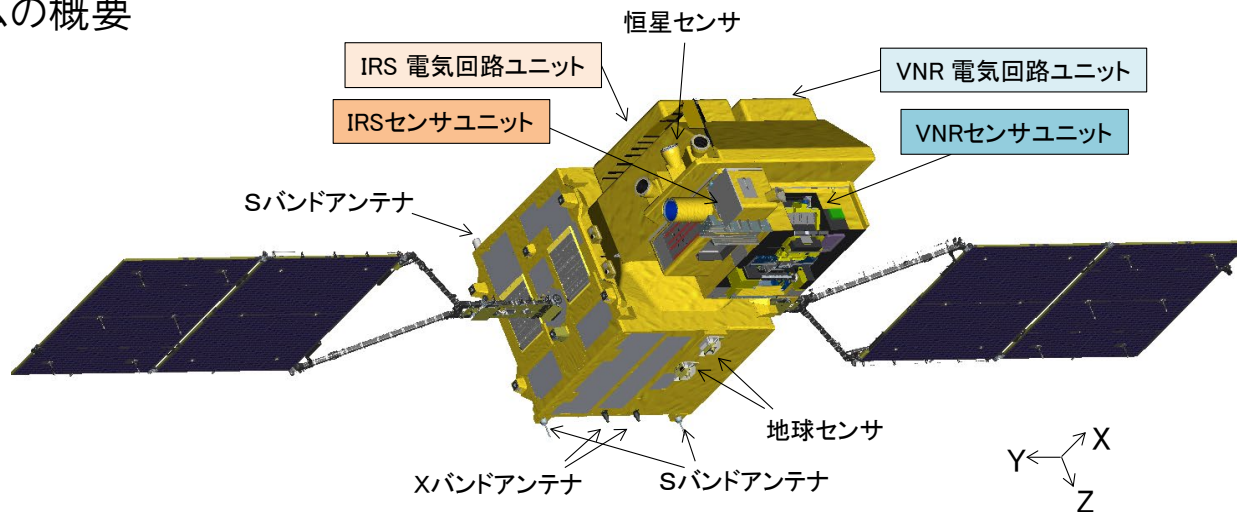
※1 GCOM-Cプロジェクト移行審査会は、2008年7月15日に開催された。この結果として、衛星開発等がプロジェクト移行したが、「衛星開発以外(H-IIA ロケット調達、地上システム開発および運用)の資金計画については仮設定とする」とされた。これを踏まえ、GCOM-Cプロジェクト移行審査会(その2)が、2014年4月9日に開催された。このため、予算などについては移行審査会(その2)で了承されたものを前提としている。

※2 GCOM-Cプロジェクト終了審査会は、定常運用(設計寿命5年)の結果を確認する定常運用終了審査会を受けて、2023年7月16日に開催された。

1. 気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)の概要
2. プロジェクト目標の達成状況
3. アウトカムの達成状況
4. 後期利用段階の観測
5. プロジェクト終了審査結果
6. 本報告のまとめ

# 1. 気候変動観測衛星「しきさい」GCOM-Cの概要

## ■衛星システムの概要



GCOM-C

光学観測  
17波長  
250m分解能

参考：GCOM-W

電波観測  
7周波数  
> 5km分解能

### □GCOMの目的

地球規模での気候変動・水循環メカニズムを解明する上で有効な物理量を、全球規模の電波と光学の2種類の観測手段により長期・継続的に観測すること。

### □GCOM-Cの目的

光学センサにより、植生、雲・エアロゾル、海面水温、等の物理量を、全球規模で観測すること。

### □GCOM-WとGCOM-Cの共通化

現在も観測を継続しているGCOM-W(2012年5月打ち上げ、電波センサ搭載)とは、GCOM-Cはバス機器の80%以上において共通化している。

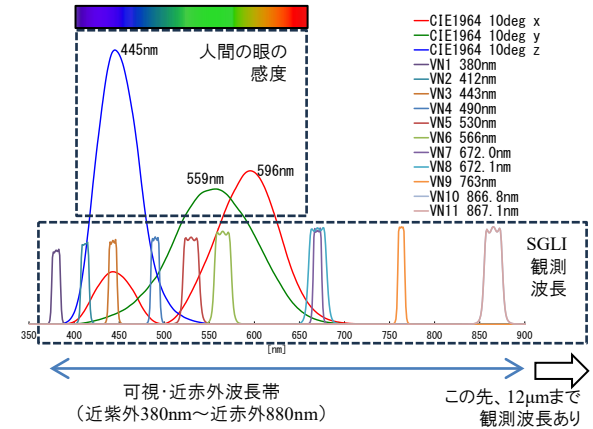
□プロジェクト総開発費は322億円であり、計画通り進行した。

|       |   |
|-------|---|
| 質量    | 2090kg  |
| 形状    | 2翼 太陽電池パドル 箱型   |
| 軌道上寸法 | 4.7m (X) x 16.5m (Y) x 2.6m (Z)                                   |
| 発生電力  | 4,000W 以上 (EOL)   |
| 設計寿命  | 5年  |
| センサ   | 多波長光学放射計 (SGLI)   |
| 軌道    | 太陽同期準回帰軌道<br>・降交点地方太陽時 10:30<br>・高度 798km (赤道上)<br>・軌道傾斜角 98.6deg |
| ロケット  | H-IIAロケット 37号機  |

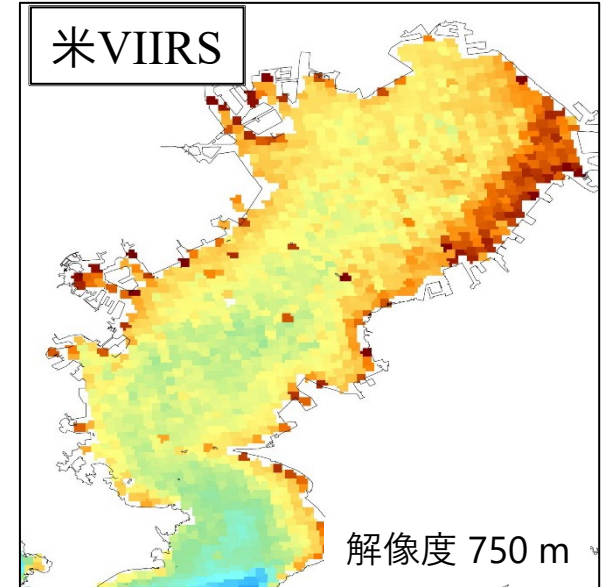
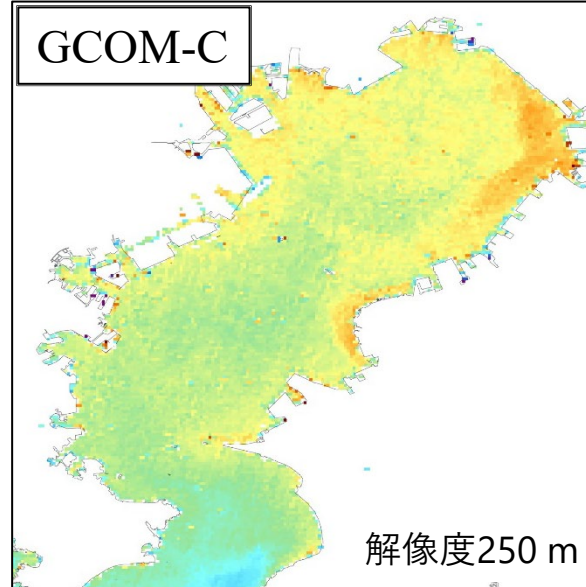
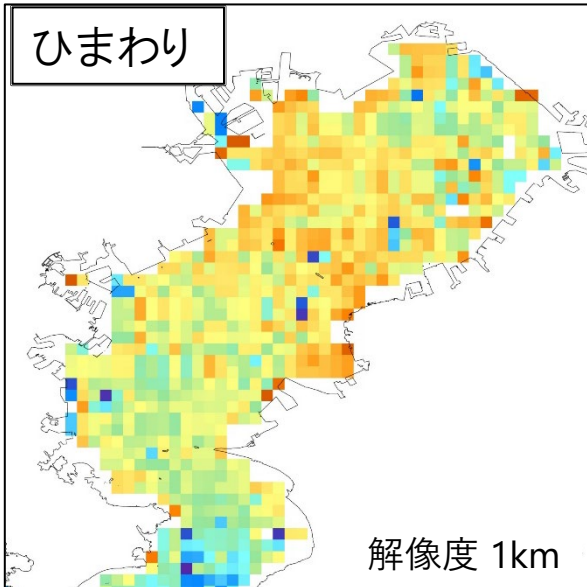
# 1. 気候変動観測衛星「しきさい」GCOM-Cの概要

## ■多波長光学放射計(SGLI)

- ✓ 人間の眼(RGB, 可視波長帯)より、はるかに広い波長帯(380nm~12μm)の多数のチャンネル(19ch)を用いて、広域・連続・高分解能・高精度の分光観測を実現
- ✓ 同種の欧米の衛星よりも高い分解能とノイズ性能(S/N比)を実現
- ✓ 欧米の衛星に依存していた沖合中心の利用から、複雑な挙動を示す沿岸域の利用が可能になった



2022年11月27日 東京湾のクロロフィルa濃度



# 1. 気候変動観測衛星「しきさい」GCOM-Cの概要



## ■GCOM-C開発・運用スケジュール

| 年度               | 2007 (H19)                     | 2008 (H20) | 2009 (H21)     | 2010 (H22) | 2011 (H23) | 2012 (H24) | 2013 (H25) | 2014 (H26)      | 2015 (H27) | 2016 (H28) | 2017 (H29)       | 2018 (H30)     | ~      | 2022 (R4)                                |  |
|------------------|--------------------------------|------------|----------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|------------|------------|------------------|----------------|--------|--|--|
| 主要<br>マイルストーン    | 事前評価<br>(開発研究移行)<br>SRR<br>SDR | プロジェクト移行審査 | 事前評価<br>(開発移行) | JAXA総括PDR  |            |            | JAXA総括CDR  | プロジェクト移行審査(その2) |            |            | 打上げ<br>開発完了審査    |                |        | 事後評価<br>(利用部会)<br>プロジェクト終了審査<br>定常運用終了審査 |  |
| 衛星<br>システム       | 計画決定                           | システム設計     | 基本設計           | 詳細設計       |            |            |            | 製作・試験           |            |            |                  |                |        |  |  |
| SGLI             | 試作試験                           | 基本設計       | 詳細設計           | 製作・試験      |            |            |            |                 |            |            | 軌道上初期<br>機能確認(※) |                |        |  |  |
| 衛星管制<br>システム     | 概念検討                           | 概念設計       | 基本設計           | 詳細設計       | 製作・試験      |            |            |                 |            |            | ※                | 初期<br>校正<br>検証 | 定常観測運用 |  |  |
| ミッション運用系<br>システム | 概念検討                           | 概念設計       | 基本設計           | 詳細設計       | 製作・試験      |            |            |                 |            |            | ※                |                |        |  |  |
| 利用研究系<br>システム    |                                |            | アルゴリズム開発等      |            |            |            |            |                 |            |            |                  |                |        |  |  |

### ■打上げ後の主要イベント

2017年 12月23日 打上げ

2018年 3月28日 定常運用移行審査会

2018年 12月14日 初期校正検証完了確認会 ⇒ 2018年12月20日 一般へのデータ公開開始

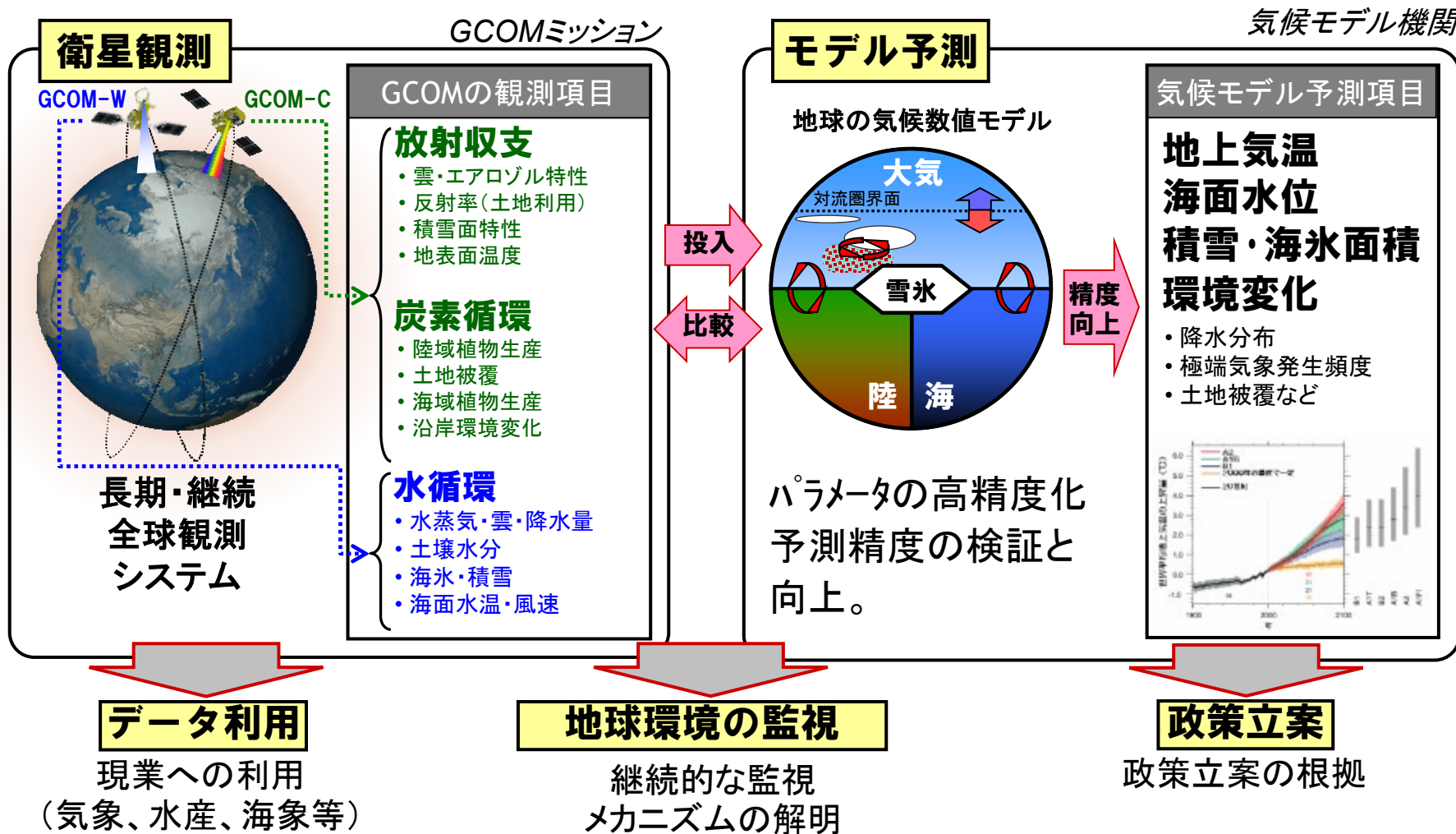
2022年 12月23日 定常運用(5年間)のミッション達成

2023年 7月18日 プロジェクト終了審査会

# 1. 気候変動観測衛星「しきさい」GCOM-Cの概要

## ■GCOMプログラム

電波センサ(しずく)と光学センサ(しきさい)による長期連続観測(\*)により、気候モデル機関等と連携して「政策立案」「地球環境の監視」「データ利用」への貢献を目指す。



(\*)気候変動は太陽からのエネルギー入力を主な駆動源としていることから太陽活動周期をカバーする10~15年程度



## 2. プロジェクト目標の達成状況

### ■ GCOM-Cサクセスクライテリアの達成状況

29個全ての標準プロダクトにおいてフルサクセス精度を実現し、規定時間内の連続提供を継続している。そのうち4個はエクストラサクセスの精度に到達。

| 評価条件              |                                   | サクセスレベル  |   |  |
|-------------------|-----------------------------------|--|---|--|
|                   |                                   | ミニマムサクセス   | フルサクセス  |  |
| プロダクト生成<br>に関する評価 | 標準プロダクト*1<br>(リリース基準精度/標準精度/目標精度) | 打上げ後約1年間で、校正検証フェーズを終了し、外部にプロダクトリリースを実施すること。その時、20個以上の標準プロダクトがリリース基準精度*2を達成していること。<br><span style="float: right;">達成</span> | 打上げ後5年間で、すべての標準プロダクトが標準精度を達成すること。<br><span style="float: right;">達成</span>                    | 打上げ後5年間で、目標精度を達成するものがあること。<br><span style="float: right;">達成</span>                          |
|                   | 研究プロダクト*1<br>(目標精度)               | —  | —   | 打上げ後5年間で、目標精度を達成するものがあること。気候変動に重要な新たなプロダクトを追加出来ること。<br><span style="float: right;">達成</span> |
| データ提供<br>に関する評価   | 実時間性                              | リリース基準精度達成時に、目標配信時間内に配信できることを確認する。<br><span style="float: right;">達成</span>  | リリース基準精度達成後、打上げ後5年経過時点までの間、稼働期間中に目標配信時間内配信を継続していること。<br><span style="float: right;">達成</span> | —  |
|                   | 連続観測                              | リリース基準精度達成時に、連続的に観測し*4、データを提供できることを確認する。<br><span style="float: right;">達成</span>  | リリース基準精度達成後、打上げ後5年経過時点までの間、連続的に観測し*4、データを提供していること。<br><span style="float: right;">達成</span>   | —  |

\*1 標準プロダクトは、ミッション目的の実現に対して特に重要で、ADEOS-IIなどの実績で実現性が十分確認されており、データの提供形態としても計画的な提供を行なうべきプロダクトを指す（研究利用機関・実利用機関とGCOM委員会で協議の上決定した）。研究プロダクトは、開発や利用の面で研究段階にある、あるいは計画的な提供形態にそぐわないプロダクト。  
 \*2 リリース基準精度: 気候変動解析に貢献しうるデータとしてリリースできる最低精度。  
 \*3 GCOM-C1については、標準プロダクトの中でADEOS-II搭載GLIの標準プロダクトに相当するものの数（20個）以上がリリース基準精度を達成することをミニマムサクセスとする。  
 \*4 地表面観測の計画期間中（稼働期間中）に連続したデータを取得することを意味する。

## 2. プロジェクト目標の達成状況

### ■プロダクトの精度向上

最初の目標であった打上げ1年後の公開を実現したあと、段階を踏んでプロダクトの精度を向上した。

#### 標準プロダクトの精度

| 圏 [標準プロダクト数]              |                     | L1 [1] | 陸域 [9] | 大気 [8] | 海洋 [7] | 雪氷 [4] | 計 [29] |
|---------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| リリース基準達成<br>[2018年12月]    |                     | 1      | 9      | 8      | 7      | 4      | 29     |
| 標準精度<br>達成                | Ver.1時点<br>2018年12月 | 0      | 1      | 4      | 3      | 1      | 9      |
|                           | Ver.2時点<br>2020年6月  | 1      | 4      | 5      | 5      | 2      | 17     |
|                           | Ver.3時点<br>2021年11月 | 1      | 9      | 8      | 7      | 4      | 29     |
| 目標精度達成<br>[2022年12月23日時点] |                     | 0      | 0      | 2      | 2      | 0      | 4      |

(参考) 標準プロダクトのサクセスクライテリア

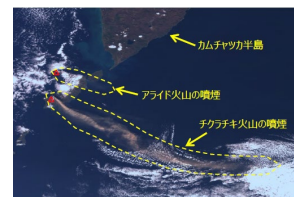
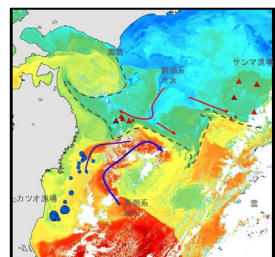
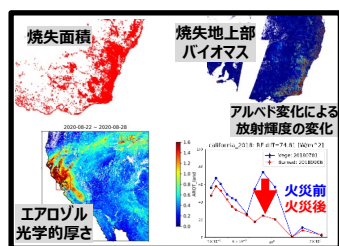
| サクセス<br>レベル | ミニマムサクセス<br>[打ち上げ1年後確認済]  | フルサクセス<br>[打ち上げ5年後確認]                       | エキストラサクセス<br>[打ち上げ5年後確認]             |
|-------------|---|---|--------------------------------------|
| 標準<br>プロダクト | 打ち上げ後約1年間で、校正検証フェーズを終了し、外部にプロダクトリリースを実施すること。その時、20個以上の標準プロダクトが <b>リリース基準精度</b> を達成していること。 | 打ち上げ後5年間で、すべての標準プロダクトが <b>標準精度</b> を達成すること。 | 打ち上げ後5年間で、 <b>目標精度</b> を達成するものがあること。 |

# 2. プロジェクト目標の達成状況

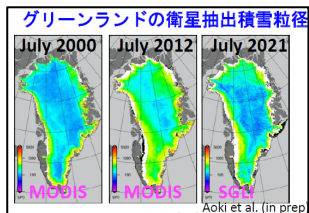
## ■プロダクトの利用状況

予定通りに打ち上げ後1年に公開を開始したこと、ならびに定常終了の1年前までに標準プロダクトの精度を確保したことにより、政府系8機関等と14都道府県を含む多数のユーザへプロダクト利用を実現し、現在も提供を継続している。

## 政府系8機関等と14都道府県がしきさいデータを利用中



気象庁  
高緯度の火山監視、他



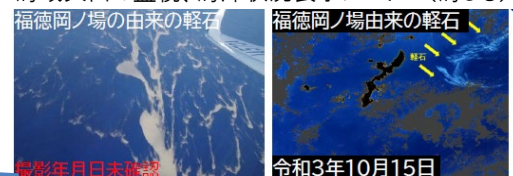
文科省補助金事業  
気候変動予測先端研究プログラム  
SENTAN(海洋研究開発機構、他)

漁業情報サービスセンター  
(JAFIC) 漁場把握

海の 海洋状況表示システム  
MBA Situational Indication Linkage

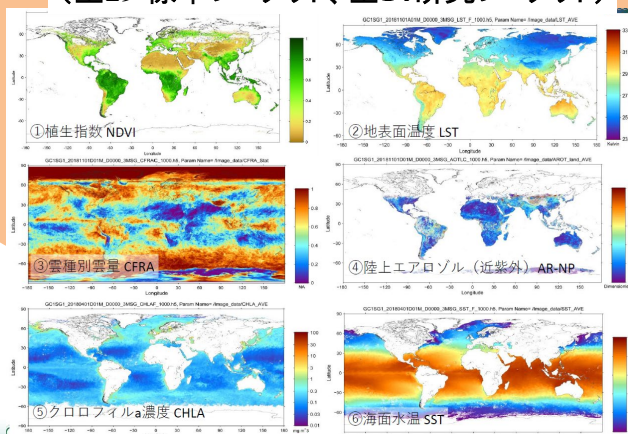
海上保安庁

海域火山の監視、海洋状況表示システム(海しる)

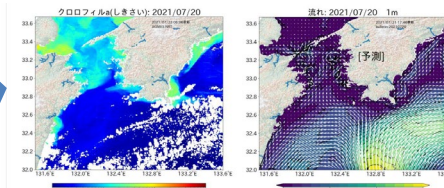


文科省委託事業  
北極域研究加速プロジェクト  
ArCS II (国立極地研究所、他)

## GCOM-C「しきさい」衛星観測プロダクト (全29標準プロダクト、全14研究プロダクト)



## 14の都道府県における利用



海洋研究開発機構  
海洋予測システム J-COPE DA

米国NOAA  
CoastWatch  
プログラム



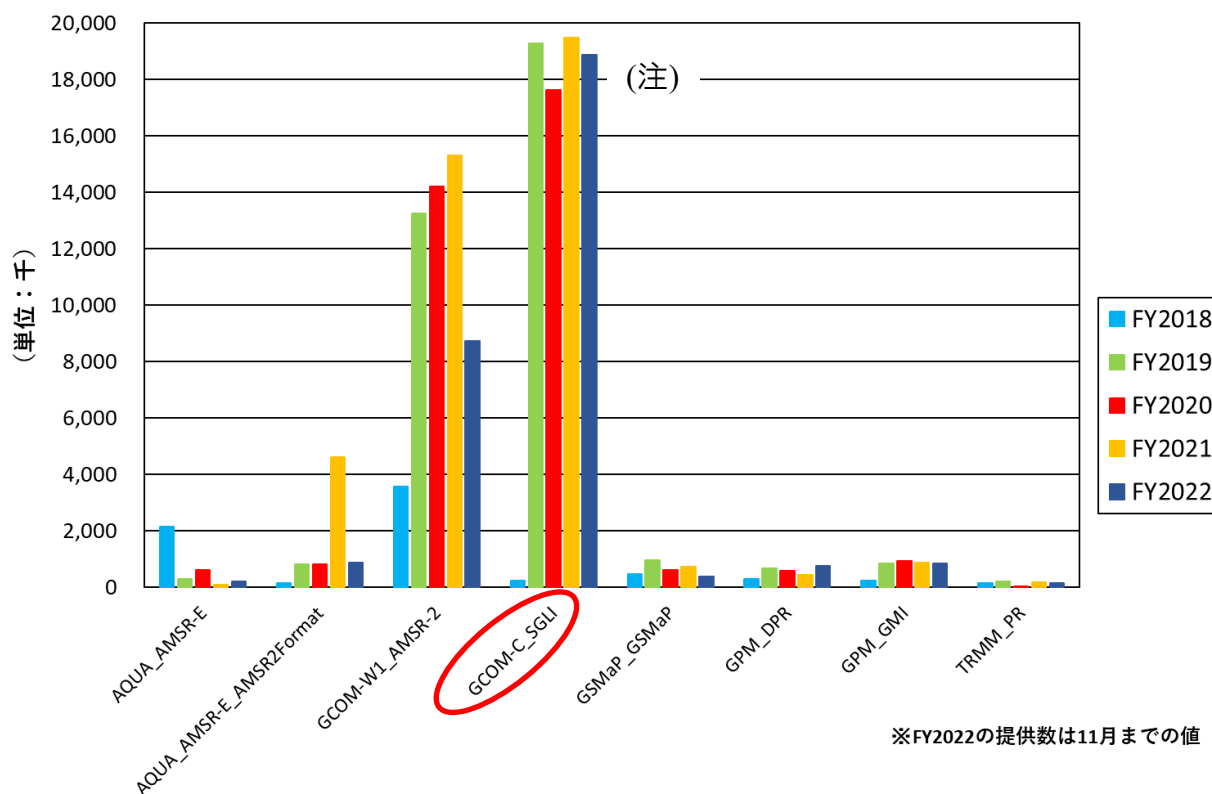
政府系プラットフォーム  
Tellus

## 2. プロジェクト目標の達成状況

### ■ プロダクトの提供状況

JAXA環境観測衛星共通のデータ提供システム（G-Portal）からの提供を基本として、様々な方法でGCOM-Cの観測データを公開している。

G-PortalからのGCOM-Cの提供数は、提供開始が12月であった2018年度を除き、他衛星センサを超えるデータ提供数になっている。



G-Portalからの  
衛星センサ別  
提供数の推移

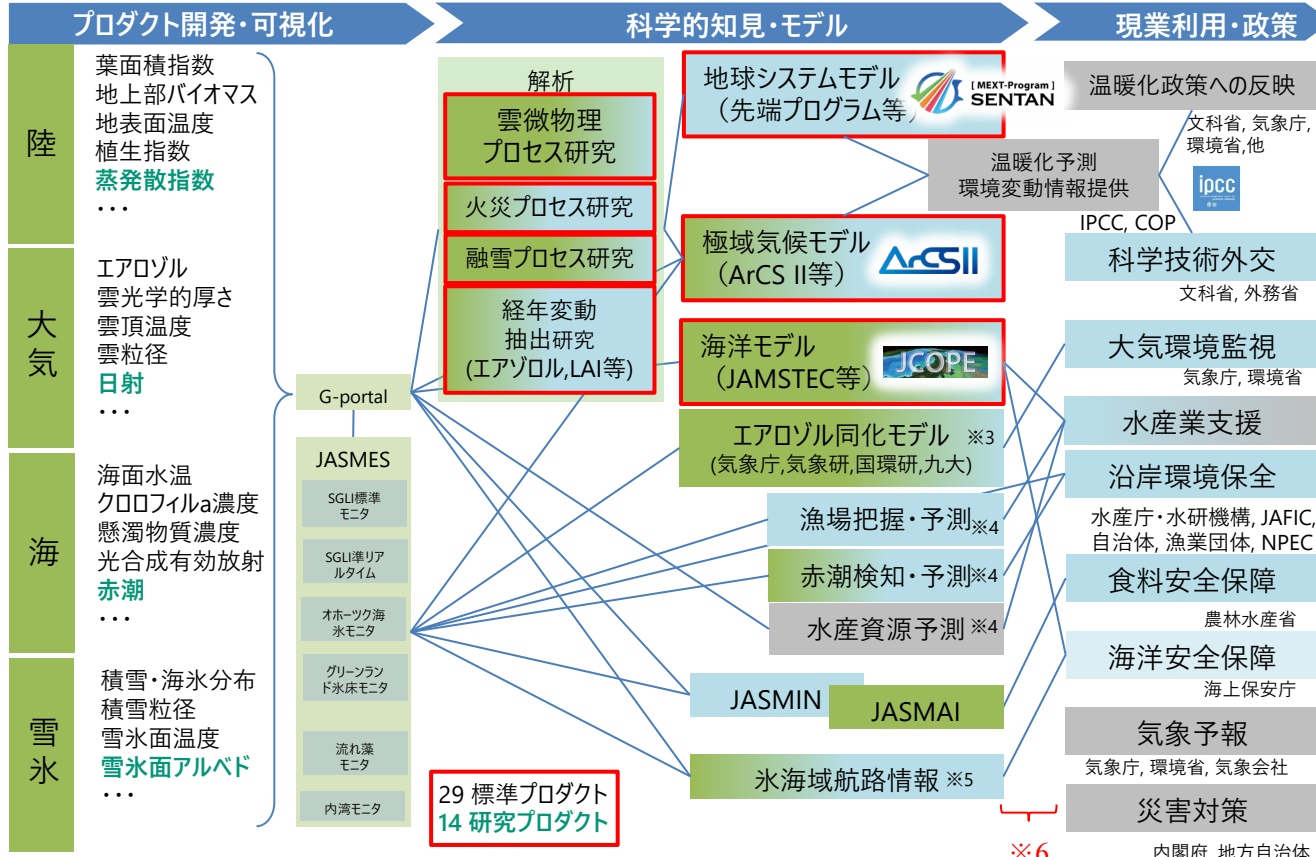
注：上図は、データ数(ファイル数)であることに注意が必要。例えば、GCOM-Wの標準L1B(輝度温度)が約30MBに対して、GCOM-Cの標準L1B(放射輝度)は約100MBであり、約3倍の開きがある。すなわち、データ流量の観点では、G-Portalから提供しているプロダクトの大部分がGCOM-Cデータである。

# 3. アウトカムの達成状況 (サイエンス分野)

## ■GCOM-Cサイエンスが目指す世界

- GCOM-Cでは、定常段階の観測により、サイエンス各分野の研究(科学的知見、モデル)の成果を上げるとともに、その成果を現業利用・政策に貢献することを目指している。

### GCOM-Cの目指す世界



### ※6 科学的知見と利用の繋がり

衛星・モデルを用いた環境変動監視・温暖化予測により、政策に必要な科学的根拠の提供が可能になる

極域等における環境変動情報の提供により、温暖化対策に向けた国外との連携体制強化に繋がる

エアロゾルデータ同化によって高精度な黄砂、越境大気汚染予測・監視が可能になる

漁場予測による船舶の燃料削減や、赤潮情報提供等による沿岸環境の保全、科学的知見に基づく水産資源管理の支援が可能になる

日射量や蒸発散指数といった農業関連情報を提供することで、国際的な食料需給の予測が可能になる

海流等の海洋モデル出力の活用により、海面浮遊物の漂流予測や氷海航路情報等の提供が可能になる

モデルプロセスの検証・改善により、気象予報の高精度化や環境災害リスク情報(極端気象等)の提供に貢献できる可能性がある

※3 SGLIによる予測精度改善を確認、今後定常運用化を予定

※4 SGLIによる事例解析を積み重ね中。漁場把握は既に実現。今後は生態系モデルとの連携することで将来予測に発展させる

※5 オホーツク海海氷監視においてSGLIが利用されている。今後極域海氷域に発展させる

実現

実施中

将来予定

# 3. アウトカムの達成状況 (サイエンス分野)

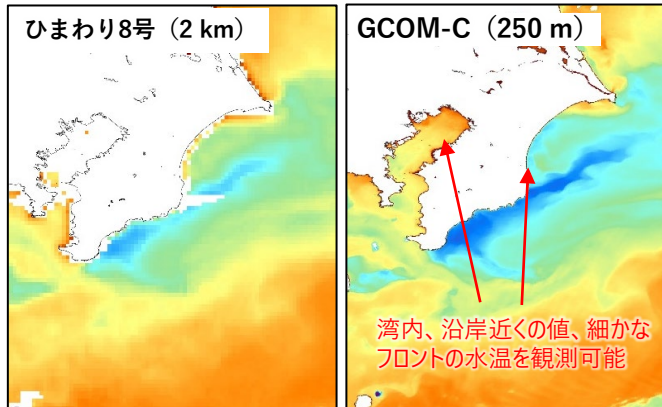
## ■GCOM-C打ち上げの効果

研究者個人ベース・海外衛星依存から、GCOM-Cを武器としたサイエンスを実現できるようになった。

| 主な改善項目            | 打ち上げ前  | 打ち上げ後   |
|-------------------|--|---|
| ① 地球環境の観測機能       | 主に米国のMODIS等による1km解像度データによる沖合を中心とした解析研究                             | <b>4倍高い解像度</b> (250m解像度) のデータが利用できるようになり、これまでの沖合を中心とした海洋環境・生態系の解析から、沿岸域の海面水温や海色、極域大規模河川の水温変動などが観測・解析できるようになった   |
| ② 気候変動課題に貢献する体制構築 | 気候変動予測に関するプログラムへ衛星データに関わる研究者個人として参加                                | 火災プロセスや融雪プロセスや雲成長プロセス研究等の実績を通じ、衛星プロダクトの特長を知るJAXAと、地球システムとその予測研究をリードするSENTANやArCS IIの連携による、 <b>衛星データの特長を十分に生かした貢献をおこなう日本としての連携体制</b> を構築できた  |
| ③ モデル同化による環境監視    | 限られた点の現場観測をエアロゾルモデルに同化・予測<br>衛星海面水温は使わず、海洋現場観測や衛星海面高度計データを海洋モデルに同化 | GCOM-Cデータの <b>同化によるモデル再現精度の向上</b> として、2018年の黄砂事例のエアロゾル (光学的厚さ) の再現誤差が3割程度軽減した。(Cheng et al. 2021)<br>これまでの入力データに加え、GCOM-W, -C, ひまわり等の <b>海面水温データを同化</b> できるようになり、日本周辺の表層水温のモデル再現誤差が4割程度軽減した。(Miyazawa et al., 2021) |

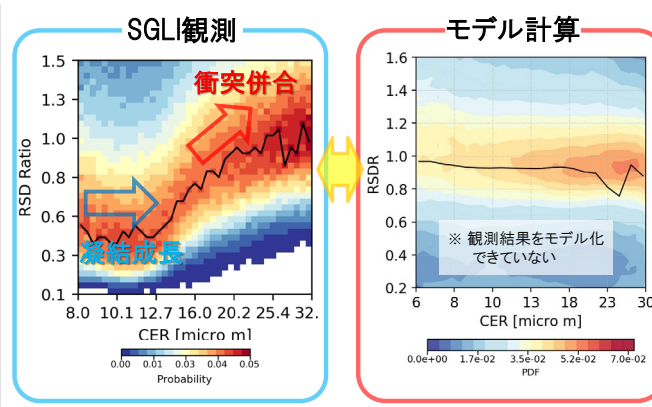
### ① 4倍細かい解像度

例：関東周辺の海面水温 (2022年6月26日)



### ② 気候変動課題に貢献する体制構築

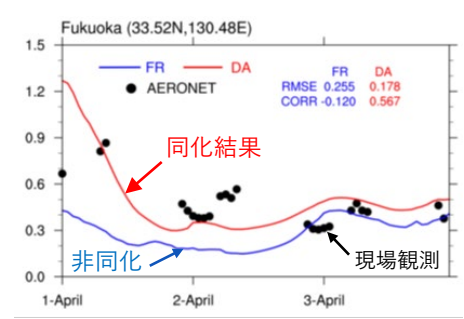
例：雲成長プロセス研究



雲成長プロセスに伴う雲粒径の変化 (東京大学)

### ③ モデル同化による環境監視

例：エアロゾル同化実験



現場データからの2乗平方誤差(RMSE)が0.255から0.178に軽減(約3割減)

Cheng et al. 2021

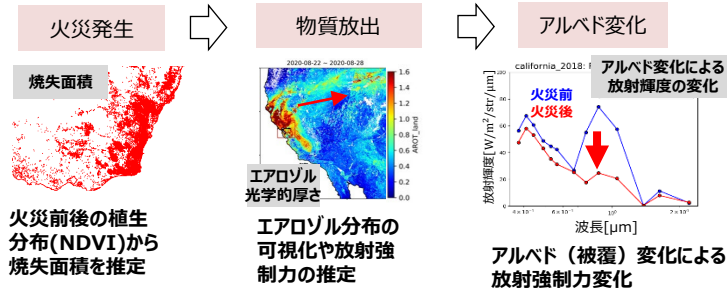
# 3. アウトカムの達成状況 (サイエンス分野)

## 外部研究プログラムとの連携による更なるアウトカム創出

### SENTAN

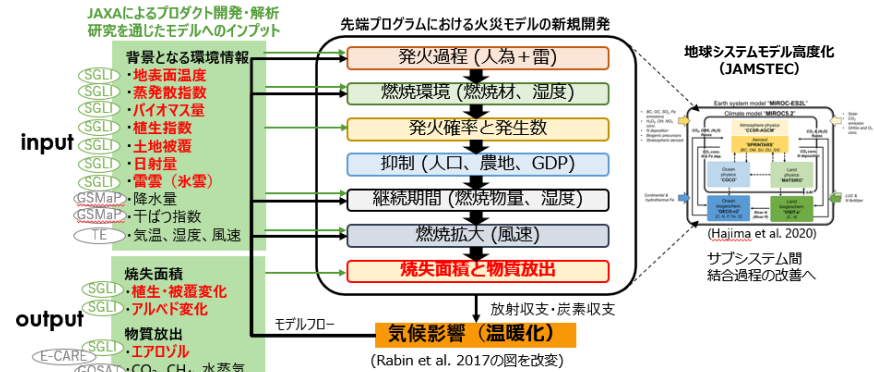
#### 現状

①**現状の課題** 温暖化に伴い火災の増加が危惧されているが、既存モデルでは、気候に対する火災の影響を十分に考慮できていない (IPCC AR6)  
 ②**SENTANへの参画** 火災発生 (焼失面積の推定) から物質放出 (炭素、エアロゾル)、アルベド変化に至るまで包括的な観測・解析が可能であることを示すことにより、JAMSTEC地球システムモデルにおける火災プロセス改善・新規構築の見通しを得て、SENTAN (FY2022-FY2026) 参画に至った。



#### 今後の計画

③**地球システムモデルの高度化** 左記の研究を発展・注力し、SENTANの**林野火災モデル**における発火から物質放出までのパラメータ設定をGCOM-C等の観測結果に基づいて行うことで、火災の発生やその影響を組み込んだ**地球システムモデルの開発・高度化に貢献し、気候変動の予測精度向上を目指す。**



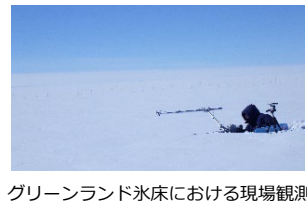
気候変動予測先端研究プログラム SENTAN (主管機関: 東京大学)

### ArCS II

#### 現状

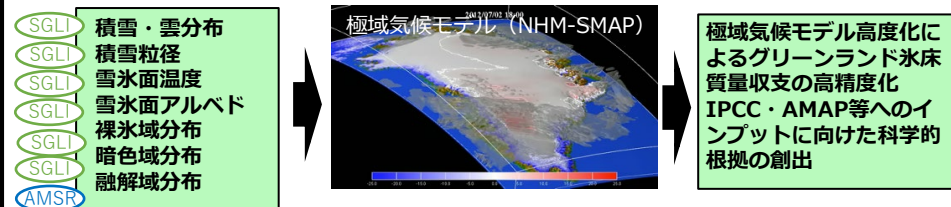
①**これまでの活動とArCS IIへの参画** JAXAはこれまでGRENE北極事業 (FY2011-2015)、ArCS (FY2015-2019)において研究者単位で参加し、北半球積雪分布変動解析や極域気候モデル開発、グリーンランド氷床質量収支評価等を実施し、第6期IPCC報告書へ研究成果をインプットした。

これらの協働を通じて極域環境変動解明に向けた研究コミュニティとの連携体制を構築し、北極域研究加速プロジェクトArCS II (FY2020-2024)において、研究者単位の研究課題参加に加えて、JAXAが研究基盤「地球観測衛星」として参画するに至った。



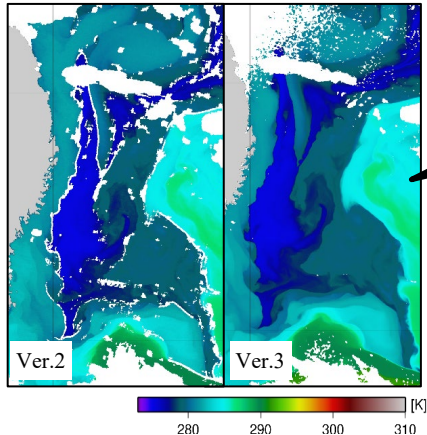
#### 今後の計画

②**極域気候モデル・地球システムモデルの高度化** ArCS IIへの参画を通じて、GCOM-C等による長期観測結果に基づく極域環境実態把握等により、極域気候モデル・地球システムモデルの高精度化を実現し、IPCCや北極圏監視評価プログラム報告書 (AMAP Assessment) 等の科学的根拠を創出をはじめとした気候変動予測精度改善などへの貢献を目指す。



# 3. アウトカムの達成状況 (サイエンス分野)

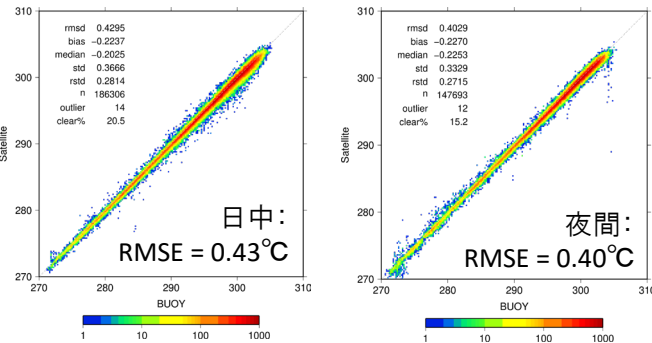
## プロダクト精度の向上と水産分野への波及・貢献



アルゴリズム改良(Ver.2⇒Ver.3)により、好漁場となる温度の境目も含めて精度よく海面水温を導出できるようになった

精度よく海面水温を導出できるようになったことにより、**好漁場となる温度の境目を示すことができるため、**漁業関係者に利用されている。

三陸沖の海面水温の分布



### 現場観測データとGCOM-C衛星観測データの比較結果

横軸: ブイの観測値 (NOAA提供)

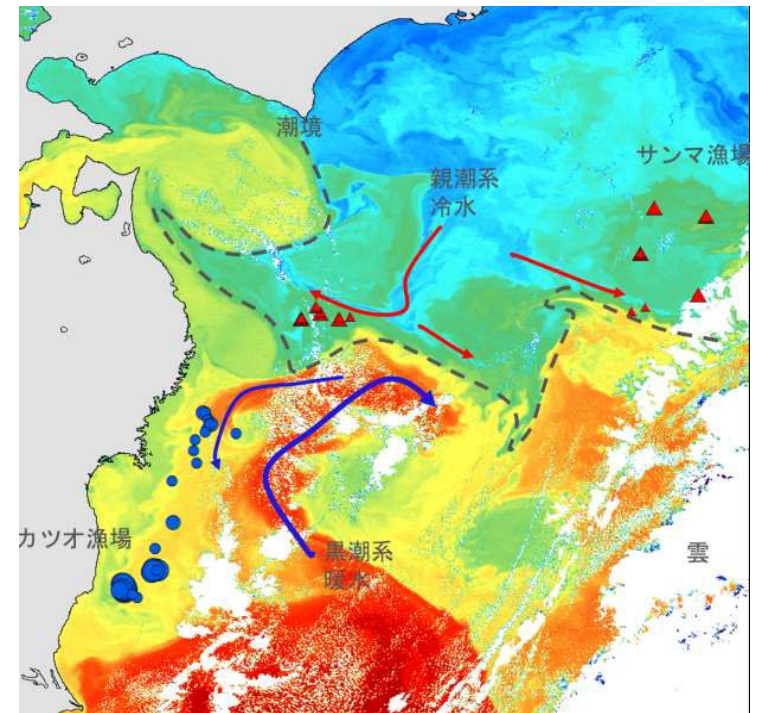
縦軸: GCOM-C海面温度 (SST)

全ての領域(約273K~305K)において目標精度(0.6°C)より高い精度を実現。

今までの実績では0.7°C

## 漁場選択の効率化

2018年10月21日のGCOM-C (しきさい) /SGLIによる水温と漁場  
三角はサンマ漁場、丸はカツオ漁場



漁業情報サービスセンター(JAFIC)提供



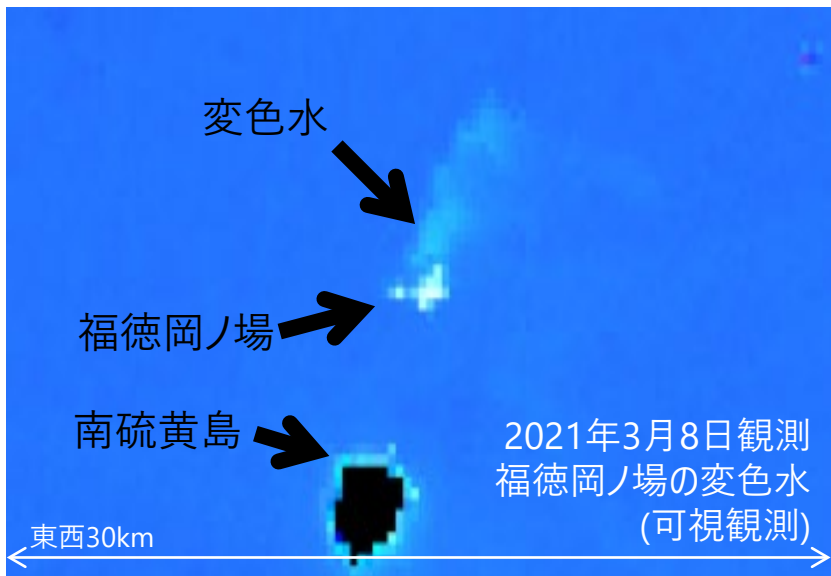
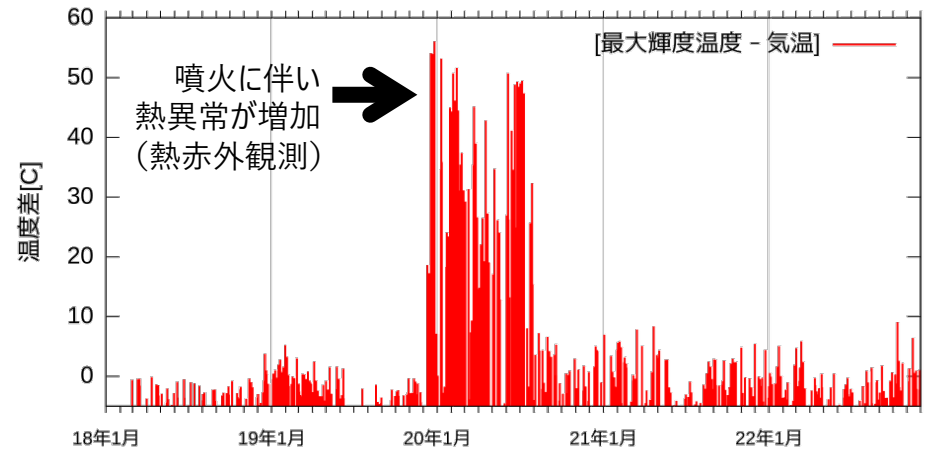
# 3. アウトカムの達成状況 (実利用分野)

## ■火山分野

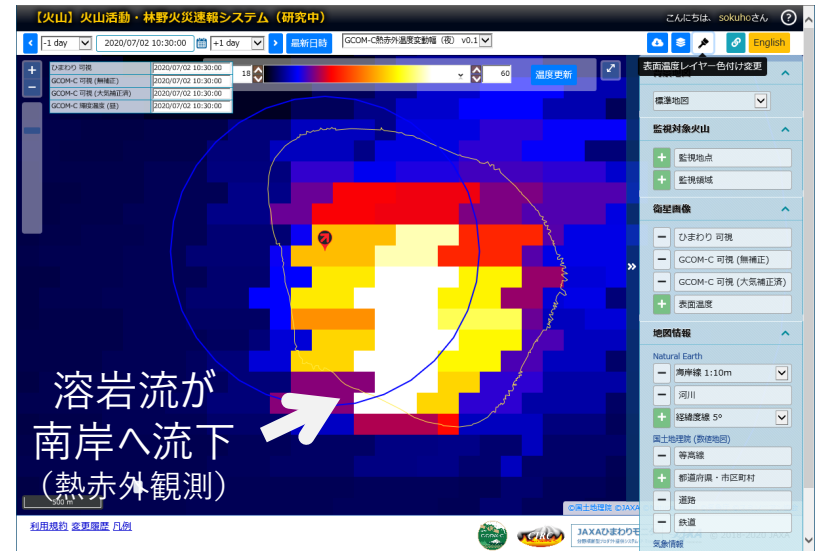
定常運用期間において、いくつかの海域火山における活発な噴火を観測した。

- 西之島の熱異常の推移：(右上図)  
2019年12月6日に再開した噴火活動のモニタリング
- 西之島の溶岩流：(右下図)  
2020年7月2日の溶岩流の南下
- 福徳岡ノ場付近火山由来の変色水 (左下図)  
2021年8月の大規模噴火の半年前に変色水を観測。  
海上保安庁が航空機観測を増やし警戒する中、2021年8月に大規模な噴火を生じた。

西之島の熱異常の推移モニタリング (2018年～2022年)



西之島の溶岩流 (2020年7月2日観測)



# 4. 後期利用段階の観測

## ■GCOM-C衛星の状況

- 年に1回から数年に1回程度の低い頻度で、軌道上の放射線等の環境による影響と推定している現象が発生しているが、いずれも適切に処置できており、今後の観測継続に支障はない。
- 衛星運用終了後の軌道降下用の燃料を考慮しても、あと11.5年分の後期利用が行える残燃料を有している。
- GCOMの目的である長期連続観測を目指して、定常段階を含めた13年以上の観測を狙える状況にある。

| サブシステム              | 状態 | 特記事項   |
|---------------------|----|--|
| 衛星全体                | 正常 |  |
| 通信系<br>(テレメトリ・コマンド) | 正常 | ウォッチドックタイマ動作によるレコーダ (HKDR) 動作停止 (軌道上2回)  |
| 通信系<br>(ミッションデータ)   | 正常 | データ処理装置 (MDC) のフレーム棄却 (軌道上5回)<br>ウォッチドックタイマ動作によるレコーダ (MDR) 動作停止 (軌道上2回)<br>レコーダ (MDR) 1ビットエラー累積カウントの上昇 (軌道上1回) |
| 電源系                 | 正常 | 姿勢変動を伴う約100Wの電力低下が発生した (軌道上 1回。2023年6月12日)   |
| 熱制御系                | 正常 |  |
| 姿勢制御系、推進系           | 正常 | 地球指向状態における恒星センサSTTの再捕捉 (軌道上5回)   |
| 観測センサ<br>(SGLI VNR) | 正常 | リミットセンサ誤作動によるVNRチルト停止 (軌道上7回)  |
| 観測センサ<br>(SGLI IRS) | 正常 | 回転中ヘルスチェック(3ヵ月毎)による動作不良素子のマスク  |

## 気候変動観測衛星(GCOM-C)プロジェクト終了審査 判定結果

2023年7月18日  
審査委員長 石井 康夫

プロジェクトマネジメント規程・実施要領に従って、プロジェクト終了の可否を判断するため、プロジェクト終了審査を実施した。審査項目及び審査結果を以下に示す。

### 1. 審査項目

- (1) プロジェクト目標(成功基準含む)の達成状況
- (2) 社会的/政策的/国際的貢献状況やアウトカム及びインパクト(波及効果)
- (3) 投入した経営資源(資金・人員)、実施体制、スケジュールの実績
- (4) 調達マネジメントの実施結果及び資産の引継先
- (5) レッスンズラードの取り込み状況
- (6) 機構横断的に継承すべき教訓・知見等の識別
- (7) 人材育成結果
- (8) 研究開発部門等によるプロジェクトへの貢献
- (6) プロジェクト終了後に移行する事業

### 2. 審査結果

上記の審査項目に沿って審査した結果、プロジェクト終了は妥当と判断した。

特にエクストラサクセスを含む全てのサクセスクライテリアを達成していること、また科学的知見・モデルにつながる利用推進活動を通じ、外部機関との連携体制の構築、及び短期予測精度の向上や現業利用(水産、火山、農業等)といったアウトカム創出の成果を上げていることを確認した。

なお、後期利用段階では、新たなアウトカム創出を目指すとともに、毎年の運用継続可否判断、及びリソース効率化に着実に取り組むことを確認した。

以上

## 6. 本報告のまとめ

- 2017年12月23日に打ち上げた気候変動観測衛星(GCOM-C,しきさい)は、2022年12月23日に5年間の定常運用を達成した。
- GCOM-Cの観測プロダクトは、8つの政府系機関等や14の地方自治体等にて使用されており、後期利用段階における利用も表明されている。
- GCOM-Cの観測プロダクトは、サクセスクリテリアにて規定された全てのフルサクセスレベルの精度を満足している。更に一部のプロダクトでは、エクストラサクセスレベルの精度を実現している。
- サイエンスミッションとして、SENTAN, ArCS IIといった文部科学省の研究プロジェクトへ参加し、IPCCへの貢献等を目指して研究を進めている。
- GCOM-Cは、現在も健全な状態で観測を続けている。11年以上の残燃料を有し、後期利用段階の観測に問題はない。
- これまでの成果を踏まえて、JAXAは定常段階と同等のユーザーサービスを維持し、更なるアウトカム創出を目指す予定である。2023年9月1日からは、GCOMプロジェクトメンバーが主体となる「しきさい後期利用チーム」を発足させ、今までと同様なJAXA定常組織の支援を受けて運用を継続する。
- GCOM-Cは気候変動観測を目的とした衛星であり、気候変動メカニズム解明に向けた更なる貢献を果たすためには長期間の観測データ蓄積が極めて重要であり、今後も観測を継続する予定である。

# 付録

# 欧米の同種センサとの比較

- ✓ GC0M-C搭載SGLIセンサは、全球連続観測を行う光学放射計として、欧米の地球観測プログラムであるJPSSやSentinel-3と比べても世界最先端に位置づけられている。
- ✓ SGLIによる観測を継続・発展することは、我が国の世界最先端の観測技術を維持することどまらず、GEO等の国際協力を戦略的に推進するとともに、欧米の地球観測プログラムとの観測データの相互補完のために重要である。

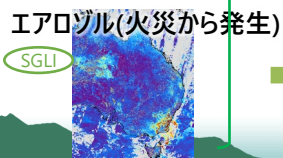
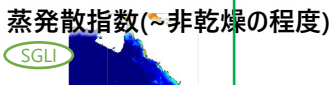
| GC0M-C/SGLI                 | 米NPP/VIIRS<br>(2011年10月～運用中)<br>Terra/MODIS<br>(1999年12月～運用中)<br>Aqua/MODIS<br>(2002年5月～運用中) | 欧Sentinel-3/OLCI+SLST<br>(A: 2016年2月～運用中<br>B: 2018年4月～運用中<br>C: 2024年以降 計画) | 欧Parasol/POLDER<br>(2004～2013年<br>運用終了)<br><br>MetOp SG-A/3MI<br>2025年打上げ予定 | 欧 METOP-A,-B/AVHRR3<br>(A: 2006年10月～運用中<br>B: 2012年 9月～運用中<br>C: 2018年 11月～運用中) |
|-----------------------------|--|--|---|---|
| 可視～熱赤外観測 (19ch)             | 可視～熱赤外観測(22ch)   | 可視～熱赤外観測 (25ch)  | 可視～近赤外観測 (9ch、<br>3MI: 可視～短波長赤外12ch)  | 可視～熱赤外(6ch)   |
| 近紫外観測 ※①                    | なし   | なし   | なし  | なし  |
| 偏光観測(1km分解能) ※①             | なし   | なし   | 偏光観測機能<br>(7km×3ch、⇒ 3MI: 4km×9ch)  | なし  |
| 多方向可変観測(2ch) ※②<br>(可視～近赤外) | なし   | 多方向固定観測(9ch)<br>(可視～熱赤外)   | 多方向固定観測<br>(9ch⇒ 3MI: 12ch)   | なし  |
| 250m観測機能(14ch) ※③           | なし(5chのみ375m)  | 300～500m観測   | なし(7km分解能、3MI: 4km)   | なし  |
| 熱赤外チャンネル<br>(2ch、250m分解能)   | 熱赤外(7ch、375m/750m)   | 熱赤外(3ch、1km)   | 熱赤外(なし)   | 熱赤外(2ch、1km)  |

※① 近紫外と偏光観測機能 ⇒ 陸域エアロゾル観測に適した機能、※② 多方向観測機能 ⇒ 植生(バイオマス)観測に有利な機能、  
 ※③ 250m分解能観測機能 ⇒ 陸・沿岸域観測に必要な機能

# アウトカムの達成状況 (サイエンス分野)

## ■ 外部プログラムと連携した林野火災モデルへの貢献

### ① プロダクト開発



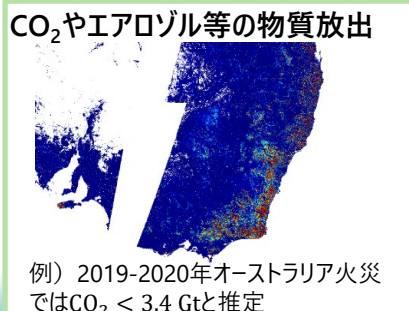
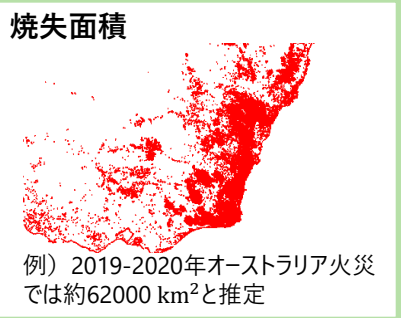
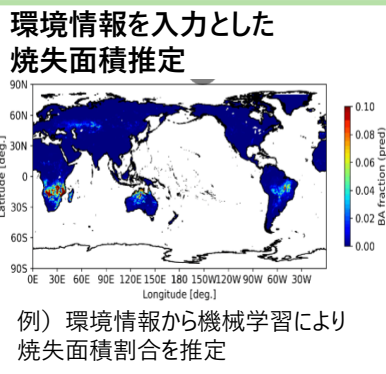
### ② 衛星データ解析 「データ」から「情報」へ

以下の関係をモデル化  
(機械学習等を活用予定)

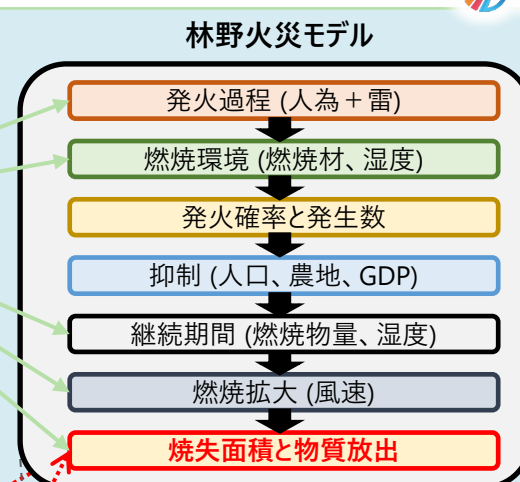
- 衛星等による環境情報
  - ・ 火災発生確率
  - ・ 延焼のし易さ
- 焼失面積

火災による植生の変化  
⇒ 焼失面積を推定

焼失した地上部バイオマス量  
(バイオマス × 焼失面積割合)  
⇒ CO<sub>2</sub> やエアロゾルの  
放出量を推定



### ③ 火災過程を モデル化した 関数や係数等の 提供 (計画)



### ⑤ モデル の検証

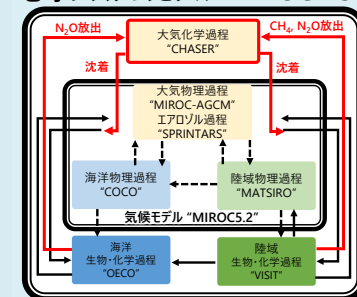
### ⑤ モデル の検証



連携して  
検証・改善

### ④ サブシステム間の結合過程 (大気、海洋、陸域、生態系) ⇒ 地球システムモデルに導入 (計画)

地球システムモデル "MIROC-ES2L"



(Hajima et al. 2020 を改変)

### ⑥ 地球システムモデルによる予測精度向上 (計画)

将来の環境条件  
気候変動 (温暖化) 予測

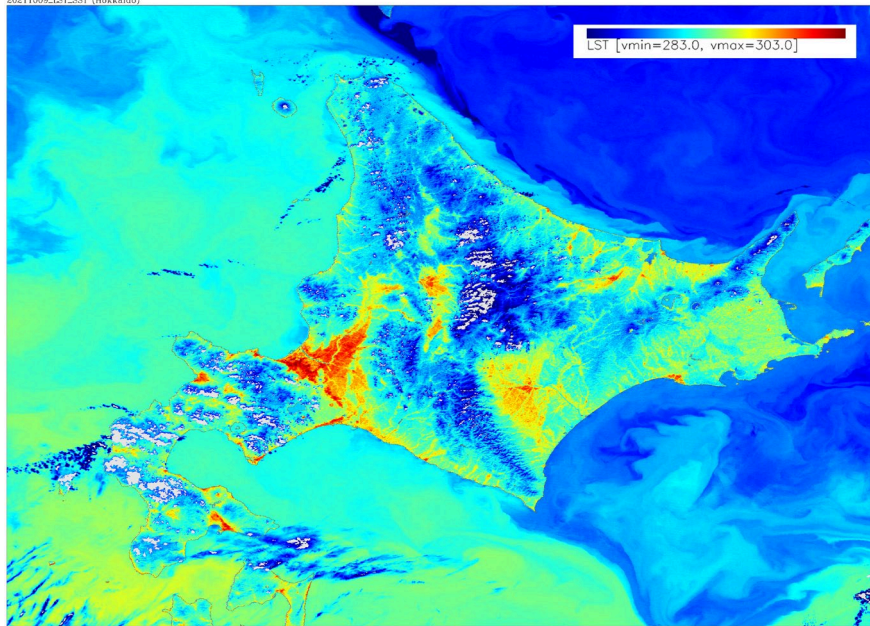


国際的な気候変動対策 (監視・予測・対策  
評価) サイクルへの貢  
献 (IPCC/パリ協定)

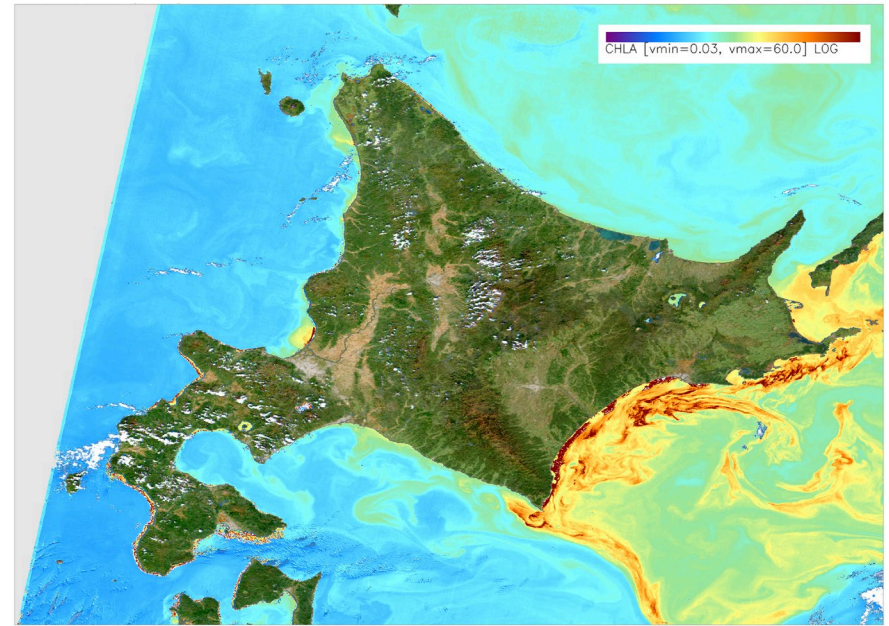
# アウトカムの達成状況 (サイエンス分野)

## ■北海道における赤潮発生状況の観測 (2021年10月)

海面水温 (表示レンジ = 10°C~30°C)



クロロフィルa濃度 (表示レンジ = 0.03~60 mg/cm<sup>3</sup> [LOG])

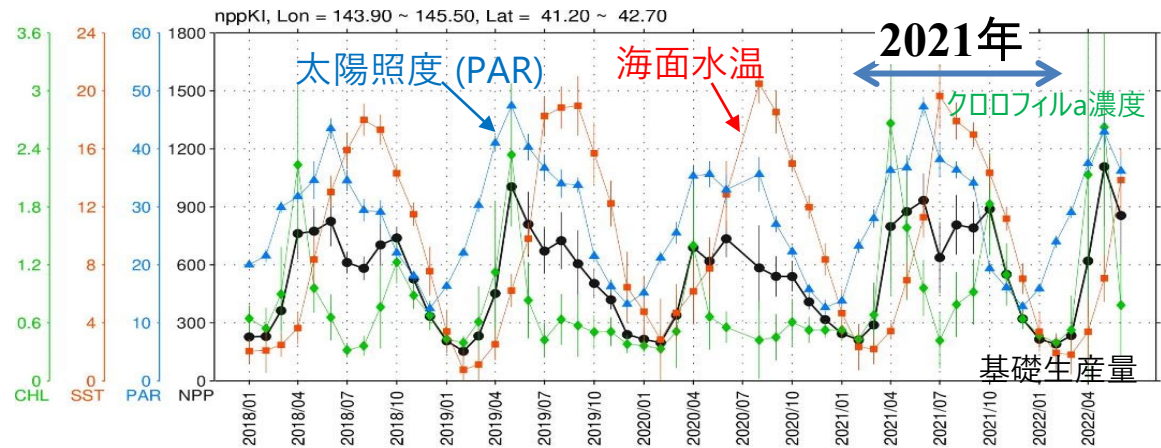


- 専門家も驚いた北海道の赤潮被害  
 → なぜ、2021年に発生したのか  
 → 温度の影響  
 → 海流の影響  
 → 日照の影響

北海道立総合研究機構に  
 GCOM-C観測データを提供

<https://hro-fish.net/satellite/index.html>

[https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/ssk/akashio\\_info.html](https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/ssk/akashio_info.html)



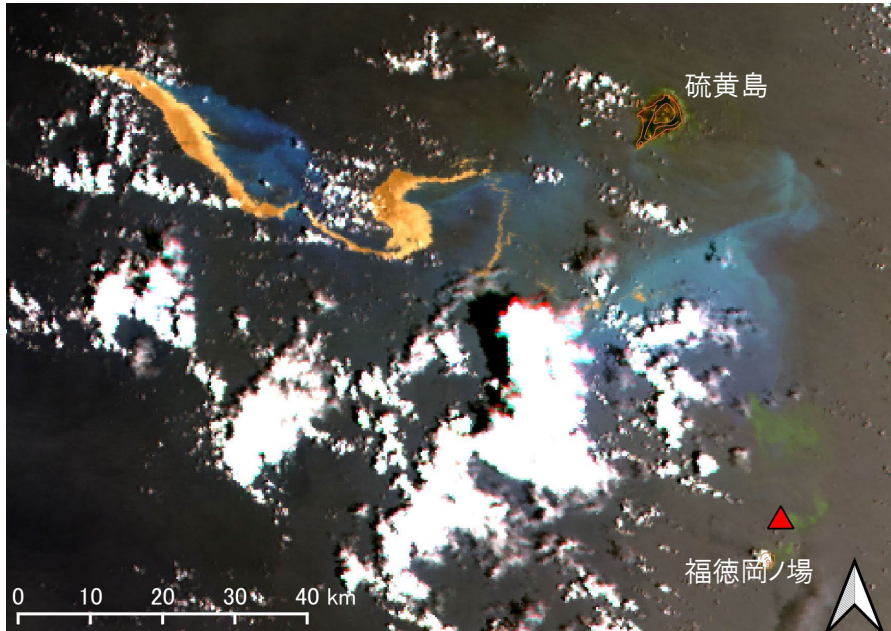


# アウトカムの達成状況（実利用分野）

## ■軽石の漂流観測

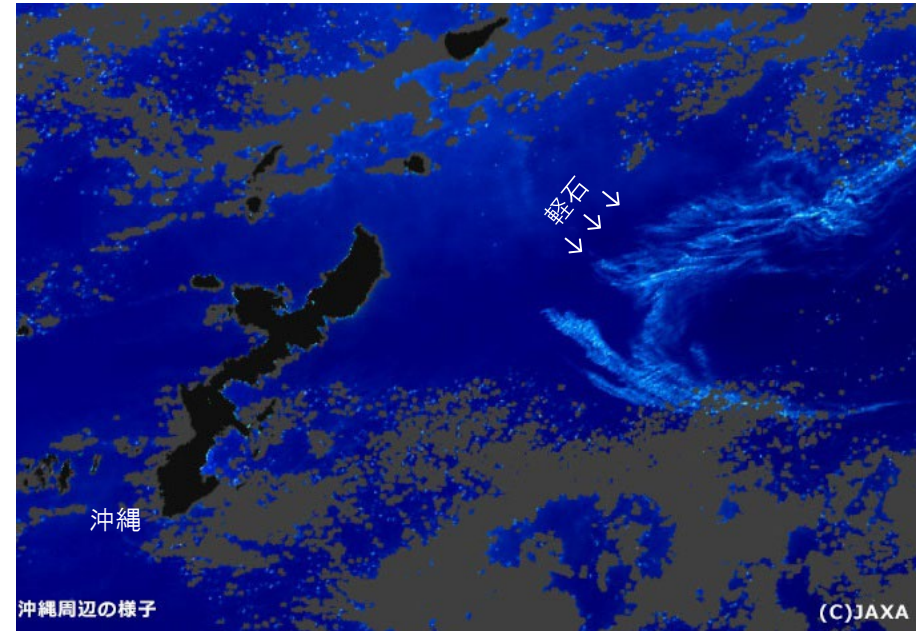
- 発災前から広域性を活かした衛星による監視を継続的に実施した結果、最新の軽石漂流位置をJAMSTECの漂流予測モデルにも提供し、軽石漂流予測の精度向上にも寄与できた。
- 防災機関以外にも広く情報提供するため、特設ウェブサイトも構築・公開し、当該サイトへの問い合わせ対応含め、迅速に広く情報を行き届けた。

2021年8月17日 福徳岡ノ場 可視画像  
(左上部の茶色部分が軽石)



<https://earth.jaxa.jp/ja/earthview/2021/10/07/6434/index.html>

2021年10月15日 疑似カラー画像(SW3/1.6 μm使用)  
(海(青色)に対し、水色に見えるのが軽石)



衛星「しきさい」(GCOM-C)等による軽石観測情報 特設サイト  
<https://earth.jaxa.jp/karuishi/>