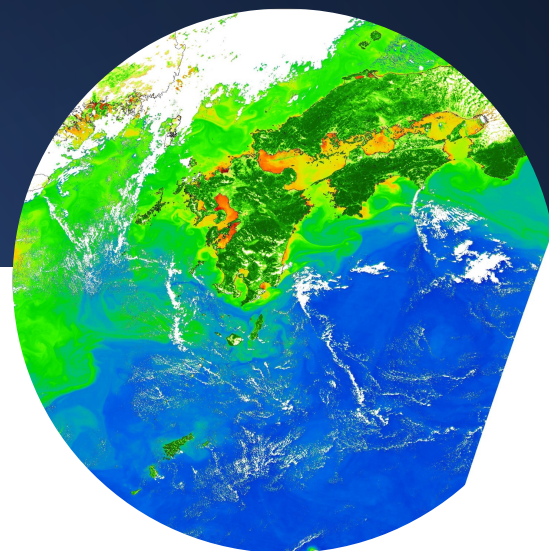
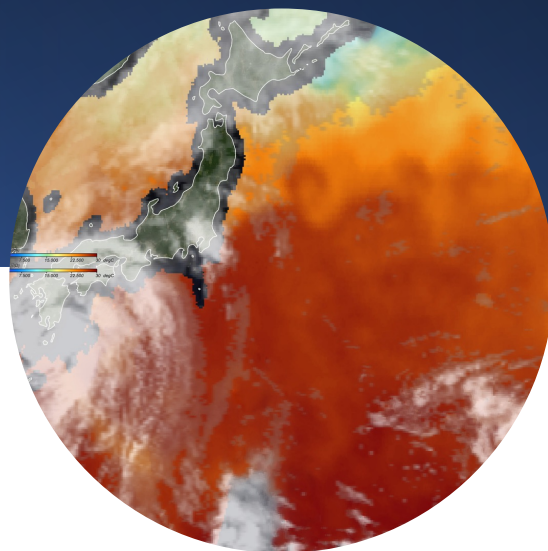


# JAXA における衛星海洋観測の取組とGCOM データの活用



2022年12月19日  
田中 一広  
JAXA GCOMプロジェクトチーム



## 目次

### ■ JAXAの地球観測衛星

- ✓ JAXAの地球観測衛星の過去・現在・未来
- ✓ JAXAの水産利用への取組
- ✓ GCOM衛星シリーズ

### ■ 海洋環境の衛星観測

- ✓ AMSR2/SSTデータの普及
- ✓ 海中天気予報・黒潮の把握
- ✓ 東シナ海の台風と湧昇流
- ✓ 北海道沖の赤潮

### ■ 水産利用推進と解析技術の向上

- ✓ WEBツール・ヒアリング・講習会
- ✓ 都道府県へのアプローチ
- ✓ 解析技術の向上
- ✓ 複数衛星長期データセット

### ■ 次の衛星への取組み

- ✓ しずく衛星の後継、しきさい衛星の後継
- ✓ CONSEOの取組み

### ■ まとめ



# JAXAの地球観測衛星



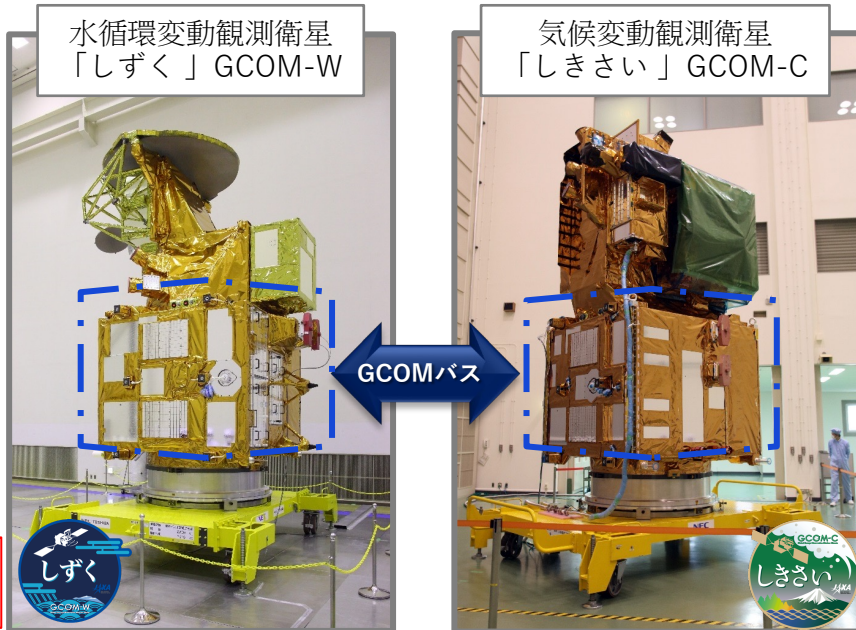
年：  
打ち上げ年



# □ JAXAの水産利用への取組とGCOM衛星



- ✓ 1990年代からJAXA(旧NASDA)は、漁業情報サービスセンター(JAFIC)ならびに水産研究・教育機構との協力協定により、衛星データの水産利用へ向けた技術支援を頂いている。
- ✓ 現在、複数の水産関連機関(14都道府県と4機関)より、「しずく」「しきさい」衛星の観測データを公開中

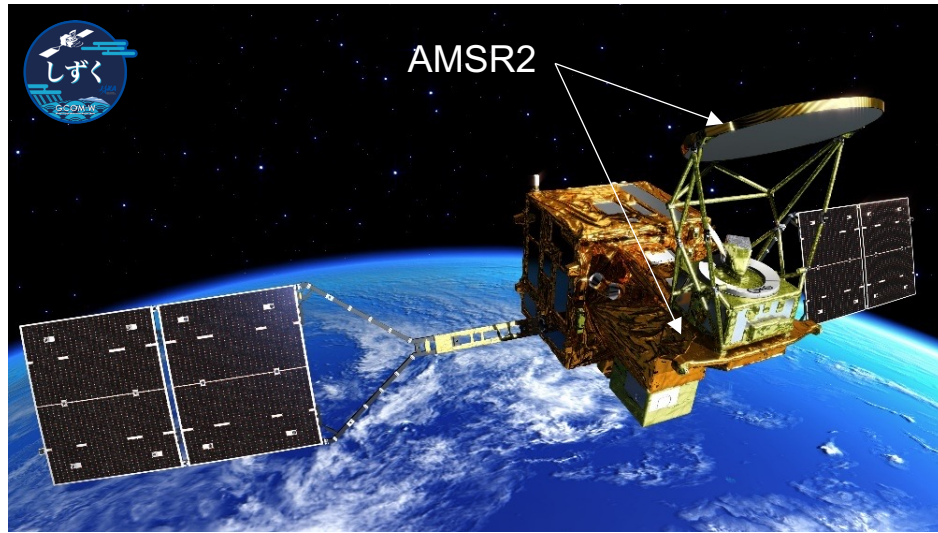


<https://shikisai.jaxa.jp/SuisanRiyou/index.html>

注：写真はいずれも機体から太陽電池パドルが外された状態



# □ 水循環変動観測衛星「しずく」 GCOM-W



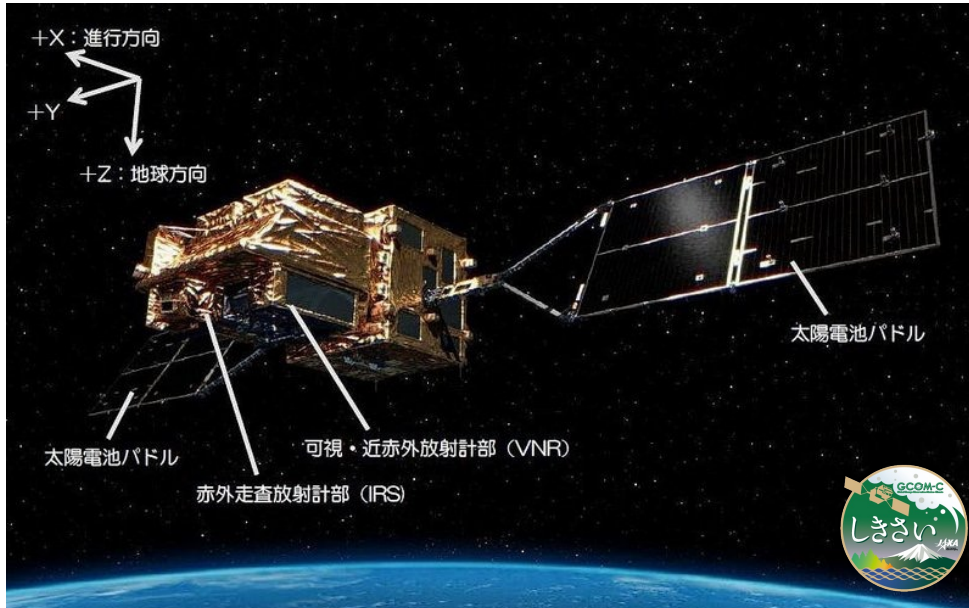
- 高性能マイクロ波放射計2 (AMSR2) は、多周波の電波の受動観測により、地表面や海面、雲の中の水に関する物理量を、雲を透過して観測。
- 他のマイクロ波放射計に比較して高解像度。
  - ✓ 開口径2m (マイクロ波放射計で世界最大) のアンテナにより、高い空間解像度を実現
- アンテナを回転させるコニカルスキャン方式により、地表入射角一定で、観測幅約1600kmを実現。
  - ✓ 観測頻度が高く、赤道上において2日間で昼夜1回ずつ、極域は1日4~7回観測可能。

観測センサ	高性能マイクロ放射計2 (AMSR2)
観測軌道	太陽同期準回帰軌道 昇交点通過地方太陽時：13:30 回帰日数：16日 高度：約700km
外形寸法	5.1m (X) × 17.5m (Y) × 3.4m (Z)
衛星質量	1937kg
発生電力	3880W以上 (設計寿命末期)
設計寿命	5年

周波数 [GHz]	温度分解能	ビーム幅 (-3dB幅)(地表分解能)
6.925/7.3	< 0.34 K	1.8° (35km x 62km)
10.65	< 0.70 K	1.2° (24km x 42km)
18.7	< 0.70 K	0.65° (14km x 22km)
23.8	< 0.60 K	0.75° (15km x 26km)
36.5	< 0.70 K	0.35° (7km x 12km)
89.0 A/B	< 1.20 K	0.15° (3km x 5km)

GCOM-W = Global Change Observation Mission for Water  
AMSR = Advanced Microwave Imager

# 気候変動観測衛星「しきさい」 GCOM-C



- 多波長光学放射計 (SGLI) は、多波長の光の受動観測により、大気・陸・海洋・雪氷からの太陽の反射光と赤外の放射光を観測する。
- 可視・近赤外光を観測する可視・近赤外放射計部 VNR (観測幅1150km) と短波長・熱赤外光を観測する赤外走査放射計部 IRS (観測幅1400km) により、中緯度において約2日に1回の頻度で観測。
- 1000km以上を観測する衛星として世界最高分解能250mと他衛星にない偏光・多方向観測機能を有する。

観測センサ	多波長光学放射計 (SGLI)
観測軌道	太陽同期準回帰軌道 降交点通過地方太陽時: 10:30 回帰日数: 34日 高度: 約798km
外形寸法	4.7m (X) × 16.5m (Y) × 2.6m (Z)
衛星質量	2090kg
発生電力	4000W以上 (設計寿命末期)
設計寿命	5年

VN1	380nm	分解能 250m  走査幅 1,150km	PL1	673.5nm	1km 1,150km
VN2	412nm		PL2	868.5nm	
VN3	443nm		SW1	1.05 μm	250m (SW3) 1km (SW1/2/4)  1,400km
VN4	490nm		SW2	1.38 μm	
VN5	530nm		SW3	1.63 μm	
VN6	565nm		SW4	2.21 μm	
VN7/VN8	673.5nm		TIR-1	10.8 μm	250m 1,400km
VN9	763nm		TIR-2	12.0 μm	
VN10/VN11	868.5nm				

GCOM-C = Global Change Observation Mission for Climate  
SGLI = Second generation GLocal Imager

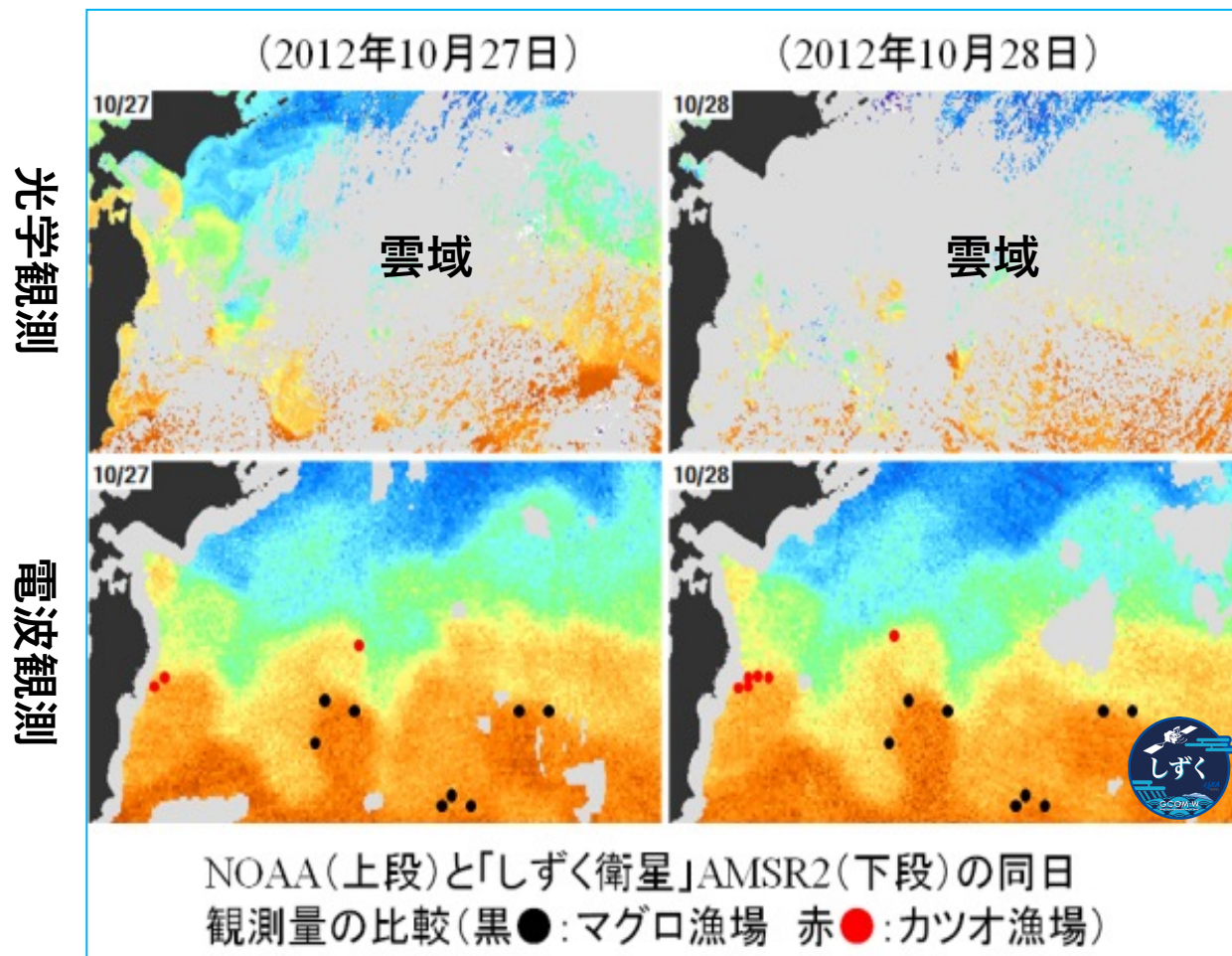


# AMSAR2/海面水温SST観測データの普及



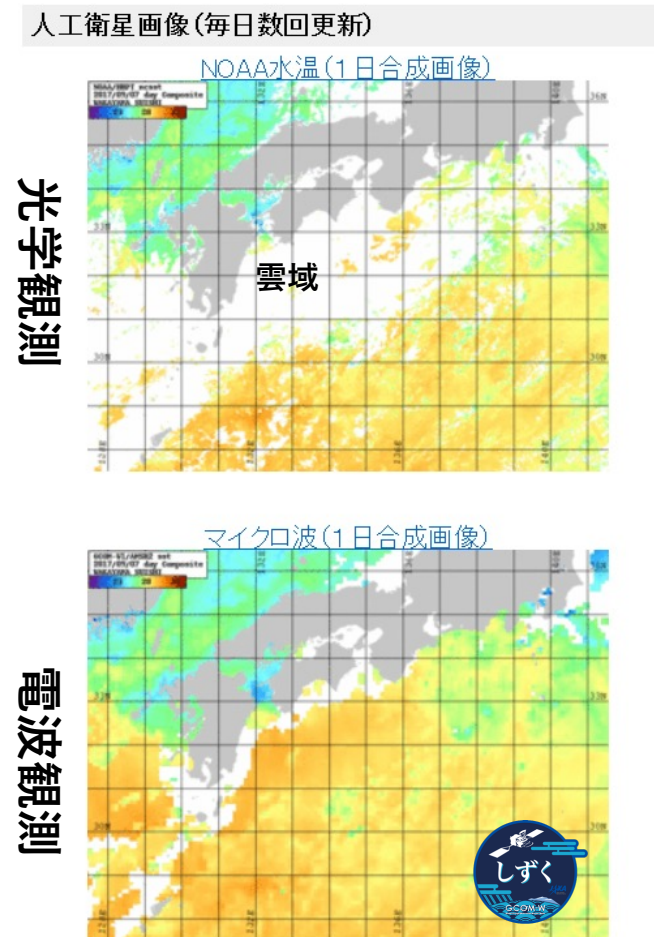
漁業情報サービスセンター（JAFIC）作成の漁海況情報に定常的に利用されている。

和歌山県水産試験場のウェブサイトにおいて他衛星海面水温や漁場情報と共に公開



漁業情報サービスセンター提供

平成25年宇宙開発利用大賞  
内閣総理大臣賞をJAFICが受賞



和歌山県水産試験場  
<http://wasuishi.sakura.ne.jp/>

# AMSAR2/海面水温のバリエーション

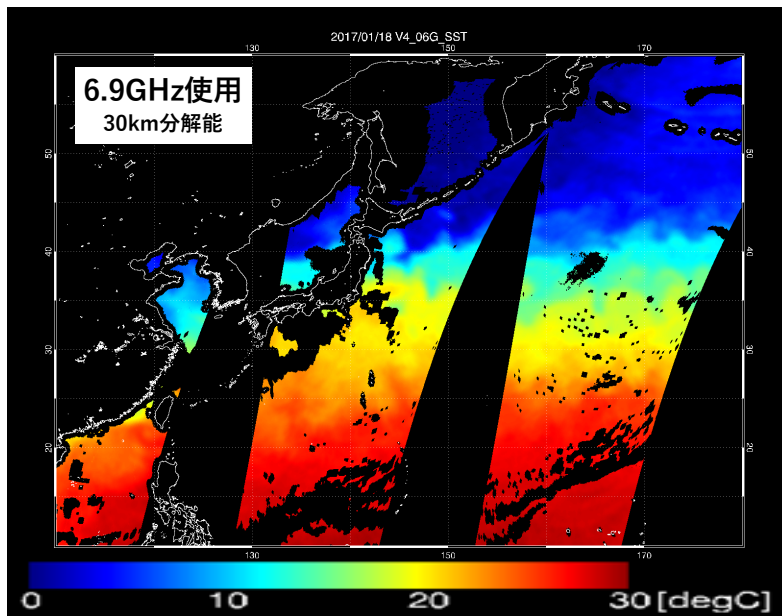


- 現在、3種の海面水温を公開し、用途に応じて使い分けて頂いている。
- ✓ マイクロ波放射計による海面水温は、雲を透過するため有効であるが、6.9GHzチャンネルの空間分解能は約50kmと粗い。(基本)
- ✓ 周波数の高い10GHzチャンネルを使用すれば分解能が約30kmに向上するが、低水温域で精度が劣化する。(改良型)
- ✓ さらに、6.9/7.3/10GHzの3つのチャンネルから計算し、人工電波干渉による欠損を軽減した3周波海面水温の提供を開始。(2021年10月提供開始)

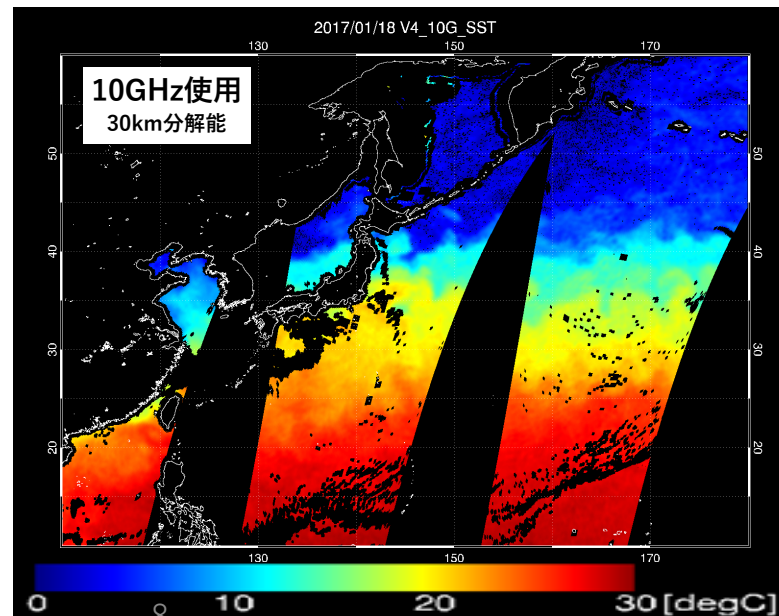
ブイとの検証結果

プロダクト	RMSE
AMSAR2 6.9GHz SST	0.47°C
AMSAR2 10GHz SST	0.59°C
AMSAR2 3周波SST	0.48°C

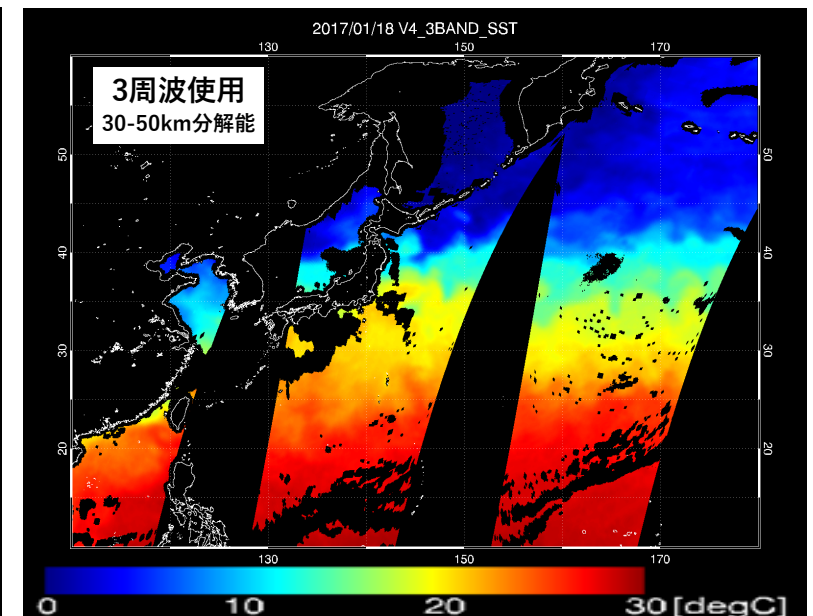
AMSAR2 6.9GHz SST



AMSAR2 10GHz SST



AMSAR2 3周波SST





# 海洋観測 (JAMSTEC, 海上保安庁, 気象庁との協力)

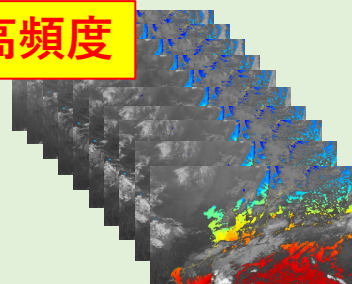


- 海洋研究開発機構 (JAMSTEC) との連携：
  - 「海中天気予報」システムの開発・公開
  - ✓ 3衛星 (ひまわり、AMSR2、SGLI) の海面水温をデータ同化
  - ✓ 水温・塩分濃度・東西流・南北流・海面高度等を46層で出力
  - ✓ 定常的に10日先までの将来予測を含めてモデル運用
  - ✓ JAXAサイトにて、WEB画像表示・FTPサイトからデータ提供

- 海上保安庁との連携
  - ✓ 黒潮流軸把握にJAXA提供データを利用

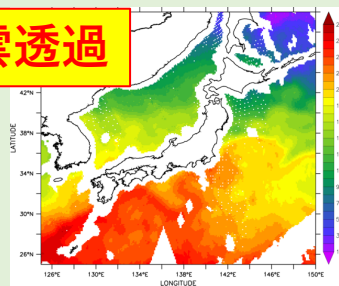
## JAXA観測データ

高頻度



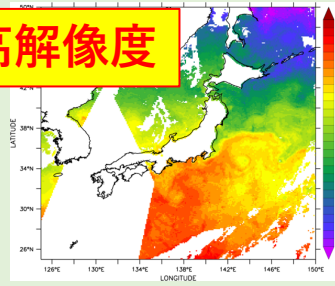
ひまわり SST

雲透過



しずく SST

高解像度



しきさい SST

JAXAサイト

データ同化

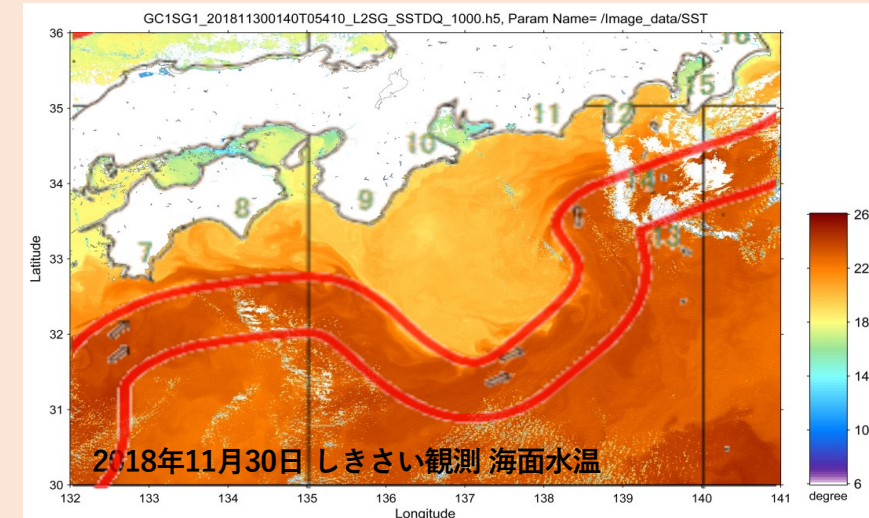
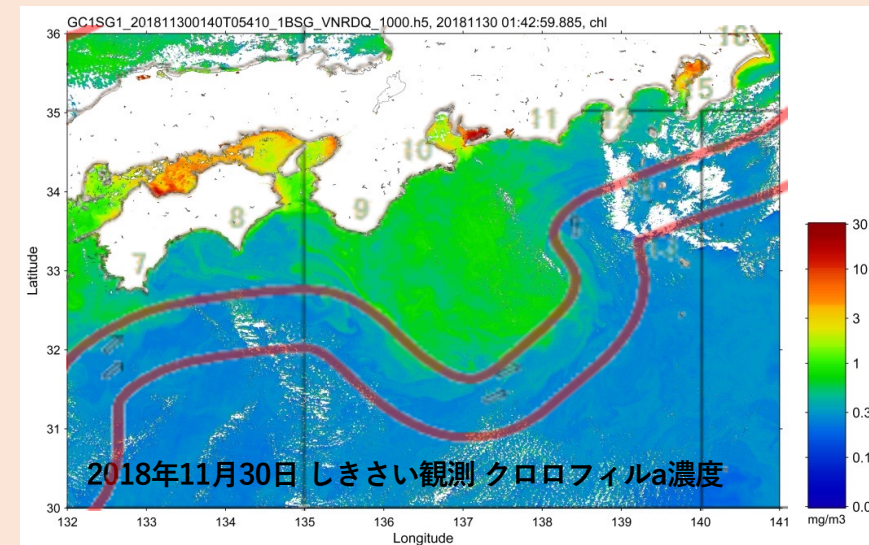
約3km格子  
日本域海洋  
循環モデル

海中天気予報  
約10日先まで

\* 更なる高解像度予定⇒1km格子  
200mダウンスケーリング

JAMSTEC/JCOPEモデル

[https://www.eorc.jaxa.jp/ptree/ocean\\_model/](https://www.eorc.jaxa.jp/ptree/ocean_model/)



赤線：海上保安庁提供海洋速報海流図 (観測期間11/25~12/2)



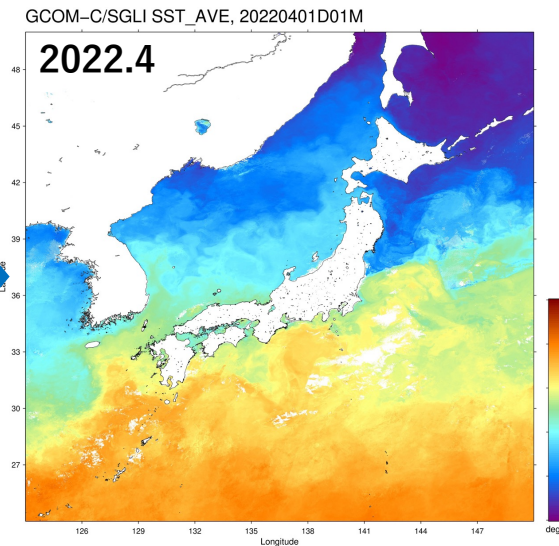
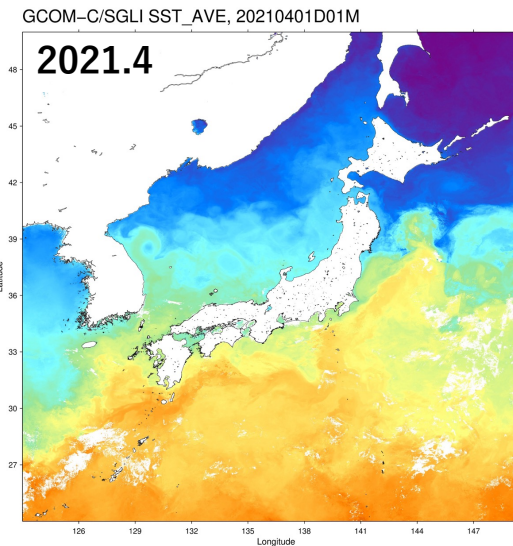
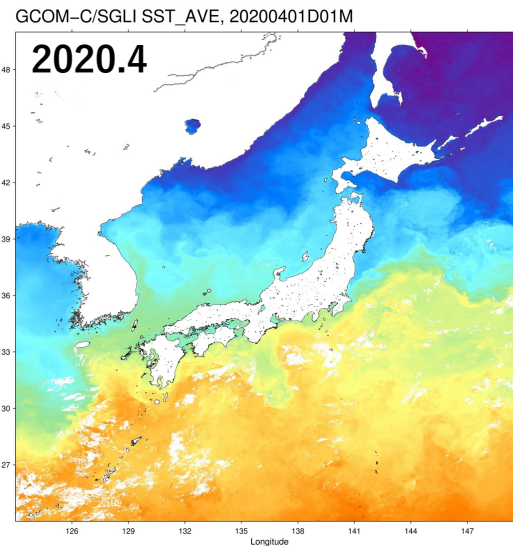
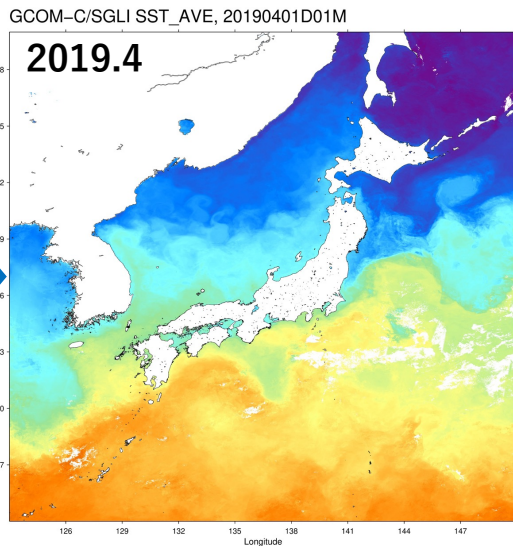
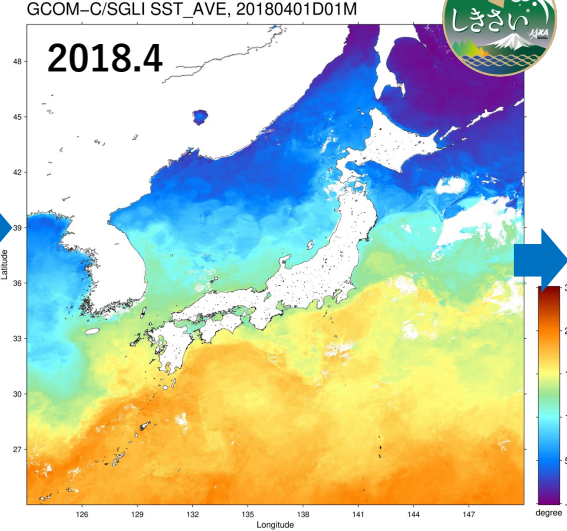
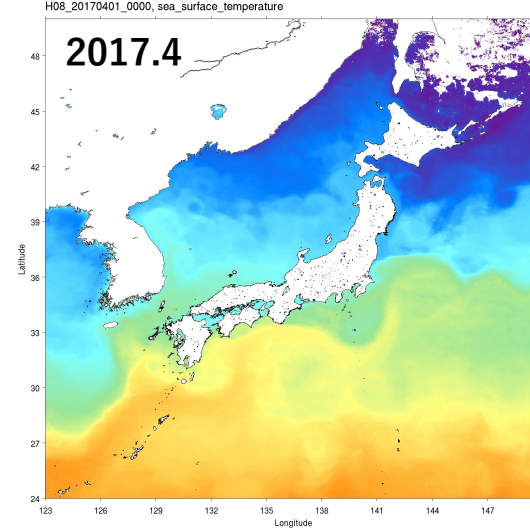
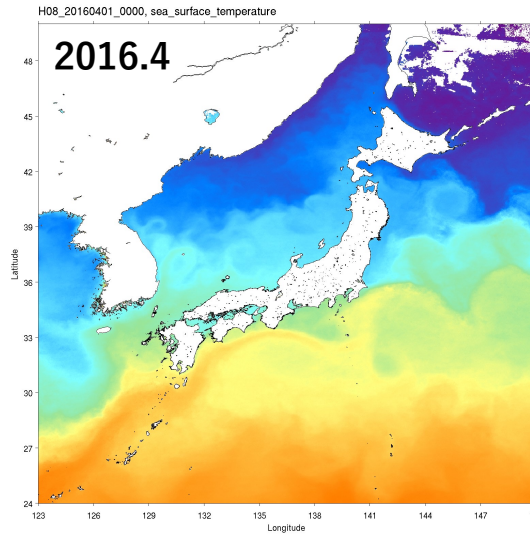
# 黒潮の大蛇行



日本周辺  
4月の平均海面水温  
年々変化

- 2017年8月に黒潮大蛇行が開始
- 2022年12月現在継続中  
(観測記録最長を更新中)

ひまわり8号 ←→ しきさい





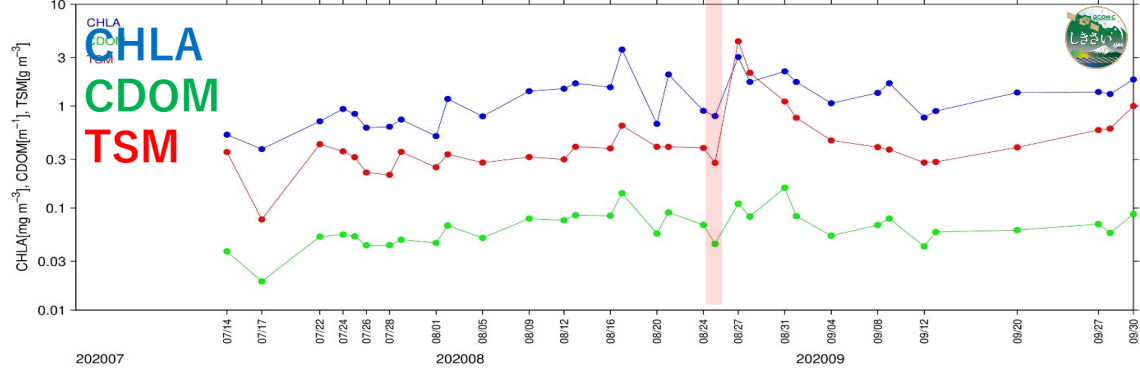
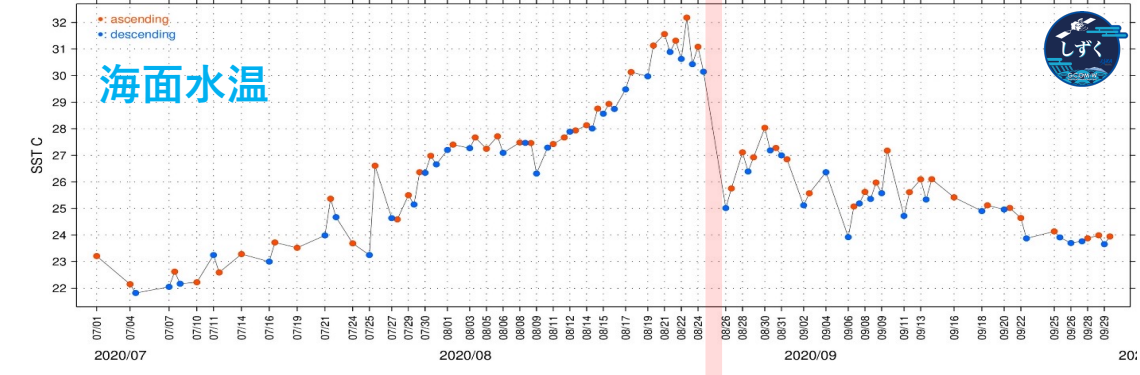
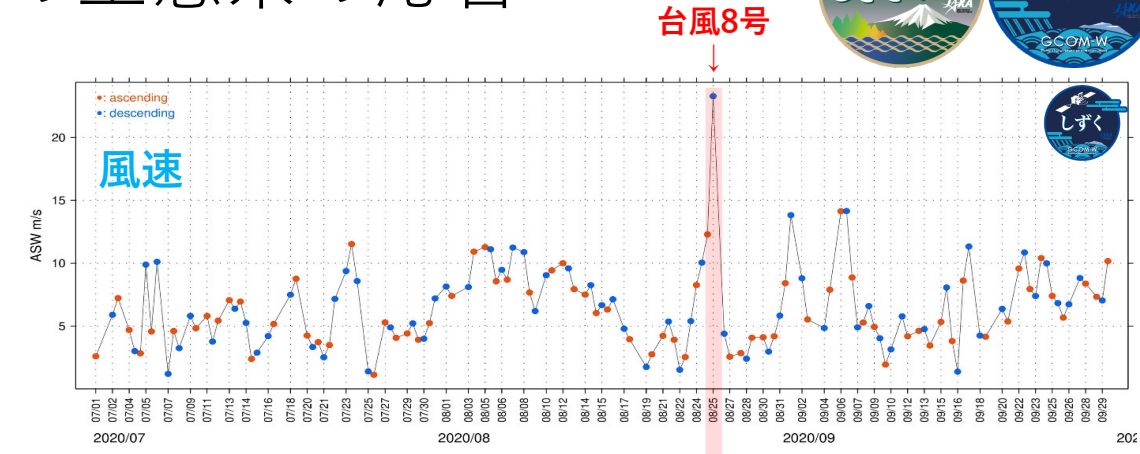
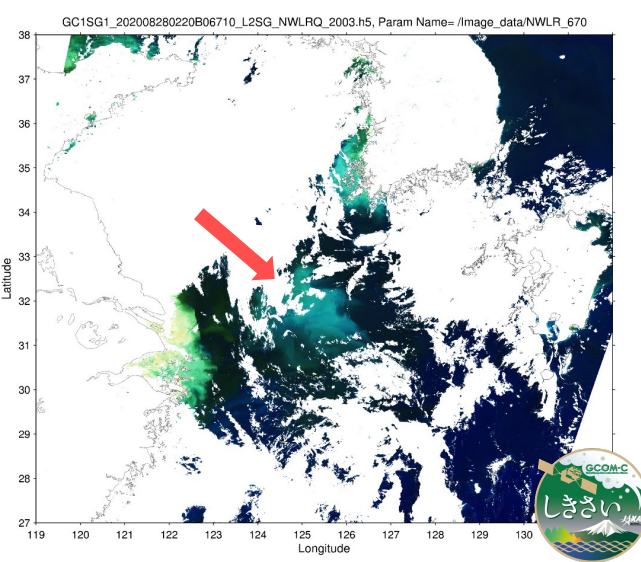
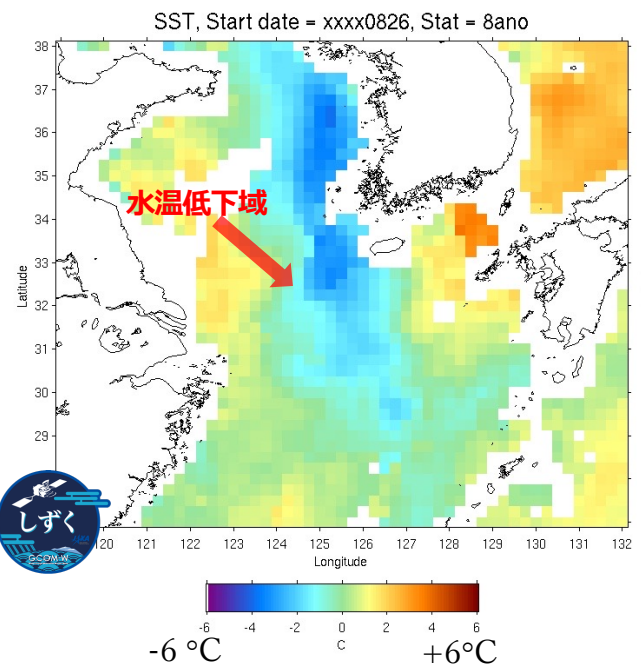
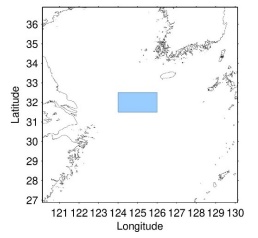
# 東シナ海における台風と湧昇流と海の生態系の応答



## 東シナ海の台風と湧昇流

- 台風の影響
- 生態系への影響
- 現実的な他の要因

右図の平均領域

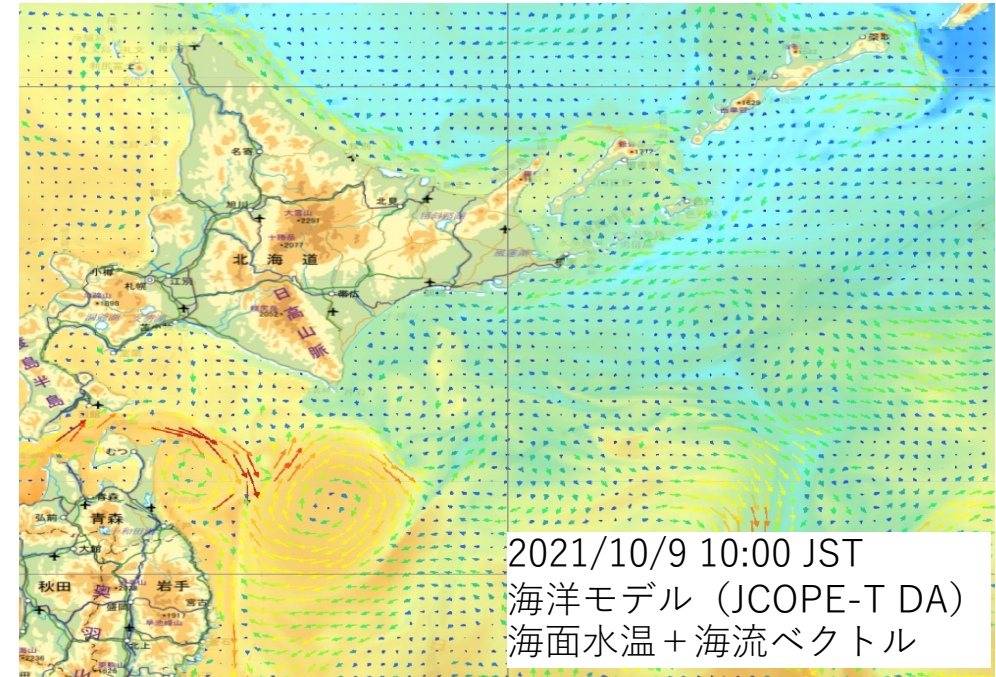
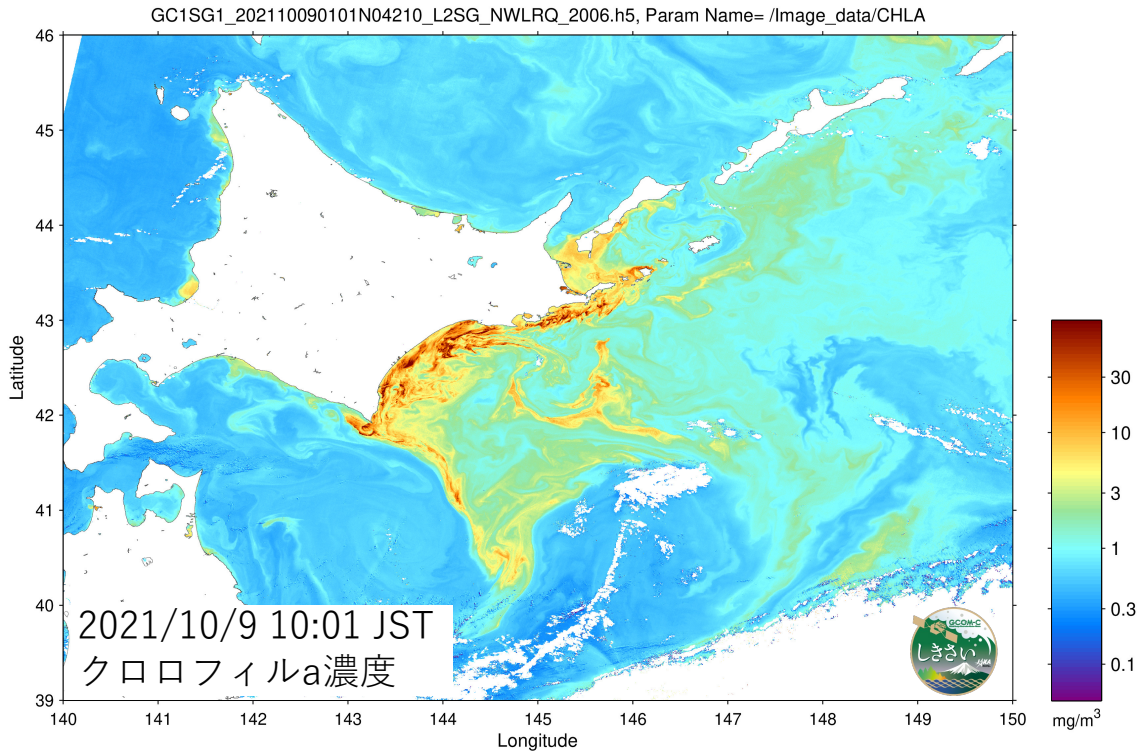


東シナ海の2020年の台風8号通過後の「しずく」のSST偏差（左図）と「しきさい」の海水射出反射率RGB画像（右図）。「しずく」は8/26-28の平均、「しきさい」は8月28日のスナップショット

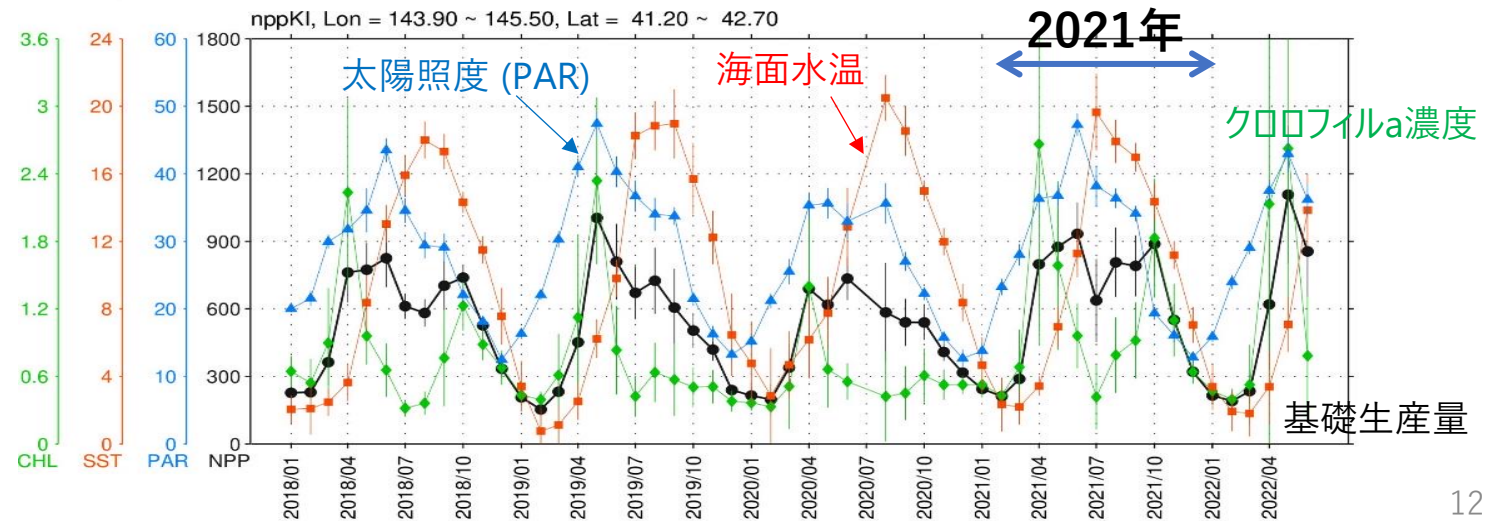
CHLA = クロロフィルa濃度 CDOM = 有色溶存有機物 TSM = 懸濁物質



# 北海道沖の赤潮



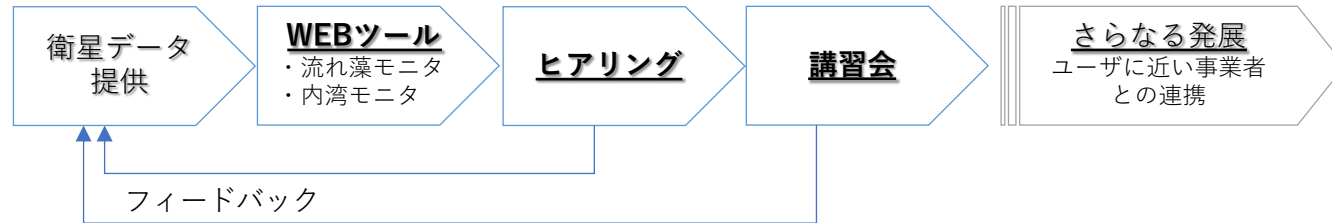
専門家も驚いた北海道の赤潮被害  
 → なぜ、2021年に発生したのか  
 → 温度の影響、海流の影響  
 → 日照の影響





# □ 水産分野への利用推進活動

JAFIC支援のもと、WEBツール・ヒアリング・講習会等を通じてユーザ要求を把握・フィードバック



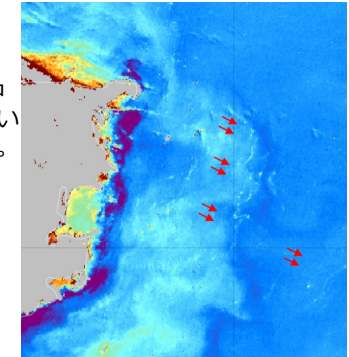
## WEBツール

- a. 流れ藻モニタ
  - ✓ 東シナ海から流れてくる流れ藻（アカモク）の衛星観測
  - ✓ 流れ藻は、漁具やスクリーンに絡まる等漁業の妨げになる一方で、それ自身が小魚の漁場であり、漁業利用への期待がある。
  - ✓ FY2020より「流れ藻モニタ」を公開開始。
  - ✓ 観測状況をまとめた月毎レポートをWeb掲載するとともに都道府県の水産試験場等にメール配信。
- b. しきさい内湾モニタ
  - ✓ 日本国内の内湾に特化して、SGLIが観測した懸濁物質濃度・クロロフィルa濃度・海面水温を対象に情報提供を開始（2021年9月）。
  - ✓ 打上げ後4年間の観測データを用いた地点毎の1日平均、1週間平均の時系列データをグラフ表示可能。

## ■ 流れ藻の観測事例

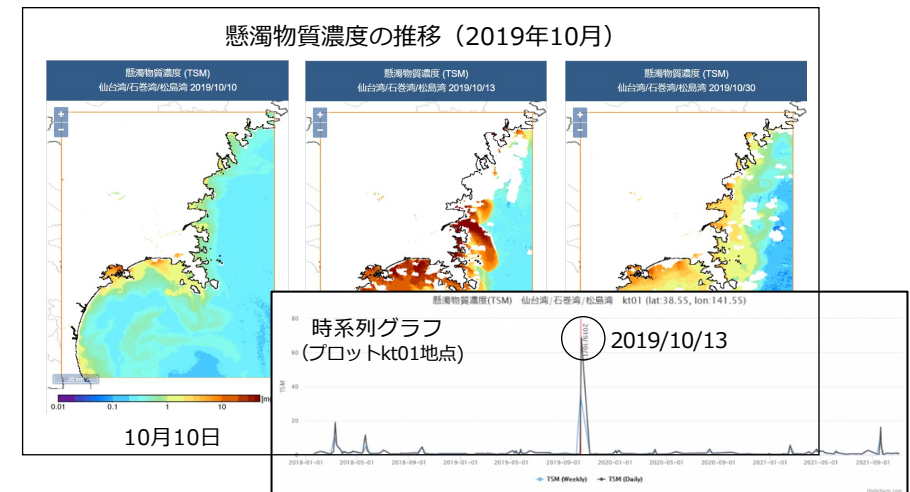
2021年5月19日に遼東半島・山東半島沖で流れ藻が検出された。赤矢印の先の白いフィラメント構造が流れ藻と考えられる。

<https://www.eorc.jaxa.jp/JASMES/FAI/>



## ヒアリング（次頁）

講習会 要望の高い都道府県向けの講習会をJAFIC/JAXA分担して開催



## ■ しきさい内湾モニタ

内湾毎、物理量の可視化が行えるとともに、特定地点の時系列データを表示可能。

<https://www.eorc.jaxa.jp/JASMES/lbay/monitor.html>

# 各地の水産試験場との取組

本資料作成のご協力機関

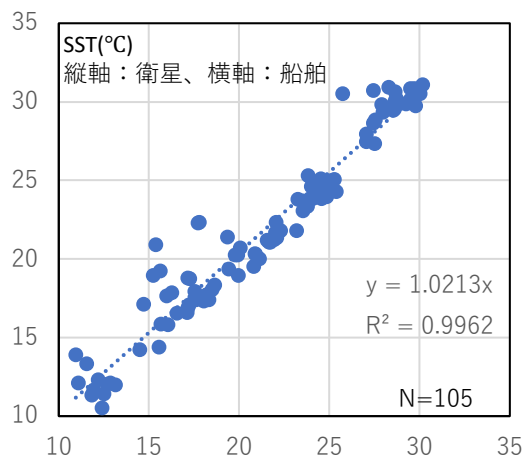
- ・広島県水産海洋技術センター
- ・三重県水産研究所
- ・佐賀県玄海水産振興センター
- ・宮崎県水産試験場
- ・沖縄県水産海洋技術センター



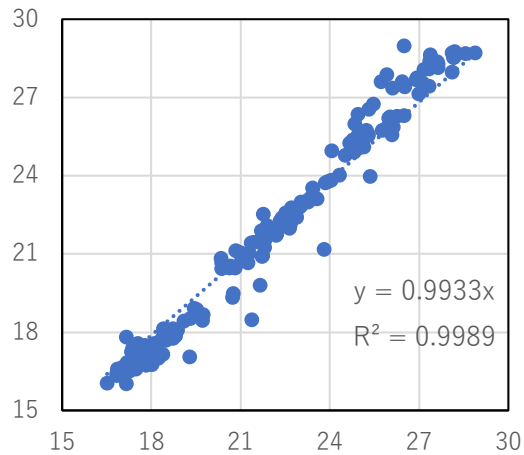
## 取組の柱

- ・各地の現場データと衛星データがどの程度一致しているか検証
- ・水産分野において多様な利用事例を蓄積/整理

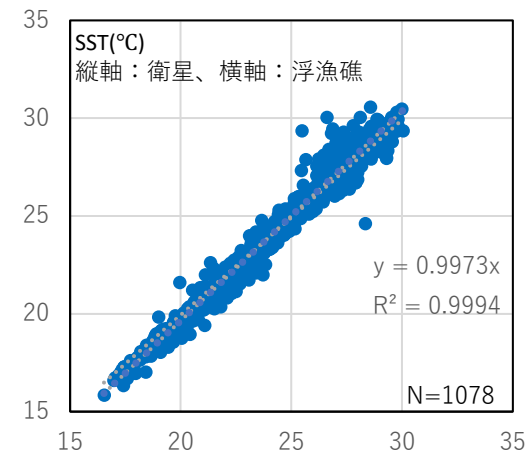
## 現地測定と衛星観測「海面水温の比較」



広島県



三重県



宮崎県

各地の現場観測としきさいで観測されたデータが良く一致

利用へ

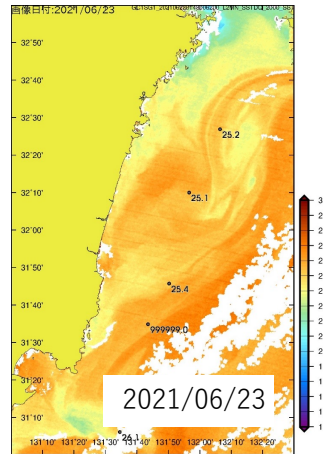
同じ海面水温のデータでも、利用の方法は地域によって「色彩」豊か



# 海面水温データの「色彩」豊かな利用に向けて

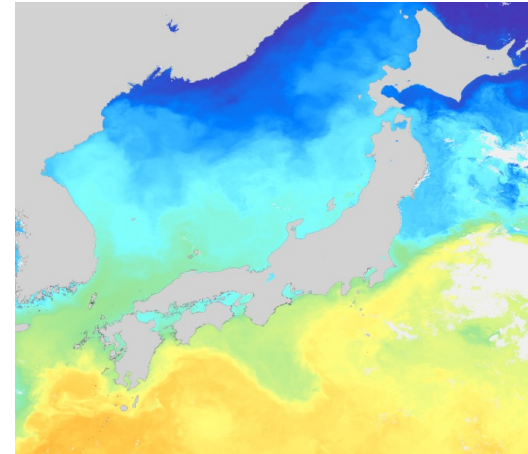


## 「漁場探査」



海面水温からサブメソスケールの渦をとらえることが出来る。  
雲による欠損が顕著な課題であるが、多様な漁業形態における漁場探査で貢献できる可能性がある。

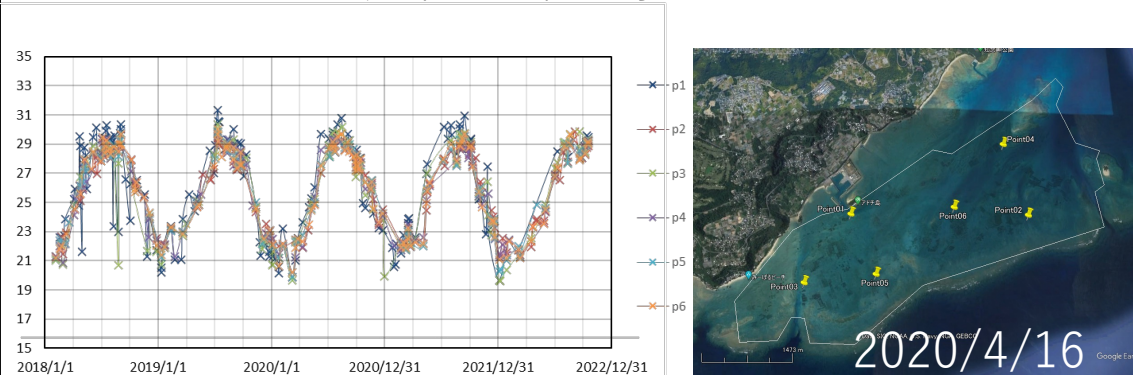
## 「黒潮監視」



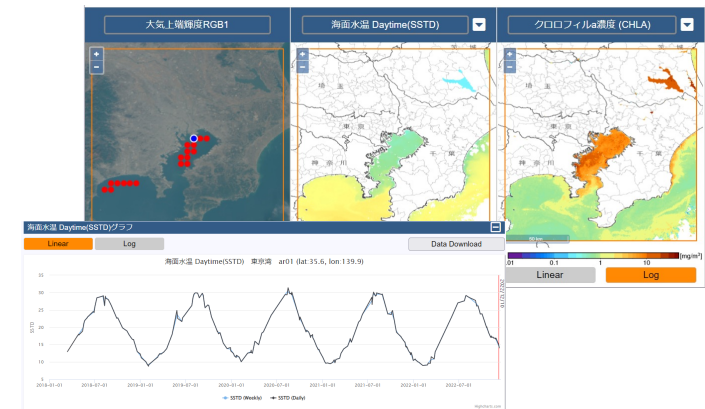
広範囲の面的なデータを収集できる強みを活かし、日本の水産資源との関わりが深い黒潮、或いは黒潮由来の暖水の動向を監視する上で貢献できる可能性。

## 「極沿岸域」モズク養殖場のモニタリング

高分解能である特徴を活かし、沿岸に極めて近い藻類養殖場の海面水温や日射量などのモニタリングに向け試験場との対話を進める。過去の衛星データが蓄積されていることも、藻類養殖に寄与できる可能性



## 「内湾の定点観測」 しきさい内湾モニタ

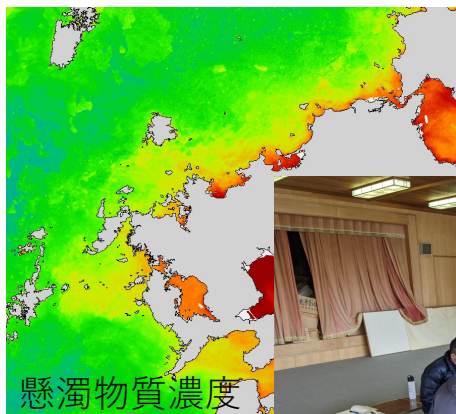
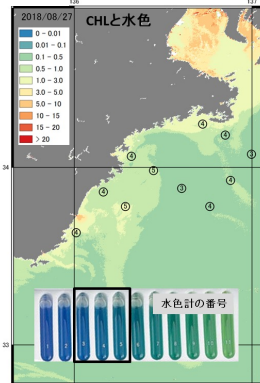
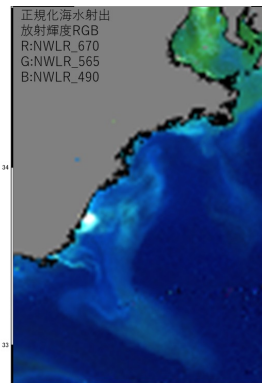
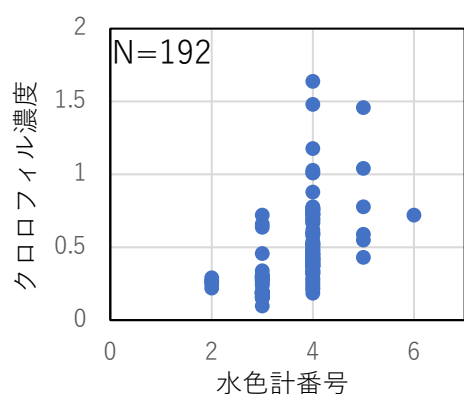


各地のニーズに沿えるよう、対話を通じて定点の追加修正、機能改修などを行っている。

# さらなる利用推進の展望



## 「海の色」と漁師の経験



佐賀県の漁師の方々は濁りを気にされる

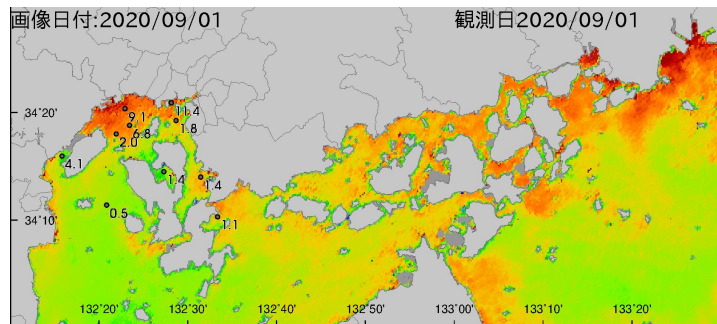


提供：佐賀県玄海水産振興センター

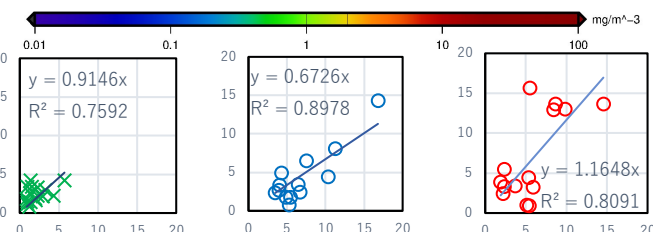
2018-2022年の現地観測とのマッチアップによる比較

しきさいのNWLRでは、  
漁師の直感をデータ化できる可能性

## 「クロロフィルa濃度」の検証



しきさいはクロロフィルa濃度を面的に捉える。現場データとの比較検証を詳細に行うことで、陸水流入の影響を知る判断材料となる。



左図：瀬戸内海の定点における現地観測と衛星観測のクロロフィルa濃度比較結果の例

試験場・漁師の方々に、より利用頂くためには、データアプリケーションや先行事例が必須



各地の水産試験場としきさいデータのさらなる利用推進に  
挑戦

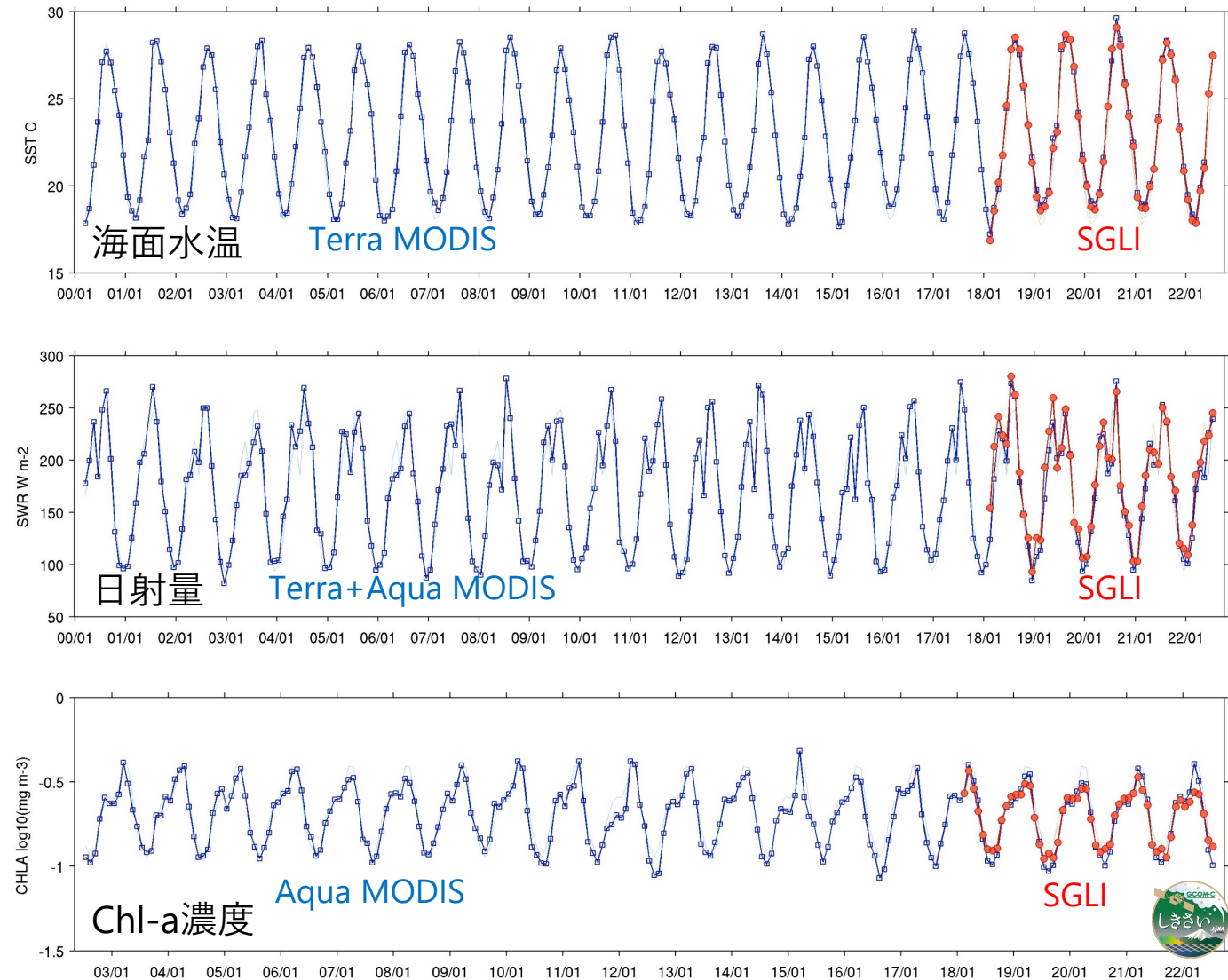
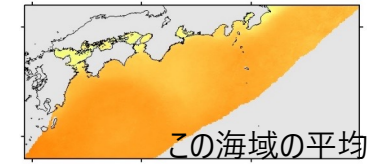
ご協力いただいております多数の水産試験場のみなさま、今後とも宜しくお願い致します。



# □ 長期データセットへの取組み (1/3)

- ✓ 学術面・実利用面の双方から平年値からの偏差把握が重要
- ✓ 先行する米国MODISは観測終了が予定されており、データ継続性の確保が課題。
- ✓ しきさいの5年観測データと米国MODISの2003年以降の観測データとの整合性を確保し、長期データセットを作成する検討を進めている。  
(右図)

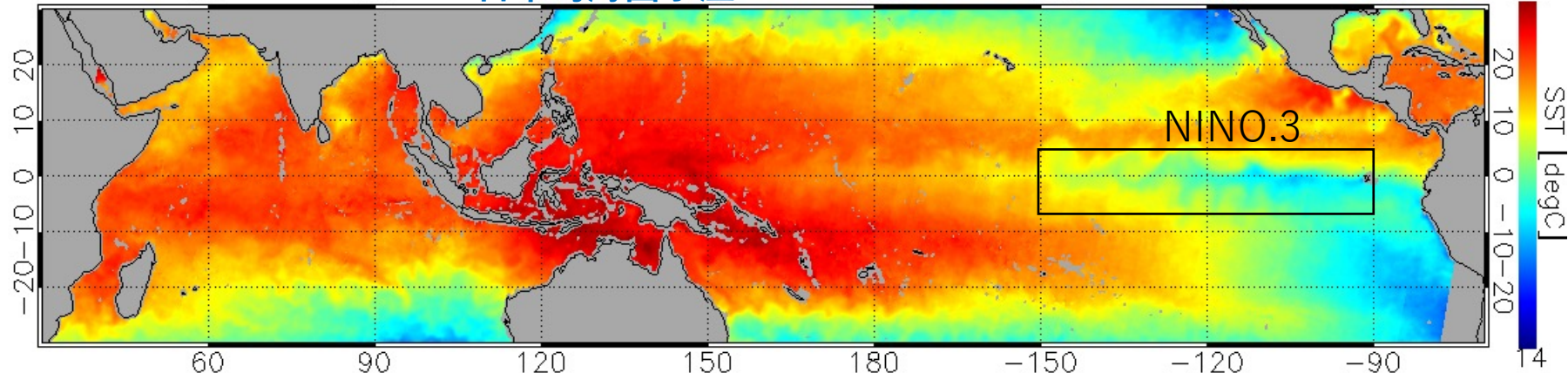
SST, 97:Kuroshio Current (NE)



# □ 長期データセットへの取組み (2/3)



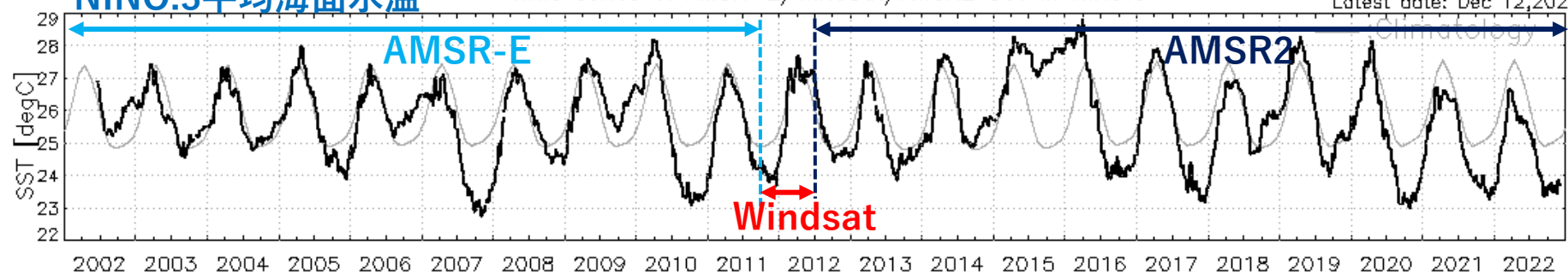
## 2022.12.8-12のAMSR2 5日平均海面水温



## NINO.3平均海面水温

Time series of AMSR-E/WindSat/AMSR2 SST in NINO.3

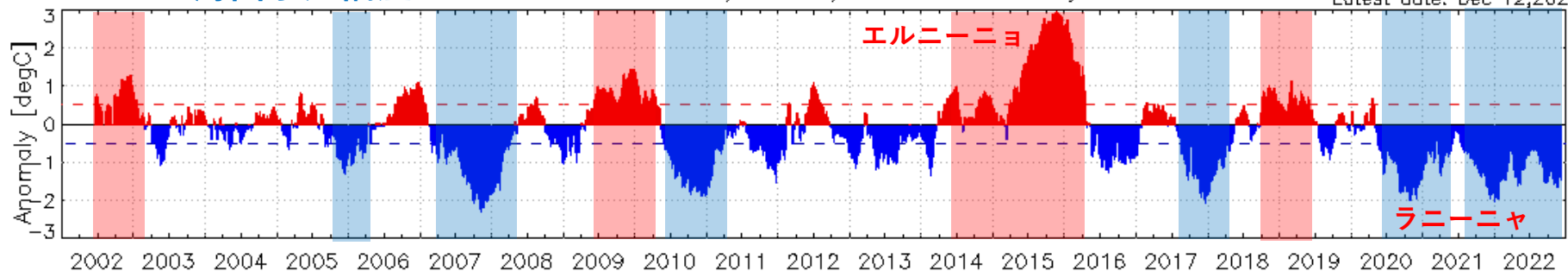
Latest date: Dec 12, 2022



## NINO.3海面水温偏差

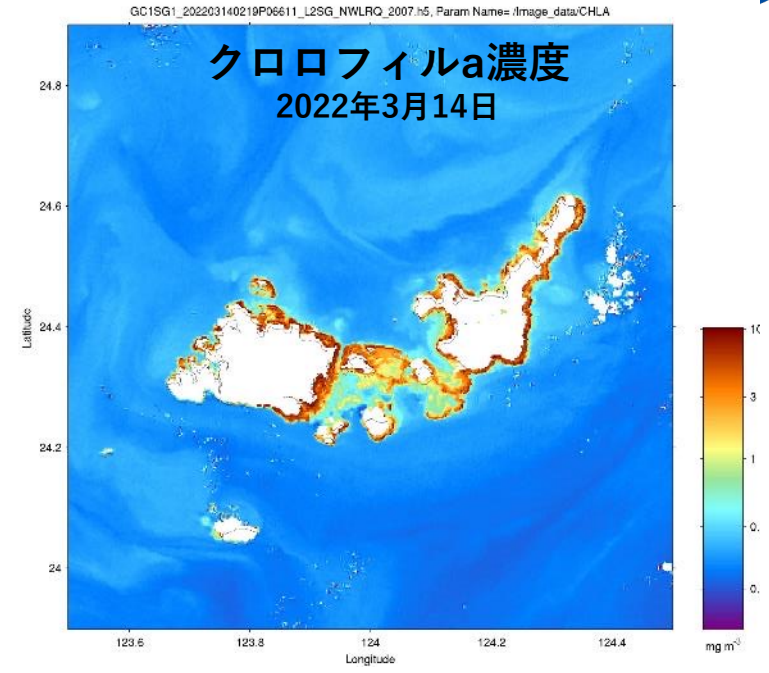
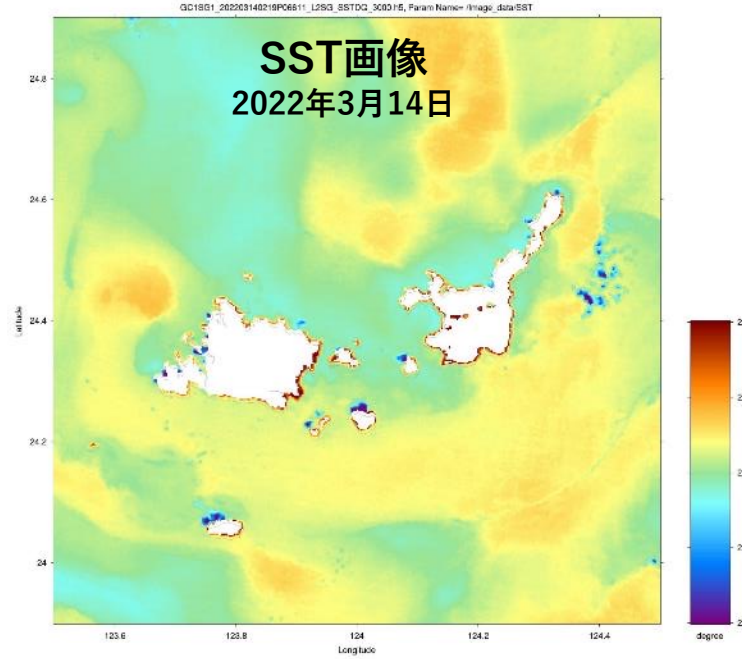
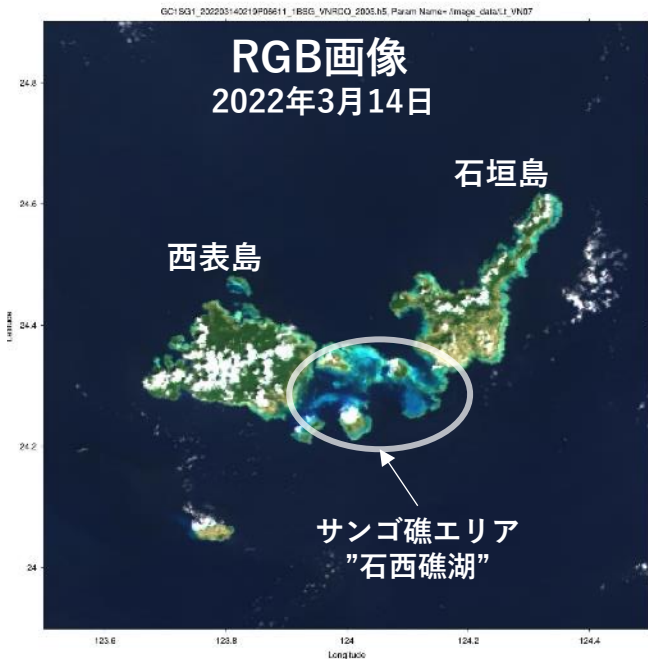
Time series of AMSR-E/WindSat/AMSR2 SST Anomaly in NINO.3

Latest date: Dec 12, 2022

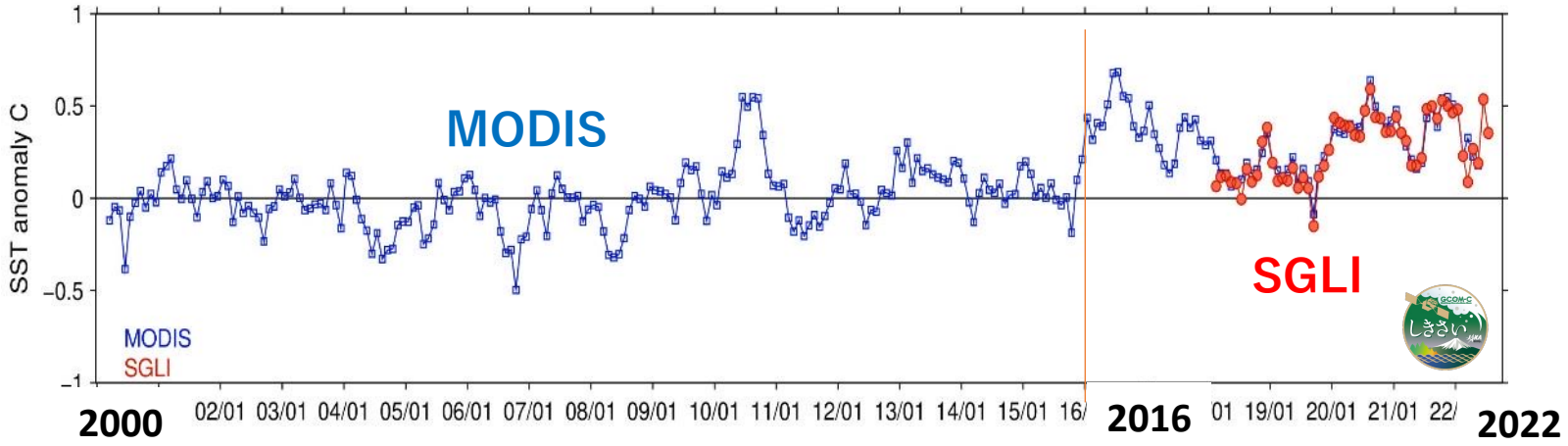




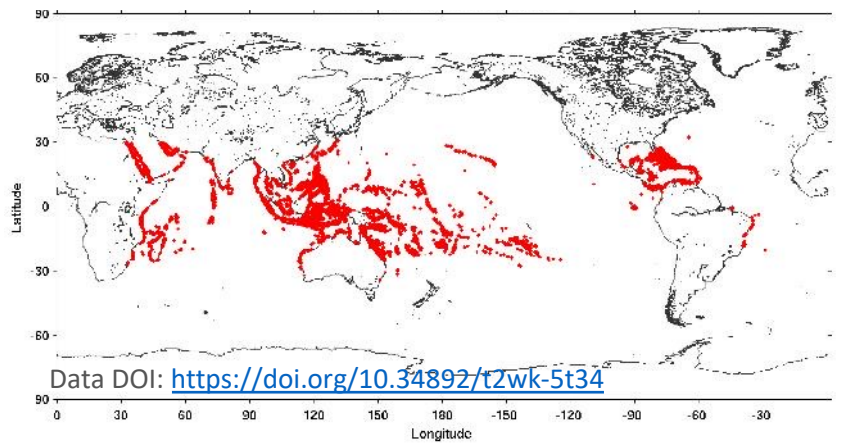
# 長期データセットへの取組み (3/3)



## 海表面温度(SST)の平年値からの偏差



## Global distribution of coral reefs





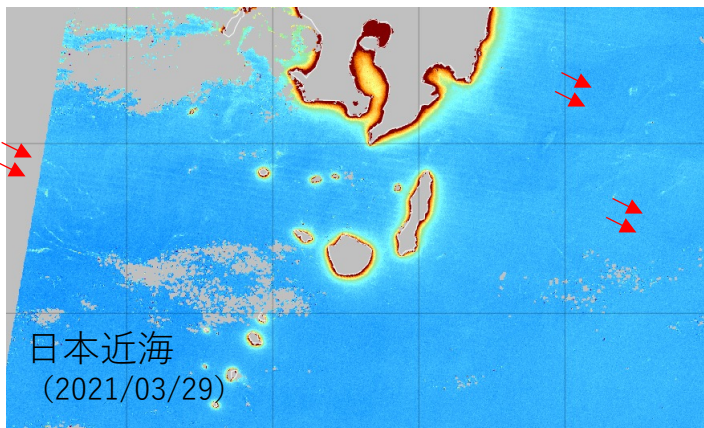
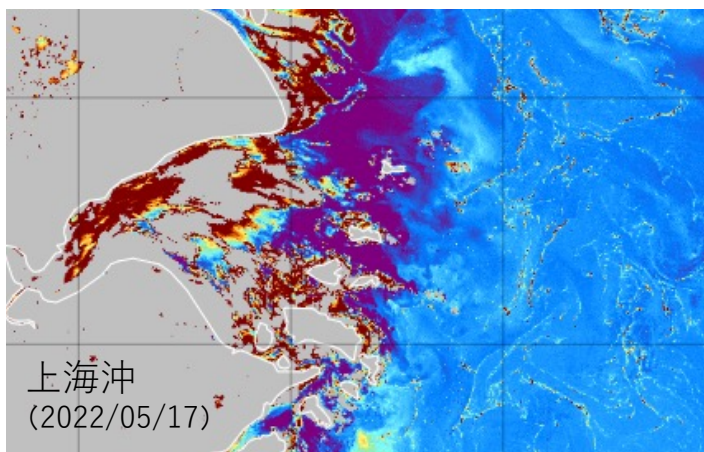
# □ 新たな観測プロダクト・解析技術の向上



## 流れ藻 関連活動

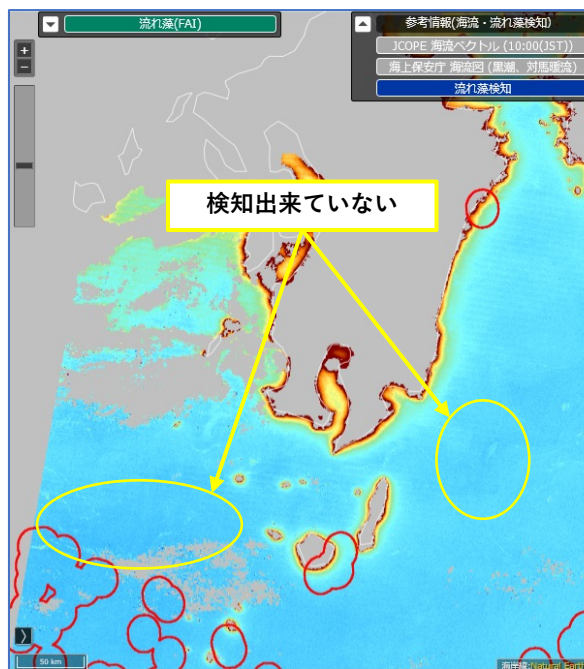
従来にない新たな海色観測分野として東シナ海からの流れ藻に着目

- 1) 専用WEBサイト開設・データ提供
- 2) 流れ藻シーズンに観測月報を公開  
メール配信 (1月~5月)



## 課題

- 1) SGLIは分解能・ノイズ性能ともに高いが、そもそも対象物の信号が非常に小さい
- 2) 雲等との誤判別も多い
- 3) 閾値法により流れ藻候補を表示したが、検出できない流れ藻が多い



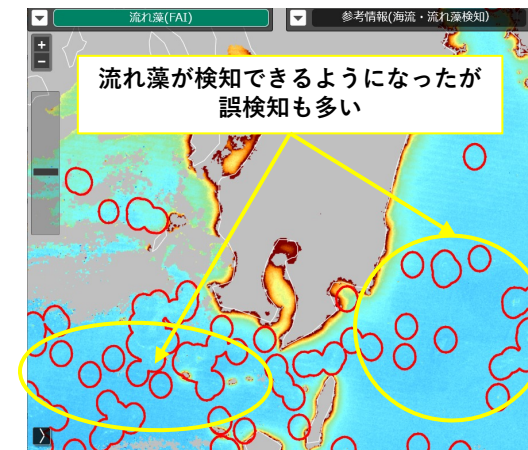
流れ藻モニタでの検出試行結果  
(昨年度試行版：赤枠が流れ藻候補)

<https://www.eorc.jaxa.jp/JASMES/FAI/>

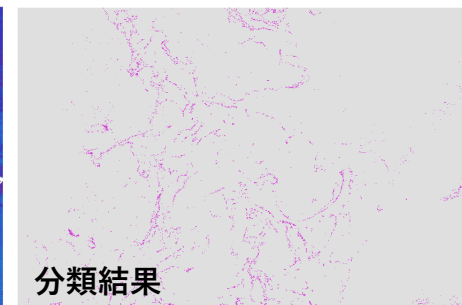
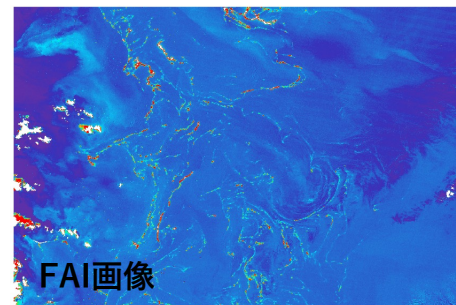
# 「流れ藻」

## 今後の活動 (検討中)

- 1) 来期 (2023年1~5月) も観測月報も配信予定
- 2) 判別手法改善の試行錯誤中
  - a) 空間フィルタ併用・雲識別改良等による従来手法の改良
  - b) 機械学習による取組み
  - c) 海域 (東シナ海、九州近辺) による光学特性の違いの考慮
- 3) 流れ藻に限定されない潮目への拡張



## ■ 分類の試行結果

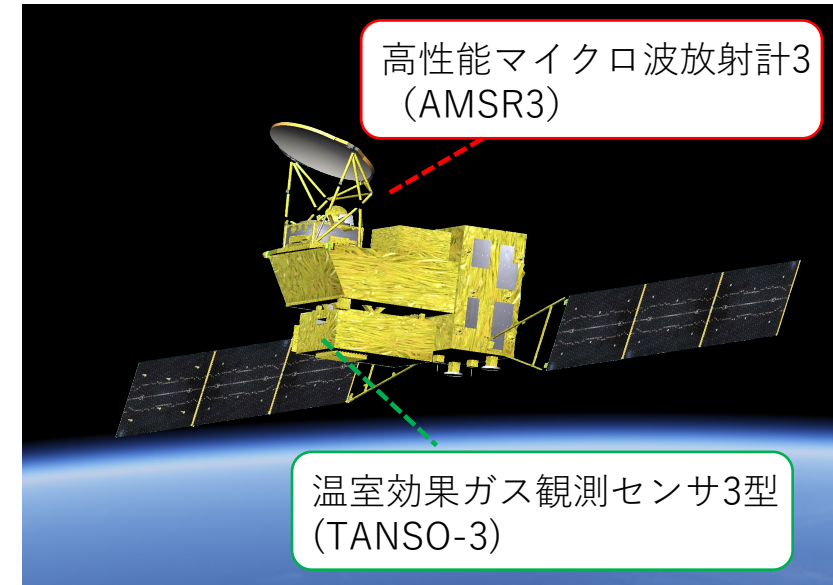




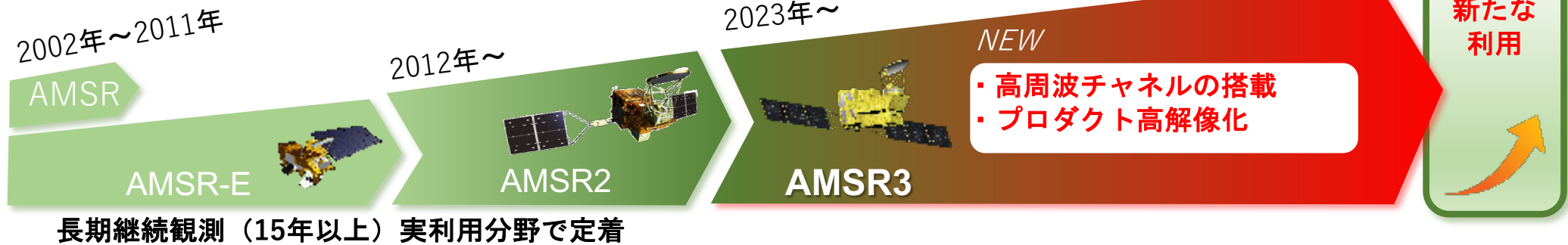
## □ 次の衛星（しずく後継機）

### 温室効果ガス・水循環観測技術衛星（GOSAT-GW）

- 2019年12月10日 文部科学省 宇宙開発利用部会にて審議・了承  
⇒ GOSAT-GWの開発に着手
- 「しずく」の16チャンネル、9種の標準プロダクト  
⇒ 観測は**21チャンネル**に増加  
⇒ 研究プロダクトの標準化・**新たな降雪に関する物理量の追加**により **合計12種**のプロダクトを提供します。  
⇒ さらに、**既存の2種の高分解能化**を検討しています。
- AMSR3のフライトモデルを製造中



### 衛星搭載型マイクロ波放射計の発展・継承



## □ 次の衛星（しきさい後継機） ⇒ 後継センサの議論（観測の継続と技術開発）

## Vision 地球まるごと、より良い未来へ

産学官が集まり、  
衛星地球観測分野の  
総合的な戦略提言  
をまとめる。

- 宇宙基本計画や工程表等への政策議論への貢献、産学官で具体的な連携活動を推進し衛星地球観測が日本の成長産業となることを目指す。
- 現在、CONSEO法人団体会員162 者、有識者会員25人、オブザーバ14者が参加。





## □ まとめ

- ✓ JAXAは、
  - ✓ 1980年代から海洋観測を衛星地球観測の1つのテーマに進めてきました。
  - ✓ 地球観測衛星データ利用のキーは、産官学の連携・協同にあると考えています。
  - ✓ 水産利用の中心となる「しずく衛星」の観測運用10周年、「しきさい衛星」の観測運用5周年を迎えることができました。
  - ✓ 都道府県の方々を含めて様々な方からご意見・ご質問を頂いています。
  - ✓ これからも、今回のシンポジウムを含む様々な場面において、様々なステークホルダーの方々のご意見を伺っていきます。
  
- ✓ 「しずく」と「しきさい」へのご意見・質問等は、以下までお寄せください。

### 問い合わせ窓口

- |                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| ✓ 「しずく」データについて  | Z-AMSR_QA@ml.jaxa.jp         |
| ✓ 「しきさい」データについて | shikisai@ml.jaxa.jp          |
| ✓ データ提供について     | z-gportal-support@ml.jaxa.jp |

### ホームページ

- |            |   |
|------------|---|
| ✓ しずくHP    | <a href="https://www.eorc.jaxa.jp/AMSR/index_ja.html">https://www.eorc.jaxa.jp/AMSR/index_ja.html</a>         |
| ✓ しきさいHP   | <a href="https://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_C/index_j.html">https://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_C/index_j.html</a> |
| ✓ しきさいポータル | <a href="https://shikisai.jaxa.jp/">https://shikisai.jaxa.jp/</a>   |