

AMSRシリーズへの ユーザ要求と その実現に向けて

可知美佐子

宇宙航空研究開発機構

第一宇宙技術部門 地球観測研究センター



日本のマイクロ波イメージャの歴史



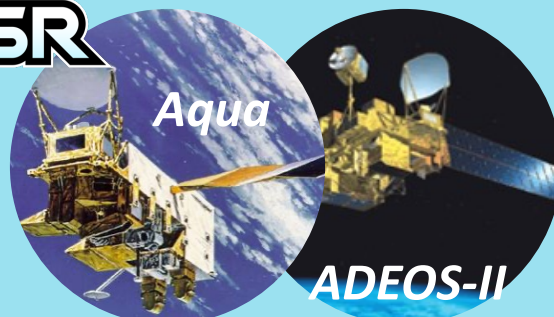
1987

MSR

試験技術機

- 2チャンネル (23, 32GHz)
- アンテナ径: 0.5m
- 空間解像度: 23-32km
- 観測幅: 317km

AMSR



2002-2011

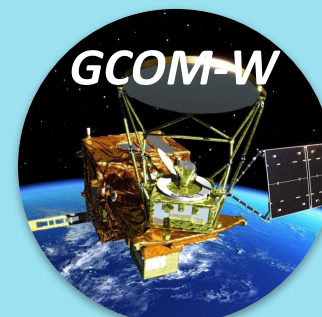
AMSR-E

AMSR

米国Aqua衛星に搭載(AMSR-E)

- 6.9GHz含む6周波数・14チャンネル
- アンテナ径: 1.6m
- 空間解像度: 6-74km
- 観測幅: 1450km

現業分野(気象、漁業等)
での利用実証



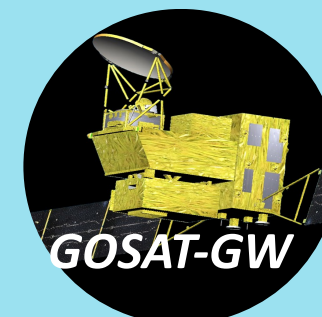
2012-現在

AMSR2

AMSR-E観測を継続

- 軌道上校正を改善
- RFI低減のため7.3GHzを追加
- アンテナ径: 1.6m→2m

実時間性を向上し世界各国
で実利用が定着
長期観測で気候変動監視



2024年度以降

AMSR3

AMSR-E/AMSR2観測を継続
& 発展

- 高周波チャンネルの追加
- SSTの安定観測のために10.25GHzを追加

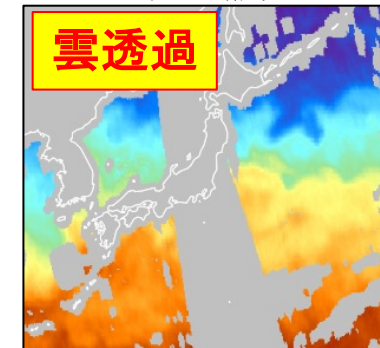
AMSR、AMSR-E、AMSR2の
観測と成果を継続しつつ、
新たな利用ニーズに応える

AMSRシリーズの特徴と優位性

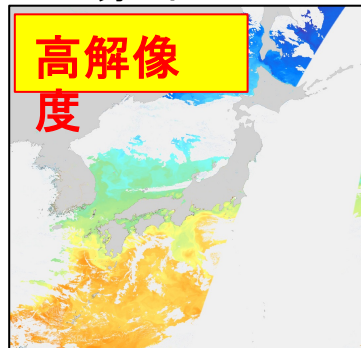
- 雲の中、雲を透過した地表面や海面の「水」に関する情報を取得可能
- 他マイクロ波放射計に比較して、高解像度である
 - 空間分解能: 7x12km@36GHz
 - 一般的なマイクロ波放射計 (SSM/I) の1/3程度の空間解像度
- 地表面に感度のある7GHz帯のチャンネルを持つ数少ないセンサ
 - 周波数帯数: 7~89GHz/16チャンネル(水平・鉛直偏波含む)
 - 海面水温 (SST)、土壌水分量などを測定可能
- 観測幅が広く、観測頻度が高い
 - 観測幅: 約1600km
 - 観測頻度: 1日に1~2回(中緯度)、1日に3~7回(高緯度)

😊 **さまざまな「水」に感度**
😊 **雲を透過**
😊 **太陽光不要**
😞 **解像度は粗め (vs.光学センサ)**

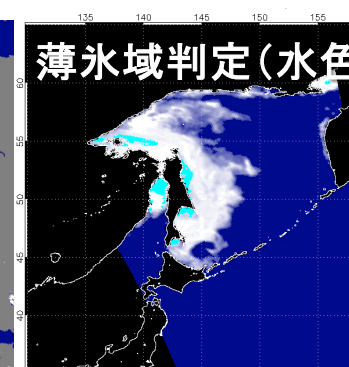
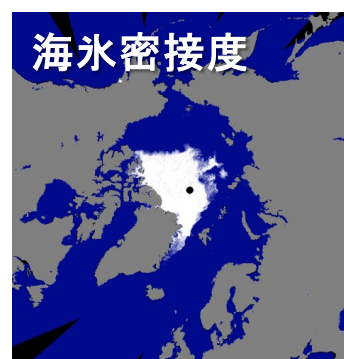
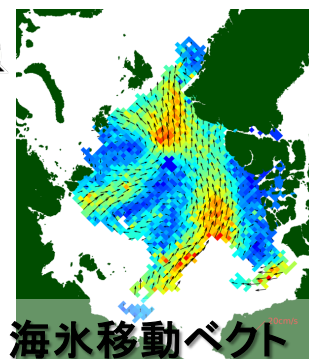
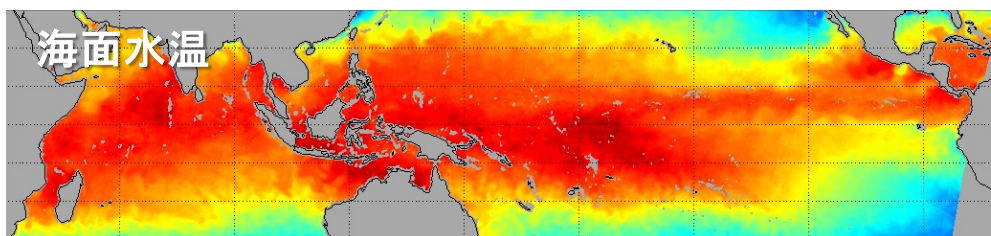
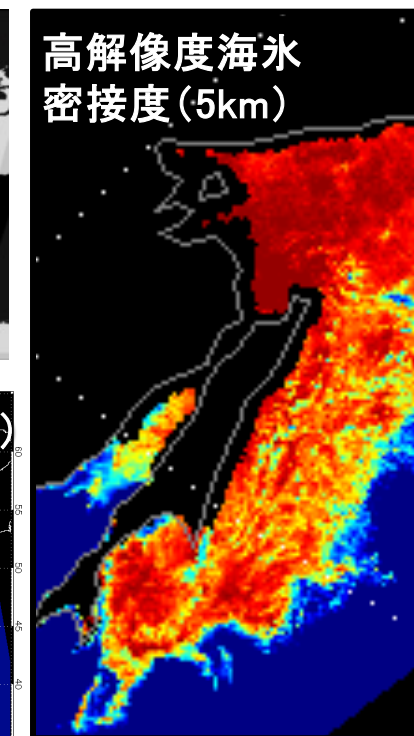
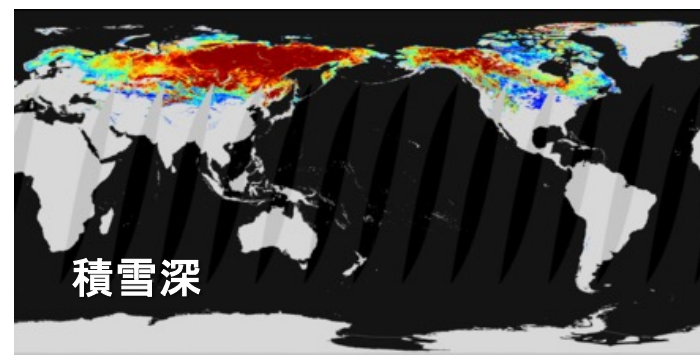
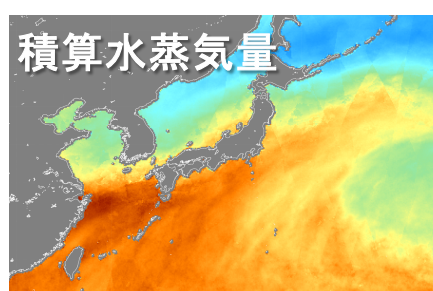
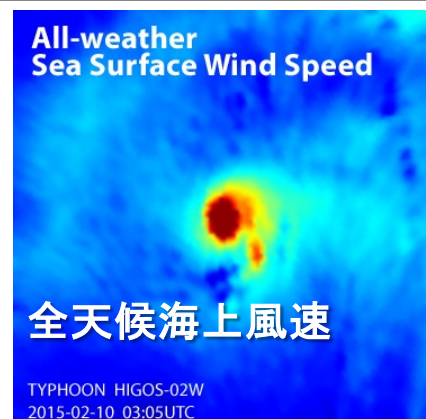
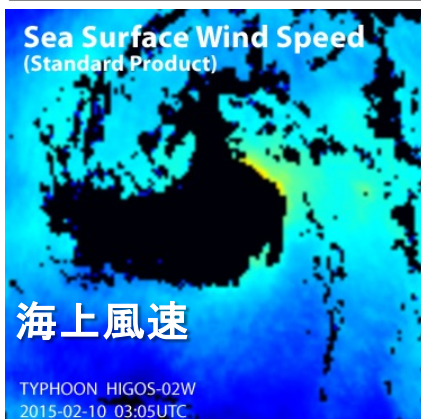
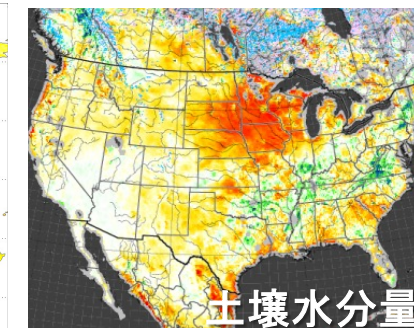
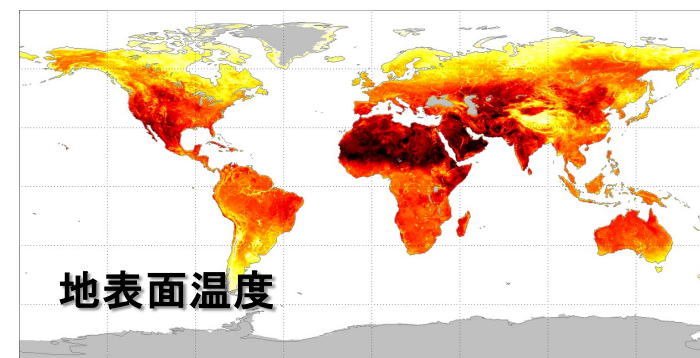
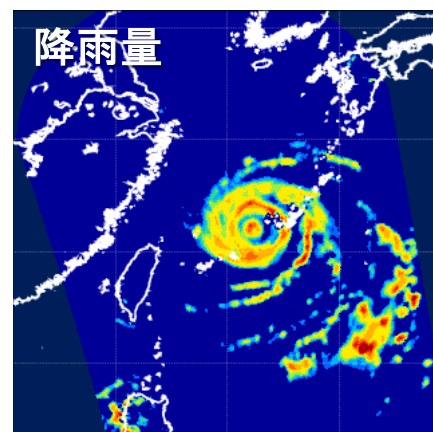
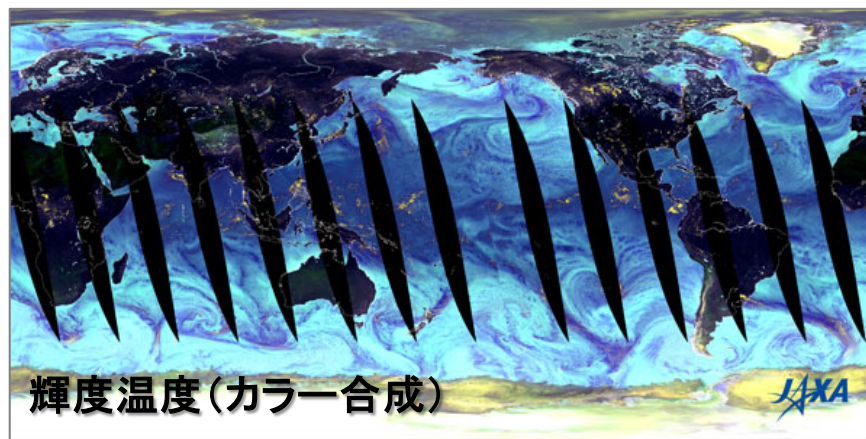
マイクロ波SST



赤外SST



「水」に関するさまざまな物理量の観測例



GCOM-W/AMSR2時代のデータ利用概要

実利用を見据えた利便性向上を図り、

- 全球観測データの配信時間を観測から**2.5時間以内**に短縮。(参考: AMSR-Eは8時間以内)
- 日本周辺観測データは**リアルタイム**で受信し、レベル1処理データを観測から**平均約16分以内**に気象庁に配信。

✓ 主要な気象・水文機関が現業利用

✓ 全球気象予報、台風解析・予測、海況・海水状況把握

リアルタイムでの利用

・モンレー
・ウィスコンシン
・マイアミ
・プエルトリコ
・ハワイ
・フェアバンクス
・グアム
・クワジェリン

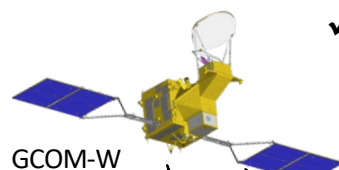
NOAA直接受信局
リアルタイムデータ

準リアルタイムでのデータ利用

米国

米国海洋大気庁(NOAA)

- ・ 政府関連機関、大学 等へ配信
- ・ ハリケーンセンターで定常利用



GCOM-W

全球観測
1周回分の蓄積データ
約100分間隔で
1日14~15回データ受信

日本周辺観測
リアルタイムデータ
1日4回程度受信

準リアルタイムでのプロダクト配信

北極圏 スバルバード島

JAXA

GSMaP

欧州

- ・ 欧州31か国に配信 (EUMETSAT)
- ・ 欧州の6気象機関 (ECMWF、英国、ノルウェイ等) で現業利用中 (数値気象予報、海水分布等)、さらに4機関で現業化を検討中

アジアのユーザへの降水プロダクトの提供

・ その他の気象機関 (豪、カナダ、韓国) でも現業利用中

世界中の一般研究者へのWebサイトでのプロダクト提供

[エンド・ユーザ]

天気予報
ユーザ

漁業者

海況・海水情報
航行安全

気候変動予測
農業収量予測
海水予測
極域航行支援
その他

[ユーザ機関]

気象庁

漁業情報
サービスセンター

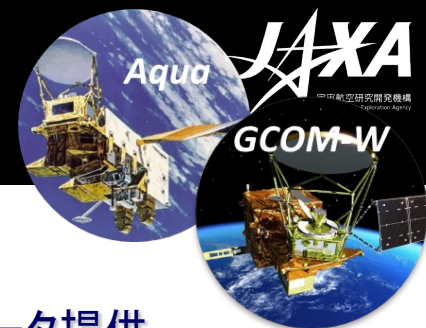
海上保安庁

共同研究機関
利用機関
他

JAXAのデータ提供サイト(G-Portal)からの
ダウンロード数の5割をAMSR2が占める



AMSR-E/AMSR2によるこれまでの主な成果



• 水循環・気候変動

- AMSR-Eから続く20年以上、高精度・高解像度で長期的に均質な水循環データを取得
- AMSRシリーズで整合したデータセットの構築
- AMSRシリーズと海外マイクロ波放射計を複合した海氷密接度の長期データセットの作成
- 全球降水プロダクト(GSMaP, IMERG, CMORPH等)で、唯一の午後軌道マイクロ波放射計として貢献
- 複合SSTプロダクト(MGDSST, OSTIA等)での利用
- グリーンランド氷床の大融解や全地球海氷面積の過去最小値など、極域の変化のいち早い検知などを通じた、極域気候変動研究(ArCSII等)への貢献
- IPCC WGI AR6で、AMSRシリーズによるさまざまな物理量やプロダクトが引用
- AMSR2等の衛星海面水温の高解像度領域海洋モデルへの同化と短期予報精度の向上
- AMSR2等の輝度温度の地表面モデルへの同化と干ばつ予測の精度向上
- 長期再解析(JRA55, ERA等)での利用

• 実利用

- 準リアルタイムでの利用者へのデータ提供
- 気象庁での利用(数値気象予報、長期再解析、台風解析、海面水温解析、海氷解析、等)
- 海外での利用(NOAAやEUMETSATがハブとなった、欧米機関における気象・海面水温・海氷監視等での現業利用、オーストラリア・インド・韓国等の気象局での現業利用、等)
- 海上保安庁での利用(海洋速報、海氷速報、海洋状況表示システム「海しる」、等)
- 水産分野での利用(海況解析、漁場解析、等)
- 航行支援での利用(「しらせ」等の極域航行支援、北極海航路の情報サービス、等)
- 農業分野での利用(食料安全保障のための環境情報、農業干ばつの予測、等)

AMSR2後継への利用者からの要望

水産コミュニティからの要望

- ・AMSR2データの継続
 - ・沿岸20km以遠の漁場利用
 - ・高解像度海面水温
- 「水産分野における人工衛星(GCOM-W)利用に関する報告書」(H28.3)

極域航行コミュニティからの要望

- ・高解像度海氷密接度
 - ・海氷移動速度
- 「極域・氷海域の船舶航行におけるユーザー要求書」(H29.3) (地球環境変動観測ミッション(GCOM)総合委員会 極域・氷海域分科会)

米国からの要望

- ・AMSR2データの継続
- ・センサ性能向上(校正向上)
- ・降雪観測
- ・午後13時付近の軌道の継続
- ・直接受信の継続

H28.3.28, H30.1.31

国内実利用・科学からの要望

- ・AMSR2データの継続
 - ・降雪観測
 - ・高解像度海面水温
- 次期マイクロ波放射計ミッション検討委員会(H29.12~H30.3) (実利用機関及び科学コミュニティの要求を集約)

国際機関からの後継への要望

- ・世界気象機関(WMO) H.28.6.1
- ・気象衛星調整会議(CGMS) H28.6.29
- ・海洋観測に関する気候変動パネル(OOPC) H29.8.28
- ・南洋観測システム(SOOC) H29.11

北極域での人工衛星観測の重要

- ・日本は、人工衛星による高精度観測技術，研究船や陸上観測拠点などにより得られたデータを国際的なネットワークを通じて蓄積・統合し，北極研究の基盤形成において中核をなすべく活動を継続すべきである。
- 「北極域に関する提言「北極域での科学的知見の活用：5つのアイ(i)から読み解く日本の役割」(H30.3)

高解像度化

高周波数帯追加

観測継続

AMSRシリーズのミッション目的

- 水循環変動の把握と予測

- 気候変動に伴う水循環変動を把握し、社会生活への影響予測と対策に役立てる。

- 実利用分野への社会実装

- 気象

- ✓ 気象庁や世界の気象機関において、予報業務にAMSRデータが定常的に利用され、台風や集中豪雨などの予測精度向上に貢献する。

- 水産

- ✓ 海面水温の情報を提供し、漁場探索等に貢献する。

- 航行支援

- ✓ 海氷密接度や海面水温の情報を提供し、船舶の安全運航に関わる海況・海水情報作成や最適航路の選択に貢献する。

AMSR3では、JAXAが開発し利用実証を進めてきたマイクロ波放射計（AMSR, AMSR-E, AMSR2）の**全球高頻度観測や高空間分解能の優位性を維持しつつ**、これまでの取り組みで**明らかとなった利用ニーズに応える**ことで、AMSRシリーズが国内のみならず、国際社会においても、**社会基盤として定着することを目指す**。

AMSR3ユーザ要求とミッション目標

継続

新規

ユーザ要求

ミッション要求

【共通】AMSR2ミッションによる観測・提供プロダクトの継続

水循環 AMSRシリーズでこれまで観測してきた“海上の水蒸気量”に加え、“陸上の水蒸気量”の変化を衛星観測から明らかにする。

水循環 **気象** GPM主衛星では観測できなかった“高緯度地方の降雪”を観測し、“全球の降水分布とその変化”を明らかにする。

気象 数値気象予報での水蒸気解析を改善するための高周波数の輝度温度

気象 局地解析や台風解析での土壌水分量と全天候海上風速の即時利用

水産 海面水温の高解像度化による沿岸漁場での活用と沖合・遠洋漁場利用の高度化

航行支援 最適航路選択する上で、レーダ等で把握困難な12マイル（約20km）以遠の針路周辺情報のための空間解像度向上

【継続】

- AMSR2のセンサ仕様・カバレッジ等を維持
- AMSR2標準プロダクトの提供継続

【新規プロダクト】

- 166/183GHz帯輝度温度追加
- 陸上の積算水蒸気量提供
- 全球の降水量（雨・雪）提供

【即時性向上】

- 日本周辺観測の土壌水分量、全天候海上風速を0.5時間以内に配信

【高解像度化】

- 10.25GHz帯輝度温度追加
- 海面水温の空間解像度を向上、沿岸から30km以遠の海面水温を提供
- 5km高解像海水密接度を提供

ユーザ要求の調査・分析を、各利用機関との個別調整や、「次期マイクロ波放射計ミッション要求検討委員会」を通じて実施し、ミッション要求として取りまとめ。

大気分野の研究課題

- 雲降水微物理観測の高度化とデータ同化による雲・降水を伴う極端現象の予測、GSMaPの先進化（降雨・降雪観測の精緻化）
- 数値モデルの雲降水過程高度化、地球温暖化の台風への影響

AMSAR3標準プロダクト

可降水量 (海上 & 陸上)

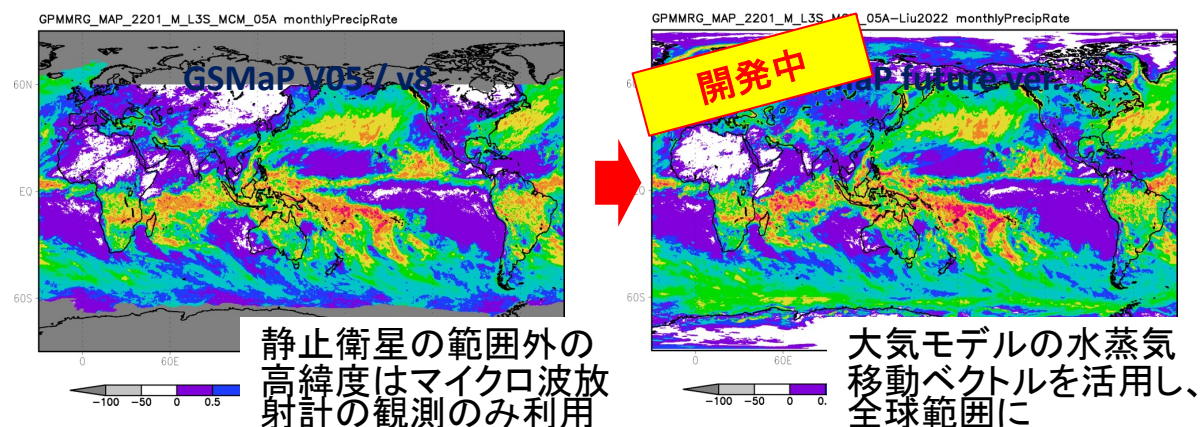
積算雲水量 (海上)

降水量 (降雨 & 降雪)

赤字はAMSAR2からの変更・追加。

- 降水アルゴリズムの開発は全球降水マップGSMaPチームと密接に連携して実施
- AMSR3のために開発している降雪アルゴリズムは、将来のGSMaPに反映予定
- 陸上水蒸気量は、AMSR2では研究プロダクトだったが、標準プロダクトに格上げ予定

全球に領域を拡大する新しいGSMaPアルゴリズムを開発中。氷表面の上の降水量も推定可能に。



水循環変動監視の研究課題：海洋分野

海洋分野の研究課題

- 大気海洋間フラックスの定量把握、大気海洋相互作用の地域スケールへの影響

AMSR3標準プロダクト

海面水温 (6GHz & 10GHz & 多周波)

海上風速

全天候海上風速

AMSR3研究プロダクト

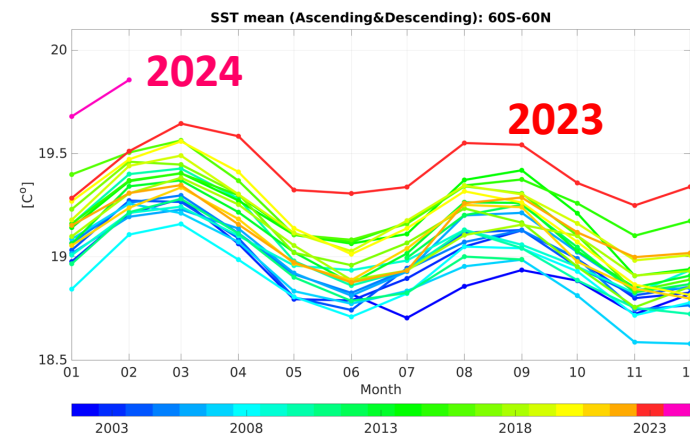
高解像度海面水温 (20km解像度)

赤字はAMSR2からの変更・追加。

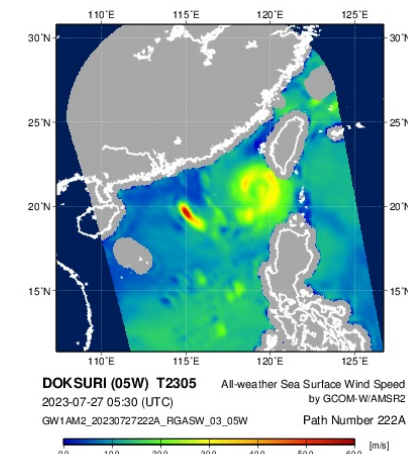
□ 雲の影響を受けず、空間解像度の良い海面水温・海上風速は、数値気象予報・台風解析・海況監視の把握において、ユニークかつ必須の情報

□ 近年の海面水温の異常高温など、AMSRシリーズによる20年以上のデータセットからも明確

AMSRシリーズによる全球 (60N-60S)
月平均海面水温変動 (2002-2024)



AMSR2全天候海上風速
2023年台風5号



水循環変動研究の研究課題：陸域分野

陸域の研究課題

- 陸域モデルおよび陸面マイクロ波放射伝達計算の高度化、降雨・降雪プロダクトの精緻化による陸域水循環予測の精度向上
- 陸域生態水文過程の解明・モデリング

AMSR3標準プロダクト

土壌水分量

AMSR3研究プロダクト

地表面温度

植生水分量

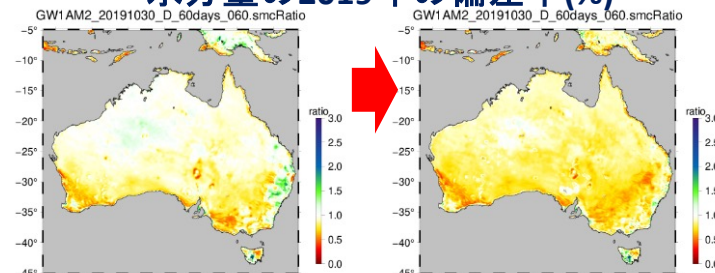
データ同化手法に基づく土壌水分量・植生水分量 (レベル4)

赤字はAMSR2からの変更・追加。

- 雲の影響を受けず、解像度の良い陸面の情報は、陸域シミュレーションにも重要な情報
- 土壌水分量(SMC)や地表面温度(LST)の情報は、食糧安全保障において重要な穀物収量の展望や予測の作成に活用

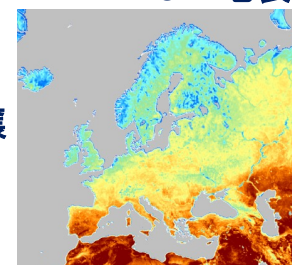
AMSR3向けに開発したアルゴリズムを適用した土壌水分量(AMSR2研究)は、植生分布の変化を参照データとして導入

AMSR2 標準(左)とAMSR3用研究(右)土壌水分量の2019年の偏差率(%)

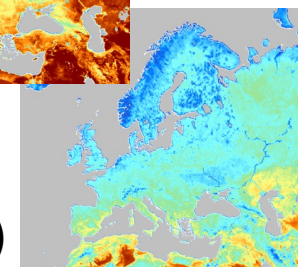


平年値に対する偏差率

2023年7月の
AMSR2地表面気温
昼間
(13:30)



夜間
(1:30)



-10 5 20 35 50

水循環変動研究の研究課題：陸域と雪氷圏

雪氷圏の研究課題

- ・ 極域環境の変動監視と水収支メカニズムの解明、短中期の海氷・雪氷の予測の精度向上
- ・ 温暖化の影響を含む中長期的な極域・海氷変動の予測

AMSR3標準プロダクト

海氷密度度

高解像度海氷密度度

積雪深 (積雪深 & 積雪等水量)

AMSR3研究プロダクト

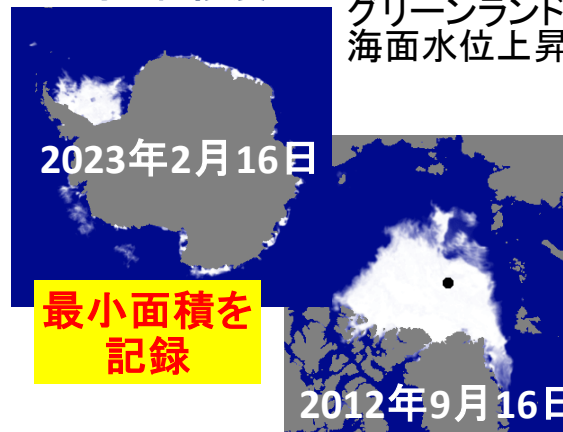
海氷移動ベクトル (レベル3)

薄氷域検出

赤字はAMSR2からの変更・追加。

- 高頻度かつ雲の影響を受けない海氷情報（密接度、移動ベクトル、厚さ）は気候変動・環境変化の監視と予測に貢献
- グリーンランド氷床の融解監視を、光学センサ（GCOM-C/SGLI）と密接に連携して実施

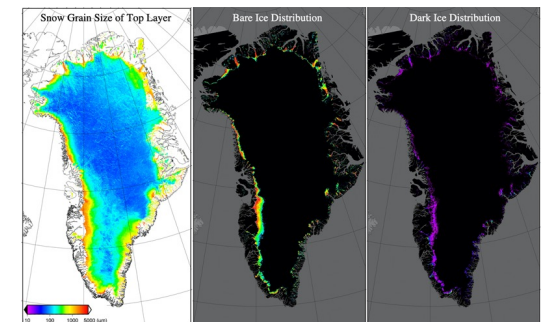
AMSR2
海氷密度度



kuroshio.eorc.jaxa.jp/JASMES/climate/

JAXAにおいて積雪と海氷の分布を監視。
40年以上にわたる長期海氷密度度データ(AMSRシリーズ以外含む)を提供。
グリーンランド氷床の暗色化は、氷床総量の損失や海面水位上昇に影響する可能性。

グリーンランド氷床の融解監視



www.eorc.jaxa.jp/JASMES/daily/GLmonitor/

- AMSR3では、JAXAが開発し利用実証を進めてきたマイクロ波放射計(AMSR, AMSR-E, AMSR2)の**全球高頻度観測や高空間分解能の優位性を維持しつつ**、これまでの取り組みで**明らかとなった利用ニーズに応えることで**、AMSRシリーズが国内のみならず、国際社会においても、**社会基盤として定着することを目指す**。
- AMSR3のミッションの定義・設計は、サイエンス(水循環変動把握と予測)と実利用(気象、水産、航行支援の分野での社会実装)の目的・目標設定を含め、科学コミュニティ及びパートナー機関からのユーザ要求をベースに設定
 - 継続性の確保
 - 実利用でもサイエンスでも、利用の定着は観測継続とセット⇒**当たり前に見えるインフラ化の進行**
 - AMSR2との間での観測にギャップを生じさせない必要
 - 新規要求への対応
 - 降雪観測や数値予報のための上層の水蒸気情報⇒**166, 183GHzチャンネルを追加**
 - 海面水温の高解像度化⇒**6GHzより空間解像度の良い10GHz帯にノイズの少ないチャンネルを追加**
 - 海水情報の解像度化⇒**89GHzの活用、地上処理による高解像度化技術導入**
 - 複合利用と数値モデルとの融合⇒**異なる衛星や、数値モデルと連携**