

# 海氷情報センター開設50年記念イベント 宇宙から見た海氷観測

2019年12月11日

宇宙航空研究開発機構（JAXA）  
第一宇宙技術部門 衛星利用運用センター  
センター長 平林 毅

- JAXA地球観測衛星の紹介
- 宇宙から見た海氷
- 地球観測衛星を活用した海氷監視における海上保安庁との取り組み
- 海氷観測事例

# JAXAの地球観測衛星

打上げ予定

先進光学衛星  
(ALOS-3)  
(2020年度)

先進レーダ衛星 EarthCARE/CPR  
(ALOS-4)  
(2020年度以降)

運用中

いぶき2号 (GOSAT-2)  
(2018年度)

しきさい (GCOM-C)

だいち2号 (ALOS-2)  
(2014年)

だいち (ALOS)  
(2006年)

みどり2号 (ADEOS-II)  
(2002)

GPM/DPR

Aqua/AMSR-E  
米国衛星にセンサ搭載  
(2002年)

ADEOS、ADEOS-II  
(1996年 / 2002年)

運用終了

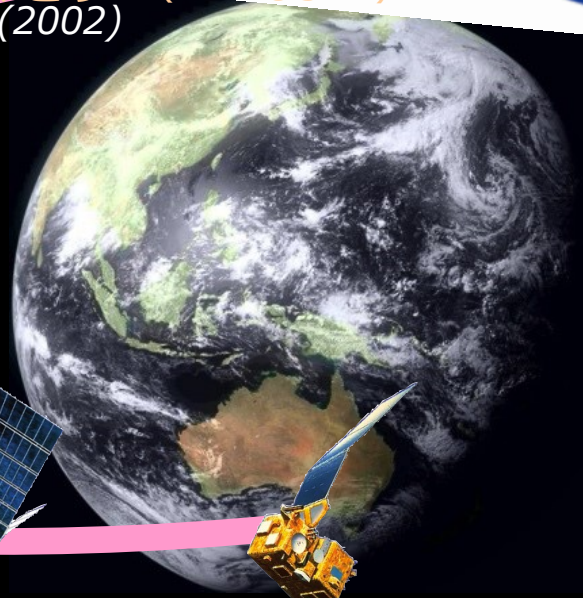
TRMM/PR  
日米共同  
(1997年)

ふよう1号  
(JERS-1)  
(1992年)

もも1号 (MOS-1/MOS-1b)  
(1987年 / 1990年)

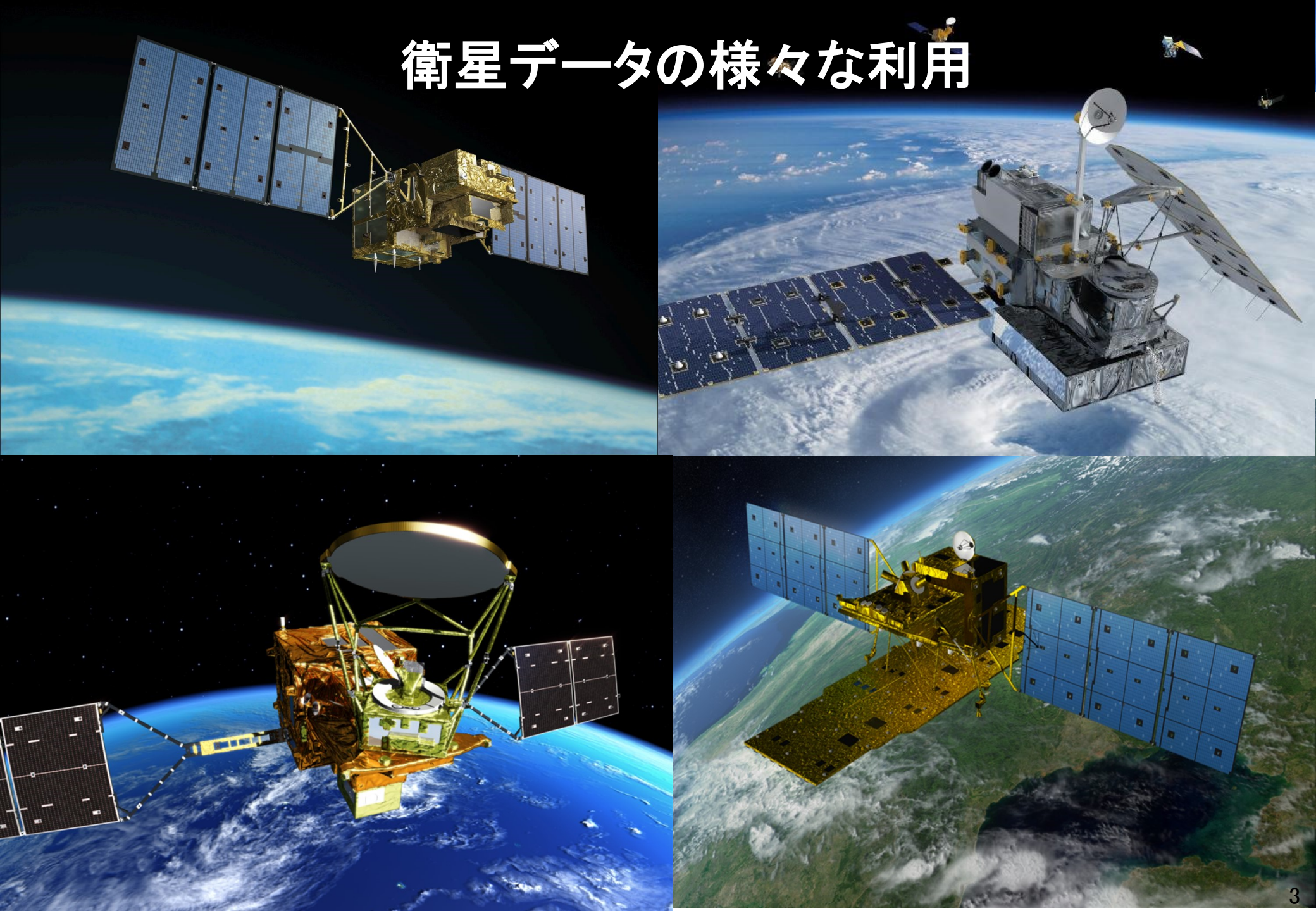
しずく (GCOM-W)  
(2012年)

いぶき (GOSAT)



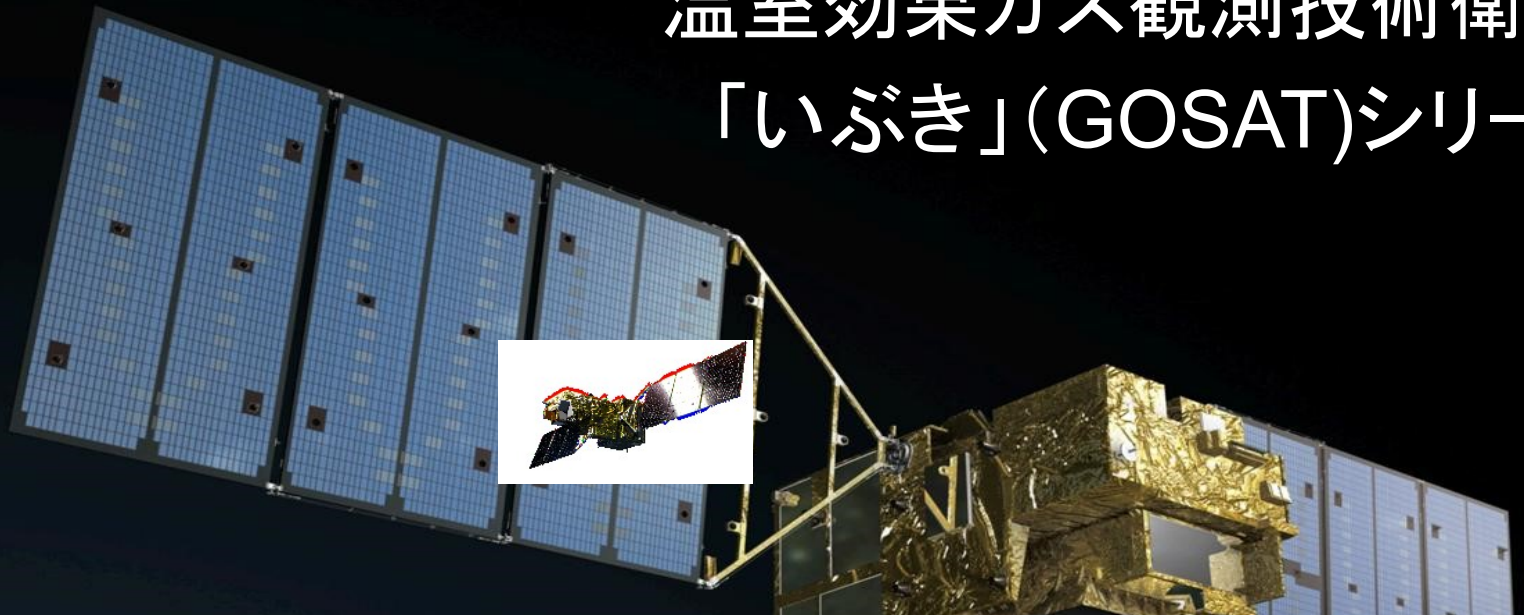


# 衛星データの様々な利用

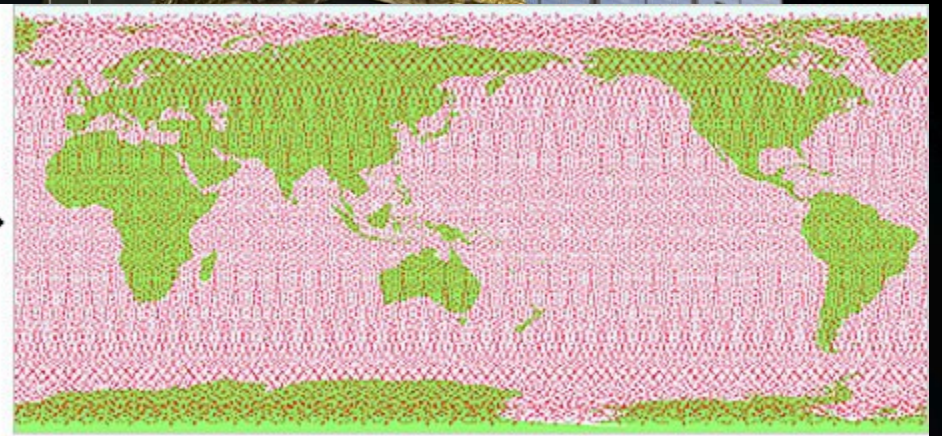




# 温室効果ガス観測技術衛星 「いぶき」(GOSAT)シリーズ



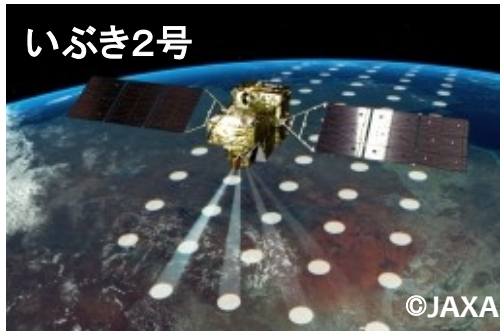
地上の観測点:約348点(2013年1月現在)



GOSATの観測点:56,000点

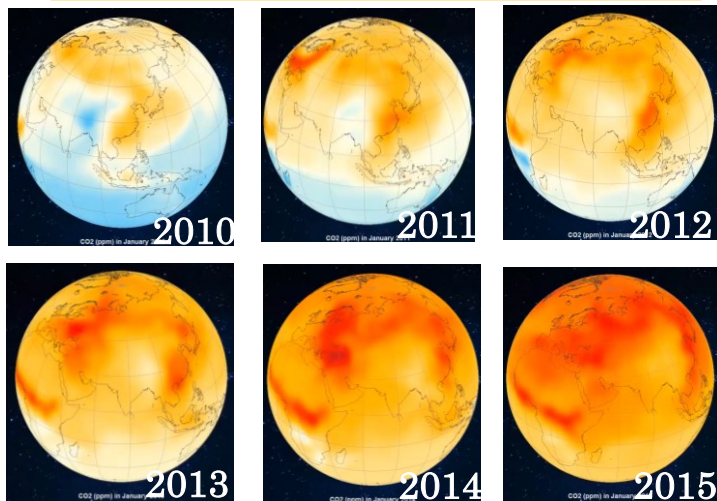
- ◆ **世界初**の温室効果ガス観測専用衛星
- ◆ 二酸化炭素とメタンの濃度を宇宙から観測

# いぶきの成果について

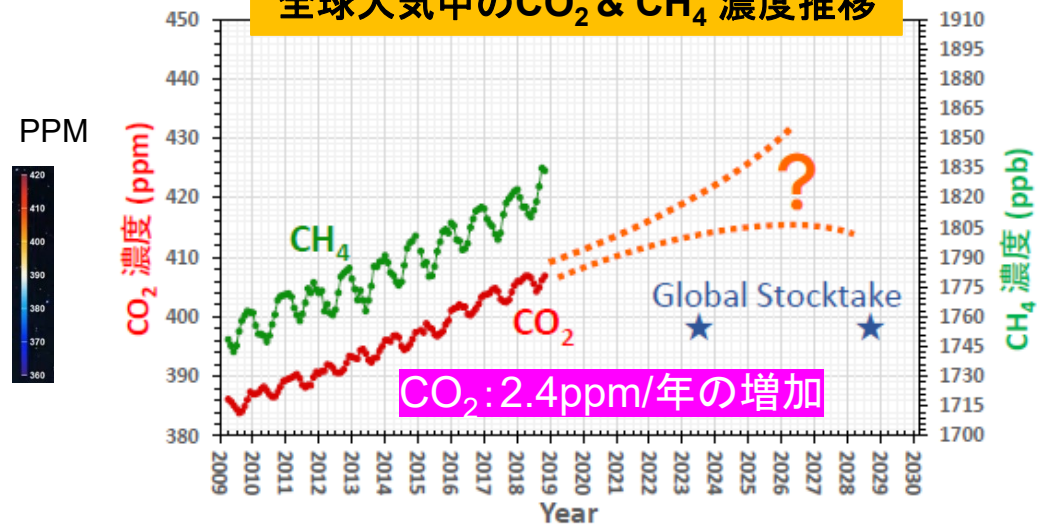


- ◆ **「いぶき2号」**は2018年10月29日に打上げ
- ◆ その先代衛星「いぶき」は、打上げから10年以上経った現在も運用中であり、成果創出を継続中

## いぶきデータを用いたCO<sub>2</sub>濃度分布



## 全球大気中のCO<sub>2</sub> & CH<sub>4</sub> 濃度推移

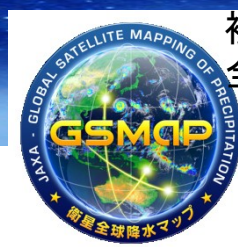


## IPCC温室効果ガス排出算定ガイドラインの改良(2019.5@京都)

- 各国の排出量報告の精度向上に**衛星データを活用することが初めて記載**。
- **いぶきの活用例が多く記載**。



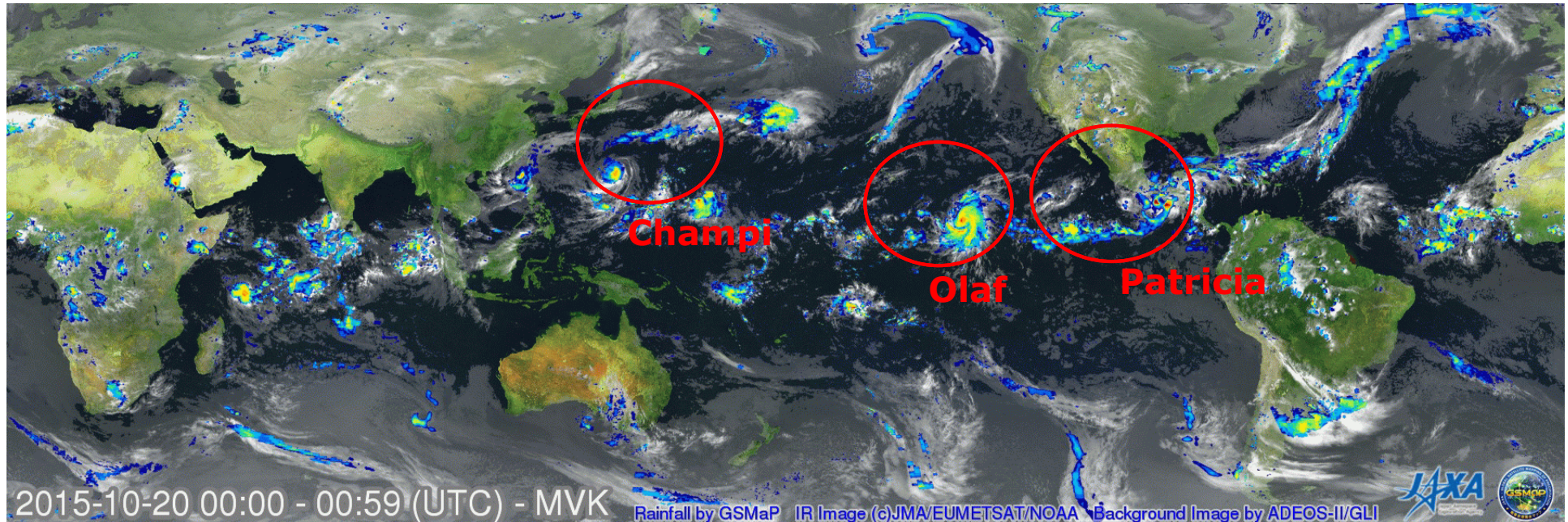
# 世界の雨分布の監視



複数衛星の  
全球降水マップ



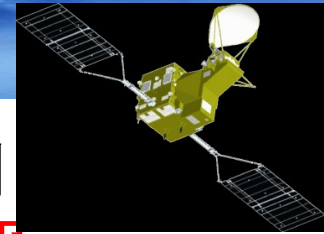
2015年10月20-24日の1時間毎のアニメーション



- 複数の衛星に搭載されたマイクロ波放射計を組み合わせ、静止気象衛星の情報も加えて、「世界の雨分布」を作成・提供
  - 緯度経度0.1×0.1度格子、1時間毎の世界の雨データ
  - 「世界の雨分布速報」: 全球を観測から4時間後に提供
- 海上の台風や、アジアなどの地上観測網が不十分な地域での雨の監視に有効→インドネシア気象局で予報の現業で利用



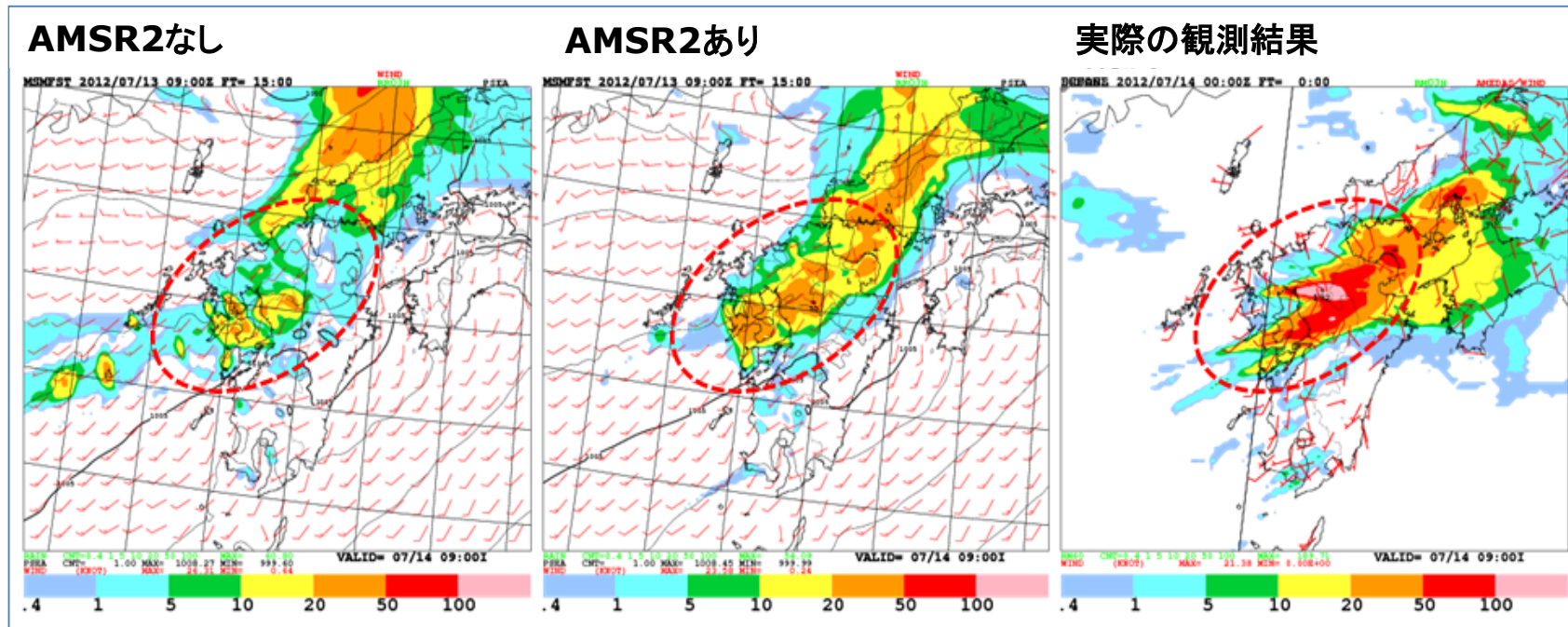
# 気象予報での利用



「しずく」搭載のマイクロ波放射計(AMSR2)等の観測データは気象庁をはじめ、世界の気象機関で天気予報や台風の進路予測などに利用。

しずく(2012年打上げ)

## 数値予報モデルの改善例(平成24年7月九州北部豪雨)

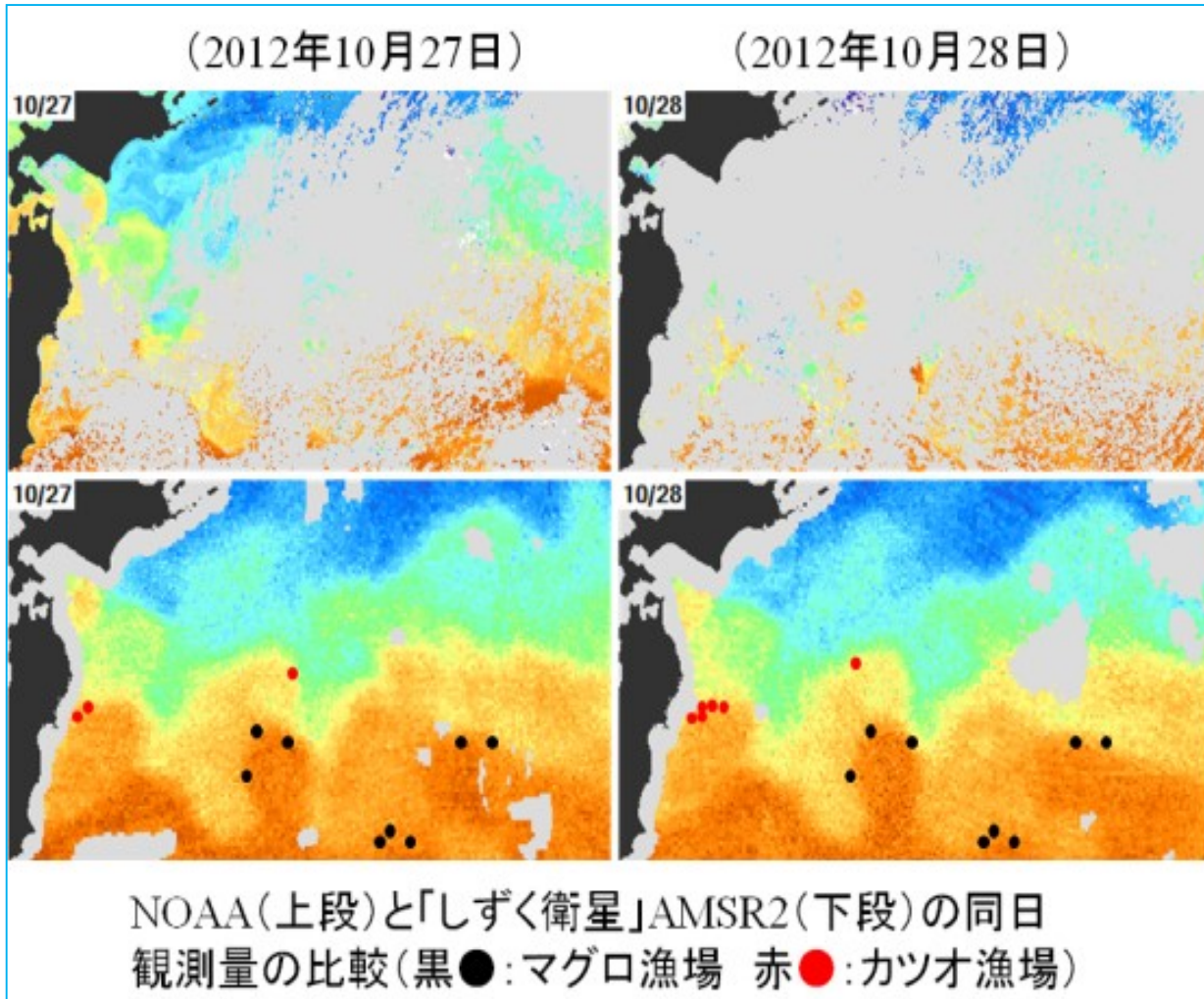


気象モデルに「しずく」データを加えることで、降雨予測の精度が大幅に改善している

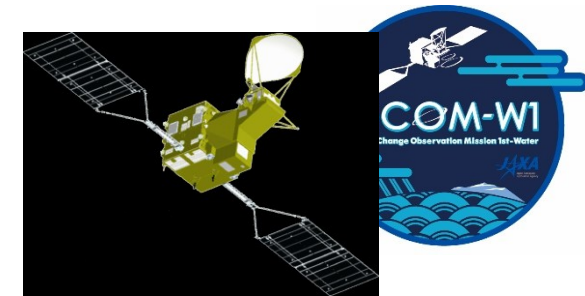
(画像提供：気象庁)

# 漁業での利用

「しずく(GCOM-W)」による海面水温データ等は、漁業情報サービスセンターが作成する漁海況情報に定常的に利用されており、漁船の漁場選定などに活用されている。



→漁船の燃油を  
16%節減



しずく(2012年打上げ)

海面水温を利用した漁場予測 (漁業情報サービスセンター提供)





## 米国における干ばつ状況の把握

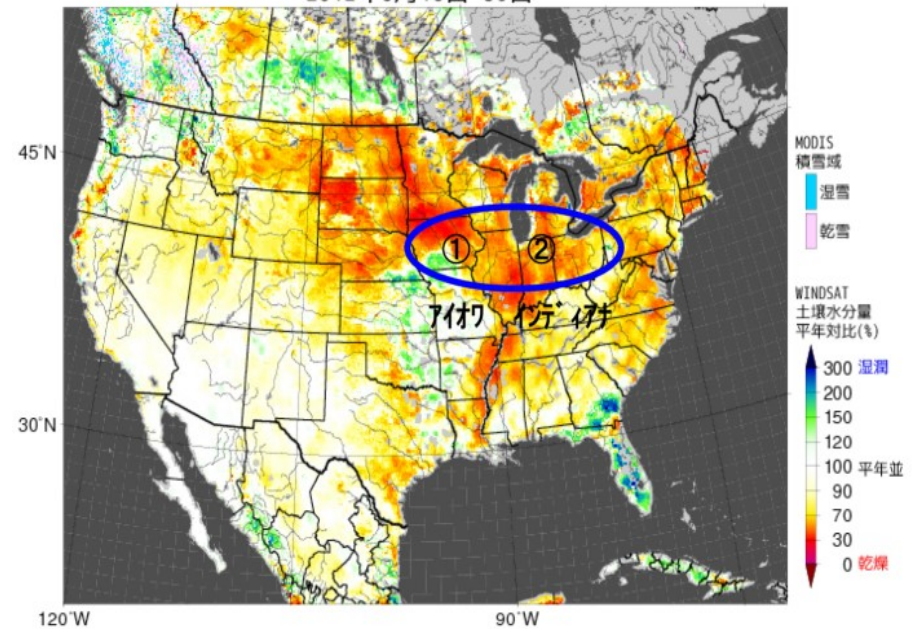
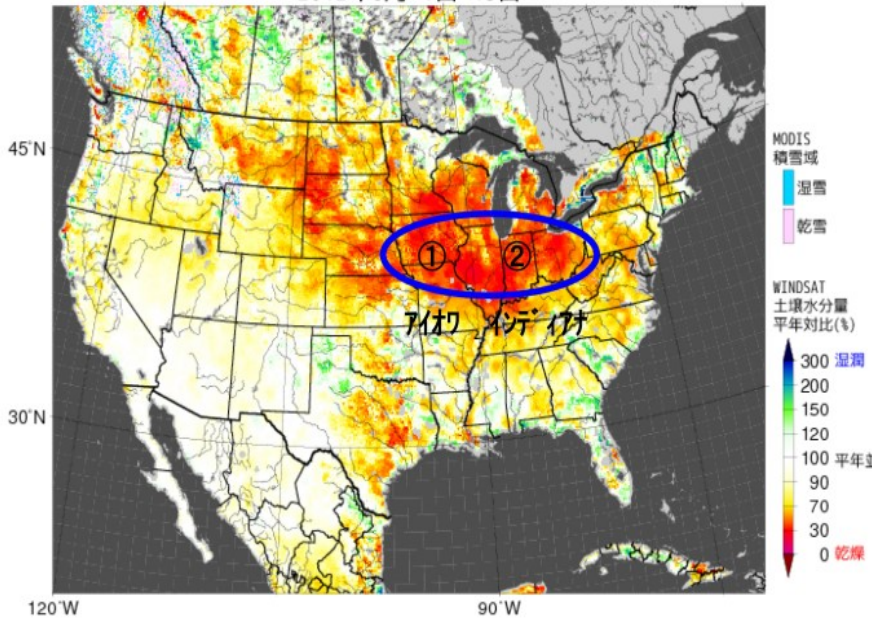
しずく(2012年打上げ)

地図 北米の土壌水分量平年対比(青円 コーンベルト) 土壌水分大幅低下

2012年6月 1日~15日

図 北米の土壌水分量平年対比(青円 コーンベルト) 乾燥状態が継続

2012年6月16日~30日

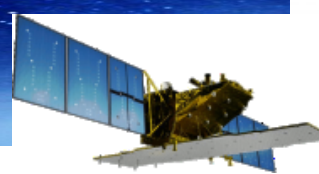


[農林水産省 海外食料需給レポート2012年6月、7月より]

- コーンベルトにおける受粉期の干ばつを検出(2012年6、7月)
- 同年の米国のトウモロコシ輸出量は前年から40%以上減少

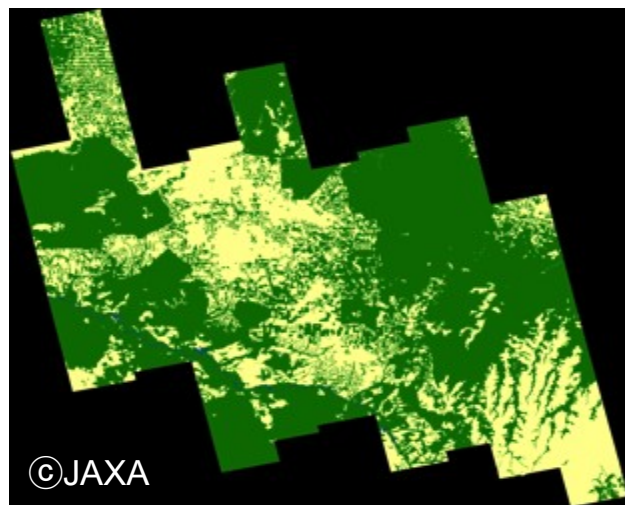


# 森林の管理

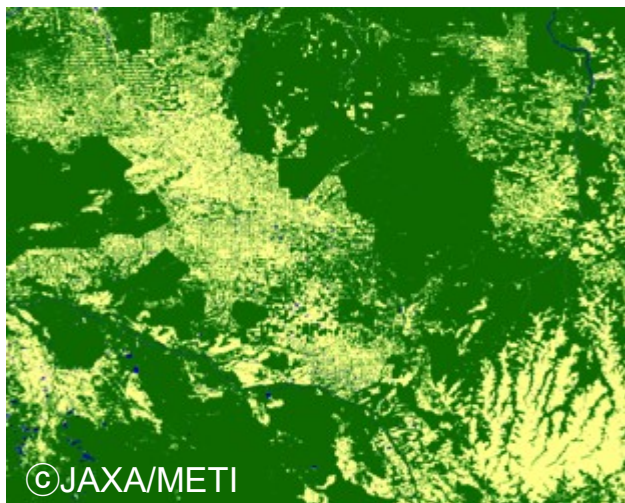


だいち2号(2014年打上げ)

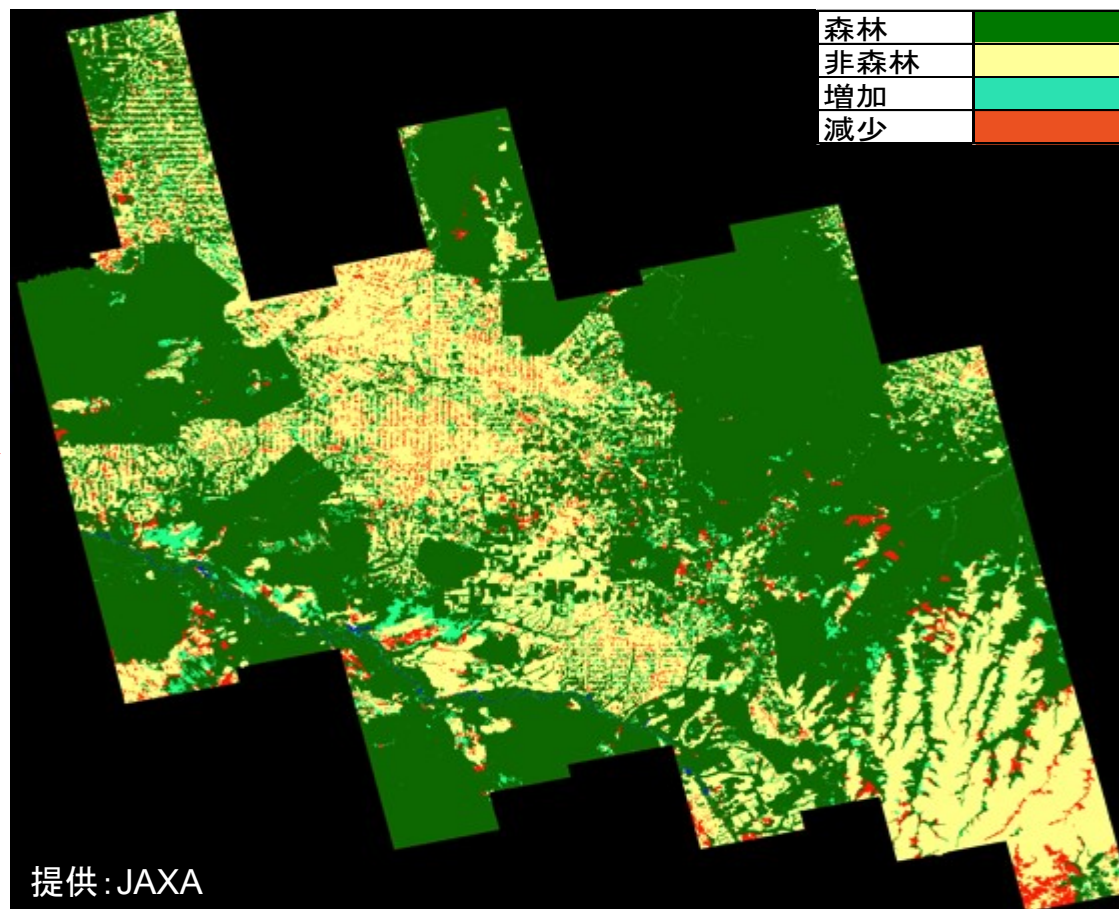
## 25m分解能のアマゾン森林・非森林図



2014 (だいち2号)



2010 (だいち)



提供: JAXA

2010年と2014年のアマゾン森林・非森林の比較結果

2010年の「だいち」画像と2014年の「だいち2号」画像を比較すると、森林面積の変化が把握できる。伐採監視のため、観測して3, 4日後に画像をブラジルに提供する。

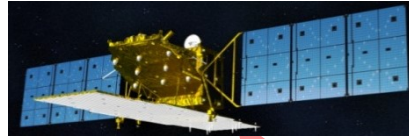
# □ 宇宙から見た海氷





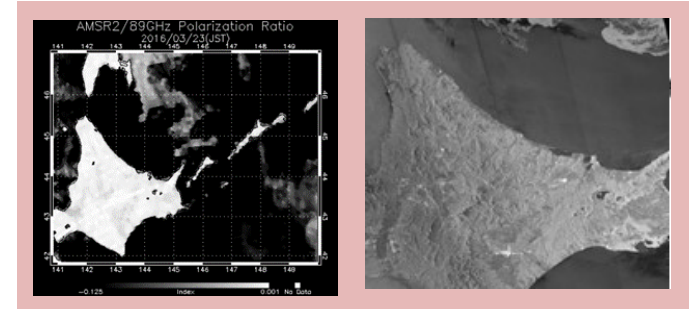
# 衛星、航空機、船舶による観測の違い

高度  
400~600  
km



衛星

広域を定期的に観測



12km



©MHI

航空機 - 空撮



©MHI

ヘリコプター - 空撮

限られた範囲を観測



2km



提供：海上保安庁

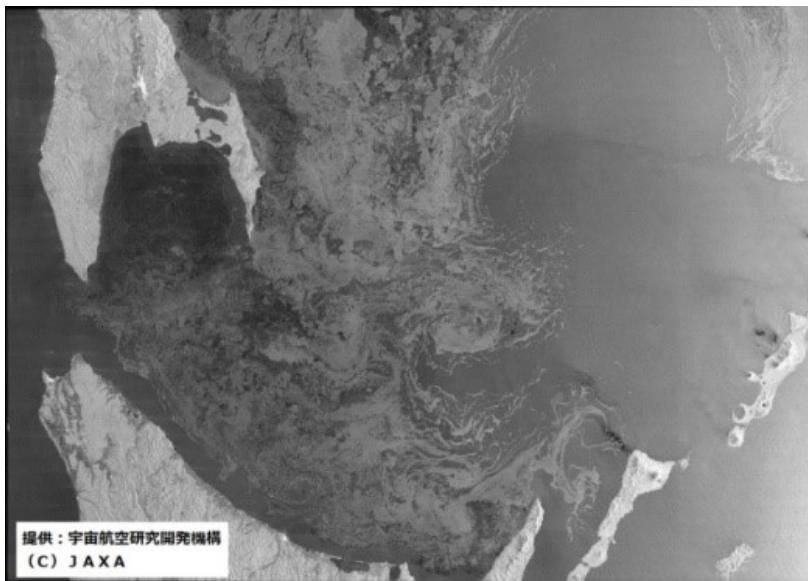
船舶 - 海上目視



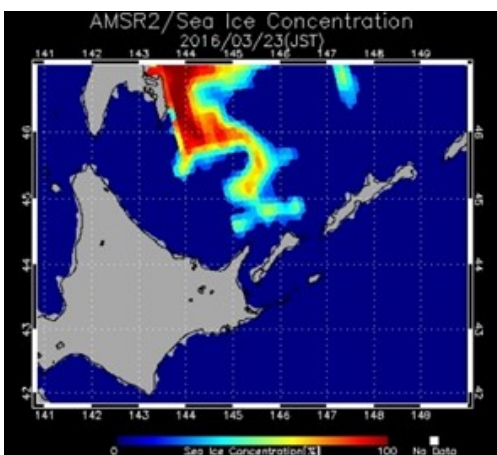
0 km



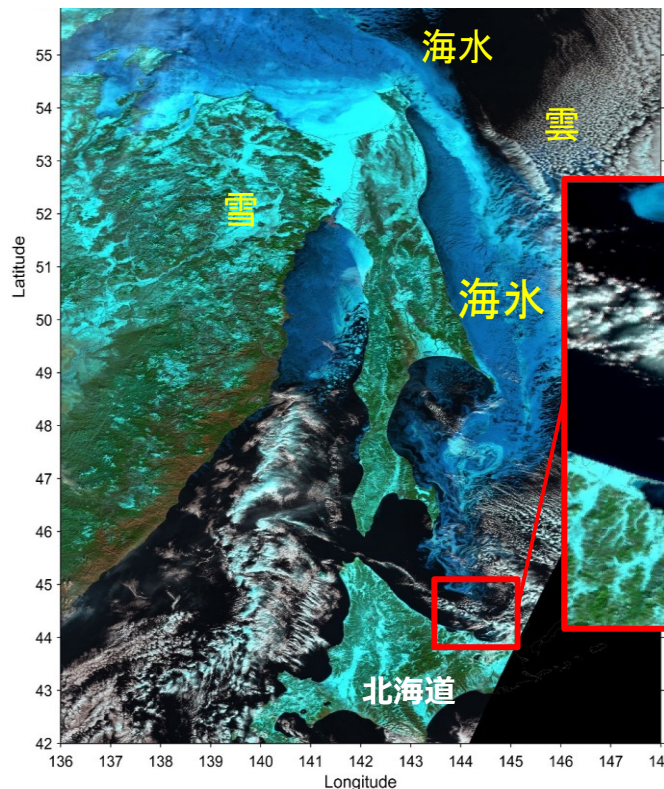
# 衛星から見た海氷



「だいち2号」レーダ画像



「しずく」マイクロ波放射計（海氷密接度）



「しきさい」光学画像

- それぞれ特色が異なる観測センサーで、海氷を観測
- 一度に広範囲を観測可能

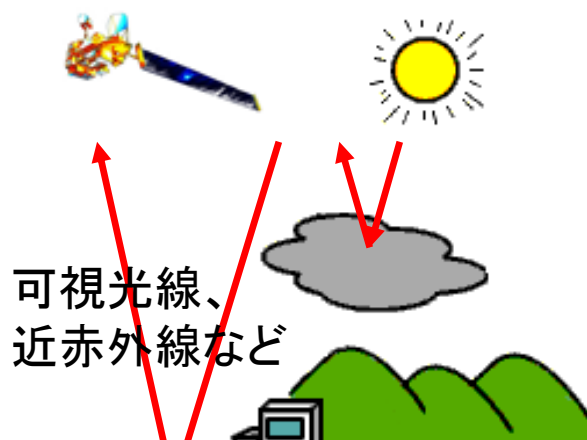
# 衛星観測センサの種類と違い

- **受動型センサ**: 太陽からの反射光、物体が自ら発する放射光を観測
- **能動型センサ**: 自分で電波(など)を出してその反射波を観測

受動型センサ  
(反射光)

受動型センサ  
(放射光)

能動型センサ



- 判読性に優れる
- 雲の下は観測できない、  
夜間は観測できない

昼夜、天候に左右されず観測可能

「しきさい」などの光学センサ

「しずく」などの放射計

「だいち2号」などのレーダセンサ

# 「だいち2号」 (ALOS-2) の概要



バンド合成開口レーダ (PALSAR-2)

運用軌道	種類	太陽同期準回帰軌道 (14日回帰)
	高度	628km (赤道上)
	通過時刻	12:00@赤道上 (降交軌道)
打上げ	2014年5月24日	
設計寿命	5年 (目標7年)	
合成開口レーダ周波数	Lバンド (1.2GHz帯)	
観測性能	スポットライト	分解能: 1~3m 観測幅: 25km
	高分解能	分解能: 3/6/10m 観測幅: 50/50/70km
	広域観測	分解能: 100/60m 観測幅: 350/490km

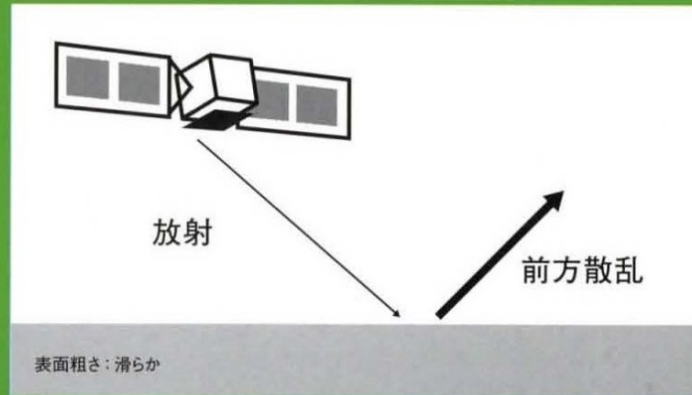
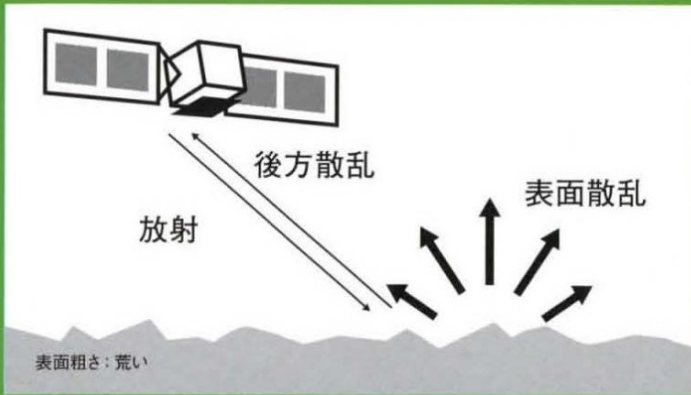
技術実証ミッションとして小型赤外カメラ (CIRC)、船舶自動識別 (AIS) 信号受信機 (SPAISE2) を搭載

- 昼夜・天候の影響を受けず観測可能
- 防災分野、海氷監視、森林管理、農業、インフラ監視などで利用



# 「だいち2号」の観測原理

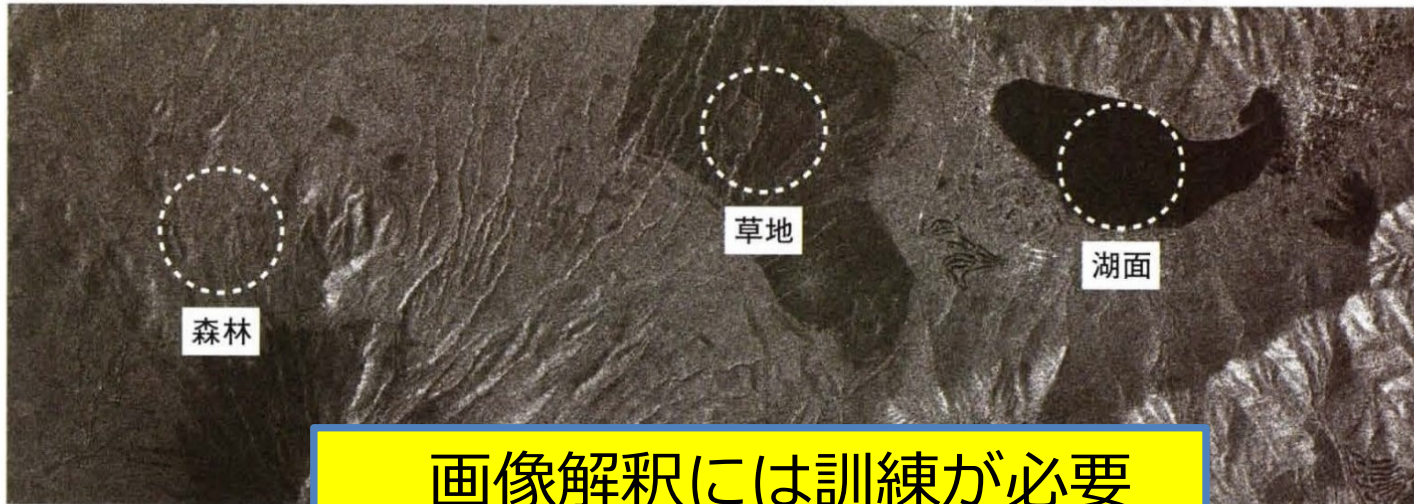
衛星からマイクロ波（電波）を地表面に向かって照射し、その反射波を観測



後方散乱 (大)

後方散乱 (中)

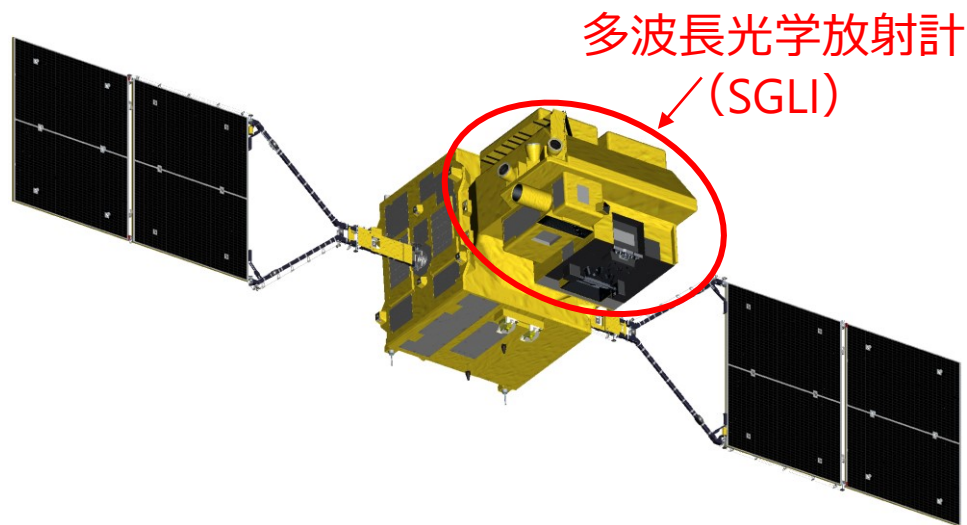
後方散乱 (小)



画像解釈には訓練が必要

METI, analyzed by JAXA

# 気候変動観測衛星GCOM-C「しきさい」

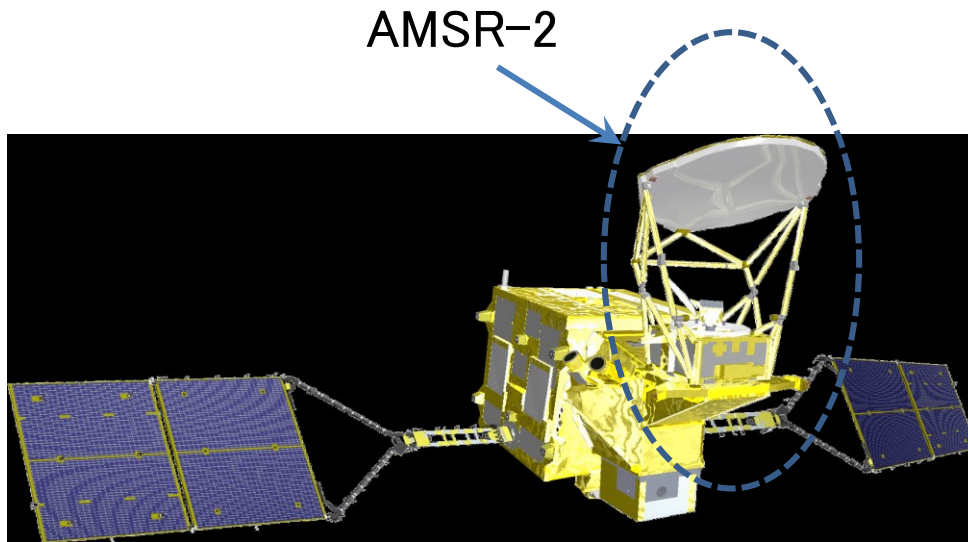


観測センサ	多波長光学放射計 (SGLI)
観測チャンネル	19チャンネル (紫外域～熱赤外域)
観測軌道	太陽同期準回帰軌道 高度：約800km 降交点地方通過時：10:30
観測幅、 分解能	観測幅： 1,150km (熱赤外以外) 1,400km (熱赤外) 分解能： 250m～1,000m
打上げ	2017年12月23日
設計寿命	5年

## 特徴

- ◆ 超広域観測1150km以上を実現、2日程度で全世界を観測
- ◆ 多波長光学放射計 (SGLI) により、大気、陸域、海域観測を実現
  - 気候変動に関する科学分野、生活に密着した現業分野の両面で貢献
- ◆ 海外衛星に比較し4倍程度の分解能250mを実現





2012年5月打上げ

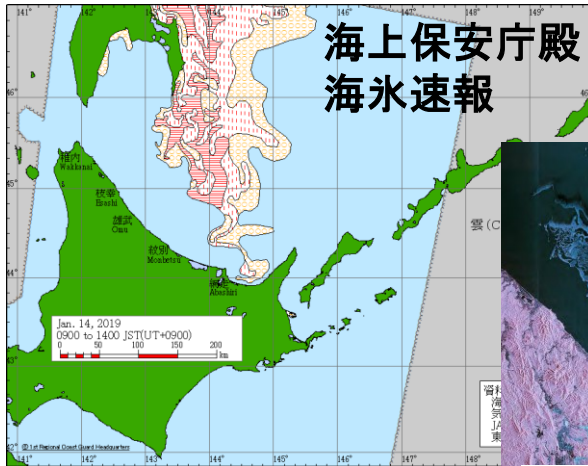
観測センサ	高性能マイクロ波放射計2 (AMSR2)
観測チャンネル	7チャンネル (6.9-89GHz)
観測軌道	太陽同期準回帰軌道 高度：約700km 昇交点地方通過時：13:30
観測幅、分解能	観測幅： 約1,600km 分解能： 約5km (89GHz) ～約50km (6.9/7.3GHz)
打上げ	2012年5月
設計寿命	5年

## 特徴

- 約1600kmの観測幅を実現、2日で全世界を観測。
- 降水量、水蒸気量、土壌の水分量、海面水温、雪氷圏など「水に関する物理量」を雲を透過して観測
- マイクロ波放射計としては、世界最高の空間解像度を実現
- 先代のAMSR-Eから数えると、同一軌道で約15年の継続観測

# オホーツク海の流氷の観測事例(各種衛星での観測)

- ✓ 網走地方気象台によると、2019年は1月13日に流氷初日を観測。
- ✓ 1月14日の「しきさい」画像で、北海道東部への接近を観測

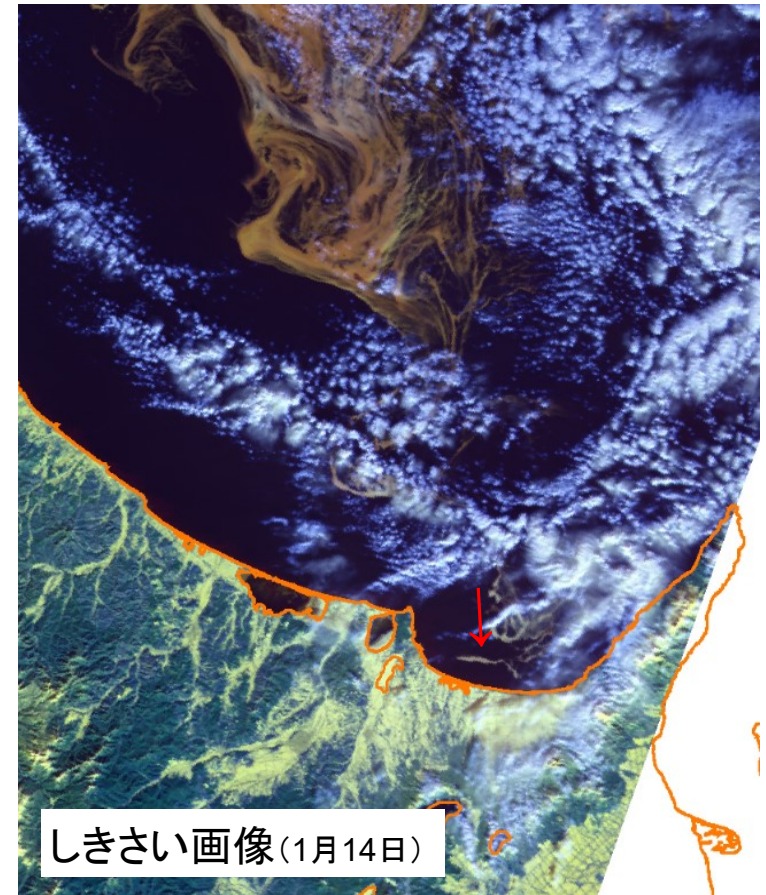


海上保安庁殿  
海氷速報

[http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN1/drift\\_ice/ice\\_chart/ice\\_calendar.html](http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN1/drift_ice/ice_chart/ice_calendar.html)

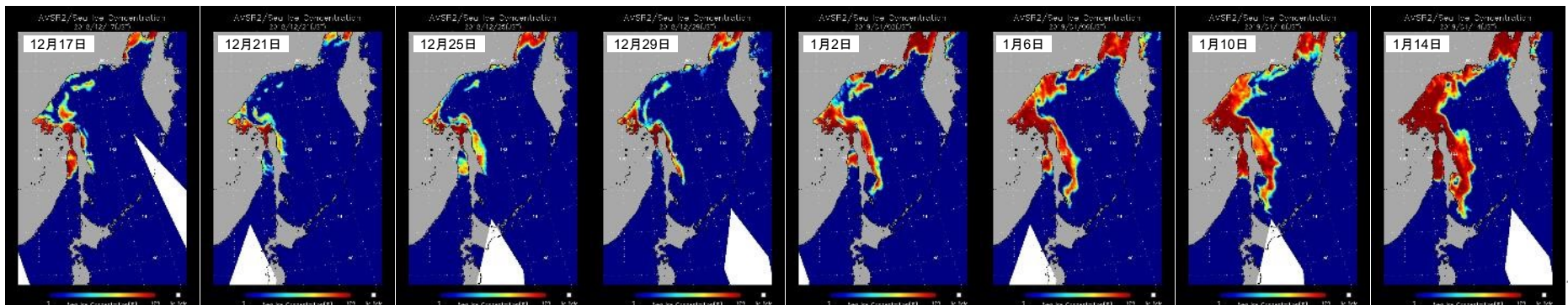


だいち2号  
レーダ画像 1月24日

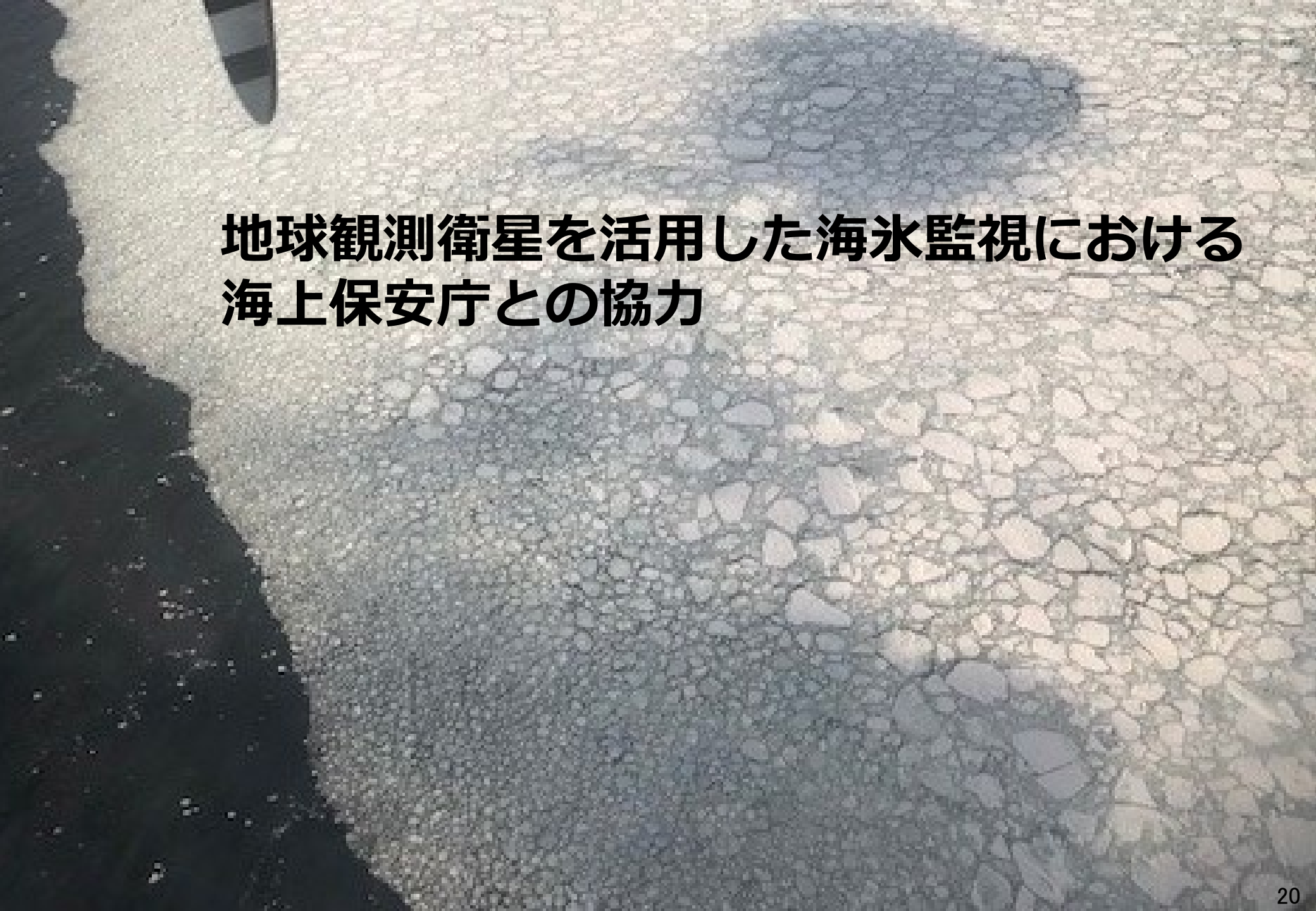


しきさい画像(1月14日)

## しずく衛星による観測





A satellite image of sea ice, showing a large, irregularly shaped ice floe with a complex, cracked surface. The ice is light gray and white, contrasting with the dark blue water of the surrounding ocean. The text is overlaid on the upper left portion of the ice floe.

# **地球観測衛星を活用した海氷監視における 海上保安庁との協力**

# 海洋情報の提供に至る流れ～JAXAの貢献～

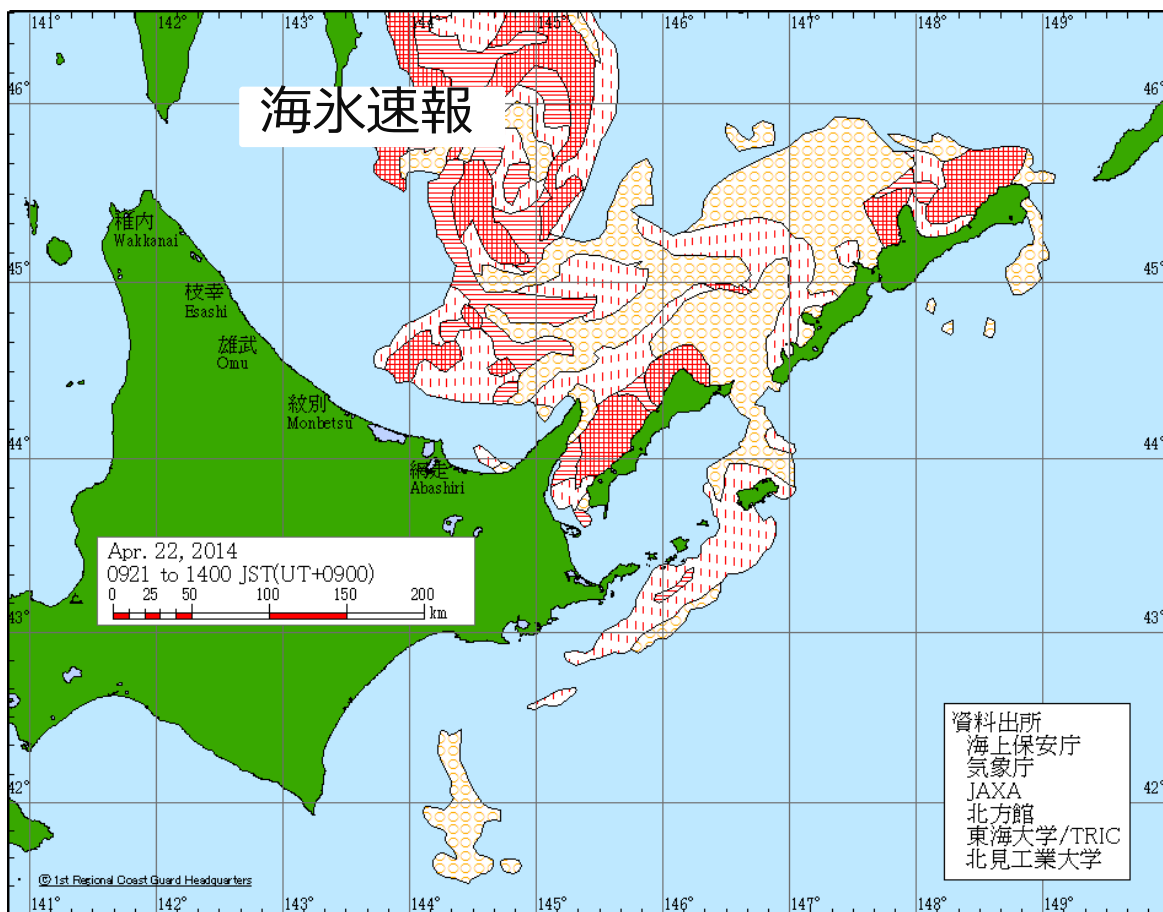
## JAXAは地球観測衛星を活用した海水速報図作成に貢献



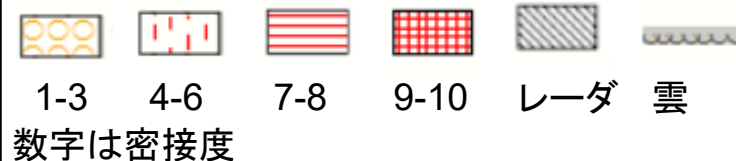


# 海水速報とは

- 船舶、航空機、陸上からの目視観測に加え、夜間・広範囲・曇天時でも観測可能な衛星画像による様々な情報をもとに、海水分布状況や密接度を描画。
- 「海水情報センター」開設中は毎日発行（Web）



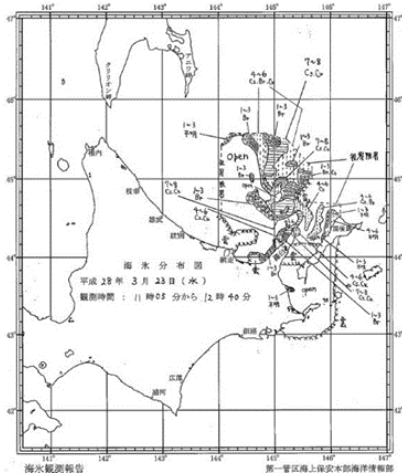
## 凡例



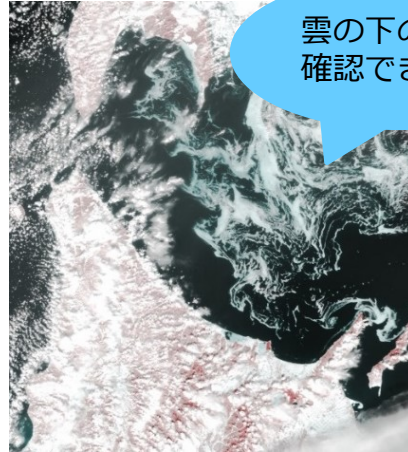
密接度：ある水域の氷の分布状態がバラバラか、詰まっているのか、その平均の密集程度を10分位法で表したものの。

# 各種衛星データの海水速報図への適用

**光学衛星**：判読はしやすいが、雲の下の海水は確認できない。

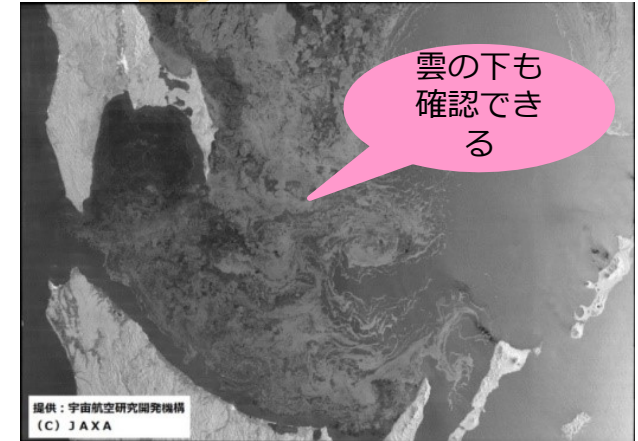


航空機による海氷分布図

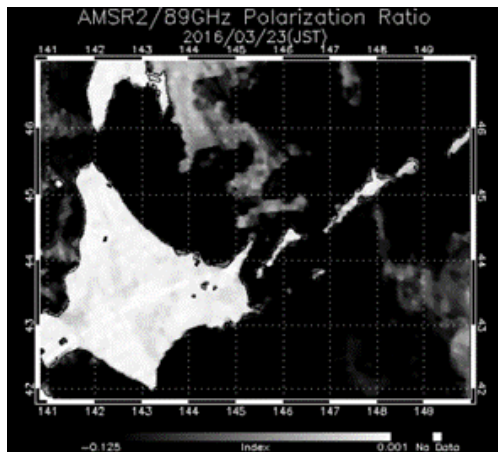


米国地球観測衛星 Aqua/MODIS

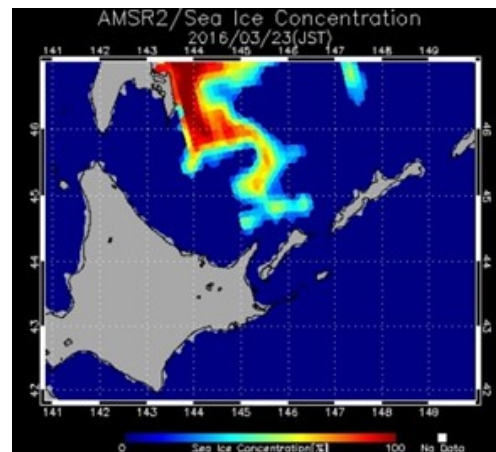
**レーダ**：雲がかかっているも海水を観測できるが、判読が難しい。



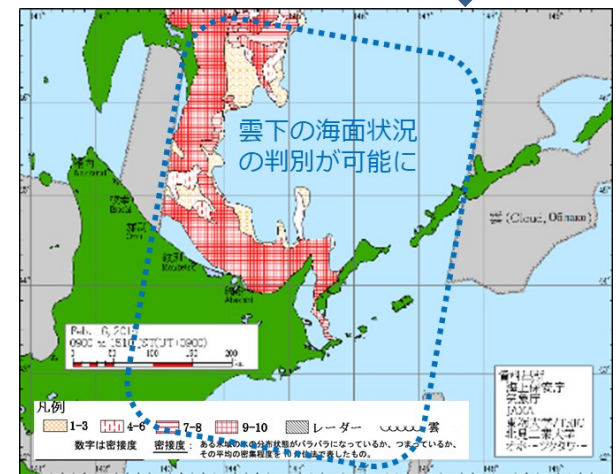
「だいち2号」の観測画像



「しずく」/AMSR-2 (89GHz)



「しずく」/AMSR-2 (海氷密接度)



海水速報図

毎日発行（流水のある期間）



# だいち2号による海氷分布情報の提供

12:00  
だいち2号観測



15:00  
JAXAから提供

第一海上保安本部  
情報センター



- 通常のデータ処理では、観測後3日後にデータ提供を実施。
- 海氷の観測状況については、観測3時間後にデータ提供を実施。



様々な情報を基に、  
海氷速報図を作成

航空観測用  
船舶等の海氷観測  
報告  
観測画像はこちら

海氷情報  
海氷写真  
海氷の知識  
海氷統計情報

お知らせ

最新の海氷速報は、02月12日版です。  
【02月13日版海氷速報は、17時頃更新の予定です。】  
沿岸観測状況は、毎日15時に更新致します。

リンク

海氷観測用海上保安  
官署  
海氷情報提供機関  
等

新着情報

02年02月09日:陸域観測技術衛星「だいち」  
02年02月09日:航空観測用  
02年02月09日:海氷写真



# 平成29年度水路記念日長官感謝状贈呈式

平成29年9月8日、多年にわたり海洋に関する多くの資料を提供し、海洋情報業務に貢献したことに対し、JAXAは海上保安庁長官から感謝状を贈呈されました。



授賞式の様子



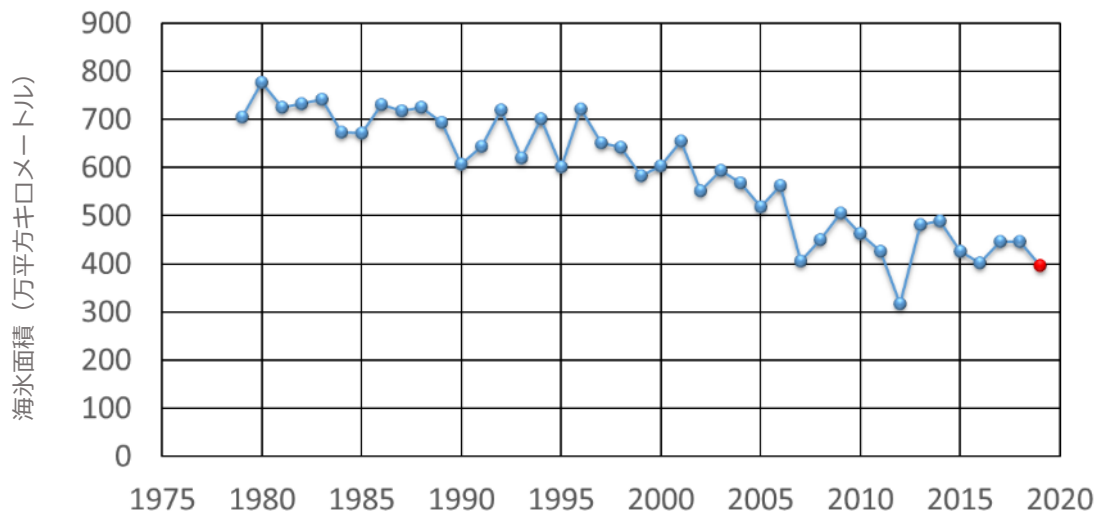
集合写真



# 宇宙からの海氷観測に係る その他分野での利用

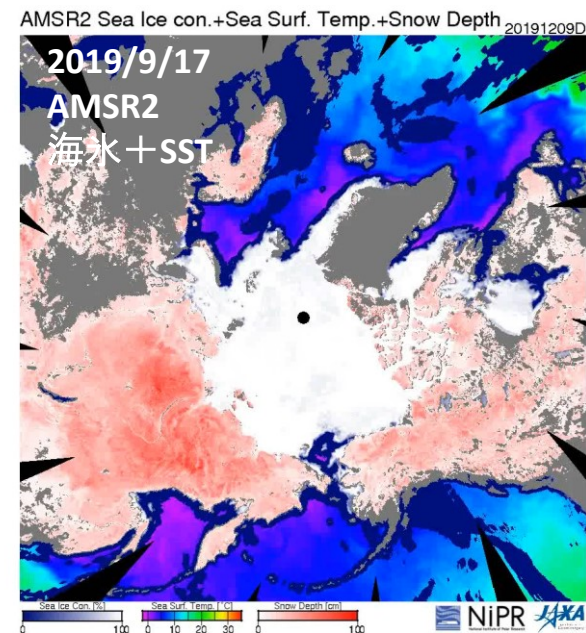
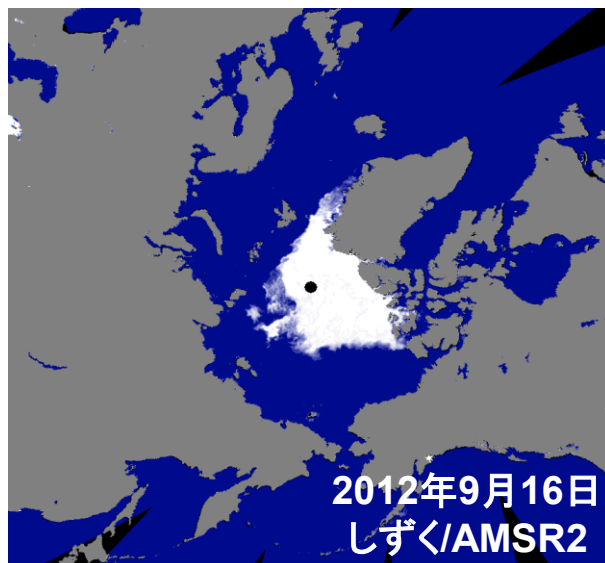
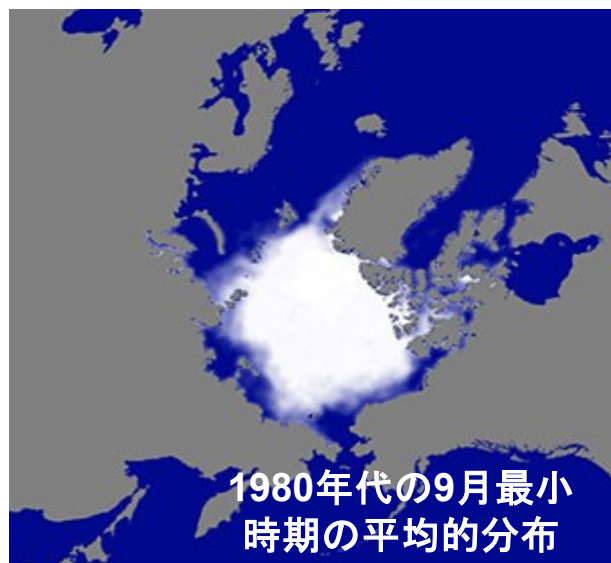


# 北極海の海氷面積の長期観測



## 北極海の海氷面積の年間最小値の年変化

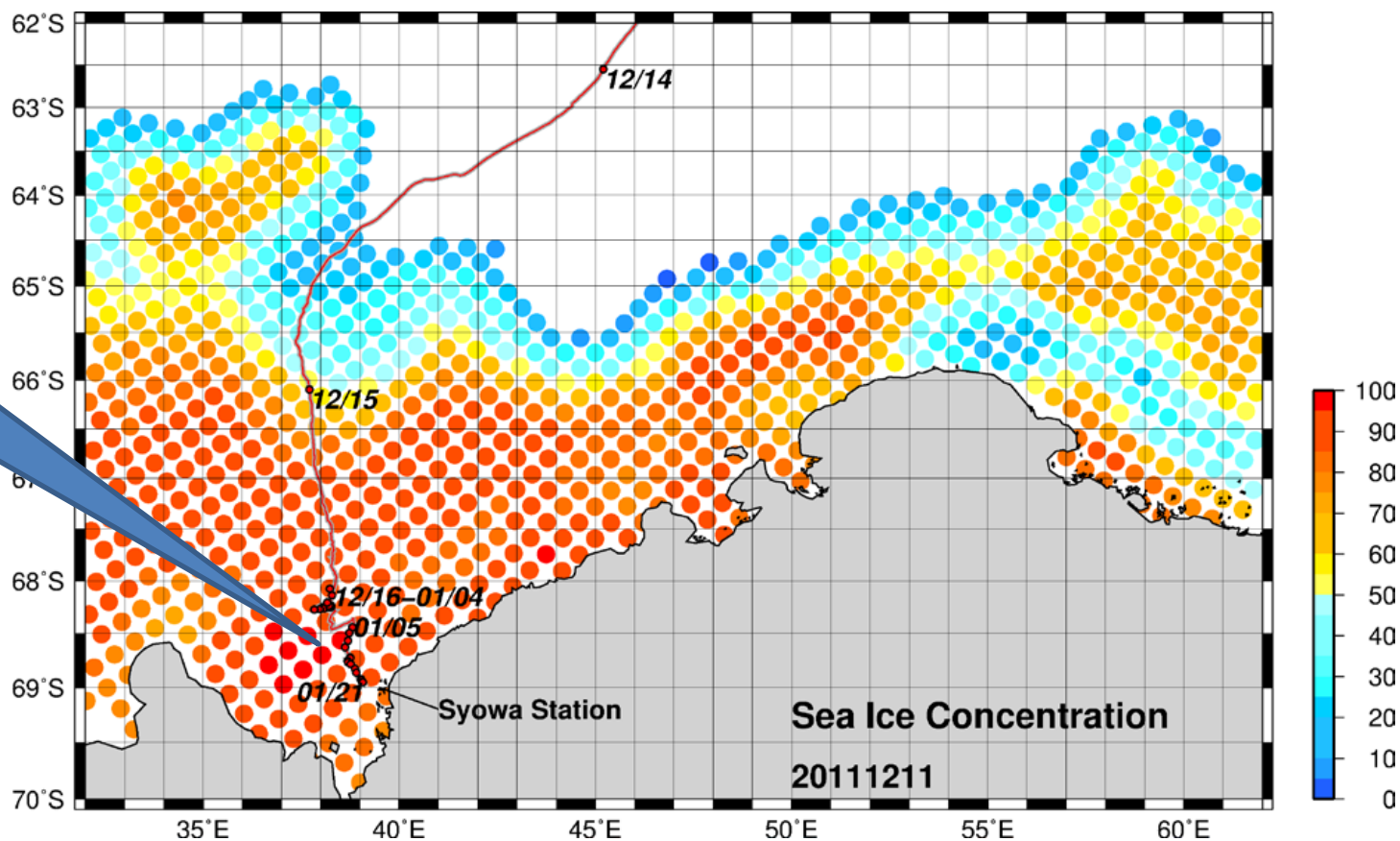
衛星観測が本格的に始まった1979年以降、2012年に次ぎ2番目に小さい値  
昨年(2019)の年間最小面積(446万平方キロメートル)と比べて88.8%の面積。





## 南極観測隊航路

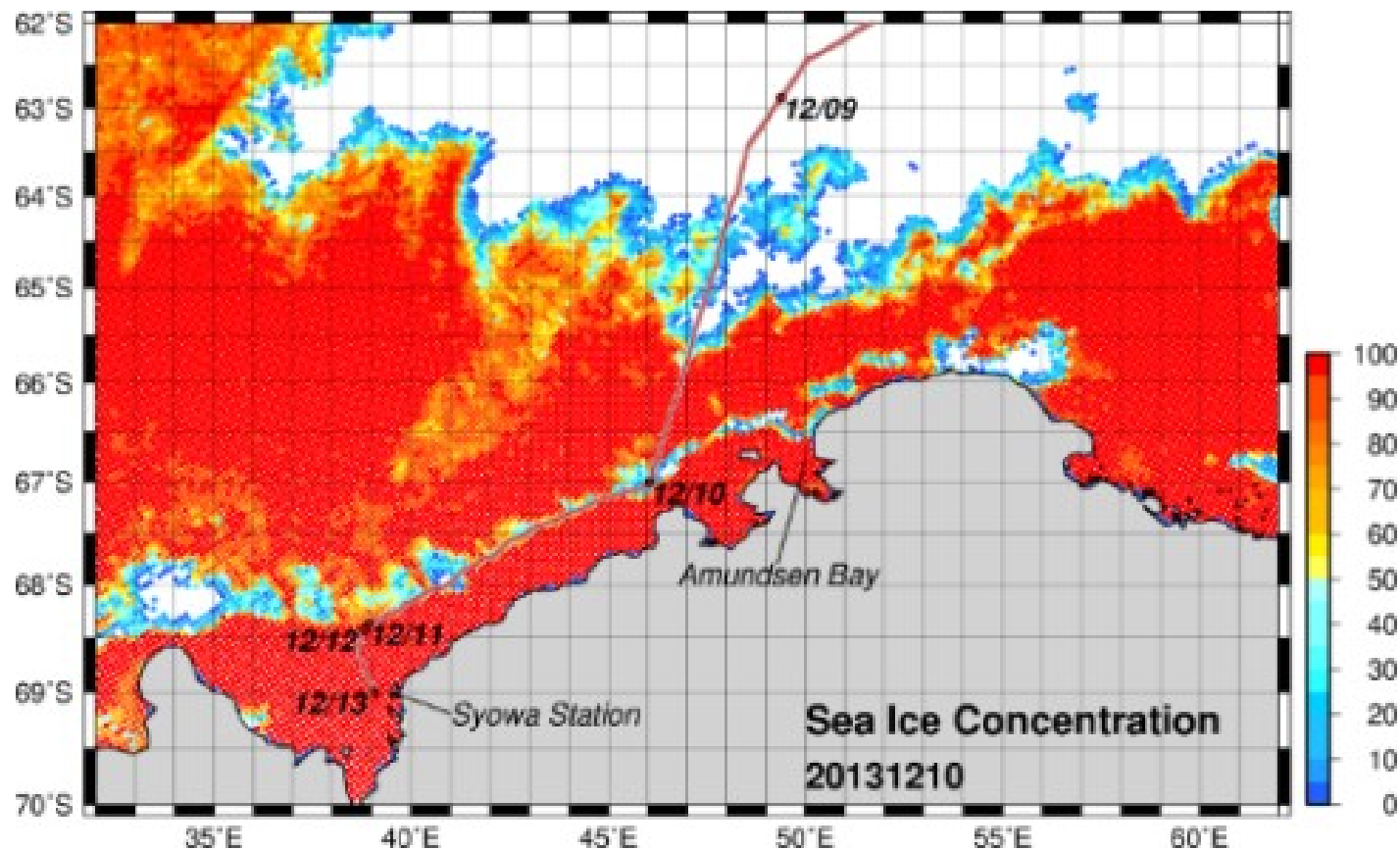
昭和基地に  
接岸できず



米国DMSP衛星搭載SSM/IによるH23年12月の海水氷接度

DMSP衛星情報：航路判断に利用できなかった

# 「しずく」を利用した氷海域船舶航行



「しずく」搭載高性能マイクロ波放射計2 (AMSR-2)  
によるH25年12月の海氷密接度

しずく情報：海氷密接度の小さい水路の見分けが可能

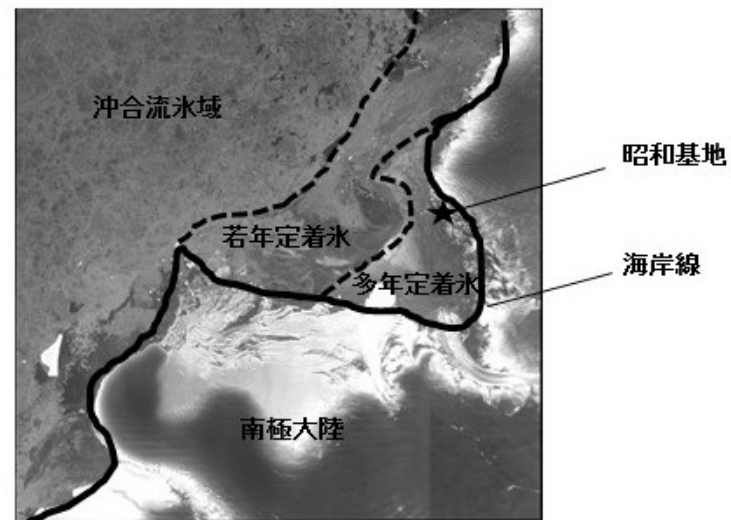
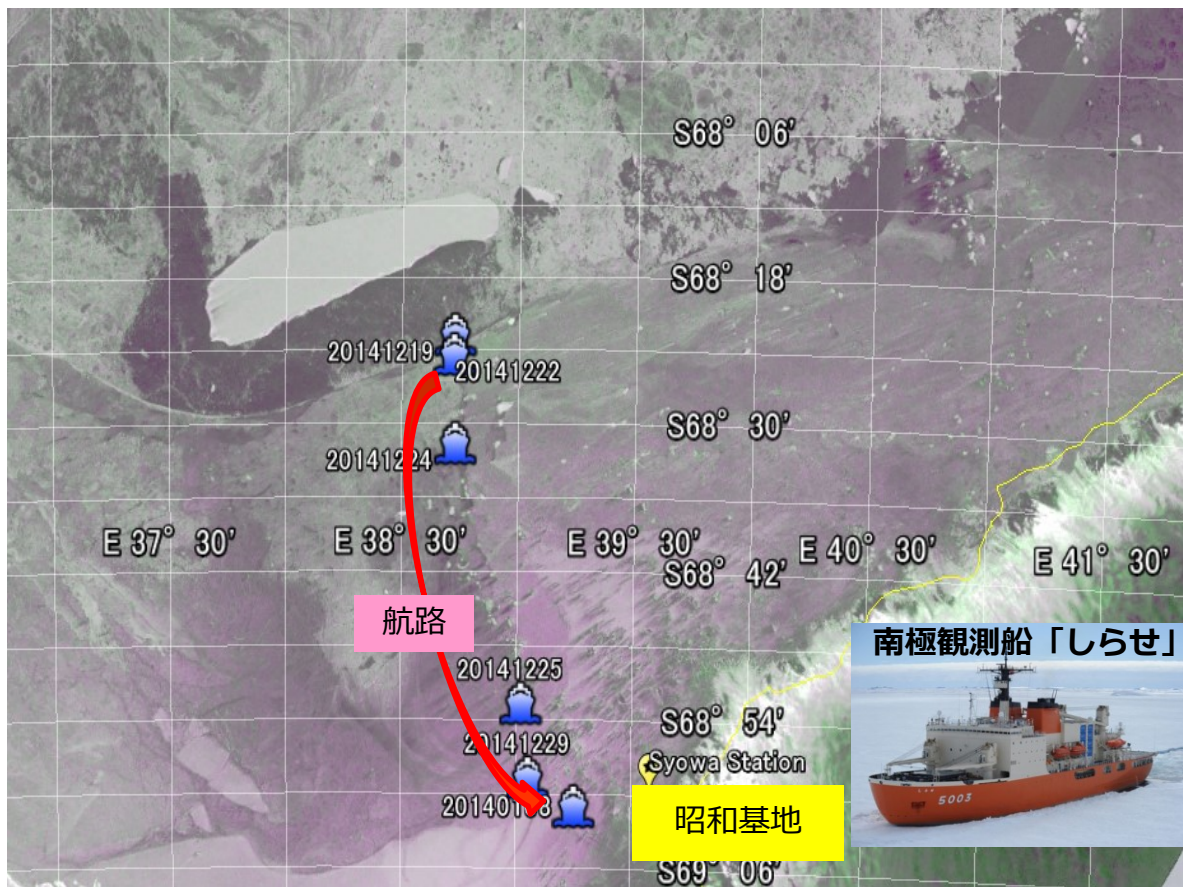


短期間で接岸に成功



# 「だいち2号」を用いた氷海域船舶航行

「だいち2号」利用により、冰山・巨大流氷の早期確認、最適な航路選択（冰山等によるトラップ、衝突回避）を実施。



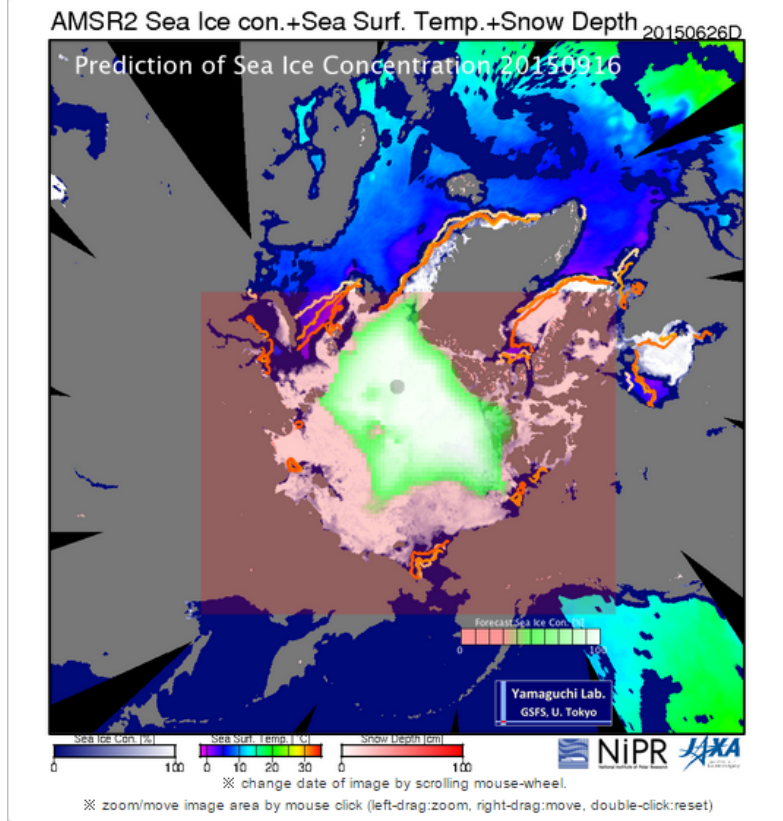
南極にある世界各国の観測基地の中で、昭和基地のあるリッツォ・ホルム湾は非常に氷況が厳しいことで知られている。

国立極地研究所 提供

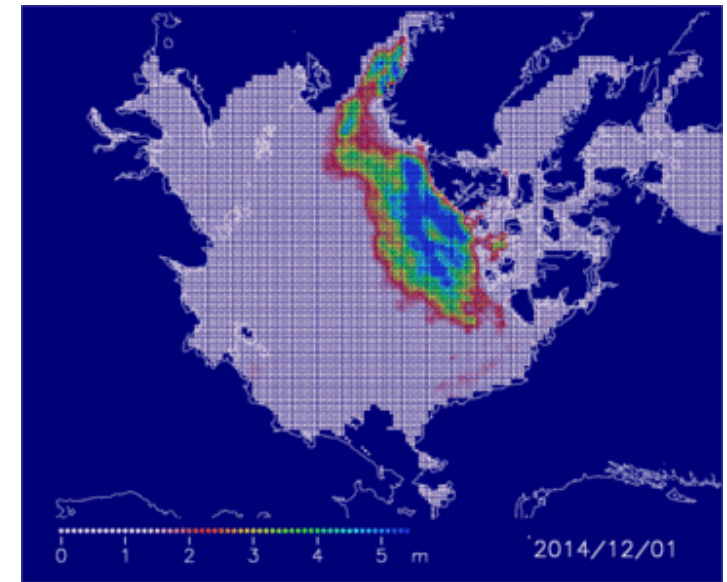
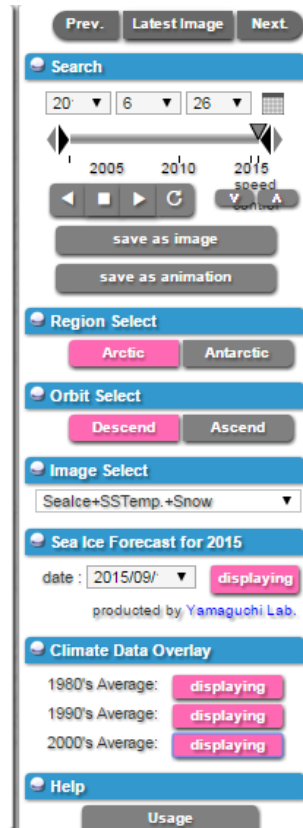
昭和基地沖と南極観測船「しらせ」の位置  
(2014年11月27日観測、だいち2号 (ALOS-2) )

# 北極海海氷の夏季の海氷分布予報

国立極地研究所と東京大学山口研究室では、北極域を航行する船舶のルート判断に利用するため、「しずく」の観測データ等から夏季の海氷面積の予測値や移動解析や予測を行なっています。



(画像提供：国立極地研究所)



東京大学山口研究室  
<http://www.1.k.u-tokyo.ac.jp/YKWP/2015arctic.html>

予測技術の国際比較においても上位の成績を出している。

**[国立極地研究所プレスリリース] 2015年夏季の「北極海海氷分布予報」が高精度で的中～実測値との差2%での海氷面積予測に成功 (2015年10月14日)**

➡ 昨今急速にニーズが増した北極海航路での航行利用に産業界からも大きな期待が寄せられている。



ご静聴ありがとうございました。

