

2017年9月22日

CSIS-S4D 第4回公開シンポジウム「進化する衛星×データ×ビジネス」

北極海航路支援サービスにおける 衛星利用

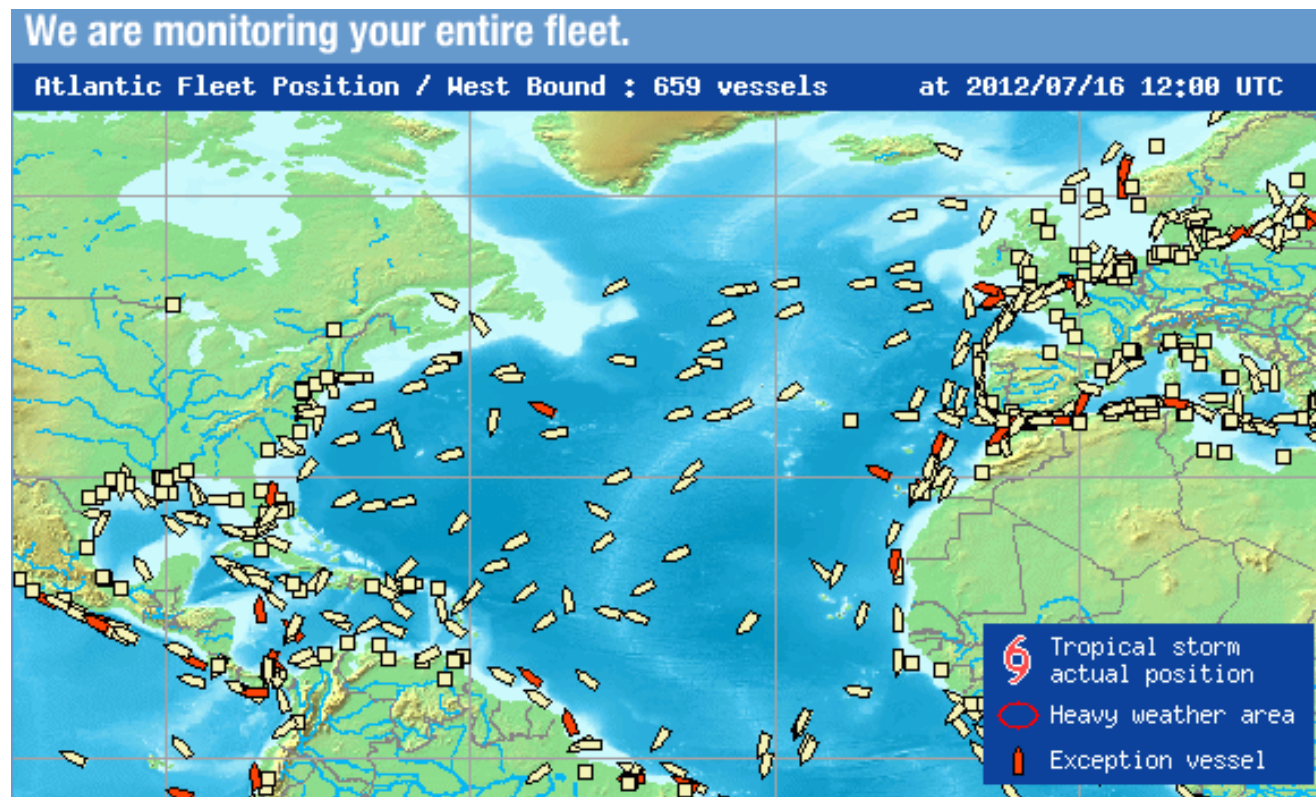
株式会社ウェザーニューズ
佐川 玄輝



創業	1986年6月
上場市場	東証一部（4825）
本社	千葉市美浜区（幕張）
代表者	草開 千仁
資本金	17億06百万円
連結売上高	145億42百万円（2017年5月期）
社員数	826人
拠点数	21カ国34拠点



- 全世界、常時6000隻以上
 - － 気象・海象情報提供
 - － それら情報に基づくルート推薦・航海管理



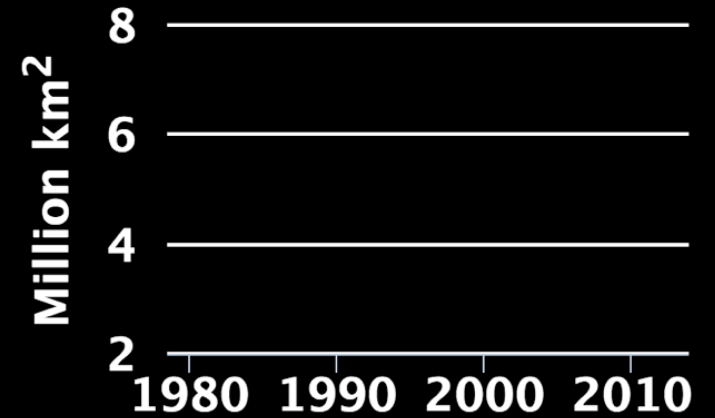
減少する北極海の海氷

<< | < > | >>



1979

September 21



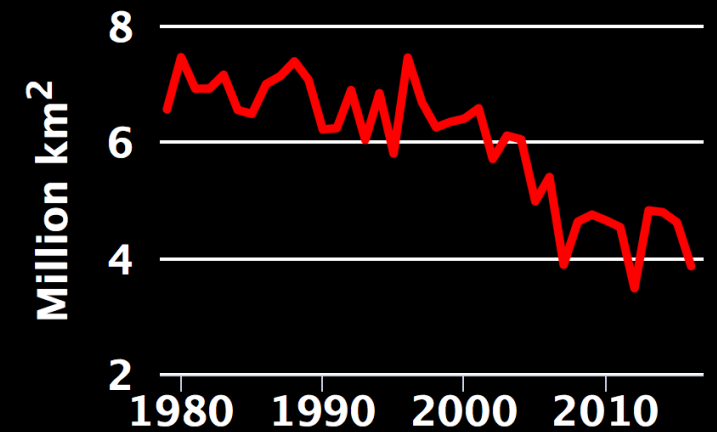
減少する北極海の海氷

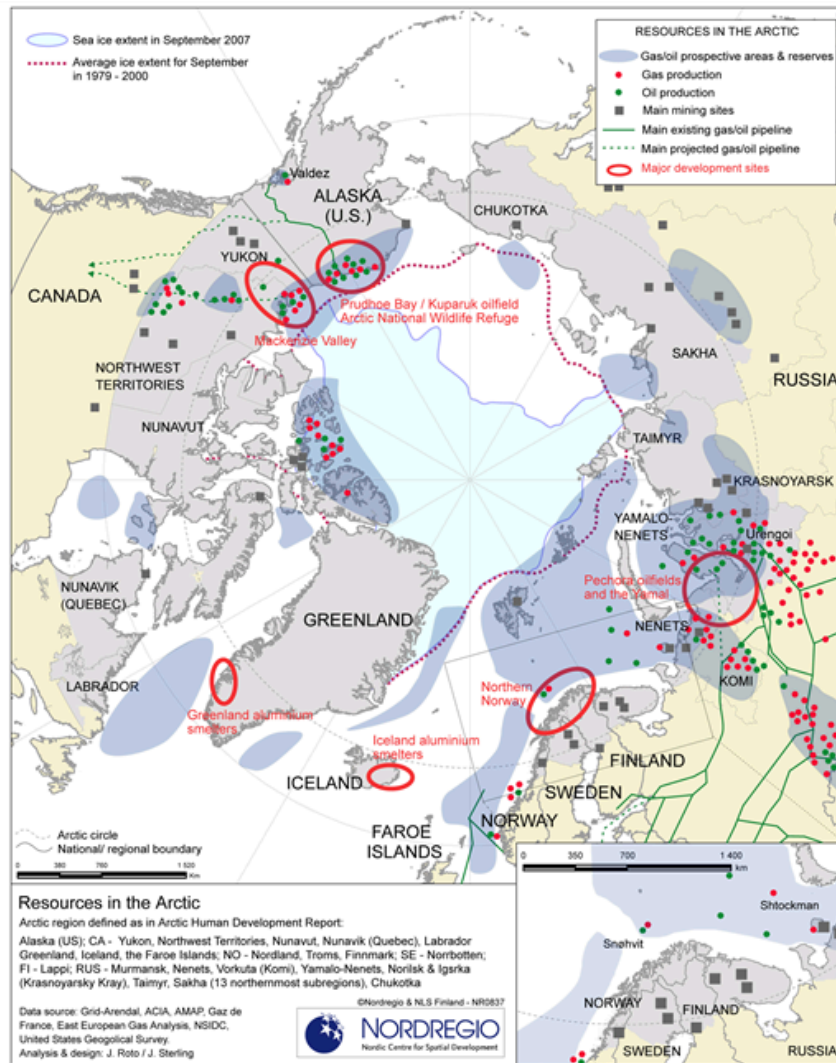
<< < > >>



2016

September 07





- 石油・天然ガス・他
 - － 現地調査
 - － プラント建設
 - － 資源輸送

北極海周辺の主な開発域
(<http://www.nordregio.se>)

2010

- 北極海海氷情報提供（1航海）

2011

- 北極海航路航行支援サービス提供開始

2012

2013

2014

2015

2016

2017

- 数航海／年
－ 全てトランジット航海



北極海には寄港しない
航路としての利用

- 約100航海／年
 - － トランジット航海（1割以下）
 - － 北極域資源開発（9割以上） ← 目的地航海

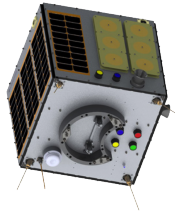
	トランジット航海	目的地航海
目的	コスト削減	資源開発
必要度	低い	高い
期間	夏のみ	通年
海氷	リスク小	リスク大

海氷情報のニーズ増加

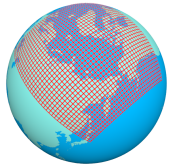
データ

リスク

対応策

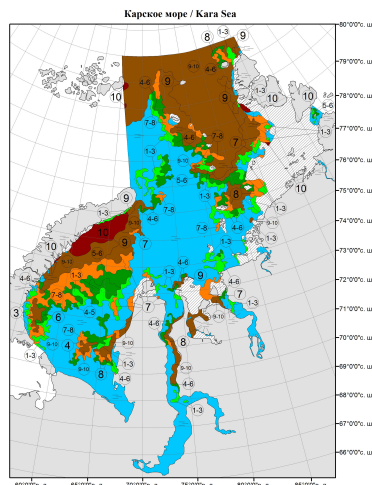


衛星



モデル
予測

観測



Санкт-Петербург ГИИ ААНИИ Центр "СЕРВ" / Saint-Petersburg AARI center "SEVER"
Обзорная ледовая карта / Overview ice chart
22-23 июня 2015 года / June 22-23, 2015

海氷



着氷



Go/NG

航行する・しない

Route




Optimization

ルート最適化

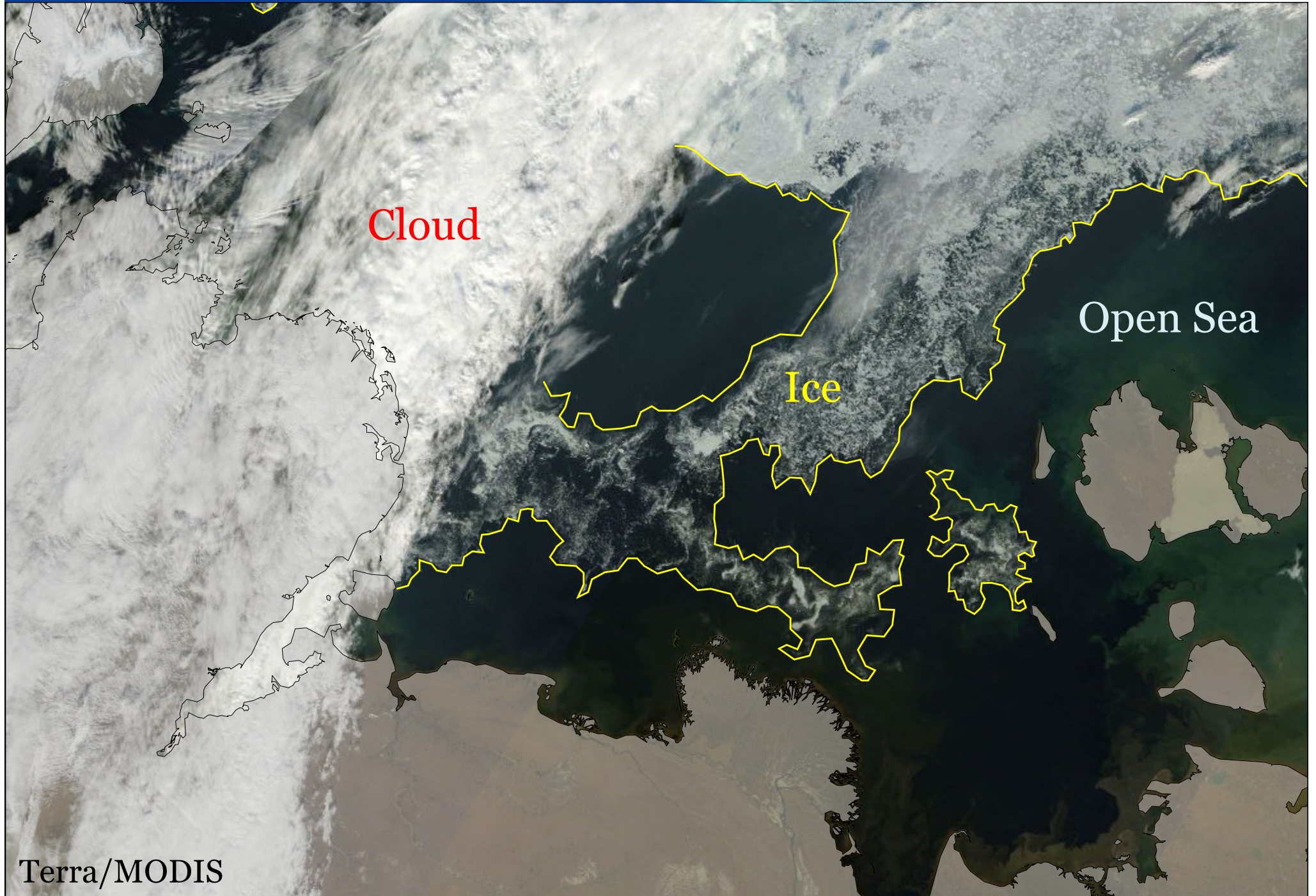
Anti-ice

De-ice

防氷・除氷

種別	衛星 (センサ名)
可視・近赤外	 Terra, Aqua (MODIS)  SNPP (VIIRS)  WNISAT-1R
受動マイクロ波	 GCOM-W (AMSR2)
合成開口レーダー (SAR)	 Sentinel-1

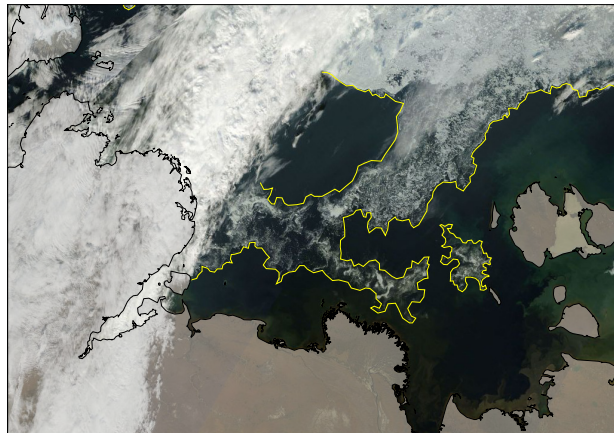
可視衛星による海氷観測（2016年9月2日）



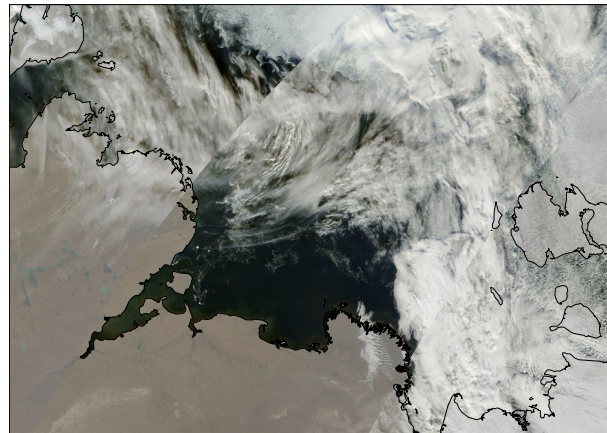
- 雲の下は観測できない
 - － 北極圏は雲が多く、観測できる日数は限られる

例えば、2016年9月の30日間のうち、

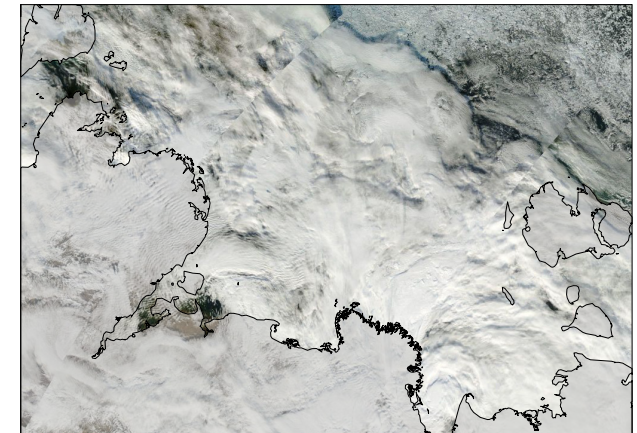
(a) 半分以上見える
2日間



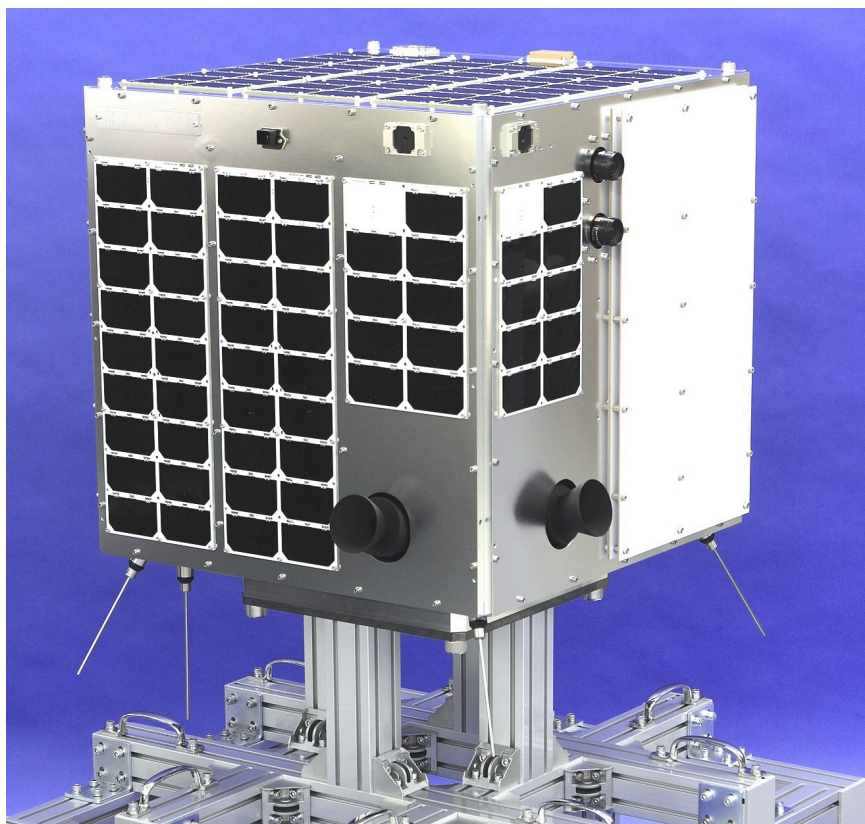
(b) 一部見える
12日間



(c) ほとんど見えない
16日間



- 夜間は観測できない
 - － 極夜期は終日不可



サイズ・質量	524×524×507mm (突起部含まず) /43kg
搭載主要機器	光学カメラ計6台 -可視光3台 (パンクロ・緑・赤) -近赤外1台 -予備2台 GNSS-R受信システム
撮影画像の地表分解能	400m (近赤外/赤) 200m (緑/パンクロ)
打ち上げ日	2017年7月14日
ロケット	ソユーズ
射場	カザフスタン共和国 バイコヌール宇宙基地
軌道	太陽同期軌道、高度600km

WNISAT-1R ファーストライト

2017-07-24 19:45:36 UTC
北極海 ヴィルキツキ海峡周辺

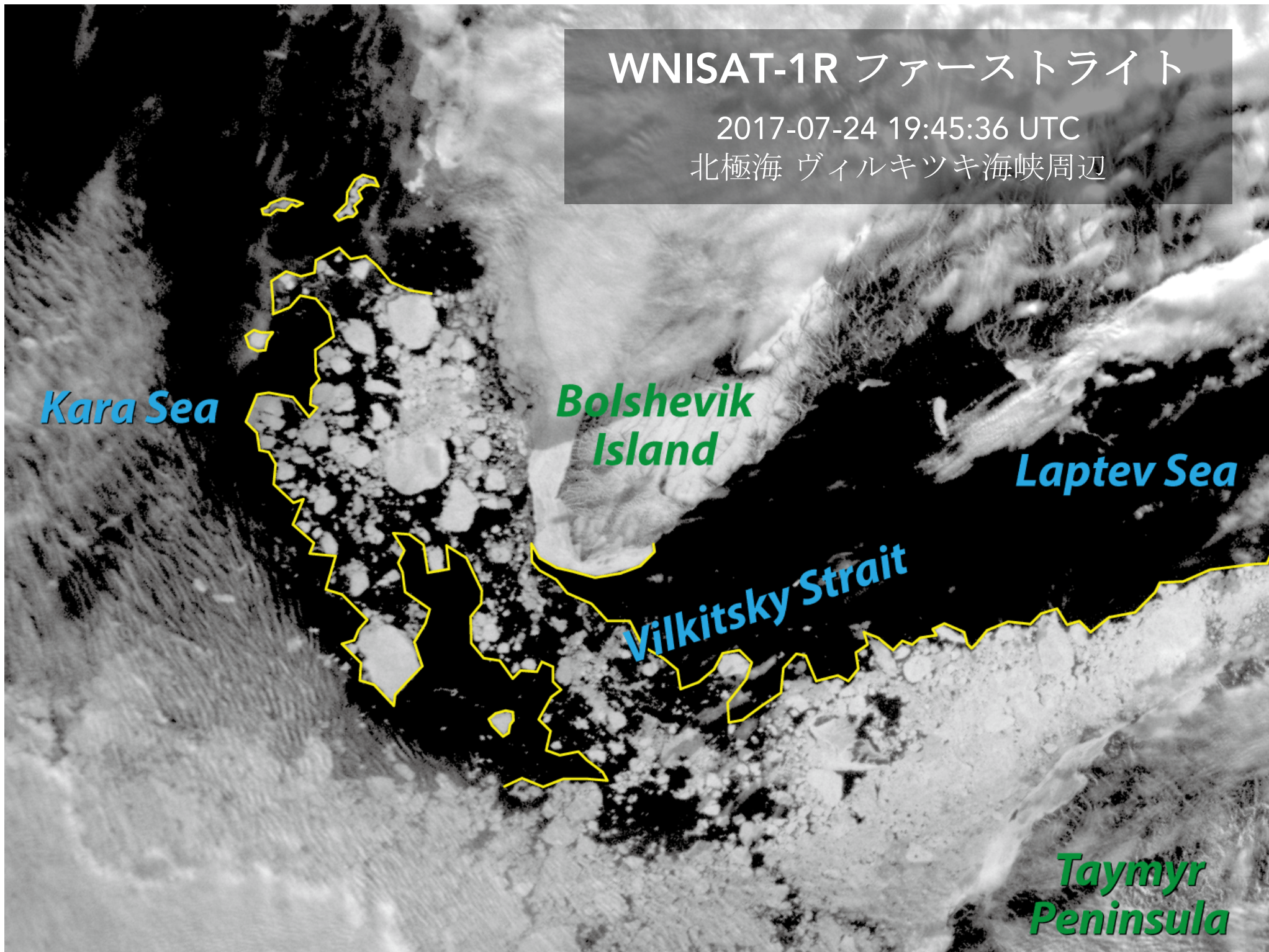
Kara Sea

*Bolshevik
Island*

Laptev Sea

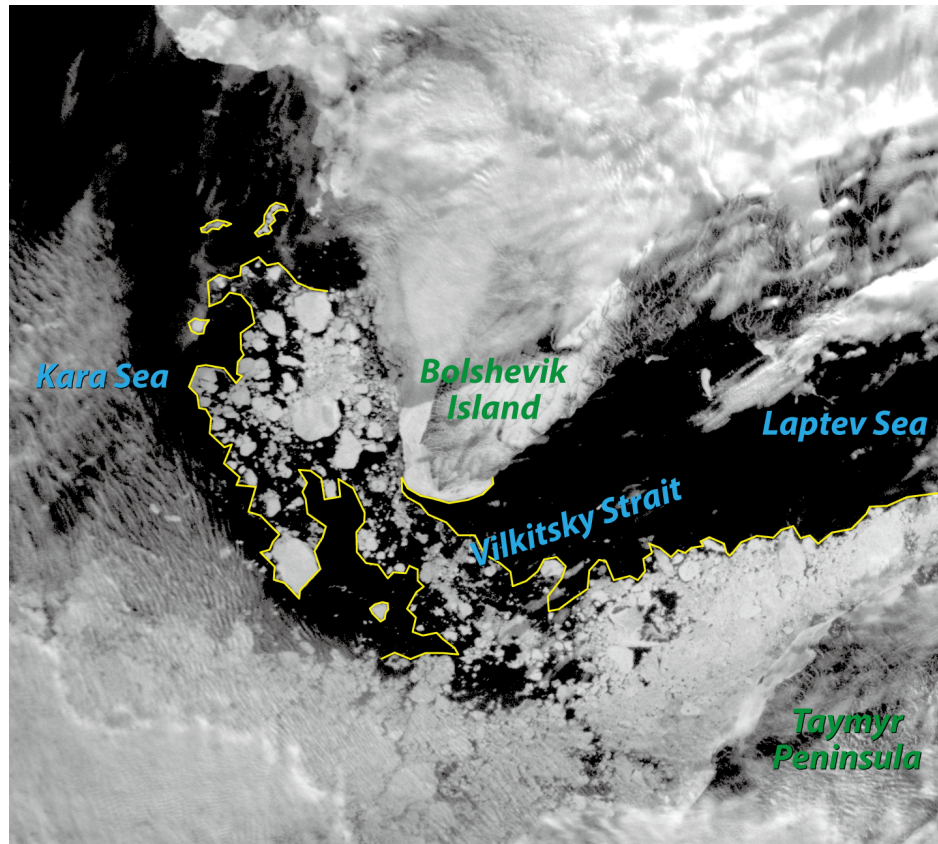
Vilkitsky Strait

*Taymyr
Peninsula*



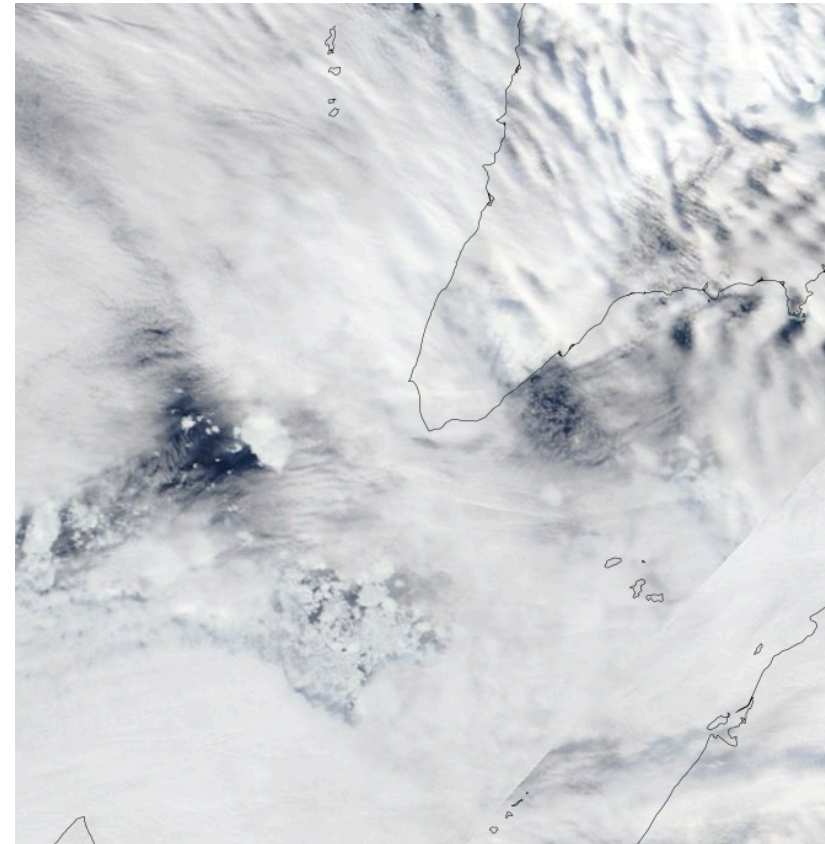
WNISAT-1R

2017/7/24 19:45 UTC



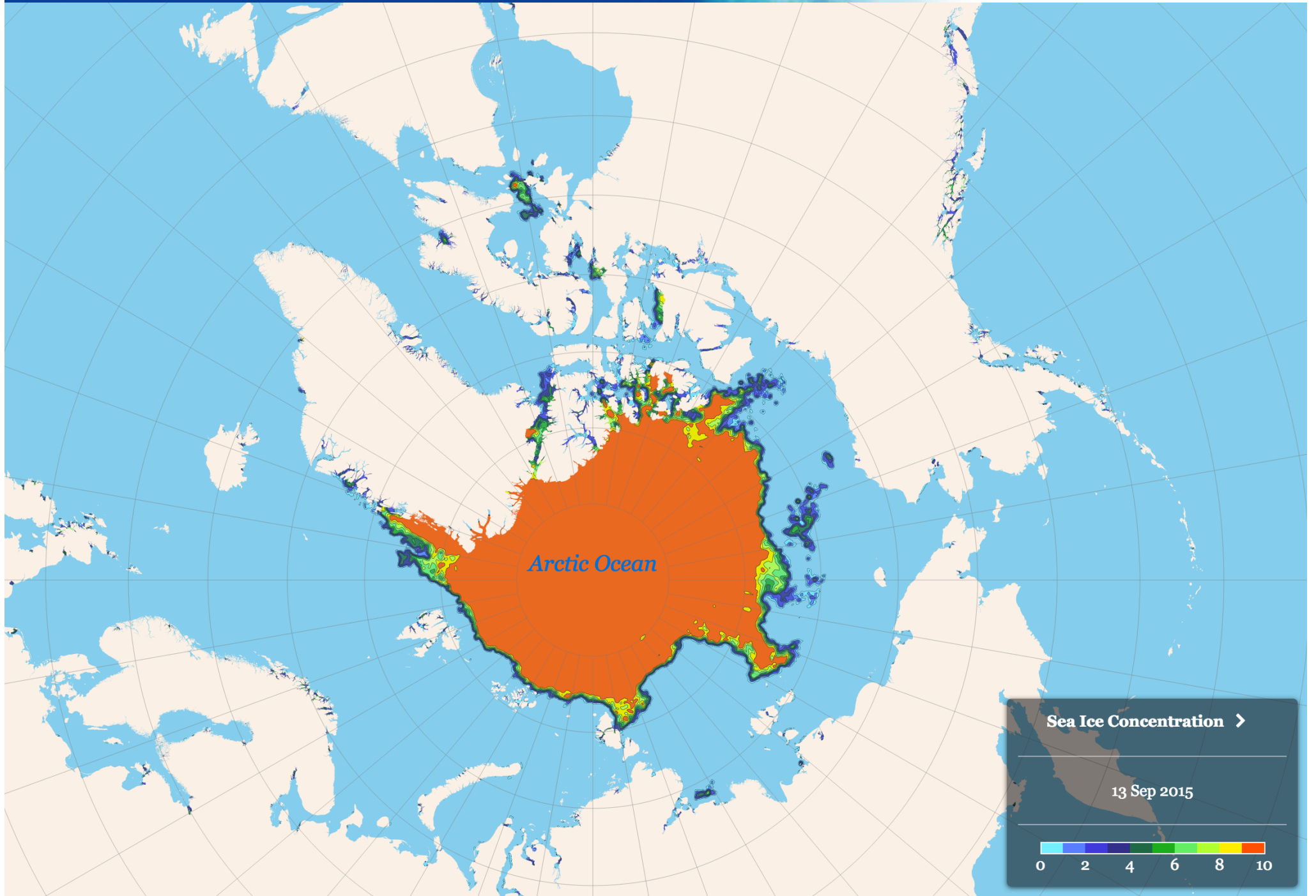
MODIS/Terra

2017/7/24 12:10 UTC



- 撮影時間によって、可視度が大きく異なる
 - － 複数衛星による高頻度観測が有効

受動マイクロ波 (AMSR2) 解析値



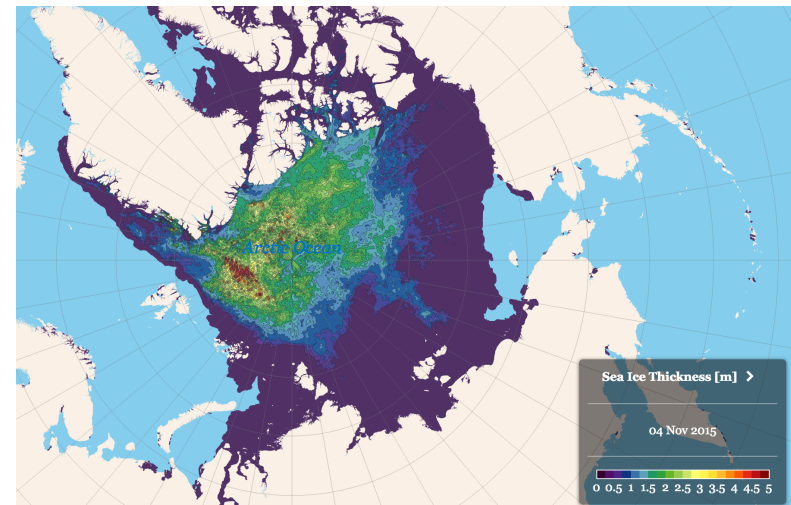
AMSR2* satellite
microwave emission
(6GHz, 36GHz)



IJIS algorithm
(Krishfield et al, 2014)



Ice thickness



(1) Polarization ratio (PR)

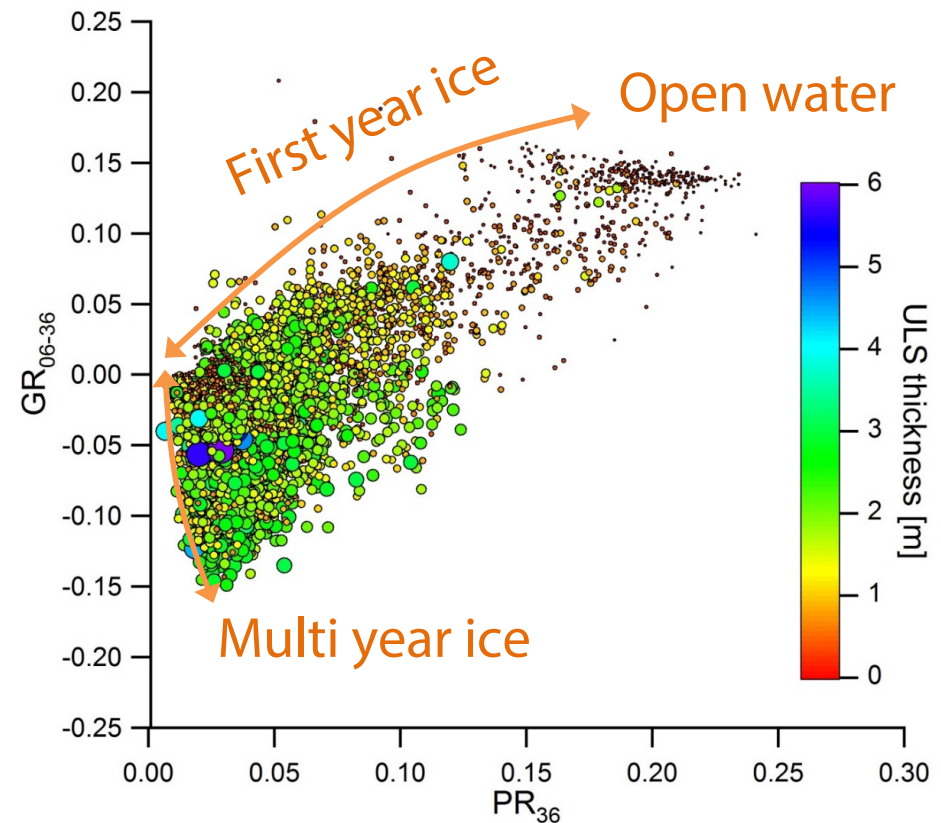
$$PR_{36} = \frac{T_{36V} - T_{36H}}{T_{36V} + T_{36H}}$$

(2) Gradient ratio (GR)

$$GR_{06-36} = \frac{T_{06V} - T_{36V}}{T_{06V} + T_{36V}}$$

(3) PR, GR → Ice thickness (h)

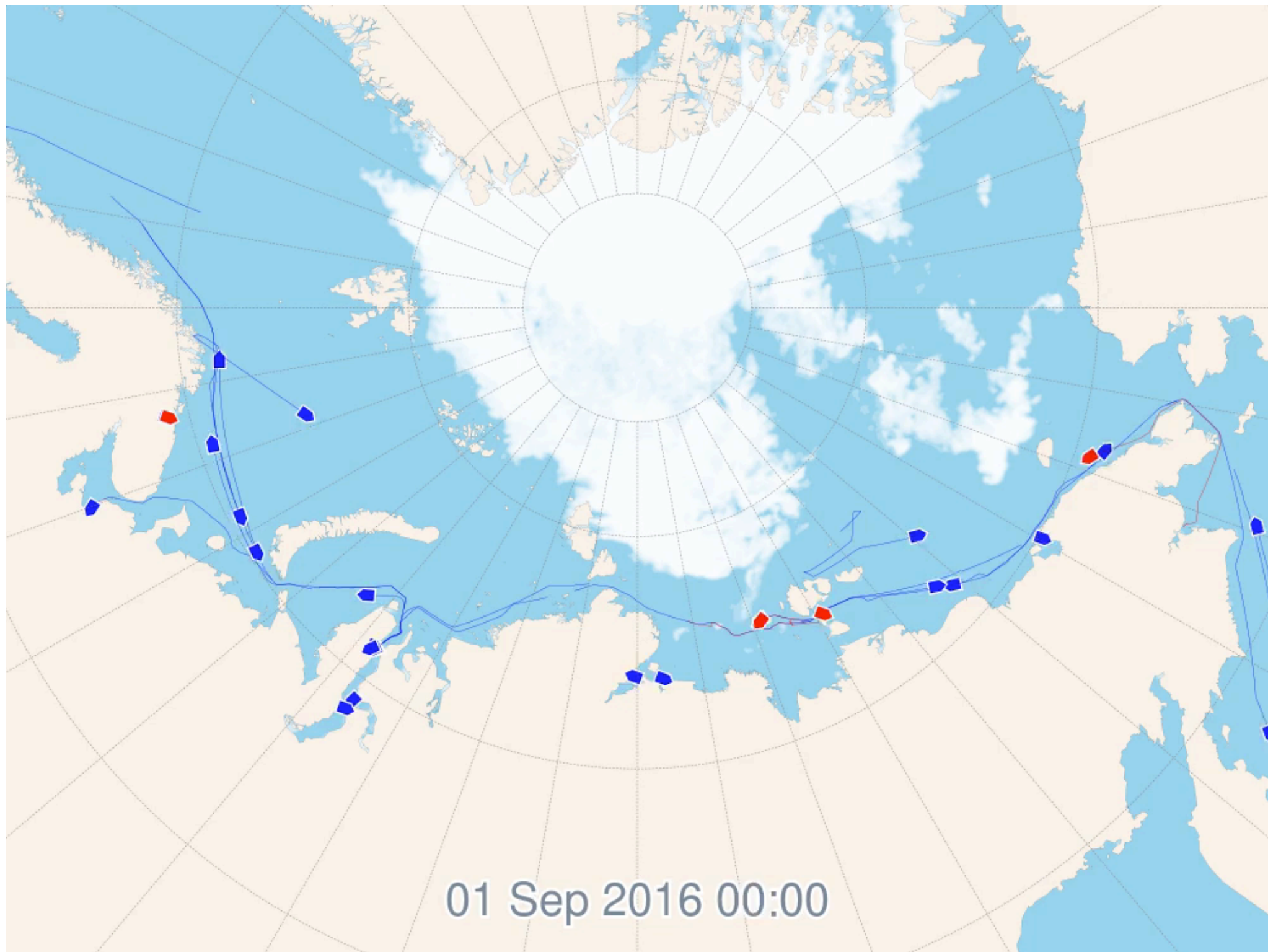
$$h = \begin{cases} 2.34 \exp\left(-\frac{PR_{36} - 0.0019}{0.083} + 0.085\right), & GR_{06-36} \geq -0.025 \\ 0.162 + 0.244 \exp(-20.79 GR_{06-36}), & GR_{06-36} < -0.025 \end{cases}$$



Krishfield et al, 2014

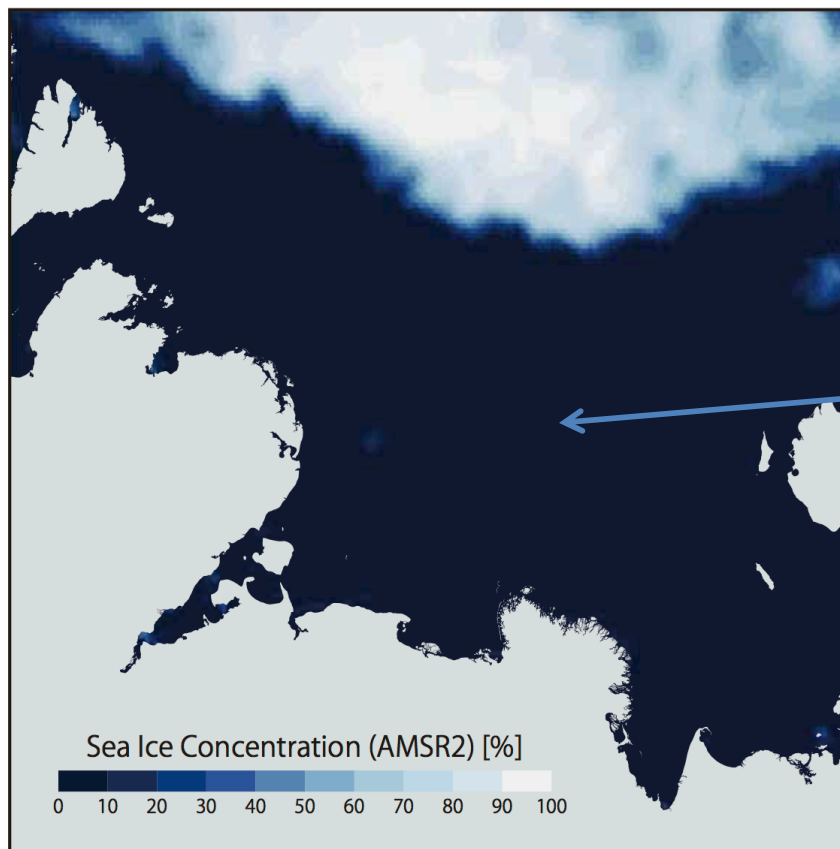
- 広範囲で観測可能
- 雲域・夜間でも観測可能
- 密接度・厚さが自動解析可能

01 Sep 2016 00:00

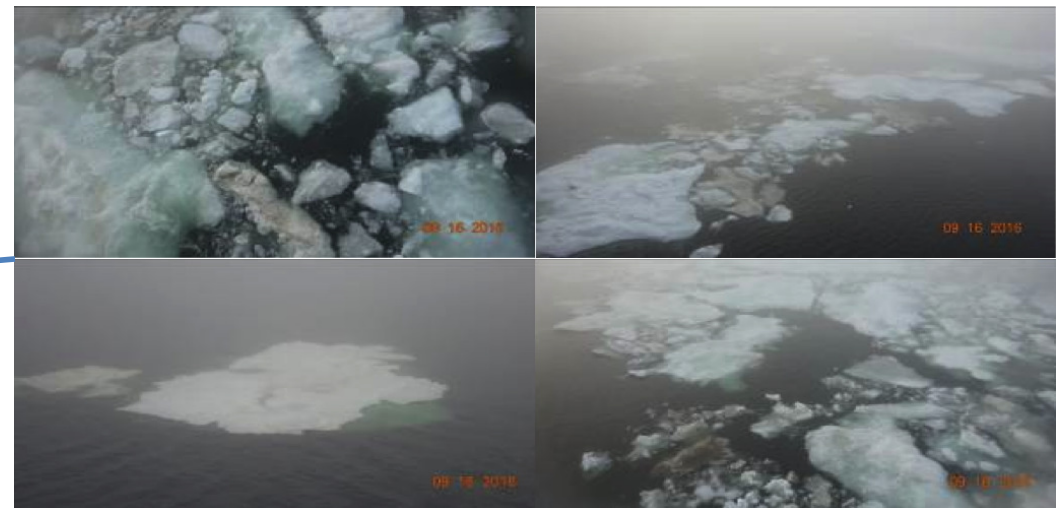


- 海氷が検出されないことがある
海氷としては軽微でも、船にとっては深刻

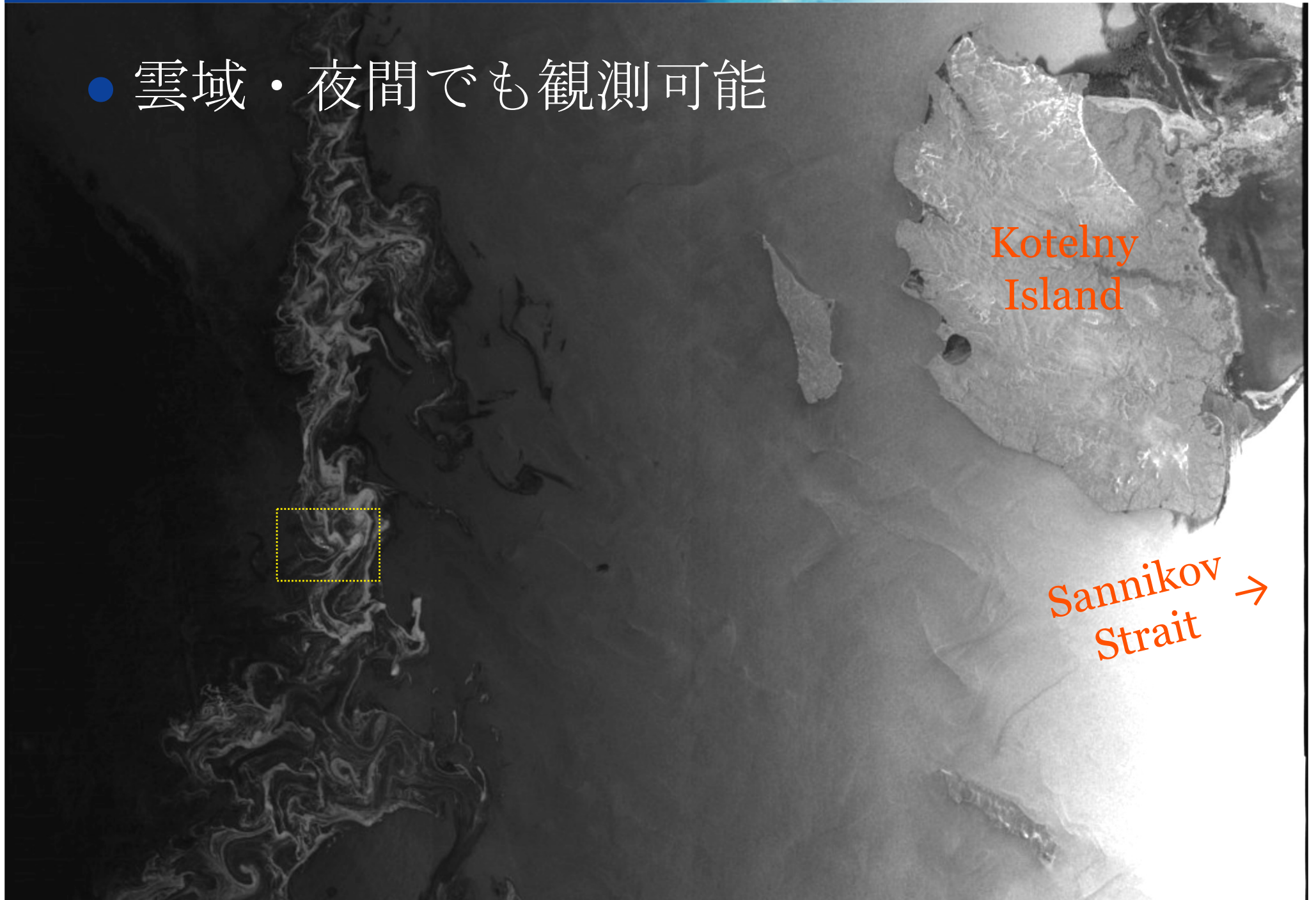
2016/9/16 ラプテフ海 AMSR2密接度



2016/9/16 船からの写真



- 雲域・夜間でも観測可能



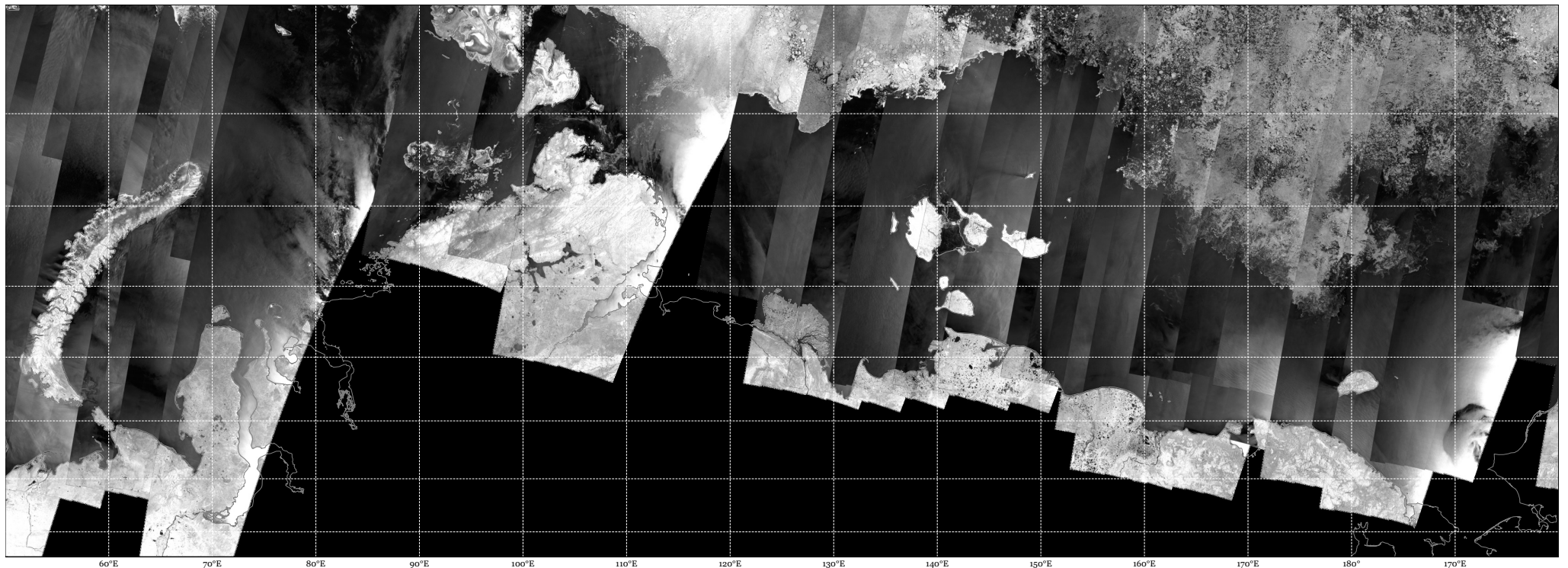
- 船が見えるほどに高解像
－ 反面、観測範囲は限られる

A synthetic aperture radar (SAR) image of sea ice. The image shows a complex, textured surface of ice with various ridges and channels. In the center, a small, dark, elongated shape is highlighted with a yellow arrow, representing a ship. The text 'I/B TAYMYR' is written in yellow below the arrow.

I/B TAYMYR

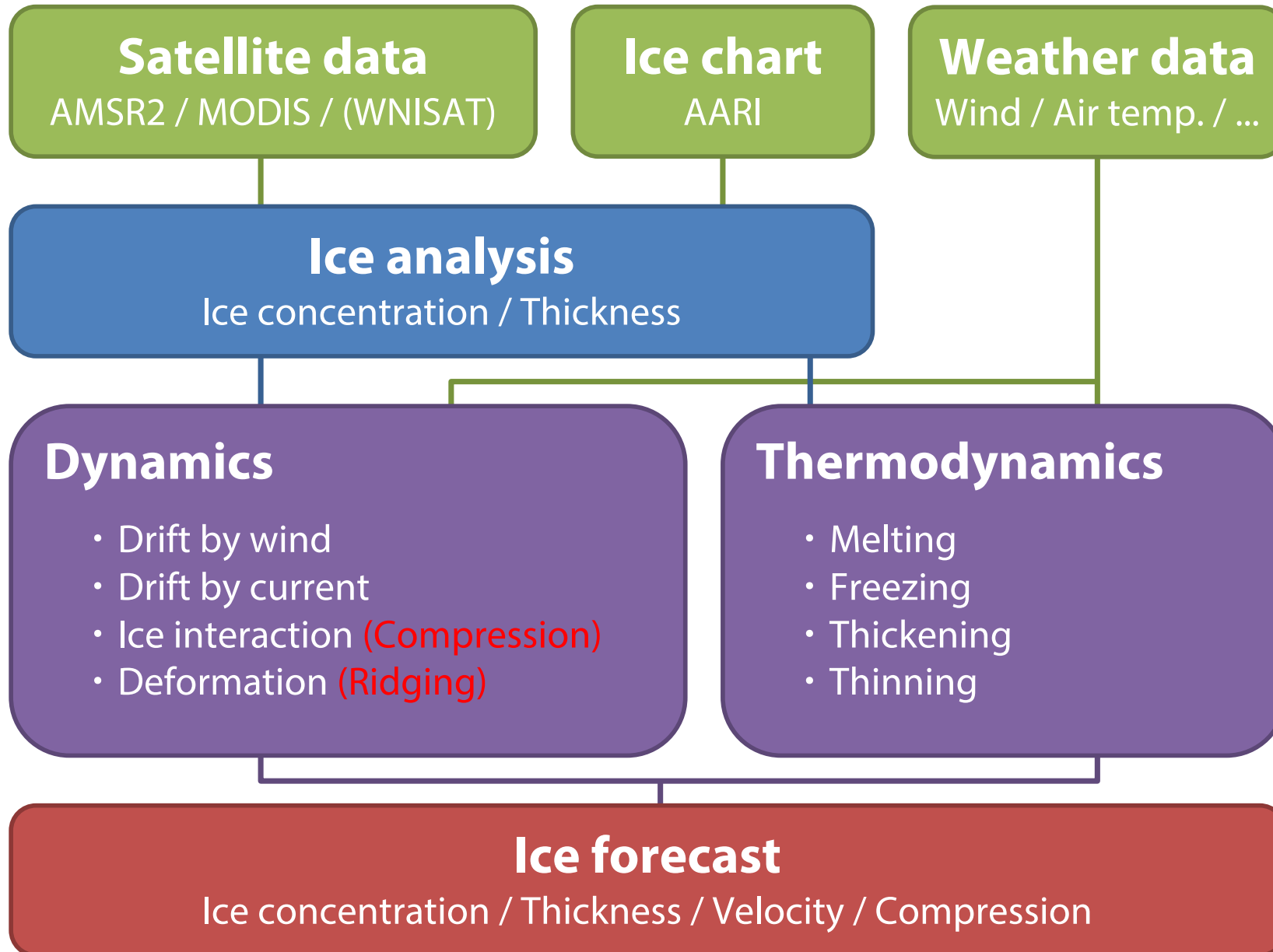
- 高解像度である反面、観測範囲が狭い
- 定量的な解析が難しい

2017/8/22 ~ 8/26 (5日間) 北極海ロシア沿岸域 合成画像



種別	解像度	解析手法	観測範囲
受動 マイクロ波	低	○自動	○広い
可視・ 近赤外	高	主に手動	狭い (雲の影響)
合成開口 レーダー (SAR)	○超高	主に手動	狭い (高解像の為)

利点・欠点を認識し、複合的に用いることが必要

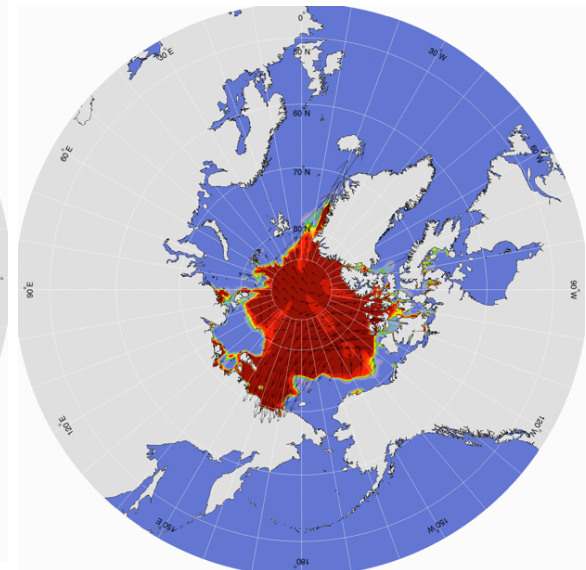
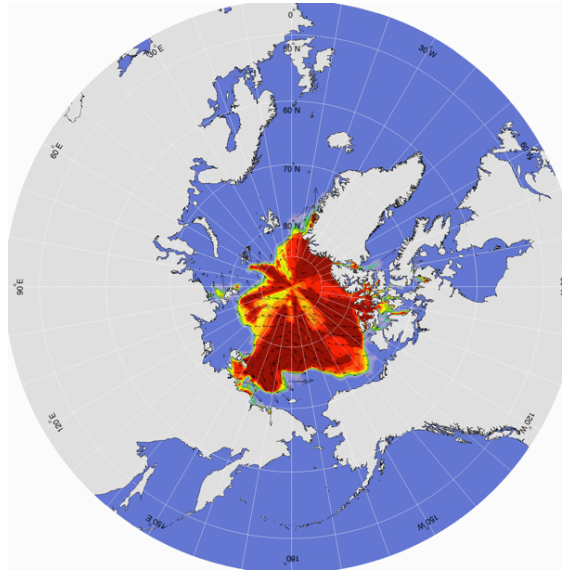
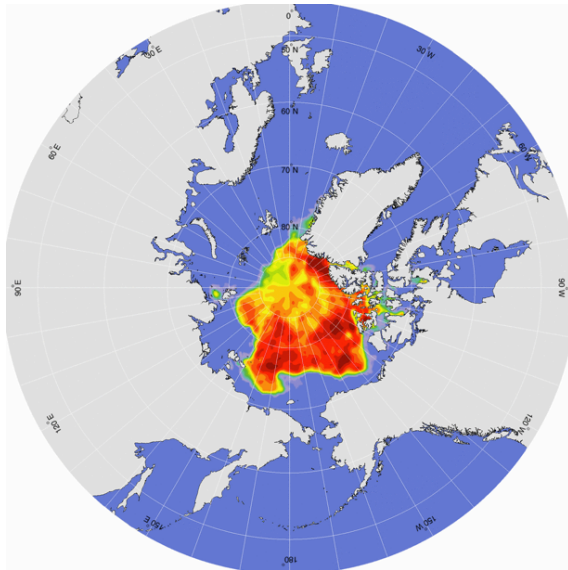


Data Analysis Model Forecast

- 空間的欠損が無いこと
- 定常的（毎日）得られること
- 密接度、厚さが得られること
- 十分な空間解像度があること
- 海氷の検出漏れがないこと

マイクロ波衛星

可視・SAR衛星



- 北極海航路支援のための衛星利用
 - － 航行に必要な海氷情報を得るために、種々の衛星の利点・欠点を理解し、組み合わせて利用することが重要
 - － 得られた海氷実況データから、数値モデルを用いて予測を行い、航行に伴うリスクを分析することで、意思決定支援が可能



weathernews

Always WITH you!