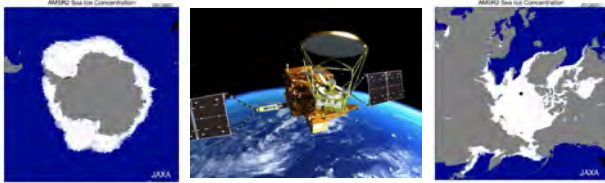


## 海水観測におけるAMSR2後継機の必要性



宇宙政策委員会  
宇宙産業・科学技術基盤部会

2016年6月9日

長 幸平 / 東海大学

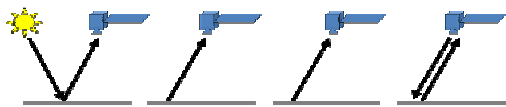
## 1. 背景

- 北極海の海水の減少傾向が顕著
- 温暖化監視や北極海航路開拓等の観点から海水観測の重要性が高まっている。
- 衛星搭載マイクロ波放射計による海水観測データは今や、温暖化監視に不可欠な存在。
- 日本のマイクロ波放射計AMSR2は世界最高性能だが、その後継機の開発は決まっていない。

Cho/Tokai Univ.

## 2. 海水観測に用いられる主なセンサの特徴

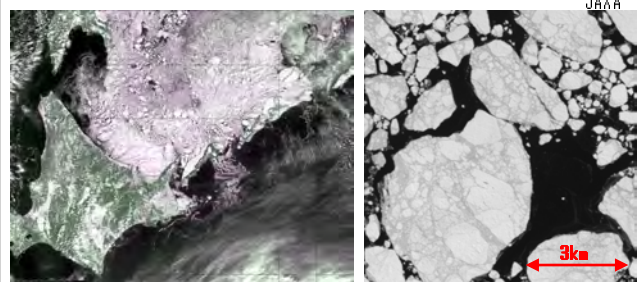
センサ	光学センサ		マイクロ波放射計	合成開口レーダSAR
	可視赤外放射計	熱赤外放射計		
放射源	太陽	対象物	対象物	レーダ
観測波長帯	約0.4-3μm	約7-14μm	約1mm-10cm	約1cm-1m
観測項目	反射	熱放射	マイクロ波放射	後方散乱係数
分解能	約1m-1km	約100m-1km	約5km-50km	約1m-100m



Cho/Tokai Univ.

## 3. 衛星による海水観測の現状と課題

### (1) 光学センサ



MODIS画像 (IFOV:250m)

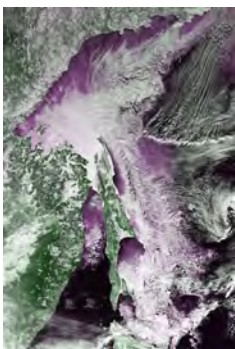
AVNIR2画像 (IFOV:10m)

長所: 晴天時には、詳細な海水の分布状況を把握可能。

短所: 曇天時・極夜には使えない。

Cho/Tokai Univ.

### (2) マイクロ波放射計



光学センサMODIS  
分解能は高いが  
雲と海水の見分けが付きにくい

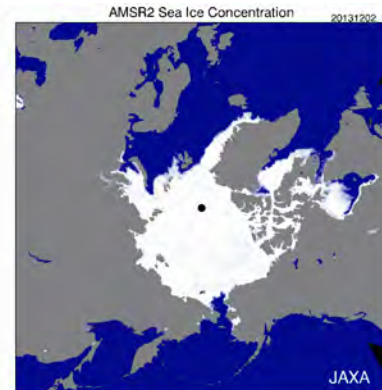


マイクロ波放射計AMSR2  
分効能は低い  
天候によらず海水識別可

Cho/Tokai Univ.

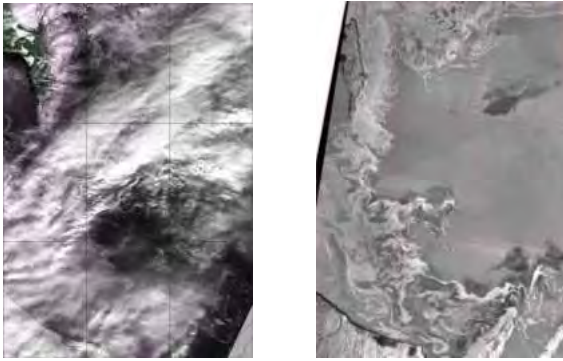
JAXA

## AMSR2画像で見た北極域海水の季節変動 (2013年)



JAXA

### (3) 合成開口レーダ (SAR)

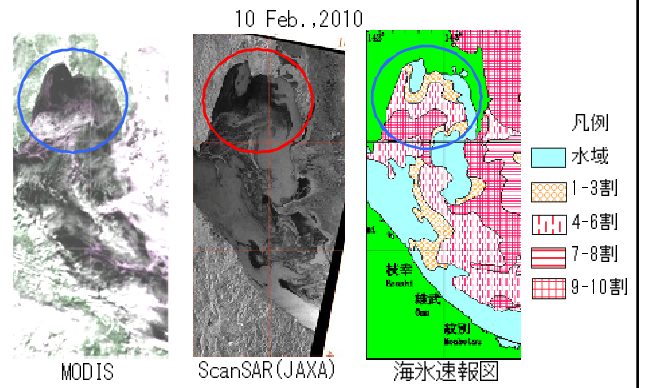


光学センサMODIS  
曇天時には観測不能

PALSAR/SCANSAR (JAXA)  
天候によらず海水の詳細な  
分布状況の把握が可能

Cho/Tokai Univ.

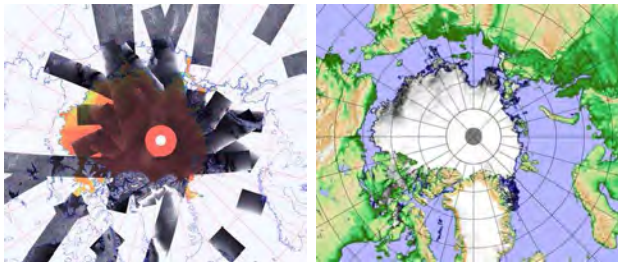
### MODIS 画像とALOS/ScanSAR 画像の比較



MODIS と ScanSAR の相補性

Cho/Tokai Univ.

### SAR の観測頻度の限界



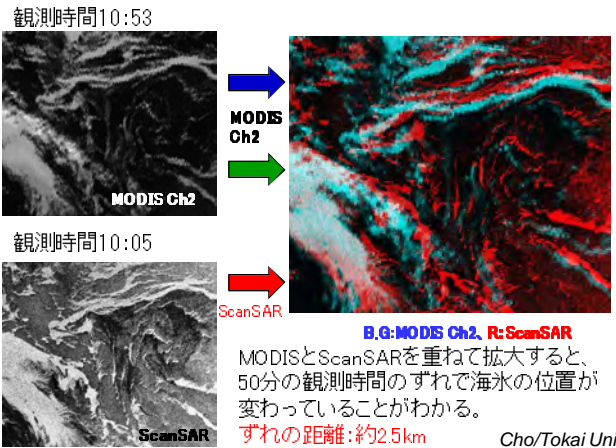
(a) ENVISAT/ASAR のモザイク  
(提供ESA)

(b) Terra/AMSR の海水密度画像  
(処理: プレーマン大学)

SAR は詳細な海水分布状況の把握が可能。  
しかし、SAR では、1 日に全北極域をカバーできない。  
全球観測には、衛星搭載マイクロ波放射計が不可欠。

Cho/Tokai Univ.

### 異種センサ同時観測の重要性



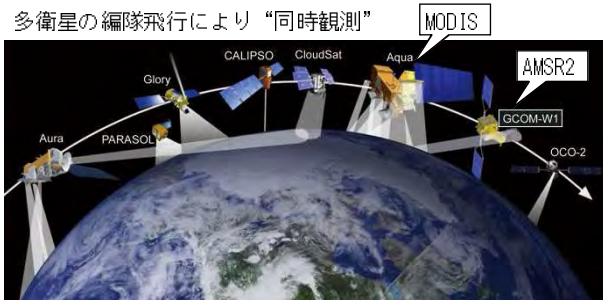
B,G: MODIS Ch2, R: ScanSAR

MODIS と ScanSAR を重ねて拡大すると、  
50 分の観測時間のずれで海水の位置が  
変わっていることがわかる。  
ずれの距離: 約 2.5 km

Cho/Tokai Univ.

### 衛星コンステレーション A-Train

多衛星の編隊飛行により“同時観測”



AMSR2 と MODIS の観測時間のずれは約 4 分

NASA

Cho/Tokai Univ.

### 衛星搭載マイクロ波放射計による継続観測

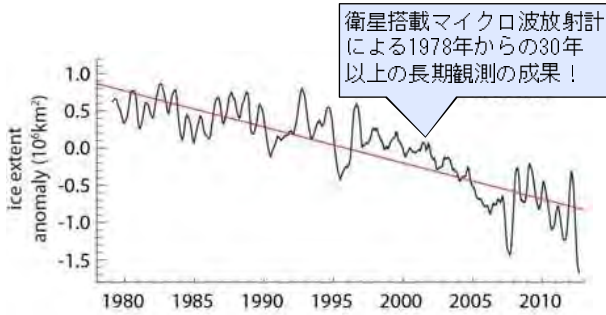
運用時期	衛星	センサ	アンテナ口径
1978年10月～1989年8月	Nimbus7	SMMR	79cm
1987年7月～現在	DMSP	SSM/I	61cm
2002年12月～2003年10月	ADEOS II	AMSR	2m
2002年5月～2011年11月	Aqua	AMSR-E	1.6m
2012年5月～2017年? (設計寿命5年) ～2021年? (AMSR-E9年)	GCOM-W1	AMSR2	2m
2022年 (2017年 + 開発期間5年)	後継機	AMSR3 ?	?m



GCOM-W1/AMSR2

観測精度の向上には前後のセンサでの  
同時観測が不可欠

## 北極海の海水の減少傾向

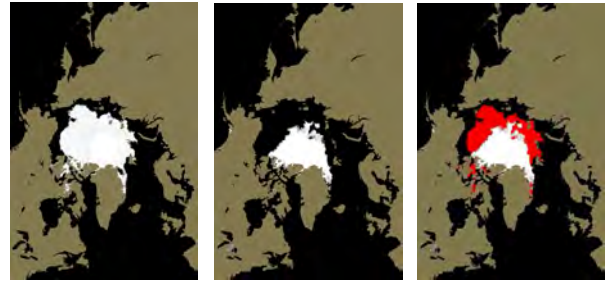


衛星搭載マイクロ波放射計による1978年からの30年以上の長期観測の成果！

(IPCC第5次報告書で地球温暖化を断定する根拠の1つ)

Cho/Tokai Univ.

## 衛星搭載マイクロ波放射計が捉えた北極域の1982年と2012年の夏季の海水分布比較

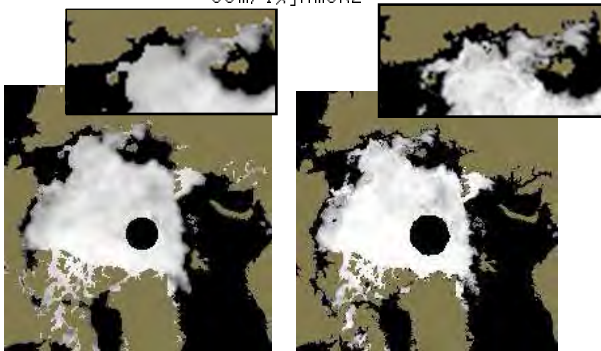


(a) 1982年9月9日 (SMMR) (b) 2012年9月16日 (AMSR2) (c) 赤：両時期の差 (SSMR&AMSR2)

(極点付近のデータ欠損部は白色で表限。)

Cho/Tokai Univ.

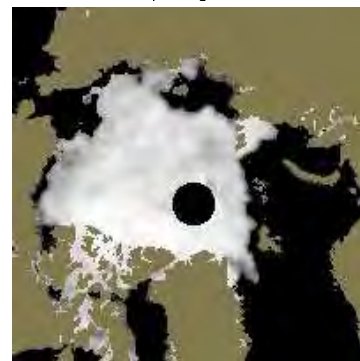
## 衛星搭載マイクロ波放射計の空間分解能比較 SSM/I対AMSR2



(a) SSM/I (IFOV: 25km) (b) AMSR2 (IFOV: 12.5km)

北極域の海水密接度画像 (27, July, 2013) Cho/Tokai Univ.

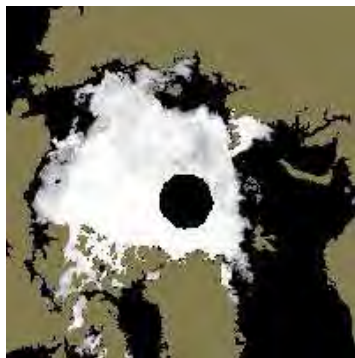
## 衛星搭載マイクロ波放射計の空間分解能比較 SSM/I対AMSR2



(a) SSM/I (IFOV: 25km)

北極域の海水密接度画像 (27, July, 2013) Cho/Tokai Univ.

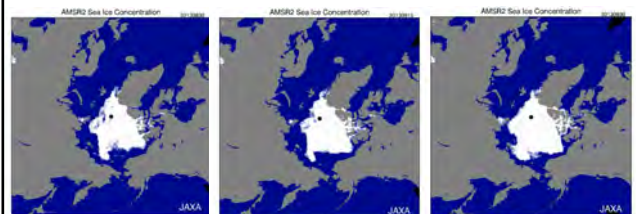
## 衛星搭載マイクロ波放射計の空間分解能比較 SSM/I対AMSR2



(b) AMSR2 (IFOV: 12.5km)

北極域の海水密接度画像 (27, July, 2013) Cho/Tokai Univ.

## AMSR2で見た夏季の北極海の海水分布



2013年8月30日

2013年9月15日

2013年9月30日

1か月近く、航行可能

Cho/Tokai Univ.

## 北極海航路の可能性

### A Shortcut Across The Top of the World

The Northeast Passage, across the Arctic Ocean, provides a shorter alternative for cargo vessels travelling between Europe and Asia than using the Suez Canal. It is shorter than the Panama Canal route for some voyages between the North American west coast and Europe.

#### LENGTH OF A VOYAGE TO ROTTERDAM FROM:

YOKOHAMA, JAPAN  
12,894 miles via Suez Canal,  
8,452 miles via Northeast Passage

SHANGHAI, CHINA  
12,107 miles via Suez Canal,  
9,297 miles via Northeast Passage

VANCOUVER, CANADA  
10,282 miles via Panama Canal,  
8,038 miles via Northeast Passage



Source: The Russian Ministry of Transport

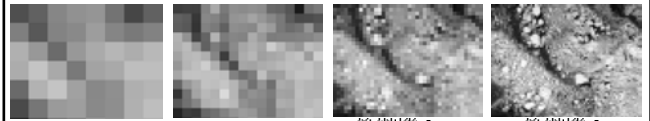
THE NEW YORK TIMES

横浜からロッテルダムまでの距離 (2009/9/11 New York Times)

南ルート : 12,894マイル

北極ルート : 8,452マイル (65%) : 燃費低減・短期輸送

## マイクロ波放射計の高分解能化

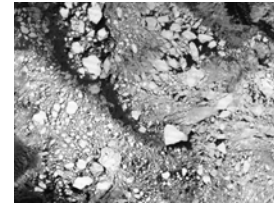


SSM/I  
(25km)

AMSR2  
(12.5km)

後継機?  
(5km)

後継機?  
(2.5km)



MODIS  
(250m)

MODIS画像から  
疑似的に作成

Cho/Tokai Univ.

## まとめ

- 現在、300機以上の地球観測衛星が運用中であり、様々なセンサが利用可能だが、どれも万能では無い。
- マイクロ波放射計による海水観測は温暖化監視に不可欠な存在。
- 日本のマイクロ波放射計は世界最高性能であり、世界中から期待が寄せられてる。
- 高精度な海水観測には、AMSR2と後継機の同時観測が不可欠。
- AMSR2の寿命を考えると、**後継機の開発着手が急務。**