

# 日本雪氷学会の地球観測衛星ミッションの利用計画（ロードマップ）

—衛星観測分科会有志によるドラフト案—

2014.11.08

# 日本の衛星整備状況

超高解像度

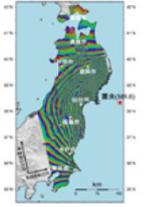
光学

レーダ

高解像度

光学

レーダ



2006-2011

ALOS-1

ALOS-1

Terra(ASTER)

ASNARO-1

ASNARO-2

先進光学衛星

ALOS-2 (PALSAR-2)

水循環

GCOM-W (AMSR-2)

2012-

気候変動



▲開発開始

GCOM-C (SGLI)

EarthCARE(CPR)

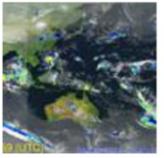
温暖化ガス

▲開発開始

GOSAT-1

GOSAT-2

降雨



2009-

TRMM(PR)

GPM

静止気象

1997-

ひまわり6, 7

ひまわり8

2005-

新規衛星計画なし

整備期間

新規衛星なし

これまで

平成26年

平成27年

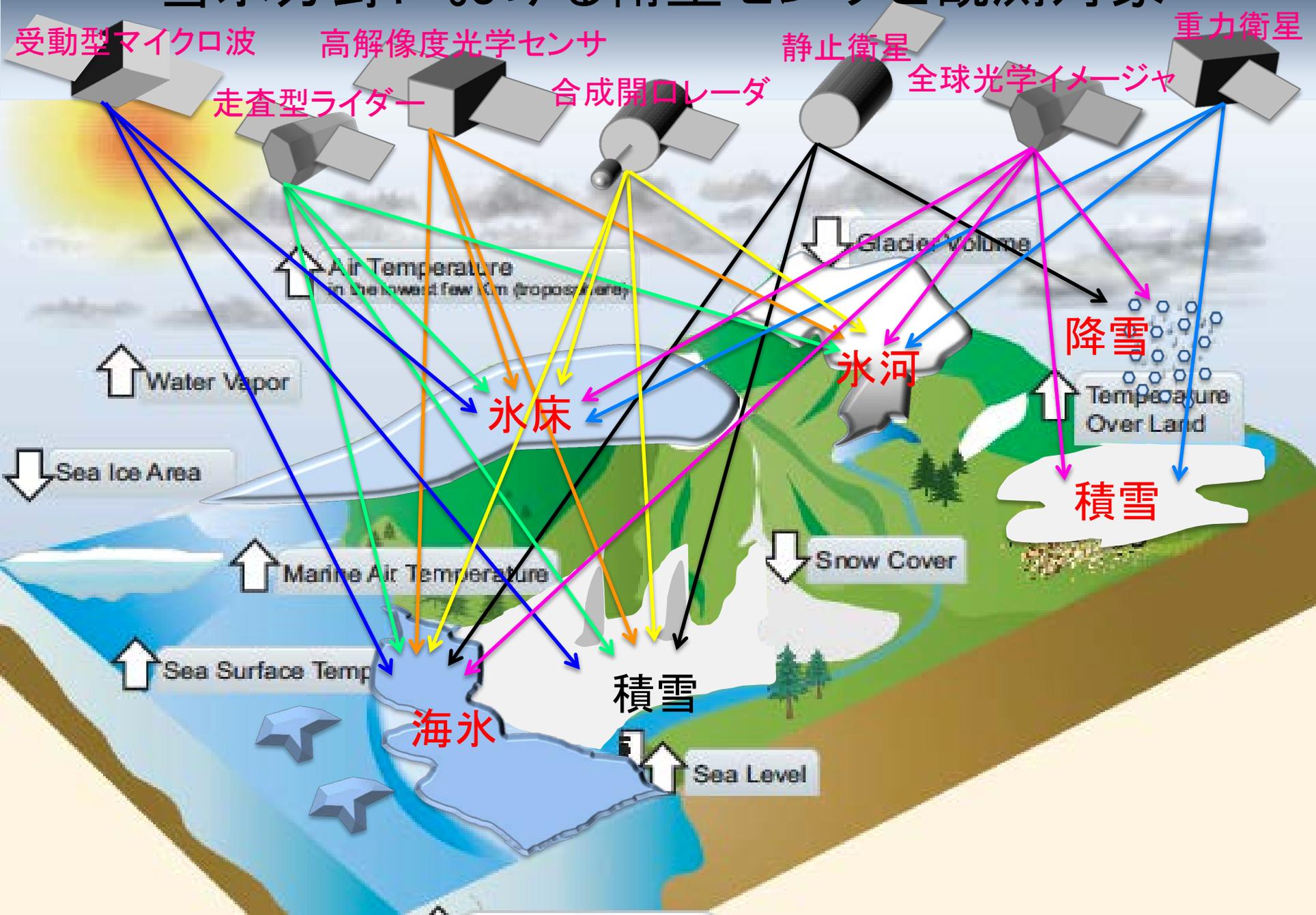
平成28年

平成29年

平成30年

地球観測衛星(除くIGS)は平成30年度以降の計画がない

# 雪氷分野における衛星センサと観測対象



# 雪氷分野における衛星センサと観測対象

衛星センサー	類似センサー	観測対象	提案
高解像度光学センサ	AVNIR-2, PRISM	氷河、氷床、海氷、積雪	高解像度化、立体視可能センサー
合成開口レーダ	PALSAR-2	氷河、氷床、海氷、積雪	タンDEM観測、多波長化
受動型マイクロ波センサ	GCOM-W/AMSR2	氷床、海氷、積雪	高解像度化
全球光学イメージャ	GCOM-C/SGLI	氷河、氷床、海氷、降雪、積雪	雪氷・雲検知チャンネル追加
走査型ライダー	新規提案	氷河、氷床、積雪、海氷	
静止衛星光学センサ	ひまわり8-9号	積雪、降雪、海氷	高解像度化、雪氷・雲検知チャンネル追加
重力センサ	GRACE, GOCE(日本ではなし)	氷河、氷床、積雪	高解像度化

# 陸域雪氷観測

- ・高分解能光学衛星センサー
- ・合成開口レーダー

取りまとめ担当者:

永井裕人(JAXA)

中村和樹(日本大学)

# 陸域① 広域＋高分解能＋立体視観測が可能な光学衛星

## 搭載センサ

・可視域パナクロマチックセンサ

空間分解能: 1m

観測幅: 70km

付随機能: 立体視(常時3方向視 or SfM)

・レーザー距離計

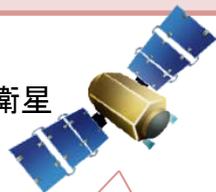
運用軌道: 先進光学衛星(計画中)の隣接軌道

先進光学衛星(計画中)を活用  
開発コストのスマート化

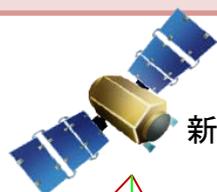
併用観測で世界最高精度の  
全球標高データ生成・変化抽出

同時観測  
→広域  
→観測頻度の向上  
→被雲の影響低減

先進光学衛星  
2019~



新衛星



レーザー距離計  
精度~10cm

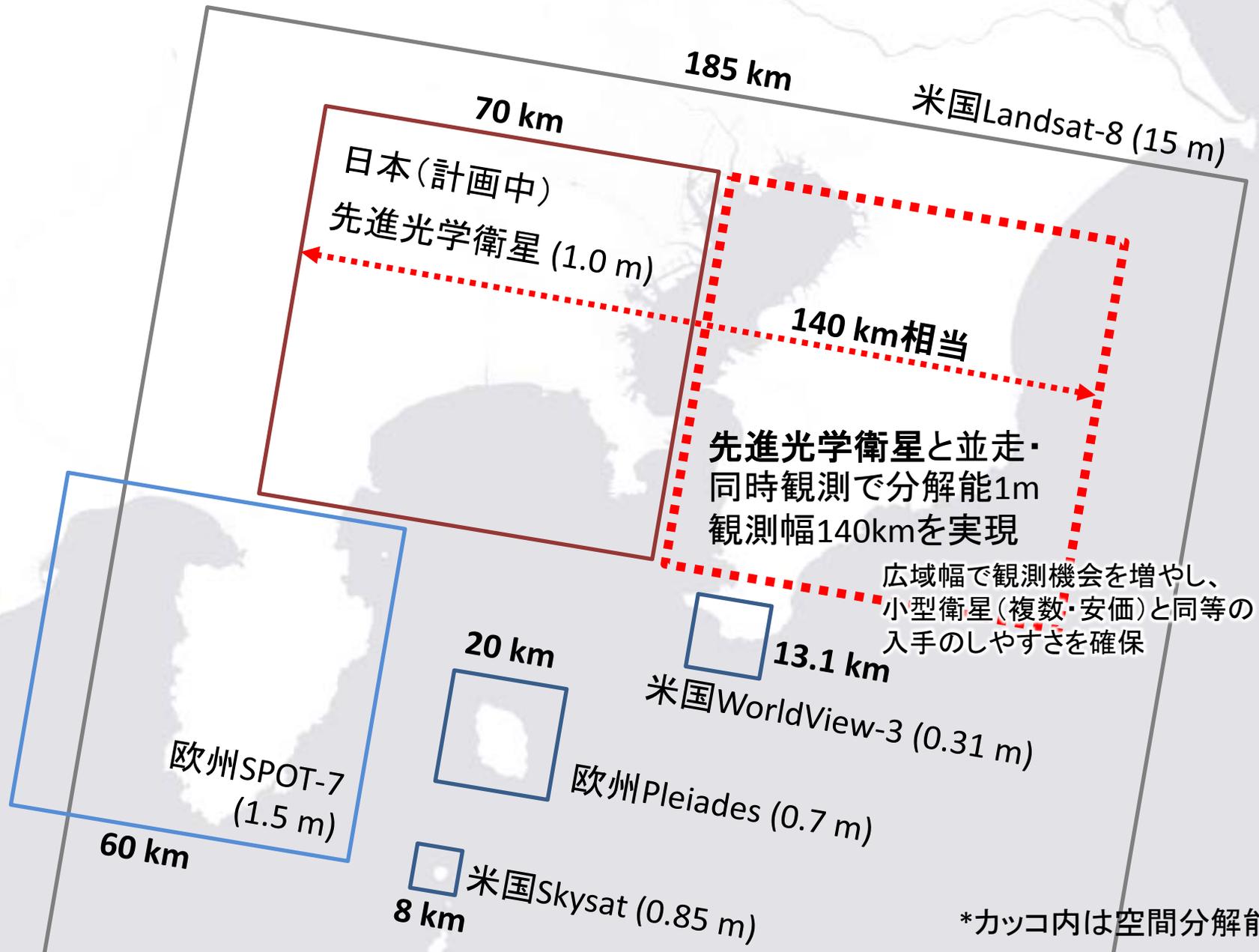
立体視

一度に観測できる幅 = 140 km

世界最高精度 / 頻度での地表物の  
高度変化モニタリング

アジア高山域における水資源変動予測  
氷河表面低下の広域・高頻度分析  
氷河湖変動把握(氷河湖決壊洪水等)  
海水流動の高精度把握  
陸域積雪深度の高頻度・広域観測

### 陸域③ 計画中の衛星と関連させた仕様・海外衛星との差別化



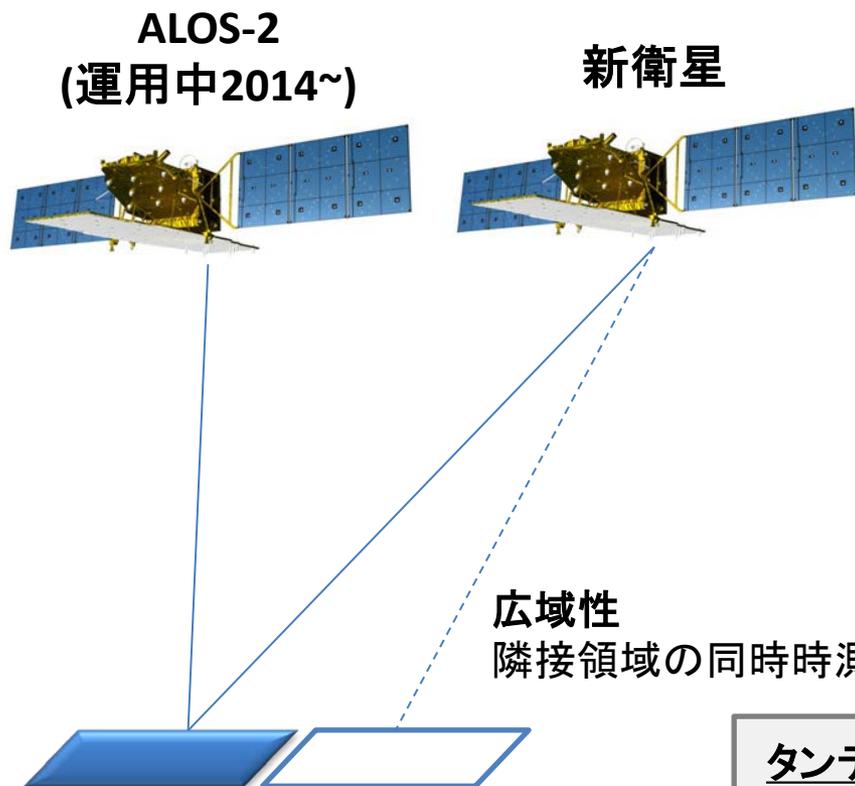
## 陸域② タンデム・バンド合成開口レーダー衛星

### 合成開口レーダーによる標高データ取得および変位量解析

SAR衛星1基の場合、最短42日後のデータと干渉させるため、その間に変化が生じると標高値に誤差が生じる



同性能の衛星を並走(タンデム化)させることで、高頻度の標高データ更新・微小変化抽出が可能になる



### 世界最高精度での地表物変位量モニタリング

アジア高山域における水資源変動予測

例: 氷河の流動速度把握

北極・南極における氷河氷床変動把握

例: 末端崩壊の監視・予測

氷河周辺地形の安定性評価

例: 永久凍土融解に関する斜面崩壊

氷河湖周辺の安定性評価(洪水対策)

多偏波観測による氷種・氷厚推定

その他:

バンド+他波長の同時搭載

→より多様な雪氷表面観測

広域性

隣接領域の同時時測も可能

干渉SARによる標高データ作成  
+数センチの微小変動検出

### タンデム化の利点

経済性 開発済のセンサを流用できる

継続性 片方が停止しても重要な観測は継続できる

広域性 隣接領域を同精度で同時に観測できる

# 水循環変動(海氷、氷床)観測

- 高分解能受動型マイクロ波放射計
- 走査型ライダー
- 高分解光学イメージャー

取りまとめ担当者:

直木和弘(東海大学)

館山一孝(北見工業大学)

- 高分解能マイクロ波放射計
- 走査型ライダー
- 高時間分解能光学イメージャー

#### (1) 目的

- ✓ 海氷の分布、種類、移動、厚さを測定する
- ✓ 陸上の積雪量を測定する
- ✓ 氷床の高さ、融解量を測定する

#### (2) 意義

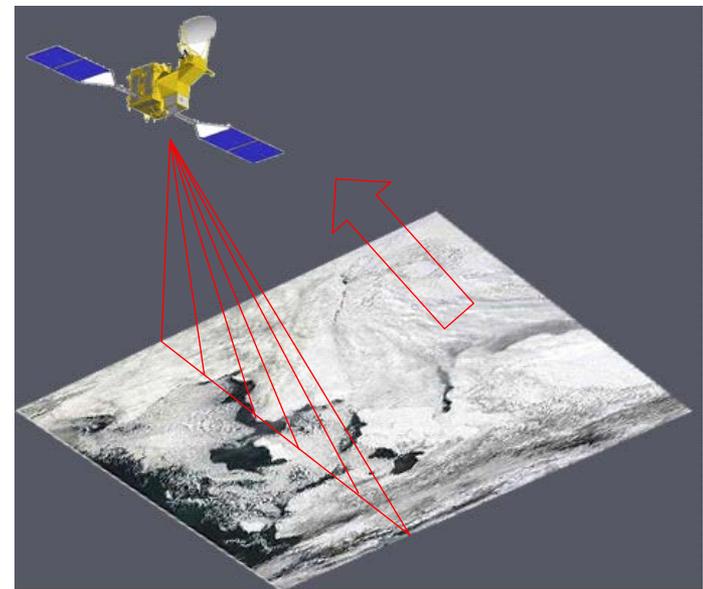
- ✓ 気候変動解明に対し海氷データの活用
- ✓ 海氷域における船舶航行や海洋プラットフォームでの活用
- ✓ 陸上の積雪は人間活動と密接であり、防災・水資源への活用
- ✓ 氷床の質量収支推定への活用

#### (3) 要望

- ✓ マイクロ波放射計: 海氷域を毎日、18GHzで1kmの分解能
- ✓ 走査型ライダー: 雪氷圏を2日で観測
- ✓ 高時間分解能光学イメージャー: 雪氷圏を1日4回

#### (4) 社会的ニーズ

- ✓ 気候予測: 海氷の正確な観測データ、氷床観測データの提供
- ✓ 航路: 海氷域・近傍を航行する船舶関連へのデータ提供
- ✓ 資源開発: 海氷域における資源開発関連へのデータ提供
- ✓ 水産資源: 海氷域の生態関連へのデータ提供
- ✓ 水資源・防災: 水源量の把握や雪崩等の防災分野へのデータ提供



# GCOM-W/AMSR2の研究利用のニーズと要望

## 1. 現状の標準プロダクトとニーズ

### 1) 物理量に関するニーズ

■ **大気**：積算水蒸気量，積算雲水量，降水量

■ **陸域**：積雪深，土壤水分

■ **海域**：海洋 → 海水温，海上風，塩分

海氷 → 海氷密接度，海氷移動，海氷表面温度，海氷種類・厚さ，融解，海氷上の積雪深

⇒ **海洋・海氷の標準プロダクトの増強が必要**

⇒ **海氷の厚さ・温度・塩分がわかると工学的性質(強度)へ発展**

### 2) クオリティに関するニーズ

- ・ 空間分解能向上への挑戦： 現状の10kmから目標1kmへ
- ・ 新たな周波数の導入： 海洋や海氷の表面塩分などの新たなプロダクトの開発に寄与

## 2. 将来的なデータ利用

### 1) 我が国に関連する海底資源開発

- ロシア北極海沿岸のヤマール半島で天然ガスの採掘，  
2018年から日本へ輸送開始
- オホーツク海マガダン沖海底油田開発
- グリーンランド北東沖油田開発

⇒ **気象観測所が無い海洋での気象観測**

⇒ **海水状況の監視と予報**

### 2) 北極海航路

- 現在は7月～11月に約200件/年の航行
- 北極圏の資源開発が進むとともに利用数増大
- 通年航行へ発展

⇒ **船舶の氷海航行性能(砕氷能力, 速度)を正確に評価するために, 海水の工学的性質(強度など)の把握が重要**

⇒ **海水の温度, 塩分, 厚さの衛星情報が必要**

# 気候変動監視、雪氷微物理量観測

- ・可視、近赤外、赤外全球イメージャー

取りまとめ担当者：堀雅裕 (JAXA)

# 雪氷研究分野におけるGCOM-C/SGLI型センサへのニーズ、メリット、要望

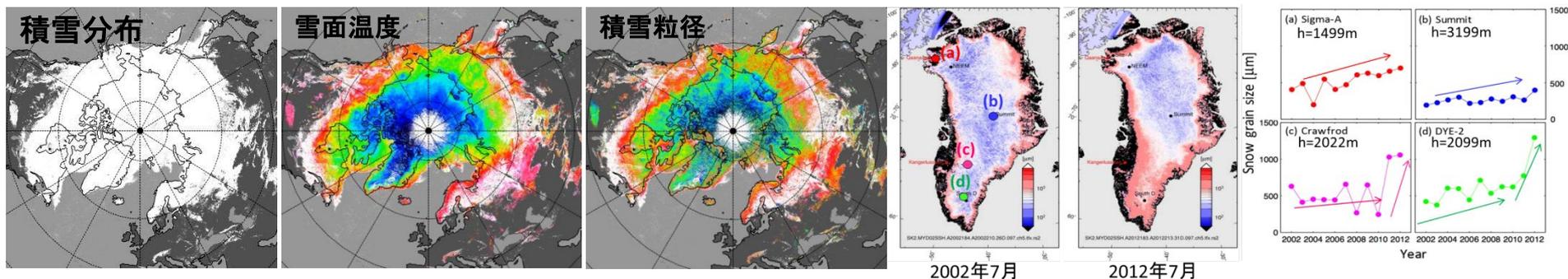
## [科学技術的側面]

- 地球の放射収支・水収支に重要な積雪・海氷域の分布を捉えることが可能
- 単なる雪氷域の面的分布だけでなく、反射率や温度など、雪氷表面の質的特徴を捉えることが可能

→ 数値気候モデル改良に必要な積雪変質過程の解明に貢献

## [これまでの成果]

- ① ADEOS-II/GLIによる北半球広域積雪面積および積雪物理量分布の把握
- ② MODISデータを用いたグリーンランド氷床上積雪物理量の長期変動検出



- ①ADEOS-II/GLIによる北半球広域積雪被覆・積雪物理量分布の把握 ②MODISによるグリーンランド氷床上積雪粒径の長期変動(増加・融解)トレンドの検出

## [課題、他ミッションとの連携可能性など]

- SGLI型は積雪水量の計測が困難 → AMSR2型、ライダー型センサとの連携により、面・質的分布に加え、量的分布の把握が可能となり相乗効果が大きい

# 雪氷研究分野におけるGCOM-C/SGLI型センサへのニーズ、メリット、要望

## [安全保障的側面]

- 豪雪イベント直後の積雪被覆範囲の把握(但し、日本海側における降雪時は雲で見えない可能性あり。PALSAR-2型のようなレーダー型との併用が望まれる)
- 国内外における港湾内及び主要な海上航路上の結氷・冰山流出状況等の把握(SGLI型の反射率・表面温度情報＋PALSAR-2型の反射信号の利用)

## [産業振興的側面]

- 海氷航路上の氷況把握(曇天時は観測できないが、1日でも晴れば AMSR2型の数10kmに比べてより細かい 250m程度の空間分解能で海氷分布状態が捉えられる→AMSR2型、PALSAR-2型との併用で、より正確な氷況状態の把握が可能となる)
  - 氷海航路の運航安全情報サービスとしての利用(気象庁、海上保安庁、ウェザーニューズ社、極地研(しらせ向け海氷情報)などで衛星由来の海氷情報を利用中。GRENE北極事業でも航行支援の実現方法を検討中)
- AMSR2型、ライダー型センサとの連携により、積雪域＋積雪水量の観測精度を向上させ、水資源としての積雪量を推定
  - 治水、利水事業への貢献

新規ミッションへの要望: 雪氷・雲検知用チャンネル(1.24, 3.7  $\mu\text{m}$ )の追加

# 陸域雪氷圏(積雪・氷床)、海水観測

- 走査型ライダー

取りまとめ担当者: 谷川朋範(JAXA)

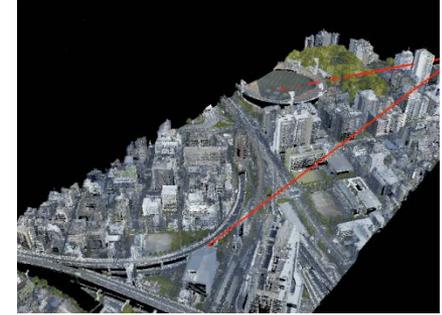
# 走査型ライダー(イメージングレーザースキャナ)の提案

## (1) 目的

- ✓ 走査型多波長ライダーによる陸(積雪・氷床), 海洋(海氷)情報の高分解能・高精度観測

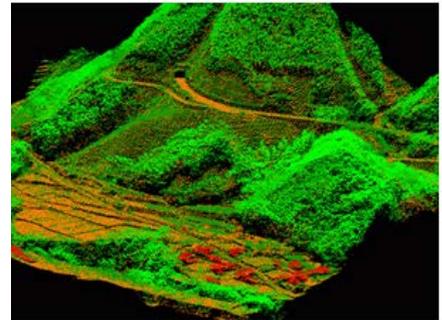
## (2) 意義

- ✓ 水資源/雪氷防災を目的とした積雪深/質量収支の高分解能/精度観測
- ✓ 冬季船舶航路の把握を目的とした海氷密接度/氷厚の高分解能/精度観測
- ✓ その他, 沿岸警備, 洪水対策, 道路鉄道建設への利用(他圏への応用)



## (3) 技術的要素

- ✓ イメージャとの相互利用(相互検証)
- ✓ 陸, 大気, 海洋観測のための可変データサンプリング時間
- ✓ 強力レーザの超寿命化



## (4) 社会的ニーズ

- ✓ 水資源・水保全: 積雪面積・山地の積雪/融雪水の把握
- ✓ 雪氷防災・減災: 雪崩予測, 氷河湖決壊予測, 積雪域火山予測
- ✓ 氷河氷床質量収支: グリーンランド/南極氷床質量収支
- ✓ 海氷監視: 北極海航路把握(海氷密接度, 氷厚監視)
  - ✓ 気候予測: 海氷の正確な観測データの提供
  - ✓ 航路: 海氷域・近傍を航行する船舶関連へのデータ提供
  - ✓ 資源開発: 海氷域における資源開発関連へのデータ提供
  - ✓ 水産資源: 海氷域の生態関連へのデータ提供

↑アジア航測HPより

# **陸域雪氷圏、降雪、海氷観測**

**・静止衛星センサー**

**取りまとめ担当者：青木輝夫（気象研）**

# 次世代静止気象光学センサー(ひまわり型)



## (1) 目的

- ✓積雪分布、降雪・雲物理、海氷、雪氷災害観測・予測の精度向上

## (2) 意義

- ✓過去の観測データとの接続による積雪・海氷分布や気候変動監視
- ✓雪氷防災、水資源管理、船舶・交通安全のための高時空間分解能観測
- ✓地球システムモデル、領域気象モデルの雪氷物理過程の改良

## (3) 技術的要望

- ✓国内観測のための高解像度化
- ✓雪氷・雲検知用チャンネル(1.05, 1.24, 1.38  $\mu\text{m}$ )の追加

## (4) 社会的ニーズ

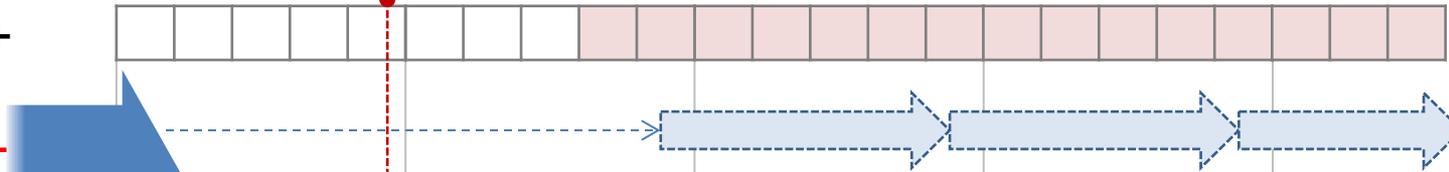
- ✓気候変動監視:積雪分布、海氷分布の監視、予測
- ✓雪氷防災・減災:大雪、地吹雪、雪崩、融雪洪水予測
- ✓水資源管理:山岳域の積雪分布、河川管理、融雪量の把握、予測
- ✓船舶・航空・陸上交通安全:海氷監視、降積雪が航空、陸上交通に及ぼす影響監視、予測
- ✓積雪汚染監視:雪氷面アルベド低下による融雪加速効果

# 雪氷研究分野における平成30年以降の衛星利用計画

ロードマップ

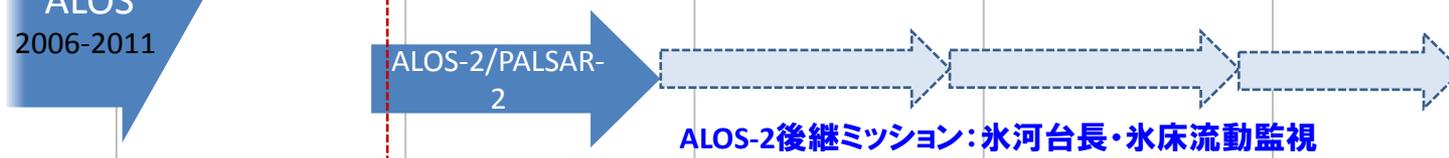
2010 H22      2015 H27      2020 H32      2025 H37      2030 H42

・高解像度光学センサ  
(AVNIR-2, PRISM型)  
**立体視可能センサー**



先進光学衛星: 氷河台帳・氷床流動監視

・合成開口レーダー  
(PALSAR-2型)  
**タンデム、多波長化**



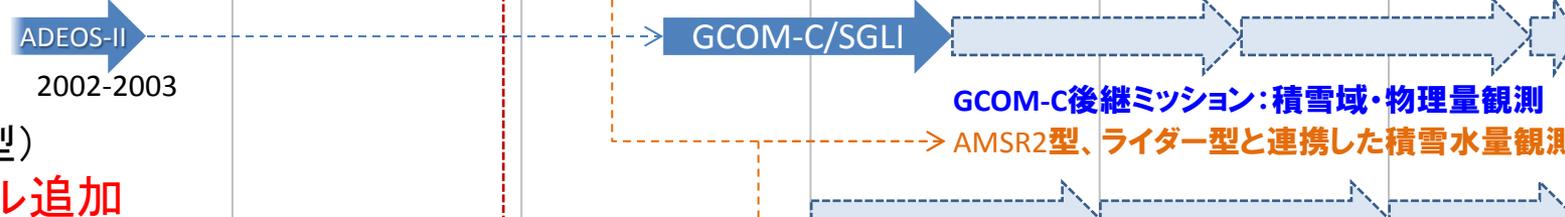
ALOS-2後継ミッション: 氷河台帳・氷床流動監視

・水循環変動  
受動型マイクロ波  
(GCOM-W/AMSR2型)  
**高解像度化**



次世代高性能マイクロ波ミッション: 海水、積雪水量監視

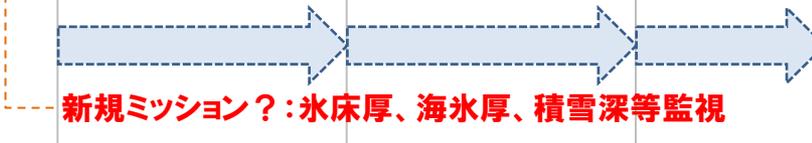
・気候変動監視  
光学センサー  
(GCOM-C/SGLI型)  
**雪氷チャンネル追加**



GCOM-C後継ミッション: 積雪域・物理量観測

→ AMSR2型、ライダー型と連携した積雪水量観測

・走査型ライダー(新規)



新規ミッション?: 氷床厚、海水厚、積雪深等監視

・次世代静止気象  
光学(ひまわり型)  
**雪氷チャンネル追加**

