

ALOS-2による白瀬氷河の 流動速度の推定

中村和樹

日本大学工学部情報工学科



自主創
造
日本大学

あなたとともに
100万人の仲間とと携に

謝辞

- 本研究で使用したALOS-2/PALSAR-2データは、ALOS第4回研究公募(PI番号1901)により提供されたものであり、当該データの所有権はJAXAにあります
- 本研究は北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会および共同研究における有意義な議論が反映されています
 - 氷河変動に関する研究集会
(研究代表者: 縫村崇行)
 - 南極海洋-海氷-氷床システムの相互作用と変動
(研究代表者: 田村岳史)
 - 東南極域における氷河流動の衛星観測
(研究代表者: 中村和樹)

背景

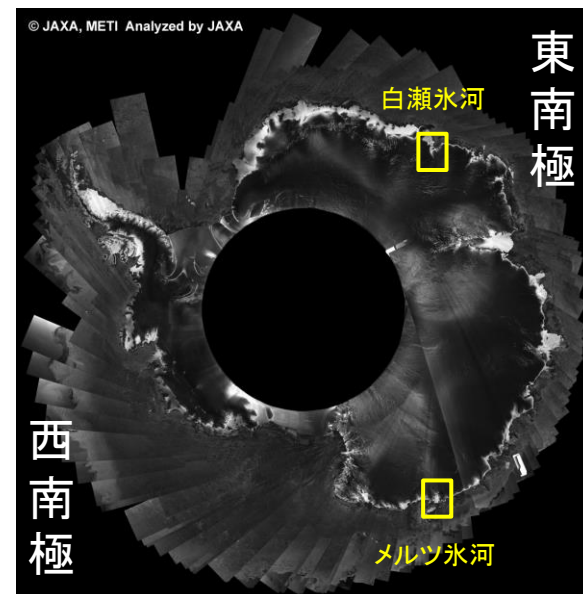
- 南極大陸は陸水の約7割を氷床として保存
 - 多くは氷河により流出し、氷床の涵養と融解の差が海面の変動に大きな影響を与える
- 南極地域の氷河・氷床の消耗と涵養を調べることは大変重要
 - 南極地域は気象環境やクレバス等により現地踏査が困難
 - ＞ 継続的広域的な観測は衛星リモートセンシングが有効
 - 東南極域では質量収支が均衡と言われている
- 消耗と涵養の定量的な把握には以下の観測が必要
 - 氷河・氷床の流動速度
 - 氷床と氷河・棚氷の境界域 (Grounding line)
 - 氷厚 (表面高度)

氷河・氷床の流動速度

- 南極氷床の変動は長い時間間隔で起こると考えられてきた
 - 西南極ではこの10年で流出量が増加
 - ＞ 短い時間間隔で変動する可能性が示された
- 東南極では質量収支が均衡と考えられている
 - しかし、短期間に急激な変化が起これば・・・
 - ＞ 氷床の変動は海洋、大気、地球の運動にまで影響を与える
 - ≫ 東南極における変動の監視は重要
- 南極では天候や太陽高度の影響を受ける
 - 光学センサを用いた場合は十分な観測機会を得にくい

目的

- マイクロ波を用いる合成開口レーダ (Synthetic aperture radar: SAR) は極夜もしくは雲で覆われていても観測可能
 - 極域観測において有効な観測手段である
- 東南極域では質量収支が均衡と言われている → 本当？
- 東南極域における氷河を対象として、SARを用いた氷河の流動速度を推定する
 - 現在運用中のALOS-2の振幅画像に
 - 画像相関法を適用
 - › (過去から)現在の流動速度を明らかにする



流動速度の推定方法

■ 振幅画像の作成

- SLCデータをサブピクセルでの位置合わせ
- マルチルック(ALOS-2データ)
 - › range × azimuth: 1 × 2
 - › ピクセルスペーシング ≈ 7 m

■ 画像相関法(ピクセルオフセット法)

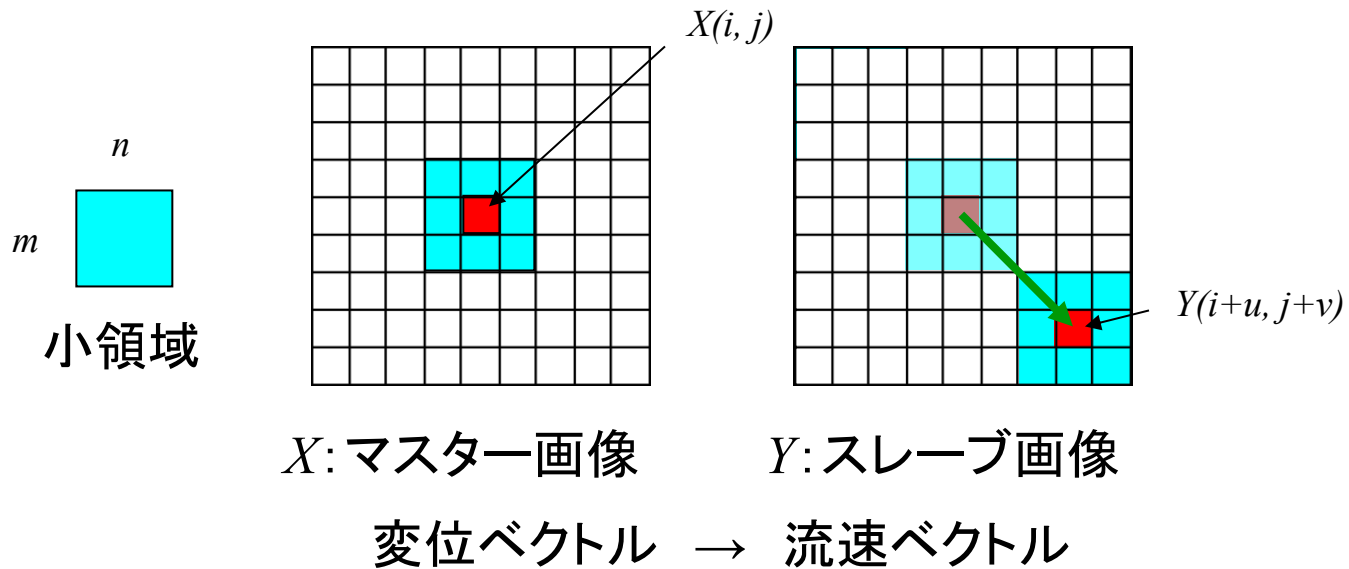
- 画像ペアの両画像から取り出した小領域の一致を相関係数 ρ の高さにより調べる同一地点の検出方法

$$\rho(u, v) = \frac{\sqrt{\sum_i \sum_j [X(i', j') - \bar{X}][Y(i' + u, j' + v) - \bar{Y}]}}{\sqrt{\sum_i \sum_j [X(i', j') - \bar{X}]^2} \sqrt{\sum_i \sum_j [Y(i' + u, j' + v) - \bar{Y}]^2}}$$

- 流動速度 $V = \sqrt{[A_s + u]^2 + [R_s + v]^2}$

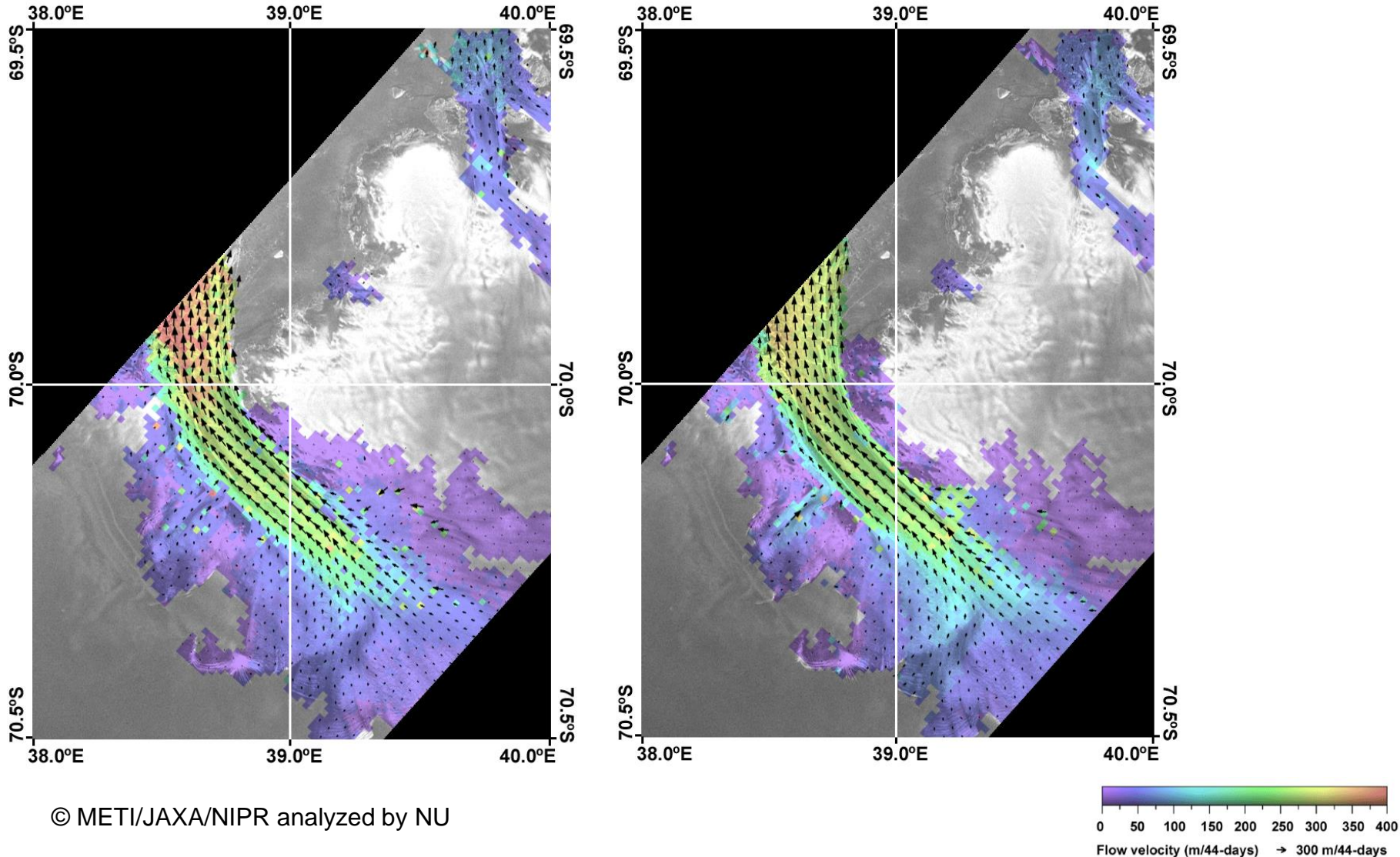
画像相関法

- 画像ペアの両画像から取り出した小領域の一致を相関係数 ρ の高さにより調べる同一地点の検出方法

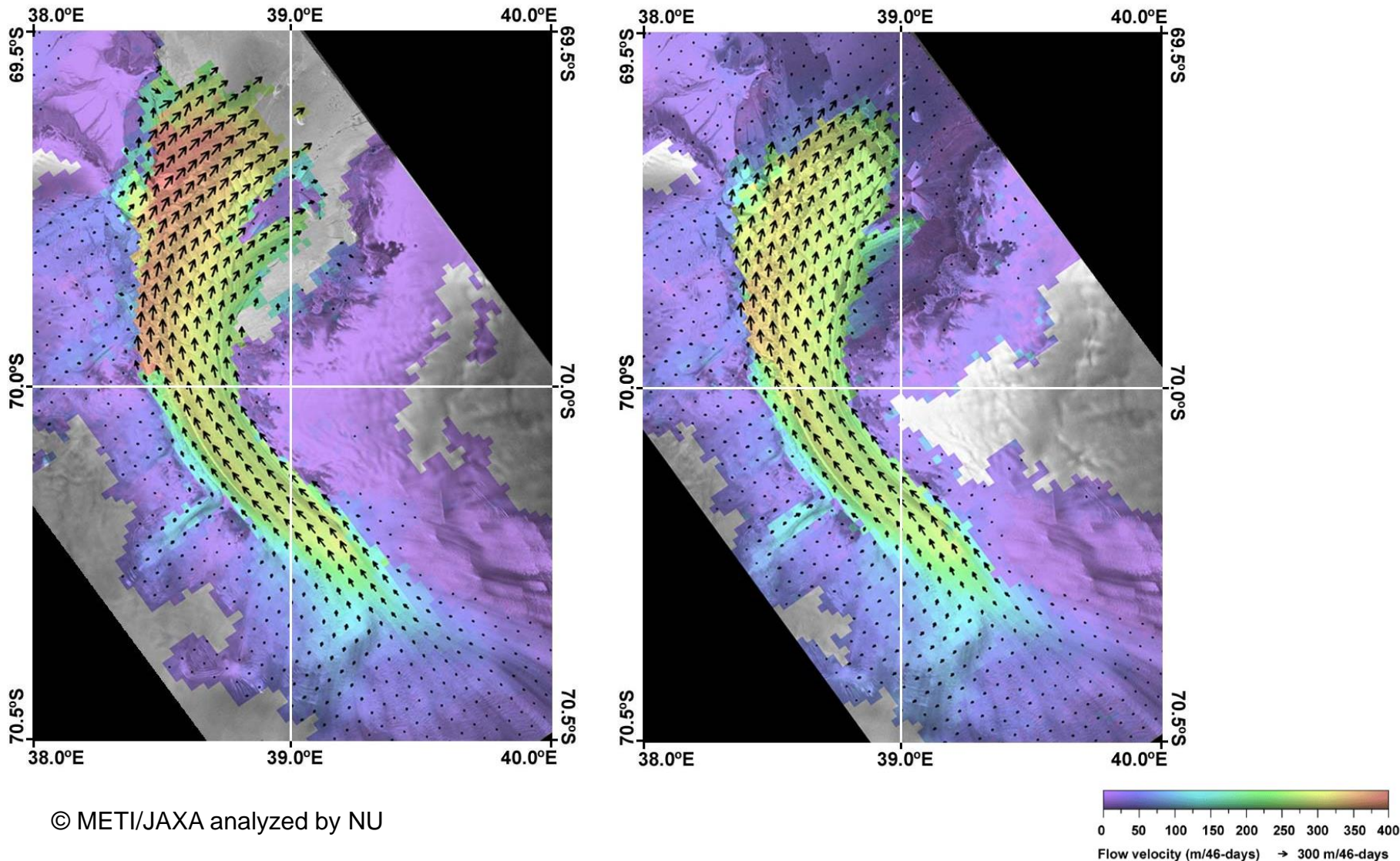


- 流速推定誤差は ± 1 ピクセルの誤推定とみなした場合 ± 10 m
 - サブピクセルの位置合わせ → 実行誤差は一桁小さく ± 1 m

1998年における流速の季節変動

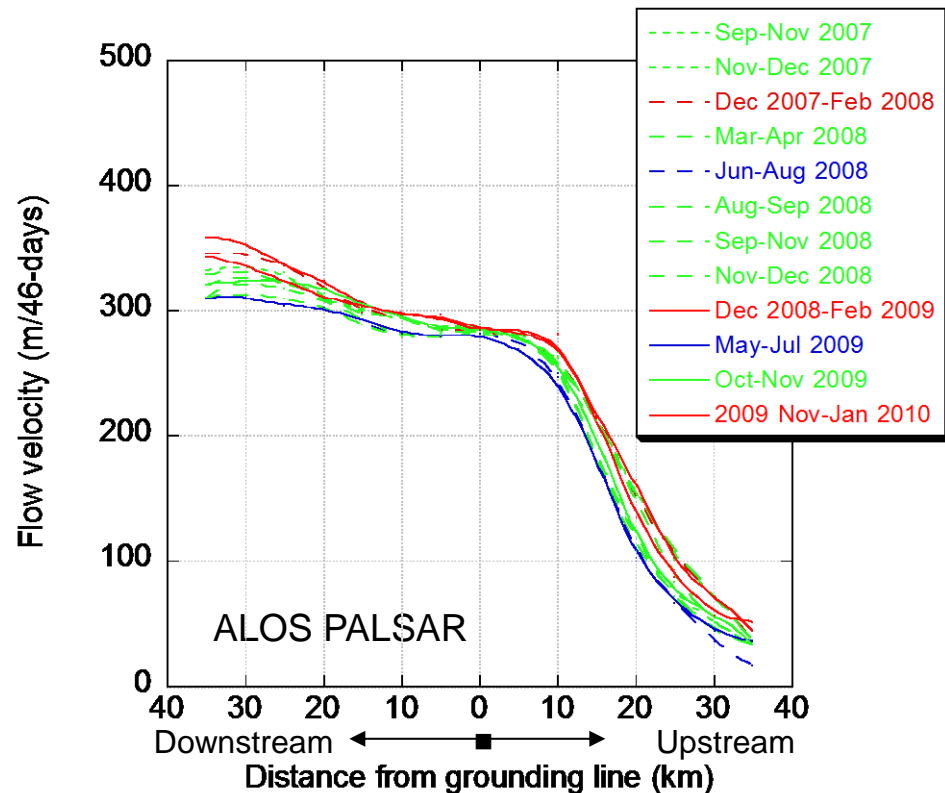
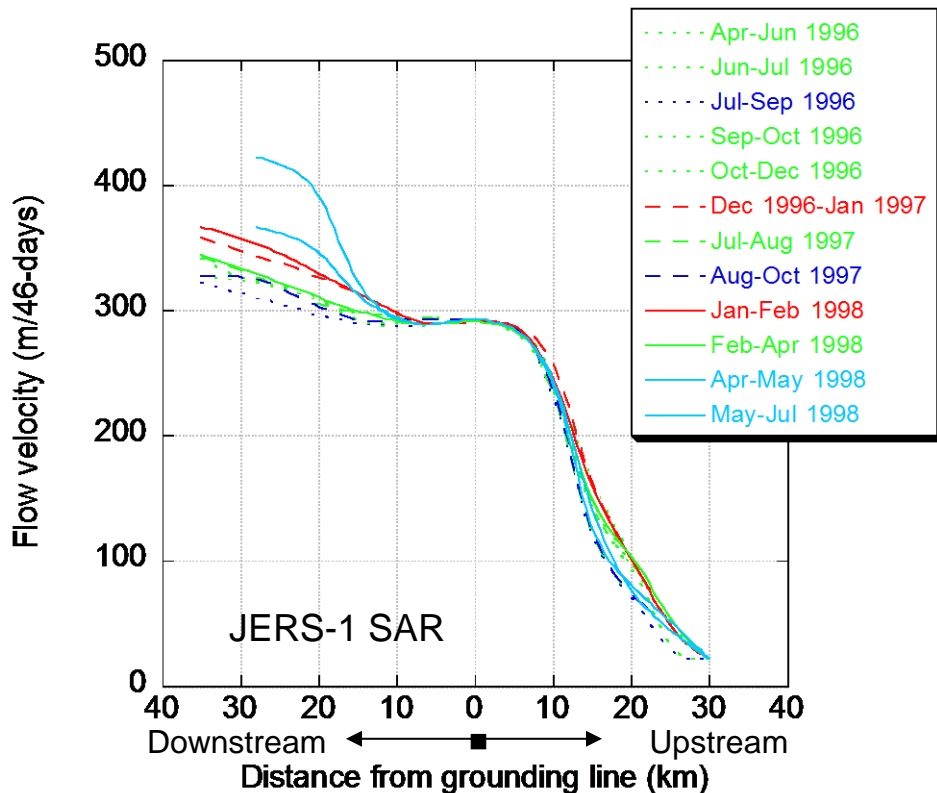


2008年における流速の季節変動



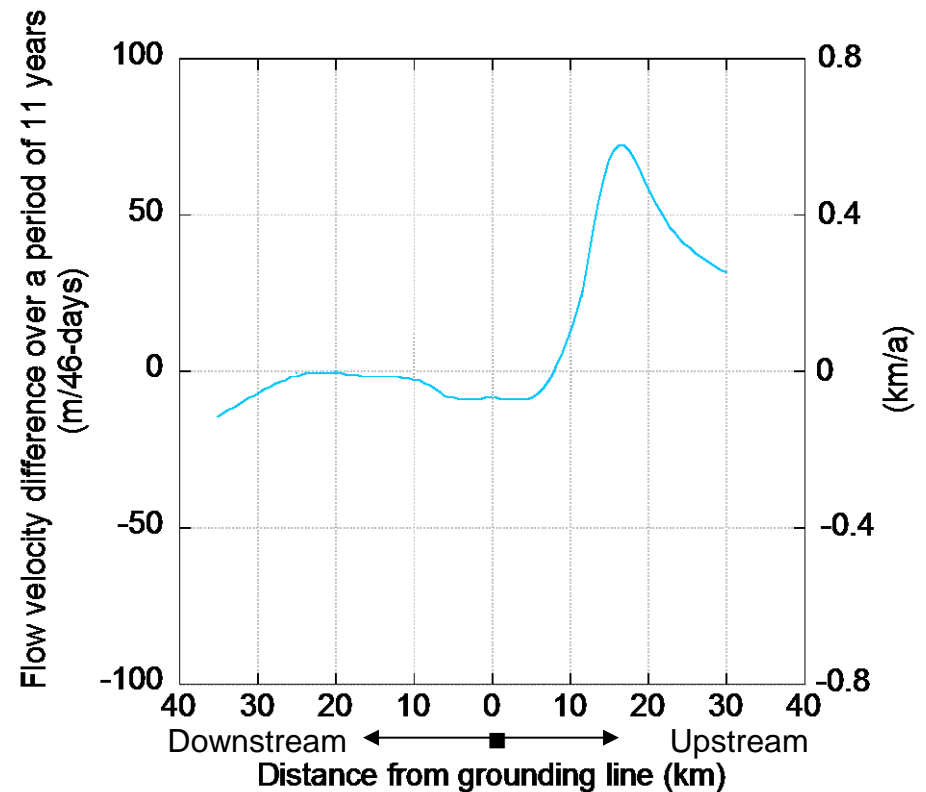
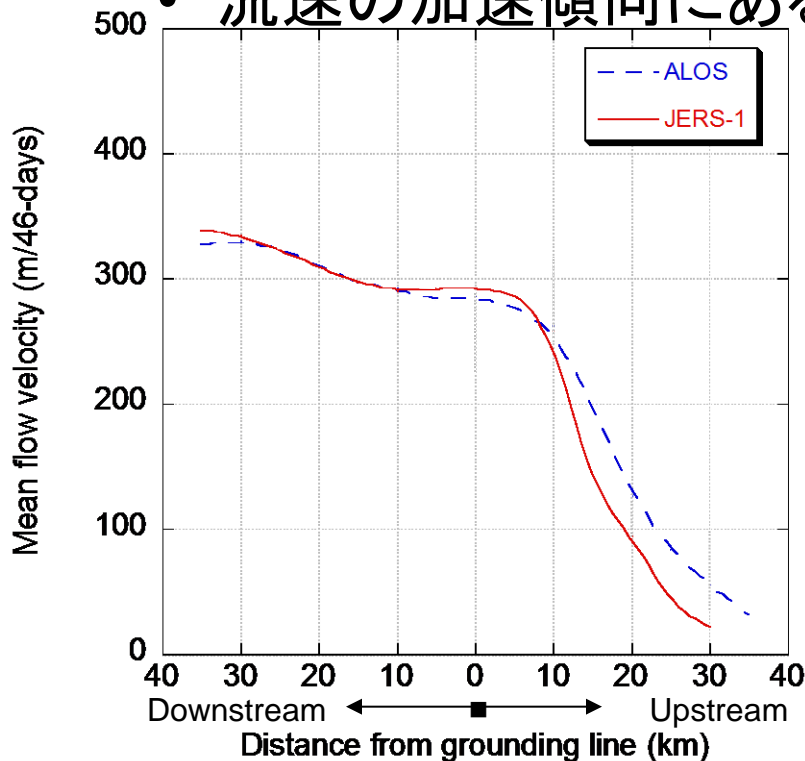
流速の推定結果

- GL付近は一定; 上流~GL・GL~浮氷舌へと流速が加速
 - 夏季と冬季で流速差が見られる → 季節変動
 - 1996年から現在まで同様な傾向



ALOSとJERS-1による流速比較

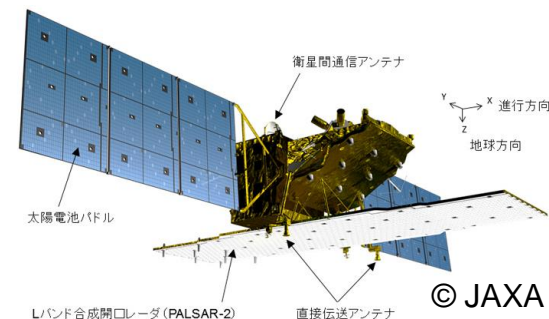
- GLにおいて15年間の流速の変化は見られない
 - ALOS 2.26 km/a; JERS-1 SAR 2.33 km/a
- 上流部では15年間に於いて最大0.6 km/aの流速差
 - 流速の加速傾向にある



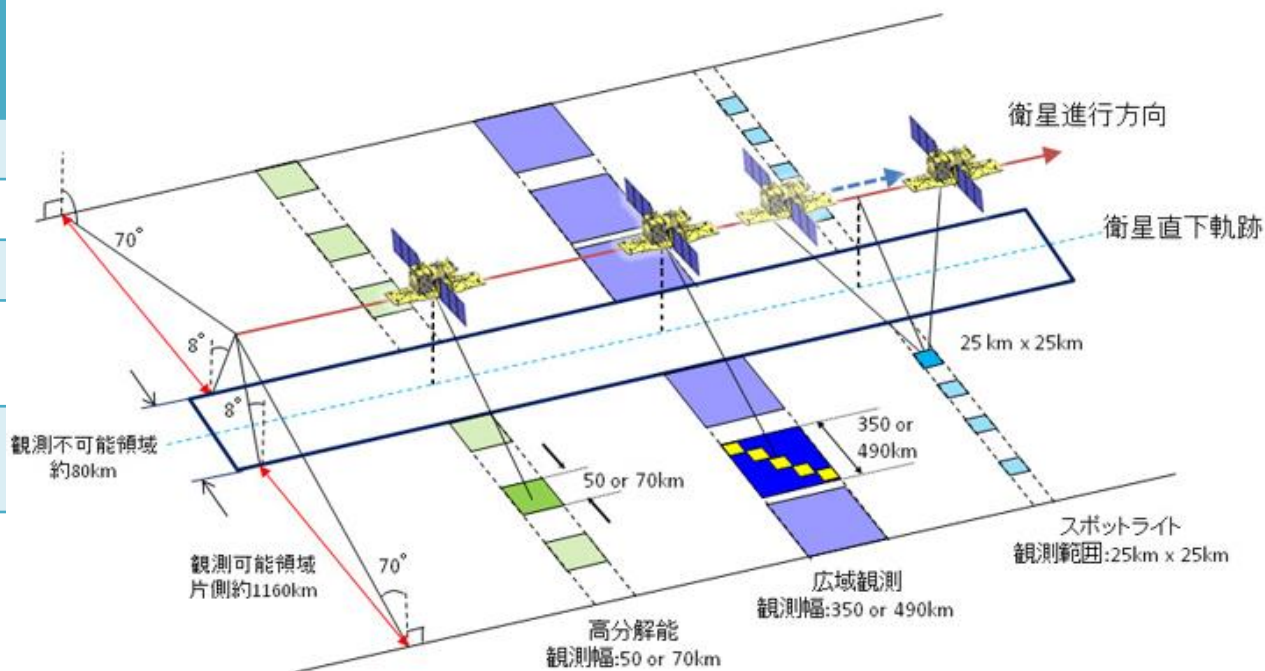
ALOS-2/PALSAR-2の諸元

■ 2014年5月24日にH-IIA 24号機で打ち上げ

- LバンドSARを搭載
- 回帰日数は14日



観測モード
周波数
入射角
帯域幅
空間分解能 rg x az
観測幅
観測可能偏波



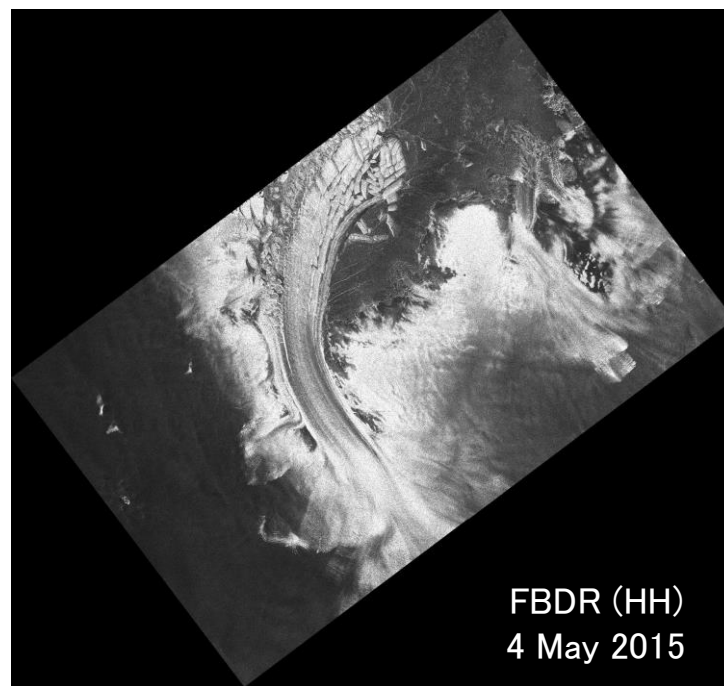
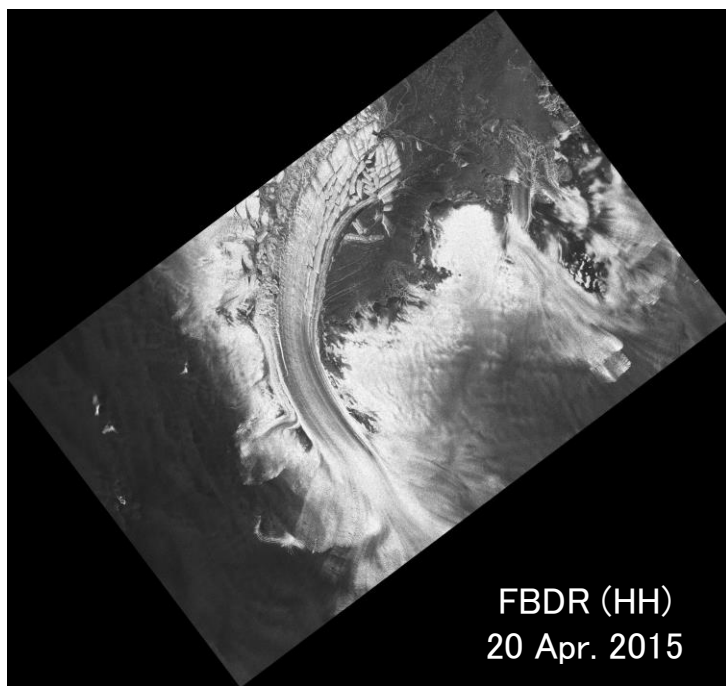
ScanSAR 広域観測 (selectable)
14MHz
100 m
350 km
SP/DP (切替) モード)

高分解能画像の取得（白瀬氷河）

■ 高分解能モードによる白瀬氷河の観測

- 今のところ画像ペアは1組しかない…

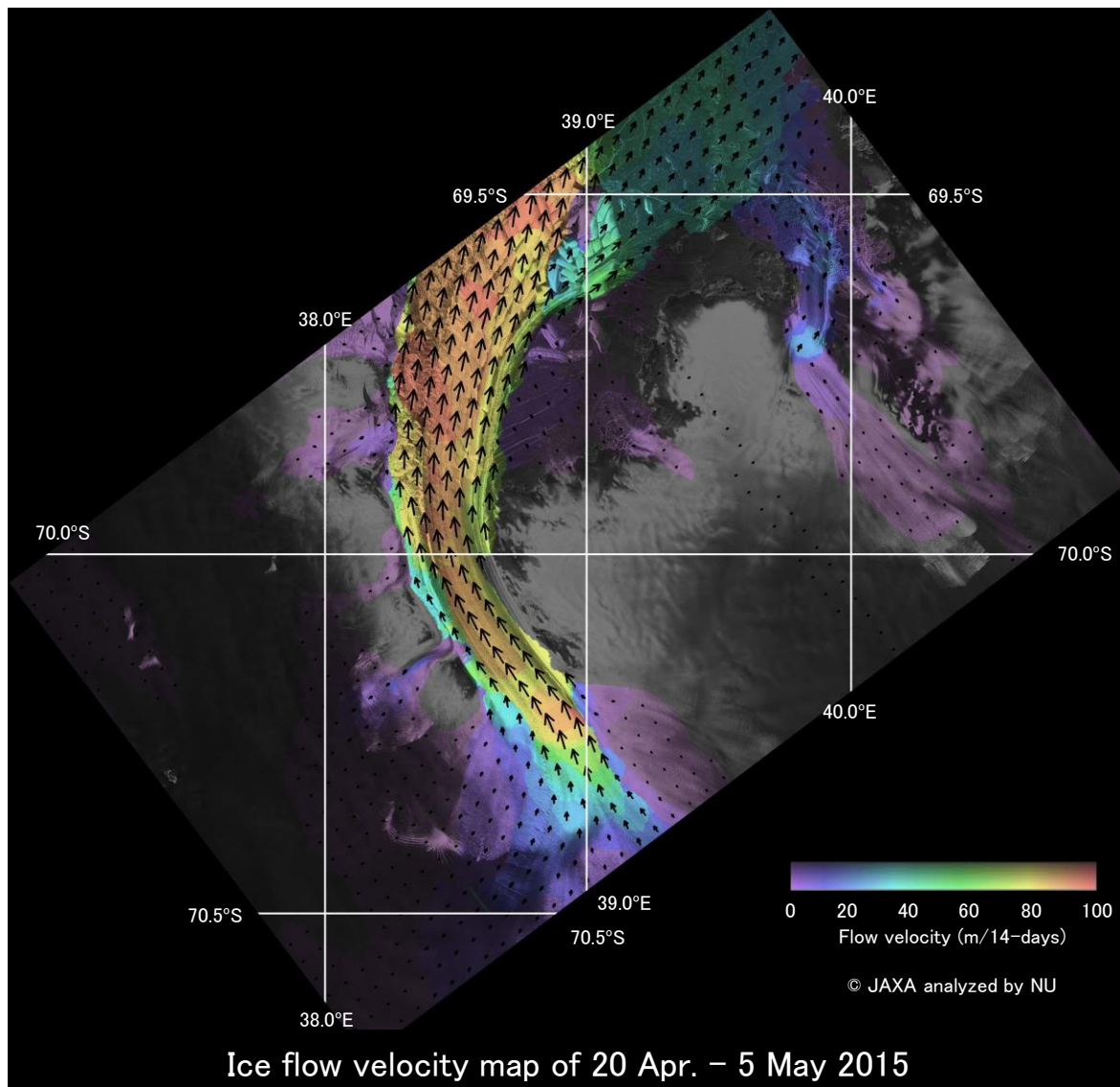
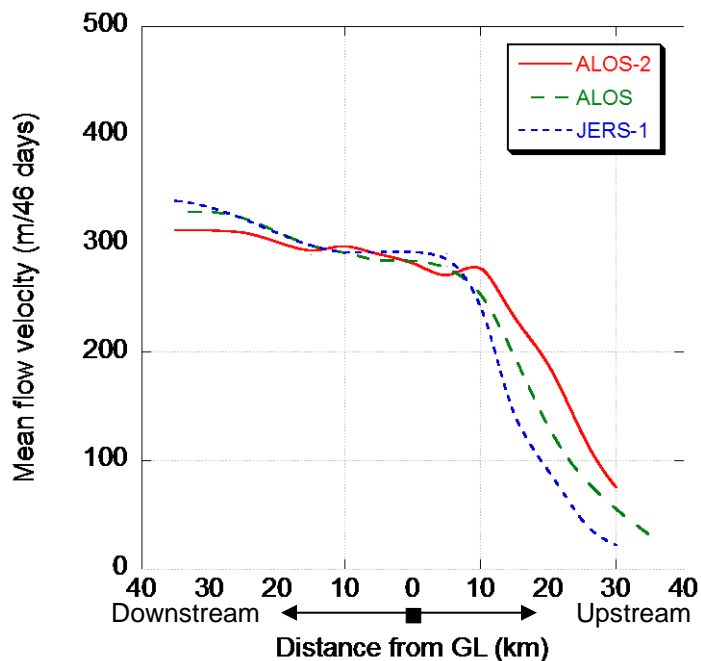
＞ 下図は2シーンを結合して生成した強度画像



© JAXA analyzed by NU

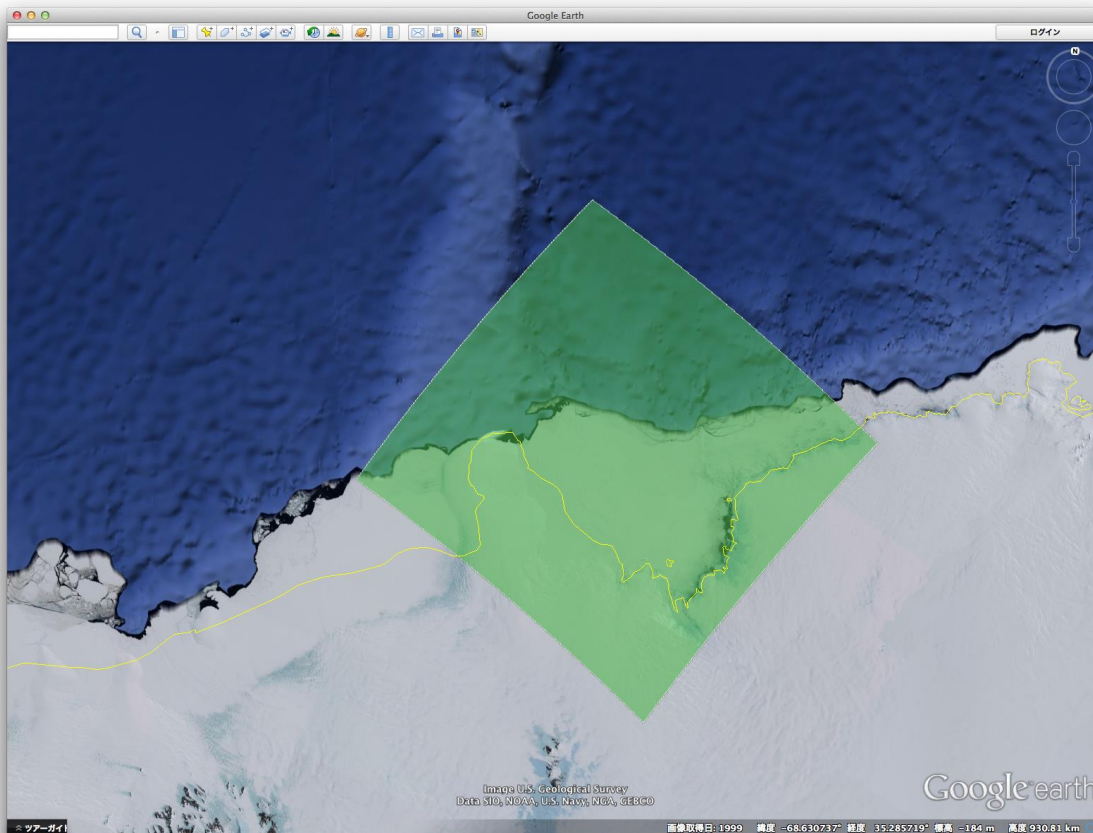
流動速度の推定（白瀬氷河）

- 1996年から現在まで流動速度は同様
- GL付近は一定、上流～GLとGL～浮氷舌へと流速が加速



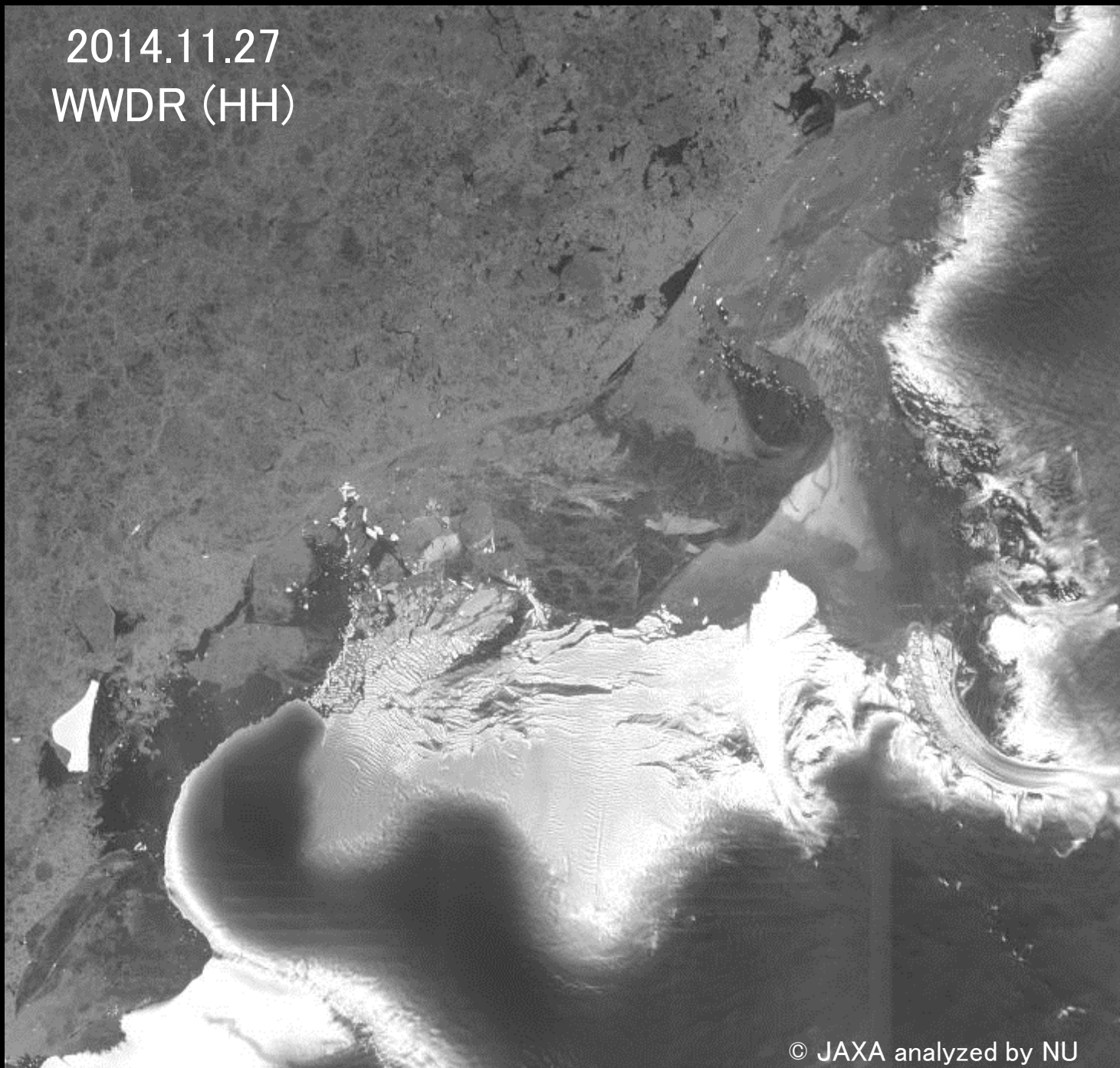
ScanSAR画像の取得（白瀬氷河）

- 基本観測シナリオにおいて極域の観測は原則ScanSARと定められている
 - 25 mのピクセルスペーシング

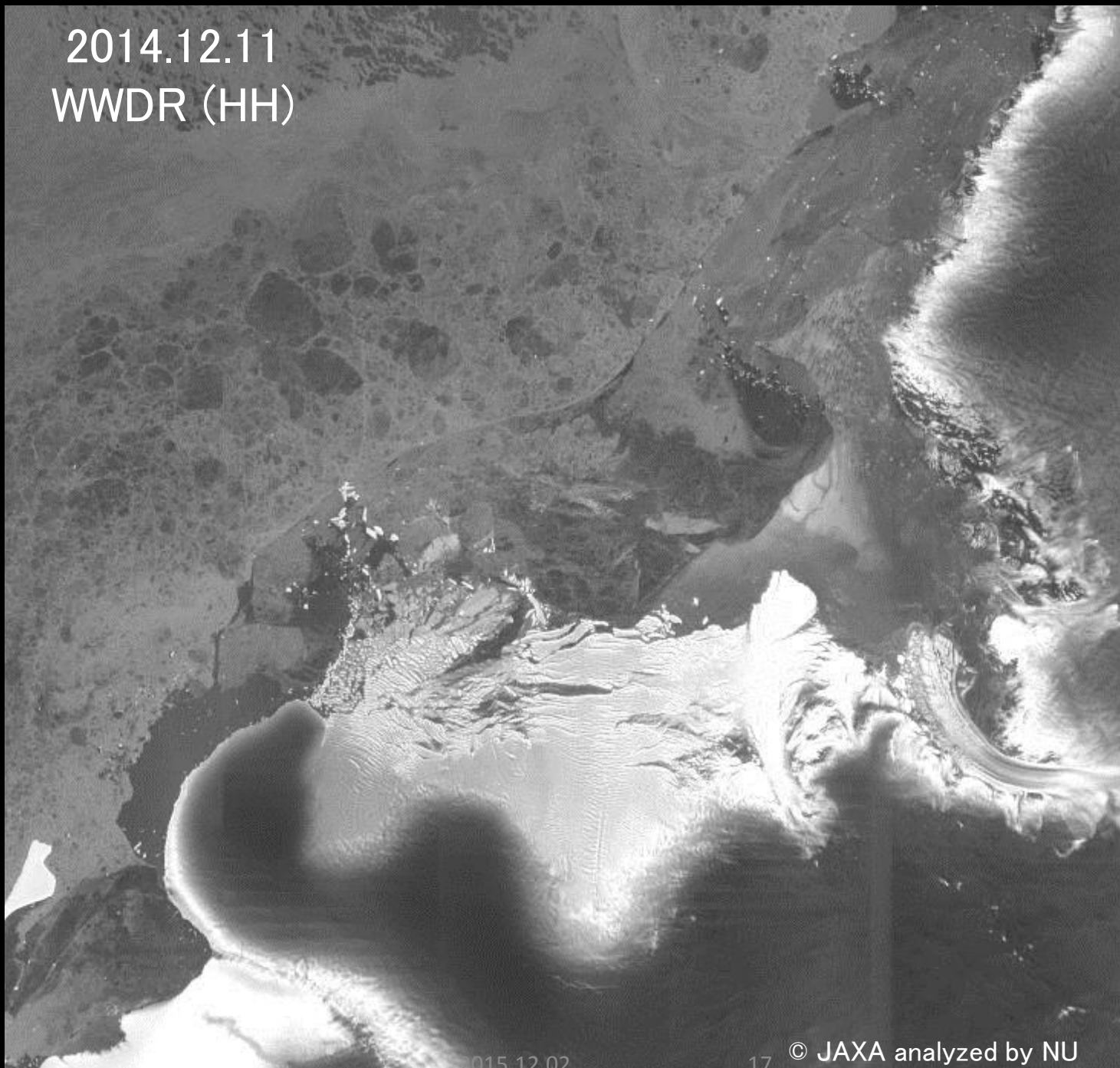


ScanSAR WD1
2014.11.27
2014.12.11
2014.12.25
2015.01.08
2015.01.22
2015.02.05
2015.02.19
2015.03.05
2015.04.30
2015.05.28
2015.07.09
2015.07.23

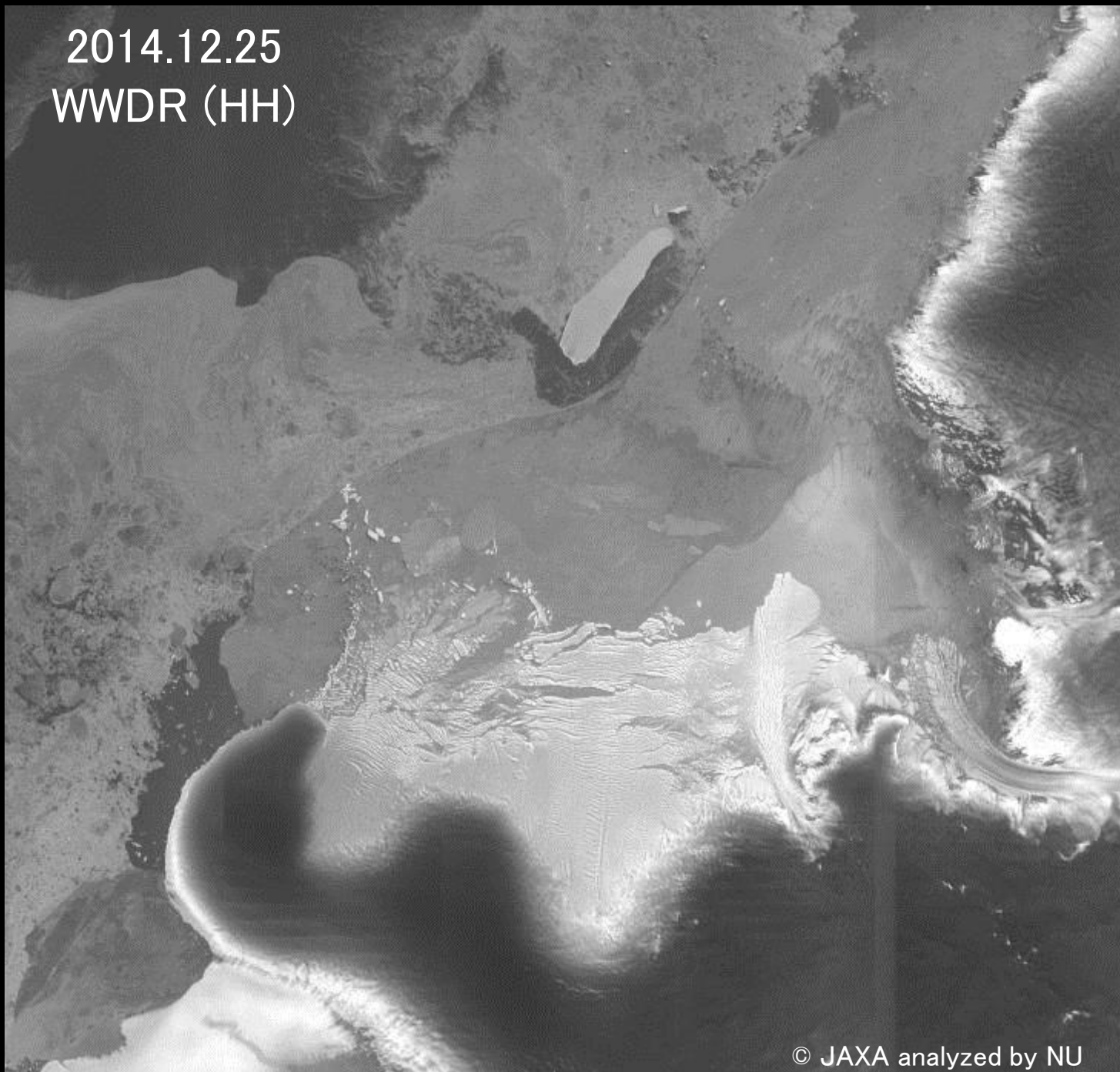
2014.11.27
WWDR (HH)



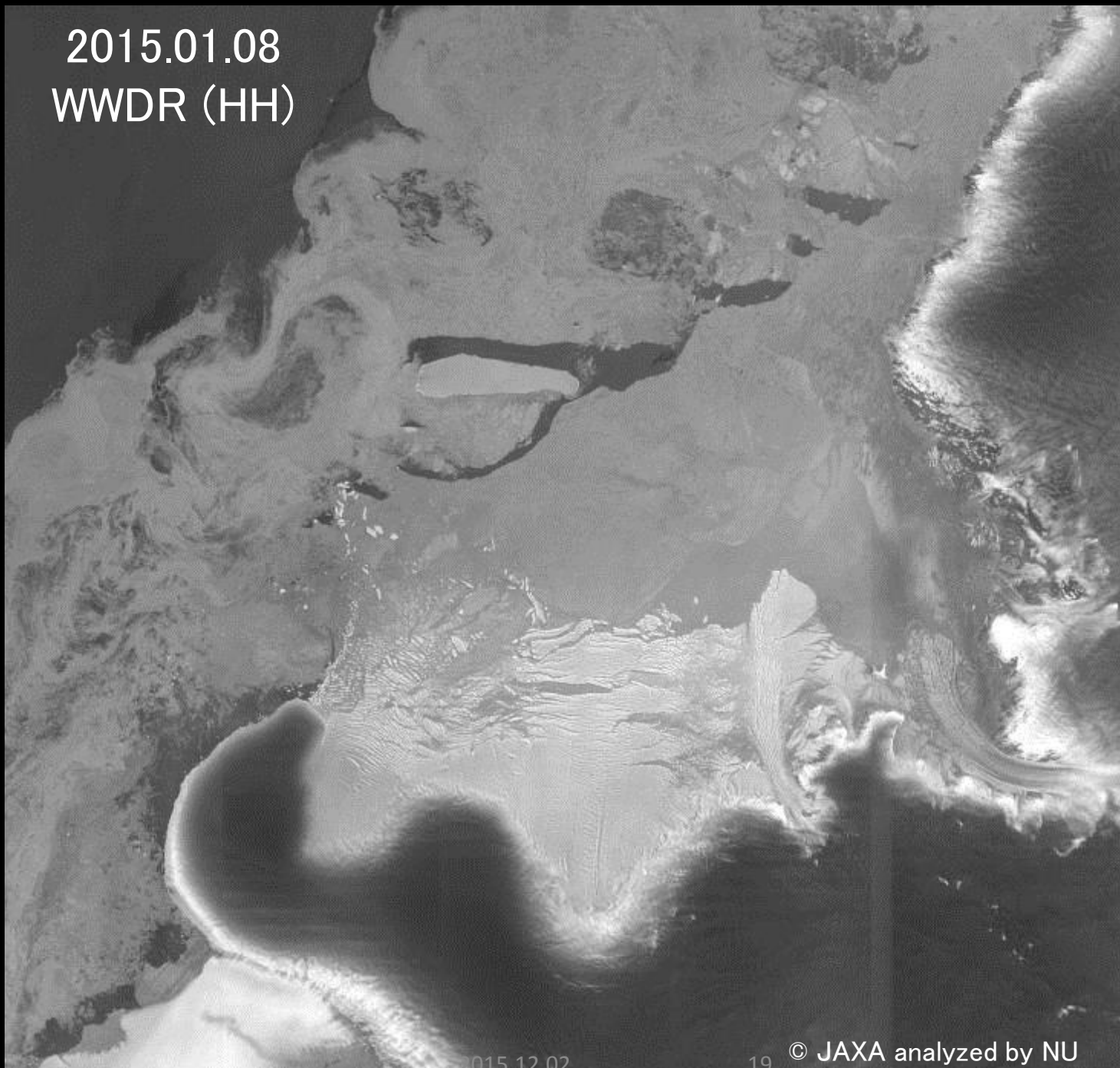
2014.12.11
WWDR (HH)



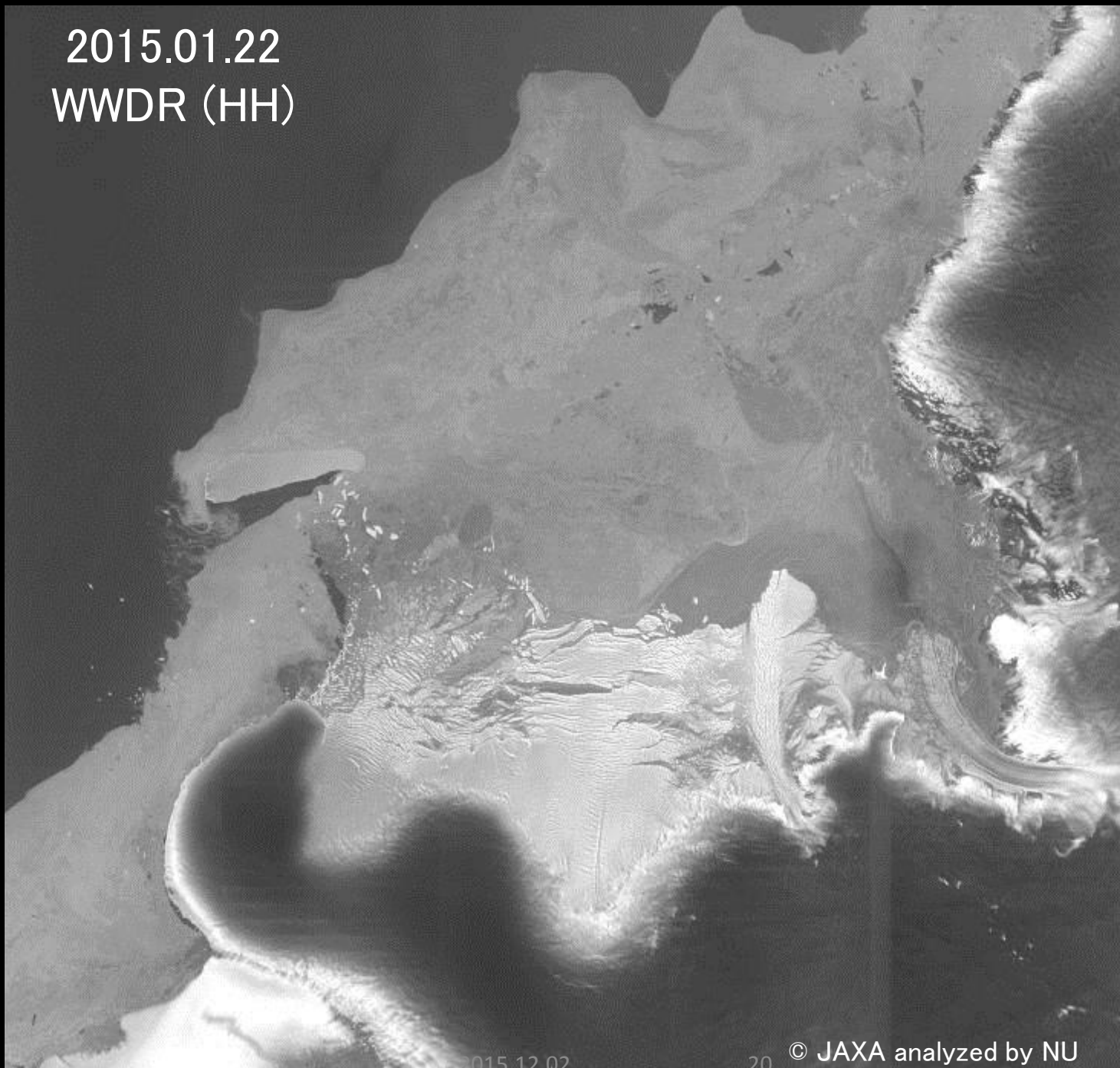
2014.12.25
WWDR (HH)



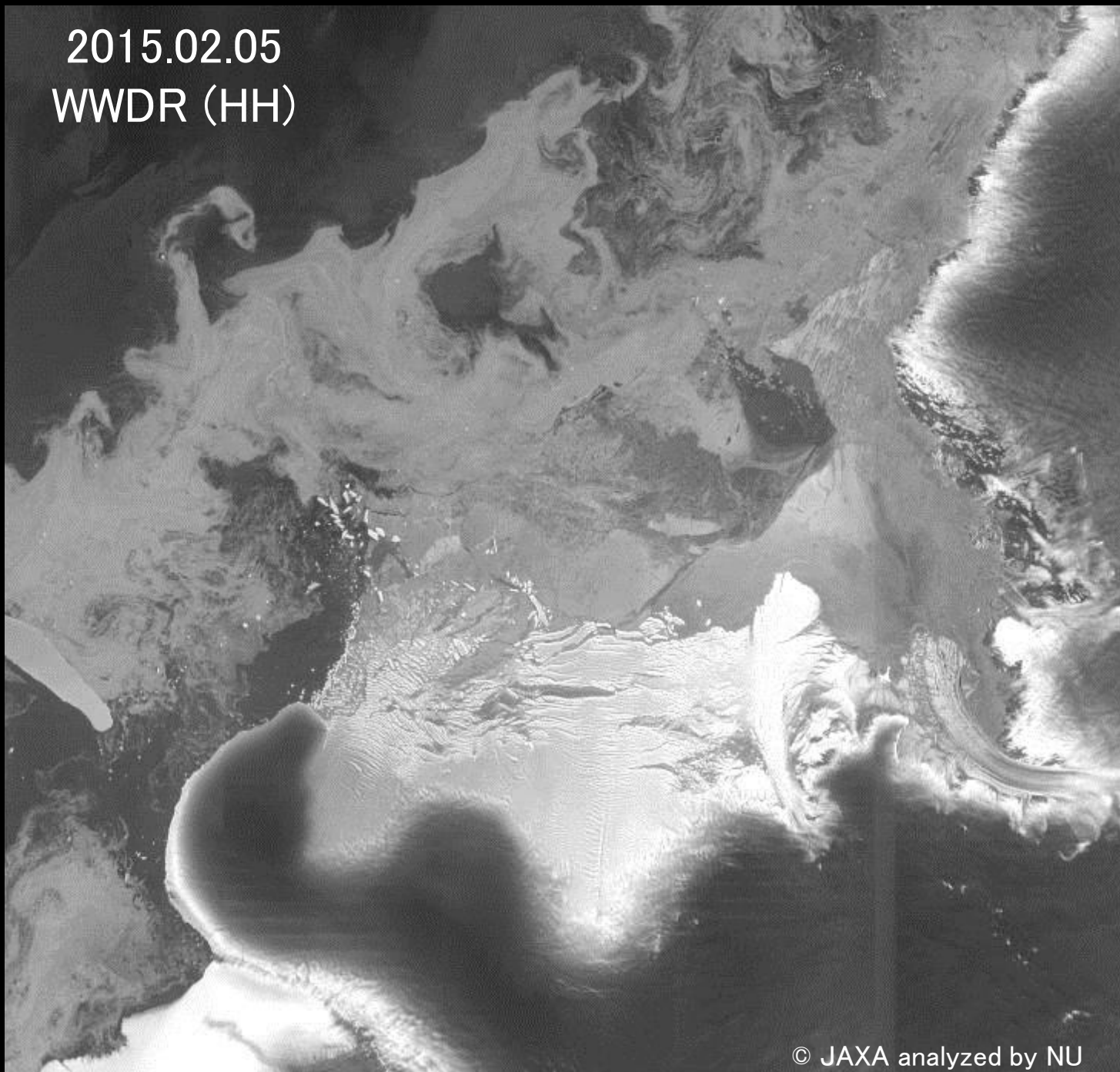
2015.01.08
WWDR (HH)



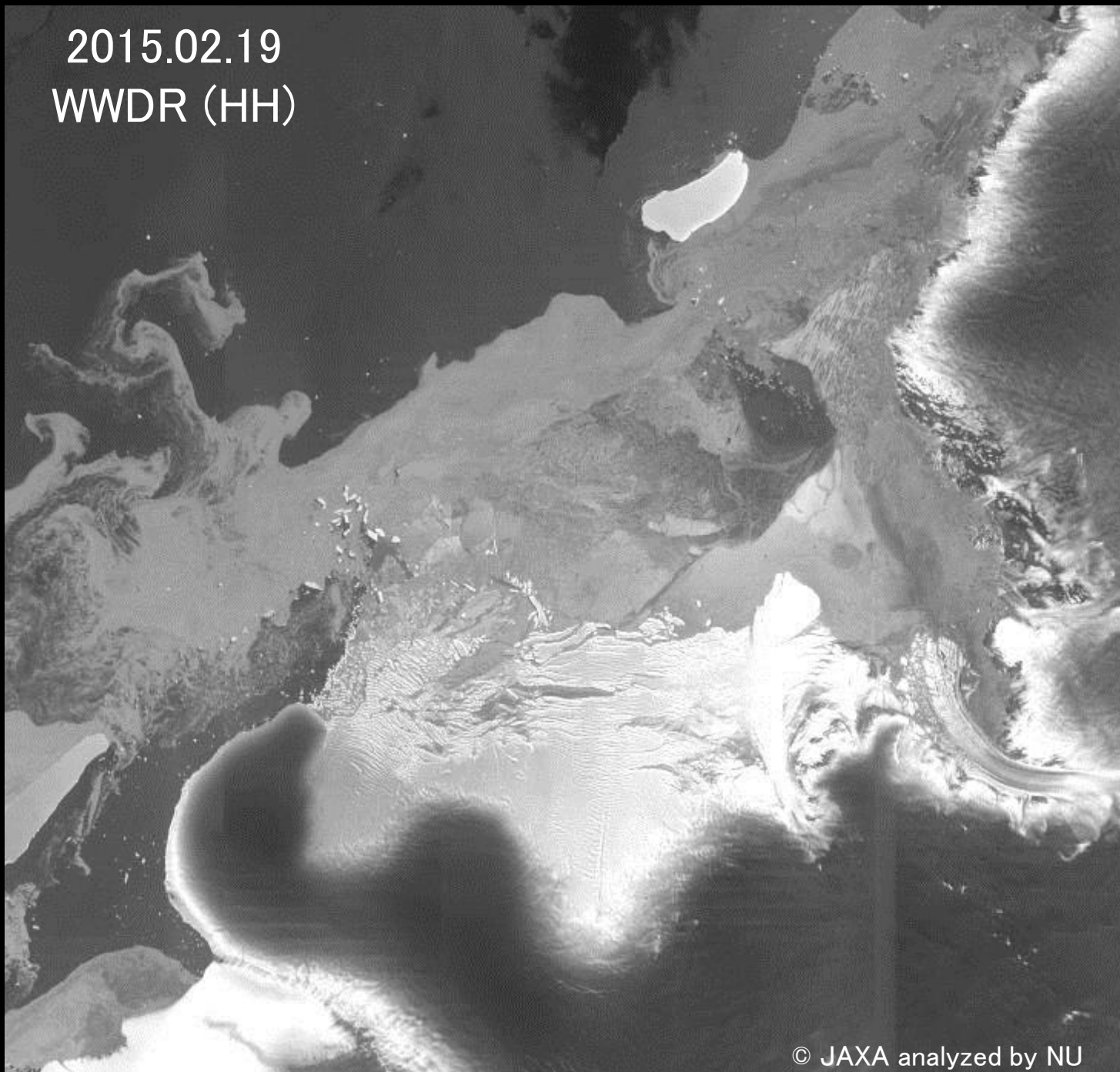
2015.01.22
WWDR (HH)



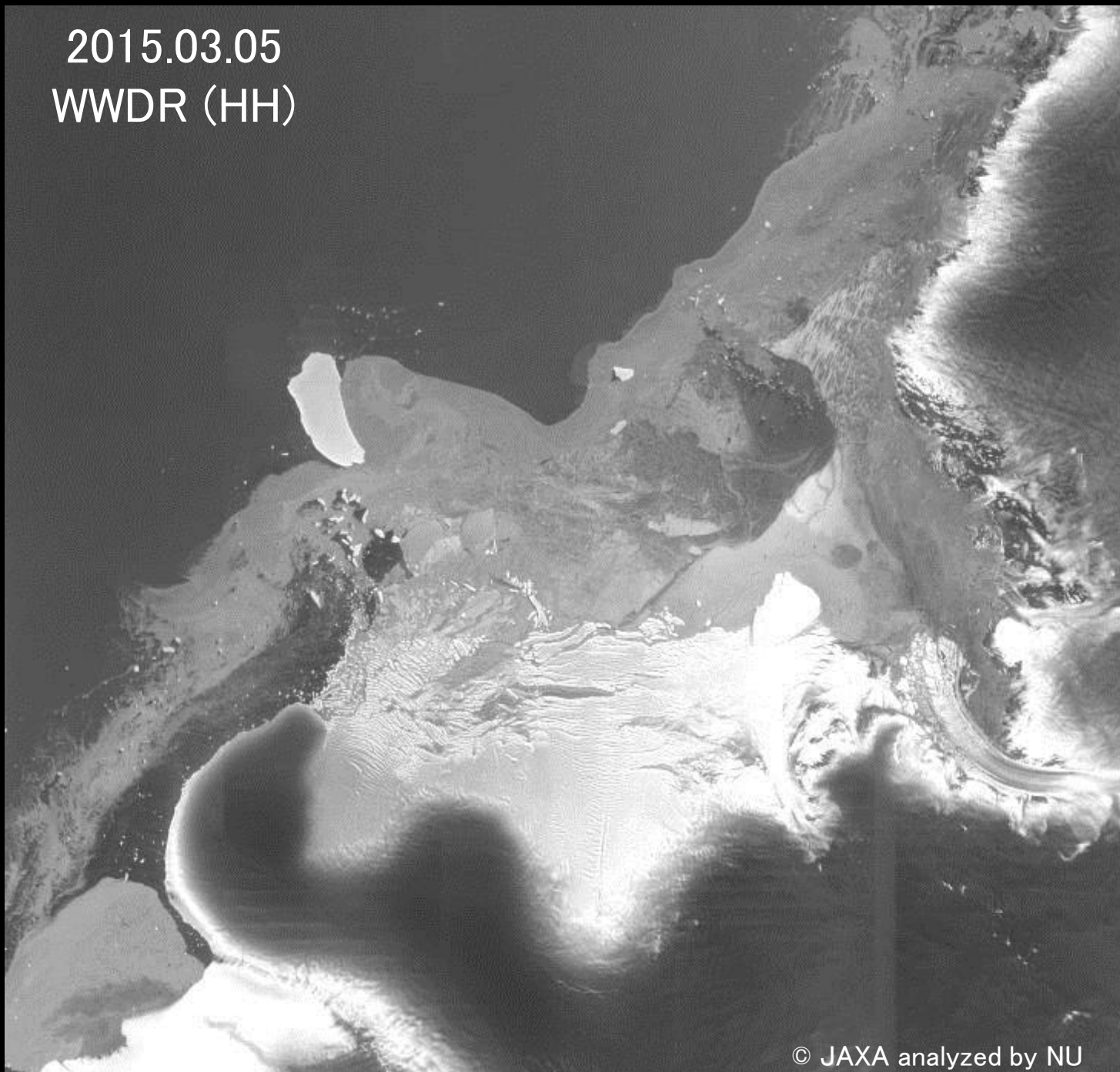
2015.02.05
WWDR (HH)



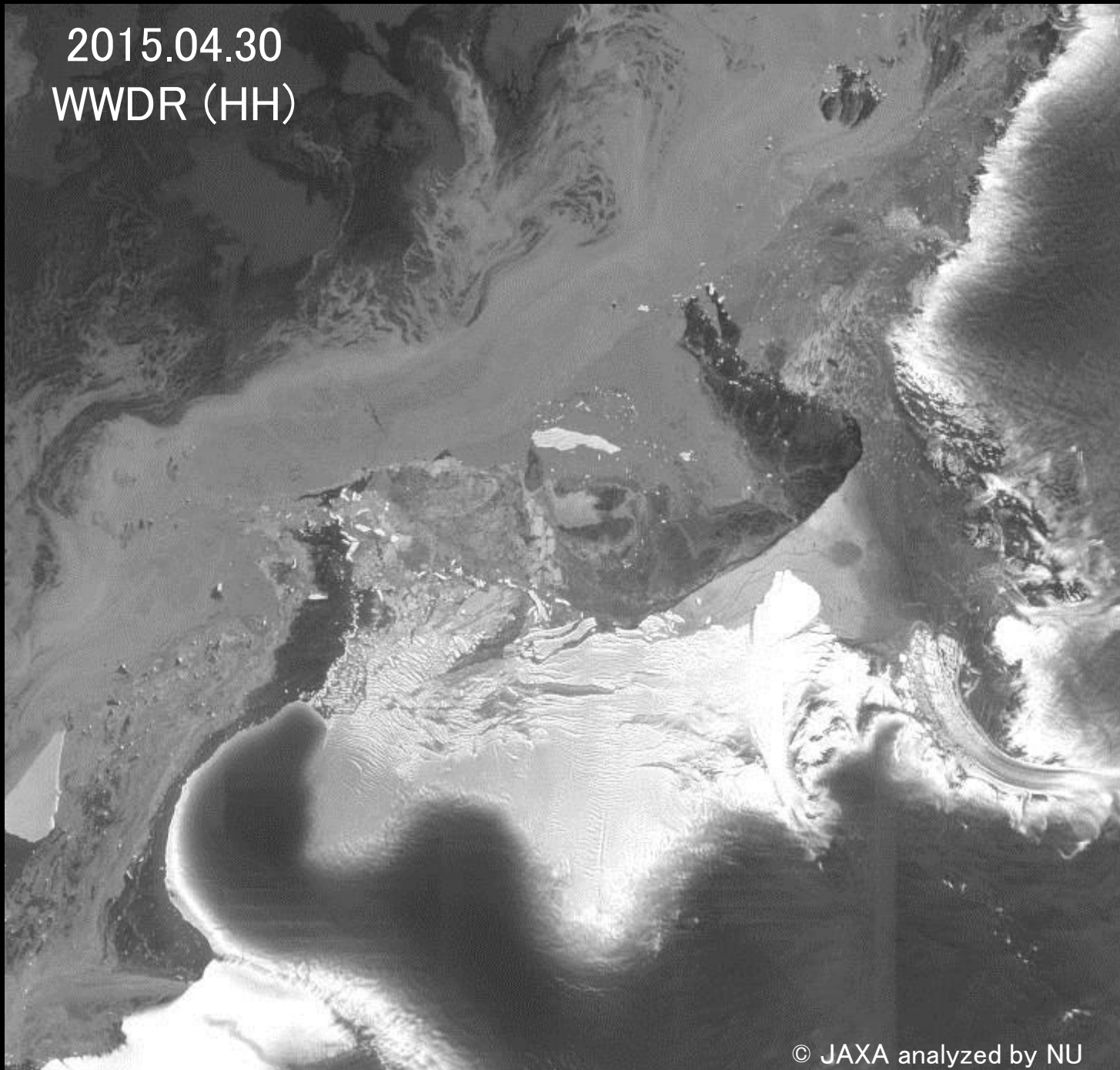
2015.02.19
WWDR (HH)



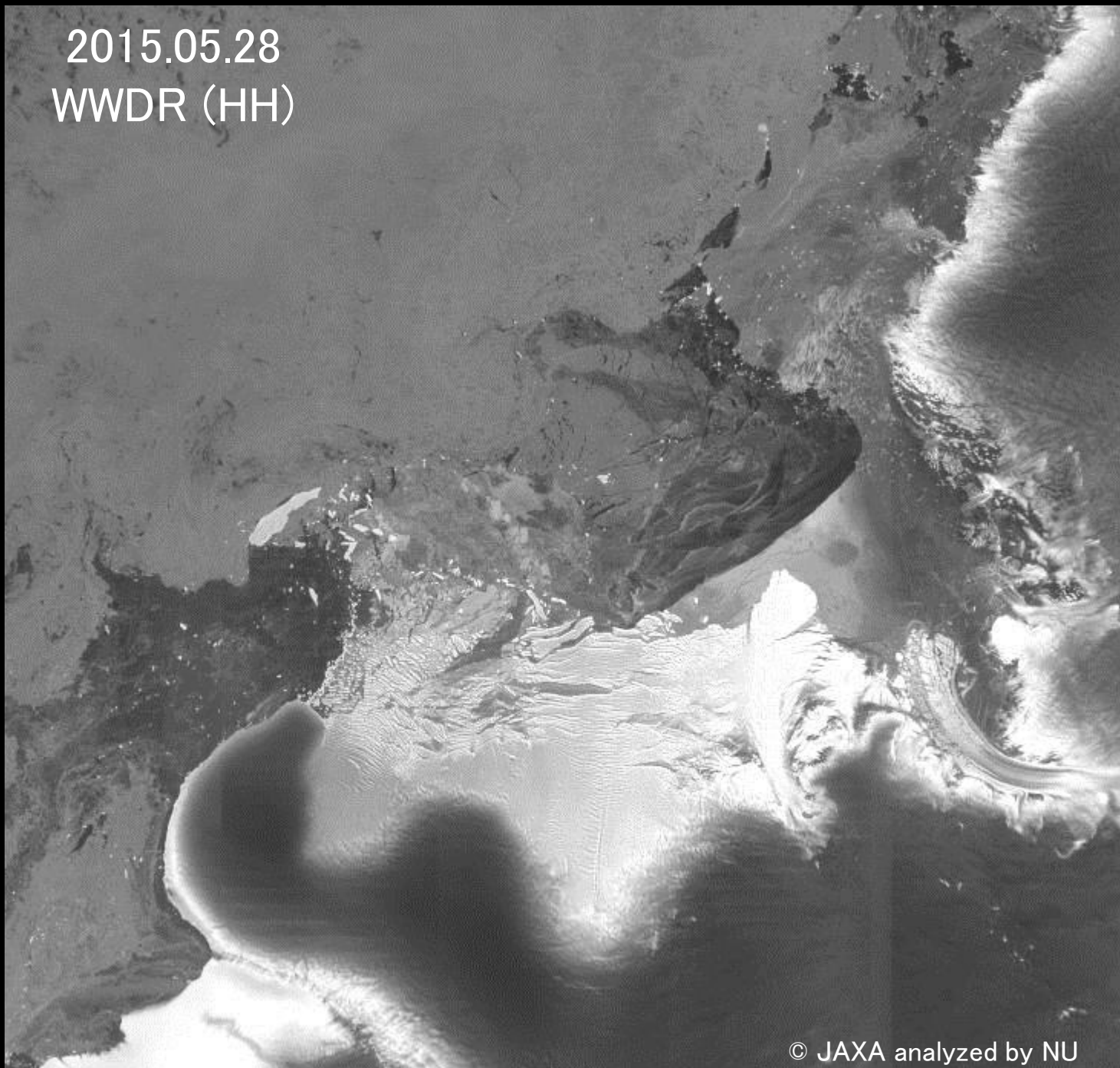
2015.03.05
WWDR (HH)



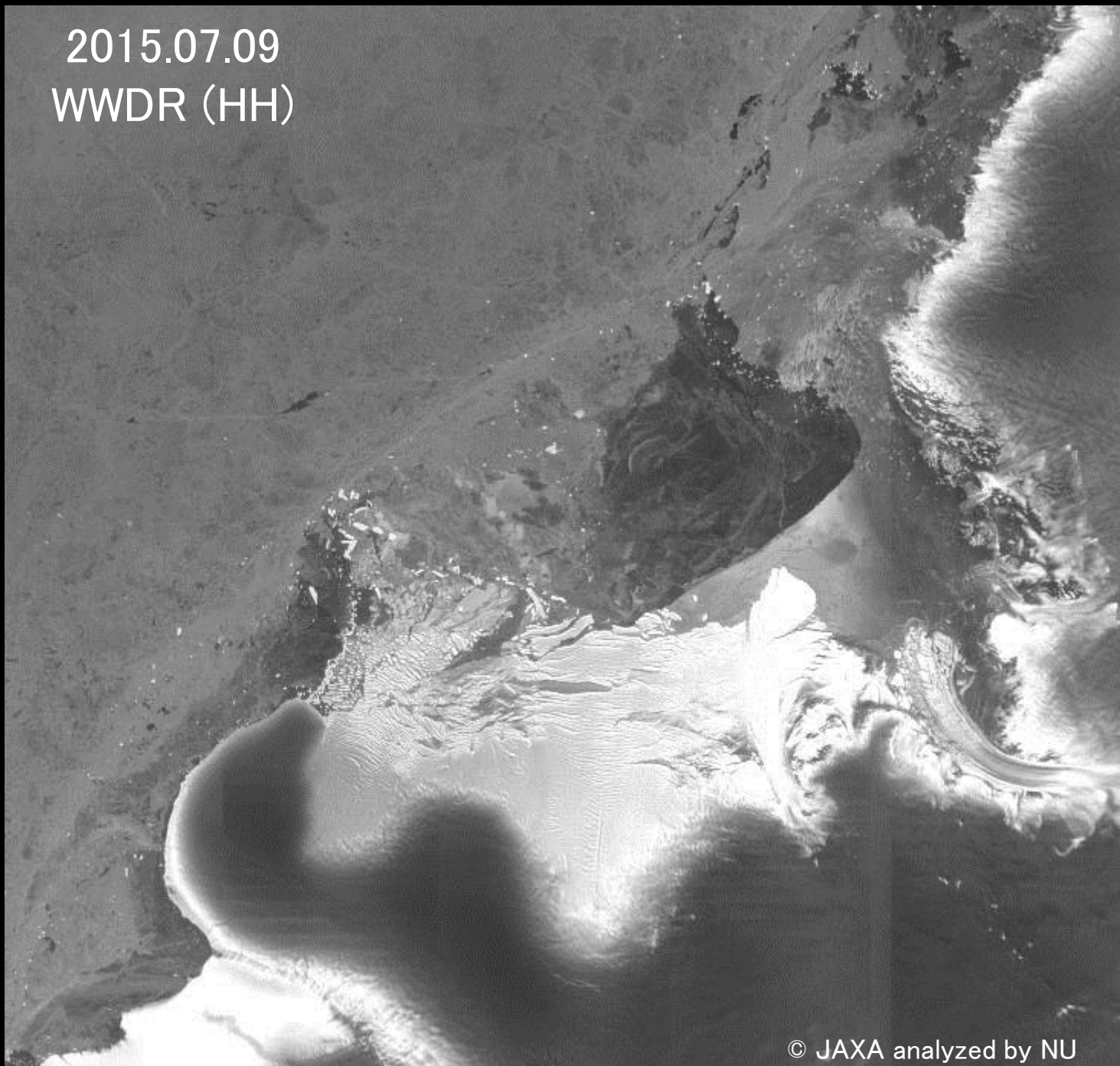
2015.04.30
WWDR (HH)



2015.05.28
WWDR (HH)

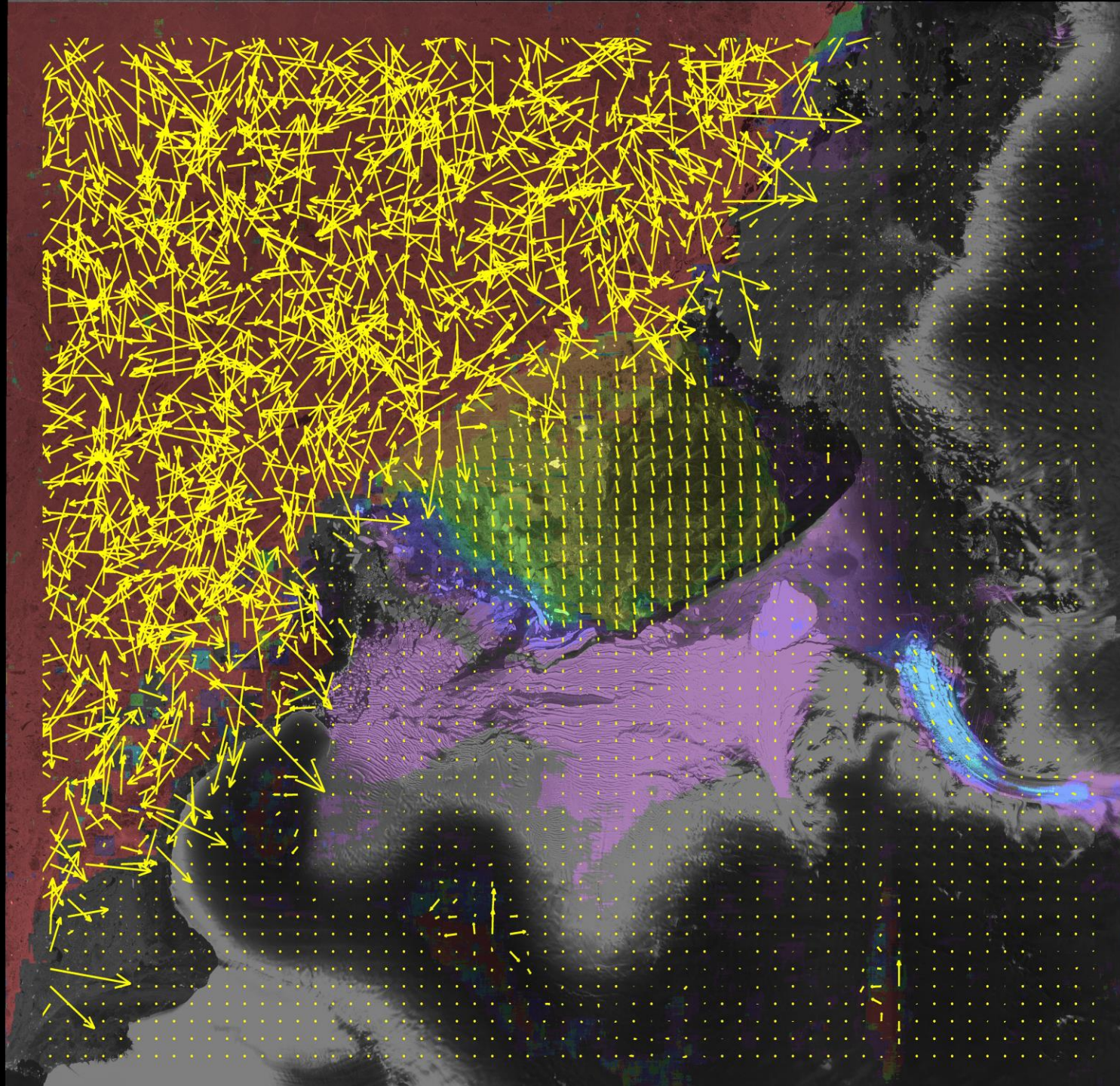


2015.07.09
WWDR (HH)



2015.07.23
WWDR (HH)





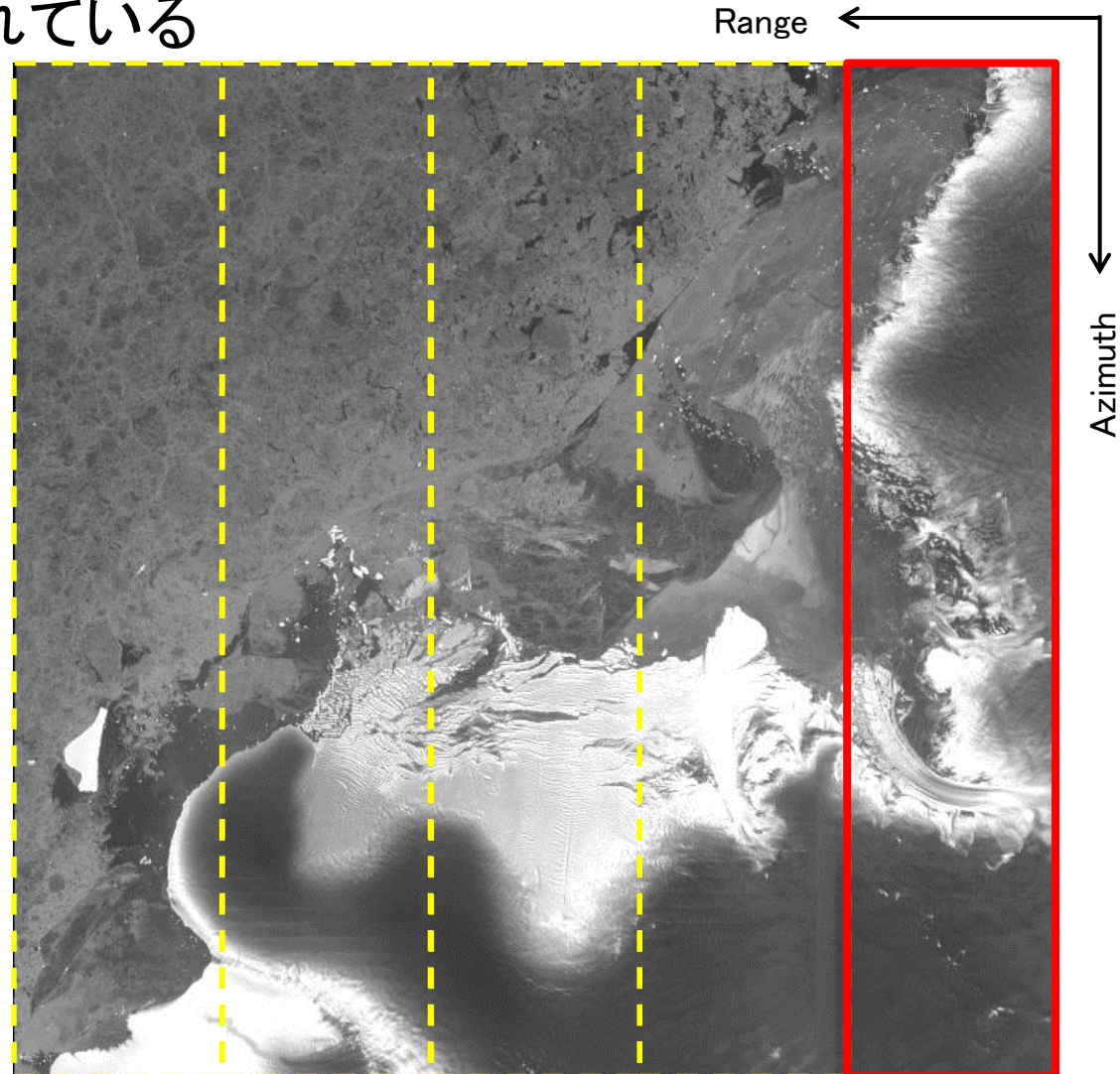
ScanSAR画像の取得（白瀬氷河）

■ 5つのストリップに分かれている

- 右図は2014.11.27
WWDR (HH)

■ SLCを使用するが Over10GB / strip

- 1つのストリップ
のみに着目する
- 入射角およそ30°



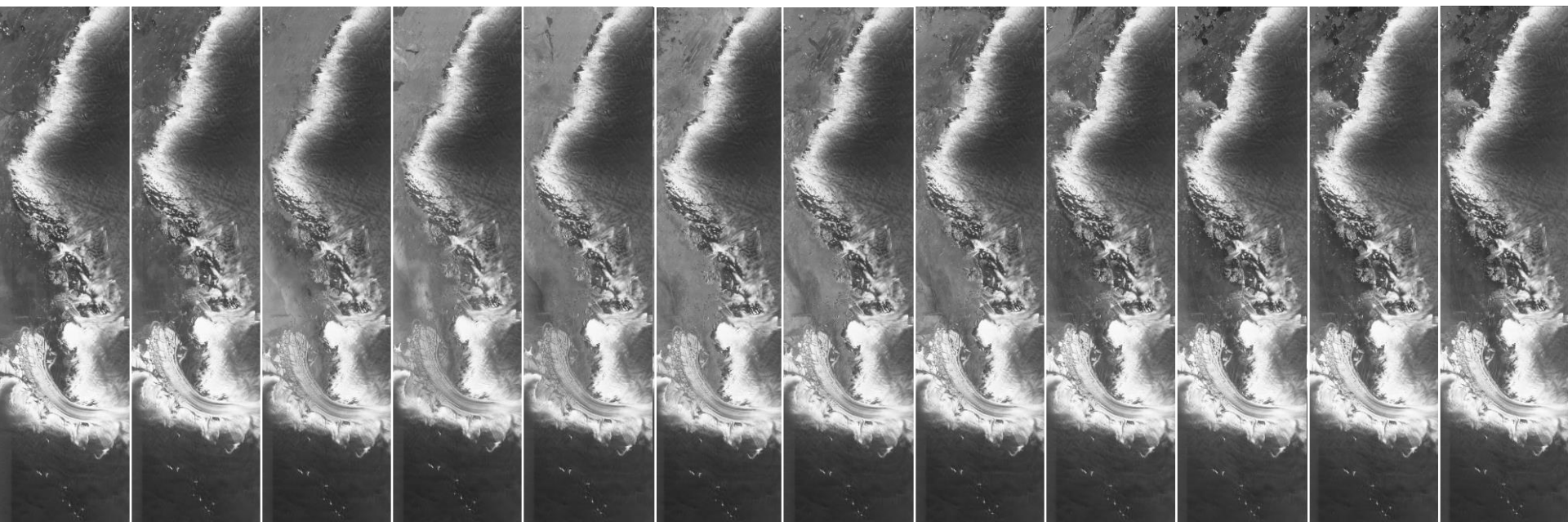
© JAXA analyzed by NU

ScanSAR画像の処理(白瀬氷河)

■ SLCデータをサブピクセルでの位置合わせ

- マルチルック range × azimuth: 1 × 3 (8 m)

14日 14日 14日 14日 14日 14日 14日 56日 28日 42日 14日



2014.11.27

2014.12.11

2014.12.25

2015.01.08

2015.01.22

2015.02.05

2015.02.19

2015.03.05

2015.04.30

2015.05.28

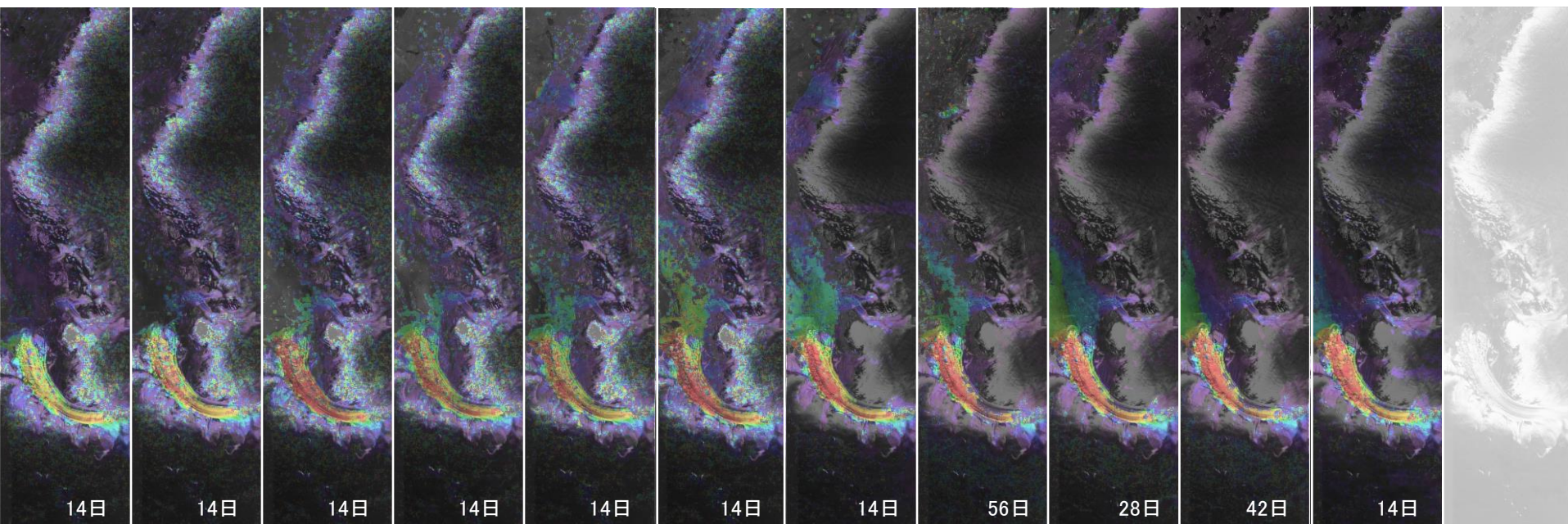
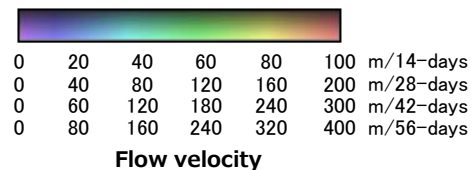
2015.07.09

2015.07.23

流動速度の推定（白瀬氷河）

■ 2015年3月から6月に定着氷の崩壊

- 氷河末端周辺の定着氷に変動が見られる
- 下流部の流動速度が秋期～冬期も保存

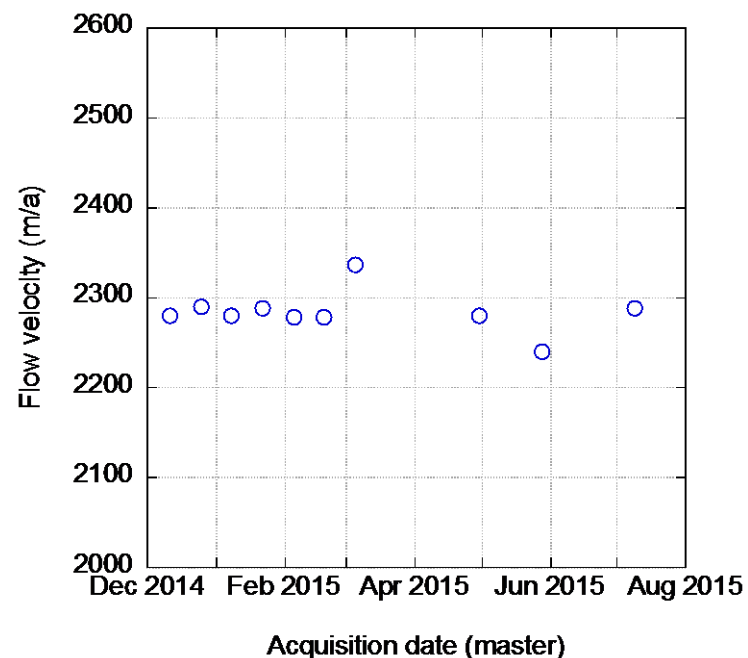


14日 14日 14日 14日 14日 14日 14日 56日 28日 42日 14日

2014.11.27
-2014.12.11
2014.12.11
-2014.12.25
2014.12.25
-2015.01.08
2015.01.08
-2015.01.22
2015.01.22
-2015.02.05
2015.02.05
-2015.02.19
2015.02.19
-2015.03.05
2015.03.05
-2015.04.30
2015.04.30
-2015.05.28
2015.05.28
-2015.07.09
2015.07.09
-2015.07.23

流動速度の推定（白瀬氷河）

- 2015年3月から6月に定着氷の崩壊
 - 氷河末端周辺の定着氷に変動が見られる
- Grounding lineにおける顕著な変化は見られない
 - 2.29 km/a (mean of 2014.11.27 – 2015.07.23)



まとめ（白瀬氷河）

- 現在の白瀬氷河を対象とした流動速度を推定
 - ALOS-2の高分解能モードおよびScanSARによるデータを使用して画像相関法を適用
- Grounding lineにおける流動速度の推定結果
 - JERS-1 2.33 km/a (mean of 1996 – 1998)
 - ALOS 2.26 km/a (mean of 2007 – 2009)
 - ALOS-2 2.26 km/a (2015.04.20 – 2015.05.04)
 - ScanSAR 2.29 km/a (mean of 2014.11.27 – 2015.07.23)
- 過去20年において、白瀬氷河のGrounding lineにおける年々変動はほとんど無いと考えられる
 - 上流部における流動速度の加速が見られ、過去から現在へとその加速は継続していると推察される