

# ひまわり8号AMVを用いて算出される海上風（ASWind）の熱帯低気圧監視への利用

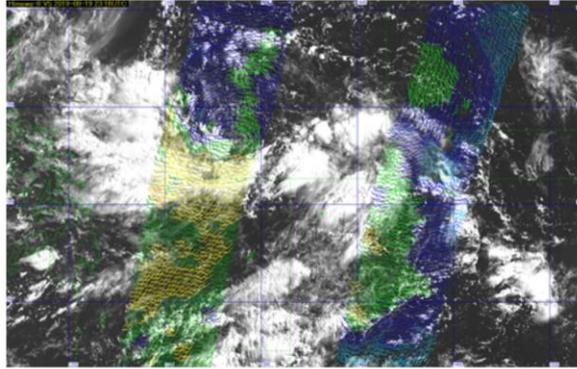
予報部予報課アジア太平洋気象防災センター  
気象衛星センターデータ処理部解析課

# 目次

1. 背景
2. ひまわり8号大気追跡風 (Atmospheric Motion Vectors : AMV)
3. AMVを用いた海上風の算出  
— AMV-based Sea-surface Wind (ASWind) —
4. ASWindが台風周辺の海上風推定で活用された事例
5. 台風周辺域のASWindのASCAT海上風に対する精度検証
6. 台風周辺域以外に対するASWindの精度評価
7. まとめと今後の課題

# 1. 背景

- 気象庁における、台風の発生及び発達／衰弱の判断、暴風域、強風域の推定は、現場観測（地上観測、船舶による観測）、ひまわり8号による雲画像に基づくドボラック法（Dvorak 1975, 1984）、衛星搭載のマイクロ波散乱計による観測を用いて推定される海上風に基づいて判断されている。
- 衛星搭載マイクロ波散乱計による海上風観測では、主に極軌道衛星MetOpに搭載されているASCAT海上風(OSI SAF/EARS 2019)が主に用いられている。ASCAT海上風の欠点として、観測頻度の低さ、観測範囲の狭さが挙げられる。
- ASCAT海上風の欠点を補うため、静止気象衛星ひまわり8号の広範囲かつ高頻度(2.5～10分)の観測を用いて算出される大気追跡風(Atmospheric Motion Vectors: AMV)を、台風周辺域の海上風推定へ利用することとした(Nonaka et al. 2019)。



ASCAT/MetOp-Aの観測から得られた海上風の分布の例 2019年8月19日2316UTC 3

ASCAT海上風は、本庁予報課で作成している海上警報の、Warning [W]、Gale Warning [GW]の領域の解析、および、台風の強風域(30kt半径)推定などで使われている。

散乱計を用いた海上風推定の原理:

気象レーダーと同様、マイクロ波帯の電波を海面に向けて射出し、海面からの後方散乱を測定することで、高度10mの風速を推定している。

風向は、射出される垂直、水平偏波の後方散乱値の差、に基づいている。

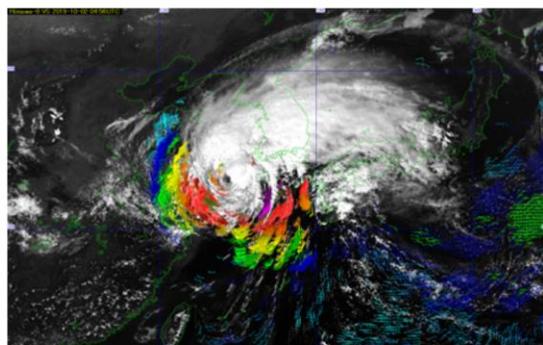
欧州の極軌道衛星のMetOp-A,-B,-Cのマイクロ波散乱計ASCATは、雨の影響を受けにくいとされる周波数が5.255 GHz帯(Cバンド(4～8 GHz)に分類される)の電波を用いている。

インドの極軌道衛星のScatsat-1のマイクロ波散乱計OSCATは、周波数が13.5GHz(Kuバンド(12～18 GHz)に分類される)の電波を用いている。

## 2. ひまわり8号大気追跡風 (AMV)

- 大気追跡風(Atmospheric Motion Vectors : AMV)は、連続する衛星画像を用いて雲を追跡して算出される風プロダクトである(林・下地 2013)。AMVは、数値予報の初期値解析で有効に利用されている。気象衛星センターでは、ひまわり8号の画像を用いてAMVを算出している(Shimoji 2017; Nonaka 2018)。
- 2017年7月以降、ひまわり8号AMVに基づいた海上風(AMV-based Sea-surface Wind: ASWind)は、気象庁予報現業における海上風推定で、参考資料として利用されている(Nonaka et al. 2019)。以下、ひまわり8号AMVに基づいた海上風を”ASWind”と記す
- ASWindは、2019年7月以降、気象庁のJDDSサーバー経由で、海外向け配信も開始されている。

Typhoon Mitag (1918)



B03、B07、B13の ASWind (フルディスク) 及び ASWind (領域3) の算出例 (2019年10月2日 05UTC)。背景は可視画像(B03)。

4

大気追跡風 (AMV – Atmospheric Motion Vector)は、連続する衛星画像から雲などのパターンを追跡することで得られる上空の風のプロダクトである。

AMVは、特に観測データが少ない海上において、重要な観測データとなっており、気象庁の数値予報モデルだけでなく、各国の数値予報センターで初期値解析に利用されている。数値予報モデルへのAMVの利用については、山下(2015)などを参照。ASWindは、気象庁内では「海上AMV」とも呼ばれている。

AMVは、陸上、海上のいずれでも算出することが可能だが、陸上では、特に、下層雲を追跡することによって算出される下層AMVについては、地形の影響で発生する雲を、雲移動ベクトルの算出対象にしてしまうことを避けるため、ある一定の風速以下のものは算出しないようにしており、算出数は少ない。



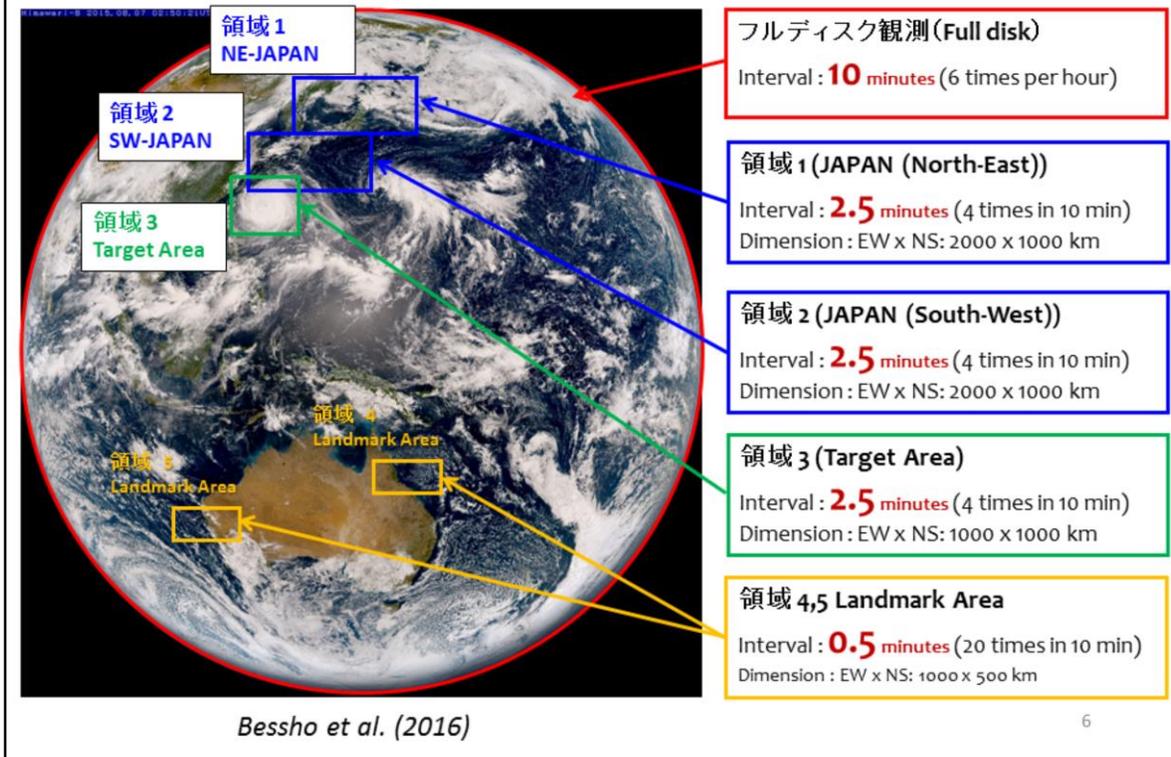
# 気象衛星センターのASWindリアルタイム モニターページ (2019年7月~)

The image displays three screenshots of the Himawari ASWind Monitor web interface. Each screenshot shows the 'Himawari ASWind Monitor' header and the 'ASWind (AMV-based Sea-surface Wind) for Tropical Cyclone Monitoring' section. The interface includes controls for 'Observation Area' (Full Disk, Target Area), 'Band' (VIS, B03, B07, B13), and 'Time' (UTC). The first screenshot is labeled 'フルディスク (南半球)' (Full Disk - Southern Hemisphere). The second is labeled 'フルディスク (北半球)' (Full Disk - Northern Hemisphere). The third is labeled '領域3 (ターゲット領域)' (Target Area 3). The URL [https://www.data.jma.go.jp/mscweb/en/product/aswind\\_fn.php](https://www.data.jma.go.jp/mscweb/en/product/aswind_fn.php) is shown at the bottom.

5

2019年7月に、気象衛星センターは、リアルタイムモニターページでASWindの公開を開始した。  
ひまわり8号のフルディスク及び領域3観測の、可視バンド(B03)、短波長赤外バンド(B07)、及び赤外バンド(B13)の画像を用いて算出したASWindを公開している。

# ひまわり8号の観測モード



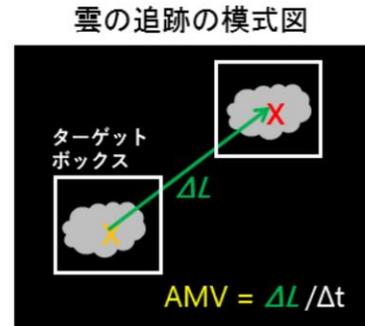
気象衛星センターでは、全球観測(フルディスク)、領域1及び2(日本域観測)、およびターゲット観測(領域3)を用いたAMVの算出が行われている。

フルディスクと日本域観測は固定領域、領域3(ターゲット領域)は、Exp[GW](24時間以内にTS強度に達すると見込まれる)となったTropical Depression (TD)、およびTropical Storm (TS)強度以上の熱帯低気圧(台風)に対して、台風指示報で報じられた熱帯低気圧の中心位置を中心とした、1000km x 1000kmの領域を観測する。

# AMVの算出手法

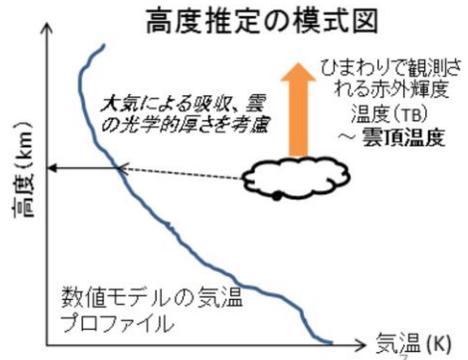
## (1) 相互相関法を用いたパターンマッチングによる雲の移動ベクトルの算出

連続する2枚の画像を用いて、1枚目の画像から切り出した矩形領域(ターゲットボックス)内の雲パターンと、2枚目の画像(サーチエリア)で最もパターンがマッチする雲パターンを探索する(相互相関法)ことで、雲の移動量を求める。



## (2) 雲の移動ベクトルの高度の推定

ひまわり8号で観測された雲の赤外輝度温度(Brightness Temperature: TB)を気温とみなして(大気による吸収、雲の光学的厚さを考慮)、数値予報モデル(気温、水蒸気、風)と比較することで、雲の移動ベクトルの高度を推定する。



## (3) 品質指標QIを用いたAMVの品質管理

QIは、①連続する3枚の画像を用いて算出した2組の雲移動ベクトルの整合性チェック、②周辺の雲移動ベクトルとの整合性チェック、③数値予報モデルとの整合性チェックに基づいて算出され、それぞれの風ベクトルに品質情報として付加される。

ひまわり8号AMVの算出アルゴリズムの詳細は、Shimoji (2017)を参照。

(1) 相互相関法を用いた雲のパターンマッチングでは、2.5~10分間隔の2枚の衛星画像を用いる。パターンマッチングに使う、矩形領域(ターゲットボックス)のサイズは、画像の空間解像度に応じて、2.5km~14kmに設定されている(次のスライド参照)。ターゲットボックスを小さくすると、より空間スケールの小さな雲を追跡することができる。

(2) 追跡した雲の移動ベクトルの高度推定に用いているデータは、ひまわり8号の赤外バンド(バンド08-11と13-16)の輝度温度、雲の移動ベクトル(バンド03、07、バンド08-10、13と16)、気象庁全球モデル(GSM)の第一推定値(気温、水蒸気、風)である。これらのデータに基づき、差分進化法を用いて、最も確からしい高度を推定している。

(3) QI(Quality Indicator)は、欧州気象衛星開発機構(EUMETSAT)で開発されたAMVの品質指標(Holmlund 1998)がよく使われている。

QI算出アルゴリズムの日本語ドキュメントは、林・下地(2013)などがある。

※ 数値予報モデルとの整合性チェックに関して、QIには、数値予報モデルとの整合性を評価に基づくもの(予報値チェックありQI)と数値予報モデルとの整合性は考慮しないもの(予報値チェックなしQI)がある。気象庁の数値予報では、予報場から大きく外れた観測を除くことを利点を考慮して、予報値チェックありQIを用いて品質管理を行っている。予報値チェックなしQIを用いる品質管理では、予報値から大きく外れた観測を含みやすくなるが、それらの中には、数値予報で表現できていない現象に伴った情報を含む場合もあると考えられる。

## ひまわり8号AMV算出に用いる画像・設定

気象衛星センターにおけるひまわり8号AMVの算出では、観測領域、バンド毎に、

- (1) 画像の時間間隔
- (2) 算出時刻
- (3) 算出格子間隔
- (4) 雲の追跡に使用する画像小領域（ターゲットボックス）の一辺のサイズ

を設定している。

### ASWind に利用しているAMVの算出設定(Nonaka et al. 2019)

	フルディスク (Full disk)			領域3 (ターゲット観測)		
	可視	短波長赤外	赤外	可視	短波長赤外	赤外
	Band03 (0.64 μm)	Band07 (3.9 μm)	Band13 (10.4 μm)	Band03 (0.64 μm)	Band07 (3.9 μm)	Band13 (10.4 μm)
(1) 画像時間間隔	10分			2.5分	5分	
(2) 算出時刻	正時 00, 30分			正時 00, 10, 20, 30, 40, 50分		
(3) 算出格子間隔	18 km			3.5 km	3.5 km	
(4) 雲追跡に使用する ターゲットボックス	14 km			2.5 km	10 km	

8

ひまわり8号のAMVは、可視のバンド03(0.64μm)、短波長赤外のバンド07(3.9μm)、長波長の赤外ではバンド13(10.4μm)と16(13.3μm)、および水蒸気バンドであるバンド08(6.2μm)、09(6.9μm)、10(7.3μm)について連続する3枚の衛星画像から算出が行われている。

ひまわり8号AMVの算出では、観測バンド及び観測領域によって、算出に使用するパラメータが異なっている。

画像の時間間隔とAMVの風速、算出数との関係については、小山(2015)などを参照。

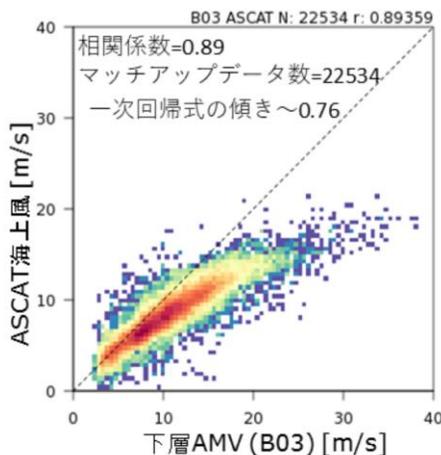
また、精度の悪いAMVを除くため、風速2.5m/s以上のAMVのみ算出されている。

ASWindの算出には、下層雲の追跡に適したバンド03、07、13画像を用いて算出されたAMVが利用されている。

ひまわり8号のAMV算出のための設定値については、Nonaka (2018)やNonaka et al. (2019) を参照。

### 3. AMVを用いた海上風の算出 — AMV-based Sea-surface Wind (ASWind) —

- 2015年5月～12月の台風周辺域（台風中心から半径 1000 km以内）の下層AMV（高度700 hPa面以下のAMV、フルディスク画像を用いて算出、 $0.8 < QI$ ）の風速と、ASCAT海上風の風速との統計的関係を求める。
- 各AMVデータは、周囲0.2度以内のASCAT海上風とマッチアップ。
- 得られた一次回帰式（傾き: 0.76）を用いて下層AMVから海上風（ASWind）を推定。
- マイクロ波散乱計観測を用いた海上風算出では、算出原理の限界から、算出可能な風速は50kt程度まで。



下層AMVとASCAT海上風のマッチアップ条件 (Nonaka et al. 2016)

水平距離 : 0.2 度以下  
時刻差 : 1 h 以下

*ASWind*

$\approx 0.76 \times$  下層AMVの風速

Nonaka et al. (2019)

9

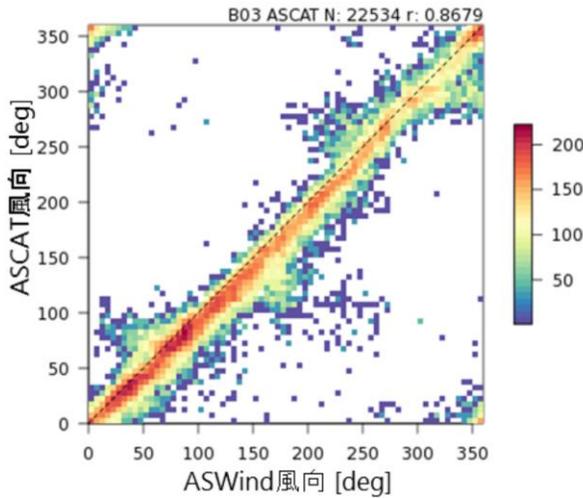
ASCAT観測を用いた海上風の算出では、5.255 GHz (Cバンド)のマイクロ波を射出し、その後方散乱の大きさから、海上風(海面から10m)が推定されている。算出原理の限界から、算出可能な風速は50kt程度までである。

ASWindは、下層AMVの風速に0.76を掛けることで推定される。0.76は、下層AMVとASCAT海上風との散布図から得られた、一次回帰式の傾きである。

ASCAT海上風の風速が、下層AMVの風速に対して小さい傾向があるのは、地表付近の風(海上風)は、大気境界層内(地表～高度1km)の大気摩擦によって弱められているからである。

# ASWindとASCAT風の風向の系統的な違い

ASWind(Himawari-8 Band03から推定)の風向とASCAT海上風の風向の関係



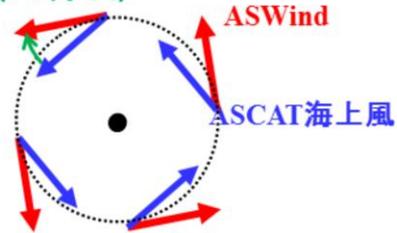
下層AMVの風ベクトルは、ASCAT海上風に比べて、外向きの傾向がある。

**風向バイアスは約+9°。**

ASWindとASCAT海上風  
風向の違い(バイアス、標準偏差)

AMV 風速5m/s以上、 QI 0.8以上	標準偏差 [degree]	バイアス [degree]
B03 (VIS; 0.64 $\mu$ m)	14.7	8.18
B07 (SWIR; 3.9 $\mu$ m)	17.2	9.23
B13 (IR; 10.4 $\mu$ m)	18.6	8.57

差(バイアス)



10

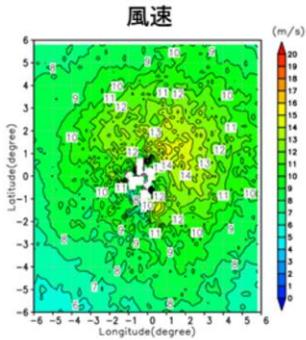
前スライドで説明した通り、ASWindの風速は、下層AMVの風速に0.76を乗じることにより算出されているが、風向は下層AMVの風向と同一である。

この理由から、ASWindの風向とASCATで観測される海面付近の風の風向には、大気境界層内の摩擦による高度に関する風向変化(エクマンスパイラル)で説明される系統的な差がある。

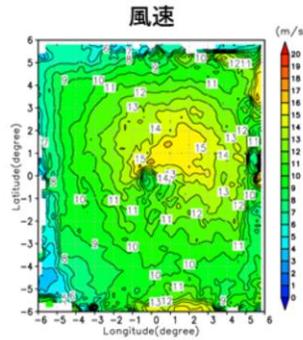
# ASWindとASCAT風のデータ数の違い

台風中心を中心として平均した風速及びデータ数の水平分布  
2018年台風1号-29号

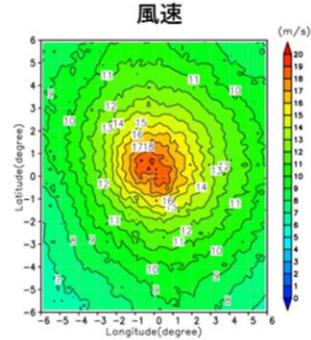
Band03 ASWind (Full Disk)



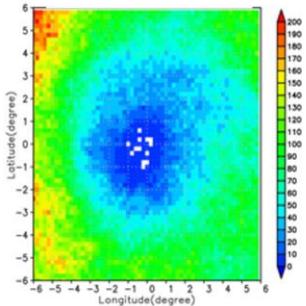
Band03 ASWind (領域3)



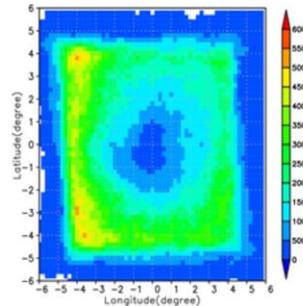
ASCAT海上風



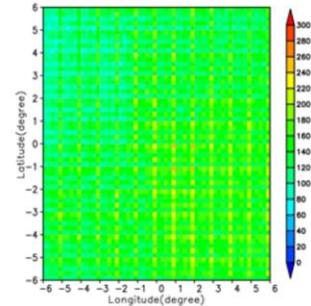
データ数



データ数



データ数



2018年の全台風に対して、ASWindとASCAT風を比較。  
ASCAT風との比較に用いたASWindは正時00分のデータのみ。

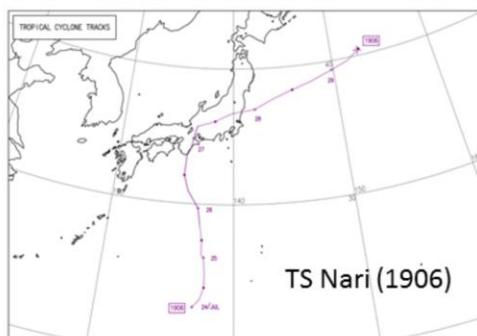
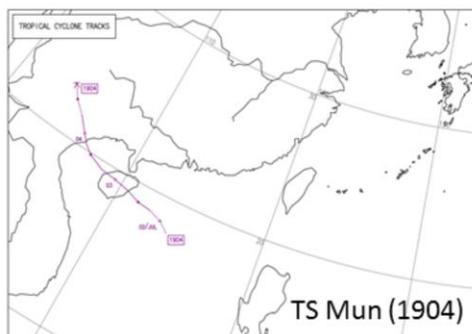
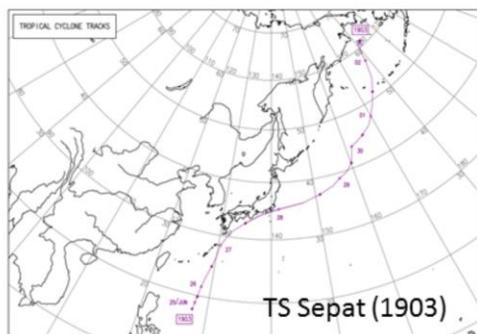
## 風速

- (1) ASWind(領域3)は、ASWind(フルディスク)よりも風速が強い傾向がある。
- (2) ASWindの風速は、半径約1.5度より内側で、ASCAT風よりも弱い傾向がみられる。

## 算出データ数

- (1) 領域3AMVから得られるASWindは、台風中心として1000x1000kmの領域に限定されるが、フルディスクAMVから得られるASWindの約25倍の密度で得られる。
- (2) ASWind(領域3)は、ASWind(フルディスク)よりも、中心に近い場所で算出ができる傾向がある。
- (3) ASWindは、ASCAT風に比べて、特に台風中心から、概ね半径3度よりも外側で多く算出される傾向がある。

#### 4. ASWindが台風周辺域の海上風推定で活用された事例



TS: Tropical Storm (最大風速が34kt以上48kt未満)

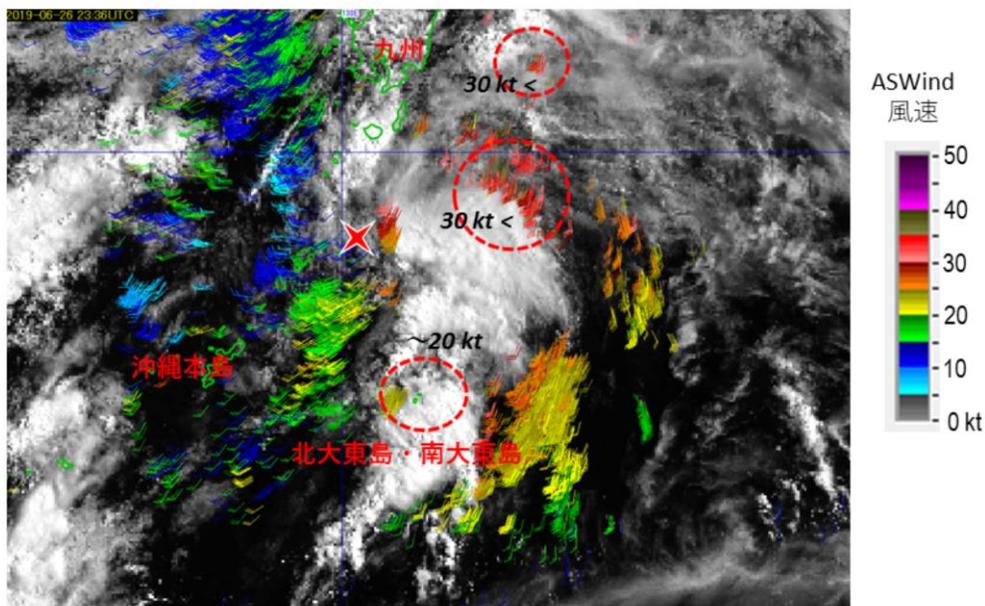
STS: Severe Tropical Storm (最大風速が48kt以上64kt未満)

TY: Typhoon (最大風速が64k以上)

## Sepat (1903)

2019年6月26日 2336UTC

✕ 台風中心位置



濃密な雲域の隙間の下層雲域で、風速30 kt以上のASWindが算出されており、TDから台風への昇格の判断で参考とされた。

13

ASCAT海上風データは、時間、空間的に限りがある。

周辺の観測データとの比較

6月27日 00UTC

北大東島 (25.9N, 131.3E) SSW 10m/s (20kt)

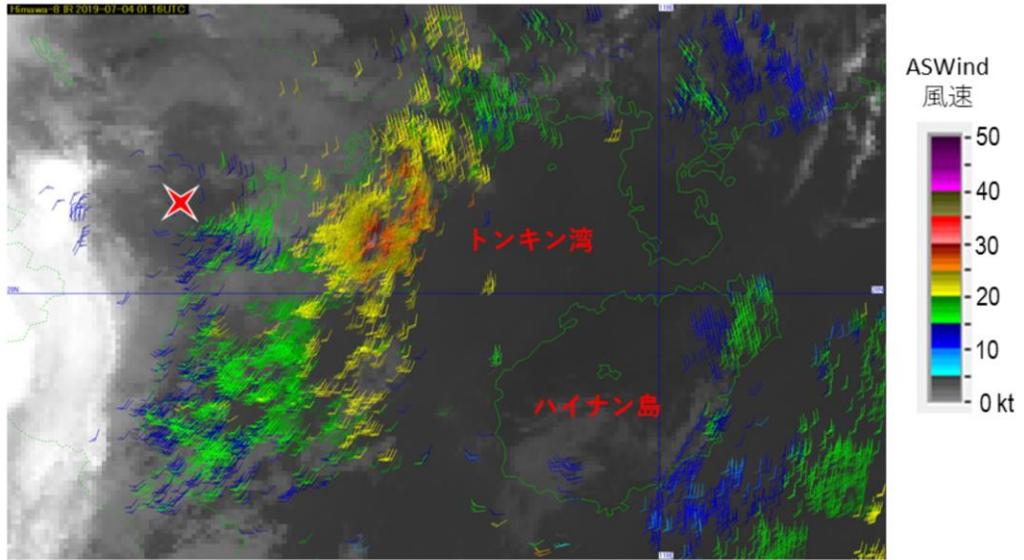
南大東島 (25.8N, 131.2E) S 10m/s (20kt)

北大東島及び南大東島の近傍 (25.9N 131E) のASWind 21-25kt

## Mun (1904)

2019年7月4日 0116UTC

✕ 台風中心位置



トンキン湾内の下層雲域で、風速30 kt前後のASWindが算出されている。

14

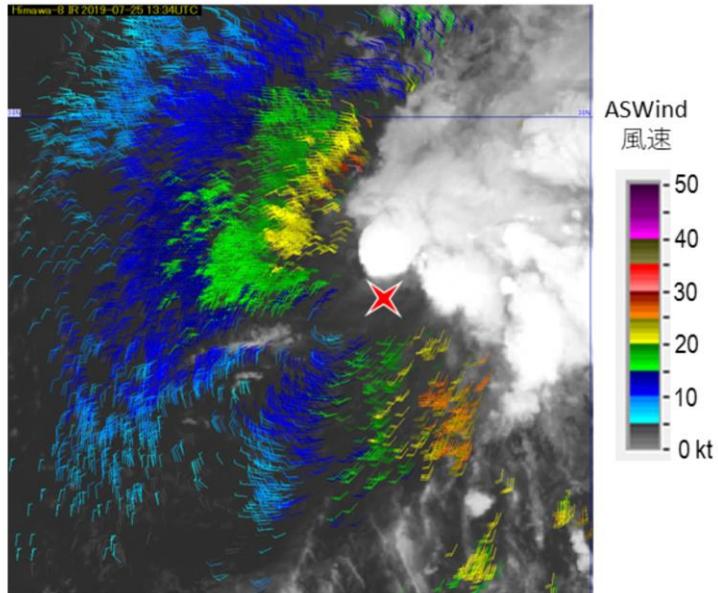
00UTCでTD化すべきかの判断の際、トンキン湾で30kt前後のASWindが観測されていたことが考慮された。

ASCATでは、観測時刻・範囲に限りがあることから、この時刻付近では、T1904周辺の下層風を捉えられていない。

# Nari (1906)

2019年7月25日 1334UTC

✕ 台風中心位置

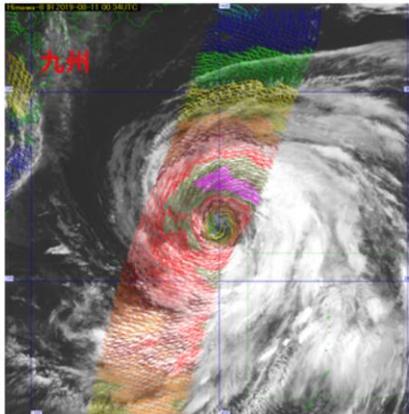


ASWindを用いて、台風を中心位置が推定できた例。  
台風中心を示唆する下層渦が明瞭に捉えられている。

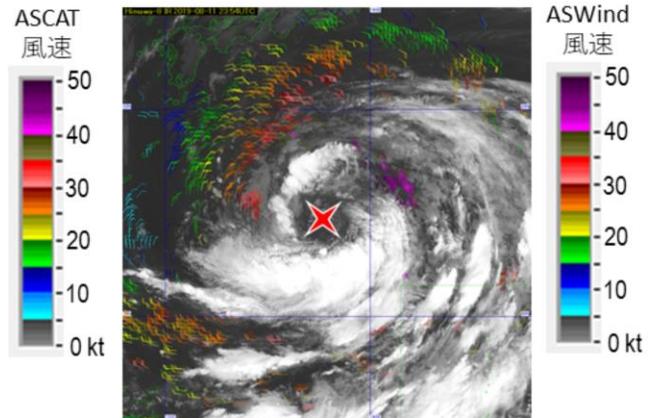
## Krosa (1910)

✕ 台風中心位置

ASCAT海上風  
2019年8月11日 0040UTC



ASWind  
2019年8月12日 0000UTC



濃密な雲域の外側の下層雲域で、風速30kt以上のASWindが高密度に算出されている。ASCATが算出されていない時刻・地点での海上風推定で参考とされた。

16

ASCAT海上風で算出されていない時刻、地点の海上風推定で利用された。

## 5. 台風周辺域のASWindのASCAT海上風を用いた精度検証

台風周辺域（半径<1000 km）のASWind（フルディスク及び領域3）の精度を、ASCAT海上風を用いて検証。

### 精度検証の内容

- ① ASWindのASCAT海上風に対する風速バイアス及びRMSEの評価
- ② フルディスクASWindと領域3 ASWindの違い

### 精度検証に使用したASWind

- 高度が700 hPa面より下のAMV（予報値チェックなしQIが0.8以上）から算出したASWind
- 2019年台風第1号～第29号を対象

17

ひまわり8号ASWindを用いた、台風周辺域の海上風速推定に資するため、

①ASWindの対ASCAT海上風精度、②領域3 AMVとフルディスクAMVの特性の違い、を検証する。

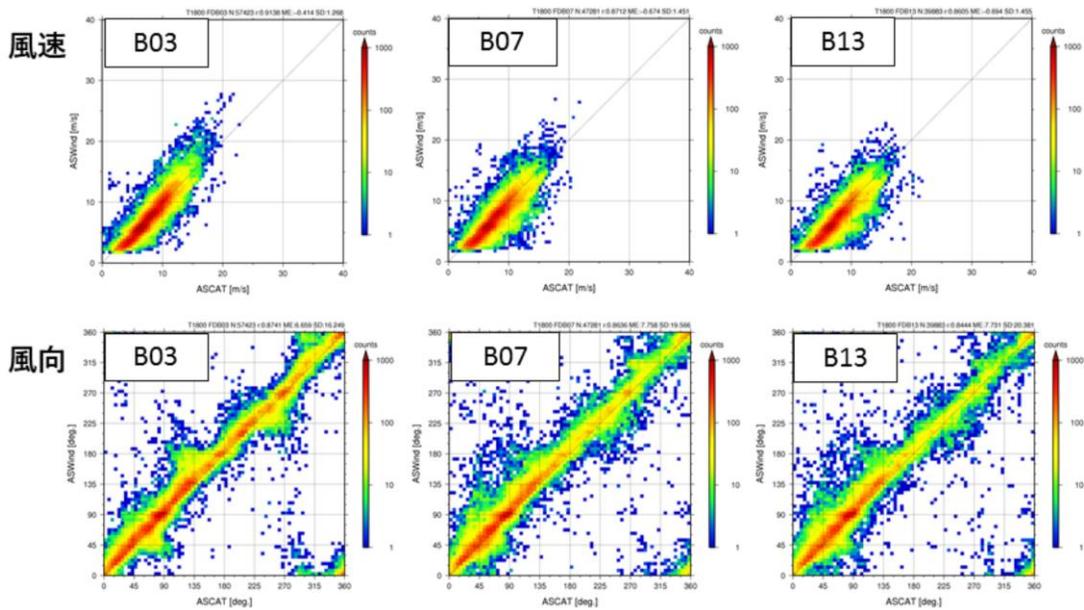
検証に使ったデータセットについて：

- ・フルディスクのASWindについては、ASCATとの観測時間差が15分以内、緯度経度が0.1度以内のものと比較。
- ・領域3のASWindについては、ASCATとの観測時間差が10分以内、緯度経度が0.05度以内のものと比較。
- ・気象庁ベストトラックを時間内挿した台風中心位置を使って、1,000km以内にあるデータで比較した。

# 風速・風向散布図

ASWind (フルディスク) (0.8<QI)

横軸：ASCAT  
縦軸：ASWind



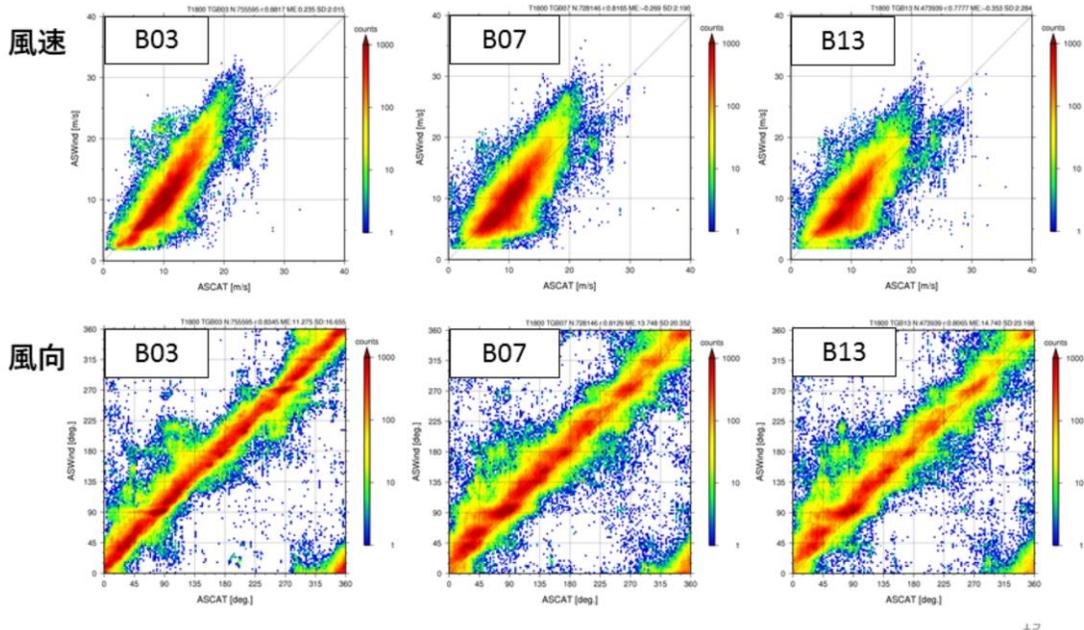
バンド03(0.64 $\mu$ m)、バンド07(3.9 $\mu$ m)、バンド13(10.4 $\mu$ m)のフルディスクのASWindとASCATとの対応関係を示す。

風速、風向ともに、両者のよい対応関係が確認できるが、ASCAT 約15m/s以上で、ASWindの方が風速が強い傾向(正バイアス)がみられる。

# 風速・風向散布図

横軸：ASCAT  
縦軸：ASWind

ASWind (領域3) ( $0.8 < QI$ )



バンド03(0.64 $\mu$ m)、バンド07(3.9 $\mu$ m)、バンド13(10.4 $\mu$ m)の領域3のASWindとASCATとの対応関係を示す。

フルディスクのASWindと同様に、両者の高い相関が確認できるが、フルディスクのものに比べて、ASWindの風速が10m/s以上のサンプルも多くなっており、ASCAT 約15m/s以上のASWindの方が強い傾向(正バイアス)がより顕著にみられる。

この傾向の違いは、算出に用いた画像の時間間隔、ターゲットボックスサイズの違いに起因していると考えられる。

一方で、ASCAT海上風の風速が約8m/s以下の場合に、ASWindの方が風速がやや弱い(負バイアス)の傾向がみられる。

## ASWindのASCAT海上風に対する検証

ASWind（フルディスク）のASCAT海上風に対する精度

ASWind (AMV QI 0.8以上)	風速バイアス [m/s]	RMSE [m/s]	サンプル数
B03 (フルディスク)	-0.41	1.33	57,423
B03 (領域 3)	0.24	2.03	755,595
B07 (フルディスク)	-0.67	1.60	47,281
B07 (領域 3)	-0.27	2.21	728,146
B13 (フルディスク)	-0.69	1.61	39,883
B13 (領域 3)	-0.35	2.31	473,939

- 風速バイアス、RMSEはそれぞれ、0.7m/s以下、2.5m/s以下。
- 下層雲をより明瞭に捉えることができる可視（B03）画像によるASWindは、短波長赤外（B07）及び赤外（B13）画像によるASWindよりも、誤差が小さい。
- ASWind（領域3）の風速は、ASWind（フルディスク）に比べて、風速が大きな傾向がみられる。

20

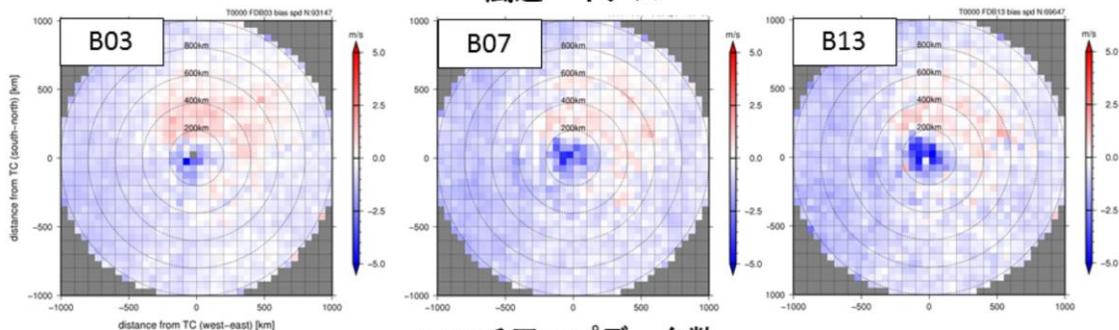
ASWindの風速のASCAT海上風に対する負の風速バイアスは、散布図で見られた比較的風速が弱い領域（ASCATで10m/s以下）のサンプル数が圧倒的に多いため、この風速域の結果が反映された結果と考えられる。

ASCAT海上風で風速10m/s以上となる場合には、ASWindの風速は正バイアス傾向となるため、結果の見方には注意が必要である。

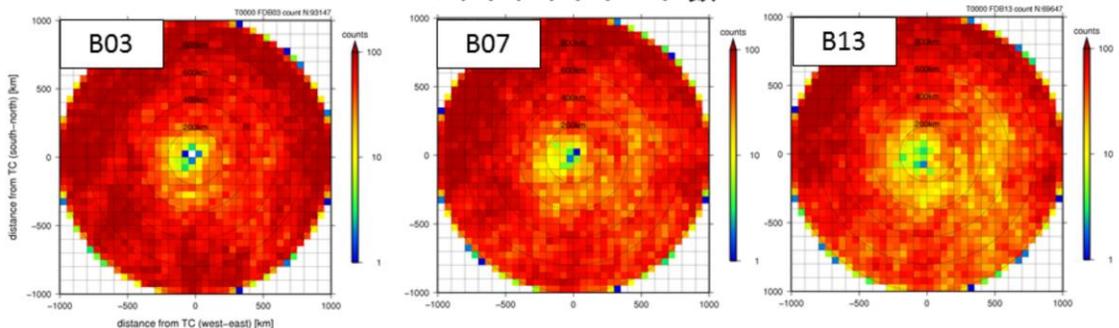
ASWind（領域3）の風速の方が、ASWind（フルディスク）よりも風速が大きい傾向は、ASWind（領域3）の方が、より時空間的に小さなスケールの現象にともなう流れを捉えているためと考えられる。

# ASWind（フルディスク）の対ASCAT海上風検証 台風中心を中心として平均した風速バイアス及びマッチ アップデータ数の水平分布

## 風速バイアス



## マッチアップデータ数



中心付近(<半径200km)では、ASWindの風速は負の風速バイアス傾向がみられる。この傾向は、台風中心近傍では流れの曲率が大きく、パターンマッチングによる雲移動ベクトルの算出において、雲の移動ベクトルが過小に推定されている可能性を示唆している。

フルディスクのASWindと同様に、台風の北から東象限で、ASWindの風速が、ASCAT風に比べて、やや強い傾向もみられる。

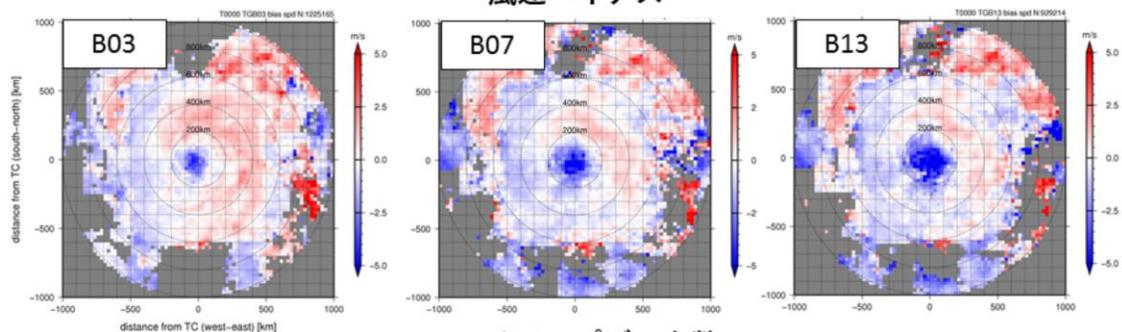
この傾向は、ASCAT海上風が、風速が約15m/s以上の場合に、弱めに推定されている可能性がある。

また、フルディスクのASWindよりも正バイアスが大きい傾向は、領域3のASWindの方が、より小さなターゲットボックスを使っていること、より時間間隔が短い画像を使って雲の移動ベクトルを算出していること、が影響している可能性も考えられる。

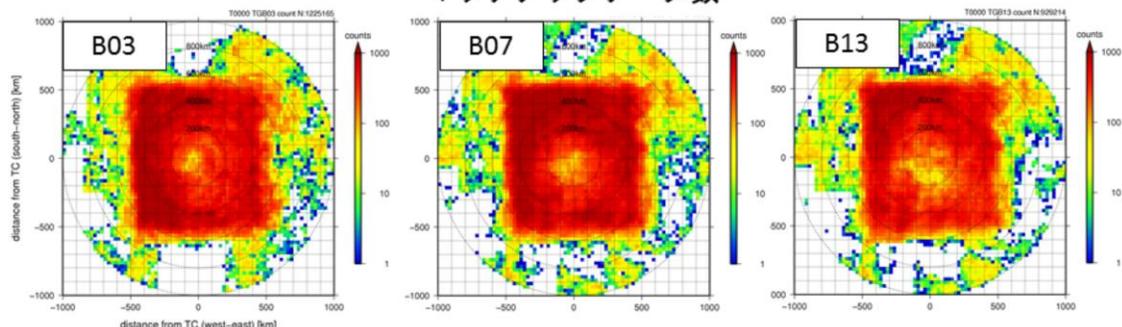
# ASWind (領域3) の対ASCAT海上風検証

## 台風中心を中心として平均した風速バイアス及びマッチアップデータ数の水平分布

### 風速バイアス



### マッチアップデータ数



領域3 AMVは、フルディスクのASWindと同様に、台風中心付近 (Band03は半径100km内、Band07, 13は半径200km内) で、負の風速バイアス傾向がみられる。

しかし、負の風速バイアスが、フルディスクASWindに比べて、より中心付近のみに限定してみられている。この傾向は、領域3のASWindの方が、雲の移動ベクトル算出において、より小さなターゲットボックスを使っていること、より時間間隔が短い画像を使っていること、によると考えられる。

また、台風の北から東象限で、ASWindの風速が、ASCAT風に比べて、やや強い傾向がみられる。

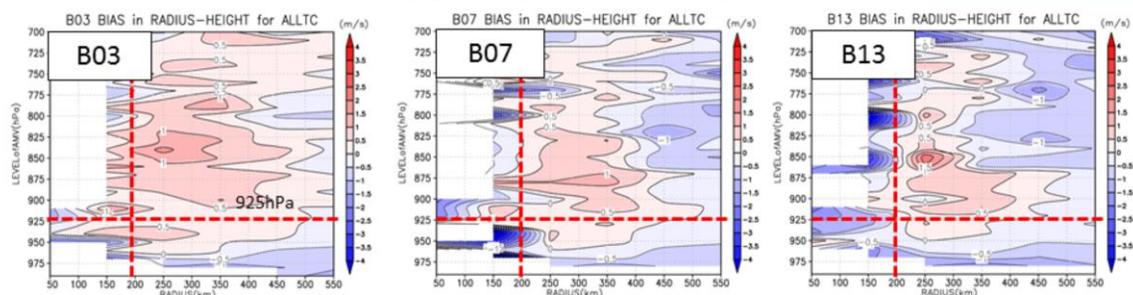
この理由として、スライド17, 18で示したASWindとASCAT海上風の散布図から示唆されるように、ASCAT海上風は、風速が約15m/s以上の場合に弱めに推定されている可能性、などが考えられる。

# ASWind（フルディスク）のASCAT風に対する風速バイアス

## 台風中心を中心として平均した風速バイアス及びマッチ アップデート数の半径-AMV高度断面図

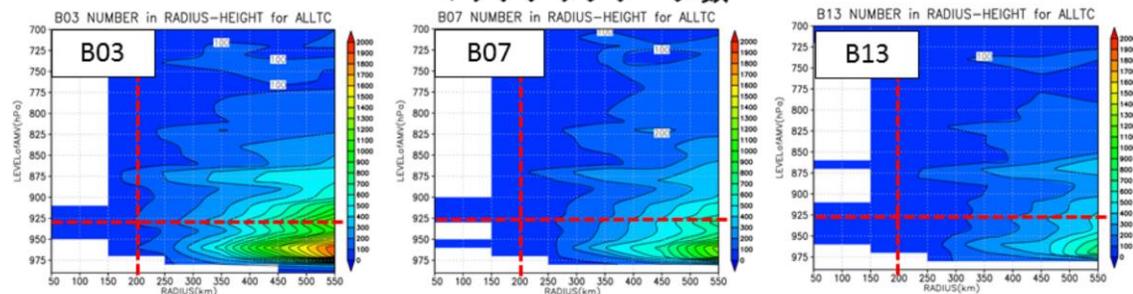
横軸：半径  
縦軸：AMV高度

### 風速差（ASWind - ASCAT）



半径200km

### マッチアップデート数



AMVは正時00分のみデータを使用

ASWind(フルディスク)は、ASCAT風に対して、半径200kmよりも外側及び高度925hPa面よりも上で、正の風速バイアスをもつ傾向がある。

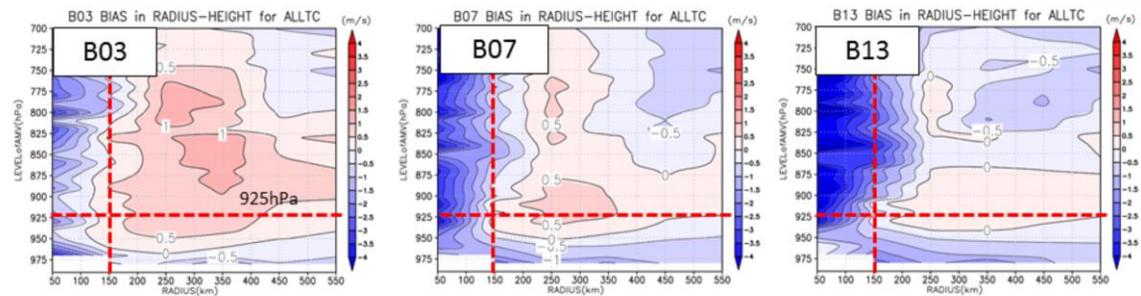
このことから、AMV高度毎にASWindの推定式を準備することで、海上風推定精度が改善する可能性があると考えられる。

# ASWind (領域3) のASCAT風に対する風速バイアス

## 台風中心を中心として平均した風速バイアス及びマッチ アップデート数の半径-AMV高度断面図

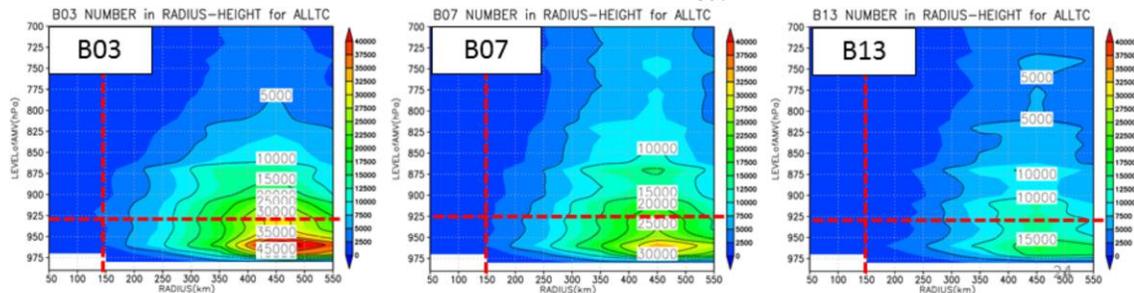
横軸：半径  
縦軸：AMV高度

### 風速差 (ASWind - ASCAT)



半径150km

### マッチアップデート数



AMVは正時00分のみを使用

フルディスクのASWindに比べて、領域3のASWindは、より台風中心に近い場所でもデータが算出されている。

フルディスクのASWindと同様に、領域3のASWindは、半径150kmよりも外側及び高度925hPa面よりも上で、ASCAT風に対して正の風速バイアスをもつ傾向がある。

## AMVの高度に基づくASWindの品質管理

ASWindの算出に使用されるAMVの高度に基づき、使用するASWindデータを限定することで、ASWindデータの品質管理を行う可能性を調査。

### ASWind（領域3）のASCAT風速に対する精度評価 2018年台風第1号-29号

ASWind (AMV QI 0.8以上)	風速バイアス [m/s]	RMSE [m/s]	サンプル数
B03 (700hPa面以下)	0.24	2.03	755,595
<b>B03 (850hPa面以下)</b>	<b>0.23</b>	<b>1.86</b>	<b>616,957</b>
B07 (700hPa面以下)	-0.27	2.21	728,146
<b>B07 (850hPa面以下)</b>	<b>-0.23</b>	<b>1.94</b>	<b>516,521</b>
B13 (700hPa面以下)	-0.35	2.31	473,939
<b>B13 (850hPa面以下)</b>	<b>-0.28</b>	<b>2.02</b>	<b>325,720</b>

高度850hPa面以下のAMVを用いて算出されたASWindだけを使用することで、より信頼性の高いデータを利用できる。

25

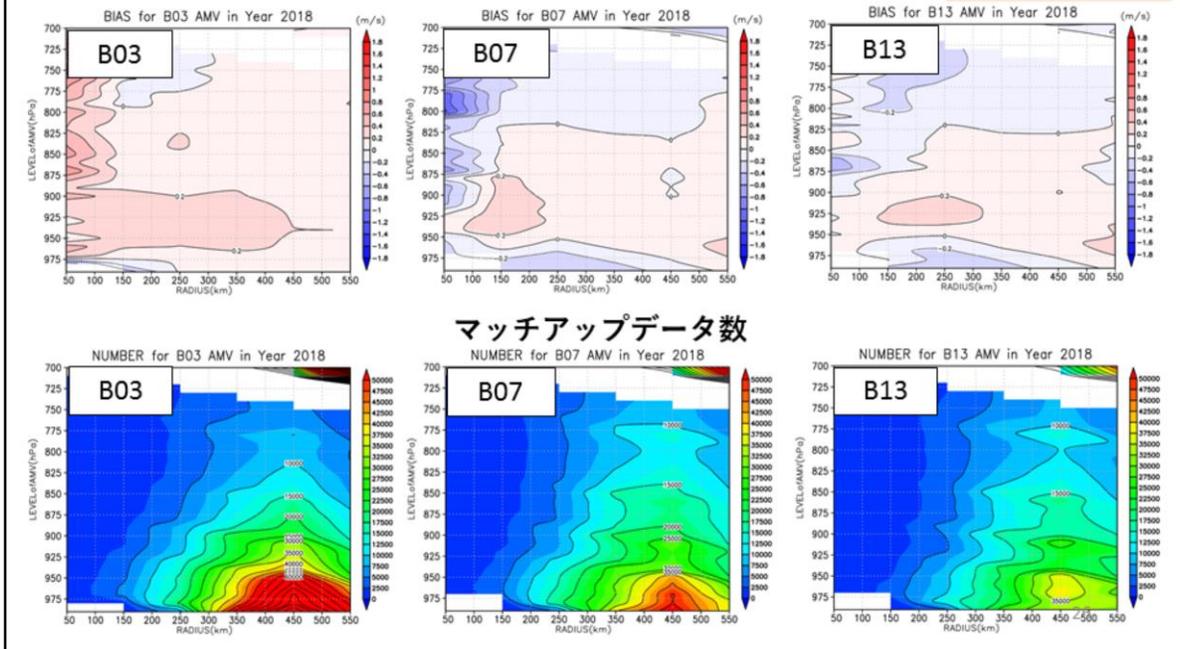
ASWindは、AMVの推定高度が850hPa面以下のものだけ選ぶことにより、より信頼性の高い風データのみを利用できる。

# ASWind（領域3）とASWind（フルディスク）の風速比較

台風中心を中心として平均した風速バイアス及びマッチ  
アップデート数の半径-AMV高度断面図

風速差（領域3-フルディスク）

横軸：半径  
縦軸：AMV高度



AMVは正時00分のみを使用

ASWind(領域3)とASWind(フルディスク)を、同一時刻、同一地点のものをマッチ  
アップして、比較を行っている。

このため、一方のAMVがデータが無い地点、時刻は含まれていません。

850 hPa面よりも下の高度のAMVを用いて得られたASWindは、ASWind(領域3)  
の方がASWind(フルディスク)よりも、平均で、0.2~0.8 m/s程度、風速が強い傾向  
がみられる。

この風速に関する違いは、スライド6で説明した通り、

ASWind(領域3)の方が、算出に使用するターゲット画像が小さく、使用している画  
像の時間間隔が短いことによっていると考えられる。

すなわち、ASWind(領域3)の方が、より時空間的に小さなスケールの現象にとまなう流れ  
を捉えているためと考えられる。

## 6. 台風周辺域以外に対するASWindの精度評価

温帯低気圧や亜熱帯高気圧内の海上風推定に、ひまわり8号のASWindを使用する可能性を調べるため、台風周辺域以外の海域も含めて、以下の精度検証を行う。

### 精度検証の内容：

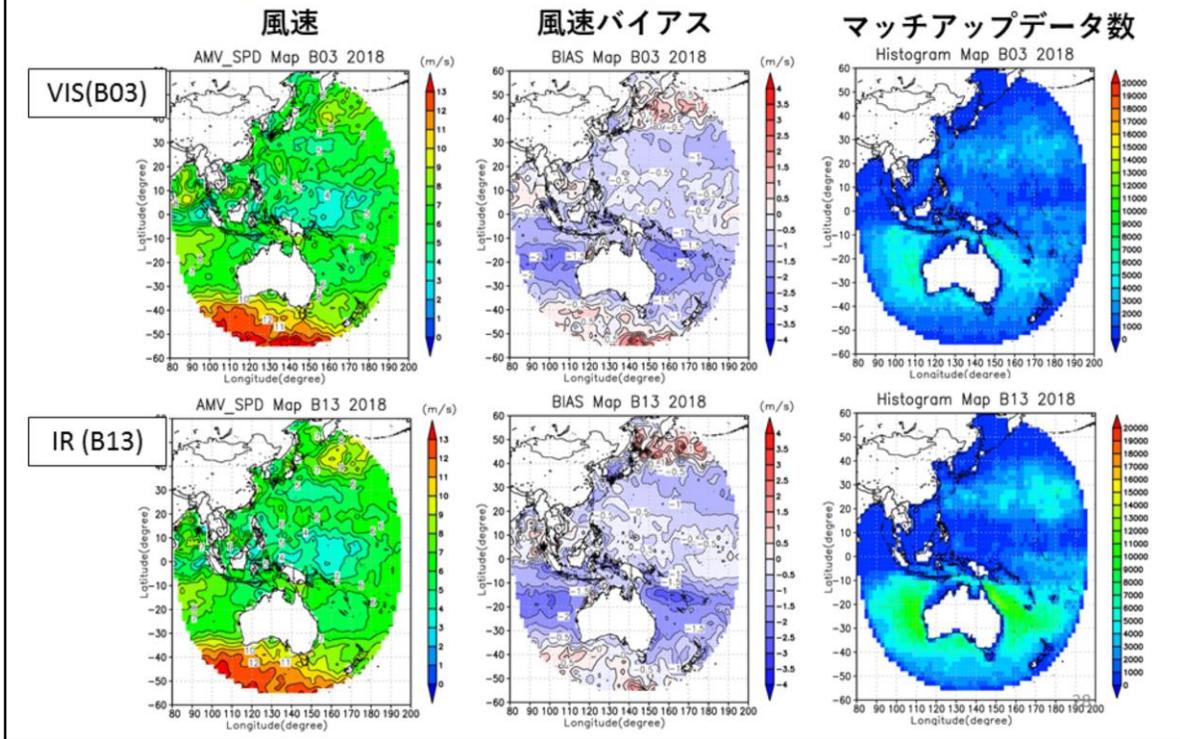
- ① ASCAT海上風に対する風速バイアスの水平分布
- ② ASCAT海上風に対する風速バイアスの緯度－AMV高度依存性
- ③ ASCAT海上風に対する風速バイアスのQI－AMV高度依存性

### 精度検証に使用したAMV：

ひまわり8号のQI（予報値チェックなし）が0.8以上の下層AMV（海面～700hPa面）を用いて算出したASWind

# ASWindの風速、対ASCAT風速バイアス

## ASWind (フルディスク) 2018年7-9月



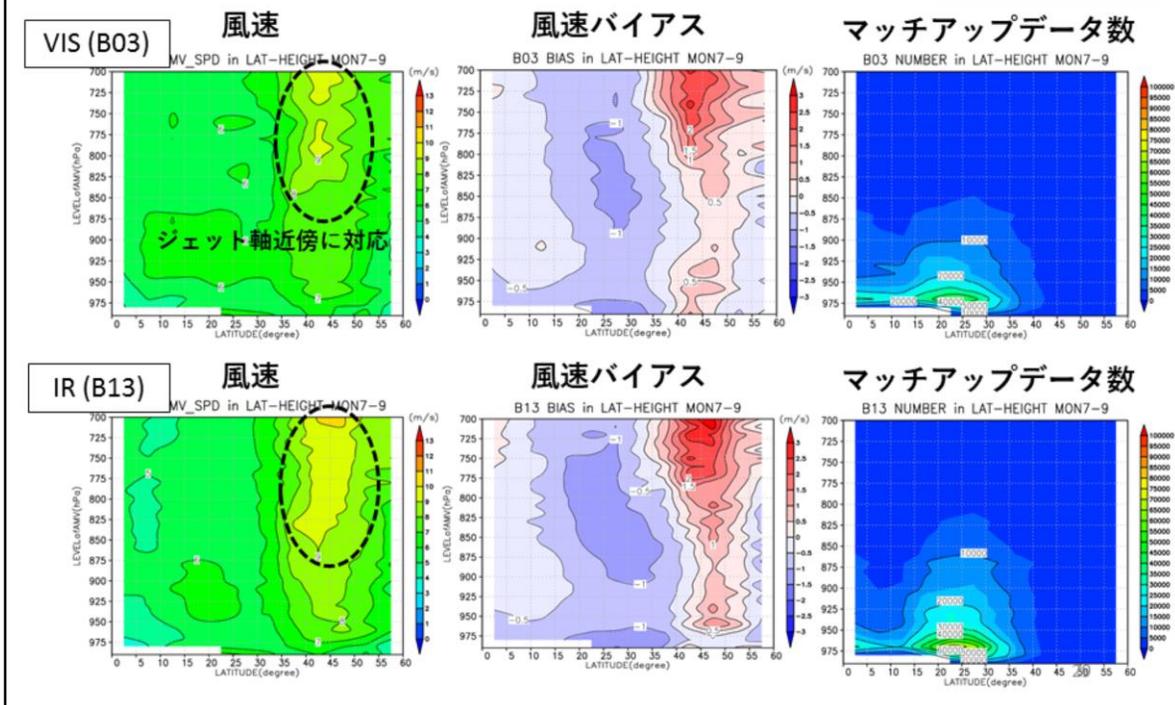
AMVは正時00分のみデータを使用

北半球の夏季を例に、調査結果を示す。

2018年7月～9月の統計から、平均的に、冬半球の中緯度で、負バイアス傾向がみられる。

ASWindの風速、対ASCAT風速バイアス  
緯度-AMV高度断面図  
ASWind (フルディスク) 2018年7-9月 北半球

横軸：緯度  
縦軸：AMV高度



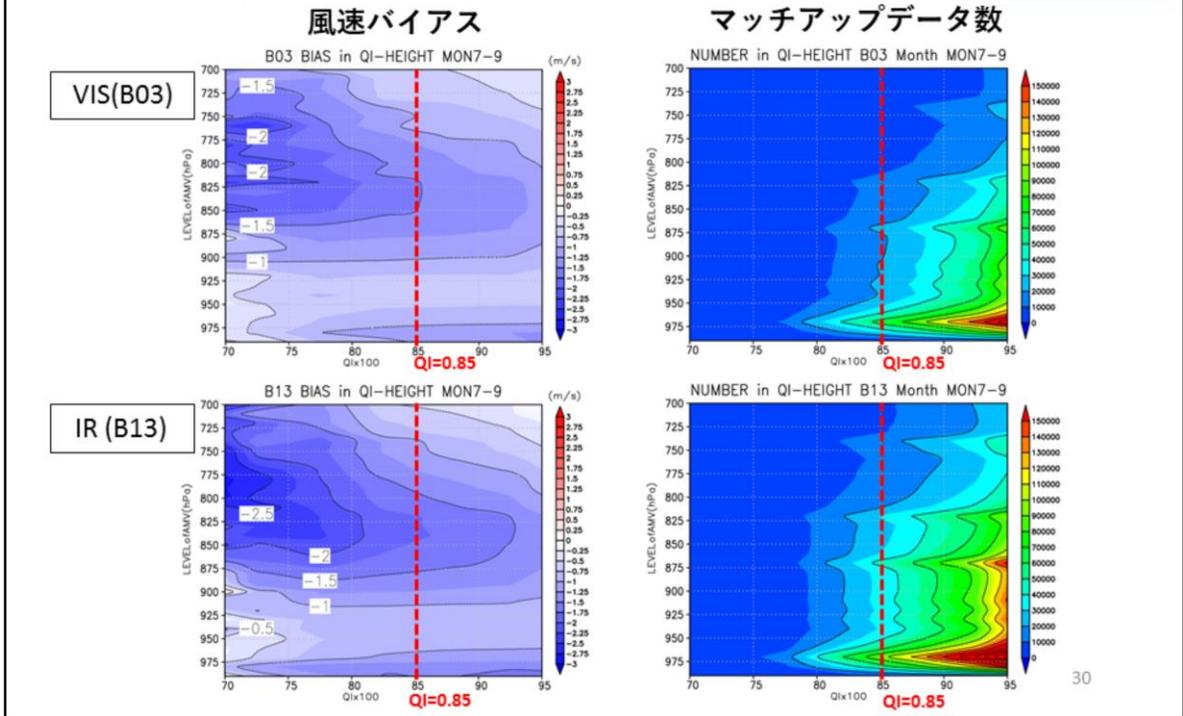
AMVは正時00分のみデータを使用

北半球の夏季を例に、調査結果を示す。  
データ数は少ないが、中・高緯度のジェットの近傍で正の風速バイアスをもったAMVがみられる。

# ASWind (フルディスク) の対ASCAT風速バイアス QI-AMV高度断面図

ASWind (フルディスク) 2018年7-9月 北半球

横軸：QI  
 縦軸：AMV高度



AMVは正時00分のみデータを使用

北半球の夏季を例に、調査結果を示す。

データ数は少ないが、QIが0.85未満のAMVで、負の風速バイアスが大きな傾向がみられる。

QIが0.85以上のAMVを選ぶと、バイアスの小さい(品質の高い)AMVを選択することが可能になる。

## 7. まとめと今後の課題

### 台風周辺域のASWindの特徴

- ひまわり8号のASWindは、下層雲のみが存在する海域に限られるが、極軌道衛星搭載のマイクロ波散乱計で観測することができない時間帯、領域で得られる。
- 約850 hPa面以下の高度で、QI（予報値あり）が0.85以上のAMVを用いて算出されたASWindのみを使用することで、風速バイアスが比較的小さなASWindのみを利用できる。
- ASWind（領域3）の方が、ASWind（フルディスク）よりも、平均0.2～0.8 m/s程度、風速が強い傾向がみられる。この傾向は、算出に使用する画像の時間間隔や解像度、ターゲットボックスサイズが異なるため、強風域の捉えやすさに違いがあることを示していると考えられる。
- ASCAT海上風は8～10分平均風速に相当することから、10分間隔の画像から算出されているフルディスクのASWindの方が、2.5～5分間隔の画像から算出されている領域3のASWindよりも、ASCAT海上風と整合が良い可能性もある。

## 7. まとめと今後の課題

### 台風周辺域以外でのASWind利用へ向けた課題

- 現在のプロダクトは、ジェット近傍で大きな正の風速バイアスをもつ傾向がみられるなど、台風以外での利用は難しいと考える。誤差が大きなデータを除くためには、AMV高度、緯度、強風軸の位置、QIなどに基づいた品質管理手法の検討が必要。
- 日本周辺付近で利用可能なデータを増やすためには、領域1及び2（日本域）の2.5分間隔の画像を用いて算出されるAMVの利用の検討も必要。

### ASWindの精度向上へ向けた取り組み

- ASWindの算出精度については、下層AMVからASWindを推定する式を、AMV高度や緯度を考慮した推定式にすることで向上する可能性があり、引き続き調査、検討が必要である。

32

ジェット軸近傍のASWindの具体的な品質管理方法については、例えば以下のようなものが考えられる。

AMV高度に基づく場合、850 hPa面よりも下のAMVから算出されるASWindのみを使う。  
QIIに基づく品質管理の場合、QIが0.85以上の下層AMVから算出したASWindのみを使う。  
ジェットに対応する強風軸近傍の風はリジェクトする。  
北緯40度以北のデータは使用しない。

## 参考文献

- Bessho, K., and co-authors, 2016: An Introduction to Himawari-8/9—Japan's new-generation geostationary meteorological satellites. *J. Meteor. Soc. Japan*, 94, 151 – 183.
- Dvorak, V. F., 1975: Tropical cyclone intensity analysis and forecasting from satellite imagery. *Mon. Wea. Rev.*, 103, 420 – 430.
- Dvorak, V. F., 1984: Tropical cyclone intensity analysis using satellite data, NOAA Technical Report NESDIS 11, 47pp.
- Holmlund, K., 1998: The utilisation of statistical properties of satellite-derived Atmospheric Motion Vectors to derive Quality Indicators, *Weather and Forecasting*, 13, 1093-1104.
- Nonaka, K., K. Shimoji, and K. Kato, 2016: Estimation of the sea surface wind in the vicinity of typhoon using Himawari-8 low-level AMVs. *Proceedings of 13<sup>th</sup> International Winds Workshop*, Monterey, California, USA.
- Nonaka, K., 2018: Current status of Atmospheric Motion Vectors at JMA. *Proceedings of 14<sup>th</sup> International Winds Workshop*, Jeju, Korea.
- Nonaka, K., S. Nishimura, and Y. Igarashi, 2019: Utilization of Estimated Sea Surface Wind Data Based on Himawari-8/9 Low-level AMVs for Tropical Cyclone Analysis., *RSMC Tokyo—Typhoon Center Technical Review*, 21.
- OSI SAF/EARS, 2019: ASCAT Wind Product User Manual.
- Shimoji, K., 2017: Introduction to the Himawari-8 Atmospheric Motion Vector Algorithm., *Meteorological Satellite Center Technical Note*, 62, 73 – 77.
- 林昌宏・下地和希, 2013: 大気追跡風算出アルゴリズム. 気象衛星センター技術報告, 58号, 2 – 109.
- 小山亮 2015: MTSATラピッドスキャン観測データを用いて算出された台風領域の上層大気追跡風  
の特性. *天気*, 62, 881 – 894.
- 山下浩史, 2015: 観測データ利用の現状と課題. 数値予報課報告・別冊第61号, 気象庁予報部, 70-77.