

黒潮上流域における吹送流と風速の関係 の季節依存性

九州大学総合理工学府大気海洋環境システム学専攻海洋環境解析学研究室
修士2年 山内 達矢

目次

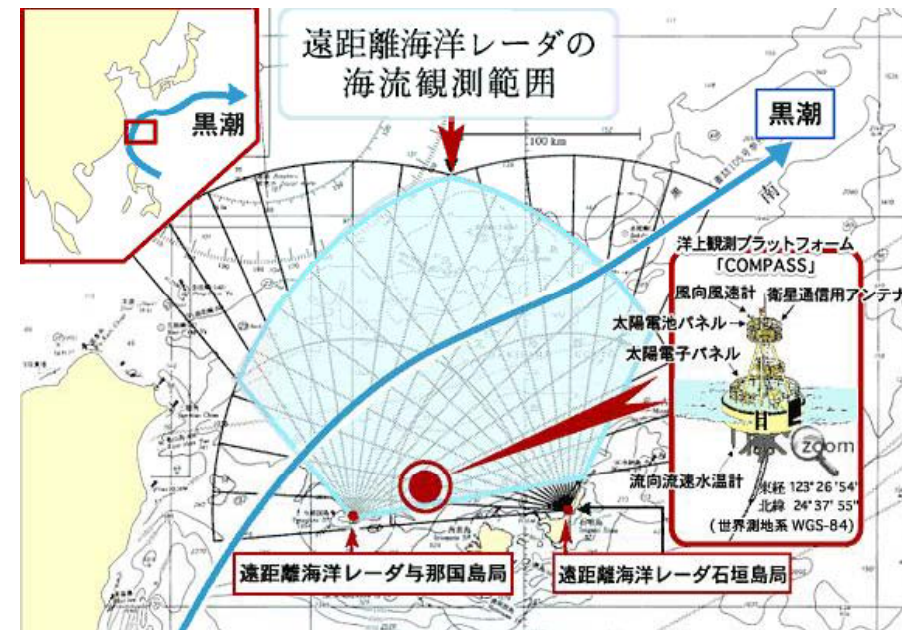
- ▶ はじめに
- ▶ データ処理
- ▶ 解析手法
- ▶ 結果
- ▶ 考察
- ▶ 結論

はじめに

- ▶ 遠距離海洋レーダには潮流や吹送流成分を含んでいる
 - ▶ 海流を計測するためには処理が必要となる
 - ▶ 潮流は調和解析によって除くことが可能
 - ▶ 吹送流は風データとの併用が必要



遠距離海洋レーダ送信アンテナ



石垣島と与那国島に設置した遠距離海洋レーダの海流観測範囲

NICTホームページより

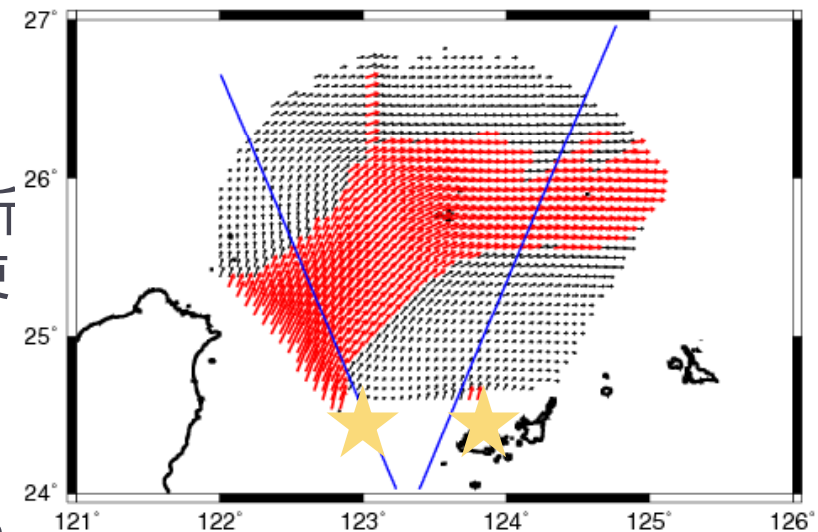
- ▶ Tokeshi et al.(2007)では
 - ▶ 遠距離海洋レーダと, T/PとJason-Iの高度計データから計算した地衡流速を用いて、吹送流成分を求めた
 - ▶ さらに流速を風速の α 倍、流向を風向に対して時計回りに θ だけ回転させる風速の線形変換の形で表現した
- ▶ Yoshikawa et al.(2009)では
 - ▶ 対馬海域のHFレーダとADCPのデータを用いて、 α と θ には季節依存性があり、夏に α と θ が増加することを示した
- ▶ 目的
 - ▶ 本研究では黒潮上流域においても吹送流の季節依存性があるかを調べることを目的とする



九州大学応力研より

データ処理

- ▶ データ処理法は基本的にTokeshi et al.(2007)に準じている
- ▶ 遠距離海洋レーダ
 - ▶ 北緯27° の陸棚斜面付近まで解析範囲を広げた新規データセットを使用
 - ▶ 観測点は6.2km間隔の格子状である
 - ▶ 観測期間は2004年4月～2007年12月の3年8ヵ月で、平均からの偏差を求めた
 - ▶ 海面高度計の観測点で線形内挿を行い、軌道に直交する成分の海面流速の時間変動成分を求めた



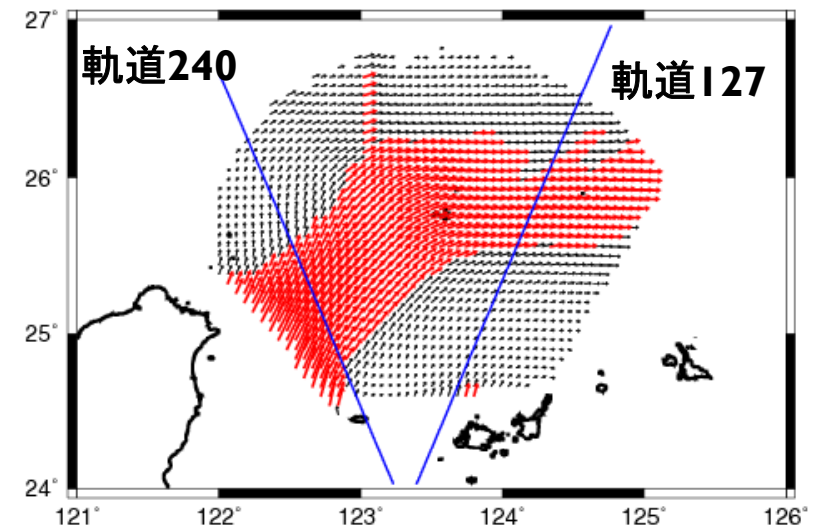
遠距離海洋レーダの3年8ヶ月間の平均流

▶ 風データ

- ▶ フランスのCersatが提供するQuikSCATのデータを使用
- ▶ 観測間隔は毎日
- ▶ 観測点は緯度・経度ともに 0.25° ずつの格子状
- ▶ 遠距離海洋レーダと同様に高度計の測点で、3年8カ月の平均からの時間偏差を求めた

▶ 海面高度計

- ▶ フランスのAVISOが提供する衛星海面高度計のJason-Iのデータ(DT updated)を使用
- ▶ 観測間隔と観測点は約10日間ごとに7km間隔
- ▶ 潮汐や気圧補正が行われている
- ▶ 調和解析により($M_2, K_1, S_2, O_1, N_2, P_1, K_2, Q_1, Mf$)の9分潮を補正した
- ▶ 表面流速は非地衡流成分を除去するために前後5点の平滑化を行い、3年8ヵ月からの偏差を利用
- ▶ 軌道127と軌道240を用いた



解析手法

遠距離海洋レーダにより
求めた流速

=

地衡流成分

+

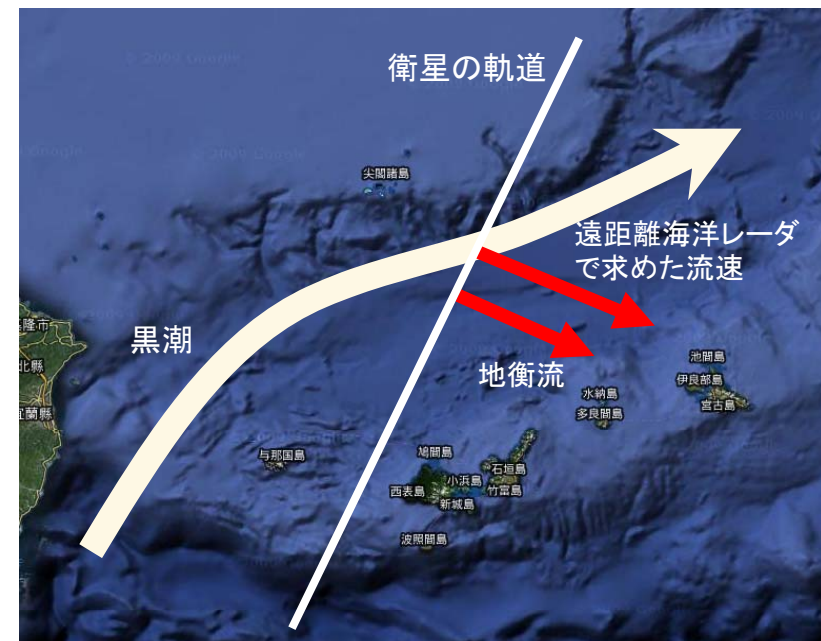
非地衡流成分

吹送流

潮流

調和解析によって除去

- ▶ 海面高度計から得られる地衡流速と遠距離海洋レーダの流速の差から、海面付近の吹送流成分の流速を求め、最小二乗法で線形変換の α と θ を求める
- ▶ 黒潮域と黒潮外部の区分は、平均流速が50cm/sec以上の場所を黒潮域と定義した



結果

- ▶ 期間による比較

- ▶ 軌道127を用いてTokeshiでの2001～2004年と、今回の2004～2007年の比較

- ▶ 軌道による比較

- ▶ 軌道127と軌道240の比較

- ▶ 海域による比較

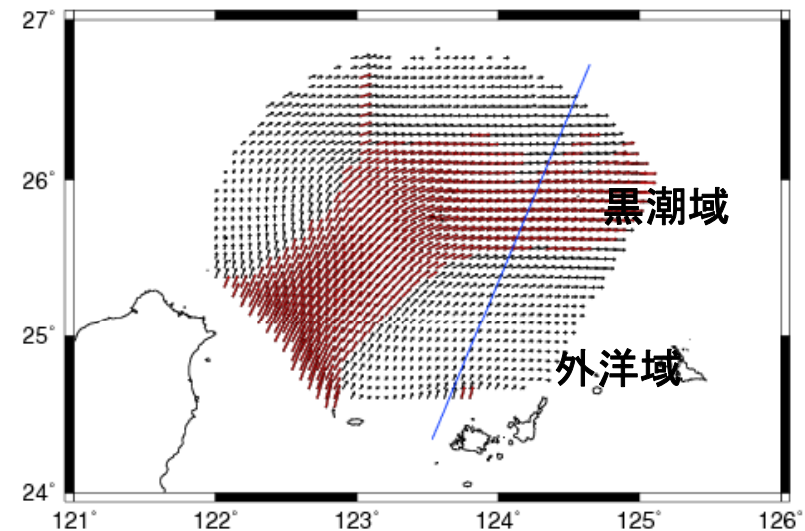
- ▶ 黒潮上流域と対馬海域の比較

結果

▶ 期間の比較

	2001～2004年		2004～2007年	
黒潮域	1.2%	48°	1.3%	44°
外洋域	1.5%	38°	1.9%	29°

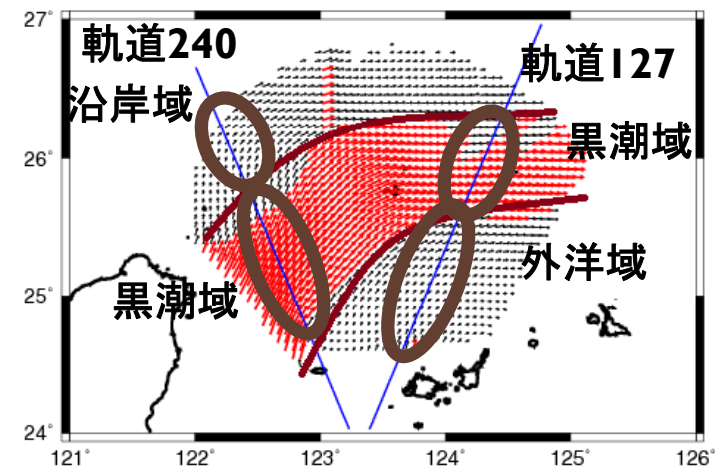
- ▶ 黒潮域と外洋域を比較すると、黒潮域の方が α が小さく θ が大きい
- ▶ Tokeshi et al.(2007)と比較しても、黒潮域の方が α が小さく θ が大きい大小関係は変わらない



▶ 軌道127と軌道240の比較

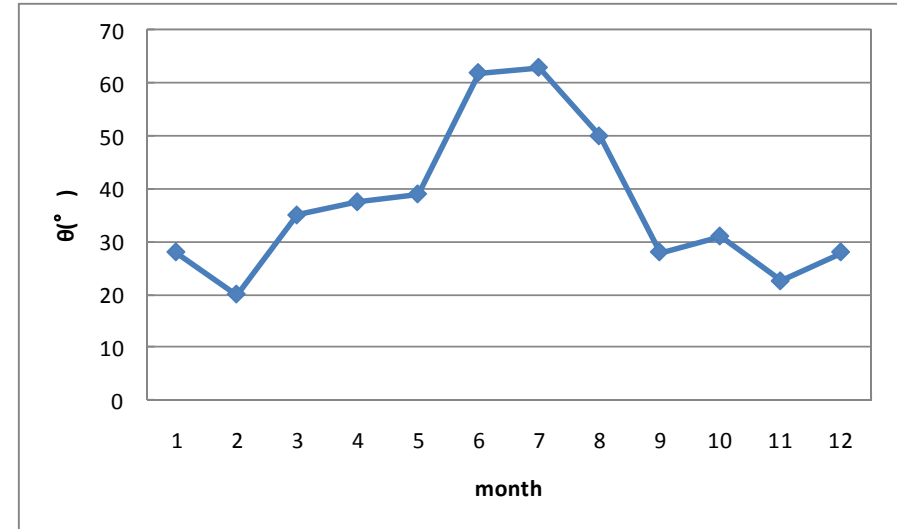
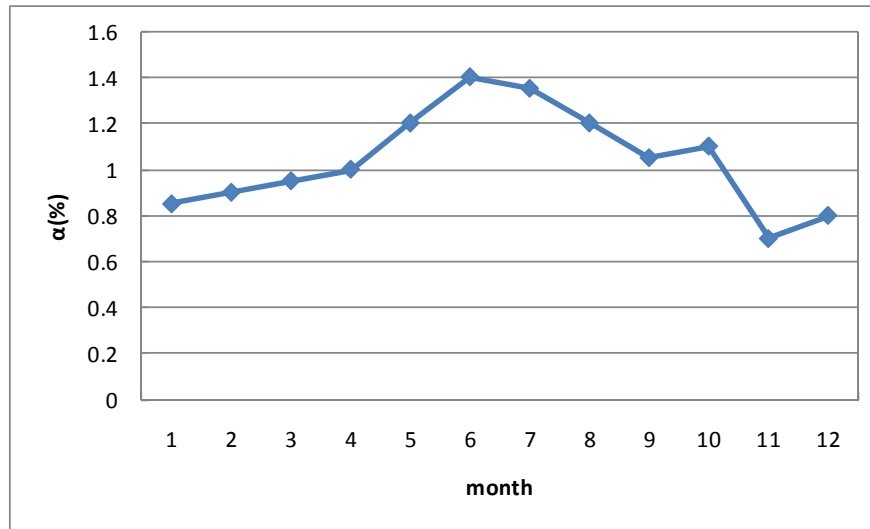
	軌道127		軌道240	
黒潮域	1.3%	44°	1.2%	45°
沿岸域			1.8%	26°
外洋域	1.9%	29°		

- ▶ 黒潮域では軌道127と軌道240の変化は少ない傾向が見られる
- ▶ 黒潮域と黒潮外部の対比は、どちらの軌道も同様の結果となる



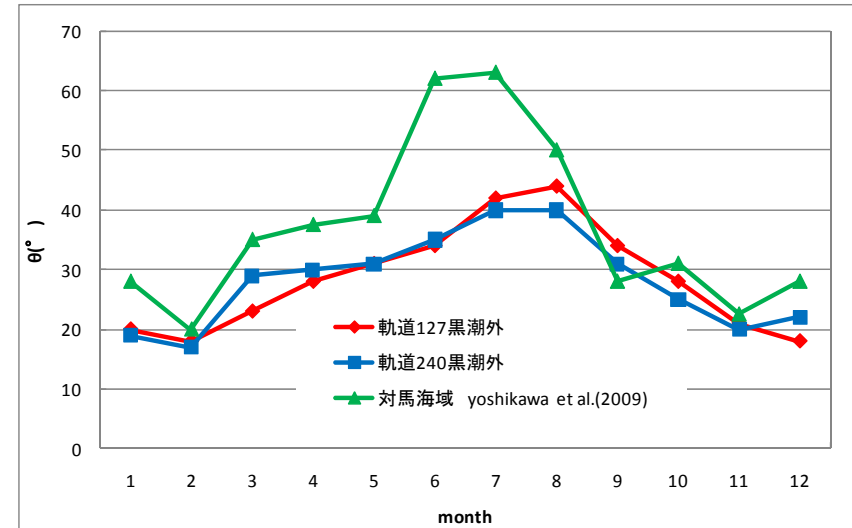
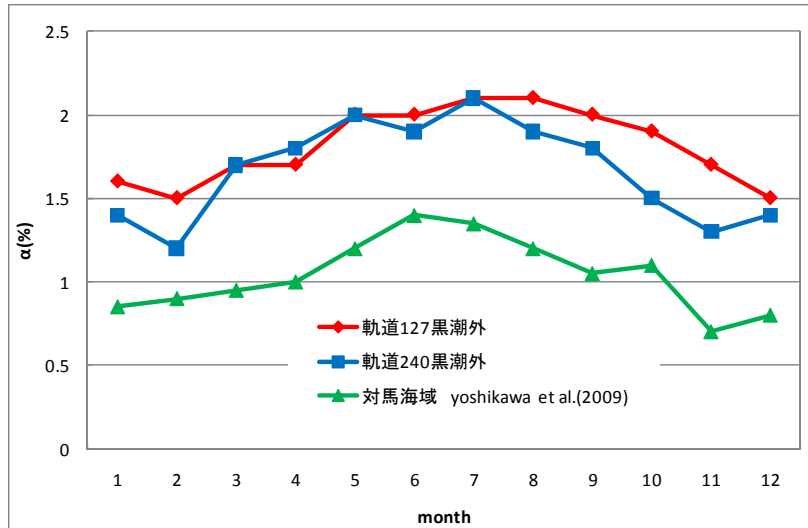
▶ 海域による比較

▶ 対馬海域では



- ▶ $\alpha \cdot \theta$ ともに冬に最小、夏に最大となる季節変動が生じる Yoshikawa et al.(2009)より
- ▶ 夏でも特に6・7月に最大値となる
- ▶ この原因は夏に成層状態が強く、冬に成層状態が弱くなり、エクマン層の厚さが変わるために季節変動が生じる
- ▶ 対馬海域でこのような季節変動が起きているため、他の海域でも同様の現象が起きるかを検証する

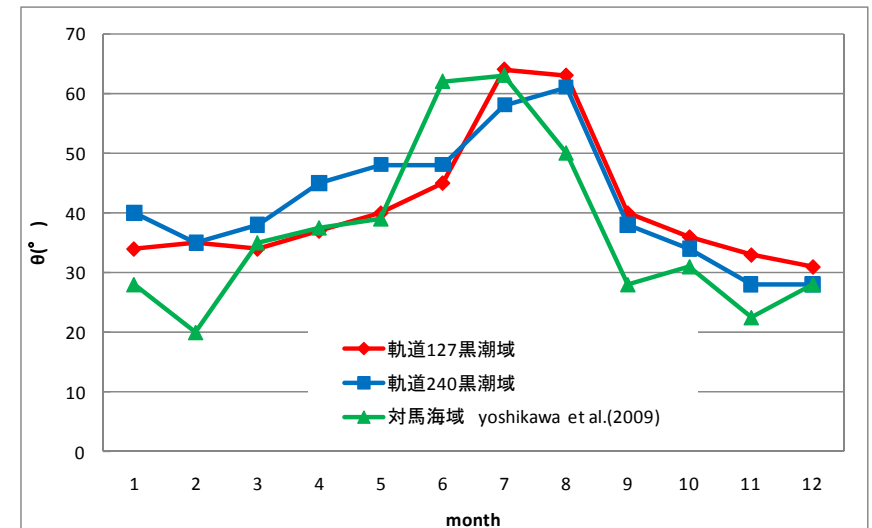
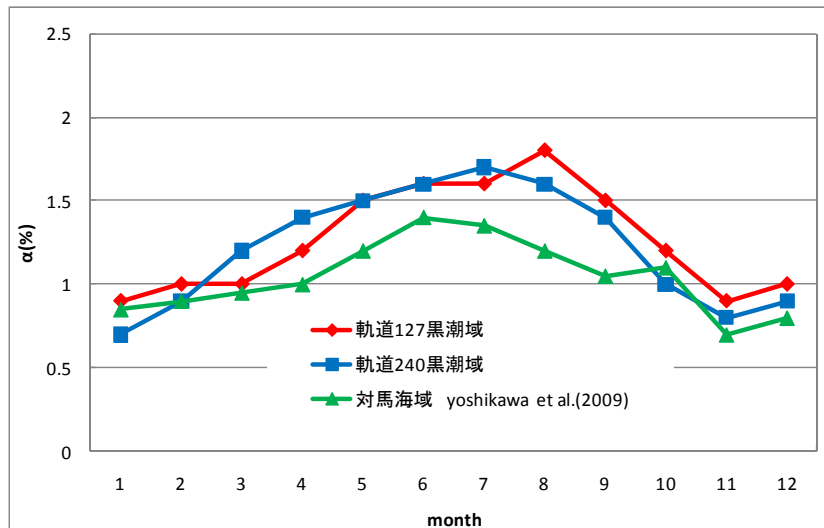
▶ 黒潮外部での α と θ



季節変動での各月のデータは、前後1カ月を含めた3カ月平均をとった

- ▶ 黒潮外部でも対馬海域でも同じく α と θ は冬季に最小となり、夏に最大となる傾向が見られる
- ▶ Yoshikawa et al.(2009)と同じような変動幅である
- ▶ 黒潮外部では、 α の絶対値が大きくなっている
 - ただし、風データや使用している海洋レーダ、対馬海域と黒潮上流域では水深が異なるため、単純に絶対値で比較することはできない

▶ 黒潮域での α と θ



- ▶ 黒潮域においても α と θ は冬季に最小となり、夏に最大となる季節変動は見られる
- ▶ しかし、黒潮域と黒潮外部では α の変動幅は変わる
 - 黒潮域では黒潮外部に比べると、一定方向の流れで流速が強く、 α を決める風応力が変わるため、 α が変わる可能性が示唆される

流れの向きで α が変わる可能性があるため...

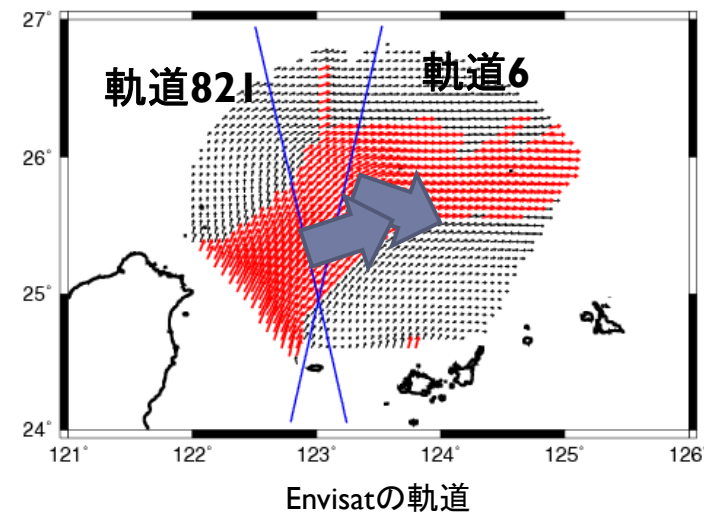
考察

▶ 黒潮の流向の影響

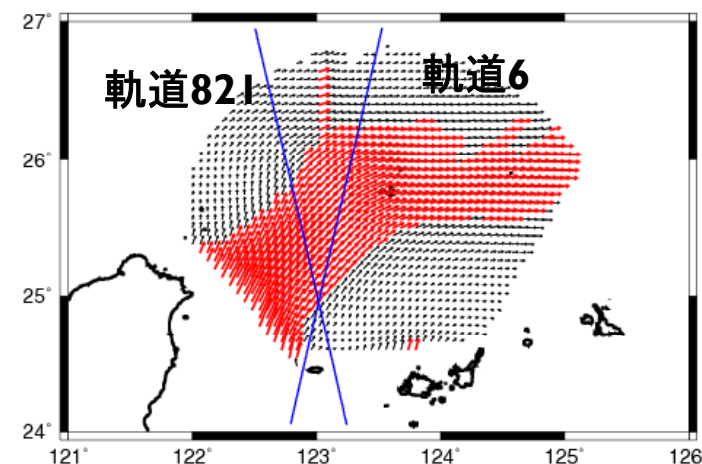
- ▶ 同じ黒潮域内でも、軌道に直交する地衡流の向きが変わることによって、 α と θ に変動を及ぼす可能性がある
- ▶ 軌道240に近いEnvisatの2本の軌道を用いて、黒潮の軌道の方角に対する α と θ の依存性を調べる

▶ データ

- ▶ 観測間隔: 約1ヵ月
- ▶ 観測点: 7km間隔
- ▶ 調和解析によって ($M_2, O_1, N_2, P_1, K_2, Q_1, Mf$) の7分潮を補正



	軌道6		軌道821	
黒潮域	1.6%	46°	1.2%	43°

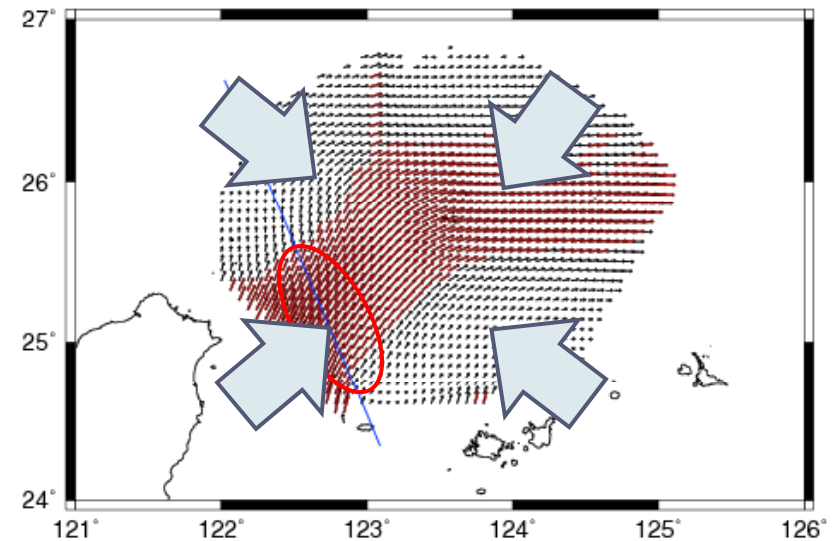


Envisatの軌道

- ▶ 軌道821（黒潮に沿う流れ）よりも軌道6（黒潮に直交する流れ）の方が、 α の値が大きくなる
- ▶ θ は海の中の状態のエクマン深度で決まるため、ほぼ同じ位置なら軌道の向きが変わっても値が変化しないからだと言われる
- ▶ 同じ海域でも地衡流の向きが変わることによって、 α の値は変化する

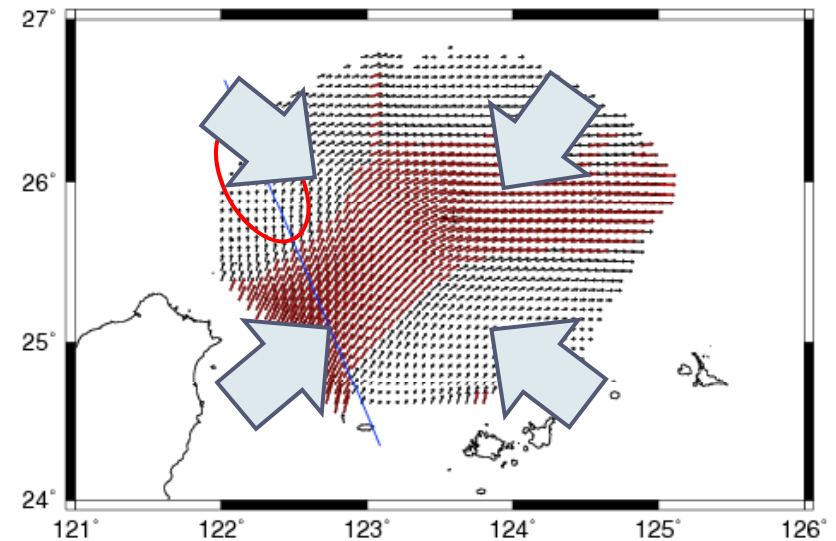
▶ 風向による影響

	黒潮域	
北東	1.5%	41°
北西	1.2%	42°
南西	1.1%	45°
南東	1.2%	44°



- ▶ 黒潮域において、北東風（黒潮に沿う風）よりも南西風（黒潮に反する風）の方が α の値は小さくなる
 - ▶ 黒潮に沿う風の方が風応力が小さくなり、その結果 α が小さくなると示唆される。また、 θ が風向によってもそれほど変化しないのは、その場での海の中の状態は変わらないからだと示唆される。

	黒潮外部	
北東	2.0%	26°
北西	1.8%	30°
南西	1.8%	31°
南東	2.0%	27°



- ▶ 黒潮域に見られたような、風向による α の変動の傾向は小さい
- ▶ 全ての風向において、黒潮域よりも黒潮外部の方が α の方が大きい傾向が見られた
- ▶ α を決める要因の一つに風向と流れの向きが関係している可能性があることが示唆される

結論

- ▶ 黒潮上流域においても、Yoshikawa et al(2009)と同じく、夏に α と θ が高くなり、冬に低くなる季節変動が見られる
- ▶ 地衡流速が黒潮に平行する流れと直交する流れでは、 α が変わる傾向が見られる
- ▶ 黒潮と風の向きによっても、 α が多少変化する傾向が見られる