

平成 21 年 5 月 22 日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18540438

研究課題名（和文）同化技術を用いた初期状態制御による黒潮大蛇行の形成・解消条件の定量的評価

研究課題名（英文）Quantitative evaluation of conditions governing formation and disappearance of the Kuroshio Large Meander using data assimilation methods

研究代表者

辻野 博之(TSUJINO HIROYUKI)

気象庁気象研究所・海洋研究部・主任研究官

研究者番号：50343893

研究成果の概要：日本南岸にみられる黒潮の大蛇行流路の形成と解消における遷移機構について、現実に2004年に発生、2005年に解消した事例を数値モデル・観測データ同化システムを用いて再現し、その遷移を引き起こす条件を定量的に評価した。形成には、その引き金となる九州東方沖の小蛇行が黒潮に沿って東進する速度が遅く、伊豆海嶺に到達するまでに不安定によって発達する時間が十分に確保されることが条件となっていた。解消には、大蛇行に比べて空間スケールの小さい擾乱が黒潮に沿って大蛇行域に到達することが重要であり、これが定常大蛇行を維持していたバランスを崩し、流路遷移が引き起こされたことが分かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	2,000,000	0	2,000,000
2007年度	900,000	0	900,000
2008年度	600,000	0	600,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	0	3,500,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：黒潮、海洋データ同化、傾圧不安定、中規模渦

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 世界有数の海水輸送量を誇る海流である黒潮は、本州南岸を東向きに流れる際、沿岸に沿う非大蛇行流路と大きく南方へ迂回する大蛇行流路の2種類の流路をとり、ともに1年から数年間の継続性をもつ。この遷移メカニズムの解明は日本の海洋学にとって長年の課題となっている。黒潮流路遷移過程の詳細な把握には、時間間隔5日、空間間隔10 km 程度の高解像度のデータが必要であるのに対し、数値モデルのみでは現実との対応

が、観測データのみでは時空間に密なデータが得られず、詳細な把握が困難であった。その一方で、衛星海面高度計などによる観測データの充実と、これらを数値モデルに取り込むデータ同化技術の確立により、黒潮流路の遷移過程を4次元的高解像度で再現することが、研究開始直前期に本研究グループの開発により可能となっていた。

(2) しかしながら、1990年代前半に観測網が充実して以来、2004年までは、現実に定常大蛇行が13年間起きていなかったため、数値

モデル・観測データ同化システムを持ってしても大蛇行の形成・解消を包括的に議論することは困難であった。そのような状況の中、研究開始直前の 2004 年に定常大蛇行形成、2005 年に解消が起き、この過程が本研究グループの所持する数値モデル・観測データ同化システムにおいて再現されたことから、黒潮の流路遷移過程の研究を行う絶好の機会が巡ってきた。

(3) その一方で、本研究グループは、研究開始前までに観測データの同化を行わない数値モデルのみの実験を進めることにより、日本南岸の黒潮流路は、①傾圧不安定の発達、②流路の形状を西へ動かす惑星波（ロスビー波）、③黒潮の東向き流速の効果の強弱バランスにより遷移することが明らかにしつつあった。なお、この内容については、本研究の一部としてまとめを行い、Tsuji et al. (2006) として公表した。

## 2. 研究の目的

(1) 2004 年 8 月に形成した黒潮の大蛇行は、観測データ同化技術が確立されて以来はじめて起きたものであり、2005 年 8 月における解消とともに、その遷移プロセスが初めて 4 次元的に高解像度で再現されることとなった。本研究はこの結果を用いることにより、観測データに基づいて再現され得る場の中でも最も現実に則した場に基づいて、黒潮の大蛇行流路の遷移を決定する渦度バランス（1- (3) を参照）を定量化することを目的とする。

(2) 具体的には、過去の研究により得られた知見を踏まえ、以下の 3 種類の感度実験を行うことにより、黒潮大蛇行の形成・解消を決定する重要な因子がその後の黒潮流路遷移に与える影響を定量的に明らかにする。①九州東方小蛇行の強度・規模が大蛇行形成に対して持つ感度。②黒潮循環系の強度が大蛇行形成に対して持つ感度。③黒潮循環系の強度・遠州灘の冷水塊の規模が大蛇行解消に対して持つ感度。

## 3. 研究の方法

(1) 現実に生じ、数値モデルへの観測データの同化により 4 次元的に再現された日本南岸における黒潮大蛇行流路の形成と解消に対し、これらの遷移が生じる数カ月前の状態を初期状態とした予測実験を行うことを基本とする。流路遷移を引き起こす上で重要な要因、特に九州東方沖に大蛇行に先駆けて生じる小蛇行や、大蛇行に伴って日本南岸に停滞する冷水塊がもつ規模や強度、背景場としての黒潮循環系の強度を同化技術を用いて制御することにより、それぞれの強度や規模が、実際に生じた流路遷移にどのような影響を及ぼしていたのかを調べる。

(2) その中で、大気モデルを用いて低気圧に対して行われているように、初期状態から、擾乱が最も発達していくモード、特異ベクトル (singular vector) を取り出し、その振幅を変更して初期値に戻し、感度を調べる。この特異ベクトルを取り出すには、数値モデルに対してその随伴 (アジョイント) モデルを作成するなど高度な作業を必要とする。

## 4. 研究成果

### (1) 九州東方沖小蛇行生成機構 (Usui et al. 2008a)

2004 年の黒潮大蛇行の引き金となった九州沖小蛇行の形成機構について、同化・予測実験結果を用いて調べた。この九州沖小蛇行は、2003 年 12 月に形成され、その様子は、2003 年 10 月 1 日初期値の予測実験において非常によく再現された。また、同化結果から、この小蛇行は、1993 年以降に発生した小蛇行で最大であったことも分かった。

小蛇行の形成過程としては、まず、黒潮再循環域を西方伝播した低気圧性渦が、トカラ海峡沖の黒潮を沖側に引き出すことにより内側域に低気圧性のアノマリが形成される。中層では、低気圧性渦は直接、黒潮内側域へと入り込み蛇行を強化した。その後、東シナ海の黒潮上を伝播してきた擾乱が、高渦位偏差をトカラ海峡を通じて九州沖に供給することにより小蛇行を強化した。また、感度実験から、再循環域からの低気圧性渦は、トカラ海峡沖の黒潮を沖に引き出し、小蛇行発生のトリガーとして機能し、東シナ海からの擾乱は、高渦位偏差を九州沖へ供給することにより、発生する小蛇行の水平スケールに影響を及ぼしていることが分かった。

さらに、東シナ海からの擾乱について、この擾乱の起源を黒潮上流域に遡って追跡した。その結果、この擾乱は、2003 年 9 月に台湾沖で、非常に強い高気圧性渦が黒潮に衝突することにより生成された黒潮前線波動であることが分かった。この高気圧性渦は、台湾東方海域を西方伝播してきたもので、同化結果によると 1993 年以降で最大の海面高度偏差を示していた。この渦が黒潮に衝突することにより、渦の北側の東向きの流れが流路を沖側に引き出し、内側域に低気圧性偏差を持つ前線波動を励起する。この前線波動は、東シナ海の陸棚斜面との間で粘性により生成された高渦位水を取り込むことにより、高渦位偏差を伴いながら下流へと伝播し、11 月末にトカラ海峡へと達していた。この前線波動は、発達した渦により生成されたことに起因して、波長が約 400km と通常観測される波動のスケールに比べて非常に大きなスケールを有していることが分かった。このことは、より多くの高渦位水をトカラ海峡へと輸送し、その後の発達した小蛇行の形成に重要な

役割を果たしたと考えられる。

## (2) 大蛇行生成機構 (Usui et al. 2008b)

2004年の黒潮大蛇行の形成過程について、九州沖小蛇行が大蛇行流路に発展する過程について調べた。また、感度実験を行い、大蛇行形成における黒潮再循環域の高気圧性渦と九州沖小蛇行の役割について明らかにし、さらに、定常大蛇行の形成条件を定量化した。

2003年12月に発生した九州沖小蛇行は、その後2004年の春まで九州沖に停滞していた。予測結果を用いた渦度解析から、移流と九州沖の大陸斜面上の海底圧力トルクがバランスすることにより停滞していたことが分かった。さらに、この小蛇行の約1年前に発生した小蛇行との比較から、2004年の事例では、黒潮再循環域を西方伝播してきた水温負偏差の影響により中層の黒潮が大きく蛇行し、下流向きの移流効果が低減することにより上述の渦度バランスが成立し、その結果、蛇行が停滞したことが分かった。また、この水温負偏差は、北太平洋中央部において風応力場の変動に対する傾圧応答として形成され、それが西方伝播して2004年に九州沖に達したことが示唆された。

その後、小蛇行は、その南に位置していた高気圧性渦が再循環域を西方伝播してきた別の高気圧性渦を取り込み、強化されることをきっかけに東進を開始する。その際、下層では上層の黒潮を跨ぐようにして高気圧性渦が生成される。この上下層の渦は強め合いながら東進し、下層の渦が上層の黒潮を沖に引き出すことにより大蛇行流路へと発展した。予測結果を用いたエネルギー解析によると、渦位置エネルギーから渦運動エネルギーにエネルギーが遷移しており、蛇行路の発達に傾圧不安定が本質的な役割を担っていることが示された。

さらに、感度実験から、九州沖小蛇行と蛇行東進のトリガーとなった高気圧性渦の大蛇行形成における役割が明らかになった(図1)。それによると、小蛇行の強度は蛇行の東進速度に強く影響を及ぼし、高気圧性渦は黒潮と相互作用することにより傾圧不安定のトリガーとなり、その後の蛇行の振幅に影響を及ぼす。また、この2つの要素は、定常大蛇行の形成においても重要であることが分かった。すなわち、小蛇行の東進速度が十分遅いこと(3.4 cm/s以下)と、傾圧不安定により十分蛇行の振幅が発達すること(最南下緯度が30.4°N以南)が定常大蛇行の形成条件と見なせることが分かった。1993年以降の主要な蛇行事例について、小蛇行の東進速度と蛇行の振幅を見積もると、2004年の大蛇行以外は、この条件を満たさなかった。また、観測事実として報告されている過去の大蛇

行事例は、小蛇行の東進速度と蛇行の振幅ともに2004年の事例と類似点が見られ、本研究で示した定常大蛇行の条件の一般性が確認された。

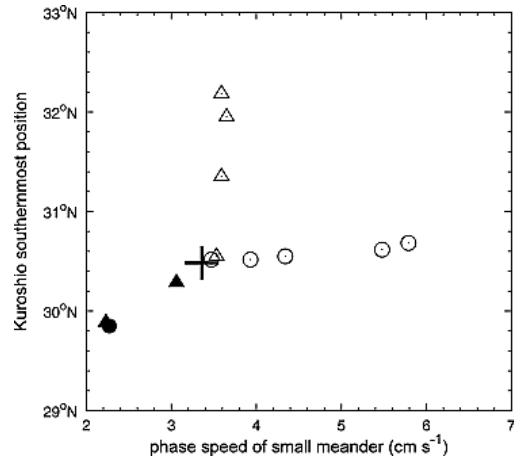


図1. 小蛇行の伝播速度(横軸)と黒潮流路の南下緯度(縦軸)の散布図(Usui et al. 2008bより抜粋)。(+)は数値モデル・データ同化システムに再現された2004年の黒潮大蛇行。(○)黒潮の沿岸側の低気圧性渦の強度を弱めた実験、(●)低気圧性渦の強度を強めた実験。(△)黒潮の沖合側の高気圧性渦を弱めた実験、(▲)高気圧性渦を強めた実験。黒塗りの印のケースでは2005年の1月になっても大蛇行が継続した。

## (3) 大蛇行の解消機構(碓氷他 2008)

2005年8月に生じた黒潮の大蛇行流路から非大蛇行流路への遷移機構について調べた。まず、同化実験及び予測実験を行い、この大蛇行の解消過程が再現されている事を確認した。

同化結果から、実際に蛇行が解消したと考えられていた2005年8月よりも半年程度前の2月頃に伊豆海嶺付近で顕著な流路遷移が起こっており、これが後の大蛇行の解消に寄与していることが分かった。また、この流路遷移には、上流から黒潮上を伝播してきた小規模な擾乱が寄与していることが示唆された。

次に、予測実験結果を用いて流路遷移前後での渦度バランス調べた。大蛇行流路が安定して存在していた期間は、黒潮による東向きの移流効果と蛇行の形状を西へ動かす惑星ベータ効果がバランスしており、加えて、伊豆海嶺付近では海底地形の効果も流路の安定化に寄与していた。上記の黒潮上を伝播してきた擾乱は、蛇行に比べて空間スケールが小さいため、移流項に大きなシグナルとして現れた。この移流項のシグナルにより、それまでの力学バランスが崩れ、流路遷移が引き起こされたことが分かった。

この2005年2月頃の伊豆海嶺付近における流路遷移に伴い、日本南岸において顕著な

水位低下がもたらされたことが沿岸潮位データから明らかになった。また、この水位低下は、同化実験結果においても良好に再現されていた。同化結果から、この水位低下は、伊豆海嶺における流路遷移により生じた沿岸補足波によりもたらされたことが示唆された。

(1)-(3)項に示した成果は、日本の海洋学にとって長年未解決の問題であった、黒潮の流路変動機構の解明に対し、局所的な力学問題として捉えた場合の回答を与えたものと考えられる。今後は(5)、(6)項に記す、黒潮再循環系の状態との関連を調べることで、より、時空間的に大スケールの問題として捉えた場合の回答を与えられるように発展させることができるのではないかと考えられる。

#### (4) 発達モード(特異ベクトル)の抽出(Fujii et al. 2008)

特異値分解解析を用いて、数値モデルを用いた黒潮大蛇行の形成過程のシミュレーション結果を背景場として、大蛇行の発生する2ヶ月程度前の背景場にどのような擾乱を加えると、発生する大蛇行流路が最も大きく影響を受けるかについて調べた。解析では、数値モデルの他、その接線形モデルとアジョイントモデルを利用し、特異値、及び、特異ベクトルはLanczos法で求めた。また、初期の擾乱を10日間かけて徐々に加える、最終的な大蛇行流路を10日平均場で評価するなど、高周波の変動を取り除き、大蛇行の形成と同程度の時間変動を取り出すための独自の工夫を行った。その結果、背景場の黒潮大蛇行流路をやや西側へ移動させ、より南へと大きく蛇行させるような擾乱が第1特異ベクトルとして抽出された。この擾乱の接線形モデルでの時間発展をみると、最初は、九州南東沖における1000m以浅の高気圧性の偏差として見られ、その後、傾圧不安定擾乱の特徴を持ちながら成長し、最終的には特に大蛇行流路の南西側に大きな偏差として表れた。また、この擾乱を背景場に加えて、もとのモデルによる時間発展を見ると次のようになった(図2)。まず、擾乱が加えられることにより、東から移動し九州南東沖の黒潮付近に到達した高気圧性渦が強化され、その結果、その上流側の黒潮を横切る流れにより、沿岸側の冷水が沖合へと移流され、そこで下降流が強化された。そして、下層では渦管の収縮により背景場で見られた高気圧性渦の発達が促進された。この高気圧性渦は、背景場において、約1ヶ月後に四国・紀伊半島南岸の小蛇行との相互作用により傾圧不安定を起こし、その結果、小蛇行は大蛇行へと発達するが、擾乱を加えた場合、下層の高気圧性渦がより発達するため、傾圧不安定による小蛇行の発達もより速くなり、その結果、よ

り大蛇行流路が南下する結果となる。逆に、背景場から擾乱を差し引いた場合、上記に示す下層の高気圧性渦の発達はあま見られなくなり、その結果、小蛇行の発達が遅くなり、十分発達する前に、伊豆諸島を東へと通過してしまい、大蛇行流路は形成されない。このように九州南東の黒潮に接近する高気圧性渦の状態により、後の黒潮大蛇行流路の発達の程度が大きな影響を受けることが明らかとなった。さらに、モデルのシミュレーション結果について長期平均をとり、上記の大蛇行の形成時期のおよそ2ヶ月前について偏差を取り、その分布と特異ベクトルとして取り出された擾乱を比較すると、九州南東沖の高気圧偏差やその北側の下降流等について共通点が見られた。このことから、九州南東沖の高気圧性の擾乱が、大蛇行発生そのものの起因の一つであり、背景場にこの擾乱を加えたときの時間発展の様子が、黒潮大蛇行の形成のメカニズムをよく反映していることが、予想される。特に、本解析から、大蛇行の形成には、下層の高気圧性渦の発達と傾圧不安定が重要な役割を果たしていることが示唆され、このことはTsuji et al. (2006)の研究結果を支持する。また、下層の高気圧性渦の発達に対する九州南東の上層の高気圧性渦の重要性については、Usui et al. (2008b)の感度解析の結果と整合している。

この実験は、大気モデルを用いて低気圧に対して行われている手法の黒潮への世界初の適用例であり、海外で行われたワークショップにおける講演で紹介されるなど、大きな注目を浴びている。

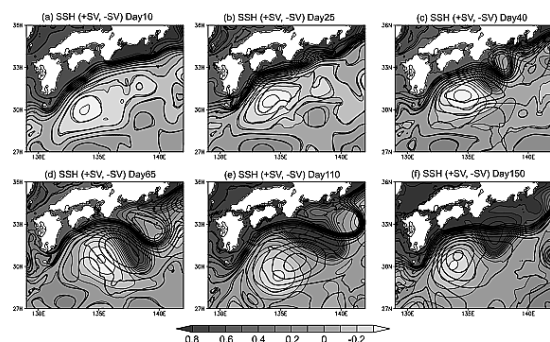


図2. 発達モード(特異ベクトル)を加えた場合(陰影)と引き去った場合(等値線)の海面高度(流線)の時間発展(Fujii et al. 2008より抜粋)。(a)10日目、(b)25日目、(c)40日目、(d)65日目、(e)110日目、(f)150日目。発達モードを加えると黒潮流路の南下は維持されるが、引き去った場合は東方へ流れ去る。

#### (5) 背景場としての黒潮再循環系の形成機構(Nakano et al. 2008)

黒潮流路遷移の背景場となる、黒潮再循環系(これはその北側に形成している反対回りの循環と一体の系をなしているため以降、黒

潮システムと呼ぶことにする)の状況に関しては、その形成要因自体もよく理解されておらず、初期状態の制御をする以前に平均状態の形成とその変動機構をまず把握することが必要との認識に立ち、その解明を行った。

現実的な数値モデルと一連の理想化された実験の結果を解析することで、黒潮システムのメカニズムを調べた。現実の設定では黒潮システムは海洋大循環モデルの水平解像度が低解像度の1/2度から高解像度の1/10度に増加すると再現することができた。これらの二つの解像度モデルの結果の差をとると、低気圧性および高気圧性のペアの“相対”再循環が黒潮統流のジェットの前と後に現れた。似たような東向ジェットと再循環は、海岸線が矩形で海底地形が平らな理想的な海洋でも、水平解像度が1/6度程度になると得ることができた。北側の再循環は西岸の粘性境界層からの正のポテンシャル渦度の注入によってつくられ、境界での粘着条件の重要性を示唆する。スベルドラップの内部循環にはそのような高いポテンシャル渦度を持つ流線は存在しないので、北側の再循環流の流れは内部領域に接続する前にその高いポテンシャル渦度を失わなければならない。黒潮システムが存在しないセットアップステージにおいては、西岸境界流からの正のポテンシャル渦度の供給は西岸境界流の不安定によって作られた渦によってなされる。この正のポテンシャル渦度は北側に再循環を作り、これがさらに西岸境界流の離岸および東向ジェットの形成を促す。南側の再循環は古典的なラインズヤング機構によって、負のポテンシャル渦度が西岸境界流の慣性境界流を通して北側に運ばれることで作られる。ここでは、閉じた流線が形成され、その内部のポテンシャル渦度はゆっくりと一様化される。南側の再循環の南側の西向流は西岸境界流の慣性境界流を安定化させ、そこにおける西岸境界流の離岸を抑制する。この南側の再循環の安定性の議論から、黒潮統流の、スベルドラップ循環における相対位置について、以下のような仮説を提唱する。平衡状態では南側の再循環はスベルドラップ循環の中心のちょうど北側に位置し、東向ジェットまたは黒潮統流はその南側の再循環の北辺に形成される。この仮説は一連の理想化地形における感度実験の結果と矛盾せず、また現実の黒潮やメキシコ湾流においても成立する。

この成果は黒潮の離岸と再循環の形成について新たな見方を提示したものであり、国内外を問わず高い評価を受けている。

#### (6) 黒潮循環系の変動機構 (Nakano and Ishikawa 2009)

風応力の数十年変動に対する黒潮統流の南北移動を高解像度海洋大循環モデルによ

るハインドキャスト実験と一連の理想化された実験を用いて調べた。ハインドキャスト実験による黒潮統流の南北移動は過去の実験や観測と整合的であった。一連の理想化された実験を用いた結果、黒潮統流の南北移動を引き起こすメカニズムとして以下のものを提唱する。亜熱帯循環の北側においては傾圧ロスビー波の信号は東向きの黒潮統流にブロックされるために直接黒潮親潮混合域に入ることができない。負の(正の)海面高度偏差が東から伝わると、再循環域とその外部の温度躍層の深さの差が大きくなり(小さくなり)、境界付近での傾圧不安定が強まる(弱まる)。強まった(弱まった)不安定は、不安定を解消するために再循環の温度躍層を浅くする(深くする)ように働く。温度躍層の深さは上層の厚さを変えるが、この変動に呼応して、再循環域はその上層のポテンシャル渦度を保存するように南に(北に)動き、それにもない黒潮統流を南に(北に)移動させる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- ① Hideyuki Nakano, Ichiro Ishikawa, Meridional shift of the Kuroshio Extension induced by response of recirculation gyre to decadal wind variations, Deep-Sea Research II, 印刷中, (2009), 査読有
- ② Norihisa Usui, Hiroyuki Tsujino, Hideyuki Nakano, Yosuke Fujii, Formation process of the Kuroshio large meander in 2004, J. Geophys. Res., 113, C08047, doi:10.1029/2007JC004675, (2008b), 査読有
- ③ Hideyuki Nakano, Hiroyuki Tsujino, Ryo Furue, The Kuroshio Current System as a jet and twin ‘‘relative’’ recirculation gyres embedded in the Sverdrup circulation, Dynamics of Atmospheres and Oceans, 45, 135-164, doi:10.1016/j.dynatmoce.2007.09.002, (2008), 査読有
- ④ Yosuke Fujii, Hiroyuki Tsujino, Norihisa Usui, Hideyuki Nakano, Masafumi Kamachi, Application of singular vector analysis to the Kuroshio large meander, J. Geophys. Res., 113(C07026), doi:10.1029/2007JC004476, (2008), 査読有
- ⑤ Norihisa Usui, Hiroyuki Tsujino, Yosuke Fujii, Shiro Ishizaki, Masafumi Kamachi, Generation of a trigger meander for the

2004 Kuroshio large meander, Journal of Geophysical Research, 113(C01012), doi:10.1029/2007JC004266, (2008a), 査読有

- ⑥ Norihisa Usui, Hiroyuki Tsujino, Yosuke Fujii, Masafumi Kamachi, Short-range prediction experiments of the Kuroshio path variabilities south of Japan, Ocean Dynamics, 56, 607-623, (2006) 査読有
- ⑦ Hiroyuki Tsujino, Norihisa Usui, Hideyuki Nakano, Dynamics of Kuroshio path variations in a high-resolution general circulation model, Journal of Geophysical Research, 111(C11001), doi:10.1029 / 2005JC003118, (2006), 査読有

[学会発表] (計13件)

- ① Hideyuki Nakano, Hiroyuki Tsujino, Ryo Furue, Problem of Western Boundary Current Separation, 2008 AGU Fall Meeting, 2008年12月17日、米国、サンフランシスコ
- ② Norihisa Usui, Shiro Ishizaki, Yosuke Fujii, Hiroyuki Tsujino, Masafumi Kamachi, Reproducibility of currents and water massed in the North Pacific Subarctic Region in MOVE/MRI.COM, GODAE Final Symposium, 2008年11月14日、フランス、アクトポリス会議場
- ③ 碓氷典久, 辻野博之, 中野英之, 藤井陽介, 蒲地政文, 2004年黒潮大蛇行の消滅過程, 2008年度日本海洋学会秋季大会, 2008年9月27日、広島国際大学呉キャンパス
- ④ 碓氷典久, 辻野博之, 中野英之, 藤井陽介, 蒲地政文, 黒潮定常大蛇行の形成条件 - 2004年大蛇行事例による感度実験 -, 2008年度日本海洋学会春季大会, 2008年3月27日、東京海洋大学
- ⑤ 碓氷典久, 辻野博之, 藤井陽介, 蒲地政文, 2004年黒潮大蛇行の形成過程 (II), 2007年度日本海洋学会秋季大会, 2007年9月27日、琉球大学工学部
- ⑥ 藤井陽介, 辻野博之, 碓氷典久, 中野英之, 蒲地政文, 気象庁新海洋解析システム (VIII) -特異値分解を用いた黒潮大蛇行の形成に関する解析-, 2008年度日本海洋学会春季大会, 2008年3月27日、東京海洋大学
- ⑦ 中野英之, 石川一郎, 十年規模の風応力変動による黒潮続流の南北移動, 2007年度日本海洋学会秋季大会, 2007年9月28日、琉球大学工学部
- ⑧ Norihisa Usui, Hiroyuki Tsujino, Yosuke Fujii, Masahumi Kamachi, Formation process of the Kuroshio large meander

using a regional assimilation system MOVE/MRI.COM-WNP, 2008 Ocean Sciences Meeting, 2008年3月5日、米国オーランド市

- ⑨ Norihisa Usui, Hiroyuki Tsujino, Yosuke Fujii, Masahumi Kamachi, Roles of frontal wave in the East China Sea on the Kuroshio path variation, 2007 GODAE Coastal Workshop "Assessing the value of GODAE products in coastal and shelf seas", 平成19年10月10日、英国、リバプール
- ⑩ Yosuke Fujii, Hiroyuki Tsujino, Norihisa Usui, Shiro Ishizaki, Hideyuki Nakano, Masafumi Kamachi, OSSE-OSE activities with Multivariate Ocean Variational Estimation (MOVE) System. I: Application of singular vector analysis to the Kuroshio large meander, 2007 OOPC- GODAE OSSE-OSE meeting, 平成19年11月5日、フランス、パリ
- ⑪ 藤井陽介, 辻野博之, 碓氷典久, 中野英之, 蒲地政文, 特異ベクトル抽出による黒潮大蛇行形成の初期状態依存性解析 I: 特異ベクトルの抽出, 2006年度日本海洋学会秋季大会, 2006年9月、名古屋大学
- ⑫ 碓氷典久, 辻野博之, 藤井陽介, 蒲地政文, 2004年黒潮大蛇行の形成過程 -九州沖小蛇行の形成メカニズム-, 2006年度日本海洋学会秋季大会, 2006年9月、名古屋大学
- ⑬ Norihisa Usui, Hiroyuki Tsujino, Yosuke Fujii, Masahumi Kamachi, Formation process of the Kuroshio Meander southeast of Kyushu in 2003 fall, 2006 Western Pacific Geophysics Meeting, 2006年7月、中国、北京

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

辻野 博之 (TSUJINO HIROYUKI)  
気象研究所・海洋研究部・主任研究官  
研究者番号：50343893

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

碓氷 典久 (USUI NORIHISA)  
気象研究所・海洋研究部・研究官  
研究者番号：50370333

中野 英之 (NAKANO HIDEYUKI)  
気象研究所・海洋研究部・主任研究官  
研究者番号：60370334

藤井 陽介 (FUJII YOSUKE)  
気象研究所・海洋研究部・研究官  
研究者番号：60343894