

学術研究船白鳳丸共同利用研究計画申込書
(平成 31・32・33 年度)

平成 29 年 10 月 20 日

研究船共同利用運営委員会 委員長 殿

学術研究船白鳳丸を利用して下記のとおり研究したいので申し込みます。

研究代表者	ふり がな 氏 名 年齢	さいとう ひろあき 齊藤 宏明 印	所属機関 の連絡先	
	所属機関 職名	東京大学大気海洋研究所 教授		
研究課題	黒潮域における栄養塩供給のホットスポット： 黒潮パラドックスの解明			
研 究 代 表 者 ・ 分 担 者	氏 名	所属機関・職名	役割分担	計 画 概 要
	齊藤 宏明	東京大学大海研・教授	研究総括	1. 必要観測日数： 27 日間 2. 観測希望時期： (順位) 1. 31 年 4-8 月 2. 32 年 4-8 月 3. 33 年 4-8 月 3. 観測海域： 西部北太平洋 4. 乗船研究者数 (見込)： 35 名 5. MSR 申請必要性の有無 有 “有”の場合該当国: フィリピン
	安田 一郎	東京大学大海研・教授	海洋物理・乱流混合	
	福田 秀樹	東京大学大海研・准教授	生元素動態・粒状有機物	
	西部 裕一郎	東京大学大海研・准教授	生物海洋・動物プランクトン	
	小松 幸生	東京大学大海研・准教授	海洋物理・等密度面混合	
	伊藤 幸彦	東京大学大海研・准教授	海洋物理・微細構造	
	高木 悠花	東京大学大海研・特別研究員	生物海洋・光共生	
	李 根淙	東京大学大海研・特任研究員	海洋物理・グライダー	
	高橋 一生	東京大学農学生命・准教授	生物海洋・VPR	
	長井 健容	東京海洋大学・助教	海洋物理・微細構造・乱流	
	鈴木 光次	北海道大学環境科学院・教授	生物海洋・植物プランクトン	
	平田 貴文	北海道大学環境科学院・准教授	衛星海洋学・海色	
	梅澤 有	東京農工大学・准教授	生元素動態・同位体	
	橋濱 史典	東京海洋大学・助教	生元素動態・栄養塩	
	長谷川 徹	水研機構西水研・主幹研究員	生物海洋・植物プランクトン	
	佐々千 由紀	水研機構西水研・主任研究員	水産学・マイクロネクトン	
	高橋 素光	水研機構西水研・主任研究員	水産学・仔稚魚生態	
	日高 清隆	水研機構中央水研・主任研究員	生物海洋・ゼラチンプランクトン	
	廣江 豊	水研機構中央水研・主任研究員	海洋物理・等密度面混合	
岡崎 雄二	水研機構東北水研・主任研究員	水産学・仔稚魚生態		
小針 統	鹿児島大学・准教授	生物海洋・動物プランクトン		
岩本 洋子	広島大学・助教	大気化学・ダストフラックス		
他 大学院生 10 名				
*受付年月日		*採 否		*整 理 番 号

*印欄は記入しないでください。

研究目的・内容

【背景】

黒潮がもたらす“海の恵み”は、日本の文化形成に大きな影響を与えた。魏志倭人伝や日本風土記に記された風俗や、黒潮洗う紀伊半島に鎮座する伊勢神宮で 1500 年以上欠かすことなく海産物が供えられてきたことは、日本人と海の恵みの強い関係を示している。海産物を多様に利用する和食は、日本文化を代表するものとして世界に広く知られている。

黒潮域は様々な魚類の産卵場・生育場であり、これら黒潮域を利用する魚類は日本の採捕漁業漁獲量の 54%を占めている。しかしながら、黒潮の名からも明らかなように、黒潮水は貧栄養で植物プランクトンが少ないことを特徴とする。貧栄養にもかかわらず高い漁業生産が達成されるのは何故か？研究代表者はこれを**“黒潮のパラドックス”**と名付け、その解明を目指した研究者らと共に文科省“黒潮生態系”プロジェクトにおいて研究を続けてきた。

現在までの研究成果で特に重要な点は、黒潮域の栄養塩供給は一様ではなく、海底地形や地理的条件によって異なる海洋物理現象に応答した様々なメカニズムにより駆動されていることである。特に、**1)北赤道海流北縁部、2)トカラ海峡通過時、3)本州南岸、4)黒潮続流第一の峰**では、強い海洋物理現象が生じ、特有の栄養塩供給機構が生態系構造や生物生産を制御していることが示唆されている。また、供給された栄養塩は速やかにナノ植物プランクトンを主体とした植物プランクトンに利用されたのち、異なる摂餌生態を持つ動物プランクトンを通じて魚類に転送されると推定されている。しかし、各海域の栄養塩供給機構および食物網の構造と生産機構については未だ不明な点が多い。これら**栄養塩供給のホットスポット**における生物生産機構を把握するためには、**多数の研究者が乗船できる白鳳丸**を用い、海洋物理から魚類生産までを網羅する**学際的アプローチによる統合的な観測研究**が必要である。

【研究目的】

上記 4 つの海域にて以下 4 つの目的を設定した観測研究を行う。

- (1) **地形・地理的条件による流動構造の変化とその栄養塩供給に果たす役割の把握**
- (2) **海域に特徴的な栄養塩供給機構が動・植物プランクトンの組成と食物網構造および生産に与える影響の把握**
- (3) **魚類仔稚魚・マイクロネクトンの摂餌生態と食物網における転送機構の把握**
- (4) **海洋物理現象による“海の恵み”の生産機構の理解**

これら観測研究成果を、リモートセンシングと数値モデル研究と合わせて解析し、“黒潮のパラドックス”を解き明かす。

【内容】

上記の 4 海域において流軸を横切る観測線を設けて学際的統合観測を行い、各海域に特徴的な物理現象が生態系構造や生物生産に与える影響を明らかにする。流動構造の詳細な把握のために、CTD+LADCP に加え、曳航式 CTD、乱流計、水中グライダーによる観測を行う。長光路分光分析手法によるナノモルレベル栄養塩と溶存態・粒状態生元素分析手法を活用し、物理観測による混合過程解析と合わせて、貧栄養海域である黒潮生態系の生元素動態を高精度に把握する。環境 DNA 解析により生態系構成種の網羅的な把握を行い、ネットで採集したプランクトンや魚類の消化管内容物の遺伝子解析により被食―捕食関係を明らかにする。また、耳石成長輪解析により、魚類の成長過程を明らかにする。

【重要性】

本観測研究により、**黒潮流路上の地形・地理的条件によって生じる、強く特徴的な海洋物理現象による栄養塩供給機構と、生物に取り込まれた生元素の食物網を通じた転送過程が明らかになり、黒潮のパラドックスが解明される。**これは、海洋科学において世界をリードする研究成果となる。また、メキシコ湾流等西岸境界流との比較により、西部北太平洋の生態系の特徴が明らかになる。環境と生態系構造の関係把握は、古環境復元のためのプロキシの検証にも重要な知見を与える。黒潮域は、日本の重要な水産資源であるクロマグロ、カツオ、マアジ、マイワシ、マサバ、ウナギ等回遊性魚類の多くが産卵場や成育場として利用する、水産資源変動の鍵となる海域である。本観測研究成果は、黒潮生態系全体の生産力を持続的かつ効果的に利用する手法の検討に大きく貢献し、生態系に基づく漁業管理策定の科学的基盤を構築する。本研究により、黒潮の恵みである海産物がどのように生産されるのかを明らかにすることは、日本文化の成り立ちのより深い理解にもつながるであろう。

白鳳丸

所属機関名

東京大学

研究代表者氏名

齊藤 宏明

研究計画

【観測域・測線】

流れに直行する観測線を、北赤道海流北縁域 (2 線)、トカラ海峡 (東シナ海側、海峡部、太平洋側に 1 線づつ)、遠州灘 (1 線)、黒潮続流第一の峰と谷 (2 線) のそれぞれに設けて実施する。流軸位置は年によりその位置が大きく変化するため実際の観測位置は変わる可能性がある。過去の研究との比較のため、遠州灘沖の観測線は、水研機構の O-line に沿って行い、またトカラ海峡の 2 つの観測線は過去の淡青丸 (KT-12-31 鈴木)、新青丸 (KS-15-5 安田) による調査点に合わせた。

【観測内容】

全観測点において次の観測を行う

- 1) CTD-CMS+LADCP+SUNA(硝酸塩計) (1500m または海底近くまで)。測定項目： 水温・塩分、流速、ナノモルレベル+マイクロモルレベル栄養塩、硝酸塩 (SUNA による連続観測)、溶存酸素、粒状炭素・窒素・リン・ケイ素、溶存有機物、炭素・窒素同位体、環境 DNA、動植物プランクトン電子顕微鏡・明視野顕微鏡・蛍光顕微鏡用試料、マイクロ動物プランクトン、微生物数・活性、光合成色素組成、FCM) (1.5 h x 67 = 100.5 h)
- 2) 水中光観測 (水中分光光度計・輝度計、昼間のみ実施) (0.5h x 30 = 15 h)
- 3) 乱流計(1.2h x 67 = 80.4 h)
各点または 1 点おきに以下の観測を行う
- 4) 動物プランクトン、魚類仔稚魚、マイクロネクトン採集 (VMPS、MOHT、NORPAC ネット)。採集された動物プランクトンの一部を用いた生産・摂餌速度測定のための培養実験を行う。(3 h x 45 = 135 h)
- 5) VPR(ビデオプランクトンレコーダー) およびホログラフィー画像解析システムにより、ゼラチナスプランクトンや粒状有機物およびそれらを捕食するポエキオストロ目カイアシ類の分布と生態を明らかにするための観測を、各観測線で 3 回行う (2 h x 3 x 8 = 48 h)
- 6) 各海域において水中グライダーの設置 (0.5 h)・回収 (9 h、回収場所への航走を推定) を行い、海洋物理環境の高解像度観測を行う。38 h
- 7) 航海中はエアロゾル観測、船舶 ADCP 観測および表層モニタリングシステムによる表層環境のモニタリングを行う。

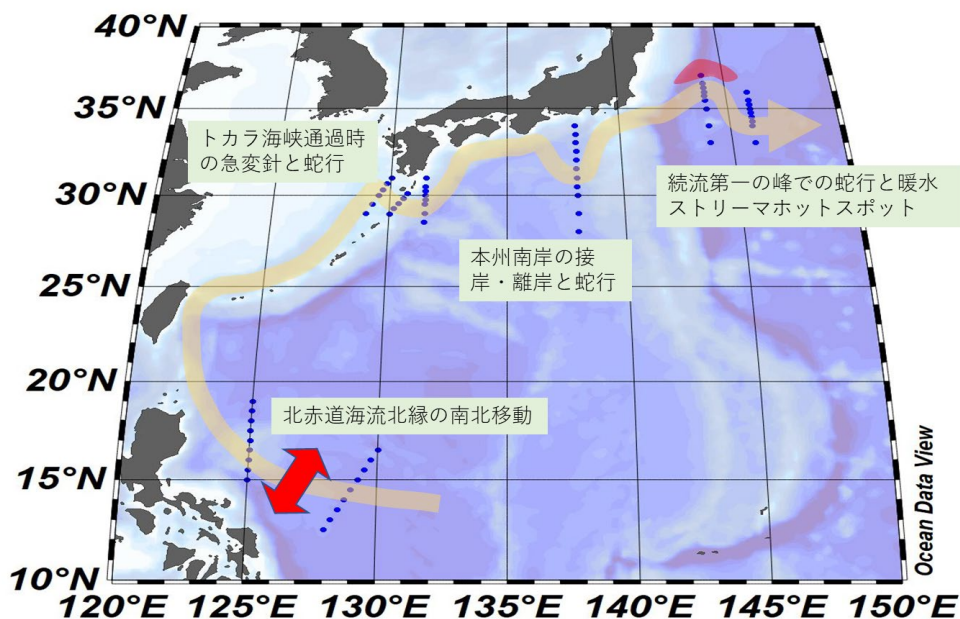


図 調査点および 4 つの栄養塩供給ホットスポット

白 鳳 丸	所属機関名	東京大学	研究代表者氏名	齊藤 宏明
-------	-------	------	---------	-------

研究計画 (つづき)

【観測日数】

CTD : 100.5 h、光観測 : 15 h、乱流計 : 80.4 h、ネット採集 : 135 h、VPR 等 : 48 h、グライダー設置回収 : 38 h、観測点間の航行 : 234 h (3516 マイル、15 ノットで計算) 合計 : 650.9 h (約 27 日間)。

仮に東京—東京間で、鹿児島または那覇に寄港した場合は、約 36 日間の航海となる (寄港地中 2 日の滞在で計算した場合) ただし以下に記したフィリピンへの寄港・通船を含まない)

【他計画・研究機関との連携】

本申請では、文部科学省の研究プロジェクト「我が国の魚類生産を支える黒潮生態系の変動機構の解明 (SKED)」に参加の研究者を中心に、海洋物理、化学、生物コミュニティから参加者を募った。SKED では、高解像度モデルによる流動場と栄養塩供給機構、リモートセンシングによる植物プランクトン機能群別基礎生産量推定、個体群動態・魚類回遊成長モデルによる魚類生産変動機構の研究を行っており、本観測研究結果を合わせて解析することにより、栄養塩供給ホットスポットでの物理環境変化が黒潮生態系や水産資源に及ぼす影響をより詳しく明らかにすることができる。本申請は、このプロジェクトで得られた“黒潮のパラドックス”が生じる理由に関する仮説検証を行う上で有効であり、まさに今実施すべき航海である。

研究代表者は、KH-15-4 次航海で国立台湾大と共同研究を行い、また中国が中心に進めている CLIVAR の NPOCE (Pacific Ocean Circulation and Climate Experiment) の科学運営委員として、西部北太平洋の物理環境と生物地球化学の統合研究を進めている。また、代表者・分担者らは、黒潮・黒潮続流の研究を行っているハワイ大のグループと共同シンポジウムを開催し、さらにスクリプス海洋研究所と、太平洋東西の生態系比較を目的の一つとした共同シンポジウムを開催した。代表者・分担者らはこれらの関係を通じて太平洋の生態系研究に関する情報の交換を国内外で密に行っており、本航海成果の発信や得られる研究成果の有効な活用が期待できる。

フィリピンの研究者とは JSPS の Core-to-core 事業を通じて連絡をとっており、H30 年 2 月にはイロイロ市にて科学連携協力のためのシンポジウムを開催する。

観測希望時期等

観測希望時期： 現在までの研究で、黒潮域の高い生産性は、黒潮の強い流れや蛇行、風、内部波等の物理現象により亜表層から有光層に断続的に栄養塩を供給する機構が存在することによると推定されているため、温度躍層が発達する春から夏の観測を希望する。また、秋季から冬季は漁業のため薩南海域での観測が困難である。そのため 4-8 月の航海を希望する。

寄港地： フィリピン 200 海里における観測を行うにあたっては、オブザーバー乗下船のため、通船もしくはフィリピンへの寄港が必要となる場合がある。

他航海への応募 最近の航海採択・不採択状況

■本研究グループは齊藤を研究代表者とする白鳳丸 KH-15-4 次航海において台湾から房総海域における黒潮を横切る観測線による調査航海を行い多くの成果を挙げた。本申請はこの研究成果に基づく。

■研究代表者は研究分担者として、過去 3 年間に KH-17-4, KH-16-7, KH14-3, KS-16-9, KS-15-5 に参加した。

■研究代表者は本公募において、升本らによるインド洋航海、池原らによる南太平洋航海に応募しているが、これらは生物多様性と遺伝資源に関するプロジェクトに関するものであり、本申請とは異なる目的・海域への申請である。

白 鳳 丸

所属機関名

東京大学

研究代表者氏名

齊藤 宏明

研究業績

- Cheung, S. Y., K. Suzuki, H. Saito, Y. Umezawa, X. Xia, H. Liu (in press) Highly heterogeneous diazotroph communities in the Kuroshio Current and the Tokara Strait, Japan. PLOS ONE (T12)
- Sugie, K. and K. Suzuki (2017) Characterization of the synoptic-scale diversity, biogeography and size distribution of diatoms in the North Pacific. Limnol. Oceanogr., 62, 884–897. (H11, T12, H12, H13)
- Ehama, M., Hashihama, F., Kinouchi, S., Kanda, J., Saito, H. (2016) Sensitive determination of total particulate phosphorus and particulate inorganic phosphorus in seawater using liquid waveguide spectrophotometry. Talanta 153, 66-70. (H14)
- 齊藤宏明 (2016) 現代生態学講座「海洋生態学」. 津田敦、森田健太郎編. 日本生態学会 (第3、9、11章)
- Kobari, T. et al. (2016) Seasonal variability of carbon demands and flux by mesozooplankton community at subarctic and subtropical sites in the western North Pacific Ocean. Journal of Oceanography, 72: 403-418.
- Itoh, S., Yasuda, I., Saito, H., Tsuda, A., Komatsu, K. (2015) Mixed layer depth and chlorophyll a: profiling float observations in the Kuroshio-Oyashio Extension region. Journal of Marine Systems 151, 1-14.
- Yamashita, Y., Lu, C.-J., Ogawa, H., Nishioka, J., Obata, H., Saito, H. (2015) Application of in situ fluorometer for determining distribution of fluorescent organic matter in the open ocean. Marine Chemistry 177, 295-305. (H11, 13, 14)
- Nishibe, Y., Takahashi, K., Ichikawa, T., Hidaka, K., Kurogi, H., Segawa, K., Saito, H. (2015) Degradation of discarded appendicularian houses by oncaeid copepods. Limnology and Oceanography 60, 967-976.
- Nagai, T., Gruber, N. et al. (2015) Dominant Role of Eddies and Filaments in the Offshore Transport of Carbon and Nutrients in the California Current System. Journal of Geophysical Research: Oceans 120: 5318–5341
- Nagai, T., Inoue, R., Tandon, A., Yamazaki, H. (2015) Evidence of enhanced double-diffusive convection below the main stream of the Kuroshio Extension. Journal of Geophysical Research: Oceans 120: 8402–8421.
- Yoshimura, T., Nishioka, J., Ogawa, H., Kuma, K., Saito, H., Tsuda, A. (2014) Dissolved organic phosphorus production and decomposition during open ocean diatom blooms in the subarctic Pacific. Marine Chemistry 165: 46-54. (H04)
- Sassa, C., Takahashi, M., et al., (2014) Distribution, growth, and mortality of larval jack mackerel *Trachurus japonicus* in the southern East China Sea in relation to oceanographic conditions. Journal of Plankton Research, 36: 542-556.
- Umezawa, Y., et al. (2014) Seasonal shifts in the contributions of the Changjiang River and the Kuroshio Current to nitrate dynamics in the continental shelf of the northern East China Sea based on a nitrate dual isotopic composition approach. Biogeosciences, 11: 1297-1317.
- Hashihama, F., Saito, H., et al. (2015) Liquid waveguide spectrophotometric measurement of nanomolar ammonium in seawater based on the indorphenol reaction with o-phenylphenol (OPP). Talanta, 143 374-380. (H11,12)
- Itoh, S., T. Saruwatari, H. Nishikawa, I. Yasuda, K. Komatsu, et al. (2011) Environmental variability and growth histories of larval Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) and Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) near the frontal area of the Kuroshio. Fish. Oceanogr., 20(2), 114-124. (H09)
- Hasegawa, T. et al. (2010) Dynamics of dissolved and particulate organic matter during the spring bloom in the Oyashio region of the western subarctic Pacific Ocean. Aquatic microbial ecology, 60 127-138.
- Hidaka, K. and Nakata, K. (2010) Interannual variations of the planktonic ecosystem in the slope water and Kuroshio south of Japan in February in the years 1990-2002. Journal of Oceanography 6,741-753.
- Saito, H. et al. (2009) Biogeochemical cycling of N and Si during the mesoscale iron-enrichment experiment in the western subarctic Pacific (SEEDS-II). Deep-Sea Research II, 56 2852-2862. (H04)
- Okazaki, Y. et al. (2008) Distribution and abundance of copepod nauplii in the southern part of the East China Sea: implications for prey availability to jack mackerel (*Trachurus japonicus*) larvae. Fisheries Science.74:1235-1244.

白 鳳 丸

所属機関名

東京大学

研究代表者氏名

齊藤 宏明

使用観測機器

乗船研究者が持込む観測機器（名称・数量・重量）

乱流計・2式・100kg、投下型CTD・一式・20kg、キャピラリーセル長光路分光光度計・1式・30kg、水中分光放射輝度計・1式・50kg、ホログラフィー画像解析システム・一式・100kg、甲板培養槽温調システム・2式・150kg、プランクトン飼育実験用ネット・2式・10kg、ビデオプランクトンレコーダー・1式・45kg、水中グライダー・1式・60kg

搭載を希望する共同利用観測機器（「共同利用観測機器一覧」参照）

CTD・2式、24本用キャローセル及びフレーム、採水器(12L)・48本、LADCP、VMPS6000D、VMPS3000D、ノルパックネット（GG54）・2式、フローメーター、表層モニタリングシステム、ターナー蛍光光度計、甲板水槽、酸素自動滴定装置、塩検瓶、酸素瓶、MOHT、スキャンマー、空中光量子計

白 鳳 丸	所属機関名	東京大学	研究代表者氏名	齊藤 宏明
-------	-------	------	---------	-------