

領域略称名：大気海洋物質循環
領域番号：462

平成23年度科学研究費補助金
「特定領域研究」に係る研究成果等の報告書
「海洋表層・大気下層間の物質循環リンケージ」

(領域設定期間)
平成18年度～平成22年度

平成23年6月

領域代表者 東京大学・大気海洋研究所・教授・植松光夫

目次

(1) 研究領域の目的及び概要	3
(2) 研究領域の設定目的の達成度	4
(3) 研究領域の研究推進時の問題点と当時の対応状況	5
(4) 主な研究成果	6
(5) 研究成果の取りまとめの状況	16
(6) 研究成果の公表の状況	17
-1 主な論文等一覧	17
-2 ホームページ	21
-3 公開発表等	21
(7) 研究組織と各研究項目の連携状況	25
-1 研究領域の研究組織	25
-2 各研究項目の連携状況	27
(8) 研究費の使用状況	27
(9) 当該学問分野及び関連学問分野への貢献度	28
(10) 研究計画に参画した若手研究者の状況	29
(11) 総括班評価者による評価の状況	29

研究領域名：海洋表層・大気下層間の物質循環リンケージ（大気海洋物質循環）
（英語呼称）：Western Pacific Air-Sea Interaction Study (W-PASS)

研究期間：平成18年-平成23年

領域代表者所属・職・氏名：東京大学大気海洋研究所・教授・植松 光夫

補助金交付額：

平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	合計(単位千円)
312,000	237,200	194,877	171,100	136,845	4,555	1,056,577

(1) 研究領域の目的及び概要

本研究領域の目的

人間が引き起こした地球環境の変化に対して、自然がどのような影響を受け、どんな変化を起すのか、その変化の中で人間が長く発展し続けられる環境をどのように作り上げていくかが、これからの私たちの大きな課題である。本研究領域では、海洋生物を通して大気と海洋の間に存在する密接な相互作用（リンケージ）の解明について取り組む。

人間活動による放出物質の増加や地球温暖化は、海洋へ運び込まれる陸上の物質の量を変化させ、海洋生物の種類や量など生態系に影響を与える。それによって、海洋生物が取り込む炭素や窒素、同時に海洋生物から放出される微量気体の量などが変化する。海洋生物起源の気体が大気中へ放出されて、粒子（エアロゾル）になると、太陽光を反射したり雲の性質や量を変えたりすると考えられている。海洋生態系が気候に与える影響を定量的に評価することが本領域の目的である。

本研究領域の内容

大気と海洋の物質循環リンケージの研究対象域を、北太平洋を中心とした海洋表層（約200 m以浅）と海洋大気境界層（海面から約2 kmまで）に設定し、研究船を使う観測を中心に組み、人工衛星や数値モデルを用いて統合的な研究を行う。

人為的な大気環境変化がもたらす、海洋表層の栄養成分や、微生物、プランクトンなどの組成・量の変化とそれぞれのつながりを調べ、海洋生態系の応答を解明する。同時に、生物起源気体の生成や挙動、そして反応速度や長期的変動を明らかにする。

一連の過程を数値モデル化し、人間活動による海洋生態系の変化とそれに伴う気候への影響が、予測可能となることを目指す。

期待される成果

研究船による大気と海洋の同時総合観測により、海洋大気境界層で化学物質がどう動き、生物がいかにかに反応するか、従来、独立して研究が進められていた大気圏、海洋圏のリンケージを明らかにする。これによって、海洋生物による炭素や窒素固定と、エアロゾル生成が与える地球環境へ影響を定量的に評価することが可能となり、地球環境の将来予測モデルの高度化に資するものとなるであろう。しいては、地球温暖化問題への施策に対して学術的見解や判断に貢献するものとなることが期待される。

(2) 研究領域の設定目的の達成度

本研究領域は、研究の発展段階の観点からみて成長期にあり、研究の一層の発展が期待されており、研究の発展が他の研究領域に大きな波及効果をもたらす等、学術研究における先導的・基盤的意義を有するものとして、設定された。

本研究領域は、主に、**生物が介在する大気圏、水圏の相互作用を研究対象としている**。人類活動要因も含めた大気変動に海洋生物がどう応答し、生成する気体を通して大気組成へ及ぼす影響を定量化し、最終的には気候へのフィードバックを解明することが目的である。

本研究領域ではリンケージ解明のため、以下のように大気変動に伴う海洋生物の応答・変化、そして大気組成へのフィードバックを研究の目的とした。

- (1) 大気から海洋への物質供給過程
- (2) 大気変動に伴う海洋表層での生物群集の応答
- (3) 海洋から大気への生物起源気体の生成・放出過程
- (4) 海洋大気での生物起源気体の動態

目的達成のため、「大気組成動態」(1、4)、「気体交換変動」(3)、「海洋生態系動態」(2)、これらの物質循環過程を統合する「統合モデリング」の4研究項目グループを設けた。

本研究領域は大気化学、海洋化学、海洋生物学、海洋物理学、海洋気象学などの多岐にわたる分野の研究者が**海洋大気境界層(海面から高度約2 kmまで)から境界面を挟んだ海洋表層(有光層約200 m以浅)を研究対象域**として絞り込み、共通した研究課題に研究船での共同観測、地上大気観測および衛星観測の手法を用いて取り組んだ。この総合研究プロジェクトは、従来の研究分野の垣根を越えた、大きな枠組みで行うことが可能な本特定領域研究によらなければ実現不可能であったものであり、野外観測時の自然突発現象の出現等の機会にも恵まれ、その達成度と波及効果は、我々の予想をはるかに上回るものであった。

すでに、南大洋や北太平洋において鉄が生物ポンプによる炭素隔離を促進することが人為的な鉄散布実験で確認されている。本研究において、北太平洋中高緯度海域では大気からの自然現象による鉄供給量が、海洋の生物生産変動に大きく関与していることを黄砂の現場観測により、確かめることができた。また、火山灰中の鉄の供給により海域の生物生産が高まったことや、海洋生物による微量気体の生成量の増加が認められた。海洋上での揮発性有機物の測定や有機エアロゾルの化学組成分析から、海水から放出された気体が海洋大気中で粒子化され、エアロゾルの増加を導くことが見出された。特に2008年のハワイ島・キラウエア火山の噴火により、北太平洋中央部でのエアロゾルの増加をもたらし、雲粒径の減少と雲被覆率を高め、洋上で負の放射強制力を強め、表面水温の低下を引き起こし、海洋生態系への間接的影響が存在する可能性を観測により明らかにした。このように地球表面の70%を覆う海洋大気中のエアロゾル生成消滅過程の直接的な計測手法の開発により、大気海洋間の諸過程の重要な知見を得ることができた。

一方、北太平洋亜熱帯海域では地球温暖化により、海洋の表面水の成層化が強化され、窒素固定を行うプランクトンの増加を引き起こすが、大気からの物質の供給が極めて重要であり、プランクトン消長の制限因子になることを明らかにした。それに加えて、低気圧の通過や台風の発生と移動など気象現象による湧昇が生物生産を高めているという観測事例を基に、船上での台風模擬実験を実施した。その結果、大型の珪藻類が増加し、深海への炭素輸送が促進される可能性を見出し、モデルによる定量化に成功した。これらのことは、**気候変化に伴った海洋構造の変化が海洋生態系とそれに連動する海洋大気への生物起源気体の放出や炭素循環への生物による寄与を示唆している**。

本研究では地球規模での人類活動による影響を受けつつある海洋大気と海洋環境の生物の介在した相互作用の解明だけではなく、**観測結果に基づく全球物質統合モデルの高度化と影響予測**に対して、国際的な科学コミュニティーにも大きな進展と影響を与えた。また、この新しい研究領域での若手研究者を数多く育成した。

(3) 研究領域の研究推進時の問題点と当時の対応状況

○ 観測装置や計測装置の開発についての問題点と対応

クロロフィルセンサー付きアルゴフロートを台風が頻繁に通過する海域へ投入する予定であったが、クロロフィルセンサーの開発と品質管理が予定通り進んでおらず、予定されていた航海での投入を断念した。

翌年の平成19年度へ予算を繰り越し、アルゴフロートの改良が進んだ段階で購入し、予備試験後、投入した。700日以上亜熱帯海域に滞留し、水温塩分およびクロロフィルの鉛直分布の時系列変化を得た。これは太平洋西部の亜熱帯海域の観測では最も充実したデータセットとなった。

○ 野外观測時の問題点と対応

平成20年春の沖縄本島の辺戸岬における海洋大気集中観測において、揮発性有機化合物(VOC)の測定を行ったが、設置された新しい観測棟自身からVOCが発生しており、これらの測定データは棄却せざるを得なかった。大気取込み口を観測棟から十分に離れたところに設定すれば、避ける事ができた可能性がある。

平成21年の「みらい」MR08-06次航海において、日本からタヒチ島へ向けて出航後、ほぼ一週間、船尾からの追い風を受け、船からの排気ガスが船首の大気取込み口に混入し続け、この期間の試料採取や観測ができなかった。船尾にも大気取込み口を設置し、風向きによって、切り替えるシステムの構築が必要であるが、測定装置と取込み口の間での大気試料の変質や損失の危険性が考えられる。

○ 研究項目間での研究分担者の移動

中間評価コメントで「全体を統合するための数値シミュレーション研究の強化および研究グループ間の有機的な連携を強く望む」という指摘があった。これに対応すべく、統合モデリンググループから大気組成変動動態グループへ、大気化学輸送モデルの分担者(鶴野伊津志)を移動し、より大気観測と密着したシミュレーションを行うことができるようにした。

その結果、大気化学輸送モデルの成果が大きく観測活動に貢献した。統合モデリングには若手の分担者を加えることにより対応した。当初、予定していた大気と海洋のモデリンググループを修正した形となった。

○ 予算執行時の問題点と対応

計画研究班での研究成果から、窒素固定速度について従来の過程と別の移行過程を発見し新たに追加実験を行いたい、また、新しい測定装置があれば、さらに解析の精度と時間が節約されるなどの強い要望があり、当初予算では対応できない状況が生じた。

補助金の追加配分の要望を提出し、これらの計画研究から新たな成果が得られた。

○ 東日本大震災による問題点と対応

平成23年3月につくばで国際SOLAS SSC会議が予定されており、本研究領域の若手研究者が、これまでの成果を発表するセミナーを予定していたが、中止となった。また、引き続き、東京大学柏キャンパスにおいて、本研究領域の最終成果報告会を全体会議とともに開催し、一般市民へのシンポジウムを予定していたが、中止せざるをえなくなった。

同年9月に最終成果報告会を北海道大学札幌キャンパスで開催することで対応する。

○ 成果報告書についての問題点と対応

平成22年度終了時に和文報告書、英文単行本の出版は困難であった。

平成23年度へ出版費用を繰り越し申請し、出版することで対応する。

(4) 主な研究成果

4つの研究項目について、それぞれの成果のハイライトを紹介する。

研究項目A01 大気海洋間相互作用における大気組成動態の研究

本項目では、「陸起源物質の海洋への輸送とその影響」および「海洋起源物質の大気環境への影響」について、研究を進めた(図1)。

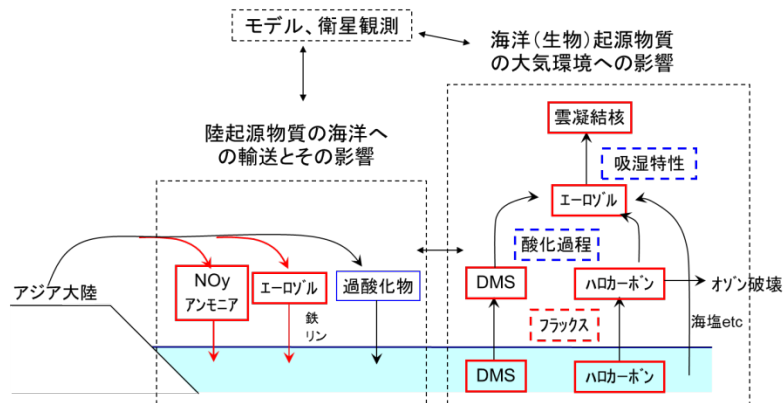


図1. 本研究項目の概念図

1. アジア大陸から越境輸送される窒素化合物の実態解明

アジアでは、窒素酸化物 (NO_x) などの大気汚染物質の放出量が急増している。海洋大気中に存在する NO_x は大気中の連鎖反応サイクルの活性を支配する因子であるばかりでなく、最終的に硝酸 (HNO_3) もしくは硝酸塩 (NO_3^-) となり海洋に吸収され、海洋の生物生産活動におけるNの主要供給源として生物活性も支配していると考えられる。そのため、本研究では、高い時間分解能で連続観測が可能な NO_y , HNO_3 , NO_3^- 測定装置を開発し、西日本の離島等、大陸からの影響を受けやすく、かつ、清浄地域である観測地点を選択し、そこで連続観測を行なった。その結果、沖縄・辺戸ステーションにおける NO_y , HNO_3 , NO_3^- 濃度は、いずれも春季に高く、その濃度変動は主として気塊の履歴に依存し、中国起源の場合に高いこと、輸送時間が長くなると、最終生成物である HNO_3 , NO_3^- の割合が高くなること(図2)、輸送中に NO_3^- が微小粒子から大粒子にシフトしていること、 HNO_3 と海塩粒子との反応が NO_3^- の主要な生成過程と考えられることなど、アジア大陸から輸送される窒素化合物の実態を明らかにすることができた。

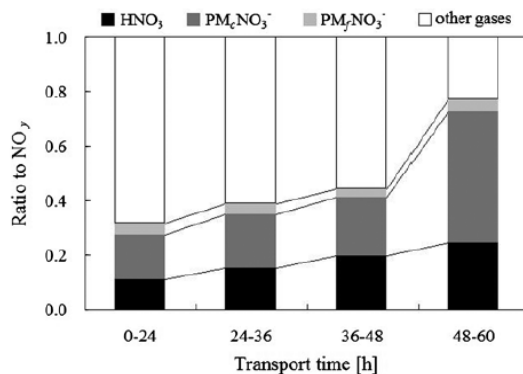


図2. 輸送時間に対する中国由来の気塊における NO_y 中の HNO_3 , NO_3^- の割合。
 PM_cNO_3^- , PM_fNO_3^- はそれぞれ直径 $1\ \mu\text{m}$ 以上、以下の NO_3^- を示す。

2. 海洋中ハロカーボンの分布と変動

海洋起源の揮発性ハロカーボンは対流圏・成層圏の大気化学に重要な役割を担っている。その影響を評価するためには、海洋から大気への放出量を知る必要があるが、海洋中ハロカーボンの分布データはごく限られている。本研究では、メンブタンを活用した気液平衡器と自動濃縮-ガスクロマトグラフ/質量分析計を組み合わせた連続測定システムを開発し、多くの海域における塩化メチル、臭化メチル、ヨウ化メチルなどの分布を明らかにして、海洋中ハロカーボンの動態に関する理解を大きく前進させた。図3には北西太平洋亜寒帯～亜熱帯海域で観測されたハロカーボンと水温の関係を示す。

また、ヨウ化メチルについては、大気中の北極～南極のグローバルな分布についても明らかにし、さらに海洋微生物中のヨウ化メチル生成遺伝子の単離にも成功した。

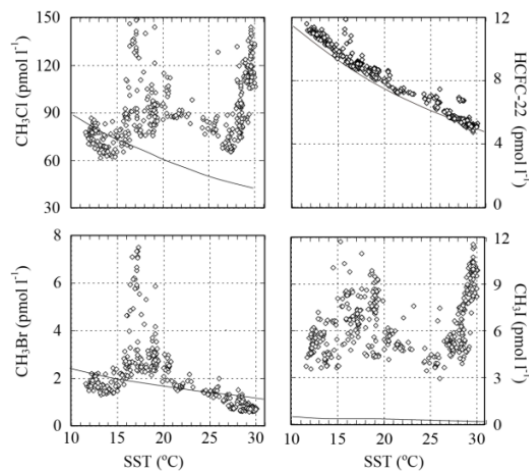


図3. ハロカーボン濃度と水温 (SST) の関係

3. 陸起源エアロゾルによる海洋生態系への影響

陸起源エアロゾルに含まれる鉄を始めとする微量化学成分が海洋生物生産に対してどの程度貢献するかはよく分かっていなかった。本研究では、全球エアロゾル輸送モデル (SPRINTARS)、NASA・CALIPSO衛星、国立環境研究所が展開する地上レーザーレーダーネットワークの計測結果を基に、アジア起源ダストの輸送過程を解明した。その結果、約2週間で地球を一周すること、気候や海洋生態系など多岐にわたって影響を与えることが分かった (図4、Nature Geoscience, 2009 掲載)。さらに、米大陸の対流圏全層にわたって輸送されたアジア起源ダストと異常気象の関係も見出した。また、2008年の白鳳丸航海時に計測された硫酸塩粒子データを基に、ハワイ島のキラウエア火山由来のエアロゾルが北太平洋上に広範囲に輸送され、雲粒子の変調や大気放射場に影響を与えることも分かった。貿易風帯での積雲の粒径を23%小さくし、雲被覆率を37%増加させていること (Twomey効果) を明瞭に示した。

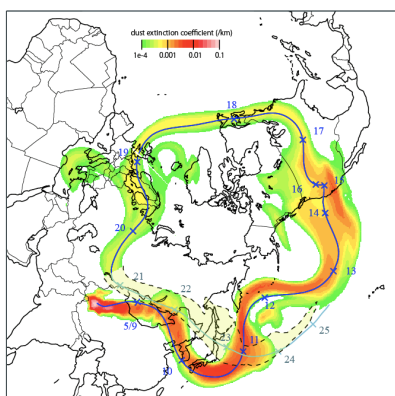


図4. 5月8-9日にタクラマカン砂漠で発生したダストが世界を一周する様子

4. エアロゾル中のシュウ酸の錯体生成とその吸湿性への影響

シュウ酸などのジカルボン酸は、大気中の水分を吸収し雲の核となって太陽光を反射するため、地球の冷却効果を持つことが指摘されている。しかし、従来の研究手法ではエアロゾル中のシュウ酸が単体なのか難溶性の金属錯体なのかを区別することができなかった。本研究では、大気中でのシュウ酸の存在形態を解明するため、エアロゾル中のカルシウム及び亜鉛のK吸収端のX線吸収微細構造（XAFS）を用い、これらのイオンのシュウ酸錯体の定量から、シュウ酸全体に占める錯体の割合を推定した。その結果、エアロゾル中のこれらの金属イオンの化学種としてシュウ酸錯体が存在することを示した。また全シュウ酸化学種に占めるこのシュウ酸錯体の割合は、少なくとも50%以上を越えていることが分かった（図5）。シュウ酸が金属錯体となった場合、吸湿性が著しく低下することが予想されるため、シュウ酸は雲核形成やそれに伴う地球の寒冷化には寄与しないだろうという重要な結果が得られた。

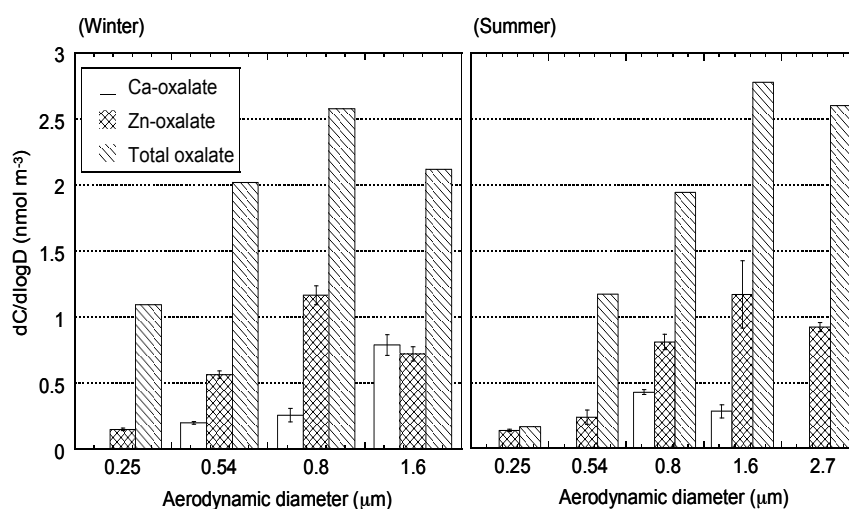


図5. つくば市で粒径別に採取されたエアロゾル中のCa及びZnのシュウ酸錯体と全シュウ酸（左：冬季、右：夏期）

研究項目A02 大気海洋間における気体交換変動の研究

本項目では「海洋微量気体成分の大気へのフラックス量の評価」と「その長期変動の影響評価」という観点で研究を進めてきた。特に、温室効果抑制物質であるジメチルサルファイド(DMS)を中心に、項目内の各研究を連携してきた。

1. 海洋表層における生物起源微量気体の生成・分解過程とその気候変化への応答

大気-海洋間における揮発性有機化合物 (volatile organic compound, VOC) の交換は生物地球化学的な物質循環や大気化学において重要な役割を果たす。海水中VOC は、海洋表層において様々な生物活動や光化学過程により生成され、自然起源VOC の中でも大きな割合を占めているが、VOC の生成・消費メカニズムに関しては包括的な理解が進んでいない。その主な原因として、海水中VOC 濃度の測定データ数が少ない事が挙げられる。溶存気体の測定にはパーミアンドトラップ法とガスクロマトグラフ (GC) 法を組み合わせた分析法が一般によく用いられるが、短時間の連続的なデータの採取は不可能である。しかし、海洋におけるVOC の生成・消失メカニズムの解明のためには、高時間分解能の測定法の開発が求められていた。

そこで、本研究では海水中の複数のVOCを連続的に測定するために、平衡器インレット-陽子移動反応質量分析計 (EI-PTR-MS) を開発した(図1)。対象とした6種のVOC (DMS、イソプレン、プロピレン、アセトン、アセトアルデヒド、メタノール) について、西部北太平洋における研究航海においてEI-PTR-MSを初めて運用し、本分析手法による汚染の影響が極めて小さい事を確認した。さらに、EI-PTR-MSで得られたDMS とイソプレンの結果を従来のGC 法で得られた結果と比較すると、良く一致した (図2)。EI-PTR-MSは小さい時空間スケールにおける海水中のVOC の変動を捉えることができおり、複数のVOCを同時かつ連続的に測定することがわかった(図2)。

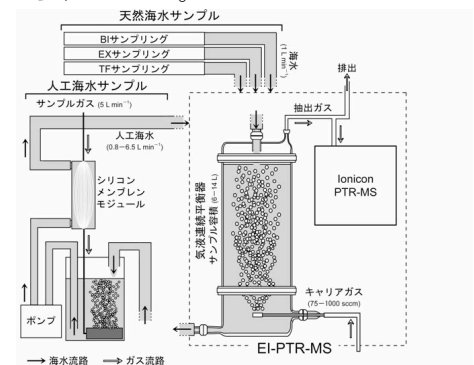


図1: 平衡器インレット-陽子移動反応質量分析計及び試料導入系の概念図

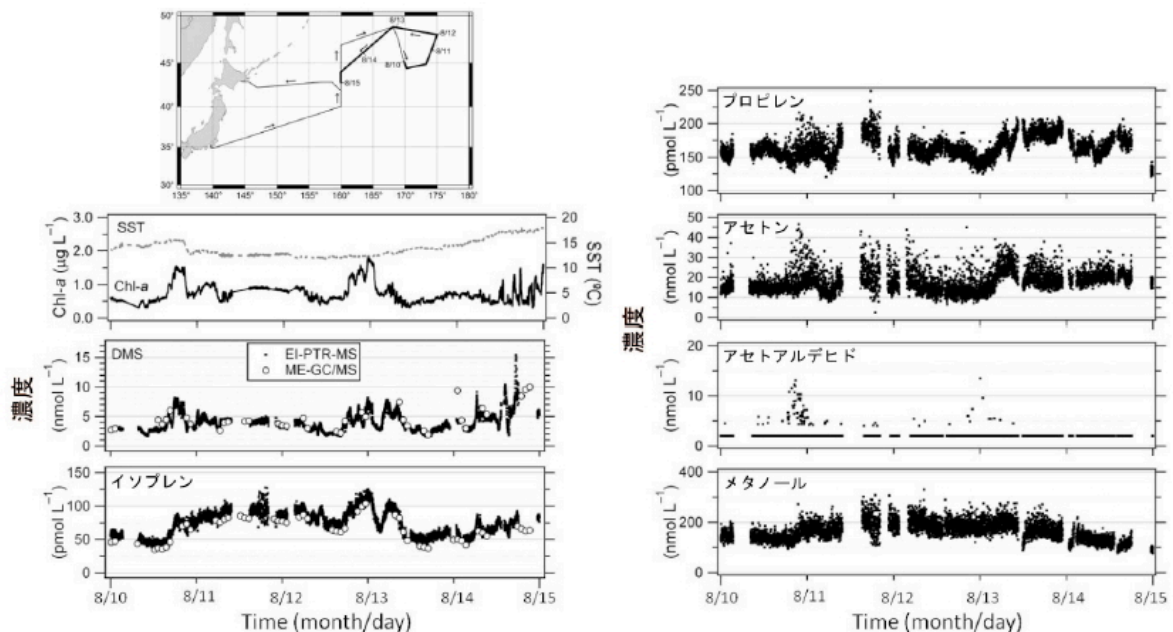


図2: EI-PTR-MS(●)と従来法(o)で得られた溶存VOC濃度、表面水温及びクロロフィルa濃度の時系列変化・航路部の太線の期間を图示

2. 微量気体成分の海面乱流フラックス直接測定法の開発

地球規模の気候変動を考える場合に、CO₂の増加に伴う温暖化のメカニズム解明はもっとも大きなテーマの1つであり、緊急に作業を進める必要がある。しかし、地球上で最も広い面積を占める海面と大気とのCO₂交換量の正確な把握はまだできていない。他の温室効果気体については、さらに研究が遅れている。このような背景の下に、海洋上の船舶で「渦相関法」を用いてCO₂をはじめとした微量気体の海面交換量を高精度で直接測定し、吸収量・放出量を評価する手法を開発した。

船舶での観測の結果、陸面に比べて微小なCO₂交換量を高精度に算定するには、測定器の光学系の管理、またフラックス補正項の評価が不可欠であることがわかった。海面から放出され、上空での雲の形成に関わるDMSについて、蛍光を利用したオープンパス型のDMS変動測定器を試作し、船舶で渦相関法による観測を行った。水蒸気変動と相関の高いDMS変動を観測し、フラックス値を算定することができた。

3. 海洋の温室効果気体の長期変動と気候へのフィードバック効果

地球温暖化予測モデルへの気候フィードバック効果の組み込みは始まったばかりであり、微量気体成分の効果を十分に反映していない。温暖化に伴う物質循環の長期トレンド成分と長期気候変動成分の判別が未だ定量化されていないことや、大気海洋循環の変動メカニズムが未だ不明なことが原因であった。そこで、北太平洋における大気海洋循環ならびに物質循環の長期変動メカニズムについて明らかにすると同時に、長期時系列データから物理・化学・生物の見地から時系列的変化をアルゴリズム化し、気候へのフィードバック効果の定量化を目指した。DMSの時系列データから北太平洋海域に関するアルゴリズムを構築し、その表層濃度・鉛直構造の復元を行った。30年前から現在にかけて、北太平洋においては海洋から大気へのDMSの放出フラックスは増加しており、負のフィードバック効果が北太平洋表層ですでに働いている可能性を示唆した(図3)。また、海洋の化学・物理データを加えた場合、18.6年周期の潮汐混合がDMSを含めた長期変動の駆動要因であることが明らかとなり、さらに、数値モデルに組み込んだところ、長期変動を再現良く表すことができた(図4)。

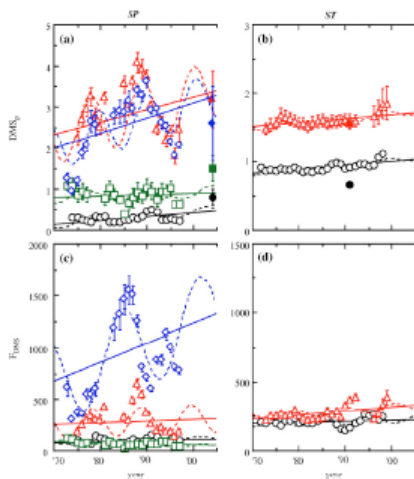


図3：北太平洋亜極域(SP)と亜熱帯域(ST)における表面水中のDMS濃度(nM)と大気へのDMS逃散速度(umole/m²/year)。赤△(7-9月)、青○(10-12月)、緑□(4-6月)、黒○(1-3月)。上段がDMS濃度、下段がDMS逃散速

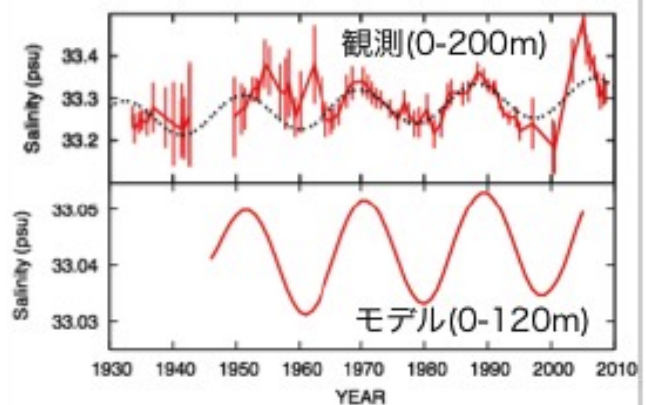


図4：本研究の数値モデル結果と観測値の時系列変化の比較

研究項目A03 大気海洋間相互作用における海洋生態系動態の研究

気候変動やグローバルな物質循環の変化は、大気から海洋への栄養物質の供給フラックスを変え、海洋プランクトン群集の生産力および食物網の構造の変化を引き起こす。また、大気海洋間の炭素の分配や生物起源ガスの生成量に影響を与えることで、気候へのフィードバック作用を生じさせていると予想されている。台風などの気象擾乱も、同様に寄与していることが考えられる。

本研究項目では、このような大気からの様々な作用に対して、海洋生態系がどのような応答を示すのかを明らかにすることを目的として研究を実施し、北太平洋の亜寒帯および亜熱帯海域における生物生産・物質循環の変動と大気からの栄養物質沈着や台風の関係を見出し、以下の成果を得た。

1. 西部北太平洋における鉄の生物地球化学的循環の独自性

西部北太平洋の亜寒帯域では、微量栄養素である鉄の不足が植物プランクトンの増殖制限因子となっており、大気から海洋に沈着する鉄を含む黄砂をはじめとした物質が植物プランクトン増殖に果たす役割を明らかにすることが大きな課題であった。春季に大規模な植物プランクトンブルームがみられる親潮域・混合域において、大気由来と海洋循環由来の鉄の供給過程を比較検討したところ、海洋循環は表層水の鉄濃度の季節変動を駆動する供給過程であり、中層循環によるオホーツク海からの高い鉄濃度水塊の輸送、千島海峡の混合過程を介した鉄濃度の再分配、冬季の混合層発達による高铁濃度水塊の表層への回帰などが関わっていることが明らかになった(図1a)。一方、大気由来の鉄は、冬季～春季にイベント的に供給されており、海洋循環で決まる鉄濃度の周年変動に上乗せして、突発的に、また空間的には不均一に供給されるものであり(図1b)、該当海域では、年に数回から十回程度、植物プランクトン増殖にインパクトを与えるレベルの黄砂イベントが発生している可能性がある。大気由来と海洋循環由来の鉄は、海洋の生物生産の変動に対する寄与が異なっており、それぞれ特徴的な海洋生態系の応答を導いていることが予想される。

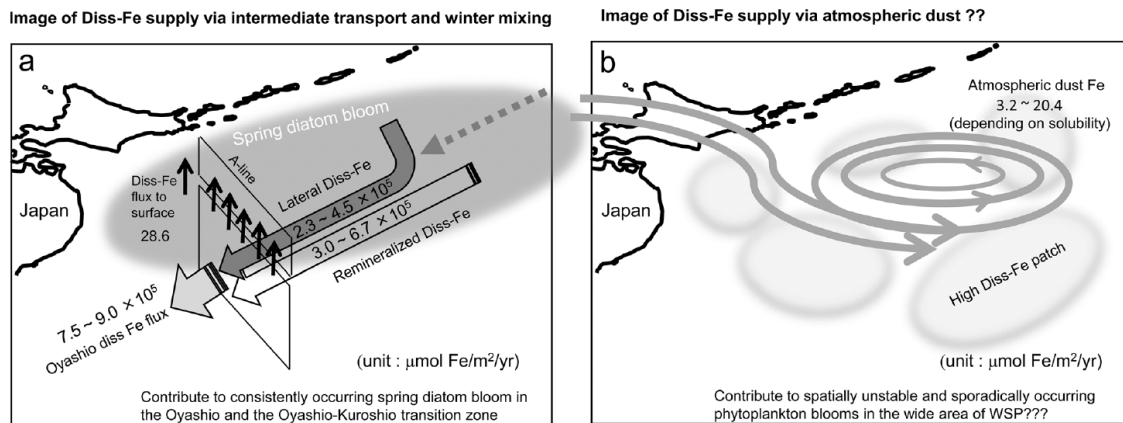


図1. 西部北太平洋の親潮域・混合域における海洋循環由来 (a) と大気由来 (b) の鉄供給過程の模式図 (Nishioka et al., 2011)

黄砂には約3%の鉄が含まれている。中国の乾燥地帯から太平洋に輸送される過程で、大都市圏由来の人為起源物質の影響を受けると、化学形態が変化したり、人為起源の鉄が負荷されたりすることによって、海洋への沈着時に海水中に溶け出す鉄の割合が大きく変化する。人為起源物質の影響を強く受けた大気降下物質に含まれる微量元素は、黄砂時に比べて一般に溶解し易く、鉄の場合は溶存画分の割合が6%前後で、黄砂時の4倍程度高い溶解率を示した。黄砂イベント時であっても、大気輸送中に人為起源の硝酸や硫酸の作用を受けるとpHが低下して各元素の溶解率が上昇する傾向がみられ、大気から海洋表層への微量元素の供給を考える上で、人為起源

物質との反応の影響を評価することが重要になる。また、北太平洋の周辺ではしばしば火山活動が活発になり、大量の火山灰が海に降下することがある。本研究では、夏季にアリューシャン列島で起きた火山噴火に伴って洋上に輸送されてきた火山灰の降下イベントに遭遇し、火山灰降下がみられた海域で約4日後に現場の植物プランクトンの増殖応答が測定されたことから、火山灰も北太平洋における微量金属元素の供給源となっていることが考えられる。

2. 西部北太平洋亜熱帯域の新生産における生物窒素固定の寄与

貧栄養の熱帯・亜熱帯太平洋には窒素固定生物が広く分布しており、海洋表層から深層への正味の炭素輸送に寄与する新生産を把握する上で、生物窒素固定量の評価が重要になる。窒素固定に関与する遺伝子の解析結果から、これら窒素固定生物の量は特に表層付近で多く、その空間分布には生物グループによる棲み分けがみられることが分かった。窒素固定活性の調査から、北太平洋亜熱帯域では、広範な海域にわたり小型の窒素固定生物であるナノシアノバクテリアが主要な窒素固定者であることが明らかになった。一方、大型の窒素固定生物であるトリコデスミウムとリケリアは、東シナ海および島周りなどで局所的に高い活性を示し、大型と小型の窒素固定生物は異なる環境条件要求性をもつことが示唆された。トリコデスミウムとリケリアは、リン酸塩濃度が高く、成層が発達した海域で卓越したことから、光環境やリン酸塩供給が両者の分布の違いの一因であることが示唆された。

貧栄養海域での超高感度栄養塩測定を目的に、長光路キャピラリーセルを組み込んだ連続フロー自動分析装置を開発し、西部太平洋亜熱帯域などにおける微量レベルの栄養塩類の分布を初めて明らかにした。表層水の硝酸塩+亜硝酸塩濃度は、大部分の海域において10 nM以下であるのに対し、リン酸塩については<3~300 nMの範囲で変動することを示した(図2)。これらのリン酸塩濃度の変化は窒素固定活性と深く関係していると考えられ、西部北太平洋におけるリン酸塩枯渇水塊の分布については、大気から供給される鉄の降下量との対応も示唆された。

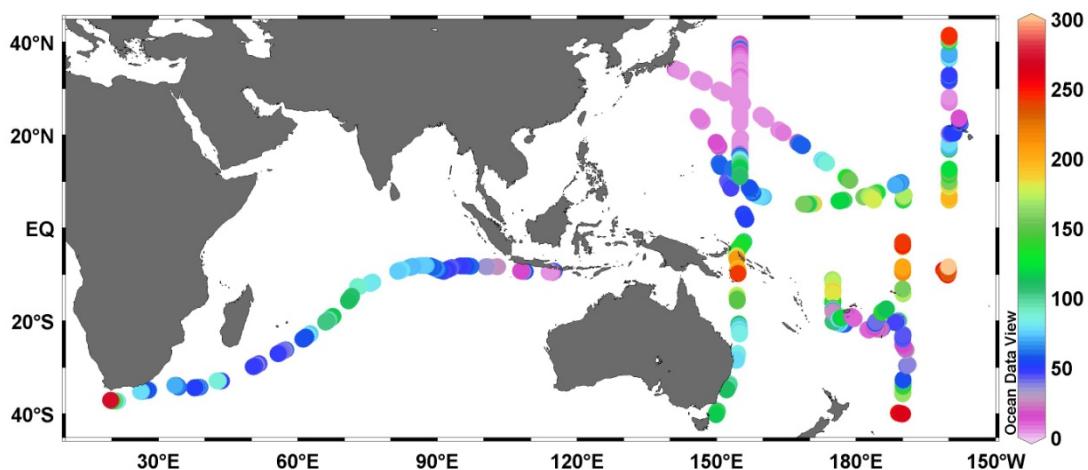


図2. 西部太平洋およびインド洋の表層におけるリン酸塩濃度 (nM)

3. 台風による海洋擾乱がもたらす基礎生産へのインパクト

鉛直的な成層構造が強く発達している太平洋の熱帯・亜熱帯域では、台風などで生じる擾乱によって貧栄養な表層に下層から栄養塩が供給され得ることから、台風が重要な新生産メカニズムとして働いている可能性がある。そこで台風通過に伴う鉛直混合と湧昇を再現した亜表層水と表層水の混合培養実験を行った。その結果、強光損傷により24時間以内にクロロフィル現存量および光合成系 II の量子収率が低下するものの、次第に量子効率、現存量ともに回復し、4日以降は初期値より高くなり、珪藻を主体とする大型植物プランクトンが増殖することが明らかになった。また亜熱帯海域には、脂肪蓄積能を有し、成長に伴う鉛直移動をカイアシ類動

物プランクトンが分布しており、台風の通過に伴う非定常的な一次生産に対応した生活史をもっていると考えられた。これらのことから、貧栄養で $10\mu\text{m}$ 以下のナノ、ピコ植物プランクトンが優占する亜熱帯外洋においても、台風の通過による湧昇や混合によって栄養塩が表層に供給されると大型藻類が増殖し、沈降や高次捕食者につながる新生産が駆動されることが初めて明らかになり、亜熱帯の生物生産・物質循環の概念を大きく変える必要性が示された。

メソスケールの大気モデルと海洋モデルを結合して求めた台風通過に伴う乱流・湧昇などの物理現象の解析結果と、衛星観測により得られる海色データ、海面温度・海上風（風応力）・海洋短波レーダなどの物理場のデータとを組み合わせ、台風イベントが海洋表層の基礎生産に及ぼす影響を統合的に解析した。1997年から2007年までの北西太平洋における台風の発生数237個のうち衛星観測が可能であったものは170個であり、その中でクロロフィルa濃度の上昇が見られた台風数は105個(61.8%)であった(図3 a)。クロロフィルa濃度の上昇時、水温が低下していたことから、湧昇による栄養塩の供給が原因と考えられる。クロロフィルa濃度の上昇は最大 3.5 mg/m^3 （この海域の一般的な値 0.05 mg/m^3 の70倍）、持続時間（ 0.05 mg/m^3 より高い状態の期間）は約1週間～1ヶ月程度であった。年間の台風による基礎生産量の年間の増加量は、平均 520 GgC/year と計算され、最大値は2004年の 1600 GgC/year であった（図3 b）。また、台風の強度、速度、通過水深によって、基礎生産の上昇を推定できる経験式を求め、過去35年間の台風による基礎生産の上昇の経年変動を計算したところ、エルニーニョ期に上昇傾向があることが明らかになり、今後の気候変動が海洋生態系に及ぼす影響を考える上で、台風の動向把握が重要な鍵になり得ることが示唆された。

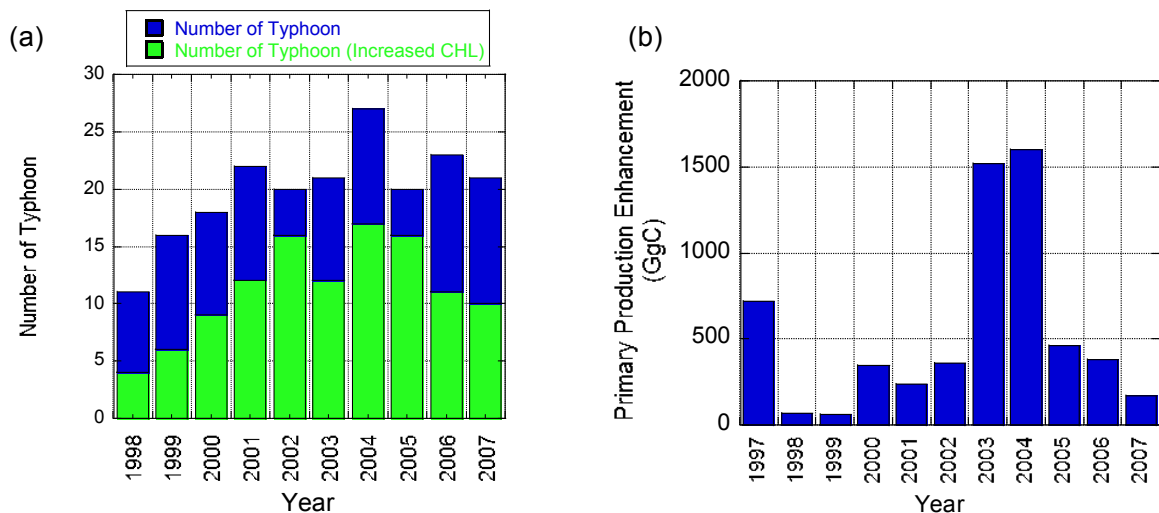


図3. 衛星で観測できた台風 (a) と、台風による基礎生産量の年間増加量 (b)
(a) の緑色部分は、クロロフィルa濃度の上昇が見られた台風数を示す。

研究項目A04 大気海洋間相互作用に関するモデリング

北太平洋の大気と海洋の物質循環リンケージに関わるモデリング、特に台風による海洋生態系に対する影響、また、基礎的プロセスに注目した海洋生態系モデルの改良、および、日本近海における栄養塩やpHの経年変動に関するデータ解析を行った。

1. 台風による海洋生態系および海洋物質循環の応答

計画研究班A03-4の衛星観測グループによって指摘された「台風の転向点付近に形成された100kmスケールのパッチ状の高濃度クロロフィル領域」(図1a)について、計画研究班A03-4の海洋物理モデルグループとの共同研究として、どのようなメカニズムが働いたかを明らかにした。一般的に、熱帯域の栄養塩躍層は深さ100-150mに存在し、それより浅い表層では栄養塩が枯渇している。台風の移動速度が時速10km以下になると、台風中央付近のエクマン発散に伴う湧昇が栄養塩躍層を上昇させ、強風によって深くなった海洋混合層に栄養塩が供給されると、植物プランクトンの増殖により、衛星観測に見られるようなクロロフィル高濃度が海洋表層に形成されることが明らかになった(図1b)。栄養塩躍層の上昇は、風応力によるエクマン発散に伴う湧昇と励起された慣性振動との関係で決まり、移動速度が時速10km以上になると、栄養塩が混合層に供給されにくくなる。これらの考察により、高濃度クロロフィル領域は、台風の強度よりも、むしろ移動速度に依存することが分かった。これより、観測された台風の移動速度、衛星観測で見出された100kmスケールのパッチ状の高濃度クロロフィル領域を再現することができた。

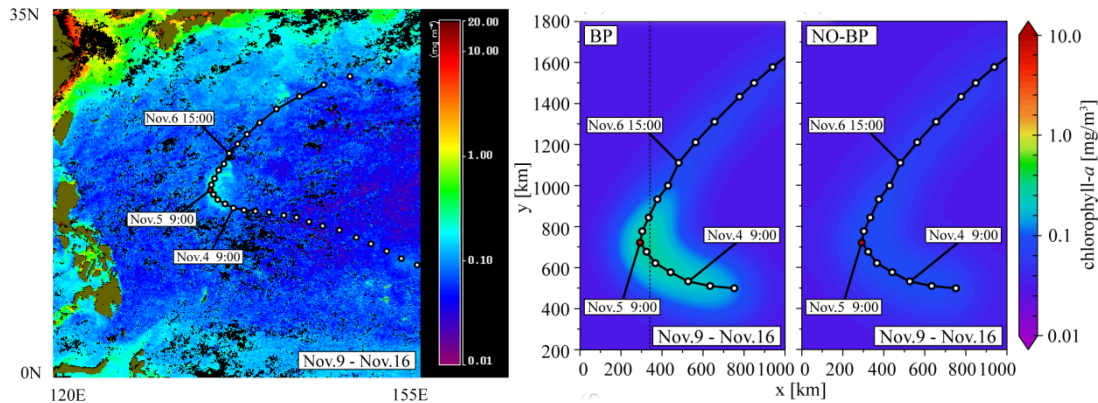


図1. (a)衛星観測によるクロロフィル濃度(1997年11月9～16日)、および(b)モデルで再現したもの(BP:生態系による生物生産をさせた場合、NO-BP:生物生産をさせずに深さ100m付近に存在するクロロフィル極大層とのかき混ぜが起こった場合)

この実験より、台風移動速度および中心風速の参照テーブルの作成と、それを用いたアルゴリズムにより、台風に励起された年間生物生産を見積もった。1997年の亜熱帯海域(10~30° N、125~160° E)の生物生産の4.2%、新生産のおよそ30%が台風によることを見積もられた(図2)。最近20年間程度の長期的な見積もりにおいても、年々毎の生産量は変わるものの新生産の4%前後の値であった。従来の衛星の見積もりと比較すると過大評価していることがわかったため、衛星観測による見積もりを検討すると、衛星観測で全期間見積もりが行われている強い台風については、ほぼ一致する一方、衛星観測で雲に覆われている欠損期間がある台風については、本研究が過大評価となっている。これについては、衛星観測による見積もりを見直した結果、衛星観測が過小評価している可能性が強まった。

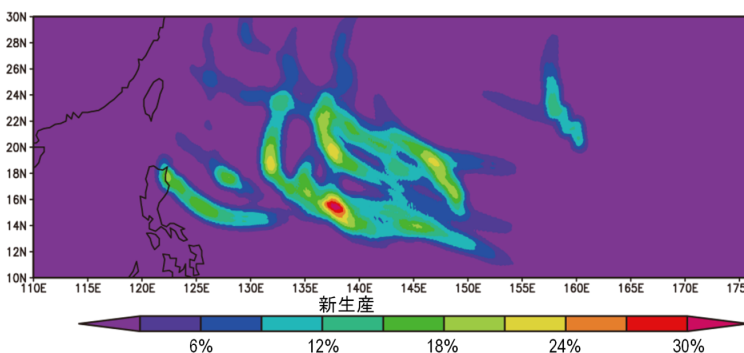


図2. 1997年の28個の台風に対する総生物生産量。平均的な年間新生産量(93mgC/m²/d)に対するパーセンテージを表している。

2. 海洋生態系モデルに組み込まれた海洋物質循環の高度化

海洋生態系モデルNEMUROに簡単な鉄循環過程を組み込んだ。鉄の予報変数として溶存鉄(自由態・錯体態)・粒子状鉄・ダストを扱い、境界条件として、大気物質輸送モデルSPRINTERから得られたダストデータや有光層下の粒子状鉄濃度を与え、日本近海の親潮域の溶存鉄・鉄総量の季節変化として、観測された季節変化(溶存鉄は冬季から春季まで $1\mu\text{mol/l}$ 程度あるが、夏季には $0.1\mu\text{mol/l}$ ぐらいの枯渇状況)を再現できた。その結果、珪藻類の光合成は、春季ブルームの後半の時期は、ケイ酸塩制限となるが、それ以外の時期は、鉄制限状態にあることがわかった。

また、生理動態プロセス(Cell quota等)を組み込み、データ同化の手法を用いた各プロセスモデルの評価を行うことにより、植物プランクトンの栄養塩取込速度と、栄養塩濃度・水温における依存度について観測データを使って検証したところ、水温に対する依存度が、一般的に使われている値($Q_{10}=2.0$)より約2倍大きいことが分かった。さらに、逐次散乱法を用いた海洋放射伝達モデルTRADを開発した。本モデルは(1)高散乱海域においても適用可能、(2)計算式において数学的な仮定がなく物理的解釈が可能、(3)計算時の設定において層厚を理論的に決定、(4)各散乱次数における輝度分布も出力可能なものである。海水中の輝度分布の計算によって得られた結果は現場観測データや、世界的に広く用いられている米国標準の海洋放射伝達モデルHydroLightの結果とも良い一致を示し、本モデルの有効性が検証された。また、adjoint法高分解能海洋大循環データ同化システムによって作成された高精度の物理循環場に生態系モデルNEMUROを組み合わせたモデルも開発した。

3. 我が国の歴史的観測データを用いた海洋酸性化同定

大気中の二酸化炭素濃度が人間活動による排出で増加し、海水中に溶け込むと海水のpHを低下させる「海洋酸性化」は、二酸化炭素問題で最も注目されている減少の一つであるが、その実態には不明な点が多い。日本のpHの観測データ量は世界でも有数であり、しかも気象庁が継続的に統一された方法で観測してきたため、それらのデータを用いることで、我が国近海のpHの長期変化を把握できる可能性がある。そこで、1970年~2007年までの気象庁の観測データを用いて、基準温度の再補正を施して、長期的なpHの変化を推定した。推定海域の変化によらず、いずれの海域でも統計的に有意なpHの減少すなわち、海洋酸性化が認められる(図3)。また海洋酸性化の程度は、生データではかなり大きいものの、水温変動の効果を除くするとおおむね $-0.03/10$ 年程度であり、これはIPCCの第4次報告書で示されている値とおおむね同じである。興味深いことに、水温変動効果を除去したpHの変化率の極大は200 m付近にある。この特徴は表面からの二酸化炭素の溶け込みとその拡散では説明できず、日本近海の海洋酸性化の実態の解明には、大気海洋物質交換、海洋循環、水塊形成などを含めて総合的な理解が必要であることを意味している。

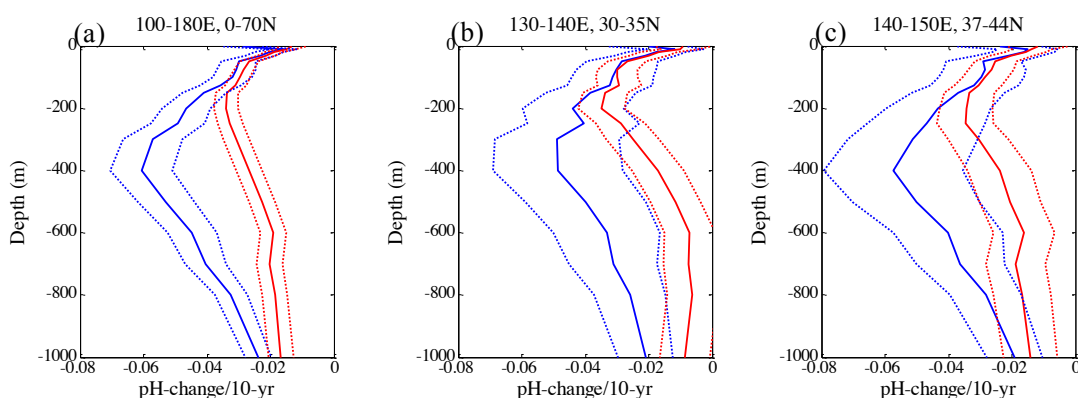


図3. 推定された、1970年~2007年のpH変化率(10年当たり)。青線はそれぞれの領域でのpHの変化率自体で、赤線は水温変動の効果を除くことによって取り去ったものである。また点線は変化率の95%信頼区間である。

(5) 研究成果の取りまとめの状況

計画研究や公募研究班の班員の研究成果は、関係する学会にて口頭発表やポスター発表で公表されている。各計画・公募研究班での班会議、計画研究代表者会議での報告、項目代表者会議を、そして年に一回の全体会議で成果発表と総合討論を行い、期間内、あるいは、独立に、各研究項目を越え、外部からの参加者も加わった4つのワーキンググループの集会（辺戸岬集中観測のデータ検討会、台風影響評価WG、生態系長期変動WG、渦相関法検討WG）を開催し、いずれも活発な議論が展開され、新たな研究の連携と発展を見た。

各分野の交流理解のため、日本海洋学会、日本地球化学会、日本大気化学討論会において特別セッションなどを開催して、各研究班間と本研究領域班員以外研究者との議論の場の確保を図った。今後、平成23年9月に全体会議と最終成果報告会を開催し、研究成果の取り纏めを行う。

国際的な場では、SOLAS国際シンポジウムでの発表の支援を行い、SOLASのような多岐にわたる専門分野の研究者が多く参加する米国地球物連合秋季大会（AGU Fall Meeting）に特別セッションを開催するなど交流を活性化した。

班員だけでなく内外に情報を発信するためにニュースレターであるW-PASS NEWSを5回発行した。ホームページから同pdfファイルを誰でもダウンロードできるようにした。広く配布されている国際SOLAS Newsにも毎号、本領域の活動を掲載してもらっていた。

個々の研究成果については、もちろん、各研究航海、陸上集中観測の研究項目を越えた共著論文が数多く発表されている（(6)-1 主な論文等一覧を参照）。論文リストは、毎年発行されているNewsletterと、国際SOLAS ホームページ上で公開されている。

これらの本研究領域に関係する統合論文として、Tsuda *et al.*, “Evidence for the Grazing Hypothesis: Grazing Reduces Phytoplankton Responses of the HNLC Ecosystem to Iron Enrichment in the Western Subarctic Pacific (SEEDS II)” *Journal of Oceanography* (2007) が公表された。また、Uematsu *et al.*, “Introduction to Subarctic iron Enrichment for Ecosystem Dynamics Study II (SEEDS II)” *Deep-Sea Research II* (2009)を巻頭とする19編を集めた特集号が刊行された。

国際的な大気海洋物質循環の統合論文にも本研究領域の研究者が共著者として、本研究領域成果を反映させた形で貢献をしている。例えば、

Boyd *et al.* (Takeda, S.: A03-1, and Tsuda, A.: A03-3), “Mesoscale iron enrichment experiments 1993-2005: Synthesis and future direction” *Science* (2007),

Duce *et al.* (Uematsu, M.: A01-3), “Impacts of Atmospheric Anthropogenic Nitrogen on the Open Ocean” *Science* (2008),

Buesseler *et al.* (Takeda, S.: A03-1), “Ocean iron fertilization: moving forward in a sea of uncertainty” *Science* (2008),

Jimenez *et al.* (Takami, A.: A01-1, Hatakeyama, S.: A01-K02), “Evolution of Organic Aerosols in the Atmosphere”, *Science* (2009),

Okin *et al.* (Uematsu, M.: A01-3), “Impacts of atmospheric nutrient deposition on marine productivity: Roles of nitrogen, phosphorus, and iron” *Global Biogeochemical Cycles* (2011) などがある。

本研究領域として、最終成果報告書（和文）を刊行するが、5年間、どんな成果が得られたのかを国際的にも纏まった形で研究者に知ってもらえるよう単行本（英文）の刊行を平成23年度に計画している。これは各研究代表者が各成果報告を提出し、項目代表者が総括する形を取る。本成果を最大限に公知させるためにも、分量は各計画研究班につき10,000-15,000 wordsと図表10枚程度を考えている。各公募研究班はこの2分の1を目処とする。Working Groupの報告を含め、全体の概説を領域代表者が行う計画である。また、単行本はハードコピーだけではなく、掲載される各論文をpdfファイルで出版社や図書館のwebsiteからダウンロードして閲覧できるシステムを取り入れる予定である。海と大気一般啓蒙書の刊行も班員の意見の高まりがあれば、前向きに検討したいと考えている。

(6) 研究成果の公表の状況

以下に研究班別に年度毎の論文発表件数を纏めたものを示す。共著者が異なる班に所属する場合は、重複して数えた。班員は、平均して、各人一年に一報以上を論文発表している。

主な論文は、被引用件数ではなく、各班員が重要だと考える自信作を各自選択し、掲載した。

	H18-19	H20	H21	H22	H18-22
A01-1	16	9	7	9	41
A01-2	5	5	4	6	20
A01-3	45	14	26	26	111
A01-公	4	3	3	4	14
小計	70	31	40	45	186
A02-1	9	6	11	7	33
A02-2	3	5	3	2	13
A02-3	6	4	8	6	24
A02-公	5	2	10	2	19
小計	23	17	32	17	89
A03-1	20	5	9	3	37
A03-2	8	7	13	11	39
A03-3	11	8	17	20	56
A03-4	17	18	16	17	68
A03-公	13	14	17	9	53
小計	69	52	64	59	253
A04-1	6	2	3	3	14
A04-公	3	2	3	3	11
小計	9	4	6	6	25
公募班のみ合計	25	21	33	18	97
全体合計	171	104	150	128	553 (重複あり)

(6)-1 主な論文等一覧

研究項目A01 大気海洋間相互作用における大気組成動態の研究

A01-1

- *Jimenez, J.L., Canagaratna, M.R., Donahue, N.M., Prevot, A.S.H., Zhang, Q., Kroll, J.H., DeCarlo, P.F., Allan, J.D., Coe, H., Ng, N.L., Aiken, A.C., Docherty, K.S., Ulbrich, I.M., Grieshop, A.P., Robinson, A.L., Duplissy, J., Smith, J.D., Wilson, K.R., Lanz, V.A., Hueglin, C., Sun, Y.L., Tian, J., Laaksonen, A., Raatikainen, T., Rautiainen, J., Vaattovaara, P., Ehn, M., Kulmala, M., Tomlinson, J.M., Collins, D.R., Cubison, M.J., Dunlea, E.J., Huffman, J.A., Onasch, T.B., Alfarra, M.R. Williams, P.I., Bower, K., Kondo, Y., Schneider, J., Drewnick, F., Borrmann, S., Weimer, S., Demerjian, K., Salcedo, D., Cottrell, L., Griffin, R., Takami, A., Miyoshi, T., Hatakeyama, S., Shimono, A., Sun, J.Y., Zhang, Y.M., Dzepina, K., Kimmel, J.R., Sueper, D., Jayne, J.T., Herndon, S.C., Trimborn, A.M., Williams, L.R., Wood, E.C., Middlebrook, A.M., Kolb, C.E., Baltensperger, U., and Worsnop, D.R., “Evolution of Organic Aerosols in the Atmosphere”, *Science* **326**, 1525-1529, (2009). 被引用件数: 129
- *Sadanaga, Y., Yuba, A., Kawakami, J., Takenaka, N., Yamamoto, M. and Bandow, H., “A gaseous nitric acid analyzer for remote atmosphere based on the scrubber difference/NO-Ozone chemiluminescence method” *Anal. Sci.* **24**, 967-971, (2008). 被引用件数: 7
- *Takami, A., Miyoshi, T., Shimono, A., Kaneyasu, N., Kato, S., Kajii, Y. and Hatakeyama, S., “Transport of anthropogenic aerosols from Asia and subsequent chemical transformation” *J. Geophys. Res.* **112**, doi:10.1029/2006JD008120, (2007). 被引用件数: 12
- *Takiguchi, Y., Takami, A., Sadanaga, Y., Lun, X., Shimizu, A., Matsui, I., Sugimoto, N., Wang, W., Bandow, H. and Hatakeyama, S., “Transport and transformation of total reactive nitrogen over the East China Sea” *J. Geophys. Res.* **113**, D10306, doi:10.1029/2007JD009462, (2008). 被引用件数: 7
- *Uno, I., Uematsu, M., Hara, Y., He, J.Y., Ohara, T., Mori, A., Kamaya, T., Murano, K., Sadanaga, Y. and Bandow, H., “Numerical study of the atmospheric input of anthropogenic total nitrate to the marginal seas in the Western North Pacific region” *Geophys. Res. Lett.* **34**, doi:10.1029/2007GL030338, (2007). 被引用件数: 11

A01-2

- *Hashimoto, S., Toda, S., Suzuki, K., Kato, S., Narita, Y., Kurihara, M.K., Akatsuka, Y., Oda, H., Nagai, T., Nagao, I., Kudo, I. and Uematsu, M., “Production and air-sea flux of methyl halides in the western subarctic Pacific in relation to phytoplankton pigment concentrations during iron fertilization experiment (SEEDS II)” *Deep Sea Res.*

II 56, 2928-2935, doi 10.1016/j.dsr2.2009.07.003, (2009). 被引用件数: 3

- *Kurihara, M. K., Kimura, M., Iwamoto, Y., Narita, Y., Ooki, A., Eum, Y.-J., Tsuda, A., Suzuki, K., Tani, Y., Yokouchi, Y., Uematsu, M. and Hashimoto, S. “Linkage between ocean and air in short-lived iodocarbons and oceanic distributions of biogenic trace gases in the western North Pacific” *Mar. Chem.* **118**, 156-170, (2010). 被引用件数: 2
- *Ooki, A., Tsuda, A., Kameyama, S., Takeda, S., Itoh, S., Suga, T., Tazoe, H., Okubo, A. and Yokouchi, Y. “Methyl halides in surface seawater and marine boundary layer of the Northwest Pacific” *J. Geophys. Res.* **115**, C10013, doi:10.1029/2009JC005703, (2010). 被引用件数: 3
- *Toda, H. and Itoh, N. “Isolation and characterization of gene encoding S-adenosylmethionine-dependent halide/thiol methyltransferase (HTMT) from marine diatom *Phaeodactylum tricornutum*: Biogenic mechanism of CH₃I emissions in oceans” *Phytochemistry* **72**, 337-343, (2011). 被引用件数: 0
- *Yokouchi, Y., Osada, K., Wada, M., Hasebe, F., Agama, M., Murakami, R., Mukai, H., Nojiri, Y., Inuzuka, Y., Toom-Sauntry, D. and Fraser, P., “Global Distribution and Seasonal Concentration Change of Methyl Iodide in the Atmosphere” *J. Geophys. Res.* **113**, D18311, (2008). 被引用件数: 7

A01-3

- *Duce, R.A., LaRoche, J., Altieri, K., Arrigo, K.R., Baker, A.R., Capone, D.G., Cornell, S., Dentener, F., Galloway, J.N., Ganeshram, R.S., Geider, R.J., Jickells, T., Kuypers, M.M., Langlois, R., Liss, P.S., Liu, S.M., Middelburg, J.J., Moore, C.M., Nickovic, S., Oschlies, A., Pedersen, T.F., Prospero, J.M., Schlitzer, R., Seitzinger, S.P., Sorensen, L.L., Uematsu, M., Ulloa, O., Voss, M., Ward, B. and Zamora, L., “Impacts of Atmospheric Anthropogenic Nitrogen on the Open Ocean” *Science* **320**, doi:10.1126/science.1150369, (2008). 被引用件数: 109
- *Eguchi, K., Uno, I., Yumimoto, K., Takemura, T., Shimizu, A., Sugimoto, N. and Liu, Z., “Trans-pacific dust transport: integrated analysis of NASA/CALIPSO and a global aerosol transport model, Atmos” *Chem. Phys.* **9**, 3137-3145, (2009). 被引用件数: 8
- *Fuzzi, S., Andreae, M.O., Huebert, B.J., Kulmala, M., Bond, T.C., Boy, M., Doherty, S.J., Guenther, A., Kanadidou, M., Kawamura, K., Kerminen, K.-V., Lohmann, U., Russell, L.M. and Poschl, U., “Critical assessment of the current state of scientific knowledge, terminology, and research needs concerning the role of organic aerosols in the atmosphere, climate, and global change” *Atmos. Chem. Phys.* **6**, 2017-2038, (2006). 被引用件数: 115
- *Ho, K.F., Lee, S.C., Cao, J.J., Kawamura, K., Watanabe, T., Cheng, Y. and Chow, J.C., “Dicarboxylic acids, ketocarboxylic acids and dicarbonyls in the urban roadside area of Hong Kong” *Atmos. Environ.* **40**, 3030-3040, (2006). 被引用件数: 34
- *Miyazaki, Y., Kondo, Y., Takegawa, N., Komazaki, Y., Fukuda, M., Kawamura, K., Mochida, M., Okuzawa, K. and Weber, R.J., “Time-resolved measurements of water-soluble organic carbon in Tokyo” *J. Geophys. Res.* **111**, D23206, doi:10.1029/2006JD007125, (2006). 被引用件数: 41
- *Nishita, C., Osada, K., Matsunaga, K. and Iwasaka, Y., “Nucleation mode particles in up-slope valley winds at Mt. Norikura, Japan: implications for the vertical extent of new particle formation events in the lower troposphere” *J. Geophys. Res.* **113**, doi:10.1029/2007JD009302, (2008). 被引用件数: 6
- *Osada, K., Kido, M., Nishita, C., Matsunaga, K., Iwasaka, Y., Nagatani, M. and Nakada, H., “Temporal variation of water-soluble ions of free tropospheric aerosol particles over central Japan” *Tellus* **59B**, 742-754, (2007). 被引用件数: 5
- *Uno, I., Uematsu, M., Hara, Y., He, Y.J., Ohara, T., Mori, A., Kamaya, T., Murano, K., Sadanaga, Y. and Bandow, H., “Numerical Study of the Atmospheric Input of Anthropogenic Total Nitrate to the Marginal Seas in the Western North Pacific Region” *Geophys. Res. Lett.* **34**, L17817, doi:10.1029/2007GL030338, (2007). 被引用件数: 11
- *Uno, I., Eguchi, K., Yumimoto, K., Takemura, T., Shimizu, A., Uematsu, M., Liu, Z. Wang, Z., Hara, Y. and Sugimoto, N., “Asian dust transported one full circuit around the globe” *Nature Geosci.* **2**, 557 – 560, doi: 10.1038/NNGEO583, (2009). 被引用件数: 25
- *Wang, G., Kawamura, K., Lee, S., Ho, K. and Cao, J., “Molecular, seasonal and spatial distribution of organic aerosols from fourteen Chinese cities” *Environ. Sci. Technol.* **40**, 4619-4625, (2006). 被引用件数: 53

A01-公募

- *Furukawa, T. and Takahashi, Y. “Oxalate metal complexes in aerosol particles: implications for the hygroscopicity of oxalate-containing particles” *Atom. Chem. Phys.* **11**, 4289-4301, (2011) 被引用件数: 0
- *Higashi, M. and Takahashi, Y., “Detection of S(IV) Species in Aerosol Particles Using XANES Spectroscopy” *Environ. Sci. Technol.* **43**, 7357-7363, (2009). 被引用件数: 5
- *Takahashi, Y., Manceau, A., Geoffroy, N., Marcus, M.A. and Usui, A., “Chemical and structural control of the partitioning of Co, Ce, and Pb in marine ferromanganese oxides” *Geochim. Cosmochim. Acta* **71**, 984-1008, (2007). 被引用件数: 34

研究項目A02 大気海洋間における気体交換変動の研究

A02-1

- *Hirota, A., Ijiri, A., Komatsu, D.D., Ohkubo, S.B., Nakagawa, F., and Tsunogai, U., “Enrichment of nitrous oxide in a water column in the Bering and Chukchi Sea area” *Mar. Chem.* **116**, 47-53, (2009). 被引用件数: 1
- *Inomata, S., Tanimoto, H., Kameyama, S., Tsunogai, U., Irie, H., Kanaya, Y. and Wang, Z., “Technical Note:

- Determination of formaldehyde mixing ratios in air with PTR-MS: Laboratory experiments and field measurements” *Atmos. Chem. Phys.* **8**, 273-284, (2008). 被引用件数: 22
- Kameyama, S., Tanimoto, H., Inomata, S., Tsunogai, U., Ooki, A., Yokouchi, Y., Takeda, S., Obata, H. and Uematsu, M., “Equilibrator inlet-proton transfer reaction-mass spectrometry (EI-PTR-MS) for sensitive, high-resolution measurement of dimethyl sulfide dissolved in seawater” *Anal. Chem.* **81**, 9021–9026, (2009). 被引用件数: 1
- *Kameyama, S., Tsunogai, U., Nakagawa, F., Sasakawa, M., Komatsu, D.D., Ijiri, A., Yamaguchi, J., Horiguchi, T., Kawamura, H., Yamaguchi, A., and Tsuda, A., “Enrichment of alkanes within a phytoplankton bloom during an in situ iron enrichment experiment in the western subarctic Pacific” *Mar. Chem.* **115**, 92-101, (2009). 被引用件数: 3
- *Kameyama, S., Tanimoto, H., Inomata, S., Tsunogai, U., Ooki, A., Takeda, S., Obata, H., Tsuda, A., Uematsu, M. “High-resolution measurement of multiple volatile organic compounds dissolved in seawater using equilibrator inlet-proton transfer reaction-mass spectrometry (EI-PTR-MS)” *Mar. Chem.*, **122**, 59-73, (2010). 被引用件数: 0
- *Komatsu, D.D., Ishimura, T., Nakagawa, F. and Tsunogai, U., “Determination of the $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$, and $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ratios of nitrous oxide by using continuous-flow isotope ratio mass spectrometry” *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **22**, 1587-1596, (2008). 被引用件数: 7
- *Konno, U., Tsunogai, U., Komatsu, D.D., Daita, S., Nakagawa, F., Tsuda, A., Matsui, T., Eum, Y.-J. and Suzuki, K., “Significance of N_2 fixation in dissolved fractions of organic nitrogen” *Biogeosciences Discuss.* **7**, 765-786, (2010). 被引用件数: 0
- *Sasakawa, M., Tsunogai, U., Kameyama, S., Nakagawa, F., Nojiri, Y. and Tsuda, A., “Carbon isotopic characterization for the origin of excess methane in subsurface seawater” *J. Geophys. Res.* 113, doi: 10.1029/2007JC004217, (2008). 被引用件数: 6
- *Tsunogai, U., Kido, T., Hirota, A., Ohkubo, S.B., Komatsu, D.D. and Nakagawa, F., “Sensitive determinations of stable nitrogen isotopic composition of organic nitrogen through chemical conversion to N_2O ” *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **22**, 345-354, (2008). 被引用件数: 11
- *Tsunogai, U., Komatsu, D.D., Daita, S., Kazemi, G.A., Nakagawa, F., Noguchi, I. and Zhang, J., “Tracing the fate of atmospheric nitrate deposited onto a forest ecosystem in eastern Asia using $\Delta^{17}\text{O}$ ” *Atmos. Chem. Phys.* **10**, 1809-1820, (2010). 被引用件数: 4
- *Tsunogai, U., Kosaka, A., Nakayama, N., Komatsu, D.D., Konno U., Kameyama S., Nakagawa F., Sumino H., Nagao K., Fujikura K., Machiyama, H. “Origin and fate of deep-sea seeping methane bubbles at Kuroshima knoll, Ryukyu forearc region, Japan” *Geochem. J.*, **44**, 461-476, (2010). 被引用件数: 0

A02-2

- *Kato, S., Watari, M., Nagao, I., Uematsu, M. and Kajii, Y., “Atmospheric trace gas measurements during SEEDS-II over the Northwestern Pacific”, *Deep Sea Res. II* **56**, 2918-2927, (2009). 被引用件数: 3
- *Nagao, I., Hashimoto, S., Suzuki, K., Toda, S., Narita, Y., Tsuda, A., Saito, H., Kudo, I., Kato, S., Kajii, Y. and Uematsu, M., “Responses of DMS in the seawater and atmosphere to iron enrichment in the subarctic western North Pacific (SEEDS-II)” *Deep Sea Res. II* **56**, 2899-2917, (2009). 被引用件数: 4

A02-3

- *Tsumune, D., Nishioka, J., Shimamoto, A., Watanabe, Y.W., Aramaki, T., Nojiri, Y., Takeda, S. and Tsubono, T., “Physical behaviours of iron fertilized patch in SEEDS II” *Deep-Sea Res. II* **56**, 2948-2957, doi:10.1016/j.dsr2.2009.07.004, (2009). 被引用件数: 9
- *Watanabe, Y.W., Shigemitsu, M. and Tadokoro, K., “Evidence of a change in oceanic fixed nitrogen with decadal climate change in the North Pacific subpolar region” *Geophys. Res. Lett.* **35**, L01602, doi:10.1029/2007GL032188, (2008). 被引用件数: 4
- *Watanabe, Y.W., Nishioka, J., Shigemitsu, S., Mimura, A. and Nakatsuka, T., “Increases of alkalinity and pH in the Okhotsk Sea during the 1990s and 2000s” *Geophys. Res. Lett.* doi:10.1029/2009GL038520, (2009). 被引用件数: 3

A02-公募

- *Oka, E., Toyama, K. and Suga, T., “Subduction of North Pacific central mode water associated with subsurface mesoscale eddy” *Geophys. Res. Lett.* **36**, L08607, doi:10.1029/2009GL037540, (2009). 被引用件数: 2
- *Sukigara, C., Suga, T., Saino, T., Toyama, K., Yanagimoto, D., Hanawa, K., Shikama, N. “Biogeochemical evidence of large diapycnal diffusivity associated with the subtropical mode water of the North Pacific”, *J. Oceanogr.* **67**, 77-85, (2011). 被引用件数: 0

研究項目A03 大気海洋間相互作用における海洋生態系動態の研究

A03-1

- *Boyd, P.W., Jickells, T., Law, C.S., Blain, S., Boyle, E.A., Buesseler, K.O., Coale, K.H., Cullen, J.J., de Baar, H.J.W., Follows, M., Harvey, M., Lancelot, C., Levasseur, M., Pollard, R., Rivkin, R.B., Sarmiento, J., Schoemann, V., Smetacek, V., Takeda, S., Tsuda, A., Turner, S. and Watson, A.J., “Mesoscale iron-enrichment experiments 1993-2005: synthesis and future directions” *Science* **315**, 612-617, (2007). 被引用件数: 228
- *Hara, Y., Obata, H., Doi, T., Hongo, Y., Gamo, T., Takeda, S. and Tsuda, A., “Rare earth elements during the iron-induced phytoplankton bloom of the western subarctic Pacific (SEEDS-II)” *Deep Sea Res. II* **56**, 2839-2851,

(2009). 被引用件数: 2

- *Kondo, Y., Takeda, S., Nishioka, J., Obata, H., Furuya, K., Johnson, W.K. and Wong, C.S., “Organic iron (III) complexing ligands during an iron enrichment experiment in the western subarctic North Pacific” *Geophys. Res. Lett.* **35**, doi:10.1029/2008GL033354, (2008). 被引用件数: 8
- *Obata, H., Alibo, D.S. and Nozaki, Y., “Dissolved aluminum, indium and cerium in the Japan Sea and the Sea of Okhotsk: Comparison to the marginal seas of the western North Pacific” *J. Geophys. Res.* **112**, C12003, doi: 10.1029/2006JC003944, (2007). 被引用件数: 4
- *Obata, H., Shitashima, K., Isshiki, K. and Nakayama, E., “Iron, manganese and aluminum in upper waters of the western South Pacific Ocean and its adjacent seas” *J. Oceanogr.* **64**, 233-245, (2008). 被引用件数: 2
- *Sato, M., Takeda, S. and Furuya, K., “Iron regeneration and organic iron(III)-binding ligand production during in situ zooplankton grazing experiment” *Mar. Chem.* **106**, 471-488, (2007). 被引用件数: 13
- *Sato, M., Takeda, S. and Furuya, K., “Responses of pico- and nanophytoplankton to artificial iron infusions observed during the second iron enrichment experiment in the western subarctic Pacific (SEEDS II)” *Deep Sea Res. II* **56**, 2745-2754, (2009). 被引用件数: 9

A03-2

- *Tanaka, Y., Miyajima, T., Koike, I., Hayashibara, T. and Ogawa, H., “Imbalanced coral growth between organic tissue and carbonate skeleton caused by nutrients enrichment” *Limnol. Oceanogr.* **52**, 1139-1146, (2007). 被引用件数: 8
- *Tanaka, Y., Miyajima, T., Koike, I., Hayashibara, T. and Ogawa, H., “Production of dissolved and particulate organic matter by the reef-building corals *Porites cylindrica* and *Acropora pulchra*” *Bull. Mar. Sci.* **82**, 237-245, (2008). 被引用件数: 8
- *Yoshimura, T., Ogawa, H., Imai, K., Aramaki, T., Nojiri, Y., Nishioka, J., and Tsuda, A., “Dynamics and elemental stoichiometry of carbon, nitrogen, and phosphorus in particulate and dissolved organic pools during a phytoplankton bloom induced by in situ iron enrichment in the western subarctic Pacific (SEEDS-II)” *Deep Sea Res. II* **56**, 2863-2874, (2009). 被引用件数: 5

A03-3

- *Boyd, P.W., Jickells, T., Law, C.S., Blain, S., Boyle, E.A., Buesseler, K.O., Coale, K.H., Cullen, J.J., de Baar, H.J.W., Follows, M., Harvey, M., Lancelot, C., Levasseur, M., Pollard, R., Rivkin, R.B., Sarmiento, J., Schoemann, V., Smetacek, V., Takeda, S., Tsuda, A., Turner, S. and Watson, A.J., “Mesoscale iron-enrichment experiments 1993-2005: synthesis and future directions”, *Science* **315**, 612-617, (2007). 被引用件数: 228
- *Hattori-Saito, A., Nishioka, J., Ono, T., McKay, R.M.L. and Suzuki, K., “Iron Deficiency in Micro-Sized Diatoms in the Oyashio Region of the Western Subarctic Pacific during Spring” *J. Oceanogr.* **66**, 117-132, (2010). 被引用件数: 3
- *Nishioka, J., Ono, T., Saito, H., Nakatsuka, T., Takeda, S., Yoshimura, T., Suzuki, K., Kuma, K., Nakabayashi, S., Tsumune, D., Mitsudera, H., Johnson, W.K. and Tsuda, A., “Iron supply to the western subarctic Pacific: Importance of iron export from the Sea of Okhotsk” *J. Geophys. Res.*, **112**, C10012, doi:10.1029/2006JC004055, (2007). 被引用件数:42
- *Suzuki, K., Saito, H., Isada, T., Hattori, A., Kiyosawa, H., Nishioka, J., McKay, R.M.L., Kuwata, A. and Tsuda, A., “Community structure and photosynthetic physiology of phytoplankton in the northwest subarctic Pacific during an in situ iron fertilization experiment (SEEDS II)” *Deep Sea Res. II* **56**, 2733-2744, (2009). 被引用件数:12
- *Tsuda, A., Takeda, S., Saito, H., Nishioka, J., Kudo, I., Nojiri, Y., Suzuki, K., Uematsu, M., Wells, M.L., Tsumune, D., Yoshimura, T., Aono, T., Aramaki, T., Cochlan, W.P., Hayakawa, M., Imai, K., Isada, T., Iwamoto, Y., Johnson, W.K., Kameyama, S., Kato, S., Kiyosawa, H., Kondo, Y., Levasseur, M., Machida, R., Nagao, I., Nakagawa, F., Nakanishi, T., Nakatsuka, S., Narita, A., Noiri, Y., Obata, H., Ogawa, H., Oguma, K., Ono, T., Sakuragi, T., Sasakawa, M., Sato, M., Shimamoto, A., Takata, H., Trick, C.G., Watanabe, Y.Y., Wong, C.S. and Yoshie, N., “Evidence for the Grazing Hypothesis: Grazing Reduces Phytoplankton Responses of the HNLC Ecosystem to Iron Enrichment in the Western Subarctic Pacific (SEEDS II)” *J. Oceanogr.* **63**, 983-994, (2007). 被引用件数:36

A03-4

- *Buesseler, K.O., Trull, T.W., Steinberg, D.K., Silver, M.W., Siegel, D.A., Saitoh, S.-I., Lamborg, C.H., Lam, P.J., Karl, D.M., Jiao, N.Z., Honda, M.C., Elskens, M., Dehairs, F., Brown, S.L., Boyd, P.W., Bishop, J.K.B. and Bidigare, R.R., “VERTIGO (VERTical Transport In the Global Ocean): a study of particle sources and flux attenuation in the North Pacific” *Deep-Sea Res. II* **55**, 1522-1539, (2008). 被引用件数:15
- *Iida, T. and Saitoh, S.-I., “Temporal and spatial variability of chlorophyll concentrations in the Bering Sea using empirical orthogonal function (EOF) analysis of remote sensing data” *Deep-Sea Res. II* **54**, 2657-2671, (2007). 被引用件数:6
- *Seki, O., Nakatsuka, T., Kawamura, K., Saitoh, S. and Wakatsuchi, M. “Time-series sediment trap record of alkenones from the western Sea of Okhotsk” *Mar. Chem.* **104**, 253-265, (2007). 被引用件数:3
- *Zainuddin, M., Saitoh, K. and Saitoh, S.-I., “Albacore tuna fishing ground formation in relation to oceanographic conditions in the northwestern North Pacific using remotely sensed satellite data” *Fish. Oceanogr.* **17**, 61-73, (2008). 被引用件数:9

A03-公募

- *Nishioka, J., Ono, T., Saito, H., Nakatsuka, T., Takeda, S., Yoshimura, T., Suzuki, K., Kuma, K., Nakabayashi, S., Tsumune, D., Mitsudera, H., Johnson, W.K. and Tsuda, A., “Iron supply to the western subarctic Pacific: Importance of iron export from the Sea of Okhotsk” *J. Geophys. Res.*, **112**, C10012, doi:10.1029/2006JC004055, (2007). 被引用件数:42
- *Tada, Y., Taniguchi, A. and Hamasaki, K., “Phylotype-specific productivity of marine bacterial populations in eutrophic seawater, as revealed by bromodeoxyuridine immunocytochemistry combined with fluorescence in situ hybridization” *Microb. Environ.* **24**, 315-321, (2009). 被引用件数:2
- *Tada, Y., Taniguchi, A. and Hamasaki, K., “Phylotype-specific growth rates of marine bacteria measured by bromodeoxyuridine immunocytochemistry and fluorescence in situ hybridization” *Aquat. Microb. Ecol.* **59**, 229-238, (2010). 被引用件数:2
- *Taniguchi, A. and Hamasaki, K., “Community structures of actively growing bacteria shift along a north-south transect in the western North Pacific” *Environ. Microb.* **10**, 1007-1017, (2008). 被引用件数:8

研究項目A04 大気海洋間相互作用に関するモデリング

A04-1

- *Shigemitsu, M., Yamanaka, Y., Watanabe, Y.W., Maeda, N. and Noriki, S., “Seasonal characteristics of the nitrogen isotope biogeochemistry of settling particles in the western subarctic Pacific: a model study” *Earth Planet. Sci. Lett.* **293**, 180-190, (2010). 被引用件数:0
- *Smith, S.L. and Yamanaka, Y., “Optimization-based model of multi-nutrient uptake kinetics” *Limnol. Oceanogr.* **52**: 1545-1558, (2007) 被引用件数:16
- *Yoshie N., Yamanaka, Y., Rose, K.A., Eslinger, D.L., Ware, D.M. and Kishi, M.J., “Parameter sensitivity study of the NEMURO lower trophic level marine ecosystem model” *Ecol. Modell.* **202**, doi:10.1016/j.ecolmodel.2006.07.043 (2007). 被引用件数:16

A04-公募

- *Ishikawa, Y., Awaji, T., Toyoda, T., In, T., Nishina, K., Nakayama, T., Shima, S. and Masuda S., “High-resolution synthetic monitoring by a 4-dimensional variational data assimilation system in the northwestern North Pacific” *J. Mar. Syst.*, doi:10.1016/j.jmarsys.2009.02.016, in press (2009). 被引用件数:3
- *Sasaki, Y.N. Minobe, S., Schneider, N., Kagimoto, T., Nonaka, M. and Sasaki, H., “Decadal sea level variability in the South Pacific in a global eddy-resolving ocean model hindcast” *J. Phys. Oceanogr.* **38**, 1731-1747, (2008). 被引用件数:8

(6)-2 ホームページ

W-PASSホームページとしてURL(<http://w-pass.solas.jp/>)で情報の公開をしている。ホームページを開設し、最近、アクセス件数が急増し50,000程度である。SOLAS-Japanの活動ページや国際SOLASのホームページと相互リンクさせている。研究成果はニュースレターから知ることができ、公開中の該当ページのpdfファイルをダウンロードすることで可能となっている。現在、ダウンロード件数は9,000件を越え、関係機関や研究者へのハードコピーの郵送数を上回る。データ管理や公開については、関係する研究航海の報告書や、各観測測定項目やデータの管理責任者、連絡先等も公開している。英語ページも充実させた。本特定領域の活動は、国際SOLASホームページ(<http://www.uea.ac.uk/env/solas/>)に日本の研究貢献として定期的に英文レポートを公表している。

(6)-3 公開発表等

- 初年度は、計画研究代表者会議、評価委員会、全体会議を開催したが、領域研究関係者だけに限らず、興味を持つ研究者の参加を促す情報を流した。
- 平成18年12月10-16日 米国サンフランシスコで開催の米国地球物理連合秋季大会において、“SEAREX to SOLAS: Thirty Years of Air/Sea Exchange Research,”セッション（コンビナー：R. Arimoto, M. Uematsu, Y. Gao）を主催しW-PASS研究者を中心に日本から10編を越す発表があった。
- 平成19年3月5-9日 中国、厦門で開催されたSOLAS Open Science ConferenceにW-PASS研究者を中心に30名を越す日本からの研究発表参加があった。大学院生による発表に旅費援助を行った。
- 平成19年6月15日 公開「台風ワークショップ」を東京大学海洋研究所において開催した。W-PASS研究関係者以外にも学生、他の研究機関研究者など20名を越す参加があり、本課題に対

して、項目間の連携が深まった。

○平成19年9月30日 一般公開シンポジウム「太平洋亜熱帯海域の大気組成と海洋起源物質」を沖縄で開催される日本海洋学会秋季大会において開催した。また、沖縄本島北端にある国立環境研究所辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーションを視察し、相互理解に努めた。

○日本、中国、韓国を中心とした3回のWorkshop on Asian Dust and Ocean EcoSystem (ADOES) を中国のSHI Guangyuと植松が共同議長として主催した。日本の研究活動の紹介と三ヶ国間での共同研究について議論し、国際SOLASの枠組でTask Teamを申請、その提案が認められた。

○平成20年3月12日 「渦相関法に関するワークショップ」を東京大学海洋研究所で開催した。陸上での観測研究者やドイツからの研究者を招いて20名を越す会となった。

○平成20年5月、マレーシア、コタキナバルでの第7回IOC/WESTPACシンポジウムで、「アジア大気海洋間物質循環に関するワークショップ」を主催し、25名の出席者と炭素循環、物質循環を中心とする議論を行った。

○平成20年6月13日 「辺戸岬集中観測ワークショップ」を国立環境研究所東京会議室で開催し、国立環境研プロジェクトの航空機観測グループとの情報交換も行った。

○平成20年9月18-19日 日本地球化学会年会特別セッション「大気水圏とそれらの相互作用、気候変動」を東京大学教養学部で開催した。

○平成20年12月12日 公開シンポジウム「亜熱帯海洋学の最前線」および第2回「台風に関するワークショップ」を東京大学海洋研究所において開催した。

○平成21年9月14-17日 日本地球化学会年会特別セッション「大気水圏とそれらの相互作用、気候変動」を広島大学理学部で開催した。

○平成21年4月13日 IGBP シンポジウムが国際IGBP SSC会議時に小樽で開催され、植松がW-PASS成果をSOLAS-Japanの主な活動として紹介した。

○平成21年10月12-13日 Joint 4th Workshop on ADOES with Asian SOLASを韓国、済州島で開催し、成果発表と日本、中国、韓国との共同研究計画について議論した。

○平成21年11月16-19日 スペイン、バルセロナで開催された第3回SOLAS Open Science Conferenceにおいて、28カ国から260名の参加があり、日本からW-PASS関係者が27名出席した。若手研究者へは大学院生を含み、5名の旅費援助を行った。日本からは、角皆潤計画研究代表者(A02-1)と植松がPlenary Sessionで招待講演を行った。また、11月18日、Discussion Session “Future for the Asian Dust and Ocean Ecosystem (ADOES) with Asian SOLAS” を植松、H. Gao、M. Levasseurがコンビナーとして、W-PASS活動をさらに発展させる議論の場を設け、北米、欧州の多くの研究者の注目を集めた。

○平成21年12月11-12日 海洋研シンポジウム「白鳳丸航海KH-08-2データシンセシス」を開催し、亜寒帯および亜熱帯における海洋学の現状と将来の研究の方向性を議論した。

○植松光夫が平成21年度日本海洋学会賞、津田敦計画研究代表者(A03-3)が平成21年度日本海洋学会日高論文賞をそれぞれ受賞し、受賞講演を行った。

○平成22年4月12-14日 英国、ノーウィッチでのMegacities in the Coastal Zone (MCCZ) workshopに角皆潤計画研究代表者(A02-1)と植松が招聘され、研究成果を発表し、将来計画を議論した。

○平成22年5月11-13日 オーストラリア、ブリスベンでのDust-Phytoplankton Workshopに植松が招聘され、研究成果紹介と南太平洋でのSOLAS関係の研究計画立案に加わった。

○平成22年11月17-19日 東京での大気化学討論会(187名の登録)で特別セッション「海洋大気化学」を実施し、口頭発表10件、ポスター発表2件が行われた。

○平成22年11月29日-12月2日 Joint 5th Workshop on ADOES with Asian SOLASを長崎で開催し、成果発表と日本、中国、韓国と米国、そしてドイツ(テレビ会議)の将来研究計画を議論した。

○平成22年12月13-17日 米国サンフランシスコで開催の米国地球物理連合秋季大会において、“Linkages in Biogeochemical Cycles Between the Surface Ocean and Lower Atmosphere Over the Pacific Ocean”セッション(コンビナー: Uematsu, M., Miller, W., Levasseur, M.)を主催した。W-PASS研究者を中心に日本から30編を越す発表があり、常時100名近い聴衆が議論に加わった。

以下に本領域研究の班員による国内外の会議等での招待講演による発表状況を示す。

研究項目A01

- 坂東博、科学工学技術委員会講義、ホテル阪急インターナショナル (07/07/29)
坂東博、平成20年度環境技術セミナー、メルパルク大阪(08/12/12)
坂東博、大気環境学会中部支部講演会、石川県保健環境センター(09/07/21)
坂東博、大阪府立大学・大阪府立産業技術総合研究所連携セミナー、大阪府立大学学術交流会館(10/01/26)
Takami A., The 25th Symposium on Aerosol Science & Technology in conjunction with International Aerosol Symposium 2008、金沢大学 (08/08/21)
Takami, A., The 9th Senior Technical Meeting for EANET、酸性雨センター(08/08/29)
高見昭憲、エアロゾルシンポジウム、東京工業大学(08/11/27)
高見昭憲、日本沙漠学会冬季シンポジウム、おきでんふれあいホール(09/02/20)
Takami, A., 18th International Conference on Nucleation and Atmospheric Aerosols、Prague, Czech(09/02/12)
河村公隆、第19回日本気象学会夏期特別セミナー、NTT北海道セミナーセンター(08/08/07)
河村公隆、第36回地球化学研究協会学術賞(三宅賞)授賞講演会、東京霞ヶ関ビル(08/12/06)
河村公隆 日本分析化学会・ガスクロマトグラフィー研究懇談会、北海道大学(09/09/24)
Kawamura, K., 8th Intern. Symposium on Advanced Environmental Monitoring、Sapporo, Hotel Royton(10/06/29)
植松光夫、学際シンポジウム「テラフォーミングー環境微生物学の挑戦」、東京大学(08/03/01)
植松光夫、わかる科学・技術市民講座「海、山、極地から見た地球環境の変化」、東京理科大学(08/11/29)
植松光夫、日本学術会議農学委員会風送大気物質問題分科会・日本沙漠学会、東京大学(09/06/08)
植松光夫、日本海洋学会・春季大会、東京大学(09/04/07)
植松光夫、北大低温研研究集会「大気圏と生物圏の相互作用：大気化学を中心として」、北海道大学(09/07/10)
植松光夫、第21回日本気象学会夏期特別セミナー・日本海洋学会若手会、八王子セミナーハウス(09/08/01)
植松光夫、大気環境学会、大阪大学(10/09/10)
植松光夫、第23回酸性雨東京講演会、法政大学(11/02/28)
Uematsu, M., Joint CACGP / IGAC / WMO Symposium ATMOSPHERIC CHEMISTRY AT THE INTERFACES 2006、Cape Town, South Africa (06/09/17)
Uematsu, M., Workshop on Sustained Indian Ocean Biogeochemical and Ecological Research, Goa, India (06/10/03)
Uematsu, M., International Workshops on Monitoring and Forecasting of the Rapid Change in Ocean-Atmosphere Environment in the East Asia、Fukuoka, Japan (07/11/29)
Uematsu, M., First Meeting, GESAMP Working Group 38, Tucson, Arizona, USA (08/12/10)
Uematsu, M., IGBP Symp. "Frontier of integrated research activities on east Asian and global environment" Otaru, Japan(09/04/14)
Uematsu, M., International Workshop Trans-boundary Environmental Problems in the East Asia, Fukuoka, Japan(09/10/19)
Uematsu, M., SOLAS Open Science Conference 2009, Barcelona, Spain (09/11/16)
Uematsu, M., Second Meeting, GESAMP Working Group 38, London, UK (10/01/12)
Uematsu, M., Megacity And The Coastal Zone FTI meeting, Norwich, UK (10/04/13)
Uematsu, M., Dust-Phytoplankton Workshop, Brisbane, Australia (10/05/11)
Uematsu, M., Int. symposium on "Asian Dust/Aerosol and its Impact on Global Climate Change", Shanghai, China (10/08/08)
Uematsu, M., International Symposium "Roles of the Indo-Pacific Oceans in Climate Change and Variability in Commemoration of the 50th Anniversary of IOC/UNESCO", Tokyo, Japan (10/12/02)
Uematsu, M., WMO SDS-WAS/GESAMP Expert Workshop on Modeling and Observing the Impacts of Dust Transport and Deposition on Marine Productivity, Sliema, Malta(11/03/07)
Uematsu, M., IGBP Science Symposium, Bethesda, Maryland, USA (11/04/01)
Chiba S, PICES 2010 Annual Meeting, Portland, USA (10/10/29)
Chiba S, Effects of Climate Change on the World's Oceans, Gijon, Spain (07/03/22)
高橋嘉夫、資源・素材学会北海道支部特別講演会、北海道大学 (07/06/25)
高橋嘉夫、日本鉱物学会鉱物科学特別シンポジウム、東京大学(07/09/27)
高橋嘉夫、第21回日本放射光学会年会、立命館大学(08/01/13)
高橋嘉夫、KEK-放射光セミナー、高エネルギー加速器研究機構(08/06/19)
高橋嘉夫、日本地球化学会第55年会、東京大学駒場キャンパス(08/09/17)
高橋嘉夫、飯綱・サイエンスサマー道場、飯綱高原「ホテルアルカディア」(09/08/18)
高橋嘉夫、第13回SPRING-8シンポジウム、東京ステーションコンファレンス(09/09/04)
高橋嘉夫、X線分析討論会、大阪市立大学(09/11/06)
高橋嘉夫、立命館大学オープンリサーチセンターシンポジウム、立命館大学ローム記念館(09/11/14)
高橋嘉夫、アイソトープ・放射線研究発表会、日本科学未来館 (10/07/08)
高橋嘉夫、XAFS討論会、立命館大学草津キャンパス(09/09/05)
高橋嘉夫、SPRING-8 科学講演会、SPRING-8(11/04/30)
Takahashi, Y., Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry (APSORC-09), Napa, USA (09/12/02)
Takahashi, Y., 2010 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, Hawaii, USA (10/12/18)
榎直人、第5回地文台シンポジウム、筑波・宇宙航空研究開発機構 (10/11/01)

研究項目A02

- 角皆潤、第57回質量分析総合討論会シンポジウム、大阪国際交流センター (09/05/13)
角皆潤、日本地球惑星科学連合、幕張メッセ国際会議場 (09/05/18)
Tsunogai, U., International Symposium on Water Isotopes and Climatesm, Nagoya, Japan (07/12/01)

Tsunogai, U., SOLAS Open Science Conference, Barcelona, Spain (09/11/16)
Tsunogai, U., European Geosciences Union General Assembly 2010, Vienna, Austria (10/05/02)
谷本浩志、2010年度日本海洋学会春季大会シンポジウム、京海洋大学大講義室 (10/03/26)
Tanimoto, H., 4th international PTR-MS conference 2009, Obergurgl, Austria (09/02/16)
塚本修、第53回風に関するシンポジウム、東京大学弥生講堂 (07/06/21)
須賀利雄、日本気象学会2008年度春季大会シンポジウム、横浜市開港記念会館講堂(08/05/02)
須賀利雄、日本古生物学会2008年年会、仙台・東北大学片平キャンパス(08/07/04)
Suga, T., CLIVAR Workshop on Western Tropical Pacific: Hatchery for ENSO and Global Teleconnections, Guangzhou, China (07/09/26)
Suga, T., PICES 2010, Oregon Convention Center, Portland, USA (10/10/28)
上野雄一郎、地球化学会年会、熊谷・立正大学 (10/09/09)
Ueno Y., Goldschmidt Conference, Knoxville, USA (10/06/18)

研究項目A03

武田重信、平成19年度日本水産学会春季大会、東京海洋大学品川キャンパス(07/03/30)
Takeda S., The Second Workshop on Marine Environment in the East China Sea and Its Sound Future, Fukuoka, Japan (10/02/07)
Takeda S., SOLAS Open Science Conference, Xiamen, China (07/03/09)
津田敦、第30回日本鉄バイオサイエンス学会学術集会、東京大学(06/09/16)
Tsuda, A., 5th World Fisheries Congress, Yokohama, Japan (08/10/20)
Tsuda, A., AGU FALL MEETING 2010, San Francisco, USA (10/12/13)
Nishioka, J., ASLO Aquatic Sciences Meeting 2009, Nice, France (09/01/29)
的場澄人、第25回寒地技術シンポジウム、札幌コンベンションセンター (09/11/24)
Matoba, S., Winter City Forum, Nuuk, Greenland (08/01/18)
Ono, T., AGU Ocean Science Meeting 2010, Portland, USA(10/02/22)
浜崎恒二、第57回日本生態学会企画集会、東京大学(10/03/16)
浜崎恒二、第58回日本分析化学会年会特別シンポジウム、北海道大学 (09/09/24)
古谷研、第10回東京大学生命科学シンポジウム、東京大学 (10/05/01)
Furuya, K., International Workshop on Plankton Community Structure and Biological Pump, Xiamen, China (09/05/29)

研究項目A04

Yamanaka, Y., PICES 17th Annual Meeting, Dalian, China (08/10/24)
Yamanaka, Y., International Symposium on Simulation Science for Safety, Tokyo, Japan (09/16/19)
Yamanaka, Y., 3rd GLOBEC Open Science Meeting, Victoria, Canada (09/06/22)
Yamanaka, Y., PICES 18th Annual Meeting, Jeju, Korea (09/10/23)
Yoshie, N., PICES 18th Annual Meeting, Jeju, Korea (09/10/23)
Ishikawa, Y., GODAE Coastal and Shelf Seas Workshop, Liverpool, U.K. (07/10/10)

(6)-4 「国民との科学・技術対話」について

未来の日本の科学を担う小中高校生に地球化学の視点から理科の面白さを伝えるために日本地球化学会において講師派遣制度があり、班員が登録しているが、現時点では依頼はない。小中高校生、大学の学部生へのセミナー、一般市民講演会などでの活動機会は数多くあるが、班員が個人として引受けており、その内容の把握はしていない。アンケート調査結果依頼通知を受理して以来、本研究領域が直接、実施したものはない。

(7) 研究組織と各研究項目の連携状況

(7)-1 研究領域の研究組織

<総括>

X00 海洋表層・大気下層間の物質循環リンケージ

代表者 植松 光夫 (東京大学)

連携研究者

横内 陽子 (国立環境研究所)・渡辺 豊 (北海道大学)・

武田 重信 (東京大学)・山中 康裕 (北海道大学)・津田敦 (東京大学)

評価者

秋元 肇 (アジア大気汚染研究センター)・今脇 資郎 (海洋開発研究機構)・

小池 勲夫 (琉球大学)・谷口 旭 (東京農業大学)・角皆静男 (北海道大学)

<計画研究・公募研究>

研究項目A01 大気海洋間相互作用における大気組成動態の研究

計画研究

A01-1 反応性微量成分による海洋大気化学過程の変調

代表者／分担者

坂東 博 (大阪府立大学)・高見 昭憲 (国立環境研究所)・定永 靖宗 (大阪府立大学)

連携研究者

加藤 俊吾 (首都大学東京)

A01-2 海洋起源ハロカーボン類のフラックスと生成過程に関する研究

代表者／分担者

横内 陽子 (国立環境研究所)・橋本 伸哉 (日本大学)・伊藤 伸哉 (富山県立大学)・

大木 淳之 (国立環境研究所)

A01-3 海洋に沈着する大気粒子中の微量元素と有機物質および海洋起源大気粒子の生成過程

代表者／分担者

植松 光夫 (東京大学)・河村 公隆 (北海道大学)・三浦 和彦 (東京理科大学)・

長田 和雄 (名古屋大学)・鶴野 伊津志 (九州大学, A04-1から2009年度に編入)

研究協力者

向井 人史 (国立環境研究所)

公募研究

A01-K1 海洋生物起源エアロゾル粒子の吸湿特性および雲凝結核能力の同時計測

代表者

持田 陸宏 (名古屋大学)

A01-K2 海洋上低層大気中の過酸化水素・有機過酸化物の測定

代表者

畠山 史郎 (東京農工大学)

A01-K3 XAFS法による硫化ジメチル及びその酸化途上物質とエアロゾルとの相互作用の解明

代表者／分担者

高橋 嘉夫・清水 洋 (広島大学)

A01-K4 XAFSによるエアロゾル中の元素の化学種解析：カルボン酸錯体の生成や鉄の溶解性

代表者

高橋 嘉夫 (広島大学)

A01-K5 気球搭載ライダーによる海上での成層圏、対流圏エアロゾルと海洋表層有機物の観測

代表者／連携研究者

榊 直人 (青山学院大学)・和田 智之 (理化学研究所)・篠野 雅彦 (海上技術安全研究所)

A01-K6 北西太平洋域における黄砂粒子量の衛星観測

代表者

福島 甫 (東海大学)

研究項目A02 大気海洋間における気体交換変動の研究

計画研究

A02-1 海洋表層における生物起源微量気体の生成・分解過程とその気候変化への応答

代表者／分担者

角皆 潤・中川 書子 (北海道大学)・谷本 浩志・猪俣 敏 (国立環境研究所)

A02-2 微量気体成分の海面乱流フラックス直接測定法の開発

代表者／分担者

塚本 修 (岡山大学)・石田 廣史 (神戸大学)・村田 昌彦 (海洋研究開発機構)・

永尾 一平 (名古屋大学)・岩田 徹 (岡山大学)・近藤 文義 (東京大学)

A02-3 海洋の温室効果気体の長期変動と気候へのフィードバック効果

代表者／分担者

渡辺 豊 (北海道大学)・安田 一郎 (東京大学)・鶴島 修夫 (産業技術総合研究所)

公募研究

A02-K1 黒潮・続流域における表層炭酸系の時空間変動の解明

代表者／分担者

吉川 久幸 (北海道大学)・緑川 貴 (気象研究所)

A02-K2 酸素センサー付フロートによる表層溶存酸素の短期変動とその季節変動への寄与の解明

代表者／分担者

須賀 利雄・木津 昭一・花輪 公雄 (東北大学)・緑川 貴 (気象研究所)・

小林 大洋 (海洋開発研究機構)

A02-K3 安定同位体比測定による海洋生物起源メタン・硫化カルボニルの生成過程の解明

代表者／分担者

豊田 栄・山田 桂太・上野 雄一郎 (東京工業大学)・木庭 啓介 (東京農工大学)・

吉田 磨 (酪農学園大学)

A02-K4 亜熱帯モード水・季節密度躍層系の物理過程とその生物・化学的役割

代表者／分担者

須賀 利雄 (東北大学)・日比谷 紀之 (東京大学)

連携研究者

石井 雅男 (気象研究所)・小林 大洋 (海洋開発研究機構)

研究項目A03 大気海洋間相互作用における海洋生態系動態の研究

計画研究

A03-1 海洋表層における微量元素の動態と生物利用能

代表者／分担者 **武田 重信（長崎大学）**・小畑 元（東京大学）

連携研究者 佐藤 光秀（東京大学）

A03-2 海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物プロセスとの相互作用

代表者／分担者 **小川 浩史**・木暮 一啓（東京大学）・神田 穰太（東京海洋大学）・

鈴木 昌弘（産業技術総合研究所）

A03-3 ダスト降下に伴う海洋表層生物群集の応答と気候へのフィードバック

代表者／分担者 **津田 敦**・道田 豊（東京大学）・斉藤 宏明・高橋 一生（水産総合研究センター）

連携研究者 鈴木 光次（北海道大学）・下出信二（東京大学）

A03-4 衛星による大気海洋環境変動と突発的現象の解明

代表者／分担者 **齊藤 誠一（北海道大学）**・石坂 丞二（名古屋大学）・新野 宏（東京大学）・

虎谷 充浩（東海大学）・森本 昭彦（名古屋大学）・平澤 享（北海道大学）

公募研究

A03-K1 生態系の長期変動は西部北太平洋亜寒帯域の生物ポンプ機能を変化させたか

代表者／分担者 **千葉 早苗**・本多 牧生・笹井 義一・笹岡 晃征（海洋研究開発機構）

A03-K2 西部北太平洋亜寒帯域（親潮域）表層の鉄濃度の変動と大気ダスト供給量との関係

代表者／分担者 **西岡 純**・的場 澄人（北海道大学）・小埜 恒夫（水産総合研究センター）

A03-K3 窒素固定生物群集の多様性が海洋表層の物質循環に及ぼす影響

代表者／分担者 **古谷 研（東京大学）**・岩滝 光儀（長崎大学）

A03-K4 海洋表層における光従属栄養プロセスの解析

代表者／分担者 **浜崎 恒二（東京大学）**・大河内 直彦（海洋研究開発機構）

A03-K5 海洋表層マッピングによる親潮域の鉄供給過程の評価

代表者／分担者 **西岡 純**・的場 澄人（北海道大学）・小埜 恒夫（水産総合研究センター）

連携研究者 中村 知裕（北海道大学）

A03-K6 海洋における生物起源気体の変換に関わる細菌機能群の動態解析

代表者 **浜崎 恒二（東京大学）**

A03-K7 海洋表層における光従属栄養プロセスの解析

代表者/連携研究者 **古谷 研**・佐藤 光秀（東京大学）・岩滝 光儀（長崎大学）

A03-K8 西部北太平洋における懸濁粒子の凝集・沈降特性の変動機構

代表者 **福田 秀樹（東京大学）**

研究項目A04 大気海洋間相互作用に関するモデリング

計画研究

A04-1 気象擾乱による大気-海洋系物質循環および海洋生態系の応答

代表者／分担者 **山中 康裕（北海道大学）**・鶴野 伊津志（九州大学, A01-3～2009年度に編入）・

鬼塚 剛（水産大学校）

連携研究者 吉江 直樹（水産総合研究センター）・相田 真希（海洋開発研究機構）

公募研究

A04-K1 酸素・栄養塩・pHの全球海洋変動解析

代表者 **見延 庄士郎（北海道大学）**

A04-K2 データ同化による海洋表層循環変動のモニタリングと化学・生物過程とのカップリング

代表者／分担者 **石川 洋一（京都大学）**・池田 元美（北海道大学）・豊田 隆寛（海洋研究開発機構）

A04-K3 数日スケールの気象が大気海洋物質循環に及ぼす影響評価・予測のためのモデリング

代表者 **藤井 賢彦（北海道大学）**

A04-K4 pH・栄養塩・溶存酸素・クロロフィルにおける地球温暖化の影響評価：検出と要因特定

代表者 **見延 庄士郎（北海道大学）**

A04-K5 北太平洋における海洋炭素、ケイ素、窒素循環と植物プランクトンの生理動態の解明

代表者／分担者 **Sherwood Smith**・相田 真希（海洋開発研究機構）

(7)-2 各研究項目の連携状況

総括班会議が中心となって連携を図ってきた。本会議は研究項目代表者が集まる全体会議、評価委員会等開催時に開催され、各研究の取り纏めや企画調整を始め、項目を越えた共同観測、研究航海申請、航海時の研究分担や調整、ワークショップの企画提案など、効果的に進めてきた。

それ以外にも各計画研究会議やワークショップを適宜設け、研究項目内での研究方針の企画を行っていた。本会議やワークショップには、領域代表者が出席し、他の研究班の進捗状況の報告や、共同観測の提案、取り纏めに向けて提言を受け、相互に情報交換等を行っている。年に一回、計画研究代表者会議を開催し、公募研究班との連携や調整、また、白鳳丸、淡青丸、「みらい」などの研究航海の実施計画、成果報告シンポジウムなどの企画、国内外の研究動向についても議論してきた。

以下に、項目研究を横断した4つのワークショップを列挙し、その総括・状況を示す。

「台風ワークショップ」は、研究項目を越え、公開形式を取り、特定領域研究者以外の出席もあった。生態系モデルと物理モデルの連携や観測グループとの議論が具体化し、船上実験や台風生態系モデルなどへ取組んで、論文として投稿中である。

「大気海洋長期変動と生物応答ワークショップ」は、他の関連プロジェクト研究者を招聘し、物理、化学、生物環境の長期変動や長期観測に対応するセンサーの情報などが、多岐にわたって議論された。最終報告書に向け、将来構想の提言を取り纏めた。

「海洋大気陸上集中観測ワークショップ」は、平成20年春季に沖縄本島北端の国立環境研究所辺戸岬大気・エアロゾル観測ステーションでの集中観測を航空機大気観測計画と連携して行った観測終了後、平成20年6月と平成21年1月にデータ検討会を開催した。また、平成20年夏のキラウエア火山噴火による海洋環境への影響評価のワークショップを開催した。その結果は論文として公表された。

「渦相関法ワークショップ」は、A02-2班を中心に、二酸化炭素、ラドン、DMSなどの気体成分や熱フラックスについて議論した。また、海洋物理関連研究者やドイツの研究者や陸上での測定観測研究者を招聘し、測定法についての情報交換を行った。

(8) 研究費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効率的使用を含む）

10,000千円を越える主要な「設備備品」は、エアロゾル質量分析計（44,600千円）、質量分析計（12,000千円）、高分解能ICP質量分析計（52,200千円）、全リン、全窒素測定装置（10,600千円）、エアロゾル質量分級装置（10,000千円）であり、適正に使用されていた。

「旅費」は各計画研究会において全体会議、計画研究会議、国内外学会発表、観測等の出張旅費が適正に使用されていた。総括班は若手研究者の国際会議発表への旅費も支援した。

「謝金等」では、研究支援者、実験補助者を雇用している計画研究会が、いくつかあるが、適正に執行されていた。特に総括班では、プロジェクト全体の取り纏めのために、サイエンスコーディネートを兼ねる研究員を採用し、陸上集中観測や船舶観測など、本領域研究での共同観測の実行準備や連絡、日程調整、共通測定装置の保守、消耗品等の一括購入を担当させ、研究費の効率良い使用に努めた。

「その他」については、全体会議や、ワークショップなどに関する会議費、Webサイトの更新維持を外部委託し、また、データ管理についてのシステムの構築し、恒久的にデータアーカイブが可能となるようにした。

(9) 当該学問分野及び関連学問分野への貢献度

○測定機器や手法開発への貢献

本研究領域での観測・測定機器は、長期間、高感度、高時間分解能が要求され、その目的を満たすために開発、あるいは実用化したものである。また、新しい同位体分析法を開発し、物質循環プロセスを解き明かす概念も確立し、その貢献は多岐に渡っている。

- 大気中窒素化合物の化学形、形態別に長期間連続測定可能なシステムを構築した
- 海水/大気中VOCを連続測定可能な気液平衡システムを開発実用化した。
- 野外での気体から微小粒子生成過程を長期間自動計測可能なシステムを実用化した。
- 高感度のマイクロフロー・アンモニア態窒素分析装置を開発し、船舶搭載可能とした。
- 高感度高時間分解能平衡器インレット-陽子移動反応質量分析計(EI-PTR-MS)を開発した。
- 溶存酸素分子の三酸素同位体組成分析法を開発した。
- 長光路長キャピラリーセルによる海水中ナノモルレベル栄養塩測定法を開発した。

○船上観測の進歩への貢献

船舶搭載型の装置は、揺れ、振動、湿度、気温変化などにも安定に作動する工夫が要求される。また、試料採取においても、その制限が極めて多く、航走時の採取、連続計測、小型化、船自身からのコンタミ防止などを解決する必要がある。また、ブイ等の特別な工夫も実用化された。

- 単一ナノ微粒子質量分析計(ATOFMS)を船舶搭載型コンテナシステムとして実用化した。
- 船上マスト搭載型のオープンパス渦相関法によるDMSフラックス測定装置を実用化した。
- モバイルフラックスブイを考案し、海面直上からのDMSフラックス測定手法を確立した。
- 表面水連続モニタリング装置(AMEMBO II)により航走中連続栄養塩分布測定が実現した。
- 表面水クリーン採水システム「しげちゃん」により航走中連続海水試料採取が可能となった。

○海洋科学分野と大気科学分野の相互理解と連携に貢献

- 大気化学分野の研究者が海洋上での大気物質の分布や反応過程について、その重要性を理解し、船舶を用いた洋上観測を行うようになった。
- 海洋への大気物質の沈着が海洋生態系の変化に密接な関係があることを理解し、海洋上の大気物質濃度や海洋への沈着量の測定を海洋科学観測の一項目とすることが定着してきた。
- 海洋大気へ放出される海洋起源物質を海洋と大気の両分野で測定する流れが構築された。
- 衛星画像や大気化学輸送モデルの予想を基に研究航海の航路が適宜変更され、現象を捉える手法が確立された。
- 黄砂、台風、火山噴火などと海洋生態環境の対応の重要性が認識され、突発的自然現象の重要性が気象、物理、化学、生物分野の共通課題として取組む傾向を生んだ。

○海洋生態系と成層圏科学との連携

海洋生物起源物質の大気への放出過程が明らかになるにつれ、海洋生物生産の高い海域から生成される気体成分の挙動に注目が集まり始めた。その結果、特に赤道付近の高生物生産海域で放出された海洋起源気体が、赤道域の強い上昇気流に乗って、成層圏まで到達し、成層圏オゾンをはじめとする化学組成の変化にも影響を与えている可能性が示唆された。本研究領域の成果がきっかけとなり、その輸送、反応過程について、太平洋東部赤道域上空の成層圏大気を気球に搭載した装置で採取する実験を実施する計画が、宇宙航空研究開発機構(JAXA)や極地研などの支援を受けて、現在進んでいる。

(10) 研究計画に参画した若手研究者の状況

- 各項目研究別に下記の表にまとめた。本研究領域に参画した学部学生から助教までの若手研究者は、総数137名である。
- 31名が修士課程を修了し、博士課程へ進学した者が7名である。
- 博士課程修了者は12名で、ほとんど11名が研究者（助教、PD）として活躍している。
- PDであった者が34名で、現在も22名がPDとして、また7名が研究職（助教、講師、准教授）に就いている。
- 本研究領域の実施期間中に国際SOLAS Summer Schoolへ応募し、採択された若手研究者（大学院生、PD）の旅費を支援した。また、本研究領域の全体会議や主催するワークショップ、国際会議へ出席し、発表する若手研究者の旅費を支援した。

受け入れ若手研究者 研究終了後 進学先	学部		修士課程				博士課程				PD					助教		
	修士課程	企業	修士課程	企業	公務員	博士課程	博士課程	企業	助教	PD	公務員	助教	准教授	講師	教員	助教	准教授	
計画研究A01	4	2	17	5	4		4	2	1		6	4	3	2	1	2		
公募班A01	1	2	1	1	1					1	1					1		
計画研究A02	5	1	1	6		3			1		8						1	
公募班A02	5			2		1				2	1					2	1	
計画研究A03	2		3	1		1			1		2		1					
公募班A03			1	2		2				2	4						1	
計画研究A04							1							1				
公募班A04				2														
計	17	5	23	19	5	7	7	9	1	2	22	4	3	3	1	1	5	3

(11) 総括班評価者による評価の状況

毎年11月に開催される全体会議のまとめで評価者から研究成果に対して評価をいただいた。全体会議終了後に総括班会議を開催し、今後の研究領域の方策について助言をいただいた。また、いくつかのワークショップにおいて、評価者が出席され、助言をいただいた。今までの評価者からの主な評価・コメントを以下のようにとりまとめた。

- 本研究領域が開始され、現時点では問題は特になさそうである。最終的な成果が明確になるように進めて欲しい。
- 分野が多岐にわたるために、その調整や連携は大変であるが、全体でのまとまりのある成果を期待する。
- 国際共同研究として、世界への貢献を常に見据えて、研究を進めていただきたい。
- 日本という他の国ではまねの出来ないような特徴ある研究成果を出していただきたい。そういう意味では、西部太平洋という海域を日本が徹底的に取り組んで、大西洋やインド洋などでの諸外国の研究成果と比較し、特徴づけることを検討して欲しい。
- データ管理について、大気科学と海洋科学でデータの種類や取扱が異なるが、できるだけ早く、航海や島嶼観測のメタデータの取りまとめ、データベースシステムの構築を進めて欲しい。
- 観測結果は、最終的にモデルによって再現し、将来予測に繋がるので、モデルグループとの連携を密にすることを希望する。
- 各項目研究の連携を図るために、テーマを決め、例えば、台風による海洋生物生産に及ぼす影響などについてワークショップを開催して議論し、観測計画などを立案してはどうか。
- 多岐に渡る研究分野からの集団なので、それぞれの分野の研究用語や略語が理解され辛いので、説明書のようなものを作成してはどうか。

- 本研究領域の略語、ロゴ、ホームページやニュースレターを作成し、各研究者間の相互理解や交流を深め、外部の研究者にも W-PASS の研究の進捗状況が見えるようにして欲しい。
- 本研究領域では、海洋大気組成、大気海洋間気体交換、大気海洋間相互作用を介した海洋生物動態研究が主要テーマであり、大気化学と海洋化学生態を繋いで一つの場で議論しようという努力がなされているわけであるが、大気化学、海洋化学に二本の軸足を持つ領域代表者ならではのプロジェクト推進がなされており、最後のとりまとめが大いに期待される。

これらの助言をもとに、西部太平洋での観測中心であることを特徴づけるため、本特定領域研究「大気海洋物質循環」の英語名をthe W-PASS (Western Pacific Air-Sea interaction Study) project と呼ぶことにした。ワークショップについては、助言を受け、4つのワークショップが開催され、連携研究が進んだ。また、国内外の研究プロジェクトとの連携も積極的に進めて、注目を浴びている。研究の進捗状況については、ホームページやW-PASS NEWSを通して公開していた。研究成果は、国際SOLASのHPやNewsに定期的な掲載をした。国際学会での発表を推奨し、若手研究者の発表に対して援助していた。国際的なプロジェクトの立案・申請は中国、オーストラリア、カナダなどと進めている。国際的なデータ管理については、国際SOLAS事務局と検討を続けているが、国内ではメタデータの取り纏めを行った。またホームページで研究航海報告書、陸上集中観測、航海観測測定項目のメタデータを公開している。

