

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：82706

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03369

研究課題名(和文) 北東インド洋海域における大気窒素化合物沈着の海洋表層生態系への寄与解明

研究課題名(英文) Influence of deposition of atmospheric nitrogen compounds to the marine ecosystem at the northeastern Indian Ocean

研究代表者

竹谷 文一 (TAKETANI, Fumikazu)

国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(地球表層システム研究センター)・主任研究員

研究者番号：50377785

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：北東インド洋において、大気窒素化合物の海洋表層への影響評価のため、洋上大気海洋観測、衛星解析、数値モデル計算の総合研究を実施した。白鳳丸航海において、海洋への大気窒素化合物の乾性・湿性沈着フラックスを見積もった結果、北半球で高く、南半球低いことが示された。その大気窒素化合物の起源解析を数値モデル計算を用いて推定し、主に産業由来によることが示唆された。北東インド洋における現場観測および衛星観測から見積もった海洋表層の基礎生産力と大気窒素化合物の供給量/レッドフィールド比を用い、比較した結果、北東インド洋の大気窒素化合物の海洋表層の基礎生産力への影響は北半球において有意な寄与がある可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は大気窒素化合物の海洋への沈着過程が北半球の北東インド洋海域において非常に重要なプロセスであることが示されたことにある。これにより、大気からの海洋への窒素化合物に関わらず、他の栄養物質の供給過程に関する議論を推進させることになると考えられる。また、これまで考えてこられなかった表層基礎生産に対する大気からの沈着の影響を考慮することで、表層植物プランクトンの増減による二酸化炭素吸収能力等の海洋環境の変化などに対して、より正確な把握が可能となる。

研究成果の概要(英文)：We conducted a comprehensive study for influence of atmospheric nitrogen compounds to the marine ecosystem in the northeastern Indian Ocean by ship observation, satellite analysis, and numerical model calculation. In November 2018, the dry and wet deposition flux of atmospheric nitrogen compounds to the ocean was estimated during the R/V Hakuho-Maru cruise. The dry deposition flux was high in the northern hemisphere and low in the southern hemisphere. The origin was estimated using numerical model calculations, suggesting the industrial activity. We compared the primary productivity of the ocean surface estimated from field/satellite observations with the productivity estimated from the supply amount of atmospheric nitrogen compounds and the Redfield ratio, indicating that atmospheric nitrogen compounds deposition may have a significant impact on the ocean surface productivity in the northeastern Indian Ocean.

研究分野：大気化学

キーワード：大気海洋物質循環 窒素化合物 沈着 海洋生態系 基礎生産 洋上観測 数値計算 衛星解析

### 1. 研究開始当初の背景

大気-海洋間の物質を介した相互作用による地球環境変動研究は、これまで様々な角度から行なわれてきた。特に、栄養塩としての大気から海洋への物質供給は、近年、船舶観測および数値計算などのアプローチで、各々大気物質の海洋への沈着過程は重要な栄養塩供給過程であることが示されている(Duce et al. Science (2008)など)。海洋表層における栄養供給過程には大きく分けて2つ(海洋内の硝化系や鉛直混合・水平輸送に伴う供給および大気からの供給)に分離できる。海洋表層における生態系の変動因子の解明はCO<sub>2</sub>吸収能の変動など気候変動の根幹をなすため、栄養供給過程の定量的な理解は地球システムの解明にもつながる。これまで、海洋の情報に対し、大気からの供給に関する知見は、観測が限定的(短期間)であることや、装置の感度・選択性不足により十分でなく、この2つの過程を結び付け、定量的に評価することは行なわれていない。

近年の南アジアの経済成長も目覚ましく(Soni et al. Water Air Soil Pollut. (2014))、産業・農業由来の窒素化合物が北東インド洋(主にベンガル湾)に飛来し、沈着することが知られている。北東インド洋は窒素栄養塩制限海域であることが知られており、我々の簡易感度計算の結果では、ベンガル湾における表層クロロフィル濃度は、大気沈着を考慮した場合、元のクロロフィル濃度からの1.2~5倍程度の上昇する可能性が示された。今後、南アジアの経済発展に伴い、北東インド洋にはさらに多くの大気物質が飛来・沈着が考えられる。また、沿岸域では窒素化合物のガス状物質の沈着が大部分を占め、外洋に行くに従い、エアロゾル粒子の沈着が支配的になるという計算結果が得られた。しかしながら、北東インド洋における上記の大気微量成分の観測情報が少なく、現実の大気の再現に際しては、詳細な観測を必要としている状況である。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、大気窒素化合物の海洋沈着プロセスが駆動する地球環境変動への役割を明らかにするため、窒素栄養制限海域という特有な環境を有する北東インド洋において、大気・海洋化学観測・数値モデル計算・衛星解析の統合研究を実施し、様々な視点から大気窒素化合物沈着がおよぼす海洋表層生態系へのインパクトを見積もることである。

### 3. 研究の方法

#### <船舶観測による大気窒素化合物の沈着量の現場把握および海洋表層基礎生産測定>

2018年11月6日(プーケット)~2018年12月3日(ジャカルタ)に行われた白鳳丸航海(KH-18-6Leg2)に参加し、船舶洋上観測を実施した。観測海域をFig.1に示した。航海中の大気質の状態を把握するため、オゾン(O<sub>3</sub>)測定装置および一酸化炭素(CO)測定装置を船内に設置し、外気を装置に取り込み、O<sub>3</sub>/COの連続観測を行った。エアロゾル粒子は暴露甲板の船首に設置したハイボリュームエアサンプラーに分粒装置設置し、微小(粒径2.5μm以下)および粗大(粒径2.5μm以上)粒子を区別したサンプリングを約12時間間隔で実施し、合計約80サンプルのエアロゾル試料を取得した。さらにガス状硝酸の濃度も把握するためフィルターパック法を用いたサンプリングも同時に行った。ハイボリュームエアサンプラーの稼働は風向風速計により向かい風時に電源供給をする制御システムにより自船からの排煙の影響を無くした。採取したエアロゾル粒子は窒素化合物を含む水溶性成分分析、有機炭素分析、金属分析をそれぞれ行い、大気中のエアロゾル粒子の窒素化合物を含む様々な成分濃度の経時変化を把握した。湿性沈着過程を把握するため、降雨サンプリングも実施し、水溶性成分を実施した。

海洋表層における基礎生産力把握のため、表面海水を用い現場水塊の光合成-光曲線を測定し、植物プランクトンの基礎生産力の指標となる飽和光下の最大光合成速度の実測する培養実験を9測点で実施した。

#### <数値モデル計算による大気物質の起源解析および衛星解析による基礎生産力の推定>

船舶洋上観測のデータの比較のため、大気化学輸送モデル(WRF-CMAQおよびCHASER)を用い、観測海域の大気微量成分の計算を実施した。また、後方流跡線解析による空気塊の発生源推定に加え、WRF-CMAQにおいて特定の物質の排出量およびアクティビティに制限を加えることによる感度実験を実施し洋上で大気微量成分の起源解析を行った。広域での海洋表層の生産力データの取得のため、衛星解析を利用し、海洋表層(0-1m)もしくは有効層での基礎生産力の解析を行った。

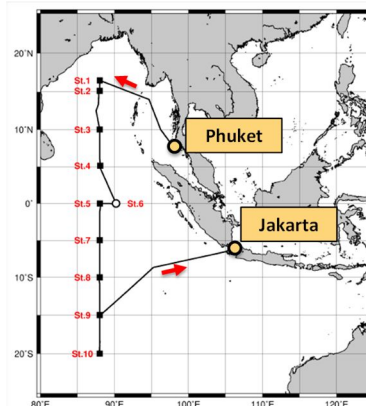


Fig.1 KH-18-6Leg2の航路  
各観測点で海水採取を実施、航跡線  
上で大気エアロゾル粒子等のサン  
プリングを実施

#### 4. 研究成果

Fig.2 に白鳳丸航海の航路上での後方流跡線解析の結果を示した。観測期間中の空気塊の軌跡は海域によって大きく3つに分類されることが示された。88°E の北半球側(ベンガル湾 (BoB))では主に南アジア陸域からの影響を強く受けており、赤道付近では、主に海洋の西風の影響、南半球側では東からの海洋からの影響を受けている可能性が示され、航海中に様々な起源の影響を取得できた可能性が示された。Fig.3 にハイボリュームエアサンプラーにより、採取した微小・粗大粒子中の窒素化合物 (硝酸イオン( $\text{NO}_3^-$ )およびアンモニウムイオン( $\text{NH}_4^+$ ))濃度の緯度依存性を示した。ベンガル湾上から赤道付近までの北半球洋上の窒素化合物濃度が高く、赤道以南の南半球海洋上の濃度が低いことが示された。さらに有機体窒素化合物の寄与も全窒素分析から推定した結果、粗大粒子中ではほぼ0%であったが、微小粒子中では全窒素化合物に対して25%の寄与を持つ可能性が示された。また、観測期間中降雨も採取し、その窒素化合物濃度を測定した結果、北半球洋のサンプル中の窒素化合物の濃度が南半球のサンプルより高いことが、明らかとなった。後方流跡線解析から、北半球洋上では大陸からの長距離輸送による気塊、南半球洋上では海洋性の気塊の影響を受けている可能性が示されており、北半球の高濃度窒素化合物はその結果と整合的であった。WRF-CMAQ による数値モデル計算と船舶観測で得られた大気微量成分との比較を行った結果、数値モデル計算は観測された濃度をよく再現することが示され、その結果を利用して、感度解析を行った結果、北半球(ベンガル湾)の産業由来の窒素化合物の影響を大きく受けている結果となり、人間活動が洋上窒素化合物濃度に大きく影響を及ぼしていることが明らかとなった。エアロゾル粒子中の金属成分分析の結果、北緯5度付近でニッケルやバナジウムの濃度が上昇している結果も得られた。この海域は海洋輸送の航路に相当する海域になるため、船舶由来物質も場所によっては大気質に影響を及ぼす可能性が示唆された。航海中における航路上の表層海水の窒素化合物濃度(硝酸イオンおよびアンモニウムイオン)は低い状態であることが示された。表層海水の基礎生産力の現場測定の結果、北半球・赤道上が南半球よりも高い結果となった。さらに衛星解析による航路上の基礎生産力を推定し、海洋表層での値を算出した結果、現場測定とおおよそ整合的な結果が得られた。

研究航海で観測した窒素化合物濃度(硝酸イオンおよびアンモニウムイオン)から乾性沈着フラックスをこれまで用いてきた粗大粒子および微小粒子の沈着速度(粗大:2.0cm/s, 微小:0.1cm/s(Duce et al., 1990))で算出した。本航海で観測された窒素化合物の乾性沈着フラックスはこれまでに報告されてきた西部北太平洋上での結果に匹敵することが示された。本データは、ベンガル湾外洋を含む北東インド洋での秋季から冬季にかけての窒素化合物の沈着速度を初めて明らかにした報告となる。レッドフィールド比を用いて大気無機窒素化合物の乾性沈着による海洋表層への生産力を推定した。その結果と衛星解析による同時期の航路上での表層

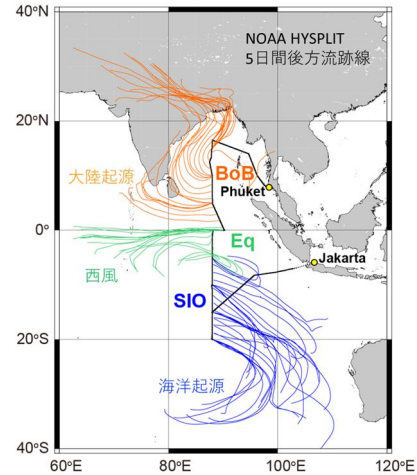


Fig.2 KH-18-6Leg2 の航路上での後方流跡線解析。海域ごとに異なる色で軌跡を描いた。

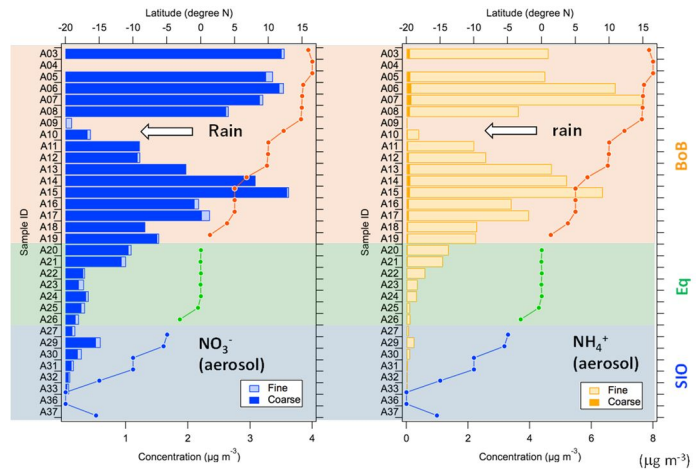


Fig.3 採取した微小・粗大粒子中の窒素化合物 (硝酸イオン( $\text{NO}_3^-$ )およびアンモニウムイオン( $\text{NH}_4^+$ ))濃度の緯度依存性

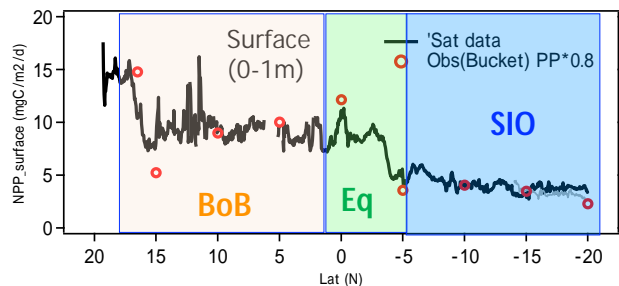


Fig.4 衛星解析による KH-18-06leg2 の海洋表層(88E)の基礎生産の緯度依存性(Sat data)および現場表層海水を用いた基礎生産力測定(Obs(Bucket))の結果

基礎生産力の見積もりの比較し、有光層内では供給された大気窒素化合物がすべて生物利用されると仮定した場合、0.1%~2%の寄与になる可能性が示された。また、表面(0-1m)での比較では東経 88E の北半球側(0-18 N)では大気からの沈着量でほぼ表現できることが示され、赤道域(0 N/S)や南半球側(0-15 S まで)では 20-30%程度の寄与になる可能性が示された。しかしながら、これまでの経験的に採用されてきた粒径別粒径別沈着速度に関して、近年議論がなされており、本研究ではその比較のため、WRF-CMAQ により算出された粒径別沈着速度との比較を行った。WRF-CMAQ の計算結果は船舶観測で取得した気圧、風速等の気象データをよく再現していることが確認されており、その結果、海域によって大きく変動しているが、経験的な値より、およそ 5 割前後のなると示された。しかしながら、その減少分を考慮しても、全体的に北東インド洋の表面での基礎生産力の大気窒素化合物の乾性沈着による寄与は 10%~50%程度になると推定され大気窒素化合物のこの海域における重要性が示された。

本課題では、北東インド洋における大気窒素化合物沈着の海洋生態系への影響評価に対し、観測モデル、衛星観測と多角的に評価した結果、大気窒素化合物の北東インド洋への沈着過程は表層海洋性生態系に対し無視できない有意な過程であることが示された。今後の課題として、他の大気物質の沈着効果に関する議論も必要になると考えられる。例えば、本研究では大気からの金属成分の供給と基礎生産力の比較も実施した結果、瞬間的には大気からの銅などの阻害物質の沈着が基礎生産力の低下に影響を及ぼす可能性も示唆された。金属などの阻害物質の影響なども評価してさらなる解析が必要と考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 竹谷文一	4. 巻 63
2. 論文標題 大気-海洋間の物質循環研究-大気物質の海洋表面沈着が海洋低次生態系に及ぼす可能性-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 表面と真空	6. 最初と最後の頁 165-170
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1380/vss.63.165	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 F. Taketani, M. N. Aita, K. Yamaji, T. Sekiya, K. Ikeda, K. Sasaoka, T. Hashioka M. C. Honda, K. Matsumoto, Y. Kanaya	4. 巻 8
2. 論文標題 Seasonal Response of North Western Pacific Marine Ecosystems to Deposition of Atmospheric Inorganic Nitrogen Compounds from East Asia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9324
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-018-27523-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 竹谷文一、相田真希、関谷高志、山地一代、池田恒平、松本和彦、本多牧生、金谷有剛	4. 巻 36
2. 論文標題 大気窒素化合物の日本海への沈着が表層クロロフィルa濃度に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 エアロゾル研究	6. 最初と最後の頁 46-54
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11203/jar.36.46	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 T. Sekiya, Y. Kanaya, K. Sudo, F. Taketani, Y. Iwamoto, M. N. Aita, A. Yamamoto, K. Kawamoto	4. 巻 16
2. 論文標題 Global Bromine- and Iodine-Mediated Tropospheric Ozone Loss Estimated Using the CHASER Chemical Transport Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 220-227
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 竹谷文一、相田真希、関谷高志、松本和彦、山地一代	4. 巻 33
2. 論文標題 東アジア大気汚染物質の海洋沈着が海洋低次生態系へ及ぼす影響評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 食生活化学・文化、環境に関する研究助成研究紀要	6. 最初と最後の頁 185-192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 相田真希、岸道郎	4. 巻 42
2. 論文標題 海洋生態系モデルと人為的影響評価～地域から全球スケール～	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 海洋と生物	6. 最初と最後の頁 433-438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計31件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 竹谷文一、相田真希、関谷高志、山地一代、池田恒平、松本和彦、本多牧生、金谷有剛
2. 発表標題 日本海に沈着する大気窒素化合物が表層植物プランクトン濃度へ与える影響評価
3. 学会等名 第25回大気化学学会討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹谷文一、相田真希、山地一代、関谷高志、池田恒平、笹岡晃征、本多牧生、松本和彦、金谷有剛
2. 発表標題 Influence of deposition of atmospheric nitrogen compounds on the surface marine ecosystem at the Japan Sea
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Iwamoto, K. Kawamoto, K. Matsumoto, M. C. Honda, Y. Kanaya, T. Sekiya, M. N. Aita, K. Yamaji, F. Taketani,
2. 発表標題 Atmospheric Nitrogen Deposition to the Eastern Indian Ocean and Its Implication for Primary Production
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩本洋子, 川本雄大, 竹谷文一, 松本和彦, 本多牧生, Eko Siswanto, 金谷有剛, 相田真希, 関谷高志, 山地一代
2. 発表標題 大気起源窒素が秋季東部インド洋の基礎生産に及ぼす影響評価
3. 学会等名 2020年度日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本和彦, 竹谷文一, 岩本洋子, 山地一代, 本多牧生
2. 発表標題 The impact of aerosols on primary productivity in the oligotrophic ocean based on the field observation
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山地一代, 川本雄大, 田内萌絵, 岩本洋子, 松本和彦, 本多牧生, 金谷有剛, 関谷高志, 相田真希, 中山智喜, 茶谷聡, 竹谷文一
2. 発表標題 Model analysis of atmospheric concentrations and depositions on the Eastern Indian Ocean by observed by R/V Hakuho Maru
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Sekiya, Y. Kanaya, K. Sudo, F. Taketani, M. N. Aita, A. Yamamoto, Y. Iwamoto, K. Kawamoto
2. 発表標題 Impacts of tropospheric bromine and iodine on global tropospheric ozone: a modeling study using CHASER
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹谷文一, 相田真希, 山地一代, 関谷高志, 池田恒平, 橋岡豪人, 松本和彦, 岩本洋子, 本多牧生, 金谷有剛
2. 発表標題 ベンガル湾における大気窒素化合物沈着による海洋低次生態系への影響評価
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩本洋子
2. 発表標題 粒子状物質を介した大気海洋間の物質循環過程 - 日本大気化学会奨励賞受賞記念講演 -
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩本洋子, 川本雄大, 竹谷文一, 金谷有剛, 相田真希, 関谷高志, 山地一代
2. 発表標題 北半球秋季の東部インド洋における無機態窒素の大気沈着フラックス
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019大会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 川本雄大、田内萌絵、山地一代、岩本洋子、竹谷文一、金谷有剛、関谷高志、相田真希、中山智喜
2. 発表標題 乾季の東部インド洋における大気汚染物質の変動
3. 学会等名 第24回大気化学討論会(2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M.N. Aita., Fujiki T., Tadokoro K., Komuro Y., Taketani F. and Harada N
2. 発表標題 Impacts of decadal-scale climate variability on marine ecosystems
3. 学会等名 OCEAN OBS ' 19
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹谷文一
2. 発表標題 洋上および陸上での大気エアロゾル観測
3. 学会等名 エアロゾル学会若手フォーラム 2020 (招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 F. Taketani, M.N. Aita, K. Yamaji, T. Sekiya, K. Ikeda, K. Sasaoka, M.C. Honda, K. Matsumoto and Y. Kanaya
2. 発表標題 Potentials of Deposition of Atmospheric Inorganic Nitrogen Compounds to the Surface Marine Ecosystem at Sea of Japan
3. 学会等名 AGU Ocean Sciences Meeting2020
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Y. Iwamoto, K. Kawamoto, F. Taketani, Y. Kanaya, T. Sekiya, M.N. Aita and K. Yamaji
2. 発表標題 Atmospheric Nitrogen Deposition to the Eastern Indian Ocean during Boreal Autumn
3. 学会等名 AGU Ocean Sciences Meeting2020
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 K. Matsumoto, F. Taketani, K. Yamaji, Y. Iwamoto, M. Honda
2. 発表標題 Field evidences for the positive effects of atmospheric deposition on primary productivity in the oligotrophic ocean
3. 学会等名 AGU Ocean Sciences Meeting2020
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 T. Sekiya, M. N. Aita, A. Yamamoto, F. Taketani, Y. Iwamoto, K. Kawamoto, K. Sudo, Y. Kanaya
2. 発表標題 Effects of air-sea exchange of reactive gases on global atmospheric chemistry system
3. 学会等名 AGU Ocean Sciences Meeting2020
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 竹谷文一・相田真希・山地一代・関谷高志・池田恒平・橋岡豪人・松本和彦・岩本洋子・本多牧生・金谷有剛
2. 発表標題 西部北太平洋域での東アジア由来大気窒素化合物沈着による海洋低次生態系への寄与
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 F. Taketani, T. Miyakawa, M. Takigawa, M. Yamaguchi, H. Takashima, P. Mordovskoi, Y. Komazaki, Y. Tohjima, Y. Kanaya
2. 発表標題 Characteristics of Atmospheric Aerosol Particles and gases observed by R/V Mirai over the Bering Sea and Arctic Ocean during September 2016
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Matsumoto, F. Taketani, M. C. Honda, E. Siswanto, K. Yamaji
2. 発表標題 Primary productivity in response to the nutrients availability associated with the water column stability and aerosol deposition in the tropical Indian Ocean
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹谷文一, 相田真希, 山地一代, 関谷高志, 池田恒平, 笹岡晃征, 橋岡豪人, 本多牧生, 松本和彦, 金谷有剛
2. 発表標題 アジア大気窒素化合物が西部北太平洋の海洋低次生態系へ与える影響
3. 学会等名 東京理科大学 研究推進機構 総合研究院 大気科学研究部門 第3回 成果報告会
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 岩本洋子, 川本雄大, 竹谷文一, 金谷有剛, 関谷高志, 山地一代
2. 発表標題 白鳳丸KH-18-6 Leg2航海における東部インド洋海洋大気観測の速報結果
3. 学会等名 東京理科大学 研究推進機構 総合研究院 大気科学研究部門 第3回 成果報告会
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 M. N. Aita, F. Taketani, T. Sekiya, K. Yamaji, T. Hashioka, M. Watanabe, T. Hajima, N. Harada
2. 発表標題 Modelling impacts of atmospheric and riverine nitrogen inputs on marine biogeochemistry
3. 学会等名 2nd International Symposium "Ocean Mixing Processes: Impact on Biogeochemistry, Climate and Ecosystem
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 相田真希、渡辺路生、羽島知洋、山本彬友、山崎大、竹谷文一、関谷高志、山地一代、橋岡豪人、原田尚美
2. 発表標題 海洋低次生態系モデルを使った大気窒素沈着による海洋一次生産へのインパクト
3. 学会等名 日本エアロゾル学会「海洋大気エアロゾル研究会」大気-海洋境界層における大気物質の役割 -現場観測の視点から-
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 竹谷文一、相田真希、関谷高志、山地一代、池田恒平、松本和彦、本多牧生、金谷有剛
2. 発表標題 日本海に沈着する大気窒素化合物が表層植物プランクトン濃度へ与える影響評価
3. 学会等名 第25回大気化学会討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹谷文一、相田真希、山地一代、関谷高志、池田恒平、笹岡晃征、本多牧生、松本和彦、金谷有剛
2. 発表標題 Influence of deposition of atmospheric nitrogen compounds on the surface marine ecosystem at the Japan Sea
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩本洋子, 川本雄大, 竹谷文一, 松本和彦, 本多牧生, Eko Siswanto, 金谷有剛, 相田真希, 関谷高志, 山地一代
2. 発表標題 大気起源窒素が秋季東部インド洋の基礎生産に及ぼす影響評価
3. 学会等名 2020年度日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本和彦, 竹谷文一, 岩本洋子, 山地一代, 本多牧生
2. 発表標題 The impact of aerosols on primary productivity in the oligotrophic ocean based on the field observation
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本和彦・笹岡晃征・熊本雄一郎・竹谷文一・荒巻能史
2. 発表標題 日本海南部における夏季植物プランクトン分布の東西変化
3. 学会等名 2020年度日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T. Sekiya, Y. Kanaya, K. Sudo, F. Taketani, M. N. Aita, A. Yamamoto, Y. Iwamoto, K. Kawamoto
2. 発表標題 Impacts of tropospheric bromine and iodine on global tropospheric ozone: a modeling study using CHASER
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山地一代、川本雄大、田内萌絵、岩本洋子、松本和彦、本多牧生、金谷有剛、関谷高志、相田真希、中山智喜、茶谷聡、竹谷文一
2. 発表標題 Model analysis of atmospheric concentrations and depositions on the Eastern Indian Ocean by observed by R/V Hakuho Maru
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岩本 洋子  (IWAMOTO Yoko)  (60599645)	広島大学・統合生命科学研究科(生)・准教授   (15401)	
研究分担者	松本 和彦  (MATSUMOTO Kazuhiko)  (50359155)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(地球表層システム研究センター)・准研究副主任   (82706)	
研究分担者	関谷 高志  (SEKIYA Takashi)  (00781460)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(地球表層システム研究センター)・研究員   (82706)	
研究分担者	山地 一代  (YAMAJI Kazuyo)  (40399580)	神戸大学・海事科学研究科・准教授   (14501)	
研究分担者	相田 真希  (AITA Maki)  (90463091)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(地球表層システム研究センター)・グループリーダー代理   (82706)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	本多 牧生  (HONDA Makio)		
研究協力者	エコ シスワント  (EKO Siswanto)		
研究協力者	中村 篤博  (NAKAMURA Tokuhiro)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関