

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H02802

研究課題名(和文)天然放射性リン同位体による亜熱帯海域のリン供給過程の解明

研究課題名(英文)Cosmogenic radiotracer study of phosphorus cycling in oligotrophic subtropical ocean

研究代表者

神田 穰太(Kanda, Jota)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：60202032

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,500,000円

研究成果の概要(和文)：天然放射性リン同位体 ^{32}P と ^{33}P をトレーサーとして用いたリン循環解析と高感度分析による低濃度リンの動態解析とを組み合わせ、夏季の西部北太平洋亜熱帯域におけるリン循環像を明らかにした。観測域の有光層内における溶存リンおよび粒状リン濃度は低濃度で空間的に均一に分布していたが、溶存リンおよびサイズ別粒状リンの $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ は空間的に不均一に分布しており、生物活動に伴うリン循環がダイナミックに変化していることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

亜熱帯外洋域におけるリン循環の全容を最新の高感度分析および解析技術を駆使して明らかにした。従来の見方では、亜熱帯外洋域は窒素やリン等の栄養塩類が枯渇した生物生産性に乏しい海域であったが、本研究により、リンが生物体に取り込まれていく過程が海域によって大きく異なることを示すことができた。リンの生物利用は二酸化炭素から有機物を合成する光合成を支えるものであり、本研究の成果は地球上の二酸化炭素収支の仕組みを理解する上で重要な知見となる。

研究成果の概要(英文)：The present study revealed a phosphorus (P) cycling in the western subtropical North Pacific during summer, using cosmogenic radiotracers of ^{32}P and ^{33}P and nanomolar concentrations of ambient dissolved and particulate P pools. In the euphotic zone of the study area, trace concentrations of dissolved and particulate P showed spatially uniform distributions, while $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ in dissolved P and size-fractionated particulate P pools showed spatially inconsistent distributions. These results suggest that despite of homogeneous ambient P pool concentrations, P cycling varies dynamically in the summer western subtropical North Pacific.

研究分野：海洋生物地球化学

キーワード：海洋科学 海洋生態 気候変動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 亜熱帯海域の栄養塩動態と二酸化炭素収支 - 問題の所在

亜熱帯海域は高い水温によって成層構造が発達しており、下層からの栄養塩(窒素、リン)供給が抑制されるため、栄養塩濃度、一次生産量、生物量共に低い、いわゆる貧栄養海域である。栄養塩濃度は通常の測定方法では検出限界以下になることが多く、窒素やリンの動態には不明点が多い。貧栄養海域の有機物生産の大部分は、現場での有機物分解に伴って再生(再無機化)される栄養塩に依存するが、再生栄養塩利用の有機物生産は栄養塩再生時の有機物分解を伴うことから、正味の二酸化炭素消費にはつながらない(Eppley and Peterson 1979; *Nature*, 282, 677-680)。正味の有機物生産(新生産)には、有機物分解以外の栄養塩供給が必要となる。

1990年代の観測によって、亜熱帯海域でも春季から夏季にかけて新生産(全炭酸の生物消費)が進行し、秋季・冬季に逆の過程が進むことが明らかになった(例えばMichaels *et al.* 1994; *Nature*, 372, 537-540)。このことは亜表層酸素極大の季節的形成からも裏付けられている。この生物活動に水温変化の効果が組み合わさることで、大気との二酸化炭素交換が規定される。しかし、その為に必要となる栄養塩の供給過程は不明なままである。

(2) これまでの研究の経緯 - 高感度栄養塩分析による新展開

研究代表者(神田)は化学発光法による硝酸塩濃度の高感度定量法を導入して¹⁵N標識実験法と組み合わせることで、亜熱帯海域の硝酸塩収支が二酸化炭素や酸素の収支と大きく矛盾することを確認している(例えばKanda *et al.* 2008; *J. Mar. Sys.*, 71, 63-78)。さらに長光路フローセルを用いた栄養塩の吸光光度分析法の高感度化を手がけた。これを亜熱帯海洋研究に用いた研究分担者(橋濱)らは、西部北太平洋にリン酸塩濃度が極めて低くなっている特異的な領域が広がっていることを見出したほか、生物学的窒素固定がリン動態に密接に関係していることも明らかにした(例えばHashihama *et al.* 2009; *Geophys. Res. Lett.*, 36, L03610)。

こうした研究の結果、亜熱帯海域の栄養塩動態の理解が進み、リンの供給が新生産を駆動する最も重要な要因であることも明らかになった。しかし、リン動態の時系列解析からは、全炭酸の変動に見合うリン酸塩(溶存無機態リン、DIP)の変動は見いだされない(たとえばKarl *et al.* 2001; *Deep-Sea Res. II*, 48, 1529-1566)。鉛直分布の解析からは、下層からのDIP供給が亜表層酸素極大層まで定常的には到達できないことは明かで、何らかの非定常的な物理または生物的供給過程の存在が必要になっている。大気からのリン供給についても量的には全く不十分と考えられている。溶存有機態リン(DOP)のうちアルカリフォスファターゼによって容易に遊離する易分解性DOP(LDOP)は、リン供給の有力な候補の一つであり、研究代表者・分担者らは高感度分析法を適用したLDOPの動態解析を進めている(Hashihama *et al.* 2013; *J. Oceanogr.*, 69, 357-367)。

以上のように、亜熱帯海域のリン供給源は依然として明らかでない。高感度分析法を用いた解析を進める中で、リン供給過程の解析のためには時間情報を内在する化学トレーサーを併用する必要を認識して、今回の³²P、³³P同位体を用いる研究提案に至った。

(3) 天然³²P、³³P同位体による解析

大気に含まれるアルゴンに宇宙線が作用して生成するリンの同位体³²P、³³Pは、半減期がそれぞれ14.3日と25.3日の放射性核種である。海洋表層には主に大気から湿性沈着によってもたらされ、まず表層のDIPとして海洋に入る(La1 and Lee 1988; *Nature*, 333, 752-754)。降水中の³³P/³²P放射能比は0.5~1.0の範囲で大きな変動はなく、放射壊変率の差を反映して、時間と共に³³P/³²Pは増加していくから、数日~数十日の時間経過を追跡することが可能である。表層のDIPは³²P、³³Pを含むが、深層のDIPからは検出されないため、起源の識別にも有用である(Benitez-Nelson and Buesseler 1999; *Nature*, 398, 502-505)。ただし海水中の溶存リンの放射能測定のためには数m³の海水試料が必要で、その後の試料処理からベータ線放射能測定までの手順も煩雑なため、海洋についてこれまでに発表された研究例は、数例の試行的な研究にとどまっている。

2. 研究の目的

西部北太平洋亜熱帯海域において、高感度栄養塩濃度定量法によるリン動態の解明と並行して、各形態のリンについて深度ごとに³²Pおよび³³P放射能を測定し、両者の情報を総合して、亜熱帯海域表層のリン循環の全体像を明らかにする。特に正味の有機物生産(新生産)が起こる時期、深度を特定した上で、リン供給源および供給ルートを明らかにすることを目的とする。

亜熱帯海域表層の正味の有機物生成(新生産)の場合としては、下層からのDIP供給が想定される亜表層が考えられる。しかし、全炭酸収支および溶存酸素収支からは、それよりずっと浅い酸素極大層や表層混合層での新生産が示されている。リンの供給源となりうる深層のDIP、大気から沈着するDIP、表層のDOP - 特にLDOP - のそれぞれの分画について³²P、³³P放射能を分別して定量し、各深度の粒状リン(PP)の³²P、³³P放射能推移との対比を行うことで、リン供給源の特定が可能になる。このために、これまで行われてなかったDIP、DOP、LDOP、PPの³²P、³³P放射能の分別定量法の確立を目指す。ただしPPおよびPP以外の全ての分画をあわせた全溶存態リン(TDP)の放射能測定法は実用的な方法が発表されており、この方法を用いてPPとTDPについての現場観測を先行して展開し、分別定量による観測対象を事前に絞り込む。

3. 研究の方法

(1) 大量ろ過ポンプシステム

各形態リンの ^{32}P 、 ^{33}P を捕集するための大量ろ過ポンプシステムを構築した (Fig. 1)。船上に自吸式ポンプを設置し、その後ろにバイパス配管、マグネットポンプ、5連カートリッジフィルター、流量計を並べ、ホースで接続した。5連カートリッジフィルターは、孔径10および0.5 μm のポリプロピレンフィルターとポリプロピレンフィルターに水酸化鉄 (III) を吸着させたもの3本から成る。孔径10および0.5 μm のポリプロピレンフィルターはそれぞれマイクロおよびピコ・ナノサイズのプランクトン態PPの捕集に、水酸化鉄 (III) フィルターはTDPの吸着捕集に用いた。途中3か所に採水口を設け一定時間ごとに採水を行い、各形態リン濃度を測定してフィルターによるリン捕集効率を調べたところ、放射能計測に十分な量捕集できていた。船の舷には呼び水を入れるためのバルブを取り付けた。上記の装置を3セット用意し、それぞれの自吸式ポンプに10、50、100 m 長の耐圧ホースを取り付けた。耐圧ホースの先端には異物混入防止のためのストレーナと深度計を取り付けた。また、ポンプ運転前に入れた呼び水が海に流れ出てしまうことを防ぐために海面付近のホース部位に逆止弁を取り付けた。なお、繊維状活性炭フィルターを用いてLDOP (溶存ヌクレオチドリン) の捕集を現場海域で試行したが、LDOPはほとんど捕集されず、 ^{32}P 、 ^{33}P 放射能は検出限界以下であった。このため、繊維状活性炭フィルターは本システムに組み込まないこととした。

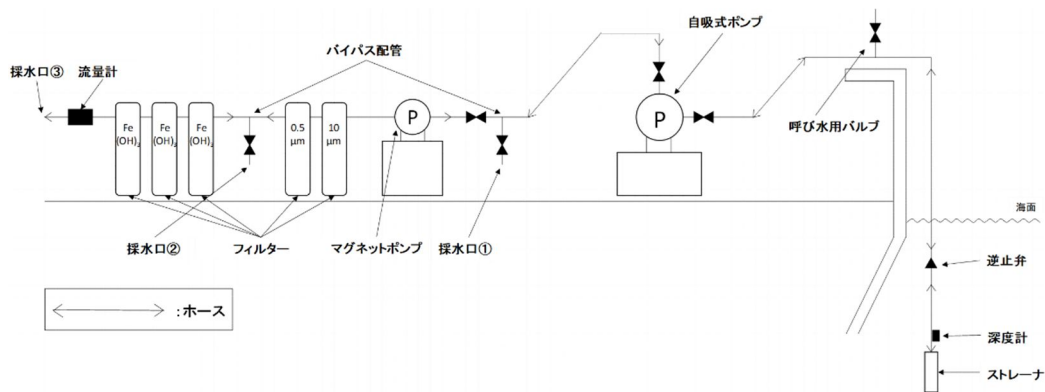


Fig. 1 大量ろ過ポンプシステム。

(2) 夏季の西部北太平洋亜熱帯域における現場観測

大量ろ過ポンプシステムを用いて海洋研究開発機構の新青丸 KS-16-9 次航海 (2016 年 7 月) および白鳳丸 KH-17-4 次航海 (2017 年 9 月) において現場観測を実施した (Fig. 2)。小笠原沖定点 (27°N、144°E) と St.14 (23°N、160°E) において 10、50、100 m 長のホースを用いた鉛直観測を行った。また、小笠原沖定点で 4 回 (#1~4) および 23°N 線上の 166~179°E (#5)、139~146°E (#6) を航走中に、船底からくみ上げた海水をろ過して各形態リンを採取する表層観測を実施した。31°N、138°E 付近を航走中に雨水採取も行った。各形態リンおよび雨水の ^{32}P 、 ^{33}P 放射能は先行研究に準じて試料処理および液体シンチレーションカウンターによる測定を行った (Benitez-Nelson and Buesseler 1998; *Anal. Chem.*, 70, 64-72)。各形態リンの見かけの年齢は非定常状態モデルを用いて計算した。現場海域の DIP、TDP、PP 濃度を把握するため、CTD ニスキン採水により鉛直的に海水を採取した他、船底からくみ上げた表層海水も採取した。DIP 濃度は高感度吸光光度分析法により測定した (Hashihama *et al.* 2009; *Geophys. Res. Lett.*, 36, L03610)。TDP 濃度は試料を湿式酸化分解後、高感度吸光光度分析法で測定することで求めた (Sato *et al.* 2013; *Biogeoscience*, 10, 7677-7688)。DOP 濃度は TDP 濃度とリン酸塩濃度の差とした。PP 濃度は試料を湿式酸化分解後、高感度吸光光度分析法で測定することで求めた (Ehama *et al.* 2016; *Talanta* 153, 66-77)。

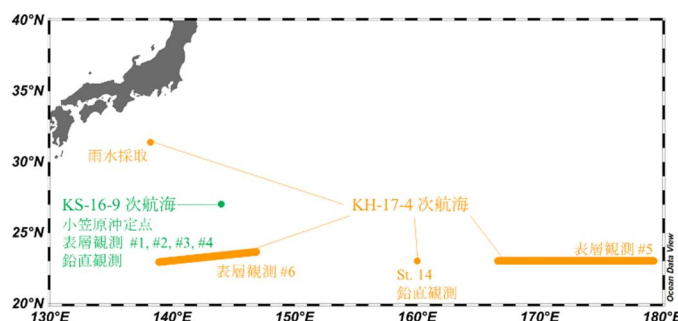


Fig. 2 観測域。

4. 研究成果

(1) 各形態リン濃度

観測域における0~100 mは有光層深度(光合成有効放射が表層100%に対して1%となる深度)以下であった(Fig. 3)。有光層内に混合層深度(深度10 mを対照として水温が0.2°C低下した深度)が位置していたが、有光層内のTDP、DIP、PPの平均濃度±標準誤差は、それぞれ135±9 nM、7±2 nM、13±1 nMであり、どの形態リンも比較的均一な濃度分布を示した。DIPは10 nM以下と枯渇しており、TDPの大部分(>79%)はDOPであった。

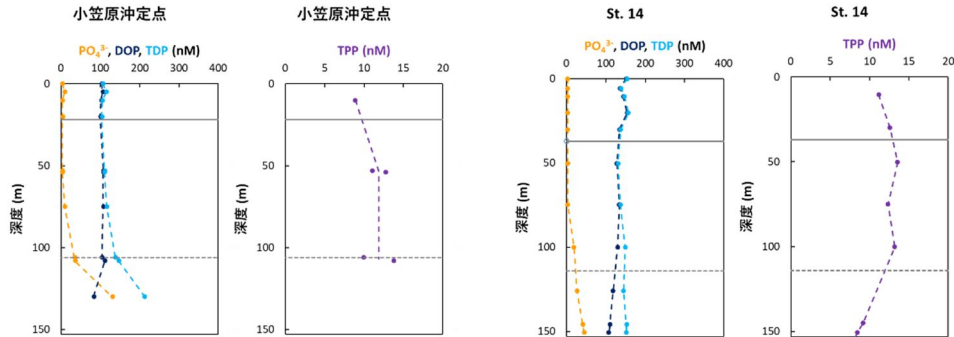


Fig. 3 小笠原沖定点および St. 14 における各形態リンの鉛直分布。実線は混合層深度、破線は有光層深度を示す。

(2) 各形態リン $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ 放射能比

雨水の $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ は0.37であり、各形態リンの $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ と同等あるいは低かった(Fig. 4)。鉛直観測におけるTDPの $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ は深くなるにつれて高くなる傾向があり、有光層底部には表層よりも時間の経過したTDPが存在していた。全観測におけるTDPとPPの $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ を比較すると、PPよりもTDPが高いケースや逆のケースがみられ、各ケースには一貫した空間的特徴は認められなかった。PPよりもTDPが高いケースでは、TDPの見かけの年齢が50日以上と長かったため、難分解性のDOPが多く存在していたと考えられる。PPのサイズ別 $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ を比較すると、マイクロプランクトンの方がピコ・ナノプランクトンより高いケースが多く、St.14の10 mと表層観測#4では逆のケースがみられた。マイクロプランクトンの方がピコ・ナノプランクトンより高いケースは、生物の栄養段階に従ってリンが移行していたことを示唆している。一方、逆のケースでは、マイクロサイズの植物プランクトンが雨水由来のリン酸塩を積極的に取り込んでいたことが推測される。西部北太平洋亜熱帯域は各形態リンの濃度分布からは空間的に均一なリン環境に見えるが、 $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ は形態別にも空間的にも不均一であり、リン循環がダイナミックに変化する場であることが明らかとなった。

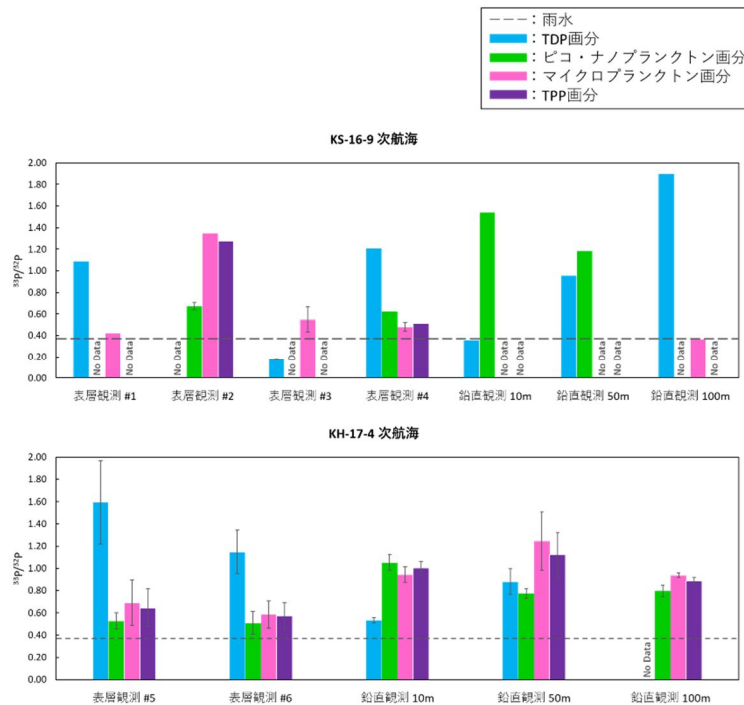


Fig. 4 観測域におけるTDPおよびサイズ別TPPの $^{33}\text{P}/^{32}\text{P}$ 放射能比。

(3) 高感度分析法で計測されたリン濃度の海盆スケール分布

本研究の主目的ではないが、これまでに得られた高感度分析による低濃度リンデータを包括的に整理し、全海洋表層における DIP 濃度分布 (Martiny *et al.* 2019; *Science Adv.*, 5, eaax0341) (Fig. 5)、太平洋表層における DIP、LDOP、DOP、TPP 濃度の詳細分布 (Hashihama *et al.* 2019; *Prog. Oceanogr.*, 176, 102115) を明らかにすることに成功した。

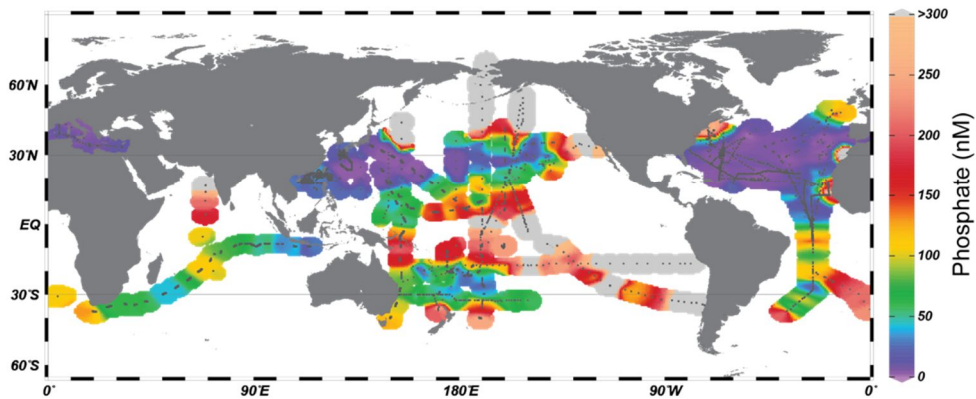


Fig. 5 海洋表層における低濃度 DIP の分布。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tamaha Yamaguchi, Mitsuhide Sato, Fuminori Hashihama, Makoto Ehama, Takuhei Shiozaki, Kazutaka Takahashi, Ken Furuya	4. 巻 124
2. 論文標題 Basin-scale variations in labile dissolved phosphoric monoesters and diesters in the central North Pacific Ocean: Possible link with nitrogen fixation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Ocean	6. 最初と最後の頁 3058-3072
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018jc014763	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 Adam C. Martiny, Michael W. Lomas, Weiwei Fu, Philip W. Boyd, Yuh-ling L. Chen, Gregory A. Cutter, Michael J. Ellwood, Ken Furuya, Fuminori Hashihama, Jota Kanda, David M. Karl, Taketoshi Kodama, Qian P. Li, Jian Ma, Thierry Moutin, E. Malcolm S. Woodward, and J. Keith Moore	4. 巻 5
2. 論文標題 Biogeochemical controls of surface ocean phosphate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaax0341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aax0341	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 該当する
1. 著者名 Fuminori Hashihama, Shuhei Suwa, Jota Kanda, Makoto Ehama, Ryousuke Sakuraba, Shinko Kinouchi, Mitsuhide Sato, Tamaha Yamaguchi, Hiroaki Saito, Yoshitoshi Ogura, Tetsuya Hayashi, Hiroshi Mori, Ken Kurokawa, Shotaro Suzuki, Koji Hamasaki	4. 巻 176
2. 論文標題 Arsenate and microbial dynamics in different phosphorus regimes of the subtropical Pacific Ocean	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Oceanography	6. 最初と最後の頁 102115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pocean.2019.05.007	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 Mitsuhide Sato, Fuminori Hashihama	4. 巻 82
2. 論文標題 Assessment of potential phagotrophy by pico- and nanophytoplankton in the North Pacific Ocean using flow cytometry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Aquatic Microbial Ecology	6. 最初と最後の頁 275-288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3354/ame01892	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 Fuminori Hashihama, Shuhei Suwa, Jota Kanda	4. 巻 73
2. 論文標題 Liquid waveguide spectrophotometric measurements of arsenate and particulate arsenic, as well as phosphate and particulate phosphorus, in seawater	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 439-447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-017-0412-6	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 Makoto Ehama, Fuminori Hashihama, Shinko Kinouchi, Jota Kanda, Hiroaki Saito	4. 巻 153
2. 論文標題 Sensitive determination of total particulate phosphorus and particulate inorganic phosphorus in seawater using liquid waveguide spectrophotometry	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Talanta	6. 最初と最後の頁 66-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.talanta.2016.02.058	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 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 橋濱史典
2. 発表標題 ナノモルレベル栄養塩類の分布と今後の展望
3. 学会等名 東京大学大気海洋研究所共同利用研究会「白鳳丸30周年記念世界一周航海 (HEAW30) へ向けた研究戦略会議」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木里樹・橋濱史典・武田典子・神田穰太
2. 発表標題 長光路吸光度分析法を用いた全粒状窒素・リンの高感度計測
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋濱史典・佐藤岳・加藤遥・長井健容・山口珠葉・齊藤宏明・小川浩史
2. 発表標題 西部北太平洋亜熱帯定点における各種リンプールの短期変動
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹岡洋志・橋濱史典・安田一郎・石井雅男
2. 発表標題 西部北太平洋亜熱帯域における粒状リン成分組成の時空間変動
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉山貴紀・橋濱史典・加藤遥・齊藤宏明
2. 発表標題 北太平洋亜熱帯域における粒状ポリリン酸の東西分布
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安井沙織・橋濱史典・西村崇・小川浩史・神田穰太
2. 発表標題 湿式酸化分解法による海水中の全溶存窒素・リンの全自動分析
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋濱史典
2. 発表標題 亜熱帯外洋域の有機物生産を支えるリン源の特定
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ミニ研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹岡洋志・橋濱史典・安田一郎・石井雅男
2. 発表標題 西部北太平洋亜熱帯域における粒状リン成分組成の季節変動
3. 学会等名 気象庁Ocean Laboratory会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口珠葉・橋濱史典・齊藤宏明・高橋一生・古谷研
2. 発表標題 北太平洋外洋域における易分解性リン酸モノエステルの空間分布と生物利用について
3. 学会等名 日本海洋学会海洋生物研究会海洋生物シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 羽住彩花・橋濱史典・笹岡洋志・武田典子・石井雅男
2. 発表標題 西部北太平洋亜熱帯域における各種リンプールの季節変化
3. 学会等名 気象庁Ocean Laboratory会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笹岡洋志・橋濱史典・杉山貴紀
2. 発表標題 微量粒状リン成分分画測定法の確立
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤遥・橋濱史典・伊藤友加里・神田穰太
2. 発表標題 天然放射性リンを用いた西部北太平洋亜熱帯域のリン循環解析
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉山貴紀・橋濱史典・笹岡洋志・羽住彩花・石井雅男
2. 発表標題 蛍光光度分析法による微量粒状ポリリン酸の測定
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山口珠葉・佐藤光秀・橋濱史典・加藤遥・塩崎拓平・高橋一生・古谷研
2. 発表標題 亜熱帯海域におけるリン酸およびリン酸モノエステルの時系列変動
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 橋濱史典・隈部あき・笹岡洋志・羽住彩花・石井雅男・佐藤光秀
2. 発表標題 西部北太平洋亜熱帯域における栄養塩環境と植物プランクトン群集の季節変動
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tamaha Yamaguchi, Mitsuhide Sato, Fuminori Hashihama, Makoto Ehama, Takehei Shiozaki, Kazutaka Takahashi, Ken Furuya
2. 発表標題 Distribution pattern of labile phosphoric esters and alkaline phosphatase activities in the subtropical North Pacific Ocean
3. 学会等名 ASLO Aquatic Science Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 羽住彩花・橋濱史典・石井雅男
2. 発表標題 西部北太平洋亜熱帯域における溶存リンの季節変化
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 橋濱史典・諏訪修平・神田穰太
2. 発表標題 長光路吸光度分析法を用いたヒ酸塩、リン酸塩および粒状ヒ素、粒状リンの高感度計測
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 江濱誠・橋濱史典・齊藤宏明・山口珠葉・佐藤光秀・塩崎拓平・福田秀樹・小川浩史・神田穰太
2. 発表標題 南北太平洋亜熱帯域における各形態リンの空間分布
3. 学会等名 日本海洋学会
4. 発表年 2016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	橋濱 史典 (Hashihama Fuminori) (80535807)	東京海洋大学・学術研究院・助教 (12614)	