

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：17301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2020～2022

課題番号：20KK0240

研究課題名（和文）海洋酸性化が東部北太平洋沿岸・沖合域の植物プランクトンへの鉄供給に及ぼす影響

研究課題名（英文）The effect of ocean acidification on Fe availability to phytoplankton in coastal and oceanic waters of the eastern North Pacific

研究代表者

武田 重信（TAKEDA, Shigenobu）

長崎大学・水産・環境科学総合研究科（水産）・教授

研究者番号：20334328

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,400,000円

研究成果の概要（和文）：日米の国際共同研究航海を2022年6-7月に実施して、海洋酸性化が植物プランクトン群集の鉄利用に及ぼす影響を、鉄が生物生産の主な制御要因となっている東部北太平洋の亜寒帯域、亜熱帯循環域、沿岸湧昇域において調べた。pHおよび鉄濃度を变化させる植物プランクトン群集の船上培養実験などにより、海洋酸性化による植物プランクトンの増殖応答が東部北太平洋の沿岸域と沖合域で異なることが明らかになり、海水中での鉄の化学的な存在形態を支配する代表的な鉄有機配位子の海域による組成の違いが、海洋酸性化に対する植物プランクトン群集の応答を左右し得ることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、有機配位子と結合した鉄のプランクトン群集による利用の変化について海域別の特徴が明らかになり、海水中に存在する主な鉄有機配位子の性質の違いが、異なる生物応答を導くという新たなメカニズムの仮説が検証された。このことから、海洋酸性化が進行したときの鉄の海洋環境中における動態と炭素循環の関係を考える上で、各海域における鉄有機配位子の濃度分布や組成を把握することの重要性が示された。今後は、このプロセスを海洋の生物物理モデルに組み込むことで、将来の地球温暖化・海洋酸性化による生態系および物質循環への影響予測に関する精度の向上に大きく貢献することが期待される。

研究成果の概要（英文）：The effects of ocean acidification on phytoplankton community iron availability were investigated in the subarctic, subtropical, and coastal upwelling zones of the eastern North Pacific Ocean, where iron is a major regulator of biological production. The results of shipboard culture experiments of phytoplankton communities with varying pH and iron concentrations revealed that phytoplankton growth responses to ocean acidification differed between coastal and offshore areas of the eastern North Pacific, indicating that differences in the composition of representative iron organic ligands controlling iron chemical speciation in seawater may influence the response of phytoplankton communities to ocean acidification.

研究分野：海洋生物地球化学

キーワード：海洋酸性化 植物プランクトン 鉄 有機配位子 北太平洋

1. 研究開始当初の背景

(1) 人為起源の二酸化炭素の大気への放出量の増加に伴い、海洋の酸性化が進んでおり、大気から海洋への二酸化炭素の吸収域として機能している北太平洋の広い範囲で、表層水の pH が 2100 年までに 0.3 ~ 0.5 低下すると予測されている。北太平洋亜寒帯域の高栄養塩低クロロフィル (HNLC) 海域における植物プランクトンの一次生産が鉄不足による制限を受けていることは、計 3 回の海洋鉄散布実験によって確認されているものの、海洋酸性化が植物プランクトンの鉄利用に及ぼす影響については不明な点が多い。海水中における溶存鉄の約 99% は有機錯体鉄として存在することから、一次生産を担う植物プランクトンの鉄利用を考える上で、鉄の化学的な存在形態が極めて重要になる。将来の海水の pH 低下が、海洋植物プランクトンによる有機錯体鉄の利用に及ぼす影響については、これまで相反する二つの報告がある。一つは鉄が利用され難くなるという貧栄養な大西洋沖合域の海水を用いた室内実験結果であり (Shi et al., 2010)、もう一つは鉄が利用され易くなるというカリフォルニア沿岸の湧昇域で得られたフィールド実験結果である (Wells et al., 2015)。

(2) これまでの知見から、上記の異なる生物応答が見られた二つの海域では、海水中に存在する鉄有機配位子の性質が異なっていると推定され、大西洋ではシデロフォアが、カリフォルニア沿岸では腐植様物質 (海水中での有機物の微生物分解過程で生成する高分子化合物) が主な候補として考えられた。そこで、海水中に含まれる鉄有機配位子の違いが酸性化に対する異なる生物応答を導いたとの基本仮説を構築した。過去の間接的な知見は、海洋生態系への酸性化影響が均一的なものではなく、海域による鉄有機配位子の組成に応じて異なる生物応答が導かれることを示唆しており、将来の地球温暖化・海洋酸性化の生態系および物質循環への影響を予測する上で、そのメカニズムの理解が重要な鍵となり得る。

(3) 東部北太平洋では、最近の研究により、表層水中の有機配位子の組成が、沿岸域から亜寒帯域の高硝酸塩低クロロフィル (HNLC) 域、そして貧栄養亜熱帯域へと空間的に変化することが示されている (Buck et al., 2018)。錯形成能の強いシデロフォア様有機配位子は HNLC 海域や沿岸域でも鉄欠乏ストレスを受けているエリアで多く存在するのに対して、錯形成能の比較的弱い腐植様有機配位子はカリフォルニア沿岸湧昇域や沖合の貧栄養亜熱帯域で主要な鉄有機配位子になっていると考えられる。貧栄養亜熱帯海域では、窒素固定を行うシアノバクテリアが一次生産に重要な役割を果たしており、窒素固定を担う酵素 (ニトロゲナーゼ) が鉄を必要とすることから、そこでの有機錯体鉄の利用性の評価は、海洋窒素固定の将来変化を考える上でも重要な知見となる。これら鉄有機配位子の特徴や生物生産構造が異なる海域が隣接する東部北太平洋は、海洋酸性化と海水中の鉄有機錯体の存在形態ならびにその生物利用の相互の関係性について研究を行うための自然の実験フィールドとして最適な場である。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、海洋酸性化が植物プランクトン群集の鉄利用に及ぼす影響を、鉄が生物生産の主要な制御要因として作用している東部北太平洋の亜寒帯域と、亜熱帯循環域および沿岸域において調べ、その効果を鉄と錯体を形成する有機配位子および腐植様物質等の海域特性と関係付けて解明し、以下の 3 つの問いに対する仮説を検証することを目的とした。

(2) 問いと仮説

問い : 将来の海洋の酸性化は、植物プランクトンによる鉄有機配位子の利用能を高めるのか、低めるのか? その変化は東部北太平洋の亜寒帯域、亜熱帯域、沿岸域で異なるのか?

仮説 : 海洋酸性化は、溶存鉄の大部分が錯形成能の強いシデロフォア様の有機配位子によって支配されている東部北太平洋亜寒帯域では、植物プランクトンの鉄利用を抑制するのに対して、錯形成能の弱い腐植様の有機配位子の影響が大きな貧栄養亜熱帯海域および沿岸域では、植物プランクトンの鉄利用が促進される。

問い : 鉄有機配位子の利用能の変化は、植物プランクトン群集のサイズ構造の種組成にどのような影響を及ぼすのか? それによって海洋表層から深層への有機炭素の移出および炭素循環はどのような影響を受けるのか?

仮説 : 海洋酸性化は、植物プランクトン群集のサイズ構造および主要藻類グループの変化を引き起こし、珪藻の増殖と光透過性細胞外ポリマー粒子 (TEP: 有機物の凝集・沈降を促し、海洋表層から深層への炭素移出フラックスを増大させる粘着成分) の生産を亜寒帯域および沿岸域で促進する。

問い : 一連の実験で見られる鉄利用の変化 (あるいは不変性) は、どのようなメカニズムによるものか? 鉄有機配位子の特性と関係性があるか、腐植様物質は指標となり得るか?

仮説 : 鉄利用に対する海洋酸性化影響の海域による違いは、その海域の鉄有機配位子の錯形成能の強さ (条件安定度定数) および濃度の違いと対応しており、腐植様物質の存在量に応じて変化する。

3. 研究の方法

(1) 2022年6-7月に実施された米国調査船 Sikuliaq の研究航海において、カリフォルニア沿岸の湧昇域、東部北太平洋亜熱帯の貧栄養海域および亜寒帯の鉄制限海域の3定点(図1)で船上培養実験を日米の国際共同研究として実施するとともに、定点間の複数の測点で海洋観測を行った。これらに実験および観測では、採水から、実験の前処理、培養、各項目の測定に至る一連の作業において、鉄など微量金属の混入・汚染を厳密に防ぐクリーン技術を用いた。

(2) バッチ培養実験：海洋酸性化が植物プランクトンの鉄利用や増殖生理に及ぼす影響の海域間の違いを解析するため、各測点で採取した表層水(深度10m)を透明ポリカーボネート製培養瓶に採取し、pH8.1/7.6/7.1、鉄1nM添加あり/なし、光量50%/0%の条件を組み合わせた実験区を設けて、現場水温に制御した甲板水槽内で自然光下で6日間培養した。海水のpHはCO₂ガスを通気した過海水を実験海水と混合することによって調節した。培養期間中(一部の項目は培養開始・終了時のみ)における溶存鉄濃度、鉄有機配位子濃度、pH、溶存無機炭酸、栄養塩濃度、腐植様溶存有機物、TEP生成量、¹⁴C取り込み速度、⁵⁹Fe取り込み速度、クロロフィルa濃度、植物・動物プランクトン種組成、プランクトン中の窒素・炭素安定同位体比などを日米の共同研究者で分担測定して、生物応答を調べた。

(3) 上記の一連の実験における植物プランクトンの増殖応答や各パラメータの変化と、現場海域における有機配位子や腐植様物質等の特性および空間分布などを総合的に解析して、本研究で取り組む3つの仮説の検証を試みた。

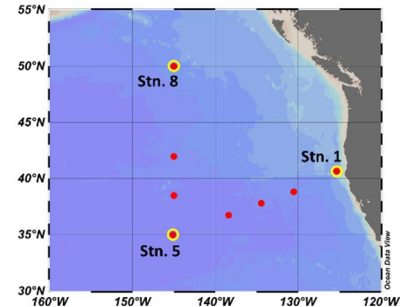


図1 東部北太平洋における測点図
(船上培養実験は黄色の3定点で各2回実施)

4. 研究成果

(1) 酸性化および鉄濃度変化に対する植物プランクトンの増殖応答

現在の表層海水のpH8.1に対して、将来の海洋酸性化を想定したpH7.6と、より強い酸性条件となるpH7.1の条件での植物プランクトンの増殖応答について、船上でのバッチ培養実験により検討した(図2、表1)。カリフォルニア沿岸の湧昇域(Stn. 1)では、2回の実験のいずれのpH条件でも培養期間中のクロロフィルa濃度変化から見積もった比増殖速度が鉄添加により16%以上増加したことから、実験系内の植物プランクトン群集が鉄制限状態にあったことが確認された。また、1回目の実験のpH7.6条件においてpH8.1よりも培養3日目以降のクロロフィルa濃度が高くなり、比増殖速度も13%増加したことから、酸性化により現場海水中の溶存鉄の生物利用能が高められたと考えられる。但し、pH7.1条件では逆にクロロフィルa濃度と比増殖速度が低くなり、強い酸性条件にさらされると植物プランクトンの増殖そのものに負の影響を生じることも明らかになった。また、pH7.1の各実験区では細胞径5μm以上の大型の植物プランクトンの割合が低下していたことから、酸性化によって植物プランクトン群集組成が小型の植物プランクトン優占

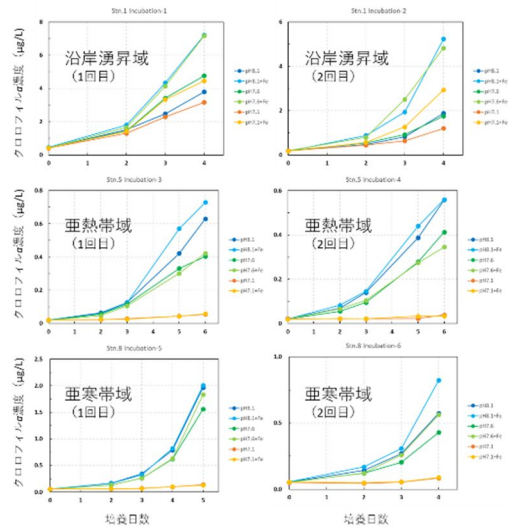


図2 東部北太平洋での酸性化影響評価のための船上培養実験におけるクロロフィルa濃度の変化

に変化する可能性が示唆された。貧栄養の亜熱帯域(Stn. 5)では、植物プランクトンの増殖に必要な栄養塩(N、P、Si)を十分量添加して培養実験を行った。1回目の実験のpH8.1条件を除いて鉄による増殖の促進は明瞭に認められず、現場海水には利用可能な溶存鉄がある程度存在していたと思われる。酸性化影響に関しては、pH7.6条件においてpH8.1よりもクロロフィルa濃度が低くなり、比増殖速度は7~9%減少した。また、pH7.1条件では植物プランクトンの増殖がほとんど見られず、比増殖速度はpH8.1と比べて70~88%減少した。従って、亜熱帯域の植物プランクトン群集は、沿岸湧昇域と比べて海洋酸性化に対して脆弱であると推察される。亜寒帯域(Stn. 8)では、2回目の実験のpH8.1とpH7.6条件で鉄添加による増殖促進が確認され、植物プランクトン群集が鉄制限状態にあったものの、酸性化に対する応答は亜熱帯域と同様なレベルで増殖が抑制される傾向を示した。このことから、酸性化により現場海水中の溶存鉄の生物利用能が低くなったと考えられる。

表1 鉄添加および酸性化によるクロロフィルaの比増殖速度の変化

Region	pH	鉄添加効果	酸性化影響
		各pH条件における鉄無添加区に対する割合	鉄無添加区におけるpH8.1に対する割合
沿岸湧昇域 Stn. 1	8.1	128-147%	100%
	7.6	116-151%	97-113%
	7.1	118-155%	79-95%
亜熱帯域 Stn. 5	8.1	101-105%	100%
	7.6	93-102%	91-93%
	7.1	106%	12-30%
亜寒帯域 Stn. 8	8.1	101-113%	100%
	7.6	103-117%	88-95%
	7.1	102%	19-25%

得ると考えられる。但し、上記の有機炭素沈降フラックスの推定は、生物活動が通年一定であることを前提としているため、プランクトン群集の生産性や活動性、ならびに優占種の分布深度が季節的に大きく変化する亜寒帯域については、更なる検証が必要である。

(4) 海洋酸性化が植物プランクトン群集の鉄利用に及ぼす影響に関する仮説検証と今後の展望

船上培養実験においては、海洋酸性化による植物プランクトンの増殖応答が東部北太平洋の沿岸域と沖合域で異なることが明らかになった。また、東部北太平洋亜寒帯域の表層水の Fe(II) 酸化速度は亜寒帯域としてはやや高い値となり、同海域では腐植物質様の配位子が表層に存在していた可能性が考えられた。さらに現場観測からは、各海域のプランクトン群集構造について生物量、群集構成種、有機炭素の沈降フラックスの点で違いが見られたことから、鉄濃度環境に対するプランクトン生態系の応答に違いが生じる可能性が予想された。

これらの結果から、海水中での鉄の化学的な存在形態を支配する代表的な鉄有機配位子の海域による組成の違い、特に有機物分解過程で生成する錯形成能のやや弱い腐植様物質と、微生物が鉄取り込みのために生産する錯形成能の強いシデロフォア様物質の存在割合の違いが、海洋酸性化に対する植物プランクトン鉄利用の応答を左右し得ることが示された。

海洋酸性化により北太平洋の広い範囲で、表層水の pH が 2100 年までに 0.3~0.5 低下すると予想されているが、北太平洋亜寒帯域やカリフォルニア沿岸湧昇域では微量栄養素である鉄の不足によって植物プランクトンの一次生産が制限を受けていることから、酸性化が植物プランクトンの鉄利用に及ぼす影響を予測評価することは極めて重要である。これまでの研究では、海水の pH 低下に伴い鉄が利用され難くなるという結果と、利用され易くなるという相反する結果が報告されていたが、本共同研究により、有機配位子と錯形成した鉄のプランクトン群集による利用の変化について海域別の特徴が明らかになり、海水中に存在する主な鉄有機配位子の性質の違いが異なる生物応答を導くという新たなメカニズムの仮説が検証されたことから、海洋酸性化が進行したときの鉄の海洋環境中における動態と炭素循環の関係性を考える上で、各海域における鉄有機配位子の濃度分布や組成を把握することの重要性が示された。

人間活動に伴って大気中に蓄積しつつある二酸化炭素は、地球温暖化を進行させて地球の気候変化の大きな要因となっているだけでなく、海洋に溶解することで海水の pH 低下、すなわち海洋酸性化を引き起こし、海洋生態系に深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。本国際共同研究により、海水中に含まれる鉄有機配位子の違いが酸性化に対する異なる生物応答を導くとの仮説が検証されたことから、海洋生態系への酸性化影響が均一的なものではなく、海域による鉄有機配位子の組成に応じて多様な変化を引き起こし得ることが明確になった。今後は、このプロセスを海洋の生物物理モデルに組み込むことで、将来の地球温暖化・海洋酸性化による生態系および物質循環への影響予測に関する精度の向上に大きく貢献するものと期待される。

< 引用文献 >

- Buck KN, Sedwick PN, Sohst B, Carlson CA. 2018. Organic complexation of iron in the eastern tropical South Pacific: Results from US GEOTRACES Eastern Pacific Zonal Transect (GEOTRACES cruise GP16). *Marine Chemistry*, 201: 229-241.
- Ikeda T. 2014. Respiration and ammonia excretion by marine metazooplankton taxa: synthesis toward a global-bathymetric model, *Marine Biology*, 161(12): 2753-2766.
- Nowicki M, DeVries T, Siegel DA. 2022. Quantifying the carbon export and sequestration pathways of the ocean's biological carbon pump. *Global Biogeochemical Cycles*, 36(3): e2021GB007083.
- Shi DL, Xu Y, Hopkinson BM, Morel FMM. 2010. Effect of Ocean Acidification on Iron Availability to Marine Phytoplankton. *Science*, 327(5966): 676-679.
- Steinberg DK, Landry MR. 2017. Zooplankton and the ocean carbon cycle. *Annual Review of Marine Science*, 9: 413-444.
- Wells ML, Trick CG, Trainer VL, Ikeda CE, Schellenbach A, Thornton K, Bill BD. 2015. The effect of ocean acidification on the availability of ambient Fe in upwelled waters, 2015 Aquatic Sciences Meeting, Association for the Sciences of Limnology and Oceanography, Granada, Spain.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Wong Kuo Hong, Xu Jiarui, Kondo Yoshiko, Takeda Shigenobu, Mashio Asami S., Hasegawa Hiroshi, Obata Hajime	4. 巻 67
2. 論文標題 Very strong but exchangeable organic ligand of cobalt in the marginal sea	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Limnology and Oceanography	6. 最初と最後の頁 1299 ~ 1312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/lno.12078	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 Wang Yaoyao, Bi Rong, Zhang Jing, Gao Jiawei, Takeda Shigenobu, Kondo Yoshiko, Chen Fajin, Jin Gui'e, Sachs Julian P., Zhao Meixun	4. 巻 9
2. 論文標題 Phytoplankton Distributions in the Kuroshio-Oyashio Region of the Northwest Pacific Ocean: Implications for Marine Ecology and Carbon Cycle	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2022.865142	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 Wong Kuo Hong, Obata Hajime, Nishioka Jun, Yamashita Youhei, Kondo Yoshiko, Kim Taejin, Mashio Asami, Hasegawa Hiroshi	4. 巻 31
2. 論文標題 Subarctic Pacific Intermediate Water: An Oceanic Highway for the Transport of Trace Metals in the North Pacific	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Limnology and Oceanography Bulletin	6. 最初と最後の頁 31 ~ 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/lob.10490	査読の有無 無
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 Horii S., Takahashi K., Shiozaki T., Takeda S., Sato M., Yamaguchi T., Takino S., Hashihama F., Kondo Y., Takemura T., Furuya K.	4. 巻 128
2. 論文標題 East West Variabilities of N_2 Fixation Activity in the Subtropical North Pacific Ocean in Summer: Potential Field Evidence of the Phosphorus and Iron Co Limitation in the Western Area	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022JC019249	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 近藤 能子	4. 巻 35
2. 論文標題 月例卓話・海水中の鉄など微量栄養物質が植物プランクトン増殖へ与える影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 海洋化学研究	6. 最初と最後の頁 132 ~ 136
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 岩本 洋子, 相木 秀則, 磯口 治, 大林 由美子, 近藤 文義, 近藤 能子, 西岡 純	4. 巻 30
2. 論文標題 海洋学の10 年展望2021 : 大気海洋境界	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 海の研究	6. 最初と最後の頁 199 ~ 225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5928/kaiyou.30.5_199	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 橋濱 史典, 瀧 慎也, 近藤 能子, 佐々木 克徳, 杉本 周作, 高橋 一生, 長井 健容, 西岡 純, 林田 博士, 平井 惇也	4. 巻 30
2. 論文標題 海洋学の10 年展望2021 : 中緯度	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 海の研究	6. 最初と最後の頁 127 ~ 154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5928/kaiyou.30.5_127	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 Nishioka Jun, Obata Hajime, Hirawake Toru, Kondo Yoshiko, Yamashita Youhei, Misumi Kazuhiro, Yasuda Ichiro	4. 巻 77
2. 論文標題 A review: iron and nutrient supply in the subarctic Pacific and its impact on phytoplankton production	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography	6. 最初と最後の頁 561 ~ 587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-021-00606-5	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 Zhou Fanyu, Hirai Junya, Hamasaki Koji, Horii Sachiko, Tsuda Atsushi	4. 巻 8
2. 論文標題 Feeding Ecology of Three Euphausiid Species in the North Pacific Ocean Inferred From 18S V9 Metabarcoding and Stable Isotope Analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2021.756067	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 Kondo Yoshiko, Bamba Rise, Obata Hajime, Nishioka Jun, Takeda Shigenobu	4. 巻 11
2. 論文標題 Distinct profiles of size-fractionated iron-binding ligands between the eastern and western subarctic Pacific	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-81536-6	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 Kodama Taketoshi, Nishimoto Atsushi, Horii Sachiko, Ito Daiki, Yamaguchi Tamaha, Hidaka Kiyotaka, Setou Takashi, Ono Tsuneo	4. 巻 126
2. 論文標題 Spatial and Seasonal Variations of Stable Isotope Ratios of Particulate Organic Carbon and Nitrogen in the Surface Water of the Kuroshio	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 1-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JC017175	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9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Lise Artigue, Salvatore Caprara, Charles Trick, William P Cochlan, Shigenobu Takeda, Mark Wells, Kristen Buck
2. 発表標題 The effect of ocean acidification on Fe speciation across distinct regions of the Eastern North Pacific
3. 学会等名 2023 Gordon Research Conference and Seminar on Chemical Oceanography (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Calyn M. Crawford, Lise Artigue, William Cochlan, Shigenobu Takeda, Charles Trick, Mark Wells, Kristen N. Buck
2. 発表標題 Labile nickel (Ni) concentrations in the North Pacific
3. 学会等名 2023 Gordon Research Conference and Seminar on Chemical Oceanography (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤能子, 山中紘輝, 岩田遥貴, 砂原雄大, 西岡純, 小畑元, 武田重信
2. 発表標題 北太平洋における溶存鉄の光化学反応による形態変化
3. 学会等名 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会「微量元素・同位体を用いた海洋生物地球化学研究 (GEOTRACES-Japan)」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤能子, 異智沙徳, 西岡純
2. 発表標題 西部北太平洋における鉄有機配位子動態に関する研究
3. 学会等名 北海道大学低温研究所研究集会「北方圏縁辺海の役割や北太平洋の物質循環に関するワークショップ」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤能子, 山中紘輝, 砂原雄大, 西岡純, 小畑元, 武田重信
2. 発表標題 北太平洋亜寒帯域表層の鉄の化学形態と生物利用能
3. 学会等名 日本海洋学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀井幸子, 高野永美子, 高橋一生, 西岡純, 近藤能子, 武田重信
2. 発表標題 北太平洋亜寒帯HNLC海域における低次生産構造の東西変化
3. 学会等名 海洋生物シンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堀井幸子, 高橋一生, 福島慶太郎, 大西雄二, 木庭啓介, 古谷研
2. 発表標題 北太平洋亜熱帯循環域漂流食物網における窒素・炭素安定同位体比の東西変化
3. 学会等名 2021年度水産海洋学会研究発表大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤能子, 馬場梨世, 小畑元, 西岡純, 武田重信
2. 発表標題 北太平洋亜寒帯HNLC海域におけるサイズ分画鉄有機配位子分布の東西比較
3. 学会等名 GEOTRACES-Japanシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 江頭舞鈴, 武田重信
2. 発表標題 沿岸海水中の蛍光性溶存有機物に対する銅の消光作用と錯形成能の評価
3. 学会等名 GEOTRACES-Japanシンポジウム
4. 発表年 2021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	近藤 能子 (KONDO Yoshiiko) (40722492)	長崎大学・水産・環境科学総合研究科(水産)・准教授 (17301)	
研究分担者	堀井 幸子 (HORII Sachiko) (50767879)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産資源研究所(横浜)・研究員 (82708)	

	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	ウエル マーク (Wells Mark)		
研究協力者	バック クリスティン (Buck Kristen)		
研究協力者	トリック チャールズ (Trick Charles)		
研究協力者	コックラン ウィリアム (Cochlan William)		

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			
米国	University of Maine	University of South Florida	Oregon State University	他1機関