

令和 5 年 5 月 30 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H01969

研究課題名(和文) うねりが風波の発達と海洋表層乱流の生成に与える影響の実態解明と定式化

研究課題名(英文) Elucidation and formulation of swell impacts on growth of wind waves and generation of surface turbulence in real oceans

研究代表者

小松 幸生 (Komatsu, Kosei)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号：30371834

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,900,000円

研究成果の概要(和文)：うねりの存在が風波の発達と海洋表層乱流の生成に及ぼす影響の実態解明を目的として、岩手県の大槌湾内に高周波超音波流速計と3軸超音波風速計を設置して、波浪、海洋表層乱流、海上風乱流の同時観測を行った。大槌湾内の波浪は、沖合から伝播して来るうねりが卓越している特徴がある。そこで、うねりと同方向の風(順風)及び逆方向の風(逆風)が吹いている場合に分けてうねりの影響を解析した。うねりの存在により、風波の発達率は、順風時に最大で5割抑制され、一方、逆風時に最大で2割強化されること、また、表層乱流のエネルギー生成率は、順風時に最大で3割抑制され、一方、逆風時に最大で2割強化されることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

波浪は、その場に吹く風によって発達過程にある「風波」と遠方から伝播して来て減衰過程にある「うねり」に区別され、現実の波浪は両者が混在した状態にある。しかし、うねりと風波の相互作用は不明な点が多く、一因として実海域での研究が不足していることが挙げられる。本研究では、規則的なうねりが外洋域から伝播して来る特徴を有する岩手県大槌湾を「天然の造波機付き風洞水槽」に見立てて、湾内の波浪、海上風乱流、海洋表層乱流の同時連続観測を実施し、うねりの存在が、風波の発達率と海洋表層乱流の生成率を変化させることを定量的に明らかにした。この成果は、現業の波浪予測の精度向上や巨大波の発生機構の理解に大きく寄与する。

研究成果の概要(英文)：Surface waves, ocean near-surface turbulences and ocean wind turbulences were observed simultaneously using a high-frequency ADCP and a triaxial ultrasonic anemometers in Otsuchi Bay, Iwate Prefecture, Japan, to elucidate the actual effects of the presence of swells on the development of wind waves and the generation of near-surface turbulences. Waves in Otsuchi Bay are characterized by predominant swells propagating from the offshore region. The swell effects were analyzed separately for winds blowing in the same direction as the swell (forward wind) and for winds blowing in the opposite direction (head wind). The presence of swell was found to suppress the development rate of wind waves by up to 50% during forward winds, while enhancing it by up to 20% during head winds, and to suppress the energy generation rate of near-surface turbulences by up to 30% during forward winds, while enhancing it by up to 20% during head winds.

研究分野：海洋物理学

キーワード：うねり 風波 海洋表層乱流 実海域

## 1. 研究開始当初の背景

波浪は風によって生成される海面重力波で、海洋の様々な波動現象の中でも外部潮汐と並んでエネルギーの最も高い現象の一つである (Munk, 1950)。海面における大気海洋間の運動量、熱、物質などの交換で主要な役割を果たし、質量輸送や表層乱流の生成を通じて生物地球化学循環や生態系に与える影響も大きい。海運、漁業など、人間活動に与える影響も甚大である。波浪は、一般に、その場に吹く風によって発達過程にある風波と遠方から伝播して来た減衰過程にあるうねりに区別されるが、現実の波浪は両者が混在した状態にある。波浪は身近な現象ゆえに古くから研究されているが、学術的に未解決の問題が多く残されている (Mitsuyasu, 2015)。この内、実海域でうねりと風波が共存していることに派生する問題は、現業の波浪予測モデルが抱える弱点がうねりの再現性にあること (e.g., 吉田他, 2012; 田村他, 2019) や巨大波の発生 (Tamura et al., 2009) 等とも深く関連しており、防災面からも早期の解決が望まれている。

そこで、本研究では、うねりと風波の共存に関連した未解決の問題の中から次の二点：うねりが風波の発達に与える影響、うねりが波浪による表層乱流の生成に与える影響、に着目した。

### うねりが風波の発達に与える影響

水槽実験による既往研究によると、うねりの伝播方向と同じ方向に風が吹くと風波の発達率はうねりが無い場合に比べて抑制されることが分かっている (Mitsuyasu, 1966; Phillips and Banner, 1974; Donelan, 1987)。その力学的要因として、Phillips and Banner (1974) は、うねりの峰で吹送流が非線形的に強化されることで風波が砕波臨界点に達する前に砕波してしまうためエネルギーを損失する、という機構を提案している。一方、Chen and Belcher (2000) は、うねりが風の運動量の一部を吸収するため風波へのエネルギー入力とその分抑制される、という機構を提案している。しかしながら、その後、Mitsuyasu and Yoshida (2005) がうねりの伝播方向と逆方向に風を吹かせた水槽実験を行い、この場合の風波は、うねりが無い場合に比べて発達率がむしろ増強されることを見出した。これは、うねりと風が同方向の場合と逆の結果である。上記の二つの理論は、うねりと風が同方向でも逆方向でも風波の発達率が抑制されることを推定するので、双方とも、何らかの瑕疵があると推察される。水槽実験で見出された現象を十分に説明できる理論は、現時点でも未だ提示されていない。しかも、重要な点として、水槽実験で見られたような、うねりが風波の発達に及ぼす効果を現実の海洋で確認した研究例は、研究代表者の知る限り未だ存在しない。その理由として、現実の海洋では、一般的に、様々な波周期と波向を有する複数のうねりと風波が混在しているため、水槽実験のようにうねりの影響を系統的に解析することができないことが考えられる。

そこで本研究では、最初の問いとして、「現実の海洋でも、水槽実験のように、うねりと同(逆)方向の風が吹いた時に風波の発達が抑制(促進)されるかどうか、そしてその際、うねり、吹送流、表層乱流にどのような変化が生じるのか」を掲げた。

### うねりの存在が波浪による表層乱流の生成に及ぼす影響

波浪は、風応力による鉛直シア及び熱対流と並んで、海洋表層混合層における乱流生成で重要な役割を果たしている。海面境界層波浪による乱流生成には、砕波による乱流運動エネルギーの下方への輸送とラングミュア循環による。

まず、砕波による乱流生成に関しては、1990年代より微細構造センサ、レーザー、超音波流速計を用いた観測研究が実施されている (e.g., Agrawal et al., 1992; Drennan et al., 1996)。それらによると、砕波による乱流の運動エネルギー散逸率  $\varepsilon_B$  は、海面を固体壁と仮定して Monin-

Obukhov の相似則を用いて推定したシア乱流のエネルギー散逸率  $\varepsilon_S$  よりも 1~2 桁大きい (D'Asaro, 2014; Kukulka, 2019)。Gerbi et al. (2009) は、高周波超音波流速計による観測データから  $\varepsilon_B=0.3(I_w H_S / z^2)$  を提案している。ここで、 $I_w$  は風から波浪へのエネルギー入力、 $H_S$  は有義波高、 $z$  は水深である。この項を一般的な乱流クローザーモデル (e.g., Mellor and Yamada, 1982) に適用すると海面付近の境界層の再現性が向上することが分かっている (D'Asaro, 2014)。ただし、と関連して、うねりと風波が共存する時は碎波の条件が変わるため、上の  $\varepsilon_B$  の定式の普遍性に疑問が残る。なお、 $\varepsilon_B$  は水深の<sup>-2</sup>乗に比例して減少するので、実際の海洋で碎波による乱流生成が実効的なのは有義波高の 10 倍程度の水深 (最大でも数 10 m 程度) までである (Agrawal et al., 1992)。これより深い層での乱流生成は、ラングミュア循環が支配的である。

ラングミュア循環による乱流生成に関しては、近年、研究の進展が著しい。その力学的機構についても理解が進み、波浪が流れの渦度の鉛直成分を波の進行方向に傾けて、傾いた渦度が流れの鉛直シアに作用してもとの渦度の鉛直成分を増幅させる、正のフィードバック機構 (Craig and Leibovich, 1976) が広く受け入れられている (吉川・遠藤, 2017)。数値モデル研究では、Belcher et al. (2002) がラージエディシミュレーション (LES) の結果を整理して、McWilliams et al. (1997) が導入した無次元の乱流ラングミュア数  $La=(u_* / u_s)^{1/2}$  ( $u_*$  は摩擦速度、 $u_s$  は海面におけるストークスドリフトの速度) が 0.35 より小さい時は、ラングミュア循環の強化に伴うストークスドリフト速度の鉛直シアが乱流 (ラングミュア乱流) を生成する効果が風や熱の効果よりも卓越することを示した。その後、新しいラングミュア数も提案され (Harcourt and D'Asaro, 2008)、ラングミュア循環を表現するモデルの改良が進んでいる (McWilliams et al., 2012; Harcourt, 2013)。これらの数値モデル研究では、重要な結論として、ラングミュア乱流の鉛直速度の分散が  $(u_*^2 u_s)^{2/3}$  に比例するという結果を得ている。一方で、観測研究では、フロート (D'Asaro, 2001)、高周波超音波流速計 (Feddersen, 2012)、超音波流速プロファイラー (ADCP; Gargett and Grosch, 2014; Yoshikawa et al., 2018)、微細構造センサ (Paskyabi and Fer, 2014) 等による直接観測が実施されている。しかしながら、観測で得られた鉛直速度の分散は  $u_*^2$  に比例しており、モデル研究の結論と齟齬がある。この点については、以下の疑問が残る。まず、ラングミュア乱流にはストークスドリフト速度の鉛直シアが重要になるが、観測で得られた鉛直速度の分散が、ストークスドリフト速度をはじめとする波浪パラメータと陽に関係づけられない点。次に、鉛直方向に指数関数的に減速するストークスドリフトの鉛直シアの不確実性。そして、と関連して、うねりと風波が共存している影響を陽に考慮していない点である。

そこで本研究では、次の問いとして、「現実の海洋のようにうねりと風波が共存している場合に、碎波乱流とラングミュア乱流の運動エネルギー散逸率の実態はどうか、そしてそれはどのように定式化できるか」を掲げた。

## 2 . 研究の目的

以上の学術的問いの主要な部分に答えるため、本研究では、うねりと同方向及び逆方向の風が吹く場合の 風波の発達率、 碎波による乱流運動エネルギー生成率、を求め、うねりが風波の発達と表層乱流の生成に与える影響の定量化を目的とする。

本研究の学術的独自性は、 については、これまで水槽実験でしか確認されていない、うねりが風波の発達に及ぼす影響、とりわけ風とうねりが同方向か逆方向かで影響が逆になる現象が実海域でも生じるのかどうかを現場観測で確認する点である。これにより、従来不十分であった、波浪のエネルギースペクトルの平衡方程式における碎波散逸項の高精度化が期待できる。 については、波浪の 2 次元 (周波数・波向) スペクトル、水粒子運動、乱流、並びに流速・流向の

鉛直分布と水平分布を同時に計測することで、うねりの存在が、砕波による乱流生成に及ぼす影響を定量的に解明する点である。また、と 双方とも、研究代表者が独自に開発した波浪成分波間の非線形共鳴相互作用を厳密かつ効率的に計算するアルゴリズム (Komatsu and Masuda, 1996) を使用して、うねりと風波間の非線形エネルギー輸送過程を高精度に見積もった上で数値実験を行う点が新しい。

そして、本研究の創造的な点として、研究対象海域を岩手県大槌湾とする点を強調したい。研究代表者のグループが大槌湾内長崎沖で係留ブイにより実施した波浪の 2 次元エネルギースペクトルと海上風の同時連続モニタリングにより、湾内の波浪は湾外沖合の 60 度の方向から伝播して来るうねりが一年を通じて卓越することが分かっている (Komatsu and Tanaka, 2017)。このうねりは、波周期と波向がほぼ一定であるため、規則波を生成する造波機付きの風洞水槽に近い状況が実海域で再現されている。現実の海洋では、多くの場合、うねりは単一方向からだけでなく、様々な方向からしかも複数個伝播して来るので、うねりの影響を高精度に計測するのが難しい。本研究ではこの点を克服し、実海域におけるうねりの影響を高精度に定量化することを目指した。

### 3 . 研究の方法

本研究では、以下の 2 点 : (1) 現実の海洋でも、水槽実験と同様に、うねりと同 (逆) 方向の風が吹いた時に風波の発達率が減少 (増加) するか、(2) うねりの存在が、砕波に伴う表層乱流エネルギーの生成率を増加させるか、減少させるか、について明らかにする。具体的には、これらの量と、うねりの波形勾配 ( $H_{sw}/L_{sw}$ ;  $H_{sw}$  はうねりの有義波高、 $L_{sw}$  はうねりの有義波長) との関係を解明するため、大槌湾内において、うねりが屈折によりほぼ真西に伝播していることが確認されている湾奥北部の赤浜沖 (30-20.736N, 141-56.111E) に観測場所を設定した (図 1)。この場所は蓬萊島棧橋にも隣接しており、そこに 3 軸超音波風速計 (CYG-81000/Young) を設置して海上風乱流の連続計測を行い、平均水平風速と摩擦速度を算出した。

また、波高・乱流・海面粒子運動を同時に計測可能な高周波超音波流速計 (1 MHz ADCP; Signature1000/Nortek) を新たに導入し、本機を上記の場所の海底から中層フロートで立ち上げて、海面に向けて超音波を照射することで波浪と海洋表層乱流を計測し、風波エネルギーの発達率と表層乱流のエネルギー生成率を算出した (図 2)。なお、観測は 2021 年 6 月~9 月、2022 年 2 月~5 月に実施した。

解析では、うねりの波向に対して風が同方向 ( $\pm 45^\circ$  の範囲で順風) と逆方向 ( $\pm 45^\circ$  の範囲で逆風) の場合に分けて、風波エネルギーと海洋表層乱流の運動エネルギーの時間変化から、風波の発達率と海洋表層乱流の生成率を算出した。ここで、風波のエネルギーは、計測した波浪の 2 次元エネルギースペクトルから Portilla et al. (2009) の方法により、風波の成分を抽出した。

### 4 . 研究成果

本研究期間に実施した観測において、うねりの波形勾配が観測期間中に最小の 0.001 であった場合の風波エネルギーで規格化して、うねりの存在が風波の発達率に与える影響を調べたところ、順風時では、うねりの波形勾配の値に関係なく風波の発達率は抑制され、発達率が最大で 5 割減少することが分かった。一方、逆風時では、順風時に比べて発達率のばらつきが大きいものの、うねりの波形勾配が小さいほど発達率が抑制され、大きいほど発達率が強化される傾向があり、発達率が最大で 2 割増加することが分かった。

次に、表層乱流のエネルギー生成率は、順風時では、うねりの波形勾配の値に関係なく抑制され、最大で 3 割減少することが分かった。一方、逆風時では、順風時に比べて生成率のばらつき

が大きいものの、うねりの波形勾配が小さいほど生成率が抑制され、大きいほど生成率が強化される傾向にあり、生成率が最大で2割増加することが分かった。

本研究は、うねりの存在が風波の発達率と海洋表層乱流の生成率とを変化させることを実海域における高精度な観測で定量的に初めて明らかにした。以上の成果は、現業の波浪予測の精度向上や巨大波の発生機構の理解に大きく寄与することが期待できる。

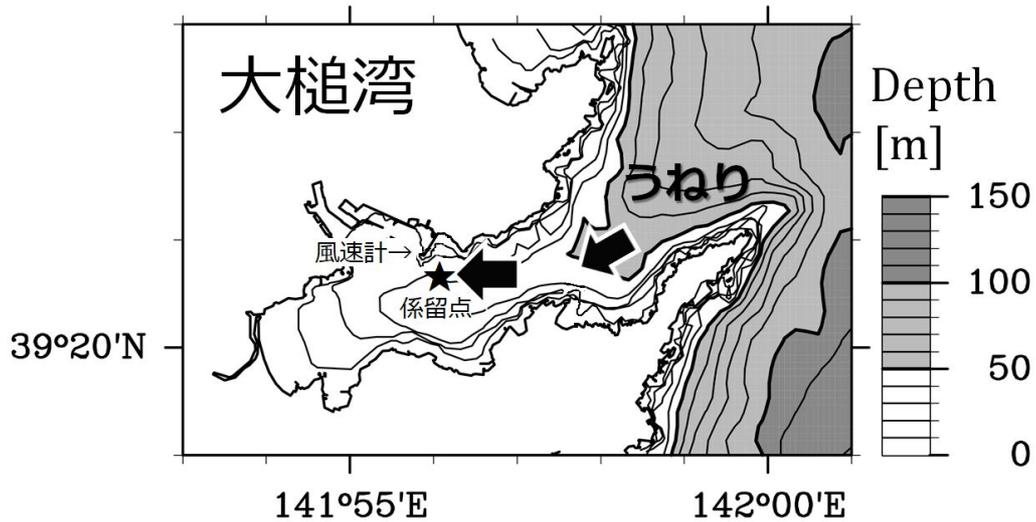


図1. 大槌湾内の観測場所

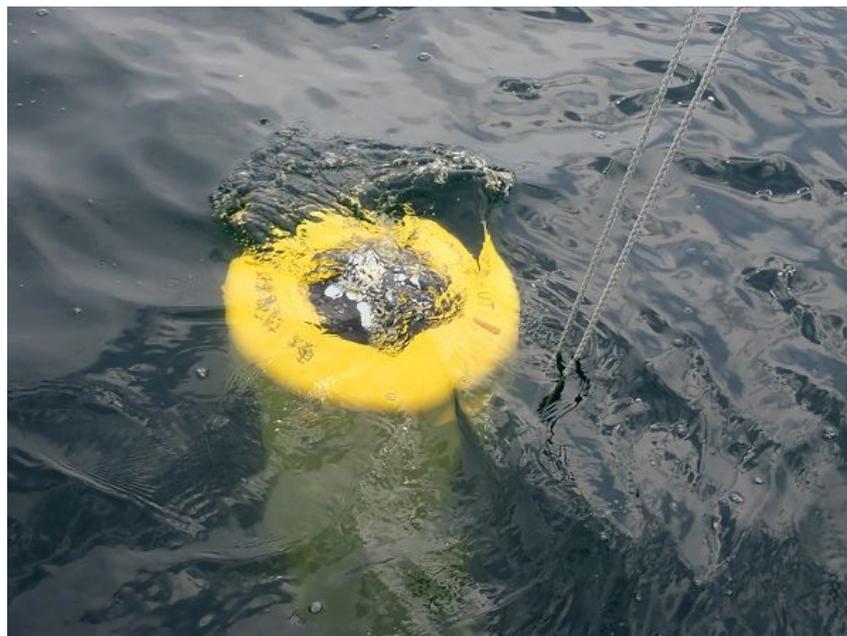


図2. 係留作業中の高周波超音波流速計 (2021年6月8日)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 6件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Wang, Y., Yamashita, R., Matsumura, Y., Ito, S., Komatsu, K.	4. 巻 63
2. 論文標題 Dynamics of microplastic transport and accumulation in a rural coastal area: Insights from the Otsuchi Bay, a small ria in Sanriku, Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Regional Studies in Marine Science	6. 最初と最後の頁 102964
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.rsma.2023.102964	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 Sakamoto, T., Takahashi, M., Chung, M. T., Rykaczewski, R. R., Komatsu, K., Shirai, K., Ishimura, T., Higuchi, T.	4. 巻 13
2. 論文標題 Contrasting life-history responses to climate variability in eastern and western North Pacific sardine populations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5298
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-022-33019-z	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 Nishikawa, H., Toh, S., Yasuda, I., Komatsu, K.	4. 巻 2
2. 論文標題 Overlap between suitable nursery grounds for Japanese anchovy ( <i>Engraulis japonicus</i> ) and Japanese sardine ( <i>Sardinops melanostictus</i> ) larvae	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 AQUACULTURE, FISH and FISHERIES	6. 最初と最後の頁 179-188
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/aff2.39	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 Agostini, S., Harvey, B. P., Milazzo, M., Wada, S., Kon, K., Floc'h, N., Komatsu, K., Kuroyama, M., Hall-Spencer, J. M.	4. 巻 27
2. 論文標題 Simplification, not “tropicalization”, of temperate marine ecosystems under ocean warming and acidification	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Global Change Biology	6. 最初と最後の頁 4771-4784
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/gcb.15749	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 Nagai, T., Quintana, G. M. R., Gomez, G. S. D., Hashihama, F., Komatsu, K.	4. 巻 77
2. 論文標題 Elevated turbulent and double-diffusive nutrient flux in the Kuroshio over the Izu Ridge and in the Kuroshio Extension	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Oceanography 55	6. 最初と最後の頁 55-74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10872-020-00582-2	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 Uesaka, L., Goto, Y., Yonehara, Y., Komatsu, K., Naruoka, M., Weimerskirch, H., Sato, K., Sakamoto, K. Q.	4. 巻 200
2. 論文標題 Ocean wave observation utilizing motion records of seabirds	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Oceanography	6. 最初と最後の頁 102713
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pocean.2021.102713	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 Sakamoto, T., van der Lingen, C. D., Shirai, K., Ishimura, T., Geja, Y., Peterson, J., Komatsu, K.	4. 巻 77
2. 論文標題 Otolith 180 and microstructure analyses provide further evidence of population structure in sardine <i>Sardinops sagax</i> around South Africa	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ICES Journal of Marine Science	6. 最初と最後の頁 2669-2680
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/icesjms/fsaa130	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

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Wang, Y., Yamashita, R., Matsumura, Y., Ito, S., Komatsu, K.
2. 発表標題 Dependency of microplastic horizontal distribution on the size and density of particles accumulated on the seafloor in Otsuchi Bay, Japan
3. 学会等名 American Geophysical Union 2022 Fall Meeting
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富田博隆, 近藤文義, 小松幸生
2. 発表標題 黒潮流路上における水蒸気フラックスの実態解明
3. 学会等名 日本海洋学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wang, Y., Yamashita, R., Ito, S., Komatsu, K.
2. 発表標題 半閉鎖性内湾域の海底に堆積したマイクロプラスチックの水平分布における粒子サイズと密度に対する依存性
3. 学会等名 日本海洋学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小松幸生, 田中潔
2. 発表標題 大槌湾内の波浪に対する四波共鳴相互作用の検証
3. 学会等名 日本海洋学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Komatsu, K., Kuwano-Yoshida, A., Ariyoshi, K.
2. 発表標題 Detection of fine-scale internal disturbances generated at the Kuroshio front during the recent large-meander period
3. 学会等名 JPGU Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Komatsu, K., Fujii, T., Tanaka, K.
2. 発表標題 Swell waves directionally selected at the bay mouth of rias facing the western North Pacific
3. 学会等名 JPGU Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wang, Y., Yamashita, R., Ito, S., Komatsu, K.
2. 発表標題 Spatiotemporal distribution of microplastics in sediments of Otsuchi Bay, Japan
3. 学会等名 JPGU Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小松幸生
2. 発表標題 大槌湾内で観測された波浪の4波共鳴相互作用について
3. 学会等名 名古屋大学宇宙地球環境研究所共同利用研究集会「海洋波および大気海洋相互作用に関するワークショップ」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wang, Y., Yamashita, R., Komatsu, K.
2. 発表標題 Spatiotemporal variation of microplastics in water columns of Otsuchi Bay
3. 学会等名 International Online Workshop on Microplastics Issues, Plastic pollution in Asian waters - from Land to Ocean (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Komatsu, K., Fujii, T., Tanaka, K.
2. 発表標題 Unidirectional Swell Waves Selected at the Bay Mouth of Rias Facing the Western North Pacific
3. 学会等名 Ocean Science Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Wang, Y., Yamashita, R., Komatsu, K.
2. 発表標題 Horizontal distribution of concentration and composition of microplastics in sediments of Otsuchi Bay, Japan
3. 学会等名 The 18th Japanese-French Oceanography Mini-Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Uesaka, L., Goto, Y., Yonehara, Y., Komatsu, K., Naruoka, M., Weimerskirch, H., Sato, K., Sakamoto, K. Q.
2. 発表標題 Ocean wave characters obtained from logger-mounted floating seabirds
3. 学会等名 The 7th International bio-logging science symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小松幸生, 藤井孝樹, 田中 潔
2. 発表標題 三陸リアス海岸のうねり性波浪の起源について
3. 学会等名 JPGU Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Komatsu, K., Kuwano-Yoshida, A., Ariyoshi, K.
2. 発表標題 An integrated observation system from the ocean bottom to the atmosphere to study air-sea interaction in the Kuroshio region south of Shionomisaki
3. 学会等名 JPGU-AGU Joint Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Komatsu, K., Omatsu, H., Tanaka, K.
2. 発表標題 Effect of swells on the development of wind waves in the real ocean
3. 学会等名 JPGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Komatsu, K., Kuwano-Yoshida, A., Ariyoshi, K.
2. 発表標題 Detection of fine-scale internal disturbances generated at the Kuroshio front
3. 学会等名 PICES 2020 Annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小松幸生, 尾松弘嵩, 田中潔
2. 発表標題 大槌湾内においてうねりが風波の発達に与える影響の実態について
3. 学会等名 日本海洋学会2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小松幸生
2. 発表標題 大槌湾内の波浪・風モニタリングの総括
3. 学会等名 九州大学応用力学研究所「日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究集会」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小松幸生
2. 発表標題 大槌湾のうねりの特性と風波との関係
3. 学会等名 名古屋大学宇宙地球環境研究所共同利用研究集会「海洋波および大気海洋相互作用に関するワークショップ」
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究Topics <a href="http://lmr.aori.u-tokyo.ac.jp/feog/kosei/">http://lmr.aori.u-tokyo.ac.jp/feog/kosei/</a>
---

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	田中 潔  (Tanaka Kiyoshi)  (20345060)	東京大学・大気海洋研究所・准教授    (12601)	

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
---------	---------