

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02360

研究課題名（和文）自動運航影響を考慮した波浪中における船舶転覆リスクの推定法の構築

研究課題名（英文）Development of estimation method for capsizing risk for an autonomous ship in waves

研究代表者

梅田 直哉（Umeda, Naoya）

大阪大学・大学院工学研究科・名誉教授

研究者番号：20314370

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,500,000円

研究成果の概要（和文）：パラメトリック横揺れ、追波中復原力喪失、ブローチングのそれぞれについて、短波頂不規則波中を自由航走する模型船の実験を実施し、そこから得られる危険確率と、独自に構築した数値計算モデルによるシミュレーションによる危険確率を比較し、両者の信頼区間が一致することで、転覆リスク評価法を確立した。そこから、平均化法、最適制御理論、カオス制御や確率微分方程式などを用いて、船上でリアルタイムに求めうる簡易操船ガイダンスを提案して自動運航船への応用の道筋を作った。さらに、甲板滞留水の影響についても、模型実験や浅水波理論により、そのメカニズムを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでのほとんどの船舶は船上の操船者の的確ではあるがあいまいな判断により荒天下でも安全な航海を行ってきた。本研究では、この判断を力学原理と確率理論により転覆リスク評価法として置き換えることを行い、その妥当性を実海域と相似な波頂不規則波中の模型実験により検証できた。これにより、将来安全な自動運航船を実現することで、労働力不足に対応できる物流システムの構築、ヒューマンロスによる事故の廃絶に実現可能性が出てくる。また、IMOの新しい復原性基準に本研究結果の一部が反映された。

研究成果の概要（英文）：Methodologies for evaluating the risk of stability failures due to parametric rolling, pure loss of stability on a wave crest and broaching were developed. They were validated with model experiments in short-crested irregular waves for accident ships by confirming that the numerically estimated failure probabilities exist within the confidence intervals of those obtained from the model experiments. In the light of averaging methods, stochastic differential equations and optimal control theory, chaos control and so on, simplified and real-time operational guidance applicable to the onboard use of autonomous ships. Furthermore, the effect of trapped water on deck on stability was clarified by model experiments and the shallow water wave theory.

研究分野：船舶海洋工学

キーワード：risk analysis parametric rolling pure loss of stability broaching autonomous ship stochastic approach stability criteria chaos control

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

船舶などの公共交通機関の事故は、一旦生じると多数の人命や財産を一度に失うことにつながるため、安全規制を課して防止する必要がある。船舶においては、水に浮かぶという特性による固有の事故として転覆事故があり、最近でも2009年のわが国カーフェリー「ありあけ」、2014年のわが国建造の韓国のカーフェリー「セウォル」などが記憶に新しい。このような転覆事故を防ぐためには、国連専門機関である国際海事機関IMOで復原性基準が設計と操船について決められている。ただし現在の基準は、経験則であるため、燃費や環境問題を抜本的に解決する新しい形式の船について合理的に安全性を保証できないのみならず、そのような新しい船の開発を妨げることにもなっている。そこでIMOでは2008年より、経験でなく物理則での復原性基準を作りこの問題への解決を図ろうとしていた。ただ物理則によるとしても、船舶が航行する海洋には不規則に変化する波浪が存在するため、自動車や航空機とは異なる難しさがある。よって物理則による復原性基準は、決定論でなく確率論によるべきである。また船舶の転覆は、直立という安定状態から倒立という安定状態へ遷移であるため、安定点回りの微小運動を扱う線形理論は無力となる。現在、不規則な外乱下での運動評価の方法は線形理論の範囲内では第2次大戦後の研究の進展によりほぼ確立され、実設計に広く活用されている。ところが、非線形となると不規則外乱を扱う方法論は未だ確立されておらず独自に研究を行うことになる。このように、船舶の新しい復原性基準を策定しようとする、不規則外乱下での非線形振動という研究を強いることになる。

以上だけでも学術上の十分新たな挑戦であるが、最近になって別の新たな問題が船舶分野に浮上し、新たな復原性基準にも今後影響を与えようと考えられる。それは自動運航である。自動車の自動運転は注目を集めているが、船舶でも同様であり、自動化による人件費削減や人材育成問題の軽減は今後の切り札といえる。我が国政府は、2025年までに自動運航船の実用化を目指す投資戦略を閣議決定した。一方、IMOでは、自動運航船には現在あるいは現在審議中の船舶安全規制がそのまま通用しないため、規則の見直し項目の整理を始めている。船舶の自動運航にあたっては、いうまでもなく転覆事故の防止は必須であり、これまでの経験豊富な船長による的確ではあるがあいまいな判断を人工知能AIに置き換える必要がある。そのためには、前述の不規則外乱下での非線形振動に人工知能を模擬する操船ロジックを組み合わせる必要がある。ここで人工知能は、人間の判断を模擬することが考えられるが、最も優れた操船者を模擬するためには最適制御を利用することが考えられる。すなわち、不規則外乱下での非線形振動を対象に最適制御で転覆の危険を回避することを理論的に扱い、それを実験的に検証することが求められる。このような検討なしに、従来の人間操船のみを前提とした船舶復原性基準を自動運航船に適用した場合、想定外の事故に直面して自動運航船の開発が止まり、2025年の実用化に我が国が出遅れる懸念がある。本研究の実施期間は2019年～2022年までであり、2025年実用化に貢献すべく計画した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、IMOにおいて策定を目指している直接復原性評価法を構築し、それによる操船ガイダンスの作成法を提案するとともに、それらを問題のある船舶に適用した具体例を作成し、模型実験などにより検証することになる。評価法は、不規則な波浪中を指定の船速、進路を保つよう自動運航する船が転覆する確率を推定することが基本となる。そこでIMOで目下対象とすることが決まっている主要転覆モード(パラメトリック横揺れ、復原力喪失、ブローチング)と今後対象となると予想される転覆モード(甲板滞留水影響)を取り上げ、それぞれについて、転覆リスク(すなわち転覆確率と被害額の積)の推定により、一年あたりのリスクを明らかにする直接評価法を確立することと短期海象下でのリスクを抑えるため操船ガイダンスを作成する方法を構築することである。そしてその方法が直接数値シミュレーションや模型実験によるリスク推定値の信頼区間内に入れることをもって、方法の完成と考える。

3. 研究の方法

(a) 実海域と相似な短波頂不規則波中の横揺れを対象とした数値シミュレーションモデルを、対象とする転覆モードごとに構築し、モンテカルロ・シミュレーションによる危険確率の推定を行う。

(b) その転覆モードごとに事故船を選んで、短波頂不規則波中の自由航走模型実験を実施し、そこから危険確率の推定を行う。ここでの模型実験は、国際試験水槽会議による非損傷時復原性模型試験法の推奨手順によるものとする。

(c) 実験による危険確率の推定値の信頼区間と数値シミュレーションによる信頼区間の比較を行う。

(d) より簡単な危険確率の推定を可能とするため、確率微分方程式の方法、平均化法、グリムの有効波などの適用を検討する。

(e) 最適制御理論を数値シミュレーションモデルに応用することで危険なモードを回避す

る方法を検討する。

(f) 上記を踏まえて、海象と載荷状態に応じて、安全な船速と針路をリアルタイムに示す簡易操船ガイダンスの形にまとめる。

4. 研究成果

(1) パラメトリック横揺れ

- ・モンテカルロ・シミュレーションによる転覆リスクの推定として、初通過時間を求めるダイレクト・カウント法と最大横揺れ角の確率分布を仮定する方法が一致することを確認した。
- ・長時間のシミュレーションでも、不規則信号が繰り返さないことが数学的に証明できる方法を提案し、計算例を示した。
- ・研究担当者らによる5自由度数値シミュレーションモデル(左右揺れ・上下揺れ・横揺れ・縦揺れ・船首揺れ)を、短波頂不規則波中にも適用できるように拡張した。
- ・このモードで事故を起こしたポストマナマックスコンテナ船について、実海域と相似の短波頂不規則波中自由航走模型実験を実施した。
- ・上記の数値シミュレーションと自由航走模型実験による大横傾斜発生確率の推定値の信頼区間がオーバーラップすることから、数値シミュレーションモデルを検証することができた。
- ・横波中では、長波頂不規則波ではパラメトリック横揺れが起こらないが、短波頂不規則波では起こるといふ実験結果を得て、その理由を理論的に説明した。
- ・平均化法により、斜め波中でも適用できる簡易操船ガイダンスを提案し、計算例を示した。
- ・波浪レーダーの情報で簡易操船ガイダンスを適用することで、カーフェリー実船の向波中パラメトリック横揺れの推定ができることを確認した。
- ・確率微分方程式の方法で、パラメトリック横揺れの横揺れ角、横揺れ振幅、加速度を理論推定する方法を導き、数値シミュレーション結果とデータ同化させることができた。
- ・以上は2波に1揺れのパラメトリック横揺れを対象としていたが、平均化法により、1波に1揺れのパラメトリック横揺れの推定法も導き、数値シミュレーションで検証した。

(2) 追波中復原力喪失

- ・研究担当者らによる4自由度数値シミュレーションモデル(前後揺れ・左右揺れ・横揺れ・船首揺れ)を、短波頂不規則波中にも適用できるように拡張した。
- ・このモードで事故を起こしたカーフェリーについて、実海域と相似の短波頂不規則波中自由航走模型実験を実施した。
- ・上記の数値シミュレーションと自由航走模型実験による大横傾斜発生確率の推定値の信頼区間がオーバーラップすることから、数値シミュレーションモデルを検証することができた。
- ・グリムの有効波の概念により、斜め波中でも適用できる簡易操船ガイダンスを提案し、4自由度数値シミュレーションによる検証例を示した。

(3) ブローチング

- ・研究担当者らによる4自由度数値シミュレーションモデル(前後揺れ・左右揺れ・横揺れ・船首揺れ)を、短波頂不規則波中にも適用できるように拡張した。
- ・シミュレーション実施にあたり、理論推定困難な横傾斜による揚力影響について、拘束模型実験結果の統計解析により推定式を得た。
- ・このモードで事故を起こしたといわれる海洋調査船について、実海域と相似の短波頂不規則波中自由航走模型実験を実施した。
- ・上記の数値シミュレーションと自由航走模型実験による大横傾斜発生確率の推定値の信頼区間がオーバーラップすることから、数値シミュレーションモデルを検証することができた。
- ・メルニコフ解析の波乗り判定と波浪の統計理論により、簡易操船ガイダンスを作成することを提案し、計算例を示した。
- ・最適制御理論により、ブローチングの発生を防ぐ操船法を導いた。さらにそのメカニズムを非線形力学系理論でつきとめ、カオス制御の理論により、リアルタイムで同様な効果の操船を行う制御法を提案し、数値シミュレーションモデルを検証することができた。
- ・ブローチング発生確率を求めるクリティカル・ウエーブ法が安全側の推定を与える理由が、波乗りからブローチングに至る過程の初期値依存であることを明らかにした。

(4) 横波横風同調

- ・既存の推定法では説明がつかない船舶とされる、セメント運搬船、ケミカルタンカーについて、模型実験と3自由度数値シミュレーションより、その原因が甲板没水によ

る有効波傾斜係数の減少と横揺れ減衰力の増加であることを突き止め、実験によらない実用的解決策を示した。

- ・クルーズ客船について、長波頂不規則横波中での同調横揺れとパラメトリック横揺れのリアルタイム識別法を示した。

(5) 甲板滞留水影響

- ・OSV の長波頂不規則追波中の自由航走模型実験を行い、横揺れと甲板滞留水挙動に 90 度の位相差があって減揺タンク効果があることを実証した。
- ・OSV の規則追波中の横揺れについて、浅水波理論により、横揺れと甲板滞留水挙動に 90 度の位相差を説明した。
- ・まき網漁船について、規則追波中および短波頂不規則波中自由航走模型実験を実施し、OSV と異なり、横揺れと甲板滞留水挙動が同位相であることを示した。
- ・上記をふまえた甲板滞留水を考慮した 4 自由度数値シミュレーションモデルの指針を得た。

以上の成果により、転覆リスクの推定により、一年あたりのリスクを明らかにする直接評価法を、パラメトリック横揺れ、復原力喪失、ブローチングについて構築した。そして、事故船を例にとり実海域と相似の短波頂不規則波中の自由航走模型実験を実施し、そこから推定された確率の信頼区間内に理論推定値が入ることで、設計基準としての直接評価法を検証した。さらに、リアルタイムで船上でも利用できる簡易操船ガイダンスを提案し、自動運航船への応用も可能とした。横波横風同調や甲板滞留水影響については、未解決の課題を解明した。以上の結果の一部は、IMO の第二世代非損傷時復原性基準の暫定ガイドラインやその解説文書にも反映された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 22件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Maniyappan Sreenath, Umeda Naoya	4. 巻 27
2. 論文標題 Broaching-to prevention in real-time using momentary state feedback control focusing on the saddle point in the system	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 827 ~ 839
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-021-00870-6	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 Thet Zaw Htet, Naoya Umeda, Yasuyuki Toda, Hirotda Hashimoto, Tomoyuki Omura, Frederick Stern	4. 巻 27
2. 論文標題 Effect of separation vortices on wave-induced sway force and yaw moment acting on a ship running in stern quartering waves	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 203-213
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-021-00826-w	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 該当する
1. 著者名 Yuuki Maruyama, Atsuo Maki, Leo Dostal, Naoya Umeda	4. 巻 27
2. 論文標題 Improved stochastic averaging method using Hamiltonian for parametric rolling in irregular longitudinal waves	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 186-202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-021-00824-y	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 該当する
1. 著者名 Atsuo Maki, Leo Dostal, Yuuki Maruyama, Masahiro Sakai, Toru Katayama, Kei Sugimoto, Yusuke Fukumoto, Naoya Umeda	4. 巻 27
2. 論文標題 Theoretical determination of asymmetric rolling amplitude in irregular beam seas	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 40-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-021-00810-4	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 該当する

1. 著者名 Matsubara Kazuma, Umeda Naoya, Matsuda Akihiko	4. 巻 269
2. 論文標題 Probabilistic estimation of the large heel due to broaching associated with surf-riding for a ship in short-crested irregular waves and its experimental validation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Ocean Engineering	6. 最初と最後の頁 113540 ~ 113540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.oceaneng.2022.113540	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 Munakata Satoko, Takagaki Kosuke, Umeda Naoya, Koike Hiroaki, Sakai Masahiro, Maki Atsuo, Manabe Kohei, Matsuda Akihiko	4. 巻 266
2. 論文標題 An investigation into false-negative cases for low-freeboard ships in the vulnerability criteria of dead ship stability	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ocean Engineering	6. 最初と最後の頁 113130 ~ 113130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.oceaneng.2022.113130	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 Masahiro Sakai; Naoya Umeda; Atsuo Maki	4. 巻 IS12
2. 論文標題 Bifurcation in Roll Response of Uncoupled Parametric Roll Equation and Its Estimation by an Averaging Method	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 1st International Conference on the Stability and Safety of Ships and Ocean Vehicles	6. 最初と最後の頁 1-10
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 Atsuo Maki, Leo Dostal, Yuuki Maruyama, Kenji Sasa, Masahiro Sakai, Kei Sugimoto, Yusuke Fukumoto, Naoya Umeda	4. 巻 27
2. 論文標題 Theoretical estimation of joint probability density function of roll angle and angular acceleration in beam seas using PDF line integral method	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 814-822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-022-00873-x	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 該当する

1. 著者名 Atsuo Maki, Leo Dostal, Yuuki Maruyama, Masahiro Sakai, Kei Sugimoto, Yusuke Fukumoto	4. 巻 27
2. 論文標題 Theoretical determination of roll angular jerk of ships in irregular beam seas using PDF line integral method	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 163-172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-021-00823-z	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 該当する

1. 著者名 Atsuo Maki, Leo Dostal, Yuuki Maruyama, Masahiro Sakai, Naoya Umeda	4. 巻 186
2. 論文標題 New Aspects of Stochastic Evaluation of Random Roll Motion of Ship	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 1st International Conference on the Stability and Safety of Ships and Ocean Vehicles	6. 最初と最後の頁 1-10
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 該当する

1. 著者名 Atsuo Maki, Yuu Miino, Naoya Umeda, Masahiro Sakai, Tetsushi Ueta, Hiroshi Kawakami	4. 巻 13
2. 論文標題 Nonlinear dynamics of ship capsizing at sea	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 2-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.13.2	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 -

1. 著者名 Hiroaki Koike, Naoya Umeda, Takashi Tsuji, and Akihiko Matsuda	4. 巻 12
2. 論文標題 PARAMETRIC ROLLING OF A LARGE CRUISE SHIP IN IRREGULAR BEAM WAVES	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本クルーズ&フェリー学会論文集	6. 最初と最後の頁 1-8
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Maniyappan Sreenath, Umeda Naoya, Maki Atsuo, Akimoto Youhei	4. 巻 26
2. 論文標題 Effectiveness and mechanism of broaching-to prevention using global optimal control with evolution strategy (CMA-ES)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 382 ~ 394
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-020-00743-4	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 Maki Atsuo, Sakamoto Naoki, Akimoto Youhei, Banno Yuki, Maniyappan Sreenath, Umeda Naoya	4. 巻 26
2. 論文標題 On broaching-to prevention using optimal control theory with evolution strategy (CMA-ES)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 71 ~ 87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-020-00722-9	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 Aung Myo Zin, Umeda Naoya	4. 巻 197
2. 論文標題 Manoeuvring simulations in adverse weather conditions with the effects of propeller and rudder emergence taken into account	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ocean Engineering	6. 最初と最後の頁 106857 ~ 106857
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.oceaneng.2019.106857	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 Maki Atsuo, Dostal Leo, Maruyama Yuuki, Sakai Masahiro, Sugimoto Kei, Fukumoto Yusuke, Umeda Naoya	4. 巻 26
2. 論文標題 Theoretical estimation of roll acceleration in beam seas using PDF line integral method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Marine Science and Technology	6. 最初と最後の頁 828 ~ 834
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00773-020-00770-1	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 該当する

1. 著者名 Umeda Naoya, Subramaniam Sreenath, Alway Aqmil, Matsuda Akihiko, Maki Atsuo, Usada Satoshi, Terada Daisuke	4. 巻 134
2. 論文標題 Model Experiments of an Offshore Supply Vessel Running in Astern Waves	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Fluid Mechanics and Its Applications	6. 最初と最後の頁 625 ~ 642
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-16329-6_37	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 A. Maki, Y. Maruyama, N. Umeda, Y. Miino, T. Katayama, M. Sakai, T. Ueta	4. 巻 1
2. 論文標題 A perspective on theoretical estimation of stochastic nonlinear rolling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 17th International Ship Stability Workshop	6. 最初と最後の頁 pp.39-46
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 N. Umeda, M. Osugi, Y. Ikenaga, A. Maki, A. Matsuda	4. 巻 1
2. 論文標題 Pure loss of stability in stern quartering waves: revisited with numerical simulations reproducing accidents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 17th International Ship Stability Workshop	6. 最初と最後の頁 pp. 103-110
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yano Takehiro, Umeda Naoya, Hirayama Keiichi, Baba Mitsunori, Sakai Masahiro	4. 巻 134
2. 論文標題 Wave Radar Application to the Simplified Parametric Roll Operational Guidance at Actual Sea	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Fluid Mechanics and Its Applications	6. 最初と最後の頁 323 ~ 333
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-16329-6_19	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 丸山湧生 梅田 直哉 牧 敦生	4. 巻 10
2. 論文標題 大型クルーズ客船の 不規則 向波中 パラメトリック横揺れに関する考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本クルーズ&フェリー学会論文集	6. 最初と最後の頁 pp.1-5
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 森木 和哉, 梅田 直哉	4. 巻 29
2. 論文標題 パラメトリック横揺れの確率論的数値評価法の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本船舶海洋工学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 pp.215-218
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 Naoya Umeda, Yuki Maruyama, Soichiro Okamoto, Akihiko Oda, Shinya Masamoto, Akihiko Matsuda	4. 巻 1
2. 論文標題 Filling gaps in Direct Stability Assessment procedures	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the 19th International Ship Stability Workshop	6. 最初と最後の頁 in press
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 -

[学会発表] 計1件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 Fujita Hirochika, Umeda Naoya
2. 発表標題 Probabilistic Aspect of Initial State Effect on Broaching Danger
3. 学会等名 日本船舶海洋工学会 第24回 推進・運動性能研究会
4. 発表年 2023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	松田 秋彦 (Matsuda Akihiko) (10344334)	国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産技術研究所(神栖)・主幹研究員 (82708)	
研究分担者	牧 敦生 (Maki Atsuo) (50556496)	大阪大学・工学研究科・准教授 (14401)	
研究分担者	酒井 政宏 (Sakai Masahiro) (30845334)	大阪大学・工学研究科・助教 (14401)	

	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	ドスタル レオ (Dostal Leo)	ハンプルク工科大学	
研究協力者	丸山 湧生 (Maruyama Yuuki)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	マニヤパン スリナス (Maniyappan Sreenath)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	

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	サブ라마ニアム スリナス (Subramaniam Sreenath)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	政本 慎弥 (masamoto shinya)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	小池 弘顕 (Koike Hiriaki)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	岡 祥広 (Oka Akihiro)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	岡本 聡一郎 (Okamoto Soichiro)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	岡本 大和 (Okamoto Hirokazu)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	藤田 博親 (Fujita Hirochika)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	内田 裕太 (Uchida Yuta)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	

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	河野 大雅 (Taiga Kono)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	高谷 真由 (Mayu Takaya)	大阪大学・工学部・学生 (14401)	
研究協力者	ミョージン アン (Myo Zin Aung)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	久住 真司 (Kusumi Shinji)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	宗方 聡子 (Munakata Satoko)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	瀬川 教文 (Segawa Norifumi)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	谷口 侑也 (Taniguchi Yuuya)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	松原 冬馬 (Matsubara Toma)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	

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	二神 祐介 (Yuusuke Futagami)	大阪大学・工学部・学生 (14401)	
研究協力者	テ テソウ (Htet Thet Zaw)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	池永 唯人 (Ikenaga Yuito)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	高垣 昂佑 (Takagaki Kosuke)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	長門 晴香 (Nagato Haruka)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	森木 和哉 (Moriki Kazuya)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	大杉 御月 (Osugi Mizuki)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	辻 隆志 (Tsuji Takashi)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	

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	松村 知弥 (Matsumura TomoyaTomoya)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	矢野 雄大 (Yano Takehiro)	大阪大学・大学院工学研究科・大学院生 (14401)	
研究協力者	真鍋 広平 (Manabe Kohei)	大阪大学・工学部・学生 (14401)	
研究協力者	内田 宏人 (Uchida Hiroto)	大阪大学・工学部・学生 (14401)	
研究協力者	杉本 一輝 (Sugimoto Kazuki)	大阪大学・工学部・学生 (14401)	

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