

令和 2 年 5 月 25 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H03315

研究課題名(和文) 沿岸域諸施設における技術的検討のパラダイムシフトを目的とした波浪に関する基礎研究

研究課題名(英文) Basic research on waves for the purpose of paradigm shift of technical considerations in coastal facilities

研究代表者

橋本 典明 (Hashimoto, Noriaki)

九州大学・工学研究院・教授

研究者番号：90371749

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：我が国沿岸の波浪の方向スペクトル情報の有効利用に資するため、多層型超音波ドップラー式海象計を対象とした高精度な方向スペクトルの推定法を開発・改良した。さらにこれを用いて方向スペクトルのエネルギー分布を波浪の発生・発達要因別に分離する方法を開発し、我が国沿岸の方向スペクトル出現特性を解明した。さらにそれらの解析データに基づいて、沿岸域諸施設の計画・設計・施工等の様々な段階・場面で利用可能な、既往の波浪諸元に代わる合理的で分かりやすく便利な波浪指標を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

港湾・海岸に関する技術的検討では不規則な波浪を波高・周期と波向の3つの諸元で表現できるスペクトルを考慮する。しかし実際のスペクトルはこれとは程遠い分布を示すことがある。したがって、当初の想定とは異なる海象が発生した場合には、その対応に苦慮する。本研究はスペクトルを波浪特性に応じて成分に分解し、実際のスペクトルを少数のパラメータで精度良く表現できる方法を開発し、我が国沿岸の波浪の出現特性を解明するとともに、それらのパラメータを港湾・海岸における様々な技術的検討に導入する有用性を具体的事例で示すことで、港湾・海岸の施設設計や沿岸域管理における技術的検討のパラダイムシフトの可能性を広げる。

研究成果の概要(英文)：In order to contribute to the effective use of directional spectrum information of coastal waves around Japan, we have improved a highly accurate directional spectrum estimation method for a multi-layer ultrasonic Doppler-type directional wave meter. Then, we developed a method to separate the energy distribution of the directional spectrum according to the factors of wave generation and development, and elucidated the occurrence characteristics of the directional spectrum along the Japanese coast. Furthermore, based on these analysis data, we examined reasonable, easy-to-understand and convenient wave indexes that can be used at various stages and scenes of planning, designing and constructing various facilities in coastal areas, instead of using the existing wave indexes.

研究分野：水工学

キーワード：波浪 うねり 波浪観測 方向スペクトル 海岸工学 沿岸施設

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国では1970年以降、全国の多くの沿岸で波浪観測が実施されて来た。しかし、これら観測データはもっぱら有義波高 $H_{1/3}$ 、有義波周期 $T_{1/3}$ や平均波向 θ_m 等の代表波諸元の算出に用いられて来た。近年、港湾・海岸諸施設に想定外の被災が発生する事例が散見される。特に周期の長いうねり性波浪による施設の被災や大きな越波による護岸の被災等が生じている。これらの災害を発生させる海象を従来の波浪諸元のみで検討・評価するには限界があり、望ましい波浪情報の算出・提供と利用を検討する必要がある。現在のドップラー式海象計による観測データと計算機能力を利用すれば、実際には定常観測においても高精度な方向スペクトルを推定可能である。そこで、波浪の本質的構造を表す方向スペクトルに立ち返り、高精度で信頼性の高い方向スペクトルを解析し、我が国沿岸の方向スペクトルの出現特性の詳細な検討を可能にするとともに港湾・海岸の合理的な施設設計や沿岸域管理等に資する必要があることが認識されて来た。

2. 研究の目的

港湾・海岸に関する技術的検討では不規則な波浪を有義波高・周期と平均波向の僅か $3+\alpha$ の波浪諸元で扱うことが多い。もちろんこれら $3+\alpha$ の波浪諸元で表現できる標準的方向スペクトルを考慮する場合もある。しかし実際の方向スペクトルは標準スペクトルとは程遠い分布を示すことがある。したがって、当初の想定とは異なる海象が発生した場合には、港湾・海岸の諸分野ではその対応に苦慮する。本研究は、方向スペクトルを波浪特性に応じて成分に分解し、実際の方向スペクトルを少数のパラメータで精度良く表現できる方法を開発し、我が国沿岸の波浪の出現特性を解明する。また、それらのパラメータを港湾・海岸における様々な技術的検討に導入する必要性・重要性を、具体的事例で示すことで、港湾・海岸の施設設計や沿岸域管理における技術的検討のパラダイムシフトの可能性を広げる。

3. 研究の方法

我が国沿岸の波浪の方向スペクトルの定常観測の推進およびそれにより得られる波浪情報の有効利用に資するため、多層型超音波ドップラー式海象計を対象として、方向スペクトルの解析精度のみならず数値的安定性の高い解析法を開発・改良する。さらにこれを用いて海象計により観測された多成分の波動データを解析する。また、方向スペクトルのエネルギー分布を波浪の発生・発達要因別に分離する方法を開発し、我が国沿岸の方向スペクトル出現特性を解明する。そして、それらの解析データに基づいて沿岸域諸施設の計画・設計・施工等の様々な段階・場面で利用可能な、既往の波浪諸元に代わる合理的で分かりやすく便利な波浪指標を検討する。本研究は以下の4つのサブテーマから構成される。

(1) 多層型超音波ドップラー式海象計を対象とした方向スペクトル解析法の改良とその適用性に関する検討

申請者らが開発したベイズ法(1987)を基礎として、より高精度で安定性の高い方向スペクトル解析法を開発・改良する。その際、観測波動量の数や特性によっては収束計算が不安定になる場合があり得る。そこで本研究では様々な観測データセットを対象として解析し、より安定性の高い方向スペクトル解析法を開発し、既存の計算法と比較することにより、推定精度、効率性、安定性等を評価する。また、改良された解析法を用いて方向スペクトルを推定する。本研究では水面変動と3層以上の水粒子速度の観測データの内、水位変動と上層3層3方向の水粒子速度成分から成る計10成分の時系列データを使用して解析することを標準とするが、上層の水粒子速度データに異常が認められる場合には適宜他の層で測得した時系列データを使用する。

(2) 方向スペクトル推定値を波浪の発生・発達要因別に分離する方法の開発

方向スペクトルを風波とうねりに分離する方法には、幾つかの方法がある。例えば、方向スペクトルを2次元平面上の等値線図と見なし、局所的な最小値を示す停留点を接続して方向と周波数に関して分離する方法や、方向スペクトルを複数のスペクトルが重なったものと仮定し、個々のスペクトル成分に含まれるパラメータを同定することにより分離する方法がある。本研究では、これら幾つかの分離法を適用し、それらの適用性・妥当性を検討する。

(3) 方向スペクトルの分離解析法を用いた我が国沿岸の波浪の出現特性に関する検討

サブテーマ(2)で開発した方向スペクトルを分離する方法をサブテーマ(1)で得られた方向スペクトル推定値に適用し、我が国沿岸の方向スペクトルの出現特性を検討する。ここでは、方向スペクトルのみならず風波、うねりあるいはそれらが重なった波浪場の状況について海域毎に検討する。

(4) 方向スペクトル情報の実務への導入に向けた検討

港湾・海岸工学上の様々な技術的検討、例えば波浪変形、越波、底質輸送、等の検討で、本研究成果をどの様に利用し、どの様に有用であるのかを、従来の波浪諸元を用いた場合と比較することによって検討する。

4. 研究成果

(1) 多層型超音波ドップラー式海象計を対象とした方向スペクトル解析法の改良とその適用性に関する検討

申請者が以前に開発したベイズ型モデルを用いた方向スペクトル推定法 (BDM;1987) には、希に収束解が得られない欠点がある、その欠点を解消する目的で非負拘束条件最小二乗法 (NNLS)を使用したベイズ法(BDM-NNLS; 2016)が開発された。しかし、これら2つの方法の比較・検討は必ずしも十分になされておらず、それらの優劣は不明のままである。一方で、BDMは30年以上も前に開発されたもので、当時の計算能力の範囲内での簡易な計算スキームが使用されており、現在ではその計算法の改良により計算精度の向上や安定化が図れる可能性を有している。そこで本研究では、図-1に示す多層型超音波ドップラー式海象計で観測された水位変動と10層の水粒子速度成分の観測データを対象として、BDMを用いた方向スペクトル解析に用いる波動量の数や組み合わせ数を種々変えて解析した。その結果、BDMは初期パラメータの設定により推定値の精度や安定性に差が見られることから、特に初期パラメータの設定法に着目して検討した。

図-2の上段はBDM-NNLSを用い、八戸港で観測された水位変動と10層分の水粒子速度成分を用いて方向スペクトルを推定した例である。観測水深は27mで、水粒子速度成分の観測位置は平均水面から 2.5m, 5m, 7.5m, …, 25mと2.5m毎に設定した。図-2の中段はBDMのハイパーパラメータを設定する式

$u = ab^{m-1}$ ($m=1,2,\dots$) において $a=1.0$, $b=0.5$ として、 u を1.0から徐々に小さくしてABIC最小化法により u の最適値を算出した際の方向スペクトルの推定例である。この方向スペクトル

推定値には幾つかの周波数帯で多峰性のピークを有する異常な方向スペクトルが推定されている。他の方向スペクトル推定例にも幾つかの同様な不安定性が見られたため、その理由を検討した。その結果、 u の式中の b の値の設定に問題があることが判明した。図-2の下段は図-2の中段と同じ観測データ用い $b=0.9$ としてBDMで方向スペクトルを推定した例である。この場合には図-2の中段に比べて多峰性の異常なピークは抑えられ、安定化することが分かる。この様にBDMで安定性の高い方向スペクトルを推定するためには、最適なハイパーパラメータ u の設定が重要であり、黄金分割法などを用いて注意深く最適なハイパーパラメータ u を探索することが有効であることが示唆された。

(2) 方向スペクトル推定値を波浪の発生・発達要因別に分離する方法の開発

風波と外洋からの複数のうねりが共存する場合の方向スペクトルの多峰性の把握・評価は波浪外力評価や波浪モデルの精度検証において重要である。方向スペクトルから多峰性の情報を抽出する手法として、Hanson et al.(2001)による

Wave Identification and Tracking System(WITS)がある。しかし、WITSでは、ピークの検出や併合の処理の閾値を経験的に設定する必要があり、想定すべき海象条件が観測地点・季節によって異なる観測データに対して適切な閾値を設定することは困難である。そこで本研究では、経験的な閾値の設定を必要としない統計的手法による波浪方向スペクトルPartitioning手法として、クラスタリングに用いられる混合分布モデル(以下、Mixture)を方向スペクトルPartitioningに応用した。Mixtureで推定する混合分布として、周波数上は正規分布を、方位角上は円周上の正規分布に

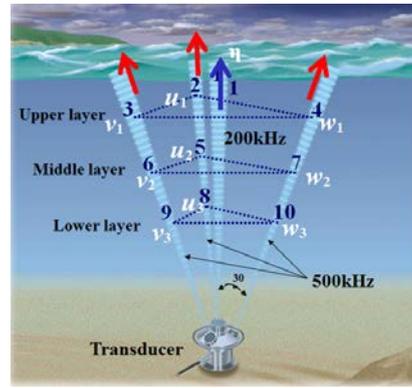


図-1 多層型超音波ドップラー式海象計

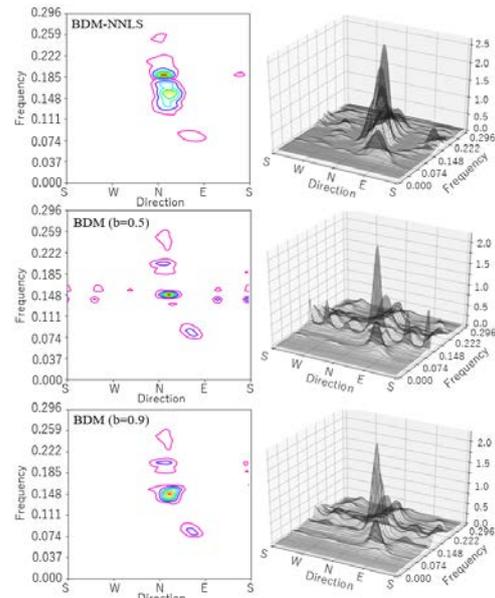


図-2 八戸港における方向スペクトル解析例 (2015年2月2日7時; 上段: BDM-NNLS, 中段: BDM ($b=0.5$), 下段: BDM ($b=0.9$))

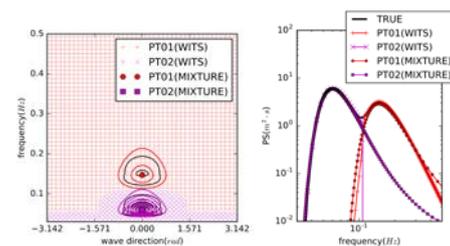


図-3 Partitioning の例:数値実験。
左: 方向スペクトル, 右: 周波数スペクトル
(○□: Mixture, +×: WITS)

対応するvon Mises分布を用いた。本来Mixtureは正規分布するデータを対象としているため、分布の裾が重く左右非対称な形状の波浪スペクトルに適用するには向かない。そこで、べき乗変換の一種であるBox-Cox変換による前処理を行うことで波浪スペクトルを正規分布に変換し、Mixtureを適用した。ピーク周波数・波向、各ピークの波高に対応するパラメータはEMアルゴリズムで推定し、ピークの数には赤池情報量基準を評価することにより自動的に決定する自動化を試みた。

提案手法の精度検証として、多峰性を持つ波浪スペクトルを対象として数値実験を4ケース実施した。真値としてパラメータを与えたBretschneider-光易スペクトルと光易型方向関数に対して、WITSとMixtureを適用した。

Partitioning結果の一例を図-3に示し、4ケース全てについて各ピークが持つエネルギーの割合を真値と比較したものを図-4に示す。ピークの位置の推定精度においてはWITSとMixtureで差は見られなかった一方で、各ピークが持つエネルギーの割合についてはWITSよりもMixtureの推定精度が高かった。

図-5は鹿島で観測された方向スペクトルをもとにPartitioningした結果を示したものである。WITSではエネルギーをほぼ保有しないものを含めて5つのピークが推定される一方、Mixtureで推定されたピークは、ある程度エネルギーを保有する2つに抑えられ、これまでの知見と整合的な結果が得られる。これら本研究の検討により、各ピークのエネルギーの割合を推定する数値実験においては、周波数で平面的にPartitioningを行うWITSよりも、立体的にPartitioningを行うMixtureの方が推定精度が高いこと、また、WITSでは観測ノイズに由来すると考えられる多数のピークを検出する一方、Mixtureでは情報量基準によりピーク数を統計的に決定するため、不自然な多数のピークの出現は自動的に抑えられる等の結果が得られた。

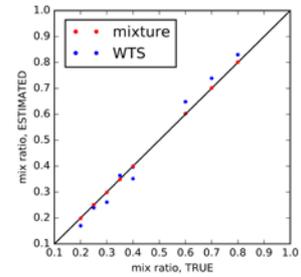


図-4 m0比の精度検証 (赤:Mixture,青:WITS)

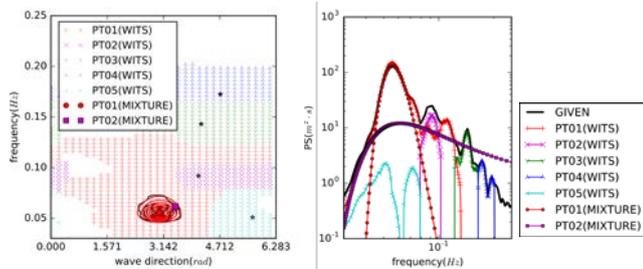


図-5 Partitioning結果の例:ナウファス観測。
(左:方向スペクトル,右:周波数スペクトル
(○□: Mixture, + ~ -:WITS))

(3) 方向スペクトルの分離解析法を用いた我が国沿岸の波浪の出現特性に関する検討

多層型ドップラー式海象計データで得られた方向スペクトルに対し、MIXTURE法およびWITSを用いて多峰性の解析を行い、さらに気象庁予測MSMの風速データより各ピークの波齢を算出し風波とうねりの識別を行った。解析対象は全国港湾海洋波浪情報網(NOWPHAS)の秋田、八戸、鹿島、潮岬で2015年に取得された連続観測データである。

MIXTURE, WITSの解析結果の妥当性: Partitioning前の方向スペクトルから求めた単純な波齢を用いた結果およびMIXTURE, WITSの結果から風波とうねりの出現率をそれぞれ算出して図-6(a), (b)に示す。WITSによる風波の出現率は、単純な波齢による風波の出現率を大きく上回る不

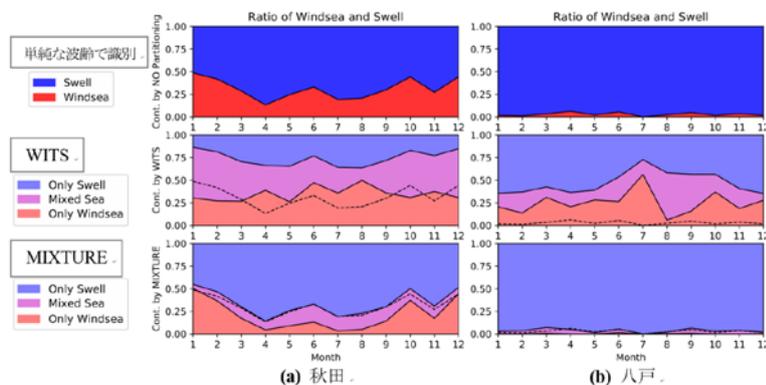


図-6 各手法で抽出した風波・うねりの出現率
: 黒点線は単純な波齢による結果

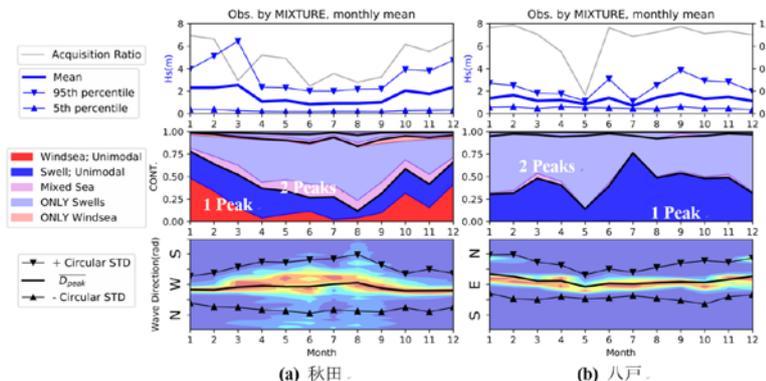


図-7 観測方向スペクトルの多峰性と季節特性
(上段:平均波高,中段:各ピーク数の出現率,
下段:ピーク波向きの出現頻度)

自然な結果となっていた。一方 MIXTURE では、風波と風波・うねり共存場を合わせた出現率が、単純な波齢による風波の出現率によく整合する自然な結果となっていた。図-7 は平均波高、ピーク数ごとの風波・うねりの出現率、ピーク波向き の出現頻度を示したものである。(a) 日本海に面する秋田(図-7(a))では、北西季節風が卓越する冬季に平均波高が増加する。ピーク数ごとの出現率は、年間通じて単峰性または双峰性のうねりの出現率が概ね 50%以上を占めるが、冬季には単峰性の風波の出現率が 50%程度まで増加する。波向は概ね W 系の頻度が高いが、冬季にはわずかに N 寄りにシフトする。(b) 太平洋に面する八戸(図-7(b))では、台風の影響を受ける秋季および北方からのうねりの影響を受ける冬季に平均波高が増加する。ピーク数ごとの出現率は、年間通じて単峰性または双峰性のうねりが卓越するが、冬季～春季にかけて風波・うねり共存場もわずかに出現する。波向は概ね E 系の頻度が高いが、冬季では N 寄りに、夏季・秋季では S 寄りにシフトする。日本海側の秋田で冬季に見られた単峰性の風波の出現率の明瞭な増加は、八戸を始めとする太平洋側の地点では見られず、年間を通じてうねりの出現率が卓越していた。沿岸波浪の方向スペクトルと多峰性と風波・うねりの出現特性について、本研究では、他の海域の波浪観測データを用いて MIXTURE を用いて定量的な評価を行い、方向スペクトルの多峰性と風波・うねりの出現率には、明確な季節・海域特性が見られることを示した。

(4) 方向スペクトル情報の実務への導入に向けた検討

我が国の太平洋沿岸は、台風や発達した低気圧からのうねりが到達しやすく、港湾設計、港湾・海岸工事の安全管理や効率化、防災等の面から、うねりの出現特性の把握や波浪推算の高精度化が重要な課題となっている。そこで本研究では、太平洋沿岸を対象とし、NOWPHAS 観測値の方向スペクトルを partitioning により特性が異なる複数の波浪に分割するとともに、波浪推算で得られた方向スペクトルから観測値と同様に成分波浪を算出し、成分波浪同士を比較することによりうねりの推算精度向上に向けた検討を行った。図-8 は台風 1721 号接近時に鹿島港で周期が長い高波浪が観測された時間帯の推算周期の分布を示したものである。鹿島港付近で周期が長く、常陸那珂港付近では短くなっていることがわかる。等水深線との関係から、犬吠埼沖の浅瀬の影響により周期の長い波がより強く屈折したことによると推察される。浅海条件で計算した鹿島港の推算値は観測値とよく一致しており、周期 15 秒を超えるうねりも再現している(図-9)。深海条件で屈折を考慮しない推算結果では、周期は 10 秒程度であった(図-9 の青線)。設計波算定のための波浪推算は沖波を求めるとを目的とするため外洋に面した地点を対象とした場合は深海条件で計算されることが多い。また、波浪予測においても計算の発散リスクを回避するため屈折を考慮しないか海底地形を大幅に平滑化することが多い。しかし、上述の結果からうねりを推算対象とする場合は、外洋においても波浪変形の影響について十分に留意する必要があるといえる。推算値と観測値の partitioning 結果の比較により、うねりの推算における課題を抽出し解決策を検討することは、うねりの推算精度の向上につながることを示された。

この他の方向スペクトル情報の実務への導入に向けた検討としては、水深が急変する浅海地形上の波浪変形計算に用いる境界処理法の提案に関する研究を実施し、既往研究で得た模型実験結果との比較を通じその効果を検討する際などに方向スペクトル情報を利用した。また、越波伝達波を考慮した港内岸壁上の越波浸水解析に関する研究を実施し、岸壁背後の浸水深は過小ながら岸壁上の越波浸水状況を概ね良好に再現できること、対象岸壁での当時の越波は港口からの入射波によるものであり越波伝達波の影響は小さいこと等を確認する検討においても方向スペクトル情報を利用して研究を実施した。

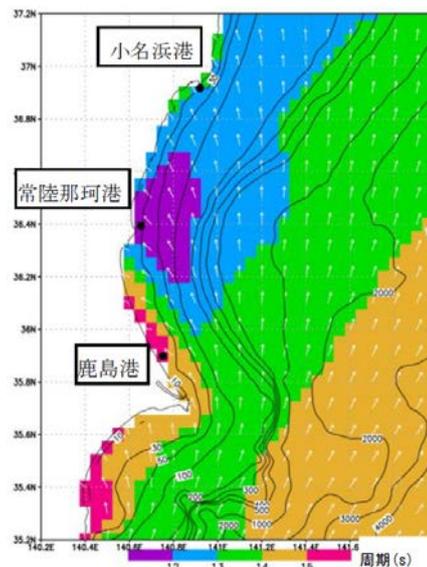


図-8 台風 1721 号時の周期分布図 (2017 年 10 月 23 日 10 時, 緑線: 等水深)

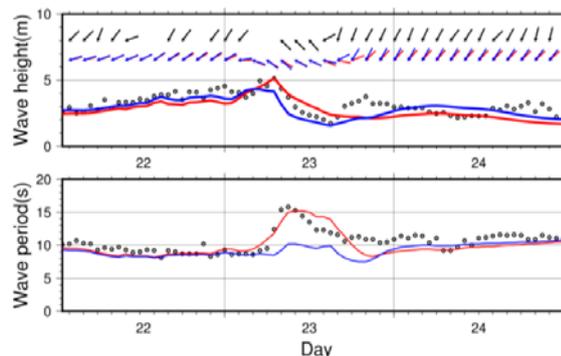


図-9 台風 1721 号接近時の時系列図 (鹿島港) 黒丸: 観測値, 赤のプロット: 推算値 (浅海) 青のプロット: 推算値 (深海)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Hashimoto Noriaki, Mitsui Masao, Kawaguchi Koji, Fujiki Takashi	4. 巻 38
2. 論文標題 Studies Toward the Development of Accurate Directional Spectrum Estimation Method Using Field Observation Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 OMAE2019	6. 最初と最後の頁 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1115/OMAE2019-95220	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 松藤 絵理子, 橋本 典明	4. 巻 75
2. 論文標題 太平洋沿岸におけるうねりの出現特性と発生源の解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 I_301 ~ I_306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejoe.75.I_301	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 仲井 圭二, 橋本 典明, 額田 恭史	4. 巻 75
2. 論文標題 陸奥湾と仙台湾における周期数時間の副振動	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 I_307 ~ I_312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejoe.75.I_307	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 平山 克也, 濱野 有貴	4. 巻 75
2. 論文標題 水深が急変する浅海地形上の波浪変形計算に用いる境界処理法の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 I_271 ~ I_276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejoe.75.I_271	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 藤木 峻, 森 信人, 川口 浩二	4. 巻 75
2. 論文標題 現地観測に基づく沿岸波浪方向スペクトルの多峰性の季節・海域特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_91 ~ I_96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I_91	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 伴野 雅之, 森 信人, 栗山 善昭	4. 巻 75
2. 論文標題 北太平洋海面気圧の変動と海浜地形変化の関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_607 ~ I_612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.75.I_607	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 鮫島和範, 仲井圭二, 内藤了二, 川口浩二, 額田恭史, 橋本典明	4. 巻 74 巻
2. 論文標題 全国沿岸における副振動の振幅と周期の出現特性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 527-532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejoe.74.I_527	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 横田雅紀, 橋本典明, 山城賢, 井手喜彦, 児玉充由	4. 巻 74 巻
2. 論文標題 有明海湾奥部における高潮発生時の波浪推算に関する検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 605-610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejoe.74.I_605	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 川口浩二, 藤木峻, 末廣文一, 鈴山勝之, Chathura MANAWASEKARA	4. 巻 74 巻
2. 論文標題 台風1721号に対する3つの第三世代波浪推算モデルの推算特性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 611-616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejoe.74.l_611	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 藤木峻, 森信人, 川口浩二, 末廣文一	4. 巻 74 巻
2. 論文標題 混合分布モデルを用いた波浪方向スペクトルPartitioningに関する研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 103-108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.74.l_103	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 齋藤隆介, 橋本典明, 藤木峻, 川口浩二, 三井正雄	4. 巻 74 巻
2. 論文標題 現地観測データを用いた方向スペクトル推定法の高精度化に向けた検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 115-120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.74.l_115	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 藤木 峻・川口 浩二・櫻庭 敏・橋本 典明	4. 巻 73
2. 論文標題 うねりの方向スペクトルの相似形に関する研究	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 109-114
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.73.l_109	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 仲井圭二・橋本典明・額田恭史	4. 巻 73
2. 論文標題 全国沿岸の副振動の出現特性の違いに関する詳細検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 737-742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/jscejoe.73.l_737	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 Takashi Fujiki, Noriaki Hashimoto, Koji Kawaguchi	4. 巻 27
2. 論文標題 Improvement in Estimation Stability and Accuracy of Wave Directional Spectrum by a Bayesian Method for Swell Observation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 27th International Ocean and Polar Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 1355-1362
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 Noriaki Hashimoto, Masao Mitsui, Koji Kawaguchi, Masaki Yokota, and Masaru Yamashiro	4. 巻 CD
2. 論文標題 NUMERICAL AND OBSERVATIONAL STUDIES ON HIGHLY ACCURATE ANALYSIS OF DIRECTIONAL WAVE SPECTRUM	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of Coastal Dynamics 2017	6. 最初と最後の頁 1572-1581
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12件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Hashimoto Noriaki, Mitsui Masao, Kawaguchi Koji, Fujiki Takashi
2. 発表標題 Studies Toward the Development of Accurate Directional Spectrum Estimation Method Using Field Observation Data
3. 学会等名 International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平山克也・長沼淳也・濱野有貴
2. 発表標題 高潮位時における岸壁上の越波遡上実験とその再現計算
3. 学会等名 土木学会全国大会, 第74回年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hashimoto Noriaki
2. 発表標題 Several improvements in the methods for estimating directional spectra observed with a submerged Doppler-type directional wave meter
3. 学会等名 2nd Workshop on Waves, Storm Surges and Coastal Hazards (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujiki, T., Mori, N. and Kawaguchi, K.
2. 発表標題 Analysis of the multi-modality on the directional wave spectrum
3. 学会等名 2nd Workshop on Waves, Storm Surges and Coastal Hazards (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujiki, T., Kawaguchi, F., Suehiro, K. and Hashimoto, N.
2. 発表標題 HIGHLY RESOLVED DIRECTIONAL PROPERTIES OF WIND WAVES AND SWELL WITH VARIOUS SCALES
3. 学会等名 The 36th International Conference on Coastal Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirayama, K., H. Kashima and Y. Uno
2. 発表標題 Estimation of bound and released infragravity waves based on wave observation and numerical simulation in shallow water
3. 学会等名 The 36th International Conference on Coastal Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 友清裕介, 山本健太郎, 橋本典明
2. 発表標題 日本沿岸における波パワーの特性に関する研究
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本健太郎・橋本典明・三井正雄・川口浩二・藤木峻
2. 発表標題 高精度な方向スペクトル推定法の改良に向けた検討
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤隆介・橋本典明・三井正雄
2. 発表標題 現地観測データを用いた高精度な方向スペクトルの推定手法に関する研究
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊大貴・児玉充由・橋本典明
2. 発表標題 長期的な方向スペクトルの出現特性に関する研究
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横田雅紀
2. 発表標題 気象擾乱時における波浪の方向集中度出現特性に関する研究
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiji Nakai, Noriaki Hashimoto, Koji Kawaguchi, Kyoshi Nukada and Ryoichi Inoue
2. 発表標題 A New Method for Extreme Statistics Using Annual Maximum Wind Speed and Wave Height Data with Trend of Increasing or Decreasing
3. 学会等名 2017年度統計関連学会連合大会
4. 発表年 2017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	藤木 峻 (Fujiki Takashi) (10735004)	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・港湾空港技術研究所・研究官 (82627)	

6. 研究組織（つづき）

	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	川口 浩二 (Kawaguchi Koji) (50371753)	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・港湾空港技術研究所・グループ長 (82627)	
研究分担者	平山 克也 (Hirayama Katsuya) (60371754)	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・港湾空港技術研究所・グループ長 (82627)	
研究分担者	横田 雅紀 (Yokota Masaki) (60432861)	九州産業大学・建築都市工学部・准教授 (37102)	
研究分担者	山城 賢 (Yamashiro Masaru) (70336014)	九州大学・工学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	伴野 雅之 (Banno Masayuki) (80549204)	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・港湾空港技術研究所・主任研究官 (82627)	