

令和 5 年 1 月 2 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02401

研究課題名(和文) 港湾における津波火災リスクの推定手法と対応策に関する研究

研究課題名(英文) Estimation method and reduction measures of tsunami-related fire risk in ports

研究代表者

富田 孝史 (Tomita, Takashi)

名古屋大学・減災連携研究センター・教授

研究者番号：20242836

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では津波火災延焼リスクを推定する統計モデルを東日本大震災時の地域条件や被災データに基づいて構築した。山田町、大槌町及び気仙沼市で発生した津波火災延焼をもっと良く説明する汎用モデルの説明変数の組合せは、その影響が大きな順に、評価対象区画における平均浸水深、評価対象区画の海側領域における流失建物の面積占有率、評価対象区画における流失建物の面積占有率、評価対象区画の世帯数、および評価対象区画における堤防の有無であった。津波流れで駆動される漂流物運動について、漂流物の初期配置角度や配列を変化させた反復水理模型実験を実施し、Naitoら(2014)の $\pm 22.5^\circ$ の範囲を支持する結果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

津波火災延焼リスクを推定する統計モデルを構築した。モデルに評価対象区画の海側における流失建物に関する情報を組み込むことにより、それを含まないモデルよりも推定精度が向上した。モデルが含む説明変数は、自治体等が推定する津波浸水深分布、東日本大震災等の被災データに基づいて構築された建物の被害関数、4分の1地域メッシュ統計データなど既存データから算出が可能であり、南海トラフ巨大地震等に対する被害推定が可能である。また、不確実性を有する津波漂流物の運動に及ぼす漂流物の初期配置角度等の確率的特性を模型実験から明らかにした上で、漂流物の影響範囲に関するNaitoら(2014)の提案を支持する結果を得た。

研究成果の概要(英文)：This study proposed a statistical model to estimate the risk of tsunami-related fire spreading, based on data on areal conditions and damage in the Great East Japan Earthquake. The model to best explain tsunami-related fire spreading incidents in Yamada town, Otsuchi town and Kesenuma city was constructed in terms of averaged tsunami inundation depth in an evaluated grid cell (EGC), areal ratio of lost buildings in cells of the seaward side of EGC, areal ratio of lost buildings in EGC, the number of households in EGC, and existence of a dike in EGC in order of its significant impact to the estimation. Motion of an object or objects flowed on land by a tsunami was examined in a series of repeated model experiments in which an object angle to the flow direction and spatial arrangement of objects were changed as initial condition. Experimental results could affirm the debris spreading angle of $\pm 22.5^\circ$ observed in the Great East Japan Earthquake by Naito et al (2014).

研究分野：沿岸防災

キーワード：津波 火災 漂流物 統計モデル 反復実験 延焼発生リスク

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災などにおいて、津波襲来時あるいは津波災害発生直後頃に津波浸水域あるいはその縁辺において火災(津波火災という)が発生している。津波火災の発生時期及び場所の特性からその消火活動を速やかに行うことは困難であり、延焼につながりやすい。南海トラフ巨大地震に関する被害想定を行っている内閣府においても津波火災は懸念事項としているが、「津波火災件数等を正確に把握することは難しく、定量化は困難である」として被害想定はされていない。

東日本大震災の時に気仙沼湾の海面に広がった津波火災は、陸域から運ばれた可燃性瓦礫等と被災した石油タンクから流出した重油等とが混じった時に、瓦礫が蠟燭の芯のような働きをすることにより発生したと説明されている。しかし、大規模な津波火災は、油の広がった海域だけでなく気仙沼市、山田町および大槌町の内陸の浸水域においても発生している。一般に、物が燃えるためには可燃物、酸素、及び熱の三要素が必要であると言われている。津波火災を対象にした場合では酸素は一般的に存在するものと仮定することに無理はない。熱すわなわち発火源については、海水に浸かった自動車のバッテリー等電気部品、石や金属物などの衝突による火花など多数考えられる。これら発火源も大規模な津波火災延焼が起こる可能性のある、港湾など都市域においてはどこにでもあるものと仮定できよう。すなわち津波火災延焼発生を推定するモデルの構築にあたり可燃物と津波火災の関係を捉えることが重要である。津波火災延焼発生リスクを統計モデルにより推定する研究がこれまでも幾つかあり、東日本大震災の火災事例を説明している。しかし、既往モデルには燃焼源に津波とともに流れてくる可燃物が考慮されておらず、流入する可燃性漂流物の影響は明らかになっていないという課題が存在していた。

津波漂流物の運動に関しては、水理模型実験に基づいたモデル化が既に行われており、さらに流れの直交方向に漂流物が散らばることを組込んだモデルも提案されている(例えば、後藤ら、1983、松富、2009)。また、Naito ら(2014)は、東日本大震災時の事例から、漂流物は海岸線からの垂線から $\pm 22.5^\circ$ の範囲に拡がることを明らかにし、Nistor ら(2017)の室内実験では拡がり角度は Naito ら(2014)のものよりも小さくなっている。このように幾つかの既往研究はあるが、漂流物の運動における不確実性は必ずしも十分に把握されていない。

2. 研究の目的

本研究では以下の3つのテーマを設定することにした。

(1) 津波火災延焼発生リスク推定モデルの構築

既往研究の調査から構築すべきモデルを統計モデルとして検討を進めることとし、そのモデルの推定精度の検証および津波火災延焼発生リスクの説明変数の特性の把握を東日本大震災時に発生した津波火災延焼事例により明らかにする。

(2) 津波流れの中での漂流物の運動の確率論的特性の把握

繰り返し行う水理模型実験から、陸上遡上する津波流れの中での漂流物の不確かな運動特性を明らかにする。特に流れに対する漂流物の初期角度及び群集状態の影響について検討する。

(3) 津波火災延焼リスク低減策の提案

上記の成果を踏まえて津波火災延焼発生リスクを低減するための方策を検討する。

3. 研究の方法

(1) 津波火災延焼発生リスク推定モデルの構築

1-1) 津波火災延焼発生リスク推定モデルの予備的検討

(解析対象)

まず予備的検討として、東日本大震災時に同じような津波が襲来しつつも津波火災が発生した地域と発生しなかった地域が隣接している岩手県山田町を対象に津波火災延焼発生リスクを推定するための統計モデルを構築した。

(統計モデル)

モデルの空間解像度は4分の1地域メッシュ(1辺の長さが約250m)とした。その各区分において津波火災の延焼が発生した場合を $f = 1$ 、発生しなかった場合を $f = 0$ としてベルヌーイ分布の離散確率を考えた。 f を目的変数とした一般化線形モデルによる回帰を行って、対象区分内における延焼期待値 $E(f)$ を推定する。延焼範囲には日本火災学会による調査結果を用いた。リンク関数にlogitを使用することにより、 $E(f)$ はロジスティック関数により表される。各説明変数における偏回帰係数の決定には尤度関数 L を最大化する最尤推定法を用いた。

(説明変数候補)

山本ら(2017)を参考にして評価対象区分で流失した建物および流失を免れた建物の面積占有率(建物面積/区画面積: これらをそれぞれ Wb および Rb とする)を考慮した。瓦礫の漂流を考慮して、評価対象区分の海側領域における流失建物の面積占有率(SWb)を候補に加えた。流失した建物および流失を免れた建物の面積占有率は、復興支援調査アーカイブ(<http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>)に記録されている東日本大震災の被災データを使用して算出した。 SWb は評価対象区分の中心位置と国土地理院の基盤地図情報で示される海岸線の最短距離を半径とする円を

GIS上で描き、浸水域のポリゴンデータと重なる部分を海側領域と定義して、その領域の面積で流失建物の面積を除いて算出した。

自動車数と液化石油ガスボンベ数を考慮しようとしたが正確な数を得ることができなかったため、これらを世帯数(NH)で代表させることにした。世帯数を使用することにより可燃性の家財道具なども考慮されると考えられる。世帯数は2010年国勢調査のデータに基づいて算出した。

津波とともに流れる建物瓦礫などが評価対象区画において捕捉されることにより可燃性瓦礫などが堆積することを考慮して、評価対象区画における盛土の有無(Le: 区画内に盛土があれば1、なければ0)を考慮した。

各モデル(説明変数の組合せ)の優劣は赤池情報基準 AIC により判定した。

(山田町モデルの他地域への適用)

山田町の津波火災延焼発生をよく表したモデルにおける説明変数の組合せを大槌町および気仙沼市の津波火災に適用した。

1-2)津波火災延焼発生リスク推定のための汎用モデルの構築

山田町、大槌町、及び気仙沼市のデータを合わせて回帰分析を行って、将来の津波火災延焼発生リスクの評価に使えるような汎用的なモデルを構築した。

(説明変数候補)

上記1-1)における説明変数候補に加えて、津波に関する説明変数として評価対象区画内における平均浸水深Dw[m]、浸水割合Aw[%]を考慮した。なお、これらの算出には復興支援調査アーカイブにおける津波浸水深の5mメッシュデータおよび津波浸水域のポリゴンデータを用いた。

(2) 津波流れの中での漂流物の運動の確率論的特性の把握

2-1) 実験シリーズ I

図-1に示す模型床により1ケースあたり10回の反復実験を実施した。模型床の水平および斜面部の天板は塩化ビニル製である。波高計で計測した水面の時間波形を図-2に示す。

漂流物模型は図-3に示すアクリル製中空角柱である。漂流物模型と模型床との間の接触面積を小さくするために模型の底部には2mm角の脚を付加した。重量は88.7gである。模型上面の両端および中心に位置指標として直径15mmの円形マーカーを貼付した。

漂流物模型の初期配置パターンは、流れに沿ったx方向および流れに直交するy方向の模型の数(それぞれNx及びNy)を1~3個、単体の場合には流れに対する模型の初期配置角度θ(流下方向に向かって時計回りが正)を0、30、60及び90°、複数個配置する場合にはθを0及び90°、さらに模型間隔を模型幅の1~3倍に変化させた合計14ケースである。

漂流物模型の流動挙動は水槽上部に固定し同期した2台の高速カメラにより撮影した。撮影間隔は300フレーム/sである。

解析対象を図-2に示す入射波のうちの分裂波を含む約5sの押し波第1波によって引き起こされる流動現象とし、その間で模型上面の円形マーカーを1/100s毎に動画画像解析により追跡した。

模型が複数個ある場合には、実験ラン毎に個々の模型の重心位置から群体としての重心位置を算出し、全10ランにおけるアンサンブル平均を求めた。なお、単体の場合においても模型のアンサンブル平均重心位置を求めた。さらに、群体の重心位置について実験ラン毎に現れるばらつきを標準偏差により評価した。また、群体のなかの個々の模型のばらつきは、重心位置に対する個々の模型の重心位置の標準偏差により評価して、全10ランの平均を求めた。

2-2) 実験シリーズ II

実験シリーズIとほぼ同様な模型床を使用して1ケースあたり40回の反復実験を行った。

入射波は全ての実験ケースにおいて図-4に示す孤立波である。この波は、模型床の斜面上で大きく砕波することなく、水平床上に配置した漂流物模型に切り立った波面で衝突しないように調整されたものである。

漂流物模型は実験シリーズIと同じである。模型の初期配置パターンは、Nx及びNyをそれぞれ

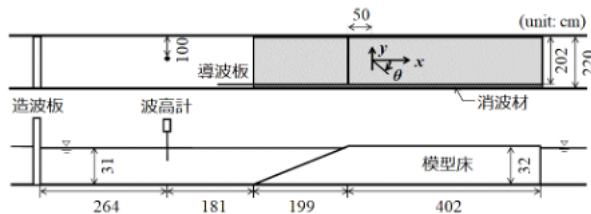


図-1 実験シリーズ I の実験水槽の概要

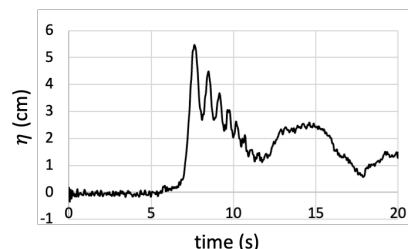


図-2 実験シリーズ I の入射波

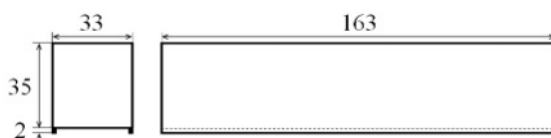


図-3 漂流物模型

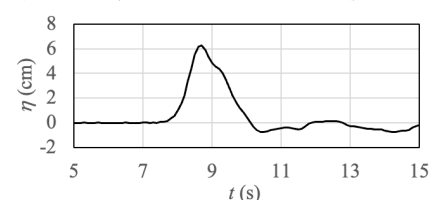


図-4 実験シリーズ II の作用波の時間波形

れ1あるいは2とし、単体の場合に θ を0、30、60及び90°と変化させ、複数個の場合には間隔は等倍として θ を0及び90°に変化させた、合計9ケースである。

漂流物模型の流動挙動は、実験シリーズと同様に、模型床の幅全体が映る高さで水槽上部に固定した高速度カメラにより300フレーム/sで撮影した。

高速度カメラにより撮影された漂流物模型上面の3つのマーカーの位置を撮影フレーム毎に動画解析ソフトで読み取った。流動に伴って変化する模型の位置は、 $x = 0 \sim 100\text{cm}$ の各10cmの位置を通過するときの中央マーカーの位置により解析し、その時の左右端のマーカーの位置から角度を計算した。

4. 研究成果

(1) 津波火災延焼発生リスク推定モデルの構築

1-1) 津波火災延焼発生リスク推定モデルの予備的検討

まず説明変数の相関解析を行い、相関係数が0.8以上となる説明変数の組合せを除いた合計32パターンモデルを検討した結果、山田町の津波火災延焼発生を最も良く表現したモデルの説明変数の組合せは、標準化回帰係数の絶対値の大きな順に並べると、 SWb 、 Rb 及び Wb であった（この組合せを山田町モデルという）。次善の組合せは山田町モデルに NH を加えたものであった。すなわち、評価対象区画外から流入する瓦礫等を考慮することの重要性が示された。

1-2) 山田町モデルの他地域への適用

山田町モデルと山田町次善モデルを大槌町及び気仙沼市に適用した。大槌町及び気仙沼市のいずれにおいて説明変数間の相関係数は0.8未満であることを確認している。大槌町の津波火災は山田町モデルにより最もよく説明されたのに対し、気仙沼市では山田町次善モデルであった。

山田町、大槌町、及び気仙沼市のいずれにおいても津波火災を最も良く説明するモデルでは SWb の偏回帰係数は正値であり、かつ標準偏回帰係数の値は他の説明変数のものよりも大きかった。このことは周囲からの瓦礫の流入を考慮することの重要性を示している。気仙沼市における最良モデルでは Rb の偏回帰係数は負値となった。山本ら(2017)や今津ら(2016)に示される傾向に従えば、 Rb 値が大きい区画では可燃物の密度が高くなるので火災リスクが高まることになるが、本研究では SWb の影響が大きいことから Rb 値が大きい区画でも延焼発生リスクは高くない。

1-3) 津波火災延焼発生リスク推定のための汎用モデルの構築

山田町、大槌町、及び気仙沼市をまとめた時の最良の説明変数の組合せは、標準化偏回帰係数の絶対値の大きな順に、 Dw 、 SWb 、 Wb 、 NH 、及び Le であり、 Aw と Rb は推定精度の向上には寄与しなかった。この汎用モデルによる延焼発生期待値の分布を図-5に示す。実際に津波延焼が発生した地域において延焼発生期待値は高い値を示している。

個別の市町での検討では、 Rb は SWb について延焼発生リスクに大きな影響を及ぼすものであったが、山田町及び大槌町に対して気仙沼市では逆の効果を発揮した。しかし、 Dw を考慮することにより、 Dw が Rb に取って代わっている。 SWb の標準偏回帰係数の値が Dw に次いで大きいことは、延焼発生リスクの評価には流入瓦礫の考慮が重要であることを示している。また、その説明変数の組合せから SWb を除いたモデルと汎用モデルを比較すると、 SWb を考慮することによりAICは248.2から237.8へと10以上小さな値になっていた。

実際に発生した津波火災と汎用モデルから推定した延焼発生期待値 $E(f)$ を比較したところ、 $E(f) > 0.01$ が延焼発生注意区画であると考えられ、さらに $E(f) > 0.1$ の区画ではその周囲にも延

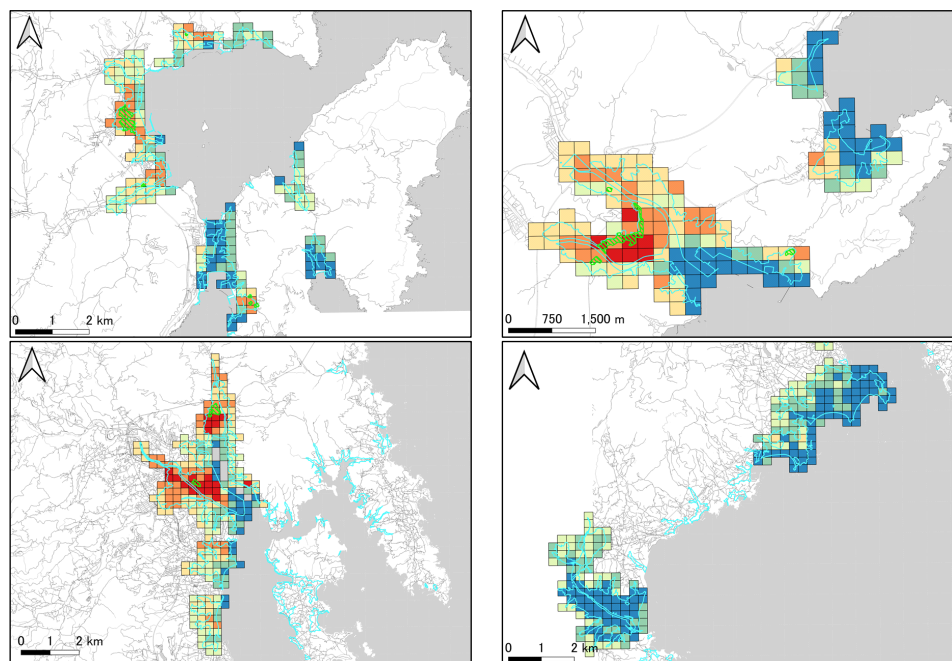


図-5 延焼発生期待値の算出結果（左上：山田町、右上：大槌町、下左右：気仙沼市）

焼が広がる恐れがあることが推定された。

汎用モデルに含まれる説明変数は、自治体等が推定する津波浸水深分布、被災データに基づいた建物の被害関数、4分の1地域メッシュ統計データなど既存データから算出が可能であるので、南海トラフ巨大地震等に対する被害推定が可能である。ただし、提案したモデルでは評価対象区画と漂流瓦礫を捕捉しやすい丘陵地や河川堤防といった地形や構造物との位置関係を考慮していないため、これがリスク推定モデルの更なる推定精度の向上にどのように影響するのかについて検討課題として残されている。

(2) 津波流れの中での漂流物の運動の確率論的特性の把握

実験シリーズI及びIIから得られた主要な成果を以下にまとめる。

- 1) 初期配置において津波遡上流れに対して斜めに設置された模型は流れに直交する方向に変位する。実験の範囲では、初期角度 θ_0 が 30° の場合の方が 60° の場合より直交方向の変位量 y_{ave} は大きかった。しかし、直交方向変位の標準偏差 y_{std} は θ_0 に大きく依存せず、流下距離に0.04を乗じることによりモデル化できた。
- 2) $\theta_0=0^\circ$ の場合、単体の散らばる範囲 ($|y_{ave}| + 2y_{std}$) は $\pm 6^\circ$ 程度であり、これは Nistor ら(2017)の実験による $\pm 4\sim 5^\circ$ 程度よりも若干大きい概ね同程度である。2個が並列あるいは直列の場合では $\pm 12^\circ$ 程度になり、漂流物模型の数が増えることにより散らばる範囲は概ね2倍に広がっており、Nistor ら(2017)の約1.5倍と同程度である (図-6)。これらの値は Naito ら(2014)が示した $\pm 22.5^\circ$ よりも十分小さな値である。
- 3) 単体で $\theta_0=30^\circ$ の場合、模型が流れによって動き始めた時には $|y_{ave}| + 2y_{std}$ は 22.5° のラインを若干上回る (角度にして最大で約 5°) が、流下に伴って $|y_{ave}|$ の増加率が減少することにより $|y_{ave}| + 2y_{std}$ は 22.5° のラインを下回るようになる (図-7)。
- 4) 単体で θ_0 が 30° および 60° の場合、模型の上流側端部に先に遡上流れが作用することにより、遡上流れに伴って20 cm程度流下する間に初期角度からさらに 30° 程度回転した。この角度増加は流下に伴う y_{ave} の増加率を減少させる効果がある。
- 5) 流れに対して2個が近接して並列した場合、模型の相互作用により流下方向右側の模型は反時計回りに、左側の模型は時計回りに回転し、それら回転に伴ってそれぞれが離れるよう流下する傾向にあった。この傾向は $\theta_0=0^\circ$ の方が 90° よりも顕著に現れた。
- 6) 群体の重心の流れ方向の移動量は、模型の直列数が多いほど、模型の相互干渉の影響を受けて小さくなる傾向にあった。
- 7) 模型群のなかの個々の模型の y_{std} は流下に伴って増大した。しかし、模型の直列数は顕著には影響しなかった。一方、流下方向のばらつき x_{std} は、2並列よりも3並列の場合のほうが大きく、これは模型の相互干渉による左右端の模型の回転に起因している。

(3) 津波火災延焼発生リスク低減策の提案

津波火災延焼発生リスク推定モデルの検討において評価対象区画外から津波により流入する瓦礫等を考慮することの重要性が示されたことから、津波浸水域にある建築物が地震や津波により破壊しないおよび流出しない構造とすることや、瓦礫等漂流物が対象区画に流入することを阻害するインフラ整備により対象区画の延焼発生リスクを低減できそうである。なお、本研究では提案した統計モデルでは評価対象区画に流入する瓦礫等漂流物の影響域を円形により考慮したが、本研究で行った水理模型実験からも支持された Naito ら(2014)による $\pm 22.5^\circ$ は考慮されていないので、今後検討する余地がある。

東日本大震災の時には合計1万キロリットル以上の石油が流出した気仙沼港において海面上に広がった瓦礫等が燃えたが、瓦礫等が海面上に広がった他の港湾では津波火災は発生しなかった。このことから海面上にある瓦礫等が燃焼するためには石油が必要であると考えられ、石油等の流出を防止も不可欠である。石油タンクの流出防止策は、屋外貯蔵タンクの津波・水害による流出等防止に関する調査検討報告書や小規模屋外貯蔵タンクの津波・水害対策工法に係るガイドラインが消防庁により公表されている。

流出石油の拡散を推定する数値計算モデルは既に幾つか提案されているが、松崎・藤田(2016)が指摘するように、津波時の時空間的な石油の拡散状況が不明なため数値計算モデルの検証は十分に行えておらず、今後の石油流出時におけるこれらのデータの収集が待たれている。

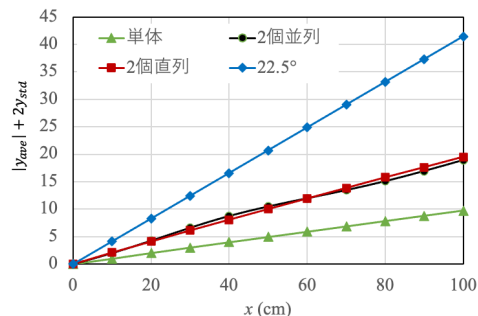


図-6 $\theta_0=0^\circ$ の場合の単体、2個並列、及び2個直列の場合の $|y_{ave}| + 2y_{std}$

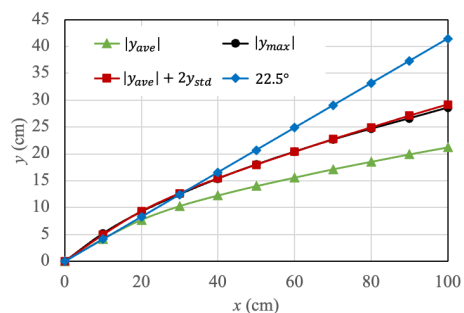


図-7 単体 $\theta_0=30^\circ$ の場合のy方向変位

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 富田孝史, 田口聖也, 中西祥一, 千田優, 水谷法美	4. 巻 76(2)
2. 論文標題 津波漂流物群の初期配置がそれらの流動挙動に及ぼす影響に関する実験的研究	5. 発行年 2020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_307 ~ I_312
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.76.2_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 JEON Jonghyeok, 富田孝史, 中村友昭, 堀池昌生, 市野智一	4. 巻 76(2)
2. 論文標題 清水港および焼津漁港における台風Hagibisによる高潮・高波被害に関する現地調査	5. 発行年 2020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_983 ~ I_988
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejoe.76.2_I_983	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 木元恵夢, 富田孝史	4. 巻 77(2)
2. 論文標題 津波漂流物の初期角度が流動挙動に及ぼす影響に関する実験的研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 木学会論文集 B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 I_115-I_120.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejoe.77.2_I_115	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 OE Takashi, TOMITA Takashi	4. 巻 77(2)
2. 論文標題 LOGISTIC REGRESSION MODELING OF TSUNAMI-RELATED FIRE OCCURRENCE, BASED ON THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B2 (Coastal Engineering)	6. 最初と最後の頁 I_1063 ~ I_1068
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.77.2_I_1063	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4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Ooe, T., Tomita, T.
2. 発表標題 Logistic regression modeling of occurrence of tsunami-induced fire based on the case of Great East Japan Earthquake
3. 学会等名 The 30th International Tsunami Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大江崇, 富田孝史
2. 発表標題 東日本大震災の事例に基づく津波火災発生に関するロジスティック回帰モデルの構築
3. 学会等名 第68回海岸工学講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木元恵夢, 富田孝史
2. 発表標題 津波漂流物の初期角度が流動挙動に及ぼす影響に関する実験的研究
3. 学会等名 第46回海洋開発シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大江崇, 富田孝史
2. 発表標題 東日本大震災の事例に基づく津波火災の延焼発生リスクを評価するモデルの構築
3. 学会等名 令和3年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

令和3年度土木学会中部支部研究発表会において、本研究の成果の一部を発表した大江崇が優秀講演者賞を受賞した。

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	水谷 法美 (Mizutani Norimi) (10209760)	名古屋大学・工学研究科・教授 (13901)	
研究分担者	千田 優 (Chida Yu) (70774214)	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)	

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