

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K04652

研究課題名（和文）沿岸域における確率的浸水リスクと生存確率に基づく地域強靱化評価手法の開発

研究課題名（英文）INTEGRATED RISK ASSESSMENT AND COUNTERMEASURE METHOD FOR TSUNAMI AND STORM SURGE USING SURVIVAL PROBABILITY

研究代表者

信岡 尚道（Nobuoka, Hisamichi）

茨城大学・理工学研究科（工学野）・教授

研究者番号：00250986

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：我が国では1995年の阪神淡路大震災および2011年の東日本大震災を契機に、自然災害に対抗する施策は防災から減災にすべきと認識されたところであるが、科学的根拠を持たせた減災の目標・評価について提示できていない。そこで、本研究では、津波や沿岸部の高潮などの自然災害に対する許容可能な生存確率を確保するための対策の導入を含む評価方法の構築、提案をおこなった。提案した方法を用いると、広範囲の複数の水災害について統合死亡リスクを計算することができ、リスク統合の有効性を実証できることを示した。また、総合リスクの低減目標として許容リスクを設定し、低減目標に応じた適切な防災対策を検討できることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震津波による原子力発電所事故を受け、科学にはあらゆるリスクの想定と対処が求められた。2020年から世界を襲った疫病であるCovid-19においては、社会にリスクがないゼロリスクと通常の社会活動との両立は困難であるとの認識が世の中に広まった。

これらに対して沿岸域の巨大災害である津波と高潮を統合したリスクの提示、評価方法および社会が許容できるレベルまでリスクを低下させる施策に対する評価までを行える手法を本研究で構築した点が学術的に新しく、また社会からの科学への要請に応えた点でもある。

研究成果の概要（英文）：This study proposes an evaluation method including the countermeasures to secure an acceptable survival probability against natural disasters those were tsunami and storm surge along coastal zones. This study showed that the integrated mortality risk can be calculated for multiple water disasters of a wide range by using the method proposed in this study, and the effectiveness of risk integration can be also expressed. In addition, we confirmed that it is possible to set an acceptable risk as a reduction target for integrated risk and to consider appropriate disaster reduction countermeasures according to the reduction target.

研究分野：Disaster Prevention and Mitigation Engineering

キーワード：生存確率 リスクマップ ハザードマップ 津波 高潮 統合リスク リスク低減

1. 研究開始当初の背景

水災害の防災・減災施策を実施する際に、リスクをゼロにするには莫大な防災への投資が必要となり、被災事例を基準とする場合は想定外の被害を引き起こす可能性がある。また極めて低頻度災害は住民と行政の間に危険意識のギャップが生じることから、幅広い規模の水災害を考慮した施策の評価手法及びリスクの低減目標が必要となる。加えて人的リスクの低減目標を設定する場合には、これ以上のリスクは許容できないという許容リスクを基準に据えるべきだと考えられる。日本学術会議¹⁾は、許容リスクを「社会における現時点での評価に基づいた状況下で受け入れられるリスクのことで、工学システムでは受容できないリスクがないことを安全の前提条件」と示しており、本研究でもこの考えに準じる。

次に防災・減災施策の効率化について考えてみる。沿岸域の代表的な自然災害には津波と高潮がある。両災害の人的被害の低減には避難施設が考えられるが、個々の災害のリスクが高い地域に設置した場合、避難施設の対象範囲が重なり非効率な施策となる可能性がある。そのため津波と高潮の統合リスクが高い地域に、避難施設を設置すべきだと考えられる。既往の研究では、信岡ら²⁾が幅広い規模の津波を包括した危険性の定量的評価と、被害低減目標となる生存確率を基準とした減災施策を提案していたが、高潮等他の水災害と合わせた統合評価は実施していない。

統合評価に関する既往の研究として、国内では異なる災害が同時に発生した際のマルチハザード予測は多く行われているが、リスク評価はほとんど行われていない。その中で田村ら³⁾が複数の異なる自然災害のリスクを死者数などを共通の尺度で表し評価しているが、リスク管理・減災施策の検討はおこなっていない。更に海外では米国や欧州連合などで統合評価が行われているが、その多くがリスクを指標化しており、工学的リスク(被害と発生確率の積)の評価はほとんど行われていない。その中で Grünthal ら⁴⁾が複数の災害による経済損失のリスクカーブを比較しているが、リスクカーブの統合等はおこなっていない。

以上より、水災害の対策には、幅広い規模の災害の想定、許容リスクを基準とした人的リスクの低減目標、津波と高潮の統合リスク評価が必要となるが、これらを網羅できる手法はいまだ提案されていない。

2. 研究の目的

よって本研究では、水災害に対して許容できる生存確率を確保するための、施策の導入までを含めた評価手法の提案をすることを目的とした。沿岸域を対象として、そこで起こりうる、高頻度から極低頻度まで幅広い規模の津波と高潮を対象にした。はじめに、既往のリスク評価や許容リスクを参考に、目的にあった評価手法を構築した。続いて、構築した評価手法の有効性を確かめた。有効性の具体的確認では、まず、津波と高潮ハザードを統一した沿岸の統合リスクの評価の価値を確認した。次に避難タワー・避難ビルを減災施策として導入することで津波と高潮を合わせた統合死亡リスクが許容範囲に収める評価ができるかの確認を進めた。

3. 研究の方法

(1) 死亡リスクの算出方法

a) 個別災害の死亡リスク算出方法

個別災害の死亡リスクは、発生確率に対応した水災害を発生させ、その発生確率と浸水深に応じた死亡率の積に対して、信岡ら²⁾が用いた期待値手法を適用して算出する。田村ら³⁾にならった算出式を以下に示す。

$$R_{Hi} = P_{Di} \times P_{Hi} \quad (1)$$

$$R_I = \int R_{Hi} = \int (P_{Di} \times P_{Hi}) \quad (2)$$

ここに、 R_{Hi} : 再現期間 i 年の個別災害の死亡リスク、 P_{Di} : 再現期間 i 年の個別災害の浸水深に応じた死亡率、 P_{Hi} : 再現期間 i 年の個別災害の発生確率、 R_I : 全再現期間の個別災害の死亡リスク、である。

なお災害に不確実性が生じること、値が比較的小さい許容リスクと比較することを考慮して、高頻度から極低頻度まで幅広い規模の災害を対象とする。またリスクの算出には避難行動を考慮する。避難者が避難施設まで移動する過程で浸水被害にあった場合、その場所の浸水深に応じた死亡率を求めることで、より現実に近いリスクを算出できる。

b) 津波と高潮の統合死亡リスクの算出方法

統合死亡リスクは、個別災害の浸水深に応じた死亡率の確率分布を評価し、これらを重ね合わせた統合死亡率の確率分布を求めて算出する。個別災害の死亡率が、再現期間ごとの離散値で与えられる場合、以下に示す、田村³⁾にならった手順で統合死亡率の確率分布を求める。

再現期間ごとに算出された死亡率を、災害に係わらず大きい順に並べ替える。

死亡率の大きい順に、再現期間に応じた年間発生確率を累積し、統合された年超過確率を求め

る。
年間発生確率と年超過確率の関係は式(3)に示す。

$$P_{pj} = 1 - (1 - P_{pj-1})(1 - p_{pj}) \quad (3)$$

ここに、 P_{pj} ：降順に並べられた j 番目の死亡率の年超過確率、 p_{pj} ：降順に並べられた j 番目の死亡率の年間発生確率、である。

最後にリスクを積分して累積することで統合死亡リスクが算出できる。

$$R_{ALL} = \int R_{pj} = \int (P_{Dj} \times P_{pj}) \quad (4)$$

ここに、 P_{Dj} ：降順に並べられた j 番目の死亡率、 P_{pj} ：降順に並べられた j 番目の死亡率の年超過確率、 R_{pj} ：降順に並べられた j 番目の死亡率に対応するリスク、 R_{ALL} ：統合死亡リスク、である。これら複数の災害の確率分布を重ね合わせる手法は田村ら³⁾の手法を援用しているが、本研究で新規に考慮した項目として、死亡率の評価、幅広い規模の災害の評価、避難行動の考慮、減災施策の適用、津波の評価が挙げられる。

(2) 許容リスク内に収めるための減災施策の実施

統合死亡リスクが低減目標を満足していない場合は、減災施策を実施しリスクを算出する。統合リスクを指標に減災施策を検討することで、個々の災害のリスクを指標とするよりも効率的にリスクが低減できると考えられる。また低減目標には許容リスクを設定する。許容リスクとは、社会における現時点での評価に基づいた状況下で受け入れられるリスクのことで、工学システムでは受容できないリスクがないことを安全の前提条件としている⁴⁾。よって、これ以上のリスクは許容できないというリスクを低減目標に設定する。加えて許容リスクを低減目標に設定することで、許容リスクよりも低いリスクに対して対策を行う必要がないことを示せるため、高いリスクに対して効率的な減災施策を検討できる。なお減災施策は、即時的適用が可能であり土地制約条件的に容易な避難タワーとし、低減目標を超えるリスクが存在する地域の中心点に設置する。こうして低減目標以下に収めるのに必要な棟数を算出することで、低減目標に応じた減災施策の検討が可能となる。

4. 研究成果

(1) 提案する評価方法の茨城県沿岸への適用のための条件設定

前節で示した提案方法に基づいて、統合死亡リスクの試算をおこなった。対象地域は茨城県沿岸の市町村(図-1)とし、対象とする個別災害は津波と高潮とした。

本研究では個別災害のハザード評価に、信岡ら²⁾、楨野ら⁵⁾の津波および高潮数値計算により得られた、再現期間 100 年～10,000 年の津波・高潮の浸水深データ(48m メッシュ、標高は茨城県が 2007 年に作成したデータ)を使用する。数値計算で用いられた手法の概要を以下に示す。津波、高潮を再現する支配方程式には非線形長波方程式を用い、この方程式を後藤ら⁶⁾にしたがい有限差分法で近似的に解いた。河川の淡水流下は未考慮である。波高について、信岡ら¹⁾はロジックツリーから得た津波ハザード曲線⁷⁾を用いて、年超過確率と津波高の算出をおこなったものを用いた。このうちロジックツリーの分岐の設定については原子力土木委員会⁸⁾の手法に従った。また年超過確率と津波高の関係を示す津波ハザード曲線結果の妥当性に関しては、茨城県⁹⁾が想定した L1 津波、L2 津波が、大津港・東海第二発電所・大洗・波崎港の 4 地点における津波の発生頻度の解析結果の範囲内にあることから妥当性があると判断したものである。また高潮偏差については、楨野ら⁴⁾が広い沿岸域の複数地点を同時に解析する地域頻度解析手法を用いて、5 つの代表地点(小名浜港、大洗港、銚子漁港、布良港、千葉港)で極値統計解析をおこなった結果を用いた。避難行動の基本的な条件に関しては、中央防災会議の南海トラフ巨大地震の被害想定手法¹⁰⁾を参考に設定した。避難開始時間については、津波で地震発生 5 分後、15 分後、30 分後、高潮で避難情報取得時、被勧誘時、高潮目撃時のそれぞれ 3 ケースを設定した。

許容リスクとしては、海外や化学プラント等で広く使用されている ALARP¹¹⁾を適用する。ALARP には 3 つの領域が設定され、発生確率が高い許容できない領域、発生確率が低く他の種類のリスクからみても許容できる(無視できる)領域と、それらの中間である。中間領域では、実現性を考慮して可能な限りリスクを下げる領域と考えられている。本研究でも一般的な境界値として 10^{-6} と 10^{-4} をリスク閾値として設定し、統合死亡リスクが許容リスク以下になるように減災施策を実施した。



図-1 対象とする茨城県の市町村

(2). 茨城県沿岸における試算結果

a) 個別災害の死亡リスクの算出結果

津波による死亡リスクは次のまとめる結果となった。地震発生の 5 分後に避難開始を開始した場合、リスクの存在する地域が局所的であり、許容リスクである 10^{-4} および 10^{-6} を超えるリスクが発生しない市町村も存在した。15 分後避難開始では、5 分後避難開始では現れなかった地域で許容リスクを超えるリスクが算出され、避難開始前に死亡する地点も発生した。県北部と県央部では、5 分後避難と同一位置でのリスクが拡大し、避難前の死亡や河川氾濫による死亡が見られた。切迫避難にあたる 30 分後避難開始については、県北部で 15 分と同様の地点でのリスクが拡大し、県央部では那珂川での氾濫も見られたことから、河川と海岸に囲まれるようにリスクが分布した。銚田市・鹿嶋市では海岸線全域にリスクが位置した。他方、高潮による死亡リスクはつぎのようにまとめられた。避難情報取得時の避難開始では、全市町村において許容リスクを超えるリスクは発生しなかった。その理由として、高潮警報等の避難情報の発表タイミングが浸水開始の 3 時間以上前と非常に早く、浸水被害を受けずに避難を完了できたからである。

被勧誘時の避難開始では、許容リスクを超えるリスクが全市町村で発生し、避難開始前に死亡する地点も発生した。特に県央部の那珂川河口周辺では、内陸の水戸市において、津波では少なかった 10^{-4} と 10^{-6} を超えるリスクが広い範囲に発生した。その原因として、高潮では風により内陸の河川から浸水被害が発生したからである。高潮目撃時の避難については、被勧誘時よりもリスクの面積が大幅に広がり、特に 10^{-4} を超える高いリスクが沿岸部に分布した。まず県北部については、許容リスク 10^{-6} または 10^{-4} を超えるリスクが海沿いから内陸まで広がった。次に県央部の那珂川河口周辺では、那珂川の氾濫の影響が広がり、津波よりも広い範囲に許容リスクを超えるリスクが分布した。

b) 統合死亡リスクの算出結果

現状の避難場所へ避難した場合の統合リスクについては、津波の 5 分後避難と高潮の避難情報取得時避難の組み合わせ(早期避難)、津波の 15 分後避難と高潮の被勧誘時避難の組み合わせ(用事後避難)、そして津波の 30 分後避難と高潮の高潮目撃時避難の組み合わせ(切迫避難)の 3 通りのリスクを算出した。なお早期避難の統合リスクについては、高潮の早期避難のリスクが存在せず津波のリスクと同じリスクになることから省略する。用事後避難の統合死亡リスクについては、高潮の被勧誘時避難のリスクが小さいため、多くの市町村で津波の 15 分後避難のリスクとほぼ等しくなった。しかし神栖市以外の市町村で、統合リスクと津波リスクの発生面積が完全には一致せず、高潮リスクの統合により統合後のリスクの面積が大きくなった。特に那珂川河口周辺では、高潮による那珂川と涸沼川からの浸水で、高潮リスクが統合リスクの面積の拡大に大きく影響した(図-2)。切迫避難の統合死亡リスクについても、統合リスクと津波リスクの分布が近いものになった。しかし、用事後避難よりも高潮のリスクが広い範囲で発生したため、高潮リスクの統合による統合リスクの面積拡大に与える影響が大きくなった。加えて、津波と高潮両方のリスクが許容リスクを満足していても、統合後に許容リスクを満たさなくなる地点が 4 市町村に存在した。

避難タワー設置前後の茨城県全体におけるリスクごとの面積と各許容リスクを超える地域を網羅するのに追加に必要な避難タワーの数を図-3 に示す。まずリスクごとの面積(同 (a) ~ (c)) について、早期避難では避難前に津波および高潮に巻き込まれないため、 10^{-4} を超える許容できないリスクへの対策によって、全市町村のリスクを許容できるリスクである 10^{-4} および 10^{-6} 以下までそれぞれ低減できた。次に用事後避難では、 10^{-6} を超えるリスクへの対策をおこなっても、リスクを許容リスク以下に低減できない地点が存在した。その原因として、避難前に津波または高潮に巻き込まれてしまい、避難先を増やしても避難できない住民が存在することが挙げられる。切迫避難については、住民のほとんどが避難開始前に浸水被害に遭い、避難を開始できなかったため、対策前後でリスクがほとんど変わらなかった。また、 10^{-4} と 10^{-6} の 2 つの基準を超えるリスクへの対策をおこなったが、対策の違いによる最終的な死亡リスクの差は僅かであった。

なお追加に必要な避難タワーは、神栖市で非常に多くの数が必要となることが分かり(図-3 (d))、建設費用を市町村での負担と考える場合は現実的ではない。そのためこのような地域では、国や県の支援による高台移転や土地のかさ上げ等の対策によるリスク低減が必要となる。

(3)まとめ

本研究では、生存確率を指標とした沿岸災害の統合リスク評価方法を構築した。構築した評価方法を茨城沿岸の津波と高潮と 2 種類の水災害に適用し、個々の水災害に対するリスクを定量的に評価し、それらを統合した複数の水災害に対する死亡リスクを算出できることを示せた。また統合後のリスクが統合前のリスクよりも大きくなることから、リスクの統合化を行うことの有効性を示すことができた。更に許容リスクを基準に設定して評価を行う場合に、統合後のリスクを指標としたほうが、許容リスクを超えるリスクを発見できるため有効であることを示せた。

また減災施策については、許容リスクを満足するのに必要な避難施設数が算出でき、低減目標に応じた適切な減災施策の検討が可能であることを確認できた。

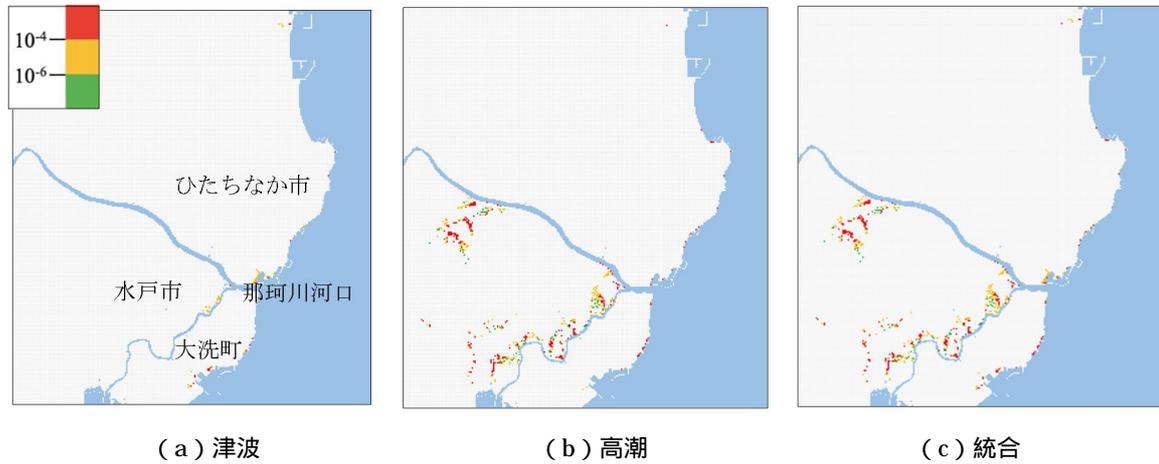
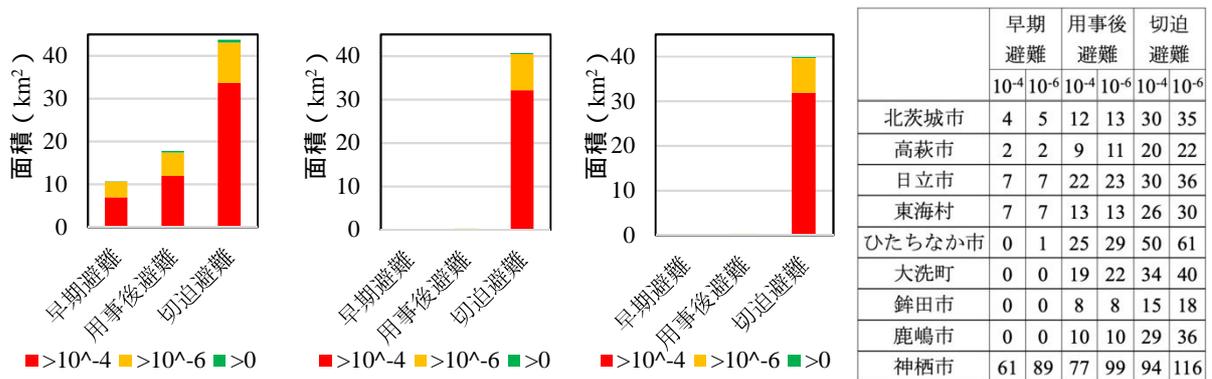


図-2 那珂川河口周辺の用事後避難の各種リスクマップ



(a) 対策なしリスク域 (b) 10^{-4} 超リスク域: 対策後 (c) 10^{-6} 超リスク域: 対策後 (d) 対策要数: 避難タワー

図-3 茨城県全体の避難開始時間別のリスク面積と追加で必要な避難タワーの数

以上を総合して、構築した生存確率を指標とした沿岸災害の統合リスク評価方法が有効であることを示した。

今後、構築した評価方法に、高度でさらに低頻度現象までを含めたハザード解析、高度な避難シミュレーションや減災施策を導入していけば、有効かつ効果的な評価が実施できると考えられる。

参考文献

- 1) 日本学術会議：工学システムに対する社会の安全目標，86p.，2014。
- 2) 信岡尚道，釜屋秀光：生存確率を基準とした津波減災施策に関する基礎的研究，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 74, No.2, p. I_481-I_486, 2018。
- 3) 田村敬一，永田茂，高原秀夫，若林亮：マルチハザード・リスクの実用的な評価手法の提案，土木学会地震工学論文集 vol.29, pp.88-97, 2007。
- 4) G. Grünthal, A. Thieken, J. Schwarz, K. Radtke, A. Smolka, B. Merz.: Comparative Risk Assessments for the City of Cologne – Storms, Floods, Earthquakes, *Natural Hazards*, Environmental Science, Vol.38, pp.21-34, 2006.
- 5) 槇野公平，信岡尚道：地域頻度解析手法を用いた茨城県沿岸における確率的な高潮浸水想定，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 72, No.2, p. I_193-I_198, 2016。
- 6) 後藤智明，小川由信：Leap-frog 法を用いた津波の数値計算方法，東北大学工学部土木学科，52p., 1982。
- 7) 信岡尚道，尾上義行：各種確率論的津波ハザード解析手法の高頻度から極低頻度までの評価能力の比較，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 73, No.2, p. I_1495-I_1500, 2017。
- 8) 原子力土木委員会：確率論的津波ハザード解析の方法，145p., 2011。
- 9) 茨城県：茨城県沿岸津波浸水想定図活動業務資料，2012。
- 10) 中央防災会議：南海トラフ巨大地震建物被害・人的被害の被害想定項目及び手法の概要，32p., 2012。
- 11) Health & Safety Executive: Guidance on ALARP Decisions in COMAH, SPC/Permissioning/12, 2002.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 小林 道彰, 信岡 尚道	4. 巻 78
2. 論文標題 生存確率を指標とした津波と高潮の統合リスク評価方法の提案	5. 発行年 2022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_289 ~ I_294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.78.2_I_289	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 信岡 尚道, 笹生 凌太郎	4. 巻 77
2. 論文標題 最低中心気圧と通過台風トラック資料に基づく確率的台風モデルの基礎的検討	5. 発行年 2021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_61-I_66
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_61	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 小林 道彰, 信岡 尚道	4. 巻 76
2. 論文標題 茨城県沿岸における津波と高潮の統合リスク評価の基礎的検討	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_1243 ~ I_1248
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_1243	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 信岡 尚道, 佐藤 直宗	4. 巻 76
2. 論文標題 対象地点に着目した資料による確率的台風モデルの基礎的研究	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_1225 ~ I_1230
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_1225	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 H. Nobuoka and T. Suzuki	4. 巻 10
2. 論文標題 The Residual Tsunami Risk After the Reconstruction Projects in Fukushima Prefecture, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Conference on Asian and Pacific Coasts	6. 最初と最後の頁 1359-1365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-0291-0_184	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 信岡 尚道, 海老根 尚之	4. 巻 75
2. 論文標題 極大値資料に基づく確率的低気圧モデルによる高潮偏差に関する基礎的研究	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_253-I_258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.75.I_253	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 NOBUOKA Hisamichi, KONISHI Youtarou	4. 巻 74
2. 論文標題 BASIC EXAMINATION OF APPLICABILITY OF GR LAW IN PROBABILISTIC TSUNAMI HAZARD ASSESSMENT	5. 発行年 2018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_433 ~ I_438
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_433	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 NOBUOKA Hisamichi, KAMAYA Hideaki	4. 巻 74
2. 論文標題 THE BASIC STUDY ON TSUNAMI DISASTER MITIGATION MEASURES BASED ON SURVIVAL PROBABILITY	5. 発行年 2018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_481 ~ I_486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_481	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20件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松山あみ, 信岡尚道
2. 発表標題 巨大津波の河川遡上対策に関する基礎的研究
3. 学会等名 土木学会関東支部 第50回技術研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 塚越 大地, 信岡尚道
2. 発表標題 福島県いわき市新舞子浜海岸林による津波減衰効果
3. 学会等名 土木学会関東支部 第50回技術研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本郷 真子, 信岡尚道
2. 発表標題 関東地区の津波防災移転事業における費用便益分析
3. 学会等名 土木学会関東支部 第50回技術研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐々木 花衣, 信岡尚道
2. 発表標題 大洗町旧堤防の津波減災効果の検証
3. 学会等名 土木学会関東支部 第50回技術研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 板谷 智仁, 信岡尚道
2. 発表標題 津波の減衰効果に関わる砂丘の価値の試算
3. 学会等名 土木学会関東支部 第50回技術研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小西庸太郎, 信岡尚道
2. 発表標題 領域を拡大させ適用したG-R則を用いた確率津波評価の検討
3. 学会等名 第46回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野敬太, 信岡尚道
2. 発表標題 多角的な費用便益に基づく津波減災におけるハード対策の選択に関する検討
3. 学会等名 第46回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 海老根尚之, 信岡尚道
2. 発表標題 確率的低気圧モデルの季節属性が高潮偏差に及ぼす影響
3. 学会等名 第46回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張瑞豊, 信岡尚道
2. 発表標題 津波減衰に及ぼす盛土幅と底面摩擦に関する考察
3. 学会等名 第46回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 直也, 信岡 尚道
2. 発表標題 津波避難シミュレーションを用いた避難ロボットの妥当な価格の概算
3. 学会等名 第48回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 笹生 凌太郎, 信岡 尚道
2. 発表標題 複数の想定範囲における確率的台風モデルによる三大湾の高潮偏差の比較
3. 学会等名 第48回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田 拓哉, 信岡 尚道
2. 発表標題 命山を基準とした津波避難施設の比較評価
3. 学会等名 第47回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小西 庸太郎, 信岡 尚道
2. 発表標題 茨城県沖を対象とした地震観測記録に基づく津波確率評価の不確実性
3. 学会等名 第47回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林 道彰, 信岡 尚道
2. 発表標題 津波と高潮の統合的な被害想定に向けた浸水域の算定
3. 学会等名 第47回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 直宗, 信岡 尚道
2. 発表標題 確率台風モデルの指定範囲別属性値が高潮偏差に及ぼす影響
3. 学会等名 第47回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 張 瑞豊, 信岡 尚道
2. 発表標題 確率的台風モデルを用いた福建省における確率高潮の推定
3. 学会等名 第49回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林 道彰, 信岡 尚道
2. 発表標題 生存確率を指標とした津波と高潮の統合リスク評価手法の提案
3. 学会等名 第49回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 CONG LIN, 信岡 尚道
2. 発表標題 津波波力と流出した海岸林が建造物に及ぼす力に関する多角的検討
3. 学会等名 第49回土木学会関東支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤 晶, 信岡 尚道
2. 発表標題 確率的台風モデルと極値統計を用いた外洋に面した地域における潜在的な高潮災害可能性の検討
3. 学会等名 土木学会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤 優太, 信岡 尚道
2. 発表標題 人口密度を用いた防災集団移転の集約評価に関する基礎的検討 -仙台平野市町村を対象として-
3. 学会等名 土木学会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2022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
--	---------------------------	-----------------------	----

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