

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16371

研究課題名(和文) Applying developed fragility functions for the Global Tsunami Model (GTM)

研究課題名(英文) Applying developed fragility functions for the Global Tsunami Model (GTM)

研究代表者

サッパシー アナワット (Suppasri, Anawat)

東北大学・災害科学国際研究所・准教授

研究者番号：00648371

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では世界津波モデル(GTM)の中で、新たに構築した様々な津波被害関数(津波外力と建物等の被害の関係を表す)、被害評価手法を用いて、高い精度の津波リスク評価の方法を提案した。具体的には東日本大震災において、数値解析によって再現した津波外力、建築基準法による建物耐力等、実際の建物被害データを用いて、様々な力を合わせた解析し、高い精度で建物被害の実態が再現できた。研究期間中に発生した2018年スラウェシ島津波及びスンダ海峡津波においても非地震性津波による建物被害関数を構築し、津波の特徴、地域性等による建物被害特徴を明らかにした。本研究成果は高いインパクトファクターの国際雑誌等に発表されている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、実際の被害データで構築された津波被害関数は域性に依存し、他地域への適用は困難であったが、本研究により新たに提案した方法では、実際の津波被害データがなくても、高い精度で津波による建物被害評価ができることを示した。また、津波による建物被害評価は、津波数値解析及び詳細な建物データがあれば、日本だけではなく世界中に適用することができる。将来の津波によって現実に近い被害実態が想定できることは社会的に政府の防災計画、保険会社等に貢献している。

研究成果の概要(英文)：This research developed a new approach for tsunami risk assessment for building with high accuracy using fragility functions (relationship between tsunami force and damage) under the Global Tsunami Model (GTM) project. In brief, the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami was selected as the case study. Tsunami forces were reproduced by numerical simulation, building resistant forces were estimated from building design standard. These forces were analyzed and showed that the new approach could reproduced the actual building damage condition with high accuracy. In addition, building damage data from the 2018 Sulawesi tsunami and 2018 Sunda Strait tsunami were also analyzed and demonstrated characteristics of tsunami fragility functions from non-seismic tsunamis. Results from this research have been published in several high-impact journals.

研究分野：津波工学

キーワード：津波被害関数 津波数値解析 東日本大震災 Global Tsunami Model

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

2011年の東日本大震災は大規模な津波を引き起こし、250,000棟を超える建物の損壊や全壊をもたらした。2011年の災害による建物被害の特徴はこれまでによく研究されており、ほとんどの場合は津波による被害関数の開発に用いられている。津波被害関数は津波の流れ特性、すなわち浸水深、流速、流体力による構造的損壊の確率を示している。被害関数は過去のイベントに基づいて構築され、被害や損失の評価に向けて津波のリスクに直面している他の地域に修正することなく直接応用できることが多い。その結果得られる被害推定値は、被害関数が導出された特有の地域と関数が用いられている地域の間における建設基準や沿岸地形の違いに係する不確実性を抱えている。津波被害関数は津波の流れ特性と建物の被害に関する情報を用いてモデル化している。近年の研究からは、津波の流体力が重要な説明変数が重要であることが明らかになっている。発生時の流速と漂流物は両方とも建物の被害の評価に関わる因子である。津波のデータがまだ手に入っていない地域について被害関数を取得するためには、津波の特性を構造物による津波荷重に抵抗する耐力を関連づける決定論のプロセスをモデル化することが必要である。これは地域の建物特有の構造物の特性を考慮し、説明変数のバイアスの可能性がある観測値の使用を迂回することが可能になる。

### 2. 研究の目的

本研究では、前もって開発された被害関数に頼るのではなく、津波による被害を推論する解析モデルを用いて津波荷重とシステム(この場合は建物の耐力)の構造的な抵抗の相互作用を検討することで津波による被害の評価に向けた代替的なアプローチを提案する。津波による被害を評価する代替的なアプローチを、特に被害関数が開発されていない地域における建物に対して提供する。本研究の一環として、被害発生時の津波特性を調査し、提案するモデルに活用することで構造物の被害と津波の流れ特性の間における関係性について明らかにする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 解析方法

建物全体の安定性の喪失は単体としての滑りまたは転倒による結果として生じることがあり、多くの場合、構造部分や非構造部分への被害は最低限である(Yeh et al., 2014)。転倒とは基盤の破壊された箇所を軸に建物が回転することを指す。一方で、滑りは元の位置から建物が横方向に並進することを指す(Yeh et al., 2014)。本研究では2つの倒壊メカニズムを別々にモデル化し、建物の倒壊における支配的なシステムを特定する。これらのシステムに關与する力と耐力の違いは負荷抵抗解析を実施する際に考慮した。衝撃を受けた点において滑っているが水没していない状態(図1a)では、横方向の流体力、漂流物の衝撃力、および建物の水平抵抗のみを考慮した。流体力と漂流物の衝撃力による合成した力が建物の水平抵抗より大きくなると建物は倒壊する。水没した状態(図1b)では、流体力と浮力による転倒モーメントが建物の重量による抵抗モーメントより大きくなると建物は倒壊する。そのような状況下では、建物は図1bに示しているように完全に水没するか、内部に水が浸水していない状態で水に囲まれる。建物が完全に浸水している前者の場合は、建物の外部における力は相殺される。後者の場合は最悪のシナリオであり、本研究において後に実施する転倒機構の解析で対応することを想定している。

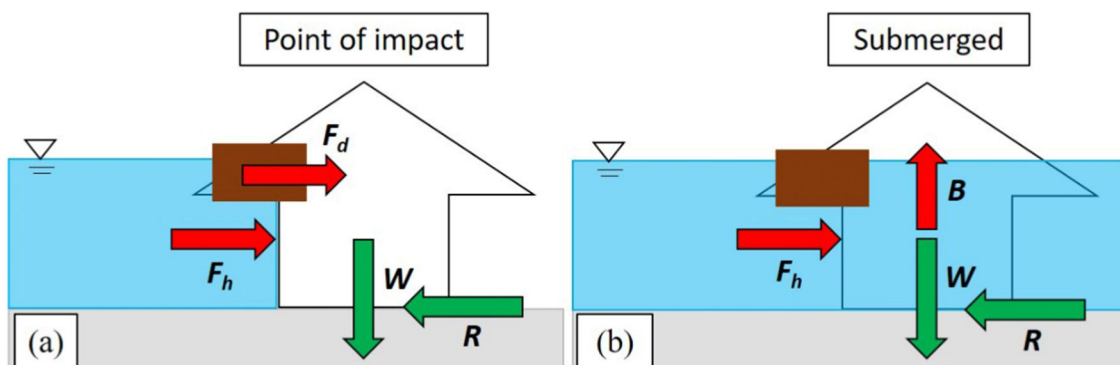


図1 本研究で検討した2つの破壊機構:(a)滑りと(b)転倒。それぞれの力は次の通りとする -  $F_h$  = 流体力、 $F_d$  = 漂流物の衝撃力、 $R$  = 水平抵抗力、 $W$  = 建物の重量、 $B$  = 浮力。

#### (2) 調査対象地域と建物被災データ

2011年の東日本大震災による建物の被害を研究できる地域は数多くあった。対象地域は、これまでに調査した地域は分析モデルの結果の公平な評価を可能とする。波の増幅や漂流物、波の方向による衝撃力が比較的小さく、サンプルサイズも大きく、これまでに開発されている津波被害関数が利用可能であることから宮城県石巻市を選定した。現地観測から得られた詳細な建物被災データは国土交通省から取得し(MLIT, 2012)(図2)提案した建物被害モデルの適用性を検証した。データは建物の大きさ(長さと幅)、階数、建設材料、各建物について測定した最大浸水深の内挿によって構成されていた。また、各建物は観測されている被害に基づいて分類し

た。MLIT による分類スキームには合計 6 つの被害レベルがある。低い被害レベル(すなわちレベル 1-4)では分類スキームにおける記述が重複しているため被害評価は容易に誤分類されてしまうが、被害レベル 5 と 6 は定義が明確である。「全壊」と「流失」(レベル 5 と 6)は修復不可能な構造物のことを指している。

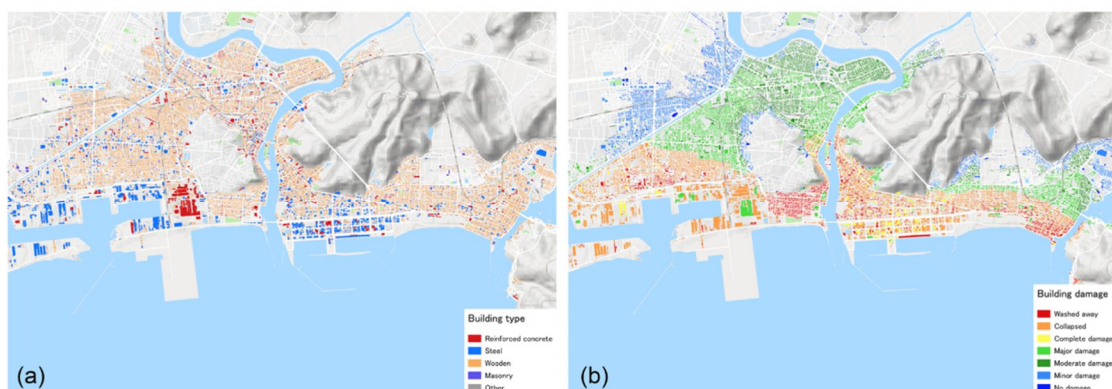


図 2 (a) 建物の種類の分布と (b) 建物の被害レベル。



図 3 建物の被害レベルと本研究で検討した「倒壊」条件

本研究では、滑り機構と転倒機構は前述の分類に入るため、流失し破壊された 2 レベルのみを検討した。低い被害レベルとは反対に、これらの被害モードは建物の構造特性によって決まるため、本研究ではこれらのレベルで被害を受けた建物のみを用いた。本先駆的研究で検討した建物の種類は、本地域におけるサンプルサイズの大きさから、木造の住宅とした。

### (3) 2011 年の津波の数値シミュレーション

被害発生時における津波の流れ特性(浸水深、流速、流体力)は、数値シミュレーションによって再現した 2011 年東日本大震災による津波の時系列解析において推定した。数値モデルは、非線形浅水方程式を用いて津波の伝播と遡上を計算し、スタガード格子を使用したリープフロッグ型の有限差分法によって解決し Manning 公式を用いて底面摩擦値を記述した。モデルの設定には、1215 m (領域 1)、405 m (領域 2)、135 m (領域 3)、45 m (領域 4)、15 m (領域 5)、5 m (領域 6) という 6 つの計算領域によって構成される入れ子状の格子系である測深データと地形データの準備を対象地域に用いた (GSI, 2015)。Manning 係数の一定値は全ての計算グリッドに適用したが、例外として最も細かい解像度 (領域 6) では深水における津波伝播の底面摩擦の影響を無視できるため、土地利用タイプと建物の密度に基づいて異なる Manning 粗度係数を指定した。潮位は 2011 年の津波発生時の潮の状況に設定し、シミュレーション時間は 3 時間とした。初期の水位は海底の変形に従っていると仮定し、東北大学モデル (Imamura et al., 2011) が提案している断層パラメータを選定し 2011 年東日本大震災による津波を再現した。数値シミュレーションの結果を図 4 に表している。津波シミュレーションによる結果を用いて津波によって誘発した力を推定した。浸水深と流速は、石巻市にあった 2,000 棟を超える木造の建物につき、シミュレーションの各時間ステップおよびそれぞれの建物の位置で取得した。次に、これらの値を用いて各建物の各時間ステップにおいて抵抗式による流体力 ( $F_h$ )、力積と運動量のアプローチによる漂流物の衝撃力 ( $F_d$ )、浮力 ( $B$ ) を算出した。本研究では米国の連邦緊急事態管理庁 (FEMA, 2003) と日本の廃棄物資源循環学会 (JSCWM, 2011) による漂流物の推奨重量に従い、推定値は松の木で 500 kg、車両は 3000 kg、中程度の被害を受けた建物(中破)、大きな被害を受けた建物(大破)、倒壊した建物はそれぞれ 15 000、30 000、60 000 kg とした。



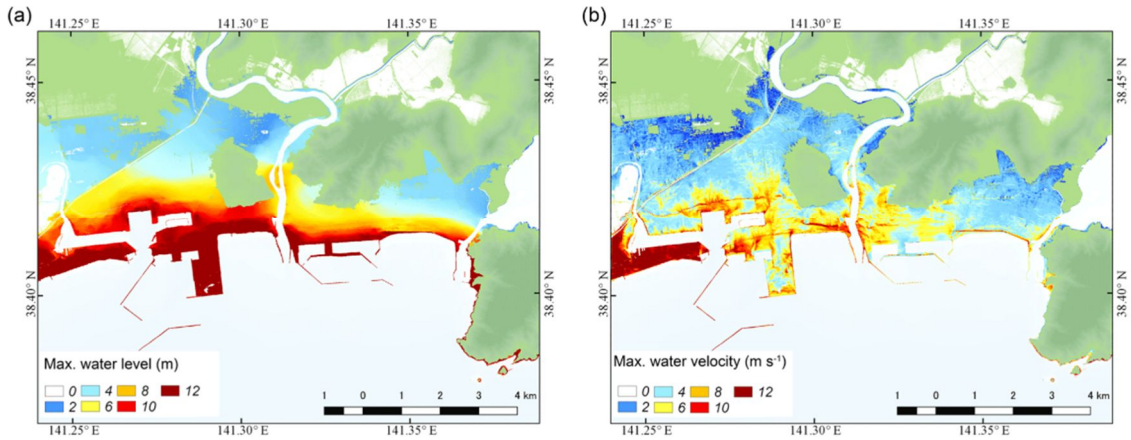


図4 津波の数値シミュレーション：(a) 最大浸水深と (b) 最大流速。

#### (4) 耐力

本研究では、各建物に対してかかる負荷に耐えられる設計耐力はその被害閾値と見なす。モデル化した津波によって誘発した各建物に対する力（すなわち流体力、浮力、漂流物の衝撃力）が被害閾値を超え、それによって建物への被害に至るかどうかを特定することが目的の一つである。前述の通り、建物の滑り機構と転倒機構をモデル化する際に、かかる荷重の種類や建物の耐力の違いを考慮した。両方の機構は別々にモデル化した。建物には垂直抵抗と水平抵抗という2種類の耐力がある。建物の垂直抵抗はその重量であり、本研究では各建物につき  $3000 \text{ kN/m}^2$  であると仮定した（横浜市、2018）。垂直の負荷抵抗解析を用いて転倒機構を特定した。

本研究では、津波による建物の被害を推定する上で初めて建物の耐力壁による水平抵抗力（R）を検討する。建物の水平抵抗力の低下は、その倒壊において滑り機構が関わっていることを示唆している。建物の耐力壁は、風や地震活動など、建物にかかる水平荷重に抵抗できる必要がある。地震や風力に対する各建物の水平抵抗力は建築基準法施行令第46条（MLIT、2018）に基づいて計算し、この場合の水平抵抗力は耐力壁の横強度と各建物に求められる壁の長さの積である。日本の住宅設計基準による耐力壁の横強度は  $1.96 \text{ kN/m}$ （MLIT、2018）である。

必要な壁の長さの計算は地震荷重と風荷重の両方において異なる。地震荷重に対して必要な壁の長さは、建物の床面積と建物の地震荷重に対する設計係数をかけることで取得できる（MLIT、2018）。一方で、風荷重については、設計係数を縦方向の投影面積（建物の前面と側面）とかけることで必要な壁の長さを算出できる（MLIT、2018）。垂直投影面積は建物の幅または長さを  $1.35 \text{ m}$  以上の床面高とかけると定義した面積である。石巻における建物の高さに関する情報は本研究の実施時点では取得できなかったため、地元の住宅建設会社を対象に匿名でのインタビューを実施した。平均的な木造住宅の1階、2階、3階の高さについて提供された推定値はそれぞれ  $3.5$ 、 $2.7$ 、 $2.1 \text{ m}$  であり、これらの値は本研究の目的に応じて平均値として用いた。石巻における木造の建物は3階を超えるものはなかった。

### 4. 研究成果

#### (1) 結果

提案する建物の被害評価モデルの結果は、その性能を評価するため現地観測値と比較した（図5）。現地観測はMLITデータベースで示しており、被害レベル5と6（倒壊状態）のみを比較に用いた。

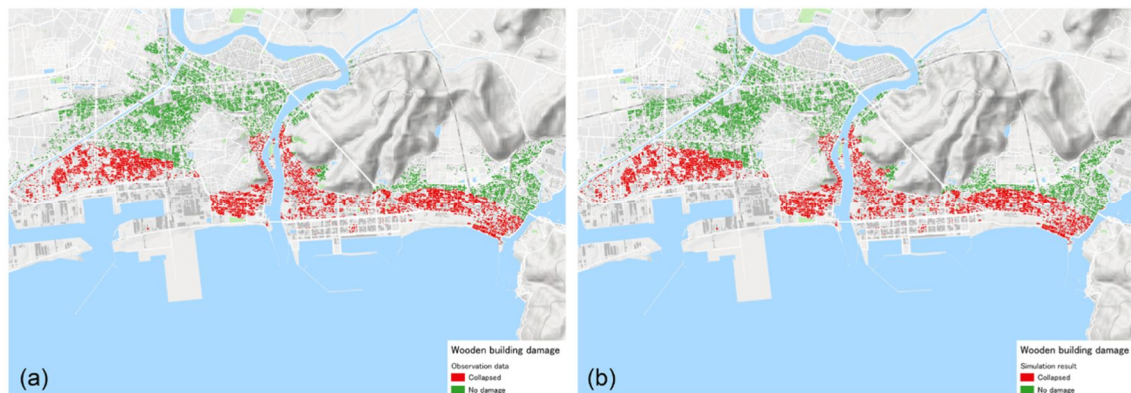


図5 (a) 現地観測と (b) 提案手法による倒壊した建物と非倒壊建物の分布。

提案手法の精度は、漂流物の衝撃力と抵抗減少係数が石巻における建物の倒壊に大きな影響を与えていないように見えることを明らかに示している。漂流物の重量や建物の抵抗減少係数の

入力値を用いない被害解析の方がより良く一致していた。これは、石巻が前述の理由により漂流物による大きな影響を受けていなかったことに起因している。表 1 と表 2 では、滑り機構のみでは倒壊を説明が不十分であることを強調している。言い換えると、建物の倒壊を解析する上で転倒は重要な機構なのである。提案手法を用いる場合、モデル化した結果はほぼ 100%の精度を示した。

## (2) 今後の応用と限界

新たに提案した負荷抵抗の解析手法は日本の他の沿岸地域ならびに世界的に応用できるが、海外では建物の設計基準の通り適用される地域が限定される。しかし、そのような詳細な解析では必要な計算コストとデータ保管量が大きくなる。提案手法は、日本のように建築基準法を厳守している国や、大災害をもたらした事象に対してのみでしか機能しないと考えられる。加えて、本手法を用いた建物の被害予測の信頼性は数値モデルの精度に依存している。これは災害事象に関する情報の利用可能性と品質、解析または参照データセットにおいて仮定される支配的な被害モード、仮定される漂流物の重量係数、採用した抵抗減少係数に依存している。そのような情報が欠落している場合、建物の被害の推定値は多大な不確実性を伴う。そのため、本手法の応用は被害の推定値として絶対的な値を生成することではなく、計画目的や比較に向けた代替的な研究の有用なガイドラインとして用いることを意図する。

## 参考文献

1. FEMA – Federal Emergency Management Agency: Coastal Construction Manual (3 Vols.), 3rd Edn., FEMA 55, Jessup, MD, 2003.
2. GSI – Geospatial Information Authority of Japan: High resolution digital elevation data, available at: [http://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser\\_demimage.html](http://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_demimage.html)
3. Imamura, F., Koshimura, S., Mabuchi, Y., Oie, T., and Okada, K.: Tsunami simulation of the 2011 Great East Japan Tsunami using Tohoku University model (Version 1.1
4. JSCWM – Japan Society of Material Cycles and Waste Management, Disaster Waste Countermeasure and Reconstruction Task Team: Disaster waste classification and treatment strategy manual Version 2, the last update on 15 June 2011, available at: <http://eprc.kyoto-u.ac.jp/saigai/report/2011/04/001407.html>
5. MLIT – Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism: Reconstruction Support Survey Archive, available at: <http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>
6. MLIT – Ministry of Land, Infrastructure, Transportation and Tourism, Article 46 Enforcement Ordinance of Building Standard Law
7. Yeh, H., Barbosa, A. R., Ko, H., and Cawley, J. G.: Tsunami loadings on structures: Review and analysis, *Coast. Eng. Proceed.*, 1, 1–13, 2014.
8. Yokohama City, Housing and Architecture Bureau: Standard weight table of wooden house and standard weight table' calculation basis of wooden house

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 11件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Anawat SUPPASRI, Kwanchai PAKOKSUNG, Ingrid CHARVET, Noriyuki TAKAHASHI, Teraphan ORNTHAMMARATH, Fumihiko IMAMURA	4. 巻 74
2. 論文標題 New Building Damage Assessment Method Based on Numerical Tsunami Simulation and Analytical Force Estimation: Case study of the 2011 Tohoku tsunami	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 451-456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.1_451	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 Suppasri, A., Fukui, K., Yamashita, K., Leelawat, N., Hiroyuki, O. and Imamura, F.	4. 巻 18
2. 論文標題 Developing fragility functions for aquaculture rafts and eelgrass in the case of the 2011 Great East Japan tsunami	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Natural Hazards and Earth System Sciences	6. 最初と最後の頁 145-155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/nhess-18-145-2018	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 Latcharote, P., Leelawat, N., Suppasri, A., Thamarux, P. and Imamura, F.	4. 巻 -
2. 論文標題 Estimation of Fatality Ratios and Investigation of Influential Factors in the 2011 Great East Japan Tsunami	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Disaster Risk Reduction	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijdrr.2017.06.024	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 Latcharote, P., Suppasri, A., Yamashita, A., Adriano, B., Koshimura, S., Kai, Y. and Imamura, F.	4. 巻 3
2. 論文標題 Possible Failure Mechanism of Buildings Overturned during the 2011 Great East Japan Tsunami in the Town of Onagawa	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Built Environment, Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fbui.2017.00016	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 Suppasri, A., Leelawat, N., Latcharote, P., Roeber, V., Yamashita, K., Hayashi, A., Ohira, H., Fukui, K., Hisamatsu, A., Nguyen, D. and Imamura, F.	4. 巻 21
2. 論文標題 The 2016 Fukushima Earthquake and Tsunami: Preliminary research and new considerations for tsunami disaster risk reduction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Disaster Risk Reduction	6. 最初と最後の頁 323-330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijdr.2016.12.016	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 Suppasri, A., Hasegawa, N., Makinoshima, F., Imamura, F., Latcharote, P. and Simon, D.	4. 巻 2
2. 論文標題 An Analysis of Fatality Ratios and the Factors That Affected Human Fatalities in the 2011 Great East Japan Tsunami	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Frontiers in Built Environment, Earthquake Engineering	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fbuil.2016.00032	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 Suppasri, A., Latcharote, P., Bricker, J. D., Leelawat, N., Hayashi, A., Yamashita, K., Makinoshima, F., Roeber, V. and Imamura, F.	4. 巻 58
2. 論文標題 Improvement of tsunami countermeasures based on lessons from the 2011 great east japan earthquake and tsunami -Situation after five years-	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Coastal Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 1-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0578563416400118	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 Macabuag, J., Rossetto, T., Ioannou, I., Suppasri, A., Sugawara, D., Adriano, B., Imamura, F. and Koshimura, S.	4. 巻 84
2. 論文標題 A proposed methodology for deriving tsunami fragility functions for buildings using optimum intensity measures	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Natural Hazards	6. 最初と最後の頁 1257-1285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11069-016-2485-8	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 Suppasri, A., Pakoksung, K., Charvet, I., Chua, C. T., Takahashi, N., Ornthammarath, T., Latcharote, P., Leelawat, N. and Imamura, F.	4. 巻 19
2. 論文標題 Load-resistance analysis: An alternative approach to tsunami damage assessment applied to the 2011 Great East Japan tsunami	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Natural Hazards and Earth System Sciences	6. 最初と最後の頁 1807-1822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.5194/nhess-19-1807-2019	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 Syamsidik, Benazir, Luthfi, M. Suppasri, A. and Comfort, L. K.	4. 巻 20
2. 論文標題 The 22 December 2018 Mount Anak Krakatau Volcanogenic Tsunami on Sunda Strait Coasts, Indonesia: tsunami and damage characteristics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Natural Hazards and Earth System Sciences	6. 最初と最後の頁 549-565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/nhess-20-549-2020	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 Mas, E., Paulik, R., Pakoksung, K., Adriano, B., Moya, L., Suppasri, A., Muhari, A., Khomarudin, R., Yokoya, N., Matsuoka, M and Koshimura, S.	4. 巻 -
2. 論文標題 Characteristics of Tsunami Fragility Functions Developed Using Different Sources of Damage Data from the 2018 Sulawesi Earthquake and Tsunami	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pure and Applied Geophysics	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00024-020-02501-4	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20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Anawat Suppasri, Kwanchai Pakoksung, Ingrid Charvet, Noriyuki Takahashi, Panon Latcharote, Natt Leelawat and Fumihiko Imamura
2. 発表標題 Tsunami Damage Assessment by Considering Wooden Building's Resistance Force
3. 学会等名 Asia and Oceania Geoscience Society(AOGS) (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Constance Ting Chua, Adam Switzer, Anawat Suppasri, Lin Lin Li, David Lallemand, Nigel Winspear, Susanna Jenkins and Amanda Yee Lin Cheong
2. 発表標題 Development of Tsunami Damage Fragility Curves for Coastal Infrastructure Based on the 2011 Great East Japan Tsunami
3. 学会等名 Asia and Oceania Geoscience Society(AOGS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Anawat SUPPASRI, Kwanchai PAKOKSUNG, Ingrid CHARVET, Noriyuki TAKAHASHI, Teraphan ORNTHAMMARATH, Fumihiko IMAMURA
2. 発表標題 New Building Damage Assessment Method Based on Numerical Tsunami Simulation and Analytical Force Estimation: Case study of the 2011 Tohoku tsunami
3. 学会等名 土木学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Anawat Suppasri, Teraphan Ornthammarat, Pennung Warnitchai and Fumihiko Imamura
2. 発表標題 Earthquake and Tsunami Disaster Risk Reduction Perspectives as Lessons from Japan to Thailand
3. 学会等名 アジア地震工学会 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Otake, T., Suppasri, A., Latcharote, P., Imamura, F., Leelawat, N. and Nguyen, D.
2. 発表標題 A global assessment of tsunami hazards over the last 400 years
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Chua, C. T., Li, L., Switzer, A., Suppasri, A., Jenkins, S. and Winspear, N.
2. 発表標題 Tsunami Damage Estimation for Coastal Infrastructure in Macau Based on Damage Fragility Curves Derived from the 2011 Japan Tsunami
3. 学会等名 14th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Imamura, F., Suppasri, A., Otake, T. and Latcharote, P.
2. 発表標題 Evaluation of global tsunami hazard for 400 years and future
3. 学会等名 International Tsunami Symposium (ITS2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Suppasri, A., Fukui, K., Yamashita, K., Leelawat, N., Hiroyuki, O. and Imamura, F.
2. 発表標題 Developing Fragility Functions based on data from aquaculture raft and eelgrass damaged by the 2011 Great East Japan tsunami
3. 学会等名 International Tsunami Symposium (ITS2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Anawat SUPPASRI, Kentaro FUKUI, Kei YAMASHITA, Hiroyuki OHIRA, Natt LEELAWAT and Fumihiko IMAMURA
2. 発表標題 Developing Fragility Functions Based on Aquaculture Raft and Eelgrass due to Tsunami Damage: A Case Study of Mangokuura Lake
3. 学会等名 第64回海岸工学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長谷川 夏来, サッパシー アナワット, 牧野嶋 文泰, 今村 文彦
2. 発表標題 東日本大震災での津波による被害実態に基づく推計曝露人口と人的被害の関係
3. 学会等名 第64回海岸工学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大竹 拓郎, サッパシー アナワット・Panon LATCHAROTE・今村 文彦
2. 発表標題 最新400年間の地震記録に基づく過去と将来のグローバル津波ハザード評価
3. 学会等名 第64回海岸工学講演会(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohtake, T., Suppasri, A., Latcharote, P. and Imamura, F.
2. 発表標題 A Global Assessment of Historical and Future Tsunami Hazards based on Seismic Records over last 400 years
3. 学会等名 World Bosai Forum 2017(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Suppasri, A., Kwanchai, P., Latcharote, P., Takanashi, N. and Imamura, F.
2. 発表標題 Is using of maximum flow depth from tsunami fragility functions overestimates wooden housing damage?
3. 学会等名 平成29年度 土木学会東北支部 技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川夏来・サッパシー アナワット・牧野嶋文泰・今村文彦
2. 発表標題 東日本大震災での建物被害データに基づく建物棟毎の流失確率予測式の提案
3. 学会等名 平成30年度 土木学会東北支部 技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Leelawat, N., Suppasri, A., Park, J., Charvet, I., Latcharote, P., Imamura, F., Iijima, J. and Abe, Y.
2. 発表標題 DamageEstimateApp: A mobile application that estimates building damages from tsunami disasters
3. 学会等名 International Conference on Urban Risks (ICUR2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hasegawa, N., Suppasri, A., Imamura, F. and Fumiyasu, M.
2. 発表標題 Analysis of fatality ratio in case of the 2011 Tohoku-Oki tsunami focusing on fine spatial scale
3. 学会等名 13th Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society (AOGS2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Latcharote, P., Suppasri, A., Hasegawa, N., Takagi, H. and Imamura, F.
2. 発表標題 Effect of breakwaters on reduction of fatality ratio during the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami
3. 学会等名 土木学会海岸工学講演会
4. 発表年 2016年



1. 発表者名 Latcharote, P., Leelawat, N., Suppasri, A. and Imamura, F.
2. 発表標題 Estimating equation of fatality ratio based on the 2011 Great East Japan tsunami for future tsunami loss assessment
3. 学会等名 10th Aceh International Workshop and Expo on Sustainable Tsunami Disaster Recovery (AIWEST-DR 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 福井謙太郎, Suppasri Anawat, 山下啓, 大平浩之, 今村文彦
2. 発表標題 東北地方太平洋沖地震津波による養殖施設・アマモ場への被害関数の推定
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Suppasri, A., Yamashita, K., Roeber, V., Hayashi, A., Ohira, H., Fukui, K., Hisamatsu, A. and Imamura, F.
2. 発表標題 Numerical simulation and field survey of the 2016 Fukushima earthquake and tsunami
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Matthew Foote, Rev John Hillier, Kirsten Mitchell-Wallace and Matthew Jones	4. 発行年 2017年
2. 出版社 John Wiley & Sons	5. 総ページ数 536
3. 書名 Natural Catastrophe risk management and modelling: A practitioners guide	

1. 著者名 今村文彦, 佐藤翔輔、サッパシー アナワット, 日野亮太	4. 発行年 2017年
2. 出版社 帝国書院	5. 総ページ数 56 (34-35)
3. 書名 わかる! 取り組む! 災害と防災 2 津波	

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----