

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01678

研究課題名（和文）南海トラフ地震津波による石油流出火災シミュレーションと津波避難ビルの火災被害予測

研究課題名（英文）Numerical Analysis of Tsunami-Triggered Oil Spill Fires Following Megathrust Earthquakes in the Nankai Trough Subduction Zone and Their Impacts on Tsunami Vertical Evacuation Buildings

研究代表者

西野 智研（Nishino, Tomoaki）

京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号：00609894

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,800,000円

研究成果の概要（和文）：巨大津波が発生すると、沿岸部の石油コンビナートでは危険物タンクが破壊され、大量の石油が海上に流出する可能性がある。流出した石油に万が一火が点くと、火災が拡大して大規模な海上火災に発展し、津波避難ビルに被害をもたらすなどの二次災害の発生が懸念される。本研究では、こうした津波起因の石油流出火災に対する備えの向上に資することを目的として、津波起因の石油流出火災の被害を予測するモデルを開発した。石油コンビナートを有する大阪港にモデルを適用し、南海トラフ地震津波を想定した数値シミュレーションを実施して、火災が時間とともに拡大していく様子や火災から大きな熱的影響を受ける範囲を数値的に明らかにし可視化した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地震火災（地震動に起因する同時多発火災）とは異なり、津波に起因する火災（津波火災と呼ばれる）は東日本大震災後の火災調査によって重要性が明らかになった新しいタイプの大規模火災である。このため、先行研究がほとんどなく、本研究の成果は、火災安全工学と津波工学の知見を融合させながら独自に創造した理論に基づいている。津波避難ビルには津波火災のリスクが存在するという観点が災害リスク管理の枠組みから抜け落ちている現状において、本研究の成果は、政府などの地震被害想定で活用可能なツールを提供するとともに、南海トラフ地震津波に伴う石油流出火災被害の予測を通して、津波避難ビルの適切な火災安全対策を促すものである。

研究成果の概要（英文）：Tsunami-triggered oil spill fires that occurred at Kesenuma Bay after the 2011 Tohoku earthquake have highlighted a critical challenge of how the safety of tsunami vertical evacuation buildings should be ensured from such tsunami fires. However, current disaster risk management in Japan still lacks preparedness against tsunami fires because their quantitative hazard assessment framework has not been established.

This study developed a model for numerically simulating dynamic behavior of tsunami-triggered oil spill fires and their thermal impact. The developed model was applied to petrochemical industries along the Osaka Bay. A hazard map that displays the spatial distribution of maximum radiant heat flux at any point in time was created in a possible tsunami scenario following a Nankai Trough earthquake. The results are useful for understanding how large an area will be exposed to high thermal radiation and which tsunami vertical evacuation buildings will be in danger from fires.

研究分野：建築・都市防火

キーワード：津波火災 被害予測モデル 石油流出火災 石油コンビナート 津波避難ビル 津波避難タワー 南海トラフ地震 地震被害想定

## 1. 研究開始当初の背景

2011年の東北地方太平洋沖地震に伴う津波により、宮城県の気仙沼湾では大規模な石油流出火災が発生した（写真1）。津波で破壊された22基の石油貯蔵タンクから、約7,530kLもの船舶用の燃料油が流出し、火の点いた何らかの漂流物によって海上で引火したと考えられている。この石油流出火災は林野や建物に延焼し複数の二次火災を生じさせた。特に、石油流出火災が津波避難ビルの一部を焼損させ、中に避難していた人々が危険に曝された事例が報告されており、津波起因の石油流出火災がもたらす二次災害の問題が浮き彫りになった。

東北地方太平洋沖地震で発生したような巨大津波は、南海トラフ地震により近い将来にも発生することが予想されており、沿岸部の石油コンビナートとその周辺地域では、石油流出火災による被害が懸念される。しかし、政府や自治体の地震被害想定では、津波起因の石油流出火災の被害が定量的に予測されていないため、こうした火災に対しては備えが十分であるとは言えない。例えば、津波避難ビルの指定では、地震や津波に耐えるような構造であることが要件とされているものの、津波避難ビルがこうした火災を受けた際の安全性については考慮されていない。津波避難ビルの火災安全対策を適切に検討するためには、津波起因の石油流出火災の被害予測手法を開発し、南海トラフ地震津波による石油流出火災の全体像を数値的に予測することが重要になる。



写真1 東北地方太平洋沖地震に伴う津波により気仙沼湾で発生した石油流出火災（小野寺亮介氏提供。上：2011年3月11日17時53分に撮影。下：同日18時00分に撮影）

## 2. 研究の目的

本研究では、将来、南海トラフ地震が発生した際の津波により、石油コンビナート周辺での発生が予想される石油流出火災に着目し、「津波で流出した石油がどのように拡がり、それに火が点いた場合に火災がどのように拡大するのか」および「火災から大きな熱的影響を受ける範囲はどのようになるのか」を数値的に明らかにすることを目的とする。また、津波避難ビルや津波避難タワーが津波に起因する火災に曝された時の安全性を数値的に調べ、火災安全の観点から津波避難ビルや津波避難タワーの設計で注意すべき点について示唆を得る。

## 3. 研究の方法

### (1) 津波による石油流出火災の燃焼拡大性状予測モデルの開発と検証

津波による石油の拡がりや石油に引火後の火災の燃焼拡大をモデル化し、津波時の石油流出火災の燃焼拡大を動的に予測する数値シミュレーションのための計算プログラムを作成する。具体的には、津波時の石油流出火災を津波に流されながら燃焼する油粒子の集合と捉え、津波の伝播・浸水シミュレーションから予測される津波の流況に基づいて、時々刻々の油粒子の位置や油粒子間の延焼を予測することによって、火災全体の燃焼拡大性状の予測につなげる。油はある厚さを有する円板の形をした粒子の集まりであるとみなし、個々の油粒子の位置は津波の伝播・浸水シミュレーションから予測される平面2次元の流速場を基に予測する。燃焼範囲はそれぞれの油粒子ごとに決定されるものとし、油粒子の中心から油の厚さに依存した速度で同心円状に拡がり、それが未燃の油粒子と接触することによって、粒子間の延焼が生じると仮定する。この燃焼範囲の拡大速度や燃焼油粒子からの発熱速度は、火災安全工学の物理的な知見に基づいてモデル化する。油粒子の厚さが1mm未満となると、燃焼を持続できず消炎すると仮定する。

モデルの妥当性を検証するため、宮城県の気仙沼湾で発生した石油流出火災の再現シミュレーションを行い、延焼動態の計算結果を消防本部の火災調査報告と比較することによって、モデルが当時の火災拡大の定性的な傾向を説明できることを確認する。

## (2) モデルの石油コンビナート地域への適用と火災ハザードマップの作成

開発した津波起因の石油流出火災モデルを大規模な石油コンビナートを有する大阪港に適用する。東南海・南海地震を想定した津波の伝播・浸水シミュレーションとそれに基づいた石油流出火災シミュレーションを行い、「津波で流出した石油がどのように拡がり、それに火が点いた場合に火災がどのように拡大するのか」を予測する。また、火災からの最大輻射熱流束の空間分布を表示した「津波誘発石油流出火災ハザードマップ」を作成し、火災から大きな熱的影響が及ぶ範囲を可視化する。特に、津波避難ビルの位置を火災ハザードマップに重ね合わせることによって、火災により危険が及ぶ可能性のある津波避難ビルを特定し、必要な対応を提言する。

## (3) 津波後の火災を受ける鉄骨造の津波避難ビル・タワーの安全性に関する数値解析

鉄骨造の津波避難ビルと津波避難タワーを対象に、地震力と津波波力による構造物の応答解析と火災加熱による応答解析を連成させることによって、津波後の火災を受ける構造物の安全性を評価可能な手法を開発する。また、開発した手法を津波避難ビルや津波避難タワーの設計例に適用し、火災安全の観点から津波避難ビルや津波避難タワーの設計で注意すべき点について示唆を得る。

## 4. 研究成果

### (1) 津波による石油流出火災の燃焼拡大性状予測モデルの開発と検証

図1に、東北地方太平洋沖地震津波による気仙沼湾の石油流出火災シミュレーションの結果を示す。黒色の領域が未燃の油粒子が存在する領域を、赤色の領域が燃焼中の油粒子が存在する領域を表す。津波の伝播・浸水シミュレーションには、Goto et al. (1997)の数値解析コードを使用し、初期水位分布はFujii et al. (2011)の津波断層モデルから計算した。石油の流出地点は石油貯蔵タンクが発見された場所とし、石油貯蔵タンクの発見場所や石油の流出量および海上での火災の発生地点と発生時刻は、消防本部の調査結果（気仙沼・本吉地域広域行政事務組合消防本部，2012）を基に設定した。

火のついた油粒子が津波で流されながら、周辺の油粒子に火を点けることによって、燃焼領域が大きく変化していることが分かる。最初、図で言う湾の南部で発生した火災は、津波で流されて北へと拡大し、湾の北部に達して大規模化していることが分かる。消防本部の調査結果によると、17時30分頃に二ノ浜地区の海上（図1で言う湾の南部）で発生した火災は、小々汐地区の海岸線に沿って北へ拡大した後、魚市場側の海岸線を通して内湾に入り、浪板、大浦、小々汐地区の海沿いに堆積していたガレキに延焼するとともに、大浦、小々汐地区の山林に飛び火した。計算された石油流出火災の拡大傾向は、このような消防本部の調査結果や複数の火災写真から推測される火災の拡大傾向と概ね一致しており、モデルは当時の火災拡大の定性的な傾向を説明できていると考えられる。

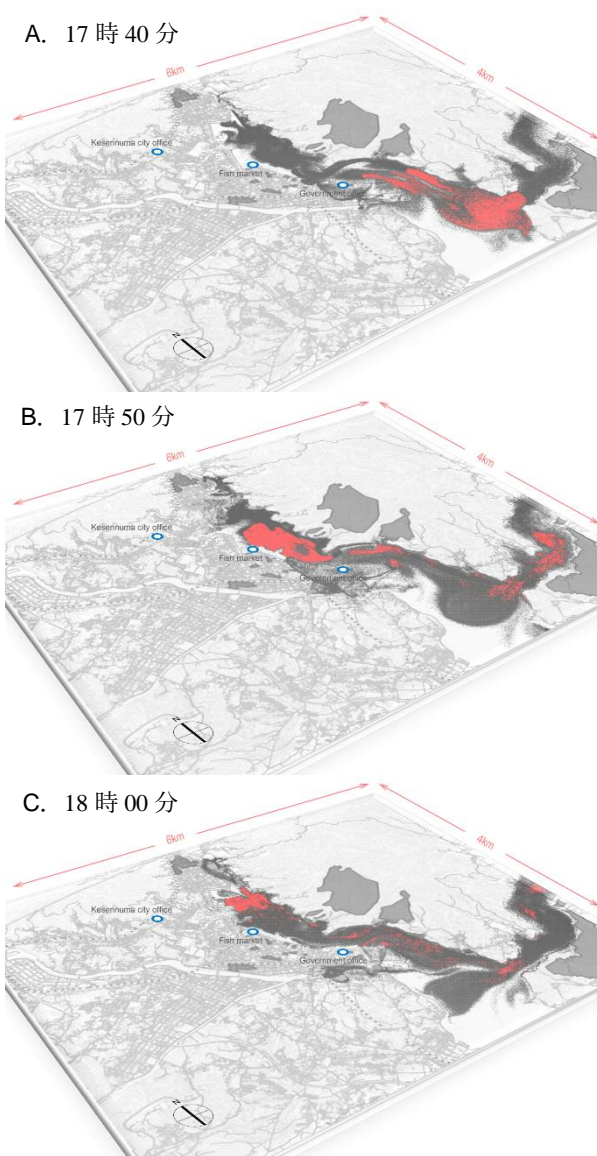


図1 東北地方太平洋沖地震津波による気仙沼湾の石油流出火災シミュレーションの結果

### (2) モデルの石油コンビナート地域への適用と火災ハザードマップの作成

図2に、開発した津波起因の石油流出火災モデルを大阪港に適用することによって作成したハザードマップのうちの数例（ここでは、四つの例）を示す。このハザードマップは、ある一つ

の津波シナリオの下で、海上での火災の発生時刻と発生場所を複数ケースに変化させ、それぞれのケースについて火災からある地点に入射する最大輻射熱流束（あらゆる時点の輻射熱流束の最大値）の空間分布を可視化したものである。また、ハザードマップに津波避難ビルの位置（黒塗りのプロット）を重ねてある。各ケースとも、地震から8時間後までの石油流出火災シミュレーションを行った。マグニチュード8.6の東南海・南海地震を想定し、津波の伝播・浸水シミュレーションの初期水位分布は、中央防災会議の津波断層モデルから計算した。また、石油の流出地点は簡単のため石油貯蔵タンクの設置場所とし、石油の流出量は大阪府による被害想定結果を基に設定した。

火災から大きな輻射熱が及ぶ範囲は海上での火災の発生時刻と発生場所によって大きく異なる結果となった。人間の耐放射限界である $2\text{kW/m}^2$ を超える範囲を危険範囲とみなすと、その大きさは最大のケースで約 $16\text{km}^2$ であり、石油コンビナートと周辺の市街地が含まれる。最悪のケースでは、一棟の津波避難ビルに延焼する恐れのある強さの輻射熱が伝わる事が明らかとなった。また、延焼する恐れのない津波避難ビルでも、さえぎるものがない屋上などに避難者がいれば、皮膚熱傷が生じるほどの強さの輻射熱を受ける恐れのあるものが十棟あることが分かった。延焼する恐れのある津波避難ビルやそうではないものの人間の皮膚熱傷を引き起こすような強い輻射熱流束を受ける恐れのある津波避難ビルについては、建物の構造（例えば、耐火構造であるか）や防火対策の充実度（例えば、防火区画の配置の状況など）を調査し、津波火災から避難スペースを保護できるのかについて診断するとともに、診断結果によっては防火改修の実施や避難スペース面積の変更、指定の見直し等について検討する必要がある。

津波避難ビルには津波火災のリスクが存在するという観点が災害リスク管理の枠組みから抜け落ちていた現状において、本成果は、将来発生する可能性のある一つの津波シナリオの下で、大阪港の石油コンビナート周辺のどの津波避難ビルに石油流出火災の危険が及ぶのかを推定し、津波避難ビルに避難した人々を津波火災から守るために必要な対応を提言するものである。特に、通常は津波による直接的な影響のみが考慮されることが多いのに対し、これまで考慮されてこなかった津波に誘発される二次災害に着目し、その影響を定量的に調べている。これは、現状の津波避難計画をより適切なものに改善し、将来の南海トラフ地震に伴う人的被害の軽減に貢献できる成果であると考えられる。ただし、ここでの計算結果は、ある一つの津波シナリオの下で限られたケースの火災ハザードを調べたものであることに注意する必要がある。津波起因の石油流出火災の性状は出火の位置や時刻によって変化するだけでなく、津波の流況にも大きく影響されることから、対策の適切な検討のためには、津波や出火の不確実性を考慮した確率論的な火災危険性の評価手法の開発が今後の課題となる。

なお、自然災害に起因する産業事故はNatech (Natural Hazards Triggering Technological Disasters) と呼ばれ、津波起因の石油流出火災はその一種である。2015年に開催された第3回国連防災世

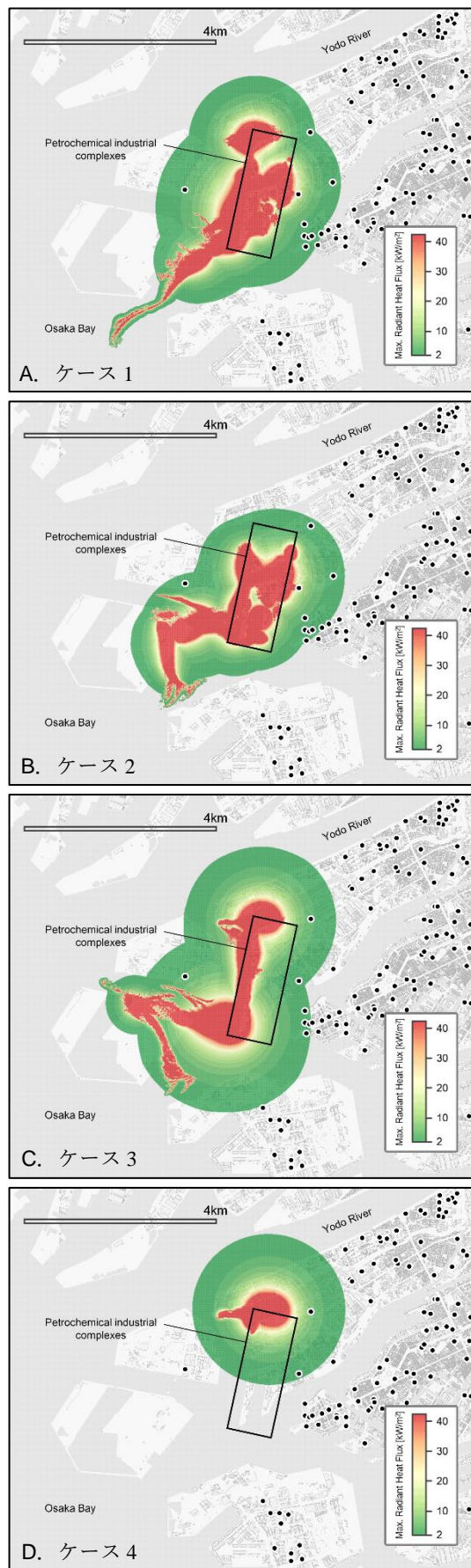


図2 南海トラフ地震を想定した大阪港の津波誘発石油流出火災ハザードマップ(最大輻射熱流束の空間分布)と津波避難ビルの位置(海上での火災の発生時刻と発生場所を複数ケースに変化させて評価したうちの四つのケース)

界会議では、Natech に関する議論が初めて行われ、Natech による災害リスク低減が仙台防災枠組 2015-2030 に取り入れられた。本研究は、こうした国際的な防災の取り組み指針に沿うもので、Natech に関する先行研究でも殆ど着目されていない津波起因の石油流出火災に着目し、防災アセスメントに利用可能な解析枠組みを世界に先駆けて開発したものである。実際に、UNDRR (国連防災機関) が自然災害起因の産業事故に対するアジア太平洋地域の災害リスク管理の枠組みをまとめた報告書 (Asia-Pacific Regional Framework for Natural Hazards Triggering Technological Disasters Risk Management, 2020) では、本研究の成果 (Nishino and Takagi, 2020) の重要性が強調されている。

### (3) 津波後の火災を受ける鉄骨造の津波避難ビル・タワーの安全性に関する数値解析

津波後の火災を受ける津波避難ビルや津波避難タワーには、

- ①構造安全性 (火災による倒壊の防止)
- ②避難スペースの安全性 (火災からの避難者の保護)

の二つの性能が必要になる。

鉄骨造の津波避難ビルでは、耐火被覆が津波で脱落する可能性が高いため、火災加熱を受けると構造部材の温度が急速に上昇し、耐力が低下して荷重を支持できなくなり倒壊する危険性がある。なお、建物の内部が防火区画によって複数に区切られていれば、津波火災を受けた場合であっても、防火区画間を移動することによって籠城できる可能性がある。一方、鉄骨造の津波避難タワーでは、耐火被覆が施されていないことが多いものの、構造部材が支持する荷重がさほど大きくないため、倒壊する危険性は少ないと考えられる。しかし、津波避難タワー上部の避難スペースが壁や屋根で囲われておらず、外気に開放されているものもあり、津波火災から発生する輻射熱や煙の影響を直接受ける危険性がある。津波火災から避難者を保護するためには、津波避難タワー上部の避難スペースを壁や屋根で囲うことが重要になるが、それでも、避難スペースの室温は高温になる可能性がある。ここでの数値解析はこうした観点から実施した。

津波避難ビルとして例題的に設計された 10 階建ての鉄骨造事務所が津波火災を受ける状況を仮定し耐火性能 (火災時の構造安全性) の定量的な評価を行った。耐火性能評価は、①地震動や津波による構造部材の損傷 (架構の残留変形として扱った) と津波波圧による外壁や耐火被覆の脱落を決定する、②火災温度の時刻歴から構造部材の時々刻々の温度を求め、火災応答解析により架構の崩壊時間を予測する、③予測された崩壊時間を火災継続時間と比較し、倒壊の有無を判定する、という手順で実施した。その結果、地震や津波による構造体の損傷に比べ、耐火被覆の脱落が崩壊時間の短縮に大きく影響することが分かった。特に、建物外周部の構造上重要な柱 (キーエレメント) が高温化すると、転倒型の崩壊が起き崩壊時間が短くなる。柱・梁の耐火被覆は、地震や津波により損傷・脱落することが無いものを使用する必要がある。特に、耐衝撃性に劣る耐火被覆の使用や外壁の脱落が柱・梁の耐火被覆の脱落に直接的な影響が無いように、合成耐火被覆等の工法には十分に留意する必要がある。

現存する津波避難タワーを参考に設計した 3 階建ての鉄骨造津波避難タワーが津波火災を受ける状況を仮定し、耐火性能 (火災時の構造安全性) の評価と避難スペースの安全性について定量的な評価を行った。耐火性能評価は、津波避難ビルを対象にした解析と同様の手順で行った。避難スペースの安全性については、数値流体力学シミュレーション (Fire Dynamics Simulator を使用) を用いて避難スペースの温度や煙の侵入を数値的に調べた。その結果、中高層の建物と比較して 1 階の柱にかかる荷重が小さいため、耐火被覆が施されていない津波避難タワーであっても崩壊は起こりづらく、津波火災に対して倒壊防止を達成できる可能性があることが分かった。しかし、津波避難タワー上部の避難スペースを壁や屋根で囲ったとしても、避難スペースが床下から加熱される可能性があるため、床面温度の上昇とそれに伴う室温の上昇により、避難者はやけどや熱中症等を引き起こす可能性があることが分かった。

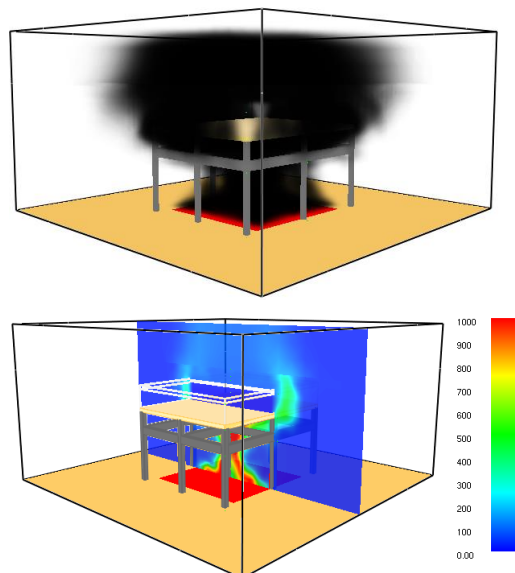


図 3 津波後の火災を受ける津波避難タワーの数値流体力学シミュレーション (上: 煙流動性状, 下: 断面温度分布)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3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 Eri ITO, Kenichi NAKANO, Haruko SEKIGUCHI, Hiroshi KAWASE	4. 巻 No.63B
2. 論文標題 Strong Motion Simulation for the 1944 Tonankai Earthquake Based on the Statistical Green's Function Method and Stochastic Representation of Complex Source Process	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 DPRJ Annuals	6. 最初と最後の頁 1-16
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nishino, T., Takagi, Y.	4. 巻 42
2. 論文標題 Numerical Analysis of Tsunami-Triggered Oil Spill Fires from Petrochemical Industrial Complexes in Osaka Bay, Japan, for Thermal Radiation Hazard Assessment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Disaster Risk Reduction	6. 最初と最後の頁 101352
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ijdr.2019.101352	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 Nishino, T., and Imazu, Y.	4. 巻 54
2. 論文標題 A Computational Model for Large-Scale Oil Spill Fires on Water in Tsunamis: Simulation of Oil Spill Fires at Kesenuma Bay in the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Loss Prevention in the Process Industries	6. 最初と最後の頁 37-48
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jlp.2018.02.009	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 小平康智・鈴木淳一・西野智研・近藤史朗・大宮喜文	4. 巻 69
2. 論文標題 津波火災を受ける鉄骨造津波避難ビルの耐火性能評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本火災学会論文集	6. 最初と最後の頁 1-14
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18件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 永尾誠也・西野智研・鈴木淳一・野竹宏彰
2. 発表標題 2016年熊本地震による防火関連設備被害の分析 - その1 アンケート調査の結果 -
3. 学会等名 2020年度日本火災学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西野智研・永尾誠也・鈴木淳一
2. 発表標題 2016年熊本地震による防火関連設備被害の分析 - その2 被害と最大床応答加速度の統計的な関係 -
3. 学会等名 2020年度日本火災学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西野智研
2. 発表標題 建築物の地震後の防火機能維持・回復性の観点からの継続使用性の定量的評価
3. 学会等名 レジリエント建築シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀井怜生・鈴木淳一・王兪翔・大宮喜文
2. 発表標題 火災時における損傷を被った耐火被覆鋼梁の数値解析
3. 学会等名 日本建築仕上学会2020年大会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 王兪翔・鈴木淳一・西野智研・堀井怜生・大宮喜文
2. 発表標題 津波漂流物火災を受ける鉄骨造津波避難タワーの受熱性状
3. 学会等名 日本建築仕上学会2020年大会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀井怜生・鈴木淳一・王兪翔・大宮喜文
2. 発表標題 損傷した耐火被覆鋼部材の温度上昇特性 一面から加熱を受ける場合の数値解析による鋼材温度予測
3. 学会等名 2020年度日本火災学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Takagi, S. Numata, T. Hino
2. 発表標題 Numerical estimation of the behavior of oil storage tank under tsunami inundation by using fluid-structure interaction analysis
3. 学会等名 The 5th International Symposium on Natural and Technological Accident Risk Reduction at Large Industrial Parks (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Takagi, S. Numata, T. Hino
2. 発表標題 Numerical prediction of the buckling risk of oil storage tank under tsunami inundation
3. 学会等名 The 31st (2021) International Ocean and Polar Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 鈴木淳一・小平康智・西野智研・大宮喜文
2. 発表標題 津波避難タワーの耐火性能評価に関する基礎的研究
3. 学会等名 2019年度日本建築学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永尾誠也・西野智研・鈴木淳一・川瀬博
2. 発表標題 2016年熊本地震による防災設備等の被害状況に関するアンケート調査
3. 学会等名 2019年度日本地震工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takagi, Y., Tazawa, R., Hino, T., Kawamura, Y.
2. 発表標題 Numerical estimation of the motion of oil storage tank for tsunami wave with fluid-structure interaction analysis
3. 学会等名 The Twenty-ninth (2019) International Ocean and Polar Engineering Conference (ISOPE-2019), 19TPC-0631, June 16-21 (2019), Hilton Hawaiian Village, Honolulu, Hawaii, United States (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nishino, T., and Takagi, Y.
2. 発表標題 Tsunami-Induced Oil Spill Fire Simulation in the Vicinity of Petroleum Industries in Japan
3. 学会等名 14th Global Congress on Process Safety (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西野智研・高木洋平・今津雄吾
2. 発表標題 津波による石油流出火災の燃焼拡大性状予測モデルの開発
3. 学会等名 第15回日本地震工学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西野智研・鈴木淳一・近藤史朗・小平康智・大宮喜文
2. 発表標題 津波火災を受ける鉄骨造津波避難ビルの耐火性能評価 その1 評価手法の概念
3. 学会等名 2018年度日本火災学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小平康智・鈴木淳一・西野智研・近藤史朗・大宮喜文
2. 発表標題 津波火災を受ける鉄骨造津波避難ビルの耐火性能評価 その2 設計例を対象にしたマルチハザード応答解析
3. 学会等名 2018年度日本火災学会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takagi, Y.
2. 発表標題 Numerical Prediction of the Oil Spill Triggered from Tsunami at the Japan Coastal Area with Chemical Complex
3. 学会等名 The 12th International Seminar of Port-city Universities League (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高木洋平・田澤怜士・日野孝則・川村恭己
2. 発表標題 流体構造連成解析による津波越流状態でのタンク挙動解析
3. 学会等名 オープンCAEシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高木洋平・田澤怜士・日野孝則・川村恭己
2. 発表標題 流体構造連成解析を用いた石油タンクへの津波の影響評価
3. 学会等名 第32回数値流体力学シンポジウム
4. 発表年 2018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	鈴木 淳一  (Suzuki Jun-ichi)  (10453846)	国土技術政策総合研究所・建築研究部・主任研究官   (82115)	
研究分担者	高木 洋平  (Takagi Youhei)  (40435772)	横浜国立大学・大学院工学研究院・准教授   (12701)	
研究分担者	川瀬 博  (Kawase Hiroshi)  (30311856)	京都大学・防災研究所・特定教授   (14301)	

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 分 担 者	関口 春子  (Sekiguchi Haruko)  (20357320)	京都大学・防災研究所・准教授     (14301)	

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