

2. 8 創成情報発信研究

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 創成情報発信研究

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人防災科学技術研究所	副本部長 副部門長 主任研究員 特別研究員 特別研究員 主任研究員 特別研究員 特別研究員 特別研究員	高橋 成実 中村 洋光 近貞 直孝 水井 良暢 崔 青林 李 泰榮 池田 真典 松川 杏寧 大塚 理加
国立研究開発法人海洋研究開発機構	副主任研究員 技術スタッフ シニアスタッフ 事務副主幹	今井健太郎 大林 涼子 長田 啓志 小柳津昌久
国立大学法人香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構	特任教授 教授 特命教授 技術補佐員 研究協力課係員	金田 義行 野々村敦子 藤澤 一仁 高橋 真里 磯道 智也
国立大学法人徳島大学環境防災研究センター	教授 助教 助教	馬場 俊孝 湯浅 恭史 金井 純子
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	准教授 特任准教授 准教授 特任教授 特任准教授 研究員	中井健太郎 島崎 敢 平山 修久 新井 伸夫 都築 充雄 千葉 啓広
公立大学法人兵庫県立大学	教授	阪本真由美
人と未来防災センター	研究員	高原 耕平
静岡県公立大学法人静岡県立大学	特任准教授	楠城 一嘉
国立大学法人大分大学	教授	小林 祐司

(c) 業務の目的

地域防災力の向上のために、事前準備、災害時対応及び災害後対応の各ステージで各種情報を地域の防災に活用するための情報発信の在り方を探る。サブ課題1の理学的な成果とサブ課題2の工学・社会的な成果を、地殻変動や地震活動等、異常な現象が発生した時にどのように活かすか、これまでの南海トラフ巨大地震関連のプロジェクトの地域研究会での議論も参考に、情報発信検討会を共通の防災上の特性を有する複数の地域で開催して検討する。検討には、気象庁からの南海トラフ地震臨時情報・解説情報の発表のケースを念頭に、これまで地震調査研究推進本部から公表されているハザードマップや各種情報も入力情報として使用する。研究成果を直接的に防災に活かせるよう、地域毎に異なる防災上の課題を整理し、その解決手段を講じる。つまり、単に研究成果を防災情報としてアウトプットするだけでなく、正しくかつ効果的に防災情報を利用し適切な防災行動につなげてもらう必要がある。例えば、津波浸水を考えた場合、浅い浸水深が安心情報になってはいけない。それは、浸水評価の誤差の問題のみならず、浅い浸水深は瓦礫集積や津波火災の可能性を示唆するからである。個々人の知識と経験から、各地域が防災上のリーダーシップをとって行動に移すことができる体制の構築を目指し、災害対応評価システムを構築して、本プロジェクトの成果の地域への貢献度を評価する。この評価のために、地方自治体や地域の研究者の協力を仰ぎ、特定多数における情報リテラシーを計測する。また、これらの取り組みや分析結果について、情報発信検討会を通じて地域と共有して検証し、次の防災力向上の計画へとつなげる。

(d) 5か年の年次実施計画

1) 令和2年度：

各自治体や企業との関係において、情報発信検討会の協力体制を構築し、防災上の特性を踏まえ、津波、内陸地震・支援、産業、複合災害の4つをテーマに設定し、第1回を合同で開催した。地震津波複合被害調査手法を検討し、津波浸水計算、津波瓦礫計算、軟弱地盤による構造物の応答計算手法を検討し、対象地域を特定した。災害対応評価システムを設計し、試作し、試験的に調査を実施、分析した。

2) 令和3年度：

各自治体や企業との協力関係に基づき、ハザード評価、複合災害対応、事業継続、人材育成の4つのテーマで情報発信検討会を年2回実施した。地震津波複合被害調査手法を、津波浸水計算、津波瓦礫計算、軟弱地盤による構造物の応答計算の手法で特定し、地域防災に大きく影響する要素を計算、地域に提示した。災害対応評価システムによる調査と分析を進め、必要に応じてシステムの改良を行った。

3) 令和4年度：

前年度に引き続き情報発信検討会を各テーマで年2回実施する。地震津波複合被害調査の計算を進め、地域におけるシステム化を検討する。前年度に引き続き災害対応評価システムによる調査と分析を進め、防災特性共通地域ごとに情報リテラシー向上に向けて、定量化を進める。

4) 令和5年度：

前年度に引き続き情報発信検討会を各テーマで年2回実施する。地震津波複合被害

調査の結果を地域に実装する検討を進める。前年度に引き続き災害対応評価システムによる調査と分析を進め、防災特性共通地域ごとに情報リテラシー向上に向けて、定量化する。

5) 令和 6 年度：

前年度に引き続き情報発信検討会を各テーマで年 2 回実施する。地震津波複合被害調査の結果を地域に実装する。前年度に引き続き災害対応評価システムによる調査と分析を進め、情報リテラシー向上の成果を地域に還元し、必要に応じて地域に技術移転する。

(e) 令和 3 年度業務目的

各地域の防災上の特性を分類し、その特性に応じ、インターネットを活用して、情報発信検討会を開催する。気象庁から発表される臨時情報を念頭に、サブ課題 1 とサブ課題 2 から提供される研究成果を踏まえ、津波被害や地殻活動モニタリングの情報を共有する仕組みを検討する。また、一部の地域を対象に、津波被害が想定される地域での漂流物の評価や軟弱地盤の現状評価を進め、防災対策検討の一助とするよう、地域との連携を強める。これらの情報を適切に利活用されるように特定多数を対象とした情報リテラシー向上に向けた災害対応評価システムの設計・試作を行い、この取り組みへの地域との協力体制を構築する。

(2) 令和 3 年度の成果

①地域の防災上の課題評価

(a) 業務の要約

津波瓦礫予測手法について、建物倒壊を判定して、車両や船舶を含め、瓦礫の動きを計算、漂流の状況进行评估する方法と、被害関数をもとに津波瓦礫の厚さ分布を計算する 2 つの手法を瓦礫計算手法として確立した。前者については、津波瓦礫の動きを計算し、現在既に尾鷲市に実装されている DONET を用いた津波即時予測システムと紐づけて、津波被害即時予測システムをして実装した。この手法を宮崎県延岡市にも適用すべく、大瀬川や五ヶ瀬川の流域で地形データを作成中である。後者については、津波瓦礫の厚さ分布を、宮崎県延岡市を対象に評価するため、津波氾濫解析に用いる標高に建物の起伏情報を考慮した合成地形モデルを作成、従来のハザードマップからは読み取れなかった津波ハザード情報について検討した。今後は津波瓦礫評価の検討に移行する予定である。

軟弱地盤解析については、徳島県那賀川下流域の河川堤防を対象に水～土連成弾塑性有限変形解析による耐震性再照査を実施、嵩上げと地盤改良による対策を実施すると健全性を確保できることを確認した。一方、地盤被害を拡大させる危険性も示した。従来法では、粘性土層が適切にモデル化されていないことに加えて、地震動の長周期成分が十分には考慮されていないため、被害を過小評価してしまう危険性を指摘した。今後は、地盤は土の種類や密度、地下水位面の位置など、多くの不確実性が地盤被害に及ぼす影響を把握するとともに、不確実性を定量化することが求められる。

(b) 業務の成果

i) 複合的なハザード評価について

昨年度、地震津波複合災害の評価手法として、軟弱地盤による河川や海岸の構造物への影響を評価し、津波災害について、特に津波瓦礫に着目して評価する方針を打ち立てた。津波瓦礫については、2種類の評価手法を検討、取り入れることとした¹⁾。

1つ目は、建物倒壊判定を通して、瓦礫の漂流を評価するものである²⁾(ii節)。津波は押し波と引き波が交互に襲来し、津波浸水や河川遡上と氾濫に応じて、瓦礫の発生量が増加する。発生した瓦礫の一部分は、海洋に流れ出し、特に湾内では、長くそこにとどまることになる。これらの評価は、河川流域や港湾部の状態把握につながる。2つ目は、東北地方太平洋沖地震時の津波の被害関数に基づき、瓦礫堆積物の厚さ分布を評価するものである³⁾(iii節)。この方法は、漂流の状態を追う1つ目の方法よりも簡便で、広域の評価に対応しやすい。この2種類の評価手法を併用することとした。これらの実施には、地域の建物情報他、様々な情報が必要であるが、三重県尾鷲市、宮崎県延岡市、高知県四万十市を念頭に検討を進めた。

軟弱地盤応答に基づく強震被害評価において、宮崎県延岡市、高知県四万十市に加え、徳島県那賀川流域での検討を進めた。河川堤防の地震時変状を水～土連成有限変形解析コード GEOASIA⁴⁾の適用を念頭に公開されているボーリング情報に基づいて、検討を進めた(第iv節)。

ii) 建物倒壊を考慮した津波瓦礫漂流評価

昨年度、小園他(2017)²⁾の手法をもとに三重県尾鷲市を例に評価手法を確立した。この方法は、浸水深に応じて、建物倒壊を判別し、津波の押し波と引き波による瓦礫の動きを計算するものである。評価対象には、建物倒壊による瓦礫のみならず、車両や船舶の動きも含まれている。この方法は、津波によって発生した瓦礫の漂流を評価するため、沿岸の緊急輸送道路を含む主要道路やインフラ、湾内の漂流物による港湾部利用の可否等の状況をイメージすることが可能になる。

今年度は、延岡市の大瀬川や五ヶ瀬川の河口周辺の建物情報のモデル化を進め、来年度以降の漂流評価に向けて、準備を進めた。また、昨年度計算した三重県尾鷲市の漂流の計算結果を用いて即時予測システム化を行った。

三重県尾鷲市には、これまで地震・津波観測監視システム^{5), 6)}(Dense Oceanfloor Network system for Earthquake and Tsunamis, DONET)を用いた津波即時予測システムを構築し、同市防災センターに実装していた⁷⁾。このシステムは、DONETで観測した地震データと水圧データをもとに、津波最早到達走時、津波最大高、津波浸水エリア、津波浸水深、計算された沿岸の津波波形を表示するもので、DONETでの観測値に応じて、予測情報が毎秒更新されるシステムである⁸⁾。このシステムは、南海トラフ沿岸に沿って、深度、傾斜、マグニチュード、位置を変えて1506ケースの断層モデルから構成されるデータベースを抱え、入力される各DONET観測点からの水圧値に応じて、予測情報を作成している。地震データと水圧データそれぞれにトリガーをかけ、そのトリガー情報から断層モデルを絞り込み、予測の精度向上を図っている。

そこで、ここで採用した津波瓦礫の漂流の評価を、津波即時予測システムで予測する

津波浸水評価をつなげ、DONET による津波瓦礫予測システムとして構築し、尾鷲市に実装した（図 2-8-①-1）。

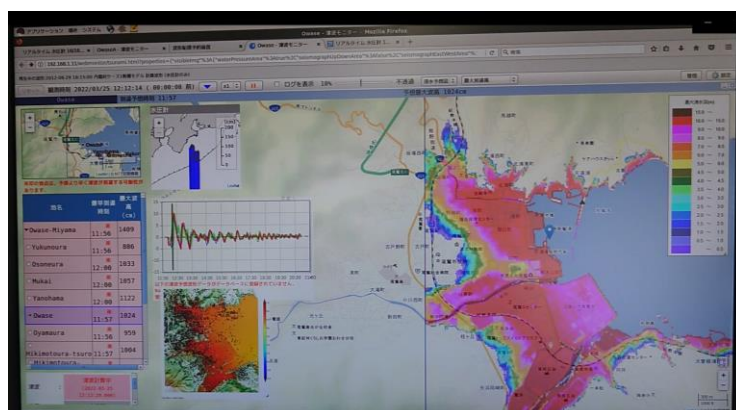


図 2-8-①-1 尾鷲市に実装した津波被害即時予測システムの画面例。

iii) 津波瓦礫の厚さ分布評価

南海トラフ巨大地震の影響を強く受ける地域からモデル地区を選定し、詳細なハザード評価とそれに対する対応策について、情報発信検討会を通じて検討していくことを目的として、モデル地区の自治体と連携し、詳細な諸情報のご提供とそれに基づいたハザード解析を進めている。当該年度では、ハザード評価を実施するモデル地区の一つである延岡市を対象として、延岡市から提供頂いた土地利用情報から、詳細な津波氾濫解析に用いる標高に建物の起伏情報を考慮した合成地形モデル⁹⁾を作成した。さらに市街地中心部を流れる河川の護岸データを実地踏査も踏まえて作成した。これらを空間分解能 10/3m の高分解能な合成地形モデルに組み込んだ。この合成地形モデルを用いて内閣府¹⁰⁾の波源断層モデルによる津波氾濫解析を実施し、従来のハザードマップからは読み取れなかった津波ハザード情報について検討した。

a) 合成地形モデルの構築

津波氾濫解析において陸上地盤高のデータは極めて重要であり、構造物の有無を含めてその氾濫過程や浸水深分布に影響を及ぼし得る。また、津波瓦礫評価においても瓦礫発生量の算出や瓦礫堆積を評価するための津波外力は最大浸水深であるため、極めて重要であるため、地形の詳細なモデル化は重要である。本業務では、モデル地区のひとつである延岡市中心市街地を対象とし、当該自治体との要望を踏まえて、中心市街地南部の浜川流域の詳細な地形モデルの構築に取り組んだ。

当該地域の地盤標高データのうち、波源から沿岸域までは内閣府¹⁰⁾から公開されている地形データを使用した。詳細な津波氾濫解析を実施する領域の空間分解能としては 10/3 m とした。この領域のうち、陸上部では国土地理院による 5 m-DEM を利用し、河川や湖沼などの水域は内閣府による 10 m-DEM を利用し、内挿補間処理を行って、10/3 m のメッシュデータを作成した。なお、全ての高さ基準面は東京湾平均海面（T.P.）である。

図 2-8-①-2 に浜川周辺における 10/3m メッシュの地盤標高モデルを示す。当該地域の特徴として、沿岸部には長浜海岸林が造成されており、当該地域の標高は 10 m

を越えている。延岡市中心市街地を流れる浜川の周辺での標高は崖岸林域と比べて低く、3 m 程度であることがわかる。浜川の河口部は長浜海岸林の南端に位置しているため、10 m かそれ以下の津波の場合、海岸は浜川河口から侵入し、浜川沿いに伝播・氾濫していくことが懸念される。また、延岡市市街地を流れる浜川の堤防天端高は内閣府のデータに存在しない。

以上を踏まえ、浜川の護岸状況について現地踏査を行い、堤防天馬高データ整備を行った。図 2-8-①-3 に浜川流域の護岸状況を示す。浜川は河口から 3 km 上流まで緩やかな勾配をもった掘り込み河川である。一部、パラペットによって左右岸の天端高を合わせた区間があるが、それ以外は兩岸の護岸は地盤高にすり合わせられていることがわかる。本業務において、浜川の堤防天端高は国土地理院基盤地図情報標高 5 m-DEM、延岡市国土基本図 2500 分の 1（測量日付：不明）の端点標高及び現地踏査を総合的に判断して設定した。河口から 1.7 km 付近（中橋、図 2-8-①-3 その 2 を参照のこと）まで一律 T.P. 2.4 m に設定した。1.7 km 付近から上流 3 km までは一律 T.P. 3.0 m に設定した。流下能力確保のため堤防天端が高くなる橋梁の前後は通常の堤防天端高と滑らかに擦り付けた（図 2-8-①-4）。

津波数値解析における底面粗度の設定としては、陸上氾濫解析を実施する 30 m メッシュから 10 m メッシュまでの粗度データは内閣府¹⁰⁾を利用した。10/3m メッシュにおいては、この 10 m メッシュを最近隣法で補間して作成した。ただし、内閣府 10 m メッシュ粗度データは 100 m メッシュ程度の粗さであるため、10/3m メッシュにそのまま補間すると川幅 20 m 程度の浜川の河道部分は住宅密集地のマニング粗度と同じ 0.040 になってしまう。このため、浜川の河道部分のマニング粗度を 0.025 に置き換えた。なお、合成地形モデルによって解析を行う場合には建物の影響を起伏地形と合成粗度係数で表現するため、市街地の建物占有率が 0 のメッシュでは 0.025 としている。浜川周辺の 10/3 m メッシュ粗度を図 2-8-①-5 に示す。

10/3m メッシュの合成地形モデルは今井・他（2013）⁹⁾を準拠して作成した。合成地形モデルは、及びメッシュ占有建物面積率を 0～1（0～100%）と盤標高に建物高さを反映した起伏地形標高データの 2 種類で構成される。また、合成地形モデルにおける粗度市街地以外では従来の粗度分類¹¹⁾、市街地では建物占有率を考慮した合成等価粗度⁹⁾で評価する。また、建物高さは建物 1 階当たり 3 m として建物階数を掛けて求めた。建物高さを図 2-8-①-6、合成地形モデルを図 2-8-①-7 に示す。

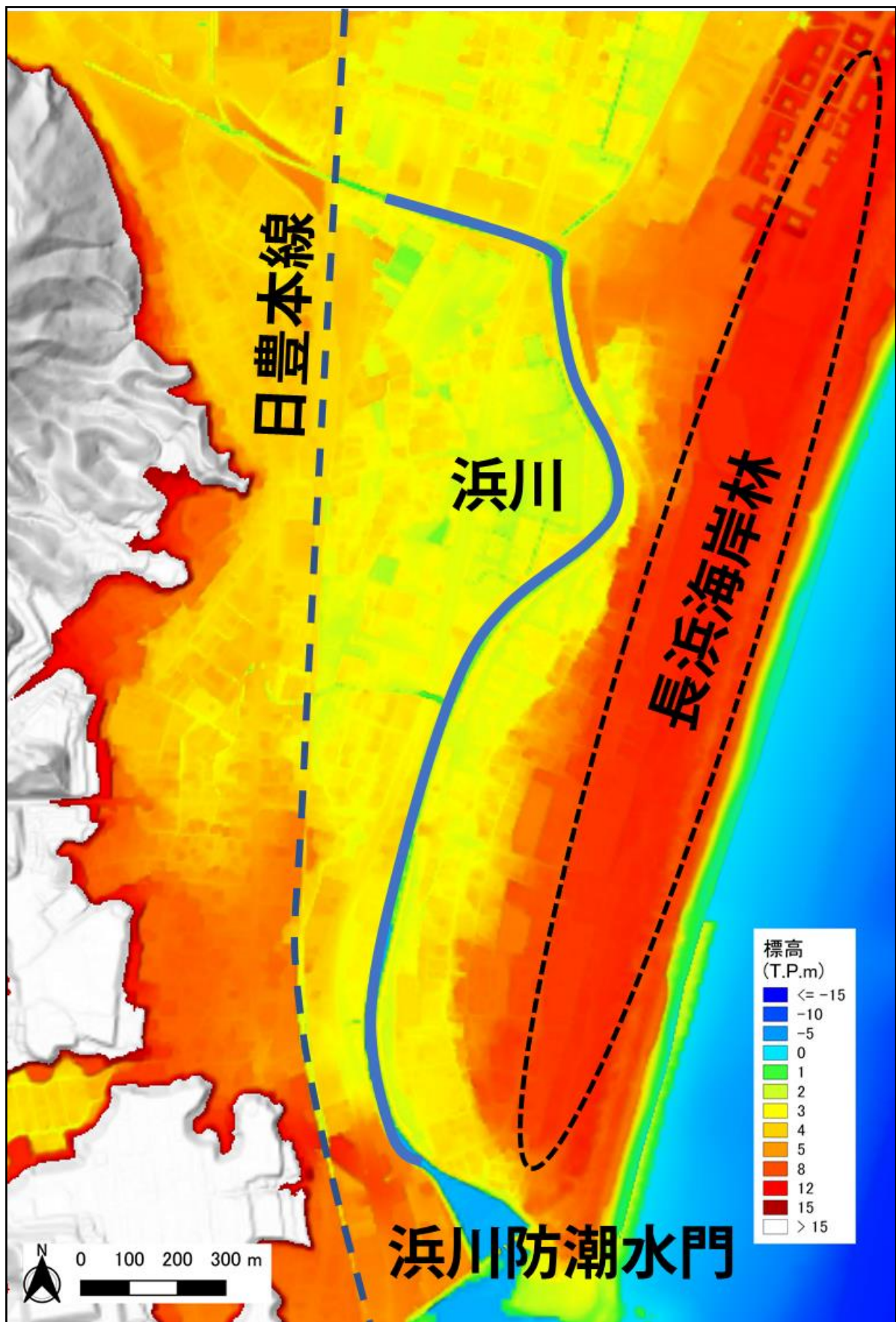


図 2 - 8 - ① - 2 浜川周辺における 10/3m メッシュの地盤標高モデル。

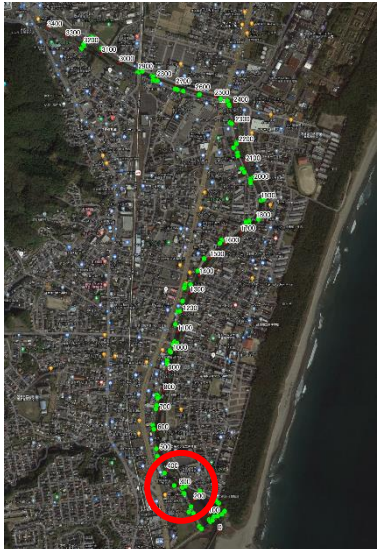
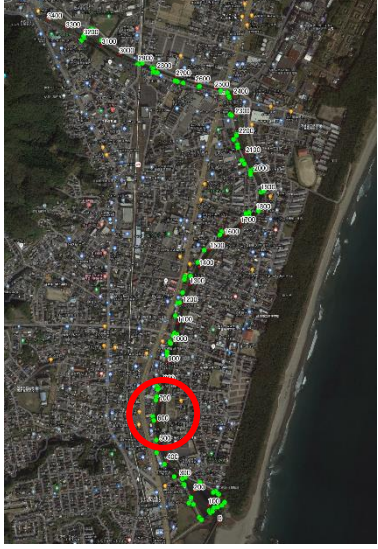
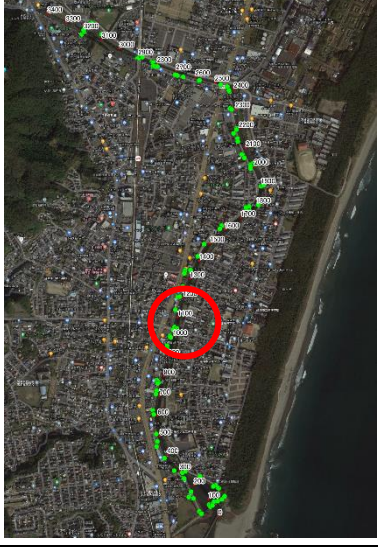
		・汐止橋より下流の浜川防潮水門を望む。 ・水門はスルースゲート 3 門。 ・右岸にパラペット確認。 ・左右岸天端高は約 2.4 m。
		・右岸より下流の浜川防潮水門を望む。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 2.4 m。
		・右岸より上流を望む。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 2.4 m。
		・右岸より左岸を望む。 ・右岸より上流に向かって比高約 60 cm のパラペット確認。 ・左右岸天端高は約 2.4 m。
		・平和橋より下流を望む。 ・右岸に逆流防止弁付き樋門確認。 ・右岸より下流に向かってパラペット確認。 ・右岸にパラペット確認。 ・左右岸天端高は約 2.4 m (未舗装道路)。
		・平和橋より上流を望む。 ・水門左岸側奥に宮崎放送の電波塔確認。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 2.4 m (未舗装道路)。

図 2-8-①-3 浜川護岸状況に関する現地踏査 (その 1)

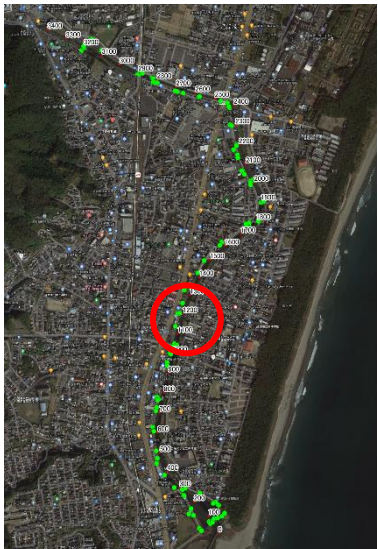
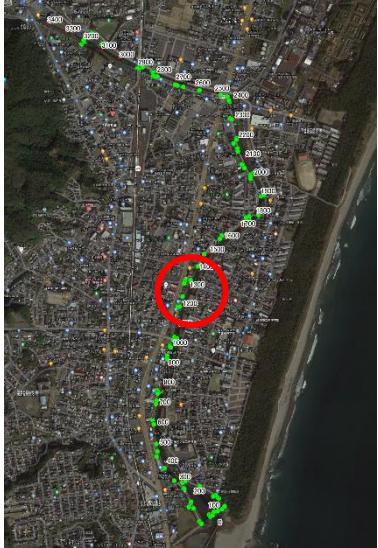
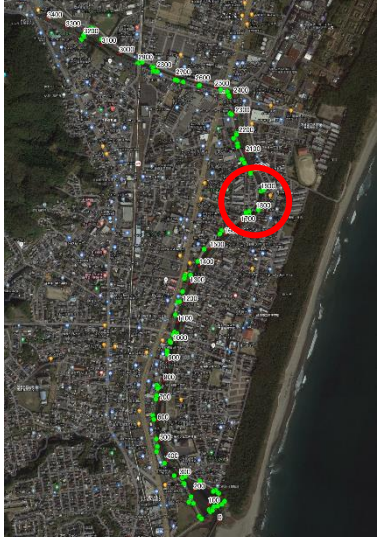
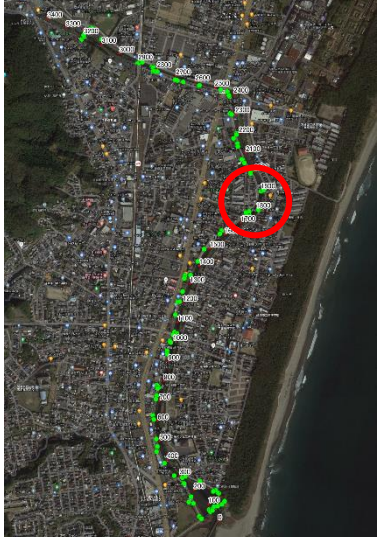
		・ 右岸より上流を望む。 ・ 左右岸にパラペットなし。 ・ 左右岸天端高は約 2.4 m。
		・ 汐止右岸より左岸を望む。 ・ 左岸にテニスコート、その先に電波塔確認。 ・ 左右岸にパラペットなし。 ・ 左右岸天端高は約 2.4 m。
		・ 支川側から見た右岸合流点。 ・ 左右岸にパラペットなし。 ・ 左右岸天端高は約 2.4 m。
		・ 右岸より下流を望む。 ・ 右岸に支川合流点確認。 ・ 左右岸にパラペットなし。 ・ 左右岸天端高は約 2.4 m。
		・ 右岸の中橋より上流を望む。 ・ 右岸より上流に向かってパラペット確認。 ・ 左右岸天端高は約 2.4 m。
		・ 右岸より下流（左岸寄り）を望む。 ・ 浜橋より下流に向かってパラペット確認。 ・ 左右岸天端高は約 2.4 m。

図 2 - 8 - ① - 3 浜川護岸状況に関する現地踏査（その 2）

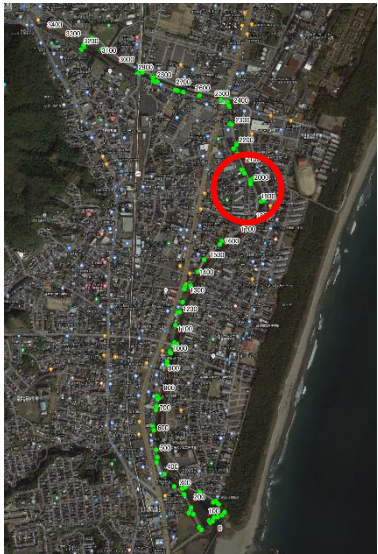
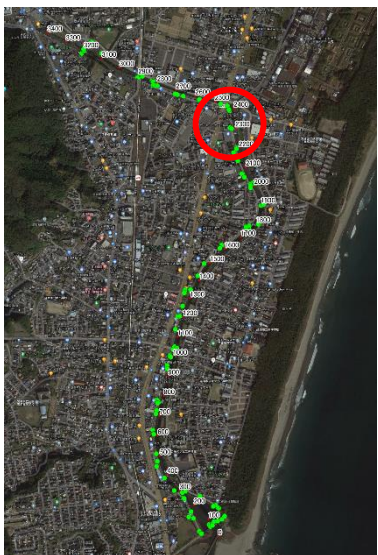
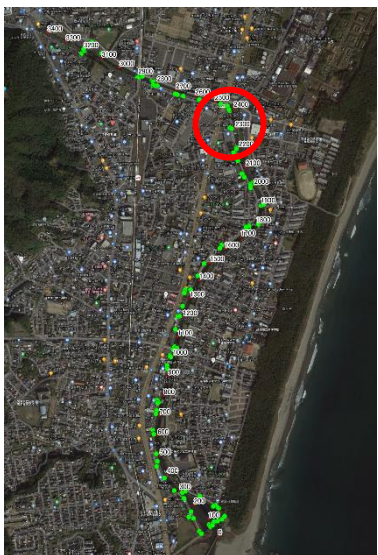
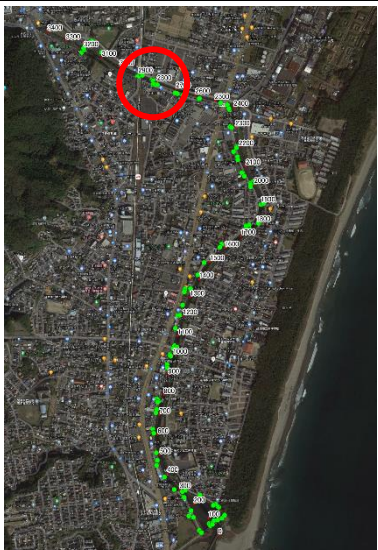
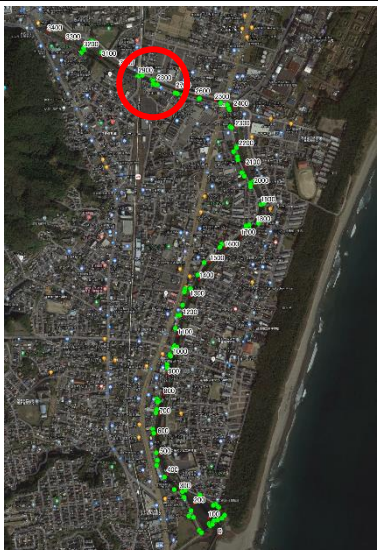
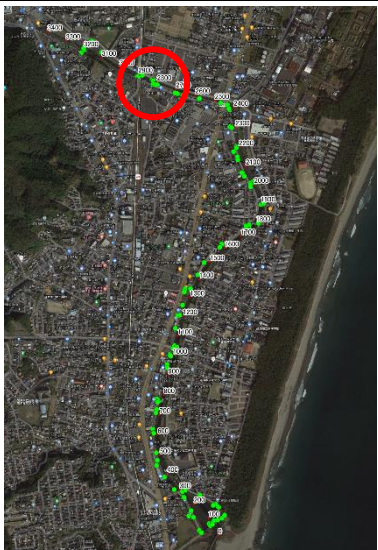
		・浜橋より上流を望む。 ・右岸に浜川 8 号樋門（逆流防止弁付き）確認。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 2.4 m。
		・右岸の堤内地水路より下流を望む。 ・右岸に浜川 8 号樋門（逆流防止弁付き）確認。 ・左右岸にパラペットなし。 ・右岸側宅地地盤は堤防天端より 1m 程度低い。 ・左右岸天端高は約 3.0 m。
		・右岸より上流を望む。 ・向こう側に旭化成の工場敷地確認。 ・100m 上流に浜川 6 号樋門（2 連スルースゲート）確認。 ・100m 上流右岸に浜川 7 号樋門（スルースゲート）確認。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は第一浜橋に向かって約 3.0 m。
		・第一浜橋より上流を望む。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 3.0 m。
		・竹下橋より下流を望む。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 3.0 m。
		・竹下橋より上流を望む。 ・上流に日豊本線鉄道橋確認。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 3.0 m。

図 2 - 8 - ① - 3 浜川護岸状況に関する現地踏査（その 3）

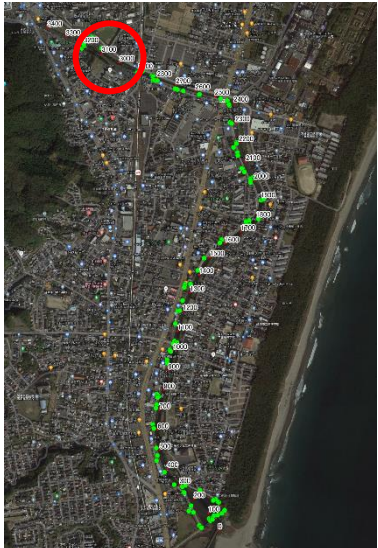
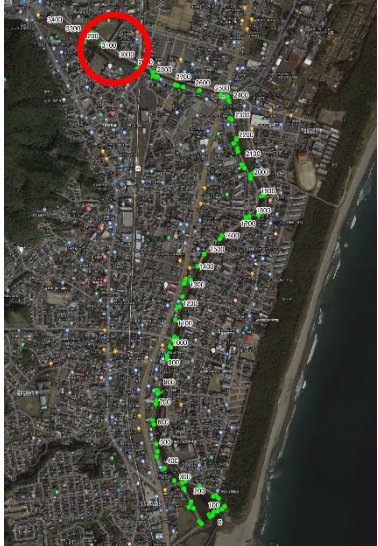
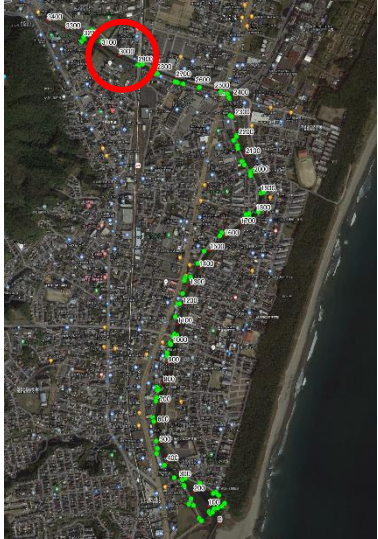
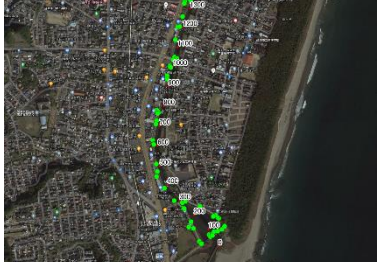
		・左岸より右岸を望む。 ・50 cm 程度のせき確認。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 3.0 m。
		・旭化成専用線 2 号踏切より上流を望む。 ・左右岸合流水路のせき（スルースゲート）確認。 ・左右岸にパラペットなし。 ・左右岸天端高は約 3.0 m。
		・旭化成専用線 4 号踏切工場敷地を望む。 ・に合流する水路が専用線に沿って工場敷地に入る。
		・共栄橋より上流を望む。 ・浜川 0～右岸側に舗装盛土確認。 ・右岸にパラペット確認。 ・盛土高は約 4.8 m。
		・旭化成専用線 4 号踏切より約 400m 南東の左岸側。 ・浜川 2k900～3k100 左岸側に舗装盛土確認。 ・右岸にパラペット確認。 ・盛土高は約 4.8 m。

図 2 - 8 - ① - 3 浜川護岸状況に関する現地踏査（その 4）

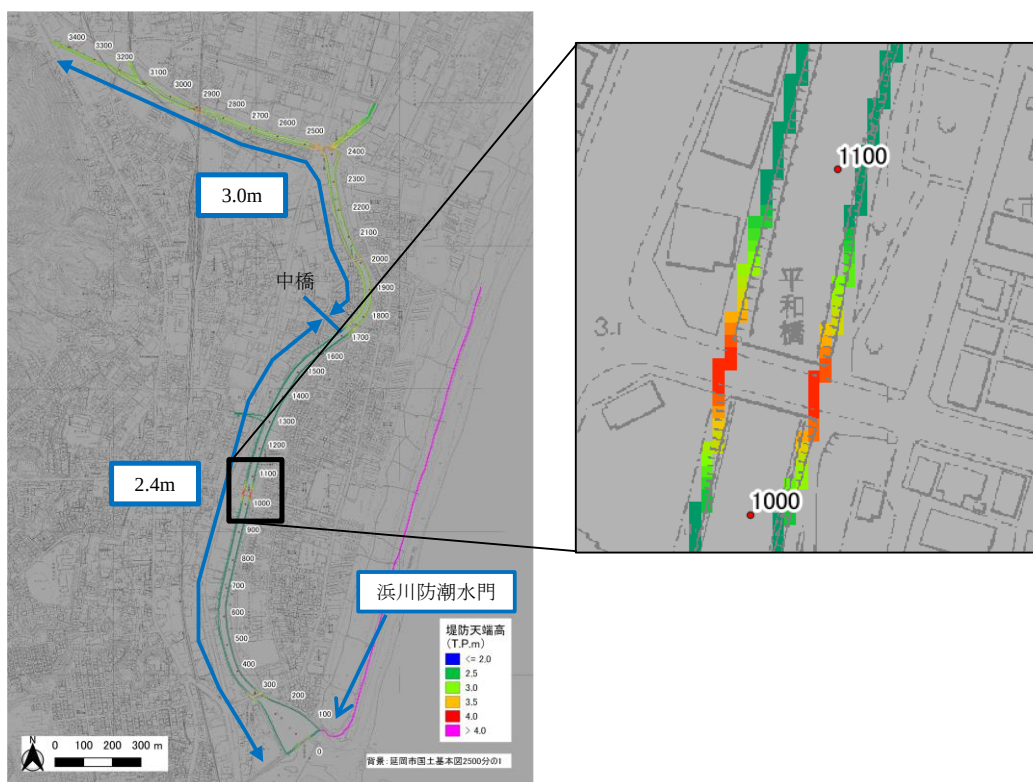


図 2 - 8 - ① - 4 浜川における堤防天端高の設定例

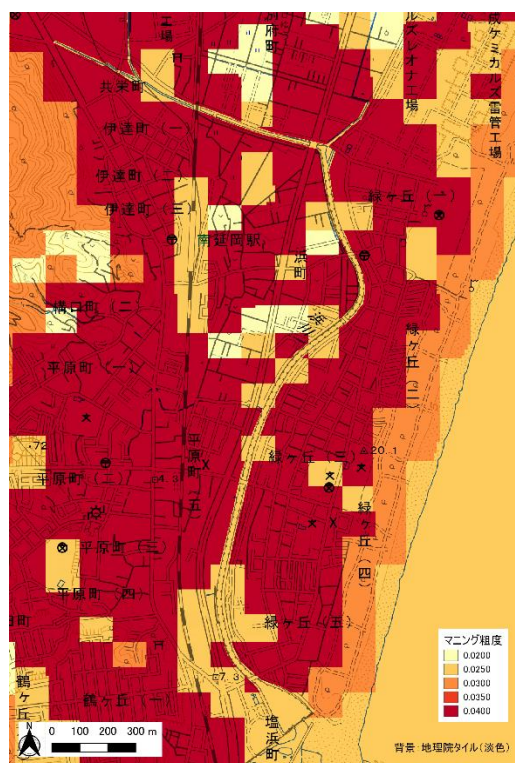


図 2 - 8 - ① - 5 浜川周辺の 10/3m メッシュの粗度係数分布

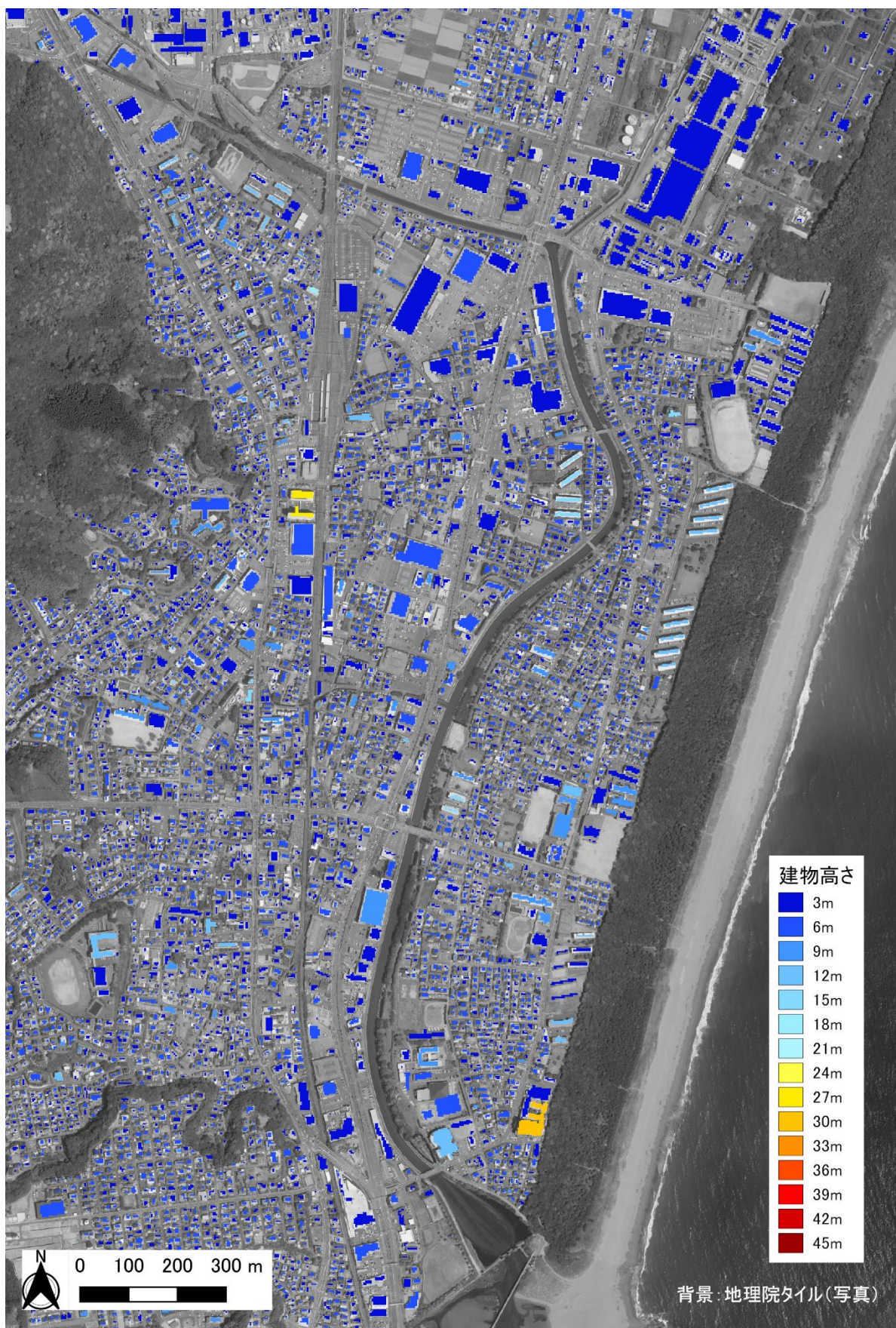
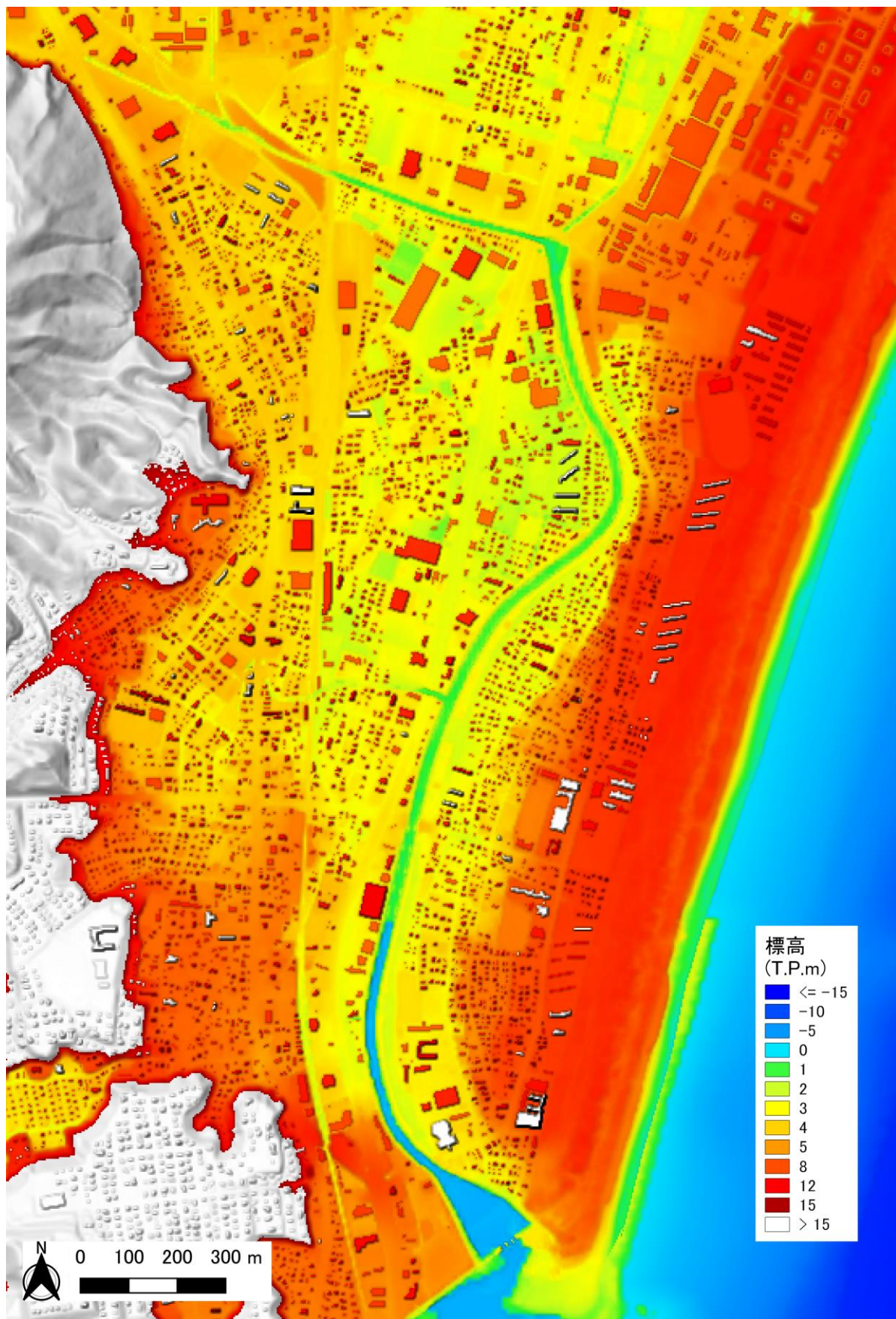


図 2 - 8 - ① - 6 浜川周辺の 10/3m メッシュ



(a) 浜川周辺の 10/3m メッシュ 建物占有率
図 2-8-①-7 合成地形モデル



(b) 浜川周辺の 10/3m メッシュ起伏地形標高
図 2-8-①-7 合成地形モデル

b) 合成地形モデルによる津波氾濫解析

土地利用情報を利用して構築した合成地形モデルを用いて延岡市における津波氾濫解析を行った。解析に用いた計算領域を図 2-8-①-8 に示す。計算領域の詳細については表 2-8-①-1 に示すとおりであり、千葉県から九州の太平洋沿岸を含む空間分解能 810 m の大領域から延岡市周辺の 10/3 m まで、段階的にネスティング処理を行っている。

波源断層モデルを図 2-8-①-9 に示す。本業務では内閣府モデルの Case 4 と Case 11 を用いた。いずれの波源断層モデルも四国以西に大すべり域および超大すべり域が存在するモデルであり、Case 4 は四国沖に大すべり域と超大すべり域が存在するモデル、Case 11 は、室戸岬沖と日向灘沖に大すべり域と超大すべり域が存在するモデルである。

津波氾濫解析は、非線形長波理論に基づく平面二次元計算モデル¹²⁾を用い、波源域を含む沖合から沿岸遡上域までの計算を本モデルで実施した。地形データの格子形状は正方格子、座標系は世界測地系の平面直角座標第 2 系とした。津波数値計算諸元については表 2-8-①-1 を参照されたい。

10/3m メッシュの詳細領域では、粗度係数による摩擦抵抗のほかに、合成地形モデル⁹⁾による氾濫流評価を行った。合成地形モデルの場合、運動方程式の摩擦項をマンニングの粗度係数から式(1)の合成等価粗度係数 (n_{syn}) に置き換えて計算を行った。

$$n_{syn} = \sqrt{\frac{100-\theta}{100} n_0^2 + \frac{\theta}{100} \frac{C_D}{2gk} D^{4/3}} \dots\dots\dots (1)$$

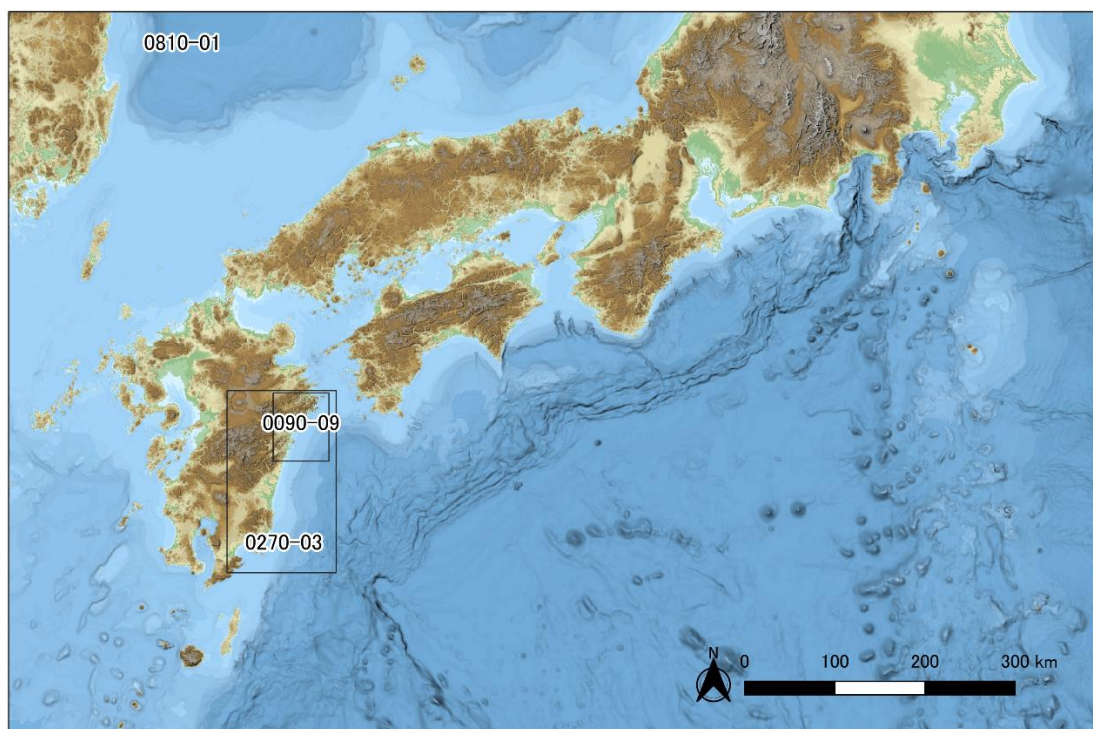
ここで、 θ : 単位計算格子における建物占有率、 n_0 : マニングの粗度係数 (=0.025)、 k : 建物幅は建物占有率の平方根、 C_D : 式(3)で換算される建物抗力係数 (=0.3)、 D : 全水深、 g : 重力加速度である。

図 2-8-①-10 に、各モデルによる最大浸水深分布を示す。(a)は Case 4 の波源断層モデル、(b)は Case 11 の波源断層モデルによる計算結果である。Case 4 の場合、沿岸津波高は 10 m を越えることがないため、長浜海岸林域を越流せず、海岸林域北部の大瀬川河口、南部の浜川河口を含む低平地からの流入により市街地氾濫が生じていることがわかる。最大浸水深分布は一般的な津波ハザードマップとして採用されることが多い。両モデルともに最大浸水深分布の傾向はほぼ同様であることがわかる。このことから最大浸水深分布については実用的に利用されている粗度モデルでも十分な解析結果が得られることを示している。一方、より現実的な地形情報を考慮している合成地形モデルでは街路に沿って浸水深が増加する傾向にあることや、浸水境界に若干の差異があり、合成地形モデルは建物を含めた地形起伏に沿った浸水境界となるために浸水域が若干縮小していることがわかる。このことから、安全側の津波ハザード情報としては、粗度モデルによる解析結果の方が適していることがわかる。

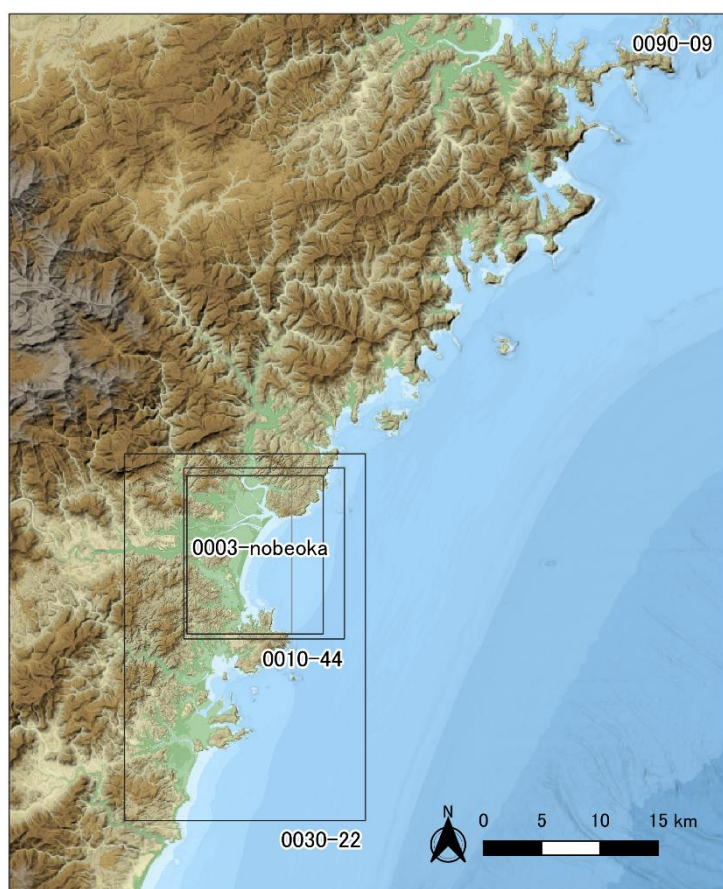
図 2-8-①-11 に粗度モデルと合成地形モデルによる津波氾濫過程の比較を示す。この比較の波源断層モデルは Case 11 である。両モデルともに地震発生から 30 分後に大瀬川河口部や浜川河口部の低平地から津波氾濫が開始していることがわかる。35 分後には、南北の河口部低平地から流入した津波が市街地に氾濫している様子がわかる。また、粗度モデルでは浜川河口から流入した津波の流速ベクトルは南から北にほぼ一様の方向となっているが、合成地形モデルでは、建物起伏の影響で流束ベクトルに若干の

乱れが生じていることがわかる。38 分後には、粗度モデルでは南北の河口低平地から流入した津波が市街地で衝突しているが合成地形モデルではまだ衝突していないことがわかる。50 分後を見ると津波浸水域は粗度モデルの方がより広がっていることが確認できる。また、津波はより通水能の高い幅員の広い道路に沿って氾濫していることも確認できる。このことから、合成地形モデルによる氾濫解析では建物による浸水過程の遅延効果や浸水の遮蔽効果を確認することができる。このような効果は1 時間 30 分後や2 時間 30 分後の浸水状況からも確認できる。このような結果から、合成地形モデルの氾濫解析は詳細な浸水過程を表現できるが、浸水過程の遅延など、ハザード情報としてはやや危険側の評価となる傾向にある。一方で、建物による浸水の遮蔽効果は、津波漂流物の拡散傾向に大きな影響を与え得る。例えば、流束強度に対応して漂流物拡散程度が変化するため、漂流物集積箇所を絞り込める可能性がある。

津波瓦礫評価を行う際、津波浸水深分布と建物情報が必要であるが、延岡市中心市街地については、すでに収集整理した土地利用情報を利活用することで検討が可能となる。次年度以降に津波火災の燃え草となる木造建物の津波瓦礫堆積評価を行うとともに、津波火災の火種となり得る自動車や船舶の漂流解析に合成地形モデルによる氾濫解析結果を利用することで、より現実的な津波ハザード評価を行うことができる。

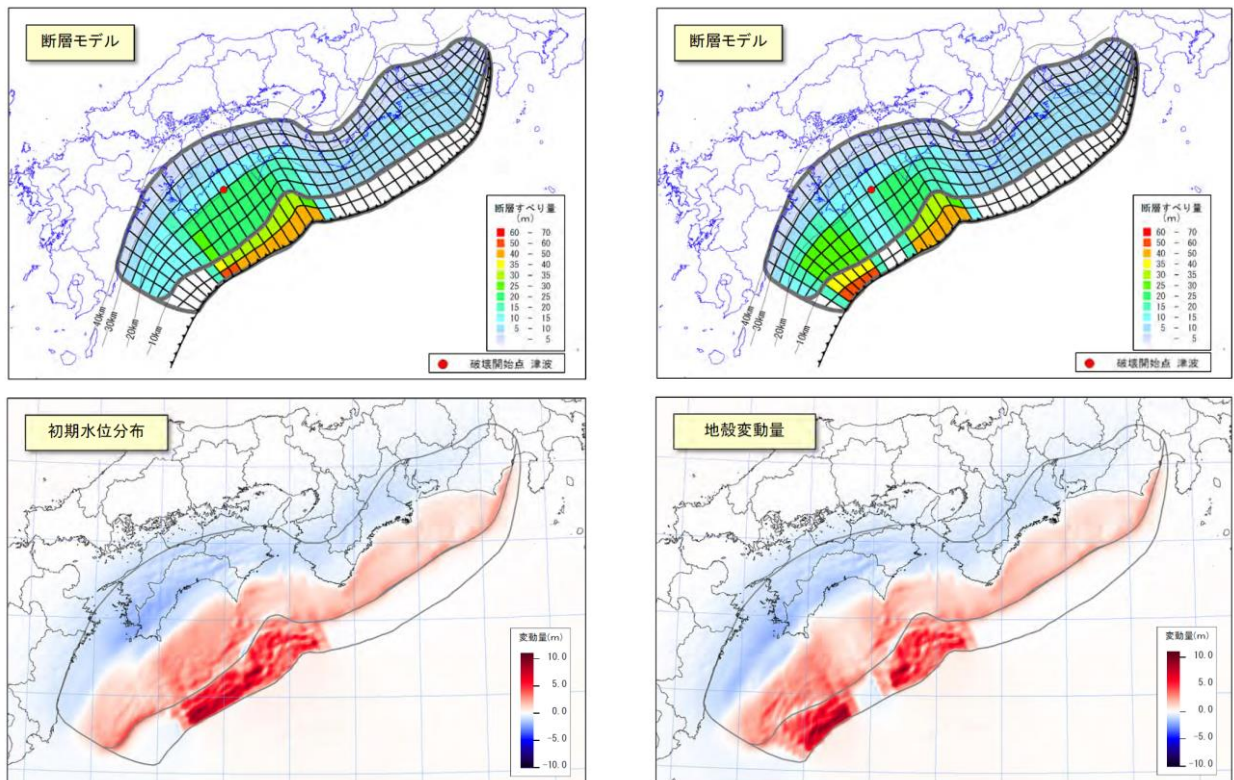


(a) 810 m ~ 90 m メッシュ領域



(b) 90 m ~ 10/3 m メッシュ領域

図 2 - 8 - ① - 8 沿岸域ネスティンググリッド接続図



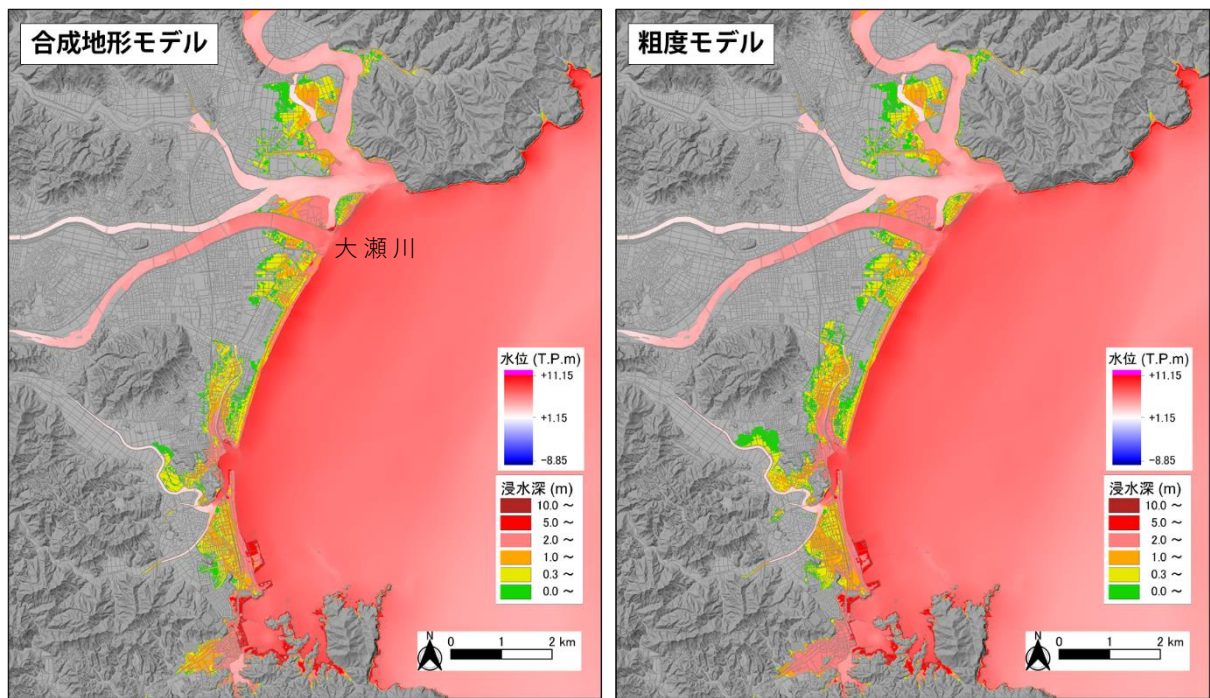
(a) 内閣府モデル Case 4

(b) 内閣府モデル Case 11

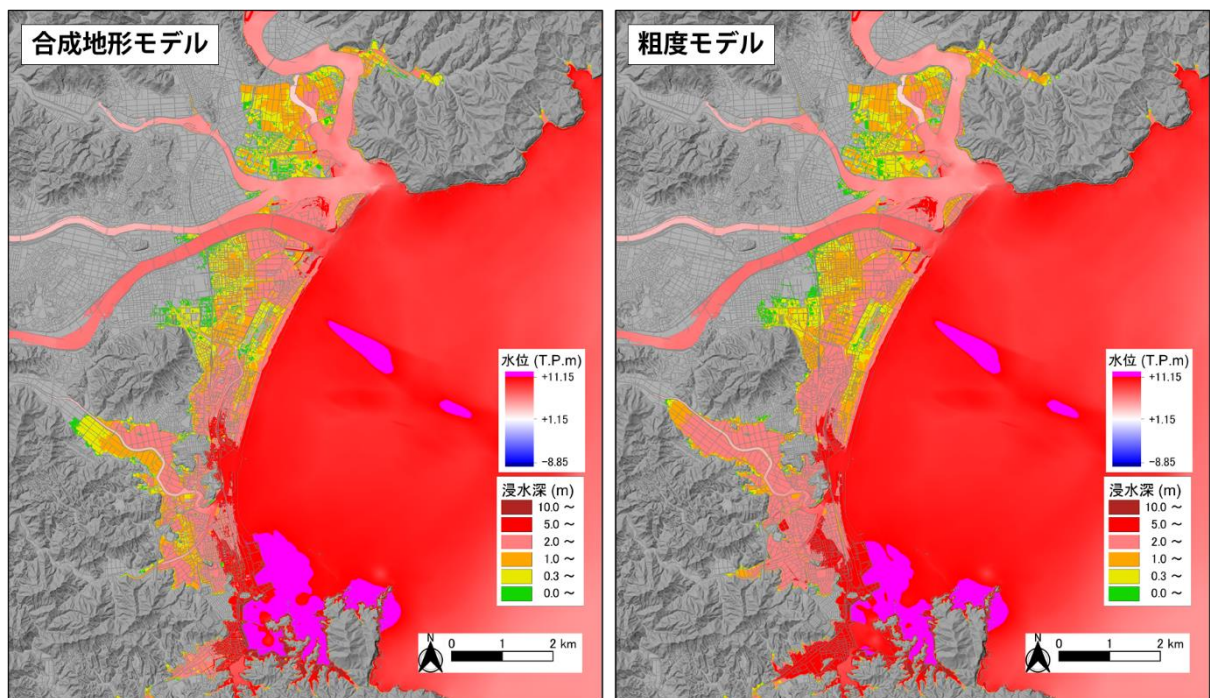
図 2-8-①-9 波源断層モデルの例

表 2-8-①-1 津波数値計算条件

項目	内容
津波氾濫解析モデル	非線形長波理論に基づく平面二次元計算モデル ¹²⁾
津波断層モデル	- 内閣府モデル Case 4：四国沖に大すべり域＋超大すべり域 - 内閣府モデル Case 11：室戸岬沖と日向灘沖に大すべり域＋超大すべり域
地形モデル	延岡市を 10/3m メッシュ詳細領域としたネスティング地形 空間格子サイズ (m)：810→270→90→30→10→10/3
粗度モデル	- 合成地形モデル（抗力係数 $C_d=0.3$、建物占有率 99%以上は起伏地形） - マニング粗度モデル（内閣府粗度データを使用）
構造物モデル	メッシュ境界辺に与えた幅の無い堤防天端高モデル （越流時は本間越流公式を適用）
初期潮位	T.P.+1.15 m（宮崎沿岸の朔望平均満潮位）
計算時間間隔	最小格子で 0.05 秒
再現計算時間	地震発生から 3 時間
境界条件	沖側最外領域では自由透過
水門等	浜川防潮水門：開放状態

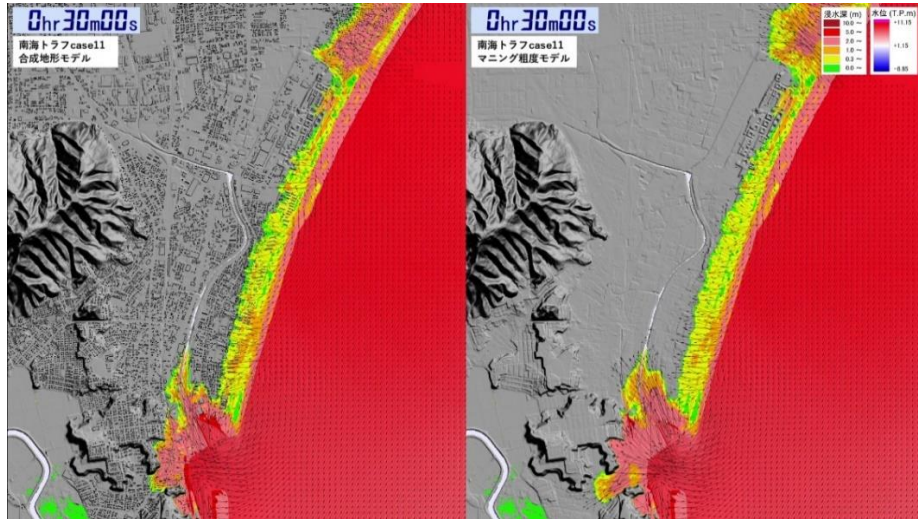


(a) Case 4

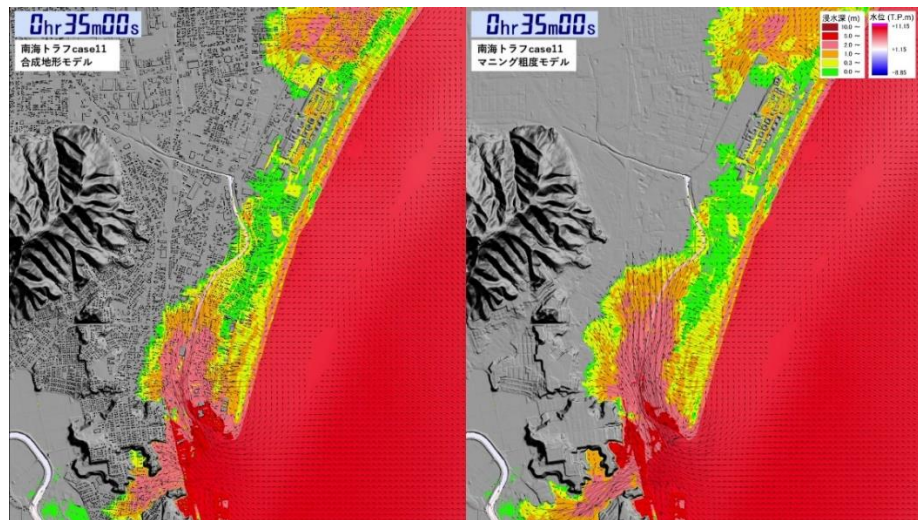


(b) Case 11

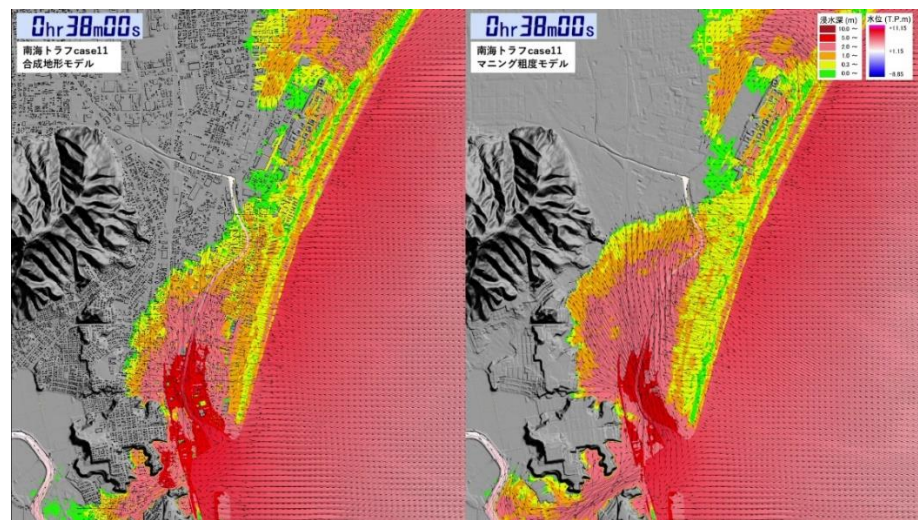
図 2 - 8 - ① - 10 延岡市における最大浸水深分布の比較。左図は合成地形モデル、右図は粗度モデルによる計算結果を示している。



(a) 地震発生から 30 分後

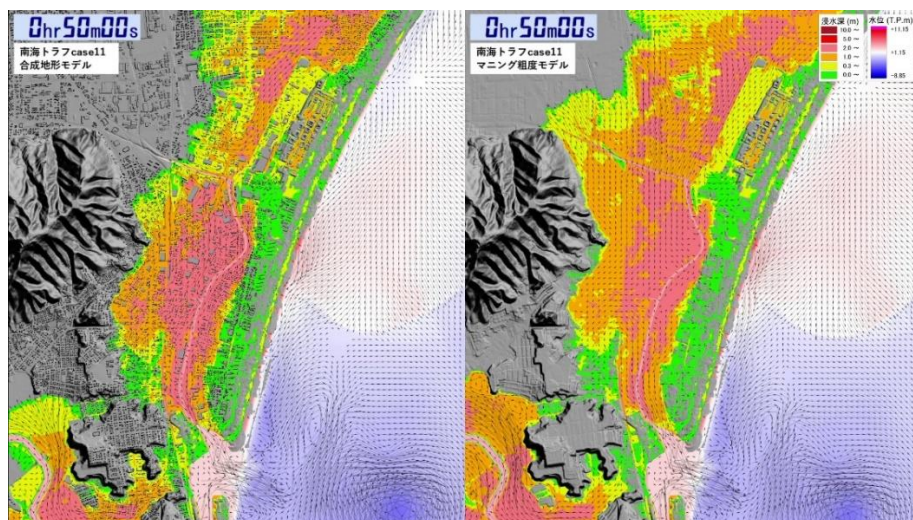


(b) 地震発生から 35 分後

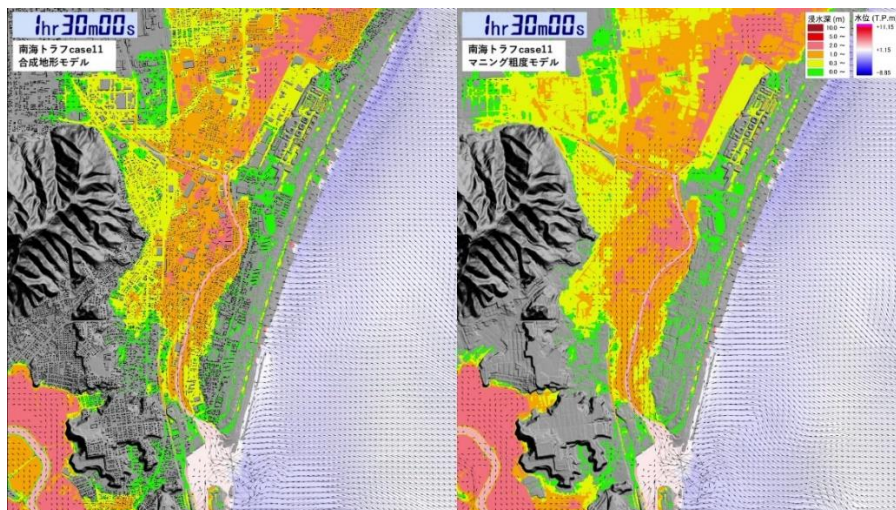


(c) 地震発生から 38 分後

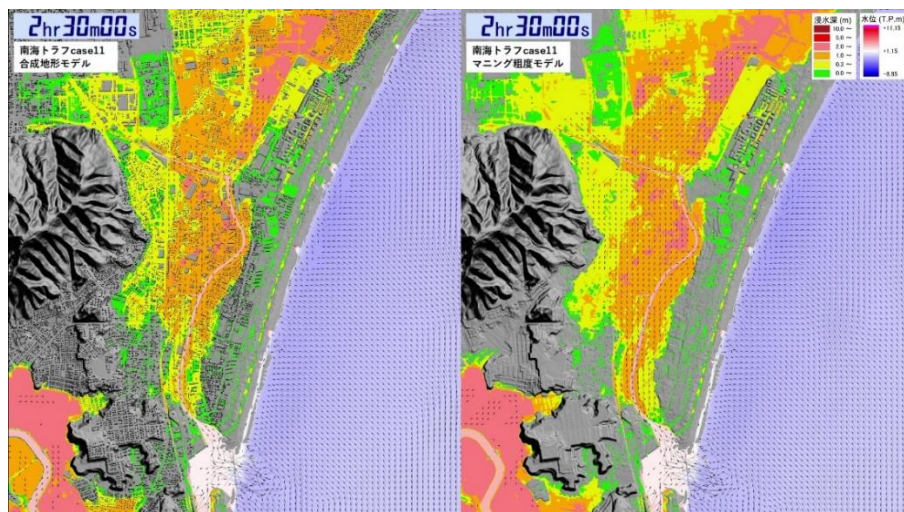
図 2-8-①-11 津波氾濫過程の比較。左図は合成地形モデル、右図は粗度モデルを示している。



(d) 地震発生から 50 分後



(e) 地震発生から 1 時間 30 分後



(f) 地震発生から 2 時間 30 分後

図 2-8-①-11 津波氾濫過程の比較。左図は合成地形モデル、右図は粗度モデルを示している。

iv) 軟弱地盤上に立地する河川堤防の耐震性再評価

本業務では、高知県四万十市を流れる渡川水系の一級河川である後川と徳島県を横断するように流れる一級河川である那賀川を対象として、これらの河川護岸周辺のボーリングデータの収集を行い、地震応答解析において十分なデータが入手できた那賀川において検討を行った。那賀川下流域の河川堤防を対象に地震応答解析を実施し、河川堤防の耐震性再評価を行った。那賀川下流域は典型的な三角州地形であり、広域の軟弱地盤地帯である。南海トラフ地震の震源域とも近く、地震発生時には甚大な被害が危惧される。実際、図2-8-①-12および図2-8-①-13で示すハザードマップを見ると、南海トラフ地震に対して、河川下流域全体で予想される震度が6強以上と大きく、液状化危険度も極めて高い。なお、同地域では既に耐震性評価が実施され、その結果に基づいた耐震対策工事が実施されている。しかし、現行の河川堤防の耐震性照査においては、粘性土地盤の地震被害は考慮されていない／生じないと考えられていること、入力地震動の卓越周波数の違いによる地盤との共振の影響が十分には考えられていないといった課題も存在する。そこで、那賀川地盤に堆積する軟弱粘性土地盤も含めて弾塑性モデル化したうえで、卓越周波数の異なる想定南海トラフ地震を入力し、被害の見逃しや過小評価がなかったかを確認した。用いた解析コードは、砂から粘土、両者の混在した中間土から特殊土までを同じ理論的枠組で記述する弾塑性構成式であるSYSカムクレイモデル¹³⁾を搭載した水～土連成有限変形解析コード⁴⁾である。

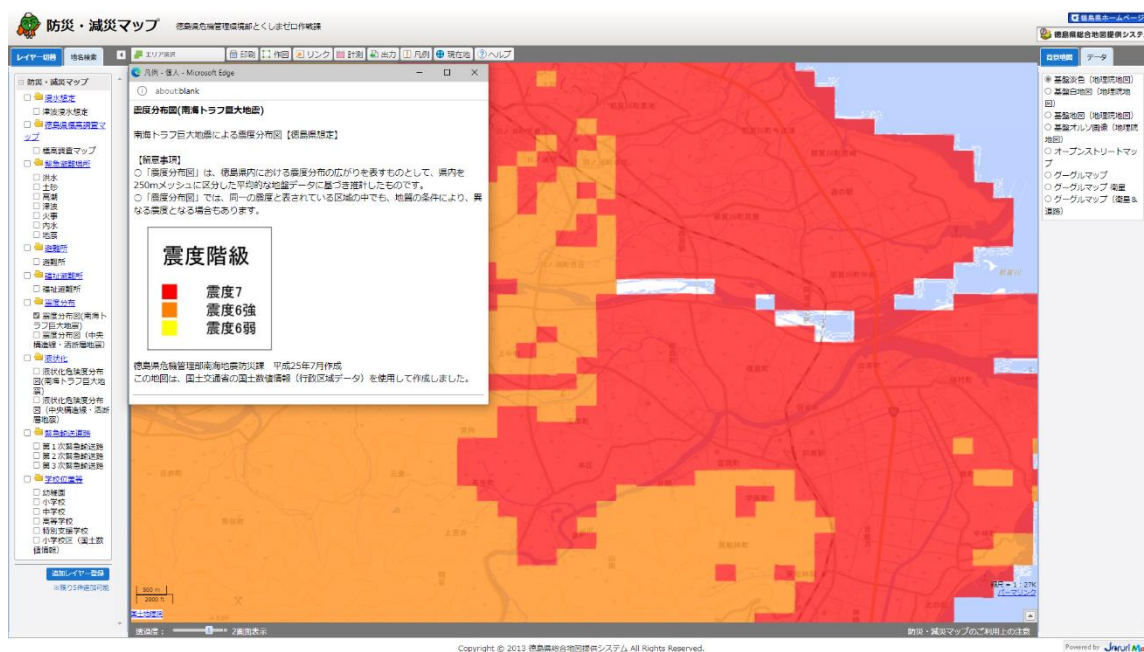


図2-8-①-12 震度分布図（南海トラフ巨大地震）¹⁴⁾

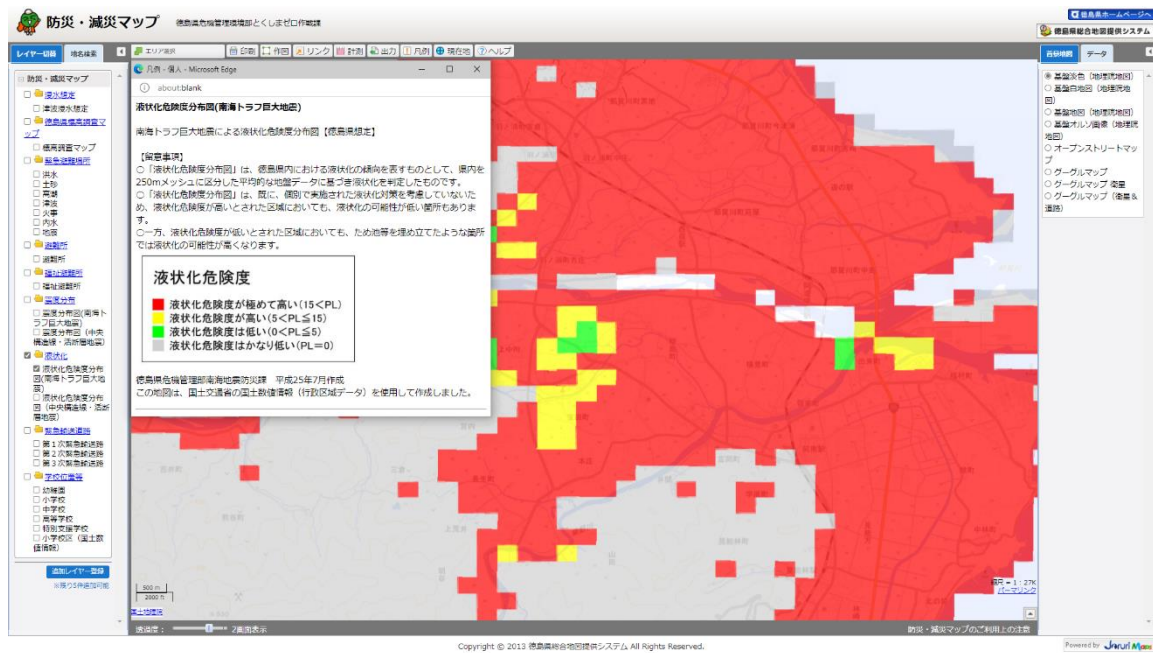


図 2－8－①－13 液状化危険度分布図（南海トラフ巨大地震）¹⁴⁾

・弾塑性モデル化

図 2－8－①－14 に那賀川の地層縦断面図を示す。縦断面図作成に用いたボーリングデータは、国土交通省那賀川河川事務所から提供いただいた。表層から埋め土層（B 層）、沖積砂層（As 層）、沖積粘土層（Ac 層）、沖積砂礫層（Ag 層）が堆積し、その下は硬質な洪積層（D 層）となっている。As 層と Ac 層は N 値の違いから 2 層に分けている。上流から下流に向かうにつれて Ac 層が厚く、逆に As 層が薄くなる。また、N 値の分布は各層ともに上流から下流に向かうほど小さくなる傾向にあり、下流域ほど軟弱であることがわかっていく。実際、事前の耐震性照査では下流域において要対策区間と判定され、耐震工事が実施されている。本検討でも、Ac 層が厚く、要対策区間に認定された下流域地盤を対象とした。原位置調査の結果、B 層はせん断強度の小さい砂質土で構成されて液状化危険度が高いこと、As1 層は中密な砂質土、As2 層は比較的密な状態にある砂質土、Ac1 層は比較的硬質な粘性土、Ac2 層は圧縮性が大きく Ac1 よりも軟弱な状態にあるシルト質土であることがわかった。

これら情報をもとに作成した有限要素メッシュ図を図 2－8－①－15 に示す。地震応答解析にあたっては、盛土部を含めて土材料は飽和状態にあると仮定した。これは豪雨直後のように、地盤内の間隙が水で満たされている状態に相当する。境界条件として、両側面に単純せん断境界を設け、底面には $V_s=580$ m/s に相当する粘性境界を設けた。地震入力時は底面の全節点の水平方向に等しく地震動を入力した。また、地震中から地震後 10 年間の圧密までを一貫して解析している。

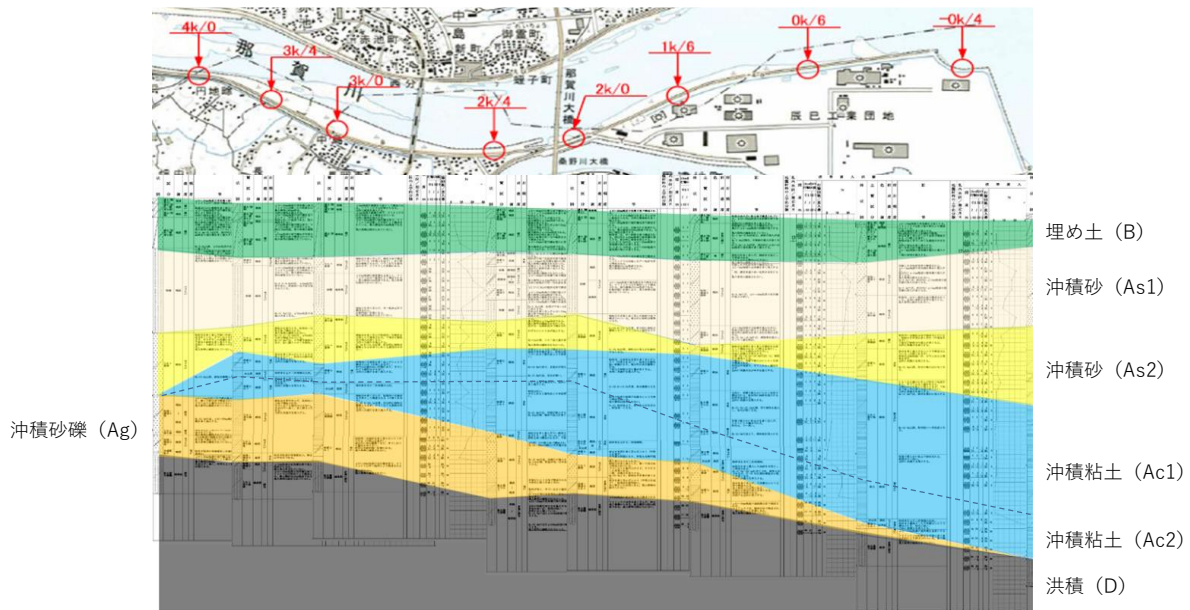


図 2 - 8 - ① - 14 地層縦断面図

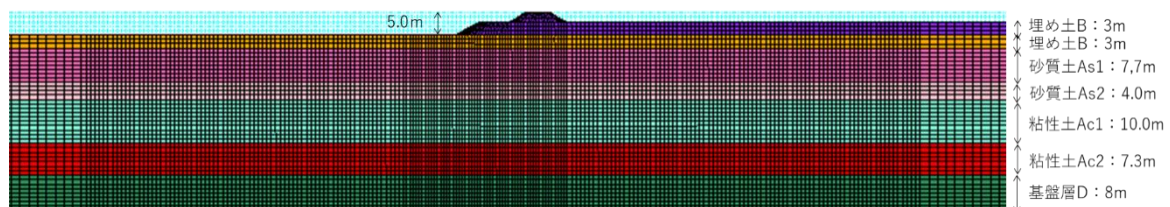


図 2 - 8 - ① - 15 解析モデル (対策前)

・入力地震動

続いて、解析に用いた 4 つの入力地震動を図 2 - 8 - ① - 16 から図 2 - 8 - ① - 19 に示す。

地震動—1 は、国土交通省国土技術政策総合研究所が公開のレベル 1 地震動（地方港湾）のうち、対象地点に近い中島港・富岡港のデータ¹⁵⁾を用いた。地震再現確率は 30 年である。他の地震動と比べて最大加速度は小さく、2 秒以下の短周期成分が卓越している。継続時間はやや長い。

地震動—2 は、内閣府の南海トラフ巨大地震モデル検討会が 2011 年に公開したデータであり、対象地点付近における想定南海トラフ地震動¹⁶⁾である。最大加速度は大きく継続時間も長い、地震動—1 と同様、2 秒以下の短周期成分が卓越している。

地震動—3 は、内閣府の南海トラフの巨大地震モデル検討会及び首都直下地震モデル検討会が 2015 年に公開してデータであり、対象地点付近における想定地震動¹⁷⁾を用いた。この長周期地震動は高層ビルの共振被害や石油タンクのスロッシングなど、地震動の長周期成分による共振被害を対象とした耐震性照査に用いられることが多い。図を見ても、最大加速度は最も小さいが、短周期成分を含まず、2 秒以上の長周期成分が卓越している。

地震動—2 は短周期が、地震動—3 は長周期が卓越しているが、地盤の固有周期は地層厚さや堆積している土の種類・剛性によって異なり、どちらの地震動と共振しやすい

かは地盤条件に応じて異なる。そこで、地震動—4として、地震動—2と地震動—3を2～3秒の周期帯でハイブリッド合成¹⁸⁾した地震動—4を作成した。図から明らかなように、最大加速度が大きく、継続時間が長い。また、短周期から長周期まで幅広い周期帯の波を有する広帯域地震動である。

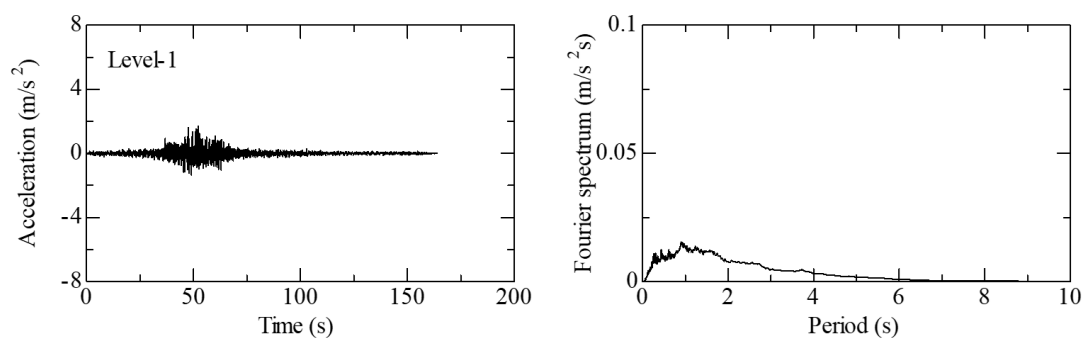


図 2 - 8 - ① - 16 入力地震動—1 (L 1 地震動)

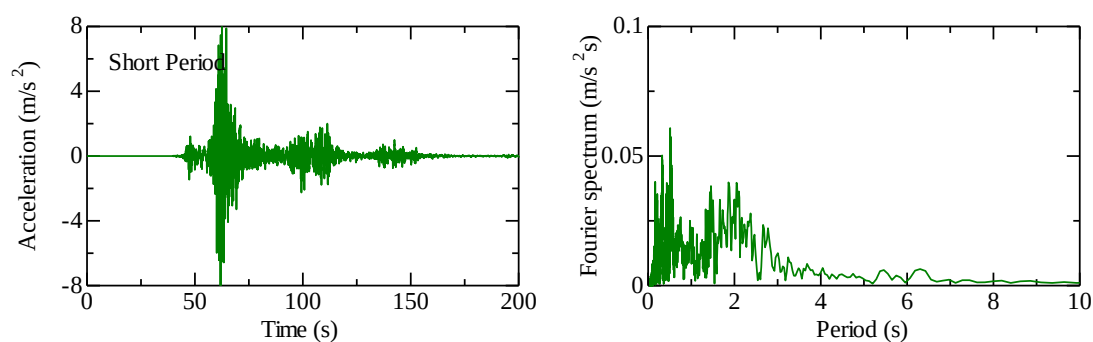


図 2 - 8 - ① - 17 入力地震動—2 (南海トラフ短周期)

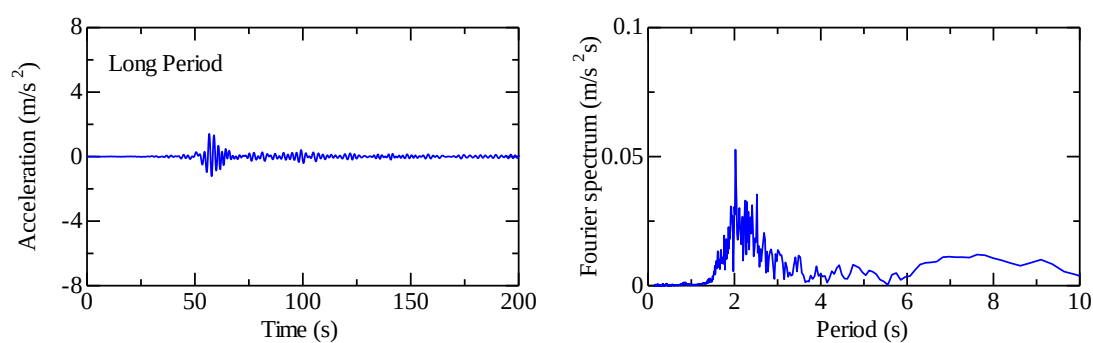


図 2 - 8 - ① - 18 入力地震動—3 (南海トラフ長周期)

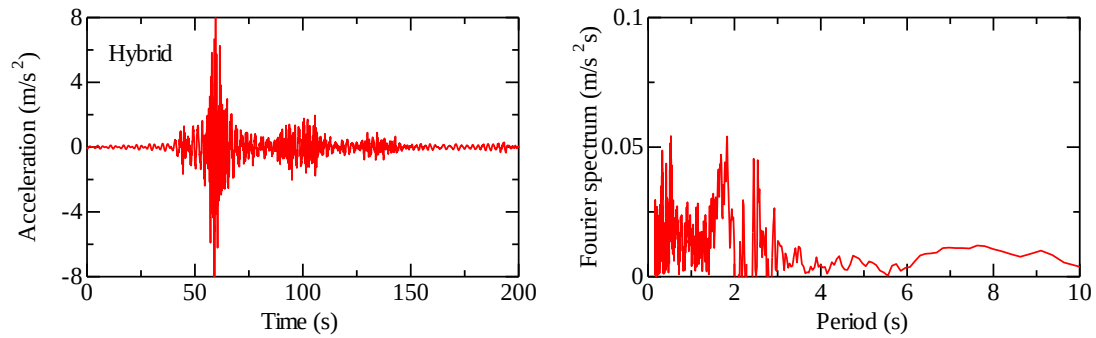


図 2 - 8 - ① - 19 入力地震動—4（南海トラフハイブリッド）

・地震応答解析（対策前）

図 2 - 8 - ① - 20 と図 2 - 8 - ① - 21 に地震動—1 を入力した時の地震直後（地震動入力から 200 秒後）における平均有効応力分布と地震発生から 10 年後（圧密終了後）のせん断ひずみ分布をそれぞれ示す。平均有効応力を見ると、表層の B 層と As1 層でほぼゼロとなっており、液状化している。図 2 - 8 - ① - 13 でも示したが、当該地域は液状化危険度が非常に高い。せん断ひずみを見ても、地震被害は液状化した B 層・As1 層の表層砂質土に集中しており、円弧すべりのような変形モードを示す。これは、入力地震動は短周期成分が支配的であるため、被害が砂質土層に集中したためである。また、詳細は後述するが、地震後の堤防高さと照査外水位を比較したところ、レベル 1 地震動である地震動—1 に対しては、河川堤防は性能維持することを確認した。

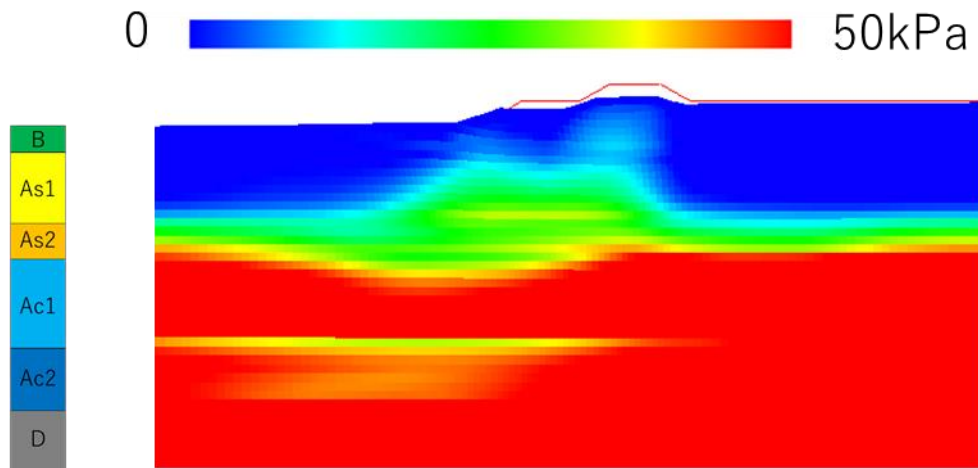


図 2 - 8 - ① - 20 平均有効応力分布（地震動—1）

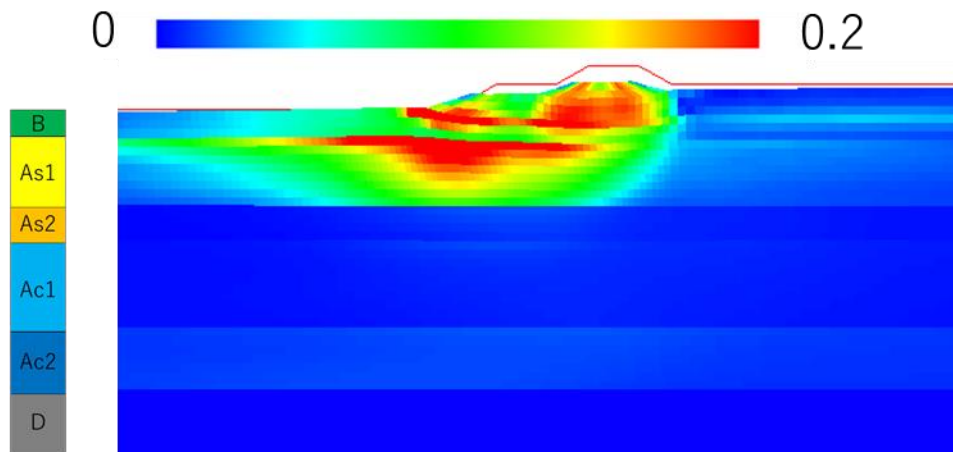


図 2 - 8 - ① - 21 せん断ひずみ分布（地震動—1）

続いて、図 2 - 8 - ① - 22 に地震動—2 を入力した時の地震発生から 10 年後（圧密終了後）のせん断ひずみ分布を示す。最大加速度が大きいので、地震動—1 と比べると液状化が甚大化し、被害程度（せん断ひずみの発生）も大きい。しかし、地震動—1 と同じく短周期成分が支配的であるため、地盤被害は堤体および As1 層の表層砂質土に集中している。

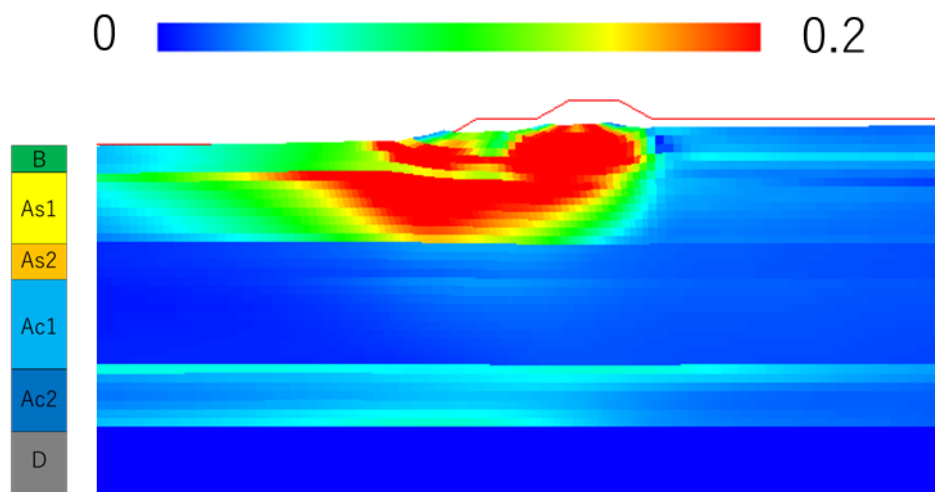


図 2 - 8 - ① - 22 せん断ひずみ分布（地震動—2）

図 2 - 8 - ① - 23 に地震動—3 を入力した時の地震発生から 10 年後（圧密終了後）のせん断ひずみ分布を示す。表層でのせん断ひずみ発生は小さくなっているが、深部 Ac2 層でひずみが大きくなっており、地盤の沈降や不整地化につながる恐れがある。地震動—3 は最大加速度こそ小さいものの、長周期成分が支配的である。一般的に、砂質土に比べて粘性土は剛性が小さくて固有周期が大きい。地震動—3 の長周期成分と Ac2 層が共振することで、粘性土被害に繋がったと考えられる。従来、粘性土は地震被害が

発生しない／考えなくてよいとされることが多いが、Ac2層のように軟弱な状態にある粘性土の場合、地震動—3のように長周期成分が支配的であると地震被害が発生する危険性があることを指摘している。また、透水性の小さい粘性土は、変形が長期にわたって継続する点も注意が必要である。

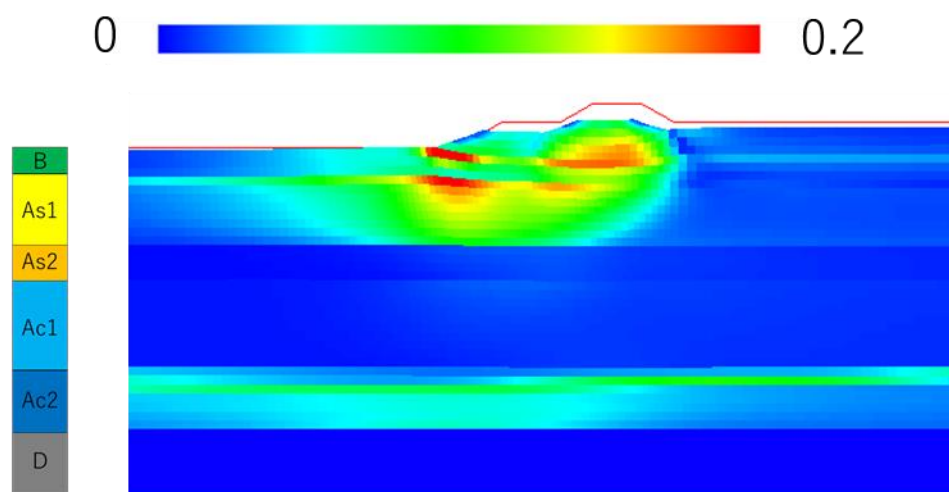


図 2－8－①－23 せん断ひずみ分布（地震動—3）

図 2－8－①－24 に地震動—4を入力した時の地震発生から 10 年後（圧密終了後）のせん断ひずみ分布を示す。表層砂質土の被害に加えて、深部粘性土でも大きな被害が発生している。入力地震動でも説明したが、地震動—4は短周期から長周期成分までを含む広帯域地震動である。そのため、地盤被害も広範囲に広がってしまった。高層ビルや石油タンクなどの固有周期の大きい構造物の耐震性照査以外の場合、一般的には地震動—2を用いた耐震性照査が考えられる。しかし本解析結果は、複雑な地層を構成する地盤において特に軟弱粘性土が堆積している場合には、従来の耐震性照査では地震被害を過小評価している危険性を示唆している。

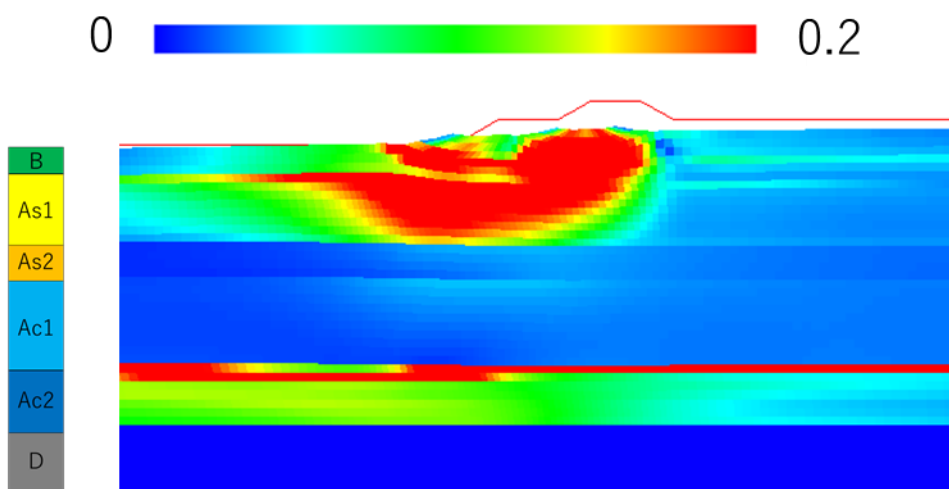


図 2－8－①－24 せん断ひずみ分布（地震動—4）

表 2-8-①-2 に天端沈下量の比較と耐震性照査をまとめて示す。最大加速度の小さい地震動—1 や地震動—3 では地震後も天端高さは照査外水位より大きく、河川堤防は健全性を保つ。しかしながら、最大加速度の大きい地震動—2 や地震動—4 では、天端高さが照査外水位よりも小さくなり、要対策と判定された。なお、解析対象地点はレベル 2 地震動に対する事前の耐震性照査でも要対策と判定されており、本解析結果と一致する。ただし、事前の耐震性照査では本解析のように粘性土がモデル化されていないことに加えて、地震動—4 のように長周期成分の影響が考慮されていない点に注意が必要である。また、表を見ると、短周期成分が支配的な地震動—1 と地震動—2 に比べて、長周期成分を有する地震動—3 や地震動—4 は地震後の沈下量が多い。これは長周期の揺れによって軟弱粘性土が乱された影響であり、粘性土は透水性が小さいため変形が長時間継続することに起因する。このように粘性土に被害が発生する場合、長期的な経過観察が求められる点も注意しなくてはならない。

表 2-8-①-2 天端沈下量の比較と耐震性照査

	地震動—1	地震動—2	地震動—3	地震動—4
天端沈下量 (地震直後)	1.38m	2.00m	1.06m	2.22m
天端沈下量 (地震後 10 年間)	0.33m	0.50m	0.64m	0.71m
天端沈下量 (合計)	1.71m	2.50m	1.70m	2.93m
耐震性照査(※)	○	×	○	×

※ 耐震性照査は、天端高さと照査外水位の関係で判断

・地震応答解析（対策後）

現地では要対策区間に対して、図 2-8-①-25 に示すように、堤防の嵩上げに加えて、堤体法尻への静的砂杭圧入による地盤改良を行っている。地盤改良深度は 20 m（Ac1 層中央付近）までである。本解析においても、現地と同じように対策を実施し、先に要対策と判定された地震動—2 と地震動—4 を入力した。

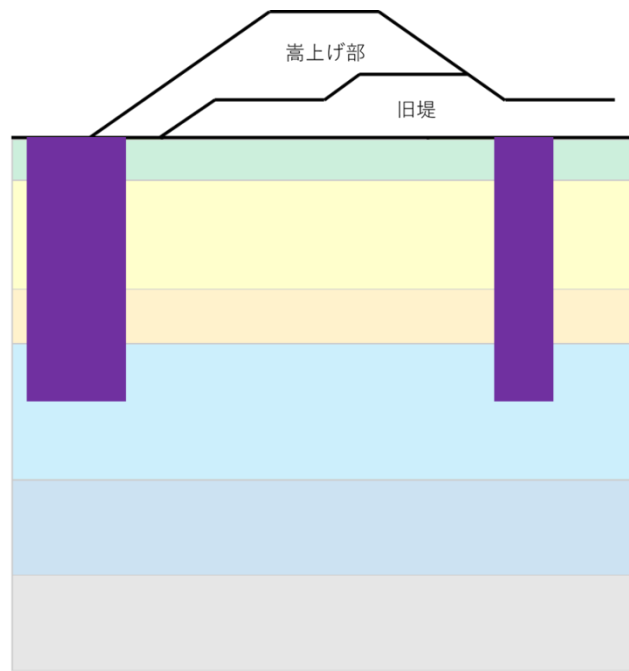


図 2 - 8 - ① - 25 せん断ひずみ分布（地震動—4）

図 2 - 8 - ① - 26 と図 2 - 8 - ① - 27 に地震動—2 と地震動—4 を入力した時の地震発生から 10 年後（圧密終了後）のせん断ひずみ分布を示す。地震動—2 は表層砂質土に、地震動—4 は表層に加えて深部 Ac2 層でもせん断ひずみが大きくなる点是对策前と同じである。しかし、対策前は円弧上の滑りが発生したのに対し、改良体が滑りを抑制し、堤体およびその直下以外での変形が大きく抑制されている。表 2 - 8 - ① - 3 に天端沈下量の比較と耐震性照査を示す。対策によって、地震動—2 は地震後も天端高さは照査外水位より大きく、河川堤防は健全性を保つようになった。地震動—4 は、天端高さと照査外水位がほぼ等しい結果となった。両者の差は地震動の長周期成分による粘性土の乱れの影響であり、従来の耐震性照査では十分に考慮されていない事項である。

なお、せん断ひずみを見ても分かるように、堤体本体の被害がかなり大きい。冒頭でも述べたが、本解析においては豪雨直後のように堤体も飽和土として扱っている。水位がもっと低く、堤体が不飽和状態にある場合は、沈下量はもっと小さくなると考えられる。また一般的には、土堤原則から堤体自身への対策は行われることが稀であるが、解析結果の変形図を見ると、鋼矢板の打設など、堤体の耐震性向上は地震被害軽減には有効となることが示唆される。

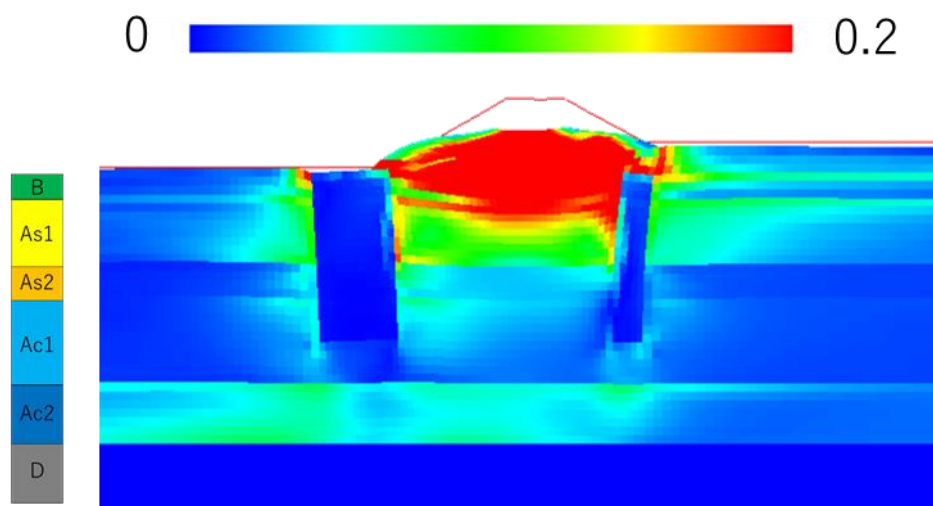


図 2 - 8 - ① - 26 セン断ひずみ分布（地震動－２）

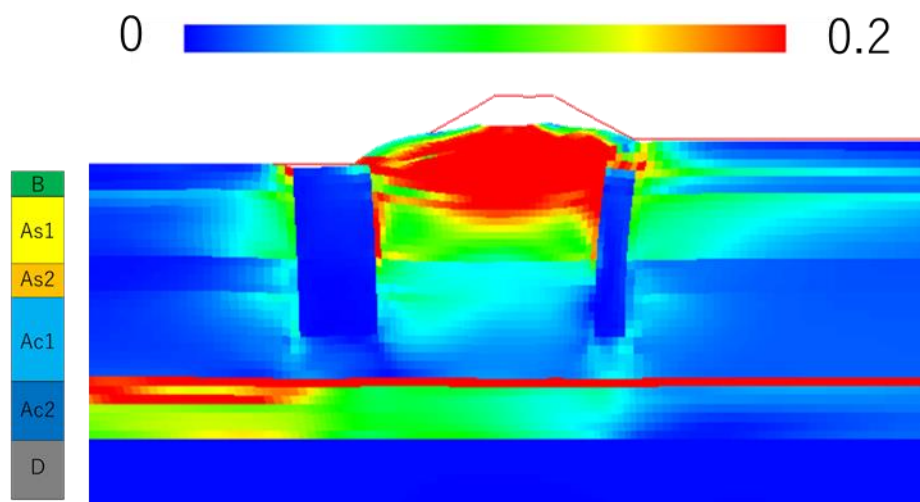


図 2 - 8 - ① - 27 セン断ひずみ分布（地震動－４）

表 2 - 8 - ① - 3 天端沈下量の比較と耐震性照査

	地震動－２	地震動－４
天端沈下量（地震直後）	2.96m	3.27m
天端沈下量（地震後１０年間）	0.44m	0.69m
天端沈下量（合計）	3.40m	3.96m
耐震性照査(※)	○	△

※ 耐震性照査は、天端高さと照査外水位の関係で判断

(c) 結論ならびに今後の課題

津波瓦礫予測手法について、建物倒壊を判定して、車両や船舶を含め、瓦礫の動きを計算、漂流の状況の評価する方法と、被害関数をもとに津波瓦礫の厚さ分布を計算する2つの手法を瓦礫計算手法として確立した。

前者については、現在既に実装されている DONET を用いた津波即時予測システムのデータベースに含まれる断層モデルの中から、津波瓦礫が発生する浸水面積 2 km^2 以上の断層モデルを用いて津波瓦礫の漂流を計算した。これらの計算結果を5分ごとの動画に加工し、津波即時予測システムが抽出する断層モデルに紐づかせて動画を表示するシステムを構築した。この手法を宮崎県延岡市にも適用すべく、大瀬川や五ヶ瀬川の流域で地形データを作成中である。

後者については、ハザード評価を実施するモデル地区の一つである延岡市を対象として、延岡市から提供頂いた土地利用情報から、詳細な津波氾濫解析に用いる標高に建物の起伏情報を考慮した合成地形モデル⁹⁾を作成した。この合成地形モデルを用いて内閣府(2012)¹⁰⁾の波源断層モデルによる津波氾濫解析を実施し、従来のハザードマップからは読み取れなかった津波ハザード情報について検討した。今後は津波瓦礫評価について検討を進めていく。津波瓦礫評価を行う際、津波浸水深分布と建物情報が必要であるが、延岡市中心市街地については、本業務で収集整理した土地利用情報を利活用することで検討することができる。これらの情報を最大限利用して津波火災の燃え草となる木造建物の津波瓦礫堆積評価を行うとともに、合成地形モデルによる氾濫解析を利用して津波火災の火種となり得る自動車や船舶の漂流解析を行い、より現実的な津波ハザード評価を行う。

徳島県那賀川下流域の河川堤防を対象に水～土連成弾塑性有限変形解析による耐震性再照査を実施した。当該地層構成は、表層に緩い砂質土が卓越し、深部に軟弱なシルト質土が堆積している。その結果、従来の耐震診断と同様に対策前の河川堤防は要対策と判定されたが、嵩上げと地盤改良による対策を実施すると健全性を確保できることを確認した。ただし、本解析では地震動に長周期成分を含む場合、軟弱粘性土が共振によって乱され、地盤被害を拡大させる危険性を示した。従来法では、粘性土層が適切にモデル化されてないことに加えて、地震動の長周期成分が十分には考慮されていない。そのため、従来法に依る耐震性照査の場合、被害を過小評価してしまう危険性を指摘した。地盤は土の種類や密度、地下水位面の位置など、多くの不確実性を有する。今後は、これら不確実性が地盤被害に及ぼす影響を把握するとともに、不確実性を定量化することが求められる。後川については、データの入手に時間を要し、十分な精査を行うことができなかった。データ精査結果を踏まえ、次年度以降での実施を検討したい。

(d) 引用文献

- 1) Takahashi, N. and Imai, K.: Direct tsunami damage prediction using oceanfloor network system, Oceans, IEEE, 978-1-6654-1821-8/22/\$31.00, 2022.
- 2) 小園裕司, 高橋智幸, 桜庭雅明, 野島和也: 南海トラフ地震津波を対象とした建物倒壊および災害がれきを考慮した津波被害予測モデルの適用と被害軽減効果の検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 73 巻, 2 号, 2017.

- 3) Imai, K., Hashimoto, T., Mitobe, Y. Takahashi, N. and Obayashi, R. :
Development of a practical evolution method for tsunami debris and its
accumulation, Appl. Sci., Vol.12, No.2, 858, 2022.
- 4) Noda, T., Asaoka, A. and Nakano, M. : Soil-water coupled finite deformation
analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-
clay model, S&F, Vol.48, No.6, 771-790, 2008.
- 5) Kaneda, Y., Kawaguchi, K., Araki, E., Matsumoto, H., Nakamura, T., Kamiya,
S., Ariyoshi, K., Hori, T., Baba, T. and Takahashi, N. : Development and
application of an advanced ocean floor network system for megathrust
earthquakes and tsunamis, Seafloor observatories, In: Favali, P. et al.
(eds.), Springer Praxis Books, pp. 643-663, 2015.
- 6) Kawaguchi, K., Kaneko S., Nishida T. and Komine T. : Construction of the
DONET real-time seafloor observatory for earthquakes and tsunami
monitoring, In Seafloor Observatories, A new vision of the Earth from the
Abyss, ed. Favali P., Beranzoli L., De Santis A., eds. Springer Praxis
Books, Springer, Berlin, Heidelberg, 211-228, 2015.
- 7) Takahashi, N., Imai, K., Ishibashi, M., Sueki, K., Obayashi, R., Tanabe,
T., Tamazawa, F., Baba, T. and Kaneda, Y. : Real-time tsunami prediction
system using DONET, J. Disaster Research, 12, 4, 766-774, 2017.
- 8) Takahashi, N. and Imai, K. : Realtime Tsunami Prediction System Using Ocean
Floor Network for Local Regions, Appl. Sci., Vol.12, No.3, 1627, 2022.
- 9) 今井健太郎, 今村文彦, 岩間俊二 : 市街地における実用的な津波氾濫解析手法の提案,
土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.69, No.2, 331-315, 2013.
- 10) 内閣府, 南海トラフ巨大地震モデル検討会 :
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/index.html>
- 11) 小谷美佐, 今村文彦, 首藤伸夫 : GIS を利用した津波遡上計算と被害推定法, 海
岸工学論文集, Vol.45, 356-360, 1998.
- 12) 後藤智明, 小川由信 : Leap-Frog 法を用いた津波の数値計算法, 東北大学工学部土
木工学科, 52p., 1982.
- 13) Asaoka, A., Noda,T., Yamada, E., Kaneda, K. and Nakano, M. :An elasto-
plastic description of two distinct volume change mechanisms of soils,
Soils and Foundations, Vol 42, No.5, pp.47-57, 2002.
- 14) 徳島県, 防災・減災マップ : <https://maps.pref.tokushima.lg.jp/bousai>
- 15) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 港湾施設研究室 :
<https://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/kouwan/sisetu/sisetu.html>
- 16) 内閣府, 南海トラフ巨大地震モデル検討会 :
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/index.html>
- 17) 内閣府, 南海トラフの巨大地震モデル検討会及び首都直下地震モデル検討会 :
http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/nankaitrough_report.html
- 18) 福井優太, 倉田和己, 平井敬, 福和伸夫 : 仮想現実技術と振動台を組み合わせた超

高層建物の地震応答体験環境の構築, 日本建築学会 2017 年度大会学術講演梗概集(構造Ⅱ) pp.407-408, 2017.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

1) 学会等における口頭・ポスター発表

発表した成果(発表題目、口頭・ポスター発表の別)	発表者氏名	発表した場所(学会等名)	発表した時期	国内・外の別
Development of evaluation method for tsunami debris thickness and its distribution by several static parameters (口頭)	Kentaro IMAI, Yuta MITOBE, Takashi HASHIMOTO, Tatsuo MASUTA	30th International Tsunami Symposium	2021 年 7月	国際
Development of realtime tsunami damage prediction system using DONET data (ポスター)	Narumi TAKAHASHI, Kentaro IMAI	American Geophysical Union	2021 年 12月	国際
Direct tsunami damage prediction using oceanfloor network system (ポスター)	Narumi TAKAHASHI, Kentaro IMAI	Oceans Chennai	2022 年 2月	国際

2) 学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載した論文(発表題目)	発表者氏名	発表した場所(学会誌・雑誌等名)	発表した時期	国内・外の別
Development of a Practical Evaluation Method for Tsunami Debris and Its Accumulation	Kentaro IMAI, Takashi HASHIMOTO, Yuta MITOBE, Tatsuo MASUTA, Narumi TAKAHASHI, Ryoko OBAYASHI	Appl. Sci., 12, 858, 2022. doi: https://doi.org/10.3390/app12020858	2022 年 1月	国際
Realtime Tsunami Prediction System Using Ocean Floor	Narumi TAKAHASHI, Kentaro IMAI	Appl. Sci., 12, 1627, 2022. doi: https://doi.org/10.3390/app12020858	2022 年 1月	国際

Network for Local Regions		3390/app12031627		
Direct tsunami damage prediction using oceanfloor network system	Narumi TAKAHASHI, Kentaro IMAI	Oceans, IEEE, 978-1-6654-1821-8/22/\$31.00, 2022.	2022 年 2月	国際

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

②情報発信検討会

(a) 業務の要約

サブ課題 1 とサブ課題 2 から提供される研究成果を踏まえ、情報発信の在り方を探る議論の一つとして情報発信検討会を実施した。同じ防災上の特性を持つ地域間で情報共有できるように、特にアンケート上で比較的コメントが多かった項目を参考に、研究者間でテーマを再構築し、ハザード評価、複合災害対応、事業継続、人材育成の 4 つをテーマとした。各自治体やインフラ企業、地方支分部局、地域の大学などとのこれまでの関係も活用して、情報発信検討会の協力体制を構築しながら、各テーマについて 2 回ずつ開催した。但し、コロナ禍により、地域での開催はできず、オンライン開催のみとした。情報発信検討会をそれぞれテーマごとに開催した。ハザード評価は 9 月 24 日と 1 月 28 日に 39 機関（プロジェクト側は除く）、複合災害対応は 8 月 23 日と 2 月 8 日に 51 機関、事業継続は 10 月 8 日と 2 月 17 日に 41 機関、人材育成は 9 月 27 日と 2 月 21 日に 8 機関が参加した。

また、サブ課題 1 とサブ課題 2 からの情報を地域と共有できるクラウドシステムを構築した。サブ課題 1 から提供される地殻活動の逐次変化と推移予測、サブ課題 2 から提供されるハザード情報やリスク情報を重ね合わせ、ユーザーが自由に地域や方向を変えて三次元で確認できるものを想定して構築した。防災科学技術研究所が管理するクラウドにシステムを配置し、ID をパスワードでセキュリティを管理することとしている。サブ課題 1 で導入している地殻構造のデータベース並びにサブ課題 2 で使用している地震防災基盤シミュレーターのデータベースから適切な情報を取り込む形となる。

加えて、研究成果の情報の可視化の適正化にも取り組みつつある。例えば、津波ハザードマップとして最大浸水域が示されているが、計算上の精度の問題や津波浸水の確率等、地域防災に取り入れるために課題となる事項についての検討も開始した。今年度は、津波計算時の分散項に対する評価を行った。

(b) 業務の成果

昨年度構築した連携関係に基づき、今年度からは情報発信検討会を定常的に開催した。今年度に入って議論するテーマを再編成し、ハザード評価、複合災害対応、事業継続、人材育成の4つとした。昨年に引き続き、各テーマの幹事は、ハザード評価が海洋研究開発機構の今井健太郎氏、複合災害対応が香川大学の金田義行氏、事業継続が防災科学技術研究所の中村洋光氏、人材育成が徳島大学の馬場俊孝氏が務めた。

ハザード評価（表2-8-②-1）では、1回目では、このテーマで議論する方向性を今井健太郎氏が示した後、続いて2011年東北地方太平洋沖地震からの教訓について紹介した。ここでは、軟弱地盤による河川堤防や港湾構造物への強震動の影響、それに基づく津波浸水、津波浸水後の災害瓦礫発生や津波火災、長期湛水といった具体的な災害の形が提示された。また、気象庁から発出される臨時情報の背景となる地殻活動モニタリングの内容が紹介された。参加者アンケートからは、津波浸水マップは見慣れているものの、そこから発生する様々な具体的な事象をイメージの重要性や、より地域に特化した形での提案への期待が示された。この地域への特化については、コロナ禍で活動が制限されてしまったが、来年度以降進めることを検討している。2回目は、東北大学災害科学国際研究所の佐々木宏之氏から「災害時の医療体制とその対応について」、高知県西部地域の防災の拠点である四万十市の有光浩氏から「四万十市の防災対策」をテーマに紹介頂いた（図2-8-②-1）。どちらも、どのような情報に基づいて、どう行動するか、具体的な事例をもって説明頂いた。参加者アンケートから、異なる業種の具体的な動きの紹介は好評をもって受け止められ、情報共有の重要性を再認識されたことが確認できた。医療現場でのトリアージの話題も提供され、事前対策や事前避難の重要性が示された。

表2-8-②-1 ハザード評価をテーマにした情報発信検討会議事次第

開催日時形式	2021年9月24日（金） 9：30 ～ 12：00 オンライン	開催日時形式	2022年1月28日（金） 13：00 ～ 15：30 オンライン
議事	「プロジェクトの現状成果」 防災科学技術研究所 南海トラフ海底地震津波観測網整備推進本部 副本部長 高橋 成実 「情報発信検討会『ハザード評価』テーマで行いたいこと」 海洋研究開発機構 海域地震火山部門 地震津波予測研究開発センター 地震津波モニタリング研究グループ 副主任研究員 今井 健太郎 「2011年東北地方太平洋沖地震からの教訓」 海洋研究開発機構 海域地震火山部門 地震津波予測研究開発センター 地震津波モニタリング研究グループ 副主任研究員 今井 健太郎 総合討論	議事	「災害時の医療体制とその対応について」 東北大学 災害科学国際研究所 准教授 佐々木 宏之 「四万十市の防災対策」 四万十市 地震防災課 地震防災係 係長 有光 浩 総合討論

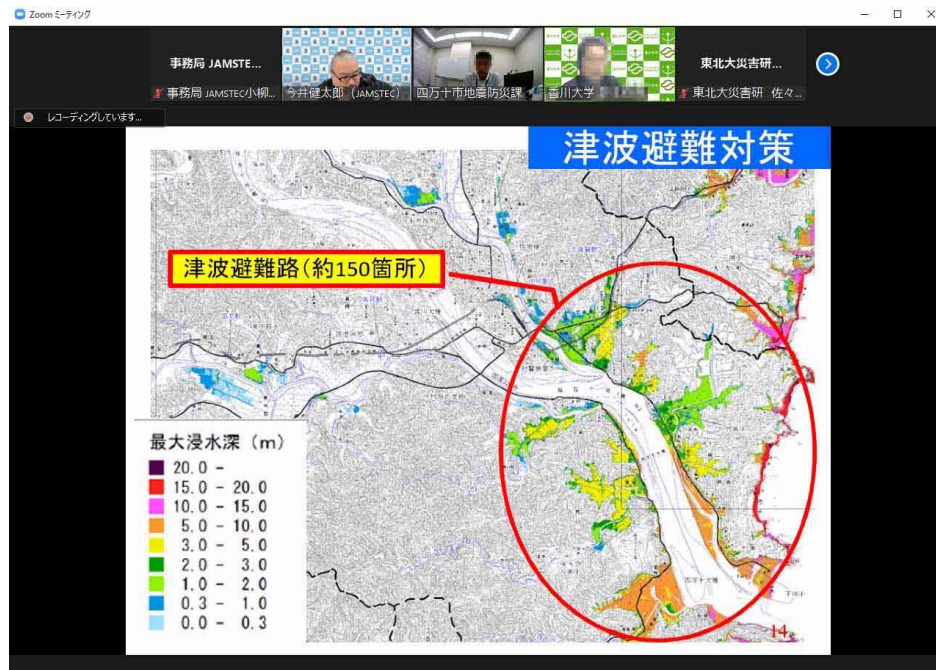


図 2-8-②-1 ハザード評価をテーマにした情報発信検討会風景

複合災害対応（表 2-8-②-2）では、1回目では、このテーマで議論する方向性を金田義行氏が示した後、兵庫県立大学大学院の阪本真由美氏から「南海トラフ地震における広域避難をめぐる課題について」、香川大学の磯打千雅子氏から「熊本地震における地域と企業の対応と必要な支援」について紹介された。それぞれ複合的な災害をイメージした広域避難や地区防災対策の在り方について示されたが、様々な時空間スケールの動きを俯瞰的にとらえる重要性が、参加者アンケートからうかがえた。基礎自治体からの参加者では、地震、津波、土砂災害だけでも課題が多いところもあり、地域に落とし込むところの難しさも共有された。2回目では、金田義行氏から「複合災害考」として、地震・津波災害に気象災害が重なるケースでの被災イメージを描く重要性が示され、続いて香川大学の石塚正秀氏から「内水氾濫・外水氾濫の同時発生による複合水害時の氾濫水の特徴」、鳴門教育大学の谷村千絵氏から「災害時の複雑な状況における当事者意識の育成 ―協働的な思考のレッスンとしての「ジレンマほぐし」―」について紹介頂いた（図 2-8-②-2）。参加者アンケートから、内水氾濫・外水氾濫の同時発生時の単なる足し算ではない災害の深刻化の可能性やその即時評価の難しさが共有されたことがうかがえた。様々な事象が同時期に発生し、また、発災と復興・復旧が重なりうることを共有した上で、「ジレンマほぐし」の考え方は人材育成の面からも効果的であると認識された。

表 2－8－②－2 複合災害対応をテーマにした情報発信検討会議事次第

開催日時 形式	2021年8月23日（月） 13：30～16：30 オンライン	開催日時 形式	2022年2月7日（月） 13：30～16：30 オンライン
議事	「複合災害対応」について 香川大学 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構 地域強靱化研究センター センター長・特任教授 金田 義行 「南海トラフ地震における広域避難をめぐる課題について」 兵庫県立大学大学院 減災復興政策研究所 教授 阪本 真由美 「熊本地震における地域と企業の対応と必要な支援」 香川大学 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構 地域強靱化研究センター 特命准教授 磯打 千雅子 総合討論	「複合災害考」 香川大学 四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構 地域強靱化研究センター センター長・特任教授 金田 義行 「内水氾濫・外水氾濫の同時発生による複合水害時の氾濫水の特徴」 香川大学 創造工学部 創造工学科 教授 石塚 正秀 「災害時の複雑な状況における当事者意識の育成 ー 協働的な思考のレッスンとしての「ジレンマほぐし」ー」 鳴門教育大学 人間教育専攻 准教授 谷村 千絵 総合討論	



図 2－8－②－2 複合災害対応をテーマにした情報発信検討会議風景

事業継続（表 2－8－②－3）では、地域防災に取り組んでいるサブ課題 2 から名古屋大学の平山修久氏、新井伸夫氏、都築充雄氏、千葉啓広氏がコアメンバーとして参加している。1 回目では、防災科学技術研究所や名古屋大学が実施している研究が紹介され、研究成果を企業や自治体等の事業継続を含む防災対策において最大限に活用するための情報発信や利活用のあり方を検討する方針を中村洋光氏から示された。続いて都築充雄氏から「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトにおけるこれまでの取組」、千葉啓広氏から「西三河防災減災連携研究会における地域連携に向けた事例紹介」、平山修久氏から「発災時の企業の事業活動停止を防ぐために」について話題提供があった。参加者から、自治体の被害想定改訂の検証に利用できる材料の提供、「巨大地震」しか対象としていない地震対策とハザード情報に対する別の地震発生のパターンの蓋然性やハザード・被害情報への期待、ハザード・被害の様々なシナリオに対する不確実性の

認識不十分、複合災害シナリオの膨大な情報の可視化、インフラ被害の情報不足、地震発生前からの災害時タイムラインの把握、災害後の人間活動の不確実性への考慮、研究開発と事業継続検討の現場との間のギャップがコメントとして示された。2回目では、中村洋光氏から「前回振り返りと研究の進捗について」、平山修久氏から「臨時情報と災害拠点病院への応急給水確保について」、イオン株式会社の早川雅朗氏から「相次ぐ自然災害と船江田イオンの事業継続マネジメントについて」の紹介があった（図2-8-②-3）。いずれも具体的なケースについて話題提供され、参会者アンケートからはそれぞれ課題が明確になり、BCPの議論に有効だったとの好評を得た。

表2-8-②-3 事業継続をテーマにした情報発信検討会議事次第

開催日時 形式	2021年10月8日（金） 9：30 ～ 12：00 オンライン	開催日時 形式	2022年2月17日（木） 13：00 ～ 15：30 オンライン
議事	情報発信検討会「事業継続」テーマで行いたいこと 防災科学技術研究所 マルチハザードリスク評価研究部門 副部門長 中村 洋光 南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトにおけるこれまでの取組 名古屋大学 減災連携研究センター 寄附研究部門 特任准教授 都築 充雄 西三河防災減災連携研究会における地域連携に向けた事例紹介 名古屋大学 減災連携研究センター 研究員 千葉 啓広 発災時の企業の事業活動停止を防ぐために 名古屋大学 減災連携研究センター 社会連携部門 准教授 平山 修久 総合討論	議事	「前回振り返りと研究の進捗について」 防災科学技術研究所 マルチハザードリスク評価研究部門 副部門長 中村 洋光 「臨時情報と災害拠点病院への応急給水確保について」 名古屋大学 減災連携研究センター 社会連携部門 准教授 平山 修久 「相次ぐ自然災害と船江田イオンの事業継続マネジメントについて」 イオン株式会社 総務部 BCMグループ マネージャー 早川 雅朗 総合討論



図 2-8-②-3 事業継続をテーマにした情報発信検討会風景

人材育成（表 2-8-②-4）は、他の 3 つのテーマと位置づけが異なり、各地域の実情や過去の災害に鑑み、地域の防災を支える人材の育成を目的として、生涯学習のレベルの教育コンテンツ開発や動画製作に取り組むこととしている。その内容は、地震・津波の基礎から、阪神淡路大震災や東日本大震災、臨時情報、古地震、複合災害の予測、地域防災、災害弱者の防災対策、人材育成を検討している。これらを念頭に参加者はコンテンツを作成し、評価を得て改良し、最終的に公開することを考えている。プロジェクト参加機関の研究者とジオパークや、介護老人保健施設、メディア、県教育委員会との連携で意見を出し合い、改良を繰り返す。1 回目は、各参加者からの作成方針案を提示して、教育コンテンツの全体像のイメージを共有した。2 回目は、静岡県松村昌広氏から「静岡県の地震・津波対策」について話題提供頂き、静岡県の取り組みとして各自の避難計画を作る方針も紹介された（図 2-8-②-4）。適切な避難計画を構築するには様々な知識と状況把握、その後の被災イメージの共有が必要であることが共有された。

表 2-8-②-4 人材育成をテーマにした情報発信検討会議事次第

開催日時 形式	2021年9月27日（月） 10:00～12:30 オンライン	開催日時 形式	2022年2月21日（月） 13:30～16:00 オンライン
議事	自己紹介と日頃の防災減災に関する活動紹介 全出席者 「人材育成」テーマの活動方針について全体 討論	議事 「静岡県の地震・津波対策」 静岡県 危機管理部 危機政策課 政策班 松村 昌広 教育コンテンツの作成状況の説明 意見交換	各担当者

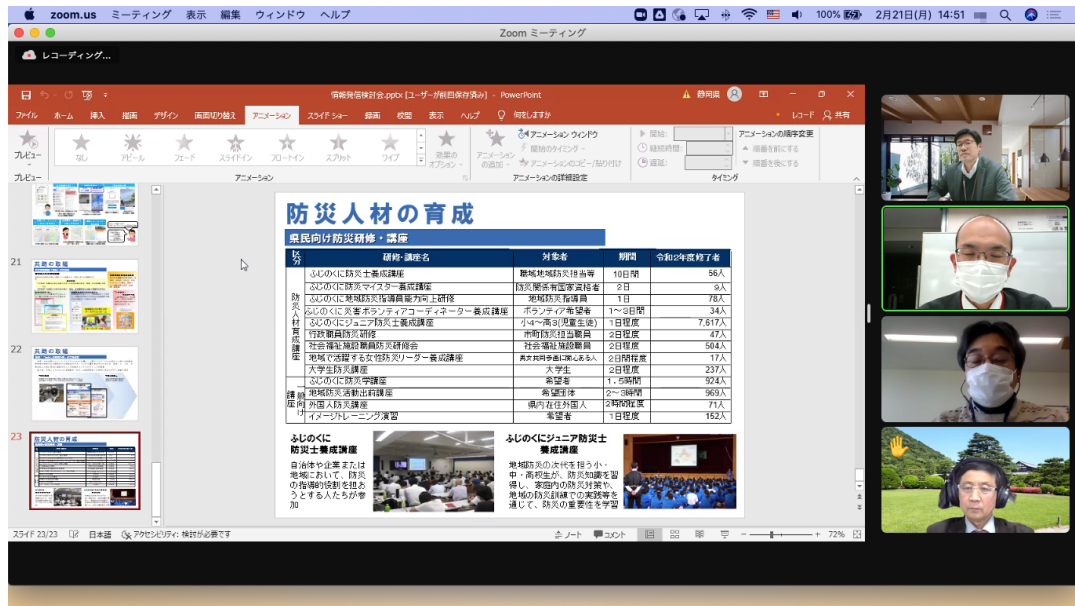


図 2-8-②-4 人材育成をテーマにした情報発信検討会風景

サブ課題 3 ではサブ課題 1 とサブ課題 2 からの情報を受け取り、地方自治体や基礎自治体等の地域防災を担う組織や、インフラ事業者等の民間企業にも情報を展開することを念頭に置いている。サブ課題 1 やサブ課題 2 からの情報が更新されれば、ここで共有する情報の更新も必要になる。このような観点から、サブ課題 1 とサブ課題 2 から提供される情報を創出するシステムとの整合性が必要になる。サブ課題 1 では、海陸三次元速度構造モデルを用いた震源分布とその背景となるプレート境界面や海陸の断層分布をはじめとする構造情報、プレート境界上に分布するゆっくりすべりや地殻変動情報、これらの情報から推定される推移予測の情報を、自由に選択し、重ねて表示できる機能が必要になる。加えて、臨時情報が発表された際にも使用されることを念頭にすると、地殻活動の変遷が時系列で把握できた方がよい。サブ課題 2 からは、ハザードマップやリスク評価をはじめとする様々なポテンシャル情報が提供されることを念頭に置くが、多種多様なハザード情報が創出されることが想定される。例えば、発生した南海トラフ地震が半割れであったと評価されると、半割れを想定した各種ハザードマップに置きかわる、といった状況を想定した。情報更新のインターフェイスはサブ課題 2 の進捗に合わせて検討する必要があるが、各種地図情報を選択して重ね合わせる機能とサブ課題 1 からの情報と組み合わせることができる機能が必要となる。これらのことから、サブ課題 1 で使用しているデータベースを念頭に、サブ課題 2 の情報を取り込めるクラウドシステムを構築した。

以下にいくつかの表示例を示す。図 2-8-②-5 は気象庁一元化震源を三次元、図 2-8-②-6 はハザード情報、図 2-8-②-7 は地震活動と構造情報の比較を表示した例である。この図ではメカニズム解が示され、この結果が示す地殻内応力分布を確認することができる。また、検索したい位置と深さ、マグニチュード、期間を入れると、その条件に適合した地震イベントの時空間分布の変遷を確認することができる。加えて選択したイベント群から b 値を簡易的に計算することができるようにした。

このように震源分布や断層情報を含めた構造の三次元情報を可視化することができ

る体制を構築した。サブ課題2からの情報提供の形をこれから調整することが必要であるが、必要な画像フォーマットデータを読み込む機能は準備できている。今後、サブ課題1から提供される内容とタイミング、サブ課題2から提供される情報の取捨選択の進め方とタイミングを調整し、研究成果の即時的な地域との共有を図ることができるよう検討する。



図2-8-②-5 クラウドシステムで表示した気象庁一元化震源の例。

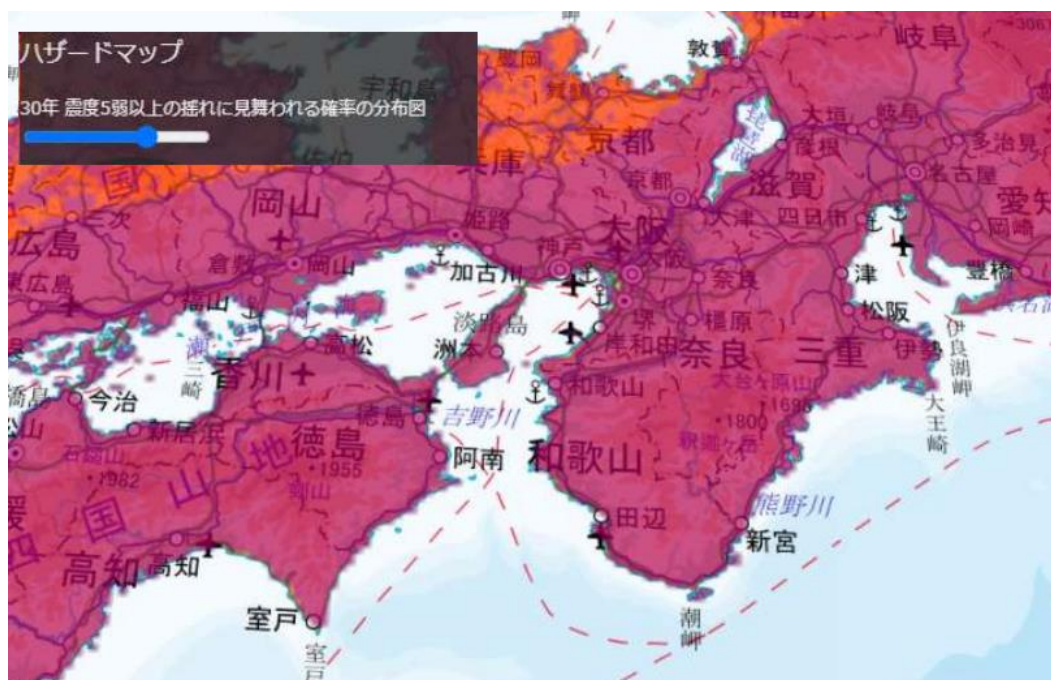


図2-8-②-6 クラウドシステムで表示したハザードマップの例。

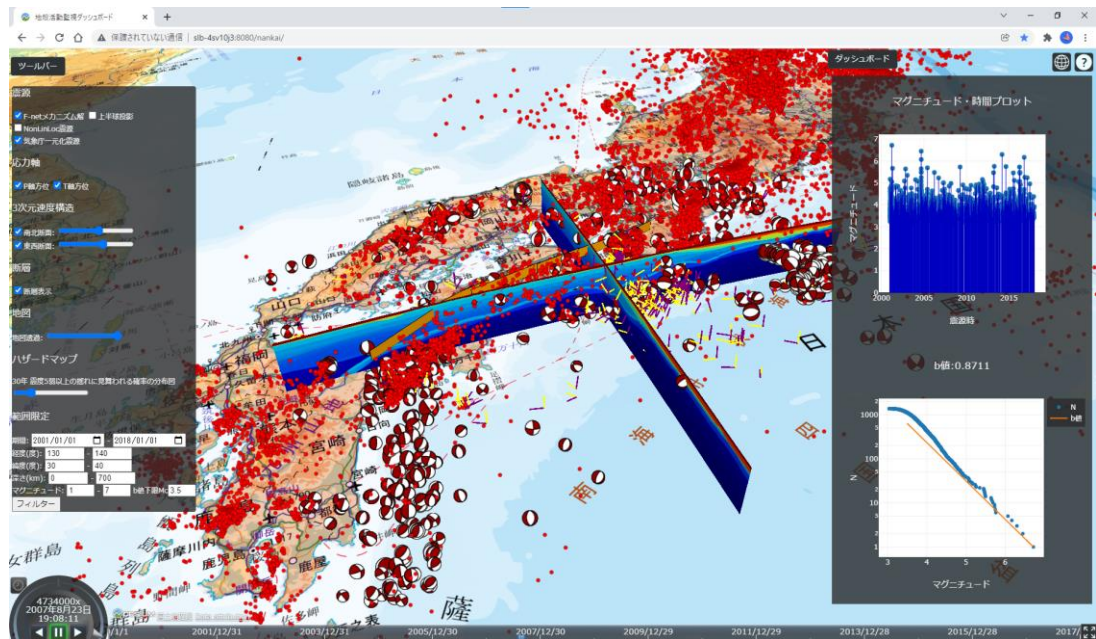


図 2-8-②-7 クラウドシステムで表示した震源メカニズムと三次元構造を比較表示した例。右側には地震の頻度分布と b 値分布がダッシュボードの中に記載されている。

次に地域に展開する情報の検討である。南海トラフ巨大地震の想定震源モデルに基づいて、津波ハザードマップが作成、公開されている。津波は水の波の一種で分散性があるが、一般に津波ハザードマップの構築には分散性が含まれない非線形長波理論が利用されている。これは、波長の長い津波においては、分散性を考慮しても考慮しなくても予測結果がほぼ変わらないとされていることや、分散性を考慮することで計算コストが増大するためである。しかし、Baba et al. (2021)¹⁾は、東北沖のアウトターライズ地震において分散性を考慮した場合、分散性を考慮しない場合に比べて津波高が上昇する結果を示した。そこで、ここでは内閣府の南海トラフ巨大地震の津波において分散性を含めた津波計算を実施し、その津波高に与える影響を定量的に確認した。

非線形長波理論と非線形分散波理論を用いて、スタックカード格子・リープフロッグ法による津波差分計算を行った。津波波源として、内閣府 11 ケースのうち基本的な検討ケースからケース 1、ケース 2、派生的なケースからケース 7、ケース 10 の計 4 ケースを用いた。海岸近くの波形の精度を高めるため地形データにネスティングを施した。ネスティング領域は図 2-8-②-8 のとおりで、地形分解能は全体が 30 秒角、赤枠内が 10 秒角である。観測点は検潮所を高知、室戸、小松島、白浜、串本、浦神の 6 地点と沖合に 1 点を置いた。計算条件については計算終了時間を計算開始から 2 時間とし、時間ステップ幅を 0.025 秒、ライズタイムを 60 秒とした。さらに、分散性あり、なしの徳島県北部と和歌山県の海岸での最大津波高を抽出し、Aida (1978)²⁾の K 、 κ を算出した。図 2-8-②-9 に内閣府ケース 2 の高知の検潮所の計算波形を示す。本ケースでは分散性による津波高の上昇が見られなかった。また、検討した 4 ケースの K は 1.00 ～ 1.01 で、 κ は十分に小さかった。よって、津波ハザードマップの構築において、津波の分散性の効果は無視できる範囲である。

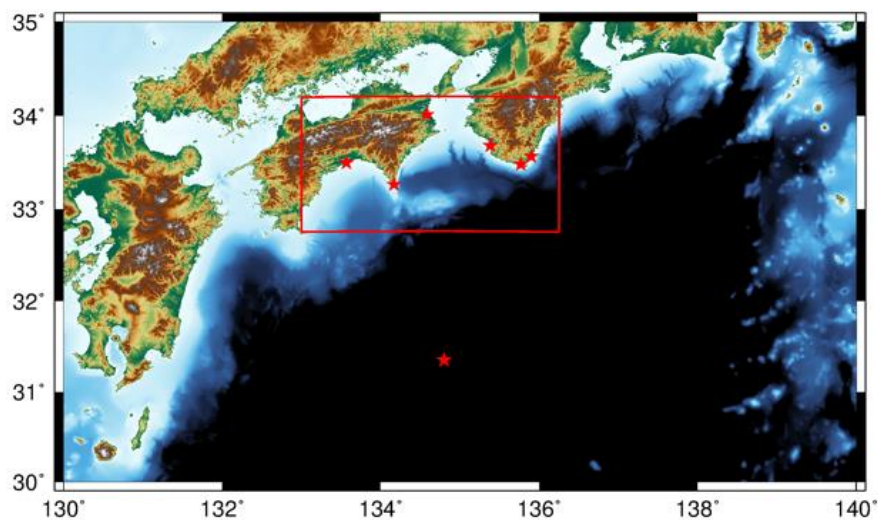


図 2-8-②-8 津波計算領域。赤四角はネスティング領域、赤星は波形を出力する観測点の位置を示す。

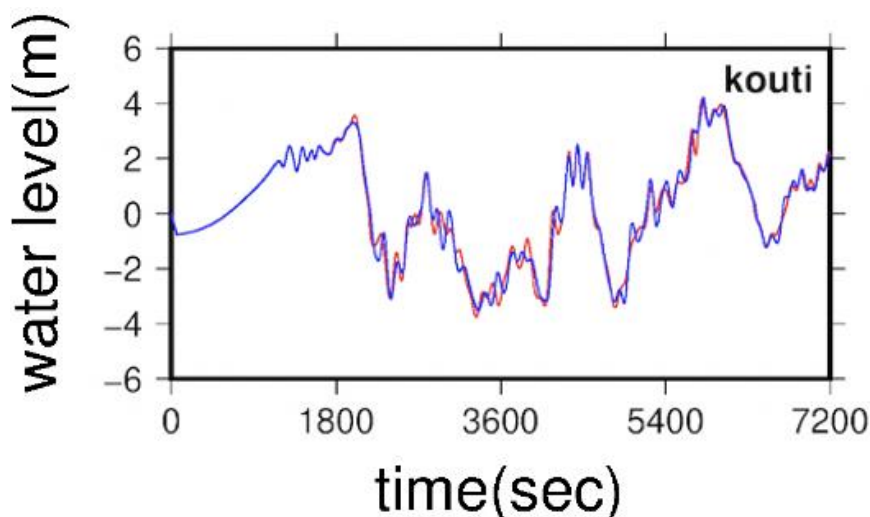


図 2-8-②-9 内閣府ケース 2 における高知の計算結果。赤線が非線形長波理論、青線が非線形分散波理論による計算。

(c) 結論ならびに今後の課題

サブ課題 1 とサブ課題 2 から提供される研究成果を踏まえ、今年度から情報発信検討会の定常的な開催を開始することができた。アンケート上で比較的コメントが多かった項目を参考に、研究者間で昨年度のテーマを再構築し、ハザード評価、複合災害対応、事業継続、人材育成の 4 つをテーマとし、各 2 回ずつ、計 8 回開催した。但し、コロナ禍により、地域での開催はできず、オンライン開催のみとした。ハザード評価は 9 月 24 日と 1 月 28 日に 39 機関（プロジェクト側は除く）、複合災害対応は 8 月 23 日と 2 月 8 日に 51 機関、事業継続は 10 月 8 日と 2 月 17 日に 41 機関、人材育成は 9 月 27 日と 2 月 21 日に 8 機関が参加した。様々なハザードマップが提供され、各県や市町での防

災対策の検討は進んでいるが、広域連携や複合災害など、実際に被災イメージの共有が進んでおらず具体的な対応策に至っていないことが多いことが参加者アンケートからわかる。一方、基礎自治体では、対応すべきことが多すぎてどこから手を付けてよいかわからないケースもあるように見受けられた。このように多様で複雑な状況が出現した時に、状況を適切に把握し、情報をさばける人材の育成の必要性も参加者からのコメントとして寄せられた。臨時情報の議論を機に、事前の備えとして何をすべきなのか、各地域の特性の応じた議論に今後つなげていきたい。

また、サブ課題1とサブ課題2からの情報を地域と共有できるクラウドシステムを構築した。サブ課題1から提供される情報は、地震活動や地殻活動といった情報から、地殻活動の現況と過去からの変遷を把握し、その情報をもとに今後の南海トラフ地震の推移を予測するものである。本システムは、地域の防災を支える組織に利用して頂くことを念頭に置いており、臨時情報発表につながった地殻活動の現状と履歴を可視化することで、臨時情報への理解と行動を促す狙いがある。例えば、プレート境界の破壊が進んだエリア、内陸活断層が活発な範囲の特定は、地域への防災に関する意識を高めることになると考えている。サブ課題2から提供されるハザード情報やリスク情報を重ね合わせることで、改めて各地域がそのリスクの状況を把握することも、防災への意識を高めることに貢献すると考えている。ユーザーが自由に地域や方向を変えて三次元で確認できる機能を有し、何か通常と異なる地殻活動が発生した時に、各地域の防災への興味に応じて必要な情報を即時的に共有できるものを目指した。なお、本システムは、防災科学技術研究所が管理するクラウドにシステムを配置し、IDをパスワードでセキュリティを管理することとしている。

地域に展開する地震や津波の情報の適正化に関する取り組みも開始した。津波浸水図がホームページで各所確認できる現在、そのリスクが伝わり切れていない現状がある。これは、ハザード評価のアンケート調査からも確認することができるが、地域に展開される情報を精査し、可視化手法を変えることで防災への意識を刺激できる可能性もある。今年度は津波計算時の分散の影響を評価し、ハザード評価の観点では無視できる程度であることを確認した。但し、東日本大震災時の仙台湾のように波長の短い津波が繰り返すような現象は、津波避難の観点からは知っておくべき現象である。

(d) 引用文献

- 1) Baba, T., Chikasada, N., Imai, K., Tanioka, Y. and Kodaira, S.: Frequency dispersion amplifies tsunamis caused by outer-rise normal faults, Sci. Rep., Vol.11, 20064, 2021.
- 2) Aida, I.: Reliability of a tsunami source model derived from fault parameters, J. Phys. Earth, Vol. 26, 57-73, 1978.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

- 1) 学会等における口頭・ポスター発表
なし

2) 学会誌・雑誌等における論文掲載

なし

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

③情報リテラシー向上

(a) 業務の要約

サブ課題3では、本プロジェクトによる研究成果が地域や企業の防災対策や施策に利用され災害情報に関しての発信側、受信側の相互の立場から、情報を正しく理解する情報リテラシーの向上を図り、災害前、災害時ならびに災害後のそれぞれの状況下で正しい行動を促すことを目的とする。公開されている各県の県民意識調査の結果を見ると、南海トラフ地震について知識はあっても行動力につながっていないことがわかった。このことから、知識、経験、判断力、行動力、未来志向をキーワードとして、災害対応評価システムとして設計し、昨年度から引き続きアンケート形式の調査を行った。対象は、香川県と高知県、宮崎県の小中学校、大学において調査を実施、その結果を分析した。

並行して分析と設問の見直しも行った。一般向けの設問は、小中学生向けの設問よりも設問数を多く設定し、居住地域や職種、職場地域、年代、環境を共通で問う事項として、知識（地震、津波、リスク、災害史、ハザードマップ）、備え（避難準備、事前準備、備えの意識）、行動（積極性、人に頼る力、グローバル指向）、未来志向（地域愛、楽観性、地元志向）、経験（被災経験、訓練、コミュニケーション、社会性、統率）、情報リテラシー（情報収集、情報への信頼性の意識）、臨時情報（臨時情報への理解、自らの行動への意識）、判断力（地震・津波規模の把握、被害の即時イメージ、避難行動への即時性）を問うものとして地域の防災部局の方のご協力のもと、試験的な調査を試行した。

これらの設問の見直しに応じてオンラインアンケート・評価システムの改良を実施、適宜、小学生向け、中学生向け、大学生以上の一般向け、防災意識尺度（尾関・島崎，2017）¹⁾の各設問群をオンライン上で選択できるように改良した。防災意識尺度は既に全国モデルを有しているため、相対的な比較が可能である。

(b) 業務の成果

1) 定点観測

定点観測では、香川県高松市の2小学校、高知県では高知市1小学校、土佐市の1小学校と2大学、宮崎県では、延岡市の2小学校、1中学校ならびに2大学において授業

を前後のアンケート調査を行った。また、地域コミュニティーを対象とした調査は香川県高松市において実施した。この調査は、授業の前後を一組として原則として年2回実施している。小学生向けアンケート内容を表2-8-③-1に示す。

表2-8-③-1 小学生向けアンケート例

未来志向	自分の将来(しょうらい)の夢(ゆめ)を持っていますか。
未来志向	夢(ゆめ)を実現(じつげん)するためにいろいろ勉強(べんきょう)や練習(れんしゅう)をしていますか。
未来志向	インターネットやロボットの利用(りよう)が進む一方で地球温暖化(ちきゅうおんだんか)も進む中、これから世の中がどうなるか考えたことがありますか。
未来志向	自分たちがこれからの日本や世界をつくっていくと考えていますか。そのために必要なことは何だと思いますか？〈〉の中に書いてください。
未来志向	10年後の自分たちの町をどのようにしたいですか？〈〉の中に書いてください。
未来志向	大地震(だいじしん)が発生した後、あなたの町を元気にするためには何をしたらよいか考えたことがありますか。
知識	「震度(しんど)」という言葉を知っていますか。
知識	「マグニチュード」という言葉を知っていますか。
知識	「震度(しんど)」と「マグニチュード」は同じ意味だと思いますか。
知識	「津波(つなみ)」という言葉を知っていますか。
知識	「津波(つなみ)」が発生した時に起きる波に「引き波(ひきなみ)」というものがありますが、この言葉を知っていますか。
知識	「南海トラフ地震(じしん)」という言葉を知っていますか。
知識	建物が地震(じしん)に耐(た)えられるように「耐震(たいしん)基準(きじゅん)」というものがあると聞いたことがありますか。
知識	「南海トラフ地震(じしん)」が起きたとき、津波(つなみ)が来ることを知っていますか。
知識	「津波(つなみ)」の回数(かいすう)について知っていますか。
知識	「津波(つなみ)」がどのようにして発生するか、知っていますか。
知識	「南海トラフ地震(じしん)」が起きたとき、津波(つなみ)がどこまで来るか知っていますか。その場所を〈〉の中に書いてください。
知識	「津波(つなみ)」が沖から海岸に近づいてくる時、その高さがだんだん高くなることを知っていますか。
知識	津波(つなみ)は少しの浸水(しんすい)でも危(あぶ)ないことを知っていますか？
知識	建物(たてもの)の間のようなせまい場所を進む時、津波(つなみ)の流れが速くなることを知っていますか。
知識	津波(つなみ)は狭(せま)いところを流れると流れが速(はや)くなることを知っていますか？
知識	「津波」の流れは、深さがどのあたりまで来たら人が立っていられなくなると思いますか。(ひざ、腰、胸)
知識	昔、「津波(つなみ)」が来たことがあると、家族や近所の人から聞いたことがありますか。
知識	「南海トラフ地震(じしん)」はどのようにして起きるか、知っていますか。
知識	南海トラフ地震でまわりに壊(こわ)れたりするものが出ると思いますか？
知識	「南海トラフ地震(じしん)」が起きたとき、自宅の周(まわり)の最大震度(最も大きなゆれ)はどれくらいと予想されているか、知っていますか。
知識	「南海トラフ地震(じしん)」で予想される最大震度(最も大きなゆれ)の数値を〈〉の中に答えてください。
知識	「南海トラフ地震(じしん)」はくり返し起きることがあるのを知っていますか。
知識	「南海トラフ地震(じしん)」が起きると、続いて陸でも大きな地震(じしん)が起ることがあるのを知っていますか。
知識	「南海トラフ地震(じしん)」が起ると、続いて火山が噴火(ふんか)することがあるのを知っていますか。
知識	大地震(じしん)が発生したとき、家族(かぞく)でにげる場所(ばしょ)を決めていますか。「はい」と答えた人へ。その場所はどこですか。
知識	大きい地震(じしん)が起きると、がけ崩(くず)れが発生(はっせい)するかもしれないことを知っていますか。
知識	学校で地震(じしん)が発生(はっせい)したら、最初(さいしょ)に何をしなければいけないか、知っていますか。「はい」と答えた人へ。最初にしなければいけないことを〈〉の中に説明(せつめい)してください。
知識	学校でたくさんの人とにげるときには、どんなことに注意しなければいけないと思いますか。〈〉の中に説明してください。
知識	1995年に兵庫県(ひょうごけん)を中心に大きな被害(ひがい)が発生(はっせい)した阪神・淡路大震災(はんしん・あわじだいしんさい)を知っていますか。
知識	2011年に東北(とうほく)や関東(かんとう)で大きな被害(ひがい)が発生(はっせい)した東日本大震災(ひがしにほんだいしんさい)を知っていますか。
知識	2016年に熊本(くまもと)で大きな被害(ひがい)が発生(はっせい)した熊本(くまもと)地震(じしん)を知っていますか？
備え	友だちや近所の人と地震(じしん)が起ったら、どうするか話したことがありますか。
備え	家にいる時に地震(じしん)が発生したら、最初に何をしなければいけないか知っていますか。「はい」と答えた人へ。最初にしなければいけないことを〈〉の中に説明してください。
備え	大地震(じしん)が発生したとき、家族でにげる場所を決めていますか。「はい」と答えた人へ。その場所はどこですか。
備え	家の家具(かぐ)は壁(かべ)や天井(てんじょう)に固定(こてい)されていますか？

備え	避難（ひなん）するときに持ち出すものをそろえていますか？
経験	大地震（じしん）が発生してにげる時、何を持っていけばよいか知っていますか。持っていけばよいと思うものを（ ）の中に書いてください。いくつでもかまいません。
経験	ボランティアのお手伝いをしたことがありますか？
経験	防災訓練（ぼうさいくんれん）の時に周（まわ）りの人に声がけができますか。
経験	困っている人を見たら声をかけたり手伝（てつだ）うことができますか。
経験	南海（なんかい）トラフ地震（じしん）が起（お）きた時、近所（きんじょ）のお年寄（としよ）りににげるよう声をかけることができますか。
経験	学校で何かのリーダーをやったことがありますか？
経験	地震（じしん）や津波（つなみ）で壊（こわ）されたり流（なが）されたりすることを考えたことがありますか？
経験	震度（しんど）と津波（つなみ）の想定（そうてい）の図を見たことがありますか？
経験	地震（じしん）で停電（ていでん）した時は何をしますか？
行動	ふだん、積極的（せっきよくてき）に発言したり、行動したりしますか。
行動	防災訓練（ぼうさいくんれん）に参加したことがありますか？
行動	消火器（しょうかき）を使ったことがありますか？
行動	避難（ひなん）する場所（ばしょ）までの道路（どうろ）に危（あぶ）ないところがありますか？
行動	防災（ぼうさい）についてのニュースや新聞記事（しんぶんきじ）をよく見ますか？
行動	友だちと相談（そうだん）やいろいろな話をしていますか？
行動	防災（ぼうさい）のための「まち歩き」をしたことがありますか。
判断力	海（うみ）の近（ちか）くにいて強（つよ）い揺（ゆ）れが５分以上（いじょう）続（つづ）きました。津波（つなみ）が来（く）ると思（おも）いますか。
判断力	テレビを見ていたら津波（つなみ）警報（けいほう）が出ました。すぐ高台（たかだい）に逃（に）げますか。<すぐ高台（たかだい）に逃（に）げる ・ 揺（ゆ）れがおさまってから逃（に）げる ・ 逃（に）げる心配（しんぱい）はない ・ わかりません> 「逃（に）げる心配（しんぱい）はない」または「わかりません」と答えた人へ。どうすることがあれば逃（に）げようと思いますか？
判断力	テレビを見ていたら津波（つなみ）注意報（ちゅういほう）が出ました。逃（に）げる心配（しんぱい）はないと思いますか？
判断力	自分（じぶん）が住（す）んでいるところはこれから地震（じしん）について安心（あんしん）だと思（おも）いますか。

アンケート調査は、協力頂く組織の環境に合わせて実施する方針とした。調査の利便性と効率性を考えて、オンラインでの調査が可能になるようにeコミュニケーション・システムを利用することとした。アンケートソフト LimeSurvey にてアンケートを構築した。またこの結果を、防災科学技術研究所が開発した情報共有 Web ツールである e コミュニケーション・システムを利用し、情報発信と閲覧が関係者間で可能となるようにデータベース相互利用ができるように設計した。

アンケート調査は、授業前後で回答の傾向を分析して授業の効果を測るため、昨年度実施したものと同様の設問で実施した（図 2－8－③－1）。授業は、地震に関する基礎知識、地震発生メカニズム、津波に関する基礎知識、津波発生メカニズムに関する内容をスライドや動画を使って説明した。授業後には・家屋構造と耐震性に関する実験（デモンストレーション）を行った（図 2－8－③－2）。ここでは、香川県内の小学校一校での結果を示して、授業の効果について報告する。

南海トラフという言葉聞いたことがあるか、という問いに対しては、授業前は聞いたことがあると回答した生徒が 54%と 6 割に届かなかったが、授業後には 8 割の生徒は聞いたことがあると回答していた（図 2－8－③－3）。回答の割合が上がっていることから授業の効果が認められる。だが、授業の中で、南海トラフについては説明したことをから、100%の生徒が「聞いたことがある」と回答することを今後目指す必要がある。マグニチュードという言葉聞いたことがあるかという問いに対しては、「聞いたことがある」との回答が、授業の前は半数に届かない 49%であったが、授業後には聞いたことがあるとの回答が 85%まで上昇していた（図 2－8－③－4）。一方で、震度とマグニチュードの違いが分かるか、という問いに対しては、講義後でも違いが分かる」と回答している生徒は 57%と 6 割に届かないことから、「聞いたことがある」から「ど

のようなものか分かる」という段階まで理解を深めるには、更なる取り組みが必要であるということも分かった（図 2-8-③-5）。

同様の取り組みを、大学 1 年生を対象にオンライン授業を通して実施し、大学生と小学生との防災教育の効果について比較することで、小学生、大学生、それぞれに必要な防災教育について検討した。ここでは高知県で実施した結果について示す。「津波がどのようにして発生するか知っているか」という問いに対しては、授業前・授業後ともに大学生と小学生の回答割合に大きな違いはみられない（図 2-8-③-6）。授業後には「知っている」との回答が大学生では 96% と高まった。小学生でも 80% に上昇したが、大学生に比べてその割合が低かった。一方、南海トラフ地震が起きて発生した大量のごみをどうすればよいか考えたことがあるかという問いに対しては、講義前では「考えたことがある」と回答する割合は、大学生が 11% で小学生の 30% に比べて低くなっている（図 2-8-③-7）。講義後は、考えたことがあると回答している割合が大学生でも高まったが、その割合は小学生と同様の 3 割程度に留まる。小学生の割合は講義前後でほとんど変化が無かった（図 2-8-③-8）。瓦礫の処理の問題は、南海トラフ地震からの復旧・復興を考える上で重量な課題であり、唯一の正解が導き出せる間ではないので、このような講義を通して、若い世代にその重要性を伝えて彼らとともに考えていくことが今後必要である。大地震が発生した後、あなたの町を元気にするためには何をしたらよいか考えたことがありますかという問いに対しては、「考えたことがある」という割合が、講義前では大学生が 23%、小学生が 41% で大学生の方が低い傾向にある。講義後には、大学生 52% と半数強に増加し、小学生ではほとんど変化がない 47% であった。復興について今から考える事前復興の取り組みが行政レベルで四国内でも行われているが、事前復興は将来の地域の未来を決めることであることから、教育を通して若年層も巻き込んだ対策が必要である。

また、一般向けの設問の改訂も進めた。大学生以上の年代の一般向けの設問は、小中学生向けの設問よりも設問数を多く設定し、居住地域や職種、職場地域、年代、環境を共通で問う事項として、知識（地震、津波、リスク、災害史、ハザードマップ）、備え（避難準備、事前準備、備えの意識）、行動（積極性、人に頼る力、グローバル指向）、未来志向（地域愛、楽観性、地元志向）、経験（被災経験、訓練、コミュニケーション、社会性、統率）、情報リテラシー（情報収集、情報への信頼性の意識）、臨時情報（臨時情報への理解、自らの行動への意識）、判断力（地震・津波規模の把握、被害の即時イメージ、避難行動への即時性）を問うものとして設定した。これらは、居住地域によって地震・津波に対する危機感の違いや、生活環境による違いなどの相関を確認するとともに、広域の地域性を把握することが目的である。地域の防災部局の方のご協力のもと、試験的な調査を試行した。今後、その分析結果から、改めて設問としての有効性を確認し、設問の改訂を進める予定である。



図 2 - 8 - ③ - 1 講義風景



図 2 - 8 - ③ - 2 実験（デモンストレーション）風景

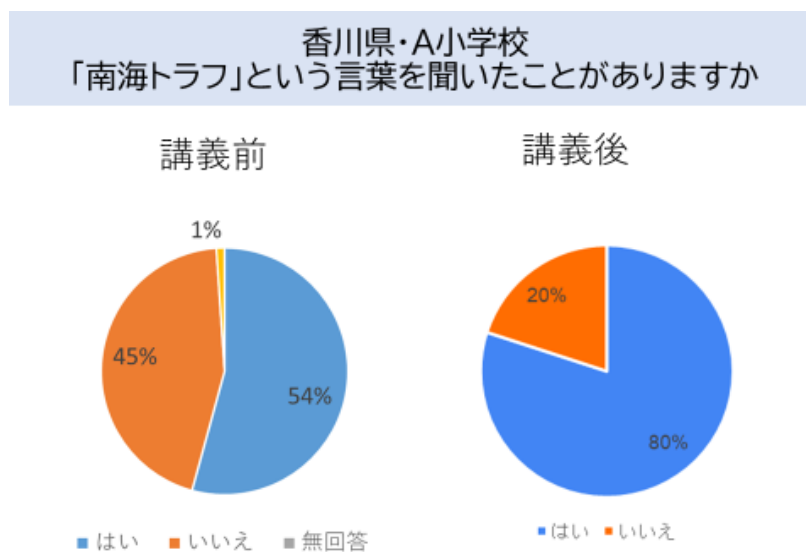


図 2 - 8 - ③ - 3 香川県 A 小学校 講義の効果（知識：南海トラフ）

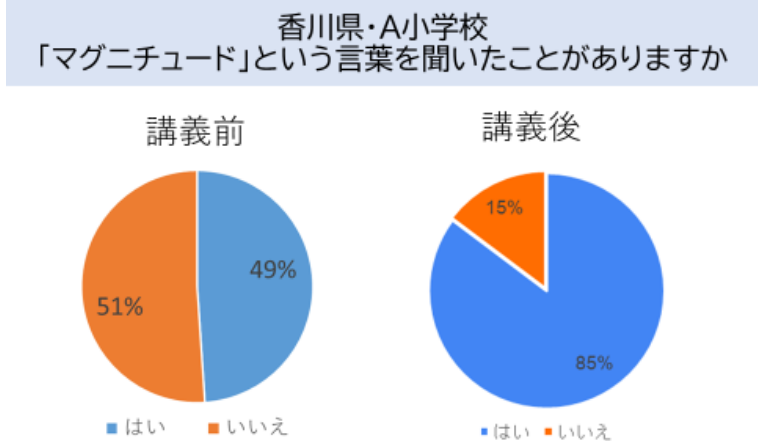


図 2－8－③－4 香川県 A 小学校 講義の効果（知識：マグニチュード）

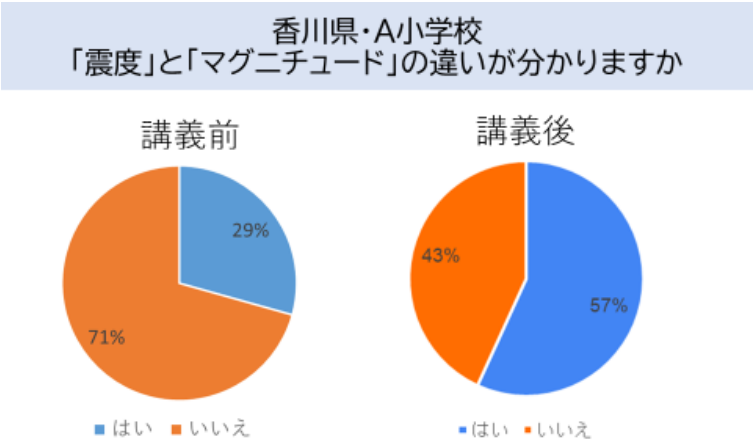


図 2－8－③－5 香川県 A 小学校 講義の効果（知識：震度とマグニチュード）

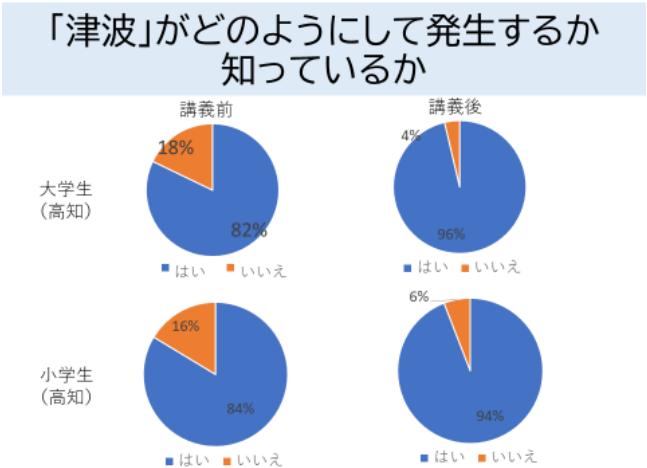


図 2－8－③－6 高知県 大学生と小学生の講義効果の比較（知識：津波発生メカニズム）

南海トラフ地震が起きて発生した大量のごみをどうすればよいか考えたことがありますか

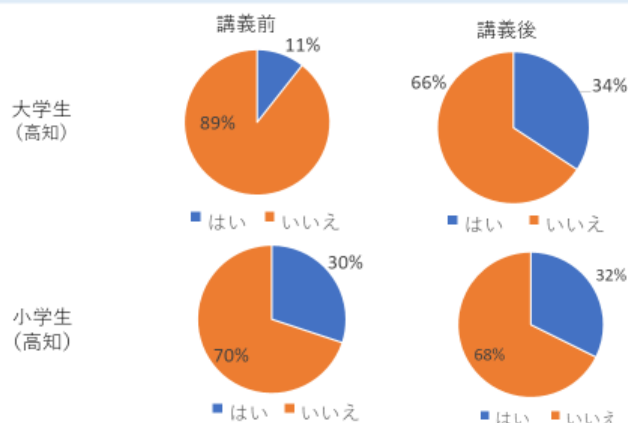


図 2-8-③-7 高知県の大学生と小学生の講義効果の比較（考え・判断：瓦礫）

大地震が発生した後、あなたの町を元気にするためには何をしたらよいか考えたことがありますか

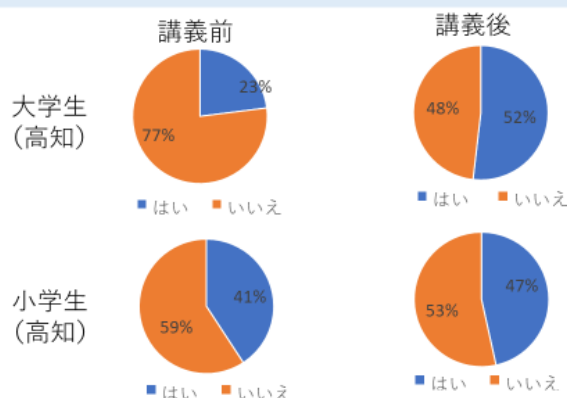


図 2-8-③-8 高知県の大学生と小学生の講義効果の比較（未来志向：復興）

次に坂出市で実施された臨時情報に関するワークショップでのアンケート調査の結果を示す。南海トラフ臨時情報は 2017 年 11 月に運用が開始され、2019 年の 3 月にガイドラインが発表されたが、認知度が低く社会的な対応についての議論が十分ではない。そこで、南海トラフ臨時情報の有効的な活用に向けて、まずは地域住民に臨時情報を理解し、その上で個々に発表時の対応を考えるワークショップを 11 月 6 日から 2 日間実施した。実施地域は、香川県坂出市中央地区である。この地域は、瀬戸内海沿岸部に位置し、塩田跡が埋め立てられた平野部に都市機能が集中している。そのため、揺れおよび液状化の危険性がある。事前避難対象地域には指定されていないが、南海トラフ地震が発生すると、広い範囲で甚大な被害になると危惧される。

ワークショップは 4 つのステップで実施した。STEP1 では時間軸に沿って、臨時情報発表時の自分の状況や行動について書き出した。この際より災害時を想像しやすいように、細かなシナリオを設定していく。今回のシナリオでは 2021 年 11 月 24 日、7 時 15

分に紀伊半島南東沖で M8.4 の地震が発生したが、当該地域では震度 4 で被害が出ていないことを想定した。STEP1 では想定される課題を書き出した(20 分)。STEP2 では出てきた課題をカテゴリーに分けた(10 分)。STEP3 では課題に対する解決策を考えた(20 分)。STEP4 はその解決策を、実施する主体と時間で表にまとめた(10 分)。ワークショップでは、香川では震度 4 で被害が出ていないが、今後、こちらでも大きな揺れに見舞われる南海トラフ地震が発生することを想定することを伝えたが、建物が倒壊する、ライフラインが止まる、など日常生活が送れない状態になっていることを想定した発言もあった。できる範囲で軌道修正したが、臨時情報が発表されている状況を想定して考える、ということが浸透しないままでの議論も多々あった。

ワークショップを通しての臨時情報への理解度を調査した。結果を図 2-8-③-9 に示す。ワークショップ前は臨時情報について知らない参加者の方が多かったが、理解できたという方が 100%であり、その中でもよく理解できた方という方が 20%という結果になった。あまり理解できなかった、全く理解できなかったと答えた方が 0%であったことから、講義を行うことで臨時情報の認知度を上げることにつながったと考える。

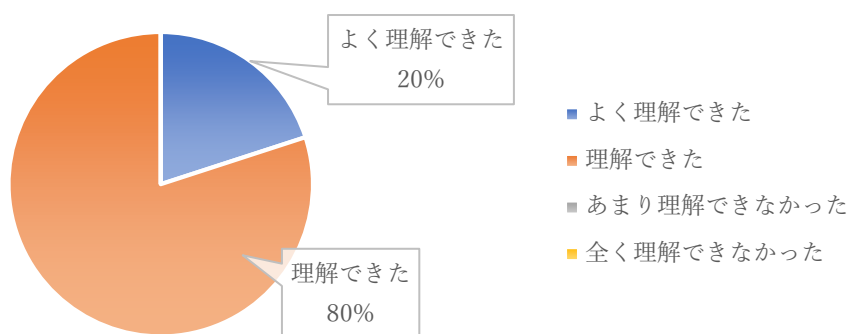


図 2-8-③-9 臨時情報への理解度

臨時情報が発表された際のご自身の周囲の状況についてイメージができたかどうかを調査した。結果を図 2-8-③-10 に示す。今回のワークショップでは話し合いで臨時情報発表時の不安ごとや、課題を考えることで、災害時の身の周りの状況をイメージしてもらい、より具体的な災害への備えに繋げるという狙いがあったためこの設問を用意した。イメージができたという方は全体の 9 割であり、災害時の状況を想像しながら参加できるワーク内容であったことが分かる。しかし臨時情報への理解度では全員が理解できたと回答しているのに対し、当設問ではあまりできなかったと答えた方が 1 割であった。このことから臨時情報への理解があるだけでは必ずしも災害時の状況を思い浮かべることができているとは限らないことが分かる。臨時情報発表時に落ち着いて対応するためには、認知度や理解力の向上だけではなく、実際に発表された時の状況を考えるおくことは必要不可欠であると考え。

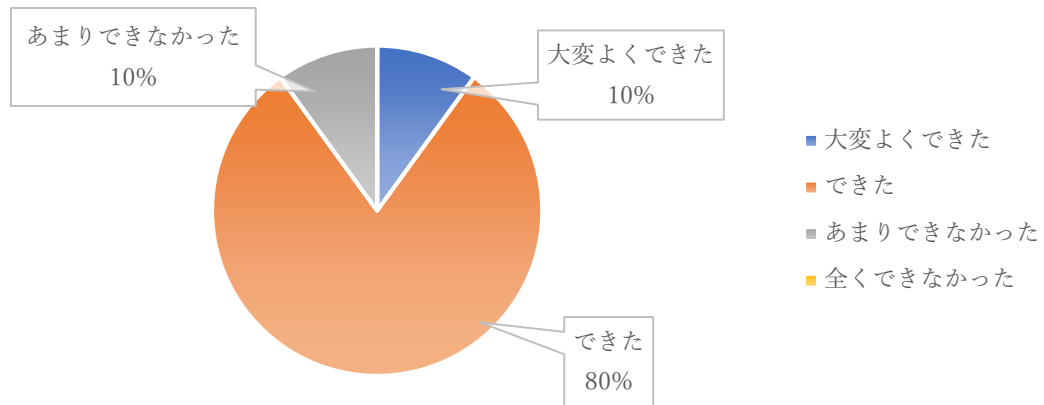


図 2－8－③－10 臨時情報発表時のイメージができたか

さらに地震や臨時情報発表に備え、自らが事前にできる対策を見つけることができたかどうかについて調査した。結果を図 2－8－③－11 に示す。この設問は、臨時情報発表時に個人個人で対応が必要になることから事前にできる対策を見つけてもらうという今回の研究目的の一つに対してワークショップの効果を図るものである。全体の 9 割が見つけたと回答していたことから各自がすぐにとりくめるような対策を持ち帰ることができたという結果になった。また今回のワークショップは自治会ごとの開催であり、参加者の方々の地域の特徴や弱みを踏まえたうえでの課題出しや対策について話し合えたことから個人だけでなく、自治会の防災力の向上につなげることができたと考える。またあまり見つからなかったと答えた約 1 割については防災意識の有無が関係しているのではないかと考察する。ワークショップの話し合いの際、参加者の方から「この地域はきっと地震が起きても被害が少ない、これまでもそうだった」といった声が聞こえてきた。このように被害を想定していないと対策をしておこうという気持ちになりにくいと考える。このような防災意識の温度差を自治会や地域全体で埋めていくことが必要である。

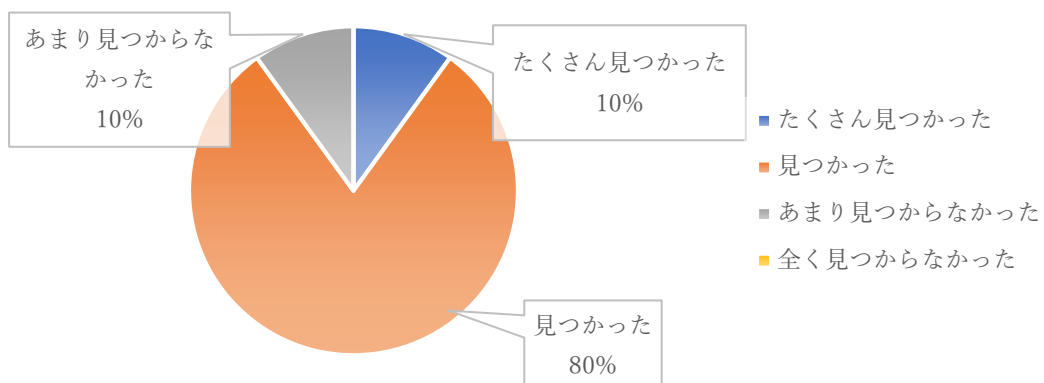


図 2－8－③－11 事前にできる対策が見つかったか

今回のワークショップの満足度について調査を行った。全体の 97%が満足と答えるという結果になった（図 2－8－③－12）。話がなかなか円滑に進まない班や、講義の際

に質問があるなど厳しい意見もいただいたが、講義と話し合いのすべてのステップを通していくことでどの班も最終的には、自治ごとの特徴を踏まえた災害発生時に想定される問題について積極的に話し合い、対策を導き出すことができた。

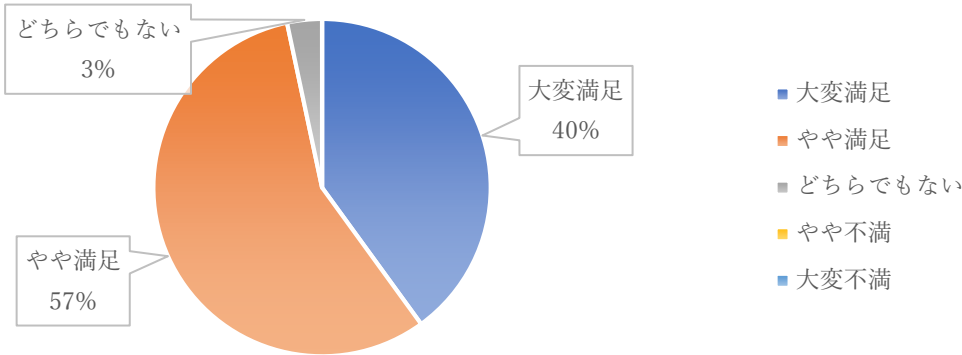


図 2 - 8 - ③ - 12 ワークショップの満足度

2) オンラインシステム改良

「南海トラフ巨大地震」に対し、甚大な被害が想定される地域の防災担当者および地域活動者に対して、最新研究の知見を理解することにより、各人の防災への意識変化を可視化するための基礎情報となるアンケートを実施し、結果を集計・分析するためのシステムを改良し、そのシステムを利用した新規アンケートを実施した。改良作業としては、以下を行った。

a) アンケート設問項目の追加と修正

アンケートの設問文言の変更や新規設問追加のある部分を確認し、今回のアンケートに反映した。以下が修正をおこなったアンケート一覧である（表 2 - 8 - ③ - 2）。

- ・ 一般向け_南海トラフ PJ 防災意識変化アンケート（全 197 問）
- ・ 小学生向け_南海トラフ PJ 防災意識変化アンケート（全 99 問）
- ・ 中学生向け_南海トラフ PJ 防災意識変化アンケート（全 164 問）
- ・ 社協向け_南海トラフ PJ 防災意識変化アンケート（全 58 問）

改良後に、作成したアンケートのアンケートプレビュー機能を使い動作確認を実施した。

表 2 - 8 - ③ - 2 アンケート管理画面例

アンケート名	アンケートID	URL
学生向け南海トラフPJ防災意識変化アンケート	613614	https://survey.jp/view/iSurveyID/613614
一般向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート	385468	https://survey.jp/view/iSurveyID/385468
社協向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート	187628	https://survey.jp/view/surveyid=187628
小学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート	863495	https://survey.jp/view/surveyid=863495
中学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート	531579	https://survey.jp/view/surveyid=531579
臨時情報_南海トラフPJ防災意識変化アンケート		（一般向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケートに結合）
南海トラフ判定_南海トラフPJ防災意識変化アンケート		（一般向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケートに結合）

b) アンケート実施と回収データの取りまとめグラフ化

アンケートを実施し、回収されたデータを用いて結果比較のためのグラフによる可視化の試みを行った。今後、自動化の可能性を検証する予定である。ここでは、防災意識尺度の分析の結果を示す。実施されたアンケート回収データを用いて、南海トラフ地震の影響を受ける地域の特定の属性の人の防災意識を、全国平均や同地域の平均と比べた。

i) 方法と対象

2021年10～11月に、南海トラフ地震の影響を受ける特定の人から、防災意識尺度（島崎・尾関 2017）¹⁾の質問に対する回答を得た。また、防災意識尺度作成時（2016年10月）に取得した618名分のデータとの比較を行った。このデータは調査会社マクロミルのモニターより全国からランダムサンプリングされた対象者から取得した同じ質問に対する回答であり、データ取得時期の違いを考慮する必要があるものの、全国の国民の標準的な値であると考えられる。そこでこの値と比較することにより、対象属性の人々の防災意識が標準的な人と比べて異なるかを検討した。また、全国だけでなく、九州保健福祉大学は同データの九州に住む人の平均値と、高知大学、坂出市民については同データの四国に住む人の平均値と比較を行った。

● 今回収集したデータは以下の3属性である。

- 九州保健福祉大学の学生 53名
- 高知大学の学生 32名
- 坂出市の市民 25名

● 比較対象としたデータ（2016年10月に取得）

- 全国 618名
- 九州全体 50名
- 四国全体 18名

なお、比較対象データは都道府県を考慮せずにランダムに取得したため、人口の都道府県のデータ数が多く、少ない都道府県のデータ数は少ない。この影響で、同じ都道府県に住む人との比較を行うと比較対象が少なくなりすぎる問題が考えられた。そこで今回は九州・四国といった地域ブロックのデータを用いることとした。

防災意識尺度は表2-8-③-3に示す20問からなる尺度であり、「とてもよくあてはまる」から「まったくあてはまらない」までの6件法で回答を行う。開発者によって、第1因子は「被災状況に対する想像力」（以下「被災想像力」）、第2因子は「災害に対する危機感」（以下「危機感」）、第3因子は「他者指向性」、第4因子は「不安」、第5因子は「防災に対する無関心」（以下「防災無関心」）と命名されている。また、第5因子は逆転項目（得点が低いほど防災意識が高い）で構成されているため、第1因子から第4因子までの合計点と、第5因子を逆転させた得点を足したものを「総合得点」として扱っている。なお、本研究では因子構造の再確認、因子得点の算出等を行わず、回答素点を単純に合計し、開発時のデータと比較した。

ii) 結果

図 2-8-③-13 は全国と 3 属性の比較分布を防災意識尺度の 5 つの因子と総合得点について示したものである。防災意識尺度の各因子の回答合計点、総合得点を従属変数、群を独立変数とした分散分析の結果、いずれも 0.1%水準で群の主効果が有意であった（順に $F(3,724)=20.69$, $p<.001$; $F(3,724)=8.78$, $p<.001$; $F(3,724)=30.33$, $p<.001$; $F(3,724)=10.18$, $p<.001$; $F(3,724)=6.28$, $p<.001$; $F(3,724)=15.42$, $p<.001$)¹。

表 2-8-③-3 防災意識尺度の質問項目と因子分析表

項目	F1	F2	F3	F4	F5
災害発生時に人々がどのような行動を取るか具体的なイメージがある	0.843	0.069	-0.107	-0.063	0.009
災害発生時に必要となる物資の具体的なイメージが	0.815	0.117	-0.103	-0.073	-0.059
災害発生時に自分がどのような対応をすればよいか具体的なイメージがある	0.793	0.040	-0.021	-0.134	0.010
災害発生時に町がどうなるかの具体的なイメージがある	0.783	-0.023	-0.037	0.020	0.015
災害は明日来てもおかしくない	0.052	0.753	-0.102	-0.009	-0.042
ひとたび災害が起きれば大変なことになると思う	-0.110	0.743	0.001	0.099	-0.035
個人の努力だけで災害の被害を減らすことは難しいと思う	-0.020	0.669	-0.077	-0.043	0.163
防災は自分の地域だけで完結するのではなく他の地域との連携も必要だと思う	0.004	0.655	0.146	0.046	0.007
人とコミュニケーションを取るのが好きだ	-0.097	-0.046	0.828	0.015	0.075
人が集まる場所が好きだ	-0.048	-0.165	0.779	0.035	0.136
色々な友達をたくさんつくりたい	-0.118	-0.117	0.770	0.059	0.064
他の人のために何かしたいと思う	0.051	0.114	0.634	-0.009	-0.178
不安を感じることが多い	-0.029	0.097	0.018	0.764	0.032
自分は心配性だと思う	-0.226	0.141	0.078	0.745	0.016
災害のことを考え始めると、様々なパターンの被害を妄想してしまう	0.263	0.130	0.007	0.465	0.022
身の周りの危険をいつも気にしている	0.393	0.089	-0.090	0.410	-0.053
自分の利益にならないことはやりたくない	0.062	0.200	-0.267	0.134	0.593
普段は災害のことは考えない	-0.303	0.239	0.164	-0.198	0.536
自分の身近なところで起きそうなことだけ考える	0.061	0.170	0.034	0.104	0.519
災害対策は耐震補強や防波堤の整備など物理的なもので十分だと思う	0.389	-0.324	0.053	0.095	0.450
因子間相関	0.150				
	0.557	0.260			
	0.289	0.435	0.137		
	-0.006	-0.137	-0.105	-0.135	
累積説明率(%)	23.148	35.052	40.518	44.805	47.436

¹ 括弧内は分散分析を実施した時の一般的な統計量の表記。 F 値は（群間の分散）／（群内の分散）を示す。次の F に続く括弧内の 2 つの数値は群間の自由度と群内の自由度を示しており、 p 値算出に用いる F 分布の形状はこの 2 つの自由度によって決定される。決定された F 分布において実測された F 値が偶然である確率を示す値が p 値である。分散分析等の統計分析の多くは、手元の実測値は偶然得られたという帰無仮説を立て、それを否定する形で「有意である」ことを主張する。 p 値は 0～1 までの値を取り、一般的には .05 を下回った場合に実測値は偶然の結果ではなく有意であると解釈される。

多重比較の結果「被災想像力」は全国平均と九州保健福祉大学、全国平均と高知大学の間で有意差が見られ（いずれも $p<.001$ ）、それ以外の組み合わせには有意差は見られなかった。「危機感」も全国平均と九州保健福祉大学（ $p<.001$ ）、全国平均と高知大学の間（ $p=.005$ ）で有意差が見られ、それ以外の組み合わせには有意差は見られなかった。「他者指向性」は全国平均と九州保健福祉大学、全国平均と高知大学の間で有意差が見られ（いずれも $p<.001$ ）、全国平均と坂出市民の間でも有意差が見られた（ $p=.002$ ）が、それ以外の組み合わせには有意差は見られなかった。「不安」は全国平均と九州保健福祉大学（ $p<.001$ ）、全国平均と高知大学（ $p=.008$ ）、坂出市民と九州保健福祉大学（ $p=.001$ ）、坂出市民と高知大学（ $p=.008$ ）の間で有意差が見られ、学生が総じて高い結果となった。「防災無関心」は全国平均と坂出市民との間だけに有意差が見られ（ $p=.006$ ）、それ以外の組み合わせには有意差は見られなかった。「総合得点」は全国平均と九州保健福祉大学、全国平均と高知大学の間で有意差が見られ（いずれも $p<.001$ ）、それ以外の組み合わせには有意差は見られなかった。

九州平均と九州保健福祉大学を比較するために、図 2-8-③-14 に防災意識尺度の 5 つの因子と総合得点について示した。 t 検定の結果、「被災想像力」と「他者指向性」には 0.1% 水準で有意差が見られた。また、「危機感」や「不安」、「総合得点」でも 1% 水準の有意差（それぞれ $p=.002$, $p=.006$, $p=.002$ ）が見られたが、「防災無関心」には有意差は見られなかった。

四国平均と高知大、坂出市民を比較するために、図 2-8-③-15 は四国平均と高知大、坂出市民の分布を、防災意識尺度の 5 つの因子と総合得点について示したものである。防災意識尺度の各因子の回答合計点、総合得点を従属変数、群を独立変数とした分散分析の結果、「被災想像力」（ $F=4.26$, $df=2$, $p=.018$ ）、「危機感」（ $F=3.13$, $df=2$, $p=.049$ ）、「他者指向性」（ $F=6.98$, $df=2$, $p=.002$ ）、「不安」（ $F=5.45$, $df=2$, $p=.006$ ）、「総合得点」（ $F=4.12$, $df=2$, $p=.020$ ）には有意な主効果が見られたが、「防災無関心」の主効果は有意ではなかった（ $F=2.09$, $df=2$, $p=.132$ ）。多重比較の結果、「被災想像力」では四国平均と高知大学に有意差が見られた（ $p=.013$ ）。「危機感」では有意差が見られた組み合わせはなかった（四国平均と高知大学の差が有意傾向であった）。「他者指向性」では、四国平均と高知大学（ $p=.001$ ）、四国平均と坂出市民（ $p=.026$ ）に有意差が見られた。「不安」では高知大学と坂出市民に有意差が見られた（ $p=.006$ ）。「総合得点」では四国平均と高知大学に有意差が見られた（ $p=.024$ ）。

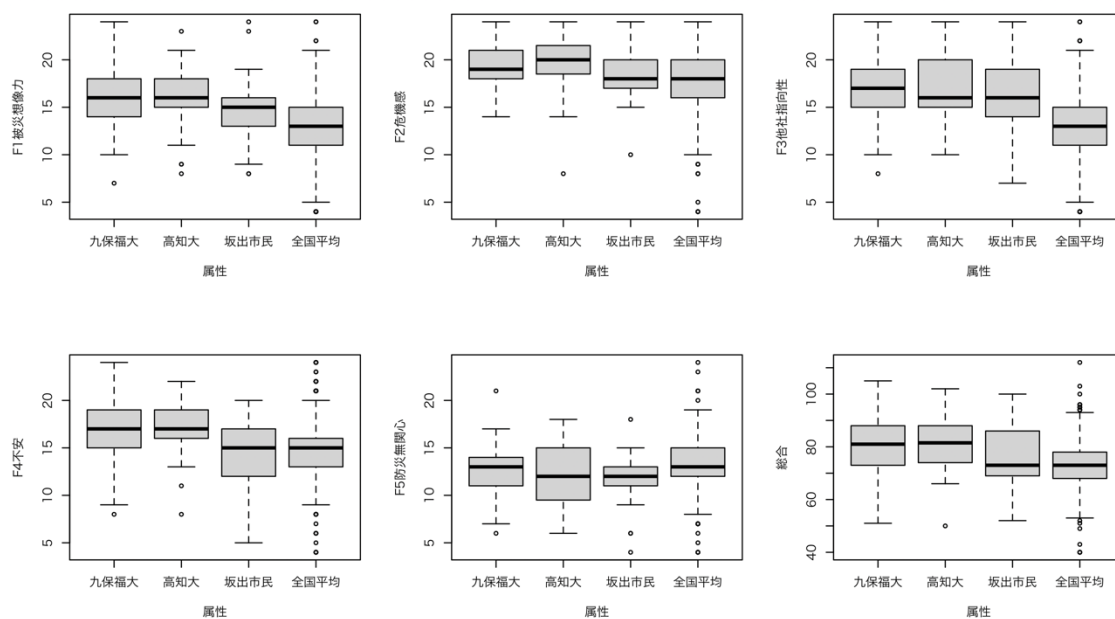


図 2 - 8 - ③ - 13 全国平均と 3 属性の比較

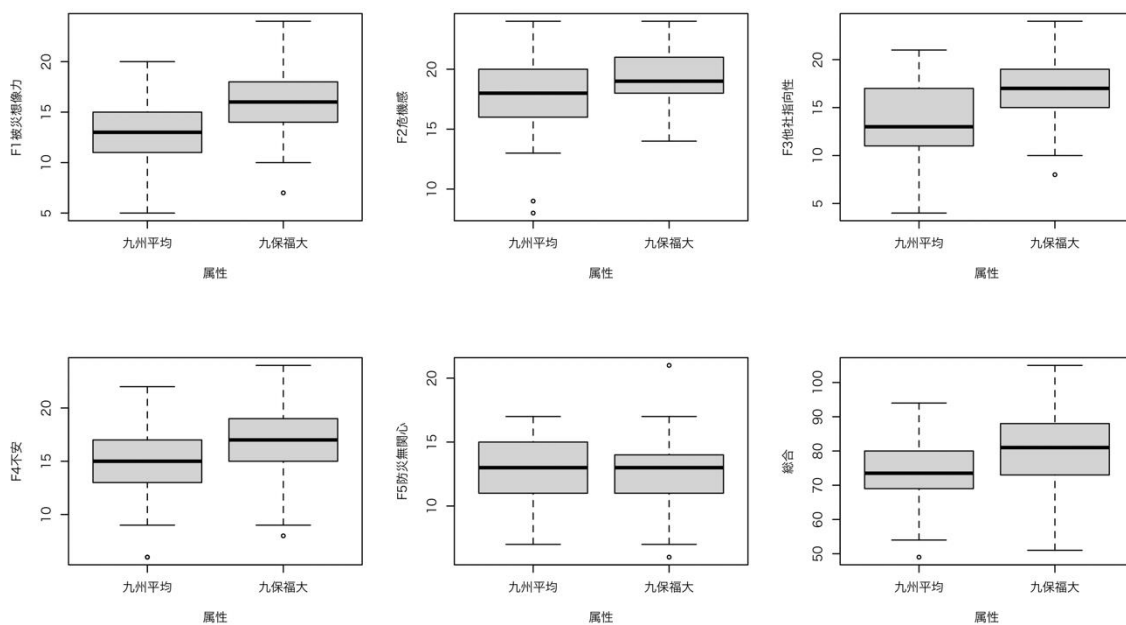


図 2 - 8 - ③ - 14 九州平均と九州保健福祉大学の比較

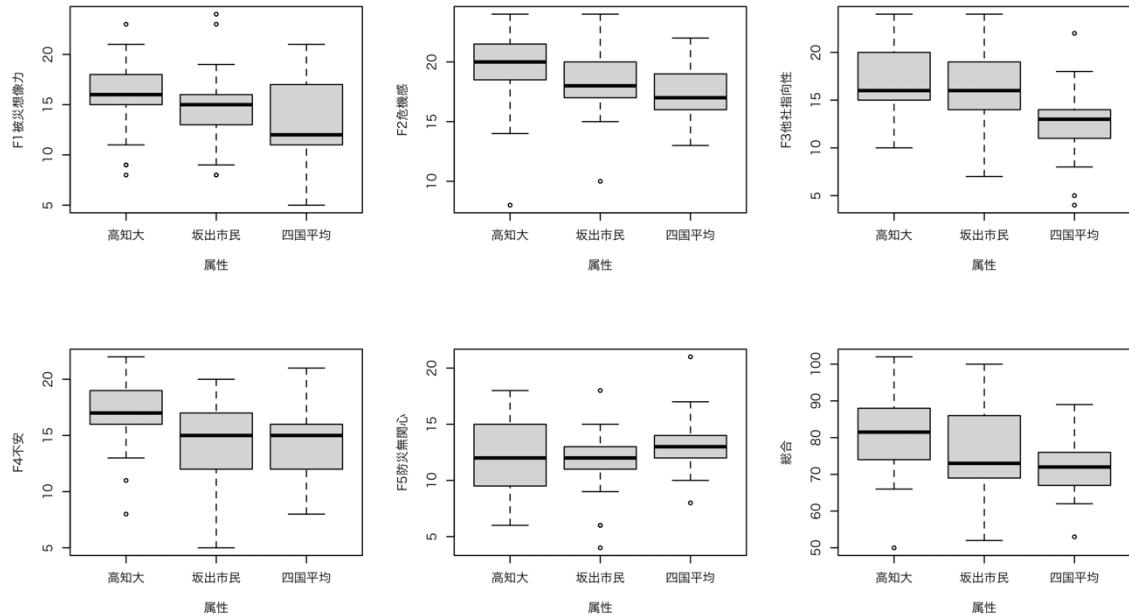


図 2 - 8 - ③ - 15 四国平均と高知大、坂出市民の比較

c) システム安定化のためのサーバ環境改良

他の研究業務やプロジェクトと共同で運用を行っている仮運用環境から、安定運用を実現するために、本プロジェクト専用の公開系クラウド環境に構築を移行、再構築し、その動作確認を実施した。表 2 - 8 - ③ - 4 には、これまでの改訂をしてきたアンケート調査の種別を示す。仮運用環境と公開系クラウド環境の表示内容の比較を行い、差異が無いことを確認し、クラウド環境で必要な動作確認を行い（表 2 - 8 - ③ - 5、表 2 - 8 - ③ - 6）、エラー等が表示されず挙動に問題が無いことを確認し、オンラインアンケートシステムの再構築が完了した（図 2 - 8 - ③ - 16～図 2 - 8 - ③ - 18）。

表 2 - 8 - ③ - 4 対象としたアンケート種別

アンケートID	題名
736886	南海トラフPJ 防災意識変化アンケート
541617	南海トラフPJ 防災意識変化アンケート
951994	学生向け南海トラフPJ 防災意識変化アンケート
613614	学生向け南海トラフPJ 防災意識変化アンケート（2021.6）
385468	一般向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和3年10月版）
187628	社協向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和3年10月版）
243563	臨時情報_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和3年10月版）
776957	南海トラフ判定_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和3年10月版）
863495	小学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和3年10月版）
531579	中学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和3年10月版）
866772	一般向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和3年12月版）
177891	小学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和4年1月版）
441275	中学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート（令和3年12月版）

表 2－8－③－5 表示内容の比較項目

画面	項目
アンケート一覧画面	アンケートID 状態 題名 グループ 作成日 オーナー 匿名回答 回答件数 クローズドアンケート
アンケート概要画面	アンケートURL等（※URLは新旧で異なる） テキスト要素 公開とアクセス設定 アンケート一般設定 その他設定情報 データベースの使用

表 2－8－③－6 動作確認の項目

アンケート状態	画面	確認項目
停止中	アンケートプレビュー画面	チェックボックスの挙動 ドロップダウンの挙動 ラジオボタンの挙動 テキスト入力 性別のボタン色（※個別テンプレートの設定確認） 前へボタン、次へボタンの挙動
実行中	統計画面	グラフの表示 グラフの切り替え 出力形式（HTML・PDF・Excel） 設問のPDF出力 全般フィルターでフィルタリング後の統計表示 回答フィルターでフィルタリング後の統計表示 シンプルモードでグラフの表示

アンケート一覧 アンケートグループ

新規アンケート作成

アンケート一覧

検索:

ステータス:

(すべて)

グループ:

(全てのグループ)

検索

リセット

アンケートID	状態	匿名	グループ	作成日	オーナー	匿名回答	不完全	フル	全体	クローズドアンケート	
441275		中学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和3年12月版)	Default	01.12.2021		はい	0	0	0	いいえ	
177891		小学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和4年1月版)	Default	01.12.2021		はい	38	58	96	いいえ	
866772		一般向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和3年12月版)	Default	01.12.2021		はい	0	0	0	いいえ	
531579		中学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和3年10月版)	Default	13.10.2021		はい	158	14	172	いいえ	
863495		小学生向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和3年10月版)	Default	11.10.2021		はい	377	156	533	いいえ	
776957		南海トラフ特定_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和3年10月版)	Default	05.10.2021		はい	0	0	0	いいえ	
243563		臨時情報_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和3年10月版)	Default	01.10.2021		はい	0	0	0	いいえ	
187628		社協向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和3年10月版)	Default	29.09.2021		はい	7	2	9	いいえ	
385468		一般向け_南海トラフPJ防災意識変化アンケート (令和3年10月版)	Default	27.09.2021		はい	99	99	198	いいえ	
613614		学生向け南海トラフPJ防災意識変化アンケート (2021.6)	Default	24.06.2021		いいえ	7	3	10	いいえ	

選択されたアンケート...

1-10 of 13結果表示 1ページあたり 10 行

選択されたアンケート...

1-10 of 13結果表示 1ページあたり 10 行



図 2 - 8 - ③ - 16 アンケート Top 管理画面

設定

構成

新規質問追加

質問インポート

グループ追加

質問追加

共通 8問

未来志向 31問

知識 41問

そなえ 25問

第3要因 21問

行動 26問

災害情報リテラシー 11問

臨時情報 17問

南海トラフ判定 17問

このアンケートの質問

検索:

グループ: (全てのグループ)

検索

リセット

質問ID	グループ 質問 質問順序	コード	質問	質問タイプ	グループ	必須	その他
4436	2 / 23	Q00123	何かに取りかかる時は、失敗するだろうと考える	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4437	2 / 24	Q00124	自分が住んでいる地区を守るためには人材育成が重要だ	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4438	2 / 25	Q00125	子供たちに良い環境を残そうと思う	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4439	2 / 26	Q00126	自分が住んでいる地域の20年後も具体的に想像できている	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4551	2 / 27	Q00127	自分が住んでいる地域が長く存続していくために、何が必要と考えている。	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4440	2 / 28	Q00128	もし災害が起きたら、今住んでいる地域を復興させたいと思う。	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4441	2 / 29	Q00129	もし災害が起きたら、地域を復興させるための活動に、積極的に関わりたいと思う。	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4442	2 / 30	Q00130	被災して仮設住宅に住む場合、今の近所の人たちと近くに住みたいと思う。	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4443	2 / 31	Q00131	自分が住んでいる市町村は、防災上の懸念が明らかだ。	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	未来志向 31問		
4444	3 / 1	Q00009	耐震基準は、家を守るためではなく、命を守るためにある。	リスト (ラジオボタン) : 単一回答	知識 41問		

1

2

3

4

5

6

選択された質問...

31-40 of 198結果表示 1ページあたり 10 行



図 2 - 8 - ③ - 17 アンケート設問管理画面

未来志向 31問

9 地域の歴史・伝統・特徴を住民に知ってもらう機会を作っている		
☐ あてはまる	☐ どちらかといえばあてはまらない	☒ 回答なし
☐ どちらかといえばあてはまる	☐ あてはまらない	
10 地域の魅力（自慢できるヒト・モノ・コト）を住民に知ってもらう機会を作っている		
☐ あてはまる	☐ どちらかといえばあてはまらない	☒ 回答なし
☐ どちらかといえばあてはまる	☐ あてはまらない	
11 地域の魅力やワリを、広報誌やホームページなどで地域の内外に発信している		
☐ あてはまる	☐ どちらかといえばあてはまらない	☒ 回答なし
☐ どちらかといえばあてはまる	☐ あてはまらない	
12 自分の将来は、良いことが起こると思う		
☐ よくあてはまる	☐ あてはまらない	☒ 回答なし
☐ あてはまる	☐ 全くあてはまらない	
13 私の将来は、暗いと思う		

図 2 - 8 - ③ - 18 アンケート実施画面一部抜粋（未来志向）

(c) 結論ならびに今後の課題

本プロジェクトによる研究成果が地域や企業の防災対策や施策に利用され災害情報に関する発信側、受信側の相互の立場から、情報を正しく理解する情報リテラシーの向上を図り、災害前、災害時ならびに災害後のそれぞれの状況下で正しい行動を促すことを目的としている。知識、経験、判断力、行動力、未来志向をキーワードとして、災害対応評価システムとして設計し、昨年度から引き続きアンケート形式の調査を行った。対象は、香川県と高知県、宮崎県の小中学校、大学において調査を実施、その結果を分析した。授業の介入の効果は一定程度確認できるが、全体的に理解が進むかどうか、これから継続的に実施して確認する。臨時情報のワークショップを開催し、情報の周知を図った結果、こちらもある程度の効果がみられたが、さらに改善の余地があると考えられる。

並行して分析と設問の見直しも行った。一般向けの設問は、小中学生向けの設問よりも設問数を多く設定し、居住地域や職種、職場地域、年代、環境を共通で問う事項として、知識（地震、津波、リスク、災害史、ハザードマップ）、備え（避難準備、事前準

備、備えの意識）、行動（積極性、人に頼る力、グローバル指向）、未来志向（地域愛、楽観性、地元志向）、経験（被災経験、訓練、コミュニケーション、社会性、統率）、情報リテラシー（情報収集、情報への信頼性の意識）、臨時情報（臨時情報への理解、自らの行動への意識）、判断力（地震・津波規模の把握、被害の即時イメージ、避難行動への即時性）を問うものとして地域の防災部局の方のご協力のもと、試験的な調査を試行した。こちらは、被験者にとって設問が多すぎるコメントを頂いているため、現状のデータで設問の内容が似通っている、あるいは、効果が薄い、と判断したものを今後削除して適切な設問数に設定する。

これらの設問の見直しに応じてオンラインアンケート・評価システムの改良を実施、適宜、小学生向け、中学生向け、大学生以上の一般向け、防災意識尺度（尾関・島崎，2017）¹⁾の各設問群をオンライン上で選択できるように改良した。防災意識尺度は既に全国モデルを有しているため、相対的な比較が可能である。このオンラインシステム上で簡単な集計が可能であり、今後データ数が増えてきても対応が可能になる体制を構築した。今年度、防災意識尺度のデータの解析を実施、各地域の傾向をつかむことに成功した。本プロジェクトのアンケート調査と併用することで、各地域の災害リテラシーの現状把握と対応策を検討する。

(d) 引用文献

- 1) 島崎敢，尾関美喜：防災意識尺度の作成(1)，日本心理学会第 81 回大会発表論文集，Vol. 69，2017.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

- 1) 学会等における口頭・ポスター発表
なし
- 2) 学会誌・雑誌等における論文掲載
なし

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

- 1) 特許出願
なし
- 2) ソフトウェア開発
なし
- 3) 仕様・標準等の策定
なし