

3 拠点間連携共同研究

東京大学地震研究所・京都大学防災研究所 拠点間連携共同研究

研究代表者 松島信一
(京都大学防災研究所)
研究代表者 加藤尚之
(東京大学地震研究所)

これまでの地震・火山観測研究計画では、地震や火山噴火の発生の予測を最大の目標とし、それにより地震や火山噴火による災害の軽減を目指してきた。しかし、平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の発生により多くの犠牲者が出たことを踏まえ、地震や火山噴火の科学的な予測が極めて困難であっても、現在の地震学や火山学には災害軽減に役立てられる多くの知見が集積されていることから、平成 26 年度から開始された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」(建議)において大きく方針を変更し、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第 2 次)」(建議)及び「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第 3 次)」(建議)でもその方針が継続された。即ち、地震や火山噴火の発生予測の実現を重点とした方針から、それらの予測を目指す研究を継続しつつも、地震・火山噴火災害をもたらす誘因の予測研究に重点を置いて組織的・体系的に進める方針に転換した。そのため、地震学や火山学を中核とするものの、災害予測や防災を目的とした研究に注力するために関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者が参加して、協働して推進することになった。

平成 25 年までの建議に基づく観測研究計画では、自然現象である地震発生や火山噴火現象の理解に基づきそれらの科学的な予測を目指すという考え方から、「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」である東京大学地震研究所が中核となって計画を推進してきた。しかし、災害予測や防災に関連する研究者と協働して計画を推進するためには、東京大学地震研究所と「自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点」である京都大学防災研究所とが連携して、計画を進めることが有効であるとの結論に至り、両研究所が協働し、それぞれの分野の共同利用・共同研究拠点として、連携して共同研究を進めることとなった。具体的には、両拠点の研究者が中核となって建議に沿った大テーマを決め、それを実現するための研究について全国の研究者からの研究提案を公募して全国規模の共同研究を進める「重点推進研究」と両拠点がそれぞれ関連の深い地震火山研究コミュニティと自然災害研究コミュニティの 2 つの学術コミュニティに呼びかけ建議の主旨を踏まえた研究を公募する「一般課題型研究」を実施している。

1. 重点推進研究

重点推進研究のうち総括研究は「巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進」と題し、この内容に即した 6 つのグループが研究課題を提案し、9 つのグループ全体で実施した。一方、特定研究(その 1)～特定研究(その 3)では、総括研究のうち深掘りが必要と考えられる研究課題について募集し、研究を実施した。

(1) 総括研究

総括研究は「巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進」と題し、2023年度に引き続き、(1)震源過程、(2)伝播・深部地盤構造、(3)強震動予測、(4)浅部地盤構造、(5)構造物被害予測、(6)リスク評価の研究グループに分かれ、それぞれの分野におけるリスク評価の不確かさの要因についての検討を進めるとともに、これらの知見を統合するための(7)プラットフォーム構築グループ、(8)ステークホルダの参画に関する研究グループおよび(9)大規模計算のためのコンピュータサイエンスグループの9グループで実施した(拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC01], Kai et al., 2024, 木佐貫, 他, 2024, 中田, 他, 2024, 王, 他, 2024, Yanxue et al., 2024a, Yanxue et al., 2024b, Zelin et al., 2024)。

震源過程について、プレート境界面における反射係数の違いから摩擦強度の分布を推定し、将来発生する南海トラフ地震の地震像に迫るために、四国西部において反射波の抽出作業を行った。津波予測に関しては、2022年トンガ火山噴火による気象津波の具体的な増幅要因を明らかにするため、噴火に伴って発生した大気重力波をモデル化し、奄美大島を含む南西諸島に着目した気象津波の計算を行った。その結果、噴火時に放出された大気重力波を想定した0.5hPa程度の微気圧波で1m程度の振幅を再現した。深部地盤・伝播経路については、昭和南海地震震源域西端にあたる豊後水道沖合周辺で実施した地殻構造調査の解析を進めた。地震断層にあたるプレート境界面の物性を高解像度で把握するため、地震波反射法構造調査に対する全波形インバージョンの適用に取り組んでいる。浅部地盤構造に関しては、液状化の可能性のある緩傾斜地盤を対象に、2次元の有効応力解析を実施した。不確実性として、代表的な地盤物性値である相対密度の空間的な変動を考慮した。液状化に起因する地盤の側方流動量は、地盤物性の空間変動を考慮することで大きくなる傾向にあり、特に緩斜面の中央部でその傾向が顕著であることが明らかとなった。構造物被害予測については、等価線形化法における等価減衰定数および応答低減係数の算定に対する降伏後剛性の影響を解析的に検討した。等価線形化法を用いた被災度判定における解析精度の向上を目的として、高強度鉄筋を主筋に用いた鉄筋コンクリート造梁部材の降伏点変形評価法の精度向上に関する研究を行った。鉄筋コンクリート造建物の被害関数として汎用性の高い被害関数の構築手法として地震動強さを建物の固有周期帯での速度応答値とすること、建物固有周期と建物耐力を分布に沿ってばらつかせた建物群に対する地震応答解析によって被害を推定する手法を提案した。様々なPE管の敷設割合(PE管率)の1次元配管系の数値モデルを構築し、PE管率とねじ継手鋼管の破断状況の関係性を評価した。リスク評価高度化に関しては、札幌市において1976年、1985年、2008年、2020年の航空写真から作成した点群データを用い3D都市モデルを作成した。また、作成したポリゴン情報と「PLATEAU」によるポリゴンデータとを比較することで、モデルの精度を向上させるための補正式を開発した。加えて、過去から現在までの3D都市モデルの建物ボリュームの変化量を用い、街区ごとに将来の建物ボリュームを予測する手法の構築を試みた。プラットフォーム構築に関しては、南海トラフ沿いで発生する巨大地震について、地震発生時の強震動によるリスク評価の他、長周期地震動や津波によるリスク評価を統一して実施することを目的として、震源モデルの在り方について検討した。コンピュータサイエンスについては、ランダム入力に対する動的応答を多数回実施し、その卓越振動数等を分析することで、三次元構造の内部状

態の推定性能を向上させようと期待されるが、その解析コストを削減することを目的として開発した、「CPUとGPUを連成させ、シミュレーション内で生成される過去時間ステップにおける解析結果を学習しつつ、有限要素解析のカーネル部分の稠密化を行う手法」を三次元地盤構造の構造推定に適用し、その推定性能について検討した。災害リスク情報・ステークホルダ参画に関しては、これまでに構築してきた南海トラフ地震の震源モデル・強震動予測モデル・表層地盤増幅率の組み合わせをもとに作成した地表速度のばらつきのモデルの中で、行政が実施する地震動推定、研究者が新たに実施する地震動推定結果の位置づけを Web 上で簡易に評価、見える化を行うことが可能なシステムの構築を行った。

（２）特定型（その１）

「巨大地震・津波を起因とする火災リスク評価の高度化」では、以下の成果が得られた（拠点間連携共同研究[課題番号:CT0C02], 秋月, 2024a, 秋月, 2024b, Akizuki, 2024, Akizuki et al., 2024, 秋月, 他, 2024, 秋月, 山口, 2024, 北後, 2025, 川村, 他, 2024, 西野, 2024, 西野, 2025, 大江, 他, 2024, 吉田, 他, 2024）。

地震火災・津波火災のリスク評価手法の高度化に関し、石川県・富山県・新潟県の消防本部にアンケート調査を行い、2024年能登半島地震に伴う個々の火災の正確な情報を収集した。この火災記録を分析し、次のことを明らかにした。（１）今回の地震で発生した12件の地震動起因の建物火災のうち、発火源が不明な2件を除けば、大半は電気器具・電気設備や電気配線を発火源とする火災で、その他は石油ストーブや工場の熔融金属などを発火源とする火災であった（図1）。電気関連の火災が多いという点については、過去30年間に日本で発生した地震火災の傾向と同様である。（２）火災記録を用いて人口一人あたりの出火確率と地震動強さ指標の統計的な関係（以降では、出火モデルと呼ぶ）を推定した（図2）。（３）今回の地震で発生した2件の津波火災の発生要因を1993年北海道南西沖地震や2011年東北地方太平洋沖地震のデータと合わせて見ると、建物や自動車を大量に流失させるような強い津波を受けた地域では、津波ガレキが火災の発生に強く関与するが、建物や自動車がさほど流失しない弱い津波を受けた地域では、主に浸水した建物や自動車の電気系統（電気部品・電気設備や電気配線）が火災の発生に関与する。（４）ある地域における津波火災の出火確率は、その地域の建物流失率の関数として表現され、平均では浸水建物1万棟あたり約2件から約6件まで変動する。また、2014年に国土交通省の調査検討会から報告されたF43断層モデルを用いて、輪島市中心部を対象に地震火災リスク評価を行った結果、（１）今回の地震の焼失棟数（約240棟）はリスク評価結果の条件付き超過確率1.9%に相当し、想定される火災被害の中でもかなり大きなクラスに相当すること、（２）焼失確率の相対的に高い建物が集中する範囲がいくつか浮き彫りになり、今回の地震で焼失した範囲はそれらの一つと概ね対応すること（図3）、が分かった。

地震後火災リスク軽減のための積極的避難誘導照明の有効性に関する研究について、実験空間の被験者観察位置での輝度分布を測定し、煙濃度や照明条件に応じて視野平均輝度や誘導灯との輝度対比の変動を把握した。また誘導灯や積極的誘導照明の光量が白煙に散乱することで、避難口誘導灯のピクトグラムが見にくくなることを輝度差の変化で捉えられることを示した。手すり位置に積極的誘導照明を配置する際、光源輝度

800cd/m²では散乱成分が多すぎて前方の誘導灯が識別しうる輝度対比を維持できないことを把握し、積極的誘導照明の設置の際には光量や配置が重要となることを示した。さらに現在消防法施行規則で規定されている誘導灯の輝度値では濃煙下では識別できないことを、観察位置と輝度対比の関係で示した。現在光源として使用されているLEDは消費電力が非常に低いため停電時に一定時間点灯させるバッテリー容量も小さくすむことを考慮すると、規定値の見直しを行うべきであることを示した。

地震火災の発生を抑制する出火パターン別に見た対応行動モデルの策定について以下のことが分かった。大規模火災が発生したのは輪島市中心部の日本海沿岸で、ハザードマップでは津波浸水地域となっており、周辺住民の約7割は地震直後に津波を恐れて避難している。出火した住宅の住民も地震直後に避難しており、火災覚知の遅れに繋がったと考えられる。他方でLPガスの元栓をしめる、電気のブレーカーを落とす、火の元の確認や始末をしたのは2～3割程度であった。なお、地震直後の使用していた火気への対応は、1995年の阪神・淡路大震災の時の住民の対応とほぼ同じであり、津波避難による影響は見られなかった。火災を知った時の行動については、「火の様子を見ていた」、あるいは、「何もしなかった」が非常に多く、次いで火災現場へ向かったのは約15%、下敷きになった人の救助をしたのは約7%あるが、延焼防止の活動はほとんど行われておらず、阪神・淡路大震災と大きく異なる。津波避難で遠くに離れていたことによる影響が大きいといえる。

(3) 特定研究(その2)

「地震ハザードにおける地下構造の影響の定量的評価の研究」では、以下の成果が得られた(拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC03], 南方, 他, 2024, 野口, 香川, 他, 2024, 野口, 佐々木, 他, 2024, 野口, 吉田, 他, 2024, 高柳, 他, 2024, 竹中, 他, 2024, Thinzar Yadanar et al., 2024, Thinzar Yadanar et al., 2025, 上林, 赤澤, 他, 2024, 上林, 岩田, 他, 2024, 山田, 竹中, 2024,)。

徳島県美馬市, 鳥取県鳥取市の地すべり地域, 三野断層近傍にて微動探査と重力探査を実施した。微動探査の結果より, 地すべり地域では滑落崖やその周辺でH/Vの形状や卓越周期が変化すること, 三野断層近傍では断層線上やそのごく近傍で破碎帯の影響とみられるH/Vの卓越周期の変化や水平動成分の異方性があることが確認できた。また, 地すべりの移動体と滑落崖の境界, 断層のごく近傍でS波速度構造が急変することがわかった。重力探査の結果より, 地すべり地域内に地質の不均質性を反映した低重力異常域, 断層の褶曲運動に伴う高重力異常域と断層破碎帯の影響を反映した低重力異常域が確認できた。また, 強震観測網の波形記録とそのスペクトルインバージョンの結果を利用した自己相関関数解析によって観測点直下の地盤の疑似的な反射プロファイルを求める手法を開発し, それを岡山県内にある自治体の震度計観測網(岡山県震度情報ネットワーク), 気象庁の震度観測点と防災科学技術研究所のK-NET, KiK-netなどの稠密な強震観測点と岡山県周辺のK-NET, KiK-net観測点で観測された地震の波形に適用した。その結果とボーリングデータをもとに岡山県内の沖積層と洪積層の境界, 続く洪積層と新第三期以前の層(工学的基盤相当)との境界の深度分布を推定した。さらに, 2024年能登半島地震で震度7を観測した志賀町富来町香能(ISK006)と領家(JMA914)の2か所において微動アレイ探査を実施し, 観測データを取得した。ISK006ではレイリー波を用いて,

JMA914 ではレイリー波とラブ波の両方の位相速度を求め、約 5~30Hz で両方を満足するような速度構造モデルを推定した。速度構造モデルの推定を試み、推定誤差の分布がラブ波・レイリー波で異なることが示された。さらに位相速度とレシーバー関数を同時に解析する方法を検討し、取得したデータに対する適用を試みている。また、近畿地方に展開されている関西地震観測研究協議会や防災科学技術研究所 F-net などの記録を用い、周期約 10~50 秒の表面波を用いて、レイリー波およびラブ波位相速度を推定した。推定した位相速度と地殻構造モデルから計算される理論位相速度との比較では、誤差の範囲内で両者が一致した。一方、京都盆地と花折断層帯を対象に、盆地端部等で地震基盤が不整形となっている場所を含む地盤構造モデルを考慮した地震動シミュレーションにより、定量的な地盤増幅特性を評価するために、盆地端部からの距離や盆地深さに応じたばらつきを評価する方法について検討した。その結果、計算領域全域では、既往の地震動予測式のばらつきと大きな違いがないことが分かったものの、盆地内の詳細な比較についてまだ検討が不十分である。

2. 一般課題型研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

「岩盤崩壊－河道閉塞－堰止湖決壊による複合連鎖災害の発生場予測：斜面地形発達史の理解に基づくハザード評価」では、直近に地震および豪雨による甚大な被害のあった能登半島での発災実態に関する踏査を行い、地盤構造の解析や物理化学分析のための試料採取を進めるとともに、デジタル地形情報に基づく崩壊発生場の空間解析を行った。これにより、地形条件や風化帯の構造と物性が斜面変動に与える影響が明らかになりつつある。また、西南日本外帯や中部山岳域における地形構造を解析し、隆起に対する応答としての地形発達の上における不安定斜面の出現を検討した。河川の下刻による斜面の下部切断と起伏量の獲得が岩盤崩壊の素因となる過程についてモデルによる定量化を試みた。またそうした地形の進化に要する時間スケールを推定するため段丘の年代測定や斜面の削剥速度の推定を行った。(拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC05], Matsushi, 2024a, Matsushi, 2024b, 松四, 2024a, 松四, 2024b, 松四, 2025)。

「既存在来木造建物に大きな被害を引き起こす地震動の発生要因に関する研究」では、以下の成果が得られた(拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC08])。

耐力が高い建物を対象とした検討を行うために、簡易な振動実験を行うことにより地震動の破壊力を測る箱形試験体として、壁量の多い試験体の開発、検証を行った。その結果、壁量の多い試験体も実大試験体と同様の復元力特性を再現でき、壁量が多いほど、最大耐力時の変形など靱性能が小さくなることを確認できた。ここで、箱形試験体の外観を図4に示す。壁が入る中央の4パネル全てに筋交が入っている(これまでは4パネルのうち2パネルのみに筋交)。入力地震動は、既存建物を想定して、2003年宮城県沖の地震のJMA大船渡50%を入力した後、耐力が低い建物に大きな被害を与える1~2秒より短い0.5~1秒という成分が大きい2016年熊本地震のKiK-net益城EW成分を107%に拡大して入力した。試験体は、まずホールダウン(HD)金物を締めた状態で地震動を入力し、その後、補修、具体的には、中央の壁構面の筋かいの向きを変えて再設置し、HD金物を緩めて入力した。即ち、耐力が高い試験体の2レベルのデータを得ることができた。補修後の写真を写真1に、補修前後の荷重変位関係を図5~6に示す。また、これまでの

耐力が低い試験体と最大耐力時の塑性率を比較して図 7 に示す。建物の耐力（降伏ベーク係数）が大きくなるに従って、最大耐力時の塑性率、即ち、靱性能が低下している傾向を確認することができた。

「高精度な地盤増幅特性評価のための多様な地盤構造調査結果の統合化に関する共同研究」では、以下の成果が得られた（拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC10]，神野，他，2024，津野，他，2024，神野，他，2025）。

輪島市街地を対象に余震観測を実施し、さらにこれらの観測点周辺で微動観測を実施し、対象地域の地盤震動特性について検討した。余震観測は、平野全体をカバーし、地盤震動特性の変化を把握できる高密度なアレイ配置を念頭に、市街地の東側を流れる河原田川に沿った測線とそれにおおよそ直交し ISK003 と JMA 輪島を結ぶ測線、西側を流れる鳳至川に沿った測線とそれに直交する 2 つの測線の計 5 つの測線を設け、合計 30 点で行われた。観測点の間隔は 50~800m 程度であった（図 8）。余震観測期間中に観測された 2024 年 11 月 26 日 22:47 の石川県西方沖の地震（Mj6.6）の速度波形によると、被害が大きかった市街地北部の ISK003 から JMA 輪島を結ぶ測線の周辺の観測点の最大速度は、比較的標高が高い地域や ISK003 の近傍などの他の地点に比べて大きく、加えて後続波の振幅も大きく、継続時間も長くなることが明らかになった。さらに、いくつかの余震観測点において、ISK003 で共通して記録が得られた地震の S 波 Transverse 成分を対象に、ISK003 の記録とのスペクトル比の観測点ごとの平均を求めた。被害が大きかった地域では、周期 1Hz 付近に明確なピークが見られた。一方、市街地の南側の地域では 3~6Hz にピークを持ち、2Hz よりも低周波数側では倍率は 1 以下となり、ISK003 に近接する点では増幅率が 1 程度以下になるなど、平野全体での地盤増幅特性に大きな変化があることが明らかになった。

余震観測点の周辺において浅部の地盤構造を推定するために微動アレイ観測を行った。河原田川に沿った測線とそれに直交する測線の観測点における微動アレイ観測（正三角形の辺長を 6m, 3m とした 7 点アレイ）によると、被害が大きかった地域における高周波数側の帯域の位相速度は 100m/s 程度で、本観測で検出された位相速度はほぼ平坦なものであり、表層は非常に軟弱であることが想定された。一方、それ以外の観測点は、高周波数側の位相速度は被害が大きかった地域よりも速い地点が多く、本観測で位相速度が検出された周波数範囲内で位相速度が増加する様子も見られるなど、平野内の表層地盤にも様々な変化があることが分かった。ISK003 のごく近傍では被害が全く生じていなかったが、西側や北西側に 100~200m 程度離れると甚大な被害が生じていた。これは本震時の地震動が ISK003 とその周辺で異なっていたことを示唆している。そこで、ISK003 を通る南北測線と ISK003 から JMA 輪島に向かう東西測線の 2 つの測線を設け、単点微動観測を行った。観測点間隔は 60~100m 程度であった。両測線とも H/V スペクトル比の形状は系統的に変化しており、特に被害が大きかった地域は 1Hz 付近で非常に明確なピークを持ち、H/V スペクトル比の特徴と建物被害は概ね良い対応を示した。

「1894 年庄内地震の詳細な建物被害分布に基づく地震動特性評価手法に関する研究」では、以下の成果が得られた（拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC11]，石瀬，他，2024，石瀬，他，2025，松島，他，2024，山本，他，2024a，山本，他，2024b，山本，他，2025）。

複数点における微動観測をおこない、表層地盤による地盤増幅特性を推定するための

データ収集を行った。アレイ微動観測は中サイズの計 9 地点、小サイズの 11 地点の計 20 地点で Rayleigh 波位相速度を求めた。アレイの形状は原則、一辺が 135m, 45m, 15m, 5m, 2m である正三角形とした（1 アレイのみ別形状）。単点微動観測は主として東西方向に 7 測線、南北 2 測線で間隔が狭い所では 1km 間隔、広い所では 2km 間隔で観測点を配置した（図 9）。また、測線間を補完するように測線内外で単点微動観測を行い、アレイ観測点中心点と臨時強震観測点と合わせて計 132 地点となった。観測には主に加速度地震計 SMAR-6A3P と JU410 を用いた。サンプリング周波数は 200Hz とし、単点観測では 30 分以上、アレイ観測では大きさに応じて 10 分から 2 時間の計測を行った。微動水平上下スペクトル比（MHVR）については盆地構造に起因する方位依存性や卓越周期の変化を期待したが、空間的傾向を明確には確認できない地点が多く存在している。特に、ピークがほとんどみられない上に、高振動数域で振幅比が 1 を下回るような地点もあり、通常盆地内で観測される MHVR とは異なる様相を呈している。観測で得た MHVR と Rayleigh 波位相速度をターゲットにインバージョンを行い、観測結果と理論が合致する地下構造を同定した。推定した地下構造から地盤増幅率を計算し、1.0Hz での増幅率分布が 1894 年庄内地震の被害分布とよく対応することが分かった。

一方、庄内地震の被害に関する史資料を整理し、これらをデジタルデータ化した。被害記録は大字ごと（酒田町と松嶺町は町丁ごと）に残されており、それぞれの大字、および町丁の代表地点の位置情報を付与した。GIS を活用した当該地震被害（家屋被害、これに基づく震度分布、一戸あたりの死者数）の分布を可視化した。その結果、家屋全壊率が高い地域では 1 戸あたりの死者数も多くなる傾向がみられるが、平野の中央部ではその傾向が弱まることから、家屋倒壊率が高く、死者数も多い松嶺町の至近距離に 1894 年庄内地震の震源断層が存在することが示唆された。

（２）地震の災害誘因の即時予測手法の高度化

「日本近海における津波発生要因の多様性を考慮した沿岸地形による波高増幅機構の理解に向けて」では、2023 年鳥島近海津波の津波生成要因の素過程、2022 年トンガ噴火津波の振幅増幅のメカニズム、2024 年能登半島地震による津波の特性など、主に津波生成および海洋での伝播過程に着眼した研究調査を進め、以下の成果が得られた（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC04]、千田、他、2024、Kubota, et al., 2024、Miyashita, et al., 2025、Muhammad, et al., 2024、宮下、他、2024、三反畑、久保田、2024、Sandanbata and Saito, 2024、Sandanbata and Saito, 2025、三反畑、他、2024、Sandanbata, et al., 2024、Sandanbata, et al., 2025、Shirai, et al., 2024、Takemura, et al., 2024、錦田、2024、Yuhi, et al., 2024a、Yuhi, et al., 2024b）。

津波生成要因の素過程の研究として、日本沖合の津波観測網 S-net および DONET の海底圧力計記録を解析し、14 回繰り返し発生した津波それぞれの初期波源（海水面鉛直変位）分布を推定した。その結果、孀婦海山付近に確認された海底カルデラの周辺で繰り返した海水面を隆起させるような現象が繰り返したことが示され、海底カルデラでの火山活動に伴って津波が生成したことを提案した（Kubota et al., 2024）。また、津波発生イベントに伴って強い水中音波が観測されていたが、水中音波記録の解析および数値計算でのモデリングを行い、これらの現象が海底下 0.5km よりも浅い場所で発生したことを明らかにした（Takemura et al., 2024）。一方で、海底火山活動起因の津波生成過程

の研究として、小笠原諸島・北硫黄島カルデラで2017年と2019年に発生した火山性地震の震源過程を調べた。震源から約1,000km離れたDONETの海底圧力計記録から振幅1~2mmの極小津波を高精度に検出し、その波形解析によって北硫黄島カルデラで数年ごとにトラップドア断層破壊が発生し、カルデラ隆起が繰り返し起きていることを確認した。また、2017年と2019年の断層破壊が異なるセグメントで発生したことで、明瞭に異なる津波波形が観測され、カルデラ内断層が複数セグメントに分かれており、マグマ蓄積によってそれらが交互に破壊することで断層破壊および津波発生が高頻度に繰り返す可能性を提案した(Sandanbata & Saito, 2024)。

津波伝播過程における増幅機構の研究としては、奄美大島を含む南西諸島に着目した気象津波の計算を行い、噴火時に放出された大気重力波を想定した0.5hPa程度の微気圧波で1m程度の振幅を再現できることを示した。複数条件での数値実験の結果、奄美での増幅には海嶺等の深い海域での地形が大きく寄与した可能性があることを示した。また、2024年能登半島地震で飯田港に來襲した津波の波状段波に関して、深海域における波数分散効果が浅海域の段波生成に及ぼす影響を調査した。波源域から分散を考慮することで浅海域における段波出現が1kmほど陸に近づき、それによって防波堤に作用する津波波力が大きくなる可能性を示した。さらに、既往研究で提案されている段波化指標を使うことで水深200m程度の位置の津波振幅から浅海域の段波出現を簡易に予測できる可能性を示し、令和6年能登半島地震津波調査グループの一員として津波被害に関する調査結果をとりまとめた(Yuhi et al., 2024a, Yuhi et al., 2024b)。

「建物被害と後発地震への応答予測に地盤特性の時空間変化が与える影響の分析」では、以下の成果を得た(拠点間連携共同研究[課題番号:CT0C07], Inoue et al., 2024)。

地震観測データを使用して既往の研究による評価フローに基づき病院室内被害を推定するシステムを開発した。病院室内被害指標はA~Dの4段階である。機器が動き出すPFAの 150cm/s^2 、転倒が生じ始めるPFAの 400cm/s^2 、移動により機器同士が衝突し転倒が増えるCA150の $300\text{cm/s}^2\cdot\text{s}$ を閾値とした。医療継続性の判定については、設置機器の種類や配置状況に応じて異なるため条件に応じて判定することを基本とするが、PFVが 100cm/s を超えるような場合にはランクDとする。ただし、被害ランクB~Dの場合においても、機器が移動および転倒しない措置や床免震など特別な対策が施されている場合はこの限りではない。2024年12月に開催された京大病院の災害訓練では、花折断層を震源とした模擬地震動を入力して室内被害を計算し地震観測網のウェブサイトに表示した。また地震観測網に新たに京都医療センターを追加し、地震計を設置するとともに微動観測により振動モードを同定した。一方、2023年度に構築した地盤-建物連成系モデルを利用して、軟弱地盤における基礎建物の応答と自由地盤応答の差異を評価した。具体的には、地震観測建物の基礎形式および規模を参照して、3D-FEMにより建物基礎に対する地盤抵抗(基礎インピーダンス)を評価し、基礎インピーダンスを利用したスエーローッキングモデルによる地盤-建物連成系の動的相互作用解析を実施することによった。その結果、建物基礎で観測された記録から自由地盤の地表面応答をある程度合理的に算出できることを示した。2024年7月に実施した能登半島地震後の病院訪問調査(8病院)において、病院敷地および建物の微動観測を実施し、病院から報告を受けた被害と地盤特性や建物特性の相関について分析を進めている(図10)。

「震度の世界動向と即時性を有した真の強震動を反映した指標のあり方の検討」では、

以下の成果が得られた（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C09]，中澤，他，2024，汐満，他，2024，亀井，境，2024）。

はじめに，建物の大きな被害が想定される高震度では建物の全壊・大破と相関の高い周期 1～1.5 秒，低震度では人体感覚や物品の動きといった中小被害と相関のある 0.1～1 秒の弾性加速度応答を用いて，日本の震度階級を応答スペクトルから計算する式を構築した。次に，日本の震度階級と MM 震度階級の説明文を対応付けることで，応答スペクトルを用いた MM 震度階級の算定フローを図 11 のように定めた。表 1 に，過去の様々な強震記録と強震観測点周辺の被害状況，MM 震度階級を示す。表 1 のうち推定した被害率である 1999 年台湾集集地震を除き，建物棟数が 100 棟以上の観測点を対象に MM 震度階級による被害関数と実被害率の関係を図 12 に示す。PGA，PGV に基づく既存の算定式（図 12(a)）では実被害率の大きな観測記録でも震度が 10 以下であるが，提案する算定法（図 12(b)）では実被害率の大きな観測記録のいくつかで MM 震度階級を 10 と判定できており，海外の強震記録の破壊力を MM 震度階級という国際的な指標で表現することが可能となった。

（3）火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

2024 年度は，本研究課題に関する研究課題は実施されなかった。

（4）地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究

「令和 6 年能登半島地震の震源域の強震動特性が建物被害に及ぼした影響の解明」では，以下の成果が得られた（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C06]，川瀬，他，2024a，川瀬，他，2024b）。

地盤の微動観測とそのデータを用いた強震動特性の評価に関し，大被害地域での建物被害と地盤特性の関係を把握すべく，強震観測地点（K-NET，Kik-net，JMA）13 地点に，空間的補完を考慮した 12 地点を加えた合計 25 地点で得られた微動から，微動水平上下スペクトル比（MHVR）を計算し，既往の手法で擬似地震動水平上下スペクトル比（pEHVR）を計算した。その上で，既往研究による上下動補正係数（VACF）を乗じることにより，擬似サイト増幅特性（pHSAF）を計算した。その結果，建物被害が大きかった地点周辺の観測地点の pHSAF は，概ね，やや短周期（周期 1 秒付近）の成分が大きかったことが分かった。他方，被害が大きくなかった能登町内の，強震観測地点以外に追加した微動観測地点では，pHSAF のピーク振幅も輪島市内のそれと比べると低くなっていた。これらのことから，建物被害の高さと地盤の増幅特性の相関が示唆される。

一方，観測本震記録からの基盤入射波の逆算に関しては，上述した pHSAF を用いた剥ぎ取り解析を見据え，強震観測地点において既往のスペクトルインバージョン手法で得られたサイト増幅特性を用いて基盤波の計算を行った。

これまでの課題と今後の展望

2009 年～2013 年度に実施された「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」までの，地震予知計画を起源とする地震・火山観測研究計画では，地震や火山噴火の発生の予知のみを目標とし，それにより地震や火山噴火による災害の軽減が達成できると考えられていたが，平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震や平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震により地震・火山観測研究計画により得られた研究成果は災害の軽減への貢献

が限定的であることが判明した。このことから、2014年度から開始された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測計画」から地震・火山噴火災害をもたらす誘因の予測研究を新たに組織的・体系的に進める方針に大転換した。「災害の軽減に貢献するための地震火山観測計画（第2次）」に続き、今年度から開始した「災害の軽減に貢献するための地震火山観測計画（第3次）」でも引き続き、地震学や火山学を中核としつつも、災害や防災に関連する理学，工学，人文・社会科学などの分野の研究者が参加して，協働して推進することになり，主に全国の工学，人文・社会科学の分野の研究者が拠点間連携共同研究を推進してきた。

拠点間連携共同研究の重点推進研究は、「巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進」を主要テーマとして推進し，総括研究において震源から被害予測及びそのステークホルダへの伝達までを一貫して行い，さらにステークホルダとの協働の成果をフィードバックすることで，研究の方向性を議論している。また，総括研究において見いだされた課題や新たな展開を特定型において掘り下げて詳細に検討するとともに新しい技術や考え方について検討し，その成果を総括研究にフィードバックするとともに，さらに総括研究で新たに出た課題を特定型で掘り下げる，という循環により研究の高度化を目指している。

今後は，重点推進研究の中での循環による研究を進めることと並行して，一般課題型研究で提案され，実施されてきた研究課題による成果や手法などを取り込む枠組みを構築することで，災害の軽減に貢献するための研究を高度化しながら継続し，高度化した成果を供出することを目指す。また，最近の地震後の災害では，地震発生にともない災害誘因は強震動に留まらず，津波，地盤変状，地すべり，火災，浸水などが相互に影響を与えたり，これらが連鎖的に起こったりするような，マルチハザードに対する災害リスクを評価することの重要性が明らかとなっている。さらに，地震発生前後の降雨状況が地盤変状や地すべりに与える影響は大きく，地震時の災害リスクを評価する上で重要となっていることも明らかとなっている。このため，これらのマルチハザードによる災害リスク評価を行うためにはより広範な研究領域の研究者と協働することと，災害の軽減のための対策を考えるそのためには，実際に被害を受ける構造物や社会システムに直接携わっている工学，人文・社会科学の分野が理学分野の成果を咀嚼して活用出来るような体制を整える必要がある。反対に，理学分野が工学，人文・社会科学の分野で成果を出すために必要なことを理解し，それに沿った研究方針を立案したり，研究成果をアウトプットしたりすることが重要となる。つまり，観測計画において，これまでの理学的な観測網の維持のみならず，工学，人文・社会科学の研究の発展に必要な観測計画の立案が必要になると考えられる。

成果リスト

- 秋月有紀，2024a，屋外避難経路の照明要件の現状と課題，照明学会誌，Vol.108，No.3，pp.126-127
- 秋月有紀，2024b，京都アニメーション火災の避難行動を読み解く，日本火災学会第63回火災科学セミナー，pp.57-69
- Akizuki Y，2024，Visual environment planning for smooth evacuation in fire，15th Asia Lighting Conference 2024 proceedings，pp.38-53

- Akizuki Y, Horii Y, Yamaguchi H, 2024, Issues related to evacuation exit door's specifications, 28th International Conference Association People-Environment Studies, Oral presentation
- 秋月有紀, 星野公花, 山口秀樹, 煙の影響による誘導灯周囲の輝度分布性状の調査, 照明学会2024年度(第57回)講演論文集, 8-0-02, pp.138-139
- 秋月有紀, 山口秀樹, 2024, 輝度に基づく避難誘導設計に関する基本的検討(3) - 経路内の照明が避難出口付近の行動に及ぼす影響 -, 2024年度日本火災学会研究発表会梗概集, pp.37-40
- 千田優, 鈴木高二朗, 高川智博, 鶴田修己, 2024, 3次元非静水圧モデルを用いた飯田港における2024年能登半島地震津波の解析, 第71回海岸工学講演会
- 北後明彦, 2025, 阪神淡路大震災を振り返る - 大地震が発生した場合の火災被害を防ぐ -, 日本火災学会2024年度講演討論会
- Inoue, R., M. Kurata, J. Gipson, K. Cho, S. Aida, S. Ohtsuru, 2024, DEVELOPMENT OF REGIONAL SEISMIC IMPACT MONITORING SYSTEM FOR HOSPITALS, the proceedings of 18th world conference on earthquake engineering
- 石瀬素子, 大邑潤三, 加納靖之, 飯野真帆, 長嶋史明, 吾妻崇, 松島信一, 2024, 1894年庄内地震の被害分布に関する検討, 第41回歴史地震研究会, P-08
- 石瀬素子, 大邑潤三, 飯野真帆, 加納靖之, 長嶋史明, 吾妻崇, 松島信一, 2025, 1894年庄内地震の被害記録のデジタルデータ化と被害分布に関する検討, 歴史地震
- Kai Wu, Masashi Matsuoka, Haruki Oshio, 2024 Earthquake Damage Detection and Level Classification Method for Wooden Houses Based on Convolutional Neural Networks and Onsite Photos, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol.40, No.5, pp.674-694, <https://doi.org/10.1111/mice.13224>
- 亀井健司, 境有紀, 2004, 過去の震度計の記録を利用した地震発生直後における建物の被害推定に関する研究(その2) マグニチュードによる補正, 日本建築学会大会, 21129
- 神野達夫, 重藤迪子, 高井伸雄, 津野靖士, 山中浩明, 是永将宏, 三宅弘恵, 安部魁人, 中川尚郁, 青井優太郎, Fredrick Ouma, Bilal Ozaslan, 松田大幹, 大野登羽, 2024, 輪島市街地における2024年能登半島地震余震の臨時高密度強震観測, 日本地震学会2024年度秋季大会, S22P-02
- 神野達夫, 重藤迪子, 高井伸雄, 津野靖士, 山中浩明, 是永将宏, 三宅弘恵, 松島信一, 浅野公之, 山田伸之, 地元孝輔, 安部魁人, 中川尚郁, 青井優太郎, Ouma FREDRICK, 中村愛彩, Ozaslan BILAL, 松田大幹, 大野登羽, 2025, 輪島市街地における2024年能登半島地震の高密度余震観測および微動観測, 令和6年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P02
- 川村柊都, 秋月有紀, 吉田侑生, 吉澤望, 大江由起, 山口秀樹, 2024, 避難所の照明の在り方に関する一考察 - その2 教室空間での評価における年齢層の比較, 照明学会2024年度(第57回)講演論文集, 6-Y-17, pp.40-41
- 川瀬博, 仲野健一, 伊藤恵理, 王自謙, 孫紀凱, 2024a, 2024年能登半島地震で観測された強震動のサイト増幅特性と建物被害, 日本地球惑星科学連合2024年年次大会, パブリックセッション「能登半島地震」(招待講演), C004531
- 川瀬博, 仲野健一, 伊藤恵理, 宝音図, 王自謙, 2024b, 2024年能登半島地震の大被災域(珠洲・輪島)における特異な地盤増幅特性, 2024年度日本地震工学会大会, B-22-5, Paper

No. 20240089

- 木佐貫康貴, 劉ウエン, 丸山喜久, 猪股渉, 2024, 異管種の混在状況を考慮した数値解析に基づく低圧ガス導管網の地震被害に関する検討, 土木学会論文集, Vol. 80, No. 13, 論文ID: 23-13096 ; <https://doi.org/10.2208/jscej.23-13096>
- Kubota, T., Sandanbata, O., Saito, T., & Matsuzawa, T., 2024, Accelerating seafloor uplift of submarine caldera near Sofugan volcano, Japan, resolved by distant tsunami recordings. *Geophysical Research Letters*, 51(12), e2024GL108415.
doi:10.1029/2024gl108415
- Matsushi Y., 2024a, Geomorphological consequences of the 2024 Noto Peninsula Earthquake: tectonic deformations, coseismic landslides, and their implications, European Geophysical Union Meeting 2024
- Matsushi Y., 2024b, Tectonic deformations and coseismic landslides in the 2024 Noto Peninsula Earthquake: their implications to long-term landscape evolution, Japan Geoscience Union Meeting 2024
- 松四雄騎, 2024a, 能登半島地震により発生した斜面変動, 日本地球惑星科学連合2024大会
- 松四雄騎, 2024b, 能登半島地震により発生した斜面変動と連鎖複合災害, 地理情報システム学会
- 松四雄騎, 2025, 2024年能登半島地震による斜面変動と連鎖複合災害—予察と展望—, 京都大学防災研究所年報 68A
- 松島信一, 山本耕平, 長嶋史明, 2024, 庄内平野での常時微動の単点観測とアレイ観測から推定される地盤構造, 日本地震学会2024秋季大会予稿集, S16-01
- 南方昭寛, 渡邊禎貢, 竹中博士, 金島亮次, 2024, サイト増幅特性の自己相関解析への適用: 岡山県を事例とした検証, 日本地震学会2024年秋季大会, S16-P08
- 宮下卓也, 福井信気, 安田誠宏, 森信人, 2024, 令和6年能登半島地震津波の再現計算および断層域と地形の特性評価, 第71回海岸工学講演会
- Miyashita, T., Nishino, A., Watanabe, S., Yasuda, T., Mori, N., Shimura, T., Ho, T.C., 2025, Contribution of Microtopography off the Ryukyu Islands to Coastal Sea-Level Amplification during the 2022 Tonga Meteotsunami, *Earth, Planets and Space*, 77, 20, <https://doi.org/10.1186/s40623-025-02148-2>
- Muhammad, A., De Risi, R., De Luca, F., Kongko, W., Mori, N., Yasuda, T., & Goda, K., 2024, Integrated tsunami risk framework considering agent-based evacuation modelling: The case of Saga, Kochi Prefecture, Japan, *International Journal of Disaster Risk Reduction: IJDRR*, 101(104193), 104193.
doi:10.1016/j.ijdr.2023.104193
- 中田健斗, 中嶋唯貴, 富永佳吾, 2024, 災害情報を有する画像群と3D都市モデルを使用した建物被害データベースの構築, 日本自然災害学会学術講演会講演概要集, 43, pp.35-36
- 中澤駿佑, 汐満将史, 境有紀, 2004, 2024年能登半島地震における建物被害と発生した地震動の破壊力(その1)強震観測点周辺の被害状況と地震動の性質, 日本建築学会大会, 21004
- 西野智研, 2024, F43断層モデルを用いた輪島市中心部の地震火災リスク評価, 2024年度日本地震工学会大会
- 西野智研, 2025, 2024年能登半島地震に伴う火災と今後の巨大地震について~数値解析に基づく考察~, 日本火災学会2024年度講演討論会

- 野口竜也, 香川敬生, 河野勝宣, 2024, 島根県多伎町の地すべり地域における地震動予測のための地盤構造推定, 日本地震学会2024年度秋季大会, S16P-04
- 野口竜也, 佐々木祥太, 河野勝宣, 小野祐輔, 香川敬生, 2024, 中央構造線三野断層近傍における微動探査, 日本地球惑星科学連合2024年大会, SSS10-P16
- 野口竜也, 吉田成道, 香川敬生, 河野勝宣, 2024, 微動観測による徳島県三次市の地すべり地域における地盤震動特性と地盤構造, 令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会, CS10-59
- 大江由起, 山口秀樹, 秋月有紀, 吉澤望, 2024, 災害時の生活行為を想定した避難所照明環境の在り方に関する研究－教室での実空間実験に基づく年齢層間の比較－, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 環境工学40216, pp. 479-480
- 三反畑修, 久保田達矢, 2024, 2023年10月に嬭婦海山近海で発生した津波: 連続的な津波発生と海底カルデラとの関係, 日本火山学会2024年秋季大会.
- Sandanbata, O., & Saito, T., 2024, Segmented Trapdoor Fault in Kita-Ioto Caldera, Japan: Insights From Millimeter Tsunami Waves Captured by an Array Network of Ocean Bottom Pressure Gauges. *Journal of Geophysical Research. Solid Earth*, 129(12), e2024JB029755. doi:10.1029/2024JB029755
- Sandanbata, Osamu and Tatsuhiko Saito, 2025, Segmented trapdoor fault in a submarine caldera revealed with milli-meter tsunami waveform record, AGU Chapman Conference 2025
- 三反畑修, 佐竹健治, 武村俊介, 綿田辰吾, 前田拓人, 久保田達矢, 2024, 2023年10月鳥島近海津波:連続的な津波発生プロセスによる波高増幅現象, 日本惑星科学連合2024年大会
- Sandanbata, Osamu, Kenji Satake, Shunsuke Takemura, Shingo Watada, Takuto Maeda and Tatsuya Kubota, 2024, Enigmatic tsunami waves amplified by repetitive source events near the Sofu seamount, south of Japan, AGU Fall Meeting 2024
- Sandanbata, Osamu, Kenji Satake, Shunsuke Takemura, Shingo Watada, Takuto Maeda and Tatsuya Kubota, 2025, Enigmatic tsunami waves amplified by repetitive source events near a newly-identified submarine caldera of Sofu Seamount in the Izu-Bonin arc, AGU Chapman Conference 2025
- 汐満将史, 中澤駿佑, 境有紀, 2004, 2024年能登半島地震における建物被害と発生した地震動の破壊力(その2) 非線形地震応答解析による地震動の破壊力の検証, 日本建築学会大会, 21005
- Shirai, T. Y. Enomoto, K. Haga, T. Tokuta, T. Arikawa, N. Mori, F. Imamura, 2024, Potential for tsunami detection via CCTV cameras in northeastern Toyama Prefecture, Japan following the 2024 Noto Peninsula Earthquake, *Geoscience Letters*, 11, 28, doi:10.1186/s40562-024-00343-9
- 高柳芽依, 野口竜也, 錦織明日美, 河野勝宣, 2024, 中央構造線三野断層とその周辺における重力探査, 日本地球惑星科学連合2024年大会, SSS10-P17
- Takemura, S., Kubota, T., & Sandanbata, O., 2024, Successive tsunamigenic events near Sofu Seamount inferred from high-frequency teleseismic P and regional T waves. *Journal of Geophysical Research. Solid Earth*, 129(10), e2024JB029746. <https://doi.org/10.1029/2024jb029746>
- 竹中博士, 渡邊禎貢, 南方昭寛, 2024, 強震記録のスペクトルインバージョン結果を用いた自己

- 相関解析法の提案：原理と処理方法，日本地震学会2024年秋季大会，S01-06
- Thinzar Yadanar, Shinichi MATSUSHIMA and Fumiaki NAGASHIMA, 2024, UNCERTAINTY OF ESTIMATED GROUND MOTION IN THE KYOTO BASIN BY EARTHQUAKES OCCURRING ON THE HANAORE FAULT, Proceedings of the 18th Annual Meeting of Japan Association for Earthquake Engineering, Paper No. 20240099
- Thinzar Yadanar, Shinichi MATSUSHIMA and Fumiaki NAGASHIMA, 2025, Estimated Peak Ground Velocity Variability in the Kyoto Basin from Scenario Earthquakes on the Hanaore Fault, DPRI Annual Meeting
- 津野靖士, 山中浩明, 是永将宏, 三宅弘恵, 福元俊一, 2024, 2024年能登半島地震の石川県鳳珠郡穴水町における地震動特性, 日本地震工学会年次大会梗概集, 20240191
- 上林宏敏, 赤澤隆士, 岩田知孝, 2024, 周期10-50秒帯域の観測位相速度による近畿地方の地殻速度構造モデルの検証, 地震学会講演予稿集, S15-01
- 上林宏敏, 岩田知孝, 赤澤隆士, 2024, 超長周期地震動帯域(10-50秒)の観測位相速度による近畿地方の地震基盤以深速度構造モデルの検証 2011年東北地方太平洋沖地震による関震協観測網記録を用いた検討, 建築学会学術講演梗概集 構造II 95-06
- 王澤霖, 楠浩一, 毎田悠承, 坂田弘安, 2024, 等価線形化法を用いた応答変位算定に及ぼす降伏後剛性の影響に関する一考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集2024(関東), 構造IV, pp. 491-492
- 綿田辰吾, 2024, T-phase震源決定に海水温が与える影響: 2023年孀婦海山群発地震を例に, 日本地震学会2024年秋季大会
- 山田伸之, 竹中博士, 2024, 岡山大学津島キャンパスにおける微動探査, 岡山大学地球科学研究報告, 30(1), 13-20, doi:10.18926/ESR/66845
- 山本耕平, 松島信一, 長嶋史明, 2024a, 庄内平野の地下構造推定のための常時微動の単点観測とアレイ観測, 日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集B2, 21037
- 山本耕平, 松島信一, 長嶋史明, 2024b, 庄内平野での常時微動観測による水平上下スペクトルと推定位相速度, 日本地震工学会第18回年次大会梗概集, 20240107
- 山本耕平, 松島信一, 長嶋史明, 周宇廷, ティンザーヤダナー, 五熊大, 按田悠, 山中宏起, 2025, 庄内平野における地下構造推定のための微動水平上下スペクトル比とレイリー波位相速度の同時インバージョン解析, 京都大学防災研究所令和6年度研究発表講演会, P44
- Yanxue Ma, Rie Nakata, Kimihiro Mochizuki, Yoshitaka Hashimoto and Yohei Hamada, 2024a, Structural control on the shallow tremor distribution linked to seamount subduction: insights from high-resolution seismic imaging in Hyuga-nada, Earth Planets Space, 76, <https://doi.org/10.1186/s40623-024-02082-9>
- Yanxue Ma, Rie Nakata, Kimihiro Mochizuki, Yoshitaka Hashimoto and Yohei Hamada, 2024b, Reflection Full Waveform Inversion for Seamount Subduction Imaging in Hyuga-nada, Japan: Implications for Shallow Tremor Activity, AGU Fall Meeting, S43D-3479
- 吉田侑生, 吉澤望, 川村柊都, 秋月有紀, 大江由起, 山口秀樹, 2024, 避難所の照明の在り方に関する一考察—その1 青年被験者を対象とした教室空間での検討, 照明学会2024年度(第57回)講演論文集, 6-Y-16, pp. 38-39
- Yuhi, M., Umeda, S., Arita, M., Ninomiya, J., Gokon, H., Arikawa, T., Baba, T., Imamura, F., Kawai, A., Kumagai, K., Kure, S., Miyashita, T., Suppasri, A., Nobuoka, H.,

Shibayama, T., Koshimura, S., & Mori, N., 2024a, Post-event survey of the 2024 Noto Peninsula earthquake tsunami in Japan, Coastal Engineering Journal, 1 - 14. doi:10.1080/21664250.2024.2368955

Yuhi, M., Umeda, S., Arita, M., Ninomiya, J., Gokon, H., Arikawa, T., Baba, T., Imamura, F., Kumagai, K., Kure, S., Miyashita, T., Suppasri, A., Kawai, A., Nobuoka, H., Shibayama, T., Koshimura, S., & Mori, N., 2024b, Dataset of Post-Event Survey of the 2024 Noto Peninsula Earthquake Tsunami in Japan, Scientific Data, 11(1), 786. doi:10.1038/s41597-024-03619-z

Zelin Wang, Koichi Kusunoki, Yusuke Maida, 2024, Performance-Based Seismic Design With Consideration of Safe Storage From Errors in Reinforced Concrete Member Estimated Yield Deformation, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, DOI: <https://doi.org/10.1002/eqe.4280>

表1. 過去の様々な強震記録と強震観測点周辺の被害状況, MM震度階(拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC09])。

地震	観測点名	PGA [cm/s ²]	PGV [cm/s]	I _{JMA}	I _{MM}	I _{MM*}	d[%]
1993年釧路沖	JMA釧路	752.5	42.5	5.95	8.39	7.98	0.0
1995年兵庫県南部	JR鷹取	742.7	155.2	6.48	10.60	9.62	34.9
	大阪ガス総合	834.0	129.3	6.49	10.26	9.61	15.3
2000年鳥取県西部	JMA神戸	848.0	105.7	6.44	9.24	9.14	2.5
	境港測候所	762.8	85.4	6.01	8.76	8.98	1.1
2003年十勝沖	K-NET標津	602.9	66.3	5.92	8.80	8.47	1.1
	K-NET広尾	985.6	48.9	6.07	8.44	8.05	0.0
2003年宮城県沖	Ofunato(JMA)	1106.9	35.4	5.85	8.00	7.68	0.0
2004年新潟県中越	川口町震度計	1677.9	150.2	6.52	10.34	9.87	18.0
	JMA小千谷	974.0	93.6	6.34	9.02	8.99	1.2
	十日町震度計	1337.1	56.5	5.93	8.39	8.25	0.0
2007年能登半島	K-NET穴水	883.8	102.4	6.33	9.85	9.25	18.0
	JMA輪島	472.2	98.7	6.15	9.64	9.19	4.6
	K-NET能都	642.5	25.2	5.55	7.58	7.21	0.0
2007年新潟県中越沖	K-NET柏崎	812.0	127.0	6.37	9.91	9.41	4.2
	柏崎震度計	793.5	125.6	6.33	9.83	9.24	5.7
	長岡震度計	692.6	83.2	6.17	8.31	8.86	0/42
2011年東北地方太平洋沖	K-NET築館	2765.2	100.9	6.67	8.68	9.41	0/58
	K-NET日立	1951.4	68.5	6.02	8.01	8.65	0.0
2016年熊本(4/16)	KiK-ne益城	1313.8	138.4	6.50	10.00	9.73	6.2
	西原村小森震度計	866.4	262.1	6.62	10.18	10.51	0/57
	K-NET熊本	843.2	95.2	6.09	8.95	9.05	0.0
1994年ノースリッジ	Santa monica city hall	866.8	41.6	5.41	7.75	7.97	1/23
	Tarzana cedar hill nursey	1966.5	109.9	6.55	8.87	9.46	0/10
	LA county fire station	731.8	119.5	6.34	9.36	9.17	2/27
1999年台湾集集	068	530.9	300.1	6.04	9.01	9.87	*2.8
	072	464.5	72.8	5.85	8.17	8.70	*9.7
	074	608.4	79.0	6.04	8.89	8.78	*8.7
	129	992.6	69.1	5.98	8.34	8.18	*0.0
2011年クライストチャーチ	REHS	723.8	99.8	6.21	9.59	9.04	15/98
	CCCC	472.4	68.8	5.99	9.24	8.73	2/23
	HVSC	1708.2	101.7	6.45	8.54	9.27	2/21
	PRPC	737.1	123.1	6.11	9.43	9.18	0.0
2023年トルコ南部	3129	1615.0	172.2	6.47	10.09	10.09	**3/83
	3141	975.0	124.6	6.25	9.36	9.64	**1/27
	4615	643.3	152.8	6.20	9.03	9.67	**0/55

PGA:地動最大加速度(水平2方向ベクトル合成)

PGV:地動最大速度(水平2方向ベクトル合成, 加速度波形に0.1-10Hzのバンドパスフィルタをかけて積分)

I_{JMA}:気象庁計測震度, I_{MM}:提案するMM震度階, I_{MM*}:Wald(1999)によるPGA, PGVを用いた算定式

d:全壊・大破率(分数表示:建物棟数が100棟未満, *:崩壊した建物の割合から推定, **:衛星写真より判定)

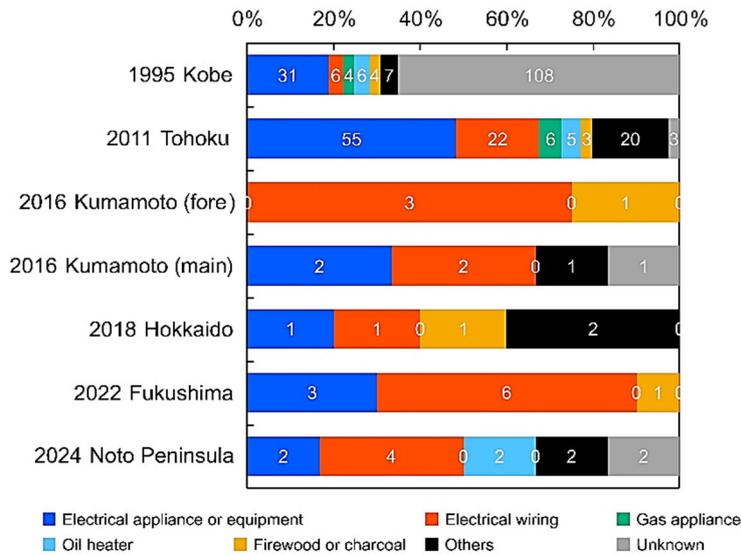


図1. 地震動に起因する火災の発火源の内訳 (Nishino(2023)に加筆) (2024年能登半島地震を含む近年の主要7地震について) (拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC02])

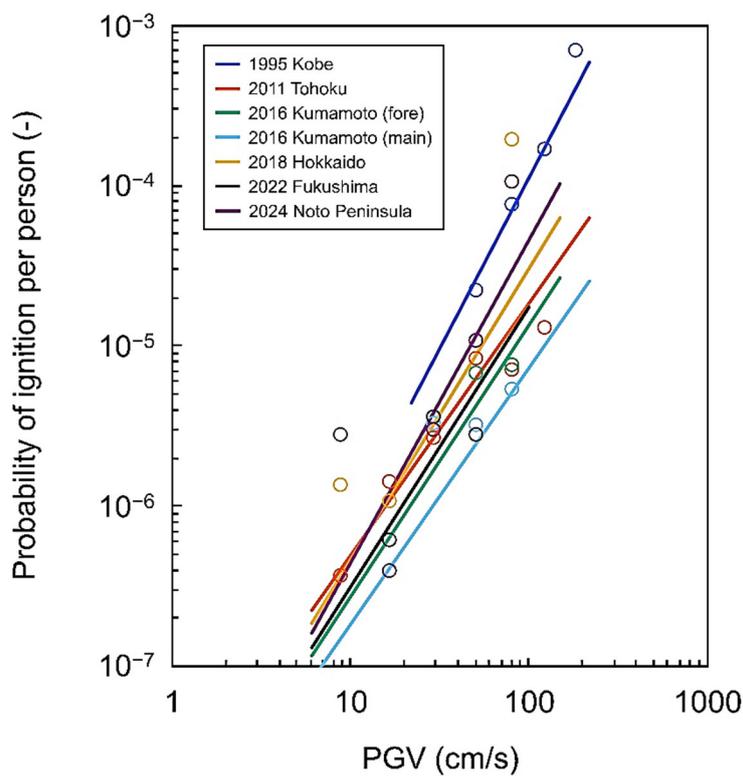


図2. 人口一人あたり出火確率と地震動強さ指標の統計的な関係 (Nishino(2023)に加筆) (2024年能登半島地震を含む近年の主要7地震について) (拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC02])

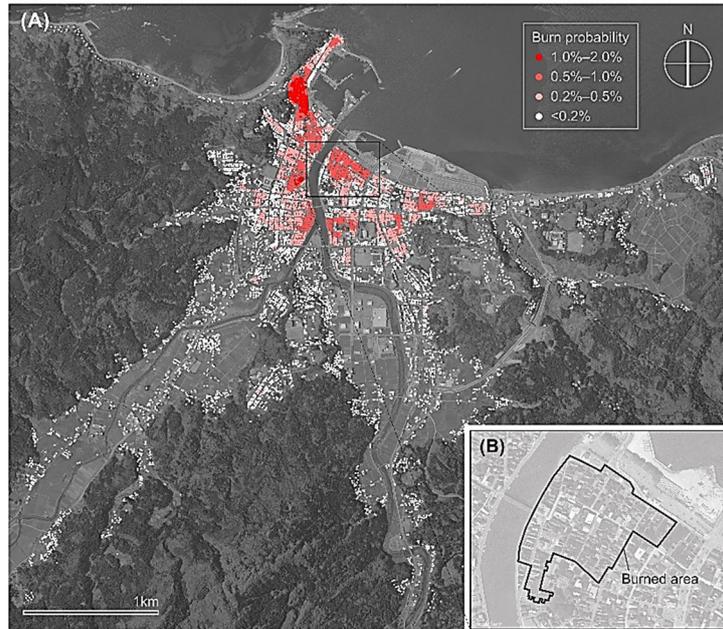


図 3 . F43断層モデルを用いた地震火災リスク評価から得られた輪島市中心部の一棟一棟の建物の焼失確率と今回の地震の焼失範囲の関係 (拠点間連携共同研究[課題番号 : CT0C02])

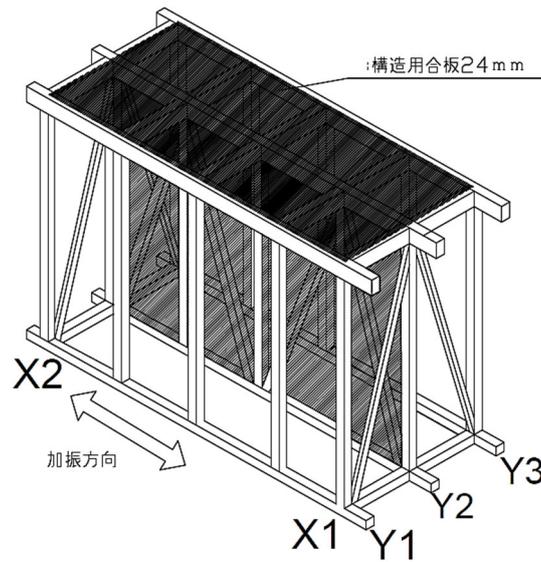


図 4 . 地震動の破壊力を測る箱形試験体の概要[課題番号 : CT0C08])

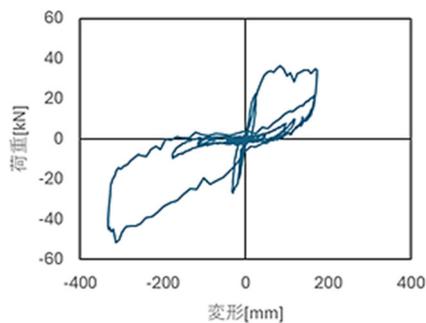


図 5 . 補修前試験体により得られた荷重変位関係 (拠点間連携共同研究[課題番号 : CT0C08])

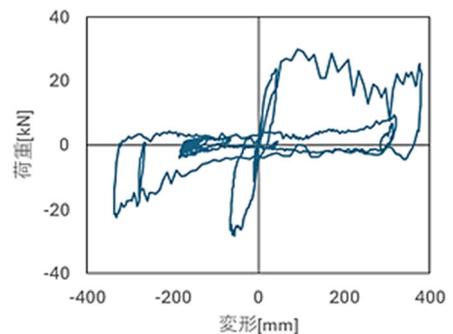


図 6 . 補修後試験体により得られた荷重変位関係 (拠点間連携共同研究[課題番号 : CT0C08])

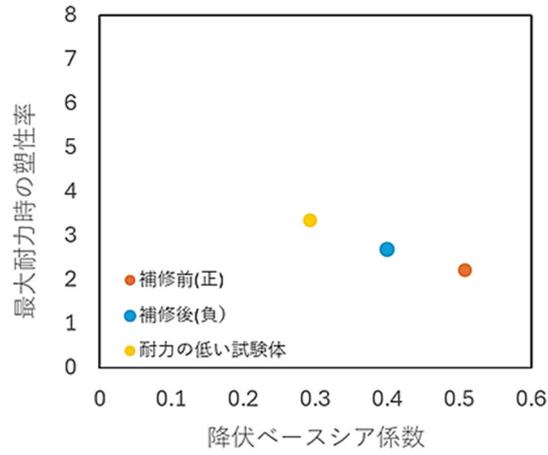


図 7. 降伏ベースシア係数と最大耐力時の塑性率の関係 [課題番号 : CT0C08]

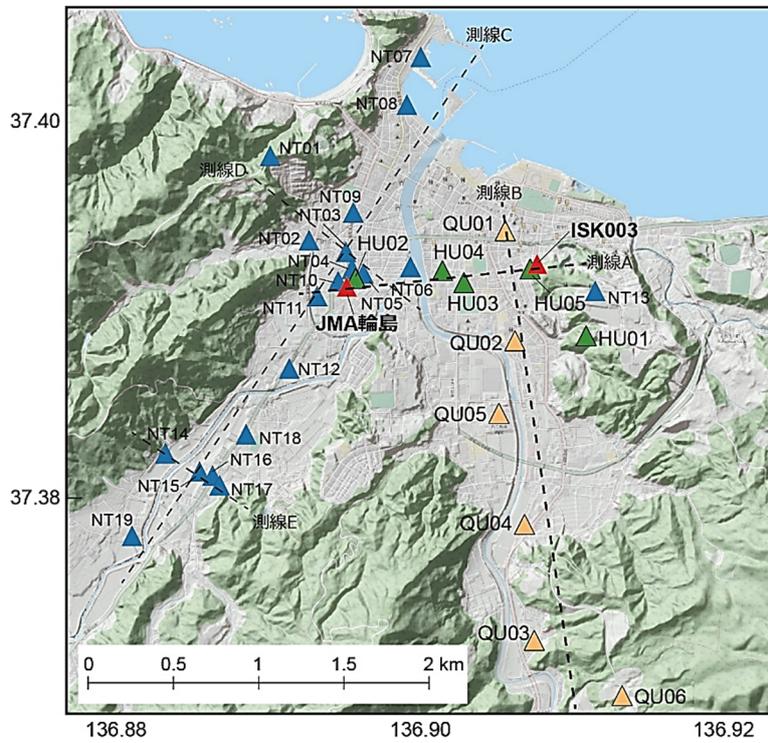


図 8. 輪島市における余震観測点分布 [課題番号 : CT0C10]

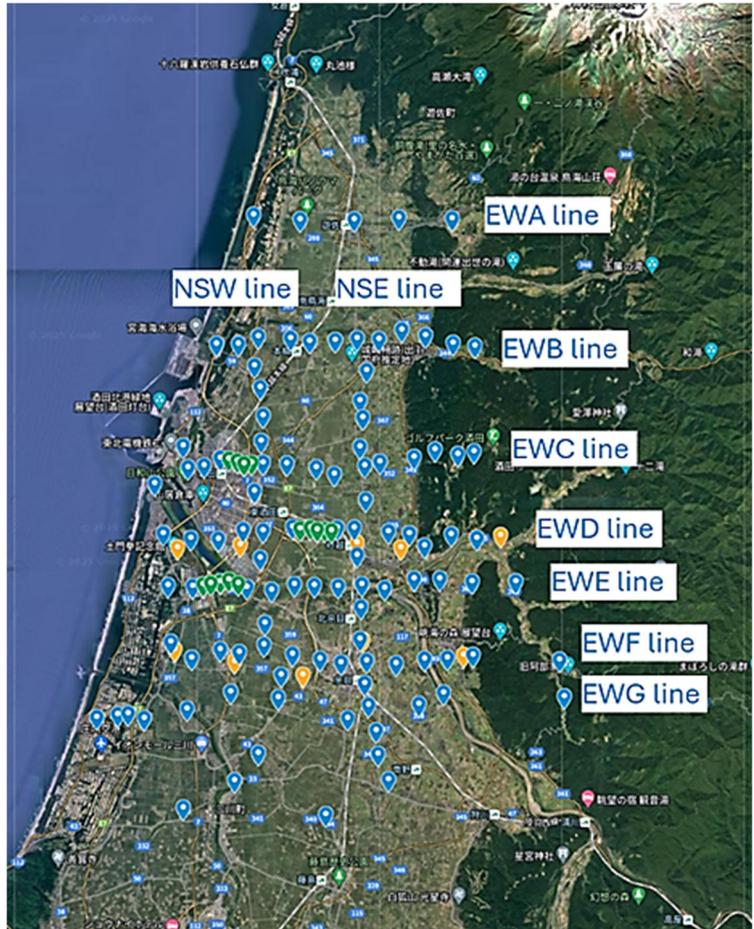


図9. 庄内平野で微動観測を実施した観測点配置 (Google Mapに加筆) (青：東西，南北測線，
 緑：狭間隔測線，黄色：臨時地震観測点) [課題番号：CTOC11]

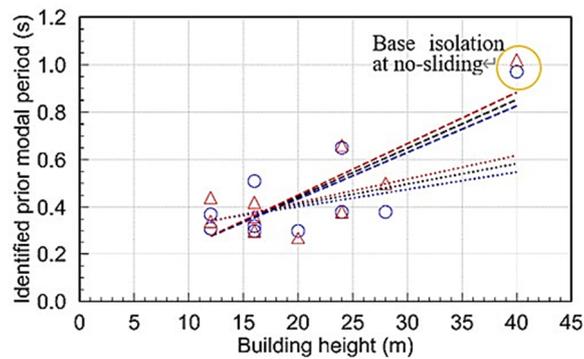


図10. 能登半島地震後の病院微動観測結果 [課題番号：CTOC07]

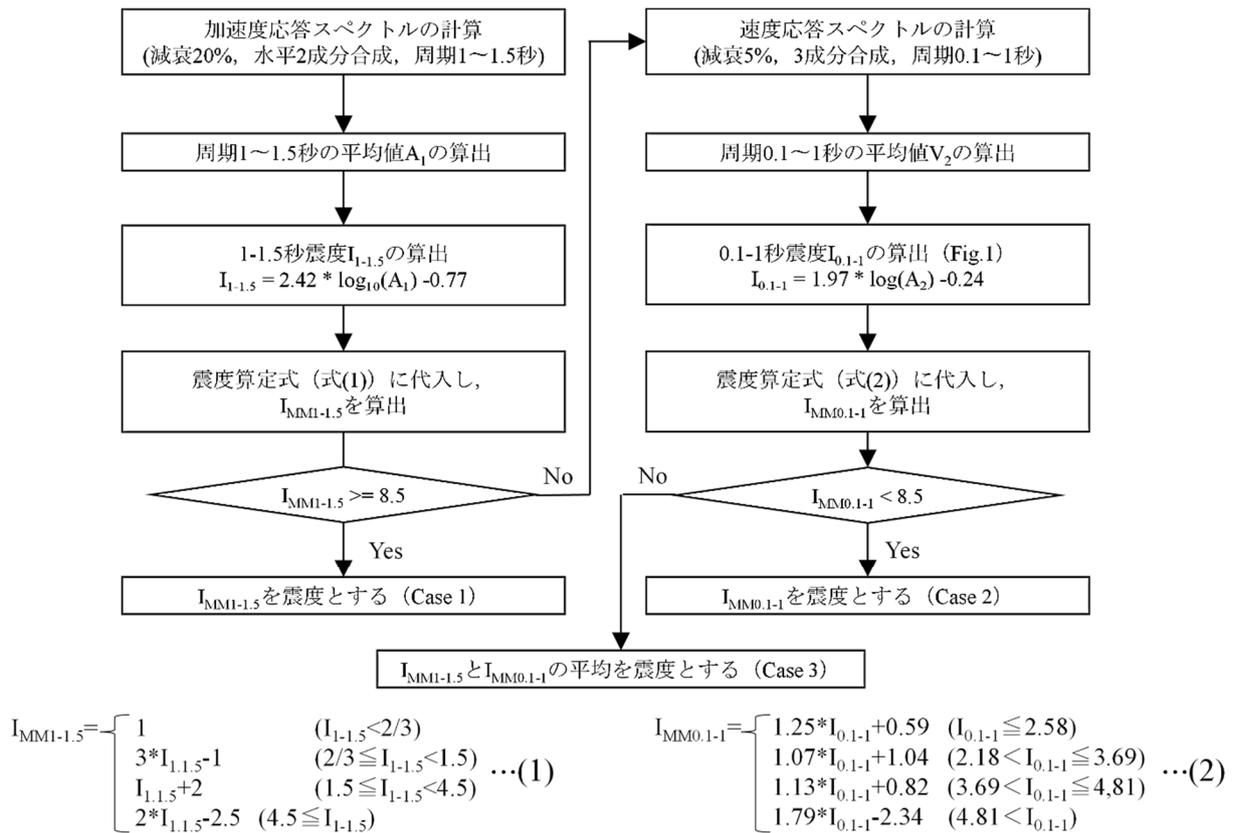


図11. 応答スペクトルを用いたMM震度階の算定フロー[課題番号：CTOC09]

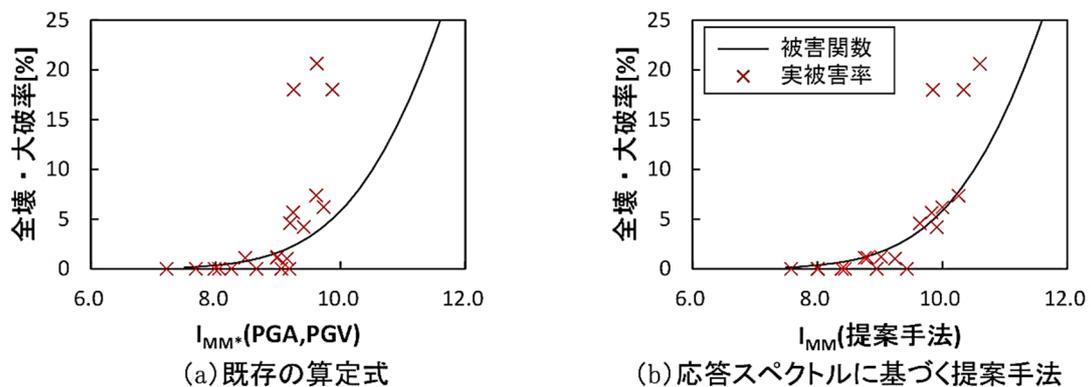


図12. MM震度階の被害関数と実被害率の対応 ((a)既存の算定式, (b)応答スペクトルに基づく提案手法) [課題番号：CTOC09]



写真 1 . 補修後試験体の最終破壊性状[課題番号 : CT0C08])