

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「持続可能な社会を支える防災・減災に関する研究」

研究課題名「北中米太平洋沿岸部における巨大地震・津波複合災害リスク軽減に向けた総合的研究」

採択年度：令和5年（2023年）度/研究期間：5年

相手国名：エルサルバドル共和国・メキシコ合衆国

令和5（2023）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2024年6月6日から2029年6月5日まで

JST側研究期間^{*2}

2023年6月1日から2029年3月31日まで
（正式契約移行日 2024年4月1日）

^{*1} R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

^{*2} 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：中野元太

京都大学防災研究所・助教

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究活動		2023年度 (8ヶ月)	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
研究題目 1「中米海溝における巨大地震発生シナリオの構築」							
活動1-1 海底地震・測地観測による沈み込み帯浅部すべりの解明	マイルストーン			浅部すべり帯の解明（エ国） ↓		浅部すべり帯の解明（メ国） ↓	
	当初計画	調査機材の調査		観測（エ国）	解析	観測（メ国）	解析
	当年度計画						
	進捗状況						
活動1-2 陸上地震・測地観測による沈み込み帯深部すべりの解明	マイルストーン						
	当初計画	調査機材の調査		観測（エ国）	解析	観測（メ国）	解析
	当年度計画						
	進捗状況						
活動1-3 温度構造モデリングに基づくプレート境界すべり挙動の物理的解明	マイルストーン			温度構造モデル構築 ↓		流体分布の解明 ↓	
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
活動1-4 地震発生シミュレーション	マイルストーン		地震発生シナリオの提示（メ国） ↓		地震発生シナリオの提示（エ国） ↓		
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
研究題目 2「地震・津波に起因する港湾都市の複合災害リスク評価」							
活動2-1 地震動のハザード評価	マイルストーン			地震シナリオの選定（メ国） ↓		地震シナリオの選定（エ国） ↓	
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
活動2-2 津波のハザード評価	マイルストーン	海底地形データ等の収集 ↓		津波モデリング実施（メ国） ↓		津波モデリング実施（エ国） ↓	
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
活動2-3 曝露データ（危険物施設・貨物・経済活動関連施設）の収集と脆弱性の評価	マイルストーン	暴露データの収集 ↓		構造物被害の推定（メ国） ↓		構造物被害の推定（エ国） ↓	
	当初計画						
	当年度計画						
	進捗状況						
活動2-4 地震・津波火災、化学物質	マイルストーン						

【令和5年／2023年度実施報告書】【240531】

[illegible]

(2)プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)
該当なし。

2. 計画の実施状況と目標の達成状況 (公開)

(1) プロジェクト全体

当該年度は、暫定採択期間として、日本側、メキシコ側、エルサルバドル側それぞれで、参画研究機関・研究者らが集うキックオフミーティングを開催し、プロジェクトの全体計画や調達機材、達成すべきプロジェクト目標について確認した。ここでの議論に基づき、メキシコ側およびエルサルバドル側カウンターパート機関と MM（ミニッツ）、R/D（討議議事録）および Collaborative Research Agreement（CRA: 共同研究契約）の締結を行った。

メキシコでは、申請時の通り、メキシコ国立自治大学工学部や地球物理学研究所、政府機関であるメキシコ国立防災センター（CENAPRED）を主要なカウンターパート機関とした。エルサルバドル側でも申請の通り、エルサルバドル国立大学農学科学部を主要なカウンターパート機関とし、中米大学、総務省市民保護総局、環境天然資源省環境監視総局とともに本プロジェクトを実施することに合意した。加えて、エルサルバドル外務省の支援もあり、エルサルバドル国内で海底地震観測活動を円滑に行うため、エルサルバドル海軍の支援が得られることを確認した。R/Dの合意形成過程で、エルサルバドル側の各省庁間でもプロジェクト内容について共有が図られ、通関手続きや出入国手続き、研究データの提供、社会実装などを遅滞なく進めるため、財務省税関局、エルサルバドル

ル空港港湾運営自治委員会（CEPA）、外務省環境ユニット、公共事業交通省気候変動リスク管理戦略局、公共安全法務省が協働組織として本プロジェクトに参画することとなった。

研究準備段階における人的交流も促進した。2024 年 1 月には、メキシコ側およびエルサルバドル側研究代表者が来日し、日本側研究代表者や研究参画者らと打合せを持った。また、京都大学防災研究所において研究代表者らが登壇するセミナーを開催し、地震発生シミュレーションの知見や地震動によって生じる土砂災害の評価といった複合災害リスクの視点について議論がなされた。

2024 年 3 月には、科研費「Slow-to-Fast 地震学」がメキシコシティで開催した研究ワークショップに日本側研究代表者や日本側研究題目 1 リーダーなどが参加し、同科研費研究とも連携することで、相乗的にメキシコおよびエルサルバドル沿岸部における地震発生シナリオ構築についての研究を進めることを確認した。

本プロジェクトでは、日本側研究代表者および研究題目 1 リーダー、研究題目 2 リーダーは、30 代から 40 代の若手研究者であり、暫定採択期間中も両国に渡航し研究計画の策定や研究者間交流を行っており、若手研究者育成にも貢献した。

プロジェクト全体として、実施に必要な合意形成や文書への署名が完了し、研究者間の交流が進んでいることから、概ね予定通りの進捗が得られている。

(2) 各研究題目

(2-1) 研究題目 1：「中米海溝における巨大地震発生シナリオの構築」（リーダー：西川友章）

① 研究題目 1 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

当該年度は、暫定採択期間であり、主な活動は、調達機材の調査および、既存の観測データ利用に関する合意の取り付けであった。本プロジェクトでは、観測用機材として海底地震計、海底圧力計、DAS、GNSS の調達を計画している。これらの仕様について確認し、見積り取得を進めた。また、DAS については、エルサルバドル国内で光ファイバーケーブルを敷設する企業とも 3 度オンライン会議を持ち、観測に適した光ファイバーケーブルの使用可能性について協議を進めている。エルサルバドルで運用中の GNSS 機材を確認し、当プロジェクトで供与する GNSS 機材についてもカウンターパート機関によって運用できることを確認した。さらに、メキシコ国立自治大学、エルサルバドル環境省環境監視総局と協議を行って、メキシコ側、エルサルバドル側それぞれが有する、既存の地震・測地観測データを本プロジェクト内で使用できることを確認した。

10 月 25 日には、日本、メキシコ、エルサルバドル三か国の研究参加者がオンライン上で集い、活動 1-1 から活動 1-4 の研究課題の進め方について議論した。特に、観測計画、観測機材調達のスケジュール、三か国の研究者の役割について決定し、研究題目 1 で得られる観測データと研究題目 2 で作成される地震・津波シナリオとを接続する必要性についても共有された。

温度構造モデリングに基づくプレート境界すべり挙動の物理的解明（活動 1-3）については、2 月にメキシコ国立自治大学の研究者が日本側研究者を訪問し、研究打合せを行ったほか、日本側で特定研究員として雇用予定の研究者が、メキシコで開催された前述の「Slow-to-Fast 地震学」のワークショップで発表するなど、連携体制の構築を進めた。

また、地震発生シミュレーション（活動 1-4）においては、津波浸水シミュレーションに必要な地震モデルを提供する必要があることから、メキシコ側若手研究者が日本側研究者と協働し、メキシ

コとエルサルバドルにおける 3 次元地震サイクルシミュレーションから大地震の断層破壊シナリオを作成することを確認した。

②研究題目 1 の当該年度の目標の達成状況と成果

当該年度の目標は、調達機材の調査であった。この点については、前述の通り、調達機材の仕様の決定や見積書の取得を進めることができています。さらに、研究題目 1 のメンバー間でのコミュニケーション促進のためのオンラインミーティングの開催や、「Slow-to-Fast 地震学」のワークショップへの参加など、プロジェクトの正式な開始に向けた準備にも進捗があった。

③研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

「Slow-to-Fast 地震学」のワークショップには、本プロジェクトに参画する日本側、メキシコ側研究者が 10 名以上参加した。そのため、同ワークショップ期間中に、本プロジェクトと同科研費との連携を行って、観測結果の解析や分析の知見などを共有し、研究題目 1 の目標でもある地震発生シナリオの構築を行うことが確認された。

④研究題目 1 の研究のねらい（参考）

研究題目 1 のねらいは、中米海溝メキシコ・チアパス沖からエルサルバドル沖の沈み込み帯の解明を行って、同海域で起こりうる地震発生シナリオを構築することである。ここで提供するシナリオは、活動 1-1 と活動 1-2 が行う海底・陸上・測地観測に基づいて、主に①起こりうる最大規模の地震発生シナリオ、②理学的に尤もらしい巨大地震発生シナリオ、③津波地震発生シナリオの 3 つを想定している。

活動 1-3 では、地殻熱流量データやキュリー点深度データを用いた温度構造モデリングと岩石の変成の相図により、チアパス沖、並びにエルサルバドル沖の沈み込み帯における温度構造、及び岩石からの脱水の空間分布を明らかにし、プレート境界滑り挙動の空間変化の原因を解明する。

活動 1-4 として、まず、マンサニージョを対象に、海溝型巨大地震発生シミュレーションを行う。ここでは、前 SATREPS の観測データや知見も活用し、マンサニージョを対象に、2 年目までにシミュレーションに基づく地震発生シナリオを提示し、以下の題目 2 へとつなげる。同様の研究は、3 年目以降、エルサルバドルでも実施し、活動 1-1 と 1-2 が作成した巨大地震発生シナリオに改良を加える。

本研究では、特に海底・陸上及び測地観測から得られるデータ（研究題目 1）と、地震・津波ハザード評価（研究題目 2）の連携も図っていく。プロジェクト期間 5 年という制約も鑑み、地震・津波ハザード（研究題目 2）によるモデリングを先行させていくが、当初想定されたモデルと観測結果に基づくモデルがどのように異なるのかを検討し、随時、モデルの修正を行う。

⑤研究題目 1 の研究実施方法（参考）

プロジェクト 1 年目は、活動 1-1 と活動 1-2 の観測体制構築のため、8 台の海底地震計および 3 台の海底圧力計、DAS 観測システム一式、GNSS8 組の調達・輸送を行う。2 年目はエルサルバドル側での観測機材設置が主となる。海底観測においては、メキシコ国立自治大学が所有する研究船

船を使用し、海底地震計及び海底圧力計設置のための研究航海を実施する。研究航海では、日本、メキシコ、エルサルバドルの研究者が乗船し、海底観測機材の組立・使用に関する技術指導も実施する。これらはアカフトラ沖へ設置し、約1年間の観測を経て回収する。DAS観測は主に沈み込み帯深部の地震活動の解明を目的に行う。光ファイバーケーブル使用には所有組織との折衝が必要であり、使用許可が得られない可能性も無視できない。その場合は、光ファイバーケーブルを観測目的で独自に敷設することも視野に入れる。これらのデータを既存の観測網のネットワークと併合処理して、高品質な地震カタログを作成する。3年目に海底地震計、海底圧力計、DAS、GNSS等によって得られたデータ解析を行って、プレート境界中小規模地震分布、スロー地震分布、固着域分布、定常滑り領域分布を明らかにし、海溝型巨大地震の震源域となる可能性の高い場所を明らかにする。さらに、巨大地震発生シナリオを構築して研究題目2へ提供する。

(2-2)研究題目2：「地震・津波に起因する港湾都市の複合災害リスク評価」（リーダー：西野智研）

①研究題目2の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

当該年度は、活動2-2に関連した海底地形データ等、津波ハザード評価に必要な基礎情報の収集と、活動2-3に関連した複合災害リスク評価に必要な暴露データの収集を計画していた。海底地形データについては、メキシコ側マンサニージョ港周辺についてはメキシコ海軍省が測量した詳細なものの使用ができる見込みとなった。エルサルバドル側においても、アカフトラ港周辺の海底地形データがあることが確認できたため、今後の使用について協議を進める。

暴露データの収集については、メキシコ国内で公開されている道路ネットワーク、港湾データ（平面図等）、暴露データ（公共施設、人口等）をGISでデータベース化（図1）した。次年度初旬にはプロジェクトメンバー間に共有するとともに、不足しているデータ群を明らかにして、データを持っていると思われる組織とのデータ利用について協議を行う。またエルサルバドルCEPAおよびメキシコ国家港湾システム管理局（ASIPONA）と協議を持ち、研究対象となっているアカフトラ港とマンサニージョ港について、複合災害リスク評価に必要なデータ群について、プロジェクト開始後に提供される見込みとなった。エルサルバドル側では、一部、不足はあるもののアカフトラ港のサプライチェーン評価に用いるO/Dデータを既に入手した。

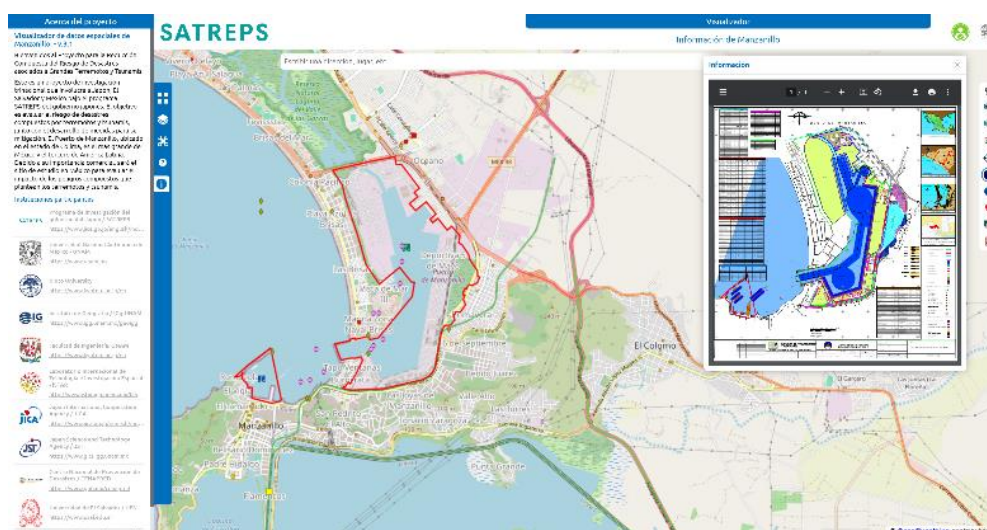


図1. 作成中のGISデータベース

さらに、研究題目 1 と研究題目 2 の間の連携の在り方について議論を進めた。具体的には、研究題目 1 において海底観測等の結果を基に提案される特定の地震シナリオの下での決定論的なハザード評価結果が、前 SATREPS 課題で提案されている確率的震源モデルに基づくばらつきのあるハザード評価結果のどこに位置づくのかを確認するなど、理学的アプローチと工学的アプローチによるハザード評価結果を互いに照らし合わせられないか、議論した。

②研究題目 2 の当該年度の目標の達成状況と成果

当該年度は、海底地形データおよび津波ハザード評価に必要な基礎情報の収集と、複合災害リスク評価に必要な暴露データ等の収集が主な目標であったが、これらは前述の通り、概ね達成できている。主要な成果としては、マンサニージョ港を対象とした港湾データの一部や暴露データ等を含む GIS データベースシステムの構築である。この GIS データベースは、プロジェクト前半は、研究参加者間でのデータ共有のプラットフォームとして、プロジェクト後半では、本プロジェクトで得られる複合災害リスク評価結果を表示し、社会に公開するリスクコミュニケーションツールとしての活用を見込んでいる。

③研究題目 2 の当初計画では想定していなかった新たな展開

当初計画では、GIS システムの構築は想定していなかったものの、研究参加者が多いことかつ、3 か国にまたがるために、データの公平な共有や進捗の共有に用いるためのツールが必要との認識が研究代表者間で共有をされていた。そこで、メキシコ国立自治大学内の GIS を専門とする研究者らに協力を打診し、システム構築に至った。

④研究題目 2 の研究のねらい（参考）

研究題目 2 のねらいは、マンサニージョ港およびアカフトラ港を対象とした複合災害リスク評価（直接的被害リスク評価と、津波火災、化学物質の流出、サプライチェーンへの被害といった複合災害リスク評価）を行うことにある。同ねらいを達成するため、活動 2-1 では、地盤の増幅特性を考慮した強震動解析を行うとともに、活動 2-2 では、港湾の地形形状も考慮した津波ハザード評価を実施する。活動 2-3 では、両港湾施設および周辺コミュニティ、周辺観光施設などの社会経済データの収集や暴露データを収集する。これら活動 2-1、活動 2-2、活動 2-3 を用いて、津波火災、化学物質の流出、サプライチェーンへの被害といった複合災害リスク評価を実施する。ここでの研究成果はプロジェクト目標の一部でもある、メキシコ、エルサルバドル両国のハザードマップに反映する。

⑤研究題目 2 の研究実施方法（参考）

エルサルバドル側での海底・陸上地震および測地観測の結果は本研究 3 年目以降にのみ利用可能となることから、題目 2 においては、まず、メキシコ・マンサニージョを対象とした複合災害リスク評価を、活動 1-4 によって提示される地震発生シナリオを参照して行う。

まず、同地域で微動または地震動の観測を行い地盤の速度構造を推定する。その上で、断層モデルの考え方に基づいて、地盤の増幅特性を考慮した強震動解析（地表面での加速度波形の予測）を

実施する（活動 2-1）。活動 2-2 では、地震発生シナリオを参照して、不確実性を考慮した津波伝播・浸水解析を行う。また、港湾の地形形状がもつ津波の周波数特性、増幅率を推定し、津波継続時間の評価や即時津波予測のための基礎資料とする。

こうして得られたマンサニージョでの地震・津波ハザード評価結果に基づき、複合災害リスク評価を実施し、研究 3 年目までのマイルストーンとする（活動 2-3、2-4）。まず、同地域に存在する住宅などの建物に加えて、港湾の民間および政府が所有する危険物施設や貨物、経済活動関連施設の情報を、文献調査・現地調査・関係者への聞き取り調査等により収集し、そうした構造物の地震動や津波による被害推定を行う。特にマンサニージョ港においては、LNG の再ガス化施設、マンサニージョに電力を供給する発電施設の存在がメキシコ側研究者から脆弱性が高いと指摘されている（活動 2-3）。次に、被害推定結果に基づいて、津波による危険物の流出・火災発生後の延焼シミュレーション、化学物質の流出シミュレーションを実施し、港湾で起こり得る二次災害の進展を数値的に予測する（活動 2-4）。サプライチェーンの被害とそれに伴う経済影響評価においては、物流に関する諸データ（発着地・国別純流動データならびに輸送経路データ：可能な限り輸送機関別）を用いて実施する。ただし、発着地・国別純流動データは貨幣・重量の双方の情報が必要であるが、経路データは重量のみでよいと考えている。期待される成果としては、港湾の被災による物流機能の障害を量的に推定するとともに、経済的被害についても概算することが考えられる。なお分析の規模・精度は、得られるデータに依存する（活動 2-4）。例えば、発着地データが都市レベルで得られる場合は、被災の波及状況を都市別に概算することができると期待される。

3 年目には活動 1-1、活動 1-2 に基づきエルサルバドル・アカフトラでの地震発生シナリオが提案される。そのため 3 年目後半より同地域での地震ハザード評価を実施する。津波ハザード評価では、海溝軸近傍まで水深が浅い地形が続くため、波の反射等の影響で沿岸部で数十時間振動が継続する wave trapping が生じる可能性があり、その発生理論と計算の検証も行う。こうして得られたアカフトラでの地震・津波ハザード評価結果に基づき、活動 2-3 として被災が予想される構造物の情報を、文献調査・現地調査・関係者への聞き取り調査等により収集し、地震動や津波による被害推定を行う。活動 2-4 としてメキシコ側でも実施した複合災害リスク評価を行い、4 年目のマイルストーンとする（活動 2-3、2-4）。特にアカフトラ港においては原油を輸入し港湾施設内で製油しており津波火災のリスクが高いことがエルサルバドル側研究者から指摘されている。

(2-3) 研究題目 3：「減災対策能力の向上と社会実装」（リーダー：中野元太）

① 研究題目 3 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

本研究題目では、暫定採択期間中、研究活動は予定していなかったものの、結果として、リスクコミュニケーションと避難計画策定の対象となる地域の訪問（活動 3-2、3-4）、マルチステークホルダー向けセミナーの実施（活動 3-3）、日本とメキシコの災害観について議論する国際シンポジウムの開催などの活動が行われた。具体的には下記の通りである。

本プロジェクトでは、港湾施設のみならず、周辺地域にまで複合災害リスクが及ぶとの前提から、港湾施設周辺の地域もリスクコミュニケーション、避難計画策定の対象としている。そのため、マンサニージョ港周辺およびアカフトラ港周辺において、現地の生活・経済状況やステークホルダーを確認するため学校、市役所、商業施設等を訪問した。アカフトラ港近郊のコミュニティには、地

域防災委員会（Comisión Comunal de Protección Civil）が設置され、地域住民らが長年に渡り防災活動に取り組んでいる。これまで、同地域では洪水を想定した避難訓練を行っていることから、地域レベルにおける社会実装の有力な対象であることが確認できた。

プロジェクト初年度から開催を予定している活動 3-3「実装のためのマルチステークホルダー向け普及セミナー」の原型も実施した。同セミナーは、11月5日に実施したが、同日は国連が定める「世界津波の日」である。この日を記念して、メキシコ側カウンターパート機関である CENAPRED と「世界津波の日記念セミナー」をオンライン開催した。同セミナーでは、CENAPRED、津波警報センターを所管する海軍省、ゲレロ州防災局、日本側研究代表者らが登壇し、地震・津波対策一般の取り組みやリスクコミュニケーション手法について発表がなされた。参加者は主に大学研究者、政府・州・市の防災当局関係者、学校教員らである。このフォーマットに基づきながら、次年度以降は企業や港湾当局関係者の参加も得ながらセミナーを実現していく。

災害が研究対象地域において、文化的にどうみなされてきたのかを明らかにすること、言い換えれば、災害観に対する理解を深めることは、リスクコミュニケーションを設計するうえで根幹になる知見である。そこで、2月3日に、国際シンポジウム「災害の描かれ方—ポピュラーアートがむすぶ TLC」を開催した。これは、メキシコと日本において文化的に災害がどう描かれてきたのかを検討し、今後のメキシコにおけるリスクコミュニケーション手法開発に生かすことを目的とした。日本側からは3名（小林・山越・中野）が、メキシコ側からは CENAPRED のサンチェス氏、アルバラード氏が登壇し、メキシコ、日本、エルサルバドルなどから政府および地方自治体関係者、文化人類学や防災にかかわる研究者ら合計 565 名が参加・聴講した。

さらに、活動 3-1 に関連するリスク軽減策には、津波の威力を減衰するカウンターウェイトブロックの提案も検討されている。既存の防波堤や堤防の背後にカウンターウェイトブロックを設置して防御効果を高めるが、暫定採択期間中の研究から、同ブロックは人工石を用いても有効であることが確認できた。そこで、令和 6 年度には、ケースを増やして確定値を得るとともに、多段積みも検討していくこととなった。

②研究題目 3 の当該年度の目標の達成状況と成果

当該年度は、暫定採択期間中であり、主な研究活動は予定されていなかった。しかし、「世界津波の日記念セミナー」の開催によってマルチステークホルダー参加型セミナーのプロトタイプを実現したほか、リスク軽減策の一つとなりうるカウンターウェイトブロックの実験にも進捗があり、プロジェクト中盤から後半に行うリスク軽減策の提案についても一定の進捗があった。国際シンポジウム「災害の描かれ方—ポピュラーアートがむすぶ TLC」を開催したことで、メキシコ側では精霊信仰をストーリー化した防災教育教材や、熱帯暴風雨によって甚大な被害を受けた地域コミュニティにおいて、住民の災害体験を、住民参加型でラジオ小説化して放送された例が紹介され、本プロジェクトにおけるリスクコミュニケーション手法開発の基礎資料が得られた。

③研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

国際シンポジウム「災害の描かれ方—ポピュラーアートがむすぶ TLC」では、想定を超える 565 名の参加が得られたが、特にメキシコの連邦・州・地方自治体職員や大学研究者が多く含まれていた。

参加者数もさることながら、プラクティショナーと研究者の両方が参加していることから、リスクコミュニケーションへの高い関心が示されたため、実践と研究の両面で積極的な連携を模索したい。

④研究題目 3 の研究のねらい（参考）

本研究題目は、研究題目 1、研究題目 2 および活動 3-1、3-2、3-4 の成果に基づいて「2. 国際共同研究の成果目標（プロジェクト目標）」に示した「複合災害対策のコンセプトと具体的メニューの提示（津波火災、化学汚染、サプライチェーン）」として取りまとめを行うとともに、各主体（港湾管理組織、政府、地方自治体）に対する効果的な対策を提案することにある。

これら活動 3-1 から活動 3-4 は、それぞれに社会実装の対象が異なる。活動 3-1 の成果は、港湾管理当局が主な社会実装の対象で、具体的には ASIPONA（メキシコ）、CEPA（エルサルバドル）である。活動 3-2 の成果は、主に市民保護局と連携して学校、地域、観光事業者が対象となる。活動 3-3 は、広く成果を還元することを目的とすることから、政府関連機関や中米地域の防災に関するリージョナル機関、民間企業を対象とする。そして、活動 3-4 では、市民保護局、学校、地域を対象とする。これらの社会実装計画を通して「国際共同研究の成果目標（プロジェクト目標）」を達成する。

⑤研究題目 3 の研究実施方法（参考）

研究題目 2 により、3 年目にマンサニージョでの複合災害リスク評価が進捗する。この活動と並行して、活動 3-1 の工学的対策の導入による複合災害リスク軽減効果を検討する。たとえば、カウンターウェイトブロックによる摩擦係数を利用して津波を減衰する工法の有用性の検討などである。活動 3-2 では、3 年目に複合災害リスク評価結果を活用したエージェントベースドシミュレーションを用いた避難シミュレーションを実施する。たとえば、津波火災における放射熱流束を考慮することで津波火災時の適切な避難行動が検討可能である。4 年目以降、アカフトラでの複合災害リスク評価結果を用いて同様に行う。活動 3-3 では、「実装のためのマルチステークホルダー向け普及セミナー」を 2 年目からメキシコとエルサルバドル両国で隔年開催する。同セミナーには、地方自治体、エルサルバドル空港港湾運営自治委員会 (CEPA) やメキシコ国家港湾システム管理局 (ASIPONA)、津波警報を担うメキシコ海軍省津波警報センターや中米津波警報センター、民間企業を招いて、成果の共有を進める。また、メキシコ日本商工会議所は本研究の外部支援機関であり、研究成果を日本企業に対して共有・公開していく。活動 3-4 では、コミュニケーション・パラドックス問題を解消するリスクコミュニケーション手法の開発と実装に取り組む。1 年目に研究対象地域に特有のリスクの見方を明らかにするための文化人類学的リスク観調査を開始する。2 年目と 3 年目に、エルサルバドルとメキシコ両国で、港湾施設関係者や地域・学校を対象としたリスクコミュニケーション活動を開始し、4・5 年目に複合災害リスク評価に基づくコミュニケーションプログラムを開発し、複合災害リスクコミュニケーションマニュアルを作成する。本研究における地球物理学的研究成果と、工学的な複合災害リスク評価の成果が、社会に実装されていくプロセスと社会変容を社会科学的研究し、社会実装理論についても検討する。

観測を主体とする研究題目 1 とリスクコミュニケーション（研究題目 3）においても連携を図る。地震観測といった高度に科学的な実践は、ときに、リスクコミュニケーションの受け手となる市民

や港湾当局関係者による科学に対する過度な信頼や、伝統的価値観とのコンフリクト（言い換えれば科学への不信）の態度を生じさせることがある。研究対象地域において共有される科学的実践への見方（World View）を明らかにすることで、リスクコミュニケーションパラドックスを解消に向かわせるための手法の検討に活用する。

Ⅱ. 今後のプロジェクトの進め方、およびプロジェクト／上位目標達成の見通し（公開）

当該年度は、プロジェクト終了時の社会実装のビジョンや目的、対象を明確にすることをカウンターパート機関と進めた。本プロジェクトの目標は「複合災害対策のコンセプトと具体的メニューの提示（津波火災、化学汚染、サプライチェーン）」である。その全体像を、図 2 に示す。「活動 3-1 工学的対策による複合災害リスク軽減効果の評価」は、ソフトウェア（たとえば、港湾施設における可燃物管理といったマネジメント）やハードウェア（たとえば、粘り強い堤防といったインフラ）の両面からリスク軽減策について提案するものである。この提案の対象となるのは主に港湾施設の管理・運営を担う ASIPONA と CEPA である。「活動 3-2 効果的な避難計画の策定」は、主に地域・学校や観光客を対象としたもので、複合災害も想定した避難戦略に加えて、提案された避難戦略が現実的かどうかを、地域や学校における避難訓練によって検証し、避難シミュレーションへのフィードバックとする。「活動 3-3 実装のためのマルチステークホルダー向け普及セミナー」は、メキシコ、エルサルバドル両国で隔年開催し、本プロジェクトの研究成果を省庁、地方自治体、一般市民向けに広く発信する。また、北米・中米地域にはリージョナル組織が複数ある。たとえば、中米統合機構（SICA）、中米津波警報センター（ニカラグア）、CEPRENAC（中米防災調整センター）など、これら組織と連携してセミナーを開催することによって、メキシコとエルサルバドルで得られる成果を、主に中米地域内でのプロジェクト成果の共有を進める。「活動 3-4 リスクコミュニケーションツールの開発と実装」は、3-1 から 3-3 に広くかかわるポイントである。なぜなら、複合災害リスクを港湾施設、省庁関係者、学校、地域などにコミュニケーションするとき、人々が伝統的に持っているリスク観を考慮することなく行うことによって、リスクコミュニケーションが当事者らの備えを阻害することになるためである。

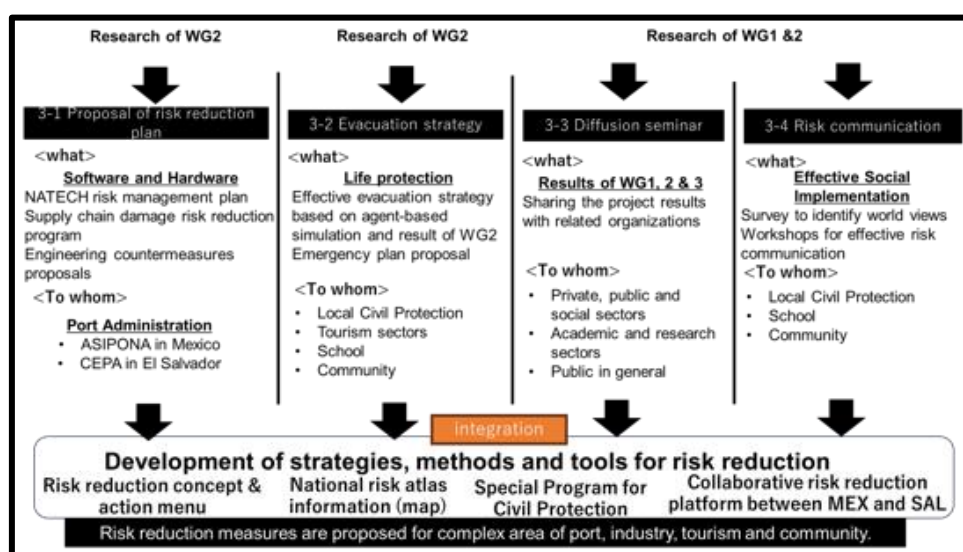


図 2 社会実装の全体像

これらの実施により、プロジェクト終了時には、「複合災害対策のコンセプトと具体的メニューの提示（津波火災、化学汚染、サプライチェーン）」、ナショナル・リスク・アトラスへの反映、市民保護局の防災計画への反映、そして、メキシコとエルサルバドルの間の防災研究のプラットフォームを目指す。さらに、メキシコ日本商工会議所とも連携しており、これら成果の共有を民間企業とも進めていく。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

本プロジェクトは、日本、メキシコ、エルサルバドルの三カ国間のプロジェクトである。当初、三カ国で1つのCRAを締結することを目指していた。しかし、各大学が求めるスタンダードや書式が異なっており、交渉が難航した。そのため、CRAを、京都大学とメキシコ国立自治大学、京都大学とエルサルバドル国立大学というかたちで、分割して締結することで、課題を解決した。また、エルサルバドル側においては、エルサルバドル国立大学がR/Dの署名者であり、中心的に参加する中米大学、市民保護総局、環境監視総局は署名者となっていない。そのため、それら大学・組織が本プロジェクトにて果たす役割を文書によって明らかにしておくため、エルサルバドル国立大学が各大学・組織と合意文書を締結することとなった（本報告書執筆段階では、合意文書の作成中である）。

Ⅳ. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

当該年度は、社会実装の対象となる組織に対して、本プロジェクトが目指す社会実装の方針を共有した。メキシコ側では、CENAPRED、ASIPONA、コリマ州市民保護総局、エルサルバドル側では、市民保護総局、CEPA、アカフトラ港近郊の学校および地域住民である。メキシコ日本商工会議所とも面談を持ち、本プロジェクトの研究成果を民間企業にも還元していく意図があることを説明した。

Ⅴ. 日本のプレゼンスの向上（公開）

11月5日、国連が定める「世界津波の日」を記念して、メキシコ側カウンターパート機関であるCENAPREDと「世界津波の日記念セミナー」をオンライン開催した。同セミナーでは、CENAPRED、津波警報センターを所管する海軍省、ゲレロ州防災局、日本側研究代表者らが登壇し、地震・津波対策一般の取り組みやリスクコミュニケーション手法について発表がなされた。

9月に行った詳細計画策定調査時の、メキシコ・マンサニージョ港訪問が、地元紙コリマニュース（Colima Noticias）等に取り上げられた。メキシコ外務省国際協力開発庁の公式YouTubeチャンネルに、本プロジェクトのMM署名式の様子が掲載された。

国際シンポジウム「災害の描かれ方ーポピュラーアートがむすぶTLC」を開催し、主に、メキシコ、日本、エルサルバドルから政府および地方自治体関係者、文化人類学や防災にかかわる研究者ら合計565名が参加・聴講した。

以上

【令和5年／2023度実施報告書】【240531】

VI. 成果発表等

(1)論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～終わりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 0 件
公開すべきでない論文 0 件

②原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～終わりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 0 件
公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ－おわりのページ		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演	0	件
口頭発表	0	件
ポスター発表	0	件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演	0	件
口頭発表	0	件
ポスター発表	0	件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数0件

公開すべきでない特許出願数0件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数0件

公開すべきでない特許出願数0件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2023	7月3日	キックオフミーティング(日本側)	京都大学防災 研究所	30	非公開	日本側研究参加者の全体会議を実施
2023	8月21日	キックオフミーティング(エルサルバドル側)	エルサルバドル 国立大学	20	非公開	詳細計画策定調査時に開催
2023	8月28日	キックオフミーティング(メキシコ側)	メキシコ国立自 治大学	25	非公開	詳細計画策定調査時に開催
2023	10月25日	研究題目1全体会合	オンライン	30	非公開	研究題目1参加者の全体会合
2023	11月5日	世界津波の日記念セミナー	メキシコ	100	公開	国連世界津波の日を記念して、メキシコにおける地震・津波防災体制やリスクコミュニケーションに関するセミナーを開催した。
2023	1月11日	SATREPSセミナー	京都大学防災 研究所	20	公開	メキシコおよびエルサルバドルの研究代表者による講演
2023	2月3日	国際シンポジウム「災害の描かれ方— ポピュラーアートがむすぶTLC」	日本	565	公開	メキシコおよび日本における災害の記憶のされ方と、記憶に基づく災害リスクコミュニケーション手法について議論した。

7 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件

成果目標シート

公開資料

研究課題名	北中米太平洋沿岸部における巨大地震・津波複合災害リスク軽減に向けた総合的研究
研究代表者名 (所属機関)	中野 元太 (京都大学防災研究所)
研究期間	R5採択(令和5年6月1日～令和11年3月31日)
相手国名／主要 相手国研究機関	メキシコ合衆国／メキシコ国立自治大学、メキシコ治安・市民保護省メキシコ国立防災センター エルサルバドル共和国／エルサルバドル国立大学、中米大学ホセ・シメオン・カーニャス、環境天然資源省環境監視総局、総務省市民保護総局、
関連するSDGs	目標11. 複合災害リスク管理を提案・実装し、都市のレジリエンスを高め、住み続けられるまちづくりに貢献する。 目標1. 災害被害による新たな貧困を生まない社会に貢献する。 目標17. 三角協力を通じた科学技術・学術知の移転により、開発途上国の複合災害リスク管理体制構築に貢献する。

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	研究成果をメキシコ日本商工会議所を通して日本企業へ共有し、メキシコに拠点を持つ日本企業の減災対策に貢献
科学技術の発展	未開拓地域での地震観測網整備と地震発生機構の解明 新世代地震観測技術DASを用いた地震・津波早期警報への知見蓄積
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	複合災害リスク評価に基づいた港湾、耐震、避難等に関する技術基準へのインプット
世界で活躍できる日本人材の育成	日本人若手研究者の国際共同研究マネジメント力向上を通じた、国際共同研究形成を担える若手人材の育成
技術及び人的ネットワークの構築	日本、メキシコ、エルサルバドル間の、産官学の人的ネットワーク構築 DASや海底観測といった観測技術共有ネットワーク形成
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	中米海溝地震発生機構に関する論文、複合災害リスク評価に関する論文および工学的減災対策の相手国政府および民間企業への提言、複合災害リスクコミュニケーションマニュアルの整備と関連する論文

上位目標

総合的複合災害リスク評価結果に基づく被害軽減策が相手国政府および地方自治体、民間企業の防災対策・施策に反映される。

相手国の防災および港湾施設監督省庁、地方自治体、民間企業が防災計画および政策策定において、複合災害リスク評価結果を参照する。

プロジェクト目標

地震・津波シナリオに基づく総合的複合災害リスク評価手法が開発され、工学的・社会科学的被害軽減策が提案される。

地震発生シナリオの構築

複合災害③サプライチェーンを通じた経済影響評価

得られた成果を産官学の各ステークホルダーと共有

プレートの温度構造および水分布に基づく物理学的理解

複合災害②地震・津波による化学物質流出リスク評価

複合災害リスク評価結果に基づいた工学的対策の有無によるリスク軽減効果の評価

プレート境界中小規模の地震分布、スロー地震分布、固着域分布、定常滑り領域分布の特定

複合災害①津波火災リスク評価(港湾、観光地、地域)

コミュニケーションパラドックスを克服したリスクコミュニケーション手法の開発と実装

構造物の被害推定

観測機器による観測、機器メンテナンスおよびデータ回収

選定した地震シナリオに基づく強震動モデリング

選定した地震シナリオに基づく津波モデリング

複合災害リスク評価結果を考慮にいたった津波避難シミュレーション

海底・陸上・測地観測機器の購入・輸送・適切な設置

表層地盤の調査

陸上・海底地形データ取得

研究対象地域の人々の文化人類学的リスク観調査

暴露データ(危険物施設、貨物、経済活動関連施設、地域コミュニティ、観光地)の収集

巨大地震発生シナリオの構築

地震・津波に起因する港湾都市の複合災害リスク評価

減災対策能力の向上と社会実装

100%

80%

60%

40%

20%

0%