

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「開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」

研究課題名「メキシコ沿岸部の巨大地震・津波災害の軽減に向けた総合的研究」

採択年度：平成27年度/研究期間：5年/相手国名：メキシコ合衆国

平成27年度実施報告書

国際共同研究期間*1

平成28年5月18日から平成33年5月17日まで

JST側研究期間*2

平成27年6月1日から平成33年3月31日まで

(正式契約移行日 平成28年4月1日)

*1 R/Dに記載の協力期間 (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=R/Dに記載の協力期間終了日又は当該年度末

研究代表者：伊藤喜宏

京都大学・准教授

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

研究題目・活動	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A.地震・測地観測に基づくプレート間固着状況の解明						
A-1 海底観測：メキシコ沿岸部で最初の海底地震・測地観測網の構築						
海底地形および海底津波堆積物調査						
海底地震計および圧力計の設置点付近の海底地形調査	→	■	■	■	■	■
海溝付近の津波堆積物調査	→	■	■	■	■	■
津波堆積物調査による巨大地震周期の評価	→	-----				
海底圧力観測網の実現（海溝軸付近の海底に4台の海底圧力計を設置する。）						
4台の海底圧力計新規購入および設置準備	→	-----				
海底に設置	→		■			
定常プレート運動・地震及びスロースリップに伴う上下地殻変動を観測する。	→		■	■	■	
回収	→					■
海底地震観測網の実現						
5台の海底地震計新規購入および設置準備	→	-----				
設置（各回7台）	→		■	■	■	
回収（各回7台）	→			■	■	■
A-2 陸上観測						
陸上地震・測地観測網の強化の達成						
地震・測地観測点の追加・整備に向けた機材の準備（GPS12か所、広帯域地震計6点）	→	-----				
地震・測地観測点の設置（GPS12か所、広帯域地震計6点）	→		-----			
A-1およびA-2共通						
新たな観測網を用いたゆっくり地震の検出方法の確立	→	-----				
陸上観測網を用いたゆっくり地震のモニタリングおよびカタログ作成	→		-----			
陸上・海域観測網を用いたゆっくり地震の検出およびカタログ作成	→			-----	-----	-----
陸上・海域観測網によるスロースリップ観測の達成	→			-----	-----	-----
陸上・海域観測網による地下構造の推定	→			-----	-----	-----
陸上・海域観測網を用いた微小地震および小繰り返し地震の検出	→			-----	-----	-----
プレート間固着状況の評価と震源モデルの構築	→			-----	-----	-----

研究題目・活動	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度	21
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
研究題目B: 地震・津波モデリングに基づく津波・強震動シナリオの構築							
B-1 地震モデリング							
地震サイクル・強震動・スロースリップの各モデルのプロトタイプモデルの確立	→	-----					
地震サイクル・スロースリップのモデル化に向けた手法の検証と実施	→	-----					
プレート沈み込み形状および温度構造モデルの構築に向けた手法の検証	→	-----					
プレート沈み込み形状および温度構造モデルの構築の結果の検証	→	-----					
研究題目Aの観測結果を反映した地震サイクルモデルおよびスロースリップモデルの確立	→			-----			
既存の地盤応答を用いた強震動予測地図の構築および評価	→			-----			
地震モデルに基づく地震シナリオの作成	→				-----		
B-2 津波モデリング							
津波波源モデル・津波遡上浸水の各モデルのプロトタイプモデルの確立	→	-----					
津波波源モデル化に向けた手法の検証	→	-----					
モデル領域の海底地形データの収集	→	-----					
津波浸水シミュレーションに基づく津波ハザードマップの作成に向けた手法の検証および評価	→		-----				
早期津波警報に向けた観測点位置と逆解析手法の検討	→		-----				
早期津波警報の逆問題手法と観測点位置の確立	→			-----			
ゲレロ空白域における早期津波警報システムの提案	→				-----		
地震シナリオに基づく津波シナリオの作成	→				-----		
B-1およびB-2共通							
地震・津波シナリオおよびハザードマップの提示	→		-----		-----		

研究題目・活動	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
研究題目C: 現地需要に即した地震・津波減災教育プログラムの作成						
C-1脆弱性とリスク評価						
土地台帳に基づく構造物の脆弱性評価						
1, Acapulco, 2 Nuevo Amanecer	→	→				
3. Ixtapa 4. El Papayo	→		→			
5. Zihuatanejo 6. Barra Vieja	→			→		
2010年国勢調査結果に基づく社会経済の脆弱性の評価						
1, Acapulco, 2 Nuevo Amanecer	→	→				
2. Ixtapa 3. El Papayo	→		→			
5. Zihuatanejo 6. Barra Vieja	→			→		
構造物および社会経済の脆弱性評価結果のGIS表示システムの開発	→			→		
B-1, B-2による強震動予測地図、地震・津波ハザードマップのGIS表示の開発	→				→	
リスクマップおよび避難誘導標識の開発	→		→	→		
リスクマップおよび誘導標識の運用および仕様の確立	→				→	→
地震・津波リスクシナリオの作成および評価	→				→	
地方行政に向けた地震・津波減災にむけた行動計画の構築と公共政策の策定	→					→
C-2教育プログラムの作成と普及						
沿岸部やメキシコシティ等で現地の地震・津波災害に対する意識調査を実施。	→	→				
沿岸部における過去の津波災害に関する資料の収集及び聞き取り調査の実施（計画、10人以上のインフォーマントへの指示出し、取りまとめ）	→	→				
既存プログラムの現地での試行とデータ収集	→	→				
地震・津波減災教育プログラム（プロトタイプ）の開発（プログラムは、ゲーミング手法、冊子、アプリ）	→			→		
教育プログラムの実施および普及の実現	→	→			→	→
地域コミュニティや学校等における教育プログラムの実践	→	→			→	→
過去の津波被害のアーカイブ化と博物館等での企画展示の開催	→	→		→	→	→
プログラム全体の評価及び検証	→	→			→	→
早期警報システムと地方行政との連携による、減災教育プログラムの推進と将来の巨大地震・津波に対する準備の推進	→					→

(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)
特になし

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

[平成 27 年度の進捗状況概要]

本年度は主として RD、MOU の締結に向けた準備作業およびワークショップの開催を主として行った。RD および MOU の締結に向けて詳細計画策定調査を 9 月 30 日から 10 月 11 日の旅程で実施した詳細計画策定調査では、メキシコ側実施機関との協議を踏まえて、PDM、PO を作成した。研究部分では、メキシコ側実施機関であるメキシコ国立自治大学 (UNAM) 及びメキシコ国立防災センター (CENAPRED) の研究グループごとのメンバーを確定した。社会実装については、対象市・コミュニティを確定し、ステークホルダーの情報を集めた。

プロジェクトとしては、次年度からの研究の本格実施に向けた準備として、日本・メキシコにおけるゆっくり地震の比較研究を実施した。結果、西日本の沈み込み帯と同様の微動と超低周波成分の同時発生が確認され、また沈み込みの方向とゆっくり地震のすべり方向がおおむね一致することが確認できた。

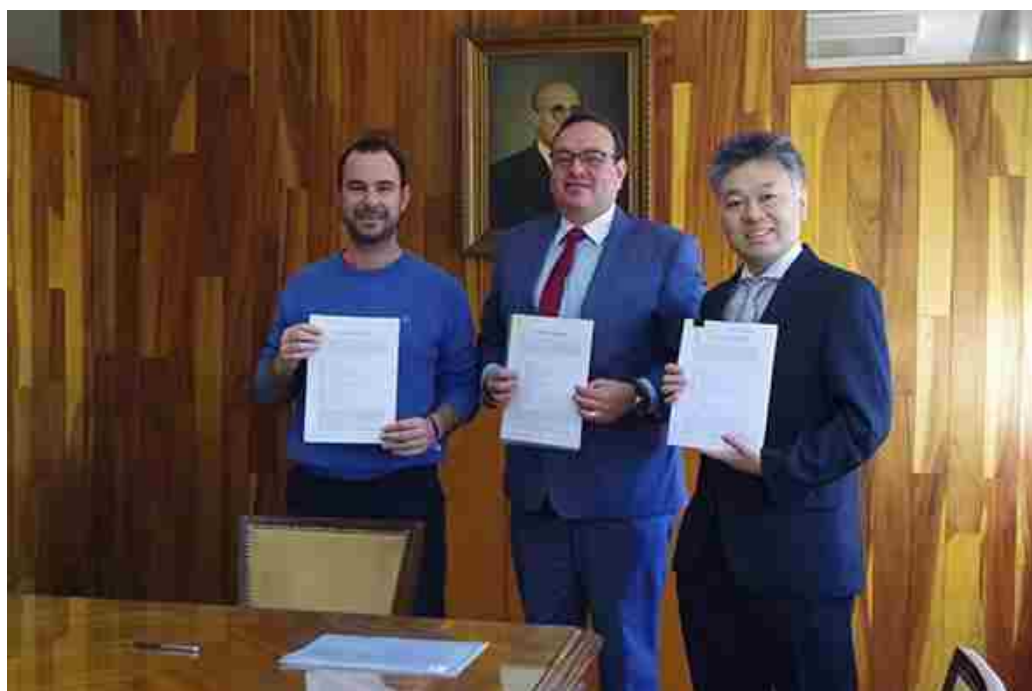
速度・状態依存摩擦則を用いたメキシコ沈み込み帯におけるスロースリップと大地震との相互作用モデルを構築し、モデルの高度化に関する議論をメキシコ側実施機関と行った。また、メキシコの南西沖の Middle America Trench から沈み込むココスプレートの形状・年齢・沈み込み速度を考慮して、同プレートの沈み込みに伴う 3 次元温度構造モデルのプロトタイプを構築した。

メキシコ沈み込み帯における過去の津波のインバージョンの結果を収集し、データ整理を行った。1995 年 1995 Colima–Jalisco 地震の断層データの整備状況が良く、次年度以降はこのデータをターゲットに解析を行うこととし、準備を進めた。

本プロジェクトの日本・メキシコ国内における普及および若手研究者の人材育成および研究実施体制の強化を目的とし、2つの国際研究集会を本プロジェクトと関連して実施した。2015 年 9 月 24 日– 26 日にスロースリップに関するワークショップを名古屋大学東山キャンパスで開催した。また、2015 年 11 月 4 日にメキシコ地球物理学連合大会 (メキシコ・プエルトバヤルタ市) において特別セッション (ALERT G-Gap: Assessment of Large Earthquakes and Tsunamis in the Guerrero Gap for Disaster Prevention) を開催した。さらに、2016 年 2 月 21 日– 25 日にスロー地震に関する国際会議 (メキシコ・イスタパ市) を開催した。



詳細計画策定調査後のMM調印式（2015年10月8日 AMEXCID）



MOUの締結（2016年2月19日 UNAM地球物理研究所）

(2) 研究題目 A: 地震・測地観測に基づくプレート間固着状況の解明

①研究題目 A の研究のねらい

研究グループ A-1 「海底観測」(リーダー: 伊藤喜宏)

A-1 「海底観測」では、メキシコ沿岸部で最初の海底地震・測地観測網を構築する。海溝軸付近の海底に4台の海底圧力計を設置し、定常プレート運動・地震およびスロースリップに伴う上下地殻変動を観測する。同時に海底地震計を設置して、地震活動や地下構造を詳細に調べる。さらに海底堆積物調査を実施し、過去の巨大地震の活動履歴を調べる。

研究グループ A-2 「陸上観測」(リーダー: 井出哲)

A-2 「陸上観測」では、既存の陸上地震・GPS データを再解析し、プレート間固着状況の長期時間空間変動を求める。また、スロースリップ発生期間における他のゆっくり地震を含む多様な地震活動の統計的な特徴や相互作用を網羅的に調べ、それらと日本の地震とゆっくり地震のふるまいとを比較検討することで、相違点の原因を探る。また、グループ A-1 で設置する海底地震・圧力観測の結果と併せてプレート間固着状況を調べて、対象地域の震源モデルを構築する。

②研究題目 A の研究実施方法

A-1 「海底観測」

研究期間の1年目は設置予定の海底圧力計4台および海底地震計5台の準備を行い、2年目にそれらを海底に設置する。高性能音響モデムを備えた海底圧力計は、4年間海底に設置される。2-4年目は研究船舶から音響モデムを介して観測データを年1~2度回収する。5年目には設置した海底圧力計の回収作業を行う。のべ21台の海底地震計を3カ年で設置・回収作業を行う。研究期間の2年目に7台の海底地震計を設置する。3および4年目は前年の7台の回収および新たに7台の設置作業を行う。5年目に7台の回収作業を行う。これらの観測機器の設置・回収に際して、海溝付近の10ヶ所程度でピストンコアリングによる海底堆積物採取や海底地形および表層地質の調査を実施し、堆積の構造解析から過去の巨大地震の履歴を明らかにする。

これらの研究を通して、海底地震・測地観測網の整備により海底下で発生するゆっくり地震の検出を試みる(メキシコ沿岸部初)。また、既存の陸上観測網では、明瞭に示すことのできなかったスロースリップ域の海側限界を初めて観測から明らかにする。さらにゆっくり地震の解析に加えて、小繰り返し地震を含む通常の地震活動やプレート境界近傍の地下構造(地震波速度・減衰構造および異方性)を詳細に調べることで、沈み込み帯の地震の発生様式の解明を目指す。また、海溝軸近傍の津波堆積物調査と陸上の結果を総合的に解釈し、メキシコ沿岸部で過去1000年の間違に数百年スケールで繰り返し発生する超巨大地震の発生の可能性を評価する。

A-2 「陸上観測」

研究期間の1-2年目で地震・測地観測点の追加・整備を行う。新たに12台のGPS観測点、および6点の広帯域地震計をゲレロ沿岸部に設置することで、ゲレロ周辺における観測点数を従来の観測網の2倍程度まで向上させる。この新観測網を用いて、研究期間中に大規模スロースリップを1回以上、小規模スロースリップを5回以上観測することを目指す。また、既存の陸上地震・測地

【平成27年度実施報告書】【160531】

観測記録を精査し、未検出のゆっくり地震の検出やゆっくり地震による通常の地震の誘発現象や相互作用を調べる。これらの調査の成果を用いて、新たな観測網下における各種現象の検出率を2～3倍以上に向上させる。改善されたカタログを用いて、ゆっくり地震のすべり方向の決定精度を現状の倍以上に向上させる。2年目以降は、海底観測記録と陸上観測記録から推定されるプレート間固着状況に基づき震源モデルを構築し、必要に応じて年度毎に修正を加える。また、研究期間の2～4年目には、逐次得られる海底観測網のデータと陸上の観測記録を用いて、実体波の走時・減衰トモグラフィーや地震波干渉法を用いた表面波トモグラフィー法により地下構造の推定やその異方性の推定を行う。

③研究題目 A の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

日本・メキシコにおけるゆっくり地震の比較研究として、メキシコにおいて実施された異なる期間の臨時地震観測データとメキシコの国内定常地震観測網のデータを統合解析し、西日本の沈み込み帯と同様の微動と超低周波成分の同時発生が確認され、また沈み込みの方向とゆっくり地震のすべり方向がおおむね一致することが確認できた。

④研究題目 A のカウンターパートへの技術移転の状況

平成 27 年度は暫定契約期間のため特になし

⑤研究題目 A の当初計画では想定されていなかった新たな展開

平成 27 年度は暫定契約期間のため特になし

(3) 研究題目 B:地震・津波モデリングに基づく津波・強震動シナリオの構築

①研究題目 B の研究のねらい

研究グループ B-1「地震モデリング」（リーダー：吉岡祥一）

B-1「地震モデリング」では、項目 A の結果に基づき、特にゲレロ地域の震源モデル、スロースリップイベントと地震発生サイクルモデルを構築する。また海洋プレートの沈み込みに伴う温度構造モデリングを行い、項目 A で得られた測地学的なプレート間固着状況と比較する。さらにグループ A の震源モデルと既存の地盤モデルに基づき、ゲレロ地域の巨大地震による強震動予測地図を作成し、地震シナリオおよびハザードマップを構築する。

研究グループ B-2「津波モデリング」（リーダー：森信人）

B-2「津波モデリング」では、震源域の基本想定と津波伝播・遡上シミュレーションを行う。このため、ゲレロ地域周辺の海底地形および陸上地形の収集・計測を行う。グループ A で求めた震源モデルの基本想定をもとに、さまざまな地震の震源過程の不確実性を考慮した確率津波モデルを構築する。得られた津波モデルをもとに、津波の伝播・遡上シミュレーションを実施、津波災害の被害評価を行い、津波災害に関する浸水域を推定し、津波シナリオおよびハザードマップを構築することにより、メキシコの標準的な津波評価技術を確立する。また、沿岸部の測地観測網や今後設置が期待される海底観測網を用いた津波リアルタイムモニタリングに向けた、海底観測網の観測網配置の検討を行う。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

②研究題目 B の研究実施方法

B-1 「地震モデリング」

グループ A で得られたプレート間の固着状況、ゆっくり地震を含めた多様な地震活動および地下構造に基づき、巨大地震の地震サイクルモデル、強震動予測地図、スロースリップモデルおよび地震シナリオを構築する。ここでは、3次元動力学的数値シミュレーションにより速度・状態摩擦則を取り込んだ数値シミュレーションを実施する。シミュレーションで用いる各種パラメータはグループ A で得られる観測値に基づき設定される。これらのシミュレーションでは確率論的震源モデルに基づき、巨大地震に伴う沿岸部の強震動や海底を含む沿岸周辺の地殻変動を評価する。特に海底の上下地殻変動は、次のグループ B-2 の津波シナリオ構築に活用される。

また、海洋プレートの沈み込みに伴う温度構造モデリングを行う。3次元プレート形状、海洋プレートの年齢の空間分布、沈み込み履歴、沈み込み速度をインプットデータとし、地殻熱流量データに合致するようなプレート境界での温度構造モデルを構築し、プレート境界で熱的に推定される地震発生域を求める。また、項目 A で得られた測地学的なプレート間固着状況と比較する。

さらに、グループ A の震源モデルと既存の地盤モデルに基づき、各観測によって推定された震源モデルに基づいたゲレロ地域の巨大地震について強震動を計算し、地震動災害に関する強震動予測地図を作成し、地震シナリオを構築する。

研究期間の1-3年目で、ゲレロ地域における地震サイクルの予備的モデル、震源モデル、スロースリップイベントのモデル、温度構造モデル、および強震動モデルのプロトモデルを構築する。3-4年目は、サブテーマ A の観測結果および震源モデルに基づき各モデルを逐次修正する。3-5年目はゲレロ空白域における巨大地震に関するシナリオおよび強震動予測地図および地震ハザードマップの作成を行う。

B-2 「津波モデリング」

グループ A および B-1 で得られた巨大地震の震源モデルや周辺の地下構造、および地震シナリオに基づき、巨大地震に伴う津波シナリオを作成する。ここでは、地震の震源過程の不確実性を考慮した確率論的津波波源モデルを構築する。得られた津波モデルをもとに、津波の伝播・遡上シミュレーションを実施、津波災害の被害評価を行い、津波災害に関する津波ハザードマップを作成する。構築される津波シナリオは、次のグループ C-1 および C-2 のリスク評価および防災教育プログラムの構築に活用される。研究期間の1-2年目で確率論的津波波源モデルおよび沿岸都市・漁村部における遡上・浸水モデルのプロトモデルを構築する。2-5年目は、グループ A で得られる震源モデルに基づき各モデルを逐次修正する。これらのモデルから巨大地震に伴う沿岸部の都市および漁村部における津波災害に関するシナリオおよび津波ハザードマップの作成を行う。また、将来の津波警報システム開発に向けた津波モニタリングシステムの検討を行う。

③研究題目 B の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

速度・状態依存摩擦則を用いたメキシコ沈み込み帯におけるスロースリップと大地震との相互作用モデルを構築し、モデルの高度化に関して議論を行った。また、メキシコの南西沖の Middle America Trench から沈み込むココスプレートの形状・年齢・沈み込み速度を考慮して、同プレートの沈み込みに伴う 3

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

次元温度構造モデルのプロトタイプを構築した。

メキシコ沈み込み帯における過去の津波のインバージョンの結果を収集し、データ整理を行った。1995年 1995 Colima–Jalisco 地震の断層データの整備状況が良く、次年度以降はこのデータをターゲットに解析を行うこととし、準備を進めた。

④研究題目 B のカウンターパートへの技術移転の状況

平成 27 年度は暫定契約期間のため特になし

⑤研究題目 B の当初計画では想定されていなかった新たな展開

平成 27 年度は暫定契約期間のため特になし

(4) 研究題目 C:現地需要に即した地震・津波減災教育プログラムの作成

①研究題目 C の研究のねらい

研究グループ C-1 「脆弱性とリスク評価」(リーダー：畑山満則)

C-1 「脆弱性とリスク評価」では沿岸部の都市部について、地震・津波による構造物および地域経済の脆弱性を評価する。調査対象は主としてゲレロ州沿岸部の以下の都市について実施する(アカプルコ、イスタパ、シワタネホ、エル・パパヨ、バラ・ビエハ)。ここでは、項目 B により提供される地震・津波シナリオと、Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)が提供する建築構造物や地形情報を用いて災害に対するリスクシナリオを構築し、地理情報システム(GIS)を利用したリスクマップの構築を行う。また、日本で開発が進められている津波避難誘導標識を現地向けに改良・開発し導入する。

研究グループ C-2 「教育プログラムの作成と普及」(リーダー：矢守克也)

C-2 「地震・津波災害教育プログラムの作成と普及」では、項目 B で得られた地震・津波ハザードマップを基に、津波避難マップの作成や減災意識向上のための教育プログラムの開発を行う。プログラムの開発にあたっては、既存のプログラムやツールを無反省に現地に適用するのではなく、現時点における減災意識の現状を把握し、現地の社会・文化的特性を十分に把握し、それらを踏まえた〈カルチュラル・チューニング〉を施してから現地に適用することが重要である。このため、まず、メキシコ国太平洋沿岸部の津波被害や減災意識・災害文化の実態等に関する聞き取り調査を行い、調査結果のアーカイブ化を進める。さらに、災害心理学・防災教育学の研究成果に基づきこれらのデータを分析し、その上で、項目 B で得られた地震・津波シナリオを考慮しつつ、地域住民が適切な避難行動を主体的にとることができるようなプログラムを開発する。開発にあたっては、日本や中南米諸国ですでに実効性が確認されている手法・ツール(ゲーミング手法など)をベースとして活用しつつ、それらに〈カルチュラル・チューニング〉を加えた上で、津波減災教育プログラムをスペイン語および英語で策定する。

②研究題目 C の研究実施方法

C-1 「脆弱性とリスク評価」

グループ A および B で得られた地震および津波のシナリオおよびハザードマップに基づき、巨大

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

地震および津波災害に伴うリスク評価およびシナリオを構築する。ここでは、メキシコの土地台帳の建造物の脆弱性および国勢調査に基づく地域社会経済の地震および津波に対する脆弱性を、Bにより得られたシナリオに基づき評価し、地震・津波災害に関するリスクシナリオおよびマップを構築する。さらに、得られたリスク評価結果を地理情報システム（GIS）に表示・公開するためのシステムの開発も実施する。公開されるリスクシナリオおよびリスクマップは、防災教育プログラムの構築に活用され他、沿岸地域の防災政策に活用される。

1-3年目においては、メキシコ沿岸部複数の都市における地震・津波災害に対する脆弱性の評価に向けた現地調査を実施する。

2-3年目においては、1-2年目の現地調査結果およびグループBで得られる地震・津波シナリオを考慮し、地震・津波災害に対する建造物および地域社会の脆弱性およびリスク評価を行い、巨大地震・津波発生に伴う、リスクマップのプロトタイプを作成する。得られた結果に基づき、津波避難標識の作成および修正を進める。また、避難誘導標識の作成を開始する。

3-5年目においては、グループC-2で調査される現地ニーズおよび項目Bで改良される地震・津波シナリオに基づき、リスクマップの修正を行う。また、津波避難誘導標識のプロトタイプを完成させ、実施に現地に設置し、避難誘導訓練等を実施し、プロトタイプの検証および改良を行う。特に5年目においては、構築されたリスクシナリオおよびマップに基づき、地方行政向けの災害軽減のための行動計画を開発し、その実現に向けた公共政策を提案する。

C-2「教育プログラムの作成と普及」

グループAおよびBで得られた地震および津波のシナリオやグループC-1により得られるリスクマップに基づき、巨大地震および津波による被害を軽減するための防災教育プログラム、避難アプリを開発・構築する。メキシコ国内、特に沿岸部住民の現時点における減災意識の現状を把握し、現地の過去の津波災害情報と合わせて調査結果のアーカイブ化を行う。現地の社会・文化的特性を十分に調査し、カルチュラル・チューニングを施した後、開発されたプログラムを適用すること。さらに、これまでに日本等で得られた災害心理学・防災教育学の研究成果に基づきのデータを分析し、その上で、グループBで得られた地震・津波シナリオやグループC-1のリスクシナリオを考慮しつつ、地域住民が適切な避難行動を主体的にとることができるような教育手法および避難誘導標識を開発する。開発される教育手法および避難誘導標識は、現地自治体に導入・設置され沿岸地域の住民の発災後の安全な避難行動に活用される。

1-2年目においては、現地の地震・津波災害に対する意識調査を沿岸部やメキシコシティー等で実施する。沿岸部では、過去の津波災害に関する資料の収集および聞き取り調査も実施する（10名以上のインフォーマント）。また、既存プログラムを現地で試行し、〈カルチュラル・チューニング〉へ向けたデータを収集する（少なくとも1回以上の試行を実施）。

3-4年目においては、1-2年目の調査結果に基づき現地ニーズに則した地震・津波減災教育プログラムや避難アプリ（プロトタイプ）を開発する（対象年齢等に応じて、2-3種類のプログラムを開発）。具体的には、ゲーミング手法、および、津波避難マップや避難誘導標識のプロトタイプを活用した地震・津波減災教育プログラム（プロトタイプ）を作成し、項目Bで得られる地震・津波シナリオを基に更新しつつ、地域住民・学校等に配布・実施し有効性について検証するための

【平成27年度実施報告書】【160531】

評価情報を収集する（少なくとも 100 人をこえる参加者からの評価情報を得る）。

4- 5 年目においては、開発した減災教育プログラムや避難アプリを沿岸部の都市部および漁村部で本格的に実施して普及を図る。プログラムや各種ツールの〈カルチュラル・チューニング〉を進めながら、地域コミュニティや学校等で教育プログラムを実践し、プログラム全体の評価および検証を進める（少なくとも 5 箇所以上のフィールドで検証作業を実施）。

特に 5 年目においては、グループ B- 2 で検討される津波モニタリングシステムと開発される教育プログラムの連携も考慮して、将来の巨大地震・津波に対する地域コミュニティの準備を推進する。

③研究題目 C の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト
平成 27 年度は暫定契約期間のため特になし

④研究題目 C のカウンターパートへの技術移転の状況
平成 27 年度は暫定契約期間のため特になし

⑤研究題目 C の当初計画では想定されていなかった新たな展開
平成 27 年度は暫定契約期間のため特になし

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

社会実装に最も近いグループ C の内容（リスクシナリオ・マップ、教育プログラム）は、グループ A, B の調査結果に基づき逐次修正される。また、現地の地震・津波防災へのニーズを調査し、グループ A および B の研究開発に現地ニーズを極力反映させる。また、減災に向けた本プログラムおよび地震・津波災害にたいする地域の脆弱性とリスク評価が、将来の巨大地震・津波災害軽減に向けた取り組みに活用されるよう、本プログラムの活動を通して、地方自治体に向けて働きかけ本プロジェクトの成果の普及を目指す。

研究期間全体を通して、開発される地震・津波減災教育プログラムを通してアウトリーチ活動を実施する。また、将来の早期津波警報システム(SINAT)の効果が最大限発揮できるよう、地域コミュニティおよび学校教育において、地震・津波災害のリスクの認識および発災時に避難行動の重要性の周知を図る。このため、地方行政機関との協議の場を積極的に企画することで、本プロジェクトの成果が地方行政機関の将来の防災公共政策の発展に資するよう取り組む。この活動の一環として 5 年目を目処に、メキシコ国民に本研究課題の活動を周知するための企画展をメキシコ国内の博物館で実施する。また、地震・津波災害に関する啓発冊子等を作成する。これらのアウトリーチ活動や本研究課題の研究活動は、可能な限り映像化しウェブ上で公開する。

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）

(1) プロジェクト全体

本プロジェクトの日本・メキシコ国内における普及および若手研究者の人材育成および研究実施体制の強化を目的とし、2つの国際研究集会を本プロジェクトと関連して実施した。2015年9月24日-26日にスロースリップに関するワークショップを名古屋大学東山キャンパスで開催した。また、2015年11月4日にメキシコ地球物理学連合大会（メキシコ・プエルトバヤルタ市）において特別セッション（ALERT G-Gap: Assessment of Large Earthquakes and Tsunamis in the Guerrero Gap for Disaster Prevention）を開催した。さらに、2016年2月21日-25日にスロー地震に関する国際会議（メキシコ・イスタパ市）を開催した。



スロー地震に関する国際会議（メキシコ・イスタパ市：2016年2月21日-25日）

メキシコ地球物理学連合大会では、本プロジェクトの研究課題名をタイトルとした特別セッションを立ち上げ、メキシコ国内の周知を図った。結果、プロジェクト参加者以外からの発表も含め、多くの参加者を得ることができ、プロジェクトの周知に関しては一定の効果が得られた。

メキシコで開催されたスロー地震に関する研究集会には、多くのメキシコ人研究者が参加した。また、学生も多く参加し、世界最先端の研究成果が数多く発表される中、熱心な議論が展開され若手研究者には、各自の今後の研究の糧となるような場を提供することができた。この研究集会は、日本側研究代表者の伊藤喜宏とグループA-2のメキシコ側リーダーのAlen Husker教授およびアメリカの研究者1名の3名が主催して開催した。結果、スロー地震の研究分野におけるメキシコおよび日本のプレゼンスを高

【平成27年度実施報告書】【160531】

めることに成功した。

詳細計画策定調査では、本プロジェクトが JST-JICA による地球規模課題国際科学技術協力の枠組みの下、JICA の技術協力プロジェクトとして実施される旨、説明し、先方から理解を得た。さらに、R/D 協議を通じてメキシコ側関係者が内容を確認・理解した。また、PDM を議論した際に、プロジェクト目標から一足飛びにラテンアメリカ地域に本 SATREPS の成果を波及することは時期尚早と考え、上位目標をプロジェクト対象地域外のメキシコ国内での普及することとした。

R/D の内容については、11 月にメキシコで開催されるメキシコ地球物理学連合 2015 年大会で開催予定の特別セッションにて、詳細計画策定調査の結果の周知を行った。また、JST から年度内に MOU を締結する必要があることも含めてスケジュールについて説明を行うことで、その後の R/D および MOU の締結がスムーズになされた。

(2) 研究題目 A および B 共通

研究グループ A-1 (リーダー：伊藤喜宏) および研究グループ A-2 (リーダー：井出哲)

研究グループ B-1 (リーダー：吉岡祥一) および研究グループ B-2 (リーダー：森信人)

PDM を作成する過程で、上位目標を中南米地域への裨益からメキシコ国内への裨益に変更した。また、2017 年末頃から半年～1 年の間に発生が見込まれるスロースリップイベント時の観測を行うために、海底設置機材の調達・輸送・通関手続きを確認した。

特に、次回スロースリップイベント前に機材(海底圧力計及び海底地震計)を設置するためには、遅くとも以下のスケジュールで準備することを確認した。

2016 年中 京都大学における供与機材本邦調達

2017 年 1 月 船便による輸送(本邦購入の場合)

2～3 月 メキシコにおける通関手続き

4～5 月 海底地震計・圧力計の海底設置

(6～10 月は雨期に入り、機材設置のための船舶の運航が困難になる。)

(3) 研究題目 C

研究グループ C-1 (リーダー：畑山満則) および研究グループ C-2 (リーダー：矢守克也) 共通

社会実装に相当する C グループの活動対象地域を決定した。時期については治安の問題もあることから、現時点では明記しないこととした。なお、JICA の安全対策措置を踏まえて、各年安全対策措置が発出されていないシワタネホ市内 3 コミュニティを JICA 負担で実施し、残り 3 市はメキシコ側主導で実施することとした。

社会実装のステークホルダーとして以下機関を確認した。

対象地域の市及び市レベルの防災委員会

ゲレロ州市民防災委員会

学校(調査では高校レベルの学校関係者への面談と視察を実施)

公共教育省 (Secretaría de Educación Pública: SEP)

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

全国市民防災学校（ENAPROC）（内務省傘下で CENAPRED が運営）

今次調査中にこれら関係者に本件の紹介を目的とした面談を行ったが、SEP については、担当次官の人事異動があり担当部局の人事が確定しないことから面談が実現できなかった。また、ゲレロ州教育当局については現地調査終了前日に判明したため面談できなかった。円滑な社会実装の実施に向けて開始前に、本 SATREPS 関係機関がこれら社会実装ステークホルダーとの面談を持つ必要がある。

プロジェクト対象地域で防災を担当するゲレロ州防災部局によれば、既存の防災活動の中において、ジェンダー配慮及び土着の言語のみを話す先住民等の災害弱者に対する配慮を行っていることから、本 SATREPS でも同様の配慮を行うことが求められる。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

特になし

(2) 社会実装に向けた取り組み

特になし

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

プロジェクトの両国間の締結に向けた協議の内容が、AMEXCID (Agencia Mexicana de Cooperacion Internacional para Desarrollo) のウェブサイトに掲載された (2015 年 10 月 9 日付け)

<http://amexcid.gob.mx/index.php/es/comunicacion-/comunicados/2460-mexico-y-japon-evaluaran-el-peligro-asociado-a-grandes-terremotos-y-tsunamis-en-el-pacifico-mexicano>

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

別紙の通り

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

別紙の通り

VIII. その他（非公開）

以上

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～おわりのページ	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～おわりのページ	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。)
2015	Ito, Y. and M. J. Ikari, Velocity- and slip-dependent weakening in simulated fault gouge: Implications for multimode fault slip, Geophysical Research Letters, 2015, 42, 21, 9247-9254	10.1002/20	国際誌	発表済	
2015	安田誠宏・丸山 拓真・Katsuichiro GODA・森 信人・間瀬 肇 (2015) 確率津波モデルを用いた南海トラフ巨大地震津波の不確実性評価, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.71, No.2, p.I 295-I 300.		国内誌	発表済	
2015	Shoichi Yoshioka, Rumi Takagi and Takumi Matsumoto, "Relationship between temperatures and fault slips on the upper surface of the subducting Philippine Sea plate beneath the Kanto district, central Japan", Geophysical Journal International, 2015, vol. 201 Issue. 2,	10.1093/gji/ggv032	国際誌	発表済	
2015	Shoichi Yoshioka, Yoshiko Matsuoka and Satoshi Ide, "Spatiotemporal slip distributions of three long-term slow slip events beneath the Bungo Channel, southwest Japan, inferred from inversion analyses of GPS data", Geophysical Journal International, 2015, vol. 201 Issue. 3, pp.1437-1455	10.1093/gji/ggv022	国際誌	発表済	

論文数 4 件
 うち国内誌 1 件
 うち国際誌 3 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
2015	国際学会	Yoshihiro Ito (Kyoto Univ.), Victor M. Cruz-Atienza (UNAM), New Collaboration with Japan on disaster mitigation of large earthquake and tsunami hazards in the Guerrero Gap: SATREPS, Reunion Annual 2015 – Union Geofisica Mexicana, Puerto Vallarta, Mexico, November 2–7, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Vladimir Kostoglodov, Victor M. Cruz-Atienza, Allen Husker (UNAM), Yoshihiro Ito (Kyoto Univ), GUERRERO SEISMIC GAP: THE TARGET OF THE SATREPS PROJECT, Reunion Annual 2015 – Union Geofisica Mexicana, Puerto Vallarta, Mexico, November 2–7, 2015	口頭発表
2015	国際学会	Maury J., S. Ide (Univ. Tokyo), V.M. Cruz-Atienza, V. Kostoglodov, X. Pérez-Campos (UNAM). Focal mechanism from Very Low frequency earthquakes associated with tectonic tremors in Guerrero, Mexico. AGU Chapman conference on the Slow Slip Phenomena, Ixtapa, Mexico, 2016/02/22.	口頭発表
2015	国際学会	Maury J., S. Ide (Univ. Tokyo), V.M. Cruz-Atienza, V. Kostoglodov, X. Pérez-Campos (UNAM). Evidence of shear failure at the subduction interface by VLF earthquake characterization in Guerrero, Mexico. AGU fall meeting, T31C-2899, San Francisco CA, USA, 2015/12/16.	ポスター発表
2015	国内学会	Maury J., S. Ide (Univ. Tokyo), V.M. Cruz-Atienza, V. Kostoglodov, X. Pérez-Campos (UNAM). Very low frequency earthquakes associated with tectonic tremors in Guerrero, Mexico. SSJ meeting, Kobe, 2015/10/27.	口頭発表
2015	国際学会	Nobuaki Suenaga (Kobe University), Yingfeng Ji, Shoichi Yoshioka, Maria Manea and Vlad C. Manea, Three-dimensional thermal modeling associated with subduction of the Cocos plate beneath southern Mexico, and its relationship to the occurrence of interplate seismic events, AGU Chapman Conference on the Slow Slip Phenomena, Ixtapa, Mexico, 2016/2/24	ポスター発表

招待講演	0 件
口頭発表	4 件
ポスター発表	2 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
2015	国際学会	Yoshihiro Ito (Kyoto Univ) and Matt Ikari (Univ. Bremen), Velocity- and slip-dependent weakening in simulated fault gauge: Implications for coexistence of slow slip with fast slip, America Geophysical Union, San Francisco, USA, 2015/12/16	口頭発表
2015	国際学会	Erick MAS (東北大学), Shunichi KOSHIMURA (東北大学), Tsunami Disaster Mitigation in Japan and Lessons from recent disaster events to enhance tsunami risk reduction, Reunion Annual 2015 - Union Geofisica Mexicana, Puerto Vallarta, Mexico, November 2-7, 2015	ポスター発表
2015	国際学会	Yabe, S., S. Ide (Univ. Tokyo), Unified source model of ordinary earthquake and slow earthquake, AGU Chapman conference on the Slow Slip Phenomena, Ixtapa, Mexico, 2016/02/24.	口頭発表
2015	国際学会	Ide, S. (Univ. Tokyo), Universality of very low frequency signals behind tremors, explained by a stochastic model, AGU Chapman Conference on the slow slip phenomena, 2016/2/22.	口頭発表
2015	国際学会	Nishikawa, T., S. Ide (Univ. Tokyo), Detection of earthquake swarms in world's subduction zones and its insight into SSE activity, AGU Chapman conference on the Slow Slip Phenomena, Ixtapa, Mexico, 2016/02/22.	口頭発表
2015	国際学会	Kikuchi, J, S. Ide (Univ. Tokyo), N. Matsumoto (AIST), Slow slip events response to tidal stress in western Japan, AGU Chapman conference on the Slow Slip Phenomena, Ixtapa, Mexico, 2016/02/22.	ポスター発表
2015	国際学会	Yabe, S. (Univ. Tokyo), Macroscopic frictional characteristics of heterogeneous fault, Joint workshop on slow earthquakes in Nagoya, Nagoya University, 2015/09/26.	口頭発表
2015	国際学会	Ide, S. (Univ. Tokyo), Deformation mechanism of slow earthquakes estimated in very low frequency band, Joint workshop on slow earthquakes in Nagoya, Nagoya University, 2015/09/24.	口頭発表
2015	国内学会	Shoichi Yoshioka(Kobe University), Yingfeng Ji and Takumi Matsumoto, 2D and 3D thermal modeling associated with subduction of the Philippine Sea plate in central and southwest Japan、東京大学地震研究所共同利用研究集会 沈み込み帯、東京、2015/5/30	口頭発表
2015	国際学会	Shoichi Yoshioka(Kobe University), Yingfeng Ji and Takumi Matsumoto, 3-D thermal modeling associated with subduction of the Philippine Sea plate in southwest Japan., Central Asian tectonics and Western Pacific Geodynamics international workshop, Wuhan, 2015/6/6	口頭発表

2015	国際学会	Shoichi Yoshioka(Kobe University), Rumi Takagi and Takumi Matsumoto, Temperatures and fault slips on the upper surface of the subducting Philippine Sea plate beneath the Kanto district, central Japan, IUGG XXVI 2015, Prague, 2015/6/30	口頭発表
2015	国内学会	吉岡祥一(神戸大学)、東北地方太平洋沖地震の地震前・地震時・地震後の固着状態とすべり分布の推定、地殻ダイナミクス –東北沖地震後の内陸変動の統一的理解–2015年研究集会、宮城、2015/9/27	口頭発表
2015	国際学会	Michael R. Riedel(University of Potsdam), Shoichi Yoshioka, Impact of olivine–spinel phase change kinetics on the deformation of the Mariana Slab, GeoBerlin 2015, Berlin, 2015/10/6	口頭発表
2015	国際学会	Robert W. Porritt(University of Southern California), Shoichi Yoshioka, Crustal structure in the Tohoku region before and after the Tohoku–Oki earthquake with P to S receiver functions, AGU Fall Meeting 2015, San Francisco, 2015/12/14	ポスター発表
2015	国際学会	Lindsay Yuling Chuang(University of British Columbia), Michael G. Bostock, Shoichi Yoshioka, A Study of Low–Frequency Earthquake Magnitudes in Northern Vancouver Island, AGU Fall Meeting 2015, San Francisco, 2015/12/16	ポスター発表
2015	国際学会	Lindsay Yuling Chuang(University of British Columbia), Michael G. Bostock, Shoichi Yoshioka, A Study of Low–Frequency Earthquake Magnitudes in Northern Vancouver Island, AGU Chapman Conference on the Slow Slip Phenomena, Ixtapa, Mexico, 2016/2/22	ポスター発表
2015	国際学会	Shoichi Yoshioka(Kobe University), Yingfeng Ji and Takumi Matsumoto, Three–dimensional thermal modeling associated with subduction of the Philippine Sea plate, southwest Japan, AGU Chapman Conference on the Slow Slip Phenomena, Ixtapa, Mexico, 2016/2/24	ポスター発表
2015	国際学会	Yingfeng Ji(Kobe University) and Shoichi Yoshioka, Seismic distribution and dehydration of MORB associated with subduction of the Pacific and the Philippine Sea plates beneath the Tohoku and Kanto districts, Japan, AGU Chapman Conference on the Slow Slip Phenomena, Ixtapa, Mexico, 2016/2/24	ポスター発表

招待講演	0 件
口頭発表	11 件
ポスター発表	7 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	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	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	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	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)	概要
2015	5月30日	シンポジウム 沈み込み帯	東京大学 地震研究所	70(0)	最近、あるいは現在進行形の沈み込み帯の各分野の研究の総括と議論を行うことにより、沈み込み帯に関する認識・知識を共有し、今後の各研究分野の発展・展開の礎とした。
2015	9月9日	特別授業 「東北地方太平洋沖地震・津波と西南日本の今後の地震について」	大阪府 高槻高校	20(0)	高槻高校の2年生・1年生を対象として、地震の基礎・基本、東北地方太平洋沖地震の概要と津波による被害、西南日本における今後の地震の可能性、大阪府の地震被害などに関する授業を行い、その後、質疑応答を行った。
2015	2015/11/4	UGM2015 Alert G-Gap: Assessment of large earthquakes and tsunamis in the Guerrero Gap for disaster prevention	メキシコ プエルトバヤルタ	50 (0)	SATREPSプロジェクトの概要の紹介および関連研究分野の成果について議論を行った
2015	2016/02/ 21-25	Chapman conference	メキシコ イスタパ	130 (0)	スロー地震に関連した最新の研究成果について議論を行った。

4 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

研究課題名	メキシコ沿岸部の巨大地震・津波災害の軽減に向けた総合的研究
研究代表者名 (所属機関)	伊藤 喜宏 (京都大学防災研究所)
研究期間	H27採択(平成27年6月1日～平成33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／メキシコ自治大学、国立防災センター

上位目標

中南米・カリブ地域に津波減災教育プログラムが普及・活用される。
 ゆっくり地震と巨大地震発生プロセスが本質的に理解される。
 メキシコ国内においてリアルタイム津波システムが構築される。

メキシコ国内の政策に地震・津波ハザードマップが採用される。
 メキシコ国内で津波減災教育プログラムが活用される。

プロジェクト目標

観測事実に即した地震・津波シナリオおよび地震・津波ハザードマップの提示
 減災教育プログラムの開発と政府・地域コミュニティへの提案および認知

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 南海トラフ沿いの巨大地震・津波災害軽減の取り組みへの活用 日本国内における地震・津波減災教育プログラムの改善
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ゆっくり地震と巨大地震の相互作用の解明 確率論的津波予測手法の確立および発展
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 海底圧力計を利用した準リアルタイム観測技術の国際標準モデルの確立 中南米地域用スペイン語版津波減災プログラムの開発 スペイン語圏用の津波避難標識の開発
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際会議への指導力、レビュー付雑誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> メキシコ海底地震・測地学分野の構築 災害軽減プログラム実施コミュニティの構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> ゆっくり地震および巨大地震の発生メカニズム解明 津波浸水メカニズムの理解の発展 日本およびメキシコ間の津波災害に対する意識調査

