

地球規模課題対応国際科学技術協力(SATREPS)

防災分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」

「ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関する研究」

(ペルー共和国)

## 終了報告書

期間 平成22年3月～平成27年3月

代表者氏名：山崎 文雄  
(千葉大学 大学院工学研究科 教授)

## § 1 プロジェクト実施の概要

ペルーにおける地震・津波災害の軽減を図るため、本研究では、両国の研究者の強い連携のもと、地域特性を考慮した総合的な防災研究を5か年にわたり実施した。具体的には、(1) 震源モデルによる地震動予測を行うとともに、地震観測や微動観測に基づいて地盤ゾーニングを行う、(2) 津波シミュレーションを実施し、その結果をまとめて津波減災対策を示す、(3) 建物現況調査を行うとともに、耐震補強効果を構造実験および数値解析で検討する、(4) リモートセンシングに基づいた空間基盤データ構築と災害把握手法を開発し、地震被害予測を実施する、(5) シナリオ地震・津波の被害予測結果にもとづいて、地域減災計画を作成する、の5項目である。プロジェクトの目的と体制を図1.1に、また研究項目と役割分担を図1.2に示す。

H21年度に準備研究を行った後、H22年度からプロジェクトを正式に開始し、H27年3月に終了する。プロジェクトの中間評価はH24年度に実施され、最終評価はH26年度に実施された。

地震動予測と地盤ゾーニンググループは、研究対象地域のリマ市、タクナ市で微動観測を行い、表層地盤構造の把握を行った。また地震計10基による観測ネットワークの整備を完了し、地震観測データのWEB公開を行っている。さらに、傾斜住宅地における地盤震動特性の評価を微動・地震観測と数値解析により実施するとともに、リマ沖の想定地震に対する地震動予測を行った。

津波予測と被害軽減グループは、2001年ペルー南部地震での津波被害をもとに、津波伝播・遡上シミュレーションの妥当性を検証した。またリマ沖のシナリオ地震に対しシミュレーションを行い、津波ハザードマップを作成するとともに、津波避難数値シミュレーションも実施した。さらに、La Punta地区においてDHN, INDECI, CISMIDと協力して市民も加わった津波避難訓練を実施するとともに、リマ沖で海底地形調査を実施した。

建物耐震性の向上グループは、構造試験機材を現地に導入し、これを使用した構造実験を実施した。また日本国内でも構造実験を行い、過去の実験データと合わせ耐震データベースを構築した。またリマ市の総合病院など重要構造物で非破壊検査や地震観測を実施し、耐震補強の必要性を検証した。これらの実験・観測結果に基づいて、組積造建物の非線形崩壊シミュレーション手法を開発するとともに、耐震性評価手法を構築した。

空間基盤データ構築と被害予測グループは、衛星画像データ、統計データと現地調査結果に基づいて、リマ市とタクナ市を対象に、地震被害予測のための空間基盤データを構築した。また2007年ピスコ地震による建物被害状況を現地調査結果と衛星データからまとめ、地域特性を反映した地震被害予測法を検討した。さらに、シナリオ地震に対する検討対象地域の被害予測を実施した。

地域減災計画グループは、各グループの成果を取り入れて、ペルーに即した地域減災計画のあり方協議・検討した。また、防災政策と地域発展の関係に関するシミュレーション・プログラムを開発し、リマ首都圏に対してデータを作成し、将来予測を行った。

プロジェクトの全体ワークショップは計5回開催し、プロジェクトの進捗状況を確認し、各研究機関と今後の計画について調整した。また合同調整会議(JCC)を計4回開催し、ペルーの研究・行政機関と、活動の評価や課題について協議した。また、年に数回、現地公開シンポジウムを開催することで、防災関係機関及び地域社会に対する地震・津波防災の啓発・普及活動を行った。

学術的な成果に関しては、各種の学会誌や国際会議で発表するとともに、Journal of Disaster Research (JDR)誌の特集号を2013年3月と2014年12月の2度にわたり刊行した。また、2014年3月には、プロジェクトの成果の近隣諸国への展開を目指して、SATREPS チリ・プロジェクトと合同で、「中南米地域の地震・津波防災に関する国際シンポジウム」を東京で開催した。研究プロジェクトの活動や成果は、専用のホームページ(<http://ares.tu.chiba-u.jp/peru/index.html>)を設け、英語、日本語、一部スペイン語でも掲載している。

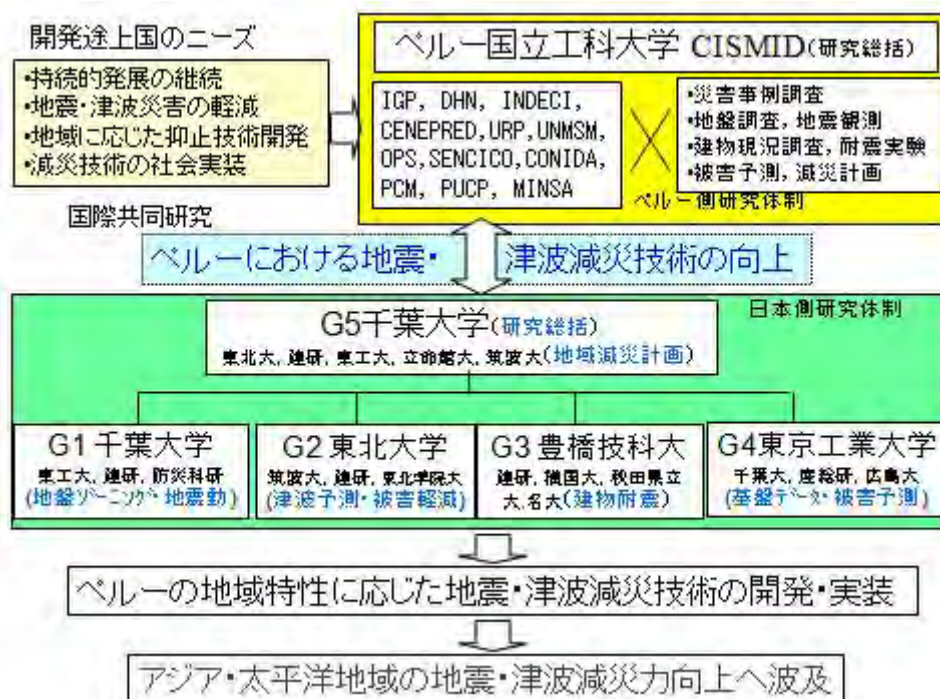


図 1.1 プロジェクトの目的と体制

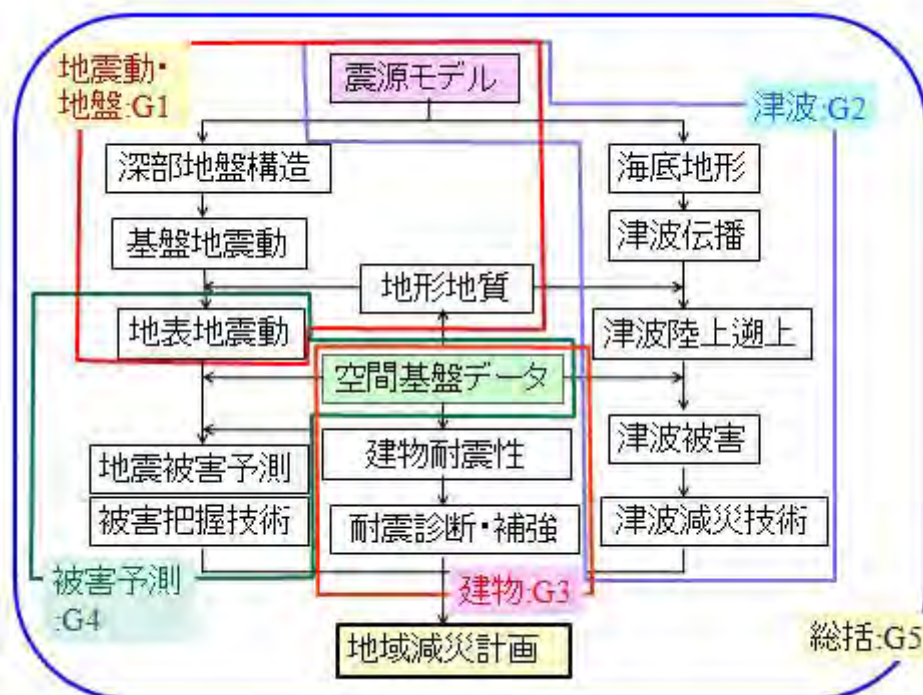


図 1.2 研究項目と役割分担

## § 2. プロジェクト構想(および構想計画に対する達成状況)

### (1) 当初のプロジェクト構想

ペルーにおける地震・津波災害の軽減を図るため、地域特性を考慮した総合的な共同研究を実施する。本研究では減災の視点に立って、研究者間の国際的・学際的な連携のもとに、フィールドに立脚した実践的研究を推進し、発展途上国社会への減災技術の実装を目指している。そこで本研究では、①地震動予測と地盤ゾーニング、②津波予測と被害軽減、③建物耐震性の向上、④空間基盤データ構築と被害予測、⑤地域減災計画の5つのグループに分けて、密接な連携のもとで、地域特性を考慮した総合的な共同研究を実施する。

「地震動予測と地盤ゾーニング」に関しては、海溝型巨大地震を設定し強震動を予測する。また最近の地震の被災地域において微動観測を行うとともに、地震計ネットワークを拡充し共同で強震観測を実施する。これらの結果を踏まえて、ペルーに適した地盤分類と地震動増幅度を提案し、リマ市などを対象に地震マイクロゾーニングを実施し、シナリオ地震に対する推定震度マップを構築する。さらに、斜面災害に対する調査を行い、危険度評価を行う。

「津波予測と被害軽減」に関しては、ペルーにおける過去の津波災害のデータベースを構築する。また、海底地形データや沿岸地域の標高・地形データを収集し、津波波源モデルに基づいた津波伝播・津波遡上シミュレーションを実施し、実被害を検証する。さらに、沿岸地域の土地利用調査に基づく、現実的な津波減災対策を提案する。

「建物の耐震性向上」に関しては、ペルーの都市および地方の建物現況調査を行うとともに、ペルーの建物に適した耐震診断手法を開発し、耐震補強効果に関する構造実験と数値解析を行う。ペルーの建物は、都市部では鉄筋コンクリート造や組積造が、山村部などでは日干しレンガ（アドベ）造などが多い。さらに歴史的建築物や世界遺産も数多く、これらの耐震性向上を目指す。

「空間基盤データ構築と被害予測」に関しては、衛星画像等を用いて建物データベースを構築するとともに、立体視による標高・地形モデルの自動構築を行う。また、2007年ピスコ地震の前後の衛星画像を用いて被害検出を行い、現地調査結果と比較して被害把握手法の適用性を検証する。これらのデータを用いて、シナリオ地震に対する被害予測を行う。

「地域減災計画」では、研究全体を統括するとともに、各研究グループの成果をまとめて地域減災計画に反映させ、ペルー側と共同で防災行政機関や地域社会への教育・普及を図る。

本科学技術協力事業による近未来の成果としては、ペルーの地震・津波減災技術の進展がまず期待される。さらに、本事業を研究者間の緊密な連携と情報共有のもとに実施するため、日本・ペルーの研究者とペルーの防災行政関係者による連携を推進し、研究成果を同国の防災施策に継続して生かせる体制を構築し、本事業終了後も継続することを目的とする。さらに、本事業で得られた成果について、主としてペルー側による中南米諸国への技術の移転・普及を考えている。また、主として日本側では、建築研究所国際地震工学センターの地震工学研修を通して、他の発展途上国へも移転・普及することを目指している。

### (2) 新たに追加・修正など変更したプロジェクト構想

プロジェクトは当初の計画・目標に沿って進められており、大きな修正等はない。一方で、プロジェクト開始直後の2010年2月27日（現地時刻）にMw8.8のチリMaule地震が発生し、ペルー・プロジェクトにおいても日本・ペルーの研究メンバーによる合同調査を行った。また、第2回全体ワークショップの最終日の2011年3月11日に東日本大震災が発生し、この地震による被害調査やデータ分析を本プロジェクトでも実施することができた。

(3) 活動実施スケジュール（実績）

当初の計画を黒線，実績を赤線で示す

| 研究項目（担当機関）                                                                                                       | 研究期間（H21-H26）                 |                                            |                                          |                       |                         |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------|
|                                                                                                                  | H21 年度<br>(10 ヶ月)<br>準備研究     | H22 年度                                     | H23 年度                                   | H24 年度                | H25 年度                  | H26 年度 |
| ①地震動予測と地盤ゾーニング<br>【千葉大，東工大，建研，防災科研】<br>1) 震源モデルと地震動予測<br>2) 微動と強震観測に基づく表層地盤ゾーニング<br>3) 斜面災害に対する危険度評価             |                               | 震源モデル シナリオ地震動予測<br>地震・微動観測・地盤調査<br>現地調査・計測 | 地盤マイクロゾーニング<br>地震応答解析                    |                       | ハザードマップ                 |        |
| ② 津波予測と被害軽減<br>【東北大，建研，筑波大，東北学院大】<br>1) 津波発生・伝播特性と津波災害の社会的影響の把握<br>2) 構造物データと被害関数を利用した構造物被害の算定<br>3) 津波減災技術の基盤構築 |                               | 津波伝播計算<br>被害データ収集                          | 詳細浸水計算と影響把握<br>被害推定手法の検討<br>既往津波被害の把握と整理 |                       | 津波被害推定<br>減災技術基盤の構築     |        |
| ③建物の耐震性向上【建研，豊橋技科大，名大，横国大，秋田県立大】<br>1) 耐震データベース構築<br>2) 耐震診断・補強技術<br>3) 歴史的建築物の耐震化技術                             |                               | 調査，実験<br>耐震診断技術の開発                         | データベース構築<br>耐震補強技術の開発                    | 検証実験<br>調査・リスク分析      | ガイドライン<br>耐震化技術の開発      | ガイドライン |
| ④空間基盤データ構築と被害予測<br>【東工大，千葉大，産総研，筑波大】<br>1) 地域空間基盤データの構築<br>2) 被害把握技術の構築<br>3) シナリオ地震に対する被害予測                     |                               | データ収集 空間基盤データ構築<br>データ収集                   | データ構築法検討<br>被害把握手法の検討                    | データベース構築<br>広域被害把握の実施 | 被害予測手法の検討<br>被害予測・マップ作成 |        |
| ⑤地域減災計画と研究総括<br>【千葉大，東北大，建研，東工大，立命館大】<br>1) 研究総括と調整連携<br>2) 地域減災計画                                               | 研究運営会議の開催，プロジェクト運営，広報<br>WS▼  | WS▼                                        | JCC▼ WS▼                                 | JCC▼ WS▼              | JCC▼ WS▼                | JCC▼   |
|                                                                                                                  | (WS：全体ワークショップ) 地域減災計画立案 教育・普及 |                                            |                                          |                       |                         |        |

### § 3 プロジェクト実施体制・投入実績

#### 3. 1. 実施体制

(1)「地震動予測と地盤ゾーニング」グループ

①研究参加者

【日本側】

| 種別 | 氏名                              | 所属                | 役職<br>(身分) | 参加期間                    |
|----|---------------------------------|-------------------|------------|-------------------------|
| ○  | 中井正一                            | 千葉大学大学院工学研究科      | 教授         | 2010.3.1～2015.3.31      |
|    | 山中浩明                            | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 教授         | 2010.3.1～2015.3.31      |
|    | 関口 徹                            | 千葉大学大学院工学研究科      | 准教授        | 2010.3.1～2015.3.31      |
|    | 新井 洋                            | 国土技術政策総合研究所       | 主任研究官      | 2010.3.1～2015.3.31      |
|    | Nelson Pulido                   | (独)防災科学技術研究所      | 主任研究員      | 2010.3.1～2015.3.31      |
|    | 小山 信                            | (独)建築研究所          | 上席研究員      | 2010.3.1～2015.3.31      |
|    | Gonzales Trujillo<br>Carlos     | 千葉大学大学院工学研究科      | 博士課程       | 2012.4.1～2015.3.31      |
|    | Quispe Gamero<br>Mileyvi Selene | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 博士課程       | 2013.4.1～2015.3.31      |
| *  | 地元孝輔                            | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 助教         | 2011.10.1～<br>2015.3.31 |
| *  | 高瀬武史                            | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 修士課程       | 2010.4.1～2011.3.31      |

【相手国側】

|   | 氏名                                         | 所属                                       | 役職    | 参加期間               |
|---|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------|--------------------|
| ○ | Zenon Aguilar                              | National University of Engineering (UNI) | 准教授   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Jorge Alva                                 | National University of Engineering (UNI) | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Ronald Woodman                             | Geophysical Institute of Peru (IGP)      | 所長    | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Hernando Tavera                            | Geophysical Institute of Peru (IGP)      | 部長    | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Leonidas Ocola                             | National University of San Marcos        | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Alberto Martinez                           | Geophysical Institute of Peru (IGP)      | 研究員   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Fernando Lazares                           | National University of Engineering (UNI) | 研究員   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | David Luna                                 | National University of Engineering (UNI) | 研究員   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Luis Chang                                 | National University of Engineering (UNI) | 研究員   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Diana Calderon                             | National University of Engineering (UNI) | 研究員   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|   | Uriarte Berrios<br>Rocio del Pilar         | National University of Engineering (UNI) | 研究員   | 2011.4.1～2015.3.31 |
|   | Silvia Marisela<br>Alarcon<br>Presentación | National University of Engineering (UNI) | 研究員   | 2012.3.1～2015.3.31 |
|   | David Sigfredo<br>Portugal Patiño          | Geophysical Institute of Peru (IGP)      | 主任研究員 | 2012.3.1～2015.3.31 |

②研究項目

- ・ 震源モデルと地震動予測
- ・ 微動と強震観測に基づく表層地盤ゾーニング
- ・ 斜面災害に対する危険度評価

(2)「津波予測と被害軽減」グループ

① 研究参加者

【日本側】

| 種別 | 氏名            | 所属                 | 役職    | 参加期間               |
|----|---------------|--------------------|-------|--------------------|
| ○  | 越村俊一          | 東北大学災害科学国際研究所      | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | 藤井雄士郎         | (独)建築研究所           | 主任研究員 | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | 庄司 学          | 筑波大学大学院システム情報工学研究科 | 准教授   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | 八木勇治          | 筑波大学大学院生命環境科学研究科   | 准教授   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | 柳澤英明          | 東北学院大学教養学部地域構想学科   | 講師    | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Erick Mas     | 東北大学災害科学国際研究所      | 助教    | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Bruno Adriano | 東北大学大学院工学研究科       | 博士課程  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | 清水 裕文         | 筑波大学大学院システム情報工学研究科 | 修士課程  | 2011.4.1～2014.3.31 |
|    | 江面 嘉之         | 筑波大学大学院システム情報工学研究科 | 修士課程  | 2011.4.1～2014.3.31 |

【相手国側】

| 種別 | 氏名                          | 所属                                          | 役職   | 参加期間               |
|----|-----------------------------|---------------------------------------------|------|--------------------|
| ○  | Carlos Holguin Valdivia     | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 所長   | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Julio Kuroiwa               | National University of Engineering (UNI)    | 名誉教授 | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Cesar Jimenez Tintaya       | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 研究員  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Gilberto Tacilla            | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 研究員  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Carlos Marcos Villanueva    | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 研究員  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Mario Guerrero              | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 研究員  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Atilio Aste Evans           | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 大尉   | 2010.9.1～2015.3.31 |
|    | Lorena Marquez Ismodes      | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 少尉   | 2010.9.1～2015.3.31 |
|    | Nabilt Jill Moggiano Aburto | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 研究員  | 2010.9.1～2015.3.31 |
|    | Sheila Alodia YAURI COND    | Geophysical Institute of Peru (IGP)         | 研究員  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Javier Gaviola Tejada       | Direction of Hydrology and Navigation (DHN) | 研究主任 | 2012.3.1～2015.3.31 |

② 研究項目

- ・ 津波発生・伝播特性と津波災害の社会的影響の把握

- ・ 構造物データと被害関数を利用した構造物被害の算定
- ・ 津波減災技術の基盤構築

### (3)「建物の耐震性向上」グループ

#### ①研究参加者

##### 【日本側】

| 種別 | 氏名            | 所属                    | 役職    | 参加期間                |
|----|---------------|-----------------------|-------|---------------------|
| ○  | 斉藤大樹          | 豊橋技術科学大学建築・都市システム学系   | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 勅使川原正臣        | 名古屋大学大学院環境学研究科        | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 楠 浩一          | 東京大学地震研究所(横浜国立大学大学院)  | 准教授   | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 松井智哉          | 豊橋技術科学大学建築・都市システム学系   | 准教授   | 2011.4.1～2015.3.31  |
|    | Carlos Cuadra | 秋田県立大学システム科学技術学部      | 准教授   | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 菅野俊介          | (独)建築研究所              | 客員研究員 | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 向井智久          | (独)建築研究所              | 主任研究員 | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 阿部秋男          | (株)東京ソイルリサーチ つくば総合試験所 | 所長    | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 壁谷澤寿一         | 国土技術政策総合研究所           | 研究官   | 2011.4.1～2015.3.31  |
|    | 谷 昌典          | (独)建築研究所              | 研究員   | 2011.4.1～2015.3.31  |
|    | 諏訪田晴彦         | 国土技術政策総合研究所           | 主任研究官 | 2011.4.1～2015.3.31  |
|    | Roy Ericksen  | 豊橋技術科学大学大学院           | 博士課程  | 2013.11.1～2015.3.31 |
|    | Miguel Diaz   | 横浜国立大学大学院工学研究院        | 博士課題  | 2011.12.1～2014.3.31 |
| *  | 張 偉           | 筑波大学                  | 修士課程  | 2011.6.1～2012.3.31  |

##### 【相手国側】

| 種別 | 氏名                        | 所属                                       | 役職  | 参加期間               |
|----|---------------------------|------------------------------------------|-----|--------------------|
| ○  | Carlos Zavala             | National University of Engineering (UNI) | 教授  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Javier Pique              | National University of Engineering (UNI) | 教授  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Eduardo Temoche           | Ricardo Palma University (URP)           | 教授  | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Hugo Scaletti             | National University of Engineering (UNI) | 研究員 | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Rafael Torres             | National University of Engineering (UNI) | 研究員 | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Patricia Gibu             | National University of Engineering (UNI) | 研究員 | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Gabriela Silva            | National Institute of Culture            | 研究員 | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Maria del Carmen Corrales | National Institute of Culture            | 研究員 | 2010.9.1～2015.3.31 |
|    | Ricardo Proaño            | National University of Engineering (UNI) | 研究員 | 2010.9.1～2015.3.31 |
|    | Rafael Salinas            | National University of Engineering (UNI) | 研究員 | 2010.9.1～2015.3.31 |
|    | Luis Martin Lavado Durand | National University of Engineering (UNI) | 研究員 | 2012.3.1～2015.3.31 |



②研究項目

- ・ 耐震データベース構築
- ・ 耐震診断・補強技術
- ・ 歴史的建築物の耐震化技術

(4)「空間基盤データ構築と被害予測」グループ

①研究参加者

【日本側】

| 種別 | 氏名   | 所属                | 役職<br>(身分) | 参加期間                |
|----|------|-------------------|------------|---------------------|
| ○  | 翠川三郎 | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 教授         | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 松岡昌志 | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 准教授        | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 丸山喜久 | 千葉大学大学院工学研究科      | 准教授        | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 三浦弘之 | 広島大学大学院工学研究科      | 准教授        | 2010.3.1～2015.3.31  |
| *  | 三東 峻 | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 修士課程       | 2012.10.1～2014.3.31 |
| *  | 荒木耕太 | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 修士課程       | 2011.10.1～2013.3.31 |
|    | 平野悠輔 | 東京工業大学大学院総合理工学研究科 | 修士課程       | 2011.4.1～2012.3.31  |

【相手国側】

| 種別 | 氏名                             | 所属                                                                      | 役職                | 参加期間               |
|----|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| ○  | Miguel Estrada                 | National University of Engineering (UNI)                                | CISMID 所<br>長・准教授 | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Jorge Pacheco                  | National Committee for Aerospace Research<br>and Development (CONIDA)   | 研究員               | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Max Lazaro                     | National Office of Electronic Government and<br>Information (ONGEI-PCM) | 研究員               | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Gustavo<br>Henriquez           | National Committee for Aerospace Research<br>and Development (CONIDA)   | 研究員               | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Mirella Yessica<br>Días Núñez  | National Committee for Aerospace Research<br>and Development (CONIDA)   | 研究員               | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Carmen Elena<br>Villón Reinoso | National Committee for Aerospace Research<br>and Development (CONIDA)   | 主任                | 2012.3.1～2015.3.31 |
|    | Dina Cotrado                   | Tacna Private University                                                | 准教授               | 2010.9.1～2015.3.31 |
|    | Jenny Taira Higa               | National University of Engineering (UNI)                                | 研究員               | 2012.3.1～2015.3.31 |

②研究項目

- ・ 地域空間基盤データの構築
- ・ 被害把握技術の構築
- ・ シナリオ地震に対する被害予測

(5)「地域減災計画」グループ

①研究参加者

【日本側】

| 種別 | 氏名                    | 所属                          | 役職    | 参加期間                |
|----|-----------------------|-----------------------------|-------|---------------------|
| ○  | 山崎文雄                  | 千葉大学大学院工学研究科                | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 村木美貴                  | 千葉大学大学院工学研究科                | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 鐘ヶ江秀彦                 | 立命館大学政策科学部／<br>歴史都市防災研究センター | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 梶 秀樹                  | 立命館大学歴史都市防災研究センター           | 客員研究員 | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | 村尾 修                  | 東北大学災害科学国際研究所               | 教授    | 2011.4.1～2015.3.31  |
|    | 谷口仁士                  | 立命館大学歴史都市防災研究センター           | 教授    | 2010.3.1～2015.3.31  |
| ＊  | 松崎志津子                 | 千葉大学大学院工学研究科                | 特任研究員 | 2010.3.1～2015.3.31  |
|    | Luis Quiroz<br>Torres | 千葉大学大学院工学研究科                | 博士課程  | 2011.10.1～2015.3.31 |
|    | 鈴木賢太郎                 | 千葉大学大学院工学研究科                | 修士課程  | 2013.3.1～2015.3.31  |
|    | Luis Moya Angel       | 千葉大学大学院工学研究科                | 博士課程  | 2013.10.1～2015.3.31 |
|    | Wen Liu               | 千葉大学大学院工学研究科                | 助教    | 2013.4.1～2015.3.31  |
| ＊  | 岸田忠大                  | 千葉大学大学院工学研究科                | 特任助教  | 2010.8.1～2012.5.31  |

【相手国側】

| 種別 | 氏名                          | 所属                                                                                           | 役職       | 参加期間               |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|
| ○  | Alberto Bisbal              | National Institute of Civil Defense (INDECI)<br>Presidency of the Council of Ministers (PCM) | 局長<br>局長 | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Aurelio Padilla             | National University of Engineering (UNI)                                                     | 学長       | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Francisco Rios              | National University of Engineering (UNI)                                                     | 研究員      | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Jose Sato                   | Disasters Prevention and Study Center<br>(PREDES)                                            | 研究員      | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Luis Tagle                  | Ministry of Housing, Construction, and<br>Sanitation (MVCS)                                  | 主任       | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Carmen Kuroiwa              | National Service of Training for the<br>Construction Industry (SENCICO)                      | 研究員      | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Flor de Maria<br>Valladolid | Municipal Real Estate Company of Lima<br>(EMILIMA)                                           | 研究員      | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Miguel<br>Evangelista       | Municipal Real Estate Company of Lima<br>(EMILIMA)                                           | 研究員      | 2010.3.1～2015.3.31 |
|    | Victoria Ramos              | National University of Engineering (UNI)                                                     | 研究員      | 2010.3.1～2015.3.31 |

②研究項目

- ・ 研究総括と調整連携
- ・ 地域減災計画

## § 4 プロジェクト実施内容及び成果

### 4.0 プロジェクト全体

#### (1) グループを統合した全体の成果

本プロジェクトの最大の成果としては、準備研究も含めると 6 年間にわたる共同研究において、日本、ペルー 2 国間の研究機関、政府防災機関の間で、強い人的な繋がりができたことを挙げたい。ペルーと日本は、地震防災研究分野で 30 年来の交流があったが、今回その交流を一層活性化し、さらに他の政府機関も巻き込んで、技術協力関係を密にすることができたことは、両国にとって極めて重要と考えられる。とくにペルーから、文部科学省国費留学生(博士後期課程)を SATREPS 枠で 5 人、その他で 2 人受け入れることができたことは、将来にわたって両国の交流を続けるのに大いに役立つものと思う。また、日本から短期派遣した研究者は延べ 80 人を数え、その半数以上は 40 代以下の若手研究者や大学院生であり、今後の交流を続ける礎になると期待している。

具体的な成果としては、複数の最新の実験・観測機器をペルー側に提供したことで、先方の研究体制の飛躍に繋がった。例えば、CISMID に提供した地震計 10 台を中心とする観測網で得られた地震記録は、ペルーで初めてインターネット上で公開されている。また、具体的に提示した地震動予測や地盤ゾーンニングは、ペルーの国の基準に反映されることになった。新たに提供した構造実験設備を使って、すでにペルーに特有な建築構造形式の実験が行われ、耐震基準の見直しに取り入れられる見込みである。また、地震防災に関するソフト技術も、ペルー側に多数伝授された。例えば、震源断層モデルによる地震動シミュレーション、津波の伝播・遡上シミュレーション、避難シミュレーション、建物の崩壊シミュレーション、リモートセンシングと現地調査による建物台帳構築技術、都市施策効果シミュレーションなどは、これまでペルー側に経験のないもので、今後これらの技術をペルーの実情に沿うように、防災実務へ適用していくことが期待される。

プロジェクトの進捗を確認するために、毎年 3 月にペルーと日本で交互に計 5 回、全体ワークショップを開催した(写真 4.0.1-5)。この全体ワークショップに合わせて、また 8 月に開催した合同調整会議に合わせて何度も公開シンポジウムを開催し、広報普及活動に努めた。とくに、2013 年 8 月に INDECI, DHN と協力して La Punta で実施した津波避難訓練は 2000 人が参加する盛況で、メディアなどからも大きく注目された。2014 年 3 月には、SATREPS チリ・プロジェクトと合同で、東京にて「中南米地域の地震・津波防災に関する国際シンポジウム」を開催し(写真 4.0.6)、本プロジェクトの成果の中南米諸国への展開を計っている。このシンポジウムには、ペルー、チリ、エクアドル、メキシコ等の駐日大使も出席いただくことができ、SATREPS に関する中南米諸国での注目も高まった。

また本プロジェクト開始直前の 2010 年 2 月に発生したチリ・マウレ地震の日本・ペルー合同調査によって、中南米地域の地震・津波に対する問題意識を共有することができた(写真 4.0.7)。

#### (2) 今後期待される効果

本プロジェクトによる人材育成や機器整備の成果を反映して、ペルーにおける地震・津波減災技術の今後の大いなる進展が期待される。また、ペルーの防災行政機関を含め、日本・ペルーの関係者の緊密な連携のもと、本プロジェクトを実施したことで、その成果を同国の防災施策に継続して生かせる体制が整備され、今後の自立的発展が期待される。

また本プロジェクトで得られた成果は、主としてペルー側による中南米諸国への技術の移転・普及が期待される。日本側では、建築研究所国際地震工学センターの地震工学研修などを通して、他の発展途上国へも移転・普及することを目指している。さらに、SATREPS の枠組みで「コロンビアにおける地震・津波・火山災害の軽減技術に関する研究開発」が 2014 年に条件付き採択となり、ペルー・プロジェクトの成果の水平展開が期待される。



写真 4.0.1 2010 年 3 月全体ワークショップ(リマ)



写真 4.0.2 2011 年 3 月全体ワークショップ(千葉)



写真 4.0.3 2012 年 3 月全体ワークショップ(東京)



写真 4.0.4 2013 年 3 月全体ワークショップ(リマ)



写真 4.0.5 2014 年 3 月全体ワークショップ(東京)



写真 4.0.6 中南米地域の地震・津波防災に関する国際シンポジウム(2014 年 3 月 7 日, 東京)



写真 4.0.7 2010 年チリ・マウレ地震の日本・ペルー合同被害調査



#### 4.1 地震動予測と地盤ゾーニング（千葉大学 他）

##### (1)研究実施内容及び成果

リマ首都圏とタクナを対象に、地震観測や微動観測を通じてこれら地域の深部地盤構造を把握するとともに、表層地盤ゾーニングを行った。また、歴史地震の被害記録や近年の地震記録の分析に基づき、発生が懸念されるプレート境界型巨大地震を設定し、地震動予測を行った。また、地形・地盤構造に着目した斜面の震動特性についても検討した。

##### 1) 震源モデルと地震動予測【担当：防災科研・東工大】

ペルーは、プレート境界付近における海溝型巨大地震が頻発することを考慮し、津波グループとの連携に基づいて、IGP、CISMID と共同で 1746 年ペルー中部地震、1868 年ペルー南部地震の 2 つの巨大地震を選定した。

ペルー中部で将来発生が予想されるプレート境界型巨大地震のすべり分布を、沈み込み帯の周辺における Inter-Seismic Coupling (ISC) 分布のモデルと歴史地震の情報に基づき作成した。

はじめに、ペルー中部におけるプレート境界のすべり遅れ分布を、ISC 分布にプレート収束速度を掛けることにより計算した（図 4.1.1）。このシナリオでは 1746 年のペルー中部地震と同等のものが周期的に起こると仮定しており、1746 年のものと同等の長さ約 500km、幅約 160km の震源域を持つ  $M_w8.9$  の震源モデルを設定した。ISC 手法の結果、2 つの強く固着しているプレート境界の領域の存在が示唆され、1 つはリマの沖合でもう 1 つはピスコの沖合にある（図 4.1.2）。

次に、ランダム位相の Von Karman のパワースペクトル密度関数から得られた短波長すべり分布モデルを ISC から推定されるすべりモデルに加えることにより、強震動シミュレーションに適した広帯域震源モデルを構築した。これらの空間的なランダム位相を使うことにより、12 の広帯域すべり震源モデルを作成し、9 つの異なる破壊開始点（図 4.1.2 の星印）を仮定し、合計 108 の断層破壊シナリオを計算した。

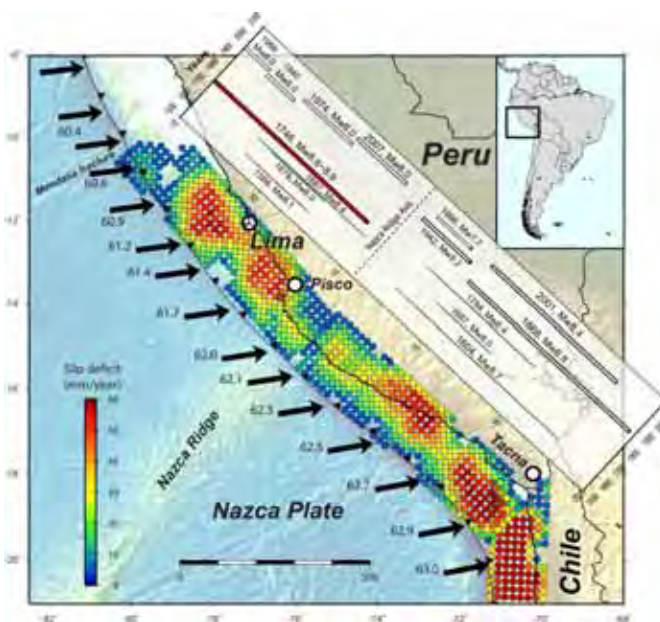


図 4.1.1 ペルーにおける測地測量から得られたプレート境界のすべり遅れ分布とナスカ沈み込み帯に沿った歴史地震の範囲

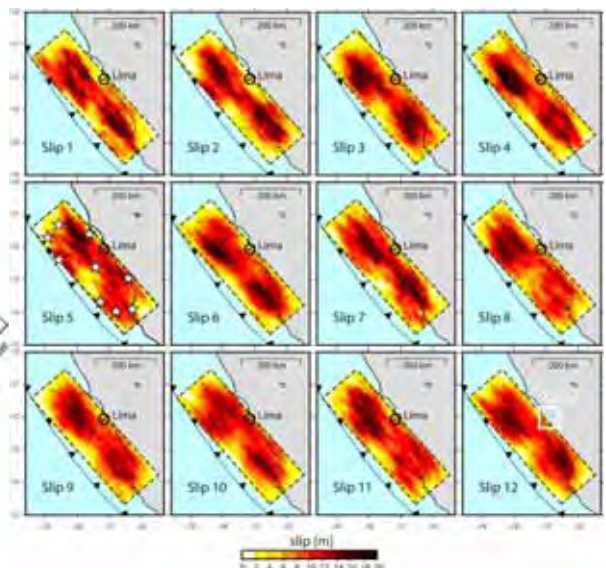


図 4.1.2 広帯域震源モデル

強震動シミュレーションの領域はリマ首都圏を完全に網羅する  $50 \times 55 \text{ km}$  の範囲である（図 4.1.2 の白長方形）．すべてのシナリオについて、169 のグリッドポイントで地震基盤における 3 成分の強震動を求め、各グリッドにおける地盤構造を基に工学的基盤波の加速度時刻歴を計算した．その際、次項 2) において微動観測により推定された深部地盤の S 波速度構造を使用している．

最終的に、シナリオ地震によるリマ首都圏における地震動の PGA, PGV（それぞれ最大地動加速度、速度）の分布を求めた．ここにおいても次項 2) において推定された表層地盤の増幅特性を使用している．図 4.1.3 はすべてのシナリオについての平均値とそれに標準偏差  $1\sigma$  を足し引きした PGA および PGV の分布である．標準偏差  $1\sigma$  を平均に足した場合、PGA, PGV がそれぞれ  $1000 \text{ cm/s}^2$ ,  $100 \text{ cm/s}$  を超える地点もある．

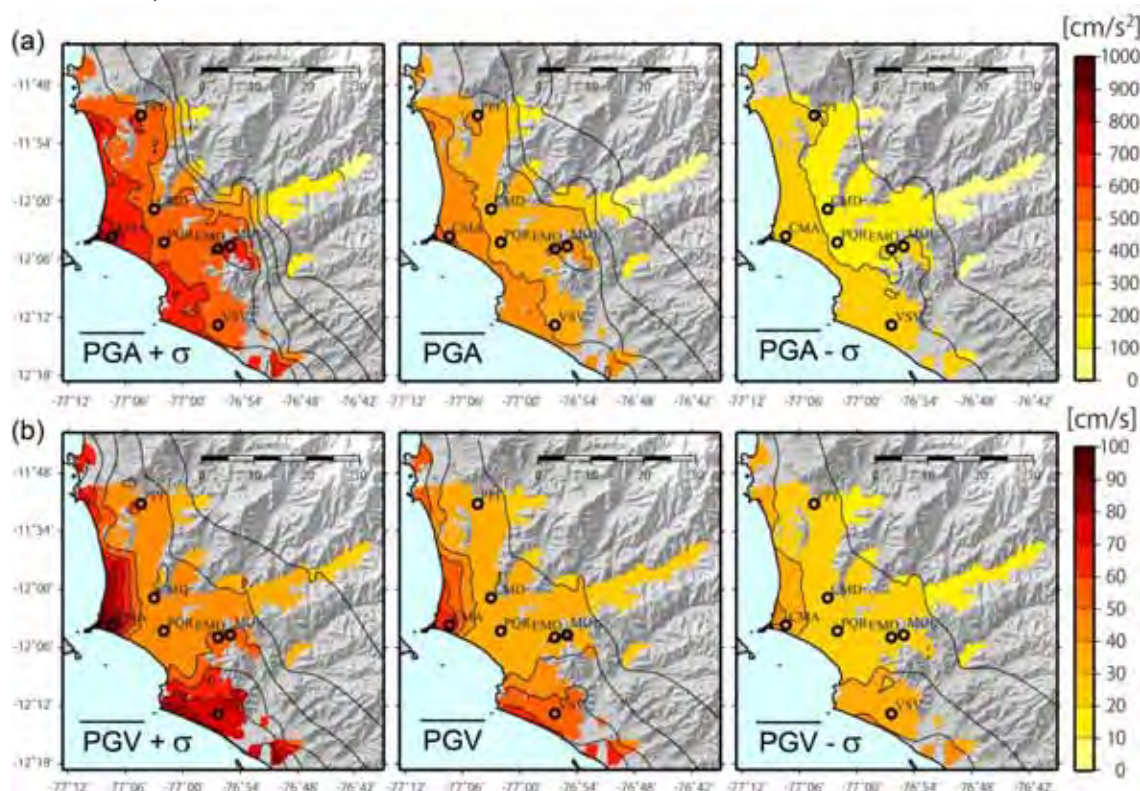


図 4.1.3 すべてのシナリオについての平均値とそれに標準偏差  $1\sigma$  を足し引きした PGA および PGV の分布

## 2) 微動と強震観測に基づく表層地盤ゾーニング【担当：千葉大・防災科研・東工大】

リマ首都圏やタクナを対象に、表層地盤の S 波速度構造を推定するため、微動・表面波探査を実施した（写真 4.1.1）．リマ首都圏、タクナにおいてそれぞれ 8 地点、6 地点で実施した．微動観測は 6 つのセンサを使ったアレイ観測（円周上 5 点と中心 1 点）で、それぞれの観測点で複数の半径で実施した．図 4.1.4 にリマの代表的な 3 地点（図 4.1.6 参照）における微動観測から得られた分散曲線を示す．異なる半径で観測されたものの結果が連続的につながっている．微動観測からリマとタクナはともに地盤が非常に硬く、そのため微動の振動レベル（信号）が小さく精度の問題があることが分かった．しかし、微動観測に基づき推定された地盤の S 波速度構造（図 4.1.5）は、その後に 3 地点で実施した地盤調査（PS 検層）により得られたものと調和的な結果となっており、ペルーにおける微動観測に基づく地盤構造推定法の有効性を確認した．

リマ首都圏とタクナの表層地盤の地震時増幅特性を評価するため、計 10 地点の地震観測ネットワークを新たに構築した（写真 4.1.2, 図 4.1.6）．観測された地震記録は、微動観測から推定された地盤の S 波速度構造から計算される理論増幅率により概ね説明できることを確認した．



微動観測と地震観測による表層地盤増幅特性の検討結果に基づき、リマ市全体における表層地盤の固有周期と増幅率の分布図を作成した（表層地盤のマイクロゾーニング、図 4.1.7）。このゾーニングでは、リマ市の表層地質分布、標高、および市内の多数の地点で行われている微動 1 点観測結果（H/V スペクトル）をもとに市内の平野部を対象として表層地盤の固有周期と増幅率の分布が推定されている。これらの結果は前項のシナリオ地震での地表での地震動分布の推定にも利用されている。



写真 4.1.1 微動観測実施状況



写真 4.1.2 地震計設置状況

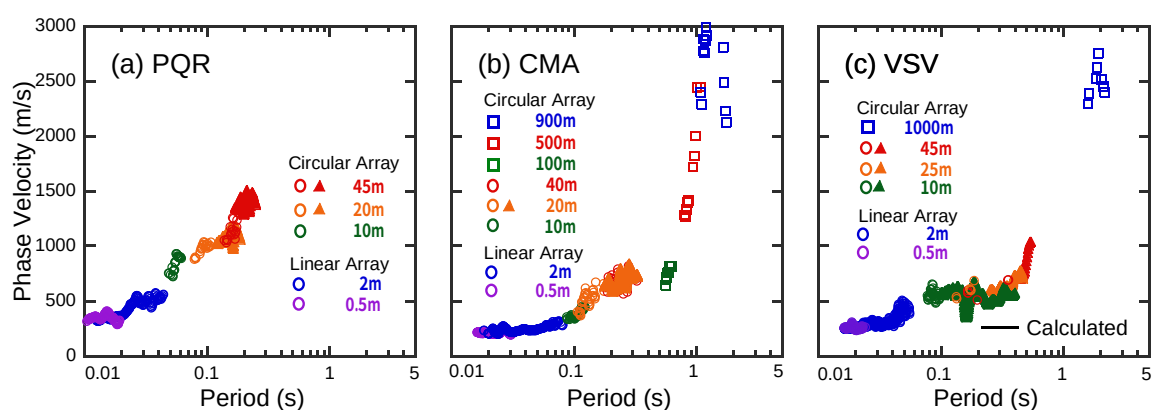


図 4.1.4 微動の分散曲線

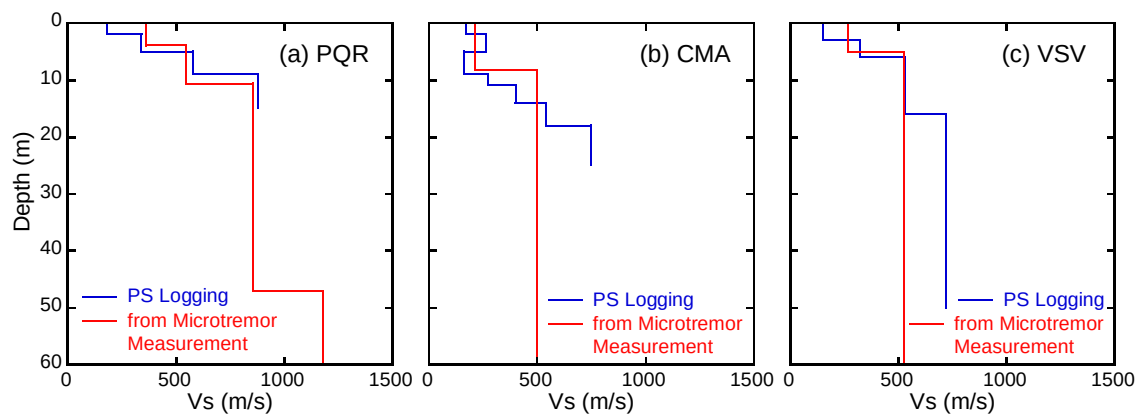


図 4.1.5 微動観測から推定した地盤の S 波速度構造と PS 検層結果

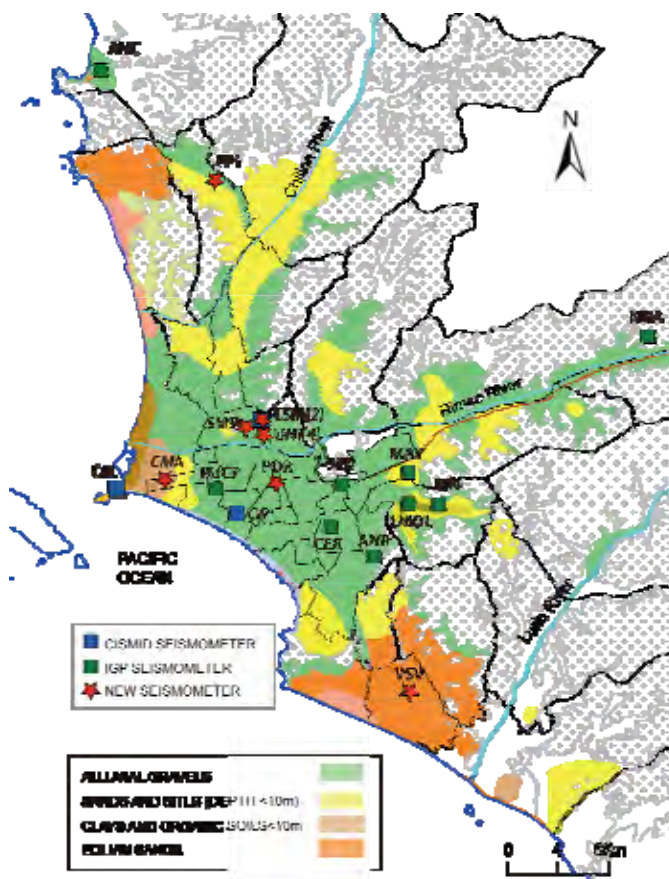


図 4.1.6 リマの表層地質図と地震観測点

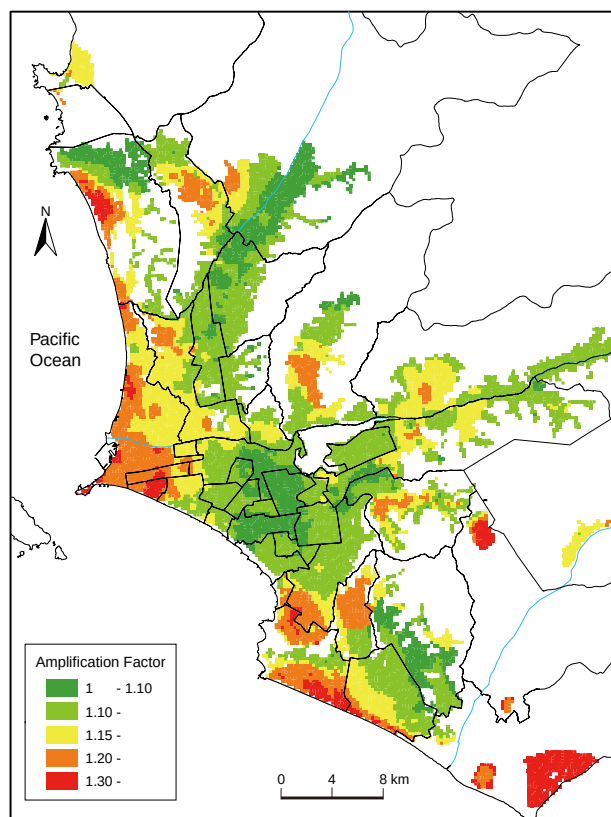


図 4.1.7 推定されたリマの表層地盤増幅特性

### 3) 斜面災害に対する危険度評価【担当：千葉大】

リマ首都圏では近代の都市化に伴い平野だけでなく山の斜面にも無許可で住居が数多く建てられている。そこでまず、GIS データによりリマ首都圏に広がる急斜面の分布を調べ（図 4.1.8）、また宅地のデータより斜面上にある住宅地の分布を求めた。

斜面における地震動特性を検討することを目的とし、地盤の S 波速度構造を推定するため微動観測を行い、斜面上で実際に地震観測を実施し、さらに地形効果による地震動増幅効果を検討するため 2 次元斜面モデルによる数値シミュレーション解析を行った。微動観測結果（図 4.1.9）より山の斜面は、造成による盛土で軟らかい層があること、それ以外では非常に地盤は硬いことが明らかになった。また、斜面の麓付近で他の平野部よりもやや軟弱な地層が存在する場合があります。増幅率が大きくなる危険性が指摘された。地震観測記録より、付近の平野部の記録と比較しても地震時の斜面での揺れはむしろ小さくなることが分かった（図 4.1.10）。また、数値シミュレーション解析により、山地の地形的効果は限定的であることが分かった。

以上のことより、斜面において地震動の振幅は平野部よりも小さくなる傾向にあるが、軟弱な盛土の崩壊の危険性があることが明らかになった。今後は形成過程が異なる斜面についても同様の検討が必要である。



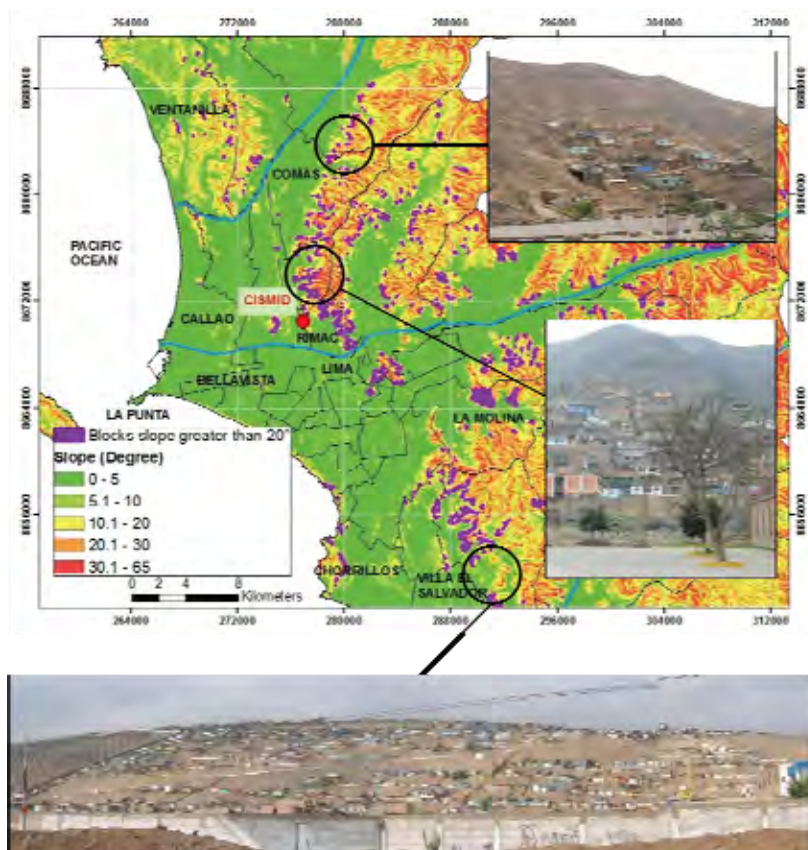


図 4.1.8 リマの斜面の分布と斜面上の住宅

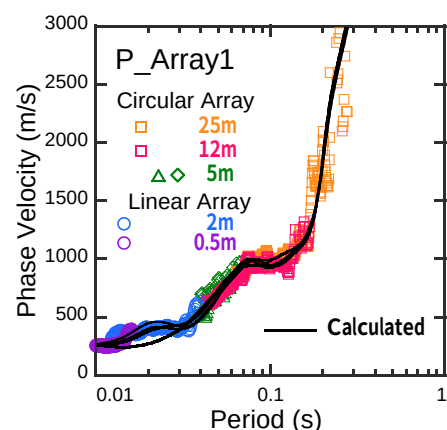


図 4.1.9 微動の分散曲線

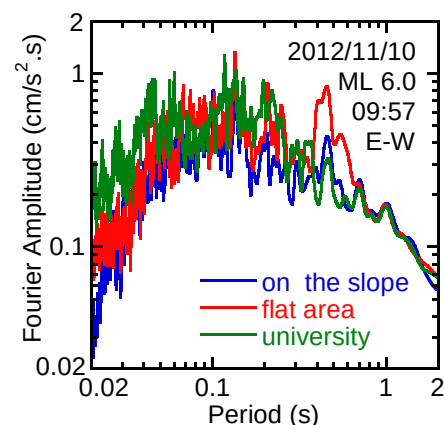


図 4.1.10 地震観測記録のフーリエスペクトル

## (2)研究成果の今後期待される効果

広域での巨大地震時の地盤震動特性を推定する一連の手法を相手国技術者へ観測機材とともに伝えることができたものと考えられる。リマ首都圏を対象とした検討では日本の専門家とともに取り組んできたが、別地域のタクナではほとんどペルーのスタッフだけで観測等を実施している。よって、今後はペルー独自の力によって他の都市での地震動予測が展開されることが予想される。そして、ペルー全域の地震被害想定が実施され、広域な防災マップなどにより国民への啓蒙が進み、ペルーの総合的な防災力の向上も期待できる。また、これまでペルーでは構造物の耐震設計用地震動スペクトルはアメリカのものが使用されてきたが、ペルーの地域性を生かしたものが採用されより合理的な耐震設計が実施されるものと期待できる。

## 4. 2 津波予測と被害軽減（東北大学 他）

### (1)研究実施内容及び成果

ペルーにおける既往の地震津波災害履歴と被害の状況を検証し、発生位置・規模・被害・復興状況についての基礎情報をまとめた。次に、地域ごとの津波予測を行うための海底・陸上地形、土地利用、建物のデータを整備し、既往地震や想定地震に基づく津波伝播・浸水シミュレーションを実施した。この結果に基づき、ペルーにおける津波災害の被害および社会的影響を評価すると同時に、減災対策を立案するための具体的資料と技術基盤を呈示した。

#### 1) 津波発生・伝播特性と津波災害の社会的影響の把握【担当：東北大・建研・東北学院大】

ペルー沿岸部で発生するプレート境界型巨大地震を想定し、地球物理学的見地から、津波伝播・遡上シミュレーションを実施した。得られた結果に基づき、ペルー沿岸部における津波伝播・遡上特性（津波の振る舞い）を、津波発生位置・規模との関連で整理した。次に、津波災害の社会的影響を、津波曝露人口推定モデルに基づき推定し、津波に対して脆弱な地域を、地震発生確率、来襲する津波の規模、沿岸部の土地利用・人口分布の関連で明らかにし、詳細な被害評価を実施すべき地域を特定した。

具体的にはまず、本研究で利用する津波浸水予測シミュレーションモデルの適用性について、2001年 Arequipa 地震津波の再現計算を通じて評価した。2011年の地震による津波は、Arequipa の南西約 80km にある Camana Province に来襲し、死者 22 人、行方不明者 62 名という被害をもたらした。当時、米国 NSF の調査チームが実施した現地調査（津波痕跡高）の結果を用いて評価し、既往の津波事象について高い精度で再現が可能であることを確認した (Adriano et al., 2012)。

次に、ペルーにおけるプレート境界型地震の発生履歴を調査し、沿岸各地の津波リスクを調査した。過去約 400 年間で、ペルー太平洋岸のプレート境界において、津波を伴う Mw8 以上の巨大地震が 11 回発生したことが分かっている。そこで、ペルー太平洋岸で想定されるシナリオ地震のリストを作成し、それぞれのシナリオ地震により発生する津波を予測した。図 4.2.1 に、ペルー沿岸のシナリオ地震（断層の分布）を示す。ここで重要なことは、ペルー沿岸部地域の中で、津波に対する脆弱な地域を見いだすことである。したがって、津波の高さ予測を行うだけでは不十分であり、沿岸部の人口分布と津波曝露人口（津波リスクに晒される人口）との関連で調べる必要がある。ここでは、Koshimura et al. (2009)で提案された津波被害関数（津波の浸水深に対する死亡率の関数）を適用し、各シナリオ地震により発生する津波とその発生確率との関連で津波リスクを表現した。図 4.2.2 に示すのはその一例であるが、再来周期

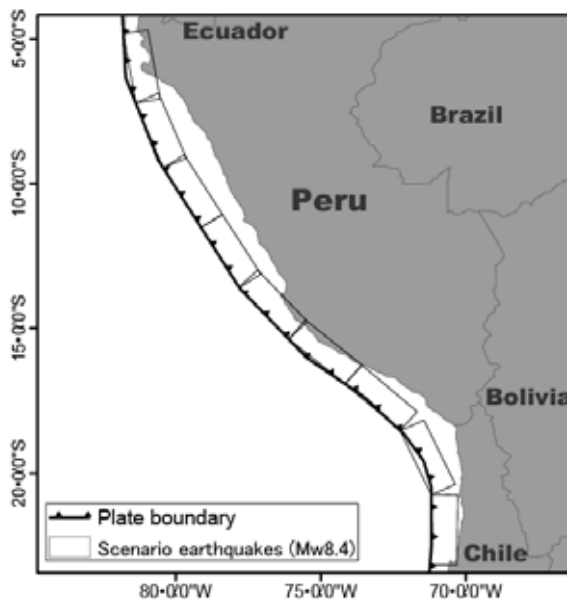


図 4.2.1 ペルー沿岸のシナリオ地震  
(断層の分布, Mw8.4 の地震の例)

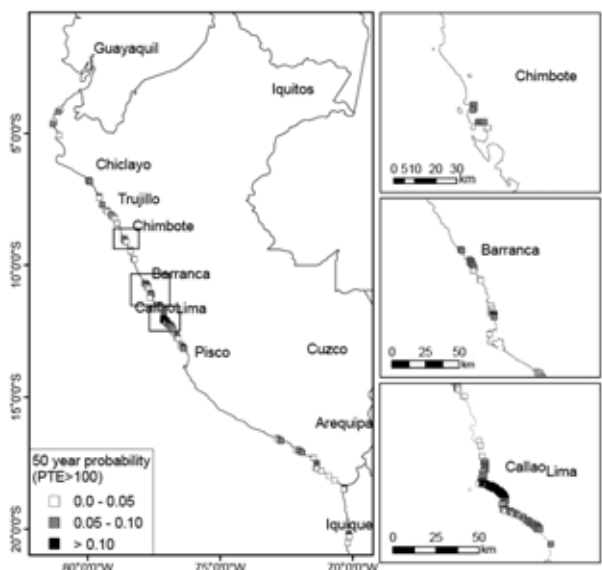


図 4.2.2 ペルー太平洋岸における津波リスクの  
表示例

50 年の地震津波において死者が 100 人以上となる確率の分布を求めた結果である。この結果から、地震の発生履歴と発生確率、津波曝露人口・死亡率の関連でもっともリスクが高い地域はリマであることを明らかにした(Yanagisawa et al., 2011)。その結果、本グループの活動として、リマ沿岸部での詳細な津波浸水・被害予測およびハザードマップを改訂するという具体的な課題を設定した。

## 2) 構造物データと被害関数を利用した構造物被害の算定【担当：東北大・筑波大】

次のステップとして、リマの沿岸部を対象領域として、津波の陸上遡上に伴い発生し得る建物被害と道路等のインフラ被害を推定した。具体的には、津波遡上シミュレーションから得られる津波外力(波高・浸水深・流速)と、津波外力に応じた建物被害率曲線を組み合わせ、津波氾濫流により発生し得る家屋被害の棟数と程度を推定するとともに、道路インフラ等の津波に対する脆弱性を構造力学的に評価した。

図 4.2.3 に示すのは、リマ沿岸部の詳細解析対象地域である。モデル地域として Callao 市を選択した。津波の発生域から陸上まで 135m から陸 5m の格子で離散化し、最新の海底地形調査と陸上標高データを統合したメッシュデータを作成した。なお、シミュレーションで用いた地盤高・土地利用・構造物データは、本研究の他のグループと連携して作成したものである。

地震のシナリオとしては、G1 の成果である Pulido et al. (2011) により提案された、最新のプレートのカップリングを考慮した 12 ケースのシナリオと、既往最大とされる 1746 年の津波記録から復元したシナリオ(Jimenez et al., 2013)を採用し、それぞれの地震シナリオに対する津波浸水解析を行った。その結果を図 4.2.4 に示す(Adriano et al., 2013)。上記の結果を用いて、Callao 市 Playa La Punta 地区の建物被害推定を行った(図 4.2.5)。東日本大震災の事例から得られた被害関数を適用して、予測した津波浸水深に対する建物被害の有無を推定することができた。今後は、この結果を踏まえてリマにおける津波浸水想定の見直し、津波浸水マップの改訂を行っていく予定である。

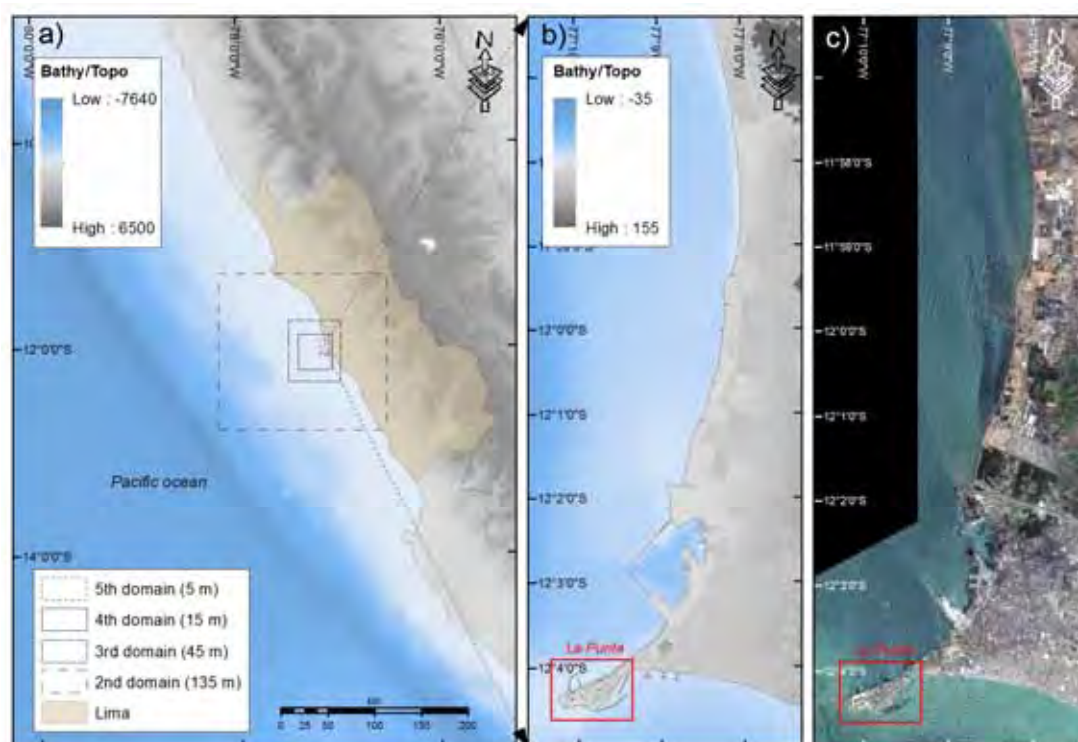


図 4.2.3 リマ沿岸部の津波浸水予測対象領域



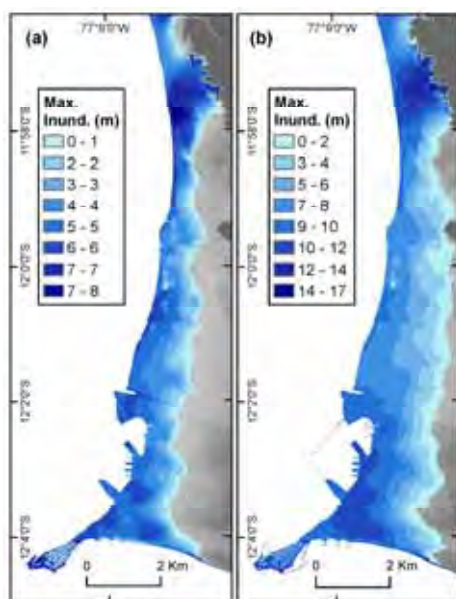


図 4.2.4 想定地震シナリオによる津波の予測浸水深 (a) Pulido et al. (2011)のシナリオ, (b) 1746 年地震の復元

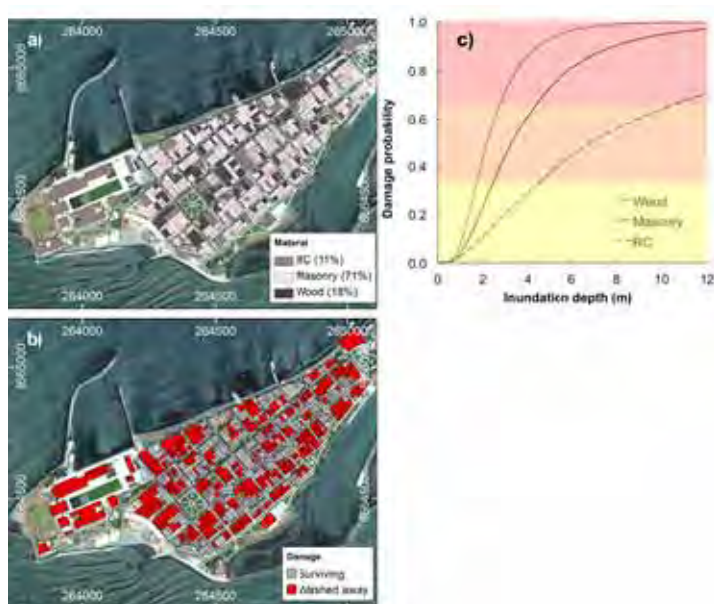


図 4.2.5 (a)Playa La Punta 地区の建物構造別分布, (b)津波の浸水による建物被害推定結果, (c)構造別の津波被害関数

### 3) 津波減災技術の基盤構築【担当：東北大・筑波大・建研】

上記の研究成果を踏まえ、ペルーの社会的状況や土地利用状況、津波来襲特性に応じた減災対策を立案するための総合的な知見を整備した。具体的には、津波ハザードマップを作成する技術要件の整備、人的被害軽減を目標とした土地利用施策、津波避難ビル等の緊急避難施設の設計指針等、相手国の研究者・技術者・防災担当者が利用できる技術基盤を構築した。

まず、津波ハザードマップを作成する技術要件の整備については、ペルーにおいて3回のテクニカルセミナーを開催し、それぞれ、津波予測モデルの基礎理論、シミュレーションの実行、被害推定手法について技術移転を行った。また、ペルー側研究者を2回東北大で受け入れ、津波波源モデルの構築と津波浸水予測手法の研修を行った。さらに、東日本大震災の被災地での現地調査も共同で実施した。現在 DHN で津波警報に用いる津波予測カタログの作成およびハザードマップの更新に取り組んでおり、技術移転の効果が表れている。また Callao の浸水シミュレーション結果が現地の津波避難計画でも参照されており、地域減災計画の立案に成果を上げている。

次に、リマにおける津波浸水予測結果を用いた減災策について検討した。具体的には、津波浸水予測を行った Callao 市 La Punta 地区での避難計画をマルチエージェントシミュレーションにより評価した (Mas et al., 2013)。La Punta 地区では、20カ所の避難ビルを設定しており、4370人の市民が地震発生から20

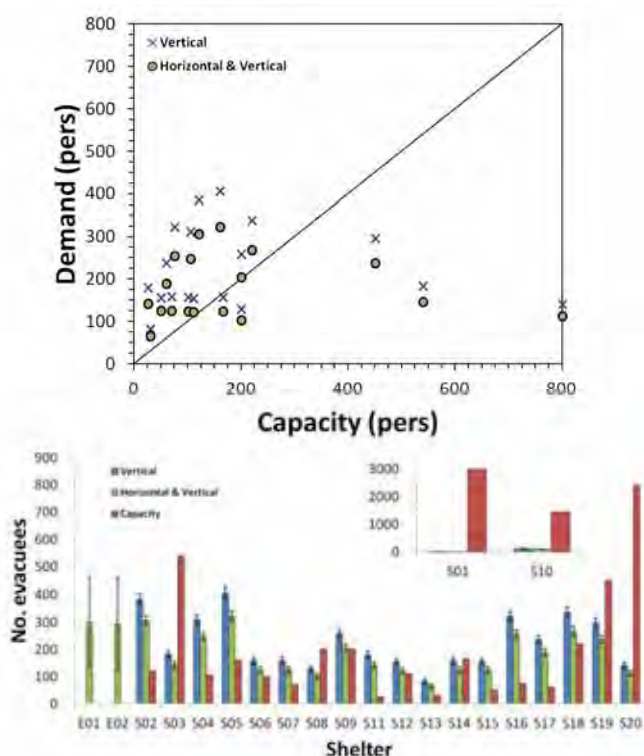


図 4.2.6 Callao 市 La Punta 地区の津波避難ビルの性能評価 (収容可能人数とシミュレーションで求められた避難者数の関係)

分以内に避難を完了する必要がある。ここでは年齢に応じて4種類のエージェント属性を設定して、徒歩・自動車での避難シミュレーションを実施し、避難開始時間、避難方法、避難ビルへの到達時間、収容者数、津波の来襲特性と地理的要員の関連で、適性を評価した。図 4.2.6 にその結果を示す。結果として、現在の津波避難ビルのうち、13 棟で収容可能人数を超え、7 棟で収容可能人数を大幅に下回るということが分かった。すなわち、地域の避難ビルの配置の再検討を行うための基礎的資料を提供することができた。

また、G2 の研究成果の社会実装の一環として、ペルー側機関である CISMID, INDECI, DHN および Callao 市の協力を得て、La Punta 地区の避難訓練（児童含む市民約 2000 人が参加）も実施した（図 4.2.7）。このような活動を通じて、ペルー国の津波対策の推進に資する成果を提供することが出来た。



図 4.3.7 (a) Callao 市 La Punta 地区の避難訓練のバナー、(b) 海軍学校校舎への避難状況、(c) 避難訓練後に開催された市長や関係者との協議

## (2) 研究成果の今後期待される効果

ペルー国における SATREPS 事業では、津波予測技術（津波想定、津波浸水シミュレーション）の移転、被害想定手法の習得、数値シミュレーションを利用したハザードマップの改訂方法、避難計画の評価と改善という一連の対策の高度化に取り組むことができた。この一連の手法を標準化し、南米諸国への展開に取り組んでいく予定である。現在、津波グループリーダー（越村）は SATREPS 事業ではチリのプロジェクトにおいて津波被害想定手法の高度化を、平成 26 年度から開始予定のコロンビアのプロジェクトでは津波対策全般の課題を担当しており、JICA の技術支援プロジェクト（エクアドル）においても津波専門家として参加している。ペルーでの成果を基盤とした横展開を図っていく。



### 4.3 建物の耐震性向上（豊橋技術科学大学 他）

#### (1) 研究実施内容及び成果

ペルーの都市および地方の建物現況調査および過去の地震被害分析等から、都市・地域の建物群の脆弱性を評価し、その耐震化戦略を構築した。次に、耐震性向上のための補強技術を開発し、その効果を構造実験や数値解析により検証した。ペルーの建物は、都市部では鉄筋コンクリート造や組積造が、山村部などでは日干しレンガ造などが多く、さらに歴史的建築物や世界遺産も数多いことから、それぞれの構造様式・用途に応じた耐震性向上を目指した。

#### 1) 組積造建築物に関する耐震データベース構築【担当：豊橋技科大，建研，名古屋大，東大】

組積造（枠組み組積造や日干しレンガ造を含む）は途上国に一般的な構造様式であるが、耐震診断、補強に必要な部材耐力や変形能の評価方法は確立されていない。そこで、ペルーを含む複数の途上国の研究機関の協力を得て、既往の実験データを収集・整理し、耐震診断、補強技術の開発の基本的なデータベースを構築した（図 4.3.1）。建築研究所は、長年にわたり途上国を対象とする地震防災技術協力を実施しており、情報収集にその協力関係や人的ネットワークを活用することができた。

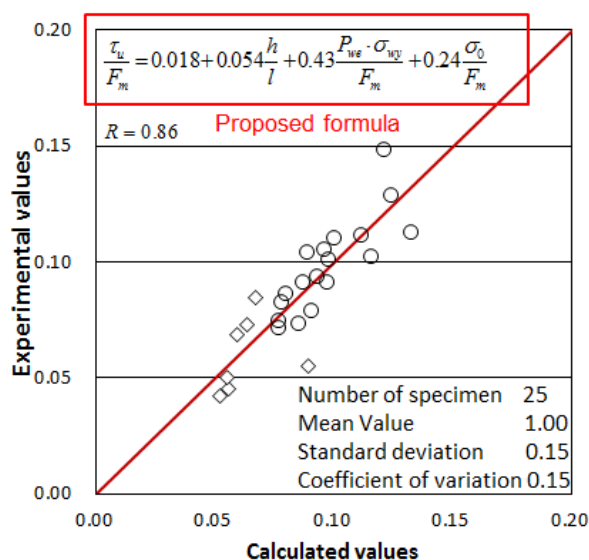


図 4.3.1 実験データから補強組積造壁(RM)のせん断耐力の回帰式を提案した。この式により材料強度と寸法から壁のせん断耐力を精度よく推定することが可能である。耐震データベースを用いて、同様の回帰式を様々な部材について提案している。

#### 2) ペルーの建築物を対象とした耐震診断・補強技術の開発【担当：東大，名古屋大，建研，豊橋技科大】

鉄筋コンクリート造，組積造，日干しレンガ造など，ペルーの建物構造種別に応じた耐震診断法および耐震補強技術を開発し，都市・地域の建物群の脆弱性評価と耐震化戦略に繋げた。また，リマ市内の複数の建物に強震計を設置し，地震時の建物性能をモニタリングするシステムを構築した（図 4.3.2）。

2011 年 11 月には CISMID に構造実験装置を搬入し（図 4.3.3），ペルーに特徴的な低靱性 RC 壁の破壊実験を行い，その部材性能を明らかにした。また，煉瓦壁の面外崩壊挙動を解明するための振動台実験と個別要素法を用いた解析手法の開発を行い（図 4.3.4），高度な耐震診断を可能とした。さらに，低靱性 RC 壁の補強方法として炭素繊維シートを部分的に用いた安価な補強技術を提案し，その性能検証実験を行った（図 4.3.5）。

また，南米では免震構造の普及が遅れていることから，免震構造や制振構造のような高度な耐震補強技術の導入と普及を目指し，その経済効果を測る数値解析を行った（図 4.3.6）。



図 4.3.2 リマ市内の複数の建物にネットワーク強震計を設置し、日本からインターネット経由で地震時の建物性能をモニタリングできるシステムを構築した。地震発生時に最大応答値をメールで自動送信する機能も備えている。すでに多くの記録が得られており、建物の地震時挙動の解明に活用が期待される。



図 4.3.3 CISMID に油圧式加力システムを導入し、低靱性 RC 壁、枠組み組積造をはじめペルーに特有の構造部材の破壊実験を数多く実施し、その破壊性状を明らかにした。

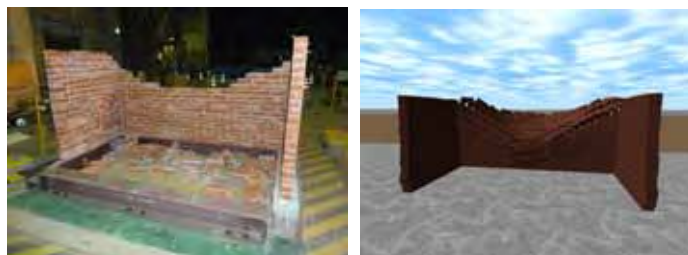


図 4.3.4 煉瓦壁の面外破壊挙動を再現する振動台実験を行い、その結果を元にシミュレーション解析手法を開発した。



図 4.3.5 炭素繊維シートを用いた補強実験から、壁の両脇に貼り付けた安価な部分補強でも十分に脆性破壊を防止できることを明らかにした。

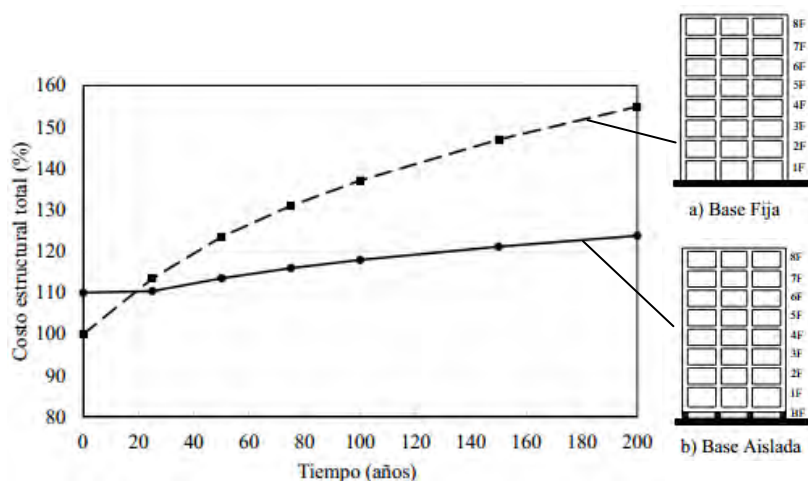


図 4.3.6 リマ市内の 8 階建て RC 造建物を想定し、免震構造にすることで初期建設費用は増加するものの地震被害コストを考慮したライフサイクルコストは低下することを数値シミュレーションにより明らかにした。

### 3) 歴史的建築物の耐震化技術の開発【担当：秋田県立大】

歴史的建築物(インカ遺跡, 歴史的アドベ造建物など)について, 過去の災害事例を調査し, 地震・津波のハザードと重ね合わせて, 災害リスクの高いものを抽出した. これらについて, 構造特性の現地調査を行い(図4.3.6), 歴史的な価値を保護しながら耐震化する技術を開発した. また, この耐震化技術を構造要素実験や数値解析により検証した(図4.3.7).



図 4.3.6 リマ旧市街地の歴史的アドベ造建物の微動計測

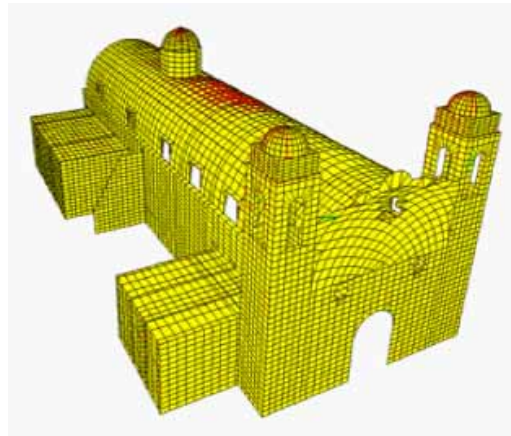


図 4.3.7 クスコ市内の教会の地震応答解析

#### (2)研究成果の今後期待される効果

本研究で提案・開発された耐力評価式や耐震診断・補強技術を用いることで, ペルー国内の組積造をはじめとする多くの地震脆弱建物の耐震診断が迅速に行われ, 耐震補強が促進されることにより, ペルー国の地震安全性が向上することが期待される.

また, アドベ造や枠組み組積造など日本にはない構造様式の部材の破壊性状に関する貴重なデータが得られたことから, 本研究で構築された耐震データベースや構造解析技術は, 今後, 同様の構造様式を有する他の発展途上国の建物の耐震性評価にも利用可能である.



#### 4. 4 空間基盤データ構築と被害予測（東京工業大学 他）

##### (1)研究実施内容及び成果

リモートセンシング技術を利用して、建物台帳データを構築するとともに、衛星画像の立体視による広域での標高・地形モデルを構築した。また、2007 年ピスコ地震の前後の衛星画像を用いて被害検出を行い、現地調査結果と比較して被害把握手法の適用性を検証した。これらのデータを用いて、シナリオ地震に対する被害予測を行った。

##### 1) 地域空間基盤データの構築【担当：東工大・広島大・千葉大】

数値標高モデル(DSM)や建物分布等の空間基盤データの構築として、既に全世界的に整備されている ASTER-GDEM(分解能 30m)の DSM や Terra/ASTER 画像等の立体視によって、リマ首都圏等の検討対象地域に対する広域的な地理条件を把握し、この標高モデルから得られる傾斜や水域等の情報を用いて、広域地形モデルを構築した。さらに、高分解能衛星画像データ(ALOS/PRISM および IKONOS)の立体視に基づき約 5m 分解能の DSM を作成して、それぞれの高さ精度とオフセットを実際の建物高さとの比較から明らかにして統合することでリマ市全域の地物高さデータを作成した(図 4.4.1)。

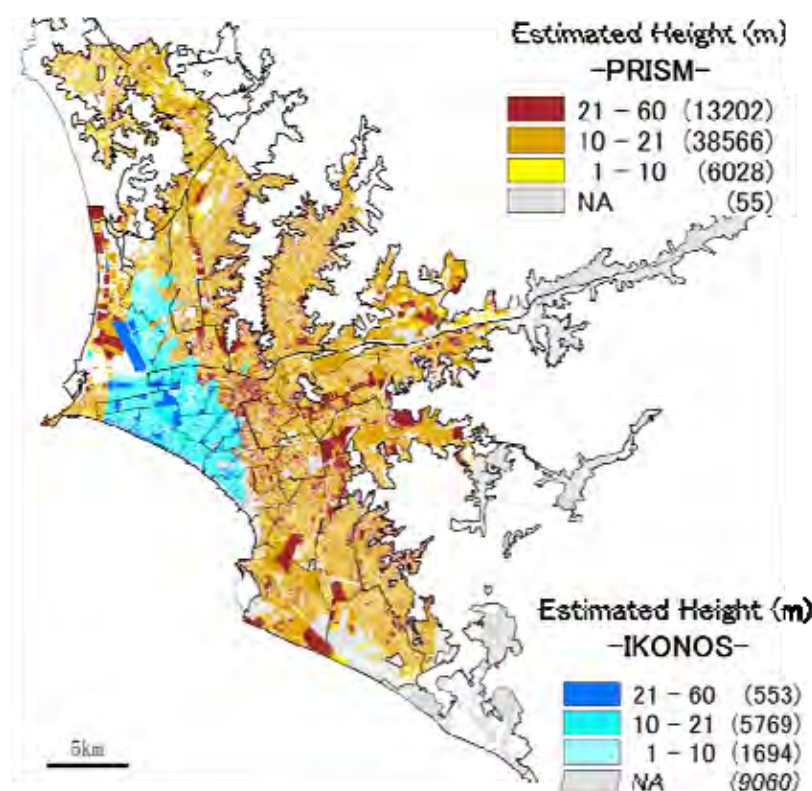


図 4.4.1 ALOS/PRISM および IKONOS の立体視から算出したリマ首都圏における地物高さの分布

また、人工衛星 LANDSAT 画像(分解能 30m)の時系列画像および既存の地図を参照して市街地の発展状況を把握するとともに(図 4.4.2)、国勢調査統計データやペルー側が現地調査した建物情報および衛星画像データに基づき作成した DSM を利用して建物高さや構造形式を考慮した世帯数の推定手法を提案し、リマ市全域について建物台帳データを構築した。図 4.4.3 は、構造形式や建物高さごとに構築した建物台帳データの一例として、全建物に対するアドベ造および耐震性の低い組積造建物の割合を示したものである。また、タクナ市についても ALOS/PRISM 画像から建物高さのデータを生成し、建物台帳データを構築した(図 4.4.4)。また、WorldView-2 衛星画像によるオブジェクト解析と教師付き分類の併用に基づき建物抽出と街区抽出を行った。



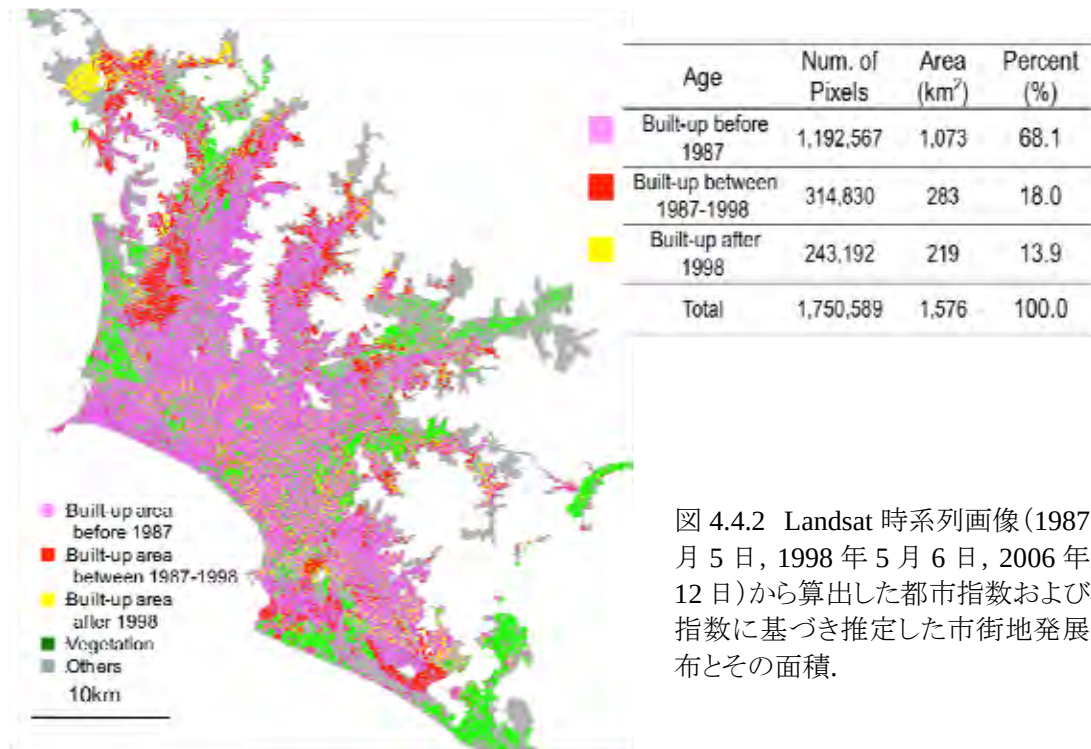


図 4.4.2 Landsat 時系列画像(1987 年 3 月 5 日, 1998 年 5 月 6 日, 2006 年 5 月 12 日)から算出した都市指数および植生指数に基づき推定した市街地発展の分布とその面積。

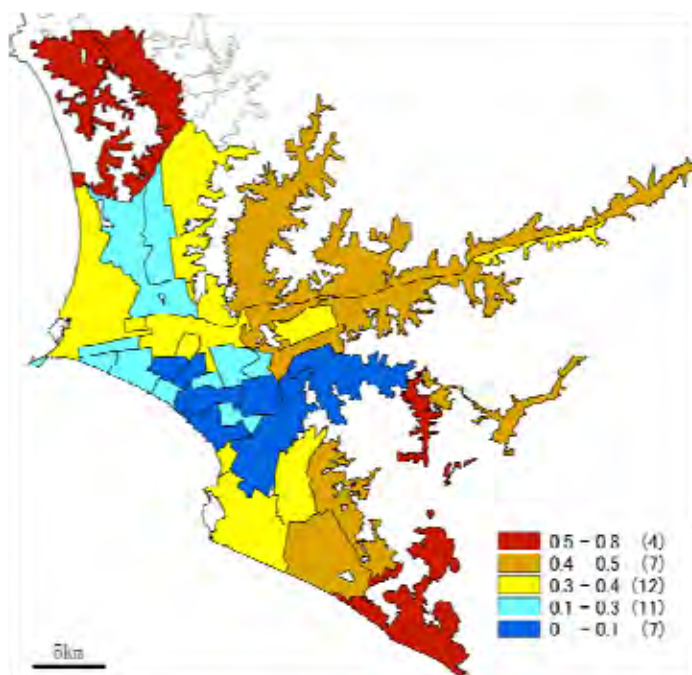


図 4.4.3 国勢調査統計データ, 衛星画像データおよび現地調査による建物情報を利用して構築した建物台帳データ(全建物に対するアドベ造と耐震性の低い組積造建物の割合の分布)。

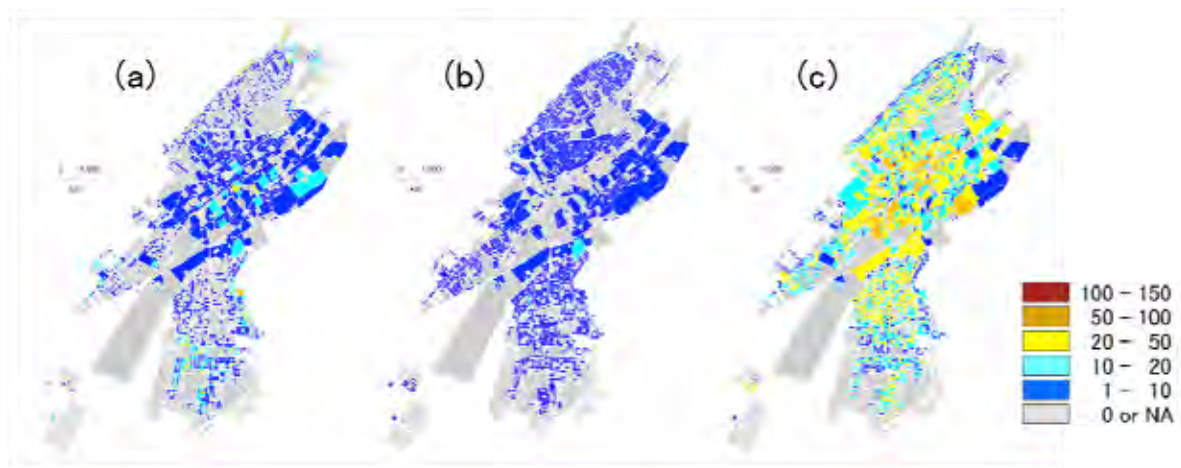


図 4.4.4 国勢調査統計データ, 衛星画像データを利用して構築したタクナ市の建物台帳データの世帯数分布 (a)アドベ造, (b)耐震性の低い組積造建物, (c)低層コンクリート造建物.

## 2) ペルーに適した被害把握技術の構築【担当：千葉大・東工大・広島大】

人工衛星に搭載した L バンド合成開口レーダ (SAR) 画像を利用したペルーにおける地震被害域の早期かつ半自動的な把握技術手法について検討し, 2007 年ペルー地震のピスコ市においてペルー側が実施した建物被害の現地調査データを活用することで, ペルーの構造物や被害の特徴を考慮した建物被害率の推定手法に改良した. 図 4.4.5 には ALOS/PALSAR 画像から推定した建物被害率の分布を示す. さらに, 地震の震度情報に基づく被害関数と統合することで, より精度よく建物被害率を推定するモデルへと拡張した. また, 地震前後の光学衛星画像を用いて建物被害の目視判読を行い, 現地調査結果との比較から, その判読精度を明らかにした. ALOS/PALSAR の画像の干渉 SAR 処理からは 2007 年の地震の広域地殻変動を抽出できることを示し (図 4.4.6), 講習会を通じてこれらの画像処理技術をペルー側の研究機関に移転した.

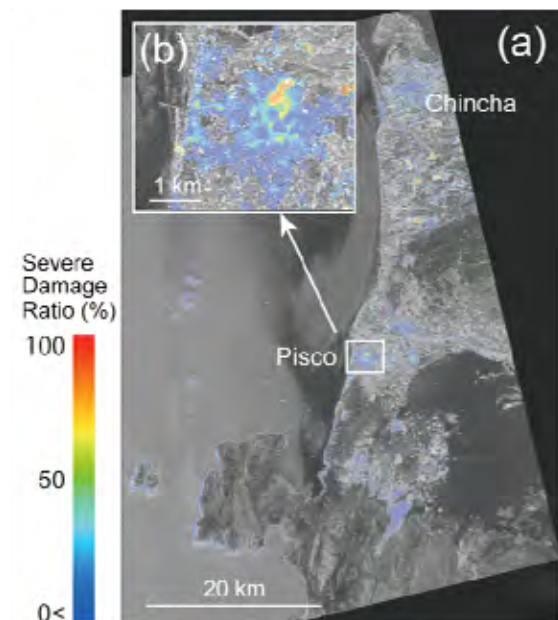


図 4.4.5 ALOS/PALSAR 画像による 2007 年ピスコ地震の建物被害率推定.

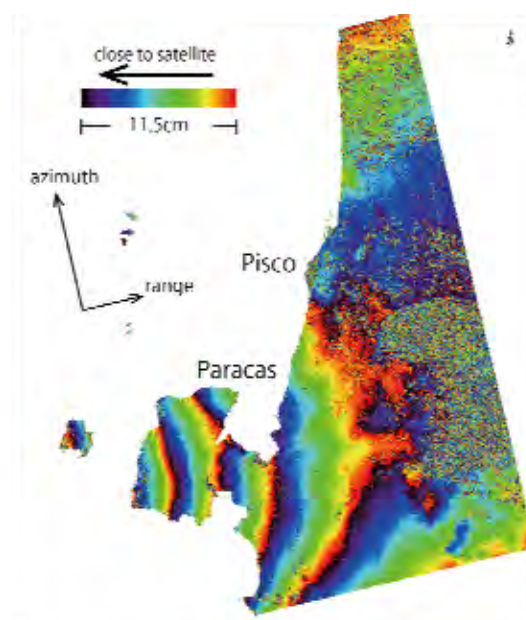


図 4.4.6 ALOS/PALSAR 画像の干渉処理により推定した 2007 年ピスコ地震の地殻変動分布.

### 3) シナリオ地震に対する被害予測【担当：東工大・広島大・千葉大】

ピスコ地震による建物被害データおよび常時微動観測等に基づく地盤ゾーニング結果と推定される地震動強さを用いて、最大加速度(PGA)、最大速度(PGV)を説明変数とするアドベ造および組積造建造物の被害関数を構築した。鉄筋コンクリート建造物については数値シミュレーションによる解析から被害関数を構築した(図 4.4.7)。そして、地盤・地震動グループが設定したシナリオ地震の地震動分布と組み合わせることで被害率を算出し、1)にて構築した建物台帳データと掛け合わせることで、海溝型巨大地震に対するリマ市全域での被害予測を行った。地震動として、震源域(12 ケース)と破壊開始地点(9 点)の組み合わせの形 108 シナリオによる最大加速度分布が得られ、さらに、それらの平均値と標準偏差が求められている。図 4.4.8 には地震動強さとして平均値を入力した場合と平均値に標準偏差を加えた場合の大被害世帯数の分布を示す。沿岸に近い地域ほど被害の危険性が高く、これは、最大加速度が相対的に大きいからであるが、最大加速度が小さい地域であっても耐震性が低い組積造建物が多く分布している地域では被害の危険性が高い。耐震補強の有用性を検討するために、アドベ造および耐震性の低い組積造建物が耐震性の高い組積造建物に耐震化されたと仮定して大被害世帯数を推定した結果を図 4.4.9 に示す。シナリオ地震の入力として最大加速度の平均値を用いた場合には、耐震化により被害世帯数が 85%低減し、平均値に標準偏差を加えた地震動が入力した場合でも 52%の低減効果があることを明らかにした。

タクナ市に影響を及ぼすと考えられるシナリオ地震についても 108 ケースの最大加速度分布が得られ、それらの平均値と標準偏差が求められている。図 4.4.10 は地震動強さとして平均値を入力した場合と平均値に標準偏差を加えた場合の大被害世帯数の分布を示す。平均値に標準偏差を加えた場合であっても大被害世帯数が 82 とそれほど大きくはない。これは、地震動が大きい場所でも PGA が 300cm/s/s 程度であり、アドベ造建物に大被害を与える確率(図 4.4.7 参照)が 1%程度にすぎないからである。そこで、108 ケースの内、タクナに最も大きな地震動を与える最悪ケースについても大被害世帯数を計算した。図 4.4.11 にその結果を示す。PGA は約 400cm/s/s になることから、アドベ道の約 20%、耐震性が低い建物の数%が大被害を受ける。リマ市と同様に、耐震補強の有用性を検討するために、アドベ造および耐震性の低い組積造建物が耐震性の高い組積造建物に耐震化されたと仮定して大被害世帯数を推定した結果も図 4.4.11 に示している。耐震化により被害世帯数が 77%低減することがわかる。

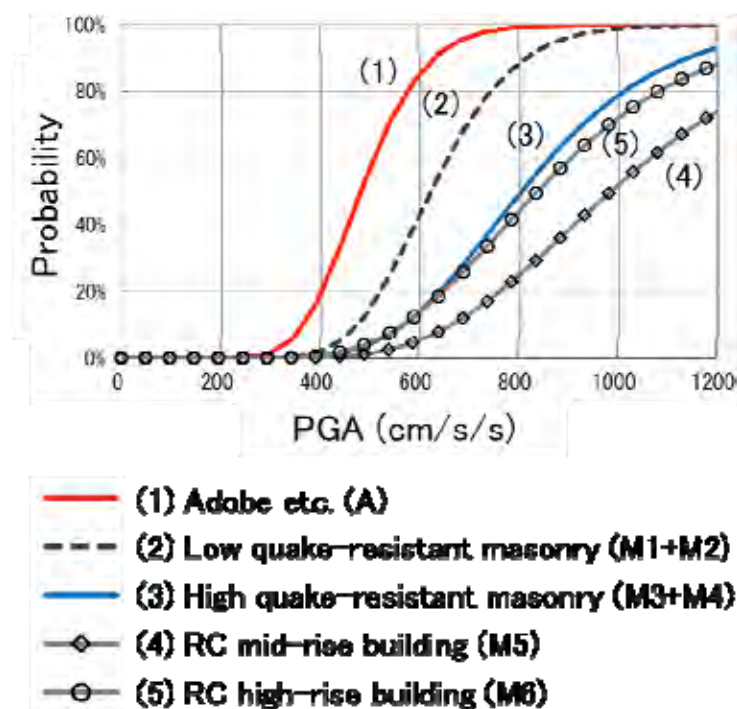


図 4.4.7 建物分類ごとの被害率 (EMS-98 における G4 と G5 相当) 曲線。(1) アドベ造, (2) 耐震性が低い組積造, (3) 耐震性が高い組積造, (4) 中層の鉄筋コンクリート造, (5) 高層の鉄筋コンクリート造。



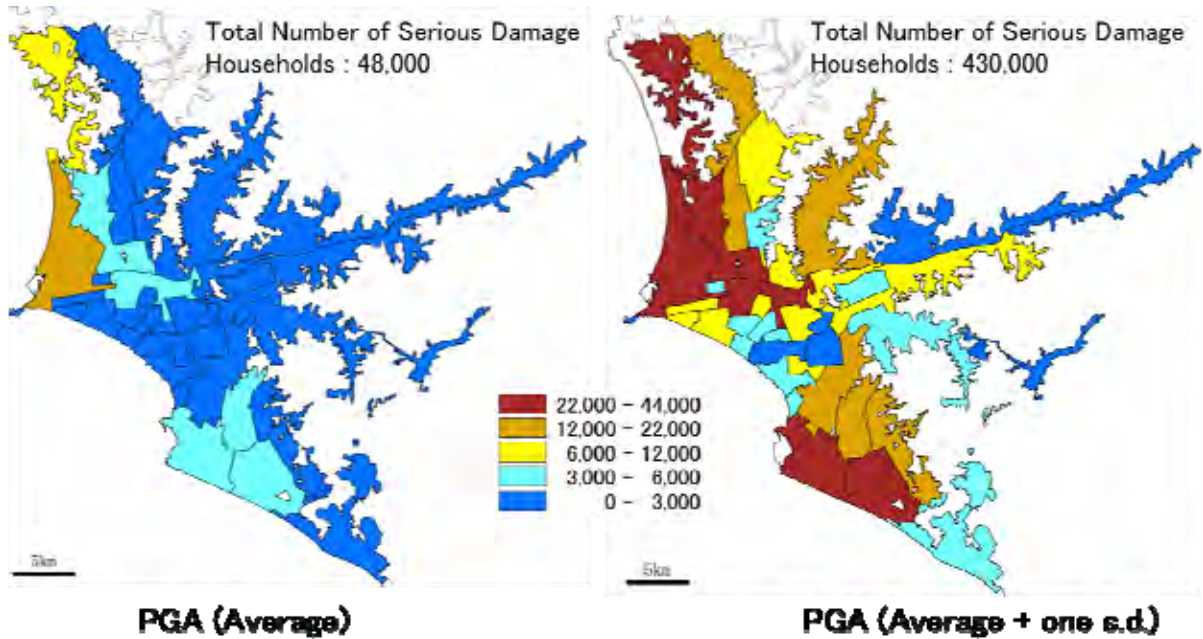


図 4.4.8 シナリオ地震による大被害世帯数の分布. 複数シナリオ地震から計算された最大加速度の平均値を入力として用いた場合(左図), 平均値+標準偏差を入力として用いた場合(右図).

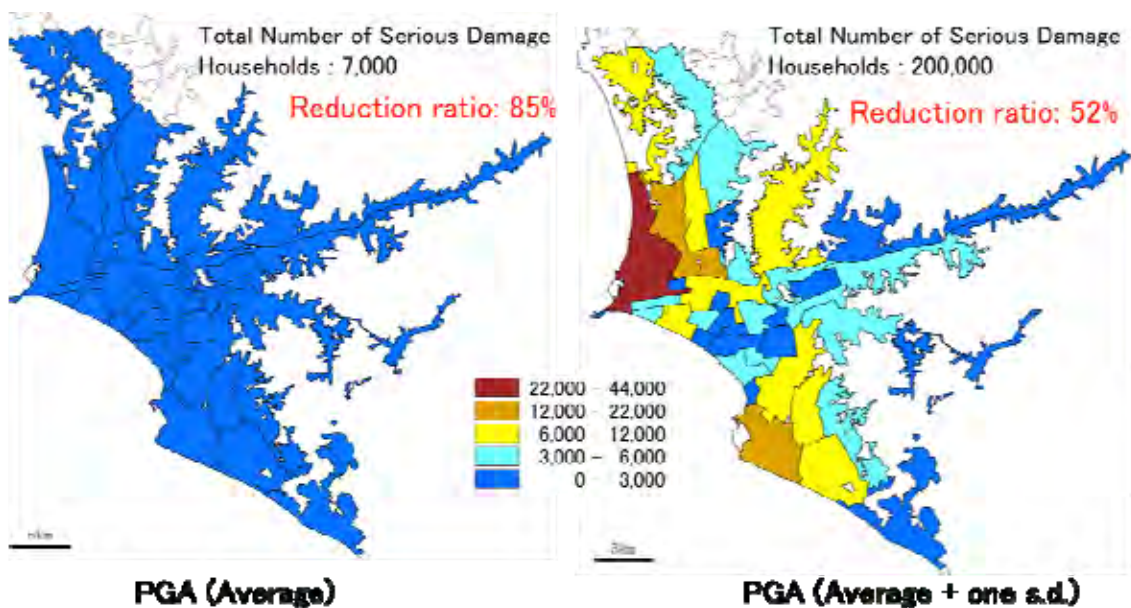


図 4.4.9 耐震補強をした場合のシナリオ地震による大被害世帯数の分布. 複数シナリオ地震から計算された最大加速度の平均値を入力として用いた場合(左), 平均値+標準偏差を入力として用いた場合(右).



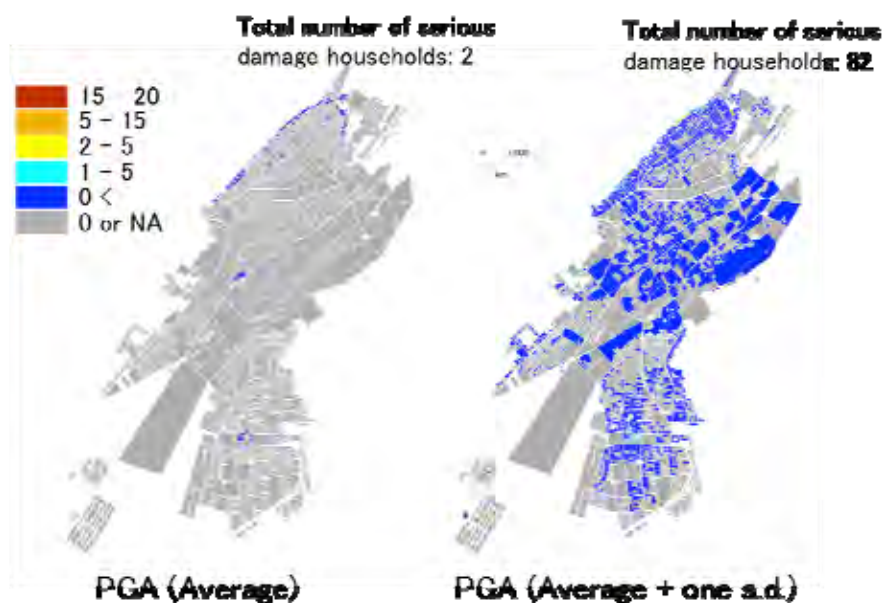


図 4.4.10 タクナ市に対するシナリオ地震による大被害世帯数の分布. 複数シナリオ地震から計算された最大加速度の平均値を入力として用いた場合(左図), 平均値+標準偏差を入力として用いた場合(右図).

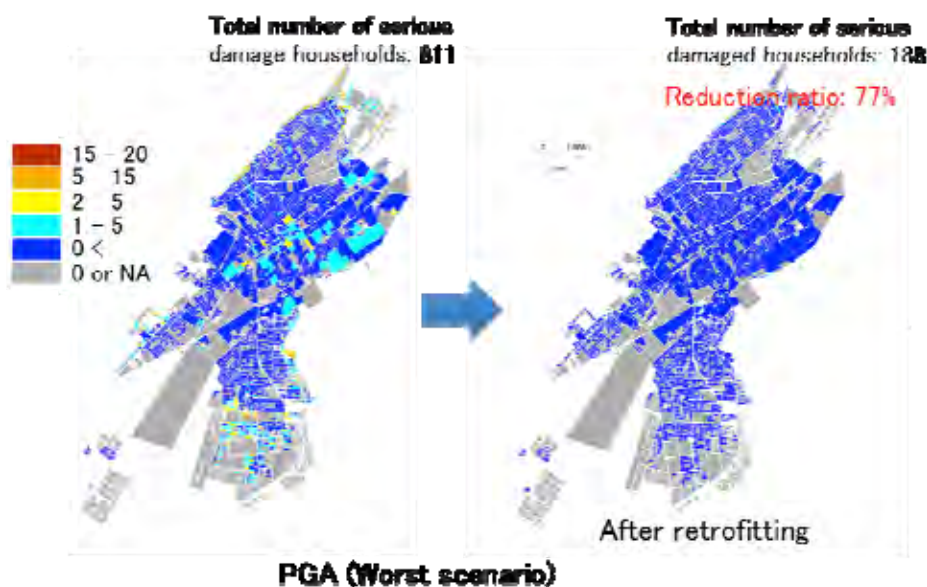


図 4.4.11 タクナ市に対するシナリオ地震のうち, 最悪ケースの地震による大被害世帯数の分布(左図). 耐震補強した場合の大被害世帯数の分布(右図).

## (2)研究成果の今後期待される効果

本研究にて提案した建物台帳等の空間基盤データの構築手法はリマ首都圏やタクナ市以外にも展開可能であり, 日本が開発した ALOS 衛星の PRISM センサや Terra 衛星の ASTER センサの画像に基づく数値標高モデルが防災に有効に活用されていくことが期待される. また, ここで開発した被害把握技術は 2014 年 5 月下旬に打ち上げられた ALOS-2 衛星の SAR 画像に適用可能なことから, 今後, ペルーや同様の構造物が分布する国において地震が発生した場合には, 被害域を早期かつ正確に把握できるようになる. 本研究にて構築した被害関数と被害予測手法を用いることで, 様々なシナリオ地震に対して被害予測が行え, さらに, 耐震化した場合の被害低減効果を推計することができるなど, ここでの成果はペルーにおける防災施策立案に役立つものと期待される.

#### 4.5 地域減災計画（千葉大学 他）

##### (1)研究実施内容及び成果

研究代表者グループにおいては、研究全体を統括するとともに、各研究グループの成果をまとめて地域減災計画に反映させ、ペルー側と共同で防災行政機関や地域社会への教育・普及を図った。

##### 1) 研究総括と調整連携【担当：千葉大】

研究の推進を統括し、各研究グループやペルー側との調整・連携を行った。研究連絡会議を主催し、ペルーと日本で毎年交互に行う全体ワークショップを企画・実施した。また、千葉大学に本研究事業用の Web ページを立ち上げ、日本側の情報交換、ペルー側との連携、さらに成果の公表に利用した。

##### 2) 地域特性を考慮した地域減災計画【担当：千葉大・立命館大・東北大】

シナリオ地震に対する被害予測結果にペルーの生活習慣や文化に起因する地域特性を考慮して、ペルーの研究機関と共同でリマにおける将来的な地域減災計画のあり方をシミュレーションにより、検討した。その際に、他グループの研究成果を適宜参考にしつつ、かつ連携しながら、活用できるデータを共有し、本グループの解析に利用した。

リマ等の現地調査を通じて、ペルーの建物特性や地域のゾーニングに関する情報を入手し、リマの大まかな都市の特徴について理解した。また INDECI との打合せを通じて、進行中の SIRAD (Resource Information System for Disaster Response) という GIS システム(図 4.5.3)に触れ、本グループで検討しているシミュレーションのためのデータ活用可能性について議論した。

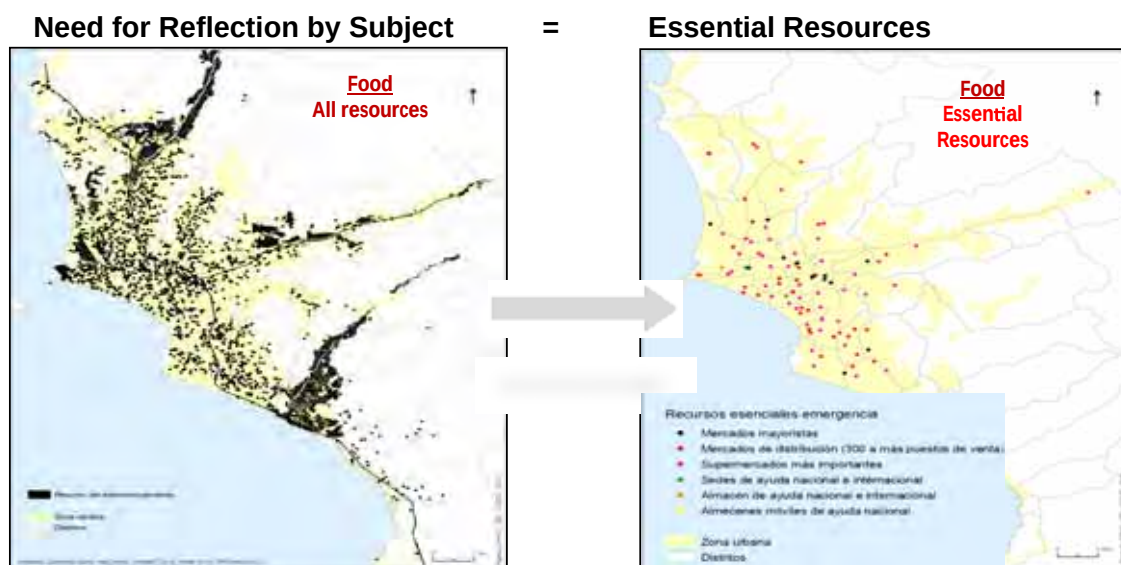


図 4.5.3 SIRAD の表示例

SIRAD のデータを参考に、シミュレーションの方法を決定し、そのうえでシミュレーションに必要なデータをすべて列挙し、それらのデータ収集に努めた。そのために、リマ市内および周辺地域の都市開発状況を調査し、住宅開発業者等にヒアリングを行い、住宅賃貸料、購入費用、リマにおける生活実態に関する情報収集のための調査を実施した。また INDECI や他グループとの打合せを通じて、必要なデータも入手した。さらに、入手したデータをシミュレーションに資するデータへと加工処理し、将来的な都市の脆弱性評価のためのシミュレーションを実施した。

##### 【リマにおける減災計画策定のための将来予測】

リマでは 20 世紀後半に、地方からの居住者が急激に増加してきた。その多くは不法滞在者であり、都市整備の行われていない地域に住み始め、劣悪なスラム街を形成してきた(図 4.5.4)。こうして拡大してきたリマの人口増加傾向を考慮して、将来的な土地利用と耐震化等施策による減災効果を評価した。

図 4.5.5 は、過去 10 年間(2003-2013)の人口の自然増加傾向である。この傾向を用いて、2030 年にお

ける人口を推計した. そのうえで, 減災戦略として, (X1)建物耐震化(耐震化率 20%と, 60%の 2 パターン)と(X2)土地利用規制(全規制, 半規制, 規制なしの 3 パターン)の二つの政策を設定した. また減災効果を推定するために, (X3)地震シナリオ(地震の有無)を設定した. その後, 図 4.5.6 のようなシミュレーション・モデルにより, 減災戦略全 6 パターンの地震の有無による地区ごとの脆弱性(人口と建物)を推定した.

対象地区は, 図 4.5.7 に示すようなリマとカヤオである. 行政界区分を考慮し, それらを 30 地区に分割した. また入手したデータを利用して, 当該地域の土地利用(図 4.5.8), 人口, 建物の脆弱性, 土地価格等を地区ごとに算出したうえで, 分析を行った. その結果の一例を図 4.5.9 に示す.

分析の結果, 以下のことが明らかになった.

- 1) 厳格な土地利用規制(耐震化率 60%)を布いた場合, 中央部の人口増加が抑制され, 人口は郊外に分散される. また, 人々は, 地震後に東部と北部の郊外地区に移動する傾向がある.

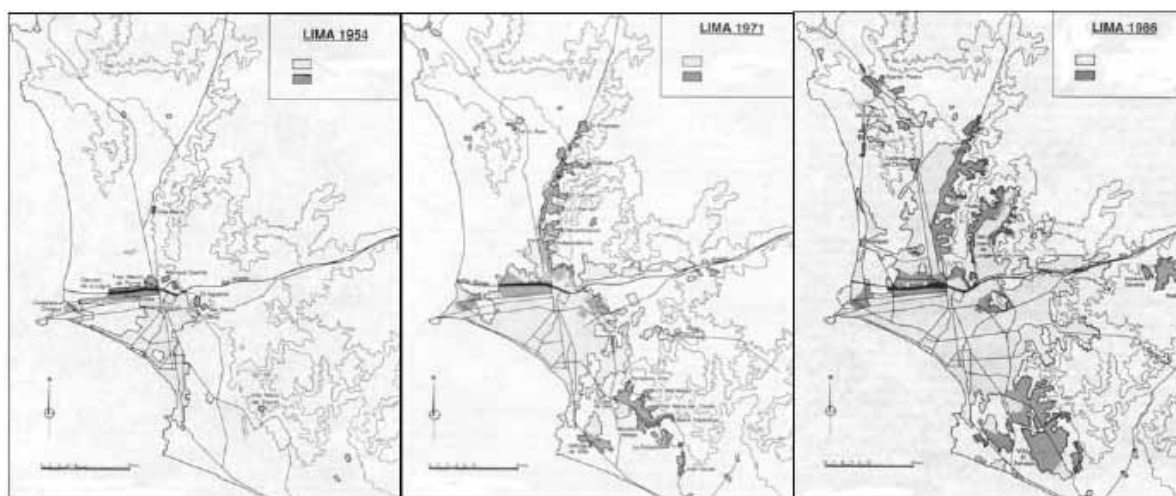


図 4.5.4 20 世紀後半におけるリマの居住区の増加(1954, 1971, 1986 年) (Driant, 1991)

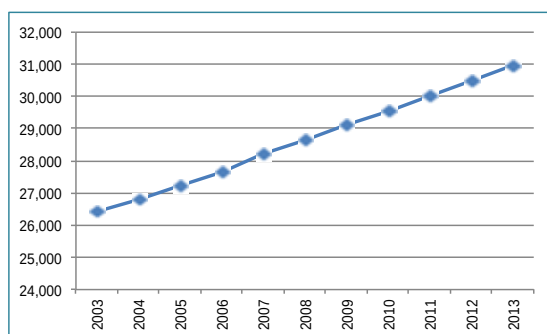


図 4.5.5 最近 10 年間(2003 年から 2013 年)の人口増加状況

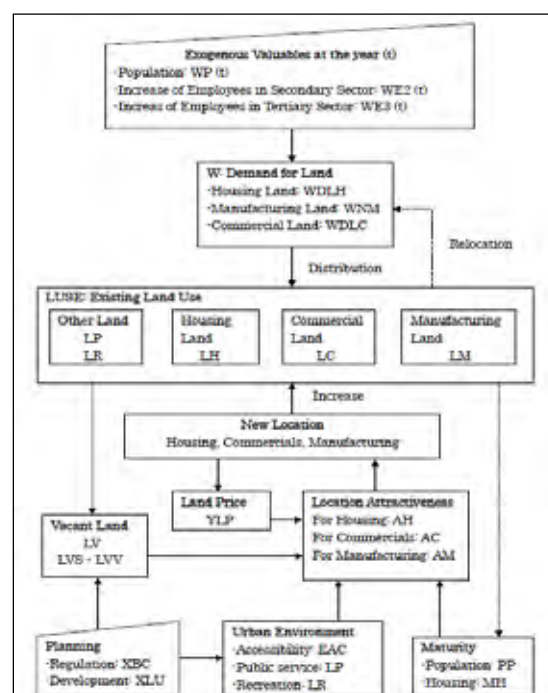


図 4.5.6 都市減災施策シミュレーション・モデル





図 4.5.7 リマとカヤオ地域の対象 30 地区

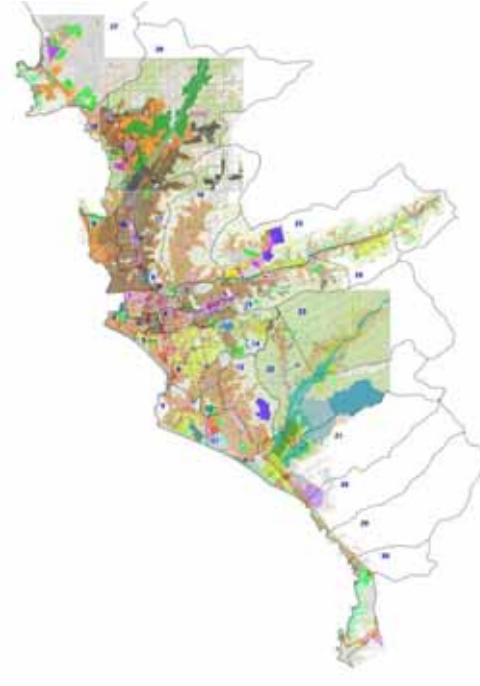


図 4.5.8 対象地域の土地利用区分

| Main District              | Base Year (P) | NEQ              |                    |       | EQ               |        |                    |        |
|----------------------------|---------------|------------------|--------------------|-------|------------------|--------|--------------------|--------|
|                            |               | P1               | P6                 | P6-P1 | P1               | P1     | P6                 | P6     |
|                            |               | XBC=0.6<br>XLU=0 | XBC=0.2<br>XLU=1.0 |       | XBC=0.6<br>XLU=0 | EQ-NEQ | XBC=0.2<br>XLU=1.0 | EQ-NEQ |
| 1 Lima                     | 38.8%         | -4.9%            | -4.2%              | 0.8%  | -1.2%            | 3.7%   | -0.1%              | 4.1%   |
| 2 San Miguel               | 19.4%         | -3.4%            | -2.8%              | 0.6%  | -2.0%            | 1.4%   | -1.3%              | 1.5%   |
| 3 Miraflores               | 25.2%         | -4.3%            | -3.4%              | 1.0%  | -2.6%            | 1.7%   | -1.3%              | 2.1%   |
| 4 La Victoria              | 27.7%         | -3.8%            | -3.8%              | 0.1%  | -1.1%            | 2.7%   | -1.1%              | 2.7%   |
| 5 Chorrillos               | 41.5%         | -7.0%            | -2.0%              | 5.0%  | -4.7%            | 2.3%   | 3.3%               | 5.3%   |
| 6 Santiago de Surco        | 45.0%         | -8.0%            | -4.0%              | 4.0%  | -6.0%            | 2.1%   | 0.1%               | 4.1%   |
| 7 Santa Anita              | 44.8%         | -5.8%            | -3.4%              | 2.4%  | -2.0%            | 3.8%   | 2.1%               | 5.5%   |
| 8 Rimac                    | 39.4%         | -5.7%            | -3.0%              | 2.6%  | -2.6%            | 3.1%   | 1.8%               | 4.9%   |
| 9 San Martin de Porres     | 31.6%         | -4.5%            | -3.8%              | 0.6%  | -1.6%            | 2.9%   | -0.8%              | 3.0%   |
| 10 Callao                  | 50.3%         | -5.8%            | -3.6%              | 2.1%  | -1.3%            | 4.5%   | 2.6%               | 6.2%   |
| 11 Villa El Salvador       | 18.1%         | -3.1%            | -2.2%              | 0.9%  | -1.8%            | 1.3%   | -0.2%              | 2.0%   |
| 12 San Juan de Miraflores  | 14.0%         | -2.9%            | -1.6%              | 1.2%  | -2.2%            | 0.7%   | -0.2%              | 1.5%   |
| 13 Villa Maria del Triunfo | 26.6%         | -4.4%            | -2.6%              | 1.8%  | -2.4%            | 2.0%   | 0.6%               | 3.1%   |
| 14 La Molina               | 33.8%         | -10.2%           | -3.4%              | 6.8%  | -10.7%           | -0.5%  | -0.8%              | 2.5%   |
| 15 Ate                     | 27.3%         | -5.1%            | -2.4%              | 2.7%  | -3.5%            | 1.6%   | 0.9%               | 3.3%   |
| 16 San Juan de Lurigancho  | 6.5%          | -1.6%            | -0.7%              | 1.0%  | -1.5%            | 0.1%   | -0.1%              | 0.6%   |
| 17 Comas                   | 12.3%         | -2.6%            | -1.5%              | 1.2%  | -2.1%            | 0.5%   | -0.3%              | 1.2%   |
| 18 Independencia           | 35.4%         | -4.7%            | -4.1%              | 0.6%  | -1.4%            | 3.3%   | -0.4%              | 3.7%   |
| 19 Puente Piedra           | 10.7%         | -2.7%            | 1.2%               | 3.9%  | -2.5%            | 0.2%   | 3.7%               | 2.5%   |
| 20 Ventanilla/Callao       | 6.6%          | -2.0%            | 0.3%               | 2.3%  | -2.1%            | -0.1%  | 1.5%               | 1.2%   |
| 21 Lurin                   | 16.4%         | -9.4%            | 6.4%               | 15.8% | -10.9%           | -1.6%  | 10.2%              | 3.8%   |
| 22 Pachacamac              | 1.5%          | -1.3%            | 1.5%               | 2.8%  | -1.4%            | -0.1%  | 1.7%               | 0.2%   |
| 23 Cieneguilla             | 5.4%          | -4.5%            | 2.0%               | 6.5%  | -4.8%            | -0.3%  | 2.5%               | 0.5%   |
| 24 Chacabayo               | 18.5%         | -5.5%            | -1.5%              | 4.0%  | -5.4%            | 0.1%   | 0.4%               | 1.9%   |
| 25 Lurigancho              | 15.0%         | -6.2%            | 1.1%               | 7.3%  | -6.9%            | -0.8%  | 3.6%               | 2.5%   |
| 26 Carabaybo               | 30.2%         | -16.3%           | 4.1%               | 20.4% | -18.8%           | -2.5%  | 8.0%               | 3.9%   |
| 27 Ancon                   | 56.9%         | -34.3%           | 22.3%              | 56.7% | -39.2%           | -4.8%  | 26.4%              | 4.0%   |
| 28 Punta Hermosa           | 61.5%         | -11.1%           | 12.1%              | 23.2% | -10.0%           | 1.1%   | 21.1%              | 9.0%   |
| 29 Punta Negra             | 18.9%         | -4.6%            | -1.9%              | 2.7%  | -4.3%            | 0.3%   | 0.2%               | 2.2%   |
| 30 Pucusana                | 31.8%         | -14.3%           | 2.4%               | 16.7% | -17.0%           | -2.7%  | 6.9%               | 4.5%   |



図 4.5.9 シミュレーション結果の例:脆弱な地に住む人々の比率の表示

- 耐震化がうまく成功すれば、とくに人口急増地区において、脆弱な建物の比率を有効に低下させることになる。逆に耐震化がうまくいかないと、被災後の脆弱な建物比率を一層増加させてしまう。
- 厳格な土地利用規制(耐震化率 60%)を布いた場合、脆弱な地域に住んでいる人口を有効に低減させることができる。また地震の発生は、すべての地区で脆弱地域の人口を増加させる傾向があり、とくに土地利用規制がなく、耐震化を進めていない場合には、その傾向が顕著に現れる。

## (2)研究成果の今後期待される効果

本分析に用いた手法は既に存在していたが、日本ほどデータが整備されていないペルーにおいても有効に利用できることが明らかになった。どのようなデータが整備されているかにもよるが、今後、他国においてもその利用が期待できる。

また数年間にわたる調査・研究活動を通じて、ペルー国内において防災教育ツールや防災教育環境を整備した。これらは、ペルーにおける今後の防災啓発活動や人材育成に貢献できる。



## § 5 成果発表等

### (1)原著論文発表 (国内(和文)誌 9 件、国際(欧文)誌 51 件)

#### 1. 著者、論文タイトル、掲載誌 巻、号、発行年

#### 国内(和文)誌

1. 越村俊一, 萱場真太郎, 1993 年北海道南西沖地震津波の家屋被害の再考 -津波被害関数の構築に向けて-, 日本地震工学会論文集, 第 10 巻, 第 3 号, 88-101, 2010. 8
2. 越村俊一, 今村文彦, 2010 年チリ沖地震津波の数値解析と人口統計データに基づく被災地の探索, 土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. 66, No.1, 1356-1360, 2010.10
3. 松崎志津子, 山崎文雄, ミゲル・エストラーダ, カルロス・サバラ, QuickBird 衛星画像を用いた 2007 年ペルー・ピスコ地震の建物被害把握, 地域安全学会論文集 No.13, 407-413, 2010.11
4. 庄司学, 谷裕典, 2006 年ジャワ島南西沖地震津波における家屋被害の検証, 土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. 66, No. 1, 286-290, 2010. 11
5. 丸山喜久, 松崎志津子, 山崎文雄, 三浦弘之, Miguel Estrada, 2010 年チリ地震に関する広域被害分析に向けた GIS の構築, 土木学会論文集 A1, Vol.66, No.1, 377-385, 2010.12
6. 吉井 匠, 松山昌史, 今村正裕, 越村俊一, 松岡昌志, Erick Mas, Cesar Jimenez, 土壌の簡易化学分析による津波浸水域調査, 土木学会論文集 B2, Vol. 67, I 1316-I 1320, 2011.11
7. 吉井 匠, 今村正裕, 松山昌史, 越村俊一, 松岡昌志, Eric Mas, Cesar Jimenez, 土壌中の化学成分を用いた津波浸水域の調査方法, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 67, No.1, pp.49-62, 2011. 8
8. 松岡昌志, Miguel Estrada: 2007 年ペルー地震の被災地を観測した ALOS/PALSAR 画像による建物被害推定モデルの構築, 日本地震工学会論文集, Vol.12, No.6, pp.36-49, 2012.11
9. 松崎志津子, ネルソン プリード, 山中浩明, 地元孝輔, 丸山喜久, 山崎文雄, 2007 年ペルー・ピスコ地震の調査データに基づく建物被害特性, 地域安全学会論文集, No. 21, pp. 27-36, 2013.11

#### 国際(欧文)誌

1. D. Calderon, F. Lazares, Z. Aguilar, T. Sekiguchi and S. Nakai: Estimation of Deep Soil Profiles in Lima Peru, Journal of Civil Engineering and Architecture, 5, pp. 618-627, 2011.7
2. Pulido N., Y. Yagi, H. Kumagai, and N. Nishimura: Rupture process and coseismic deformations of the February 2010 Maule earthquake, Chile, Earth, Planets and Space, 63, 955-959, 2011.12
3. D. Calderon, T. Sekiguchi, S. Nakai, Z. Aguilar, F. Lazares: Study of Soil Amplification based on Microtremor and Seismic Records, Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.12, No.2, 2012.5
4. Y. Maruyama, F. Yamazaki, S. Matsuzaki, H. Miura, M. Estrada, Evaluation of Building Damage and Tsunami Inundation Based on Satellite Images and GIS Data Following the 2010 Chile Earthquake, Earthquake Spectra, Vol. 28, No. S1, pp. S165-S178, 2012. 6
5. E. Mas, S. Koshimura, A. Suppasri, M. Matsuoka, M. Matsuyama, T. Yoshii, C. Jimenez, F. Yamazaki, and F. Imamura, Developing Tsunami fragility curves using remote sensing and survey data of the 2010 Chilean Tsunami in Dichato, Natural Hazards and Earth System Sciences, European Geosciences Union, 12, 1- 9, doi: 10.5194/nhess-12-1-2012, 2012.8
6. T. Yoshii, M. Imamura, M. Matsuyama, S. Koshimura, M. Matsuoka, E. Mas and C. Jimenez, Salinity in Soils and Tsunami Deposits in Areas Affected by the 2010 Chile and 2011 Japan Tsunamis, Pure Appl. Geophys., DOI 10.1007/s00024-012-0530-4, 2012.8
7. F. Yamazaki, C. Zavala, SATREPS Project on Enhancement of Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation Technology in Peru, Journal of Disaster Research, Vol. 8, No. 2, pp. 224-234, 2013.3
8. N. Pulido, H. Tavera, Z. Aguilar, S. Nakai, F. Yamazaki, Strong Motion Simulation of the M8.0 August 15, 2007, Pisco Earthquake; Effect of a Multi-Frequency Rupture Process, Journal of Disaster Research, Vol. 8, No. 2, pp. 235-242, 2013.3
9. S. Quispe, H. Yamanaka, Z. Aguilar, F. Lazares, and H. Tavera, Preliminary Analysis for Evaluation of Local Site Effects in Lima City, Peru from Ground Motion Data by Using the Spectral Inversion Method, Journal of Disaster Research, Vol. 8, No. 2, pp. 243-251, 2013.3
10. D. Calderon, Z. Aguilar, F. Lazares, T. Sekiguchi, and S. Nakai, Estimation of Deep Shear-Wave Velocity Profiles in Lima, Peru, Using Seismometers Arrays, Journal of Disaster Research, Vol. 8, No. 2, pp. 252-258, 2013.3
11. T. Sekiguchi, D. Calderon, S. Nakai, Z. Aguilar, and F. Lazares, Evaluation of Surface Soil Amplification

- for Wide Areas in Lima, Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 259-265, 2013.3
12. C. Jimenez, N. Moggiano, E. Mas, B. Adriano, S. Koshimura, Y. Fujii, and H. Yanagisawa, Seismic Source of 1746 Callao Earthquake from Tsunami Numerical Modeling, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 266-273, 2013.3
  13. B. Adriano, E. Mas, S. Koshimura, Y. Fujii, S. Yauri, C. Jimenez, and H. Yanagisawa, Tsunami Inundation Mapping in Lima, for Two Tsunami Source Scenarios, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 274-284, 2013.3
  14. E. Mas, B. Adriano, and S. Koshimura, An Integrated Simulation of Tsunami Hazard and Human Evacuation in La Punta, Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 285-295, 2013.3
  15. S. Sunley, K. Kusunoki, T. Saito, and C. Zavala, Experimental Study on Flexural Behavior of Reinforced Concrete Walls, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 296-304, 2013.3
  16. T. Saito, L. Moya, C. Fajardo, and K. Morita, Experimental Study on Dynamic Behavior of Unreinforced Masonry Walls, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 305-311, 2013.3
  17. C. Zavala, P. Gibu, L. Lavado, J. Taira, L. Cardenas, and L. Ceferino, Cyclic Behavior of Low Ductility Walls Considering Perpendicular Action, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 312-319, 2013.3
  18. C. Cuadra, T. Saito, and C. Zavala, Diagnosis for Seismic Vulnerability Evaluation of Historical Buildings in Lima, Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 320-327, 2013.3
  19. M. Matsuoka, H. Miura, S. Midorikawa, and M. Estrada, Extraction of Urban Information for Seismic Hazard and Risk Assessment in Lima, Peru Using Satellite Imagery, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 328-345, 2013.3
  20. M. Matsuoka and M. Estrada, Development of Earthquake-Induced Building Damage Estimation Model Based on ALOS/PALSAR Observing the 2007 Peru Earthquake, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 346-355, 2013.3
  21. Murao, T. Hoshi, M. Estrada, K. Sugiyasu, M. Matsuoka, and F. Yamazaki, Urban Recovery Process in Pisco After the 2007 Peru Earthquake, *Journal of Disaster Research*, Vol. 8, No. 2, pp. 356-364, 2013.3
  22. L. G. Quiroz, Y. Maruyama, and C. Zavala, Cyclic behavior of thin RC Peruvian shear walls: Full-scale experimental investigation and numerical simulation, *Engineering Structures* 52 (2013) 153-167, 2013.7
  23. H. Fukuyama<sup>1</sup>, M. Fujisawa, A. Abe, T. Kabeyasawa, Z. Shirane, T. Saito, and Z. Aguilar, Shaking Table Test on Seismic Response Properties of “Shicras,” Stones Wrapped in Vegetable Fiber Bags, *Journal of Disaster Research*, Vol.8, No.3, pp. 526-533, 2013.6
  24. Mas, E., Adriano, B., Koshimura, S., Imamura, F., Kuroiwa Horiuchi, J., Yamazaki, F., Zavala, C., Estrada, M., Identifying Evacuees Demand of Tsunami Shelters Using Agent Based Simulation. In Y. A. Kontar, V. Santiago-Fandino, & T. Takahashi (Eds.), *Tsunami Events and Lessons Learned* (pp. 347–358). Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-007-7269-4\_19, 2013.11.
  25. Adriano, B., Mas, E., Koshimura, S., Fujii, Y., Tsunami Vulnerability Assessment of Buildings Using Remote Sensing Analysis and Numerical Modeling in Lima, Peru. In *Proceedings of International Sessions in Coastal Engineering, JSCE*, Vol.4, 2013.11.
  26. Mas, E., Muhari A., Adriano B., Koshimura S., Imamura F. (2013). Basic Study on the Contribution of Tsunami Multilayer Protection to Tsunami Evacuation and Coastal Community Resilience. In *Proceedings of International Sessions in Coastal Engineering, JSCE*, Vol.4, 2013.11
  27. C. Gonzales, S. Nakai, T. Sekiguchi, D. Calderon, Z. Aguilar and F. Lazares, Estimation of the dynamic properties and seismic response of a populated slope in Lima, Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 1, pp. 17-26, 2013.11
  28. E. Mas, B. Adriano, S. Koshimura, F. Imamura, J. Kuroiwa H., F. Yamazaki, C. Zavala, M. Estrada, Identifying Evacuees’ Demand of Tsunami Shelters Using Agent Based Simulation, *Tsunami Events and Lessons Learned: Environmental and Societal Significance*, Chapter 19, *Advances in Natural and Technological Hazards Research* 35, Y.A. Kontar et al. (eds.), DOI 10.1007/978-94-007-7269-4\_19, Springer Science+Business Media Dordrecht, Volume 35, pp 347-358, 2014.
  29. L. Quiroz, Y. Maruyama, C. Zavala: Cyclic behavior of Peruvian confined masonry walls and calibration of numerical model using genetic algorithms, *Engineering Structures*, Vol. 75, pp. 561-576, 2014.
  30. F. Yamazaki, C. Zavala, S. Nakai, S. Koshimura, T. Saito, S. Midorikawa, Z. Aguilar, M. Estrada, A. Bisbal Summary report of the SATREPS project on earthquake and tsunami disaster mitigation technology in Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp.916-924, 2014.
  31. N. Pulido, S. Nakai, H. Yamanaka, D. Calderon, Z. Aguilar, T. Sekiguchi, Estimation of a source model and strong motion simulation for Tacna city, South Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 925-930, 2014.
  32. S. Quispe, K. Chimoto, H. Yamanaka, H. Tavera, F. Lazares, Z. Aguilar, Estimation of S-Wave Velocity Profiles at Lima city, Peru using Microtremor Arrays, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 931-938, 2014.

33. D. Calderon, Z. Aguilar, F. Lazares, S. Alarcon, S. Quispe, Development of a Seismic Microzoning Map for Lima City and Callao, Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 939-945, 2014.
34. C. Gonzales, S. Nakai, T. Sekiguchi, D. Calderon, Z. Aguilar, F. Lazares, Analysis of Topographic Effects in Dynamic Response of a Typical Rocky Populated Slope in Lima, Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 946-953, 2014.
35. C. Jimenez, N. Moggiano, E. Mas, B. Adriano, Y. Fujii, S. Koshimura, Tsunami Waveform Inversion of the 2007 Peru (8.1 Mw) Earthquake, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 954-960, 2014.
36. E. Mas, B. Adriano, N. Pulido, C. Jimenez, S. Koshimura, Simulation of tsunami inundation in Central Peru from Future Megathrust Earthquake Scenarios, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 961-967, 2014.
37. B. Adriano, E. Mas, S. Koshimura, M. Estrada, C. Jimenez, Scenarios of earthquake and tsunami damage probability in Callao Region, Peru using tsunami fragility functions, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 968-975, 2014.
38. G. Shoji, H. Shimizu, S. Koshimura, M. Estrada, C. Jimenez, Evaluation of Tsunami Wave Loads Acting on Walls of Confined-Masonry-Brick and Concrete-Block Houses, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 976-983, 2014.
39. S. Sugano, T. Saito, Carlos Zavala, L. Cardenas, Strength and Deformation of Confined Brick Masonry Walls Subjected to Lateral Forces –Review of Existing Test Data in Japan and Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 984-992, 2014.
40. C. Lourdes, R. Roy, E. Lucio C. Zavala, Implementation of Database of Masonry Walls Test - Review of Existing Test Data in Peru, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 993-1000, 2014.
41. M. Diaz, P. Gibu, L. Estacio, R. Proano. Implementation of Building Monitoring Network in Peru Under SATREPS Project, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1001-1007, 2014.
42. T. Matsui, T. Saito, R. Roy, Basic Study on Reinforced Concrete Shear Walls Without Boundary Columns Retrofitted by Carbon Fiber Sheets, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1008-1014, 2014.
43. L. Lavado, J. Taira, J. Gallardo, Current State of Masonry Properties Material on Emerging Zones in Lima City, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1015-1020, 2014.
44. C. Zavala, L. Lavado, J. Taira, L. Cardenas, M. Diaz, Comparison of Behaviors of Non-Engineered Masonry Tubular Block Walls and Solid Engineered Walls, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1021-1025, 2014.
45. L. Quiroz and Y. Maruyama, Assessment of Seismic Performance of High-Rise Thin RCWall Buildings in Lima, Peru Using Fragility Functions, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1026-1031, 2014.
46. Masashi Matsuoka, Shun Mito, Saburoh Midorikawa, Hiroyuki Miura, Luis G. Quiroz, Yoshihisa Maruyama, and Miguel Estrada, Development of Building Inventory Data and Earthquake Damage Estimation in Lima, Peru for Future Earthquakes, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1032-1041, 2014.
47. W. Liu, F. Yamazaki, B. Adriano, E. Mas, S. Koshimura, Development of building height data in Peru from high-resolution SAR imagery, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1042-1049, 2014.
48. S. Matsuzaki, N. Pulido, Yo. Maruyama, M. Estrada, C. Zavala, F. Yamazaki, Evaluation of seismic vulnerability of buildings based on damage survey data from the 2007 Pisco, Peru earthquake, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1050-. 8, 2014.
49. T. Hoshi, O. Murao, K. Yoshino, F. Yamazaki, M. Estrada, Post-disaster urban recovery monitoring in Pisco after the 2007 Peru earthquake using satellite image, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1059-1068, 2014.
50. H. Kaji, O. Murao, M. Fujioka, H. Kanegae, F. Yamazaki, M. Estrada, A. Bisbal, A simulation model for forecasting urban vulnerability to earthquake disaster in Lima, Peru“LIMA-UVEQ”, *Journal of Disaster Research*, Vol. 9, No. 6, pp. 1069-1077, 2014.
51. N. Pulido, Z. Aguilar, H. Tavera, M. Chlieh, D. Calderon, T. Sekiguchi, S. Nakai, and F. Yamazaki, “Scenario source models and strong motion for future mega-earthquakes: Application to Lima, Central Peru,” *Bulletin of the Seismological Society of America*, 105 (1), doi: 10.1785/0120140098, 2015.

(2) 研修コースや開発されたマニュアル等

- ① 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  
なし
- ② 開発したテキスト・マニュアル類  
なし

(3)その他の著作物(総説、書籍など)

1. 山崎文雄, JST-JICA 地球規模課題「ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関する研究」の紹介, 地域安全学会ニューズレター, 2010.8, Vol. 72, pp. 35-39.
2. 越村俊一, 2010 年チリ地震津波の数値解析による津波被災地の探索と被害の特徴, 建築防災, 2010.10, pp. 39-47.
3. 斉藤大樹, 楠浩一, JST-JICA 地球規模課題チームによる現地被害調査—その2 建築物の被害, 建築防災, 2010.10, pp. 33-38.
4. 山崎文雄, 丸山喜久, 三浦弘之, 松崎志津子, Miguel ESTRADA, 2010 年チリ地震における現地調査と衛星画像による広域被害把握, 2006 年～2010 年に発生した国内外の地震被害報告書, 2010 年 2 月 27 日チリ地震報告書, レポート 4, 土木学会, 2010. 11.
5. Nelson Pulido, Toru Sekiguchi, Gaku Shoji, Jorge Alba, Fernando Lazares, and Taiki Saito, Earthquake Source Process and Strong Ground Motions of the 2010 Chile Mega-Earthquake, 2006 年～2010 年に発生した国内外の地震被害報告書, 2010 年 2 月 27 日チリ地震報告書, レポート 1, 土木学会, 2010.11.
6. Fumio Yamazaki, Yoshihisa Maruyama, Hiroyuki Miura, Shizuko Matsuzaki and Miguel Estrada, "Development of Spatial Information Database of Building Damage and Tsunami Inundation Areas following the 2010 Chile Earthquake", JST-JICA チリ地震報告書, Japan, 2010.12. pp. 41 - 48.
7. Taiki Saito, Susumu Kono, Koichi Kusunoki, Yousok Kim, Tomoya Matsui, Masanori Tani, Yo Hibino, Carlos Zavala and Patricia Gibu, "Building Damage Investigation of the 2010 Chile Earthquake and Tsunami Disaster", JST-JICA チリ地震報告書, Japan, 2010.12, pp. 32 - 40.
8. Gaku Shoji, Nelson Pulido, Toru Sekiguchi, Jorge Alba, Fernando Lazares and Taiki Saito, "Damage Investigation of the 2010 Chile Earthquake and Tsunami - Consideration to the Damage of a Structure subjected to a Seismic Excitation and a Following Tsunami Wave Load -", JST-JICA チリ地震報告書, Japan, 2010.12, pp. 27 - 31.
9. Shunichi Koshimura, Masashi Matsuoka, Masafumi Matsuyama, Takumi Yoshii, Erick Mas, Cesar Jimenez and Fumio Yamazaki, "Field survey of the 2010 tsunami in Chile", JST-JICA チリ地震報告書, Japan, 2010.12, pp. 10 - 26.
10. Nelson Pulido, Toru Sekiguchi, Gaku Shoji, Jorge Alba, Fernando Lazares, and Taiki Saito, "Earthquake Source Process and Site effects of Strong Motion stations of the 2010 Chile Mega-Earthquake", JST-JICA チリ地震報告書, Japan, 2010.12, pp. 1 - 9.
11. 山崎文雄, ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関する研究, 環境科学会誌, Vol. 24, No. 6, pp.605-611, 2011.11
12. Pulido H., Estimation of synthetic accelerograms for the Peruvian Central coast (in spanish), National University of Engineering (UNI-CISMID) technical report for SENCICO, 1, 1-37, 2013.6 (<http://www.sencico.gob.pe/gin/investigacion.html>)
13. Pulido H., Seismic hazard in Lima city (in Spanish), El Ingeniero (Magazine of the Peru Society of Engineers), 69, 28-2, 2013.6.
14. Mas, E., Adriano, B., Kuroiwa Horiuchi, J., & Koshimura, S., Reconstruction process and social issues after the 1746 earthquake and tsunami in Peru: past and present challenges after tsunami events. In V. Santiago-Fandino, Y. A. Kontar, & Y. Kaneda (Eds.), Post-Tsunami Hazard Reconstruction and Restoration (Volume 44., pp. 97-109). Springer Netherlands. doi:10.1007/978-3-319-10202-3\_7, 2014.

(4)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 4件、国際会議 10 件)

1. 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日

国内会議

1. Pulido, N., 2010 年チリ地震の震源過程と地震動の特性、土木学会地震工学委員会・海岸工学委員会共催講演会、招待講演, 2010.6.
2. Pulido, N., 2010 年 2 月 27 日のチリ地震と地震動の特徴、土木学会全国大会、研究討論会、招待講演、2010.9.
3. Pulido N., Estimation of source models for future mega-earthquakes and their strong motion prediction, Building Research Institute, IISEE seminar, 2013.4 .
4. Pulido N., Estimation of source model scenarios for great megathrust earthquakes and their strong motion prediction, International Workshop "New Initiative toward the Advancement of Strong Motion, Site Effect,



and Risk Evaluation Studies for Future Mega-Quakes", Kyoto University, DPRI, 2014.3.

#### 国際会議

1. Fumio Yamazaki, "Recent Advancements in Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation Technology and Its Implementation in Japan", Lima, Peru, 2010. 9.
2. S. Nakai, "A Role of Surface Ground Irregularities in Earthquake Hazard Evaluation", 1st International Symposium "Advancements in Earthquake Engineering, Prevention and Disaster Mitigation", Tacna, Peru, 2010.12.
3. F. Yamazaki: Overview and Progress of SATREPS Peru Project, International Symposium on Earthquake and Tsunami Disaster Reduction, Sendai, Japan, 2012.3.
4. C. Zavala: Earthquake engineering research in Peru and SATREPS Project, International Symposium on Earthquake and Tsunami Disaster Reduction, Sendai, Japan, 2012.3.
5. N. Pulido: Giant earthquakes and strong ground motions in South America, International Symposium on Earthquake and Tsunami Disaster Reduction, Sendai, Japan, 2012.3.
6. S. Koshimura: The Impact of the 2011 Tohoku Tsunami Disaster and Implications to Tsunami-resilient Community, International Tsunami Symposium 2013, Gocek, Turkey, 2013.9.
7. N. Pulido, Great earthquakes in Peru and their impact in Lima city, JICA/JST symposium "Getting ready for a great earthquake and tsunami in Lima", 2013.8.
8. N. Pulido, Estimation of source models for future mega-earthquakes and their strong motion simulation in Central Andes, Peru, ISTerre seminar, Universite Joseph Fourier, France, 2013.11.
9. N. Pulido, Earthquake activity and Seismic hazard in Latin America, International Symposium on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in Latin America in Tokyo, JST/JICA, 2014.3.
10. M. Estrada, Evaluation of damage and recovery process in Pisco City after the 2007 Pisco Earthquake, The 14th Japan Earthquake Engineering Symposium, Special Theme Session, 2014.12.

#### ② 口頭発表 (国内会議 30 件、国際会議 81 件)

1. 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日

#### 国内会議

1. 翠川三郎, 三浦弘之, 守田正志: 2010 年チリ・マウレ地震の強震記録について, 地域安全学会梗概集, No.26, pp.11-12, 2010.06.
2. Pulido N., Near-Source Strong Ground Motion Characteristics of the Chile Mega-Earthquake, 土木学会地震工学委員会 地震被害調査研究小委員会, 第 3 回近年の国内外で発生した大地震の記録と課題に関するシンポジウム, 2010.11.
3. Pulido N, Y. Yagi, N. Nishimura and H. Kumagai, Source rupture process and strong motion simulation of the Mw8.8, 2010 Chile Mega earthquake. Abstracts of the fall meeting of the Seismological Society of Japan, B11-07, 2010.11.
4. 丸山喜久, 山崎文雄, 三浦弘之, 松崎志津子, Miguel Estrada : 2010 年チリ地震・津波災害の現地調査ー広域被害把握に向けた GIS の構築ー, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, CD-ROM, pp. 1138-1145, Tsukuba, Japan, 2010.11.
5. 斉藤大樹、河野 進、楠 浩一、金 裕錫、松井智哉、谷 昌典、日比野陽、Carlos Zavala、Patricia Gibu, 2010 年チリ地震・津波災害の現地調査ー建物被害調査と被害要因の分析ー, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, pp. 1111-1118, Tsukuba, Japan, 2010.11.
6. 越村俊一、松岡昌志、松山昌史、吉井匠、Erick Mas、Cesar Jimenez、山崎文雄, 2010 年チリ地震・津波災害の現地調査ー津波来襲状況および建物被害状況についてー, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, pp. 1131-1137, Tsukuba, Japan, 2010.11.
7. 関口 徹、ネルソンブリード、庄司 学、Jorge ALVA、Fernando LAZARES、斉藤大樹, 2010 年チリ地震・津波災害の現地調査ー強震観測点とその周辺における地震動と地盤特性ー, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, pp. 1090-1094, Tsukuba, Japan, 2010.11.
8. 谷裕典、庄司学、越村俊一、Miguel Estrada, 2001 年ペルー南部地震津波における家屋被害の分析, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, pp. 829-836, Tsukuba, Japan, 2010.11.
9. 山崎文雄、中井正一、越村俊一、斉藤大樹、翠川三郎、Carlos Zavala、Zenon Aguilar、Miguel Estrada JST-JICA 地球規模課題「ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関する研究」の開始, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, pp. 683-690, Tsukuba, Japan, 2010.11.
10. 高瀬武史, 翠川三郎, 三浦弘之: GIS データおよび衛星画像を利用した建物分布の把握 - ペルー・リ

マ市郊外におけるケーススタディ-, 日本建築学会学術講演梗概集, B-2, pp.923-924, 2011.8.

11. 平野悠輔, 翠川三郎, 三浦弘之: GIS データと衛星画像を利用した建物分布の把握 その2 ペルー・リマ市郊の中高層住宅地におけるケーススタディ, 日本建築学会学術講演梗概集, B-2, pp.1187-1188, 2012.9.
12. 佐々木智也、斎藤大樹、楠 浩一、山口真吾、向井智久: 曲げ降伏する耐力壁の協力幅に関する実験的研究 (その1: 実験概要と実験結果・考察)、日本建築学会学術講演梗概集, 構造IV, pp.977-978, 2012.9.
13. 山口真吾、斎藤大樹、楠 浩一、佐々木智也、向井智久: 曲げ降伏する耐力壁の協力幅に関する実験的研究 (その2: 解析結果)、日本建築学会学術講演梗概集, 構造IV, pp.979-980, 2012.9.
14. プリード ネルソン, エルナンド タベラ, ディアナ カルデロン, セノン アギラル, モハメッド シリエー, 関口徹, 中井正一, 山崎文雄, 中央アンデス・ペルーの超巨大地震の破壊シナリオおよびリマ市の強震動予測, 日本地震学会 2012 年秋季大会, 2012.10
15. 松崎志津子, 山崎文雄, 2007 年ペルー地震によるピスコの建物被害と地盤ゾーニング, 日本地震工学会大会-2012 梗概集, pp.152-153, 2012.11
16. Pulido N., H. Tavera, D. Calderon, Z. Aguilar, M. Chlieh, T. Sekiguchi, S. Nakai, and F. Yamazaki: Mega-earthquakes rupture scenarios in Central Andes and strong motion simulations for Lima, Peru, Abstracts of the Fall meeting of the Seismological Society of Japan, B31-13, 2012.10
17. 鈴木賢太郎, リュウ ウェン, ミゲル エストラダ, 山崎文雄, WorldView-2 画像を用いたペルー・タクナ市における建物インベントリ構築手法の検討, 第 55 回学術講演会論文集, 日本リモートセンシング学会, pp.109-110, 2013.11
18. 荒木耕太, 翠川三郎, 松岡昌志, 三浦弘之: GIS データ, 衛星画像データおよび現地調査に基づくペルー・リマ市の建物台帳データ推定手法の検討, 日本建築学会学術講演梗概集, B-2, pp.1181-1182, 2013.8.
19. Mas, E., and Koshimura, S., Geospatial simulation of tsunami evacuation using agent-based model. Japan Geoscience Union Meeting 2013, JpGU. May 19-24, Yokohama, Japan, 2013.5
20. Adriano B., Mas E., Koshimura S., An Integrated GIS-Based Model to Evaluate the Tsunami Vulnerability of Building Using Fragility Function and Tsunami Simulation, In Proceeding of Tohoku Branch of the Japan Society of Civil Engineering. March 8, Hachinohe, Japan, 2014.3
21. 松井智哉, 内村恭平, 斎藤大樹: 炭素繊維シート補強による鉄筋コンクリート造柱なし壁に関する基礎研究(その1 実験概要および破壊性状), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp.93-94, 2014.9
22. 松井智哉, 内村恭平, 斎藤大樹: 炭素繊維シート補強による鉄筋コンクリート造柱なし壁に関する基礎研究 (その2 変形性能と炭素繊維シートのひずみ), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp.95-96, 2014.9
23. 三東峻, 翠川三郎, 松岡昌志, 三浦弘之: 開発途上国における GIS データ, 衛星画像および現地調査を利用した建物台帳データの構築と地震被害予測, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 II, pp.203-204, 2014.9.
24. 松井智哉, 内村恭平, 斎藤大樹, Reyna Salazar Roy Ericksen: 鉄筋コンクリート造柱なし壁の曲げ破壊に対する炭素繊維シート補強に関する基礎研究, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp. 816-825, 2014.12
25. 翠川三郎, 三東峻, 松岡昌志, 三浦弘之, Luis G. QUIROZ, 丸山喜久, Miguel ESTRADA: ペルー・リマにおける建物地震被害予測, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.1205-1210, 2014.12.
26. 鈴木賢太郎, リュウ ウェン, 松岡昌志, 山崎文雄: 衛星画像を用いたペルー・タクナ市における地震被害想定のための建物インベントリデータ構築の試み, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.2465-2473, 2014.12.
27. 松岡昌志, 三浦弘之, 翠川三郎, Miguel ESTRADA: ペルー・リマにおける ALOS PRISM 衛星画像からの建物高さ情報抽出の試み, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.2474-2482, 2014.12.
28. 衛星画像解析を用いた 2007 年ペルー地震後のピスコにおける建物再建課程, 星知世, 村尾修, 吉野邦彦, 山崎文雄, ミゲル・エストラダ, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp. 2538-2547, 2014.12
29. シミュレーションモデルによる地震に対する都市の脆弱性予測-ペルーリマ市を対象にした“LIMA-UEVQ”の開発-, 梶秀樹, 村尾修, 藤岡正樹, 鐘ヶ江秀彦, 山崎文雄, ミゲル・エストラダ, アルベルト・ビスバル, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.1211-1220, 2014.12
30. Pulido, N., S. Nakai, H. Yamanaka, D. Calderon, Z. Aguilar, and T. Sekiguchi, Estimation of a source model

and strong motion simulation for a megathrust earthquake in South Peru, Fall meeting of the Seismological Society of Japan, Niigata, S15-P24, 2014.11

#### 国際会議

1. D. Calderon, T. Sekiguchi and S. Nakai, Estimation of the Characteristics of Surface Wave Propagation Using Arrays of Seismometers, Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering - from Case History to Practice, CRC Press, pp. 409-412, 2009.
2. Bruno Adriano, Shunichi Koshimura, and Yushiro Fujii: Validation of Tsunami Inundation Modelling for the June 23, 2001 Peru Earthquake, Bulletin of BRI, 2010
3. Nelson Pulido, Hernando Tavera, Zenon Aguilar, Shoichi Nakai and Fumio Yamazaki, "Estimation of the Seismic Hazard for the Lima Metropolitan Region: Earthquake Scenarios and Strong Motion Simulation", XV Congreso Peruano de Geologia. Resúmenes Extendidos., Sociedad Geologica del Peru, Pub. Esp. N°9, Cusco pp. 1226-1228, 2010.
4. Shoichi Nakai, Fumio Yamazaki, Carlos Zavala, Zenon Aguilar, Shun'ichi Koshimura, Taiki Saito and Saburoh Midorikawa, "Enhancement of Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation Technology in Peru: A SATREPS Project", XV Congreso Peruano de Geologia. Resúmenes Extendidos., Sociedad Geologica del Peru, Pub. Esp. N°9, Cusco pp. 1222-1223, 2010.
5. Fumio Yamazaki, Carlos Zavala, Shoichi Nakai, Shunichi Koshimura, Taiki Saito, Saburo Midorikawa: "Enhancement of earthquake and tsunami disaster mitigation technology in Peru: A SATREPS project", 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, 2010.3.
6. C. H. Cuadra, T. Saito, C. A. Zavala, and M. A. Diaz, "The challenges of protect historical adobe constructions in Peru", 14th European Conference on Earthquake Engineering, Paper Number 392, Ohrid, Republic of Macedonia, 2010.8.
7. Shizuko Matsuzaki, Fumio Yamazaki, Miguel Estrada, and Carlos Zavala, "Visual Damage Interpretation of Buildings Using QuickBird Images Following the 2007 Peru Earthquake", The 3rd ASIA Conference on Earthquake Engineering, Bangkok, Thailand, 2010. 12.
8. Masashi Matsuoka, and Shunichi Koshimura, "Estimation of Damage Areas due to the 2010 Maule, Chile Earthquake Tsunami Using ASTER/DEM and ALOS/PALSAR Images", The 3rd ASIA Conference on Earthquake Engineering, Bangkok, Thailand, 2010. 12.
9. Y. Maruyama, F. Yamazaki, S. Matsuzaki, H. Miura, M. Estrada, "Development of Building Damage and Tsunami Inundation GIS Dataset following the 2010 Chile Earthquake", The 3rd ASIA Conference on Earthquake Engineering, Bangkok, Thailand, 2010. 12.
10. F. Yamazaki, S. Nakai, S. Koshimura, T. Saito, S. Midorikawa, C. Zavala, Z. Aguilar, M. Estrada, "JST-JICA Project on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in Peru", The 3rd ASIA Conference on Earthquake Engineering, Bangkok, Thailand, 2010. 12.
11. Sheila Yauri, Yushiro Fujii, Bun'ichiro Shibasaki, Tsunami Hazard Assessment for the Central Coast of Peru using Numerical Simulations for the 1974, 1966 and 1746 Earthquakes, Bulletin of BRI, 2011
12. Hideaki Yanagisawa, Shunichi Koshimura, Yuji Yagi, Yushiro Fujii, Gaku Shoji, and Cesar Jimenez, The Tsunami Vulnerability Assessment in Peru using the Index of Potential Tsunami Exposure, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 18-12, Tokyo, 2011.3
13. Cesar Jimenez, Bruno Adriano, Shunichi Koshimura, and Yushiro Fujii, The Tsunami of Camana, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No.18-140, Tokyo, 2011.3
14. Shunichi Koshimura, Masashi Matsuoka, Masafumi Matsuyama, Takumi Yoshii, Erick Mas, Cesar Jimenez, and Fumio Yamazaki, Field Survey of the 2010 Tsunami in Chile, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 18-108, Tokyo, 2011.3
15. Adriano, B., Koshimura, S., Fujii, Y., Validation of Tsunami Inundation Modeling for the June 23, 2001 Peru Earthquake, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No.18-160, Tokyo, 2011.3
16. Diana Calderon, Toru Sekiguchi, Zenon Aguilar, Fernando Lazares, and Sshoichi Nakai, Dynamic Characteristics of the Surface Soils in Lima, Peru, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 02-205, Tokyo, 2011.3
17. Toru Sekiguchi, Nelson Pulido, Gaku Shoji, Jorge Alba, and Fernando. Lazares, Strong Ground Motions and Site Effects of the 2010 Chile Earthquake, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No.15-176, Tokyo, 2011.3
18. Yoshihisa Maruyama, Fumio Yamazaki, Shizuko Matsuzaki, Hiroyuki Miura, and Miguel Estrada, Building Damage and Tsunami Inundation GIS Datasets after the 2010 Chile Earthquake, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 15-071, Tokyo, 2011.3

19. Miguel Estrada, Hiroyuki Miura, Fumio Yamazaki, and Saburo Midorikawa, Land Use Evaluation Using Satellite Imagery for Urban Inventories, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 14-181, Tokyo, 2011.3
20. Carlos Zavala, Zenon Aguilar, and Miguel Estrada, Evaluation of SRSND Simulator Againsts Fragility Curves for Pisco Quake, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 12-179, Tokyo, 2011.3
21. Saburoh Midorikawa and Hiroyuki Miura, Strong Motion Record Observed at Concepcion during the 2010 Chile Earthquake, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 01-112, Tokyo, 2011.3
22. Carlos Cuadra, Carlos Zavala, Akio Abe, Taiki Saito, and Shunsuke Sugano, Vibration Characteristics of Traditional Adobe-quincha Buildings Located at Lima Historic Centre, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 07-040, Tokyo, 2011.3
23. Luis A. Bedrinana and Taiki Saito: Seismic Risk and Damage Cost Analysis of Mid-rise Base Isolated Buildings in Peru, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 12-259, Tokyo, 2011.3
24. Taiki Saito, Susumu Kono, Koichi Kusunoki, Yousok Kim, Tomoya Matsui, Masanori Tani, Yo Hibino, Carlos Zavala, and Patricia Gibu: Damage Investigation of Reinforced Concrete Buildings at the 2010 Chile Earthquake, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Paper No. 04-077, Tokyo, 2011.3
25. S. Koshimura, M. Matsuoka, M. Matsuyama, Y. Takumi, E. Mas, C. Jimenez, F. Yamazaki, Field Survey of the 2010 Tsunami in Chile, Proceedings of the 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering, pp.1547-1558, Tokyo, 2011.3
26. Nelson Pulido, Hernaldo Tavera, Zenon Aguilar, Shoichi Nakai, and Fumio Yamazaki, Strong motion simulation of the 2007/9/15 Peru earthquake; Effect of radiation pattern on atypical strong motions, Japan Geoscience Union Annual Meeting, S-SS023-21, 2011.5.
27. Nelson Pulido, Yuji Yagi, Hiroyuki Kumagai and Naoki Nishimura: Rupture process and coseismic deformations of the 27 February 2010 Maule earthquake, Japan Geoscience Union Annual Meeting, S-SS035-03, 2011.5.
28. Shoichi Nakai and Hiroto Nakagawa: Surface wave propagation analysis of a ground with three-dimensional irregularities, 8th International Conference on Structural Dynamics, Leuven, Belgium, pp. 574-580, 2011. 7
29. Diana Calderon, Toru Sekiguchi, Shoichi Nakai, Zenon Aguilar and Fernando Lazares: Joint-inversion of Soil Profile with Receiver Function and Dispersion Curve using Array of Seismometers, 8th International Conference on Structural Dynamics, Leuven, Belgium, pp. 2584-2588, 2011. 7.
30. Nelson Pulido, Hernando Tavera, Hugo Perfettini, Mohamed Chlieh, Zenon Aguilar, Shin Aoi, Shoichi Nakai, and Fumio Yamazaki: Estimation of slip scenarios for megathrust earthquakes: A case study for Peru, 4th IASPEI/IAEE International Symposium, Effect of Surface Geology on Seismic Motion (ESG2011), 2011.8.
31. Carlos Cuadra; Vulnerability of Adobe-Quincha Buildings Located at Lima Historic Centre, Proceedings of The 2011 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM'11+), Seoul, Korea, 18-22 September, 2011.9.
32. Bruno Adriano, Shunichi Koshimura, and Yushiro Fujii: Tsunami Source and Inundation Modeling of the June 2001 Peru Earthquake, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp. 2061-2065, 2012.3.
33. Gaku Shoji, Yu Hiraki, and Yoshiyuki Ezura: Evaluation of tsunami fluid force acting on the bridge deck damaged by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake tsunami, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp.2049-2054, 2012.3.
34. Erick Mas, Fumihiko Imamura and Shunichi Koshimura: An Agent Based Model for the Tsunami Evacuation Simulation. A Case Study of the 2011 Great East Japan Tsunami in Arahama Town, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp. 1957-1964, 2012.3.
35. Miguel Estrada, Carlos Zavala, Fernando Lazares and Jorge Morales: GIS Tool for Calculating Repair Cost of Buildings Due to Earthquake Effects, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp. 1695-1698, 2012.3.
36. Carlos Zavala, Miguel Estrada, Jorge Morales and Jenny Taira: Loss Estimation on Lima City Using a Retrofitting Cost Estimation Tool, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp. 1667-1670, 2012.3.
37. Gaku Shoji and Hirofumi Shimizu: Evaluation of tsunami strengths of houses subjected to a tsunami wave load, Evaluation of tsunami strengths of houses subjected to a tsunami wave load, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp.1277-1283, 2012.3.
38. S. Nakai and H. Nakagawa: Wave Propagation Analysis of a Ground with Three-Dimensional Irregularities, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp. 211-216, 2012.3.
39. F. Yamazaki, S. Nakai, S. Koshimura, T. Saito, S. Midorikawa, C. Zavala, Z. Aguilar, M. Estrada and T.



- Kishida: Recent Activities of JST-JICA Project on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in Peru, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp. 101-106, 2012.3.
40. S. Midorikawa, H. Miura and T. Atsumi: Characteristics of Strong Ground Motion from the 2011 Gigantic Tohoku, Japan Earthquake, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, pp.M4.1-4.8, 2012.8.
  41. N. Pulido, H. Tavera, Z. Aguilar, M. Chlieh, Diana Calderon (CISMID), S. Nakai, T. Sekiguchi, F. Yamazaki, Mega-earthquakes Rupture Scenarios and Strong Motion Simulations for Central Andes, Peru, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-7-1, p.8, 2012.8
  42. S. Quispe, Z. Aguilar, F. Lazares, H. Tavera, H. Yamanaka, F. Yamazaki, Evaluation of Local Site Effects in Lima City, Peru from Ground Motion Data, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-1-4, p.8, 2012.8
  43. B. Adriano, S. Koshimura, Y.Fujii, Source Inversion and Inundation Modeling Technologies for Tsunami Hazard Assessment, Casestudy: 2001 Peru Tsunami, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-4-1, p.8, 2012.8
  44. E. Mas, B. Adriano, S. Koshimura, Simulation of Evacuation Procedures to Estimate The Loss of Life Due to Tsunami, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-4-2, p.8, 2012.8
  45. M. Estrada, Advances in the Development of GIS Tools for the Evaluation of Seismic Risk, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-4-4, p.8, 2012.8
  46. Z. Aguilar, F. Lázares, S. Alarcón, S. Quispe, R. Uriarte, D. Calderón, Actualización De La Microzonificación Sísmica De La Ciudad De Lima, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-6-1, p.8, 2012.8
  47. Luis Moya, Cesar Fajardo, Taiki Saito and Koichi Morita, Experimental Study on Dynamic Behavior of Unreinforced Masonry Walls, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-1-1, p.8, 2012.8
  48. Luis A. Bedrinana and Taiki Saito, Seismic Risk and Damage Cost Evaluation of Base Isolated Buildings, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-2-1, p.8, 2012.8
  49. Cesar Fajardo and Carlos Zavala, Seismic Performance Model of an Important Building in Peru - Evaluation of a Hospital Structure -, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-2-3, p.8, 2012.8
  50. Taiki Saito, Izuru Okawa and Toshihide Kashima, Performance of High-rise Buildings and Seismically Isolated Buildings at the 2011 Great East Japan Earthquake, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. M-3, p.8, 2012.8
  51. Carlos Zavala, Patricia Gibu, Luis Lavado, Jenny Taira, Lourdes Cardenas and Luis Ceferino, Cyclic Behavior of Low Ductility Walls Considering Perpendicular Action, The International Symposium for CISMID 25th Anniversary, Lima, Peru, CD-ROM, Paper No. TS-7-1, p.8, 2012.8
  52. Adriano, B., Mas, E., Koshimura, S., Fujii. Y., Remote Sensing-based Assessment of Tsunami Vulnerability in the coastal area of Lima, Peru, Proceedings of the International Workshop on Remote Sensing for Disaster Response, Tohoku University, Japan, 2012.9
  53. F. Yamazaki, S. Nakai, T. Kishida, S. Koshimura, T. Saito, S. Midorikawa, C. Zavala, M. Estrada, Z.Aguilar, A. Bisbal, Progress of JST-JICA Project on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in Peru, 15th World Conference on Earthquake Engineering, 2012.9
  54. S. Quispe, Z. Aguilar, F. Lazares, H. Yamanaka, F. Yamazaki, Evaluation of Local Site Effects in Lima City, Peru from Ground Motion Data, 15th World Conference on Earthquake Engineering, 8p, 2012.9
  55. C. Zavala, M. Estrada, F. Lazares, S. Alarcon, J. Taira and J. Morales, Quick Risk Evaluation of Earthquake Losses on Housing, 15th World Conference on Earthquake Engineering, 2012.9
  56. Calderón, D., Nakai, S., Sekiguchi, T., Aguilar, Z., and Lazares, F.: Dynamic Characteristics of Soils estimated using microtremors and seismic records in Lima Peru". Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal, Paper No. 4114, 9 p, 2012.9
  57. Pulido N., H. Tavera, M. Chlieh, Z. Aguilar, D. Calderon, T. Sekiguchi, S. Nakai, and F. Yamazaki: Estimation of slip scenarios of mega-thrust earthquakes and strong motion simulations for Central Andes, Peru, Fall meeting American Geophysical Union (AGU), S33A-2505, 2012.10
  58. E. Mas, B. Adriano, S. Koshimura, F. Imamura, J. Kuroiwa H., F. Yamazaki, C. Zavala, M. Estrada, Evaluation of tsunami evacuation building demand through the multi-agent system simulation of residents' behavior, Proceedings of International Sessions in Conference on Coastal Engineering, JSCE, Vol. 3, pp. 61-65, 2012.11
  59. L. Quiroz, Y. Maruyama, and C. Zavala: Numerical simulation of the cyclic behavior of full-scale thin RC

- shear walls developed in Peru, Proceedings of the First International Symposium on Earthquake Engineering, Japan Association for Earthquake Engineering, pp. 445-454, 2012.11
60. M. Matsuoka and M. Estrada: Earthquake-induced building damage estimation using ALOS/PALSAR observing the 2007 Peru earthquake, Proceedings of the 33rd Asian Conference on Remote Sensing, PaperID:082, 9p., CD-ROM, 2012.11
  61. H. Miura, S. Midorikawa, and M. Matsuoka: Estimation of urban growth using time-series Landsat satellite images in Lima, Peru, Proc. 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Center for Urban Earthquake Engineering, Tokyo Institute of Technology, CD-ROM, pp.179-186, 2013.3
  62. M. Estrada, M. Matsuoka, and H. Miura: Evaluation of seismic vulnerable areas in Lima city by using satellite information, Proc. 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Center for Urban Earthquake Engineering, Tokyo Institute of Technology, CD-ROM, pp.1613-1616, 2013.3
  63. L. Quiroz and Y. Maruyama: Effect of electro-welded wire mesh on the seismic vulnerability of thin RC shear walls in Lima, Peru, Proc. 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, pp. 769-774, 2013.3
  64. S. Quispe, H. Yamanaka, F. Lazares, H. Tavera and Z. Aguilar: Evaluation of Local Site Effects in Lima City, Peru from Ground Motion Data, Proc. 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Tokyo Institute of Technology, 2013.3
  65. M. A. Diaz, K. Kusunoki and A. Tasai, Residual Seismic Performance of Scaled Three-Story Teel Frames Tested on a Shaking Table Using the Substitute Damping Model, Proc. 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Tokyo, 2013.3
  66. C. Zavala, P. Gibu, L. Lavado, J. Taira, L. Cardenas and L. Ceferino, Low Ductility Concrete Wall Test Considering Perpendicular Wall Action, Proc. 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Tokyo, 2013.3
  67. P. Gibu, C. Zavala, R. Proano, L. Lavado and L. Estacio, Building Monitoring Earthquake Response Network in Lima, 10th International Conference on Urban Earthquake Engineering, Tokyo, 2013.3
  68. F. Yamazaki, W. Liu, E. Mas, S. Koshimura, Development of building height data from high-resolution SAR imagery and building footprint, Proceedings of the 10th International Conference on Structural Safety and Reliability, CD-ROM, 7p, 2013.6
  69. K. Suzuki, W. Liu, M. Estrada, F. Yamazaki, Object-based Building Extraction in Tacna, Peru using WorldView-2 Images, Proc. 34th Asian Conference on Remote Sensing, Bali, Indonesia, CD-ROM, SC02, 1159-1166, 2013.10
  70. Mas, E. and Koshimura, S. Methodologies and Near-futures Perspectives of Integrated Tsunami Inundation and Evacuation Modeling for Tsunami Disaster Mitigation. International Tsunami Symposium 2013, September 25-28, Gocek, Turkey, 2013.9
  71. Adriano, B., Mas, E., Koshimura, S., Application of tsunami fragility functions for building damage assessment: two different approaches. The 9th APRU Research Symposium on Multi-Hazards around the Pacific Rim, October 28-30, Taiwan, 2013.10
  72. C. Gonzales, S. Nakai, T. Sekiguchi, D. Calderon, Z. Aguilar and F. Lazares, A study of the dynamic characteristics of a populated slope in Lima city, Proc. 2nd International Symposium on Earthquake Engineering, JAE, Japan, pp. 21-28, 2013.10
  73. Mas E., Adriano B., Koshimura S., Coastal Community Resilience Through Multilayer Protection and Evacuation Behavior. Ocean Science Meeting 2014, February 23-28, Hawaii, U.S, 2014.2
  74. Mas, E., Koshimura, S., Tsunami inundation and agent based human evacuation modeling for disaster mitigation. In Proceedings of Computational Engineering and Science for Safety and Environmental Problems (COMPSAFE), Sendai, Japan, 2014.4
  75. Mas, E., Adriano, B., Jimenez, C., Koshimura, S. (2014). The great 1746 earthquake and tsunami in Peru. A historical overview, model and lessons to face the future in Lima. Proceedings of Asia Oceania Geosciences Society Annual Meeting (AOGS) , Sapporo, Japan, 2014.7
  76. L. Quiroz, Y. Maruyama: Fragility functions and seismic performance of Peruvian thin RC wall buildings, Proceedings of the 10th National Conference in Earthquake Engineering, Earthquake Engineering Research Institute, doi: 10.4231/D3GT5FG28, 2014.7.
  77. L. Quiroz, Y. Maruyama: Assessment of performance of Peruvian high-rise thin RC wall buildings using numerical fragility functions, Proceedings of the 2014 World Congress on Advances in Civil, Environmental, & Material Research (ACEM14), Paper No. M4F.3.CC406\_728F, 2014.
  78. C. Zavala, L. Lavado, J.Taira, L. Cardenas, M. Diaz, Cyclic behavior of non engineering wall using solid and tubular brick, The 14th Japan Earthquake Engineering Symposium, pp. 82-88, 2014.12
  79. M. Estrada, H. Miura, S. Midorikawa, F. Yamazaki, Analysis of optical high resolution satellite imagery for the evaluation of social vulnerability in Lima city, The 14th Japan Earthquake Engineering Symposium, pp. 682-689, 2014.12

80. C. Gonzales, S. Nakai, T. Sekiguchi, D. Calderon, Z. Aguilar, F. Lazares, Analysis of the Dynamic Response of a Populated Slope in Lima, Peru, The 14th Japan Earthquake Engineering Symposium, pp. 672-681, 2014.12
81. N. Pulido, Z. Aguilar, D. Calderon, T. Sekiguchi, S. Nakai, H. Yamanaka, Estimation of source models and strong motion simulation of future megathrust earthquakes: Application to central and south Peru, The 14th Japan Earthquake Engineering Symposium, pp. 2831-2840, 2014.12

③ ポスター発表 (国内会議 1 件、国際会議 5 件)

1. 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日

国内会議

1. 山崎文雄, 中井正一, 越村俊一, 斉藤大樹, 翠川三郎, C. Zavala, Z. Aguilar, M. Estrada, A. Bisbal, ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関する SATREPS プロジェクトの経過と研究成果, 第 14 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp. 3528-3537, 2014.12

国際会議

1. C. Cuadra, T. Saito, C. Zavala; Diagnosis for vulnerability evaluation of historical buildings in Lima Center, The XXIV World Congress of Architecture UIA 2011 Tokyo, Poster 30373, Sunday, September 25 - Saturday, 2011. 9
2. M. Estrada, H. Miura, F. Yamazaki and S. Midorikawa: Evaluation of Social Seismic Vulnerability through High Resolution Satellite Imagery, 15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal, Paper No.4422, 2012.9.
3. M. Diaz, K. Kusunoki and A. Tasai, Analytical Study of Residual Seismic Performance by Estimation of Response Reduction Ratio and Equivalent Damping for Aftershocks, 15th World Conference on Earthquake Engineering, Portugal, 2012.9
4. C.H. Cuadra, W. Fujisawa and T. Saito, Collapse simulation of unreinforced masonry walls, 15th World Conference on Earthquake Engineering, Portugal, 2012.9
5. C.H. Cuadra, T. Saito and C. Zavala, Dynamic characteristics of traditional adobe-quincha buildings in Peru, 15th World Conference on Earthquake Engineering, Portugal, 2012.9

(5)知財出願

①国内出願 (0 件)

1. ≪ 発明の名称、発明者、出願人、出願日、出願番号 ≫

なし

②海外出願 (0 件)

1. ≪ 発明の名称、発明者、出願人、出願日、出願番号、出願国 ≫

なし

③その他の知的財産権

なし

(6)受賞・報道等

① 受賞

1. Erick Mas, Best Presentation Awards for Young Researchers, Joint Conference Proceedings 9CUEE / 4ACEE, Tokyo, pp. 1667-1670, 2012.3
2. Bruno Adriano, Student Poster Competition. The Excellent Award from the 9th APRU Research Symposium on Multi-hazards around the Pacific Rim, Taipei, 2013

## ② マスコミ(新聞・TV等)報道

### 新聞

#### 2010 年 3 月 15,16 日に UNI で開催された本プロジェクトのキックオフ・ワークショップに関して

- Diario Oficial "El Peruano"
- Diario Gestion
- Agencia de Noticias Andina
- Red de Informacion Humanitaria para America Latina y el Caribe

#### 2010 年 9 月ペルー国会でのペルー・日本防災セミナーに関し

- ペルー新聞, EXPRESO (2010. 9. 14)
- ペルー新聞, EL COMERCIO (2010. 9. 16)
- ペルー新聞, PRENSA NIKKEI (2010. 9. 17)
- ペルー新聞, EXPRESO (2010. 9. 18)
- ペルー新聞, ペルー新報 (2010. 9. 18)
- ペルー新聞, EXPRESO (2010. 9. 20)

#### 2011 年 2 月タクナ市での耐震工学特別セミナーに関し

- Correo 朝刊 (2011. 2. 8)

#### プロジェクト及び 2011 年 3 月ワークショップに関し

- 日刊紙 El Comercio 紙 (2011. 3. 13)

#### La Punta 地区津波避難計画に関し

- La Punta 新聞 “Contacto Vecinal” (2011.9)
- 日刊紙, El Comercio.pe (2011. 9. 23)

#### SATREPS 地震・津波災害軽減に関する仙台国際シンポジウムに関し

- 岩手日報 (2012.3. 16)

#### リマ市を襲う恐れのある地震と SATREPS ペループロジェクトに関し

- 日刊紙 El Comercio (2012.4.24) リマ市民の地震防災に関する意識調査結果を Pique 氏 (UNI 土木学部長) のインタビューと共に掲載
- 日刊紙 El Comercio (2012.5.20) リマ沿岸で発生する可能性がある地震について, SATREPS プロジェクトの研究成果やタベラ氏 (IGP) のインタビューを盛り込んで解説
- 日刊紙 Peru 21 (2012. 5.31) 5 月 30 日 CISMID で開催したシンポジウムに関連して Estrada 氏 (CISMID 副所長), Tavera 氏 (IGP), Bisbal 氏 (INDECI) のインタビューを掲載
- 日刊紙 El Comercio (2012.5.31) 同上のシンポジウムに関連し、地震の際の避難方法に関する Bisbal 氏 (INDECI) のインタビューを掲載
- 日刊紙 El Comercio (2012.7.20) UNI 土木学部に建設予定の免震構造の図書館が建築されることについて, Pique 学部長のインタビューと共に掲載

#### 2012 年 8 月タクナ市での SATREPS ペルー・チリ・日本地震・津波シンポジウムに関し

- La republica 新聞・ペルー南部版 (2012. 8.21)

#### 2013 年 2 月 1 日リマ市での津波防災特別講演会に関し (越村俊一)

- 業界紙 CONSTRUCCION Y VIVIENDA (2013. 2)  
[http://www.construccionyvivienda.com/entrevista\\_periodico1.html](http://www.construccionyvivienda.com/entrevista_periodico1.html)

#### プロジェクト及び 2013 年 3 月ワークショップに関し



- ・ 日刊紙 La Republica (2011. 3. 13)  
<http://www.larepublica.pe/15-03-2013/investigadores-afirman-que-es-85-probable-que-suceda-un-sismo-de-86-en-lima>
- ・ 日刊紙 Peru 21 (2013. 3. 13)  
<http://peru21.pe/actualidad/terremoto-hasta-89-grados-peru-dejaria-130-mil-victimas-2121773>
- ・ 日刊紙 El Comercio (2013. 3. 15)

#### 2013 年 8 月 14 日 La Punta 津波避難訓練に関し

- ・ 日刊紙 La Republica (2013.8.15)  
<http://www.larepublica.pe/15-08-2013/aplican-evacuacion-vertical-en-simulacro-de-tsunami-realizado-en-la-punta>
- ・ 日刊紙 trome (2013. 10. 11)  
<http://trome.pe/actualidad/miles-muertos-simulacro-sismo-1643077>

#### 2014 年 8 月 SATREPS プロジェクトと公開シンポジウムに関し

- ・ 無料新聞：Publimetro (2014. 8.13)  
<http://publimetro.peruquiosco.pe/m/a/20140813/10>
- ・ 新聞：Diario El Chino -Portada y nota de página 2 (2014. 8.13) (山崎教授のコメント含む)  
<http://elchino.pe/policiales/48136-terremoto-de-85-grados-afectaria-a-200-mil-viviendas-de-lima.html>
- ・ 新聞：Perú Shimpó (2014. 8.13) (JICA, SATREPS 及びプロジェクトの高評価に言及)  
<http://www.perushimpo.com/noticias.php?idp=5897>
- ・ 新聞：Perú Shimpó (2014. 8.13) (JICA の協力、SATREPS に言及)  
<http://www.perushimpo.com/noticias.php?idp=5896>
- ・ 新聞：Perú Shimpó (2014. 8.14) (JICA に言及)  
<http://www.perushimpo.com/noticias.php?idp=5903>

### **テレビ放送**

#### ペルーでの巨大地震・津波被害に関し

- ・ Panamericana TV (2012.3.24)
- ・ America TV (2012.3.25)

#### ペルーの巨大地震対策について

- ・ Willax.tv (2012.3.26)

#### リマ沖の巨大地震に警戒すべき

- ・ Panamericana TV (2012.9.6)  
<http://www.panamericana.pe/24horas/locales/113089-cismit-afirma-inminente-gran-terremoto-ciudad-lima>

#### 2013. 3.15 リマ地震・津波公開シンポジウムに関し

- ・ インターネット TV rtvciplima (2013.3.15)  
<http://www.rtvciplima.com/2013/03/15/cooperacion-peruano-japonesa-ante-el-riesgo-de-un-megaterremoto-con-tsunami/>

#### 2013 年 8 月 14 日 La Punta 津波避難訓練に関し

- ・ インターネット TV rtvciplima (2013.8.12)  
<http://www.rtvciplima.com/ejercicio-de-evaluacion-vertical-este-miercoles-en-la-punta/>
- ・ インターネット TV rtvciplima (2013.8.14)  
<http://www.rtvciplima.com/eventual-tsunami-inundaria-la-punta-y-parte-del-callao/>
- ・ インターネット Radio LaLinterna (2013.8.16)  
<https://www.youtube.com/watch?v=SQ2niuIezJw>

#### 2014 年 8 月 SATREPS プロジェクトと公開シンポジウムに関し

- テレビ:AMÉRICA TELEVISIÓN  
<http://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/esta-lima-realmente-preparada-soportar-terremoto-tsunami-n148834?ref=hti>
- テレビ:CANAL N（日本の協力に言及、防災教育センター用機材の動画が使われている）  
<http://canaln.pe/actualidad/esta-lima-realmente-preparada-soportar-terremoto-tsunami-n148831>
- テレビ:CANAL 2（JCC にて越村教授のプレゼンの様子が使われている）  
<http://canaln.pe/actualidad/esta-lima-realmente-preparada-soportar-terremoto-tsunami-n148831>
- テレビ:RPP Canal4（2014.8.13）（Estrada 所長出演）

## ラジオ放送

2014 年 8 月 SATREPS プロジェクトと公開シンポジウムに関し

- ラジオ:Palabra de ingeniero, Radio San Borja（2014.8.9）（山崎教授, Estrada 所長出演）
- ラジオ:Radio Capital（2014.8.15）

[http://www.capital.com.pe/2014-08-15-se-cumplen-siete-anos-del-devastador-terremoto-en-pisco-noticia\\_716793.html](http://www.capital.com.pe/2014-08-15-se-cumplen-siete-anos-del-devastador-terremoto-en-pisco-noticia_716793.html)

2014 年 8 月 12 日 JCC 記者会見 取材参加メディアリスト

| MEDIO         | Cargo      |
|---------------|------------|
| CARETAS       | Periodista |
| CARETAS       | Fotógrafo  |
| Perú Shimpó   | Periodista |
| Radio TV 49   | Reportero  |
| El Comercio   | Fotógrafo  |
| CHINO         | Redactor   |
| Canal2        |            |
| Prensa NIKKEI | Redactor   |
| El Comercio   |            |
| CHINO         | Redactor   |

追加資料：2015年2月16日 記者会見及びCISMID防災教育啓発センターオープニングセレモニー

●当日参加メディアリスト

| No. | メディア名                                  | 参加者の職務 |
|-----|----------------------------------------|--------|
| 1.  | Panamericana TV - テレビ                  | 記者     |
| 2.  | TV Perú - テレビ                          | 記者     |
| 3.  | El Comercio - 新聞                       | 記者     |
| 4.  | La República - 新聞                      | 記者     |
| 5.  | El Peruano - 新聞                        | 記者     |
| 6.  | Agencia Andina - インターネットニュース           | 記者     |
| 7.  | Caretas - 雑誌                           | カメラマン  |
| 8.  | Xinhua - インターネットニュース                   | 記者     |
| 9.  | Diario Uno - 新聞                        | 記者     |
| 10. | Prensaperu.pe - インターネットニュース            | 記者     |
| 11. | Periódico Construcción y Vivienda - 新聞 | 記者     |
| 12. | AP Televisión - テレビ                    | 記者     |

●記事一覧

Panamericana - テレビ（生中継）

**Universidad Nacional de Ingeniería inauguró simulador de sismos y tsunamis**

Con el objetivo de capacitar y transmitir conocimientos a la población sobre el origen y efectos de los terremotos, el Centro de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres de la Universidad Nacional de Ingeniería, presentó el Centro de Sensibilización y Aprendizaje sobre Terremotos y Tsunamis. Esta área de investigación posee un novedoso equipo de simulación que muestra el movimiento que experimentan las viviendas durante un sismo.

<http://panamericana.pe/24horas/locales/176045-universidad-nacional-ingenieria-inauguro-simulador-sismos-tsunamis>

地震と津波の構造、そしてそれらがもたらす影響をペルー国民に学んでも有り広く普及する目的で、国立工科大学の日本・ペルー地震防災センターが地震・津波防災教育・啓発センター(CESATT)がオープンした。地震発生の際に、建物に起こる動きを再現する新たな機材などが設置されている。

RPP - テレビ（インターネットニュース）

**UNI crea centro de aprendizaje sobre terremotos y tsunamis**

Un centro de sensibilización y aprendizaje para que los escolares conozcan todo sobre lo que generan los terremotos y tsunamis, los efectos que tiene sobre estructuras y cómo pueden prevenirlos, presentó la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

[http://www.rpp.com.pe/2015-02-16-uni-crea-centro-de-aprendizaje-sobre-terremotos-y-tsunamis-noticia\\_769950.html](http://www.rpp.com.pe/2015-02-16-uni-crea-centro-de-aprendizaje-sobre-terremotos-y-tsunamis-noticia_769950.html)

地震と津波がもたらす影響、建物への被害、そしてどのように軽減出来るかを小中学生に学んでもらえるよう、国立工科大学が日本・ペルー地震防災センター(CISMID)の敷地内に地震・津波防災教育・啓発センター(CESATT)を開設した。同センターは、2010年に始まり、今年3月に終了する日本・ペルーSATREPSプロジェクトの成果の一つであり、一日に50人まで受け入れる予定。同プロジェクトは、リマのマイクロゾーニングマップ、津波浸水マップ、建物の脆弱性の検証、衛星画像による被害予測、減災計画の各分野で5年間の研究が行われた。

El Comercio - 新聞（インターネットニュース）

**UNI crea centro de aprendizaje sobre terremotos para escolares**

Un centro de sensibilización y aprendizaje para que los escolares conozcan todo sobre lo que generan los terremotos y tsunamis, los efectos que tiene sobre estructuras y cómo pueden prevenirlos, presentó hoy la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

<http://elcomercio.pe/lima/ciudad/uni-crea-centro-aprendizaje-sobre-terremotos-escolares-noticia-1791962>

#### **La Republica - 新聞 (インターネットニュース)**

##### **UNI presenta su centro de aprendizaje sobre terremotos y tsunamis para escolares**

El día de hoy la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) presentó su centro de sensibilización y aprendizaje para que los escolares conozcan todo sobre lo que generan los terremotos y tsunamis, los efectos que tiene sobre estructuras y cómo pueden prevenirlos.

<http://www.larepublica.pe/16-02-2015/uni-presenta-su-centro-de-aprendizaje-sobre-terremotos-y-tsunamis-para-escolares>

#### **La Republica - 新聞 (インターネットニュース)**

##### **Ubican nuevas zonas de riesgo ante posibles sismos en Lima**

Si bien distritos limeños como La Molina y Villa El Salvador, y Ventanilla en el Callao son considerados vulnerables ante posibles sismos, un reciente estudio del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (Cismid) halló nuevos puntos de riesgo para la población en Comas, Ate Vitarte, Carabayllo, San Juan de Lurigancho y el Callao.

<http://www.larepublica.pe/17-02-2015/ubican-nuevas-zonas-de-riesgo-ante-posibles-sismos-en-lima>

#### **Agencia Peruana de Noticias - インターネットニュース**

##### **UNI crea centro de aprendizaje sobre terremotos y tsunamis para escolares**

Un centro de sensibilización y aprendizaje para que los escolares conozcan todo sobre lo que generan los terremotos y tsunamis, los efectos que tiene sobre estructuras y cómo pueden prevenirlos, presentó hoy la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

<http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-uni-crea-centro-aprendizaje-sobre-terremotos-y-tsunamis-para-escolares-543673.aspx>

#### **Agencia Peruana de Noticias - インターネットニュース**

##### **Cismid presentará Centro de Sensibilización dirigido a la población**

Cuatro simuladores sísmicos, entre ellos una mesa vibradora que replica la velocidad del movimiento telúrico, presentará mañana el Centro de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (Cismid) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

<http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-cismid-presentara-centro-sensibilizacion-dirigido-a-poblacion-543544.aspx>

#### **Agencia Peruana de Noticias - インターネットニュース**

##### **FOTO: Inauguración de Centro de sensibilización y aprendizaje sobre terremotos y tsunamis**

<http://www.andina.com.pe/agencia/foto-281715.aspx>

#### **Prensa Perú - インターネットニュース**

##### **Perú: Inauguró Centro de Sensibilización de Terremotos y Tsunamis**

Ante el inminente hecho de presentarse en el Perú un sismo, siendo Lima una de las ciudades más devastadas por este terremoto de alto grado, el Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (Cismid) inauguró el Centro de Sensibilización y Aprendizajes sobre Terremotos y Tsunamis (Cesatt) con el objetivo de capacitar y transmitir conocimientos a la población sobre el origen y efectos que podrían tener los terremotos y tsunamis en el país.

<http://prensaperu.pe/index.php/peru2/item/1526-peru-inauguro-centro-de-sensibilizacion-de-terremotos-y-tsunamis>

#### **Desafíos Educativos - インターネットニュース**

##### **UNI crea centro de aprendizaje sobre terremotos y tsunamis para escolares**



Un centro de sensibilización y aprendizaje para que los escolares conozcan todo sobre lo que generan los terremotos y tsunamis, los efectos que tiene sobre estructuras y cómo pueden prevenirlos, presentó hoy la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

<http://www.desafioseducativos.pe/2015/02/uni-crea-centro-de-aprendizaje-sobre.html>

### **Entorno Inteligente - インターネットニュース**

#### **UNI crea centro de aprendizaje sobre terremotos y tsunamis**

Un centro de sensibilización y aprendizaje para que los escolares conozcan todo sobre lo que generan los terremotos y tsunamis, los efectos que tiene sobre estructuras y cómo pueden prevenirlos, presentó la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

<http://www.entornointeligente.com/articulo/5037579/UNI-crea-centro-de-aprendizaje-sobre-terremotos-y-tsunamis-rss-16022015>

### **Agencia de Xinhua - インターネットニュース**

#### **Inauguran centro de sensibilización ante terremotos en capital peruana**

Representantes de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), en la capital peruana, inauguraron hoy el Centro de Sensibilización y Aprendizaje sobre Terremotos y Tsunamis (Cesatt).

[http://spanish.china.org.cn/science/txt/2015-02/17/content\\_34844107.htm](http://spanish.china.org.cn/science/txt/2015-02/17/content_34844107.htm)

### **China Radio International - ラジオ (インターネットニュース)**

#### **Inauguran centro de sensibilización ante terremotos en capital peruana**

Representantes de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), en la capital peruana, inauguraron este lunes el Centro de Sensibilización y Aprendizaje sobre Terremotos y Tsunamis (Cesatt).

*China Radio International -CRI (Beijing, China)*

<http://espanol.cri.cn/782/2015/02/17/1s341308.htm>

### **Canal de Ingeniería en el Perú - インターネットニュース (動画)**

<http://www.rtvciplima.com/inauguracion-del-centro-de-sensibilizacion-y-aprendizaje-sobre-terremotos-y-tsunamis/>

### **El Comercio - 新聞**

防災・教育センターのオープニング、CISMID のセノン氏が地盤研究について説明。

### **Publimetro - 無料新聞**

防災・教育センターについてコメント有り。

### **UNI のフェイスブック (CESATT オープニング記事)**

<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.311387609070794.1073741835.260155274194028&type=1>

|                                         |
|-----------------------------------------|
| <b>2015 年 2 月 17 日 リマ市庁舎 防災普及啓発セミナー</b> |
|-----------------------------------------|

### **●記事一覧**

#### **Prensa Perú - インターネットニュース**

<http://www.prensaperu.pe/index.php/peru2/item/1530-taller-internacional-de-mitigacion-de-desastres-de-terremotos-y-tsunamis>

各政府レベルの能力向上と知識提供を目的に、JICA、国立工科大学(UNI)及びリマ市が国際セミナー「災害リスク軽減計画に向けた提言」を開催した。この重要なイベントに在ペルー日本国大使、住宅大臣、リマ市長、国立工科大学長、SATREPS プロジェクトリーダー、CISMID センター長らが参加し、SATREPS プロジェクト成果とその活用についてプレゼンテーションが行われた。

### **Municipalidad de Lima HP (リマ市ホームページ)**

<http://www.munlima.gob.pe/mml/noticias/?id=137>

INDECI HP (市民防衛庁ホームページ)

<http://www.indeci.gob.pe/noticias.php?item=MzE1Mw==#prettyPhoto>

UNI Facebook (国立工科大学フェイスブック)

<https://www.facebook.com/UNIOficial.pe>

CISMID Facebook (日本・ペルー地震防災センターフェイスブック)

<https://www.facebook.com/pages/Cismid-UNI-Página-Oficial/547551451929783>

リマ市のフェイスブック(セミナーの記事)

<https://www.facebook.com/MuniLima?fref=photo>

### **その他 CISMID 関連の報道**

America TV – テレビ (録画)

**Tsunami en Lima: ¿Qué tan preparados estamos?**

En uno de los meses más calurosos de este verano la Costa Verde quedo paralizada en el primer simulacro de tsunami en lo que va del 2015, un ejercicio que pone a prueba la capacidad de reacción de conductores, veraneantes y trabajadores en todo el litoral limeño y que pese a una respuesta positiva nunca será suficiente en cuanto a prevención se refiere.

<http://www.americatv.com.pe/a-las-once/noticia/tsunami-lima-que-tan-preparados-estamos-noticia-15339?ref=hdest>

Noticias Perú Hoy – インターネットニュース

**Sismo superior a 8.8 grados haría colapsar Lima**

Ventanilla, Callao, La Punta, Miraflores, Barranco, Chorrillos, Villa El Salvador y Lurín, estarían inundadas completamente en caso de que ocurra un terremoto que supere los 8.8 grados en la escala de Richter. Así lo informó el Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID).

<http://www.noticiasperu-hoy.pe/sismo-superior-a-8-8-grados-haria-colapsar-lima>

Notimérica – インターネットニュース

**Sismo de 8,8 grados en Lima podría provocar tsunami de más de 10 metros**

Un movimiento sísmico de 8.8 grados en la escala de Richter en la capital de Perú, Lima, podría provocar un tsunami de 10 metros de altura, aunque según los especialistas, hace 269 años que no ocurre un sismo de magnitud superior a los 8 grados en Lima. *Europa Press (Madrid - España)*

<http://www.notimerica.com/sociedad/noticia-sismo-88-grados-lima-podria-provocar-tsunami-mas-10-metros-20150212150821.html>

Punto de Encuentro – インターネットニュース

**Sismo de 8,8 grados en Lima podría provocar tsunami de más de 10 metros**

El litoral de la capital corre un latente peligro ante un posible tsunami provocado por un fuerte movimiento sísmico. Según los especialistas desde 1746, es decir, hace 269 años, no ocurre en Lima Metropolitana un sismo de gran magnitud mayor a los 8 grados.

[http://www.puntodeencuentro.com.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14161:sismo-de-88-grados-en-lima-podria-provocar-tsunami-de-mas-de-10-metros&catid=46:nacionales](http://www.puntodeencuentro.com.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=14161:sismo-de-88-grados-en-lima-podria-provocar-tsunami-de-mas-de-10-metros&catid=46:nacionales)

2月15日 RPP – テレビ エストラダ所長生出演、約5分の出演でプロジェクト及びCESATTオープニング予定について説明。

### ③ その他

なし

## (7)成果展開事例

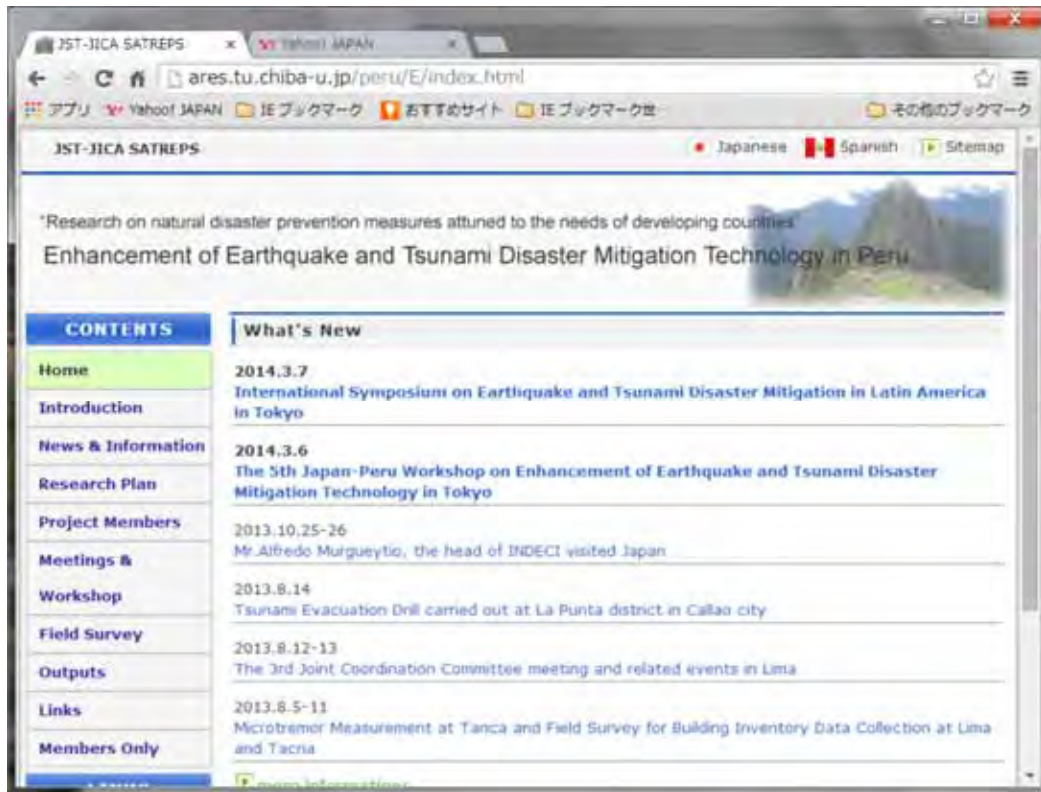
### ① 実用化に向けての展開

#### <公開可能なもの>

- ・ 本研究成果をもとに、ペルーの政府機関である国立建設産業訓練機構 (SENCICO) の依頼によってペルーの建築基準法で分類されているペルーの代表的な地盤での強震動予測を行った。この成果の一部は SENCICO の HP より公開されている。(言語はスペイン語)  
(<http://www.sencico.gob.pe/gin/investigacion.html>)
- ・ ペルーにおいて計3回にわたる津波解析技術の研修会(地震・津波シナリオの作成, 津波浸水予測, 被害評価)を開催しており, 相手国への技術移転を行うことができた。
- ・ ネットワーク強震計を用いたペルーの建物の地震時性能モニタリングは, サーバーPC を名古屋大に設置し, 継続的に実施している。
- ・ 個別要素法による組積造の地震時崩壊挙動の解析プログラムは, 豊橋技科大の研究室 HP にて公開予定。
- ・ 本事業において, 合成開口レーダ (SAR) 画像の処理技術(再生, 差分や相関係数算出等の演算, 干渉処理など)の基本と演習を含む講習会をペルーにて開催し, 相手国の研究者に技術移転することができた。また, 2014 年 5 月 24 日に JAXA が打ち上げた地球観測衛星 ALOS-2 により得られる SAR 画像を利用することで, これらの技術の実用化が促進される。

### ② 社会実装(研究成果の社会還元)への展開活動

- ・ 本研究プロジェクト全体の活動・成果は, 専用のホームページを設け, 英語, 日本語, 一部スペイン語でも掲載し, 一般に公開している。( <http://ares.tu.chiba-u.jp/peru/index.html> )
- ・ 津波予測技術(津波想定, 津波浸水シミュレーション)の移転, 被害想定手法の習得, 数値シミュレーションを利用したハザードマップの改訂方法, 避難計画の評価と改善という課題へのアプローチを標準化し, 南米諸国への横展開を図っている。すでに SATREPS 事業においてはコロンビアプロジェクトが H26 年度から開始され, JICA の技術支援プロジェクトもエクアドルで進行中である。津波グループリーダー(越村)はいずれの事業にも参画しているので, ペルーでの成果をスムーズに横展開し, 南米諸国の津波対策ネットワークの構築に向けた活動を開始している。



専用 WEB サイトのトップページ(<http://ares.tu.chiba-u.jp/peru/E/index.html>)

<非公開>  
なし

## § 6 プロジェクト期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

### 2009 年度

| 年月日                | 名称                                       | 場所<br>(開催国)         | 参加人数<br>(相手国からの招<br>聘者数)      | 概要                                                                                               |
|--------------------|------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2009 年 6 月 10 日    | 日本国内全体キックオフ会議<br>(非公開)                   | 東京田町<br>CIC<br>(日本) | 30 名<br>(2 人：ネットミー<br>ティング参加) | 本プロジェクトの日本側メンバーと関係者のほぼ全員が参加し、顔合わせと討議を行った。また、ペルー側代表者と研究者もインターネットで参加した。                            |
| 2009 年 8 月 10 日    | JICA 詳細計画策定調査に合わせたペルー・日本ワークショップ<br>(非公開) | リマ<br>(ペルー)         | 70 名<br>(60 名)                | JICA 詳細計画策定調査に合わせて、日本側研究者 5 名がペルーを訪問、今後のプロジェクトの計画を討議。その成果が、ミニッツに反映された。                           |
| 2009 年 12 月 20 日   | ペルー・日本津波グループ研究打合せ(非公開)                   | リマ<br>(ペルー)         | 9 名<br>(6 名)                  | 津波グループの日本側研究者がペルーを訪問し、ペルー側の研究者と共同研究の進め方について討議した。                                                 |
| 2010 年 3 月 1 日     | 日本・ペルー全体研究打合せ<br>(非公開)                   | 東京田町<br>CIC<br>(日本) | 20 名<br>(3 人)                 | リマ市での全体キックオフ・ワークショップを前に、日本側の研究メンバーと来日中のペルー側研究者が、ワークショップの進め方と今後の研究計画を討議。                          |
| 2010 年 3 月 15,16 日 | 第 1 回日本・ペルー SATREPS ワークショップ              | リマ<br>(ペルー)         | 500 名<br>(50 名)               | 第 1 回プロジェクト全体会合を開催。日本から 30 名の研究者と関係者が、ペルーからは約 50 名の研究者・関係者と 400 名を超える一般参加者が、さらに中南米諸国からも 10 名が参加。 |



## 2010 年度

| 年月日                      | 名称                                        | 場所<br>(開催国)            | 参加人数<br>(相手国からの<br>招聘者数)                                          | 概要                                                                                                             |
|--------------------------|-------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2010 年 8 月 9 日           | 日本国内グループ<br>リーダーミーティン<br>グ(非公開)           | 東北大学東京<br>分室(日本)       | 6 名<br>(0 名)                                                      | 進捗状況・計画の討議                                                                                                     |
| 2010 年 8 月 11 日          | JST, JICA 打合せ<br>(非公開)                    | JICA<br>(日本)           | 4 名<br>(0 名)                                                      | 進捗状況・計画の報告                                                                                                     |
| 2010 年 8 月 23 日<br>～27 日 | 地震メカニズム, 津<br>波伝播・遡上シミュ<br>レーション セミナ<br>ー | ペルー国立工<br>科大学<br>(ペルー) | 10 名<br>(8 名)<br>(技術セミナー)<br><br>約 100 名<br>(約 100 名)<br>(公開セミナー) | 「震源メカニズム」「津波伝播・遡<br>上シミュレーション」の理論に関<br>する講義の後, 日本で開発した<br>コンピュータープログラムを用い<br>て数値解析演習を行い, UNI 講<br>堂で公開セミナーを開催. |
| 2010 年 11 月 1 日          | 日本国内グループ<br>リーダーミーティン<br>グ(非公開)           | 東北大学東京<br>分室(日本)       | 9 名<br>(0 名)                                                      | 進捗状況・計画の討議                                                                                                     |
| 2011 年 2 月 2 日           | 耐震解析特別講義                                  | ペルー国立工<br>科大学(ペル<br>ー) | 25 名<br>(23 名)                                                    | 耐震解析の理論の講義, 演習を<br>行った.                                                                                        |
| 2011 年 2 月 4 日           | 日本国内グループ<br>リーダーミーティン<br>グ(非公開)           | 千葉大学<br>田町オフィス<br>(日本) | 4 名<br>(0 名)                                                      | 進捗状況・計画の討議                                                                                                     |
| 2011 年 2 月 7 日           | 耐震工学セミナー                                  | タクナ<br>(ペルー)           | 28 名<br>(26 名)                                                    | 耐震解析の理論の講義, 演習を<br>行った.                                                                                        |
| 2011 年 2 月 16 日          | コンクリート工学特<br>別講義                          | ペルー国立工<br>科大学(ペル<br>ー) | 21 名<br>(20 名)                                                    | コンクリート材料の挙動に関する<br>講義を行った.                                                                                     |
| 2011 年 3 月 9 日～<br>11 日  | 第 2 回日本－ペル<br>ー地震・津波減災<br>国際ワークショップ       | 千葉大学<br>(日本)           | 約 150 名<br>(ペルー14 名)<br>(南米諸国 4<br>名)                             | 進捗状況・計画の討議等<br>プロジェクトワークショップ                                                                                   |

## 2011 年度

| 年月日              | 名称                         | 場所<br>(開催国)          | 参加人数<br>(相手国からの<br>招聘者数) | 概要                                                |
|------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------------------------|
| 2011 年 6 月 21 日  | グループミーティング(非公開)            | インターネット<br>(日本, ペルー) | 4 名<br>(2 名)             | G3 進捗状況に関し打合せ                                     |
| 2011 年 6 月 22 日  | JICA 打合せ(非公開)              | 千葉大学<br>(日本)         | 5 名<br>(0 名)             | 本年度プロジェクト予定に関し打合せ                                 |
| 2011 年 9 月 19 日  | 研究打ち合わせ                    | DHN<br>(ペルー)         | 20 名<br>(10 名)           | ペルー津波警報システムについての打ち合わせ                             |
| 2011 年 9 月 20 日  | 津波伝播・遡上シミュレーションのセミナー       | CISMID<br>(ペルー)      | 16 名<br>(14 名)           | 津波伝播・遡上シミュレーションの講義                                |
| 2011 年 9 月 21 日  | La Punta 地区津波想定地区視察        | La Punta<br>(ペルー)    | 14 名<br>(5 名)            | La Punta 地区区長, 前区長から津波避難想定についてのヒアリング              |
| 2011 年 9 月 21 日  | グループミーティング(非公開)            | Tacna<br>(ペルー)       | 9 名<br>(5 名)             | タクナ私立大学と地震被害想定について打ち合わせ                           |
| 2011 年 9 月 23 日  | 公開シンポジウム                   | CISMID<br>(ペルー)      | 120 名<br>(106 名)         | CISMID にて地震津波に関する公開シンポジウムを開催。日本側研究者から東北地震の報告があった。 |
| 2011 年 12 月 1 日  | グループリーダーミーティング(非公開)        | 田町 CIC<br>(日本)       | 7 名<br>(0 名)             | 予算進捗状況, 今後の予定に関し打合せ                               |
| 2011 年 12 月 16 日 | JICA 打合せ(非公開)              | 千葉大学<br>(日本)         | 5 名<br>(0 名)             | 今後のプロジェクト予定に関し打合せ                                 |
| 2012 年 1 月 12 日  | ペルー・チリプロジェクトリーダー打ち合わせ(非公開) | 千葉大学<br>(日本)         | 4 名<br>(0 名)             | ペルー・チリ合同ワークショップに関し打合せ                             |
| 2012 年 3 月 13 日  | 第 3 回プロジェクトワークショップ         | 田町 CIC<br>(日本)       | 70 名<br>(23 名)           | プロジェクト進捗状況の報告                                     |

## 2012 年度

| 年月日                      | 名称                                     | 場所<br>(開催国)                    | 参加人数<br>(相手国からの<br>招聘者数) | 概要                                                                               |
|--------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 2012 年 4 月 12 日<br>～13 日 | グループミーティン<br>グ(非公開)                    | 立命館大学<br>(日本)                  | 7 名<br>(0 名)             | G5 進捗状況に関し打合せ                                                                    |
| 2012 年 4 月 26 日          | リーダーミーティン<br>グ(非公開)                    | 田町 CIC<br>(日本)                 | 8 名<br>(0 名)             | 予算進捗状況, 今後の予定<br>に関し打合せ                                                          |
| 2012 年 5 月 28 日          | グループミーティン<br>グ(非公開)                    | 千葉大学<br>(日本)                   | 8 名<br>(0 名)             | G5 進捗状況に関し打合せ                                                                    |
| 2012 年 8 月 9 日           | グループミーティン<br>グ(非公開)                    | 千葉大学<br>(日本)                   | 7 名<br>(0 名)             | G5 進捗状況に関し打合せ                                                                    |
| 2012 年 8 月 17 日<br>～18 日 | CISMID 発足 25<br>周年記念公開シン<br>ポジウム       | CISMID, リマ・ス<br>イスホテル<br>(ペルー) | 210 名<br>(170 名)         | 招待講演<br>研究成果発表                                                                   |
| 2012 年 8 月 21 日<br>(午前)  | 日本・ペルー・チ<br>リ合同津波・地震<br>ワークショップ        | タクナ El Meson ホ<br>テル(ペルー)      | 40 名<br>(20 名)           | プロジェクトワークショップ                                                                    |
| 2012 年 8 月 21 日<br>(午後)  | 地震・津波防災に<br>関する公開シンポ<br>ジウム            | タクナ私立大学<br>(ペルー)               | 170 名<br>(150 名)         | 研究成果発表<br>津波防災に関する協議                                                             |
| 2012 年 9 月 7 日           | グループミーティン<br>グ(非公開)                    | 建築研究所<br>(日本)                  | 10 名<br>(0 名)            | G3 進捗状況に関し打合せ                                                                    |
| 2012 年 9 月 25 日          | 研究者ミーティング<br>(非公開)                     | リスボン国際会議<br>場 (ポルトガル)          | 20 名<br>(8 名)            | 第 14 回世界地震工学会議<br>に出席した SATREPS 関係<br>者で進捗状況や意見の交<br>換を行った.                      |
| 2012 年 11 月 16<br>日      | グループミーティ<br>ング(非公開)                    | 立命館大学東京オ<br>フィス (日本)           | 6 名<br>(0 名)             | G4,G5 の進捗状況に関し<br>打合せ                                                            |
| 2012 年 12 月 9 日<br>—15 日 | ペルー研究者によ<br>る日本の防災教育<br>施設の視察(非公<br>開) | 東京, 京都, 神戸,<br>つくば(日本)         | 9 名<br>(2 名)             | ペルーの防災教育施設に<br>導入するコンテンツを考<br>えるため, 日本の防災教育施設<br>の視察・調査を行った.                     |
| 2012 年 2 月 27 日          | グループミーティ<br>ング(非公開)                    | 品川プリンスホテ<br>ル (日本)             | 5 名<br>(2 名)             | G3 進捗状況に関し打合せ                                                                    |
| 2013 年 3 月 14 日          | 第 4 回日本・ペル<br>ー SATREPS ワーク<br>ショップ    | リマ・CISMID<br>(ペルー)             | 55 名<br>(40 名)           | 第 4 回プロジェクト全体会<br>合を開催. 日本から 15 名の研<br>究者と関係者が, ペルーか<br>らは約 40 名の研究者・関係<br>者が参加. |
| 2013 年 3 月 15 日          | 地震防災公開シン<br>ポジウム                       | リマ・Sonesta ホテ<br>ル (ペルー)       | 300 名<br>(40 名)          | リマ市内にて地震津波に関<br>する公開シンポジウムを開<br>催. 多数のマスコミやペルー<br>政府関係者等が出席.                     |

## 2013 年度

| 年月日              | 名称                                | 場所<br>(開催国)        | 参加人数<br>(相手国からの<br>招聘者数) | 概要                                                       |
|------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| 2013 年 5 月 21 日  | グループミーティング                        | 東工大<br>(日本)        | 4 名<br>(1 名)             | G4 進捗状況に関し打合せ                                            |
| 2013 年 5 月 23 日  | 研究打ち合わせ<br>(非公開)                  | 千葉大<br>(日本)        | 5 名<br>(1 名)             | ペルーの防災教育施設のコン<br>テンツに関する打合せ                              |
| 2013 年 8 月 8 日   | リモートセンシング画<br>像解析セミナー             | CONIDA<br>(ペルー)    | 15 名<br>(13 名)           | リモートセンシング画像解析<br>の講義と実技講習                                |
| 2013 年 8 月 12 日  | ペルー大統領府防<br>災担当との意見交換             | 大統領府防災担<br>当 (ペルー) | 10 名<br>(5 名)            | ペルー国の防災施策に関す<br>るヒアリング                                   |
| 2013 年 8 月 13 日  | 研究者全体会議                           | CISMID<br>(ペルー)    | 25 名<br>(15 名)           | 研究の進捗に関する情報交<br>換                                        |
| 2013 年 8 月 13 日  | Joint Coordinating<br>Committee   | CISMID<br>(ペルー)    | 30 名<br>(15 名)           | 進捗状況、今後の計画の確<br>認.                                       |
| 2013 年 8 月 14 日  | La Punta 地区津波避<br>難訓練             | La Punta<br>(ペルー)  | 2000 名<br>(2000 名)       | DHN, INDECI が主導し津<br>波避難訓練を実施                            |
| 2013 年 8 月 14 日  | La Punta 地震・津波<br>シンポジウム          | La Punta<br>(ペルー)  | 100 名<br>(95 名)          | 地震・津波防災に関する公<br>開シンポジウム                                  |
| 2013 年 10 月 26 日 | 研究打ち合わせ<br>(非公開)                  | 千葉大学<br>(日本)       | 6 名<br>(1 名)             | INDECI 長官の表敬訪問                                           |
| 2013 年 10 月 30 日 | 中南米シンポジウム<br>幹事会(非公開)             | 東京田町 CIC<br>(日本)   | 7 名<br>(0 名)             | 中南米シンポジウムに関す<br>る日本側打合せ                                  |
| 2013 年 12 月 10 日 | 中南米シンポジウ<br>ム幹事会(非公開)             | 東京田町 CIC<br>(日本)   | 6 名<br>(0 名)             | 中南米シンポジウムに関す<br>る日本側打合せ                                  |
| 2014 年 2 月 14 日  | 中南米シンポジウム<br>幹事会(非公開)             | 東京田町 CIC<br>(日本)   | 5 名<br>(0 名)             | 中南米シンポジウムに関す<br>る日本側打合せ                                  |
| 2014 年 3 月 5 日   | プロジェクトワークショ<br>ップ準備会(非公開)         | 東京京急イン<br>(日本)     | 15 名<br>(13 名)           | ワークショップに関する事前<br>打合せ                                     |
| 2014 年 3 月 6 日   | 第 5 回プロジェクトワ<br>ークショップ            | 東京田町 CIC<br>(日本)   | 61 名<br>(13 名)           | プロジェクト進捗状況の報告                                            |
| 2014 年 3 月 7 日   | 中南米地域の地震・<br>津波防災に関する国<br>際シンポジウム | 東京品川コクヨホ<br>ール(日本) | 135 名<br>(25 名)          | ペルー, チリ SATREPS プロ<br>ジェクト合同. その他の中南<br>米 5 か国からも計 8 人招待 |

## 2014 年度

| 年月日                    | 名称                              | 場所<br>(開催国)     | 参加人数<br>(相手国からの<br>招聘者数) | 概要                          |
|------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|
| 2014 年 8 月 11 日        | 評価レポート・JCC 開<br>催準備の打ち合わせ       | CISMID<br>(ペルー) | 20 名<br>(15 名)           | 最終評価会に向けた評価レ<br>ポートの審議      |
| 2014 年 8 月 12 日        | Joint Coordinating<br>Committee | CISMID<br>(ペルー) | 25 名<br>(15 名)           | 最終評価会                       |
| 2014 年 8 月 13 日        | 津波ハザードマップ<br>打合せ                | DHN<br>(ペルー)    | 10 名<br>(8 名)            | 津波ハザードマップの今後<br>の更新に関する打合せ  |
| 2014 年 8 月 13 日        | SATREPS 公開シン<br>ポジウム            | リマ<br>(ペルー)     | 300 名<br>(290 名)         | 地震・津波防災に関する公<br>開シンポジウム     |
| 2014 年 12 月 12 日       | 研究打合せ                           | 千葉大学<br>(日本)    | 5 名<br>(2 名)             | JDR 特集号および最終イベ<br>ントに関する打合せ |
| 2015 年 2 月 17, 18<br>日 | プロジェクト最終<br>イベント                | リマ<br>(ペルー)     | 310 名<br>(300 名)         | CISMID 啓発施設開所と普<br>及セミナー    |

## § 7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

### (1) 共同研究全体

本邦調達機材の輸送や現地調査手続きが複雑なこともあり、効率的なプロジェクト実施にはある程度の経験が必要とする。また円滑なプロジェクト運営には、JICA および JST との個別問題に対する連携は欠かせない。

今後、プロジェクト課題の自立発展性向上のためには、日本及びペルーでの人材確保及び継続的な人材育成が重要である。その点では、文部科学省の国費留学生の大学推薦(SATREPS 枠)が設定され、本プロジェクトからの5件の申請が全て採択されたことは大きな成果である。5名の博士課程学生の受け入れは、将来のペルーの地震工学分野の研究教育ならびに、日本・ペルーの研究交流の継続の大きな力になることが期待される。

相手機関の CISMID は、本プロジェクトでの活動も認められてペルー国内での評価が高まり、2014 年 3 月 19 日のペルー政府の決定により、国の防災・危機管理担当機関の 1 つとして認定された。このため CISMID は、ペルーにおける地震防災対策に関する研究開発や設計基準の更新を主導する役割を担うことになり、本プロジェクトの成果がペルー社会に実装されることが期待される。日本側としても継続的な支援を行えるような枠組みの構築が望まれる。

### (2) 研究グループ/地震動予測と地盤ボーリング

相手国へ供与する微動計などの機材が最終的に相手機関に届くまで半年以上を要した。これにはまず本邦の大学で調達する際に機材が高額であるため、公募による入札が必要となり、仕様書作成委員会などの準備に時間を要した。また相手国に到着した後も、手続きのため空港等に数週間保管されていた。よって微動観測のような本邦から供与した機材を必要とする調査は、早い時期から入札手続き等の準備を開始する必要がある。

地盤調査として地元の業者によるボーリング調査を予定していたが、これも当初の予定よりも 1 年以上実施が遅くなり、費用も高額となった。ペルーは現在経済発展が著しく地元の地盤調査会社も仕事が多いため、仕様の厳しい日本からの仕事が敬遠され、入札も最初は不調に終わった。その結果日本の相場よりもはるかに高い金額で実施せざるを得ず、実施も遅れた。また、3 か所の実施場所についてもなかなか許可が得られず、最終的には日本のグループリーダーと JICA の現地調整員が実施場所を訪問し許可を得た。よって外部での調査などでは、事前に日本人が訪問するなど十分な準備期間を見込む必要がある。

微動観測に基づく地盤構造の推定は、日本ではかなり実績はあるが、地盤構造の異なる海外ではその適用性は明らかではない。ペルーはアンデス山脈より西側は乾燥地帯であるため、表層地盤は全体的に日本に比べて非常に硬い。そのため微動の振動レベルすなわち信号レベルが小さく、観測機器のノイズの影響が大きくなってしまう。このことから我々はより高精度の微動観測機器を採用することで対応した。よって海外で微動観測を実施する際には、はじめに現地での微動レベルとノイズの影響を慎重に検討することが重要である。

相手国からの留学生がいると、相手機関との連絡のやり取りが非常に円滑に進む。本プロジェクトでは多くの留学生を受け入れているが、プロジェクト開始前から相手機関出身の国費留学生がすでにこちらの研究室に所属していたため、細かい質問や連絡はその留学生を通して行った。日本人からの英語でのメールよりも、ペルー人による母国語のメールの方が、相手側の負担も少なく円滑に意思疎通ができたと考えられる。

### (3) 研究グループ/津波予測と被害軽減

東北大学は東北地方太平洋沖地震で被災したため、共同研究を進めるのが困難な状況であった。しかし東北大学で津波シミュレーション技術を学んだ留学生や短期研修生、CISMID で津波伝播遡上シミュレーションセミナーの聴講生などの人材育成が進んでいたため、研究活動の効率は落ちず、その成果が表れている。また、H24 年度に実施予定であったリマ沖の海底地形の測深調査であるが、調査計画は立案されたものの調査用船舶の手配が遅れ、結局、H25 年度に実施された。

ペルーに限らず、南米諸国全般について言えることであるが、津波対策(研究・実務)に取り組む人材の育成が急務である。南米諸国においては、津波予測、観測、予警報の技術的な職務を担当するのは海軍の文民職員・研究員がほとんどであるが、人材が不測している。大学などの学術機関の研究者の育成と併せて、



より多くの津波専門家を育成することが重要な課題である。さらに、地震災害と異なり、津波災害の影響は広域に及ぶため、観測情報や予測情報の共有も含めた、国際的な協力・連携体制の確立が極めて重要である。本プロジェクトの成果を有効に活用し、効果的・効率的な展開を図るための戦略が重要である。南米の津波対策ネットワーク(国際的な協力・連携体制)の構築に向けて、ペルー国政府が役割の重要性を認識し、本プロジェクトに取り組んだ研究者がそれを先導していくような支援が今後求められる。

#### (4) 研究グループ/建物耐震性の向上

建物実験計画にペルー側研究者の要望をより強く反映させたためウェブ会議など直接相手側と顔を合わせ会談することにより、着実に計画を進めた。また現地研究者と共同で試験装置の搬入・実験を行うことで互いに理解しあい、成果を上げた。

2010年2月に発生したチリ Maule 地震の被害調査を本プロジェクトで行ったことは、中南米に多い高層壁式建物の耐震性向上の必要性を喚起し、その後の構造実験計画によい影響を与えた。一部の構造実験装置の搬入が遅れたことや操作マニュアルの英語化が不十分であったことなどから実験スケジュールに多少の遅れが出たものの、ペルー側の献身的な努力によって大きな問題は発生しなかった。

#### (5) 研究グループ4: 空間基盤データ構築と被害予測

空間基盤データ構築と被害予測グループはペルー側の人材が不足していることから、現地で講習会を実施したり、日本に研修生を受け入れて人材育成を行う必要があった。また、日本が開発した人工衛星のセンサ画像は性能が良いものの、その特徴や入手方法、画像処理と利活用の仕方が、現地の研究者には十分浸透していないため、研究課題を遂行するためには基礎から教示する必要があった。今後、JICA が実施しているリモートセンシング技術に関する他の講習会と協力して、効率よく技術移転をしていくことが重要である。被害予測のために必要な現地の建物構造等に関する情報は、国勢調査統計データ等の様々な地図情報を活用した。しかし、これらの GIS データの精度にはバラツキがあり、位置情報が必ずしも統一していないため、建物台帳構築の際の統合作業において障害となった。地図や GIS データの縮尺や品質管理が重要であることを両国の研究者間で認識する必要がある。

#### (6) 研究グループ5: 地域減災計画

本プロジェクトの中盤に入って、ペルー国政府の防災体制が変更され、災害発生後の緊急対応は INDECI が、事前の防災は CENEPRED が担当することになった。しかし後者の機関は発足間もないこともあって、まだ体制の整備が充分でなく、本プロジェクトに対しても、期待されたほどの貢献は果たしてもらえなかった。一方、INDECI とは信頼関係を醸成することができ、アレキパの市民向け防災教育施設のコンテンツ整備に協力することができた。また、外務省の招待で INDECI 長官が来日した折などにも、交流を深めることができた。

本プロジェクトにより、ペルーの防災関連行政機関(INDECI, IGP, 文化庁等)、及び CISMID 等の研究機関の協力関係を一層密にすることができた。ただ、ペルー国内の内政事情に左右されることも考えられ、継続的な防災関連行政機関の協力体制構築には、本プロジェクトのような継続的な予算投入が必要と考えられる。

## §8 結び

当初設定した研究目標に関しては、ほぼ達成することができた。各グループにおける共同研究の成果は、原著論文(和文誌 9 件、英文誌 51 件)を始めとして、国際学会論文 86 件及び主要な国内学会論文 31 件などの成果を挙げることができ、ペルーおよび日本の地震・津波防災技術の向上に対して貢献できたものとする。とくにペルー側の研究者にとって英文の原著論文を書く機会が少ないので、本プロジェクトで *Journal of Disaster Research* 誌に 2 度にわたって特集号を発行できたことは、この成果につながったものとする。

本プロジェクトの最大の成果は、ペルーにおける地震・津波防災の次世代を担う研究者の育成である。文部科学省国費奨学金(SATREPS 枠)の支援によって、5 名の若手研究者を日本の大学の博士課程に招くことができ、このうち 2 人は既に学位を取得し帰国、3 名も数年内に学位を取得する見込みである。このほかにも、6 名の若手研究者が研修生として半年以上、日本に滞在し、技術を取得してもらうことができた。また、本プロジェクト開始直後に発生した 2010 年チリ・マウレ地震、および 2011 年東日本大震災について日本・ペルー合同チームによる現地調査や共同研究を行い、大きな研究成果を挙げることができた。

主たる相手機関の CISMID は、27 年前に日本の支援でペルー国立工科大学内に設立された中南米で有数の地震防災研究機関である。CISMID は、本プロジェクトでの活動もあって、ペルー国内での評価が一層高まり、2014 年 3 月には、国の防災・危機管理担当機関の 1 つとして認定された。このため CISMID は、地震防災対策に関する研究開発や設計基準作成を主導する役割を担うことになり、本プロジェクトの成果がペルー社会に実装されることが期待される。CISMID 等に供与した機器資材は、現在、実験・観測・教育普及などの活動に有効に使われている。本プロジェクト終了後も、日本側としても継続的な支援を行う体制が強く望まれる。

ペルー政府の緊急対応機関の INDECI 等とも強い連携関係を結ぶことができた。写真 8.1 は INDECI と本プロジェクトが中心となって実施した津波避難訓練の関係者の集合写真である。中央に写っている INDECI 長官は、この後外務省の招きで日本を訪問し、日本の防災関連施設や東日本大震災からの復興状況も視察していただいた。また、INDECI のペルー南部地区防災教育センター(アレキパ)の設備充実に協力することができた。

このような貴重な経験をすることができたのも SATREPS の枠組みのお陰であり、JST、JICA を始めとする関係各位に、日本・ペルーのメンバーを代表し感謝の意を表する次第である。



写真 8.1 La Punta における津波避難訓練の関係者集合



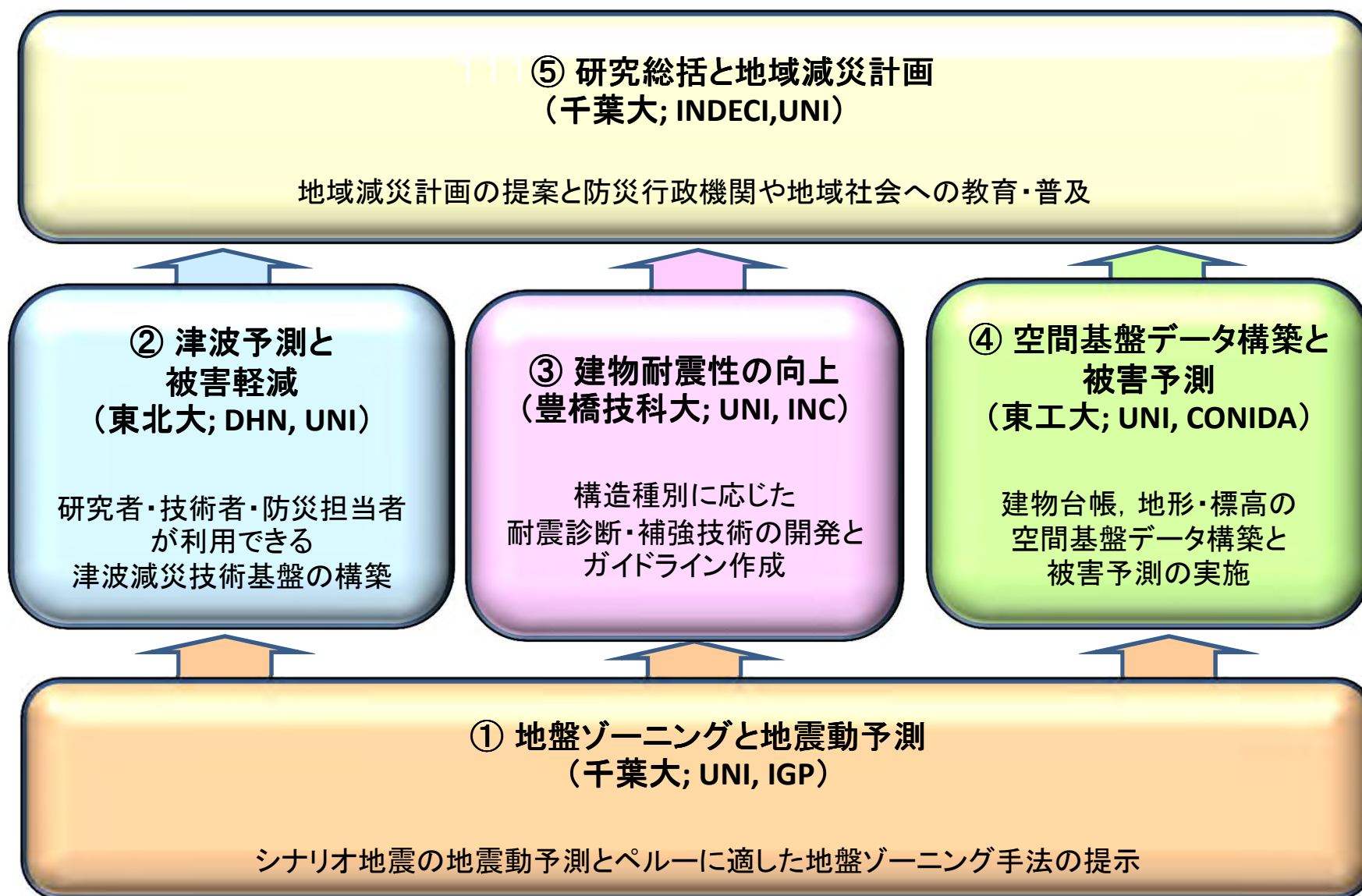
写真 8.2 CISMID による耐震実験結果の記録風景

## §9 PDM の変遷 (該当する場合)

該当せず

以上

# ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関する研究



注: ( )内は、主な研究機関名

|                    |                                                 |
|--------------------|-------------------------------------------------|
| 研究課題名              | ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関する研究                       |
| 研究代表者名<br>(所属機関)   | 山崎 文雄<br>(千葉大学 大学院工学研究科)                        |
| 研究期間               | H21採択(平成22年3月1日～平成27年3月31日)                     |
| 相手国名／主要<br>相手国研究機関 | ペルー共和国／ペルー国立工科大学(UNI)日本・ペ<br>ルー地震防災センター(CISMID) |

## 付随的成果

|                                        |                                                                                             |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日本政府、<br>社会、産業<br>への貢献                 | 被害推定や土地利用データ構築等の研究では、<br>国産衛星(ALOS)の画像データを活用することにより、日本の衛星画像や宇宙開発技術の優秀さを世界にアピールする。           |
| 科学技術の<br>発展                            | 日本では得難い事例が、相手国に数多くあることから、本共同研究により、現象解明や減災手法の研究が加速されるため、我が国の当該研究に益する所が大きい。                   |
| 知財の獲得、<br>国際標準化の<br>推進、生物資源への<br>アクセス等 | ・世界でも地震・津波被害が顕著な相手国で国際共同研究を推進することにより、当該分野における、我が国の指導的地位が強化される。<br>・日本発の地震・津波減災技術が、相手国に普及する。 |
| 世界で活躍<br>できる日本<br>人人材の育成               | ・共同研究の推進や現地での技術指導に、延べ20名以上の若手研究者をペルーに派遣。<br>・教授、准教授に8名が昇任。                                  |
| 技術及び人的<br>ネットワークの構築                    | ・ペルーおよび日本で、延べ10回の国際シンポジウムやワークショップを開催した。<br>・国費留学生として博士課程5名、修士課程1名、短期研修生として5名を受け入れた。         |
| 成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)          | ・査読付論文：60件以上<br>・相手国が筆頭著者の査読付論文：20件以上<br>・国際会議論文：80件以上                                      |

## 上位目標

研究成果・地域減災計画の適用可能範囲の、中南米諸国への展開・適用性拡大

科学的根拠に基づく提言がペルーの防災政策に反映され、実行に向けた計画例が立案される

## プロジェクト目標

ペルーの防災施策の科学的根拠となり得るような、地震・津波と地形・地盤・建物等に関する知見の取得と、それに基づく地域減災計画の立案

