

地球規模課題対応国際科学技術協力

(防災研究分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災科学技術」領域)

ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関するプロジェクト

(ペルー共和国)

平成 25 年度実施報告書

代表者：山崎 文雄

千葉大学大学院工学研究科 教授

<平成 21 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

本研究ではペルーにおける地震・津波災害の軽減を図るため、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 か年にわたり実施する。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。

H22 年度からプロジェクトが本格的に開始し、これまでに、機材導入、合同調査・観測・実験、技術移転を行ってきた。H24 年度にはプロジェクトの中間評価が実施され、順調と判断されている。

これまでに、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も完了し、地震観測データの公開を行っている。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 年アレキパ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ている。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ている。また国内でも構造実験を行っており、過去の実験データと合わせ耐震データベースを構築している。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ている。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ている。

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ている。またピスコ地震での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中である。

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立案を協議・検討している。また、プロジェクトワークショップをこれまで計 5 回開催し、プロジェクト全体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)をこれまで 3 度開催し、ペルーの研究・行政機関と、これまでの活動の評価や今後の方針について協議した。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・普及活動を行ってきた。

プロジェクトはここまで順調に進捗しており、中間時点での学術的な成果をまとめた Journal of Disaster Research (JDR)誌の特集号を 2013 年 3 月に発行した。2014 年 12 月には、再度、学術的な成果を JDR 誌に特集号(その 2)として取りまとめる予定である。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。また、最後の 1 か年で、ペルーの国勢、地域特性に沿った地震・津波に関する予測・評価技術を取りまとめ、本プロジェクトの成果として提供したいと考えている。なおこれまでの進捗状況は、ホームページ (<http://ares.tu.chiba-u.jp/peru/index.html>) に掲載している。

2. 研究グループ別の実施内容

2.1. 地震動予測と地盤ゾーニング

研究のねらい

ペルー沖のプレート境界地震の震源モデルを構築し、強震動を予測する。ペルーの地勢を反映した地盤分類手法を提示するとともに、リマ首都圏等を対象とする地盤構造の概要を明らかにし、マイクロゾーニングを実施する。また、リマ首都圏を対象に、ペルー沿岸を震源とするシナリオ地震を設定し、地震動予測結果を示すとともに、表層地盤によるハザードマップを GIS 上に構築する。

研究実施方法

プレート境界における過去の地震活動度を調査してシナリオ地震の震源モデルを構築し、強震動を予測する。また微動観測を行うとともに、地震計ネットワークを拡充し地震観測を実施する。これらの結果を踏まえて、ペルーに適した表層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。

当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

H22 年度にシナリオ地震を選定し、H23 年度は震源モデルの構築・地震動予測を行った。また研究対象地域のリマ市での微動探査・タクナ市での第一次微動探査は終了しており、強震観測ネットワークの整備も完了し、リマ市の表層地盤ゾーニングはほぼ完了した。H24 年度には、懸案のボーリング調査・地盤探査(PS 検層)を実施することができ、今後ペルーの地勢を反映した地盤分類手法をおおむね提示することができた。また、これを踏まえて、改良された震源モデルによるリマ市の地震動予測を実施した。H25 年度には、リマ市における深部地盤構造の再確認、タクナ市における深部地盤構造の推定を行うとともに、タクナ市で地震観測を開始した。また、リマ市における斜面災害に対する危険度評価として、現地調査および地形標高モデルに基づく 2 次元有限要素解析による検討を行った。これらの研究は計画通り進んでおり、H25 年度末時点で全体計画の 85% の達成度である。

カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

微動観測に基づく表層地盤の S 波速度構造の推定技術に関して、観測記録の処理法などの技術移転が完了しており、現在はペルー側のみで現地調査が可能となっている。また地震観測ネットワークが整備され、地震記録からの解析技術を移転している。人材育成では、CISMID から短期研修員を 2 人受け入れ、2011 年東北地方太平洋沖地震後の現地被害調査を行った。H24 年度から博士課程前期に長期研修員を、博士課程後期に国費留学生を 1 名ずつ受け入れた。

当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

微動と強震観測に基づく表層地盤ゾーニングの研究に関し、ボーリング調査の契約がさまざまな要因から困難を極め、H24 年度にずれ込むこととなった。またボーリング調査の遅れを補うよう、深部地盤構造の調査を計画していたが、機材搬入の手続きに時間がかかったため、一部地点での実施にとどまった。一方、表層地盤の調査(ボーリング調査および同地点での PS 検層)が終了し、強震観測ネットワークの整備も完了したことから、研究計画を調整することで、ボーリング調査等の遅れを補うことができた。気温や湿度等の気象条件、電力事情等が日本とはかなり異なるため、微動計測・地震観測装置のトラブルが少なからず生じているが、その都度両国の

技術者間で議論しながら解決を図っている。

2.2. 津波予測と被害軽減

研究のねらい

ペルーの防災上考慮すべき津波モデルを設定し、津波の伝播・遡上の数値シミュレーションを行う。また、津波に対する脆弱性を総合的に評価するための知見整備を目指して、津波ハザードマップ作成のための技術要件の整備、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する。

研究実施方法

ペルーにおける過去の津波履歴を調査し、本研究で想定すべき津波発生シナリオを検討する。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・整備し、想定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、実際の津波被害の検証を行う。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。

当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

既往の津波履歴と被害調査を行い、Lima/Callao の浸水及び津波避難シミュレーションを行った。また海域陸域詳細地形モデルを作成中であり、H24 年度から DHN と共同で海域地形調査を行う。津波発生・伝播特性と津波災害の社会的影響の把握に関し、2001 年ペルー南部地震、2011 年チリ地震、2012 年東北地方太平洋沖地震を検証し、構造物データと被害関数を利用した被害評価モデルを作成した。今後はこれらと社会基盤データを合わせ、津波ハザードマップを作成する。これらの研究は、海底地形調査以外は計画通り進んでおり、リマ沖で発生しうる地震シナリオ(研究グループ 1 からの成果)に基づき、浸水予測を行った。H26 年度には、DHN、INDECI と協力し、ハザードマップの改訂作業を実施する予定である。従って、進捗状況については H25 年度終了時点で 85% である。

カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

2011 年 9 月 20 日に「津波伝播・遡上シミュレーション」セミナーを CISMID で開催した。セミナーには CISMID、IGP、DHN、サンマルコス大学から多数の方が参加した。また東北大学で短期研修生を 1 名受け入れ、東北地方太平洋沖地震の津波被害調査を行った。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。

当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

東北地方太平洋沖地震が起こったため、H23 年度前期の予定が遅れた。一方で、短期研修生らと東北地方津波被害調査を実施することで技術移転を行い、研究成果も上げている。また日本での地震被害は海外でも知られており、ペルー国内での津波被害に対する関心も高まっており、La Punta 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した。避難訓練には 2000 人以上の参加者があり、TV 報道とも併せて社会への発信を行うことができた。リマ沖の海底地形の調査に関しては、手続き上の問題によって実施が遅れたが、H25 年度中に実施することができた。

2.3. 建物耐震性の向上

研究のねらい

組積造建物の耐震性評価のための情報を整理したデータベースを構築するために、既往の構造実験データや文献等を収集・整理するとともに、ペルーの建物を対象とした構造性能調査や構造実験を実施する。また、データベースに基づく構造解析モデルを開発して、シナリオ地震に対するペルーの建物の被害予想を行う。また、ペルーに多い歴史建造物や世界遺産についても、地震に対する保護と耐震性の向上について検討する。

研究実施方法

既往の構造実験データや文献等の収集、組積造部材の構造実験の実施、ペルー建物の構造性能調査を行い、それらの結果をデータベースに整理する。また、部材の力学モデルの開発と、モデルを組み入れた構造解析を実施し、地震時の建物性能を明らかにするとともに、地震時被害予測や耐震診断・補強のための手法を確立する。

当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

現在構造実験・建物調査を行うことで、耐震データベースを構築している。CISMID での建物構造実験は、2011年11月に機材導入が終了し、2012年2月に実験を開始した。また横浜国立大学では2011年と2012年に建物構造実験も計画通り実施した。耐震診断・補強技術の移転に関し、リマ市の総合病院など詳細な診断・補強を行う建築物を選定し、構造図面の分析と解析による耐震診断を行った。さらにペルー国立大学の建物2棟と総合病院1棟の計3棟に強震計を設置し、地震時挙動のモニタリングを開始した。2013年には炭素繊維を用いた耐震補強技術の検証実験を行った。歴史的建築物の耐震化技術に関しては、国際学会で報告するなどすでに成果を上げている。今後は追加実験と数値解析を行い耐震補強技術の実用化のためのガイドライン策定を行う予定である。研究計画は予定通り進んでおり、H25年度末時点で全体計画の80%の達成度である。

カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

2011年11月、2012年2月に現地研究者とともに構造実験の機材設置・調整、及び実験を共同で行った。また建築物耐震診断も共同で行っており、研究・実践の両側面から技術移転を行っている。一方、人材育成も積極的に行っており、現在までに博士課程後期に国費留学生を2名受入れた。2012年1月には短期研修生を2名受入れた。

当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

構造実験を実施するにあたり、日本側とペルー側の安全対策の違いが浮き彫りとなった。今後は構造実験安全マニュアル等の作成を検討し、技術面以外での支援を行う。

2.4. 空間基盤データ構築と被害予測

研究のねらい

地震・津波リスク評価のための空間基盤データベースとして、リモートセンシング技術を利用して、建物台帳データおよび地形・標高モデルを構築する。また、各種の人工衛星データを組合せた地震・津波被害検出手法を開発し、実地震の被害データとの比較により、ペルーの地域特性に適合するものへ改良する。これらを用いてシ

ナリオ地震に対する被害予測を行う。

研究実施方法

衛星画像や GIS データ等を用いて、検討対象地域に対する建物データベースと標高・地形モデルの構築を行う。また、既往被害地震の前後の衛星画像や空中写真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。

当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

空間基盤データの構築として、リマ市・タクナ市の衛星画像データ(ALOS/PRISM)を用い、数値標高モデル(DSM)を作成した。また高分解能衛星画像や国勢調査統計データおよび DSM を用いて、市街地における建物分布を推定する手法を検討している。被害把握手法の検討として、2007 年ピスコ地震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について検討している。H25 年度は、リマ市を対象として国勢調査統計データ、CISMID による GIS データおよび DSM に基づき、建物高さや構造形式の情報を含む世帯数分布を推定する手法を改良し、リマ市全域に適用した。さらに、2007 年ピスコ地震および数値シミュレーションに基づき建物被害関数を作成し、地震動予測と地盤ゾーニンググループが作成した地震動分布と組み合わせることでシナリオ地震に対する被害予測を行った。研究計画は予定通り進んでおり、H25 年度末時点で全体計画の 80% の達成度である。

カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

2012 年 8 月および 2013 年 1 月にリマ市において CISMID の研究者と共同で現地調査を行い、空間基盤データ構築のための建物情報を収集した。2013 年 8 月にはリモートセンシング技術の利活用に関する講習会をリマで開催し、技術移転を行った。また博士課程後期に国費留学生を 1 名受入れ、人材育成を行っている。

当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)とくになし。

2.5. 地域減災計画

研究のねらい

ペルー側と共同で、地域特性を考慮した地震津波災害に対する地域減災計画を立案し、防災行政機関や地域社会への教育・普及活動を行う。また全課題を通じて、参加研究者とペルー防災行政関係者が強い連携と情報共有を実現することにより、ペルーにおける地震・津波の防災研究・防災施策を推進するための組織を構築し、本事業終了後もフォローアップする。

研究実施方法

ペルーの地域計画・都市計画の実態を調査するとともに、実被害地震からの復興計画や復興状況を把握する。各研究グループの成果をまとめて、検討対象地域の地域減災計画へ適用し、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。

当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

2011年、2012年、2013年の計3回、ペルーで Joint Coordinating Committee(JCC)を開催し、プロジェクトの進捗状況の確認と今後の研究計画についてペルー側と合意した。また、公開シンポジウムなどを年に何回か開催し、地震・津波減災技術に関し幅広く啓発・普及活動を行っている。また毎年3月にはプロジェクトワークショップをこれまで計5回開催し、プロジェクトの進捗状況を確認し、今後の予定を討議している。今後の研究のまとめは、ペルー社会の支援ニーズと整合させていかなければならないため、CISMID、INDECI、IGP、DHN など共同研究機関と連携を強化し進めていく。研究計画は予定通り進んでいる。

カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

2012年8月の中何評価・JCCでは、プロジェクトの技術移転、人材育成について報告し、一定の評価を得ている。2012年3月のプロジェクトワークショップ、国際シンポジウムでは、16名のペルー人研究者を招へいた。また、2012年12月にはペルー側から2名を日本に招待し、防災教育施設の見学を行った。2014年3月のプロジェクトワークショップ、国際シンポジウムでは、13名のペルー人研究者と、計12名のその他の中南米からの研究者を招へいた。今後も引き続き、我が国の減災技術について情報交換し、啓発・普及活動を行う。プロジェクトの進行とともに、ペルー防災関連機関との連携は強まっている。

当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)とくになし。

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

本年度発表総数(国内 1 件、国際 6 件)

本プロジェクト期間累積件数(国内 9 件、海外 27 件)

論文詳細情報

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

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

松崎志津子、山崎文雄、ミゲル・エストラ - 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

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

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

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

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

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

松崎志津子, ネルソン ブリード, 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- O. 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
- 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
- H. Fukuyama¹, 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
- 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.
- 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.
- 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
- 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

(2) 特許出願

本年度特許出願内訳(国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)

本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1)「地震動予測と地盤ゾーニング」グループ

研究者グループリーダー名： 中井 正一（千葉大学・教授）

研究項目： ペルー国での海溝型巨大地震のシナリオ設定に関しては、千葉大学、防災科学技術研究所、IGP と共同で行っている。また調査対象地域の地震動・地盤変状予測に関しては千葉大学、東京工業大学、CISMID と共同で行っている。

(2)「津波予測と被害軽減」グループ

研究者グループリーダー名： 越村 俊一（東北大学・教授）

研究項目： シナリオ地震による調査対象地域の津波被害の予測、減災に役立つ技術開発に関し、東北大学、筑波大学、UNI、DHN の共同で行っている。

(3)「建物耐震性の向上」グループ

研究者グループリーダー名： 斉藤 大樹（豊橋技術科学大学・教授）

研究項目： ペルーの建物特性に適応した耐震診断・補強技術の開発に関し、構造実験・材料実験は主に豊橋技術科学大学、建築研究所、横浜国立大学、CISMID の共同で、また歴史建造物の診断補強は秋田県立大学、ペルー文化庁の共同で行っている。

(4)「空間基盤データ構築と被害予測」グループ

研究者グループリーダー名： 翠川 三郎（東京工業大学・教授）

研究項目： 調査対象地域の地理情報整備に関し、またシナリオ地震による調査対象地域の地震被害予測、減災技術開発に関しては東京工業大学、千葉大学と CISMID、タクナ私立大学の共同で行っている。

(5)「地域減災計画」グループ

研究者グループリーダー名： 山崎 文雄（千葉大学・教授）

研究項目： 調査対象地域における地震・津波防災への取組み促進に関して、千葉大学、東京工業大学、立命館大学、筑波大学、CISMID、INDECI の共同で行っている。

以上