

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

津波に強い地域づくり技術の向上に関する研究 (2011年6月–2016年3月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：富田 孝史 (港湾空港技術研究所・アジア・太平洋沿岸防災センター 副センター長)

2. 2. 相手国側研究代表者：Rodrigo Cienfuegos Carrasco
(カトリック教皇大学・工学部水理環境工学科・准教授)

3. 研究概要

チリ国は、南米の太平洋側に位置し、南北に約 4,300km の細長い国である。日本と同様に環太平洋火山帯に位置し、すぐ沖合にはナスカプレートが南アメリカプレートの下に潜り込むプレート境界があり、海溝型地震が繰り返し発生している。このため耐震技術に関して、これまでも日本からの技術協力が行われてきたが、津波に関しては研究活動の蓄積が十分ではなく、研究者も限られている。2010年のチリ津波の経験、及びチリ国北部の地震空白域における地震及び津波への備えから、津波防災のニーズは高く、効果的な津波防災が求められていた。一方、チリ国沿岸で発生する津波は、日本の津波防災においても重要なテーマであり、1960年及び2010年のチリ津波においても我が国に多大な被害が発生している。そこで、本研究では2010年チリ津波及び2011年東北津波による災害からの教訓を踏まえて、チリ国、日本、さらに世界の津波脆弱地域において津波に強い地域・市民を作るための知見を集積し技術を開発することを目的とした。具体的には、①津波被害推定技術の開発、②津波被害予測手法および被害軽減対策の提案、③高い精度の津波警報手法の開発、④津波被害に強い市民および地域作りのためのプログラムの提案を実施した。

4. 評価結果

総合評価 (A+：所期の計画をやや上回る取組みが行われ、大きな成果が得られた)

本プロジェクトでは、両国の研究機関の連携を中心に実務経験豊富な各研究チームが精力的かつ効率的に研究開発を進め、港湾地域などの被害推定技術の開発において、当初の予定通り、漂流物を含めた被害推定モデルを構築し、港湾部での津波被害軽減の方策への基盤技術を確立した。これは相手国のみならず、津波常襲国の津波被害における港湾部の減災という地球規模課題へ貢献するものであり、地震津波災害からの復興の要となる港湾部の減災への道を開くものとして、高く評価できる。また、これまで、多くの津波災害に

襲われてきたチリ国において本格的な津波警報の発信手法の導入に向けた研究成果も上げ、本プロジェクトで提案してきた鉛直避難の概念が内務省国家緊急対策室（ONEMI）がとりまとめた防災マニュアルに取り入れられる等一部すでに実際に使用されている。本プロジェクトを契機にチリ国に設立された研究機関横断の機構であるチリ国立自然災害管理総合研究センター（以下 CIGIDEN）はチリ国における津波研究者の強力なネットワークとして人材育成に有効であると共に、政府機関と研究者との架け橋の役割を果たしている。プロジェクト終了後も本プロジェクトの成果が社会実装される可能性は高く、一部の成果は JICA の技術協力プロジェクトである「中南米防災人材育成拠点化支援プロジェクト」において、中南米諸国への成果展開が見込まれており、同プロジェクトにおいてカトリック教皇大学が主に実施する津波防災プログラム、およびバルパライソ大学が主に実施する港湾事業継続マネジメント（BCM）プログラムの内容の主たる部分は本プロジェクトの活動を通じて得られたものである。

社会実装を見据えた数多くの成果が上がっており、科学的・技術的な成果としては、漂流物のシミュレーションを組み入れた津波被害推定技術の高度化が顕著である。この分野ではわが国の研究レベルが高いこともあって、成果発表が国内誌中心となっているが、優れた成果の国際的認知を獲得するためにも、海外の海岸工学ジャーナルへの投稿を意識的に行うことが望まれる。

以下に、評価項目における特筆すべき内容を列挙する。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

我が国と同様に津波による災害が繰り返し発生するチリ国において、津波被害軽減に向けた防災技術の向上は重要な課題である。本研究では、津波被害軽減に関する我が国の多種多様な開発技術をチリの現状に即した形で適切に導入しただけでなく、港湾部における漂流物被害のための詳細なシミュレーション手法を開発しており、港湾での津波被害対策・復興作業に重要な貢献をなすと思われることから、科学的・技術的なインパクトは高いといえる。

【国際社会における認知、活用の見通し】

港湾部における漂流物を組み入れたシミュレーションは津波災害に対して強靱な港湾機能を実現するための手法として重要であり、また地震・津波時に港湾機能の保持は復旧活動や内陸への資材大量輸送という点でも重要であることから、国際社会においても評価、活用される可能性は高い。現時点では海岸工学に関する成果の多くは国内ジャーナル誌への掲載にとどまっているものの、国際ジャーナル誌への掲載を通じて、国際的に成果をアピールすれば国際社会における認知、活用の道は更に開けることが予想できる。

【他国、他地域への波及】

本プロジェクトの成果は津波被災地域に共通する課題であり、同様な条件にある中南米の近隣諸国へのインパクトは大きいと思われる。中南米や他の津波脆弱国のプロジェクト担当者を招いた国際シンポジウムを数多く開催し成果の展開を図ったことは本プロジェクトの成果を他国にアピールし、波及効果を高めたものとして評価できる。すでに本成果の一部は JICA の「中南米防災人材育成拠点化支援プロジェクト」として、他国への展開が見込まれている。また、本研究で開発された安価な震度計は地震・津波の被害把握に活用できるため、他国・他地域においての普及が期待できる。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

港湾の強靱化という点では類似研究は少なく、コンテナ漂流物の影響を取り入れた点は先端的で、きわめて優れており実践的重要度も高い。津波常襲国でありながら不十分であったチリの津波警報システムのレベルを引き上げたこと、それを現地研究者が自らの手で作り上げることができるようにした点は高く評価できるが、手法そのものはわが国ですでに運用されているものと同等で、一般的な津波に強い地域作りという観点では高いレベルであるにとどまっている。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

輸出入の大半を航路に頼るチリ国において港湾機能が津波被害に対して強靱であることは、国の経済とも関係して重要である。このため、本プロジェクトによるシステムとしての技術移転、我が国の経験の伝播、相手国技術者のレベルアップは、相手国のニーズの充足にきわめて高いインパクトを与えている。

【課題解決、社会実装の見通し】

本プロジェクトが我が国とチリ国との政府間の連携の中で進められ、チリ国における津波被害軽減を担う機関である内務省国家緊急対策室（ONEMI）、津波警報機関（SHOA）等を巻き込み、相手国研究者も開発されたシステムを自力で利用可能なレベルにまで教育されていること等から、社会実装の可能性はきわめて高い。

【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

研究と行政の橋渡しとなる CIGIDEN の設立や、継続的な協力を見据えたチリ国政府と国土交通省の沿岸防災等に関する協力関係推進の協定締結、またチリの津波研究者数が増加しつつある状況を踏まえると継続的発展の見通しは高い。すでに先述の「中南米防災人材育成拠点化支援プロジェクト」では、本プロジェクトの成果の展開が計画されている。

一方で、より長い目を見た発展を考えるのであれば、民間企業を巻き込んだ活動にしていくことも考えていくべきであろう。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

本プロジェクトをきっかけとして、CIGIDENという大学を跨ぐ研究機関が設置され、研究機関と行政機関との津波コミュニティも創出された。CIGIDENの所長は本プロジェクトのチリ側研究代表者であり、本プロジェクトの成果を基にした研究・利用活動が継続的に発展していく見込みは高い。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

港湾機能の津波対策は我が国においても重要な課題であり、我が国社会への貢献も大いに期待できる。一方、産業界への貢献は現段階では高くない。しかし、シミュレーション技術、ハザードマップ、観測システム等の技術の現地展開やモデルの改良等において我が国のコンサルタント等が入っていける可能性はあるだろう。

【科学技術の発展】

基本的な津波シミュレーションモデルそのものはこれまで開発されているものから大きく進展したものではないが、漂流物のシミュレーションなど新しい科学技術の成果はわが国の港湾での津波被害対策にも貢献することが期待される。また、安価なインターネット震度計の開発は、震度と津波被害予測との関連から有用な技術であり、多くの発展途上国にとって有効な技術となる事が期待される。

本プロジェクトのシミュレーションでは、漂流物の動きに対して確率手法および決定論的手法が使用されているが、今後は詳細なメッシュによる改良、また植生の導入などによりさらに発展することが期待される。また、日本とチリ国の避難における行動の差異等もデータとして得られており、自然科学にとどまらない展開も期待したい。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

本プロジェクトに参加した若手研究者がこのテーマに関する研究で文部科学大臣賞や学会賞を受賞するなど一定の成果を上げてはいるが、日本側代表機関が国土交通省所管の研究機関ということもあり経験豊富なメンバーが研究活動の中心で、大学院生等の関与が多くなく、また若手研究者の現地への長期派遣もなかったことから、世界で活躍できる日本人人材の育成という点では必ずしも十分な成果が得られたわけではない。

【知財の獲得や、国際標準化の推進、生物資源へのアクセスや、データの入手】

我が国の津波防災技術は世界的に見ても高いレベルにあること考慮すると、本プロジェクトによる成果の国際標準化が期待できる。国際標準化には国際ジャーナル誌等において成果が公表され広くその有用性が認知されることが前提であるが、本プロジェクトはレベ

ルとしては十分であるにもかかわらず、現時点では国際ジャーナル誌への投稿が多くない。Coastal Engineering Journal 等の国際ジャーナル誌への投稿により、国際的な認知を獲得することが望まれる。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

津波被害対策への具体的な提言となる7つのガイドライン、港湾事業継続計画（BCP）作成手順、教育用災害図上訓練（DIG）の導入など、実践的成果物が数多く出ている。また現時点では、両国研究者による共著論文は必ずしも多くはないが、今後、全体としての成果が共著論文として Journal of Disaster Research (JDR) 特集号にまとめられることとなっている。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

プロジェクトを通じて、相手国研究者と十分な互惠関係が構築されたほか、相手国内においても CIGIDEN を通じて、津波研究者のネットワークのみならず、津波研究者と行政担当者とのコミュニティが形成できた。また、中南米や他の津波脆弱国とのシンポジウムを通じたネットワークの拡大も図られた。さらにはプロジェクト終了後の研究活動継続を見据えて山口大学とコンセプション大学、バルパライソ大学との学術交流協定締結や、港湾空港技術研究所とチリ国公共事業省との協力関係の推進の合意が交わされている。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

両国の研究開発機関だけでなく、プロジェクト終了後の社会実装までを見据え両国の津波防災担当政府機関が参加しており、期間中には国土交通省からも常駐の現地駐在員が派遣されるなど強力なプロジェクト推進が図られたといえる。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

研究代表者の実践的活動は際立っており、優れた管理能力及びリーダーシップにより各グループ間の進捗管理や成果の共有も十分に行われ、多くの成果に繋がった。特にプロジェクト期間中に発生した二度の地震では研究代表者等が現地入りし、迅速な調査が行われた。

【成果の活用に向けた活動】

相手国側政府機関との強固なネットワークにより成果の活用を前提に、津波被害推定手法の開発、早期津波警報技術の開発、津波被害軽減のためのマニュアル・ガイドラインの作成がなされており、本研究の成果が実際にチリ国内で活用される準備が整っている。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

中南米諸国及び他の津波脆弱国の研究開発プロジェクトを招いた国際シンポジウム開催、現地セミナー開催の他、依頼講演などが継続的になされ、活発な情報発信が行われた。地球物理学分野では国際誌への掲載も十分行われているが、海岸工学分野では国内誌が中心となっているので、今後、海外の海岸工学ジャーナル等への投稿が期待される。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

プロジェクト期間中にチリ国において2度の大地震が発生したことは想定外ではあったが、当初計画を予算内で着実に実施し、成果を上げている。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

本プロジェクトの成果は、津波被害に悩む、太平洋に面した中南米諸国共通の課題であることから近隣諸国への展開を期待する。すでにJICAにおいて「中南米防災人材育成拠点化支援プロジェクト」を通じて一部の成果はさらなる展開が図られることになっているが、CIGIDENを盛り立て、中南米諸国への普及の中心とすることが効果的と思われる。

海岸工学の分野は我が国のレベルが高いこともあり、この分野での成果発表は国内向けに行われることが多く、必ずしも国際的評価を求めない傾向がある。今回のプロジェクトでも成果は順調に得られたものの、国際誌等での実績は不十分となっている。成果の国際標準化を図る上でも、Coastal Engineering Journal等を利用して、今回の成果を積極的に海外に発信し、国際的な評価を獲得することが期待される。

以上

成果目標シート

研究課題名	津波に強い地域づくり技術の向上に関する研究
研究代表者名 (所属機関)	富田孝史 (国立研究開発法人港湾空港技術研究所)
研究期間	H23採択(平成24年1月26日～平成28年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	チリ共和国/公共事業省港湾局、カトリック教皇大学、国立自然災害管理総合研究センター、バルバライソ大学、コンセプション大学
付随的成果	
日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 国や自治体の津波検討での津波数値モデルの使用 長周期地震動による地震規模推定手法が2013年3月から気象庁で使用 沖合津波観測データを用いたリアルタイム波源推定手法が気象研究所のプロタイプシステムとして利用 東日本大震災を教訓にした津波対策リストの構築
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 津波や地殻動の観測データを用いた即時的な津波予測手法の開発 長距離伝播する津波の到達時間を高い精度で計算するために海水の圧縮性・津波による海底変位を考慮した津波計算手法の開発 チリ北部地域の最大クラスの地震や津波の想定
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> チリをハブとした中南米地域の防災人材育成プロジェクトにおける津波プログラムへの支援 第3回国連防災世界会議ワーキングセッション、日本・ASEAN港湾技術者会合でのプロジェクト紹介
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 文部科学大臣表彰若手科学者賞 学会の論文賞の若手研究者の受賞 学会等で依頼講演を実施した若手研究者 カウンターパートに技術提供等した若手研究者
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> チリにおける津波防災コミュニティの形成 チリの国立自然災害管理総合研究センター、内務省国家緊急対策室、津波警報機関、イキケ港防炎コミュニティと日本人研究者とのネットワーク
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> チリ版の津波浸水・被害ガイドライン、工学のための津波基礎、DIGガイドライン、港湾BCMガイドライン、津波対策リスト、津波警報システムへの提案、津波警報のための津波データベース、2010年マウレ地震津波等のデータベース(CIGIDEN IDE)

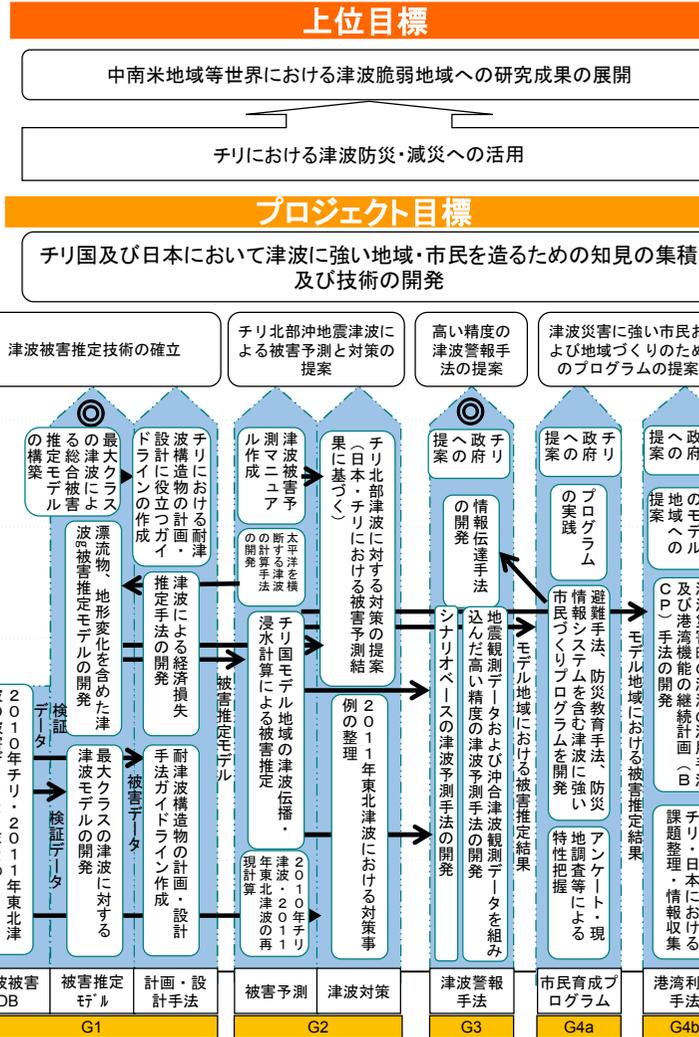


図1 成果目標シートと達成状況 (2016年1月時点)