

地球規模課題対応国際協力プログラム (SATREPS) 研究課題別追跡調査報告書

I. 序文

SATREPS 追跡評価実施要領 (<https://www.jst.go.jp/global/hyouka/pdf/follow-up-evaluation-procedure.pdf>) に基づき、追跡調査を実施した。具体的には、プロジェクト終了後の各研究課題の国際共同研究の成果の発展状況や活用状況を明らかにするために、対象課題の研究者に対し質問票による基礎データ調査を行い、その結果を踏まえた研究者インタビュー調査を経て得られた情報を整理しまとめた¹。

今般の研究課題別追跡調査にあたっては、以下の方々にご協力頂き厚く御礼申し上げます。

富田 孝史 名古屋大学教授

八木 勇治 筑波大学教授

II. プロジェクト基本情報

1. 課題名

津波に強い地域づくり技術の向上に関する研究

2. 日本側研究代表者名

富田 孝史 (プロジェクト終了時 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)
(現 名古屋大学減災連携研究センター教授)

3. 相手国側研究代表者名

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

4. 国際共同研究期間

2012年1月～2016年3月

5. 研究概要

(1) 目的

本 SATREPS プロジェクトは、2010年2月27日にチリ中部沖で発生した Mw8.8 のマウレ地震および Mw9.0 の 2011 年東北地方太平洋沖地震による甚大な津波災害を踏まえ、チリ、日本および世界の津波脆弱地域における津波災害軽減のための技術開発を目標としたものである。

¹ 2021年11月から2022年3月に各種調査および報告書のとりまとめを実施した。

(2)各グループの研究題目と実施体制

研究題目 1：津波被害推定技術の開発 (G1：港湾空港技術研究所／Pontificia Universidad Catolica de Chile(PUC))

- ・ 2010 年マウレ地震津波および 2011 年東北地方太平洋沖地震津波の被害データベース
- ・ 津波被害に関する数値計算モデル
- ・ 耐津波構造物の計画・設計手法

研究題目 2：津波被害予測手法および被害軽減対策の提案 (G2：関西大学／Universidad Catolica de la Santisima Concepcion(UCSU))

- ・ チリのモデル地域における津波の伝播・浸水計算および津波被害推定手法
- ・ チリ沖で想定された地震津波による日本への影響把握
- ・ チリにおける津波防災・減災対策

研究題目 3：高い精度の津波警報手法の開発 (G3：徳島大学／Universidad Tecnica Federico Santa Maria(UTFSM))

- ・ 地震および津波の観測データを活用した高い精度の津波警報手法
- ・ 津波データベースに基づいた津波警報手法
- ・ チリにおける住民に対する信頼性の高い津波情報伝達手法

研究題目 4：津波災害に強い市民および地域づくりのためのプログラム (G4：山口大学／Universidad de Concepcion(UdeC))

- ・ 津波に強い市民育成プログラムの提案
- ・ 港湾を利用した復旧・復興手法
- ・ 津波被災後に地方自治体のシステムが機能するための計画策定手法のあり方の検討

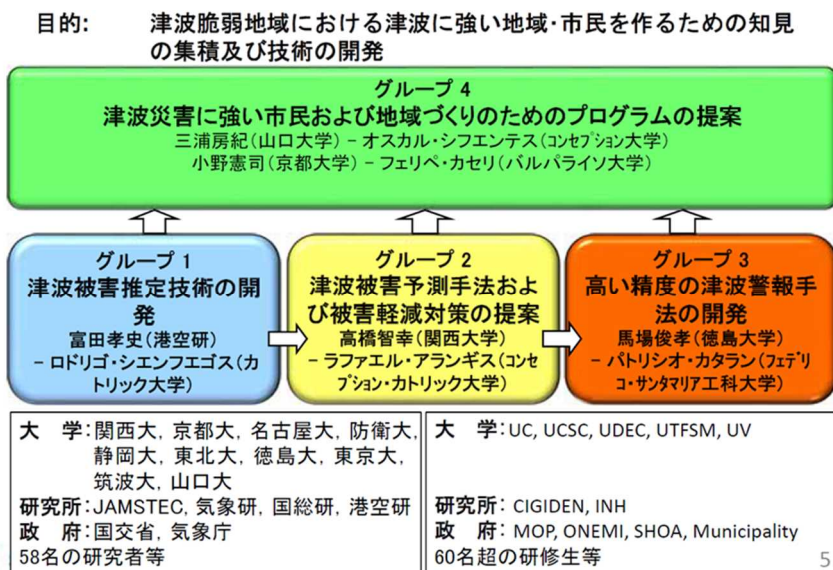


図 実施体制

(3) SATREPS 期間中の各グループの成果

研究題目 1

2010年マウレ地震による津波を対象にして、チリおよび日本が実施した現地調査によって得られた津波の浸水・遡上痕跡データをとりまとめて、CIGIDEN IDE(自然災害管理に関係した地理空間情報および地図のプラットフォーム)に収録し、プロトタイプをweb上で公開した。

2011年東北地方太平洋沖地震津波の数値計算をSTOC²によって実施し、水理模型実験から推定された防波堤の破壊メカニズムを支持する結果を得るとともに、防波堤の部分破壊の影響を明らかにした。

構造物に作用する津波力等の津波に関する基礎的かつ工学的な知見を「Tsunami Basics for Engineering」にとりまとめた。

研究題目 2

チリ北部沖で発生し得る海溝型地震に関して、2011年東北地方太平洋沖地震津波を教訓とし、有効な津波防災・減災対策の検討に向けて多数の地震シナリオを想定し、提案した。

津波が遠方に伝播した時の到達時刻を正しく推定可能な実用的なモデルを新たに開発した。

津波防災対策に関する文献調査等を実施して、日本における津波防災対策リストと各対策の説明および事例を、チリ側メンバーらによるレビューを経て、「Tsunami Mitigation Measures Menu」にまとめた。

研究題目 3

開発したリアルタイム津波波源逆解析手法は、研修を通じてチリ側に提供され、同研修において2014年イキケ沖地震を対象とした津波予測の数値実験を実施した。

チリ側は日本から提供された技術情報を参考にしてシナリオ型データベースに基づいたSIPAT(津波想定と警報に関する総合システム)を開発し、津波警報組織(SHOA)において現在試験運用されている。

2010年マウレ地震津波および2011年東北地方太平洋沖地震津波における教訓を調査し、チリと日本における津波情報の伝達方法の考察を実施した。

研究題目 4

学校における防災教育については日本の文部科学省がまとめた防災教育の指針を英訳してチリ側に提供した。これに合わせて、プロジェクトにおいて収集してきた教材を用いてコンセプション大学と協力して防災教育プログラムを整理し、地域のリーダー育成についてもカリキュラム、具体的手法の整理・提案を行った。

チリの港湾に適用するための業務継続マネジメント(BCM)の基本的な手法を開発した。イキケ港における港湾管理者および運営者にBCM手法を技術移転するためにイキケにおいて予備的な議論を実施するとともに、日本側から基本的な分析結果を提示した結果、イキケ港の港湾管理者や事業者は運営システムにBCMの手法を取り入れつつある。

² 「高潮津波シミュレータ」 Storm Surge and Tsunami Simulator in Oceans and Coastal Areas (STOC)

III. 追跡調査結果まとめ

1. 研究の継続・発展について

- ・ JICA の中南米防災人材育成拠点化支援プロジェクト (KIZUNA プロジェクト : 2015 年 3 月 ~ 2020 年 3 月に実施) を通じて、本 SATREPS プロジェクトで培った津波防災、津波早期警報および港湾機能継続計画 (港湾 BCP) に係る知見・技術等の研究成果が中南米カリブ諸国に広められた。日本人研究者も各コースにおいて講義を行っている。
- ・ 津波に係る SATREPS 事業「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」および SATREPS 事業「メキシコ沿岸部の巨大地震・津波災害の軽減に向けた総合的研究」にも本 SATREPS プロジェクトの経験や成果をシンポジウムなどにおいて伝えた。
- ・ 津波被害予測手法および被害軽減対策は今もプロジェクトに参加した多くの研究者により研究が進められている。例えば、グループ 3 の馬場俊孝徳島大学大学院教授は、科研費基盤研究 B「沖合津波観測による津波即時予測技術の共進化を可能にする標準評価法の創出 (2019 年度 ~ 2021 年度)」(研究代表者 : 馬場俊孝) において、超稠密津波観測網記録を用いた種々の津波即時予測手法に対して、その特性を相互に比較可能なプラットフォームを構築し、予測結果の定量比較を通じて津波即時予測技術の共進化を行うことを目的として研究している。
- ・ 相手国側との研究交流はオンラインツールを活用するなどして継続し、研究成果は共著論文として発表されている。オンラインツールの活用はコロナ禍にあっても有効である一方、グループ 4 の小野憲司京都大学防災研究所特定教授は共同研究者であるバルパライソ大学フェリッポ・カセリ准教授との間で港湾 BCP に関する英語での解説書出版を相談してきたが、コロナ禍で現在は停止となっている。
- ・ 大学における研究者にあっては、日本人学生の研究インターンシップをカウンターパート機関において実施するなど、教育の面においても連携が継続している。
- ・ グループ 2 の八木勇治筑波大学教授は、特に研究予算を確保していないが、チリで発生する巨大地震の震源過程モデルの構築についてオンラインツールを用いて共同研究を継続している。

研究題目 1

- ・ 津波に対する船舶の安全性、津波災害後に緊急物資等を海上輸送するために航路啓開に必要な資源、津波漂流物の挙動、津波火災リスク推定に係る研究を、外部資金を得て実施してきた。
- ・ 日本の研究代表者が大学に異動したことに伴い、日本人学生の研究インターンシップを相手機関のカトリック大学にて 2017 年度に実施した。その後も実施計画があったがコロナ禍のため中止になった。

研究題目 2

学内の研究資金により津波被害予測手法および被害軽減対策に関する研究を継続している。

研究題目 3

本 SATREPS プロジェクト後も一部研究者においては相手国側との津波警報手法の開発についての交流を継続している。

研究題目 4

本 SATREPS プロジェクト成果の一つとして設置されたバルパライソ大学海洋工学部港湾機能継続計画(BCP)ディプロマコースは、KIZUNA プロジェクトの下で中南米カリブ諸国からの受講生を集め、2019 年までは日本からも小野特定教授を含む複数の研究者が講義を行ってきた。

2. 地球規模課題の解決に向けた科学技術の進展への貢献について

・本 SATREPS プロジェクトで改良された漂流されるがれきのシミュレーションの計算モデル等の成果をベースに、科研費基盤研究 B「港湾における津波火災リスクの推定手法と対応策に関する研究(2019 年度～2021 年度)」(研究代表者：富田孝史)において津波浸水域で発生するがれき等漂流物の挙動推定の精度向上やその影響推定に関する研究へと発展させている。具体的には、次の項目について研究を進めている。

- ①漂流物の流動における不確定性を模型実験から明らかにしたうえで数値計算モデルの開発。
- ②これに、別途開発した津波火災リスクモデルを組合せて津波火災リスクの推定。
- ③実港湾を対象に、漂流物の発生源の管理、津波流れの制御等その津波火災リスクの低減策の提案。

・八木教授は、地震の震源過程や地震が引き起こす津波に関する共同研究を引き続き行い、合計で 2 編の共著論文を国際雑誌に掲載した。

研究題目 1

本 SATREPS プロジェクトで改良・発展させた津波浸水予測プログラムは、オープンソースプログラム T-STOC として港湾空港技術研究所のホームページにて公開し、プロジェクト外の研究者等の研究に活用されている。

研究題目 2

津波浸水域での構造物等の破壊や漂流の予測モデルの構築につながっている。

研究題目 3

プロジェクト後も相手国側の研究者との交流を継続し、その成果も著名な国際雑誌にて発表している。Katsumata et al. (2017), Meza et al. (2020), Natural Hazards and Earth System Sciences Pure and Applied Geophysics

研究題目 4

日本経済を支える貿易相手国であるチリ国港湾の機能継続性を高めるとともに、その手法論を中南米諸国と共有することができた。

3. 地球規模課題の解決、及び社会実装に向けての発展について

研究題目 1

プロジェクトの中で改良・発展した津波の浸水予測モデルは、本 SATREPS プロジェクト外の研

究者も利用し、プログラムは高潮浸水予測にも使われるようになっている。

研究題目 2

上位目標である「津波に強い地域づくり技術の向上」の達成に向け、その基礎データとなる被害予測の精度向上や開発途上国でも有効な被害軽減対策などの点で進展している。

研究題目 4

新型コロナ感染症拡大下にあつてバルパライソ大学港湾 BCP ディプロマコースの活動も縮小中
の様子であるが、KIZUNA プロジェクトの支援によって中南米カリブ諸国からコースを受講し学位
を取得した港湾関係者は 30 数名にのぼり、チリ国にとどまらない、中南米諸国全体の海上物流イ
ンフラ運営の安定性に貢献し、日本の貿易の安定性にも資するものとなった。

4. 日本と相手国の人材育成や開発途上国の自立的な研究開発能力の向上について

- ・カウンターパート機関である CIGIDEN においてプロジェクト参加者は中核研究者として今も活躍³、著名な国際誌に論文を発表している。
- ・バルパライソ大学海洋工学部との共同研究科で開発された港湾 BCP 準備のための分析手法は、中南米地域における港湾 BCP 教育の題材として広く用いられる結果となり、手法に精通した研究者、技術者が多数育成された他、日本国内においても、複数の大学の授業や研究に取り入れられた。

研究題目 1

本 SATREPS プロジェクトを開始することにより工学分野にも津波研究者が広まり、彼らの研究開発能力は著しく向上して、プロジェクト終了後にも両国の共著論文だけでなく、非共著論文も多く発表されている。

研究題目 2

チリの若手研究者が日本に滞在して実際に作業を行うことにより、技術移転が効果的に行え、自立的な研究開発能力の向上につながったと感じる。また、チリの若手研究者の作業を補助した日本の学生にとっても良い経験になっており、その後研究者になった学生がいる。

5. 日本と開発途上国との国際科学技術協力の強化、科学技術外交への貢献について

本 SATREPS プロジェクトに参加した日本人若手研究者は本 SATREPS プロジェクトの経験を、他の途上国で行われている津波防災プロジェクトに活かしている。

6. 終了時評価における要望事項に対する現状報告(要望事項を下線で表示)

要望事項

本 SATREPS 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

³ <https://www.cigiden.cl/en/home/>

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。

指摘のように、JICA の KIZUNA プロジェクトを通じて、本 SATREPS プロジェクトで培った津波防災、津波早期警報および港湾機能継続計画(港湾 BCP)に係る知見・技術等の研究成果が中南米カリブ諸国に広められた。また、津波の浸水・遡上痕跡データをとりまとめて、CIGIDEN IDE(自然災害管理に関係した地理空間情報および地図のプラットフォーム)に収録し、プロトタイプを web 上で公開している。

Journal of Geophysical Research、Coastal Engineering Journal などに論文発表を行うことで海外に発信している。

7. プロジェクトの上位目標を踏まえた現状報告(上位目標を下線で表示)

上位目標

中南米地域等世界における津波脆弱地域への研究成果の展開。

本 SATREPS プロジェクトも立ち上げに協力した KIZUNA プロジェクトにおける津波防災に係るディプロマコースによる人材育成を通じて、当該プロジェクトで培った津波防災、津波早期警報および港湾機能継続計画(港湾 BCP)に係る研究成果が中南米カリブ諸国に広く展開された。

以上