

別紙 HP 公開資料

インドネシア スンダ海峽津波関連
国際緊急共同研究・調査支援プログラム (J-RAPID)
終了報告書 概要

1. 研究課題名：「リモートセンシングによる津波被害の把握と脆弱性評価」
2. 研究期間：2019年4月～2020年3月
3. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	越村俊一	教授	東北大学災害科学国際研究所	研究総括
共同研究者	松岡 昌志	教授	東京工業大学	リモートセンシングによる広域被害把握
共同研究者	Erick Mas	准教授	東北大学災害科学国際研究所	津波被害関数構築
共同研究者	横矢 直人	ユニットリーダー	理化学研究所	機械学習法の提案
共同研究者	Bruno Adriano	研究員	理化学研究所	リモートセンシングによる広域被害把握
共同研究者	Luis Moya	研究員	東北大学災害科学国際研究所	リモートセンシングによる広域被害把握
研究期間中の全参加研究者数 6名				

相手側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Rokhis Khomarudin	Head of Center	National Institute of Aeronautics and Space, Remote Sensing Application Center	リモートセンシングによる広域被害把握
共同研究者	Fajar Yulianto	Researcher	Indonesian National Institute of Aeronautics and Space, Remote Sensing Applications Center	リモートセンシングによる広域被害把握
共同研究者	Udhi Catur Nugroho	Associate Researcher	Indonesian National Institute of Aeronautics and Space, Remote Sensing Applications Center	リモートセンシングによる広域被害把握
共同研究者	Abdul Muhandari	Deputy Director	National Disaster Management Authority (BNPB)	津波被害関数構築
研究期間中の全参加研究者数 4名				

4. 共同研究調査の目的

2018年9月28日にインドネシア・スラウェシ島で発生した津波によって被害を受けた地域について、複数の衛星センサから得られたリモートセンシングデータを解析し、津波災害の広域被害把握技術を実証する。被災地における建物被害状況調査と津波浸水深の現地調査結果に基づく空間情報解析の統合により、津波浸水の建物被害と津波ハザード諸量との関係を整理し、市街地形成や復興計画における土地利用、建物配置等の指針についての提案を行う。

5. 共同研究調査の成果

5-1 共同研究調査の成果、被災地復興や今後の防災・減災への貢献

以下に列挙する主要な成果を得ることができた。これらの成果は、2019年11月に仙台で開催された World Bosai Forum において特別セッション” Innovative Remote Sensing Technologies for Enhancing Disaster Management”を開催し、世界に向けた研究成果の発信を行うことができた。

(1) リモートセンシングによる広域被害把握技術の実証

複数種類の衛星センサによるリモートセンシングデータを解析し、津波の広域被害把握技術を実証した。特に甚大であった津波による建物被害（Sulawesi 島 Palu 湾）の量的把握および津波浸水域の把握を目的とした衛星画像解析を実施し、被災地外からの迅速な被害把握が可能であることを明らかにすることができた。

本成果については、Remote Sensing 分野における Top Journal の 2 誌 (Remote Sensing, IF4.118 ; Remote Sensing of Environment, IF8.218)および地球物理学分野の国際誌 Pure and Applied Geophysics に採択された。

(2) 津波被害関数 (Tsunami Fragility Curve) の構築

調査/解析により得られた建物被害状況と津波浸水深の現地調査結果に基づく空間情報解析により「津波浸水の被害関数 (Tsunami Fragility Curve)」を作成した。この成果により、インドネシアにおける広域被害把握手法の高度化・標準化に向けた解析手法として提案することができた。

建物の津波に対する脆弱性に関する知見として蓄積することで、将来のインドネシアにおける今後の市街地形成や復興計画におけるリスク評価指針を提案することができた。

5-2 国際連携の成果

リモートセンシングによる広域被害把握技術については、複数の衛星センサから得られたデータの解析手法を確立・実証できたことから、特に津波のリスクが高いアジア諸国での津波被害把握の標準的な手法として提案できる。代表者の越村とインドネシア側研究者の Abdul Muhari 氏は、センチネルアジア※の津波ワーキングの共同議長を務めており、解析手法の国際標準化や普及・展開における取り組みの中核として貢献できる、国際連携の成果として意義の高い成果であると言える。

インドネシアの沿岸災害の脆弱性評価については、津波被害関数という指標を提案することができた。この研究については、インドネシアだけでなく、類似した調査を実施したニュージーランドの研究者グループとも協力して、津波被害関数を構築することができた。本研究で得られた知見を、将来の津波災害に対するリスク評価・広域被害把握の統一的な

手法としてインドネシアに提案することで、我が国の防災技術・災害予測技術の国際展開に対して具体的な貢献ができたことが、国際連携の最も重要な成果である。

6. 本研究調査に関連したワークショップ等の開催、主な口頭発表・論文発表・その他成果物（例：提言書、マニュアル、ハザードマップ、プログラム、特許）、受賞等（5件まで）

論文	Luis Moya, Abdul Muhari, Bruno Adriano, Shunichi Koshimura, Erick Mas, Luis R. Marval Perez, Naoto Yokoya, Detecting urban changes using phase correlation and l1-based sparse model for early disaster response: A case study of the 2018 Sulawesi Indonesia earthquake-tsunami, Remote Sensing of Environment, Vol.242, 11743, 2020. doi:10.1016/j.rse.2020.111743
論文	Bruno Adriano, Junsu Xia, Gerald Baier, Naoto Yokoya, Shunichi Koshimura, Multi-Source Data Fusion Based on Ensemble Learning for Rapid Building Damage Mapping during the 2018 Sulawesi Earthquake and Tsunami in Palu, Indonesia, Remote Sensing, 11(7), 886, 2019. doi:10.3390/rs11070886
シンポジウム	World Bosai Forum Session “Innovative Remote Sensing Technologies for Enhancing Disaster Management”, 11 Nov. 2019
口頭発表（招待）	Shunichi Koshimura, Integrating real-time simulation, earth observation, and geoinformatics for assessing tsunami impact, IUGG Union Session, Montreal, Canada, 2019.7.14
口頭発表（招待）	Shunichi Koshimura and Takumi Fukuoka, "Remote Sensing Approach for Mapping and Monitoring Tsunami Debris," IGARSS 2019 - 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Yokohama, Japan, 2019, pp. 4829-4832. 2019.7.30

Attachment to be posted on HP

International Urgent Collaborative Projects Regarding the Sunda Strait tsunami in Indonesia within the J-RAPID Program

1. Title of the Project : " Mapping Tsunami Disaster Impact of Indonesia by Satellite Remote Sensing "

2. Research/Investigation Period : 2019.4 ~ 2020.3

3. Main Investigators :

Japanese Team (up to 6 people including Principal Investigator)

	Name	Title	Affiliation	Project role
Principal Investigator	Shunichi Koshimura	Professor	IRIDeS, Tohoku Univ.	Overall research management
Collaborator	Masashi Matsuoka	Professor	Tokyo Institute of Technology	Remote sensing analysis for damage mapping
Collaborator	Erick Mas	Associate Professor	IRIDeS, Tohoku Univ.	Developing tsunami fragility curves
Collaborator	Naoto Yokoya	Unit Leader	AIP Center, RIKEN	Applying machine learning to remote sensing analysis
Collaborator	Bruno Adriano	Researcher	AIP Center, RIKEN	Remote sensing analysis for damage mapping
Collaborator	Luis Moya	Researcher	IRIDeS, Tohoku Univ.	Remote sensing analysis for damage mapping
Total Number of participating researchers in the project: 6				

Counterpart Team (up to 6 people including Principal Investigator)

	Name	Title	Affiliation	Project role
Principal Investigator	Rokhis Khomarudin	Head of Center	National Institute of Aeronautics and Space, Remote Sensing Application Center	Remote sensing analysis for damage mapping
Collaborator	Fajar Yulianto	Researcher	Indonesian National Institute of Aeronautics and Space, Remote Sensing Applications Center	Remote sensing analysis for damage mapping
Collaborator	Udhi Catur Nugroho	Associate Researcher	Indonesian National Institute of Aeronautics and Space, Remote Sensing App	Remote sensing analysis for damage mapping

			lications Center	
Collaborator	Abdul Muhari	Deputy Director	National Disaster Management Authority (BNPB)	Developing tsunami fragility curves
Total Number of participating researchers in the project: 4				

4. Objectives and Challenges

In this collaboration, we aim to conduct a comprehensive research on mapping the impact of the tsunami events in 2018 in Indonesia with combined approach of remote sensing with advanced machine learning, field observation and GIS analysis, throughout the international collaboration.

5. Results of the research/survey activities

5-1. Contribution to the rehabilitation of the disaster affected areas and the disaster risk reduction management.

Throughout the collaboration, we achieved a significant goal to develop a robust satellite remote sensing method and mapping technology for identifying tsunami impacts and vulnerabilities in emergency response efforts. The outcomes is expected to be utilized in emergency observations and disaster response efforts.

The statistical analysis of field data provided the useful insights to understand tsunami vulnerability of Indonesia with the form of “Tsunami Fragility Curve”. This is also a remarkable achievement to contribute on understanding tsunami risks and structural vulnerabilities and urban planning for tsunami-resilient community.

5-2. Added Value from International collaborative work

Regarding the technology for damage mapping by remote sensing with machine learning, we have verified a machine learning method from multi-satellite sensors, and established as a standard method for mapping tsunami damage in Indonesia and Asian countries where tsunami risk are particularly high. The outcomes of international collaboration can contribute to the international standardization of analysis methods and the core of international framework of emergency observation and mapping such as Sentinel Asia.

Proposal of the tsunami fragility curves to Indonesia as a unified method of risk assessment and damage assessment for tsunami disasters has made a great contribution to the disaster prevention technologies in Indonesia.

6 . Organized workshops/seminars, presentations, papers and other deliverables

Paper	Luis Moya, Abdul Muhari, Bruno Adriano, Shunichi Koshimura, Erick Mas, Luis R. Marval Perez, Naoto Yokoya, Detecting urban changes using phase correlation and l1-based sparse model for early disaster response: A case study of the 2018 Sulawesi Indonesia earthquake-tsunami, <i>Remote Sensing of Environment</i> , Vol.242, 11743, 2020. doi:10.1016/j.rse.2020.111743
Paper	Bruno Adriano, Junsu Xia, Gerald Baier, Naoto Yokoya, Shunichi Koshimura, Multi-Source Data Fusion Based on Ensemble Learning for Rapid Building Damage Mapping during the 2018 Sulawesi Earthquake and Tsunami in Palu, Indonesia, <i>Remote Sensing</i> , 11(7), 886, 2019. doi:10.3390/rs11070886
Symposium	World Bosai Forum Session “Innovative Remote Sensing Technologies for Enhancing Disaster Management”, 11 Nov. 2019
Invited presentation	Shunichi Koshimura, Integrating real-time simulation, earth observation, and geo-informatics for assessing tsunami impact, IUGG Union Session, Montreal, Canada, 2019.7.14
Invited presentation	Shunichi Koshimura and Takumi Fukuoka, "Remote Sensing Approach for Mapping and Monitoring Tsunami Debris," IGARSS 2019 - 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Yokohama, Japan, 2019, pp. 4829-4832. 2019.7.30