

日本－タイ－ベトナム 国際共同研究「防災」分野 2021年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	地すべりのモニタリングと予報システムの構築
研究課題名（英文）	Establishment of a Landslide Monitoring and Prediction System
日本側研究代表者氏名	若井 明彦
所属・役職	国立大学法人群馬大学大学院理工学府・教授
研究期間	2019年4月1日～2022年3月31日

1. 日本側の研究実施体制

ワークパッケージ No. 1	リモートセンシングデータの収集と詳細地形学図の作成	
氏名	所属機関・部局・役職	役割
佐藤 剛	帝京平成大学大学院・環境情報学 学研究科・教授	リモートセンシングデータ収集・地形判読・現地調査
山崎 孝成	帝京平成大学大学院・環境情報学 学研究科・客員教授	現地調査・現地地すべり観測の設計・設置
木村 誇	愛媛大学・農学部・助教	リモートセンシングデータ解析・地形判読・現地調査
土佐 信一	国土防災技術株式会社・技術本部 技術推進部 第二技術センター・センター長	現地調査・現地地すべり観測の設計・設置
横山 修	国土防災技術株式会社・技術本部 技術推進部 第二技術センター・技術課長	現地調査・地形解析

ワークパッケージ No. 2	現地観測とデータ伝送システムの構築	
氏名	所属機関・部局・役職	役割

村田 健史	情報通信研究機構・総合テストベッド研究開発推進センター・研究統括	現地観測実験とりまとめ・国内及び海外データ収集
大和田 泰伯	情報通信研究機構・総合テストベッド研究開発推進センター・テストベッド連携企画室・主任研究員	NerveNet 開発（特に長距離伝送対応や高速なデータ同期機能実装）
Praphan Pavarangkoon	情報通信研究機構・総合テストベッド研究開発推進センター・研究員	現地実験実施（タイ・チェンマイでの映像伝送および NerveNet 実験）
若井 明彦	群馬大学大学院・理工学府・教授	斜面の不安定化機構を力学的に解析するための実験検討

ワークパッケージ No. 3		地すべり危険度簡易評価手法の開発と地すべり予報システムの構築
氏名	所属機関・部局・役職	役割
若井 明彦	群馬大学大学院・理工学府・教授	地すべりのモニタリングと予報システムの構築の総括
林 一成	奥山ボーリング株式会社・仙台営業所・係長	現地観測および地すべり予報システムの開発
尾崎 昂嗣	秩父ケミカル株式会社・営業開発本部・主任	現地観測および浸透流シミュレーション手法の開発
渡邊 暁乃	群馬大学大学院・理工学府・博士前期課程	地すべりのモニタリングと予報システムの構築の支援
村田 健史	情報通信研究機構・総合テストベッド研究開発推進センター・研究統括	現地観測実験とりまとめ・国内及び海外データ収集

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

①リモートセンシング技術, ②遠隔地のリアルタイム観測, ③雨量データ等を用いた斜面数値解析の3つを融合した地すべり危険度簡易評価手法の開発と地すべり予報システムの構築の開発を目指す。そのなかで WP1 は調査地域における地すべりの分布および地形的特徴を理解するため、最新のリモートセンシングデータを用いて詳細な地形学図を作成する。WP2 は伸縮計で計測されたデータの転送に注力する。WP3 では WP1 および WP2 の研究成果を用いて、地すべり危険度マップによる土砂災害リスクの簡易評価手法を開発する。

3. 日本側研究チームの実施概要

コロナ感染拡大の影響により、各研究者が現地調査をすることなくそれぞれ独立して実施可能な研究項目に限定して引き続き活動が進められた。オンライン会合などを含め、タイ・ベトナムの共同研究者を巻き込んだ e-mail ベースでの意見交換が進められ、2020 年 9 月から 10 月にかけてベトナム中部を襲った台風災害の現象解明を遠隔で協働することが確認されるとともに、新たな試みとして、国際雑誌 (Journal of Disaster Research) での e-ASIA

特集号の出版を企画して、三か国で分担して執筆・編集を行った。その結果、3か国の成果を融合させた国際著作を含めた計20件の関連論文が2021年度に出版された。

年度の後半、コロナ禍を考慮した日本側（JST）の研究完了期限の1年延期措置の決定を受け、2022年度途中でコロナ禍が早期終息した場合の渡航調査の可能性などが話し合われた。やむを得ない状況下で当初計画通りに進められなかった点が多いものの、現時点で実施可能な代替策を模索しながら、今年度は各WPで以下の活動を実施した。

WP1では、WP3との協働で地形解析と安定解析を組み合わせた危険度評価の一手法が確立された。国内の現地調査は愛媛県内の島嶼を対象とし、地すべり危険度評価の検討を進めた。松山市の沖合にある興居島では、2018年7月豪雨で発生した崩壊地（小規模地すべり）を調査対象に設定し、LiDAR搭載型ドローンを用いた地形計測（図1）や原位置透水試験を行った。また、コロナ影響で国外に設置できなかった伸縮計を当該崩壊地で設置する予定であり、2022年6月から観測ができる状態になる。タイにおいては、樹木の存在が傾斜に影響することが懸念されたことから、AW3D 2.5mDTMをWP1が新たに整備した。ベトナムにおいては、2020年9～10月の台風とともに豪雨により、ベトナム中部のフエで多数の地すべりが発生した。そこでAW3D 2.5mDTMを整備し、発災後に撮影された仏国の衛星センチネルの光学画像をもとに地すべり分布図を作成した。



図1 LiDAR ドローンを用いた測量



図2 RS485 によるマルチベンダー対応ボード

WP2では、IoT無線型レジリエント自然環境計測システムの要求定義、機能設計と各要素技術開発を進めた。要求定義は、次のように整理した。①マルチベンダー対応制御・通信ボード、②センサーおよび中継局配置技術、③エネルギーハーベスト型電力供給、④無線ネットワーク（LPWA）、⑤リアルタイムデータ伝送・可視化、⑥標準データフォーマット、である。複数の異なるベンダーのセンサーを一つのシステムとして運用する機能を有するマルチベンダー対応制御・通信ボードについては、設計と試験実装および室内実験を行った（図2）。センサーおよび中継局配置技術はシミュレーションおよび可視化技術によりセンサーおよび中継局の配置を事前に検討するための技術であり、現在、その実用性の検証を進めている。

WP3では、既往の種々の単純系を対象として計算例と開発システムによる予測結果との比較を行い、その結果の整合性に基づいてモデルの妥当性を検証した。検証対象とした問題のひとつは、傾斜したV字型集水域に関する単純な問題である。さらに、Abdul and Gillham systemを用いて、地表および地下の流れの単純化された水文学的プロセスも検証した。その後、システムの実務上の性能評価のため実施した2017年7月九州北部豪雨の再現では、既往のTRIGRSモデルによる結果と実際の崩壊マップとの比較を行った。一方、タイ・ベトナムの各地での開発システムの試行運用は延期となったため、現地渡航を断念して、ベトナムの共同研究者の支援の下、2020年秋の中部ベトナムの台風被災地の情報を入手し、遠隔協働ではあるが同災害のケーススタディに取り組んだ。その計算例が図3である。

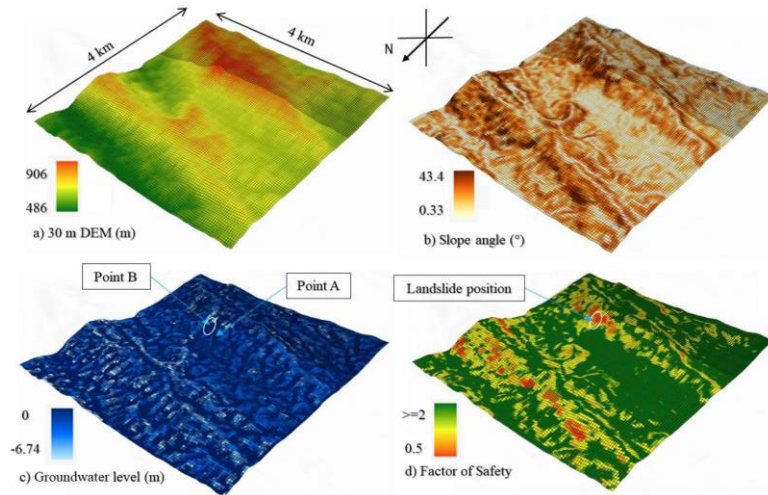


図3 2020年10月18日（午前1時）にベトナムのクアンチ省で発生した地すべりの再現