

国際科学技術共同研究推進事業  
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「持続可能な社会を支える防災・減災に関する研究」

研究課題名「スリランカにおける降雨による

高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発」

採択年度：令和元年（2019年）度/研究期間：5年

相手国名：スリランカ民主社会主義共和国

## 令和1（2019）年度実施報告書

国際共同研究期間<sup>\*1</sup>

2020年3月1日から2025年2月28日まで

JST側研究期間<sup>\*2</sup>

2019年6月1日から2025年3月31日まで

（正式契約移行日2020年4月1日）

\*1 R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

\*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：小長井 一男

特定非営利活動法人国際斜面災害機構・研究部・学術代表

# I. 国際共同研究の内容 (公開)

## 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

### (1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2019 年度 (10ヶ月)	2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度 (12ヶ月)
1. 総括・人材育成・社会実装 1-1 観測機器調達・設置と高速長距離土砂流動 (RRL) 災害の早期警戒技術の日錫合同開発 * 1-2 錫国・国防省国家建築研究所による開発技術の適用支援と改良 1-3 錫国人専門家・地域リーダーの育成、開発した技術の世界標準化の推進		観測機器とソフトの調達・設置と RRL 災害早期警戒技術の日錫共同開発				
		← 開発した技術の適用支援と改良 →				
		← 防災専門家・地域リーダー育成・開発技術の世界標準化 →				
2. 斜面豪雨・高速長距離土砂流動予測 2-1 MSSGモデルによる500m四方最大累積降雨量の24時間前からの予測、RRL発生運動予測技術の開発のための降雨・地下水、前兆となる地表変動の計測 2-2 ワークステーション用MSSGによる斜面豪雨予測法の確立と現地調査・観測、室内試験、理論解析によるRRLの発生・拡大・流動機構解明と予測モデルの構築	現地調査による研究実施体制の構築と新規ソフト・通信システム開発の準備研究	山地斜面における500m四方最大累積降雨量予測法の開発と RRL 発生運動予測技術の開発のための降雨・地下水、前兆となる地表変動の現地計測				
		← ワークステーション用 MSSG による斜面豪雨予測法の確立と RRL の発生・拡大・流動メカニズムの解明と予測モデル構築 →				
3. リスク情報伝達・住民教育 3-1 グーグル地図／写真に24時間後の累積雨量、発生する土砂災害予測結果を重ねて示すARソフトの開発 3-2 豪雨・RRL予測結果の利用者からのフィードバック (リスクコミュニケーション) ツールの実装、およびそのガイドラインの構築 3-3 地域住民・自治体を対象とした知識向上、および防災教育		グーグル地図／写真に24時間後の累積雨量、発生する土砂災害予測結果を重ねて示すARソフトの開発				
		← ガイドライン作成事前調査 ** →				
		← ツールの実装、およびそのガイドラインの構築 (利用者からのフィードバックを反映) →				
		← 知識向上・防災教育の実施 →				

\*2019年11月の大統領選後の省庁再編で、国家建築研究所 (NBRO) の所管官庁は国防省になった。

\*\*ローカルコミュニティ (GN 地区)、地域の行政区 (Divisional secretary)、および災害管理局の災害時の対応の実情など調査のため。

(2)プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

令和1年度の全体計画書に記載した通り、本研究はG1, G2,およびG3の3つの班で進めていくことに変更はない。ただし、JICA ODAの枠組みを考慮し、当初協力機関に位置付けていた中央技術推進局(CEC)、モラトワ、ペラデニア、ルフナの三大学を、より自由な形式での協力をお願いする協力者として位置付けた。また2019年11月の大統領選挙後の省庁再編で、カウンターパート機関NBROの所管官庁が国防省に変更された。日本側、相手国側の年次ごとの役割分担計画を下表にまとめる。

役割分担表

			2020	2021	2022	2023	2024	after	
G1-1	1) 観測機器設置 2) EWSの共同開発	JPN	1) ICL, 森林総研		2) ICL, 東工大, 京大., 森林総研, 高知大				
		SLK	1) CECB, 三大学が協力		2) NBRO, DMC, DOM, DOI				
G1-2	EWSの改良 適用支援	JPN			ICL				
		SLK			NBRO, DMC, DOM, DOI				
G1-3	人材育成	JPN	京大, 高知大など						
		SLK	NBRO (最初の2年はCECB, 三大学の協力)						
	EWSの世界標準化	JPN					ICL, 高知大		
		SLK					NBRO, DMC, DOM, DOI		
G2-1	MSSG=> 500m× 500m累積降雨予測	JPN	G2: 東工大(大西:MSSG上のシステム開発)						
		SLK	NBRO, DOM (降雨データ提供、支援) CECB・三大学が協力						
	地下水・ 表面変動観測	JPN		G2: FFPRI (浸透・地上変動観測), 古田・トファニ (人工衛星変動観測)、松波 (地すべり誘因-地震観測)					
		SLK		CECB・三大学が協力 (NBROは2022年から)					
G2-2	WS用MSSG開発 改良・他地域への適用	JPN		G2: 東工大(大西)					
		SLK		NBRO					
G2-3	パイロットサイトでのEWS実用化	JPN		G2: ICL (小長井・佐々・カン・荒木:発生流動予測), 京大 (渦岡:不飽和浸透と地すべり発生)					
		LK		ICL NBRO + DMC + DOM					
G3-1	ARソフト開発	JPN	ICL						
		SLK	三大学が協力		NBRO, DMC, 三大学が協力				
G3-2	ガイドライン策定	JPN	(事前調査) 高知大, ICL		高知大, ICL				
		SLK	NBRO, DOM, DMC, DO						
G3-3	防災教育	JPN	ICL, 高知大						
		SLK	HSPTD (NBRO), 三大学が協力		NBRO, DMC				

注記:

G1	総括・人材育成・ 社会実装研究班	RRLL	降雨による高速長距離土砂流動
		EWS	早期警戒システム
G2	斜面豪雨・高速長距離土砂流 動の発生運動予測技術開発班	MSSG	Multi-Scale Simulator for the Geo-environment
G3	リスク情報伝達・住民教育班	WS	ワークステーション
		AR	Augmented Reality

カウンターパート	NBRO	国防省 国家建築研究所
	HSPTD	NBRO内の居住計画・教育部門
協力機関	DMC	国防省 災害管理センター
	DOM	国防省 気象局
	DOI	農林水産省 灌漑局
協力者	CECB	中央技術推進局
	三大学	モラトワ大学, ペラデニア大学, ルフナ大学

## 2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

### (1) プロジェクト全体

本プロジェクトでは、スリランカ国内の2つのパイロット地域において、熱帯雨林山岳地の累積降雨量の予測、現地斜面土層への降雨浸透と土砂流動の発生、流動土砂の運動予測技術を統合し、長距離土砂流動発生リスクの1日前予測を行い、この情報を地域住民、行政機関に伝達し、早期避難と必要な行政対応を促すためのリスクコミュニケーションシステムを開発・実装し、さらにその技術を継続的に活用するための人材育成を目指すものである。

令和元年度(10か月間)は、現地調査による研究実施体制の構築と新規ソフト・通信システム開発の準備研究を進めるとともに、Project Design Matrix (PDM), Plan of Operation (PO)を2019年10月15日に JICA, カウンターパート機関であるスリランカ国 NBRO とともに策定し、本プロジェクト名を Project RLL (Rain-induced Rapid and Long-travelling Landslides) と定め、本プロジェクトの会議議事録 (MM) の署名式を行った。併せて同日、スリランカ国家建築研究所 (NBRO) と国際斜面災害研究機構 (ICL) 間で共同研究に関わる合意文書 (Collaborative Research Agreement) を交わした。さらに2020年2月5日に JICA スリランカ事務所とスリランカ国防省の間でプロジェクト基本合意文書 (Record of Discussion, RD) が署名され、正式にプロジェクト RLL が開始することが決定した。その後、JICA と国際斜面災害研究機構の間で、協力期間を2020年3月1日から2025年2月28日とする取極めが2020年2月18日に交わされた。また2020年2月26日には、スリランカにおける降雨による高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発の第一期(2020年3月1日から2021年5月31日)の事業契約が締結され、これを受けて3月1日から必要な研究機器の発注などの国際共同研究活動が開始した。3月10日から4月12日の間、NBRO から京都大学および高知大学の大学院博士課程に入学を目指す3名の研修生を招聘し、横浜、筑波、東京、京都、高知において研修を実施する予定であったが、新型コロナウイルスが、日本国内で拡大してきたことから、これを延期することにした。

JST と各研究機関との正式契約は、しばらく後になる予定であるが、国連の持続可能な開発目標 SDGs に基づく当初計画に沿った国際共同研究活動は上記のように3月1日から正式に始動している。本国際共同研究は以下の3つの研究班で進められる。以下、研究班ごとに、達成状況とその効果などをまとめる。

### (2) 研究題目1: 「総括・人材育成・社会実装」

研究グループ G1 (リーダー: 小長井 一男)

G1 では各研究班で開発される個別技術、すなわち山地での累積降雨量を1日前に予測する技術、現地斜面土層への降雨浸透と土砂流動の発生、流動土砂の運動予測モデルを統合し、実用的で先進的な RLL の早期警戒情報伝達システムとして構築する。そしてその普及と活用のための教育用ツール、ガイドラインを相手国機関とともに整備する。令和元年度は会議議事録 (MM)、共同研究に関わる合意文書 (Collaborative Research Agreement) そしてプロジェクト基本合意文書 (Record of Discussion, RD) の署名交換と並行し、日本側では JICA、JST、またスリランカ側ではカウンターパート機関の NBRO と合同で、2つのパイロットサイトの視察・調査を行った。この中で、ローカル

【令和元年度実施報告書】【200529】

コミュニティを束ねる地方行政組織の **Divisional Secretary** を訪問し、緊急時の情報収集、政府災害センター (DMC) と連携しての行政対応の仕組みなどを聞き取り、**Project Design Matrix (PDM)**, **Plan of Operation(PO)**の作成に反映させた。併せて、NBRO にて、本プロジェクトに参加を希望する若手科学者 (留学希望者) との面談を行い、留学候補者の絞り込みと、大使館推薦枠、JDS (The Project for Human Resource Development Scholarship by Japanese Grant Aid) 奨学金制度の紹介を行った。これらのスリランカから日本の大学院へ招聘する若いリーダーと日錫両国の共同研究者が、本共同研究の試験地である Aranayake 地すべり、Athwelthota 地すべり地域で、開発される早期警戒技術の試験的運用を実施し、スリランカに適した実用技術への改良を行うのみならず、現地技術者を育成し、早期警戒技術の持続的な運用につなげていくことになる。

(3) 研究題目 2 : 「斜面豪雨・高速長距離土砂流動の発生運動予測技術開発」

研究グループ G2 (リーダー : 小長井一男)、(サブリーダー : 大西領、渦岡良介)

G2 で開発される基本技術は(1) 山地斜面での 1 日前の累積降雨量の予測 (サブリーダー : 大西領) と、(2) 現地斜面土層への降雨浸透と土砂流動の発生、流動土砂の運動予測モデルの構築 (サブリーダー : 渦岡良介) である。(1)については、全地球からシームレスに局所地域にズームインして気象予測を行うことを可能にする最先端のマルチスケール気象モデル (MSSG) をプラットフォームとし、ここに現地の地形や大気の特徴を反映した雲微物理モデルを組み込み、急傾斜面での風向・風速の変化による降雨量補正技術を導入することで、既存の技術以上に山間地の様々な局所条件に重きを置いた、局地性豪雨予測手法を開発する。(2)については、これまで徹底した降雨浸透調査のなされることのなかったスリランカ山岳地帯で、常緑樹に覆われた先カンブリア紀の熱帯強風化土層への降雨の浸透、サクシオン、地中間隙水圧変化を計測する不飽和浸透計測システムを開発・設置し、その現地計測と理論解析から山地斜面の地下水挙動予測技術を開発する。

上記の準備調査として、2019年8月7日、8日に令和元年度の第1回パイロットサイト現地調査を実施し、ボーリング実施箇所、降雨の浸透、サクシオン、地中間隙水圧変化計測機器の設置箇所素案をまとめた。また早期警戒情報を通信で伝達するうえで必要な WiFi シグナルの受信状況を計測し、これらを踏まえて、基本技術開発の戦略や役割分担を調査翌日の8月9日の会議で策定した。また、2016年に一カ所で125名が死亡したアラナヤケ (Aranayake) の大規模 RLL 災害を対象に、MSSG を用いて3日前の全地球気象データから現地の降雨量の推移の試解析を行い、モデルパラメータのチューニングなしでも3日間の累積降雨を概略予測可能であること、すなわち MSSG が累積降雨の予測を行うプラットフォームにふさわしい大きな可能性があることを示した (図1)。さらにアラナヤケの RLL 源頭部で採取した土の試料に対し、高速リングせん断試験を行い、得られたパラメータと、前述の MSSG による予測降雨を入力データとした RLL の発生と流動過程のシミュレーションを実施した。このシミュレーションには ICL で開発された LS-Rapid という高速土砂流動予測モデルが用いられた。その結果、降雨開始から3日後に流動が開始し、現地で観測された実際の土砂堆積域にまで崩壊土砂が到達することが示された。2017-2018年に実施した本プロジェクトの申請準備の段階の研究成果に基づいて、英文国際学術誌である *Landslides* の2019年1月号に最初の論文を発表したが、現在、これをさらに発展させた論文を同じく *Landslides* に投稿中である (図2)。

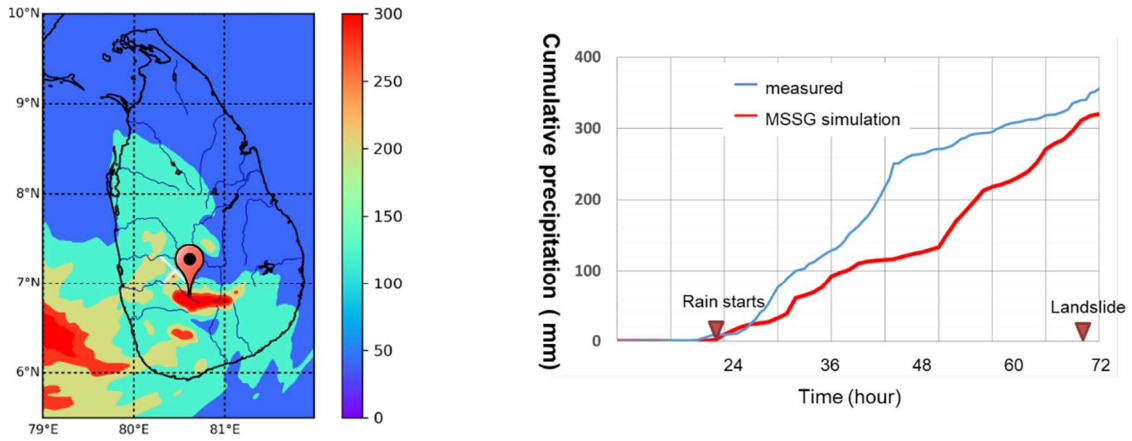


図1 2016年アラナヤケ地すべりの3日前の気象条件を初期値にしたMSSGによる累積降雨量のシミュレーション  
Numerical simulation of 2016 Aranayake Rain on MSSG (by Onishi 2018)

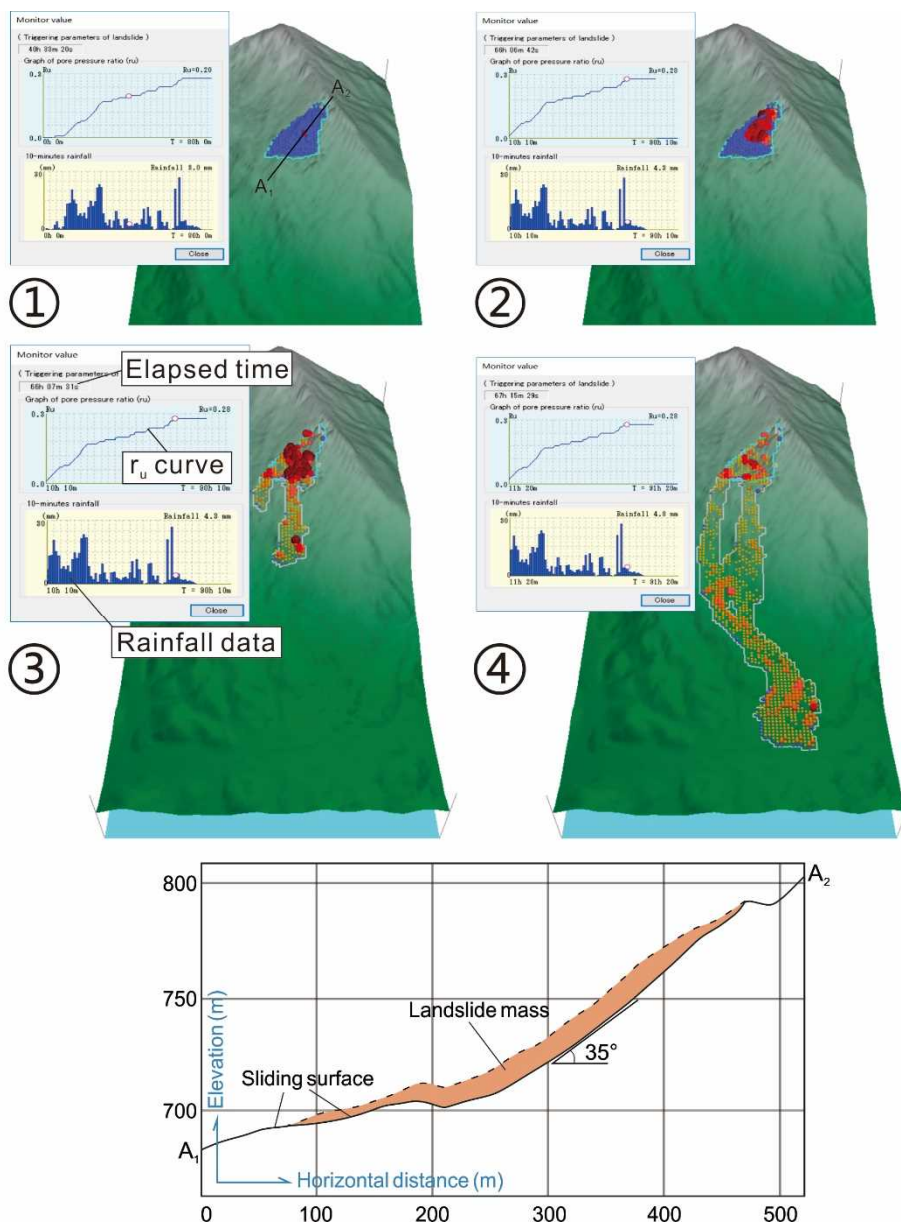


図2 アラナヤケ地すべりの発生・流動過程のシミュレーション (Tan 他, 2020)

Numerical simulation of the runout of the Aranayake landslide using LS-RAPID (by Tan et al. 2020)



(4) 研究題目 3 : 「リスク情報伝達・住民教育」

研究グループ G3 (リーダー: 笹原克夫)

G3 では RLL の予測情報を、住民や行政機関の端末に仮想現実 (AR) として表示し、必要な対応行動を促すばかりでなく、住民や行政の対応情報をも集約し、EWS の効果をより大きくする仕組みを構築する役割を担う。2019 年 8 月 7 日、8 日に G2 グループと共同で、また同年 10 月には JICA、JST、またスリランカ側カウンターパート機関の NBRO と合同で、2 つのパイロットサイトのある地域の現地調査を行った。Grama Niladhari 地区 (GN 地区) と呼ばれる各地域コミュニティで、現在行われている住民代表者による定期雨量観測、サイレンによる避難警報発令システムなどを視察し、さらに複数の GN 地区を束ねる郡 (Divisional Secretary)、その上位機関の県、そして中央政府の災害管理センター (DMC) が、どのように情報を共有し、災害対応に当たるのか聞き取り調査を行った (図 3)。これらの成果を踏まえ 2020 年度以降のリスク情報伝達システムの開発とガイドライン構築戦略の策定に当たっていく。

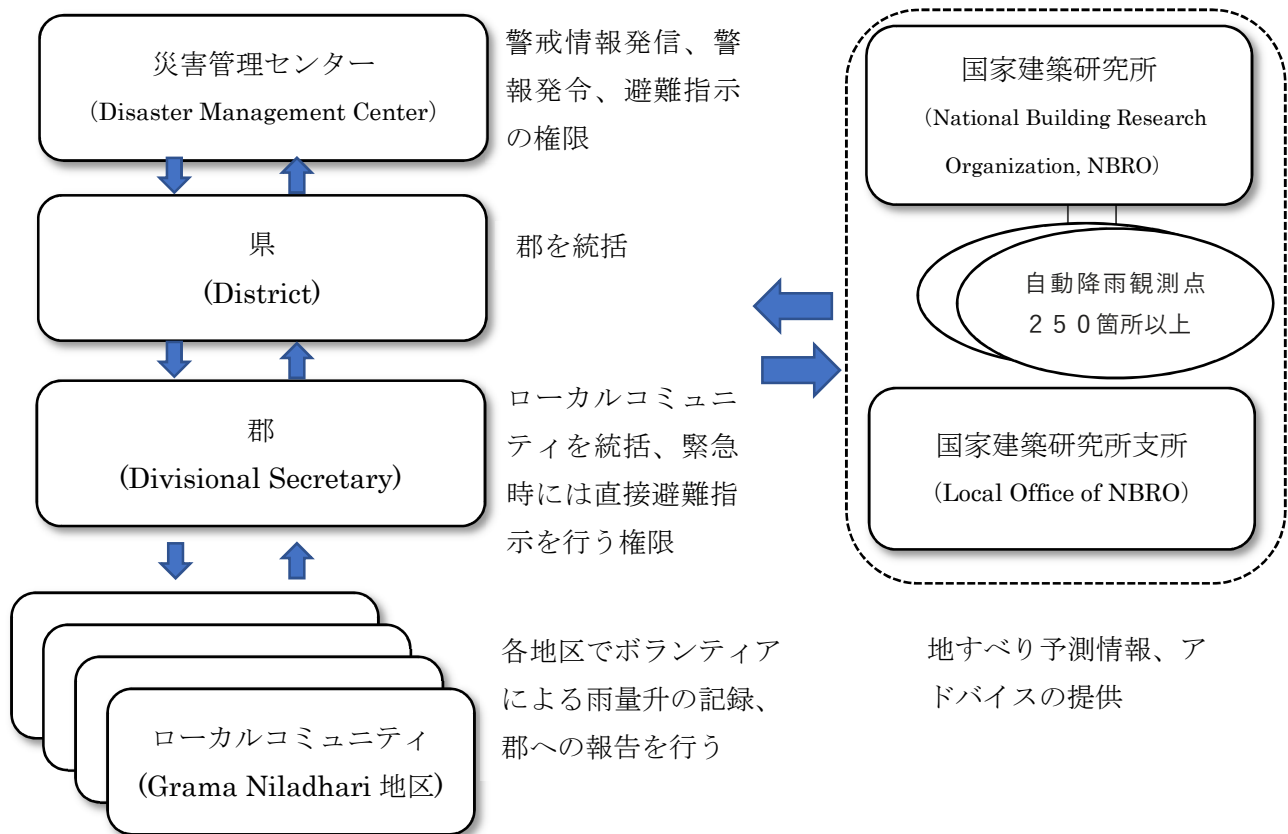


図 3 降雨による地すべりへの警戒、避難指示の情報伝達・命令系統

Reporting and commanding line for rain-induced landslide risks

## II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

※今後のプロジェクトの進め方および留意点（軌道修正が必要な点など）、成果達成の見通し、上位目標に向けての貢献や成果の社会的なインパクトの見通し（社会実装や企業等との出口連携などを含む）について、1 ページ程度でまとめてください。

G2 グループではパイロットサイトに降雨浸透、サクシオン、地中間隙水圧変化計測の機器の設置を行い、現地観測を開始する。当面はアクセスが容易なアスウェルソータ（Athwelthota）のパイロットサイトでの計測を先行させ、技術的な課題の洗い出しを行う他、NBRO から若手研究者を受け入れ、最先端のマルチスケール気象モデル（MSSG）の基礎知識の習得を開始するとともに、京都大学、高知大学、東京大学などの大学院留学希望者と必要な情報を交換し、早期警戒技術開発につながる基礎知識の醸成と研究課題の絞り込みにあたってもらおう。G3 で進める RRLI の早期警戒情報の伝達システムの開発に当たっては、既に JICA が NBRO をカウンターパート機関として進めている土砂災害対応のソフト面の技術開発と実装を目的とした Project SABO と連携し、リスク情報伝達の実効的なフレームワーク構想を具体化していく。G1 グループでは、上記 G2,G3 の活動を統括する活動と並行して以下の項目を進めていく。まず第一に、現時点では協力機関であるが、昨年 10 月の調査の際に共同研究機関として参画することへの合意が得られている中央技術推進局（CECB）について、最初の JCC（Joint Coordinating Committee）において、その共同研究機関としての参画を諮り正式に認定する予定である。また、モラトワ、ペラデニア、ルフナの三大学については、スリランカ側からより積極的な貢献への意思表示もあり、ODA の枠組みに則った研究協力機関としての参加の可能性について 2020 年度共同研究のキックオフ会議で検討し具体化する。さらに京都で開催される第 5 回斜面防災世界フォーラム（当初予定の 2020 年 11 月から、コロナウイルス感染症の世界的拡大で 2021 年 11 月 2～6 日に延期）で、本 Project RRLI や JICA の Project SABO など、スリランカの斜面防災に関わるプロジェクト関係者に呼びかけ、RRLI の早期警戒技術を中心課題にした特別セッションを企画する。この第 5 回斜面防災世界フォーラムには斜面災害に関わる産学官の関係者が集まるので、社会実装や企業等との出口連携に関わる提案や意見交換も期待できる。さらにモンスーンの豪雨による RRLI 多発地域や国々の研究者・実務者の関心を集め、ひいては将来の RRLI 早期警戒技術のより広域への展開にもつながっていくことが期待される。

## III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

### (1) プロジェクト全体

プロジェクト全体としては研究実施に当たって、体制上の、あるいは枠組み上の大きな課題はないが、2019 年 12 月 31 日に最初に WHO に報告された新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）による急性呼吸器疾患（COVID-19）の流行への対応が、2020 年度共同研究を進めるにあたっての当面の課題である。3 月から 1 か月間、NBRO の若手研究者 3 名を短期招聘し、最先端のマルチスケール気象モデル（MSSG）や、高速リングせん断試験機、RRLI の発生流動過程のシミュレーションなどに関する 1 か月程度の研修を経て 4 月 9 日に京都大学防災研にて、5 月にスリランカで開催予定のキックオフミーティング、合同調整委員会（Joint-Coordinating Committee meeting、JCC）、および現地調査について打ち合わせを行う予定であったが、これをウェブ会議に変更して実施することになった。5 月のキックオフミーティング、合同調整委員会（Joint-Coordinating Committee meeting、JCC）、

【令和元年度実施報告書】【200529】



現地調査についても、現状の入出国制限などが続くようであれば延期を考えなければならない状況にある。10月から京都大学大学院博士課程に2名、高知大学の大学院（愛媛大学大学院連合農学研究科）の博士課程に1名の留学生が入学できるように、現在準備を進めている。京都で開催される第5回斜面防災世界フォーラム（2021年11月に延期）におけるRRLLの早期警戒技術のセッション開催など、着実に進めていかなければならない事案が連続するので、遠隔で進められること、日本・スリランカ双方で分担し個別に推進できることを洗い出し、柔軟に対応していくことになる。

(2) 研究題目1：「総括・人材育成・社会実装」

グループG1（リーダー：小長井一男）

基本的には上記「プロジェクト全体」で述べたようにコロナウイルス感染症(COVID-19)の世界的拡大を受け、渡航を前提にしての活動が当面制約されることから、日本・スリランカで共有できる情報を共有するシステムを整え、G1, G2の活動が日本・スリランカ双方で分担して進められる体制を整えていくことになる。G1の最大の役割は、G2, G3で開発される最先端の個別技術を統合し、社会実装の道筋をつけることである。このため、2019年2月からスリランカでスタートした土砂災害リスク軽減のための非構造物対策能力強化プロジェクト（Project SABO）と、G2グループで進むマルチスケール気象モデル（MSSG）のスリランカ向けのパラメータチューニング、高速リングせん断試験、RRLLの発生流動過程のシミュレーションなどに関する研究進捗状況を共有し、Project SABOの関係者が熟知している現地の災害対応の状況を踏まえ、G3が推進するリスク情報伝達や住民教育の戦略構築を補佐する。

(3) 研究題目2：「斜面豪雨・高速長距離土砂流動の発生運動予測技術開発」

研究グループG2（リーダー：小長井一男）、（サブリーダー：大西領、渦岡良介）

G2で進める研究課題のうち(1) MSSGによる山地斜面での1日前の累積降雨量の予測、については、サブリーダー大西領がJAMSTECから東工大に異動になるのにあわせて、東工大で特任准教授を採用し、スリランカの気象モデルの構築を開始する。これは、NBROの若手研究者との共同作業となるので、感染症拡大に伴う渡航制限の状況を見て、可能な範囲で最善の方法で行うことになる。スリランカ側には、現在NBROがスリランカ国内に所有している260か所の自動降雨観測点のデータ、同じく国防省傘下の気象局からのデータ、またJICAのProject SABOの先行事業である土砂災害対策強化プロジェクト(Project TCLMP)で得られたデジタル地形情報があり、これらも有効に活用していく。もう一つの開発研究課題(2) 現地斜面土層への降雨浸透と土砂流動の発生、流動土砂の運動予測モデルの構築（サブリーダー：渦岡良介）については、現時点でNBRO若手研究者の基礎知識涵養に繋がる情報提供は可能であるが、これらの若手研究者が高速リングせん断試験などに実際に携わり、具体的な研究課題に取り組むのは、10月の大学院入学後になる。

(4) 研究題目3：「リスク情報伝達・住民教育」

研究グループG3（リーダー：笹原克夫）

G3ではRRLLの予測情報を、住民や行政機関の端末に仮想現実（AR）として表示し、必要な対応

行動を促すばかりでなく、住民や行政の対応情報をも集約し、EWS の効果をより大きくする仕組みを構築する役割を担う。当面は 2019 年までに実施した現地調査で得られた、地域コミュニティ Grama Niladhari 地区 (GN 地区) や複数の GN 地区を束ねる郡 (Divisional Secretary)、その上位機関の県、そして中央政府の災害管理センター (DMC) の災害対応の実情を踏まえ、日本側、スリランカ側双方でリスク情報伝達システムの開発構想を具体化していく。

高知大学では、モデル土層と人工降雨装置を使った斜面崩壊の発生機構の実験的研究を実施している。豪雨時に現地斜面において斜面崩壊の発生を計測することは、困難である。G3 では、高知大学の教員とスリランカからの留学生が共同で、降雨開始-降雨浸透-斜面変動の開始-高速運動への移行を土層内で再現する試験を行う。そしてその成果を活用して、住民や行政機関の人々に降雨による高速長距離土砂流動現象の予測と的確な早期警戒・避難のマニュアル、ビデオ教材材の作成の準備を始める。

#### IV. 社会実装 (研究成果の社会還元) (公開)

##### (1) 成果展開事例

暫定期間であるため特記事項なし。

##### (2) 社会実装に向けた取り組み

2018 年 6 月 20 日にスリランカ側カウンターパート機関 NBRO の他、災害管理センター、気象局、灌漑局、および協力者の CECEB、ペラデニア大学、ルフナ大学、モラトア大学などの関係者が参加する Project RRLL のワークショップが NBRO、災害管理センター、気象局を当時所管していた灌漑・水資源・災害管理省内で行われた。本プロジェクトの内容を紹介する中で気象予測のためのプラットフォームになる最先端のマルチスケール気象モデル (MSSG) による過去の斜面災害時の降雨再現結果、および高速リングせん断試験結果を用いたアラナヤケ地すべりの発生、流動、堆積課程の再現シミュレーションが紹介された。参加者からはこのプロジェクト推進に強い支援を表明する発言があり、併せてこれらの最先端技術を用いて予測されたリスク情報をどのような形で地域のコミュニティや行政に伝えていくのか熱心な討議が行われた。これと前後する形でアラナヤケ地区を所管するアラナヤケ郡 (Divisional Secretary) とさらにその上位行政組織であるケゴール県の県知事 (District Secretariat) の L. J. M. G. Ghandrasiri Bandara 氏を研究代表者の小長井一男と、ICL 事務局長佐々恭二らが訪問し、上記の早期警戒技術の紹介を行なった。県知事からはプロジェクトへの強い期待の表明と併せて、社会実装を行うにあたって携帯電話の保有率が高くないこと、貧民 (災害弱者) への対応が大事になるとの考えが示された。

これまでのプロジェクトの推移や研究成果などについては、英文・和文のニュースレターを作成し以下のウェブ上で公表した。

和文 <https://icl-jp.iplhq.org/category/tokyo-forum/>

英文 <https://iplhq.org/category/icl/jica-jst-satreps-project-for-sri-lanka/>

#### V. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

2019 年 9 月フランスパリのユネスコ本部で開催された 2019 年 ICL-IPL UNESCO 会議にて、SATREPS

【令和元年度実施報告書】【200529】

の本プロジェクト (Project RRL)の活動概要が報告された。本プロジェクトは会議参加者全員の賛同を得て、新しい IPL (International Programme on Landslides) Project として認定された。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】(非公開)

VIII. その他(非公開)

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件  
 うち国内誌 0 件  
 うち国際誌 0 件  
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2019	Duc Ha Nguyen, Takahiro Sayama, Kyoji Sassa, Kaoru Takara, Ryosuke Uzuoka, Khang Dang, Tien Van Pham, "A Coupled Hydrological-geotechnical Framework for Forecasting Shallow Landslide Hazard—a Case Study in Halong City, Vietnam", Landslides 2019, Vol.17, No.7 : 1619-1634. (online publication is 19 March 2020)	<a href="https://doi.org/10.1007/s10346-020-01385-8">https://doi.org/10.1007/s10346-020-01385-8</a>	国際誌	発表済	Lanndslides (2019 Impact Factor=4.708, 2109 CiteScore=8.2)に掲載

論文数 1 件  
 うち国内誌 0 件  
 うち国際誌 1 件  
 公開すべきでない論文 0 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2019	Kazuo Konagai, Asiri Karunawardena, A A Virajh Dias, Kyoji Sasssa, Khang Dang, "Development of Early Warning Technology of Rain-induced Rapid and Long-travelling Landslides in Sri Lanka". Proceedings of 2019 IPL Symposium on Landslides, 16-19 September 2019, pp. 277-283. ISBN 978-4-9903382-5-1		プロシーディング	発表済	

著作物数 1 件  
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2019	Khang Dang, Kyoji Sassa, Kiyoharu Hirota, Kazuo Konagai, Duc Ha Nguyen, Huy Loi Doan, "Preliminary Simulation for Kure Landslide Triggered by Heavy Rainfall of July 2018" Proceedings of 58th Annual Meeting of Japan Landslide Society, 21-22 August 2019, pp.81-82		プロシーディング	発表済	
2019	Kyoji Sassa, Kazuo Konagai, Kiyoharu Hirota, Asiri Karunawardena, Japan-Sri Lanka SATREPS Project "Development of Early Warning Technology of Rain-induced Rapid and Long-travelling Landslides". Proceedings of 58th Annual Meeting of Japan Landslide Society, 21-22 August 2019, pp. 147-148		プロシーディング	発表済	

著作物数 2 件  
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2019	国内学会	Kyoji Sassa, Kazuo Konagai, Kiyoharu Hirota, Asiri Karunawardena (2019) Japan-Sri Lanka SATREPS Project "Development of early warning technology of rain-induced rapid and long-travelling landslides". Proceedings of 58th Annual Meeting of Japan Landslide Society, 21-22 August 2019, pp. 147-148	口頭発表
2019	国際学会	Kazuo Konagai, Asiri Karunawardena, A A Virajh Dias, Kyoji Sassa, Khang Dang (2019) Development of early warning technology of rain-induced rapid and long-travelling landslides in Sri Lanka. Proceedings of 2019 IPL Symposium on Landslides, 16-19 September 2019, pp. 277-283. ISBN 978-4-9903382-5-1	口頭発表
			招待講演
			0 件
			口頭発表
			2 件
			ポスター発表
			0 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2019	国内学会	Khang Dang, Kyoji SASSA, Kiyoharu HIROTA, Kazuo KONAGAI, Duc Ha NGUYENH, Huy Loi DOAN "Preliminary simulation for Kure landslide triggered by heavy rainfall of July 2018" Proceedings of 58th Annual Meeting of Japan Landslide Society, 21-22 August 2019, pp.81-82	口頭発表
			招待講演
			0 件
			口頭発表
			1 件
			ポスター発表
			0 件



VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

② 外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要

0 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件

表1 JST成果目標シート

研究課題名	スリランカにおける降雨による高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	小長井 一男 (特定非営利活動法人国際斜面災害研究機構(ICL) 学術代表)
研究期間	2019年6月1日～2025年3月31日
相手国名/主要相手国研究機関	スリランカ民主社会主義共和国/国防省・国立建築研究機構
関連するSDGs	目標11 安全かつ強靱で持続可能な都市及び人現居住の実現、目標13 気候変動とそのインパクトへの対応策の推進、目標17 持続可能な開発に向けて実施手段を強化し、グローバルパートナーシップを活性化

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂災害軽減研究と技術の先進国である日本の科学技術外交に資するとともに、世界的リーダーシップ強化と防災産業の国際展開推進に資する。</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>過去の統計の少ない発展途上国にも適用可能な当該地域の斜面の物理特性に基づく高速長距離土砂流動発生および災害危険範囲予測法の開発</li> <li>高速長距離土砂流動災害の早期警戒技術の開発</li> </ul>
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"> <li>24時間前降雨予測と現地地盤特性に基づく高速長距離土砂流動発生予測法の国際標準化の推進</li> <li>地すべり危険範囲予測と事前対応の国際標準化の推進</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際組織・機関において当事者能力を持って欧米をはじめ世界の国々と対等に議論できる日本人技術者育成</li> <li>国際組織運営、国際会議主催、国際ジャーナルへの論文執筆などの能力向上</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際斜面災害研究機構の95会員機関と仙台パートナーシップに署名した国連、日本、イタリアなど22の国際機関に跨る世界的ネットワークの構築</li> </ul>
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"> <li>仙台パートナーシップに基づいて出版されたISDR-ICL地すべり教材(Vol.1と2)の改良とVol.3の作成</li> <li>第5回(京都)2020斜面防災世界フォーラムにおける土砂災害予測と早期警戒セッションの開催と出版</li> </ul>

上位目標

第3回国連防災世界会議で採択された「仙台防災枠組み2015～2030」および国連の持続可能な開発目標11と13への日本の防災国際協力の成果になる。

高速長距離土砂流動災害が激化しつつある国々に対して、経済的かつ汎用性の高い日本発世界標準の技術が提供される。

プロジェクト目標

スリランカ国内の2つのパイロット地域において、熱帯雨林山岳地の累積降雨量の予報、現地斜面土層への降雨浸透と土砂流動の発生、流動土砂の運動予測技術を統合し、長距離土砂流動発生リスクの1日前予測を行い、この情報を地域住民、行政機関に伝達し、早期避難と必要な行政対応を促すためのリスクコミュニケーションシステムを開発・実装し、さらにその技術を継続的に活用するための人材育成を目指す

