

# 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<sup>1</sup>。

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

登坂 博行 株式会社 地圏環境テクノロジー 代表取締役会長

## II. プロジェクト基本情報

### 1. 課題名

マレーシアにおける地すべり災害および水害による被災低減に関する研究

### 2. 日本側研究代表者名

登坂 博行 (プロジェクト終了時 東京大学教授)  
(現 株式会社地圏環境テクノロジー 代表取締役会長)

### 3. 相手国側研究代表者名

Habibah Lateh (マレーシア科学大学 School of Distance Education、学部長)

---

<sup>1</sup> 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。

#### 4. 国際共同研究期間

2011年6月～2016年5月

#### 5. 研究概要

##### (1) 目的

本 SATREPS プロジェクトは、マレーシアの大学・研究機関と協力し、同国で多発するモンスーン季の洪水氾濫・地すべりの被害低減のために、最新の観測技術、解析技術、情報技術などによる検討を行うとともに、総合化したリスクマネジメント・早期警戒システムを提案することを目的とした

##### (2) 各グループの研究題目と実施体制

グループ 1： リモートセンシング (RS) / 地理情報システム (GIS) グループ (リーダー機関：千葉大学環境リモートセンシング研究センター (CEReS)、テナガナショナル大学 (UNITEN))

衛星・航空機による先進的な RS 技術の開発と GIS を利用した災害地域の自然環境情報の収集・解析、社会環境情報の解析・整備等を行う。

グループ 2： 洪水氾濫解析グループ (リーダー機関：東京大学、土木研究所 (ICHARM)、UNITEN)

洪水氾濫頻発地域の一つであるマレーシア北部 Kelantan 川流域全域を対象として、過去の水文観測記録を収集すると共に、地形・地質・植生・都市域などを反映した統合的かつ高度な洪水流出数値解析モデル (全領域モデルおよび高解像度モデル) を開発する。これにより、洪水氾濫予測、ハザードマップ作成、早期警戒システムへの組み込みを行う。

グループ 3： 地すべり解析グループ (リーダー機関：防災科学技術研究所 (NIED)、マレーシア科学大学 (USM))

マレーシアの自然環境、降雨特性を考慮した地すべり災害リスク評価手法の開発および早期警戒情報に関する斜面モニタリング手法、解析手法、評価予測手法の開発を行う。また、衛星情報などを利用して、半島内の地すべり危険地域の俯瞰的な解析を行う。

グループ 4： データセンターグループ (リーダー機関：ビジョンテック (VTI)、USM)

本 SATREPS プロジェクトで収集され、作成される多種のデータ管理、早期警戒システム運用のための統合データベースの構築を行う。

グループ 5： 早期警報システム (EWS) グループ (リーダー機関：NIED、マルチメディア大学 (MMU))

地方政府や住民が利用できることを目的にした地すべりおよび洪水災害に関するリスクマネジメントシステム早期警戒・避難支援に供する EWS システムの試行的構築・提案を行う。

最終段階では、すべてのグループの情報・個別技術を集約し、現地の研究・行政機関により継続に活用されるような統合データベース・EWS の技術移転を図る。

### (3) SATREPS 期間中の各グループの成果

#### グループ 1

マレー半島全域あるいはケランタン州およびテレンガヌ州で様々な空間情報を収集した。

East-West Highway および Cameron Highland を対象として、PS-InSAR 手法<sup>2</sup>により地盤変動量を求めた。特に Highway 沿いおよび送電線沿いの斜面で沈下量の大きなポイントが集中している範囲が認められ、それらの場所は地すべりの危険性が高い場所と考えられた。

日本、マレーシア両国において、両国研究者が協力して、円偏波合成開口レーダー (CP-SAR) の地上テストを実施した。CP-SAR 機材一式を台車あるいは車に搭載し、数百メートル先に設置したコーナーリフレクターの計測を行い、システムの性能評価を実施した。

#### グループ 2

Kelantan 川流域を対象としてフィールド調査(観測点や河川沿いの調査)を行い、地上観測を行なうモニタリングステーションの設置場所を決定し、設置を行なった。また、流域地理情報、地形情報、土地利用、河川網、水文情報 (DID) による降雨・水位観測記録) の収集・整理を行った。

Kelantan 川流域及び Dungun 川流域で統合洪水解析システム (IFAS) モデルを構築した。

Kelantan 流域の上流部、中流部、下流部を対象として、高解像度氾濫解析モデルの構築を行った。

#### グループ 3

今回のプロジェクト期間を通して新たに収集した 53 地点の斜面災害履歴をデータベース化し、地質、気象を評価要因としたハザードマップを作成した。

---

<sup>2</sup> パーマネントスキャッター (永続散乱体) SAR 干渉法、略して PSInSAR。PSInSAR では数十枚画像を撮り、全部一気に解析し、常にシグナルが返ってきているポイントを見つけ、その変動を時系列的に追う方法

[http://www.jice.or.jp/cms/kokudo/pdf/tech/reports/14/jice\\_rpt14\\_02.pdf](http://www.jice.or.jp/cms/kokudo/pdf/tech/reports/14/jice_rpt14_02.pdf)

マレーシア政府から道路沿いの危険と言われている 2 地点の周辺の崩壊メカニズムは、降雨により地下水が上昇しその後変位が大きく動き崩壊に至るとプロセスをとることが明らかになった。これらのデータを生かし、警報のしきい値を決定基準とした。

マレーシアでも広く分布する風化真砂土<sup>3</sup>を用いた大型模型斜面に対する降雨時の崩壊実験を行った。今回の崩壊実験においては、マレーシアでモニタリングを行っている状況と同様に、センサーを設置して雨の浸透により崩壊まで至る状況を再現した。今回のプロジェクトで用いた評価手法や考え方を応用して、対策検討を行うプロセスを公共事業省とともに検討した。

#### グループ 4

データベースに関する基本設計を行い、使用する機材やソフトウェアの選定を行った。

テストサイトであるケランタン州の洪水/地すべり災害を対象として、衛星データやドローンによる空撮画像、加えて土地利用図や土地被覆図、地質図、土壌図等の各種主題図などの空間情報を収集・蓄積した。プロジェクト終了後も継続的・自律的にデータの追加更新ができるように、システム管理に関する技術移転も完了した。

各グループが収集した洪水/地すべり災害に関する各種情報を、位置情報をもとに整理・統合する WEB-GIS 型のデータベースとして構築し、Hazard Watcher と命名した。この体系的なデータベースの構築及びそれ以後の各々の管理運営によって利用が促進され、日本-マレーシア間でのデータ共有の容易性やグループ間の最新研究成果の相互利用および融合の促進や共同研究の推進に貢献し、一方で、データの重複や更新の遅れ、あるいは情報の紛失といったリスクの軽減を図り、研究成果の効果的・継続的な管理と利用を実現することが可能となっている。特に、プロジェクト終了後においても、研究成果が散逸することなくその利用を担保し、マレーシア国における自立発展的な防災研究・対策への本 SATREPS プロジェクトの成果の効率的かつ継続的な利用を支援するシステムとなる。

#### グループ 5

モニタリングサイトの情報をサーバに蓄積し、そのデータの変化を分析し、Normal, Warning, Danger の 3 種類の危険度を表示するシステムが完成し現在 USM 内にて運営されている。本 SATREPS プロジェクトの成果を簡単にまとめた防災ビデオを作成し、住民向けへのワークショップにて利用した。

---

<sup>3</sup> 花崗岩が風化してできた砂状の土壌

### III. 追跡調査結果まとめ

#### 1. 研究の継続・発展について

5グループで実施したプロジェクトであるが、多くのグループで継続的にマレーシアと関係を持ち、共同研究や技術協力が実施されている。

##### グループ1

- ・Fathoni Usman 氏 (UNITEN 講師として本 SATREPS プロジェクトに参加) と、2021 年度千葉大学環境リモートセンシング研究センターの国際共同研究で、インドネシア・パダン市内の地盤沈下の観測をしている。
- ・Chua Ming Yam MMU 准教授が 2017 年度～2018 年度に千葉大学環境リモートセンシング研究センターの特任助教として航空機搭載合成開口レーダーの開発に従事した。

##### グループ2

- ・2017 年 1 月に MMU 研究者 2 名が来日し、GETFLOWS<sup>4</sup>による氾濫解析の方法(格子の生成から境界条件、パラメータの設定)について登坂が実地説明を行った。
- ・2017 年 6 月にファイザ・チェ・ロス氏(本 SATREPS プロジェクトで東大に留学し学位取得。プロジェクト当時は UNITEN 講師、現在マレーシア日本国際工科院(MJIIT))から GETFLOWS 購入の要請があったが、現地に代理店が必要であるなどの理由で、購入の実現には至らなかった。なお、現地 DID に設置した GETFLOWS の活用状況については把握していない。
- ・2020 年 2 月に アミヌル・ラシッド氏 (SATREPS 当時は UNITEN 所属) の案内によりマ国水理研究所所長クラスを含む 4 名が来日した。3 次元流域解析とライセンスの購入の提案があり、2020 年後半に 2 つの流域の水循環モデルの作成、地表浸食・河川による砂の輸送モデルを作成する業務を実施した。また、同時に、マレーシア側で購入したライセンスを使えるようにトレーニングも行った(コロナのためオンラインにて)。
- ・ファイザ・チェ・ロス氏の依頼で、代理店を通して MJIIT に GETFLOWS アカデミックライセンスを設置した(2020 年)。トレーニングについては未実施。

---

<sup>4</sup> 『GETFLOWS (ゲットフローズ)』(General purpose Terrestrial fluid-FLOW Simulator) は、陸域で生じる様々な水問題(水資源、水環境、水災害)において要請される実用的かつ客観的な水文・水理モデリングに供する事を目的として開発されたもの。

<https://www.getc.co.jp/ja/getflows/>

### グループ3

・本 SATREPS プロジェクト終了後、外務省と JICA による MJIT のプロジェクトにおいて、新たにマレーシア工科大(UTM)に、修士コースである Master of Disaster Reduction Management が設置され、本 SATREPS プロジェクトの地すべりチーム、EWS チームに携わってきた防災科研の酒井直樹総括主任研究員が、2016 年から客員教授として参加している。

“GEOHAZARD INFORMATION FOR DISASTER RISK ASSESSMENT” (一週間集中講義)において、地滑りや洪水に関するリスクマネジメントについて講義を行っている<sup>5</sup>。この講義では、公共事業局(JKR)、天然資源環境省灌漑・排水局(DID)の他、市民防衛局(JPAM)、鉱物地球科学局(JGM)、国家災害管理局(NADMA)、マレーシア気象局(MMD)の現場の一線で働く技術者や医療関係者等、国の防災関連機関の社会人が多く参加している。

・2018 年からは、UTM の研究者主導で、JICA から研究資金を得て、SABAH 州をフィールドに、SABAH 州政府とともに、国の機関と協力しながら landslide 及び Debris flow に関するリスクマネジメントに関する trans-disciplinary 的な研究を進めている。

### グループ4

本 SATREPS プロジェクト終了後、社会実装の取り組みとして導入した MODIS データ受信アンテナと Hazard Watcher の運用が UNITEN により実施されている。

## 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

### グループ4

研究成果は、SDGs のポリシーに則り、VTI(ビジョンテック)社の保有する非雲時系列衛星データ処理解析技術による植生モニタリングを応用して、2017 年には、JICA 中小企業海外事業展開支援の一環として実施されたスリランカ国の案件化調査に採択された。2021 年には、水稲圃場を対象とした衛星画像による圃場図作成のための JICA 普及・実証・ビジネス化事業(2 カ年)に採択されている。これにより、発展途上国の持つ解決すべき課題の解決に貢献している。

---

<sup>5</sup> <https://mjiiit.utm.my/dppc/mmjd-1243/>

### 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

シミュレーターの導入にはメーカーの指導が重要なポイントとなる。特に最初の地形情報等を組み込む時（前処理）は重要で、この部分で日本でも使いこなしているユーザーは少ない。前処理後の実行段階、後処理（画像・グラフ作成など）は比較的スムーズに使えるようになるユーザーも多い。デンマークの水理研究所<sup>6</sup>(DHI)の水環境シミュレーターでは、シンガポール等の DHI 支所にいる技術者が必要に応じて指導・助言（有償・無償トレーニング、コンサルティング）していると聞いている。

GETFLOWS、土木研究所の統合洪水解析システム(IFAS)などは多数の要素を考慮した高性能なシミュレーターであり、プロジェクト期間中の指導では現地の研究者が使いこなせるまでには至らなかった。プロジェクト終了後の2020年、マ国水理研究所からの要望でGETFLOWSを納入した。今後日本からの指導の下にトレーニングしながら使われていくと考える。実際に使うのは行政機関であるDID(管理局)の技術者であり、ルーチ的に使えるような指導が更に必要と考える。

また、GETFLOWSは地下水の影響を考慮に入れることができるが、通常の洪水予測ではそこまで検討する必要性が小さい。ただ、マレーシア側でも興味を持っているので、将来的に活用される可能性はあると考えている。地下水資源は、特に乾燥地域において重要であることから、現在、東京農大SATREPSプロジェクト（ジブチにおける広域緑化ポテンシャル評価に基づいた発展的・持続可能水資源管理技術確立に関する研究、2018年度～2023年度）でワジ(枯れ川)周辺地下水資源把握のためにGETFLOWSが利用され研究が進められている。

#### グループ2

当時のマレーシアの組織以外の組織にも技術が移転され、利用され始めている。

#### グループ4

研究成果は、発展途上国の持つ課題を解決することを目的として社会実装につながり、技術移転を通じて人材育成に貢献することで、最終的に日本の技術への信頼度が向上するという波及効果が期待される。

### 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

国際共同研究の実施によって、既述のとおり技術だけでなく人的交流ネットワークが構築継続され、自立的な研究開発が向上している。

#### グループ4

---

<sup>6</sup> DHIは半官半民の組織であり、規模も大きく世界中に展開しており、各国にサービスマンを置いている。

本 SATREPS プロジェクトの実施により、社会実装として UNITEN への MODIS データ受信アンテナ及び Hazard Watcher の導入が実現した。それにより、人材育成や自立的な研究開発能力が向上している。

## 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

グループ毎に状況は異なるものの、成果の継承や新たな技術協力が継続的に実施されている。

### グループ4

VTI 社の保有する非雲時系列衛星データ処理解析技術による植生モニタリングを応用して 2017 年には、JICA 中小企業海外事業展開支援の一環として実施されたスリランカ国の案件化調査に採択された。2021 年には、水稲圃場を対象とした衛星画像による圃場図作成のための JICA 普及・実証・ビジネス化事業(2 カ年)に採択されている。

## 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

・研究成果を発信する際には、個別グループの成果の発信の前に、プロジェクト全体の成果、相手国とのネットワーク、インパクト等「全体の共有」がまず必要である。

・本 SATREPS プロジェクトに関わった相手国側の研究者の質はかなり高く、彼らの今後の自立的な研究開発が期待される。しかし、当面は日本側研究者の何らかの支援がより効果的と考えられる。マレーシア政府からも支援の要望があるため、何らかの研究資金を確保し、要望に応じる努力が望まれる。

・採択段階では、社会実装はまだ先であり、曖昧な記述になりがちであるが、最終段階では社会実装を中心に評価される。従って、当初の社会実装の目標について、途中段階で見直しや修正を確実にしながらより具体的な目標にしていくことが重要である。

「Hazard Watcher」に応用した植生モニタリングシステムの基礎となる MODIS 衛星データ受信システム及び Hazard Watcher を社会実装の一環として 2019 年 8 月に UNITEN に導入し、衛星データ受信を行っている。他にも 2020 年にマ国水理研究所からの要望で GETFLOWS を納入している。このように、研究成果は、発展途上国の持つ課題を解決することを目的として社会実装につながっている。また、システムの技術移転を通じて人材育成に貢献することで、最終的に日本の技術への信頼度が向上するという波及効果が期待される。

## 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

経済発展にともなう都市域の拡大および自然環境改変により自然災害リスク増加に直面する東南アジア諸国等への災害リスク管理システム・最新技術を拡大展開する。

「Hazard Watcher」の実装が進むことで、周辺諸国へのシステムの存在感、信頼性が高まり、東南アジア諸国等の経済発展に伴う自然環境改変や災害リスクに対する管理システムへの最新技術の拡大展開が期待できる。実際、VTI社の保有する非雲時系列衛星データ処理解析技術による植生モニタリングを応用して2017年には、JICA中小企業海外事業展開支援の一環として実施されたスリランカ国の案件化調査に採択されている。さらに、2022年には2018年に終了したスリランカ国の案件化調査の成果を受け、普及実証ビジネス化事業が採択され、非雲時系列衛星データ処理解析技術の植生モニタリング及び生育状況調査が開始される計画である。

以上