

事業事前評価表（地球規模課題対応国際科学技術協力）

作成日：平成 23 年 2 月 9 日

担当部・課：地球環境部防災第一課

1. 案件名

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プロジェクト

2. 協力概要

(1) プロジェクト目標とアウトプットを中心とした概要の記述

本プロジェクトは、マレーシアにて提唱されている「地すべり・水害の被害低減を図るためのシステム（GRAMS）」の迅速な構築と円滑な稼働に向けて、特にわが国が技術的な比較優位性を有するリモートセンシング解析や早期警報・避難システムの構築、行政機関・民間企業・地域住民の連携体制の構築に係る技術移転と人材育成を目的としている。

(2) 協力期間

2011 年 4 月から 2016 年 3 月（5 年間）（予定）

(3) 協力総額（日本側）

3.9 億円

(4) 協力相手先機関

マルチメディア大学（Multimedia University（以下、MMU））、テナガナショナル大学（Universiti Tenaga Nasional（以下、UNITEN））、マレーシア科学大学（Univerisiti Sains Malaysia（以下、USM））

(5) 国内協力機関

千葉大学、東京大学、（独）防災科学技術研究所、（株）ビジョンテック、他

(6) 裨益対象者及び規模、等

カウンターパート（73 名）

公共事業局斜面工学課（CKC）

天然資源環境省灌漑・下水局（DID）

3. 協力の必要性・位置付け

(1) 現状及び問題点

マレーシアは、成長著しい ASEAN 諸国の中でも特に急成長を遂げた国の一つである。かつてはゴムと錫中心の典型的なモノカルチャー型経済であったが、1985 年以降の急速な工業化政策を通じて、1997 年のアジア経済危機の影響を大きく受けつつも著しい経済成長を遂げてきた。2007 年には一人当たりの GNI が 6,540 米ドルに達し、DAC リストの高・中所得国（UMIC）（基準額：3,256～10,065 米ドル（2005 年～2007 年時））、人間開発指数（HDI）の高位国（63 位/177

ヶ国、国連人間開発報告書 2007/2008 年) に位置しており、同国政府は 2020 年に先進国入りを果たすという「Vision2020」を大きな国家目標として掲げている。また、2010 年 3 月に提唱された新経済モデル「経済変容プログラム(Economic Transformation Programme; ETP)」では、付加価値の高い産業の創出と育成産業を担う技術系人材の育成、民間を巻き込んだ研究開発の推進等を強調している。

一方、同国においては、近年の急激な経済成長に伴う人口増加や都市化の影響に加え、気候変動による降雨量および降雨パターンの変化に伴い、EM-DAT (Emergency Events Database) によれば 2000 年～2008 年までの 9 年間の洪水被災者数は 39 万人、被害総額は約 1,000 億円(年平均 110 億円)とされており、地すべり被害については、千葉大学によれば 1991 年～2003 年までの 13 年間の被害総額は約 1,400 億円(年平均 108 億円)に上ると推計されている。こうした状況を受け、同国の Country Report(2008 年度版)では洪水と地すべりを最も大きな災害リスクと分析・特定し、安定的な経済成長にとって阻害要因の一つと見なしている。

こうした状況を受けて、同国政府は、科学技術革新省 (Ministry of Science, Technology & Innovation: MOSTI) を中心として関連大学(本プロジェクトの共同研究機関である MMU、USM、UNITEN の主要 3 大学)との協働による災害低減のためのシステム構築に向けた検討を開始し、2009 年 7 月の第 8 回検討会において、基本構想となる「Landslide Monitoring and Prediction System (LAMPS)」を示すとともに、本構想の基盤システムとして「地すべり・水害の被害低減を図るためのシステム(Center for Geo-Hazard Remote Analysis and Monitoring Stations for Peninsular Malaysia (GRAMS))」を提唱した。

しかしながら、本基盤システムの提唱後、十分な技術や経験を有する国内人材が乏しいなどの理由から実質的なシステムの開発が遅延している。また、同国においては国家安全委員会 (National Security Council) が国レベルの機関として、州安全委員会 (State Security Council) と共に災害対策活動に責任を負い、災害時には警察、消防、救助隊等との調整を行うことになっているが、災害のモニタリング・予測や災害時の即時対応における活動との連携強化が課題となっている。

以上を背景として、同国は我が国に対して、GRAMS の迅速な構築と円滑な稼働に向けて、特に我が国が技術的な優位性を有するリモートセンシング解析や早期警報・避難システムの構築、行政機関・民間企業・地域住民の連携体制の構築に係る技術移転と人材育成を目的として本プロジェクトを要請した。

(2) 相手国政府国家政策上の位置付け

マレーシアでは、2020 年の先進国入りを目指し高度な研究開発を促進して経済の高付加価値化を図ることが喫緊の課題となっており、科学技術 ODA¹等をより積極的に活用した人材育成が行われている。また、本件協力分野に関連する政策としては、洪水対策のための統合河川流域管理計画及び統合洪水管理計画の策定と実施が推進されている他、地すべり災害対策のために

¹ 2010 年 4 月に実施された鳩山首相(当時)ーナジブ首相の首脳会談時に発表された共同声明において採択された「日・マレーシア環境・エネルギー協カイニシアティブ」を具現化する協力を中心に案件形成が進められている。

国家斜面管理総合計画（2009年～2023年）が策定されている。更に、第10次開発計画によれば、首相府主導によるGTCCC(Green Technology and Climate Change Council)が実施されており、気候変動への適応を国家政策として掲げリスクの軽減が取り組まれている。

(3) 我が国援助政策との関連、JICA 国別事業実施計画上の位置付け（プログラムにおける位置付け）

わが国は東南アジアにおけるマレーシアの「地域的課題の克服」として、洪水、土砂災害、ヘイズ（煙害）、地震・津波等の自然災害等に対する防災対策等の協力を重点分野としている他、同国の2020年の先進国入りを目指した高度な研究開発に向けた科学技術 ODA を推進している。

4. 協力の枠組み

〔主な項目〕

(1) 協力の目標（アウトカム）

① 協力終了時の達成目標（プロジェクト目標）と指標・目標値

災害管理プログラムの実施促進のために、地すべりおよび洪水災害に関する総合的なデータベースを含む高度な災害リスク管理システムの試行版がマレーシア政府に提案される。

<指標>

※ マレーシア政府機関（国家安全委員会やCKC、DID）により本プロジェクトの研究成果である地すべりおよび洪水モデルの、本件協力終了後の研究あるいは実際の災害リスク管理への活用が検討される。

※ マレーシア政府機関により本プロジェクトにて提案された早期警報システム（EWS）の完全あるいは一部導入による既存の早期警報システム（EWS）の改善が検討される。

※ マレーシア政府機関により本研究成果である防災オンライン・データベースを活用した既存のデータベースの更新および改善が検討される。

(2) 成果（アウトプット）と活動

① 成果1

リモートセンシングおよび地理情報システム（GIS）を用いた、地表環境の経時変化および現況の解析システムが構築される。

<活動>

(1-1) 自然環境（地質、気象など）、社会環境（インフラ、人口、経済など）、過去の災害履歴に関するデータを収集する。

(1-2) リモートセンシング技術を用いて、地すべり/洪水解析用に高精度DEM²を作成する。

(1-3) 時系列空間情報から洪水/地すべり災害危険域を抽出する方法を開発する。

(1-4) 災害発生要因の重み付け評価を行い、メッシュ単位³でリスク計算する。

² Digital Elevation Model（数値標高モデル）：地表面の起伏等を3次元にて表したデジタルモデル。

³ 地図等により、該当する地域を網目上に計算格子で区切った観測網。

(1-5) 近い将来に使用されることとなるUnmanned Aerial Vehicle (UAV)⁴搭載型CP-SAR⁵及び光学センサーによる観測の実施可能性を研究する。

(1-6) 過去の災害履歴およびモデルシミュレーションの結果と比較し、活動(1-3)及び(1-4)の方法で抽出された災害危険域の妥当性を評価する。

<指標>

(1-1) 対象地域の高精度DEMが作成される。

(1-2) 少なくとも選定サイト3地域⁶において時系列空間データを用いた危険地域推定のための手法が開発される。

② 成果2

クランタン川流域全域を対象と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）が開発される。

<活動>

(2-1) クランタン川流域データベース作成のためのフィールドデータ収集及び処理を行う。

(2-2) 統合洪水解析システム（IFAS）に基づくクランタン川流域の広域洪水解析モデルを構築する。

(2-3) 中解像度3次元水文モデル（M3DM）を作成し、対象地域において水文・地形・地質の状態から洪水と地すべりの危険箇所を抽出する。

(2-4) 中解像度3次元水文モデル（M3DM）を基に、高解像度3次元水文モデル（H3DM）を構築する。

(2-5) クランタン川流域において現在マレーシア側が検討中の降雨予測結果を IFAS および GETFLOWS（M3DM 及び H3DM）⁷モデルに取り入れ、比較計算などを通じて、両モデルの信頼性の向上を図る。

<指標>

(2-1) クランタン川流域全域を対象としたモデルが IFAS（統合洪水解析システム）により作成される。

(2-2) クランタン川流域全域を対象とした M3DM（中解像度3次元水文モデル）および H3DM（高解像度3次元水文モデル）が作成される。

③ 成果3

マレーシアの降雨特性や社会基盤開発の影響を考慮した地すべりリスク評価システムが構築

⁴ 無人航空機。

⁵ 円偏波合成開口レーダー：円偏波を用い衛星軌道上を移動しながら地上の起伏を計測するレーダー。

⁶ 地すべりは Gerik-Jeli を結ぶ東西幹線道路区間内及びクランタン川流域、水害はクランタン川流域のモデル適応箇所。

⁷ GEneral purpose Terrestrial fluid-FLOW Simulator：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。従来困難であった地上及び地下の水の流れを完全に一体化させ、陸域における水循環システムを多相多成分体系として定式化した。

⁹ 災害発生メカニズムの解明と発生予測のための IFAS、GETFLOWS を指す。

される。

<活動>

(3-1) 衛星情報や過去の地すべりデータを用いた統計解析により、マレー半島（広域）の地すべりリスク評価を行う。

(3-2) 水文学解析を用いた 2D/3D 物理モデルを基に、地すべり発生予測手法を開発する。

(3-3) 地すべり監視ステーションの設置と、警戒基準の決定に関する研究を行う。

(3-4) モニタリング地域（局所）に対して提案された解析モデルによるリスク評価を行う。

<指標>

(3-1) クランタン川流域の対象地域に適應させた 2 次元および 3 次元物理モデルが作成される。

(3-2) 地すべり監視装置のデータを基に警戒情報が決定される。

④ 成果 4

衛星観測、洪水/地すべり災害、災害軽減対策に関するデータを含む総合的な災害情報データベースが構築される。

<活動>

(4-1) GIS をプラットフォームとして本プロジェクトの研究により得られた空間情報の統合管理システムを構築する。

(4-2) 地すべり災害情報システムを構築する。

(4-3) 既往の、原位置でのもしくはそれに準じる気象・水文データセットに基づく IFAS と GETFLOWS (M3DM 及び H3DM) による数値解析と統計解析を活用し、洪水ハザード情報システムを構築する。

(4-4) 災害リスク管理、防災、防災教育、応急対応に関する情報システムを構築する。

<指標>

(4-1) 地すべりおよび洪水災害情報システムが構築される。

(4-2) オンライン防災データベースが構築される。

⑤ 成果 5

地方行政および地域社会における有効利用を目指した、洪水/地すべり災害のリスク管理システムが試行的に提案される。

<活動>

(5-1) マレーシア関係政府機関における最近の降雨関連地盤災害管理システムを評価する。

(5-2) 地域特性を考慮した数値解析により洪水・地すべりの早期警報システム（リアルタイムデータを使用するハザードマップ）を立案する。

(5-3) モニタリング地域における潜在的な洪水/地すべり危険箇所において統合的な早期警報システムを試行的に設置し運用する。

(5-4) 防災教育、意思決定、応急対応計画に関する、地方行政と地域社会との情報伝達促進のための、災害リスクコミュニケーション手法を提案する。

(5-5) 降雨関連地盤災害管理に関する既存の標準実施要領を強化する。

(5-6)地すべりおよび洪水の包括的な災害リスク管理システムを提案する。

<指標>

(5-1)選定サイトにおいて、地すべり/洪水災害の早期警報システム（EWS）実証試験が行われる。

(5-2)地方行政及び地域社会を組んだリスクコミュニケーション手法が提案される。

(3) 投入（インプット）

① 日本側（総額 3.9 億円）

専門家派遣、供与機材、研修員受け入れ、その他

② マレーシア側

カウンターパート人件費、施設・土地手配、カウンターパート国内旅費・日当、供与資機材のメンテナンス費、その他

(4) 外部要因（満たされるべき外部条件）

① 前提条件

カウンターパート予算（C/P 人件費並びに活動費含めマレーシア側支出予定）が確保できる。

② 成果達成のための条件

C/P が辞めない。

5. 評価 5 項目による評価結果

(1) 妥当性

本プロジェクトは以下の理由から妥当性が高いと判断できる。

- ① マレーシアは、洪水対策のために統合河川流域管理及び統合洪水管理の策定と実施を推進しており、また地すべり災害対策のために国家斜面管理総合計画（2009 年～2023 年）を策定している。また、第 10 次開発計画によれば、首相府主導で GTCCC（Green Technology and Climate Change Council）を実施しており、気候変動への適応を国家政策として掲げ災害リスクの軽減に注力しており、同国政府の政策との整合性が高い。
- ② 上述の政策に沿った災害対策を講じるに際し、災害リスク評価能力の開発や、防災のための統合データベースの開発等の研究開発を伴う事項については専門的な学術機関による貢献が求められており、我が国で蓄積されている研究知見と経験を活かすことで、マレーシア学術機関との共同研究及び技術移転が可能となる。
- ③ 本プロジェクトでは、既存の類似研究結果との比較によりその成果の実証が出来る。クラタン川流域や Gerik-Jeli 間東西幹線道路では、洪水や地すべりに関する既存研究が行われており、データも比較的豊富に揃っている。これら、既存データと実測値を本プロジェクトの結果と比較することで、研究の成果を測ることが可能となる。
- ④ マレーシアでは、2020 年の先進国入りを目指し、高度な研究開発を促進して経済の高付加価値化を図ることが喫緊の課題となっており、科学技術 ODA 等をより積極的に活用した人材育成を行っており、同国のニーズに合致している。
- ⑤ 3（3）に記載の通り、わが国の方針と合致している。

(2) 有効性

本プロジェクトは以下の理由から有効性が見込める。

- ① 本プロジェクト目標は、地すべり及び洪水災害に特化したシステムの提案としており、その目標達成のために、リモートセンシング等を利用した経年変化を捉えたデータベースを構築し（成果1）、新しい研究手法を用いた地すべり・水害シミュレーションモデル⁹作成の実証研究を行い（成果2、3）、これまで地すべりと水害を別事象として個別対応していた経験を成果1～3のアウトプットを活用して統合して高精度化された情報でデータベースを構築（成果4）する。成果1～4を活用することで、リスク管理システムの設計（成果5）が可能となり、プロジェクト目標の達成が見込まれる。
- ② 地すべり並びに水害の研究に関しては、マレーシア所管省庁も研究に関わることから、通常業務として現業を扱う関係者の実態に即した研究展開が見込まれ、有効なプロジェクトの活動が見込まれる。

(3) 効率性

本プロジェクトは、以下の理由から効率的な実施が見込める。

- ① 日・マ双方の研究者はそれぞれの研究項目毎にグループを作り共同研究並びに人材育成が実施されることから、それぞれの専門的見地を生かした研究活動を行う協働体制が取られ、所掌業務範囲が明確で重複が無いことから効率的な活動が見込まれる。
- ② Gerik-Jeli 間の東西幹線道路における地すべり災害の研究については、マレーシア側研究メンバーにCKCスタッフが入っていることから、日常から斜面災害対策を通常業務として対応しているスタッフの能力強化が効率的に行われることが見込まれる。
- ③ また、多くの科学技術協力案件と異なり、長期専門家1名を現地に配置予定であり、担当分野を含め、短期専門家不在時にマレーシア側研究者の研究進捗状況の確認を行うことが効率的に出来るほか、災害等発生時にも迅速に現地調査を実施することが出来、人材育成並びに研究活動が効率的に実施されることが見込まれる。
- ④ 当初 UAV をプロジェクト活動として研究開発する見込みであったが、協議によりマレーシア側が保有する UAV 或いは有人機の活用を前提に CP-SAR の開発を進めることとなった。また、その他の資機材についても、既存の PC やソフトの活用とデータの共有を研究者間にて進めており、効率的な実施が見込まれる。

(4) インパクト

本プロジェクトのインパクトは以下のように予測できる。

- ① 本プロジェクトを通じて提案された災害リスク管理システムの導入により、より精度の高いハザード・リスク評価が見込まれ、EWS の提案や防災計画への反映により、マレーシアの災害対策予防（被害抑止・被害軽減）に資することが期待される。
- ② 水災害・リスクマネジメント国際センター（International Center for Water Hazard and Risk Management under the auspices of UNESCO : ICHARM）より無償で提供されている IFAS を利

用した、モデル対象地域へのダウンスケーリングによる洪水シミュレーションの実施、ハザード・リスク評価については、本研究を通じた実証が成功すれば、マレーシア全土だけでなく他国でのダウンスケーリングの実施にも寄与する。

- ③ また、高・中解像度水文モデルを利用したシミュレーション実施並びにハザード・リスク評価については、日本においても実証研究段階であり、本研究を通じたモデル対象地域での研究成果を活かし、汎用版として日・マ両国内を含め他国へ普及する可能性を秘めている。
- ④ さらに、洪水シミュレーションだけでなく、地すべり研究を含めた本研究の成果は、国際機関や国際学会等を通じて広く世界に発信されることが期待される。
- ⑤ 対象地域の災害リスクを把握した後は、行政機関や研究機関のみでなく、当該地域の住民やコミュニティと協力しながら、当該地域の災害対策について検討し、早期警報システムの立案や防災計画等の整備を進めることを前提に研究を進める。
- ⑥ 日・マ双方の研究者はそれぞれの国で、後進となる学生達の指導に当たっていることから、本プロジェクトによる研究の成果は最新の研究知見として伝承されることが見込まれるだけでなく、他地域・他国で同様の手法を用いた研究の実施が見込まれる。

(5) 自立発展性

以下の通り、本プロジェクト実施による効果が継続する見込みは高い。

- ① 本研究は、マレーシア側研究者が10数年来練ってきた研究であり、参加研究者の熱意は高く、研究で得た成果を活かし、プロジェクト終了後も更なる発展した研究が継続して行われる見込みが高い。
- ② また、本研究の実施に際しマレーシア側カウンターパートの費用については、高等教育省をはじめ関連省庁や機関から独自に予算を得るための手続きを取っており、本研究終了後も必要な研究実施の為に予算確保が見込まれることから自立した研究の継続が見込める。
- ③ さらに、各大学が災害種毎に関連する部局と独自に覚書（Memorandum of Understandings:MOU）を締結するなどし、研究の成果を研究のみに留めず、社会実装¹⁰へ向けた取り組みを行っている他、詳細計画策定調査団訪問時においても、関連機関との連絡調整をC/Pが積極的に実施するなど自主性を持っており、本研究プロジェクト終了後も関連省庁へ積極的に働きかけを行いながら研究の成果を波及できることが見込まれる。
- ④ 本プロジェクトのカウンターパートには、公共事業局等の行政官も研究メンバーとして参加しているだけでなく、JCC等による関係省庁の巻き込み並びに協力が得られることから、社会実装に向けた政府によるシステム導入についても見込みが高い。
- ⑤ マレーシア側研究機関間では、研究途中で研究活動から抜け、本研究プロジェクトに得た知的財産を勝手に活用した研究実施を防ぐため、また、マレーシア側研究機関間での協力体制をより強固なものにすべくMOA（研究協力に関する協定書）を締結するなど、その成果の活用についても既に考慮に入れていることから非常に高いオーナーシップを持っていることが明らかである。

6. 貧困・ジェンダー・環境等への配慮

¹⁰ 研究の成果として提案される社会技術が実際に社会で使えることを具体的に確認すること。

本研究プロジェクトは、人材育成や災害被害の軽減を目的とした、理工学的・社会科学的調査研究実施であり、貧困・ジェンダー・環境の面で負の影響を与えることはない。

7. 過去の類似案件からの教訓の活用

特に無し。

8. 今後の評価計画

中間レビュー調査：2014年1月頃を予定（プロジェクト開始後3年程度経過時目安）

終了時評価調査：2015年8月頃を予定（プロジェクト終了半年前目安）

