地球規模課題対応国際科学技術協力

（防災研究分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災科学技術」領域）

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

（マレーシア）

平成 24 年度実施報告書

代表者：登坂　博行

東京大学　工学系研究科システム創成学専攻・教授

＜平成 22 年度採択＞

1. プロジェクト全体の実施の概要

近年、マレーシア国では、集中豪雨による水害や地すべり災害が多発し、その原因として地球温暖化や急激な都市化が挙げられている。しかし、これに対しては未だ十分な調査や観測がなされていないため、被災低減に向けた対策検討でも立ち後れが目立っている。

本プロジェクトでは、マレーシア国の研究機関と共同で水害・地すべり災害の低減をめざして、既存データの調査および現地観測を行なうと共に、人工衛星を使用したリモートセンシングを実施する。得られた降水量、地形、植生、地質、河川水位、および発災歴等のデータを評価・分類し、GIS データベースを構築する。モデル地域を対象に、データベースを活用しながら詳細な衛星観測や現地観測を実施し、地すべり要因・危険度評価に関する先進的研究を行う。また、3次元水循環数値シミュレーションを実施し、対象地域における洪水挙動を詳細に研究する。研究成果の社会還元の一環として、被災低減をめざして、地すべり災害・水害ハザードマップを作成する。また試験的に、早期警戒・避難支援に供するシステムを構築する。さらに、これらが現地の研究・行政機関により継続活用されるように、連携方策を提案する。

2011 年 6 月の R/D 署名、両国研究代表機関の MOU 締結、研究代表機関と JICA 間の事業契約、両国代表機関（日本・千葉大学、マレーシア・USM）の MOU 締結、7 月の JCC および Kick-off meeting 開催、その後の各研究機関と JST 間の委託研究契約締結および国内研究機関の覚書締結により、研究が本格的に開始された。なお、2012 年 10 月に、千葉大学・西尾名誉教授の退任に伴い、東京大学が代表機関となり、代表者は登坂教授に交代した。これに合わせ、マレーシア USM 大学と東京大学の間で MOU が締結された。

日本側の主要機関は、東京大学（UT）、千葉大学・環境リモートセンシングセンター(CEReS)、土木研究所・ICHARM、防災科学技術研究所（NIED）、(株)ビジョンテック（VTI）であり、マレーシア側は USM、UNITEN、MMU の 3 大学、および DID などの国立研究機関が参画している（詳細は 8. 実施体制参照）。

本プロジェクトは、以下の 5 つのグループにより構成されており、現在までの実施概要は以下の通りである。

Group 1： リモートセンシング/GIS グループ（リーダー機関：CEReS、UNITEN）

衛星・航空機による先進的なリモートセンシング技術と地理情報システム（GIS）を利用して、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・整備などを行い、減災につなげることを目的とする。

現在までに、マレーシア北部 Kelantan 川流域を始めとする数地域の中分解能衛星の光学センサデータの検索、カバレッジとその雲量調査、合成開口レーダセンサデータの検索、カバレッジ調査、高頻度観測衛星の光学センサデータのダウンロードを実施した。試験的に SPOT-vegetation の S1 プロダクトを用いて雲の影響を除去したクラウドフリーデータセットの作成を行った。また、人工衛星ALOSの合成開口レーダ PALSAR センサより取得した画像（2 シーン）を活用して、地上における Digital Terrain Model (DTM)を抽出した。また、地表環境情報を迅速・高精度・継続的に観測することが可能であり、近い将来に活用が期待される Unmanned Aerial Vehicle(UAV) 搭載型 CP-SAR 及び光学センサーによる観測の実機試験を行っている。

Group 2： 洪水解析グループ（リーダー機関：UT、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。解析には二つの水文循環モデル（IFAS、GETFLOWS）が使用される。すでに、IFAS によりグローバルに入手可能な衛星雨量や GIS 情報（地球地図による土地被覆データ）を活用することで、1次近似としての洪水流出解析モデルの試行解析が実施されている。また、GETFLOWS による地表・地下を反映した 3 次元モデルの構築が進められている。なお、過去

の観測点水位記録から時間―河川流量関係の導出、雨量分布などの入力データの検討も行っている。

また、2012 年 11 月 23 日の JCC ミーティングにおいて、新たに Dungun 流域の洪水予測が要請され、IFAS を利用して解析を行うこととし、今後マレーシア側からのデータ提供を受けて実施することとなった。

Group 3: 地すべり解析グループ(リーダー機関:NIED、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。

現在までに、両国の研究者が Landslide モニタリング箇所の調査を行い、モニタリング箇所の決定および適切な機器の選定・設置を行った。また、マレーシアの研究者を招へいし、日本の防災科学技術研究所の大型降雨施設における崩壊実験や施設見学を実施している。

また、半島内の地すべり危険地域の俯瞰的な解析が要請されており、グループ1、グループ4との連携を通じて、解析を実現させるため、両国で協力してデータ取得の準備を行っている。

Group 4: データセンターグループ(リーダー機関:VTI、USM)

本プロジェクトで収集され、作成される多種のデータ管理のためのデータベースの構築を行う。現在までに、データベースに必要な機材に関して両国間で議論を重ね、購入機材を決定した。データセンターの基本設計構想を発案し、マレーシア側と協議した。

Group 5: 早期警報システム(EWS)グループ(リーダー機関:NIED、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の試行的構築を行う。現在までに、NIED が所有しているリスクマネジメントシステムの本プロジェクト EWS への活用に関してマレーシア研究者と議論し、ツールの開発に着手した。リスクコミュニケーションツールとしては、特に地理空間情報を活用するツールである「e コミマップ」を活用することとし、このソフトウェアを英語化した上で、さらに、画面上の表記を管理者が自由な言語表現にカスタマイズできるよう改修した。また、センサーデータの相互運用に関する国際標準を調査・整理し、その一つである Sensor Event Service に則った早期警戒システムの仕様を策定した。その上で、リスクコミュニケーションツールおよび早期警戒システムという社会への出口となる２つのシステムの観点から、当研究全体のシステム構成のあり方を検討し、それぞれが自律分散で相互運用できる構成を提案した。

現在、主にグループ毎に研究者間の交流が行われているが、マレーシア側も極めて積極的であり、友好的な状況にある。2012 年 11 月 23 日に UNITEN において JCC ミーティングが開催され、各グループの活動報告、マレーシア側からの要望に関する議論が行われた。要望としては、①洪水解析の新たな流域の追加、②地すべりの半島広域解析、③G4＆G5 の具体的内容と今後の活動に関するものであった。①に関しては、土木研究所チームが IFAS を利用してモデル解析を行うことを受諾した。②については、衛星画像の入手などの予算的問題があるがマレーシア側のデータ提供などがあれば、両者で積極的に推し進めることとした。 ③に関しては、今後早い段階での詰めの作業が必要であることを認識した。また、マレーシア側から、マレーシア高等教育省(MOHE)の予算が取れる見込みであり、マレーシア側の本格的な活動基盤ができることが報告された。

今後は、両国間、グループ間の相互情報交換などをさらに密に行い、最終目標をより具体化し、着実な成果をあげてゆきたい。

2. 研究グループ別の実施内容

RS/GIS グループ

①研究のねらい

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を構築する。

②研究実施方法

②-1 既存および2次的空間情報の収集、作成、整理

マレー半島全域の地すべり、水害の低減を目指し、Kelantan 川流域を始めとする数地域をテストサイトに設定し、過去の災害歴、災害状況(図)、気象観測データ、地形図や土地利用図、地質図など現存する各種の地図データ、衛星(JERS-1、ALOS、ASTER、MODIS、LANDSAT など)データ、社会環境(インフラ、人口、経済など)データなどを収集・整理する。それらの空間情報を解析し、過去の地表環境変化を明らかにする。

②-2. 各種空間情報を用いた災害危険度評価

収集した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。また、災害発生要因の重み付け評価を行い、メッシュ単位でリスク計算を行う。さらに、それらの計算結果を過去の災害履歴および他グループのシミュレーション結果と比較することで、災害危険域抽出方法の妥当性を評価する。

②-3. UAV/CP-SAR の開発

地表環境情報を迅速・高精度・継続的に観測することが可能であり、近い将来に活用が期待される Unmanned Aerial Vehicle(UAV) 搭載型 CP-SAR 及び光学センサーによる観測の実施可能性を研究する。

③ 当初の計画に対する現在の進捗状況

③-1. 既存および2次的空間情報の収集、作成、整理

・中分解の衛星の光学センサデータ (JERS-1/OPS および AVNIR、ALOS-1/PRISM および AVNIR-2、ASTER) の検索、カバレッジとその雲量調査を実施した。

・合成開口レーダセンサデータ (JERS-1/SAR、 ALOS-PALSAR) の検索、カバレッジ調査を実施した。

・高頻度観測衛星の光学センサデータ (SPOT-５/HRG vegetation (1825 シーン)) のダウンロードとダウンロードデータの解析処理を行った。

・さらに本プロジェクトの解析用として、別予算により TERRA / MODIS データを入手し、雲なし画像の作成および時系列解析を実施した。

・主にグローバルな土地被覆変化の抽出に使用することを目的に高頻度観測衛星 MODIS の日観測データを利用した時系列データセットの作成を行うために、試験的に SPOT-vegetation[*1] の S1 プロダクトを用いて雲の影響を除去したクラウドフリーデータセットの作成を行った。データは 2004 年 1 月より 2008 年 12 月までの 5 年間分の画像を使用し、時間合成最大値法によって 10 日間単位に雲なし時系列データセットを生成 (180 シーン) した (図 2-1) 。このデータセットから画素単位の被覆トレンド (フェノロジー) を求め、そのトレンドパターンから教師無分類法による被覆分類を行う予定である。

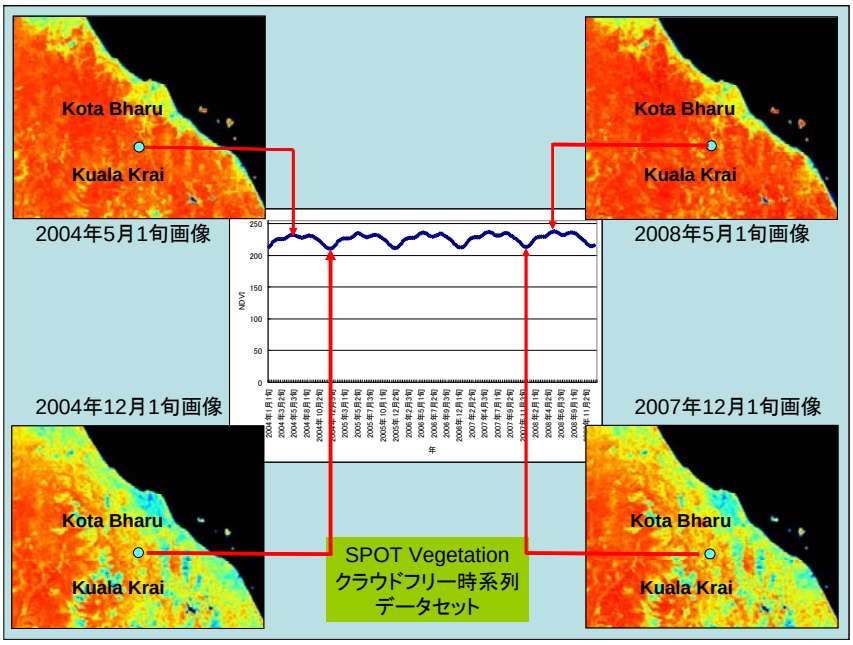

図 2-1　土地被覆のトレンドパターン

注 *1:　SPOT-Vegetation とは SPOT-4 と SPOT-5 に積まれた可視近赤外の 4 バンドセンサ（B・G・R・NIR)で、その刈り幅は 2,400km あり、地球表面全体をほぼ毎日観測している。作成したデータセットの地理座標系は、測地系を WGS84 とし、投影法は緯度経度直交座標系、地上分解能は約 1km/画素（0.0089285714 度）である。

・人工衛星ALOSの合成開口レーダ PALSAR センサより取得した画像（2 シーン）を活用して、地上における Digital Terrain Model (DTM)を抽出した。2009 年 10 月 15 日と 2010 年 12 月 3 日に記録した画像を、それぞれスレーブとマスターとして使用した。対象地域は、マレーシア半島北部であるコタバル地域である。干渉微分合成開口レーダ（DInSAR)手法で、この対象地域における強度画像、DTM および標高データ（Digital Elevation Model – DEM）を抽出した（図 2-2）。また、この手法によって、観測地域における地殻変動または微少変化を抽出することができたので、来年度よりこの手法を使用して、対象地域における地すべりをセンチメーター精度で観測することができると期待している。

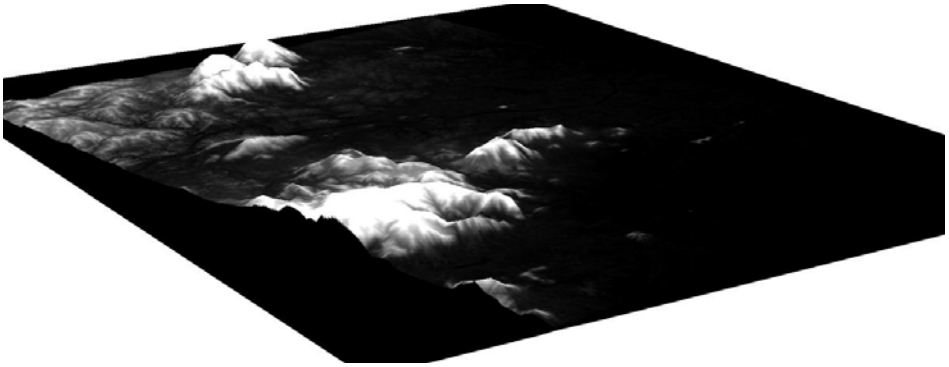

図 2-2　DTM 抽出例

③-2. 各種空間情報を用いた災害危険度評価

災害多発地域でありマレーシア側研究者からの要望も高かった、研究対象地域であるケランタン州と Gerik-Jeli 国道沿いを対象として、下記の 2 種類の衛星画像を日本国内で調達し、2012 年 11 月にマレーシア側研究者に引き渡した。購入したデータは日本側研究者（VTI）により、幾何補正・座標変換処理、後方散乱係数変換処理を実施し、その後の衛星画像解析の前処理を完了した。

表 2-1　調達した衛星画像リスト

No.	Description	Specifications	Quantity	Unit price (JPY)	Amount
1	Satellite Data No.1	Satellite: JERS-1	149	2,730	406,770
		Sensor: SAR			
		Level: SLC			
2	Satellite Data No.2	Satellite: ALOS	85	26,250	2,231,250
		Sensor: PALSAR			
		Level: 1.1			

さらに本プロジェクトの解析用として、別予算により TERRA / MODIS データを入手し、雲なし画像の作成および時系列解析を実施した。水田および耕作地を対象とした解析結果（図 2-3）を見ると、二期作に応じた植生変化が明瞭に表された。今後、同様の手法を他の衛星データおよび他の土地利用範囲に適用することで、現地の地表環境変化が明らかになり、さらに災害発生との関連性を検討することが可能となる。また、両国で同様の衛星データ解析環境を確保するために、以下の RS/GIS ソフトウェアを日本国内で調達し、2012 年 11 月にマレーシア側研究者に引き渡した。

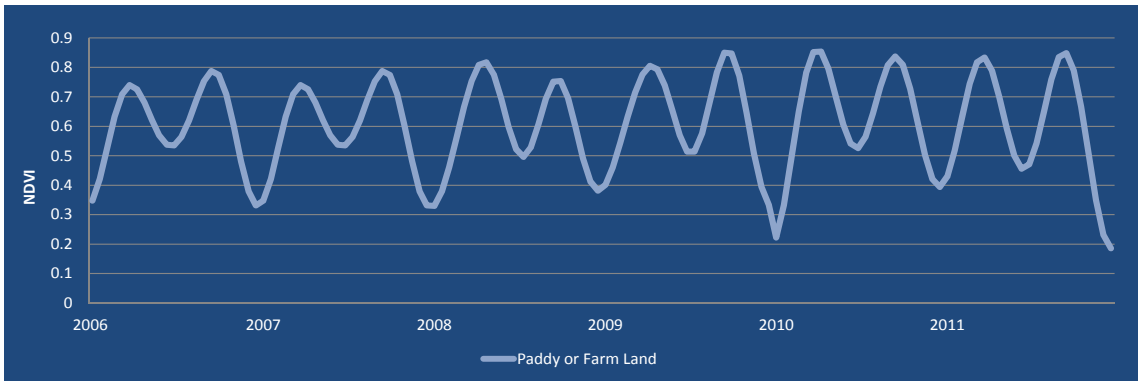

図 2-3　NDVI の季節的変化

表 2-2　調達した RS/GIS ソフトウエアリスト

No.	Description	Specifications	Quantity	Unit price (JPY)	Amount
4	GIS software	ArcInfo	3	457,800	1,373,400
		Concurrent-use license			
		For educational institutions (academic license)			
5	GIS software extension	ArcGIS Spatial Analyst	3	91,700	275,100
		Concurrent-use license			
		For educational institutions (academic license)			
6	GIS software extension	ArcGIS 3D Analyst	3	91,700	275,100
		Concurrent-use license			
		For educational institutions (academic license)			
8	Remote Sensing software	ERDAS IMAGINE Professional	3	915,600	2,746,800
		For educational institutions (academic license)			
9	Remote Sensing software module	ERDAS IMAGINE Radar mapping Suite	1	2,033,850	2,033,850
		For educational institutions (academic license)			

さらに、調達した衛星データおよびソフトウェアを十分に活用し、より一層の研究促進を図るために、複数の研究員受入・教育を実施した。

マレーシア側既存データの収集に関しては、昨年度報告書の中で以下のように言及しており「相手国が保有するデータ、特に国土の基本情報などの提供に関しては、様々なセキュリティや管理者の問題が

あり、十分な期間を見込む必要があることが判明した。今後は、派遣や受入を通じた直接的な人的交流を増やし、相互の研究計画の理解および信頼関係の向上に努め、たとえばマレーシア側が保持するデータを両国で共有する場合は、日本側研究者が主体的に収集作業を進めるのではなく、日本側の意向を十分に理解したマレーシア側研究者が主体的に収集作業を進めるなどして、データ収集作業の進展を図る。この中期（数か月）招へいは、それらの問題を解決するために実施している。マレーシアからの招へい者（H24 は２名）はまず VTI にて、既存関連データの収集・2 次データの整備および衛星画像データの処理を日本側研究者と共同で実施し、上記目的の通りデータ収集は着実に進展しており、状況は大幅に改善している。今後もメールや会議ベースの共同研究ではなく、相手国研究者との直接的な共同作業を通じた研究の進展を図る。

③-3. ＵＡＶ/CP-SAR の開発

2012 年 8 月に、日本マレーシア両国研究者が共同で設計した、CP-SAR の主要機材となる 1270MHz 送受信機モジュールが納品された。

現在は各種機能テストおよびチューニング、周辺接続機材の開発を進めている。これらの開発にはマレーシアからの招へい者（Mr. Wen Guey Cheaw (MMU)、2012/9/26～12/19）が参加しており、機材開発および開発後の活用も含めた知識・技術・経験の共有・伝達に努めている。さらに、上記で記載した中期招へい者である 3 名のマレーシア若手研究者も 2013 年 3 月および 4 月より CEReS にて CP-SAR 開発に携わる予定である。（図 2-4、図 2-5）

マレーシア人研究者 15 名が CEReS を訪問

現在実施されているマレーシアとの国際共同研究プロジェクトの招へい外国人研究員として、2012 年 12 月に 15 名のマレーシア人研究者が当センターに訪問し、SAR 画像解析講習会の受講および研究施設の見学を行いました。

プロジェクト概要

プロジェクト名：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（地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS））

プロジェクト代表者：東京大学　登坂博行教授

千葉大学（共同研究機関）研究代表者：ヨサファット准教授

短期研究員受入概要

期間：2012 年 12 月 3 日～12 月 15 日

参加者：University Sains Malaysia　2 名

Malaysia Multimedia University　3 名

Universiti Tenaga Nasional　10 名

研修内容：

日付	訪問先	活動内容
12/3		来日
12/4	株式会社ビジョンテック（つくば）	プロジェクト研究活動の打合せ
12/5	産業技術総合研究所（つくば）	研究施設見学：地質標本館など
12/6	日本工営株式会社（つくば）	研究施設見学：災害リスク評価、水利模型実験、遠心実験装置など
12/7	株式会社ビジョンテック（つくば）	LANDSAT 画像解析講習会：土地被覆分類 プロジェクト研究活動の打合せ
12/8		資料整理
12/9		資料整理
12/10	千葉大学 CEReS	SAR 画像解析講習会： 1) Basic SAR image processing
12/11		2) Advanced SAR image processing
12/12		3) SAR image analysis CEReS 施設見学
12/13	東京大学 CSIS（柏）	研究施設見学：3-D スキャナー
12/14	応用地質株式会社（つくば）	研究施設見学：斜面観測システム
12/15		帰国

CEReSにおけるSAR画像解析講習会は、今年完成したマルチメディアルームにおいて、ヨサファット准教授およびバユアジ研究員を講師に迎え、3 日間にわたり実施されました。まず 1 日目に SAR に関する基礎知識、SAR 解析の理論、小型衛星や UAV と組み合わせた今後の活用等に関する講義が行われ、続く 2-3 日目には実際にパソコンを用いた SAR 画像解析の実習が行われました。衛星技術の急速な発展に伴い詳細な DEM の作成や地盤変動量の抽出などが可能になり、RS 新技術の活用を望む研究者は多いですが、それらの知識および技術を体系的かつ詳細に学ぶことが出来る専門書あるいは講義は極めて少なく、参加者たちは非常に熱心に受講していました。3 日間は決して十分な時間とは言えませんが、基礎理論を理解し、実際にデータを用いて解析を行うことで、今後の更なる技術習得・活用への確かな一歩となったことは間違いありません。講習会終了後、参加者たちよりマレーシア各大学における同様の講義の実施や、今後さらに高度な内容の講習会開催の希望が寄せられ、本プロジェクトのスキームにおいて近いうちにマレーシアでも再び講習会を開催することが約束されました。

また、講習会終了後に久世センター長およびヨサファット准教授により、CEReS 研究施設の紹介が行われました。大気環境の光学計測やマイクロ波リモートセンシングを用いた最新の研究事例に触れ、それらの研究機材やシステムを見学することで、参加者たちは実際にリモートセンシング技術が活用されている現場を実体験しました。それらの経験は、マレーシアにおける更なるリモートセンシング技術活用の実現に繋がる、強力な契機となることが期待されます。

一年中最高気温が 30℃を超えるマレーシアで生まれ育った彼らにとって、10℃以下である日本の冬の寒さは非常に厳しく、また宗教上の理由により日本ではほとんどの肉やアルコール添加物を食べることが出来ない

ため（酒精の添加された味噌や醤油もNG！）、日本滞在中の彼らの生活は決して快適なものではありません。しかし、上記のように最新の知識や技術を学びたいという熱意ゆえに、彼らは日々積極的かつ活動的に楽しそうに過ごしていました。近年、ルックイースト政策の影響も薄れてきたと言われますが、実際に接していると彼らは日本の文化を愛し、日本人にとても親しみを持っていることが分かります。当然、文化や考えや生活リズムの違いにより思い通りにいかないことや想像もしない苦労も多く、（正直）苛立つような出来事も多くありました。しかしいざ帰国して彼らがいなくなると、西千葉駅の改札などで何かに困ってウロウロしている彼らの姿が無い事を、少し寂しく感じています。

（文責：小花和 宏之）

図 2-4　CEReS Newsletters No.85 における講習会の報告

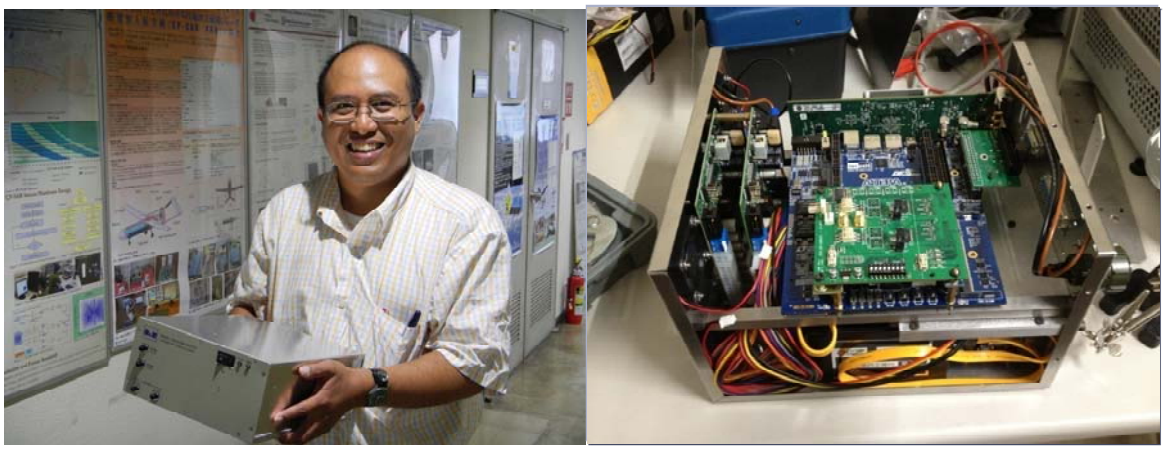

図 2-5　UAV 積載用機器

また、本プロジェクトの目的である災害対応時における活用という視点では、CP-SAR は UAV に搭載して運用することが強く望まれる。UAV 開発に関しては本プロジェクトとは別予算で進めており、2012 年 6 月 7 日には UAV の初飛行テストが成功している（図 2-6）。

さらに、CP-SAR で取得したデータの解析方法の教授を目的として、ヨサファット准教授（CEReS）は書籍「Differential SAR Interferometry using ROI_PAC Software：Tutorial and Implementation」を執筆・出版し、また講習会「Synthetic Aperture Radar Image Signal Processing Workshop」を複数回開催し、本プロジェクトの招へい研究者にも書籍の配布および講習会の受講を進めている。

図 2-6　UAV 飛行テストの様子

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

<u>Flood グループ</u>

①研究のねらい

Kelantan 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）を開発する。また、Dungun 川流域において、IFAS による洪水解析を実施する。

②研究実施方法

②-1. フィールド調査および水文観測記録の収集

研究対象流域を選定するとともに、相手国研究機関および RS/GIS グループと協力・調整しながら、モデル解析に必要となる水文情報・地理情報の収集・整理を行う。また、相手国研究機関および他グループと協力・調整しながら、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の検討、調査、選定と設置を行なう。

②-2. 統合洪水解析システム（IFAS）に基づく広域洪水解析モデルの構築（ICHARM チーム）

IFAS（Integrated Flood Analysis System）を基盤としたモデルをマレーシアの対象河川に適用し、地上水文情報を複合活用しながら、熱帯モンスーン域での広域での洪水流出解析・予測への適用性と実用性を明らかにする。洪水流出計算に必要となる雨量情報について、衛星雨量、レーダ雨量、地上雨量の比較分析を行うとともに、IFAS による流出解析への適用を通じて、最適な合成雨量プロダクト作成アルゴリズムを検討する。また、下記の中・高解像度水循環モデルと比較することで、両モデルの信頼性の向上を図る。

②-3. 統合型 3 次元水循環モデル GETFLOWS による中・高解像度モデル開発（東大チーム）

統合 3 次元水循環モデル GETFLOWS（GEo-sphere Terrestrial FLOW simulation System）を利用し、地形情報、植生など土地利用情報、水文情報を入力し広域・局所の水の流れを追跡する 3 次元水循環モデルを構築し、洪水氾濫の再現・予測や地すべり解析に資する。モデルの精度向上を目的として、気象データ、地中データの長期モニタリングステーションからのデータによりキャリブレーションを行うと共に、他グループのモデルや災害危険度評価の結果と比較し、モデルの精度を向上させる。

③当初の計画に対する現在の進捗状況

③-1. フィールド調査および水文観測記録の収集

2011 年 9 月 12 日～15 日にわたり流域調査を行った。調査には、日本側は本グループと地すべりグループが参加し、マレーシア側は本プロジェクトの主たるカウンターパートである UNITEN、USM、および流域を管理する国立機関（天然資源・環境省灌漑・排水局（DID））が参加した。過去の洪水氾濫地域を中心に流域の調査及び情報収集を行った。また、2012 年 11 月 22 日には、Dungun 流域の調査を行った。

水文観測記録については、カウンターパートであるマレーシア側大学・国立研究所からデータを提供してもらい、それをもとに、二つのシミュレーションシステムを用いてモデル化を進める予定であった。当初は、国立研究機関やそこに関与する欧米コンサルタントからのデータ収集が思うように進まなかったが、現在、マレーシア大学の研究者（東京大学博士課程留学生）を中心にデータ収集、データ解析が進行しつつる。

③-2. 統合洪水解析システム（IFAS）に基づく広域洪水解析モデルの構築（ICHARM チーム）

広域対応を図ることを目標とする IFAS 適用の研究対象流域は、Kelantan 川であるが、2012 年 11 月 23 日の JCC ミーティングにおいて、マレーシア側からおよび Dungun 川流出解析・予測の正式要請があり、ICHARM チームはデータが入手できる場合には IFAS によりモデル化を行うことを了承した。

これらの2流域ですでに初期モデルの構築・試行を行っているが、既述のように、現時点では、現地の気象・水文観測データの整理が十分ではなく、構築モデルの妥当性のより高度な検証は今後行うこととしている。

しかしながら、データが不十分な河川においても洪水流出解析モデル構築を可能とするIFASは、現地気象・水文観測データを入手していなくても、モデル構築・計算そのものは、精度の保証はできないものの、可能である。そこで、IFAS のそのような特長を生かし、グローバルに入手可能な衛星雨量やGIS情報(地球地図による土地被覆データ)を活用することで、1次近似としての洪水流出解析モデルを、Kelantan 川において構築し、試行的に洪水流出計算を行うことを試みた。

図 2-7 は、IFAS による河川流域境界の切り出しと河道網の自動作成を行った結果である。図 4 は、現地調査において、Kelantan川本川において過去最大規模の洪水となったことが報告されている2004年12月の洪水の再現を、衛星観測雨量(JAXA-GSMaP による10kmメッシュの時間雨量。ICHARM独自の地上データを用いる必要のない自己補正手法を適用している)とグローバル GIS データ(地球地図によるDEMおよび土地被覆データ)のみを用いて試みたものである。Kuala Krai 地点において、18,000m^3/s を超えるピーク流量を算出する結果となった。しかし、現時点では、ここで用いている衛星雨量の観測精度を確認しないまま用いているとともに、IFASで標準値として設定しているパラメータセットをそのまま用い、途中での氾濫の影響も考慮しないなど、多くの仮定の下での試算に過ぎない。

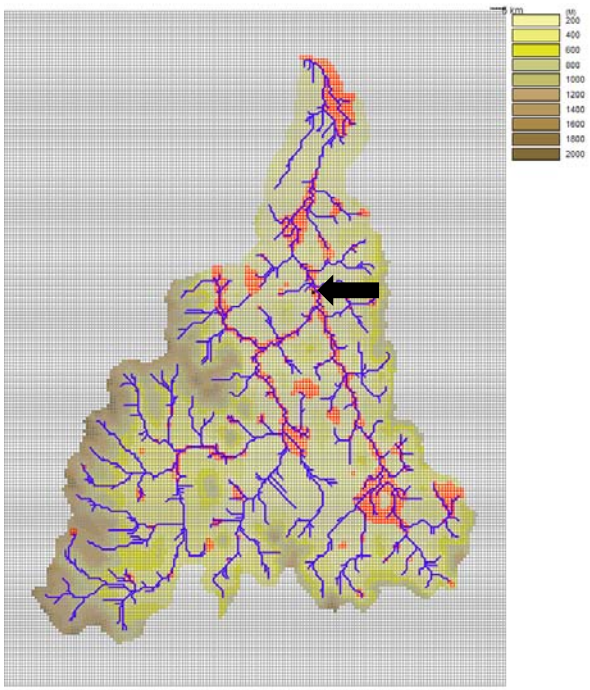

図 2-7　IFASによる Kelantan川流域境界と河道網作成

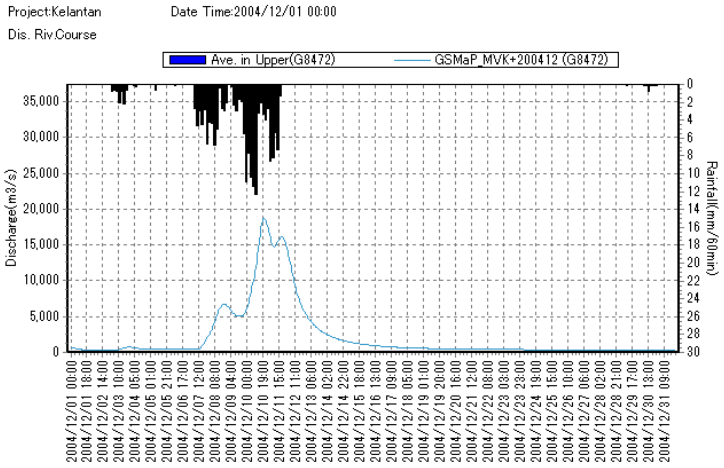

図 2-8　IFAS（Ver.1.3β）-PDHM(Ver.2)による Kelantan 川 Kuala Krai 地点における洪水流出計算結果

そこで、Kelantan 川流域について、10地点の雨量観測所(うち2地点は流域外)、および3地点の流量観測所について、2008年11～12月洪水事例のみについて時間単位のデータを収集できたので、それを用いて IFAS（土研分布モデル）による流出解析モデルの再構築を試みた（図 2-8)。1ケースのみの事例解析であり何らかの結論を導くことは困難であるが、データを入手できた雨量観測所の位置が流域北部から南東部に偏っており、洪水流出への寄与が相当程度大きいと考えられる流域南西部の雨量資料が大きく欠落しているため、良好な流出解析結果は得られていない。必要最低限の雨量観測所の追加を行うとともに、本来は、より多くの地点の時間雨量データが存在している可能性もあることから、それらの地点を含めてより網羅的に長期にわたる洪水事例の観測データを収集した上で、モデル定数の再同定や、衛星雨量との比較分析等を行う必要がある。

1) 杉浦友宣、深見和彦、藤原直樹、浜口憲一郎、中村茂、弘中貞之、中村和弘、和田高宏、石川正人、清水敬生、猪股広典、伊藤和久(2008)衛星雨量情報を利用した洪水予測システム(IFAS)の開発、河川技術論文集、vol.14、pp.53-58.

一方、Dungun 川流域については、平成 24 年度初頭までに流域内全 5 地点の時間雨量および全 3 地点中の 1 地点の時間流量データについて、3 つの洪水事例についてデータ収集を行った。これを用いて IFAS（土研分布モデル）による流出解析モデルの構築を行った結果、比較的高精度の洪水流出波形の再現を行うことができた（図 2-9 青線）。

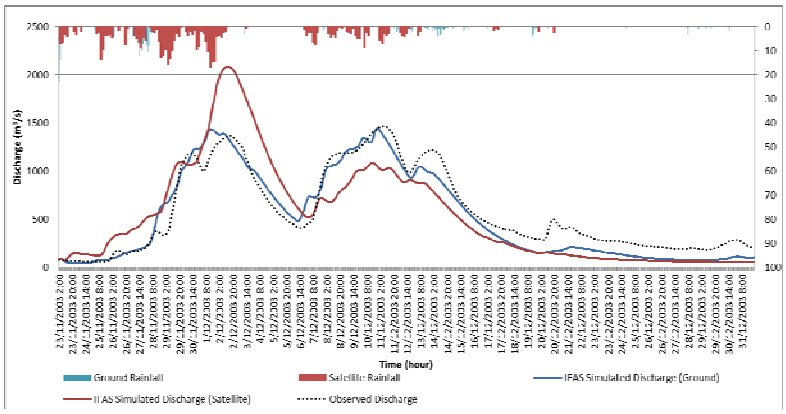

図 2-9　IFAS-PDHM による洪水流出解析例
（Dungun 川 Jerangau 地点、2003 年 11 月末～12 月洪水）
※黒点線が水位流量曲線による実測流量を示す。

さらに、衛星雨量（JAXA-GSMaP_NRT）を ICHARM 独自の雨域移動情報を活用した外部情報を用いない自己補正手法で補正して地上雨量の代わりに与えたところ、地上雨量を用いた場合には劣るが、洪水ピークの立ち上がりやタイミングを全体として比較的良く捉えた再現波形を得た（図 2-9 茶線）。衛星雨量の精度限界を考慮すれば、2,000km² に満たない流域面積スケールにおける結果としては期待以上の成果と言えるが、各地先での洪水予警報に求められる精度から見ると十分ではない。なお、Dungun 川の上記の雨量・流量観測所データについては、2012 年 11 月 20 日～23 日にかけてのマレーシアにおける情報収集・現地調査を通じて、流域内の 5 地点の雨量観測所全て及び 1 地点の流量観測所について、現時点で入手可能と考えられるほぼ全ての期間の時間データを追加的に入手した（但し、全地点が揃うのは 1986 年～2011 年初頭。その中にも欠測・異常値が含まれている。）。これらのデータを活用して、衛星雨量の補正手法の現地最適化の効果、及び、網羅的な水文資料を用いた洪水流出解析モデルの再同定と期待精度について検討を継続している。

③-3.　統合型 3 次元水循環モデル GETFLOWS による中・高解像度モデル開発（東大チーム）

オープンソースの地形データ（SRTM90）を利用し、流域境界の抽出、河川の抽出（図 2-10a）を行い、部分領域ごとに格子分割を行い、初期モデルを作成した。（図 2-10b）。しかし、衛星による地形データの

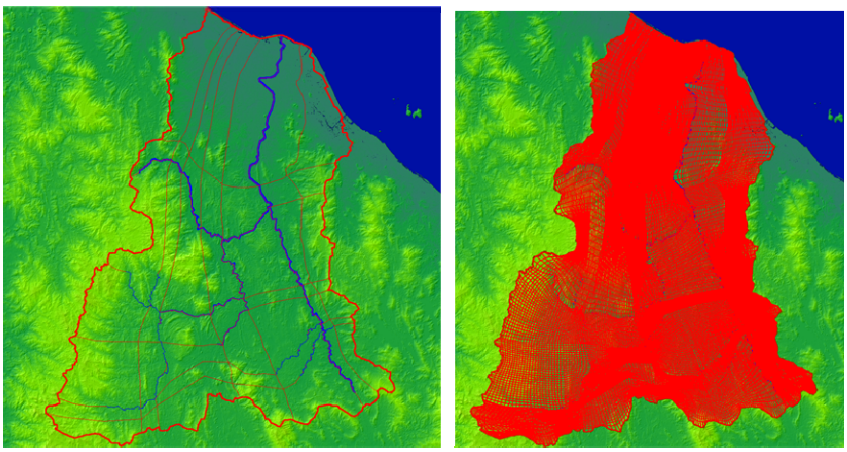

図 2-10　(a)境界形状と河川、(b)流域離散化（約 2 万個の平面格子）

精度は十分ではなく、河川流路の滑らかさ、上流域の小河川などの表現性に問題がある。現在、地形データの平滑化・補正等による河川流路の精細表現（河床標高の上流から下流までの滑らかさを確保し、観測値とのマッチングに供する）を行っており、最終的な格子システムの作成を急いでいる。

また、今後キャリブレーションを行うため、長年の水位観測記録と、１年に１回程度計測されている流量測定データを収集・分析し、水位―流量関係を明らかにするとともに、各観測点におけるハイドログラフの推定を行った（継続中）。

図 2-11　流量観測点位置図

図 2-11 に示したように、7 点の観測所において、年に 1 回程度の流量観測がここ 10 年程度行われており、そのデータをもとに日常の水位観測値との相関から、河川流量を導き出す検討を行った。流量観測値は同程度の水位でも観測時期の降雨状況、河床変化などによって変化が認められる（図 2-12）。このため、流量のより良い推定値を見出すため、最小 2 乗推定などを行い、水位―流量関係を導いた。

これにより、長年の水位観測値から河川流量（ハイドログラフ）を推定したものの例を図 2-13 に示した。このような推定は、最終的にモデル計算値との比較を通して検討される。

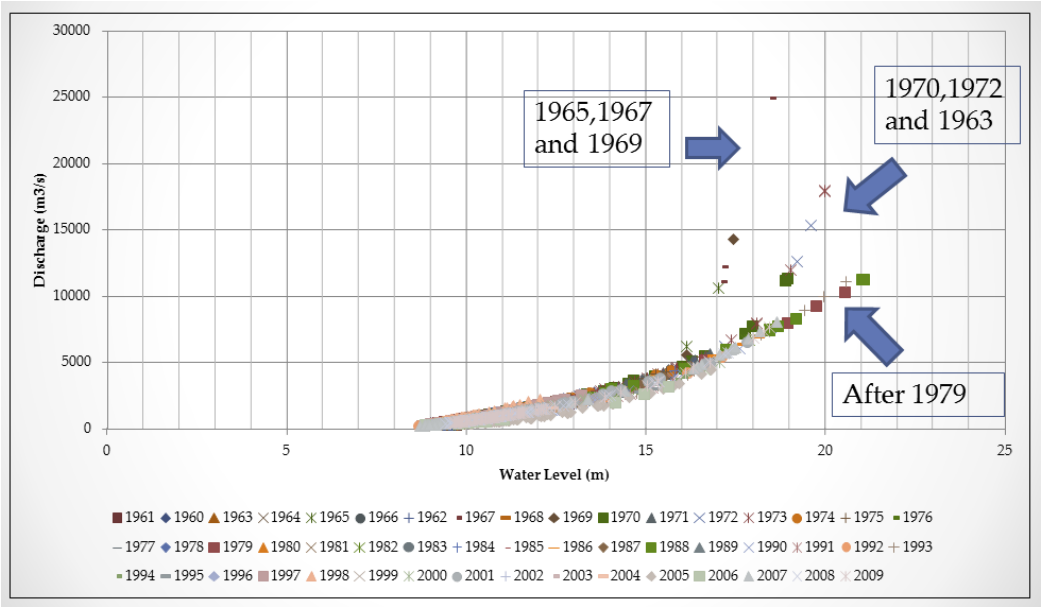

図 2-12　流量測定データの例（at Guillemard Bridge station for year 1960 until 2009）

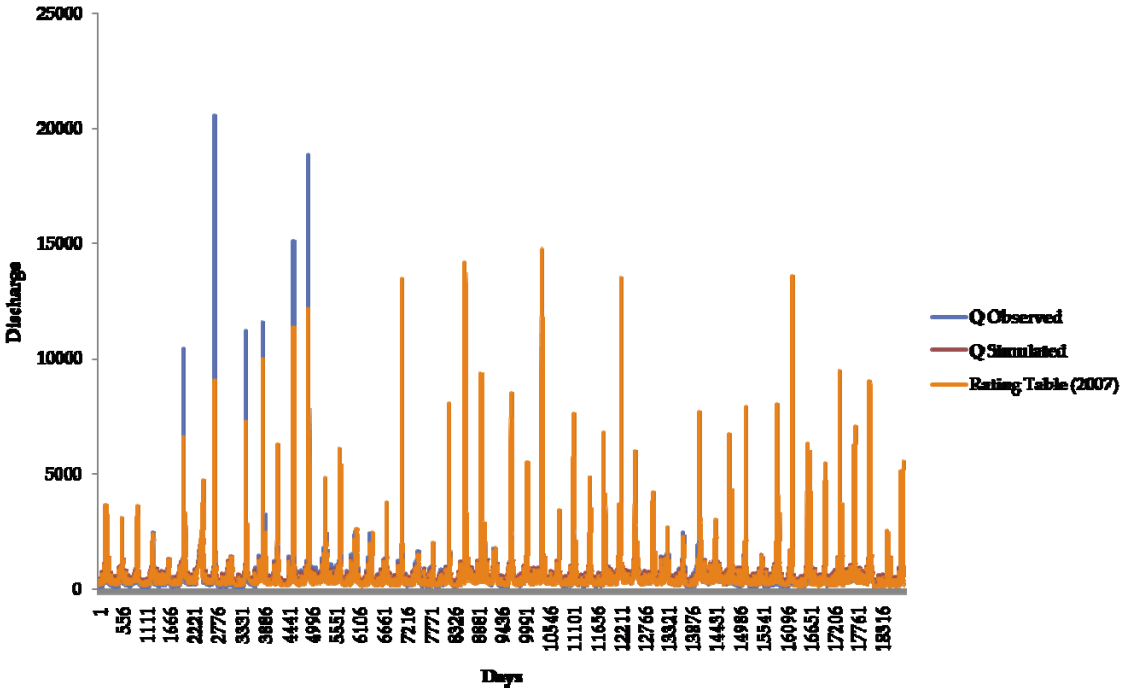

図 2-13　水位から流量へ変換した例

④カウンターパートへの技術移転の状況

・2012 年 1 月 10 日～3 月 9 日の約 2 か月間にかけて、土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）において、マレーシア研究者に対する IFAS トレーニングを行った。

・東京大学登坂研究室サーバーシステムへの GETFLOWS の搭載。なお、マレーシア研究者に対するサーバー利用の開始、集中的なトレーニングは平成 25 年度を予定。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

Landslide グループ

①研究のねらい

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の開発を行う。

②研究実施方法

次の4つのアクティビティを元に研究を行う。

・過去の地すべり災害データや衛星データによる地表面情報を利用し、潜在的な地すべり危険域の抽出を行う。

・水文環境を考慮した物理モデルによる危険度評価技術に関する研究

・斜面モニタリングによる警戒システムの構築と警戒基準の決定に関する研究

・モニタリング観測流域における提案された物理モデルを用いた危険度評価手法に関する研究

③当初の計画に対する現在の進捗状況

③-1. 研究者交流

マレーシアの研究者が日本に赴き、日本の防災科学技術研究所の大型降雨施設における崩壊実験や施設見学が実施された(H23年12月、H24年1月)。また日本研究者の所属する各大学(京都大学、九州大学、茨城大学)においても研究に関する講義や施設見学等の技術交流が行われた。

2011 年7月 20 日～30 日、2011 年 12 月 14 日～17 日、2012 年 1 月 9 日～18 日の3回にわたり、マレーシア研究員総勢7人を日本に招へいし、下記活動を実施した。

- 防災科学技術研究所、東京大学、茨城大学、京都大学、九州大学に訪問し、本プロジェクト参加者と今後の地すべり研究計画に関する打合せを実施した。また、プロジェクト参加機関以外の関連施設にも訪問し、産業技術総合研究所の研究者とは地下水挙動と地すべりの関係性に関して議論し、国土地理院の研究者からは空間情報整備状況に関して情報収集を行った。
- 2011 年 12 月 15 日に防災科学技術研究所の大型降雨実験施設にて人工降雨実験、斜面崩壊実験を見学した。また、実験に使用された傾斜計その他観測機材の説明を受け、本プロジェクトでマレーシアのサイトに設置する機材に関して議論した。
- 防災科学技術研究所の Hi-net 高感度地震観測網、および X バンド MP レーダ雨量観測システムを見学し、本プロジェクトとの関連性、活用法について議論した。また、京都大学防災研究所においては、現場せん断試験機および高速高圧せん断試験機の説明を受けた。
- 防災科学技術研究所が神奈川県藤沢市に設置している、地すべりモニタリングサイトを見学し、本プロジェクトでマレーシアに設置する観測サイトに関して議論した。
- 東北震災被災地である北茨城市を訪問し、被害状況の巡検を行った。

③-2. モニタリング地点の調査・選定・機器設置

H23 年 7, 9、11、12 月にマレーシア Gerik、Kelantan 流域の 2 カ所において、過去の地すべりデータの収集、地すべり発生地点の現地調査を行った。

それをもとに、本年度はマレーシアに 2 ヶ所の地すべり観測点を設置した。これらの観測点は、幾つかの観測点候補から両国の研究者で協議し、場所を選定した。

図 2-14　観測点の設置場所

図 2-14 は 2 ヶ所の観測点の設置場所(マレーシア国・ペラ(Perak)州ゲリク(Gerik)郊外の East-West Highway 沿いの斜面で、No.1 地点:テメンゴール(Temenggor)ダム湖付近、No.2 地点:ケランタン(Kelntan)州境)を示している。

観測点 No.1 は、ダム湖側の道路脇に設けられた側溝が崩壊し斜面の崩落が目視で確認されている。この側溝から1m程の山側には地表に開口した亀裂が確認されている(図 2-15 参照)。一方、道路山側での側溝に変状は見られず、樹木に曲がり等の変状は認められない。また、斜面変状は幹線道路の直近で止まっているが、滑りの進行に伴い、道路に大きな変状が生じる危険性が極めて高い

図 2-15 観測点 No.1

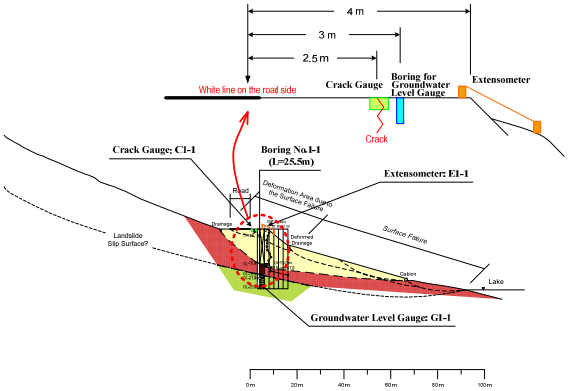

図 2-17 観測点 No.1 の断面図

図 2-16 観測点 No.2

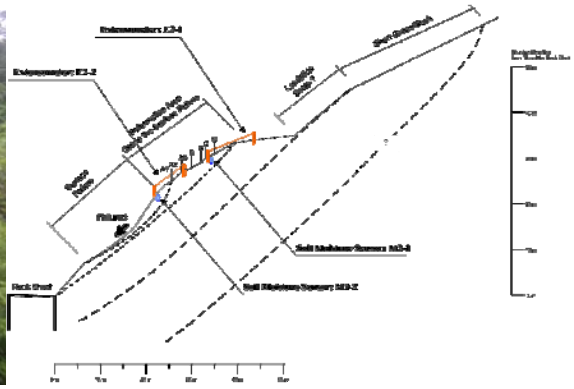

図 2-18 観測点 No.2 の断面図

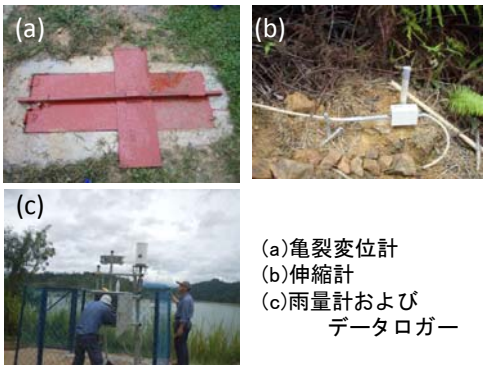

図 2-19 設置の状況

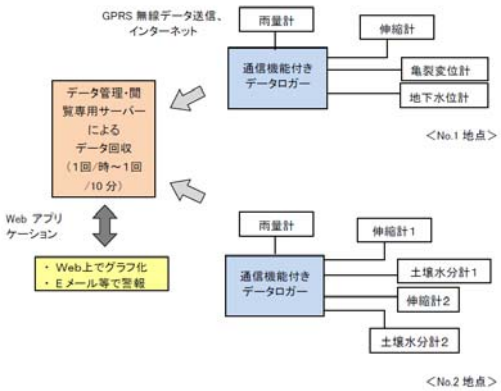

図 2-20 観測システムの概略図

観測点 No.2 は、表土が薄く、花崗岩の風化部が露岩している箇所である。この風化岩が雨水浸透と激しい乾湿の繰り返しを受け、風化岩が礫状に小割りされている(図 2-16 参照)。 この礫(場合によっては数 10cm 程度となる場合もある)あるいは礫状の堆積土砂が降雨時により表層崩壊を誘発している可能性が高いと推察できる。そのため、このモニタリングは、礫状を呈する堆積土砂の水分変化と雨量の関係、並びに表層地盤の変位を把握することが必要である。

上記のことなどを考慮し，2 ヶ所の観測点に以下の観測機器を設置した(図 2-17,2-18 は各観測点の断面図を示しており，同図には観測機器の設置位置も示している。また、図 2-19 は観測点の設置状況を示している。)

観測点 No.1 の観測機器

・データロガー設置(電源施設含む:太陽光パネルおよび充電施設，保護箱) 1 台

・伸縮計設置 1 台

・亀裂変位計設置 1 台

・地下水位計設置(水位観測掘削含む) 1 台

・雨量計設置 1 台

観測点 No.2 の観測機器

・データロガー設置(電源施設含む:太陽光パネルおよび充電施設，保護箱) 1 台

・伸縮計設置 2 台

・土壌水分計設置 2 台

・雨量計設置

観測システム

・データサーバー 1 台

・Web システム 1 式

(図 2-20 は観測システムの概略図を示している.)

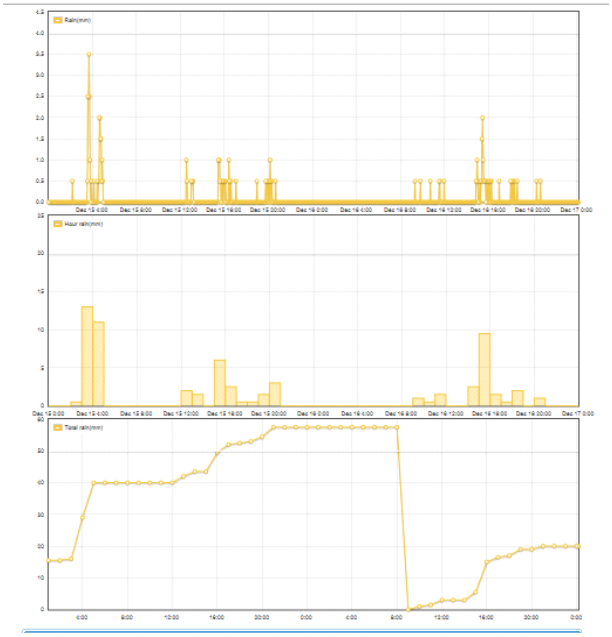

図 2-21 観測データ

これらの観測データは、両国の研究者が図 2-21 に示すように web 上でリアルタイムのデータを監視できるシステムとなっている。観測を初めて数か月であるが、現在の観測点の問題点などを協議し、今後の改善点などの議論を進めている状態である。た。これらの設置に当たり、計測機器設置のための観測孔掘削、資機材搬入、計測機器据え付け・設置および調整作業もおこなった。

なお、Group3 より得られるデータを Group5 に提供するために、特に本年度設置した観測点のサンプリングタイムなどに関して、Group5 のメンバーと協議を行った。

③-3. 半島域地すべり統計解析

マレー半島（広域）の地すべりリスク評価については、過去の地すべり記録のデータなどを元に統計解析を行い斜面の脆弱性を評価する計画であるため、過去の災害地点での現地調査や JKR が所有する過去の地すべり記録などを元に協議を進めた。また、過去の災害記録の数例のサンプルデータを両国の研究者で共有することができた。

③-4.水文地質解析を用いた 2D/3D 物理モデルの検討

地すべり発生予測手法に関して、特に、2D/3D 物理モデルのパラメータについて、検討を行った。その結果、早急に、日本、マレーシア双方で各種パラメータに関するデータ収集を行う必要があるという結論となった。

次に、地すべり発生予測手法や警戒基準の手法の開発について、日本側より手法案を提案した。この手法案は，観測記録と解析手法を照らし合わせながら分析を進め、その後、数パターンの降雨特性のシナリオを考え、予測手法や警報手法に組み合わせる方法である。そのため、H24 年度に設置した観測記録データや、これらに必要な教師データなどの情報共有をマレーシア側と進めている。

④カウンターパートへの技術移転の状況

プロジェクト初期にあたって、お互いの研究環境を理解するため、日本、マレーシアにおいて各大学間の研究状況および実験施設の視察等の技術情報交換は活発に行われた（H23 年7月、9 月、11 月、12 月、H24 年1月、4月、5 月、8 月、10 月、11 月、12 月、H25 年 1 月、3 月）。また、マレーシアでの国際会議に参加して論文発表、情報共有を行い、日本研究者の所属機関においても研究に関する講義や施設見学等の技術交流が行われた。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし

Data Center グループ

①研究のねらい

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を構築する。

②研究実施方法

・データ集積、共有システムの構築

研究者間の効率的かつ迅速な情報共有および学際的な共同研究を実現するために、ネットワーク上に共有データベースシステムを構築する。このシステムにより、日本－マレーシア間のデータ共有が容易になり、グループ間の最新研究成果の相互利用および融合が促進され、共同研究の推進が期待される。また、データの重複や更新の遅れ、情報の紛失といったリスクを軽減し、研究成果の安全かつ継続的な管理が実現される。

・洪水/地すべり/災害軽減対策に関する総合的災害情報データベースの構築

各グループおよび相手国研究機関が収集した各種空間情報を、GIS をプラットフォームとして位置情報をもとに整理・統合し、上記共有システムに集積する。また、本研究に係わる過去の研究事例や関連資料などを体系的に整理する。さらに、各グループの研究成果である地すべり災害情報システム、洪水ハザード情報システム、災害リスク管理・軽減・災害教育・危機対応に関する情報システムもデータベースに統合する。以上の情報統合により、総合的災害情報データベースを構築する。この体系的なデータベースの構築により、プロジェクト終了後も研究成果が散逸することなく、プロジェクト終了後のマレーシア国における自立発展的な防災研究・対策においても、それらの研究成果が効率的

かつ継続的に利用されることが期待される。

③当初の計画に対する現在の進捗状況

③-1. データ集積、共有システムの構築

データベースに必要な機材に関して両国間でメールベースの議論を重ね、購入機材を調達した。

データセンターの基本設計に関しては、2012 年 2 月 24 日に千葉大学環境リモートセンシング研究センターにおいて、両国研究者総勢12名によるグループ4(Data Center)ミーティングを開催し、現在の機材調達情報の共有・確認、およびデータセンター基本設計の確認作業を行った。

相手国が保有するデータ、特に国土の基本情報などの提供に関しては、様々なセキュリティや管理者の問題、また実際問題として、データ保有者個人の研究資源をプロジェクト全体で共有することによる研究者自身の研究に対するプライオリティ喪失に対する強い懸念等が存在し、当初の見込みよりも大幅に作業が遅れていた。しかし今年度よりその打開策として、マレーシアから数か月単位の中期招へいを実施し、実際に日本人研究者と一定期間共同で作業することで相互の研究計画のより一層の理解および信頼関係の向上に努め、日本側の意向を十分に理解したマレーシア側研究者が主体的に収集作業を進めるなどして、データ収集作業を進展させている（RS/GIS グループの進捗状況を参照)。

現在、以下のような構想を日本側から発案しており、現在マレーシア側と協議中である。

・G1、G2、G3 のそれぞれのデータのためのデータベース機能

→データアクイジション機能は含まない。

・それぞれのデータ生成のためのフロント、エンドプロセッサ(FEP)機能

→Input の時の内部フォーマットからDB 登録のための共通フォーマットへの変換や属性付与、データストリームの生成機能などは含まない

→Output データは、EWS の仕様と整合をとる必要があり、その整合をとるための機能などは含まない

→したがって、FEP は各グループで作成する

→各 G のプロセスエンジン(たとえば、Getflows や IFAS など)はデータセンターに含まない。

・G1 の場合、GIS は各 G の共通とする(データベースの一部を担うと考えている)が、ERDAS はアプリケーション(エンジンと考えている)なので、データセンターには含まない。

③-2. 洪水/地すべり/災害軽減対策に関する総合的災害情報データベースの構築

2012/11/23 の第２回 JCC において、研究代表者の登坂教授より、「既存関連データの収集・整備は現在進行中であり、どのようなデータベースが最適であるかはまだ議論できる段階ではない。現在無理にデータベースフレームワークを詳細に設計し、それに合わせて機材や人材を準備しても、今後の研究進展に伴う変更や修正等が必要になる恐れが高く、またデータベーステクノロジーの急速な進化により機材の陳腐化も避けられない。したがって、今後一定の成果が出始めた段階で両国であらためて検討することとし、この時点では拙速に確定しない。」ことが提案され、会議の場で了承された。

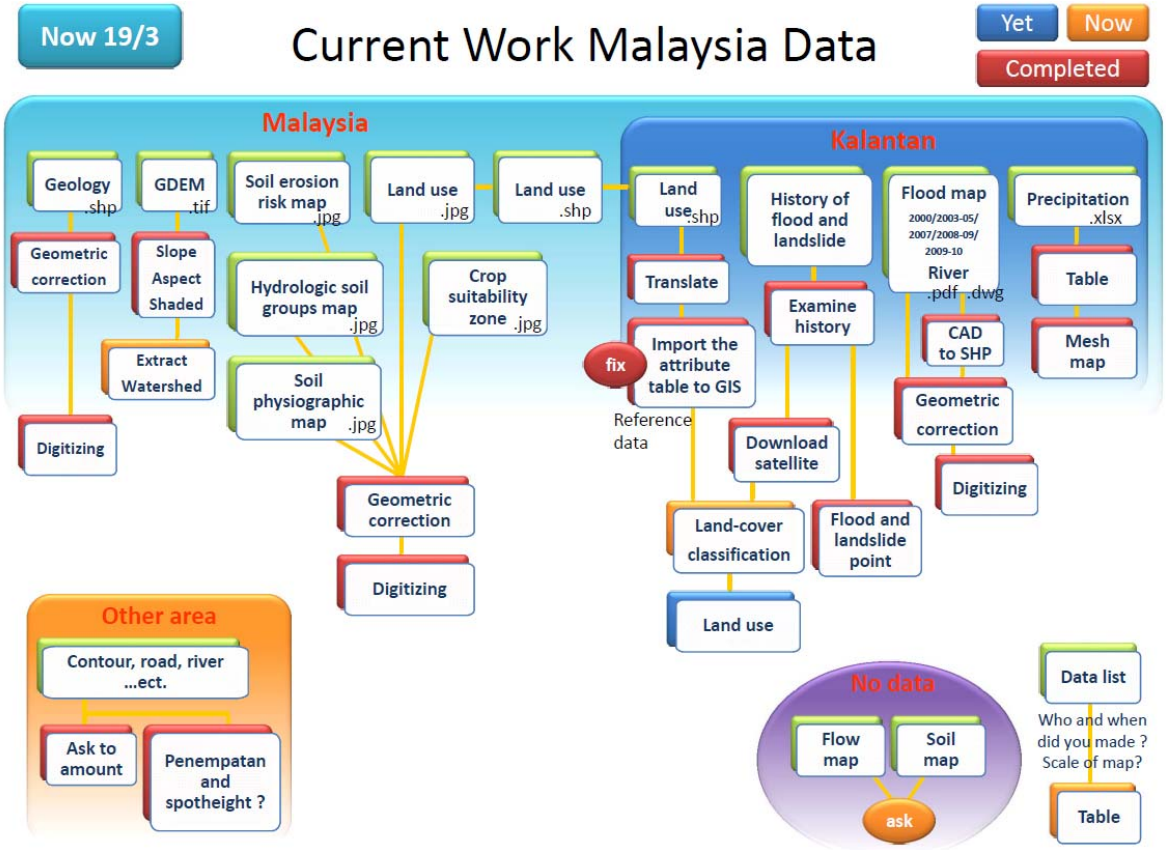

図 2-22　データ構造の概念と収集状況

現在、上記 1 の進捗状況の通り収集されているデータ（図 2-22）に関しては、地理情報科学分野におけるデファクトスタンダードである ESRI 社の ArcGIS ソフトウェアを用いてシェープ形式で整理している。

④カウンターパートへの技術移転の状況

技術移転の実績はまだない。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

EWS グループ

①研究のねらい

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の試行的構築を行う。

②研究実施方法

次の6つのアクティビティを元に研究を行う。

(1) マレーシア政府に関する最新の地すべり・洪水災害の危機管理システムの調査(5.1)。

(2) 地域の特徴を考慮した物理モデルによる地すべり・洪水危険度評価システムによる早期警戒情報システムの計画(5.2)
(3) 地すべり・洪水における現地モニタリングシステムの試行的な設置と利用(5.3)
(4) 地方政府と住民との防災意識の格差を減少させるためのリスクコミュニケーションツールを統合したシステムの提供(5.4)
(5) 洪水に関する危機管理システムの既存の運用手順の改良を目指した研究(5.5)
(6) 地すべりと洪水災害の統合型リスクマネジメントシステムの提案(5.6)

③当初の計画に対する現在の進捗状況

③-1. 骨格案の作成

既存の危機管理基本計画要点と評価手法収集および危険度判定システムの骨格案の作成を行った。2012 年 1 月 17 日にマレーシア研究者が防災科学技術研究所に訪問し、同研究所が使用しているリスクマネジメントシステムに関して視察し、本プロジェクトの EWS への活用に関して議論した。プロジェクト初期にあたって、お互いの研究環境を理解するため、日本、マレーシアにおいて各大学間の研究状況および実験施設の視察等の技術情報交換が行われた(H23 年7月、11月、12月、H24 年1月、3月)。

③-2. リスクコミュニケーションツールの開発

本グループの 1 つめのテーマである「リスクコミュニケーション手法の提案」について、今年度は、研究課題の1つであるリスクコミュニケーションツールの開発に着手した。リスクコミュニケーションツールとしては、防災科学技術研究所が日本国内でのリスクコミュニケーションツールとして開発した「e コミュニティ・プラットフォーム」のうち、特に地理空間情報を活用するツールである「e コミマップ」を活用することとした。「e コミマップ」は、様々な地理空間情報を重畳して扱うことができるツールで、すでに日本では自然災害に関するリスクコミュニケーションにおいて実績がある上、オープンソースソフトウェアとして提供されている。そこで、このソフトウェアを英語化した上で、さらに、画面上の表記を管理者が自由な言語表現にカスタマイズできるよう改修した。これにより、多民族国家であるマレーシアでの多様なリスクコミュニケーションに対応できるツールとして利用できるようになった。その上で、このツールで扱えるデータとして、現在、インターネット上で公開されているマレーシアの土砂災害に関連する地理空間情報を登録し、ツール上で表示、統合できるよう整備した。さらに、ここに Landslide グループが設置した観測センサーの情報を、センサーの国際標準形式である Sensor Observation Service に乗っ取って表示できるよう開発した。これにより、今後、様々なセンサーや地理空間情報の追加、更新に対応できるサイトを構築することができた。本サイトは試験運用を開始し、日本・マレーシア両国の研究者がアクセスし、有効性の評価検証を行っている(図 2-23～図 2-27)。

2 つめのテーマである「テストサイトにおける EWS 実証実験」については、センサーデータの相互運用に関する国際標準を調査・整理し、その一つである Sensor Event Service に乗っ取った早期警戒システムの仕様を策定した。その上で、リスクコミュニケーションツールおよび早期警戒システムという社会への出口となる 2 つのシステムの観点から、当研究全体のシステム構成のあり方を検討し、それぞれが自律分散で相互運用できる構成を提案した（図 2-28)。

これら 2 つのテーマについて、日本・マレーシア両国の研究者が積極的に議論している状況は、現地報道（テレビ、ラジオ、新聞等）にも取り上げられ、社会還元への期待の高さが示された（図 2-29)。

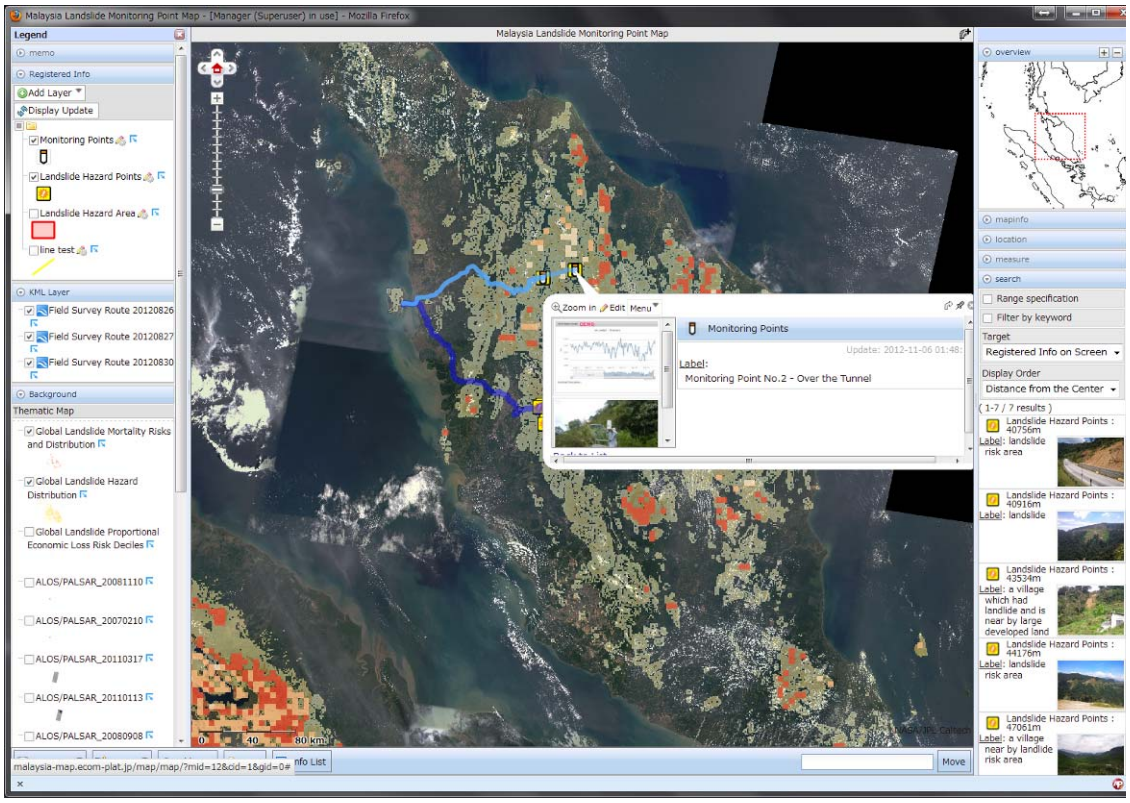

図 2-23 リスクコミュニケーションツール（e コミマップ・マレーシア版）

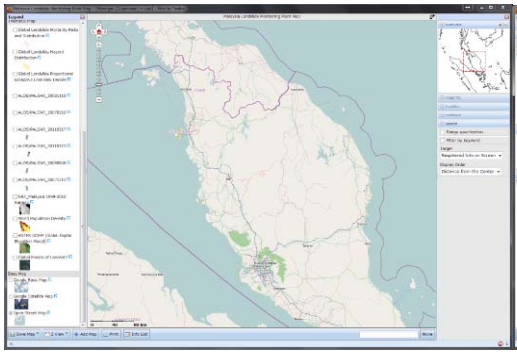

図 2-24 道路情報

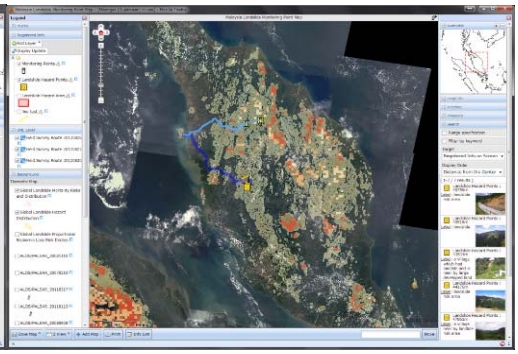

図 2-25 土砂災害危険箇所

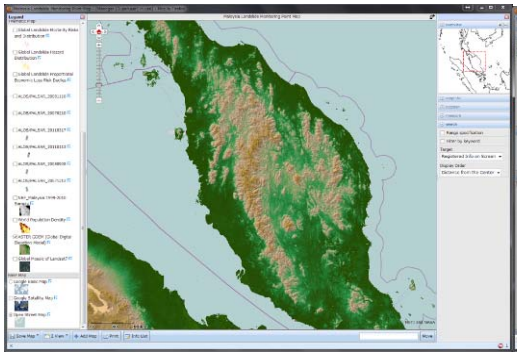

図 2-26 標高データ

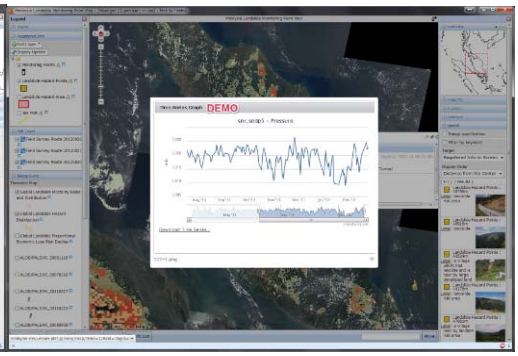

図 2-27 センサー観測情報

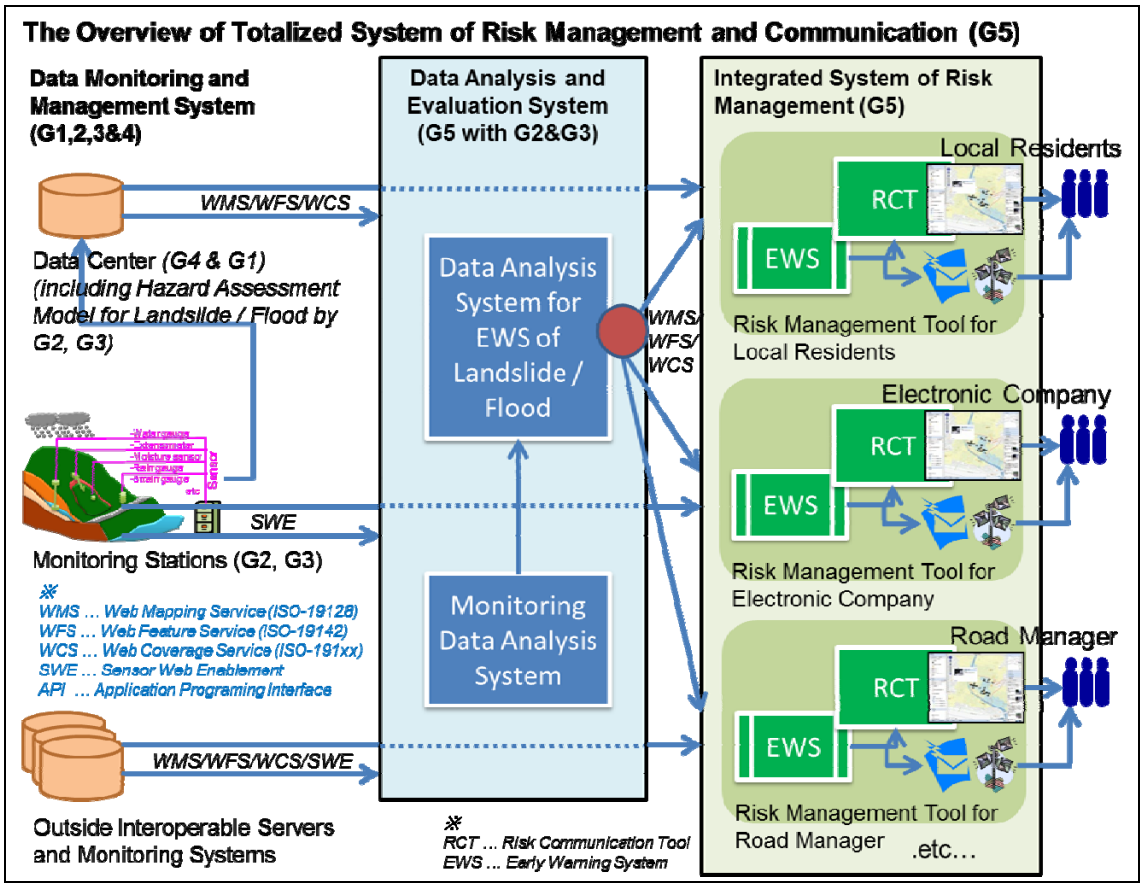

図 2-28 システム連携図

NANYANG SIANG PAU 2012/8/30

Berita Harian 2012/8/30

図 2-29 現地新聞に取り上げられた記事

④カウンターパートへの技術移転の状況

リスクコミュニケーションシステムの移植に着手。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開

特になし。

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

① 本年度発表総数(国内 0 件、国際 0 件)

② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

③ 論文詳細情報

(2) 特許出願

① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)

② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1)RS/GIS(千葉大学、株式会社ビジョンテック)グループ

研究題目: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の構築

①研究者グループリーダー名:スリ スマンティヨ ヨサファット テトォコ(千葉大学・准教授)

②研究項目

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 DEM 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 でリスク計算する。

1.5 近い将来に使用されることとなる Unmanned Aerial Vehicle(UAV) 搭載型 CP-SAR 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することで、1.3 および 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。

(2)Flood(東京大学、独立行政法人土木研究所)グループ

研究題目:Kelantan 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)の開発

①研究者グループリーダー名:登坂 博行(東京大学・教授)

②研究項目

2.1 Kelantan 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 Kelantan 川流域、および Dungun 川流域の広域洪水解析モデルを構築する。

2.3 中解像度三次元水文モデル(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個所を抽出する。

2.4 中解像度三次元水文モデル(M3DM)を基に、高解像度三次元水文モデル(H3DM)を構築する。

2.5 Kelantan 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) 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。

(3)Landslide(独立行政法人防災科学技術研究所)グループ

研究題目: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の構築

①研究者グループリーダー名:臼田裕一郎(独立行政法人防災科学研究所・主任研究員)

②研究項目

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 水文地質解析を用いた 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 地すべりモニタリング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。

(4)Data Center(千葉大学、株式会社ビジョンテック)グループ

研究題目: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の構築

①研究者グループリーダー名:原政直(ビジョンテック)

②研究項目

4.1 主として 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時間・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、軽減、災害教育、危機対応に関する情報システムを構築する。

4.5 国際的な認知を目的として防災科学技術研究所(NIED)によって設立された防災科学技術情報基盤(DRH)の発展に貢献する。

(5)EWS(独立行政法人防災科学技術研究所)グループ

研究題目: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の試験的な提案

①研究者グループリーダー名:臼田裕一郎(独立行政法人防災科学研究所・主任研究員)

②研究項目

5.1 マレーシアの関係政府機関における最近の降雨関連自然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早期警戒システムを試行的に設置および運用する。

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の試行版を提案する。

以上