

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)
研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

クロアチア土砂・洪水災害軽減基本計画構築（2009年3月－2014年3月）

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：丸井 英明（新潟大学 災害・復興科学研究所 所長）
2. 2. 相手側研究代表者：Nevenka Ozanic（リエカ大学 Vice Rector）

3. 研究概要

本研究課題は、クロアチアの開発地域・社会的価値の高い地域を対象として、土砂・洪水災害を軽減するための土地利用基本計画ガイドラインを策定し、同国の発展の鍵となる持続可能な国土開発に貢献することを目的としている。クロアチアは、アドリア海に面した断層・褶曲地帯にあり、複雑な地形・地質構造を有し、地震も多い。特に石灰岩、砂岩・頁岩互層（フリッシュ）、泥灰岩（マール）地域で、土砂災害・局所的洪水災害（フラッシュ・フラッド）が多発している。防災分野で世界をリードする日本の科学技術を伝達し、日本とクロアチア両国の研究者が総合的・学際的研究を実施することにより、信頼し得る危険度評価法を確立することができる。そのため、本プロジェクトでは、特に開発地域・社会的価値の高い地域を対象として、地盤構造・水文特性の科学的解明に立脚した信頼しうる危険度評価方法を確立するとともに、土砂・洪水災害統合ハザードマップを作成する。また、本プロジェクトの成果を国土利用基本計画に適用することにより、災害軽減に貢献することを目指す。

4. 評価結果

総合評価（A＋：所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる）

クロアチアは複雑な地質構造をもち、かつ地震発生域でもあることから、地すべり災害が発生しやすい環境にあり、降雨を誘因とした地すべり災害も報告されている。本プロジェクトでは、地すべり及び洪水に関するハザードマップ作成技術の研究開発を進め、土地利用の現況に対応したリスク評価を行いつつ、土砂・洪水災害を軽減するための土地利用基本計画ガイドラインを作成することを目的としている。地すべりに関しては、階層構造分析法(AHP法)を用いたハザードマップを作成し、さらに土地利用を考慮したリスクマップも作成した。我が国においてこうした取り組みは研究段階にあるにもかかわらず、クロアチアにおいて一定の成果を得たことは、同国の地すべり防災に与える科学的・技術的インパクトは高いと評価できる。洪水に関しては、当初目指した独自の研究の成果がハザード

評価に十分には反映されないという結果となったものの、既存の技術に基づいたハザード評価と土地利用を考慮したリスクマップを作成した。これらを合わせて、クロアチアの防災施策の科学的根拠となり得るような土砂・洪水災害軽減に供する土地利用基本計画ガイドラインの作成という目標を達成している。また、ワークショップなどを利用したバルカン諸国の研究者との積極的交流により、上位目標として掲げている研究成果・土地利用基本計画ガイドラインのバルカン諸国等への展開・適用性拡大も展望できる状況にある。特筆すべきは、地すべり危険度の高い地域に展開したモニタリングのデータから地すべり予兆を検出し、その情報をカウンターパート及び地元行政機関と共有して、警戒につながったことから、地すべり早期警戒システムとして運用される見通しとなったことは、具体的な社会実装例として高く評価できる。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

地すべり及び洪水による災害は世界の多くの国々で発生していることから、地球規模の自然災害防止・軽減に向けた取り組みが求められる。本プロジェクトではバルカン諸国に特有な複雑な地質・地形に応じた地すべり、斜面崩壊、土石流等の発生メカニズムを考慮したハザードマップが作成され、土地利用にかかわるガイドライン作成マニュアルの公表にまで至っている。これらは土地利用の評価や計画への反映といった社会的視点からも極めて重要であり、土砂災害の軽減にむけての重要なステップとして科学的・技術的インパクトは高い。

【国際社会における認知、活用の見通し】

本プロジェクトが主導した国際ワークショップが4回開催され、バルカン諸国の研究者との情報共有がなされたほか、平成25年度に実施された斜面災害に関する国際的な組織である国際斜面災害研究機構（ICL）の京都会議においても本プロジェクトの成果が紹介された。また、土地利用の現状に照らした災害リスク評価に関するガイドライン作成のためのマニュアルは英文で作成されており、ICLを通して国際社会において認知、活用されることは確実と思われる。なお、伸縮計などの地すべり観測機器は現在も稼働中であり、バルカン諸国、EU各国の研究者・技術者が観測業務技術を習得するモデルサイトになることが期待される。

【他国、他地域への波及】

本プロジェクトで作成された土地利用を考慮した地すべりの先進的リスクマップ作成技法は、同様の地形・地質条件をもつバルカン諸国に波及すると思われ、さらにヨーロッパ及びその他の地域にも波及することが期待される。ただしその際、防災という分野にこだわらず、土地利用計画等の分野の研究者や行政関係者に広く伝わるような活動が重要となる。また、本プロジェクトを契機に、ハード・ソフトの両面において系統だった早期警戒

システムについても波及することが望まれる。

【国内外の類似研究と比較したレベル】

我が国では地すべり地形分布図（インベントリーマップ）は全国で整備されている。東北地方の一部の地域においては、AHP法を用いた地すべり地形の危険度評価（ハザードマップの作成）が実施されている。しかし、ハザードマップに土地利用データを加味したリスクマップの作成にまで至っているとは言い難く、この意味で本プロジェクトの研究成果は独創性が高く、類似研究と比較したレベルは高いといえる。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

クロアチアは斜面災害が発生しやすい地質・地形条件を有していることから、災害防止・軽減という課題の解決には高度な研究が必要とされる。モデルケースに選んだ地域において優れた土砂災害ハザードマップを作成するとともに、ハザードマップと土地利用に関するガイドライン作成のためのマニュアルの完成にまで至ったことは、相手国のニーズの充足に与えるインパクトは極めて高いといえる。また、ザグレブ市コスタニェクで地すべりの予兆を検出し、注意喚起を促したことのインパクトは大きい。

【課題解決、社会実装の見通し】

ハザードマップ構築技術は、洪水解析がまだ不十分な段階にはあるものの、土砂災害については保全対象物も考慮に入れた現況の土地利用のリスク評価が行われており、土地利用計画へも計画の一部（災害リスク評価）として導入可能な形になっている。また、コスタニェク地すべり地でみられたように、実際の地すべり予兆を検出した際には地元防災行政への情報伝達も行われるなど、地域防災への貢献も期待できる。

【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

助教クラスの若手研究者が我が国で研修を受け、地すべり地形の判読技術ならびに危険度評価、リングせん断試験、洪水・土石流解析等の手法を習得しており、ワークショップ等において成果発表を積極的に行うなど、継続的発展を担う人材が育ってきている。一方、プロジェクトの中で地方自治体との情報共有の機会も増えてきたことから、中長期的に見れば、研究者による国や自治体の防災機関の地すべり防災業務への継続的支援も期待できる。機材の整備については、モニタリング面での強化など独自の発展も期待できる。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

本プロジェクトの成果で重要な点は、単に科学的知見を得ることだけでなくハザードマップ構築技術の考え方を示したことである。このような視点は、今後も様々な形で活かさ

れていくものと考えられる。その一つとして、地すべり・洪水災害のための土地利用ガイドラインの作成が挙げられる。しかし、本ガイドラインがより有効に活用されるためには本プロジェクト終了後も継続して研究がなされ、ガイドラインにマニュアル的な要素を追加するなど、より実用性のあるものに改良していくことが必要である。また、モニタリングに関する成果は自治体の政策等に反映される見込みもある。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

我が国では国の事業として組み込まれている部分の多い分野であるが、本プロジェクトで構築されたハザードマップは我が国でも活用できる技術である。とくに、土地利用ガイドラインに関しては、災害リスクの軽減の他にも様々な要素や視点があり、それらとの組み合わせは必要ではあるが、社会的リスクとして土地利用をも考慮する考え方が我が国においても導入されることが期待される。

【科学技術の発展】

地すべりの機構解析、災害リスクの評価技術については科学技術の発展にある程度の寄与は認められる。ただし、洪水流・土石流解析は我が国の高いレベルと比べると未だ不十分な段階にあり、プロジェクト終了後のさらなる研究が必要である。低価格の X バンドレーダーは新しい手法として注目されたものの、洪水災害にいかに関適用するかに関して現時点では顕著な成果となっていない。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

国外におけるプロジェクトを効率的に実施するために実績のある中堅・ベテラン研究者を中心にプロジェクトを構成したことから、相対的に若手研究者の育成という観点では不十分な結果となっている。ただし、本プロジェクトで設定した地すべり地域を取り上げつつ、国内における学部学生等の指導を行うことで若手人材の育成に努めている。

【知財の獲得や、国際標準化の推進、生物資源へのアクセスや、データの入手】

本プロジェクトで国際標準化を構想することは難しいかもしれないが、地すべり防災に関する国際標準を日本が中心となって推進している ICL において、本プロジェクトで作成した「ガイドライン」を何らかの形で国際標準と関係づけるなどの方策を検討することも必要である。

【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

地すべり・洪水災害のための土地利用ガイドラインが作成されたことは、クロアチアにおける防災計画立案に貢献する。現時点では、多数の論文が印刷に至ったとは言い難いものの、これまでに得られた観測データの解析結果などを取り上げた論文で、今後国際誌に

投稿されるものが増えると推測される。本プロジェクトで実施された国際会議では Proceedings が作成され、その中で成果が多数報告されている。

【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

地すべりの統合モニタリングシステムにおいては、インターネットを用いて我が国からもモニタリングすることが可能なシステムを構築したことは重要であり、地すべり予兆の早期検出につながった。人的ネットワークという観点からは、クロアチアの若手研究者が我が国で研修を受ける機会を提供したこと、及び若手研究者の博士論文執筆に貢献したことは適切であった。また、他のバルカン諸国も含めたワークショップ等を行うことにより、クロアチアのみならず周辺バルカン諸国をも含む研究者ネットワークが本プロジェクトを通してかなり強化されたといえる。さらに、ICL との密接な関係は国際的な技術的人的ネットワークの構築につながっている。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

本プロジェクトは3つのWG（WG1：地すべり，WG2：洪水，WG3：統合）で構成され、それぞれのWGの成果をまとめる形で、土砂・洪水災害軽減に供する土地利用基本計画ガイドラインの作成を目指していた。WG1はICLとの密接な連携により、土砂災害についての優れた研究体制となったが、WG2に関しては研究の進展が不十分で他機関との連携などを検討すべきであった。全体としては研究代表者を中心に適切なプロジェクト推進体制がとられ、相手国の研究者との連携を強化するなど、優れた推進体制が構築されていたといえる。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

代表者のリーダーシップは優れており、研究チームを適切に率いてきたといえる。外交上の問題がプロジェクト開始時に生じたものの、それによる遅れを迅速に取り戻した行動力は高く評価できる。また、洪水解析技術の遅れを回復できないままプロジェクト終了を迎えることになったものの、既存の技術を活用することでハザードマップの作成を優先し、土地利用ガイドラインにこぎつけた点は適切であるといえる。

【成果の活用に向けた活動】

プロジェクト開始当初は成果活用の方針が不十分であったものの、終盤にかけて急速に成果活動が進展している。例えば、ザグレブ大学鉱山学部とザグレブ市危機管理局との間に持続的協力を維持するための協定を終了時評価後に結ぶ予定であるとともに、終了セレモニーを実施しフォローアップを行うことになっている。このような活動により、本プロジェクトの成果が一層根付くものと期待される。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

ワークショップ等は活発に開催されており、マスメディア等にも発信されるなど、全体として活発な情報発信が行われてきた。本プロジェクトの知名度を高めるためにも、プロジェクト全体を俯瞰したレビュー論文等の執筆、ジャーナルの特別号の企画、国際会議での本課題を対象にした特別セッションの企画などが望まれる。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

特に問題点はなく、効率、効果の面でも適切であった。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

本プロジェクトと類似したプロジェクトがベトナムで進行中である。また、JSPS と JICA が連携した「科学技術研究員派遣事業」においてホンジュラスの首都圏を対象とした地すべり地形分布図が作成された（本年度終了案件）。こうした他プロジェクトの担当者との情報共有を進めることが、開発途上国における地すべり防災事業を効率化させるためにも重要である。

本プロジェクトで作成された土地利用基本計画ガイドラインは地すべりの誘因を降雨に求めたものである。今後、地震地すべりに注目したリスクマップを作成することも防災上重要と思われる。

当初計画していた洪水評価手法の高度化がやや遅れているため土地利用ガイドラインでは既存の手法に依拠している。今後、洪水評価手法の高度化を急ぎ、ガイドライン改訂版を作成していただきたい。

以上

JST成果目標シート

研究課題名	クロアチア土砂・洪水災害軽減基本計画構築
研究代表者名 (所属機関)	丸井英明 (新潟大学 教授)
研究期間	H20採択 (H20年10月1日からH26年3月31日)
相手国名/主要 相手国研究機関	クロアチア共和国/スプリット大学、リエカ大学、 ザグレブ大学

附随的成果

日本政府、社会、 産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 衛星画像(ALOS)の地すべり判読への適用 地すべり再現試験機の普及 土砂・洪水統合ハザードマップ 土地利用ガイドライン
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 地すべりハザードマップの高度化 地すべり、土石流シミュレーション手法の開発
知財獲得、国際 標準化推進、生物 資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 土砂・洪水災害軽減に資する土地利用基本計画ガイドラインの作成
世界で活躍できる 日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 学部学生等の現地指導
技術及び人的 ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> クロアチア研究者とのネットワークの継続展開 バルカン諸国研究者とのネットワークを構築
成果物(提言書、 論文、プログラム、 マニュアル、 データ等)	<ul style="list-style-type: none"> 地すべりハザードマップ及び土地利用ガイドライン作成マニュアル(危機管理局へ提言) 地すべり危険度評価マニュアル 地すべり再現試験機運用マニュアル 地すべり移動リアルタイムデータの取得

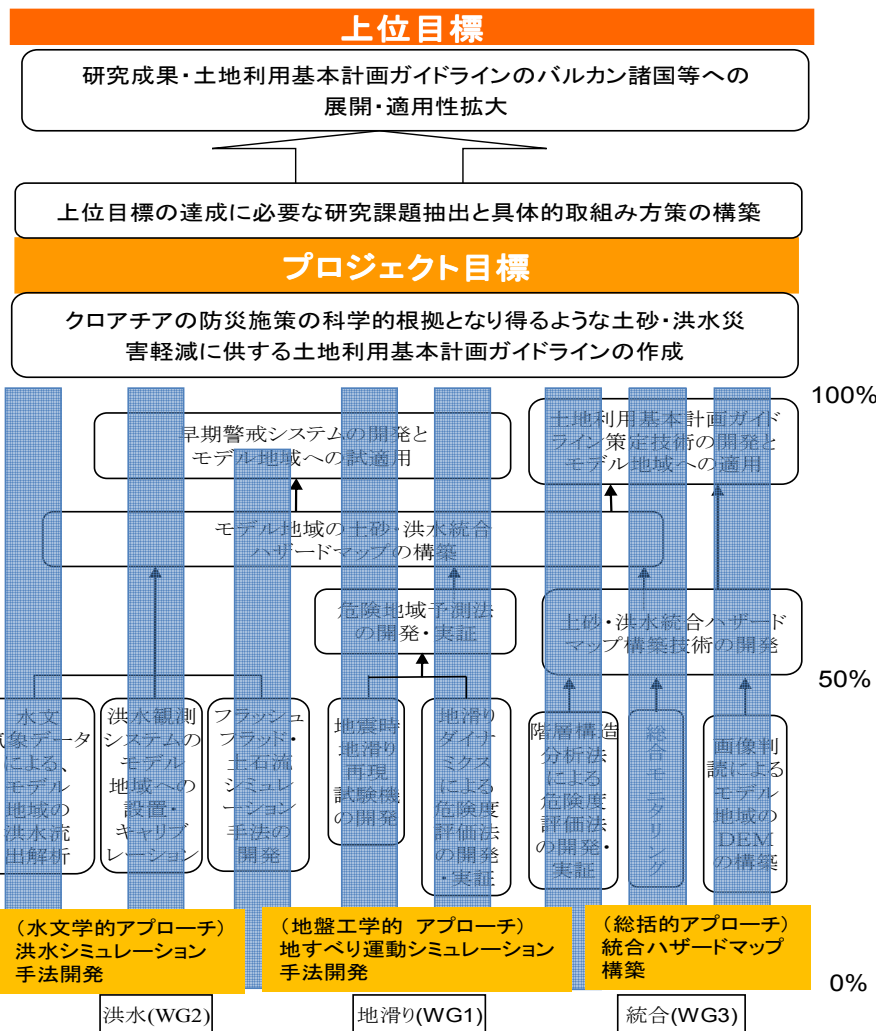


図1 成果目標シートと達成状況 (2014年3月現在)