

ホンジュラス国

ホンジュラス国
斜面災害検知装置に係る
基礎調査

業務完了報告書

2019年11月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社測商技研北陸

| |
|--------|
| 民連 |
| JR |
| 19-153 |

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

写真



写真 1 El Eden 地区空撮
(2019年9月2日)



写真 2 Nueva Santa Rosa 地区現地調査
(2019年5月22日)



写真 3 Nueva Santa Rosa 地区 亀裂の入った住宅
(2019年5月22日)



写真 4 UMGIR との協議
(2019年5月27日)



写真 5 NGO「GOAL」との協議
(2019年5月27日)



写真 6 Servicios Geotécnicos 社との協議
(2019年5月28日)



写真 7 GeoConsult 社との協議
(2019年5月29日)



写真 8 Nueva Santa Rosa 地区 住民聞き取り調査
(2019年5月29日)

写真



写真 9 技術協力プロジェクト BOSAI2 専門家協議
(2019年8月27日)



写真 10 GeoConsult 社との協議
(2019年8月29日)



写真 11 Campo Cielo 地区 現地調査
(2019年8月30日)



写真 12 El Eden 地区 現場調査
(2019年9月2日)



写真 13 公共インフラ省 INSEP との協議
(2019年9月3日)



写真 14 現地資材店への視察
(2019年9月3日)



写真 15 在ホンジュラス日本国大使への活動報告
(2019年9月4日)



写真 16 Cerro Grande 地区 現地調査
(2019年9月5日)

目 次

| | |
|--|-----------|
| 写 真..... | i |
| 目 次..... | iii |
| 図目次..... | iv |
| 表目次..... | v |
| 略語表..... | vi |
| 要約..... | vii |
| はじめに..... | xvii |
| 第 1 章 対象国・地域の開発課題..... | 1 |
| 1-1 テグシガルパ首都圏における斜面災害対策..... | 1 |
| 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等..... | 3 |
| 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針..... | 6 |
| 1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析..... | 7 |
| 第 2 章 提案法人、製品・技術..... | 11 |
| 2-1 提案法人の概要..... | 11 |
| 2-2 提案製品・技術の概要..... | 13 |
| 2-3 提案製品・技術の現地適合性..... | 16 |
| 2-4 開発課題解決貢献可能性..... | 17 |
| 第 3 章 ビジネス展開計画..... | 18 |
| 3-1 ビジネス展開計画概要..... | 18 |
| 3-2 市場分析..... | 22 |
| 3-3 バリューチェーン..... | 23 |
| 3-4 進出形態とパートナー候補..... | 24 |
| 3-5 収支計画..... | 25 |
| 3-6 想定される課題・リスクと対応策..... | 26 |
| 3-7 期待される開発効果..... | 27 |
| 3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献..... | 28 |
| 第 4 章 ODA 事業との連携可能性..... | 30 |
| 4-1 連携が想定される ODA 事業..... | 30 |
| 4-2 連携により期待される効果..... | 33 |
| 【引用文献】..... | 36 |

【附属資料】

企業機密情報につき非公表

図目次

| | |
|---|-------|
| 図 i : 調査対象国位置図 | xviii |
| 図 1 : 首都圏災害種ごとの発生件数の比率 | 1 |
| 図 2 : 地方からの移住者の分布 | 2 |
| 図 3 : (株) 測商技研北陸の斜面災害の動態観測イメージ図 | 11 |
| 図 4 : El Eden 地区 (地すべり地) における検知器・警報器の導入計画の例 | 13 |
| 図 5 : 第 5 回地質調査技術講習会での講演 | 28 |
| 図 6 : しんきんビジネスフェアの状況 | 28 |
| 図 7 : 斜面災害の地質調査状況 | 31 |
| 図 8 : 対策工完成イメージの例 | 32 |

表目次

| | |
|--|-------|
| 表 i : ホンジュラスにおける斜面災害対策関連 ODA 事業 | viii |
| 表 ii : 第 1 回現地調査工程表 | xviii |
| 表 iii : 第 2 回現地調査工程表 | xix |
| 表 iv : JICA 調査団員構成 | xix |
| 表 1 : 首都圏における主な斜面災害の被害状況 (1980-2015) | 1 |
| 表 2 : 防災に関連する開発目標 | 3 |
| 表 3 : 防災に関する戦略軸 | 4 |
| 表 4 : 開発課題に関連する協力プログラム | 6 |
| 表 5 : 開発課題に関連する協力プログラム | 6 |
| 表 6 : ホンジュラスにおける斜面災害対策関連 ODA 事業 | 7 |
| 表 7 : 斜面災害における検知器・警報器に係る関連製品の近年の販売実績 | 12 |
| 表 8 : 提案する検知器・警報器の特長 | 14 |

略語表

| 略語 | 和文 | 西語、英語 |
|---------|---------------------|---|
| AMDC | 首都都庁 | Alcaldía Municipal del Distrito Centra |
| BCIE | 中央アメリカ経済統合 | Banco Centroamericano de Integración Económica |
| C/P | カウンターパート | Counterpart |
| CODEL | 地区防災委員会 | Comité de Emergencia Local |
| CODEM | 防災委員会 | Comité de Emergencia Municipal |
| COPECO | 国家災害対策委員会 | Comité Permanente de Contingencias |
| ENCC | 気候変動国家戦略 | Estrategia Nacional de Cambio Climático |
| GER | リスク評価管理部 | Gerencia de Evaluación de Riesgo |
| GIS | 地理情報システム | Geographical Information System |
| IDB | 米州開発銀行 | Inter-American Development Bank |
| INSEP | インフラ・公共サービス省公共事業事務局 | Secretaría de Infraestructura y Servicios Públicos |
| INVESTH | インフラ・公共サービス省戦略投資局 | Inversión Estratégica de Honduras |
| JICA | 独立行政法人国際協力機構 | Japan International Cooperation Agency |
| KfW | ドイツ復興金融公庫 | Kreditanstalt für Wiederaufbau |
| NGO | 非政府組織 | Non Governmental Organization |
| ODA | 政府開発援助 | Official Development assistance |
| PEGIRH | 国家総合リスク管理政策 | Integrated Risk Management Policy in Honduras |
| PHC | プライマリーヘルスケア | Primary Health Care |
| PNA | 気候変動への国家適応計画 | Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático |
| PNGIRH | 国家総合リスク管理計画 | Plan Nacional para la Gestión Integral del Riesgo en Honduras |
| RTN | 国税登録番号 | Registro Tributario Nacional Numérico |
| SAR | 収入管理省 | Servicio de Administracion de Rentas |
| SEFIN | 財務省 | Secretaria de finanzas |
| SDGs | 持続可能な開発目標 | Sustainable Development Goals |
| SIMRET | 首都圏リスク情報統合システム | Sistema de Información Municipal sobre Riesgos y Estudios Territoriales |
| SINAGER | 災害管理国家システム法 | Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo |
| UGA | 環境管理ユニット | Unidad de Gestión Ambiental |
| UMGIR | 総合災害対策ユニット | Unidad Municipal de Gestión Integral de Riesgo |
| UMPEG | 計画評価ユニット | Unidad de Planeamiento y Evaluación de la Gestion |
| UNAH | ホンジュラス国立自治大学 | Universidad Nacional Autónoma de Honduras |
| UNDP | 国連開発計画 | United Nations Development Programme |
| USAID | アメリカ合衆国国際開発庁 | United States Agency for International Development |
| WB | 世界銀行 | World Bank |

要約

第1章

1-1 テグシガルパ首都圏における斜面災害対策

約 115 万人の暮らすテグシガルパ首都圏では傾斜地での都市開発の影響から、地すべり等の斜面災害が頻発し、都市生活に被害を及ぼしている。国連国際防災戦略事務局の災害データベース「DESINVENTAR」によると、1966 年から 2015 年まで首都圏では斜面災害が 245 回発生し約 4,000 人が被害を受けており、損失額は 1 億 2,000 万 USD に達している。

首都圏に最も大きい被害をもたらしたのは、1998 年 10 月にホンジュラスへ上陸したハリケーン・ミッチを誘因として生じた斜面災害である。ハリケーン・ミッチによる死者は 1,000 人以上であり、人口の 97%以上が被災した。他にも、雨季を中心に発生するハリケーンや熱帯性低気圧が誘因となり、斜面災害は頻発しており、都市生活に多大な被害を及ぼしている（熱帯低気圧 16 号（2008）：被害規模数千人、熱帯低気圧アガサ（2010）：死者 100 人以上）。

以上のことから、テグシガルパ首都圏における開発課題は、斜面災害対策であるといえる。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1998 年のハリケーン・ミッチ以降、災害リスクの予防のための能力開発と災害対応を行う法的枠組み「災害管理国家システム SINAGER」、自然災害に対するリスク管理政策の目標を設定した「国家総合リスク管理政策 PEGIRH」が制定されるなど、国家として災害リスクの軽減を進めている。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国における対ホンジュラス国別援助方針では、「同国の安定の確保、及び経済発展を後押しすることは、伝統的に友好的な二国間関係の強化に加えて、地域統合を通じた中米全体の安定と繁栄の観点からも意義がある」とされている。対ホンジュラス援助の基本方針に基づき、我が国は対ホンジュラス援助の重点分野として、「地方開発」と「防災対策」を掲げている。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

1998 年に同国を襲ったハリケーン・ミッチ以降、ホンジュラスの斜面災害リスクの予防・軽減に寄与すべく、JICA ではこれまでに様々な防災対策に関連した ODA 事業を実施してきた。

また、ホンジュラスにおいて防災分野で協力事業を展開している日本以外の主要な援助機関には、米州開発銀行 IDB、世界銀行 WB、アメリカ合衆国国際開発庁 USAID、ドイツ復興金融公庫 KfW、NGO「GOAL GLOBAL」がある。

表 i: ホンジュラスにおける斜面災害対策関連 ODA 事業

| 実施期間 | 手法 | プロジェクト名 |
|-----------|------------|--------------------------|
| 2001～2002 | 技術協力プロジェクト | 首都圏洪水・地滑り対策計画調査 |
| 2007～2012 | 技術協力プロジェクト | 中米広域防災能力向上プロジェクト |
| 2011～2013 | シニアボランティア | 地質工学 |
| 2011～2014 | 専門家派遣 | 首都圏における地滑りに焦点を当てた災害地質学研究 |
| 2011～2015 | 無償資金協力 | 首都圏地滑り防止計画 |
| 2015～2016 | 専門家派遣 | 首都圏における地すべり対策能力強化支援 |
| 2015～2020 | 技術協力プロジェクト | 中米広域防災能力向上プロジェクト フェーズ 2 |
| 2018～2020 | 無償資金協力 | 国道 6 号線地すべり防止計画 |
| 2019～2021 | 技術協力プロジェクト | 首都圏斜面災害対策管理プロジェクト |

第 2 章

2-1 提案法人の概要

(株) 測商技研北陸は、斜面災害の計測や監視・観測の機器、警報器、Web カメラ等の販売・レンタル・設置等を主業務とする。(株) 測商技研北陸の事業における斜面災害の動態観測では、変位が顕著に表れる部分において検知器を設置し、移動量の警戒値を超過した場合に、警報器を作動させて住民避難の支援を行う。

(株) 測商技研北陸の経営戦略において、海外事業展開は成長戦略の大きな柱の一つと位置づけている。また同社の技術を用いて住民の生命・財産を守り、地域発展に貢献できることは、同社の根本的な創立理念に合致している。現在、海外事業の売上はないが、本基礎調査終了後、3年以内に同国で受注実績を築き、10年後には売上を2億円まで引上げることを目標とする。

2-2 提案製品・技術の概要

(株) 測商技研北陸の提案製品・技術は、斜面災害の「検知器・警報器のカスタマイズシステム」である。仕様が異なる複数メーカーの機器（検知器、警報器、通信装置）を、(株) 測商技研北陸のソフトウェアを通じて統合し現場ごとに検知器・警報器のカスタマイズシステムを開発する。単一メーカーでは不必要な仕様・装備から割高になるが、同社システムでは常に最適な機器・構成・規模・言語を選定することができ、設置環境や予算など顧客の細かなニーズに対応した早期警戒・避難体制の構築が可能となる。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

企業機密情報につき非公表

2-4 開発課題解決貢献可能性

提案製品・技術は、同国の開発課題である「テグシガルパ首都圏における斜面災害対策」に直接寄与するものと捉えることができる。

JICA や各ドナーではこれまでに様々な ODA 事業を実施してきたが、斜面災害の危険個所の構造物対策には、一般的に巨額の予算と高度な技術が必要となり、これらが開発課題の解決に対し大きな障害要因となっている。(株) 測商技研北陸が導入を予定している斜面災害の検知器・警報

器は、構造物対策と比較して極めて安価であり、導入に際しては特殊な訓練や高度な技術は必要ないため、現地への適用が短時間かつ容易である。そのため導入しやすく、斜面災害リスク軽減に持続可能なかたちで寄与することから、開発課題の解決への貢献の可能性は極めて高いと判断する。

第3章

3-1 市場分析

企業機密情報につき非公表

3-2 バリューチェーン

企業機密情報につき非公表

3-3 進出形態とパートナー候補

企業機密情報につき非公表

3-4 収支計画

企業機密情報につき非公表

3-5 想定される課題・リスクと対応策

企業機密情報につき非公表

3-6 期待される開発効果

(株)測商技研北陸が提案する斜面災害の検知器・警報器は、「テグシガルパ首都圏における斜面災害対策」に以下の点から大きく寄与する。

- ・ 斜面災害の早期警戒・避難は、比較的安価な予算で幅広く実施可能であるため、リスク予防・軽減に対する効果的な対策として実現性が高い。
- ・ テグシガルパ首都圏には、斜面災害の高リスク地区が17地区、さらに1500あまりの潜在的な地すべり地形が存在しており、これら周辺に居住する住民の生命・財産を守ることができる。
- ・ 千人単位の犠牲者を出してきた斜面災害による被害を事前に回避することでホンジュラスでの高い社会的・経済的インパクトを期待できる。
- ・ 「斜面災害を事前に検知し、避難して自らの命を守る」という「自助」の促進に繋げることが可能となる。「自助」は、斜面災害以外にも洪水や山火事といった自然災害対策にも応用可能である。
- ・ (株)測商技研北陸がビジネス展開を行えば、ホンジュラス国民に対する技術向上の機会の提供、労働機会の提供といった貢献が期待される。職業人材の育成という観点からも、事業のビジネス展開は非常に有意義である。
- ・ 公的機関では、災害の事後対策に費やされてきた予算を他事業に利用することが可能となり、経済的な自立発展に大きく貢献できる。

3-7 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

ホンジュラスをはじめ中南米域に（株）測商技研北陸の販売事業領域を拡大させて海外担当要員の増加を実現することで、毎年、地元からの採用を推進し、若手技術者の就職率増加を図る。さらに（株）測商技研北陸が共同研究を実施している大学の学生に対して、途上国における当該分野の高い需要と将来性を伝え、当該分野への若者の就職を促進させたい。

また、（株）測商技研北陸で使用する資機材は、地元の金沢マテリアル(株)や(有)北平鉄工等が製造する部材を加工したものである。中南米域への事業拡大に伴い県内企業への発注を増加させて地元企業の売上増加・雇用創出に寄与できる。また、（株）測商技研北陸が海外展開を進め、宣伝・広報していくことで、斜面災害対策分野における北陸地方のプレゼンスを高め、地域活性化に繋がられる。

第4章

4-1 連携が想定される ODA 事業

現在、ホンジュラスでは斜面災害の防災に関連する以下の ODA 事業が実施されており、（株）測商技研北陸の検知器・警報器との連携が想定される。

- (1) 技術協力プロジェクト「中米広域防災能力向上プロジェクト2」
- (2) 技術協力プロジェクト「首都圏斜面災害対策管理プロジェクト」
- (3) 無償資金協力「国道6号線地すべり防止計画」

4-2 連携により期待される効果

- (1) 技術協力プロジェクト「中米広域防災能力向上プロジェクト2」

当該案件では、テグシガルパ首都圏において地すべり活動の定期的なモニタリングを実施する予定であり、（株）測商技研北陸が推奨するレーザ距離計を使用することが簡便かつ安価であり、また地元住民を活用して計測が可能である。モニタリングにより地すべりの活動が見られた場合、地域住民の早期警戒・避難を実施する。また当該案件では、斜面災害に対する簡易な警報器（手動のサイレン）を導入する予定である。（株）測商技研北陸は2020年から普及・実証・ビジネス化事業の実施を計画しており、同地域をパイロット地域として新規で自動警報器を導入することで、住民に対して漏れなく危険情報の伝達ができる体制とすることができる。

- (2) 技術協力プロジェクト「首都圏斜面災害対策管理プロジェクト」

当該案件では、既往の斜面災害ハザードマップを更新し、同地域において人口分布やインフラ構造物の配置状況からリスクマップを作成する。（株）測商技研北陸は、リスクマップ等で特定された高リスク地域において、適切な検知器・警報器システムを選定・導入することで、斜面災害の早期警戒・避難のため体制づくりを支援することができる。すなわち当該案件でのリスクマップを活用したうえで、早期警戒・避難体制の構築というソフト対策を提案することができる。

- (3) 無償資金協力「国道6号線地すべり防止計画」

当該案件では、国道6号線沿いで斜面災害のリスクが高い3箇所において、対策工事（構造物対策）が施工されている。（株）測商技研北陸では、工事中の安全管理や、工事後の対策効果判定において、斜面災害の検知器・警報器を導入することが可能である。工事中の安全管理について

は、日常的なモニタリングや監視が必要不可欠となっているため、雨量計や地表変位計、レーザ距離計など変状やその前兆を検知できる機器、また災害発生を早急に知らせる警報器を提案・導入することができる。工事後の対策効果判定については、斜面災害活動の沈静化を確認する目的で検知器を導入し、工事完了後の数年間にその安定性を評価することで当該案件での対策効果を判定することが可能である。

ホンジュラス国 斜面災害検知装置に係る基礎調査

株式会社測高技研北陸(石川県金沢市)



ホンジュラス共和国 斜面災害分野における開発 ニーズ(課題)

- ▶ 斜面災害のリスクが高く、危険個所が多数存在している。
- ▶ 行政とコミュニティによる早期計画・避難体制の構築の必要性が高い。

提案製品・技術

- ▶ 斜面災害の「検知器・警報器のカスタマイズシステム」
- ▶ 現場ごとにコストを考慮して必要な技術や設置方法を選定し、複数の機器を一元管理することで、オンデマンドの検知・警報体制を構築する。

本事業の内容

- 契約期間: 2019年4月~2019年12月
- 対象国・地域: ホンジュラス共和国テグシガルパ首都圏
- カウンターパートナー機関: 首都都庁AMDC
- 案件概要: 斜面災害のリスクが極めて高いホンジュラス共和国において、提案製品である「斜面災害の検知器・警報器のカスタマイズシステム」の海外事業のビジネス展開を推し進めるため、現地での課題や需要、顧客、販売ルート、リスク等を確認する。

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ▶ 基礎調査、普及・実証事業の後、現地パートナー企業と連携し、現地法人・販売代理店を設立する。
- ▶ 現地研修、本邦研修により、各現場において最適なシステムをカスタマイズできる現地技術系スタッフの養成する。
- ▶ 住民やインフラを管理・管轄する公的機関・防災組織をターゲットとする。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ▶ 住民の生命・財産の確保する。
- ▶ 住民による「自助」が促進されることによる地域の発展に寄与する。
- ▶ 災害対策予算の効率的な使用に寄与する。

案件概要表



簡易伸縮計
GSL-050

CMT - RXG

現場ごとにコストを配慮して必要な技術や設置方法を選定する。
主に①地表面観測機器と②警報器等

Survey for Monitoring Device of Slope Disasters in Honduras

Sokusho Giken Hokuriku Co.,Ltd. (Kanazawa, Ishikawa Pref)



Development Issues Concerned in Slope Disaster Sector

- High vulnerability to slope disaster risk.
- Necessity for establishing early warning system and evacuation system conducted by government and community.

Products/Technologies of the Company

- Detector/alarm device system on slope Disaster customized to suit the various situations of slopes.
- Select an appropriate products and installation method by calculating the cost for each case to build on-demande detecting and warning system.

Survey Outline

- Survey Duration: April, 2019 ~ December, 2019
- Country/Area: Tegucigalpa, Central District, Honduras
- Name of Counterpart: Alcaldía Municipal del Distrito Central
- Survey Overview: Survey will be conducted in order to understand the needs, sales routes of the Detecting and Warning system and risk of overseas business in Honduras, where the slope disaster risks are high.



GSL-050

CMT - RXG

Appropriate products and installation method will be selected by calculating the cost for each case.



How to Approach to the Development Issues

- After the Survey and technical diffusion, establish the Local Corporation and Agency under the cooperation with local partner companies.
- Train by Japanese technicians to local technicians who provide appropriate services in each cases.
- Define the agencies and organizations on Disaster Management as Target market.

Expected Impact in the Country

- Secure life and property of residents.
- Urge self-helping by residents and community development.
- Effective use of budget on Disaster management.

Estudio para el Dispositivo de Monitoreo de Desastres en Taludes en Honduras

Sokusho Giken Hokuriku Co.,Ltd. (Kanazawa, Ishikawa)



Problemas de Desarrollo Relacionados al Sector de Desastre en Taludes

- Alta vulnerabilidad a riesgo de desastres en talud.
- Necesidad de establecer un Sistema de alerta temprana y de evacuación llevado a cabo por el gobierno y comunidad.

Perfil del Estudio

- Duración del Estudio: Abril, 2019 ~ Diciembre, 2019
- País/Área: Distrito Central, Francisco Morazán, Honduras
- Nombre de la Contraparte: Alcaldía Municipal del Distrito Central
- Resumen del Estudio: Se realizará el estudio con el fin de entender las necesidades, rutas de venta en sistemas de Detección y Alerta y el riesgo de negocios en el extranjero en Honduras, donde los riesgos de desastre en taludes son altos.

Productos/Tecnologías de la Compañía

- Sistema de dispositivos de detector/alarma en Desastres de Ladera personalizados que se adapta a distintas situaciones en taludes.
- Seleccionar productos y métodos de instalación apropiados calculando el costo de cada caso a construir sistemas de detección y alarma bajo demanda.



GSL-050



CMT - RXG

Productos y método de instalación apropiados serán seleccionados por medio del cálculo del costo para cada caso.

Como abordar los problemas de desarrollo

- Después del Estudio y la difusión técnica, establecer la Corporación y Agencia Local bajo la cooperación con empresas asociadas locales.
- Formación por parte de técnicos Japoneses a técnicos locales que prestan servicios adecuados de acuerdo a cada caso.
- Definir las agencias y organizaciones en Gestión de Desastres como Mercado objetivo.

Impacto Esperado en el País

- Asegurar la vida y bienes de los residentes.
- Instar a los residentes a que se ayuda así mismos y al desarrollo de comunidad.
- Uso eficaz del presupuesto para la Gestión de Desastres.

はじめに

1. 調査名

和文：ホンジュラス国 斜面災害検知装置に係る基礎調査

英文：Small and Medium-Size Enterprise (SME) Partnership Promotion Survey for Monitoring Device of Slope Disasters in Honduras

2. 調査の背景

近年、ホンジュラス共和国（以下、ホンジュラス）では山麓部や斜面部での都市開発の影響から、特に雨季のハリケーンや熱帯低気圧等が誘因となり、地すべりや斜面崩壊などの斜面災害が頻発し、都市生活に多大な被害を及ぼしている。ホンジュラス政府は災害リスクの予防・軽減のための能力開発と災害対応・復旧・復興を行う法的枠組み「災害管理国家システム」、自然災害に対する短・中・長期的なリスク管理政策の目標を設定した「国家総合リスク管理政策」を制定し、国家として自然災害のリスク軽減を重要視している。

一方、我が国の対ホンジュラス国別開発協力方針における援助の基本方針は、地方活性化施策を中核とした持続的な社会経済開発への支援である。特に地方の貧困削減や脆弱な産業構造の改善に向けた経済的・社会的格差の緩和と自然災害に頻繁に見舞われるホンジュラスの防災に重点をおいて支援を行うこととし、重点分野の一つに防災対策を掲げている。ホンジュラスは国土の8割が山岳地帯であり、また近年気候変動の影響が疑われる自然災害が頻発していることから、特に防災・災害対策の体制づくりを支援することとしている。

斜面災害の計測や監視・観測の機器、警報器、Web カメラ等の販売・レンタル・設置等を主業務としてきた受注者は、ホンジュラスにおいて「斜面災害を事前に検知し、避難して自らの命を守る」という「自助」の概念の浸透が不足していると分析している。テグシガルパ首都圏には約120万人が居住しているが、近年は地方からの移住者も増加し、貧困層の居住地が傾斜地に拡大していることから、受注者が提案する斜面災害の「検知器・警報器のカスタマイズシステム」が導入されることによって斜面災害による被害を事前に回避し、地域住民、特に貧困層の生命が守られることが期待される。

3. 調査の目的

提案製品・技術の導入による開発課題解決の可能性及びビジネスの検討に必要な基礎情報の収集を通じて、ビジネス展開計画が検討される。

4. 調査対象国・地域

ホンジュラス共和国テグシガルパ首都圏



図 i : 調査対象国位置図

(出典 : JICA 調査団作成)

5. 契約期間、調査工程

2019年4月24日～2019年12月27日

【第1回現地調査：2019年5月16日～2019年6月2日（18日間）】

表 ii : 第1回現地調査工程表

| 年月日 | | | 提案法人 | | 外部人材 | |
|-----|-----------|---|--|-------|-----------------------------|--------|
| | | | 塚田 敏文 | 西方 瑞貴 | 鶴澤 光佑 | 桑野 健 |
| 1 | 2019/5/16 | 木 | | | レンタカー・通訳契約 | AMDC訪問 |
| 2 | 2019/5/17 | 金 | | | 他ドナーの先行事例分析 | |
| 3 | 2019/5/18 | 土 | | | 翌週以降への資料整理 | |
| 4 | 2019/5/19 | 日 | UA006 Narita -> Houston | | 翌週以降への資料整理 | |
| 5 | 2019/5/20 | 月 | UA1540 Houston -> Tegucigalpa | | ODA事業の先行事例分析 | |
| | | | JICA事務所協議 | | | |
| | | | JICA安全講習会 | | | |
| 6 | 2019/5/21 | 火 | 市役所AMDC（総合災害対策ユニットUMGIR）協議 | | | |
| 7 | 2019/5/22 | 水 | 災害現場調査：Canaan, Nueva Santa Rosa | | | |
| | | | 市役所AMDC（総合災害対策ユニットUMGIR）協議 | | | |
| 8 | 2019/5/23 | 木 | 災害現場調査：El Eden, El Bambu, Altos de la Cabaña | | | |
| 9 | 2019/5/24 | 金 | 災害現場調査：Campo Cielo, José Ángel Ulloa | | | |
| | | | 市役所 AMDC(防災委員会CODEM)協議 | | | |
| 10 | 2019/5/25 | 土 | ホンジュラスでの検知器・警報器モデル作成 | | | |
| 11 | 2019/5/26 | 日 | | | | |
| | | | 市役所AMDC（総合災害対策ユニットUMGIR）協議 | | | |
| 12 | 2019/5/27 | 月 | 市役所AMDC（災害評価部GER）協議 | | | |
| | | | NGO GOAL 協議 | | | |
| | | | インフラ・公共サービス省公共事業事務局INSEP協議 | | | |
| 13 | 2019/5/28 | 火 | インフラ・公共サービス省戦略投資局INVESTH協議 | | | |
| | | | JICA事務所協議 | | | |
| | | | 民間地質調査会社(Grupo AS, Servicios Geotécnicos)協議 | | | |
| | | | 災害現場住民意識調査：Canaan, Nueva Santa Rosa | | | |
| 14 | 2019/5/29 | 水 | 国家災害対策委員会COPECO協議 | | | |
| | | | JICA技プロBOSAI2専門家協議 | | | |
| | | | 民間地質調査会社(Geo Consult)協議 | | | |
| | | | 災害現場住民意識調査：El Eden, El Bambu, Altos de la Cabaña | | | |
| 15 | 2019/5/30 | 木 | JICA事務所報告 | | | |
| | | | 日本大使館報告 | | | |
| 16 | 2019/5/31 | 金 | UA1541 12:30 Tegucigalpa -> Houston | | 国家緊急システム911協議 | |
| 17 | 2019/6/1 | 土 | UA006 Houston -> | | 資料の整理・分析 開発課題貢献可能性について検討 | |
| 18 | 2019/6/2 | 日 | -> Narita | | 資料の整理・次回渡航に係る団内協議 | |

【第2回現地調査：2019年8月25日~2019年9月8日（15日間）】

表 iii：第2回現地調査工程表

| 月日 | 提案法人 | | 外部人材 | |
|----|-----------|-------|---|------------------|
| | 塚田 敏文 | 西方 瑞貴 | 桑野 健 | |
| 1 | 2019/8/25 | 日 | UA006 Narita -> Houston | 翌週以降への資料整理 |
| 2 | 2019/8/26 | 月 | UA1540 Houston -> Tegucigalpa JICA事務所協議 | 翌週以降への資料整理 |
| 3 | 2019/8/27 | 火 | JICA技プロBOSAI2専門家 協議 | |
| 4 | 2019/8/28 | 水 | JICA無償国道6号線地すべり防止計画専門家 協議 備品・資機材調査(テグシガルバ市内) | JICA技プロ斜面災害 連携検討 |
| 5 | 2019/8/29 | 木 | 民間地質調査会社Geo Consult社 協議 | |
| 6 | 2019/8/30 | 金 | 災害現場調査: Campo Cielo | |
| 7 | 2019/8/31 | 土 | ホンジュラスでの検知器・警報器実施計画の検討 | |
| 8 | 2019/9/1 | 日 | | |
| 9 | 2019/9/2 | 月 | 災害現場調査: El Eden(JICA技プロBOSAI2専門家 協議) | |
| 10 | 2019/9/3 | 火 | 備品・資機材調査(テグシガルバ市内) INSEP協議 | |
| 11 | 2019/9/4 | 水 | JICA事務所報告 日本大使館報告 | |
| 12 | 2019/9/5 | 木 | 災害現場調査: El Eden(JICA技プロBOSAI2専門家 協議) 災害現場調査: Cerro Grande(地質調査会社Geo Consult現場) | 調査結果の分析 |
| 13 | 2019/9/6 | 金 | UA1541 12:30 Tegucigalpa -> Houston | 調査結果の分析 |
| 14 | 2019/9/7 | 土 | UA006 Houston -> | COPECO避難訓練参加 |
| 15 | 2019/9/8 | 日 | -> Narita | |

出典：JICA 調査団作成

6. JICA 調査団員構成

表 iv：JICA 調査団員構成

| 企業名 | 氏名 | 担当業務 | 業務内容 |
|---------------|-------|---------------|--|
| (株)測商技研 北陸 | 塚田 敏文 | 業務主任/現地適合性調査 | ・開発課題と本提案製品の適合性調査 ・機器設置候補者面の現状把握調査など |
| | 西方 瑞貴 | 市場調査・分析 | ・市場動向調査・分析・競合状況の調査 ・パートナー候補企業の活用可能性調査 |
| 国際航業(株) | 桑野 健 | 外部人材総括/開発課題調査 | ・斜面災害対策に係る開発課題調査支援 ・顧客及びパートナー企業との調整など |
| | 鵜澤 光佑 | 機器導入調査/業務調整 | ・機器導入・設置の手続・規制調査支援 ・業務調整、報告書作成支援など |

出典：JICA 調査団作成

第 1 章 対象国・地域の開発課題

1-1 テグシガルパ首都圏における斜面災害対策

ホンジュラスは国土の 8 割が山岳地であり、首都テグシガルパ首都圏は四方を山に囲まれた海拔 800~1000m 程度のテグシガルパ谷の中に位置する。人口約 120 万人の都市であり、全人口の約 14%が暮らしている。以下に、テグシガルパ首都圏における開発課題の状況、およびその背景について記載する。

(1) 開発課題の状況

テグシガルパ首都圏では山麓部や斜面部での都市開発の影響から地すべり等の斜面災害が、特に雨季（5~10月）に頻発し、都市生活に多大な被害を及ぼしている。首都圏で 1915 年から 2010 年までに記録された自然災害の発生件数のうち斜面災害は洪水（28%）に次いで 2 番目に多かった（25%）。

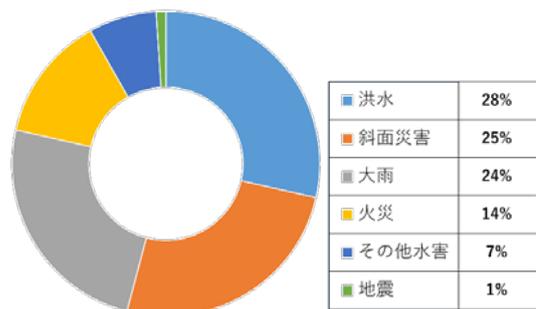


図 1：首都圏災害種ごとの発生件数の比率
(出典：IDB (2016))

国連国際防災戦略事務局 (UNISDR) が運営するオンライン災害データベース「DESINVENTAR」によると、1966 年から 2015

年まで首都圏では斜面災害が 245 回発生し、死者数は 75 人以上、また 4,000 人以上が被害を受けている。また、損失額は 1 億 2,000 万 US ドルに達している。以下に首都圏における主な斜面災害の被害状況を記した。

表 1：首都圏における主な斜面災害の被害状況（1980-2015）

| 日付 | 発生区域 | 死者数 | 被災家屋 | 損失額 (US ドル) |
|------------|----------------------------------|-----|------|-------------|
| 1988/2/12 | Villa Adela | 2 | | |
| 1989/9/11 | Colonia Villa Unión, etc. | 4 | 2 | |
| 1989/9/20 | Barrio el Reparto, etc. | 2 | 5 | 200,000 |
| 1989/9/29 | Colonias Los Girasoles, etc. | 22 | 75 | 200,000 |
| 1993/6/1 | Guanacaste, etc. | 2 | | |
| 1995/8/28 | Barrio El Edén, etc. | 9 | | |
| 2005/10/1 | Colonia Rivera de la Vega | 1 | 1 | |
| 2008/10/17 | Colonia Villa Nueva | 1 | 1 | 400,000 |
| 2008/10/20 | Colonia El Retiro | 5 | 1 | 200,000 |
| 2008/10/20 | Colonia Villa Nueva | 1 | 1 | 120,000 |
| 2010/7/12 | Colonia Rafael Leonardo Callejas | 1 | 1 | |
| 2012/5/18 | Aldea La Mololoa | 1 | 60 | |
| 2012/5/22 | | 1 | | |
| 2012/5/25 | | 1 | 198 | |
| 2012/6/2 | | 2 | 11 | |
| 2012/10/19 | Colonia Rafael Leonardo Callejas | 1 | | |
| 2012/10/21 | | 1 | | |
| 2015/10/10 | Colonia Mololoa | 22 | 36 | 3,400,400 |

出典：DESINVENTAR

首都圏に最も大きい被害をもたらしたのは、1998年10月にホンジュラスへ上陸したハリケーン・ミッチを誘因として生じた、El Berrinche 地区と El Reparto 地区での地すべりをはじめとする斜面災害である。ハリケーン・ミッチによる死者はフランシスコ・モラサン県だけで1,000人以上であり、同県人口の97%以上が被災した (United Nations 1999)。

他にも、雨季を中心に発生するハリケーンや熱帯性低気圧が誘因となり、斜面災害は頻発しており、都市生活に多大な被害を及ぼしている (熱帯低気圧 16 号 (2008) : 被害規模数千人、熱帯低気圧アガサ (2010) : 死者 100 人以上)。

以上のことから、テグシガルパ首都圏における開発課題は、斜面災害対策であるといえる。

(2) 開発課題の背景・原因

テグシガルパ首都圏における開発課題である斜面災害の原因は、地形地質などによる自然的要因と、地方からの人口流入による社会的要因に分類される。

① 自然的要因

首都圏の地形は、盆地を囲む丘陵地と孤立した丘が特徴的である。亀裂が発達した層状構造の凝灰岩と溶結凝灰岩が、岩石の強度により差別的に浸食して形成された台地を構成する。部分的に、劣化した溶岩流とこれらの風化により周囲に堆積した崖錘斜面が認められる。

さらに、首都圏の中央部では Cholteca 川の流域にあるため、盆地を横断する同河川とその支流の浸食作用による谷地形と段丘地形が顕著である。また、近年の火山活動によって形成された小規模な台地地形、火山円錐丘、および溶岩凹地がわずかに認められる。

以上のように地質の不連続面 (不整合など) に起因する崩壊性の高い地質、浸食に弱い土質、急斜面に囲まれた地形が素因、豪雨などが誘因となり、斜面災害が発生しやすい状況といえる。

② 社会的要因

近年、首都圏には毎年約 45,000 人が地方から移住しており、特に貧困層の移住者の居住地が傾斜地に拡大している。地方からの移住者の居住域の約 30% は斜面災害にさらされる危険のある地域に位置しており、そうした地域の多くは対策工などが実施されることがなく、斜面災害への脆弱性が極めて高い。他にも、管理すべき組織の能力・人員の不足、土地利用規制などの不足などにより、斜面災害対策が十分に進んでいるとは言い難い。



図 2 : 地方からの移住者の分布

(出典 : IDB (2016))

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

ホンジュラスには、斜面災害に特化した開発計画、政策、法令はないものの、気候変動国家戦略や環境法、土地計画法などに沿って各自治体のリスク地域での土地利用規制など条例が存在している。以下に、その概要を報告する。

(1) 当該開発課題に関連する開発計画

ホンジュラスの国家開発に関する政策・計画に関しては、上位の階層から順に、「国家ビジョン 2010-2038」、「国家計画 2010-2022」がある。より長期的な視点に立った国家政策が必要であるとの認識の下、2010年に策定された。同ビジョンは「貧困対策」、「雇用の創出」、「産業の近代化・効率化・競争力強化」や「環境に配慮した持続的な開発」など 22 の重点項目を掲げている。提案製品・技術に関連する分野である同国の防災に関しても 2010年の気候変動国家戦略（Estrategia Nacional de Cambio Climático：以下、ENCC）の策定以降、様々な施策が実施されている。当該開発分野に関連する国家戦略、政策、法令等の概略を示す。

① 気候変動国家戦略（Estrategia Nacional de Cambio Climático）

ホンジュラス政府は「国家計画 2010-2022」のセクター戦略計画である ENCC を 2010年1月に策定した。ENCCは「国家計画 2010-2022」と「国家ビジョン 2010-2038」に基づいて、気候変動による被害拡大の防止、および気候変動に対する国の脆弱性を軽減するための政策を計画・実施することを目的としている。気候変動の影響を最も受けている地域において、地球規模の気候変動によって引き起こされる課題に適切に対処するために、気候変動に関する政策枠組みを強化することが記載されている。

ENCCは、「水資源」や「食と農業」「生物多様性」等を含む気候変動に関する7つの重点分野、17の戦略目標を掲げている。当該開発課題に関連する戦略目標を表2に示す。

表 2：防災に関連する開発目標

| 重点分野 | 適応のための戦略的目標 |
|-------|--|
| リスク管理 | 気候変動の結果として、頻度や被害規模が増加している自然災害の発生に対するリスクおよび関連影響の軽減 |
| | 気候変動による影響に適応するため、抵抗性の観点から、構造物など適切な施設の設計、施工、および維持、管理 |
| | 気候変動の原因の結果生じる、一時的または恒久的な人の移動の防止、適切な市民の安全保障の確保および国家による統治能力の強化 |

出典：JICA 調査団作成

② 気候変動に関する大統領府評議会（Consejo Presidencial de Cambio Climático）

ホンジュラス政府は、気候変動による被害の予防を目的として、2017年に Clima+を設立している。Clima+は、ENCC に必要となる政策の立案、既存の法制度的な枠組みの更新、および気候変動対策を実施している組織間の調整を担っている。

③ 気候変動への国家適応計画（Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático）

2018年には、ENCCに基づいて、気候変動へ適応政策をより効率的に進めていくためにより具体的な戦略・施策を明記した気候変動への国家適応計画（Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático：以下、PNA）が発表された。

伝統的な知識・技術の教育、生態系へ配慮した開発などを原則としており、気候変動への影響を緩和し、適応するための戦略について記載されている。PNAは先に述べた国家ビジョンや国家計画、ENCCと関連して作成されており、5年ごとにその内容を更新する。

「農業と食糧安全保障」、「健康」、「社会経済開発」、「生物多様性と生態系」、そして「水資源」の5つの戦略軸からPNAは構成されている。それぞれの戦略軸には、気候変動への適応に向けた戦略目標が提示されている。以下に当該開発課題に関係する戦略目標を示す。

表 3：防災に関する戦略軸

| 戦略軸：社会経済開発 | |
|--|--|
| 戦略目標 1：災害リスク軽減のための領土の発注 | 条件 |
| 1.1 災害リスク地域での住宅等の建設を避ける | <ul style="list-style-type: none"> •災害リスク地域と居住可能地域の分類 •災害危険地域にある住宅の移転 |
| 1.2 都市化と人の居住地における災害リスク管理と気候変動への適応のメカニズムを強化する | <ul style="list-style-type: none"> •地域の自治体開発および地域計画に災害リスク管理の要素と気候変動への適応の要素を含める |
| 戦略目標 3:都市の災害に対する回復力の強化 | 条件 |
| 3.3 自然災害に対する脆弱性を軽減する | <ul style="list-style-type: none"> •斜面災害が起こりやすい地域や、降水量の多い地域での斜面の安定化 •激しい降雨時にも機能できる下水道網の拡大と排水路の強化 |

出典：JICA 調査団作成

（2） 当該開発課題に関連する法令等

① 災害管理国家システム（Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos）

ホンジュラスの防災対策に係る法制度等において最上位にあるのは、災害管理国家システム（Ley del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos：以下、SINAGER）である。SINAGERは2010年に制定された制度の名称で、目的は国家が人的ないし自然災害リスクの予防・軽減ができるための能力開発、そして災害によるダメージに対する対応・復旧・復興を行えるよう法的枠組みを設置することを記載している。また SINAGER に細目を記載した法規が、Reglamento de la ley del SINAGER である。

SINAGERは、ホンジュラス社会の全てのセクター（産学官民）を対象とし、これらの組織・機構・関係・方式・プロセスを通じて、国土の災害リスクの予防・軽減・管理をする具体的な行動を取ることで、ホンジュラスの住民、環境の持続可能な保全、および資産を守るシステムである。なお、斜面災害やそのほか具体的な災害種についての言及はない。

② 斜面災害の防災対策に関する法制度、政策・計画

既防災関連の法律としては、土地計画法（Ley de Ordenamiento Territorial）、環境法（Ley General de Ambiente）、気候変動法（Ley de Cambio Climático）、建築コード（Código de Construcción）、自治

体法（Ley de Municipalidades）、様々なセクターの法規制（インフラ、教育等）がある。以下に斜面災害について言及されている関連法規の概要について記す。

ア) 土地計画法

ホンジュラスではリスク地域の管理は自治体の責任であると土地計画法に定められている。中央政府は国家リスク管理委員会（Comisión Nacional de Gestión de Riesgos）およびリスク管理ユニット（Unidad de Gestión de Riesgos）を設置し、これらの組織は、脆弱性の軽減、リスク管理基準の作成、土地利用計画に対するリスク管理メカニズムの導入等の点において、自治体への支援を務めることが記載されている。

土地利用計画は、原則的に国、県、自治体レベルで作成する必要がある、リスク地域の特定は国および自治体の土地利用計画に組み込むことが義務付けられている。更に、自治体によってリスク地域（斜面災害、洪水等）と規制された地区では、住宅、産業、公共インフラの開発は禁じられる場合がある。

イ) 環境法

ホンジュラスの環境法では、急峻な土地において農林業を目的とした利用によって、浸食が加速した場合、もしくは斜面災害の発生誘因となった場合、当該地域は永久的に植生によって覆わなければならない、と定められている。

ウ) 気候変動法

2014年に策定された気候変動法では、気候変動及びそれによって引き起こされる災害への適応に関する政策実施機関は、国民にその活動について情報を提供する説明責任を有していることが記載されている。また、気候変動対策は行政全体を横断するものであり、各機関はそれぞれが実施する気候変動対策において発生する可能性があるリスクに対する自らの責任を特定しなければならないとされている。

(3) 斜面災害対策に関連する条例等

法令に加え首都都庁（Alcaldía Municipal del Distrito Central：以下、AMDC）では、2014年4月に首都圏における土地利用に関する条例（Reglamento de la Zonificación, Obras y Uso del Suelo en el D.C.）や、2011年8月にリスク地域に関する条例（Ordenanza Municipal Zonas de Riesgo）を定めている。これらの条例では、災害時の緊急対応や災害リスク地域の評価方法および評価体制について、また首都圏における土地利用及び工事の実施に関するAMDCによる認可の手順および要件を規定している。

国家レベルでは国家計画・法令の策定しており、自治体レベルでは条例の制定など、様々なレベルにおいて関連する制度が設置されつつあることを考慮すると、ホンジュラス政府は防災分野、特に斜面災害対策を優先課題として位置付けている。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国における対ホンジュラス国別援助方針では、「同国の安定の確保、及び経済発展を後押しすることは、伝統的に友好的な二国間関係の強化に加えて、地域統合を通じた中米全体の安定と繁栄の観点からも意義がある」とされている。

「地方活性化施策を中核とした持続的な社会経済開発への支援」を対ホンジュラス援助の基本方針とする我が国は、地方の貧困削減や脆弱な産業構造の改善に向けた経済的、社会的格差の緩和と自然災害に頻繁に見舞われる同国の防災に重点を置いて支援を行っている。

対ホンジュラス援助の基本方針に基づき、我が国は対ホンジュラス援助の重点分野として、「地方開発」と「防災対策」を掲げている。

(1) 地方開発

首都圏と地方での経済・社会的格差が大きいため、貧困度合いの高い地方を中心に地方開発プログラムが実施されている。貧困削減を目標に、産業の発展に係る人材育成および地方自治体の能力強化が展開されている。また、母子保健及びプライマリーヘルスケア（Primary Health Care：以下、PHC）の充実を中心とした、地方部の保健医療サービスの改善を進めている。教育分野では算数・数学科における基礎教育の構築および水準の向上に努めている。

表 4：開発課題に関連する協力プログラム

| 小目標 | 協力プログラム | 概要 |
|-------------|-----------------|--|
| 社会経済基盤強化 | 社会・経済開発プログラム | 地方自治体の能力強化を通じた公共サービスの充実・強化を進める。地方経済の発展と、開発を支える治安の改善を支援し、貧困問題の緩和を含む地方社会・経済の活性化を目指す。 |
| 保険医療システムの強化 | 保険医療サービス改善プログラム | 母子保健に焦点を当てた、適切な保健医療サービスの提供及びユニバーサル・ヘルス・カレッジへの貢献を図るため、ホンジュラス保健省の PHC 政策の強化を支援する。 |
| 基礎教育の充実 | 基礎教育の質強化プログラム | 基礎教育を受けるための学校インフラを整備する。算数・数学科については、技術協力プロジェクトを通じて作成、改定された教員用指導書を活用し、教員指導力の向上を目指す。 |

出典：JICA 調査団作成

(2) 防災対策

国土の 71.8%が山岳地であり、雨季に頻発するハリケーンや熱帯性低気圧、またそれらによって引き起こされる斜面災害などの自然災害が首都圏の住民に多大な被害を及ぼしている。自然災害に対する備えを拡充し、災害リスクを軽減するために、自然災害の被害の軽減および対応能力の強化支援、災害に強い社会の構築に資する支援を実施している。

表 5：開発課題に関連する協力プログラム

| 小目標 | 協力プログラム | 概要 |
|---------|-----------------|--|
| 防災・災害対策 | 災害に強い社会づくりプログラム | 自然災害による被害の軽減、緩和を目指し、首都圏の防災能力およびコミュニティ防災の強化を図る。また河川や道路、その他の公共インフラに係る危機管理能力の向上、並びに災害に強い社会基盤の整備を支援する。 |
| | 気候変動リスクの緩和プログラム | 再生可能エネルギー利用の推進、温室効果ガス排出削減に資する支援を行う。また、生物多様性の損失リスクの減少を目指し、その保護や管理に当たる機関の能力強化を行う。 |

出典：JICA 調査団作成

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

(1) ODA 事業の実施実績

1998年に同国を襲ったハリケーン・ミッチ以降、ホンジュラスの斜面災害リスクの予防・軽減に寄与すべく、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency：以下、JICA）ではこれまでに様々な防災対策に関連した ODA 事業を実施してきた。

表 6：ホンジュラスにおける斜面災害対策関連 ODA 事業

| 実施期間 | 手法 | プロジェクト名 |
|-----------|------------|--------------------------|
| 2001～2002 | 技術協力プロジェクト | 首都圏洪水・地滑り対策計画調査 |
| 2007～2012 | 技術協力プロジェクト | 中米広域防災能力向上プロジェクト |
| 2011～2013 | シニアボランティア | 地質工学 |
| 2011～2014 | 専門家派遣 | 首都圏における地滑りに焦点を当てた災害地質学研究 |
| 2011～2015 | 無償資金協力 | 首都圏地滑り防止計画 |
| 2015～2016 | 専門家派遣 | 首都圏における地すべり対策能力強化支援 |
| 2015～2020 | 技術協力プロジェクト | 中米広域防災能力向上プロジェクト フェーズ 2 |
| 2018～2020 | 無償資金協力 | 国道 6 号線地すべり防止計画 |
| 2019～2021 | 技術協力プロジェクト | 首都圏斜面災害対策管理プロジェクト |

出典：JICA 調査団作成

2001年から2002年に実施された「首都圏洪水・地すべり対策計画調査」では首都圏における洪水と地すべりに係る防災マスタープランを作成した。作成されたマスタープランには構造物対策（洪水：河道拡幅、護岸・地すべり：排土工、集水井工等）および非構造物対策（流域管理、土地利用規制、ハザードマップ作成等）に関する情報が含まれている。

工科大学及びサモラノ農科大学へのシニア海外ボランティアの派遣（2011年から2013年）を通じて、地質、地すべりの教育および現地調査への支援が行われた。科学技術研究員派遣「災害地質学研究」（2011年から2014年）ではホンジュラス工科大学やホンジュラス地質協会を対象に、AHP法（階層分析法）や地理情報システム（GIS）を用いた地すべりハザード評価や空中写真の地形判読による危険度マッピングの作成に係る能力強化が実施された。

2011年から2015年には、首都圏における地すべり対策の促進を目的として「首都圏地すべり防止計画」が実施された。同プロジェクトでは、①地すべりの危険性が特に高い2地区（El Reparto地区・El Berrinche地区）における構造物の建設、②AMDCの防災委員会（Comité de Emergencia Municipal：以下、CODEM）に対する地すべりモニタリングに関する知見及びモニタリング実施を通じた地すべり減少の理解に係る知見の移転、③AMDCのCODEMに対する同対策工施設の維持管理技術および施設点検の手法の移転が実施された。

「地すべり対策能力強化支援」（2011年から2015年）では、ホンジュラス国立自治大学（Universidad Nacional Autónoma de Honduras：以下、UNAH）およびAMDCの技術者を対象に地すべり対策に関する能力強化が実施された。また、地すべりの危険性が特に高いNueva Santa Rosa地区、El Eden地区（一部Bambu地区を含む）において、写真判読と現地踏査によるリスク評価を実施するなど、斜面災害の非構造物対策も行われている。

2007年から2012年に実施された「中米広域防災能力向上プロジェクト」フェーズ1では、国内5つの市において、①地域防災計画の策定等を通じたコミュニティ防災体制強化、②防災マニ

ュアルやガイドラインの作成等を通じたコミュニティにおける防災知識の向上、③各国の防災機関と中米防災調整センターの調整事務局としてのコミュニティ防災を促進する能力の強化等が実施された。さらに、中央政府およびコミュニティレベルにおける減災と災害対応のための総合的能力強化を目指してフェーズ2が現在実施されている。

2016年より「国道6号線地すべり防止計画」では、ホンジュラスとニカラグアを結ぶ主要幹線である国道6号線にて、災害に強い社会基盤の整備を目的に地すべり対策が実施されている。国道6号線上の3地点で調査、設計、施工の3段階から実施されている。

2018年からはAMDC、UNAHそして国家災害対策委員会(Comisión Permanente de Contingencias: 以下、COPECO)をカウンターパートとして、「首都圏斜面災害対策管理プロジェクト」が実施されている。同プロジェクトでは、首都圏の斜面災害対策管理の能力強化を目標に、①斜面災害に係る調査解析能力の強化、②斜面災害対策に係る設計、施工、維持管理能力の強化、③ハザードマップ及びリスクマップの作成能力の強化、そして④土地利用規制の能力の強化に関する活動が実施されている。

以上に示すとおり、過去20年近くにわたって、斜面災害対策に係る支援が実施されてきたが、斜面災害の検知器・警報器の設置を通じた早期警戒・避難体制は設置されていない。さらなる首都圏の防災能力強化の一助となるという点において、既存プロジェクトとの連携可能性も高く、また提案製品・技術の当該開発課題に対する貢献は高いと考えられる。

(2) 他ドナーの先行事例

ホンジュラスにおいて防災分野で協力事業を展開している日本以外の主要な援助機関は米州開発銀行(Inter-American Development Bank: 以下、IDB)、世界銀行(World Bank: 以下、WB)、アメリカ合衆国国際開発庁(United States Agency for International Development: 以下、USAID)、ドイツ復興金融公庫(Kreditanstalt für Wiederaufbau: 以下、KfW)、NGO「GOAL GLOBAL」(以下、GOAL)である。以下に各機関の主な支援内容を述べる。

① 米州開発銀行 (IDB)

IDBは、対ホンジュラス国別戦略(IDB 2018)によると分野横断的課題の中で気候変動および災害リスク管理に対する支援に取り組んでいる。

2019年9月時点で実施中の事業は、Disaster Risk Prevention and Mitigation Project (1,900万USドル: 自然災害リスクの統合的管理を目的として総額7,500万USドルの条件付き融資の第1期分にあたる)である。プロジェクトでは、自然災害に脆弱な自治体におけるリスク・脆弱性緩和措置の導入、統合的災害管理に向けた政府における組織間の調整能力の強化を目的としており、自治体レベルでの災害対策および緩和措置への投資を予定している。

当該事業は4つのコンポーネントから構成されている。①約1,100万USドルでハード対策、ソフト対策を実施している。ハード対策では、構造物対策工(都市下水路整備、洪水調節、斜面災害対策等)を、ソフト対策ではリスク管理教育、土地利用計画、区画整備等を行っている。②緊急対策委員会、早期警戒体制の設置等を通じたコミュニティ内の災害リスク管理能力の強化(350万USドル)、③COPECOの災害リスク管理能力の向上や規制・技術基準の設置等を通じた国家レ

ベルでの災害リスク管理能力の強化（142万USドル）、④大学をはじめ、小・中学校での災害リスク管理に関するカリキュラムの設置による統合的災害リスク管理に関する能力強化（88万USドル）を実施している。さらに、上記に加え、事業管理（モニタリング・監査）（170万USドル）に関する支援も同プロジェクトで行っている。

② 世界銀行（WB）

対ホンジュラス国別パートナーシップ枠組み（WB 2015）に沿って、自然災害および気候変動に対するレジリエンスの強化を目的として国家レベルおよび地方自治体レベルの行政官の能力強化を支援している。WB は自然災害の中でも特に洪水対策支援に重点を置いている。実施中の案件に Disaster Risk Management Project（3,000万USドル）がある。4つの要素からなるこのプロジェクトは、COPECO を実施機関として国家レベルの災害時における緊急対応能力を高め、さらには自治体レベル、コミュニティレベルの能力向上を支援している。

③ 米国国際開発庁（USAID）

対ホンジュラス協力戦略 2015-2020（USAID 2016）やラテンアメリカおよびカリブ海災害リスク削減計画（USAID 2017）によると、USAID は自然災害に脆弱なホンジュラス西部や首都圏を中心に防災関連事業を実施している。2013年以降、GOAL との連携により、首都圏 Ulloa 地区をはじめ他3地区（Las Brisas 地区、Los Pinos 地区、Villanueva 地区）にて、コミュニティレベルの防災能力強化を目的に、Barrio Resiliente - "Building Resilient Cities Through Resilient Neighborhoods"プロジェクトを実施している。これまでに約350万USドルの支援を実施しており、同予算の中に首都圏リスク情報統合システム（Sistema de Información Municipal sobre Riesgos y Estudios Territoriales：以下、SIMRET）の支援も含まれている。この他、GOAL および the US Hydrologic Research Center¹ の共同により、Urban Basin Project を実施しており、その活動の一つとして鉄砲水モデル（Flash Flood Model）の開発を行っている。

④ ドイツ復興金融公庫（KfW）

中央アメリカにおける気候変動への適応プロジェクトの第2フェーズとして2019年より、AMDC と連携し、プロジェクトを実施している。気候変動によって引き起こされる自然災害（洪水や斜面災害等）の影響を緩和し、首都圏の住民の安全を高めることを目的に3年間で1500万ユーロ規模のハード対策、ソフト対策が実施される。河川の堤防建設や盛土擁壁の建設、植林などを通じた、自然災害のリスク軽減のためのハード対策が予定されている。ソフト対策では、早期警戒体制の構築およびそれに係る人材育成や土地利用計画の作成等が行われる。

¹ 米国の水文研究機関、非営利団体

⑤ GOAL GLOBAL²

GOALはコミュニティ主導の早期警戒・対応システムを中心に支援を行っている。2014年から首都圏の3地区でコミュニティを主体とした、災害対策事業を実施中であり、活動内容は、①対象地域の斜面災害リスクの特徴に関する調査、②コミュニティ主導で対応可能な小規模対策工の実施（小規模水路工事等）、③対象地区の土地利用計画および土地利用マップの策定、④早期警戒体制の構築となっている。早期警戒体制の構築では、地下水位計5機、傾斜計3機、伸縮計2機を導入している。これらの事業から得られたコミュニティの情報は、AMDCのSIMRETに反映予定であるほか、AMDCの災害リスク管理の政策作りへの支援にも活用されている

また、GOALは、テグシガルパ首都圏を中心にドローンを使った調査を実施し、調査結果を斜面災害の発生要因特定に役立てており、災害リスク管理情報の提供も行っている。

2016年には、国連開発計画（United Nations Development Programme：以下、UNDP）の支援を受けて、地すべり対策として部分的な排水路の建設を行った。

様々な国や機関から防災分野、斜面災害対策についてハード対策、ソフト対策が実施されてきた。早期警戒体制の構築を通じた避難体制の設置や、斜面災害リスク地域への提案製品・技術の導入など、国際援助機関による支援においても将来的な連携可能性があると示唆される。

² 1977年に設立された国際NGO。災害緊急対策支援、保健、子どもの安全、生計支援の4分野を中心に世界各国で支援事業を展開している。

第2章 提案法人、製品・技術

2-1 提案法人の概要

| | |
|------------|-------------------|
| 法人名 | 株式会社測商技研北陸 |
| 法人の業種 | サービス業 |
| 代表者役職・氏名 | 代表取締役社長 館中 憲次 |
| 本社所在地 | 石川県金沢市示野中町2丁目85番地 |
| 設立年月日 | 1998年3月20日 |
| 資本金 | 2,000万円 |
| 従業員数 | 8名 |
| 直近の年商（売上高） | 3億100万円（平成30年度） |

(株)測商技研北陸は斜面災害の計測や監視・観測の機器、警報器、Webカメラ等の販売・レンタル・設置等を主業務とする。(株)測商技研北陸の事業における斜面災害の動態観測では、変位が顕著に表れる部分(亀裂など)において検知器を設置し、移動量の警戒値を超過した場合に、警報器を作動させて住民避難の支援を行う。

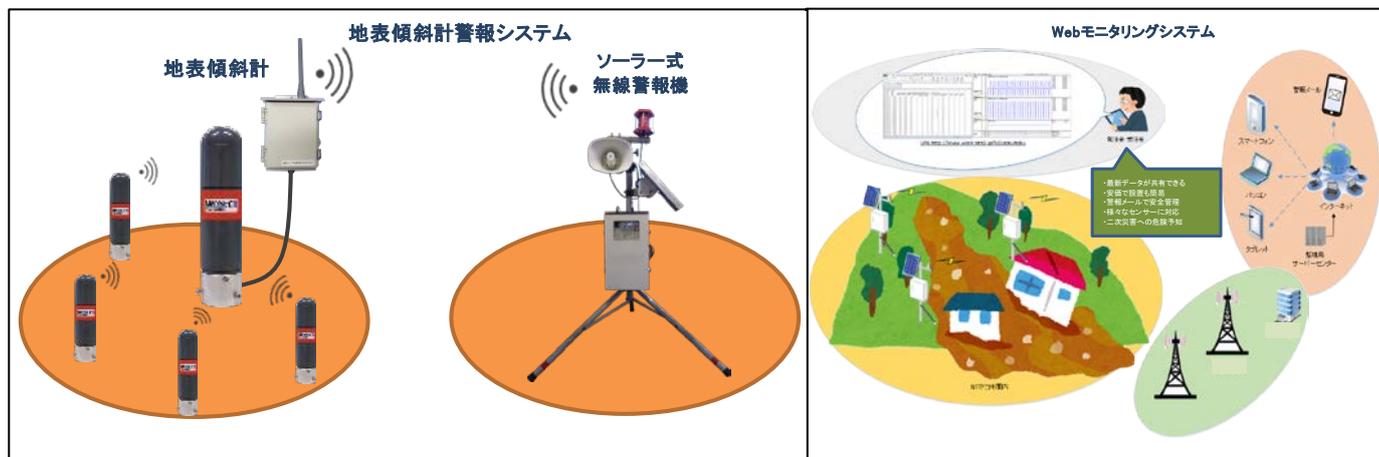


図3：(株)測商技研北陸の斜面災害の動態観測イメージ図

(出典：JICA 調査団作成)

(株)測商技研北陸は今年で創業21周年目を迎え、創業以来、赤字年度はなく現在も無借金経営を継続している。2015年に資本金を1,500万円から2,000万円に増資して資金繰りにも余裕を持ち、積極的に技術開発や人材育成に投資した経営を行っている。売上の大半は官公庁の事業からの委託が占めており、特に近年は熊本地震や西日本豪雨災害等に関連した災害監視・警報装置の設置業務や北陸新幹線延長工事等のインフラ整備事業における工事モニタリング業務などを受注し、順調に業績を伸ばしている。

表 7：斜面災害における検知器・警報器に係る関連製品の近年の販売実績

| 発注者 | 災害形態 | 仕様 | 販売額 |
|-----------|-------------------------------|--------------------------|----------|
| 北海道開発局 | 上久保地すべり（500×300m） | パイプ歪計、地中伸縮計、地表沈下計、Web 配信 | 1,000 万円 |
| 国土交通省 | 松江・尾道道路 平成 30 年 7 月豪雨 斜面崩壊 | 地表伸縮計、雨量計、Web 配信 | 1,500 万円 |
| 富山県 | 南砺市利賀村新山地区緊急災害（土石流） | 土石流センサー、無線警報器 | 500 万円 |
| JR 西日本 | 京都府東山トンネル抗口 斜面監視 | Web カメラ、多段傾斜計 | 5,000 万円 |
| NEXCO 中日本 | 紀勢道勢和多岐 IC 切土斜面監視 | パイプ歪計、地表伸縮計、GPS | 2,000 万円 |
| 北海道電力 | 西小樽線鉄塔 No.22 動態観測 | 地盤傾斜計、温度、雨量 | 3,000 万円 |
| 水資源機構 | 三好池堤体観測設備設置 ダム斜面計測 | 孔内傾斜計、水位計、応力計 | 2,000 万円 |

出典：JICA 調査団作成

（株）測商技研北陸の経営戦略において、海外事業展開は成長戦略の大きな柱の一つと位置づけている。また（株）測商技研北陸の技術を用いて住民の生命・財産を守り、地域発展に貢献できることは、（株）測商技研北陸の根本的な創立理念に合致している。現在、海外事業の売上はないが、本基礎調査終了後、3年以内に同国で受注実績を築き、10年後（2028年）には売上を2億円（現売上の40%）まで引上げることを目標とする。

2-2 提案製品・技術の概要

斜面災害の検知・警報は公共の「防災事業」であるため、ターゲットとなる市場はホンジュラス国内における斜面災害リスク地域（住宅地、道路等）であり、顧客は住民やインフラを管理・管轄する公的機関となる。これら斜面災害リスク地域において、(株) 測商技研北陸が提案する製品・技術を導入することにより、住民や道路利用者の生命・財産を保全する。

(株) 測商技研北陸の提案製品・技術は、斜面災害の「検知器・警報器のカスタマイズシステム」である。現場ごとにコストを配慮して必要な技術や設置方法を選定し、複数の異なるメーカーの計測機器やセンサーを(株) 測商技研北陸のシステムに取り込んで一元管理することで、高い利便性を確保し、現場適合性を考慮したオンデマンドの機器や監視体制を構築する。単一メーカーだけの場合は不必要な機能も標準装備になっていることが多く割高になるが、(株) 測商技研北陸のシステムでは最適な機器・構成・規模・言語を選定することができ、設置環境や予算など顧客の細かなニーズに対応できる。また既存の援助プロジェクト等で斜面災害地に導入されているキャンベル社（米国製）の計測機器等も、システムに取り込むことで、統合して使用することが可能になる。

ここでは、テグシガルパ首都圏内にある El Eden 地区の地すべり地において、(株) 測商技研北陸が提案する検知器・警報器の例を下図に示したうえで、各製品の特長、スペック、価格等を記載する。なお、日本とホンジュラスにおける地すべりメカニズムの違いはないため、日本の経験に基づいて機器を選定した。

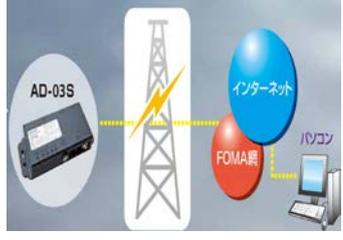


| 孔内傾斜計・水位計 | | 備考 |
|------------|-----------|-----------|
| R3-BV-1 | L=15m | 傾斜・水位 |
| R3-BV-2 | L=20m | 傾斜・水位 |
| R3-BV-3 | L=20m | 傾斜・水位 |
| R3-BV-4 | L=35m | 傾斜・水位 |
| 合計 | 90m | |
| 地表傾斜計 | | |
| 親機 | K-7 | 地表傾斜 |
| 子機 | K-1~6 | 地表傾斜 |
| 合計 | 7台 | |
| 地表レーザー変位計 | | |
| 変位計 | S-1~3 | S-1~3 |
| 合計 | 3台 | |
| 地中傾斜計無線機 | | |
| 無線機 | R3-BV-1~4 | S-1~3 |
| 合計 | 7台 | |
| Web監視用通信機器 | | |
| 通信装置 | 1式 | R3-BV-3付近 |
| 合計 | 1セット | |
| 無線警報機 | | |
| 受信・警報機 | 4地区 | |
| 合計 | 4セット | |
| 雨量計 | | |
| 転倒マス | 1台 | |
| 合計 | 1セット | |
| レーザー変位計 | | |
| レーザー | 5台 | |
| 合計 | 5台 | |
| インターバルカメラ | | |
| カメラ | 5台 | |
| 合計 | 5台 | |

図 4：El Eden 地区（地すべり地）における検知器・警報器の導入計画の例

（出典：JICA 調査団作成）

表 8 : 提案する検知器・警報器の特長

| | | | | | | | | | |
|---|--|-----|-------------|----|--|------|------------------------------------|------|-----------------------------|
|  | <table border="1"> <tr> <td>機器名</td> <td>孔内傾斜計・水位計</td> </tr> <tr> <td>特長</td> <td>ボーリング孔に挿入することにより、主に地すべりに対して地中の傾斜角度、移動方位を高精度で計測する。また水位計を併設することで、地下水位の変動も並行して計測する。</td> </tr> <tr> <td>スペック</td> <td>傾斜角測定分解能 0.01°、方位角測定分解能 0.1°</td> </tr> <tr> <td>概算価格</td> <td>300 万円/式：ボーリング孔の延長 20m の場合</td> </tr> </table> | 機器名 | 孔内傾斜計・水位計 | 特長 | ボーリング孔に挿入することにより、主に地すべりに対して地中の傾斜角度、移動方位を高精度で計測する。また水位計を併設することで、地下水位の変動も並行して計測する。 | スペック | 傾斜角測定分解能 0.01°、方位角測定分解能 0.1° | 概算価格 | 300 万円/式：ボーリング孔の延長 20m の場合 |
| 機器名 | 孔内傾斜計・水位計 | | | | | | | | |
| 特長 | ボーリング孔に挿入することにより、主に地すべりに対して地中の傾斜角度、移動方位を高精度で計測する。また水位計を併設することで、地下水位の変動も並行して計測する。 | | | | | | | | |
| スペック | 傾斜角測定分解能 0.01°、方位角測定分解能 0.1° | | | | | | | | |
| 概算価格 | 300 万円/式：ボーリング孔の延長 20m の場合 | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <tr> <td>機器名</td> <td>地表傾斜計</td> </tr> <tr> <td>特長</td> <td>地表面に設置することにより、地表面の傾斜角度、移動方位を高精度で計測する。監視対象の規模にあわせて子機の増設 (0~9 台) が可能である。</td> </tr> <tr> <td>スペック</td> <td>傾斜角測定分解能 0.025°、方位測定範囲 360°</td> </tr> <tr> <td>概算価格</td> <td>80 万円/式：親機 1 台・子機 6 台セットの場合</td> </tr> </table> | 機器名 | 地表傾斜計 | 特長 | 地表面に設置することにより、地表面の傾斜角度、移動方位を高精度で計測する。監視対象の規模にあわせて子機の増設 (0~9 台) が可能である。 | スペック | 傾斜角測定分解能 0.025°、方位測定範囲 360° | 概算価格 | 80 万円/式：親機 1 台・子機 6 台セットの場合 |
| 機器名 | 地表傾斜計 | | | | | | | | |
| 特長 | 地表面に設置することにより、地表面の傾斜角度、移動方位を高精度で計測する。監視対象の規模にあわせて子機の増設 (0~9 台) が可能である。 | | | | | | | | |
| スペック | 傾斜角測定分解能 0.025°、方位測定範囲 360° | | | | | | | | |
| 概算価格 | 80 万円/式：親機 1 台・子機 6 台セットの場合 | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <tr> <td>機器名</td> <td>地表レーザ変位計</td> </tr> <tr> <td>特長</td> <td>従来式のインバー線保護が不要で、測定範囲も 140m まで可能である。拡散タイプなので、雨、小動物に一部が遮られても、測定可能、測定精度を保持する。</td> </tr> <tr> <td>スペック</td> <td>測定範囲 7~140m 分解能 0.1mm、測定精度 ±2.0 mm</td> </tr> <tr> <td>概算価格</td> <td>90 万円/式</td> </tr> </table> | 機器名 | 地表レーザ変位計 | 特長 | 従来式のインバー線保護が不要で、測定範囲も 140m まで可能である。拡散タイプなので、雨、小動物に一部が遮られても、測定可能、測定精度を保持する。 | スペック | 測定範囲 7~140m 分解能 0.1mm、測定精度 ±2.0 mm | 概算価格 | 90 万円/式 |
| 機器名 | 地表レーザ変位計 | | | | | | | | |
| 特長 | 従来式のインバー線保護が不要で、測定範囲も 140m まで可能である。拡散タイプなので、雨、小動物に一部が遮られても、測定可能、測定精度を保持する。 | | | | | | | | |
| スペック | 測定範囲 7~140m 分解能 0.1mm、測定精度 ±2.0 mm | | | | | | | | |
| 概算価格 | 90 万円/式 | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <tr> <td>機器名</td> <td>地中傾斜計用無線機</td> </tr> <tr> <td>特長</td> <td>通信インターフェースが RS232C、RS485 の切り替えが可能であり、多様な機種の見測機器と接続可能である。特定省電力無線なので無線使用に係る免許・許可が不要である (日本国内の場合。ホンジュラスも同様に不要)。</td> </tr> <tr> <td>スペック</td> <td>通信距離：見通し 1,200m、郊外 500m、市街地 200m</td> </tr> <tr> <td>概算価格</td> <td>10 万円/式</td> </tr> </table> | 機器名 | 地中傾斜計用無線機 | 特長 | 通信インターフェースが RS232C、RS485 の切り替えが可能であり、多様な機種の見測機器と接続可能である。特定省電力無線なので無線使用に係る免許・許可が不要である (日本国内の場合。ホンジュラスも同様に不要)。 | スペック | 通信距離：見通し 1,200m、郊外 500m、市街地 200m | 概算価格 | 10 万円/式 |
| 機器名 | 地中傾斜計用無線機 | | | | | | | | |
| 特長 | 通信インターフェースが RS232C、RS485 の切り替えが可能であり、多様な機種の見測機器と接続可能である。特定省電力無線なので無線使用に係る免許・許可が不要である (日本国内の場合。ホンジュラスも同様に不要)。 | | | | | | | | |
| スペック | 通信距離：見通し 1,200m、郊外 500m、市街地 200m | | | | | | | | |
| 概算価格 | 10 万円/式 | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <tr> <td>機器名</td> <td>Web 監視用通信機器</td> </tr> <tr> <td>特長</td> <td>サーバーからのアクセスで、現場情報収集や遠隔地から設定変更などが可能であり、取得したデータは即座に Web 配信し、データグラフを閲覧することができる</td> </tr> <tr> <td>スペック</td> <td>外部機器接続ポート：RS232C、RS485</td> </tr> <tr> <td>概算価格</td> <td>30 万円/式</td> </tr> </table> | 機器名 | Web 監視用通信機器 | 特長 | サーバーからのアクセスで、現場情報収集や遠隔地から設定変更などが可能であり、取得したデータは即座に Web 配信し、データグラフを閲覧することができる | スペック | 外部機器接続ポート：RS232C、RS485 | 概算価格 | 30 万円/式 |
| 機器名 | Web 監視用通信機器 | | | | | | | | |
| 特長 | サーバーからのアクセスで、現場情報収集や遠隔地から設定変更などが可能であり、取得したデータは即座に Web 配信し、データグラフを閲覧することができる | | | | | | | | |
| スペック | 外部機器接続ポート：RS232C、RS485 | | | | | | | | |
| 概算価格 | 30 万円/式 | | | | | | | | |

| | |
|--|--|
| | <p>機器名 無線警報器</p> <p>特長 各種センサーや伸縮計からの信号を入力し、無線機で離れた場所の警報器を動作させる。中継機を複数使用することで、無線距離を伸ばすことが可能である。</p> <p>スペック 周波数 426.025MHz、無線距離 800m</p> <p>概算価格 62 万円/式</p> |
| | <p>機器名 雨量計</p> <p>特長 漏斗型の受水器を用いて降水を機器内に導き、その量を測ることで降水量を求める。雨量計の内部に、シーソーの支点（転倒軸）上で結合された2つの容器（枡）からなる。</p> <p>スペック 0.5mm/1 転倒</p> <p>概算価格 12 万円/器</p> |
| | <p>機器名 レーザ変位計</p> <p>特長 レーザによりボタン1つで0~80mの距離を計測できる。ターゲットを決め、測定杭や反射板を設置することで、簡易な動態観測を行う。</p> <p>スペック 距離測定±1mm 傾斜測定±0.2°</p> <p>概算価格 2 万円/器</p> |
| | <p>機器名 インターバルカメラ</p> <p>特長 1 秒から 168 時間までインターバル設定可能、夜間も暗視モードで撮影する。自動切り替え、モーションセンサーを装備し、斜面災害の連続的動きなどを監視できる。</p> <p>スペック 単三電池 8 本、32GB で 40,000 枚撮影可能</p> <p>概算価格 3 万円/器</p> |

出典：JICA 調査団作成

2-3 提案製品・技術の現地適合性

企業機密情報につき非公表

2-4 開発課題解決貢献可能性

提案製品・技術は、同国の開発課題である「テグシガルパ首都圏における斜面災害対策」に直接寄与するものと捉えることができる。

「1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析」で示したとおり、1998年に同国を襲ったハリケーン・ミッチ以降、ホンジュラスの斜面災害リスクの予防・軽減に寄与すべく、JICA や UNDP、WB、IDB などではこれまでに様々な防災対策に関連した ODA 事業を実施してきた。しかしながら、AMDC など防災対策を担う機関における予算の限界と人材不足のため、未だに多くの危険箇所が手つかずで残されているのが現状である。斜面災害の危険個所の構造物対策には、一般的に巨額の予算と高度な技術が必要となり、これらが開発課題の解決に対し大きな障害要因となっている。

(株)測商技研北陸が導入を予定している斜面災害の検知器・警報器は、構造物対策と比較して極めて安価であり、導入に際しては関係者への防災教育等は必要なものの、特殊な訓練や高度な技術は必要ないため、現地への適用が短時間かつ容易である。そのため、防災対策を担う機関・民間会社において導入しやすく、対象地域の斜面災害リスク軽減に持続可能なカタチで寄与することから、開発課題の解決への貢献の可能性は極めて高いと判断する。

第3章 ビジネス展開計画

3-1 ビジネス展開計画概要

(1) 市場分析

ホンジュラスのテグシガルパ首都圏では、斜面災害が豪雨等の影響により頻発しており、防災を担当する機関や地域住民から、斜面災害にかかる対策の要望は極めて高く、特に災害の警戒・避難体制の構築に直接寄与し、安価・簡便に導入が可能な斜面災害の検知器・警報器は、協議後、各機関において購入費用の予算化手続きを開始するほど、強く切望されている。

斜面災害の検知・警報は公共の「防災事業」であるため、対象となる市場・顧客は、住民やインフラを管理・管轄する公的機関となる。現地調査結果から、継続的に主要な顧客となり得る機関は以下と考える。

- ・ 首都都庁 AMDC：住民の安全対策の責任機関であり、2011年以降、災害関連部署を設立し、対策工事やハザードマップ作成等を実施
- ・ インフラ・公共サービス省公共事業事務局 INSEP：主に道路の建設と維持管理を実施する機関であり、2019年に道路斜面災害の監視・対策を実施する部署を設立
- ・ NGO「GOAL」：USAID等の資金により首都圏のUlloa地区にて簡易雨量計等を設置し、斜面災害の警戒・避難等に係る住民教育を実施

また斜面災害の検知・警報に関して、ホンジュラスに競合他社は存在しておらず、現在のところ類似品や代替品を取り扱う会社も存在しない。

(2) バリューチェーン

ビジネス展開計画において、(株)測商技研北陸が導入予定の機材は、検知器、警報器、通信装置に大別されるが、各機器内での構成や数量は現場の状況や規模に応じて異なる。導入予定の製品について、現地の民間地質調査会社等と情報交換を行った結果、次のようなバリューチェーンに基づいて販売を実施していくことが最も現実的であると判断した。

- (1) 機材の調達は、(株)測商技研北陸が日本において行い、ホンジュラスに輸出する。また製品はすでに組立済みの完成品を調達することになるため、日本国内やホンジュラスにおいて製品組立は発生しない。
- (2) (株)測商技研北陸の現地法人（初期は現地事務所）を設立するとともに、技術指導を行った現地ビジネスパートナー候補（民間地質調査会社）を販売代理店とする。現地法人と販売代理店により、顧客に対して営業・販売を行う。
- (3) 日本からの資機材の輸入については現地法人が実施し、計測支援や維持管理等は販売代理店が行う。また機器・資機材の選定・提案、設置については、初期段階では邦人が所属する現地法人が行うが、販売代理店へ技術移転していくことにより、以降は販売代理店が実施する。
- (4) 販売代理店の技術対応が可能になっていくことと並行し、現地法人では中米域の周辺国での事業展開を開始する。

(3) 進出形態とパートナー候補

進出形態としては、INSEP や AMDC などの公的機関のプロジェクトを実施している現地民間地質調査会社とパートナー関係を構築して、販売代理店契約を結ぶこととする。普及・実証・ビジネス化事業時には機材通信試験と試作ソフトのメンテナンスを主体に実施し、併せて販売代理店契約を行うことを計画している。

パートナー候補としては、想定顧客とこれまでに取引した経験を有している現地測量・調査・設計コンサルタント会社である GeoConsult 社が有望だと考える。GeoConsult 社は現顧客が多いことから将来的に販路を拡大できる可能性があり、また他の中米の国にも事務所を有していることから将来的な中南米域への展開という観点からの優位であると考えられる。

(4) 収支計画

2023 年の現地法人設立以降、1 現場あたり 400 万円程度の製品を販売し 250 万円程度の売上利益を出す案件を、2 件、5 件、10 件、20 件、30 件と年々増加させていくことを目指す。また人件費は邦人 300 万円/年、ホンジュラス及び中米周辺国採用社員 150 万円/年として計上する。2023 年には現地事務所設立費用 1,000 万円を本社収益より調達し、さらに 2026 年には現地法人設立費用 3,000 万円、周辺国への展開費用 1,000 万円を、銀行借入により調達する。

(5) 想定される課題・リスクと対応策

① 投資リスク

現地事務所設立時における企業登録等の申請や書類に不備がある場合、想定時期に事務所を開設できないリスクがある。これに対して外国企業による現地法人や事務所の開設に関する制度、法令について調査した。調査した結果、登記証明書などの必要書類を提出し、商業登記所および市役所にて商業登録することで事務所開設に係るリスクを回避できることを確認した。

② 法令リスク

ドローン撮影や特定小電力無線による警報システムが、現地法令により使用できないリスクがある。これに対してドローンや特定小電力無線を使用する機材の使用に関する関連する法令である航空法および電波法を調査した。調査により、ドローンや特定小電力無線を使用する機材を使用する場合、事前に航空庁等の関連機関へ申請書類を提出することで、機材を問題なく使用できると明らかになった。

③ パートナーリスク

パートナー企業の財政悪化によりビジネス継続が困難になるリスク、また技術的な能力の不足により適切な技術普及が進まないリスクがある。これに対してパートナー候補の財務規模や技術能力について調査を行ったほか、提案製品・技術への技術理解を促進するため講義や実習、OJT を行うことを計画した。

④ 輸入手続きリスク

輸入製品の輸入差し止めや追加徴税などのリスクが考えられる。これに対してホンジュラスのビジネス慣習に精通している民間会社から情報収集したところ、現地通関業者を介して通関手続きを実施し、また中央銀行の外部資金部門へ関税を支払うことで輸入品を問題なく受け取れることを確認した。

⑤ 産業財産権リスク

パートナー企業による技術流出の恐れ、またそれにより、模倣品や類似品の発生や特許侵害のリスクが考えられる。これに対して、特許、意匠、商標、営業秘密等について現地での情報を収集・整理し、パートナー企業への教育を実施することとした。

⑥ 治安リスク

反政府デモや抗議集会による業務の継続が困難になるリスク、機器設置後の破損、盗難のリスクがある。これに対して、移動経路の複数化、AMDC の警察による警備、機器保護箱の設置によりリスク軽減が可能であることを確認した。

⑦ ポリティカルリスク

顧客が、政権政党の変更により意向変更や契約後の不履行が考えられる。現地政治情勢に関する最新の情報を収集すること、顧客となりえる機関との関係醸成に努めることで最大限の対応を実施することを確認した。

(6) 期待される開発効果

(株) 測商技研北陸が提案する斜面災害の検知器・警報器は、同社のホンジュラスでのビジネス展開を通じて、同国の開発課題である「テグシガルパ首都圏における斜面災害対策」に以下の点から大きく寄与すると考えられる。

- ▶ 斜面災害の早期警戒・避難は、比較的安価な予算で幅広く実施可能であるため、リスク予防・軽減に対する効果的な対策として実現性が高い。
- ▶ テグシガルパ首都圏には、斜面災害の高リスク地区が 17 地区、さらに 1500 あまりの潜在的な地すべり地形が存在しており、これら周辺に居住する住民の生命・財産を守ることができる。
- ▶ 千人単位の犠牲者を出してきた斜面災害による被害を事前に回避することでホンジュラスでの高い社会的・経済的インパクトを期待できる。
- ▶ 「斜面災害を事前に検知し、避難して自らの命を守る」という「自助」の促進に繋げることが可能となる。「自助」は、斜面災害以外にも洪水や山火事といった自然災害対策にも応用可能である。
- ▶ (株) 測商技研北陸がビジネス展開を行えば、ホンジュラス国民に対する技術向上の機会の提供、労働機会の提供といった貢献が期待される。職業人材の育成という観点からも、事業のビジネス展開は非常に有意義である。

- AMDC や INSEP といった公的機関では、災害の事後対策に費やされてきた予算を他事業に利用することが可能となり、経済的な自立発展に大きく貢献できる。

(7) 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

貴機構の中小企業・SDGs ビジネス支援事業を通してホンジュラスをはじめ中南米域に（株）測商技研北陸の販売事業領域を拡大させて海外担当要員の増加を実現することで、毎年、地元からの採用を推進し、若手技術者の就職率増加を図る。さらに（株）測商技研北陸が共同研究を実施している大学の学生に対して、途上国における当該分野の高い需要と将来性を伝え、当該分野への若者の就職を促進させたい。

また、（株）測商技研北陸で使用する資機材は、地元の金沢マテリアル(株)や(有)北平鉄工等が製造する部材を加工したものである。中南米域への事業拡大に伴い県内企業への発注を増加させて地元企業の売上増加・雇用創出に寄与できる。また、（株）測商技研北陸が海外展開を進め、宣伝・広報していくことで、斜面災害対策分野における北陸地方のプレゼンスを高め、地域活性化に繋がられる。

3-2 市場分析

企業機密情報につき非公表

3-3 バリューチェーン

企業機密情報につき非公表

3-4 進出形態とパートナー候補

企業機密情報につき非公表

3-5 収支計画

企業機密情報につき非公表

3-6 想定される課題・リスクと対応策

企業機密情報につき非公表

3-7 期待される開発効果

(株) 測商技研北陸が提案する斜面災害の検知器・警報器は、同社のホンジュラスでのビジネス展開を通じて、同国の開発課題である「テグシガルパ首都圏における斜面災害対策」に大きく寄与すると考えられる。

ホンジュラスの斜面災害リスクの予防・軽減に寄与すべく、JICA ではこれまでに ODA 事業を実施し、成果を上げてきた。しかし、対策構造物工事には巨額の投資が必要となり、予算の限界と人材不足のため、未だに多くの危険箇所が手つかずで残されているのが現状である。一方、斜面災害の早期警戒・避難は、比較的安価な予算で幅広く実施可能であるため、リスク予防・軽減に対する効果的な対策として実現性が高い。

(株) 測商技研北陸の検知器・警報器を導入することで斜面災害を事前に検知し、行政とコミュニティによる早期警戒・避難体制構築を実現することで得られる最大の効果は、「地域住民、特に斜面災害の高リスク地区に居住する貧困層の生命・財産を守れること」である。テグシガルパ首都圏には、現在、斜面災害が頻発している高リスク地区が 17 地区、AMDC により指定されており、これら周辺に居住する住民の生命・財産を守ることができる。さらに JICA 専門家派遣「テグシガルパ市首都圏における地滑りに焦点を当てた災害地質学研究 (2011~2014)」によると、首都圏内には 1500 あまりの潜在的な地すべり地形が存在しており、今後とも (株) 測商技研北陸の検知器・警報器が開発課題の解決に大きく寄与すると考えられる。このような、千人単位の犠牲者を出してきた斜面災害による被害を事前に回避することでホンジュラスでの高い社会的・経済的インパクトを期待できる。

加えて (株) 測商技研北陸の検知器・警報器を導入し早期警戒・避難体制を構築していく過程で「斜面災害を事前に検知し、避難して自らの命を守る」という、ホンジュラスにおいて新しい防災概念をコミュニティに浸透させ、住民による「自助」の促進に繋げることが可能となる。近年、日本の防災分野においても浸透しつつある「自助」の概念は、住民たちが「自分の命は自分で守る」という意識のもと、斜面災害以外にもホンジュラスで頻発する洪水や山火事といった自然災害対策にも応用可能である。

また、(株) 測商技研北陸が同国で継続的なビジネス展開がなされれば、現地法人や販売代理店等を通して、ホンジュラス国民に対する技術向上の機会の提供、労働機会の提供といった貢献が副次的に期待される。特にホンジュラスでは失業率がまだまだ高く、職業人材の育成という観点からも、事業のビジネス展開は非常に有意義であると考えられる。

さらに、AMDC や INSEP といった公的機関では、今まで災害の事後対策に費やされてきた予算を他事業に利用することが可能となり、当該国の経済的な自立発展に大きく貢献できることになる。

なお、導入する機器は適切なメンテナンスで数十年使用可能なため、検知器・警報器による効果の持続性も数十年単位で効果が見込まれる。

3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

石川県をはじめ北陸各県内では斜面对策技術分野の若手就職が閉塞状態にあり、作業員の高齢化が顕著である。貴機構の中小企業・SDGs ビジネス支援事業を通してホンジュラスをはじめ中南米域に（株）測商技研北陸の販売事業領域を拡大させて海外担当要員の増加を実現することで、毎年、地元からの採用を推進し、若手技術者の就職率増加を図る。さらに（株）測商技研北陸が現在、共同研究を実施している大学の学生に対して、途上国における当該分野の高い需要と将来性を伝え、当該分野への若者の就職を促進させたい。具体的には、2023年にホンジュラス現地事務所設立を計画しているため2023～2025年は1名程度/年、2026年には現地法人化しさらに中南米周辺域に拡大していくため2026年以降は1～2名程度/年を計画している。なお、ホンジュラスにおいて本基礎調査を開始して以降、実際に公立大学の環境科学系の大学生から（株）測商技研北陸に対して問い合わせがあり、海外へのビジネス展開に強い興味を示してくれインターンの受け入れ依頼があった。本基礎調査前には、このような学生からの直接の問い合わせはほとんどなく、将来的な地元経済への活性化に貢献することを期待できる。

また、北陸地方では斜面災害が多く、他地域と比較し斜面对策技術に優位性をもつ地元の技術関連企業が多く存在する。（株）測商技研北陸で使用する資機材も地元の金沢マテリアル（株）や（有）北平鉄工等が製造する部材を加工したものである。中南米域への事業拡大実施に伴いこれら県内企業への発注を増加させて地元企業の売上増加・雇用創出に寄与できる。

さらに、（株）測商技研北陸が海外展開を進め、宣伝・広報していくことで、将来的に斜面災害対策分野における北陸地方のプレゼンスを高め、地域活性化に繋げられる。具体的には、本基礎調査開始以降、以下の宣伝・広報を実施してきている。

【関西地質調査業協会 和歌山支部「第5回地質調査技術講習会」】

2019年5月17日（金）、和歌山ビック愛の大ホール（1階）において、塚田業務主任がホンジュラスでの斜面災害状況とその提案対策法（斜面災害の検知器・警報器）、SDGsにかかるとの概要説明を15分ほどで実施した。聴講者は、和歌山県ほか関西・中部地方の行政職員や地質調査会社社員、コンサルタント会社社員、大学関係者で、約70名であった。

【しんきんビジネスフェア「北陸ビジネス街道2019」】

2019年9月11日（水）、石川県産業展示館4号館において、塚田業務主任、西方団員ほか、ホンジュラスでの斜面災害状況、（株）測商技研



図5：第5回地質調査技術講習会での講演
(出典：JICA 調査団作成)



図6：しんきんビジネスフェアの状況
(出典：JICA 調査団撮影)

北陸の取り組みなど、当該事業について紹介した。参加者は、石川県をはじめとする北陸地方にある企業関係者や行政職員であった。

このような地元地域の講習会やフェアにおいて、海外事業展開の講演が行われることは非常に稀であり、聴講者からの注目度は非常に高く、実際に講演後は複数社から海外での営業活動方法や貴機構のスキームについて問い合わせがあった（今までの講演では、同様の問い合わせはなかった）。これら発表により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献は次のとおりである。

- ・ （株）測商技研北陸と関連企業の売上増：中米域での海外展開は珍しさも相まって、業界内・地域内での宣伝効果が非常に高かった。「海外にも輸出している斜面災害の検知器・警報器システム」という好印象が参加者に残り、（株）測商技研北陸の将来的な売上増に繋がり、ひいては地元の金沢マテリアル（株）や（有）北平鉄工等への部材の売上増に繋がる。
- ・ 新規パートナー連携：問い合わせしてきた企業には海外展開を検討しているものの、どのように展開すべきか分からないでいる地方の中小企業もあり、（株）測商技研北陸との連携も含めた海外展開に興味を持っていた。新規のパートナー連携を行い、（株）測商技研北陸が得意とする計測分野で、海外展開が可能な新たな製品を生み出していくことで、両社さらには関連企業の活性化に繋がる。
- ・ 地元の海外展開マインドの向上：ビジネスフェアに参加したことで、本基礎調査が地元新聞である日刊工業新聞（北陸版）に紹介された。地元紙を通じて紹介されたことで、地元中小企業の海外展開マインドを向上させ、地域経済の活性化を図る。
- ・ 大学との連携強化：講習会には大学関係者も参加しており、富山県立大学・金沢大学・北陸電力土木チームとの共同研究経験を持つ（株）測商技研北陸が、今後も地元大学と連携して海外展開に資する共同研究を行うことは、斜面災害対策分野において北陸地方全体のプレゼンスや技術水準を高めることになり、地域経済の向上に貢献する。

第4章 ODA 事業との連携可能性

4-1 連携が想定される ODA 事業

現在、ホンジュラスでは斜面災害の防災に関連する以下の ODA 事業が実施されており、(株) 測商技研北陸の検知器・警報器との連携が想定される。

- (1) 技術協力プロジェクト「中米広域防災能力向上プロジェクト 2」
- (2) 技術協力プロジェクト「首都圏斜面災害対策管理プロジェクト」
- (3) 無償資金協力「国道 6 号線地すべり防止計画」

(1) 技術協力プロジェクト「中米広域防災能力向上プロジェクト 2」

対象国：中米広域

課題：水資源・防災

協力期間：2015 年 7 月から 2020 年 6 月

相手国機関名：中米防災調整センター CEPREDENAC 及び中米六カ国の防災機関（ホンジュラスでは COPECO）

上位目標：コミュニティ防災が中米地域において普及する

プロジェクト目標：コミュニティ防災の持続的な普及体制が確立される

期待される成果：

1. 防災活動の基礎となる情報が整備・蓄積され中米地域で共有される
2. コミュニティ防災を持続的に推進するための組織体制が強化される
3. コミュニティ防災推進のための研修実施能力が強化される
4. 各国のコミュニティ防災活動が強化されるとともに、活動から得られる教訓等が取りまとめられる

当該案件では、中米六カ国のうちホンジュラスにおいて、斜面災害のパイロット地区を選定し、斜面災害に係る住民教育や避難訓練が行われる。(株) 測商技研北陸が提案する斜面災害の検知器・警報器を住民教育や災害時の避難に導入することで、災害の現状把握や避難基準を定量的かつ理解しやすいかたちで示すことが可能となる。

(2) 技術協力プロジェクト「首都圏斜面災害対策管理プロジェクト」

対象国：ホンジュラス

課題：水資源・防災

協力期間：2019 年 2 月から 2022 年 12 月

相手国機関名：AMDC、COPECO、UNAH

上位目標：「首都圏における斜面災害リスク軽減アクションプラン」に基づき、斜面災害リスクに対して必要な対策及び緩和措置が取られるようになる

プロジェクト目標：首都圏の斜面災害対策管理の能力が高まる

期待される成果：

- 1：斜面災害現象を解明するための詳細調査・解析能力が強化される
- 2：中小規模の斜面災害対策にかかる設計、施工、施工管理、維持管理の能力が強化される
- 3：斜面災害のハザードマップ及びリスクマップの作成能力が強化される
- 4：斜面災害にかかる土地利用規制の能力が強化される

当該案件では、斜面災害のハザード・リスクマップの作成が行われる。(株)測商技研北陸の提案では、リスクマップ等で特定された高リスク地域に、斜面災害の検知器・警報器システムを導入し、斜面災害の早期警戒・避難のための技術的データを提供することが可能である。これによって早期警戒・避難体制が充実することで、当該案件ではより高精度で現実的なハザード・リスクマップが作成されることとなる。



図 7：斜面災害の地質調査状況

(出典：JICA 調査団作成)

ボーリングマシンにより対象地の地質調査とサンプリングを行い、併せて標準貫入試験を実施中である。掘削後は孔内傾斜計と水位計を挿入し観測を行っている。

(3) 無償資金協力「国道 6 号線地すべり防止計画」

対象国：ホンジュラス

課題：水資源・防災

協力期間：2017 年 8 月から 2020 年 6 月

相手国機関名：INSEP

事業目的：ホンジュラスとニカラグア共和国を結ぶ主要幹線である国道 6 号線の 3 箇所において、地すべり対策を講じることにより、自然災害への脆弱性の低減を図り、もって円滑な交通の確保に資する

事業概要：フランシスコ・モラサン県及びエル・パライソ県の国道 6 号線上の 3 箇所（首都テグシガルパから各々 14km、22km 及び 63km）において、地すべり対策工（総延長約 480m）（Sta.14：アンカー工・吹付け工の実施（約 110m）、Sta.22：置換工・地下水排除工・舗装工・横断管盛替工・鋼管杭工の実施（約 315m）、Sta.63：補強土工法・法面保護工・土工掘削の実施（約 55m））を実施する。実施に係る詳細設計、入札補助、施工監理、ソフトコンポーネントによる技術指導を行う。

当該案件では、国道6号線沿いで斜面災害のリスクが高い3箇所において、対策工事（ハード対策）が行なわれる。（株）測商技研北陸では、工事中の安全管理や、工事後の対策効果判定において、斜面災害の検知器・警報器を導入することが可能である。また国道沿いのこれら以外のリスク箇所にも（株）測商技研北陸の提案製品を導入することで、道路の事前通行規制の構築（ソフト対策）を、低予算で提案することができ、道路斜面災害の対策を持続的に実施していくことが可能となる。



図8：対策工完成イメージの例
（当該案件の事業紹介ファイルより）

4-2 連携により期待される効果

「4-1 連携が想定される ODA 事業」で挙げた事業の日本人専門家に聞き取り調査を行い、連携可能性について検討した。この検討結果を踏まえて、各 ODA 事業との具体的な連携方法、期待される効果について考察する。

(1) 技術協カプロジェクト「中米広域防災能力向上プロジェクト2」

当該案件では、テグシガルパ首都圏において地すべりの高リスク地域である El Eden 地域で、地すべり活動の定期的なモニタリングを実施する予定であり、(株) 測商技研北陸が推奨するレーザ距離計を使用することが簡便かつ安価であり、また地元住民を活用して計測が可能である。レーザ距離計によるモニタリングにより、地すべりの活動が見られた場合、地域住民の早期警戒・避難を実施する。なお、住民の早期警戒・避難は、当該案件の C/P 機関である COPECO が主体となり実施する。

地域住民の生命・財産を守るという直接的効果はもちろんのこと、斜面災害のモニタリングの重要性・有効性を COPECO・住民を含む関係者に理解してもらうことを目的として実施することで、関係者の斜面災害への防災意識の醸成を図る。これにより、自分たちの命は自分たちで守るという「自助」の概念が El Eden 地域を中心として浸透していく効果があると考えられる。さらに、El Eden 地域において斜面災害のモニタリングとその早期警戒・避難が効果を発揮すれば、ホンジュラス国内さらには中米地域など他の地域での斜面災害のモニタリングが浸透し、同様の効果波及が生まれていく。

また当該案件では El Eden 地域において、定期的なモニタリングのほか、斜面災害に対する簡易な警報器（手動のサイレン）を導入する予定である。地域内で斜面災害の前兆が見られた場合にサイレンボタンを押して周囲に危険を知らせるというものである。(株) 測商技研北陸は、2020 年から普及・実証・ビジネス化事業の実施を計画しており、同 El Eden 地域をパイロット地域として斜面災害の検知器・警報器を導入する予定である。当該案件における手動サイレンに加えて、パイロット事業で新規で自動警報器を導入することで、住民に対して漏れなく危険情報の伝達ができる体制となる。また手動サイレンでの課題や問題点を事前に把握しておくことで、より適切で効果的な警報器を提案することが可能である。

これも同様に地域住民の生命・財産を守るという直接的効果のほか、AMDC や COPECO の職員の警報や避難に向けた基準値の検討といった防災に係る技術力の向上が図られる。

また上記した効果が、ホンジュラス国内や中米地域に波及していった場合、(株) 測商技研北陸から AMDC や COPECO のほか関係機関に対するレーザ距離計や警報器の販売網が拡大していくことが可能になると考える。

(2) 技術協カプロジェクト「首都圏斜面災害対策管理プロジェクト」

当該案件では、パイロット地域を選定したうえで斜面災害の現地踏査を行いその結果に基づいて、AMDC が所有する既往の斜面災害ハザードマップを更新する。またハザードマップを作成した地域において、人口分布やインフラ構造物の配置状況からリスクマップを作成する予定である。(株) 測商技研北陸は、リスクマップ等で特定された高リスク地域において、適切な検知器・警

報器システムを選定・導入することで、斜面災害の早期警戒・避難のため体制づくりを支援することができる。すなわち当該案件でのリスクマップを活用したうえで、早期警戒・避難体制の構築というソフト対策を提案することができる。

これにより、パイロット地域の住民の生命・財産を守るという防災対策本来の効果をもたらすことになる。加えて、ハザードマップとリスクマップを配布された住民が自分たちの地域において、どの箇所がどのように危険なのかを把握し、その後のソフト対策までの一連の流れを理解することで、関係者の斜面災害への防災意識の醸成を図る。防災意識が醸成していくことで、自分たちの命は自分たちで守るという「自助」の概念がパイロット地域を中心として浸透していく効果があると考えられる。また合わせて、パイロット地域を管轄する AMDC の職員の早期警戒・避難体制の構築に係る技術力向上にも大きく貢献する。さらに、ハザードマップ・リスクマップとその早期警戒・避難の相乗効果が発揮されれば、ホンジュラス国内さらには中米地域など他の地域で同様の防災対策効果が見込まれる。

また上記した効果が、ホンジュラス国内や中米地域に波及していった場合、(株) 測商技研北陸から AMDC ほか関係機関に対する検知器・警報器の販売網が拡大していくことが可能になると考える。

(3) 無償資金協力「国道 6 号線地すべり防止計画」

当該案件では、国道 6 号線沿いで斜面災害のリスクが高い 3 箇所において、対策工事（ハード対策）が施工されている。(株) 測商技研北陸では、工事中の安全管理や、工事後の対策効果判定において、斜面災害の検知器・警報器を導入することが可能である。工事中の安全管理については、一般的に斜面災害の対策工事はその特性から工事途中にも被災する可能性が高く、日常的なモニタリングや監視が必要不可欠となっているため、雨量計や地表変位計、レーザ距離計など変状やその前兆を検知できる機器、また災害発生を早急に知らせる警報器を提案・導入することができる。工事後の対策効果判定については、斜面災害活動の沈静化を確認する目的で検知器を導入し、工事完了後の数年間にその安定性を評価することで当該案件での対策効果を判定することが可能である。

これらにより、工事中の現場の作業員の生命を守るという効果に加えて、工事中の安全性を最優先するという日本の対策工事方針・考え方をホンジュラスに技術移転することが可能となり、INSEP やその工事委託業者の斜面災害への防災意識の醸成を図る効果がある。また対策効果判定についても、検知器を使ってその効果を定量的かつ高精度で判定することで、対策工事の信頼性を広く広報できるとともに、判定技術に係る INSEP 職員の能力向上に貢献すると考える。

またホンジュラスは山岳国であるため、国道沿いにはまだまだ多くの斜面災害リスク箇所が存在しており、これらの箇所に対して (株) 測商技研北陸の提案製品・技術を導入することで、斜面災害の前兆を捉え警報を発令し道路利用者の安全を確保するという道路の事前通行規制（ソフト対策）の構築を支援することができる。またこのようなソフト対策は、一般的に対策工事（ハード対策）と比較して低予算で実現することができるため、道路斜面災害の対策を持続的に実施していく手助けとなる。

道路の事前通行規制により、道路利用者の生命を守るという直接的効果に加えて、突発的な災

害を原因とした道路寸断を防止することができ、道路復旧工事による長期間の道路封鎖による経済停滞を軽減することができる効果がある。また合わせて INSEP 職員に対して、斜面災害に係る検知器・警報器と道路の事前通行規制に関する技術と知識の向上を促進することが可能であると考える。

また上記した効果が、ホンジュラス国内や中米地域に波及していった場合、(株) 測商技研北陸から INSEP ほか関係機関に対する検知器・警報器の販売網が拡大していくことが可能になると考える。

【引用文献】

- (ア) Inter-American Development Bank (IDB), 2016, *Tegucigalpa y Comayagüela Capital Sostenible Segura y Abierta al Público*.
- (イ) United Nations, 1999, *Honduras: assessment of the damage caused by hurricane Mitch, 1998: implications for economic and social development and for the environment*.
- (ウ) USAID, *HONDURAS Country Development Cooperation Strategy 2015-2020*.
- (エ) USAID, 2017, *Latin America and the Caribbean – Disaster Risk Reduction FY 2017*.
- (オ) World Bank Group (WB), 2015, *Country Partnership Framework for the Republic of Honduras for the Period FY16 – FY20*.