

ブラジル国

ブラジル国
土砂災害等早期警報システムにかかる
案件化調査（中小企業支援型）

業務完了報告書

2022年12月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

中央開発株式会社

民連
JR
22-093

<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.

目次

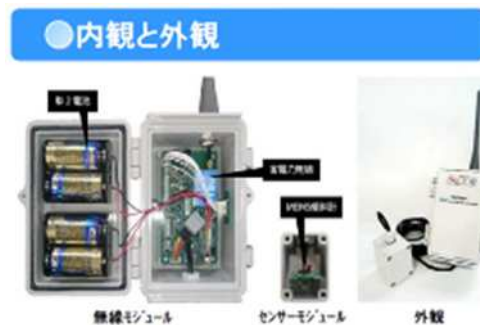
写真	1
地図	3
図表リスト	2
略語表	3
案件概要	4
要約	5
はじめに	8
1. 調査名	8
2. 調査の背景	8
3. 調査の目的	8
4. 調査対象国・地域	8
5. 契約期間、調査工程	9
6. 調査団員構成	10
第1章 対象国・地域の開発課題	10
1. 対象国・地域の開発課題	10
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	13
(1) 開発計画	13
(2) 政策	13
(3) 法令等	14
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針	14
4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	14
(1) 我が国の ODA 事業の先行事例分析	14
(2) 他ドナーの先行事例分析	15
第2章 提案法人、製品・技術	17
1. 提案法人の概要	17
(1) 企業情報	17
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ	17
2. 提案製品・技術の概要	17
(1) 提案製品・技術の概要	17
(2) ターゲット市場	20
3. 提案製品・技術の現地適合性	21
(1) 現地適合性確認方法	21
4. 開発課題解決貢献可能性	21
第3章 ODA 事業計画/連携可能性	23
1. ODA 事業の内容/連携可能性	23
2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策	29

3. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果.....	30
第4章 ビジネス展開計画.....	30
1. ビジネス展開計画概要.....	30
2. 市場分析.....	31
3. バリューチェーン.....	31
4. 進出形態とパートナー候補.....	32
5. 収支計画.....	32
6. 想定される課題・リスクと対応策.....	32
7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果.....	32
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献.....	32
(1) 関連企業・産業への貢献.....	32
(2) その他関連機関への貢献.....	32
参考文献.....	33
英文案件概要.....	34
英文要約 (Summary Report).....	35
別添資料.....	42

写真



提案製品の設置概要



提案製品の内観と外観



サンパウロ州道路局



州道路の現場踏査



州道路斜面（岩盤崩落箇所）



州道路斜面（地すべり箇所）



州道路斜面（表層崩落箇所）



バルエリ市防災局での技術プレゼン



サンパウロ州防災局訪問



自然災害モニタリング・警報センター



民間資源会社訪問



ミナスジェライス州防災局訪問



現地組立業者



現地組立業者

地図



調査対象地域図

出典：白地専門店 (<http://www.freemap.jp/>) の地図をベースに作成

	調査対象州	州都
1	連邦直轄区	ブラジリア
2	サンパウロ州	サンパウロ市
3	ミナスジェライス州	ベロオリゾンテ市
4	パラナ州	クリチバ市

図表リスト

図 1	提案製品のシステムの特長	18		
図 2	傾斜センサーおよび通信局取付けイメージ	18		
図 3	国内導入実績位置図	19		
図 4	オーストラリアでのモニタリング実績	図 5	ブータンでのセンサー設置の様子	20
図 6	CEMADEN 組織図	24		
図 7	実施体制図	27		
表 1	対ブラジル事業展開計画（防災）	14		
表 2	我が国の対ブラジル援助形態実績（年度別）	（単位：億円）	14	
表 3	主要ドナーの対ブラジル経済協力実績	（支出ベース、単位：百万ドル）	15	
表 4	日本-世界銀行防災共同プログラムのうち、ブラジルにおけるプロジェクト	16		
表 5	国内での販売実績	19		
表 6	機材の構成	27		
表 7	ビジネス化実証事業実施の活動計画・作業工程	28		
表 8	事業額概算	28		
表 9	ODA 事業の実施/連携における課題およびリスク	29		
表 10	上記の ODA を通じて期待される開発効果	30		

略語表

略語	正式名称	日本語名称
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais	国家自然災害モニタリング・警報センター
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres	全国災害リスク管理センター
C/P	Counterpart Personnel	カウンターパート
IDB	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação	科学技術革新・通信省
M/M	Minutes of Meetings	協議議事録
PPA	Plano Plurianual	多年度計画



ブラジル国 土砂災害等早期警報システムにかかる案件化調査

中央開発株式会社(東京都新宿区)



ブラジル国 防災・災害対策分野における開発ニーズ(課題)

- ・ブラジル国では、豪雨による洪水や土砂災害等が多発し、多数の死傷者が発生している。
- ・サンパウロ州の主要幹線道路の斜面では、雨季の集中豪雨による土砂崩れなどが頻繁に発生している。

提案製品・技術

- 傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム
- ・高精度・小型・省電力・低コストで、設置が簡単で斜面のリアルタイム遠隔自動監視ができる。
- ・斜面崩壊の管理基準値を確立しており、土砂災害の前兆の微動をとらえ、早期に予警報を発令できる。

本事業の内容

- ・ 契約期間: 2021年10月～2023年1月
- ・ 対象国・地域: ブラジル国サンパウロ州
- ・ カウンターパート機関: ブラジル国サンパウロ州交通局等
- ・ 案件概要: サンパウロ州の幹線道路の斜面では、土砂災害に対する防災対策は喫緊の開発課題となっている。本事業により、土砂災害発生個所に斜面崩壊感知センサーを設置し、斜面の動きのリアルタイム遠隔自動監視を行うことで早期の危険度判定が期待される。



感太郎

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・ブラジル国で頻発する道路斜面や都市部の傾斜地等の土砂災害、鉱滓ダムの崩壊等の災害を未然に防ぐため、斜面や構造物を多点で遠隔監視・モニタリングし、警報アラームを鳴らす、崩壊防止のための緊急対策につなげるなど、低コストで実効性のあるシステムを普及する事業を開拓する。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・早期の予警報により、大きな災害や、災害復旧工事における二次災害などを減災する。
- ・土砂災害等のモニタリングおよび早期予警報発令システムにより、早期警報発令の精度が高まり、人的被害や緊急対策等による国の開発を阻害している経済的損失の減少が期待される。

2021年10月現在

要約

I. 調査要約

1. 案件名	<p>(和文) ブラジル国土砂災害等早期警報システムにかかる案件化調査 (中小企業支援型)</p> <p>(英文) SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Early warning monitoring system for landslides disasters in Brazil</p>
2. 対象国・地域	ブラジル国サンパウロ州、ミナスジェライス州
3. 本調査の要約	<p>ブラジル国における土砂災害等早期警報システムに関する案件化調査。本調査後に「傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム」(製品名: 感太郎、斜面や構造物を多点で遠隔監視・モニタリングし、予警報を発令し、崩壊防止のための緊急対策につなげるなど、低コストで実効性のあるシステムを普及する事業) のビジネス展開を図り、ひいてはブラジル国の土砂災害など斜面崩壊の防災・減災への貢献を目指す。</p>
4. 提案製品・技術の概要	<p>提案製品の「傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム」は、高精度・小型・省電力・低コストで、設置が簡単で斜面のモニタリングができる。さらに、斜面崩壊の管理基準値を確立しており、交通規制や緊急対策などにつながる注意喚起や警報を発令できることが大きな特徴である。斜面崩壊や地すべりなどの土砂災害の前兆の微動をとらえ、早期にアラームを鳴らすことで、大きな災害や、災害復旧工事における二次災害などを減災する、防災と減災への貢献が期待される。</p>
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>ブラジル国では、気候変動の影響、都市拡張による災害リスクの高い危険な斜面地への居住、防災施設の整備の遅れ、ソフト面の防災対策の遅れなどが複合して豪雨による土砂災害が近年多発している。このような土砂災害への対応として、2011年のリオデジャネイロ州の豪雨災害を契機に、豪雨災害への体制強化が図られてきているが、斜面のモニタリングを住民の適切な避難行動に結びつけるには様々な問題を抱えている。そこで、危険な斜面をモニタリングして、崩壊の危険性がある場合にはアラートを発出できる高精度の斜面防災モニタリングシステムの構築が待望されている。構築するビジネスモデルでは、ブラジルの地盤コンサルティング企業と提携して機材を設置し、斜面モニタリングのコンサルティング、予警報管理を提供するスキームを構築する。顧客候補は、住宅地や道路、鉄道などの斜面を管理する自治体や鉄道会社、鉱山会社などの企業である。料金は、サブスクリプション方式(年契約、月額など)の料金設定を想定している。</p>
6. ビジネスモデル展開に向けた課	現時点で想定される課題としては、税制や税務手続き・行政手続きの煩雑さ、機器の輸入における関税等の付加によるコスト高、現地パートナー企

題と対応方針	業との提携、ニーズの拡大によるサービス供給体制、知的財産権保護の欠如などが挙げられる。これに対する対応方針としては、豊富な経験を有する現地日系弁護士等、現地法律事務所の活用、ブラジル国内での機器の組み立て体制の検討、人材の確保、現地パートナーとの信頼関係の醸成、実績づくり、国際特許の取得、その他、提案企業が有する現地法人拠点の活用や、サンパウロ大学工学部との連携（FDTE との連携を想定）を想定している。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・貢献を目指す SDGs のターゲット：11: 住み続けられるまちづくりを、13: 気候変動に具体的な対策を ・早期の予警報の発令により、大きな災害や、災害復旧工事における二次災害などを減災する。 ・土砂災害等のモニタリングおよび早期予警報発令システムにより、早期警報発令の精度が高まり、人的被害や緊急対策等による国の開発を阻害している経済的損失の減少が期待される。
8. 本事業の概要	
① 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アイデアの検討や ODA 事業等での活用可能性の検討を通して、ビジネスモデルが策定される。
② 調査内容	<p>①土砂災害など道路の斜面防災や斜面崩壊が発生している斜面地へのリアルタイム遠隔自動監視の必要性を確認する。</p> <p>②提案システムである傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システムを、パイロットサイトに設置し提案システムの現地への適合性を確認する。</p> <p>③現地での事業化を行う上で必要な情報収集を行う。</p>
③ 本事業実施体制	提案法人：中央開発株式会社 外部人材：（無し）
④ 履行期間	2021 年 10 月～2023 年 1 月（1 年 3 ヶ月）
⑤ 契約金額	29,167.6 千円（税込）

II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	中央開発株式会社
2. 代表法人の業種	[④サービス業]（ ）
3. 代表法人の代表者名	代表取締役社長 田中 誠
4. 代表法人の本店所在地	東京都新宿区西早稲田三丁目 1 3 番 5 号

5. 代表法人の設立年月日（西暦）	1948年10月6日
6. 代表法人の資本金	1億円
7. 代表法人の従業員数	358名
8. 代表法人の直近の年商（売上高）	87億8,257万円（2021年4月～2022年3月期）

はじめに

1. 調査名

- ・ (和文) ブラジル国 土砂災害等早期警報システムにかかる案件化調査 (中小企業支援型)
- ・ (英文) SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Early warning monitoring system for landslides disasters in Brazil

2. 調査の背景

ブラジル国は、世界第5位の面積・人口 (中南米最大) を抱えており、その8割以上が都市部に在住している。急速な都市化が進む一方でインフラ整備は遅れており、環境・衛生の悪化、交通渋滞、自然災害への脆弱性など様々な問題が生じている。経済規模は、世界第9位 (2018年、IMF) を誇り、グローバル・プレーヤーとしての国際的地位を高め、一層の経済発展を目指しているものの、新興国のインフラ整備度ランキング (World Economic Forum Global Competitiveness Report2014-2015) では、141カ国中71位とBRICS諸国で最下位である。他の新興国と比較してもインフラ整備が進んでいないことは明らかである。

ブラジル国では、豪雨による洪水や土砂災害等が多発し、多数の死傷者が発生している。2011年のリオデジャネイロで900人以上が亡くなった土砂災害を契機とし、一層の防災対策を推進することを掲げた。効果的な防災対策を実現していくためには、リスク評価、自然災害のモニタリング・早期警報システム、都市部における危険地域での宅地形成の制御、防災インフラの整備等を統合的に進めていくことが重要課題となっている。

このような状況のなか、我が国の対ブラジル連邦共和国国別開発協力方針 (2018年4月) は、「持続的開発への支援と互恵的協力関係の促進」を基本方針とし、「都市問題と環境・防災対策」を重点分野の一つに掲げている。その対応方針は、「日本の先進的な技術や知見を活用した環境配慮型都市の構築支援」であり、技術協力事業で「統合自然災害リスク管理国家戦略強化プロジェクト」(2013年～2017年) 等を実施し、都市問題と環境・防災対策への支援を行っている。

本調査は、受注者の提案技術である傾斜センサー並びに斜面崩壊早期警報システム等々の防災モニタリングシステムの紹介、提案技術を用いてブラジル国サンパウロ州内の道路法面のパイロットサイトにおいて試行を行うことによって、有効性の確認や課題の抽出並びに同国の斜面災害の特性と提案製品との適合性を確認する。また、同時に市場調査を行って、ブラジル国の防災課題解決に寄与するビジネスとして、事業化を目指した案件の形成を行う。

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アイデアの検討やODA事業等での活用可能性の検討を通して、ビジネスモデルが策定される。

4. 調査対象国・地域

ブラジル連邦共和国サンパウロ州、ミナスジェライス州、パラナ州及びブラジリア連邦直轄区。このうち、サンパウロ州、ミナスジェライス州については現地で調査を実施し、ブラジリア連邦直

轄区については当初の計画のとおりオンライン方式によって聞き取り調査を行った。また、パラナ州に関しては、同地のブラジル地盤工学会の会長（企画書立案当時）に聞き取りを行う計画であったが、会長が交代したため、リオグランデドスル州在住の新しい会長にオンラインによる聞き取りを行った。

5. 契約期間、調査工程

- ・ 契約期間：2021年10月20日～2023年1月30日
- ・ 調査工程について、現地調査毎に期間、訪問先、調査項目を以下に示す。

第1回現地調査

期間	訪問先	調査項目
2022年 1月17日（月）	サンパウロ州道路局	対象地域の開発課題
1月18日（火）	民間資源会社（オンライン）	開発課題解決貢献可能性
	現地パートナー候補機関	ODA事業における課題・リスク
1月19日（水）	ブラジル日本商工会議所事務局	想定される課題・リスクと対応策
1月20日（木）	NXブラジル	ODA事業における課題・リスク
1月21日（金）	デモ機材設置資機材準備	提案製品の現地適合性
1月24日（月）	サンパウロ州道路局	デモ機材設置のための現地踏査
1月25日（火）	バルエリ市防災局	開発課題解決貢献可能性
1月26日（水）	現地組立業者ヴェトロン社	想定される課題・リスクと対応策
1月27日（木）	サンパウロ州防災局、国家自然災害モニタリング・警報センター（CEMADEN）	斜面防災モニタリング技術の紹介、モニタリングシステムの視察
1月28日（金）	ブラジル地盤工学会（オンライン）	市場調査・バリューチェーン
1月31日（月）	ヴァーレ社	開発課題解決貢献可能性
2月1日（火）	ミナスジェライス州防災局	開発課題解決貢献可能性
2月2日（水）	現地通関業者	想定される課題・リスクと対応策
2月3日（木）	地盤系コンサル会社	ODA事業における課題・リスク
	サンパウロ州道路局	ODA事業における課題・リスク
	現地組立業者	想定される課題・リスクと対応策
	現地組立業者	想定される課題・リスクと対応策
2月4日（金）	ジェットロ・サンパウロ事務所（オンライン）	想定される課題・リスクと対応策 特許取得、知財財産権
2月7日（月）	サンパウロ州道路斜面現場踏査	提案製品の現地適合性
2月8日（火）	デモ機材設定調整	提案製品の現地適合性
2月9日（水）	デモ機材設置用資材準備	提案製品の現地適合性
2月10日（木）	デモ機材設置用資材準備	提案製品の現地適合性
2月11日（金）	デモ機材設置場所踏査	提案製品の現地適合性
2月14日（月）	サンパウロ州道路局	提案製品の現地適合性
2月15日（火）	デモ機材設置手順の確認	提案製品の現地適合性
2月16日（水）	デモ機材設置手順の確認	提案製品の現地適合性

第2回現地調査

期間	訪問先	調査項目
2022年 8月22日（月）	バルエリ市機材設置進捗状況確認 組立業者訪問調整	提案製品の現地適合性 バリューチェーン調査
8月23日（火）	バルエリ市防災局	提案製品の現地適合性

8月24日(水)	現地組立業者	バリューチェーン調査
8月25日(木)	現地通関業者	想定される課題・リスクと対応策
8月26日(金)	施工業者訪問調整	バリューチェーン調査
8月29日(月)	機材設置費見積り	バリューチェーン調査
8月30日(火)	現地施工会社	想定される課題・リスクと対応策
8月31日(水)	CEMADEN 向け説明事項検討	ODA 事業における課題・リスク
9月1日(木)	現地施工会社	想定される課題・リスクと対応策
9月2日(金)	JICA ブラジル事務所	ODA 事業における課題・リスク
9月5日(月)	国家自然災害モニタリング・警報センター (CEMADEN) カンポストジオルダン市防災局	開発課題解決貢献可能性、カウンターパート候補機関との ODA 案件化についての協議
9月6日(火)	JICA ブラジル事務所	ODA 事業における課題・リスク
9月7日(水)	(団内協議)	想定される課題・リスクと対応策
9月8日(木)	市場調査	情報収集
9月9日(金)	バリューチェーン調査	情報収集
9月12日(月)	サンパウロ州道路	開発課題解決貢献可能性
9月13日(火)	バルエリ市防災局	開発課題解決貢献可能性、デモ機材設置のための現地踏査
9月14日(水)	マウアー市防災局	モニタリングシステムの視察
9月15日(木)	バルエリ市防災局	デモ機材の設置
9月16日(金)	鉄道会社 (オンライン)	開発課題解決貢献可能性
9月19日(月)	鉱山会社	開発課題解決貢献可能性
9月20日(火)	サンパウロ州防災局	開発課題解決貢献可能性
9月21日(水)	JICA ブラジル事務所	ODA 事業における課題・リスク
9月22日(木)	資料整理、地盤系コンサル会社	ビジネス展開にかかる調査
9月23日(金)	資料整理、現地パートナー候補機関	進出形態とパートナー候補調査
9月26日(月)	資料整理、現地協力会社	想定される課題・リスクと対応策

6. 調査団員構成

調査団の氏名、担当業務、所属先につき、以下に示す。

	氏名	担当業務	所属先
1	山口 達朗	業務主任者/事業計画	中央開発株式会社
2	宮本 善和	市場調査 1	中央開発株式会社
3	藤谷 久	斜面災害調査	中央開発株式会社
4	王 林	モニタリングシステム構築	中央開発株式会社
5	関田 宏一	斜面モニタリング技術 1	中央開発株式会社
6	福原 誠	斜面モニタリング技術 2 (国内)	中央開発株式会社
7	王寺 秀介	斜面モニタリング技術 3 (国内)	中央開発株式会社
8	小林 大祐	市場調査 2	中央開発株式会社
9	伊野 真一	斜面モニタリング技術 4/市場調査 3	中央開発株式会社ブラジル現地法人

第1章 対象国・地域の開発課題

1. 対象国・地域の開発課題

(1) 開発課題の状況

本調査において主要な調査対象としたサンパウロ州サンパウロ市から東へ約 60 kmに位置する

モジダスクルーゼス市とベルチオガ市とを結ぶサンパウロ州の道路（SP-98）は、サンパウロ州道路局が管理するサンパウロ州内陸部と海岸部港湾とを結ぶ主要物流インフラの幹線道路の一つである。

調査団が、サンパウロ州道路局において提案製品の技術紹介プレゼンを行い、聞き取りを行ったところ、道路斜面における土砂災害等のモニタリングや早期予警報発令に関する現状の問題点として、リアルタイムによる道路斜面の遠隔監視が行われていないことと、道路斜面には雨量計が設置されておらず、24時間の連続雨量が70mmを超えたら、交通規制をかけている点との情報を入手した。

このことから、早期予警報に関する開発課題及び主な原因を下記の通り列挙する。

- ①雨量による危険度判定の精度が低い。原因としては、雨量観測の地点が少なく、広域の降雨の状況を捉えているため、危険リスクの高い斜面の挙動を捉えきれていない、また、道路斜面地盤の挙動は、地質や地形とも関連するため、雨量だけでは必ずしも判定できない点。
- ②早期予警報発令のためのリアルタイム遠隔監視体制が構築できていない。原因としては、既存導入機材の機能だけでは、斜面の挙動を捉えることが出来ない点。
- ③現地に適合した管理基準値（閾値）がない。原因としては、雨量による危険度判定を行っており、現地の斜面の地形・地質に即した管理基準値がない点。

本事業により、土砂災害発生危険箇所に斜面崩壊感知センサーを設置し、斜面の動きのリアルタイム遠隔自動監視を行うことで早期の危険度判定が期待される。

また、精度の低い雨量による危険度判定によって交通規制が敷かれることから必要以上に道路を封鎖することで物流が停滞することによる経済的損失が発生しており、傾斜センサーを活用した斜面モニタリングシステムが導入され交通規制判断の精度が上がることで、経済的損失の低減が期待される。

（2）開発課題の背景・原因：

ブラジル国では、近年、豪雨による洪水や土砂災害等が発生し、多数の死傷者が発生していることが挙げられる。

- ・2011年にリオデジャネイロでの大規模土砂災害の発生により死者900人以上が犠牲。
- ・2019年に民間資源会社所有の鉱滓ダム（ミナスジェライス州）が決壊、200人以上が犠牲。
- ・2022年、年初来5か月間で4度、ブラジル国内各地で大規模な洪水・土砂災害が発生。
- ・2022年11月28日に、南部パラナ州沿岸部グアラツューバの国道376線の道路斜面で大雨（72時間の連続雨量が200ミリ超）による土砂災害が発生し、少なくとも6台のトラックと15台の乗用車が巻き込まれ、2名が犠牲となった。12月6日には、北東部バイア州南部の43の自治体において大雨による洪水などで6500人が避難するとともに土砂災害の危険が高まっている。リオデジャネイロ州、サンタカタリーナ州でも洪水が発生し、サンパウロ州でも洪水のリスクが高まっている。

サンパウロ州技術研究所によると、1988年から2022年6月までのブラジル全国の土砂災害

による死者数は4146人となっている。全体の中では、2011年のリオデジャネイロ州での大規模土砂災害の発生による死者数が際立っているが、注目すべき年は2022年で、上半期で443人の犠牲者が出ていることである。

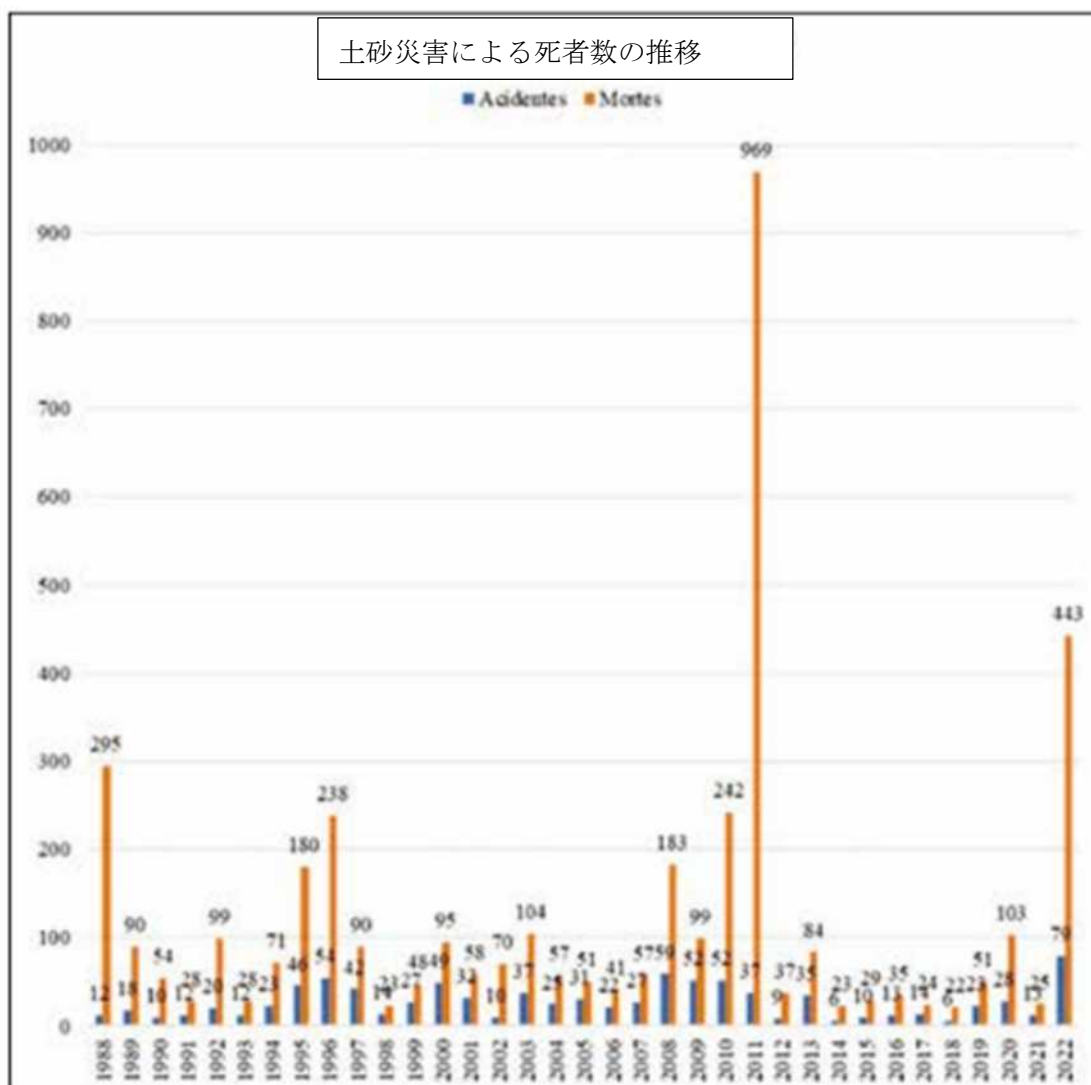


図 1 ブラジル全国の土砂災害による死者数

出典：サンパウロ州技術研究所(IPT)

ブラジル国では、気候変動の影響、都市拡張による災害リスクの高い危険な斜面地への居住、防災施設の整備の遅れ、ソフト面の防災対策の遅れなどが複合して豪雨による土砂災害が近年多発している。このような土砂災害への対応として、2011年のリオデジャネイロ州の豪雨災害を契機に、豪雨災害への体制強化が図られてきているが、住民の適切な避難行動に結びつけるには様々な問題を抱えている。効果的な防災対策を実現していくためには、リスク評価、自然災害のモニタリング・早期警報システム、防災インフラの整備等を統合的に進めていく必要がある。

2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

(1) 開発計画

1988年に制定された憲法により、大統領は就任に際して、「多年度計画」(PPA)という4か年の国家開発計画を策定することになっている。

ブラジル政府は、2020年11月に、2020年～2023年の多年度計画である「成長加速計画」(PAC) 24を発表した。4年間の予算の総額6兆8027億レアルのうち、経済対策部門は65.6%の4兆4659億レアルを計上している。経済対策部門のうち、プログラム2018「災害リスク管理」部門には、ブラジル地域開発省を主管として、18億7千万レアル(0.04%)が計上されている。2022年10月に行われたブラジル大統領選挙の結果、ルーラ元大統領の当選が決まり、2023年1月に新政権が発足となることで、経済対策・災害リスク部門への予算計上の動向などに注視したい。

(2) 政策

ブラジル政府は、国家開発計画に位置づけられる「多年度計画(PPA 2012-2015)」に初めて防災の視点を組み入れた「災害リスク管理・対応プログラム」を策定した。同プログラムでは、洪水氾濫、フラッシュフラッド、地すべり、干ばつを対象として、①脆弱な地域のリスクマッピング、②予警報システムの構築、③災害リスクを考慮した都市拡張計画の策定、④排水対策、洪水対策、土砂災害対策等の防災インフラの整備等のさまざまな施策を含んでいる。ブラジル政府は、同プログラムに基づく防災体制強化のため、2011年のリオデジャネイロ州における大規模土砂災害を契機として、降雨予測と観測の強化を目的として2011年12月にMCTIに国家自然災害モニタリング・警報センター(Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais : CEMADEN)を、また災害リスク評価、災害対応を目的として2012年8月には国家統合省(Ministério da Integração Nacional : MI)に全国災害リスク管理センター(Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres : CENAD)を創設した。これらの災害リスク評価に基づき、都市省(Ministério das Cidades : MCidades)は、都市拡張計画の策定主体である市に対して災害リスクを考慮した土地利用基準を示すことが求められている。

さらに、2015年12月に発表された、ブラジル国「多年度国家開発計画(PPA 2016-2019)」においては、「プログラム2040 - 災害リスク管理・対応プログラム」が防災に関する課題別プログラムの一つとして強化の必要性等が示されている。また、近年の防災分野でブラジル政府が特に重要視している施策・対策としては、2019年12月に発表された「多年度国家開発計画(PPA 2016-2019)」の防災に関する課題設定「プログラム2218 - 災害リスク管理・対応プログラム」があり、災害リスクの理解と軽減、準備の拡大と災害の影響の軽減への投資が目的として示された。

また、サンパウロ州については、サンパウロ州多年度開発計画(PPA 2020-2023年)において、戦略的目標プログラムの一つとして、「自然災害に直面した持続可能な開発」を目標に掲げている。

(3) 法令等

法令面では国家防災法 12608 が 2012 年 4 月に定められ、全国的な防災面の強化のための法律となった。また、それとともに連邦都市法を改正して Art. 42-A 及び Art. 42-B が追加され、災害リスクを考慮したマスタープラン及び都市拡張計画を市政府が策定するよう規定した。

サンパウロ州道路局では、雨量計による危険度判定として、24 時間連続で 70mm を超えると交通規制を行う連続雨量による通行規制基準が定められた。

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力量針

日本の対ブラジル連邦共和国国別開発協力量針（2018 年 4 月）は、「持続的開発への支援と互恵的協力関係の促進」を基本方針（大目標）とし、日本との経済関係を更に発展・深化させていくために、ブラジル政府が掲げる「成長加速プログラム」及び「投資連携プログラム」を踏まえ、急速な都市化がもたらす弊害を緩和するとともに、天然・食料資源の安定供給に資する分野への支援を行っていくことが謳われている。

また、「都市問題と環境・防災対策」を重点分野（中目標）の一つとして掲げ、都市環境の悪化に対し、防災や地球規模課題の解決に資する支援を行っている。

表 1 対ブラジル事業展開計画（防災）

重点分野 1	都市問題と環境・防災対策
開発課題 1-3	防災
現状と課題	ブラジルにおいては、豪雨による洪水や土砂災害等が多発し、多数の死傷者が発生している。ブラジル政府は、2011 年のリオデジャネイロでの 900 人以上が亡くなった土砂災害を契機とし、一層の防災対策を推進することを掲げた。効果的な防災対策を実現していくためには、自然災害のモニタリング・早期警報システムの整備等を統合的に進めていく必要がある。
開発課題への対応方針	自然災害のうち、特に土砂災害を主対象として、災害リスクの軽減を図るための協力を行う。具体的には、日本の防災技術や経験を踏まえ、災害予警報体制及び災害観測・予測システム等の構築に資する支援を行う。

出典：外務省 対ブラジル事業展開計画に基づき提案法人作成

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) 我が国の ODA 事業の先行事例分析

日本の対ブラジル援助形態の年度別の実績について下記に示す。

表 2 我が国の対ブラジル援助形態実績（年度別）（単位：億円）

年度	円借款	無償資金協力	技術協力
2015 年度	—	2.64	19.51
2016 年度	—	1.56	18.10
2017 年度	—	1.22	16.34
2018 年度	—	0.85	13.77
2019 年度	—	5.52	11.33

累計	3,313.00	49.65	1,201.54
----	----------	-------	----------

出典：外務省 政府開発援助（ODA）国別データ集 2020 に基づき提案法人作成

ブラジルにおける ODA 事業の先行事例として、自然災害リスク統合管理プログラムは、特に土砂災害を主対象として、災害リスクの低減に向けたリスク評価、リスクを踏まえた都市拡張計画、災害予警報体制及び災害観測・予測システムの構築に資する支援を行っている。²

技術協力事業では、「統合自然災害リスク管理国家戦略強化プロジェクト」（2013 年～2017 年）、「強靱な街作りのための土砂災害構造物対策能力向上プロジェクト」（2021 年～2026 年）等を実施し、特に土砂災害を主対象として、災害リスクの低減に向けたリスク評価、リスクを踏まえた都市拡張計画、災害予警報体制及び災害観測・予報システムの構築に資する支援を行っている。

近年多発している土砂災害への対応として、2011 年のリオデジャネイロ州の豪雨災害を契機に、豪雨災害への体制強化に取り組んできているが、住民の適切な避難行動に結びつけるには様々な問題を抱えている。そこで、危険な斜面をモニタリングして、崩壊の危険性が高まった場合にはアラートを発出できる精度の高い斜面防災モニタリングシステムの構築が待望されている。

（2）他ドナーの先行事例分析

主要ドナーの対ブラジル経済協力の実績を下記の表に示す。

表 3 主要ドナーの対ブラジル経済協力実績（支出ベース、単位：百万ドル）

暦年	1 位	2 位	3 位	4 位	5 位	うち日本	合計
2014 年	ドイツ 519.86	フランス 224.34	ノルウェー 140.37	日本 117.16	英国 18.07	117.16	1,068.02
2015 年	ドイツ 310.21	フランス 181.72	ノルウェー 157.20	日本 92.70	英国 32.81	92.70	818.86
2016 年	ドイツ 314.46	フランス 125.69	ノルウェー 111.55	日本 84.86	英国 72.74	84.86	755.17
2017 年	ドイツ 182.75	フランス 170.21	ノルウェー 54.80	日本 48.12	英国 28.57	48.12	530.89
2018 年	ドイツ 228.94	フランス 116.94	ノルウェー 84.31	日本 67.73	英国 33.44	67.73	588.70

出典：外務省 政府開発援助（ODA）国別データ集 2018 に基づき提案法人作成

日本-世界銀行防災共同プログラムのうち、ブラジルにおけるプロジェクトについて下記に示す。

² 外務省 対ブラジル 事業展開計画（2021 年 4 月）

表 4 日本-世界銀行防災共同プログラムのうち、ブラジルにおけるプロジェクト

プロジェクト名	金額 (US ドル)	プロジェク ト開始日	プロジェクト 完了日	プロジェクト タイプ	目標
ブラジルにお ける災害リスク管 理意思決定の刷 新	1,565,000	2014年12 月9日	2019年6月30 日		本プロジェクトは、ブラジル政府 および対象の州・都市（サンタカ タリーナ州／ポルト・アレグレ 市）支援に向けた5年間のプログ ラムの一環として、テリトリー開 発・公共投資・公共財政における 災害リスクへのより理解の促進と 災害リスク管理の主流化につい て、州および自治体レベルでの組 織的・技術的能力の強化を目指 す。
ブラジル南部に おける強靱性の 能力構築支援	600,000	2020年3 月19日	2023年2月28 日	リスクの特 定、削減と備 え	地方自治体また州政府によるリス ク緩和および災害準備計画の策定 を支援
ミナスジェライ ス州・ペロオリ ゾンテの災害リ スク管理改善に 向けた強靱性の ある都市交通シ ステムの実施	350,000	2021年1 月27日	2023年1月31 日	強靱なインフ ラ	政府機関の次の項目に係る技術能 力を強化する①公共交通計画と災 害リスクインフラ計画を関連づけ る②より災害に強く包摂的な都市 交通を築くため、世界銀行が融資 する「ペロオリゾンテのアマゾナ ス回廊におけるモビリティと都市 包摂性の向上 (P169134)」に対し て、災害に強く革新的な設備管 理、工学技術、設計の解決策を提 案する。
ブラジル北東部 のセアラ州にお ける防災および ダム安全強化	300,000	2021年3 月16日	2023年3月31 日	強靱なインフ ラ	ダムや堤防の安全性および下流域 のコミュニティの強靱性を改善す ることで、ダム関連の防災力を強 化し、より安定的な水供給に貢献 する。

出典：世界銀行ホームページに基づき提案法人作成

第2章 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

提案法人の会社名、所在地、設立年月日、事業内容等を以下に示す。

1	会社名	中央開発株式会社
2	所在地	東京都新宿区西早稲田三丁目13番5号
3	設立年月日	1948年10月6日
4	事業内容	コンサルタント業務、建築設計業務、調査業務、測量業務、建設工事業務

総合建設コンサルタント会社である提案法人は、1948年の創業以来、道路、橋梁、ダム、港湾、ビルなどの構造物を支える地盤の調査・計測・解析・設計を日本全国で行ってきた歴史がある。

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

提案法人は、1973年に海外事業部を設置し海外事業を展開しており、ブラジルには2003年に現地法人を設立しODA案件のコンサルティング業務など長年の経験がある。提案法人は、長年にわたり、災害の多い日本の地形や地質を研究し、防災技術に関する膨大なノウハウを蓄積してきており、防災技術をもって世界展開を目指している。

2. 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

提案法人が、東京大学大学院や、(独) 土木研究所、埼玉大学大学院などとの技術提携によって開発し、SIP（内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム）を通して発展・向上させてきた提案製品の「傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム」は、高精度・小型・省電力・低コストで、設置が簡単で斜面のモニタリングが可能である。さらに、斜面崩壊の管理基準値を確立しており、交通規制や緊急対策などにつながる注意喚起や警報を発令できることが大きな特徴である。警戒レベル1（注意警戒）、警戒レベル2（避難準備）、警戒レベル3（即避難）の3段階の早期警戒における警戒レベルを設定し推奨している。

斜面崩壊や地すべりなどの土砂災害の前兆の微動をとらえ、早期にアラームを鳴らすことで、大きな災害や、災害復旧工事における二次災害などを減災する、防災と減災のトータルサポートである。

通常、数時間前から予兆があり、傾斜角度が微少に累積し、土砂災害が発生する時に増大する傾斜角度のスピードに着目している。最短で5時間程度のリードタイムがあり、それを活かすことによって、減災が可能となる。対策工により未然に防いだ事例もある。

全般的な雨量による観測の他に、危険な斜面など局所については、弊社の計器に土壌水分計を取り付けて斜面の動きと土壌水分とを監視することで、二重に監視する体制が構築可能となる。

機材の更新については、電池駆動で約1年計測が可能である。



図 1 提案製品のシステムの特長

・製品・技術のスペック・価格

弊社の提案製品（弊社斜面崩壊感知センサー（製品名：感太郎））のスペックを以下に示す。

- ◆ 測定タイプ：2種類のセンサーを内蔵（傾斜角度を測定するセンサーと転倒即時検知センサー）
- ◆ 測定精度：0.02°程度（多くの他社は0.1°以上）
- ◆ 通信距離：約600m（無障害時）（多くの他社は500m以下）
- ◆ センサー部設置箇所：地上、地中のどこでも可能（構造物でも可能）
- ◆ 重量：0.3kgで軽い（片手で容易に運搬可能で迅速な設置が可能）
- ◆ 価格：センサー1基 ¥115,000（おそらく業界で最安値）

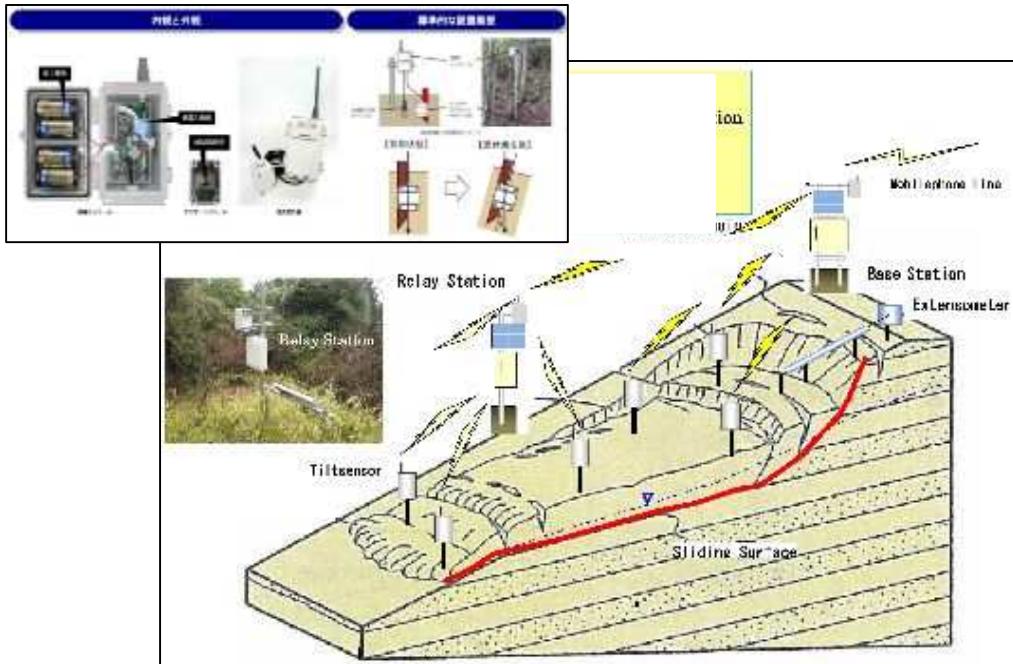


図 2 傾斜センサーおよび通信局取付けイメージ

・国内外の販売実績

弊社斜面崩壊感知センサー（製品名：感太郎）を始め各種計測機器とモニタリングシステムは、次図および次表に示すように、国内の官庁および民間への多数の販売実績を有している。

提案製品の海外での実績として、中国、ブータン（「道路斜面对策工能力強化プロジェクト」）、インド、オーストラリア、スリランカ、台湾などで導入実績がある。



図 3 国内導入実績位置図

出典：提案法人作成

表 5 国内での販売実績

官民分類	顧客分類	顧客件数	感太郎(基)	その他の計測機器(基)	モニタリングシステム(式)
官 公 庁 系	国土交通省	9	272	59	9
	農林水産省	3	0	11	3
	都道府県	25	65	102	25
	市区町村	2	0	12	2
	旧道路公団	2	0	39	2
	鉄道会社 (JR)	6	18	24	6
	電力会社	3	13	3	3
	大学	2	20	6	2
民 間 系	全国建設会社 (ゼネコン)	12	56	6	12
	地方建設会社	18	62	12	16
	コンサルタント	14	186	6	15
	住宅会社	1	5	0	1
	ガス会社	1	0	1	1
	鉄道会社	2	1	2	2
計		100	698	283	99

出典：提案法人作成

官公庁系では国交省、農水省といった一次官庁をはじめ、地方自治体そして鉄道会社、電力会社といったインフラ分野の顧客への販売実績がある。一方、民間系では建設工事現場での安全確保のために建設会社等での導入実績を有している。

この他、海外では、中国、インド、オーストラリア（次図左参照）での実績があり、ブータン国で現在実施中の「道路斜面对策工能力強化プロジェクト」においても弊社モニタリングシステムが採用され、現地で稼働中である（同次図右）。

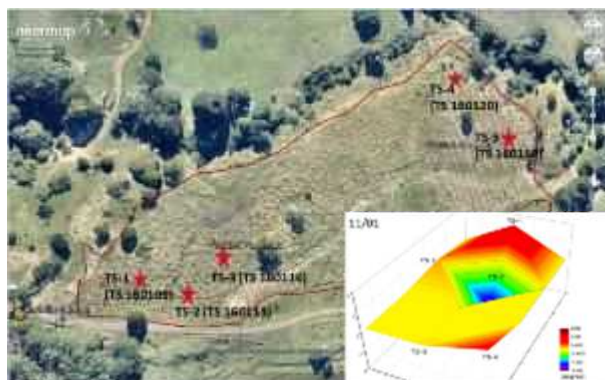


図 4 オーストラリアでのモニタリング実績



図 5 ブータンでのセンサー設置の様子

(2) ターゲット市場

近年における地球温暖化の進行の背景のもと、世界各地にて異常気象が頻発している。その中で降雨に着目すると、特に我が国では昔と今とでは雨の降り方が異なってきている。ゲリラ豪雨や線状降水帯といった局地的且つ短時間に豪雨が発生し、その結果自然災害の頻度と規模が増大していることが近年の特徴として挙げられる。

このような状況のもと、日本国内では自然災害に対するハード対策とソフト対策が進められており、そのうち予算等の制約上、後者のソフト対策に重点がおかれ、斜面防災モニタリングの市場が拡大しているのが現状である。

斜面防災モニタリングに関する商品については、日本国内では、約 20 年前から、各メーカーが発売を開始し、現在に至るまで様々な商品および技術が世に出ている。提案企業では、さらにモニタリング実績に基づき管理基準値を設定している。

このように斜面防災モニタリングについては今後も確実に需要が増え、且つ成長が期待できる分野であると考えられる。

また、ブータン国においては、SIP（内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム）を通して発展・向上させてきた提案製品「傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム」が JICA「道路斜面对策工能力強化プロジェクト」において採用され、道路斜面モニタリングを行っている。

下表にブラジルにおけるターゲット市場を示す。

表6 マーケット開拓のターゲット候補

	NO	名称	事業の概要	
公 的 機 関	1	CEMADEN Defesa Civil Estadual Defesa Civil Municipal	防災局は、国土全域の市民保護と防衛の活動を調整する機関である。連邦、州、市の3つのレベルの政府において地域社会の安全を担っている。	
	2	DER-SP Departamento de estrada e Rodagem do Estado de São Paulo	サンパウロ州道路局、州高速道路システムの管理、市営および連邦高速道路の統合、他の交通手段との交流の機能を担っている。	
民 間 企 業	3	Vale S.A.	総合資源開発企業、主力である鉄鉱石の生産・販売のシェアは世界一を誇っている。Brumadinho ダムの崩壊もあり同社が管理している鉱滓ダムのモニタリングの可能性が見込まれる。	
	4	Concessionária Rota das Bandeiras S.A.	高速道路 ブラジルの高速道路及び鉄道網のコンセッションを所有しているコンソーシアム企業。運営、管理、拡張工事などの責任が課せられており、斜面のモニタリング及び工事の作業員への安全確保を目的としたモニタリングが可能である。	
	5	Grupo CCR		
	6	Concessionária Tamoios		
	7	Tamoios		
	8	Rumo Logística Operadora Multimodal S.A.		鉄道
	9	MRS Logística S/A		
	10	Mover Participações S.A.	大手ゼネコンであり、上下水道から高速道路などのあらゆる方面のインフラ設備などの大規模な工事の実績を所有する。現場作業員の安全確保を目的としたモニタリングも含め、様々なモニタリングサービスの可能性がある。	
	11	Novonor S.A		
	12	Grupo Methas S.A		
	13	Andrade Gutierrez S.A.		
	14	Grupo Queiroz Galvão S/A		

3. 提案製品・技術の現地適合性

(1) 現地適合性確認方法

企業機密情報につき非公表

4. 開発課題解決貢献可能性

土砂災害等のモニタリングおよび早期予警報発令システムにより、早期警報発令の精度が高まり、人的被害や緊急対策等による国の開発を阻害している経済的損失の減少が期待される。

サンパウロ州モジ-ベルチオガ道路における土砂災害の写真



2018年4月11日・Mogi-Berçoja 89+000 km地点の土砂災害
写真提供: Jerry Usda/Wespa/Geo Gndm

2018年4月11日に発生した土砂災害



km 82+000 km地点
(2014年3月)

2014年3月に発生した土砂災害



82+000 km地点、87+000 km地点、
88+000 km地点(2018年2月)

2018年2月に発生した土砂災害



88+000 km地点
(2018年3月)

2018年3月に発生した土砂災害
出典: ブラジル国サンパウロ州道路局



89+000 km地点
(2018年4月)

2018年4月に発生した土砂災害

第3章 ODA 事業計画/連携可能性

1. ODA 事業の内容/連携可能性

ODA 事業内容：ビジネス化実証事業

ビジネス化実証事業に応募することを予定している。

ブラジル国において、連邦政府機関・州政府機関などの公的機関で実績を積み、民間需要への展開を図ることを目的として、提案法人は、ODA 案件によりブラジル国内の公的機関である C/P 候補機関が管理する道路斜面や都市部の傾斜地等の斜面災害等におけるモニタリングの実証活動を行う。将来的には、決壊のリスクを抱える鉱滓ダムを多数保有する民間資源会社や、海岸山脈地帯で鉄道斜面災害のリスクを抱える貨物輸送鉄道会社などもターゲットとして展開を考えている。また、インフラ工事現場での作業の安全のためのモニタリング、構造物、建築物のヘルスマニタリングなどへの適用性についてのマーケティングを図る。

① 対象地域：サンパウロ州

カンポスジョルダン市およびマウアー市の国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）の斜面モニタリング実証地の視察を行った。実証地では、下水道の未整備による垂れ流しなどによる土砂災害のリスクが高まっており、管理基準値の設定が難しい。CEMADEN では、土壌水分と雨量との関係をソフトウェアで解析し、災害リスクエリアのマッピング情報、地質調査により基準値に近づく前にアラートを出している。マウアー市では 160 の地区にリーダーがいて、乾季に避難訓練を行っている。

② C/P 候補機関：国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）

国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）は、2011 年のリオデジャネイロ州での土砂災害を契機に防災体制の強化のためにモニタリングの強化を目的としてブラジル科学技術革新通信省に設立された。

ブラジル国では、斜面災害の警戒避難体制が確立しているとは言い難い。実際、ブラジル国では各地に雨量計を配置してリアルタイム観測の体制を整備し、基準雨量や土壌雨量指数等による警戒情報の発令と避難行動を促そうとしているが、C/P 候補機関の検討過程における聞き取りでは、このような警戒情報が住民の避難にはつながっていないことが明らかにもなった。CEMADEN では自動トータルステーションによって斜面の変位の観測を始めるとともに、雨量計による累積雨量および多層の土壌水分量の計測によるモニタリングシステムを開発し国内各地で実証を行ってきている。しかしながら、アラートを発出する管理基準は開発中であり、累積雨量と土壌水分だけではすべての斜面崩壊を捉えられない。このようなことから、提案製品の安価で精度が高く実績も豊富な原位置の傾斜センサーを既存の警戒避難体制に組み合わせることでニーズに適切に応えることが期待されることから CEMADEN を C/P 機関とすることが有用と判断した。

国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）の組織図を以下に示す。

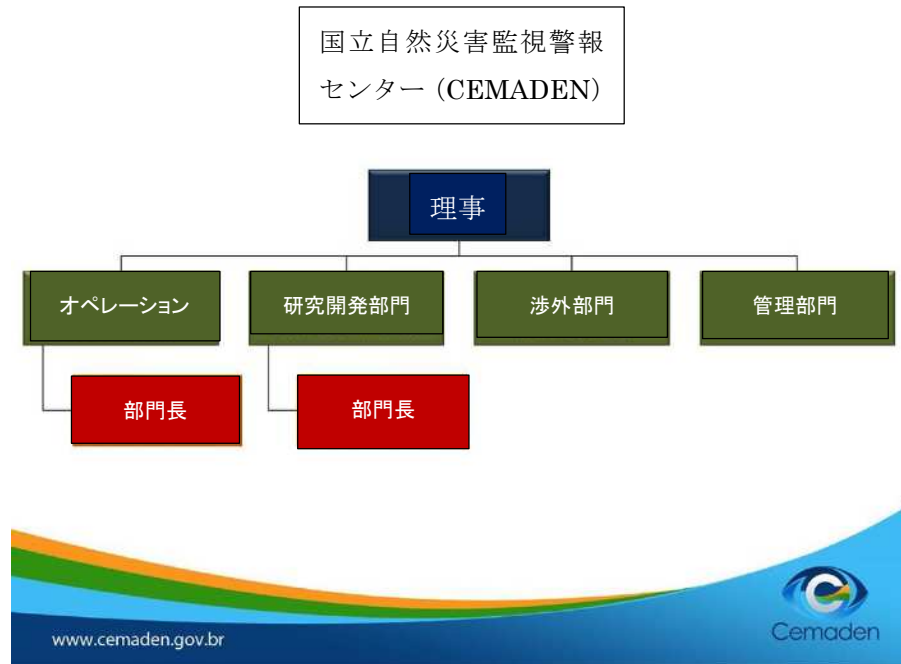


図 6 CEMADEN 組織図

出典：CEMADEN 資料より提案法人作成

③ C/P との協議状況：

国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）には、2回の現地調査で訪問した。第1回現地調査では、提案法人の傾斜センサーによる斜面モニタリングシステムを紹介し、CEMADENが開発した6層の土壌水分計と雨量計による斜面災害モニタリングシステムの内容を確認した。第2回現地調査では、普及実証・ビジネス化事業の説明を行い、応募にあたりC/P候補機関となることの事前了承を得られた。また、カンポスジョルダン市およびマウアー市の実証地を視察し、提案製品との共同研究について協議を行った。提案製品により、モニタリングの精度を上げ、より早くアラートを出す共同研究に強い関心を示した。

④ 他 ODA 事業との連携可能性：

ブラジル国において実施中の「強靱な街作りのための土砂災害構造物対策能力向上プロジェクト」において、提案製品の「傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム」の導入されることにより、精度の高い土砂災害の警報を発令し、実効性の高いソフト対策とハード対策との相乗効果によってその防災・減災効果を発現させるなどの連携の可能性について協議をするべきと考える。

<①ビジネス化実証事業>

(ア)PDM：PDM（Project Design Matrix）フォーマットに基づき目的、成果、活動について以下に示す。

(イ)フォーマット

<p>目的：</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム」の技術的有効性・適応性・比較優位性を確認する。 ・危険度判定の精度が高い警報の発令によって、人的被害の防止を目指す。 ・ブラジル国内の様々な斜面防災危険個所への適用・普及を目指す。
<p>成果：</p>	<p>活動：</p>
<p>【実証事業】 成果 1：パイロット地区において提案製品のモニタリングシステムが実証導入され、現地での早期警報機能の技術的優位性と有用性を確認する。</p>	<p>活動 1-1 中央開発が現地に提案製品を輸送・設置・調整し、稼働させる。</p> <p>活動 1-2 中央開発と C/P が提案製品により 20 か月間（雨季 2 回を含む）のデータ計測を行う。</p> <p>活動 1-3 中央開発と C/P が、管理基準値および土砂災害等早期警報の発令マニュアル案を協働で作成する。</p> <p>活動 1-4 C/P が、中央開発の支援の下、基準値および発令マニュアルを用いて早期警戒・避難体制を構築する。</p>
<p>【普及事業】 成果 2：提案製品の有効性をブラジル国内関係機関・（地域住民）に認知させる</p>	<p>活動 2-1 中央開発が、C/P 及び関係政府機関に向けて提案製品に係るセミナー・見学会を実施する。</p> <p>活動 2-2 C/P が、中央開発の支援のもと、パイロット地域の住民に対して斜面災害の早期警戒・避難に係る防災教育を実施する。提案製品がとらえた斜面の動きに対して短期間で現地側が応答するために管理者との連携の構築を図る。</p>
<p>【ビジネス化実証事業①】 成果 3：現地での事業実施体制を整備し、ビジネス展開計画を具体化する。</p>	<p>活動 3-1 中央開発が、提案製品の設置・運用・保守マニュアルを作成する。</p> <p>活動 3-2 中央開発と現地協力会社が技術的ワークショップを実施し、提案法人のビジネス展開に必須である技術の向上を図る。</p> <p>活動 3-3 中央開発が、C/P 及び関係機関に向けて成果 1、成果 2 に係るセミナーを実施し、斜面防災におけるモニタリングシステム活用をアピールする。</p>
<p>【ビジネス化実証事業②】 成果 4：新しい市場ニーズを確認し、斜面防災対策分野以外でのビジネス展開可能性について検討する。</p>	<p>活動 4-1 中央開発が、成果 1 で実証されたシステムのをういたブラジルにおける他分野（都市部傾斜地、鉱滓ダム、鉄道斜面、橋梁、建築物）への適用可能性、市場調査を行う。</p> <p>活動 4-2 中央開発が、構造物インフラ保全コンサルティングサービス（具体的な事業内容）の実現可能性を検討する為、市場調査を行う。</p>

	<p>活動 4-3 中央開発が、現地技術/研究機関・スタートアップ企業との連携を通して、ブラジル国内の社会課題解決に向けた提案製品の更なる活用可能性を調査する。</p> <p>中央開発が委員を務める、国際地盤工学会の鉱滓ダム技術委員会を通じて、ブラジル地盤工学会とともに提案製品を多数の鉱滓ダムを保有するブラジルの民間資源会社向けに市場調査を行う。</p>
--	--

⑤投入：

【日本側】

人員：業務主任、事業計画、斜面防災調査、モニタリングシステム構築、斜面モニタリング技術

機材：傾斜センサー、雨量計、データロガー、通信基地局、サーバー等

費用：機材製造・購入費、資機材の輸送費、関税等、通関費用、現地工事費、ソフトウェア構築、

【C/P 側】（国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）想定）

C/P の業務内容：実証場所の提供

・国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）が管理する実証地斜面に本事業パイロットサイトを設置。

ODA 事業件における C/P の役割：

- ・パイロットサイトでの実証において必要となる活動の許認可
- ・モニタリングシステムの運用・保守を習得する
- ・「傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム」現地適用可能性に関する協議への参加・助言など
- ・ブラジル国における斜面災害関連情報の提供

C/P 人員の配置：国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）費用：資機材設置場所の無償提供

ODA 案件実施後の維持管理体制：

⑥実施体制図：

実施体制図を以下に示す。

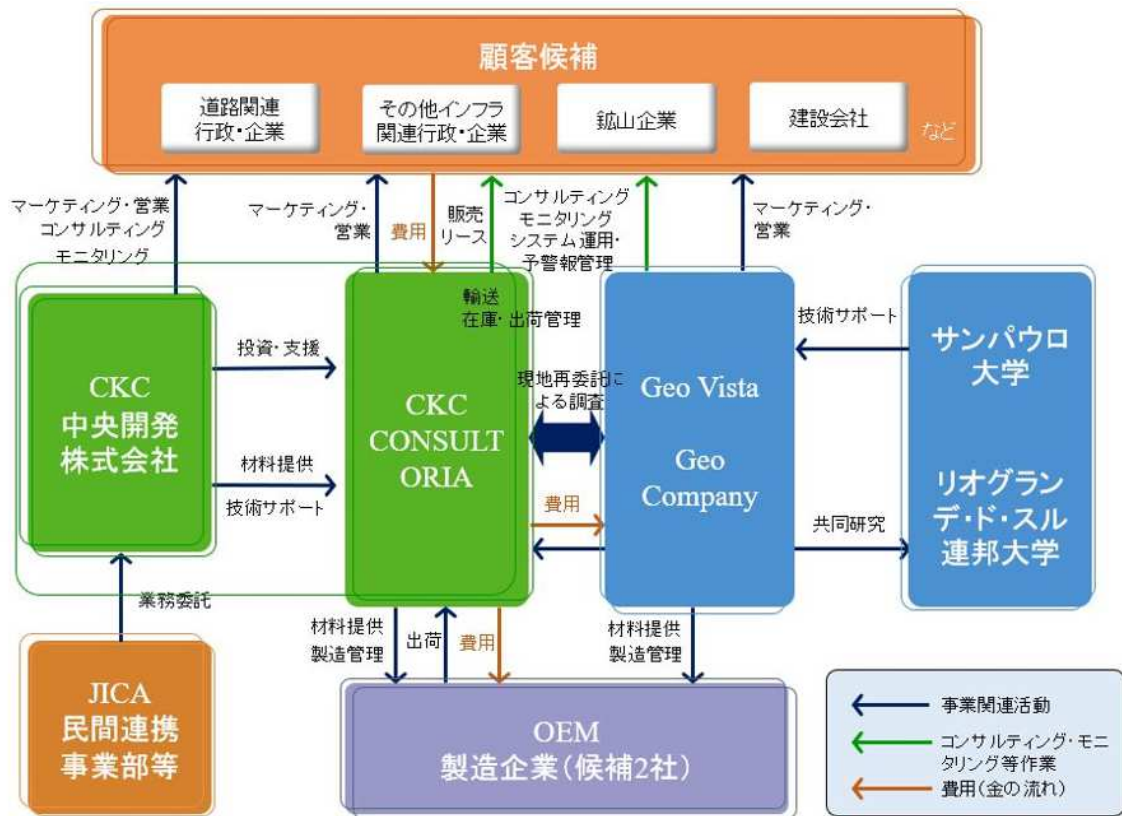


図 7 実施体制図

出典：提案法人作成

⑦活動計画・作業工程（スケジュール含）：上記の各活動のスケジュールを以下に示す。

サンパウロ州では1年のうち、11月～3月が年間でより降水が多い季節となる。雨が多く降る時期となる前に、機材の製造、輸送、設置を行い、2か年度の2シーズンの機材の実証を行う。

管理基準値の検討のために、雨期のデータをより多く集めるため、2シーズンの雨期の測定を行う。

表 6 機材の構成

	サイト数	機材数
通信基地局（親機）	20 サイト	20 基
傾斜センサー（子機）	20 サイト	100 基

出典：提案法人作成

ビジネス化実証事業実施の活動計画・作業工程を以下に示す。

表 7 ビジネス化実証事業実施の活動計画・作業工程

項目	活動	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
普及実証 ビジネス 化活動	実施計画作成	■																														
	事業説明・打合せ	■																														
	事前踏査		■	■																												
	モニタリング計画 作成・意見調整		■	■	■	■																										
	機材輸送・資機材 調達		■	■	■	■																										
	現地設置作業・機 器調整						■	■																								
	モニタリング							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	機材の点検												■			■					■				■							
	斜面監視の実証																■	■											■	■		
	管理基準値の設定														■	■	■	■														
	設置・運用・保守 マニュアルの作成														■	■	■	■														
	普及活動	技術ワークショップ の実施																														
		技術セミナーの開 催							■	■												■						■	■			
		現場見学会											■	■											■	■						
		本邦受入活動															■	■														
ビジネス 化事業	ビジネス展開活 動、市場調査		■				■				■				■					■				■				■				
	最終報告書提出																														■	

出典：提案法人作成

⑧事業額概算：

現在想定する、ビジネス化実証事業の概算事業額を以下に示す。

表 8 事業額概算

費目	金額（千円）
旅費	7,669
一般業務費	6,865
機材輸送費	2,565
本邦受入活動費	1,061
合計	18,160

出典：提案法人作成

⑨本提案事業後のビジネス展開：

ブラジルには、大学などの機関が研究のために小規模なモニタリングを行っている事例はあるが、現時点で傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システムの導入事例は確認出来ない。普及・実証・ビジネス化事業による実証活動及び普及活動により、ブラジル国内における斜面崩壊早期警報システムの市場形成を促進するものと考えられる。事業実施後、実証が完了した提

案製品を用いた「防災と減災のトータルサポート」（斜面崩壊や地すべりなどの斜面災害の前兆の微動をとらえ、早期にアラームを鳴らすことで、大きな災害や、災害復旧工事における二次災害の減災に貢献する）を構築する。ブラジル国の防災に関する開発課題の解決に貢献するビジネスとして「防災と減災のトータルサポート」の事業化を図り、ブラジルの防災分野での課題解決に貢献する。

ビジネスモデル上の主たるターゲットは、道路の斜面災害対策を担うサンパウロ州道路局などとするが、その他、①道路インフラ、②自治体が管理する橋梁、③都市部の傾斜地、④民間企業が所有する鉱滓ダムなどにおけるビジネス展開計画に係る事業実施計画を検討・協議し、などへの展開を図る。モニタリング試用による実績作りを行う。

【将来想定するビジネス上において当該国における既存の ODA 事業との連携を提案する場合】

ブラジル国「強靱な街作りのための土砂災害構造物対策能力向上プロジェクト」において、弊社のモニタリングシステムの導入により、精度の高い土砂災害の警報を発令し、実効性の高いソフト対策とハード対策との相乗効果によってその防災・減災効果を発現させるなどの連携の可能性はある。世界銀行については、世界銀行防災グローバル・ファシリティ（GFDRR: Global Facility for Disaster Reduction and Recovery）による災害リスク管理プログラムのサポートプログラムがブラジルにおいて実施中である。また、サンパウロ州道路局を対象としたサンパウロ州の持続可能な輸送プロジェクトを世界銀行が 2020 年から 2021 年にかけて実施しており、今後の連携の可能性を探りたい。

2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策

制度面にかかる課題/リスクと対応策及び、インフラ面にかかる課題/リスクと対応策、C/P 体制面にかかる課題/リスクと対応策について以下に示す。

表 9 ODA 事業の実施/連携における課題およびリスク

課題・リスク		発生可能性	発生時の対応策
制度面	政策の変更	2022 年 10 月に大統領および州知事選挙が行われ、2023 年 1 月に政権が交代し、政策が変更する可能性がある。	ブラジル連邦政府多年度計画の変更の可能性は低いと考えられるが、情報収集は継続的に行う必要がある。
インフラ面	ODA 事業実施候補地の選定	普及・実証・ビジネス化事業のパイロットサイト候補地の利用について、国立自然災害監視警報センター（CEMADEN）から許可を得る必要がある。同センターへの聞き取りから、許可取得に時間を要する可能性は低いものとする。	C/P 機関と綿密にコミュニケーションを継続し、手続きを進める。
C/P 体制面	C/P 機関の局長クラスの交代	上述の選挙により州政府の政権交代にともない、局長クラスの交代の可能性はある。	窓口部署のコーディネーターや担当職員とのコミュニケーションの継続を図り、また、影響力のある人物の巻き

			込みができるよう取り 組む。
--	--	--	-------------------

出典：提案法人作成

3. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

上記の普及・実証・ビジネス化事業では、都市部における斜面の危険個所のパイロットサイトでの「傾斜センサーを活用した斜面崩壊早期警報システム」による斜面モニタリングを想定しており、試験的实施ながらも下記の開発効果が期待できる。

表 10 上記の ODA を通じて期待される開発効果

課題	想定される開発効果
ブラジルの斜面災害に適応した管理基準値を設定する	管理基準値を含めて斜面モニタリングを実証する。
斜面災害危険の予測精度を向上させる	モニタリングの精度を上げ、より早くアラートを出す共同研究を行う。 (前年との比較、半分程度)
斜面崩壊の緊急対策で、二次災害を未然に防ぐ	警報発令と斜面崩壊発生との整合性が向上する (100%)

出典：提案法人作成

①CEMADEN のモニタリング実証地域では、下水道の未整備により土砂災害のリスクが高まっており、管理基準値の設定が難しくなっている。CEMADEN では、土壌水分と雨量との関係をソフトウェアで解析し、土砂災害警戒区域のマッピング情報、地質調査により基準値に近づく前にアラートを出している。CEMADEN が管理するモニタリング実証地に斜面崩壊感知センサーを設置し、土壌水分量と雨量による危険予測だけではなく、斜面の動きのリアルタイム遠隔自動監視を行うことでモニタリングの精度を上げ、早期の危険度判定が期待される。

②土砂災害等のモニタリングおよび早期予警報発令システムにより、早期警報発令の精度が高まり、人的被害や緊急対策等による国の開発を阻害している経済的損失の減少が期待される。ODA 事業の展開の中で、本事業はそれらの成果を活用し、「土砂斜面災害軽減のための監視、予報システム」をさらに充実させ、土砂斜面災害の予兆を早期にキャッチして警報アラームを鳴らす、崩壊防止のための対策につなげるという実効性の高いソフト対策を提供することにつながり、ハード対策との相乗効果によってその防災・減災効果を発現させ、ビジネス展開につなげていく。

第 4 章 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画概要

ブラジル国で頻発する道路斜面や都市部の傾斜地、鉄道斜面等の土砂災害、鉱滓ダムの崩壊等の災害を未然に防ぐため、斜面や構造物を多点で遠隔監視・モニタリングし、予警報アラームを鳴らす、崩壊防止のための緊急対策につなげるなど、低コストで実効性のあるシステムを普及する事業を開拓する。

ブラジル国内の公共機関が管理する斜面崩壊が発生している斜面地を対象に、日本国内で提案企業の実績が豊富な斜面地のモニタリング業務の普及・実証を ODA 案件化により実施する。将来的には、①決壊のリスクを抱える鉱滓ダムを多数保有する民間資源会社や②海岸山脈地帯における鉄道斜面災害を抱える貨物鉄道会社などもターゲットとして、上記モニタリング業務の事業展開を考えている。

ブラジル国では、豪雨による洪水や土砂災害等が多発し、多数の死傷者が発生している。2011年には、リオデジャネイロで900人以上が亡くなった土砂災害を契機とし、一層の防災対策を推進することを掲げた。効果的な防災対策を実現していくためには、リスク評価、自然災害のモニタリング・早期警報システム、都市部における危険地域での宅地形成の制御、防災インフラの整備等を統合的に進めていくことが重要課題となっている。また、本調査を実施した2022年は、サンパウロ州をはじめブラジル国内各地で、大雨による大規模な洪水や土砂災害が相次いで発生したことから、斜面崩壊が発生している斜面地を抱える地域を中心に、斜面防災モニタリング技術に関心が高まっている。

ブラジル国で近年被害が増加している道路斜面や都市部の傾斜地等での土砂災害を未然に防ぐため、斜面や構造物を多点で遠隔監視によりモニタリングし、より早く警報アラームを鳴らす、崩壊防止のための緊急対策につなげるなど、低コストで実効性のある早期警報システムを普及する事業を開拓する。

戦略としては、日本国内での弊社実績が豊富な斜面地でのモニタリング業務を ODA 案件によりブラジル国内の公共機関が管理する斜面崩壊が発生している斜面地における普及・実証を行い、将来的には、決壊のリスクを抱える鉱滓ダムを多数保有する民間資源会社や海岸山脈地帯における鉄道斜面災害を抱える貨物鉄道会社などもターゲットとして展開を考えている。

提案企業の現地法人である CKC ブラジル (CKC CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA.) は、円借款事業の上下水道のコンサルタントや中南米日系農業者等との連携交流・ビジネス創出事業など、対本邦政府の事業が主な業務内容であるが、これを提案企業からの投資、事業活動の支援を行って拡大し、かつ、技術提携を進めつつあるサンパウロ大学工学部と協働することによって、防災のための計測器の製造販売、監視・モニタリング、コンサルティングができるよう人材、設備などのリソースを確保する。ブラジルにおける提携企業を確保し、防災モニタリングシステムを事業展開するためのバリューチェーンの構築を図る。

2. 市場分析

企業機密情報につき非公表

3. バリューチェーン

企業機密情報につき非公表

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

5. 収支計画
企業機密情報につき非公表

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

7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果

斜面崩壊が発生している斜面地のモニタリング業務を ODA 案件により、ブラジル国内の公共機関等が管理する道路インフラならびに、都市部の傾斜地などのモニタリング業務におけるビジネス展開計画に係る活動計画を検討・協議し、将来的には、決壊のリスクを抱える鉦滓ダムを多数保有する民間資源会社や海岸山脈地帯における鉄道斜面災害を抱える貨物鉄道会社などもターゲットとして展開を目指す。

提案製品の斜面崩壊検知センサー「感太郎」は、ブラジル国で多発する斜面災害に対して、リスクが高い斜面崩壊のモニタリングへの適用性があり、現行の雨量観測によるモニタリングに組み合わせて適用することが有用と考える。提案製品は、雨量観測等のみによるモニタリングより不確実性が低く、住民の避難行動において空振りを低減することができ、警戒情報が自分事として捉えられないという問題を解決することが期待できる。ブラジル国での斜面災害に対して、早期避難、人命救助、経済的損失の低減などを具体化することが開発効果として期待される。

8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 関連企業・産業への貢献

海外展開による事業拡大で、新たなパートナーとの連携や大学/研究機関等と実施中の共同研究の連携強化につながり、さらなる他国への販売拡大により地域活性化に寄与できるものと期待される。

項目	内容
日本政府、省庁の取組みに合致	・内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)。(地盤工学分野では、2件のみ) ・斜面崩壊感知センサー「感太郎」が国土交通省「NETIS(評価促進技術)」に選定された。

(2) その他関連機関への貢献

大学/研究機関等との連携・貢献実績について以下に示す。

項目	内容
大学/研究機関等との連携・貢献実績	・東京大学大学院や、(独)土木研究所、埼玉大学大学院などとの技術提携 ・長崎大学、広島工大との連携

参考文献

- ・ DEATHS FROM LANDSLIDES IN BRAZIL: 1988 TO 2022
<https://www.abge.org.br/downloads/10.pdf>
- ・ 外務省 対ブラジル連邦共和国 事業展開計画
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000072581.pdf>
- ・ 外務省 政府開発援助（ODA）国別データ集
https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/press/shiryo/page2w_000003.html
- ・ 日本一世界銀行防災共同プログラム一プロジェクトリスト（ラテンアメリカ・カリブ海地域）
<https://www.worldbank.org/ja/data/interactive/2020/03/01/tokyo-drm-hub-lac>
- ・ サンパウロ州道路局ホームページ
<http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Servicos/ServicosOnline/RodoviasInterditadas.aspx>
- ・ ブラジル経済省「多年度国家開発計画」（PPA）2020年-2023年
- ・ ジェトロ「2021年度 海外進出日系企業実態調査（中南米編）（2022年1月）」



SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for
Early warning monitoring system for landslides disasters in Brazil
 Chuo Kaihatsu Corporation (Tokyo, Japan)



Development Issues Concerned in Disaster prevention Sector

- In Brazil floods and landslides caused by heavy rain occur frequently, causing a large number of casualties.
- On slopes of main intercity roads in Sao Paulo State, landslides are frequently occur due to heavy rain in rainy season.

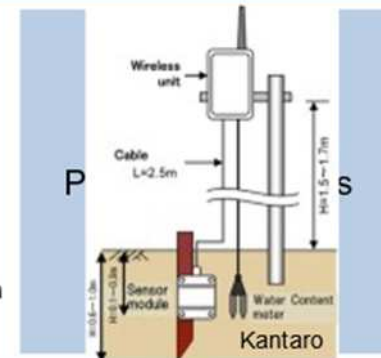
Products/Technologies of the Company

Early warning system for slope collapse utilizing tilt sensors

- High accuracy, small size, low power consumption, low cost, easy installation and real-time remote automatic monitoring of slopes.
- The management standard value of slope failure has been established. The system can catch early warnings of landslides and issue early warning.

Survey Outline

- Survey Duration: October, 2021~January, 2023
- Country/Area: Brazil/The State of Sao Paulo, and others
- Name of Counterpart: The State Government of Sao Paulo/Logistics and Transport Secretariat
- Survey Overview: On the slopes of the major intercity roads in State of Sao Paulo, disaster prevention measures against Landslide disasters are an urgent development issues. This project is expected to provide early detection of risk by installing a slope failure detection with tilt sensors at the site where a landslide disaster occurs and performing real-time remote automatic monitoring of slope movement.



How to Approach to the Development Issues

In order to prevent disasters such as landslide disasters on road slopes and urban slopes and the collapse of slag dams that frequently occur in Brazil, remote monitoring of slopes and structures at multiple points and issue alarms to prevent collapse connect to emergency measures. And develop a business to spreads low-cost, effective systems.

Expected Impact in the Country

- Due to early warning reduce major disasters and also the secondary disasters during the disaster recovery work.
- The monitoring of landslide disasters and the early warning system are expected to increase the accuracy of early warning and reduce economic losses that are hindering the development of the country due to human damage and emergency measures.

As of December 2022

英文要約 (Summary Report)

Summary Report

Brazil

SDGs Business Model Formulation Survey with
the Private Sector for Early warning monitoring
system for landslides disasters in Brazil

December, 2022

Japan International Cooperation Agency

Chuo Kaihatsu Corporation

1. BACKGROUND

Brazil has the world's fifth largest area and population (the largest in Latin America), and more than 80% of its population lives in urban areas. While rapid urbanization is underway, infrastructure development lags behind, resulting in various problems such as environmental and sanitation degradation, traffic congestion, and vulnerability to natural disasters. Although the country boasts the world's ninth largest economy (IMF, 2018) and is aiming for further economic development by enhancing its international status as a global player, the ranking of infrastructure development in emerging countries (World Economic Forum Global Competitiveness Report 2014-2015), the country ranks 71st out of 141 countries, the lowest among the BRICS countries. It is clear that the country's infrastructure development is not as advanced as that of other emerging economies.

In Brazil, floods and landslides caused by heavy rains have occurred frequently, resulting in numerous casualties, etc. The 2011 landslide disaster in Rio de Janeiro, which killed more than 900 people, was an opportunity for the country to promote further disaster reduction measures. In order to realize effective disaster reduction measures, it is important to integrate risk assessment, natural disaster monitoring and early warning systems, control of residential land formation in urban hazardous areas, and development of disaster prevention infrastructure.

Under these circumstances, Japan's Country Development Cooperation Policy for the Federative Republic of the Federative Republic of Brazil (April 2018) sets "support for sustainable development and promotion of mutually beneficial cooperative relations" as its basic policy, with "urban issues and environmental and disaster prevention measures" as one of the priority areas. Its corresponding policy is to "support the construction of environmentally friendly cities by utilizing Japan's advanced technologies and knowledge," and it is providing support for urban issues and environmental and disaster prevention measures through technical cooperation projects such as the "Project for Strengthening the National Strategy for Integrated Natural Disaster Risk Management" (2013-2017).

This study was conducted to introduce the client's proposed disaster prevention monitoring systems, including tilt sensors and slope failure early warning systems, and to conduct a pilot test using the proposed technologies at a road slope pilot site in São Paulo, Brazil, in order to confirm the effectiveness, identify issues, and confirm the compatibility of the proposed products with the characteristics of slope hazards. We will also conduct a market survey to confirm the compatibility of the proposed product with the characteristics of slope hazards. At the same time, a market survey will be conducted to formulate a project for commercialization as a business that contributes to solving disaster prevention issues in Brazil.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

A business model will be developed through examination of the possibility of solving development issues by introducing the proposed products and technologies, as well as through examination of business ideas and the possibility of utilizing them in ODA projects.

(2) Activities

- (1) Clarify how the proposed products/technologies can contribute to solving development issues.
- (2) The possibility of utilizing the proposed products/technologies through ODA commercialization or in collaboration with existing ODA projects will be confirmed.
- (3) Collect and organize information necessary for business utilizing the proposed products and technologies.
- (4) A business model will be developed based on (1), (2), and (3) above.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

The "Slope Collapse Early Warning System Using Inclination Sensors" proposed by the contractor is highly accurate, compact, power-saving, low-cost, and easy to install and monitor slope disaster prevention. Furthermore, a key feature of this system is that it establishes control thresholds for slope failure and can issue alerts and warnings that lead to traffic restrictions and emergency measures. The system is expected to contribute to disaster prevention and mitigation, reducing major disasters and secondary disasters during disaster recovery work by detecting microtremors that are precursors to landslide disasters such as slope failures and landslides, and sounding an alarm at an early stage.

(4) Counterpart Organization

The National Center for Monitoring and Early Warning of Natural Disasters (CEMADEN), Department of State Roads of Sao Paulo and the Disaster Prevention Bureau of the State of Sao Paulo

(5) Target Area and Beneficiaries

The States of Sao Paulo and Minas Gerais of the Federative Republic of Brazil

(6) Duration

The Survey was conducted from October 20th, 2021 to January 30th, 2023

(7) Survey Schedule

The survey team from Japan conducted the survey in Brazil during the following periods.

- First Survey: January 17, 2022, to February 16, 2022
- Second Survey: August 22, 2022, to September 26, 2022

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

In recent years, Brazil has experienced floods and landslides caused by heavy rains, resulting in a large number of casualties.

- In 2011, more than 900 people died in a large-scale landslide disaster in Rio de Janeiro.
- In 2019, a tailings dam owned by a private resource company (Minas Gerais) collapsed, killing more than 200 people.
- In 2022, four large-scale floods and landslides will occur in various parts of Brazil in the first five months of the year.
- On November 28, 2022, a landslide disaster occurred on the road slope of National Route 376 in Guaratuba, the southern coastal state of Paraná, due to heavy rain (over 200 mm of continuous

rainfall for 72 hours), causing at least 6 trucks and 15 vehicles. A passenger car was involved, and two people were killed. On December 6, 6,500 people were evacuated from 43 municipalities in the southern part of the state of Bahia in the northeastern state due to flooding caused by heavy rains, and the risk of landslide disasters is increasing. Flooding has also occurred in Rio de Janeiro and Santa Catarina states, and the risk of flooding is increasing in São Paulo state.

From 1988 to June 2022, 4,146 people died in landslides across Brazil, according to the Sao Paulo State Institute of Technology. Among all, the number of deaths due to the large-scale landslides in Rio de Janeiro state in 2011 stands out, but the year of note is 2022, with 443 casualties in the first half of the year.

Through this survey, the survey team identified the following development issues related to slope disaster prevention.

- (1) Accuracy of risk determination based only on rainfall is low.
- (2) A real-time remote monitoring system for early warning issuance has not been established.
- (3) There is no control standard value suitable for the site.

The reason for (1) is that the number of rainfall observation points is small and judgments are made based on the rainfall situation over a wide area, so the movement of slopes with a high degree of danger cannot be captured.

The reason for (2) is that the movement of the slope cannot be captured only by the functions of the existing equipment.

The reason for (3) is that the degree of danger is judged only by the amount of rainfall, and there is no control standard value that matches the topography and geology of the local slope.

By installing sensors to detect slope failures in landslide-prone areas, not only rainfall but also real-time remote automatic monitoring of slope movement is expected to enable early risk assessment.

4. FUTURE PROSPECTS

- (1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

Remote monitoring system for Slope Failure of the proposed product has applicability for monitoring landslides, which are high-risk for landslide disasters that frequently occur in Brazil, and it is useful to apply in combination with monitoring by current rainfall observation. .

The proposed product has less uncertainty than monitoring based only on rainfall observations and can reduce the chances of people evacuating to avoid missing warning information.

Early evacuation, lifesaving, reduction of economic loss can be materialized for slope disasters in Brazil.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

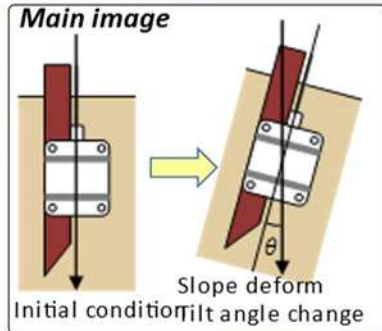
The survey team found the following lessons and recommendation through this survey:

In 2022, when the survey was conducted, floods and landslides occurred in various parts of Brazil due to heavy rains during the rainy season because of factors such as the La Niña phenomenon in South America. As a result, the number of deaths from landslides in the first half of 2022 will be the largest since 2011.

In Brazil, in 2011, more than 900 people died in large-scale landslides caused by heavy rains in the state of Rio de Janeiro. Taking this opportunity, CEMADEN was established and has been working on disaster prevention. According to CEMADEN, there is a need to improve the accuracy of alerts, and they are very interested in improving the accuracy of alerts through the proposed product's slope monitoring system with tilt sensors together with monitoring with rain gauges. Local governments are also interested in the slope disaster prevention monitoring system. The business should meet the local needs.

【Product Brochure】

Specification and installation

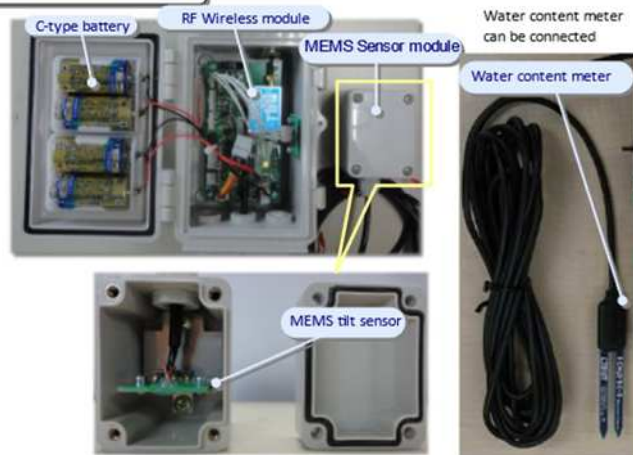


Joint Development
Univ. of Tokyo & CKC
Joint Research (2008~2011)
Public Works Research Institute Japa

Half year OK at
10min.sampling interval

Specification

Sensor unit	
2 axis module (-30° ~ +30°)	0.02°
3 axis module (-90° ~ +90°)	
Fall detection (The time 30° inclines)	
Water content meter (option)	
Easy form water content meter EC5-5	
Measurement accuracy : ±3%	
Wireless Communication	
Radio standard : ARIB STD-T67	
Transceiver frequency	: 429.2500 ~ 429.7375 MHz
Transmittable distance	: about 600m (a non obstacle) about 200m (inside grove)
Operating Temp.	: -10°C ~ 80°C
Power	: C-type battery 4 pieces ⊕ half year at 10min.sampling



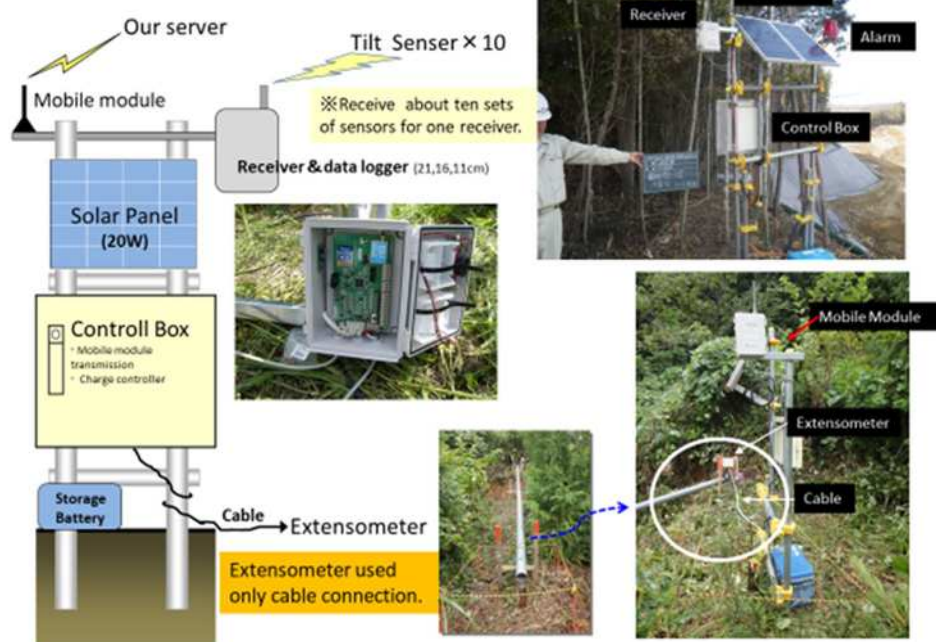
Tilt sensor installation in field site

6



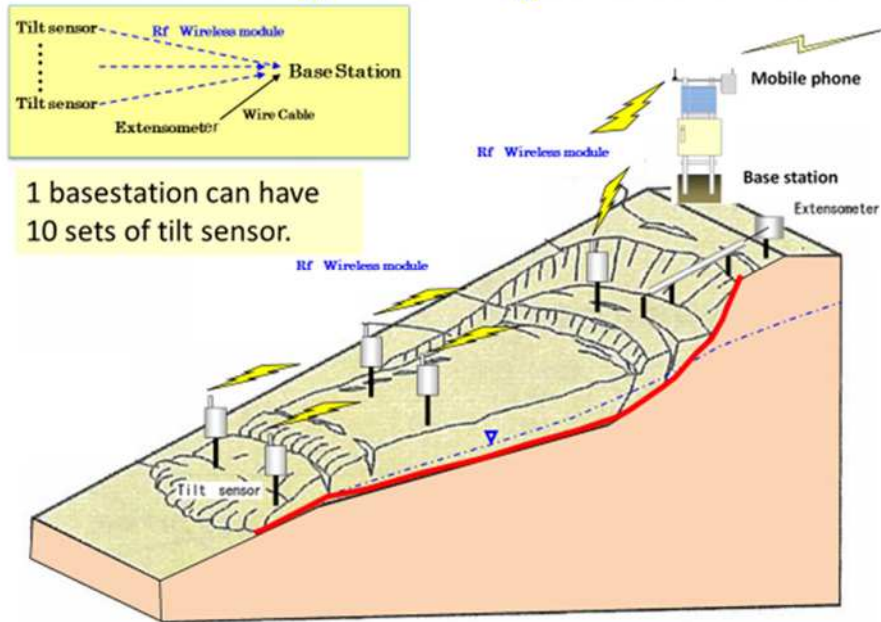
Field site Base station

7



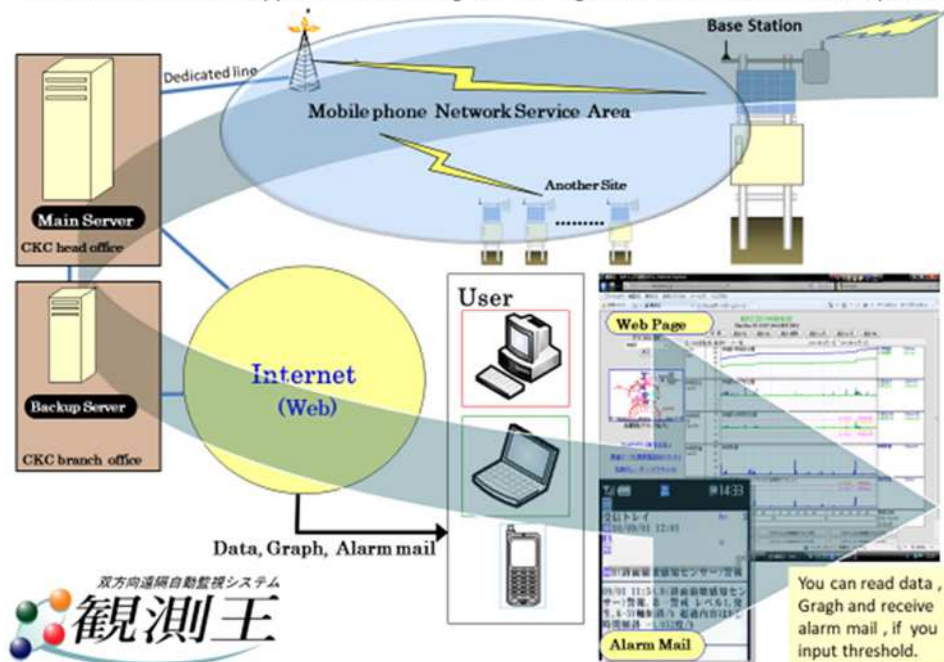
Filed-site arrangement Image and transmission

8



Transmission : It applies with the integrated management software of our development.

1



別添資料

企業機密情報につき非公表

