

ペルー国

ペルー国  
日本式早期地震検知システムによる  
防災対策のための案件化調査  
業務完了報告書

令和2年5月  
(2020年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)  
レキオスソフト株式会社

民連
JR
20-038

<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



INDECI との協議



IGP との協議



CISMID との協議



現地適合性確認にかかる協議 (IGP)



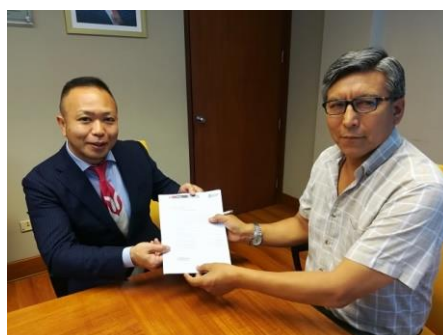
本邦受入にかかる協議 (INDECI)



本邦受入活動

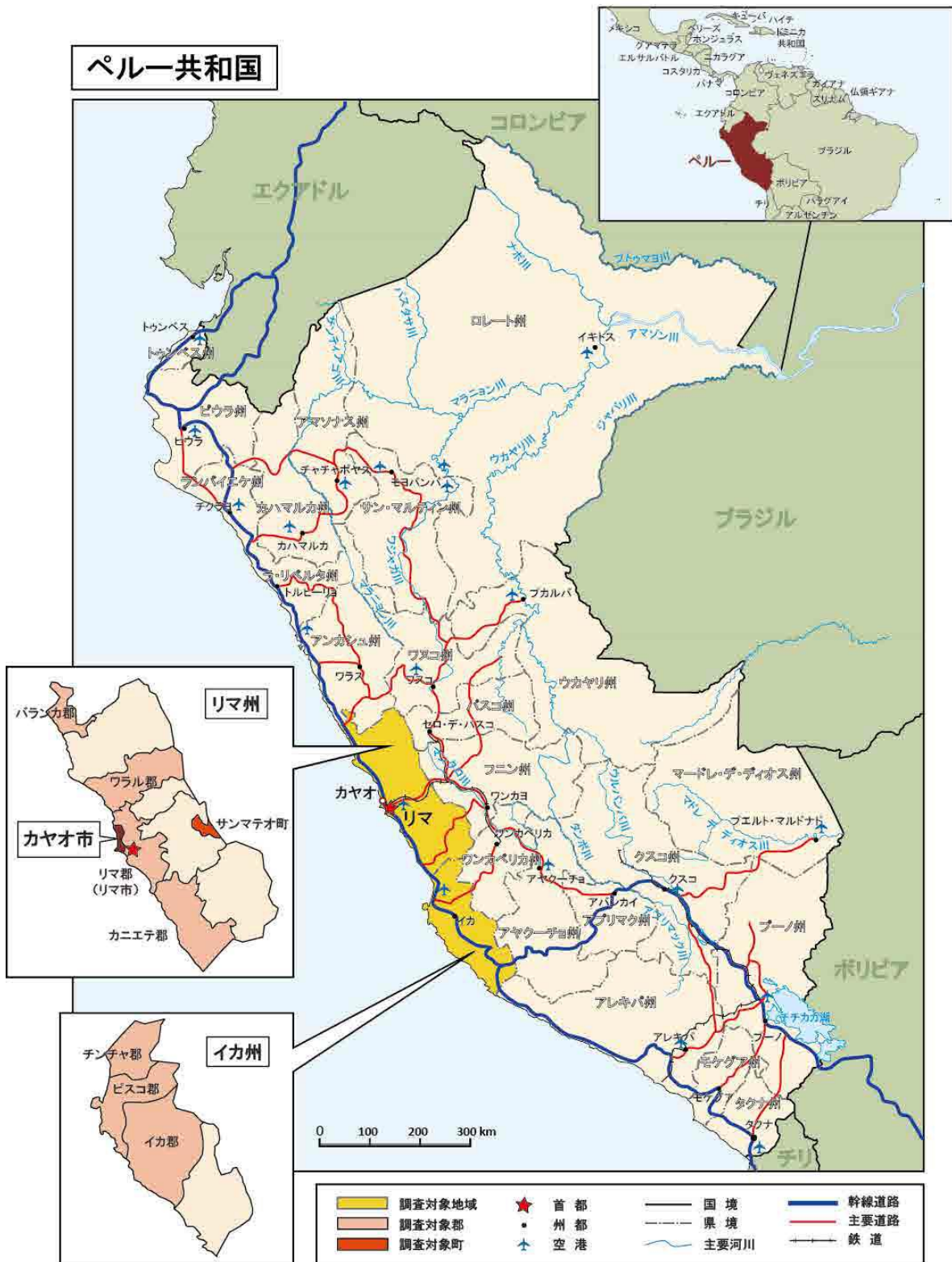


INDECI 長官より同意書取得



IGP 長官より協力同意書取得

# 調査対象地域位置図



# 目次

写真	i
調査対象地域位置図	ii
目次	iii
図表リスト	iv
略語表	vi
要約	vii
はじめに	xi
第1章 対象国・地域の開発課題	1
1-1 対象国・地域の開発課題	1
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	5
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	11
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	11
第2章 提案企業、製品・技術	13
2-1 提案企業の概要	13
2-2 提案製品・技術の概要	14
2-3 提案製品・技術の現地適合性	18
2-4 開発課題解決貢献可能性	22
第3章 ODA 案件化	23
3-1 ODA 案件化概要	23
3-2 ODA 案件化内容	24
3-3 C/P 候補機関組織・協議状況	28
3-4 他 ODA 事業との連携可能性	30
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	31
3-6 環境社会配慮等	32
3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果	32
第4章 ビジネス展開計画	33
4-1 ビジネス展開計画概要	33
4-2 市場分析	37
4-3 バリューチェーン	45
4-4 進出形態とパートナー候補	45
4-5 収支計画	47
4-6 想定される課題・リスクと対応策	47
4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果	48
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	48
要約（英文）	51

## 図表リスト

図 1-1	2007年ピスコの地震被害の状況	1
図 1-2	ペルーの地震発生時の政府機関における情報伝達の流れ	1
図 1-3	ペルーの防災情報の伝達経路	2
図 1-4	ペルー周辺の地殻構造と1900年以降の巨大地震	3
図 1-5	ペルーにおける1900年以降の地震の震源	3
図 1-6	SINAGERDの定義による災害リスク管理プロセス	6
図 1-7	SINAGERDの定義による災害リスク管理システム担当機関	7
図 1-8	SISMATEの広告	8
図 1-9	SISMATEのロゴ	8
図 1-10	El Comercioに掲載されたSISMATEの記事(2019年10月17日)	9
図 1-11	IGPの組織図	9
図 1-12	INDECIの組織図	10
図 1-13	CISMIDの組織図	11
図 2-1	提案技術の仕組み	15
図 2-2	各サーバの機能とデータ処理の流れ	17
図 2-8	開発課題と提案技術による貢献の可能性	22
図 3-1	強震加速度計(地震計)	26
図 3-2	普及・実証・ビジネス化実施時供与設置場所定	26
図 3-3	強震加速度計設置予定場所	26
図 3-4	実施体制図	27
図 3-5	活動計画・作業工程	27
図 3-6	普及・実証・ビジネス化事業後のEEW整備計画	28
図 3-7	IGPからの普及・実証・ビジネス化事業への協力同意書	29
図 3-8	INDECIからの普及・実証・ビジネス化事業への協力同意書	29
図 3-9	組織間の情報活用と連携関連図	30
図 4-1	提案技術と震前大使の区分	34
図 4-2	提案企業及び提携企業のビジネスモデル	36
図 4-3	SISMATEフェーズ3概要	38
図 4-4	緊急速報システム概要	38
図 4-7	震前大使概略	40
図 4-8	震前大使活用方法	41
図 4-9	アレキパ県位置図	41
図 4-13	NEC海外グループ会社位置図	46
図 4-14	OCG現地法人・事務所及びプロジェクト実施国位置図	46
図 4-15	琉球新聞(2020年3月20日版)に掲載された提案企業の記事	50
表 1-1	ペルーにおける1990年以前の地震及びその被害	4
表 1-2	ペルーにおける1990年代以降の地震及びその被害	5

表 1-3	SINAGERD による 3 つの防災管理方法	7
表 1-4	SISMATE 法の概要	7
表 1-5	SISMATE の仕組み	8
表 1-6	JICA による防災・災害対策分野の支援状況	12
表 1-7	JICA による防災・復興分野の有償資金案件	12
表 1-8	他ドナーによる防災・災害対策分野の支援状況	12
表 2-1	提案技術の概要	16
表 2-3	本邦受入活動の内容	18
表 2-4	本邦受入活動目標・成果に対する評価（参加者 1 名の回答は無し）	19
表 2-5	訪問施設別の活動目標・成果に対する評価	20
表 2-6	本邦受入計画表（実績版）	21
表 3-1	普及・実証・ビジネス化事業（案）	24
表 4-1	ビジネス展開概要	36
表 4-3	ペルー国沿岸部 11 県での震前大使ターゲット数	42
表 4-4	フェーズ 2 及び 3 での震前大使ターゲット数	44
表 4-10	法制度面にかかる課題/リスクと対応策	47
表 4-11	ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策	47
表 4-12	政治/経済面にかかる課題/リスクと対応策	47
表 4-13	その他課題/リスクと対応策	48
表 4-14	ODA 案件化及び海外展開によって見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化	49

## 略語表

略語	正式名称	日本語名称
CENEPRED	Centro Nacional de Estimacion, Prevencion y Reduccion del Riesgo de Desastres	国家災害リスク予防研究センター
CISMID	Japan-Peru Center for Earthquake Engineering and Disaster Mitigation of the National University of Engineering	日本・ペルー地震防災センター
COEN	Centro de Operaciones de Emergencia National	国家緊急オペレーションセンター
DHN	Direction of Hydrology and Navigation	水利航行局
EEW	Earthquake Early Warning	緊急地震速報
EPOS	Earthquake Phenomena Observation System	地震活動等総合監視システム
EWBS	Emergency Warning Broadcast System	緊急警報放送システム
IGP	Instituto Geofísico del Perú	環境省地球物理庁
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática	国家統計情報庁
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil	国家防災庁
INGEMMET	Instituto Geológico MineroyMetalúrgico	鉱業冶金地質研究所
MTC	Ministry of Transports and Communications	運輸通信省
SINAGERD	Sistema Nacional de Gestion del Riesgo de Desastres	国家災害リスク管理システム
SISMATE	Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencias	早期警戒早期通報システム



## 要約

### 第1章 対象国・地域の開発課題

ペルー国は日本同様、環太平洋火山帯に位置し、また国土は沿岸部の砂漠地帯、山岳地帯、熱帯雨林地帯と大きく異なる自然環境からなり、地震、津波、土砂災害、洪水等の多様な自然災害に対し高いリスクを抱えている。

1970年に発生したアンカシュ地震（M7.9）や、2001年に南部アレキパ大地震（M8.2）、2007年の中部イカ州大地震（M8.0）などにより多数の死者と負傷者を出し、経済損失も生じている。また、2017年9月の近隣メキシコで起きた巨大地震報道は、ペルー国内で再び地震・津波防災に対する意識を高めている。

ペルー国の地震警報体制は未だ発展途上である。地震発生後、環境省地球物理庁（以下、IGP）において数分から数十分をかけて地震解析が行われ、国家防災庁（以下、INDECI）に震源情報を伝達するとともにHPにおいて情報を発表している。また、IGPからは水路・航行局（以下、DHN）に対しても震源情報を伝達し、津波の有無をDHNが判断した後にDHNからINDECIへ情報を提供している。住民に地震情報が届くのは地震発生後の被害を受けてからとなり、津波情報の伝達も間に合わない可能性がある。

ペルー政府の防災担当機関の体制・対応能力の強化はもとより、防災インフラ、災害情報伝達ネットワーク、自治体レベルでの災害対応力強化等、中央省庁レベルから各自治体まで国家的な防災対策が引き続き重要な課題となっている。

情報解析機関が地震と津波に分離されていること、情報解析と発表機関が分離されていること、また機関間の情報伝達を電話やFAX等による伝達方式としていることで、住民への情報伝達方法として即時性がないのが現状である。加えて、住民への情報伝達手段も確立されていないことが地震・津波に対する備えとしては不十分であると考えられる。

観測設備（陸上及び海上地震計、通信インフラ等）も十分ではないために、既存技術では即時性及び解析精度に限界がある。

### 第2章 提案企業、製品・技術

#### 提案技術の特長

提案技術は、地震発生や震度を予告するため、全国各地の観測地点から送られる膨大なデータより、地震の起こり始めに出る小さな揺れ（初期微動）を感知して震源や規模を分析して、その直後に起こる大きな揺れを予測する地震検知システムである。

日本は、緊急地震速報として電車運行やガス供給を停止するなど社会インフラで活用されている唯一の国で、技術水準が国際的にも高く評価されている。

2016年にNECと共同研究開発した「日本式早期地震検知システム」の仕組みは、地震発生時に生じる2つの地震波（P波、S波）の伝達速度の差を利用して、先に伝わるP波を検知した段階でS波が伝わる前に危険を知らせることを可能にするものである。

災害発生後も、24時間365日動き続ける無停止の機能や大容量のデータを分析する技術が強みである。

### **提案製品・技術の現地適合性**

IGP、日本・ペルー地震防災センター（以下、CISMID）に対し、提案技術の動作デモを実施し、提案技術の詳細な動作などについて紹介を行う。IGP の協力を得て、ペルー国内の過去の地震波形データを使い、提案技術が動作可能か動作検証を行う。あわせて CISMID の協力を得て、提案技術の動作に必要な各種設定値（地盤増幅度、走時表）の整備を行い、地震の規模推定及び情報発表できることを確認する。IGP の保有する地震計のデータ品質を確認し、設置状況などの現地確認も実施する。

### **開発課題解決貢献可能性**

地震観測に関する課題として、①通信インフラ等の観測設備が不十分のために即時性及び解析精度に限界があること、②情報解析と情報発出の省庁が違うため省庁間ネットワークが分離されて情報伝達手段に即時性がないこと、③解析速度の三点が挙げられる。

日本式早期地震検知システムである提案技術をペルー国に導入することで、地震解析の速度が飛躍的に向上すること、また、同技術の通信機能により、省庁間ネットワークに関する課題も解決可能である。

## **第3章 ODA 案件化**

### **ODA 案件化概要**

本案件化調査を通して普及・実証・ビジネス化事業形成を目指す。想定する C/P 機関である IGP、INDECI に提案技術を紹介して実証実験及び運用による適合性を確認し、日本の技術移転によってペルー国防災対策強化に役立て、運輸通信省（以下、MTC）が計画している早期警戒早期通報システム（以下、SISMATE）第3期整備（フェーズ3）への連携導入を実現する。

提案技術がペルー国において、日本と同様の効果が得られることを確認するため、ペルーで保有する過去の地震データを活用した動作確認、国土に合わせた地質パラメータの整備・チューニング、ならびにリアルタイム動作にて即時地震検出、検証を行う。確認される効果は現地 C/P と協力して、ペルー国政府の防災システム技術として採用されるよう普及活動を行う。

### **ODA 案件内容**

提案技術が、現地環境で使用した場合の効果、活用方法に対する理解が乏しい状況であることから、ODA 案件化では、現在の環境と連動した効果の共有および潜在する課題解決の確認を行う。

### **期待される開発効果**

ペルー国地震観測の課題である、地震情報の報知が飛躍的に向上し、CISMID に投資した地震計の活用に留まらず、他の ODA 事業である緊急警報放送システム（以下、EWBS）との連携も期待できる。ペルー国が独自に開発を進めようとして計画している SISMATE とも連携し、住民に対して報知される防災情報の発表速度が飛躍的に向上し、これに伴い、以下の効果も想定される。

- ・避難の初動を早めて地震による人的被害を減災させる。

- ・地震被害の防災、減災により、より適切に救助・医療等を提供可能にする。
- ・鉄道の緊急停止・ガス・電気の自動制御等を外部ソフトウェアと連携させることで、被災時の被害減災、復旧への一助となり、住民の早期復旧、復興に寄与する。
- ・普及・実証・ビジネス化事業後に、本防災インフラ技術の適用を通じ、関連する日本の様々な防災技術の提案、採用を促し市場創出に繋げる。

## **第4章 ビジネス展開計画**

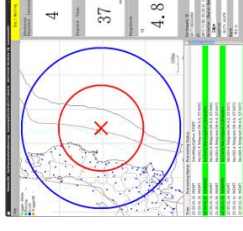
### **ビジネス展開計画概要**

ビジネス展開計画は NEC・現地 NEC 法人の協力を得ながら遂行する。実証後は、地震警報を担う MTC（SISMATE 整備責任）および INDECI（SISMATE 運用責任）に対して、SISMATE 第3期計画の仕様化を行い、NEC+提案法人が強い競争力を持って落札することを目標としている。

提案企業は NEC との独占販売契約を結んでおり、他国展開を含め、流通、販売は NEC の海外営業および輸出管理部門との連携にて推進する予定である。ペルー国の実績は随時 NEC 営業を介して、中南米の各国に実績紹介、同様提案を展開していく。

## ペルー国

# 日本式早期地震検知システムによる防災対策のための案件化調査



### 企業・サイト概要

- 提案企業：レキオソフト株式会社
- 提案企業所在地：沖縄県那覇市
- サイト・C/P機関：ペルー国・IGP、CISMID、INDECI

### ペルー国の開発課題

- ・災害発生を早期に検知する観測設備が未整備
- ・観測設備から取得する情報を素早く正確に分析するシステムが未整備
- ・地震や津波警報を短時間で住民に伝達する防災情報伝達システムが不十分であり、地震や津波により多数の被害が発生

### 中小企業の技術・製品

- 早期地震検知システム
- ・地震発生から7秒～数十秒で地震警報と各地の震度予測を人の手を介さず自動的に発表
- ・独自の配信機能を有し、複数の政府機関に対し、情報の即時共有が可能

### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- ・住民に地震や津波の発生前に警報が伝達され、人命被害が低減する
- ・発生前に地震や津波の把握が可能ことから、防災機関の初動対応が早まり、救助や復旧活動が向上する
- ・将来の大地震の震度予測が可能であり、既存構造物の損壊を予測し、脆弱なインフラの把握とその解消に貢献する

### 日本の中小企業のビジネス展開

- ペルー地震観測の課題である、地震情報の報知を飛躍的に向上させ、既に他ODA事業で進めているEWBSとの連携及び普及活動ができる
- ペルー政府が予算確保の上、整備計画中であるSISMATEIに適用可能なため、SISMATEI本体の調達に参加できる
- INDECIにおける被害状況把握の可視化、情報共有ビジネスも提案できるようになる
- ペルー国民に対して情報還元されることで、その情報を活用して先行している日本製品群（電車、インフラ、エレベータ制御等）のビジネス適用にも波及できる

## はじめに

### 1. 調査名

ペルー国 日本式早期地震検知システムによる防災対策のための案件化調査  
Feasibility Survey for Disaster Prevention by Japanese Early Earthquake Warning System, in Peru

### 2. 調査の背景

ペルー国は、環太平洋火山帯に位置する地震多発国であり、1970年にはアンカシュ地震（死者7万人）により甚大な被害を受けた。我が国政府はJICA技術協力で、1986年にペルー国立工科大学に日本・ペルー地震防災センター（以下CISMID）を設立した。CISMIDは地震防災等の自然災害の防止・被害軽減のための研究及び成果を周辺国へ普及している。また、「ペルーにおける地震・津波減災技術の向上に関する研究」（SATREPS, 平成27年JICA他）の研究結果では、首都リマでM=8.0クラスの地震が発生すれば、20万戸が倒壊、4万人の死者が発生するとの予測結果が出ており、地震対策としてハード・ソフト両面における対策が求められている。

### 3. 調査の目的

本調査においては、CISMID及びIGPと協力のうえ、各機関保有の地震波形・加速度計等のデータ提供を受けて稼働実験を行い、提案技術の有効性を確認する。また、国家防災庁（以下、INDECI）より意見収集の上、海軍水路・航行部（以下、DHN）他、地震・津波防災関連機関とともにペルーでの運用方法を検討し、ODA案件の活用を含めた実施計画を策定する。

### 4. 調査対象国・地域

ペルー国リマ市、及びその周辺アレキパ県等

### 5. 契約期間、調査工程

2019年1月10日～2020年6月10日

調査	調査期間	調査内容
第1回	2019年1月26日 ～2月3日	IGPと調査内容に関するキックオフミーティング 調査関連機器の設置のため事前確認 ・ INDECI、MTC より地震検出/情報報知の実態及び今後の防災計画についてヒアリング ・ ODA 案件化について協議 ・ JICA、大使館及び現地関係者と協議（本調査の目的と内容説明、ODA 案件化計画） 現地商慣習及び法令に関する調査
第2回	2019年2月23日 ～3月3日	調査関連機器の設置のため事前確認 防災関連機関に対する技術紹介セミナーの実施 現地カウンターパート候補機関（IGP）に対する ・ 詳細技術説明の実施

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置機器の稼働状況の確認及び協議</li> </ul> <p>現地カウンターパート候補機関（CISMID）に対する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・詳細技術説明の実施</li> </ul> <p>現地カウンターパート候補（INDECI、MTC）に対する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・調査進捗状況の報告</li> <li>・ODA 案件化について協議</li> </ul> <p>現地カウンターパート候補に対する本邦受入準備 JICA、大使館及び現地関係者と協議（本調査の進捗状況、本邦受入計画）</p>
第3回	2019年4月6日 ～4月16日	<p>リマ周辺における地震計設置状況の確認</p> <p>地震計設置状況の確認</p> <p>現地カウンターパート候補（IGP・INDECI）に対する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震計設置状況の確認結果共有</li> <li>・地震計増設に関する協議</li> </ul> <p>現地普及のための法令調査</p> <p>JICA、大使館及び現地関係者と協議 （本調査の進捗状況、本邦受入計画、地震計設置状況）</p>
第4回	2019年6月4日 ～6月15日	<p>提案技術の活用方法にかかる成果報告会準備・実施 （本邦受入報告含む）</p> <p>現地カウンターパート候補（IGP）に対する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・紹介用機材の撤収</li> <li>・ODA 案件化に向けた協議</li> </ul> <p>現地カウンターパート候補（CISMID）に対する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・紹介用機材の導入（設置・設定作業含む）、モニタリング方法の確認</li> </ul> <p>現地カウンターパート候補（INDECI、MTC）に対する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・調査進捗状況の報告</li> <li>・ODA 案件化について協議</li> </ul> <p>JICA、大使館及び現地関係者と協議 （本調査の進捗状況、ODA 案件化、現地展開計画）</p>
第5回	2019年7月30日 ～8月7日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地カウンターパート候補（CISMID）に対する詳細技術確認とパラメータ作成作業</li> <li>・ODA 案件化協議（普及・実証事業案・ミニッツ案の説明）</li> <li>・ODA 案件化・ビジネス展開にかかるリスク調査</li> <li>・JICA、大使館及び現地関係者と協議</li> </ul> <p>（本調査の進捗状況、ODA 案件化、現地展開計画）</p>
第6回	2019年11月4日 ～11月21日	<p>現地カウンターパート候補（CISMID）に対する</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・紹介用機材の撤収</li> <li>・ODA 案件化に向けた協議</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地政府による導入・ビジネス展開協議</li> <li>現地カウンターパート候補（INDECI、MTC）に対する</li> <li>・調査報告</li> <li>・今後の展開計画（ODA 案件化・ビジネス展開）協議</li> <li>・JICA、大使館及び現地関係者と協議</li> </ul>
第7回	2020年12月14日 ～12月25日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CISMID への技術レクチャー</li> <li>・調査関連機器の撤去</li> <li>・普及・実証・ビジネス化事業に係る検討及び協議</li> <li>・現地カウンターパート候補との協議及び報告会</li> </ul>
第8回	2020年2月8日 ～2月20日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・普及・実証・ビジネス化事業に係る協議</li> <li>・現地カウンターパート候補（CISMID）と提案技術の活用方法にかかる成果報告会</li> </ul>

## 6. 調査団員構成

氏名	担当業務	所属
柴寄 淳	業務主任 /海外渉外担当	レキオソフト株式会社
鈴木 崇	業務管理 /システム管理計画 1	レキオソフト株式会社
井能 裕之	現地適合性確認 1	レキオソフト株式会社
津本 尚紀	現地適合性確認 2	レキオソフト株式会社
久羽 広明	市場調査 1/販売計画	レキオソフト株式会社 (補強：日本電気株式会社)
王 飛	システム管理計画 2	レキオソフト株式会社 (補強：日本電気株式会社)
日比谷 拓郎	市場調査 2 /法令・リスク管理調査 /現地ステークホルダー調整	レキオソフト株式会社 (補強：日本電気株式会社)
長濱 卓範	市場調査 2 /法令・リスク管理調査 /現地ステークホルダー調整	レキオソフト株式会社 (補強：日本電気株式会社)
藤井 雅規	チーフアドバイザー /ODA 案件化計画	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
中野 秀俊	事業化計画 /ビジネス展開計画分析	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
鈴木 麻衣	開発課題調査/業務管理	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
西嶋 崇氏	事業化調査/技術支援	株式会社オリエンタルコンサルタンツ



# 第1章 対象国・地域の開発課題

## 1-1 対象国・地域の開発課題

### 1-1-1 開発課題の状況

ペルー国は日本同様、環太平洋火山帯に位置し、また国土は沿岸部の砂漠地帯 (Costa)、山岳地帯 (Sierra)、熱帯雨林地帯 (Selva) と大きく異なる自然環境からなり、地震、津波、土砂災害、洪水等の多様な自然災害に対し高いリスクを抱えている。

1970年に発生したアンカシュ地震 (M7.9) では125,000人にも及ぶ犠牲者を出した。2001年には南部アレキパ大地震 (M8.4) が発生し、2007年の中部イカ州大地震 (M7.9) では約600人の死者、12,000人以上の負傷者を出し、約USD 30億の経済損失が発生した。加えて、2017年9月の近隣メキシコで起きた巨大地震報道は、ペルー国内で再び地震・津波防災に対する意識を高めている。



図 1-1 2007年ピスコの地震被害の状況

出典：CISMID

ペルー国の地震警報体制は未だ発展途上である。災害リスク管理関連の情報を、日本の消防庁や自衛隊に相当する国家防災庁 (INDECI) に集約する情報伝達体制が十分に構築されていない。そのため住民に地震情報が届くのは地震発生後の被害を受けてからとなり、津波情報の伝達も間に合わない可能性がある。

現状の、情報伝達体制は次のようになっている。地震発生後、日本の気象庁に相当する環境省地球物理庁 (IGP) において数分から数十分をかけて地震解析が行われる。その後、IGP から、INDECI に震源情報が伝達され、ホームページにおいても情報が発表される。また、IGP からは水路・渡航局 (DHN) に対しても震源情報が伝達される。津波の有無を DHN が判断した後に DHN から INDECI へ津波情報が提供される。



出典：INDECI (2017年)

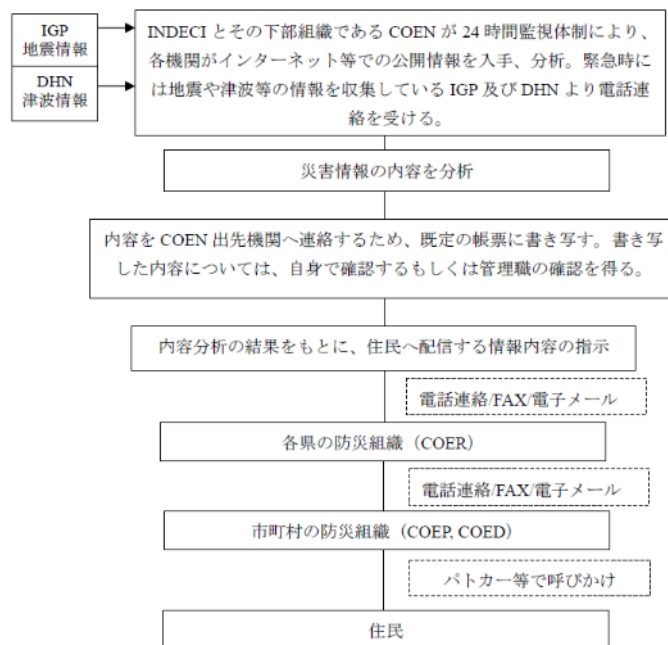
図 1-2 ペルーの地震発生時の政府機関における情報伝達の流れ

住民への情報伝達方法の課題として、情報解析機関が地震と津波に分離されていること、情報解析機関と情報発表機関が分離されていること、また機関間の情報伝達を電話やFAX等による伝達方式としていることで、即時性がないことがあげられる。加えて、住民への情報伝達手段も確立されておらず、地震・津波に対する備えとしては不十分である。

その他、陸上及び海底地震計、通信インフラ等の観測設備が十分ではないために、既存技術では即時性及び解析精度に限界があると考えられる。

ペルー政府の防災担当機関の体制・対応能力の強化はもとより、防災インフラ、災害情報伝達ネットワーク、自治体レベルでの災害対応力強化等、中央省庁レベルから各自治体まで国家的な防災対策が重要な課題となっている。

INDECI の緊急警報に係る実際のオペレーションは INDECI の下部の組織である COEN が担当し、COEN の下部組織として更に地域緊急オペレーションセンター (COER : Centros de Operaciones de Emergencia Regional)、地方オペレーションセンター (COEP : Centro de Operaciones de Emergencia Provincial)、地区緊急オペレーションセンター (COED : Centro de Operaciones de Emergencia Distrital)、がある。COEN の災害情報を受信してから住民への伝達手順は下表の通りだが、情報を一斉に素早く正確に伝達すること、災害情報伝達システムの自動化することが求められたため、災害発生後、迅速かつ一斉に情報発信ができ、大幅に伝達時間の短縮可能な EWBS が 2016 年に導入されている。

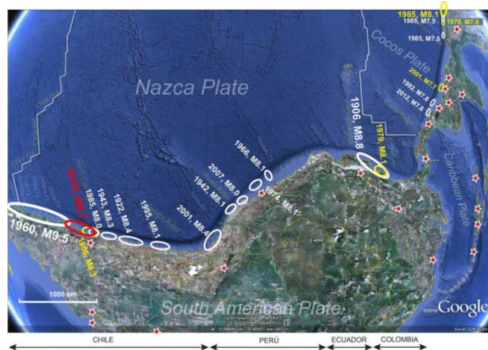


出典：「ペルー国広域防災システム整備計画準備調査報告書」(JICA, 2013年)

図 1-3 ペルーの防災情報の伝達経路

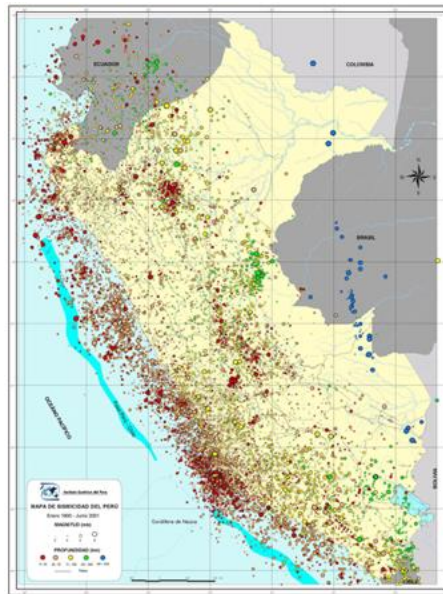
### 1-1-2 ペルーの地震災害の実態

ペルーの西にあるペルー・チリ海溝は、ナスカプレートと南米プレートの境界であり、環太平洋地震帯の一部である。ペルー・チリ海溝付近では巨大な地震が多発する。ペルー周辺の地殻構造及び 1900 年以降発生した巨大地震を下図に示す。また、ペルーを南北に縦断するアンデス山脈周辺では多くの活断層が存在し、直下型地震も発生する。



出典： Nelson Pulido, International Symposium on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in Latin America  
図 1-4 ペルー周辺の地殻構造と 1900 年以降の巨大地震

下図はペルーにおいて 1900 年以降起きた地震の震源位置を示す。



出典： IGP: Mapa de Sismicidad del Peru

図 1-5 ペルーにおける 1900 年以降の地震の震源

ペルーの 1990 年より過去の地震においては、1746 年の地震はマグニチュードが推定 9.0 であり、カヤオ地域に 10 メートルほどの津波を引き起こしたと推定される。1970 年 5 月 31 日にはチンボテを震源とする M7.9 の地震が発生し、地震による被災者は約 125,000 人に上った。被災者はアドベ造の脆弱な住宅に住んでいたため崩れた住宅の下敷きになった者が多かっただけでなく、地震によりペルー最高峰のワスカラン（標高 6,768m）の北峰が氷河と共に大崩落し、流れ落ちた土砂と氷塊により約 18,000 人の被害者が出た。このワスカ

ランの斜面崩壊による土石流では、当時人口約 18,000 人のユンガイ市が厚さ約 10 数メートルの土石で埋め尽くされた。この地震を契機に JICA 技術協力プロジェクトとして 1986 年にペルー国立工科大学の土木工学部に日本・ペルー地震防災センター（CISMID）が設立された。

近年もペルーの地震活動は活発であり、1990 年以降も被害地震が多発している。中でも被害が大きかったのは 2007 年 8 月 15 日にイカ州沿岸部において発生したマグニチュード 7.9 の地震で、同州及びリマ州南部を中心に 600 人近い死者を出した。この地震により、多くの上下水道施設、病院、学校などのインフラ、重要構造物が破壊され、住宅においては 52,154 棟が全壊、23,632 棟が全壊、116,706 棟が一部被害を受けた。

ペルーにおける歴史地震及びその被害を下表に示す。

表 1-1 ペルーにおける 1990 年以前の地震及びその被害

地震発生日	震源地域	マグニチュード	死者数
1555/11/13	Lima	8.4	N/D
1578/7/17	Cañete	7.7	200
1582/1/23	Arequipa	8.2	37
1586/7/9	Lima / Callao	8.6	22
1604/11/24	Arica (Chile)	8.5	1,700
1609/10/19	Lima / Callao	7.5	200
1619/02/14	Trujillo	8.4	3,000
1650/3/31	Cusco	7.7	5,000
1655/11/13	Lima	7.7	11,000
1664/05/12	Ica / Pisco	8.0	460
1681/3/10	Arica (Chile)	7.3	133
1687/10/20	Lima / Callao	8.4	1,541
1707/9/17	Cusco	7.0	50
1725/1/6	Trujillo	7.8	5,500
1746/10/28	Lima	9.0	20,000
1821/07/10	Camaná	7.9	162
1868/8/13	Trujillo	9.0	700
1913/11/4	Aymaraes	7.0	155
1928/4/9	Ayapata	7.3	5,100
1940/5/24	Lima / Callao	8.2	1,000
1942/8/24	Nasca	8.1	33
1943/1/30	Cusco (Yanaoca / Canchis)	6.5	75
1946/11/10	Áncash (Sihuas)	7.3	2,500
1947/11/1	Satipo	7.3	2,233
1948/5/11	Moquegua / Tacna / Puno	7.4	178
1950/5/21	Cusco	6.8	1,581
1953/12/12	Tumbes	7.4	48
1958/1/15	Arequipa	7.5	228

1960/1/13	Arequipa	7.5	687
1966/10/17	Lima / Callao	8.2	220
1968/6/19	Moyobamba	6.9	46
1969/10/1	Huaytapallana	6.2	1,300
1970/5/31	Áncash	7.9	125,000
1970/12/9	Piura	7.1	1215+
1971/10/14	Aymaraes	6.5	144
1974/10/3	Lima	8.1	252
1981/4/18	Ayacucho	6.2	106

出典：USGS: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>

表 1-2 ペルーにおける 1990 年代以降の地震及びその被害

地震発生日	震源地域	マグニチュード	震源の深さ	死者数
1991/4/4	San Martín	6.9	22	70
1996/2/21	La Libertad / Áncash	7.5	10	40+
1996/11/12	Ica / Arequipa	7.7	20	20+
2001/6/23	Arequipa	8.4	33	240+
2001/7/7	Alequipa / Moquegua	7.6	33	3
2005/9/25	Moyobamba	7.5	115	10
2007/8/15	Pisco / Ica	7.9	39	597
2011/8/24	Loreto / Ucayali	7.0	147	3
2011/10/28	Ica	6.9	24	1
2013/9/25	Acari	7.1	40	N/D
2014/9/28	Urcos	4.9	10	8
2016/8/14	Caylloma	5.5	8	8
2018/1/14	Acari	7.1	39	2
2019/3/1	Azángaro	7.0	267.0	1

出典：USGS: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>

## 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

### 1-2-1 政策、法令

災害大国であるペルー国は 1972 年に N° 19338 市民防衛システム法（Ley del Sistema de Defensa Civil）が制定され、市民を災害から守り、適切かつ適時な援助を提供し、災害や紛争からの再建を保障するための国家安全保障・防衛体制が定められた。同法令は国家市民防災体制と呼ばれ、INDECI の基となる組織が設立され、予警報・住民啓発等の予防、緊急対応、災害復旧を担っている。

ペルー政府は、災害を、国家開発を脅かすリスクとして捉え、予測～災害対応～復旧・復興作業までを一連のプロセスとして管理するために地方分権の要素を盛り込んだ制度・法改革を進めている。2011 年には LEY N° 29664（以下 SINAGERD<sup>1</sup>法）を制定した。

<sup>1</sup> Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 国家災害リスク管理システム

SINAGERD は Presidencia del Consejo de Ministros（首相府）が中心になり運用し、自然災害リスクの特定／軽減、被害の最小化を目指すシステムである。システムのプロセスとして7段階に分けられ、それぞれリスク特定／評価、予防、準備、軽減、応急、復旧及び復興に分けられている。各段階を担当する主要組織は特定／評価、予防、軽減及び復興が CENEPRED、準備、応急及び普及が INDECI である。また、中央省庁だけでなく、県・市などの地方自治体、公共機関、軍、国家警察、民間及び市民を構成員として定義している。

SINAGERD 以前のペルー国での防災体制は、自然災害の発生後の対応が考えられていたが、SINAGERD 法施行後は、防災を予防管理、改善管理、発生後管理の3通りの管理方法を定義し、それぞれ新規でのリスク回避／軽減、既存インフラのリスク軽減、地震発生後のリスク対応としている。

SINAGERD 法施行を受けて、2014 年には国家災害リスク管理計画 2014-2021（PLANAGERD<sup>2</sup> 2014-2021）が首相府内の Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres（災害リスク管理事務局）により策定された。PLANAGERD では SINAGERD に定義されている 7 段階毎のサブプロセスや、計画での目的として国家的目的、戦略的目的、項目別目的が定義されている。

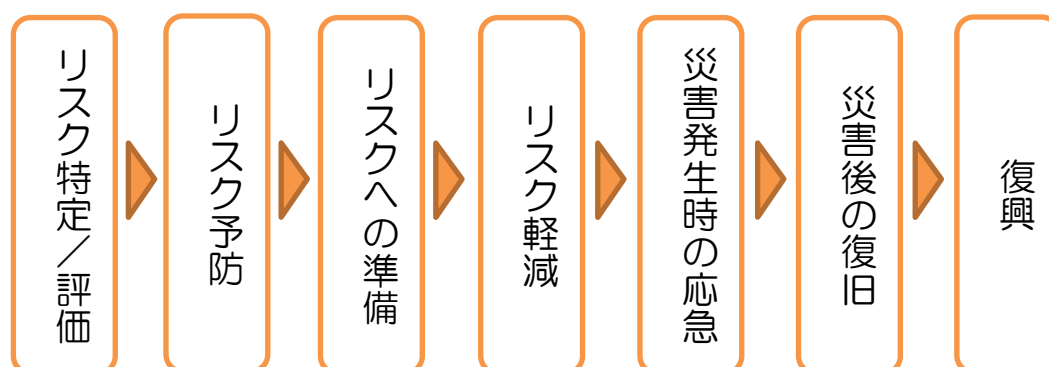
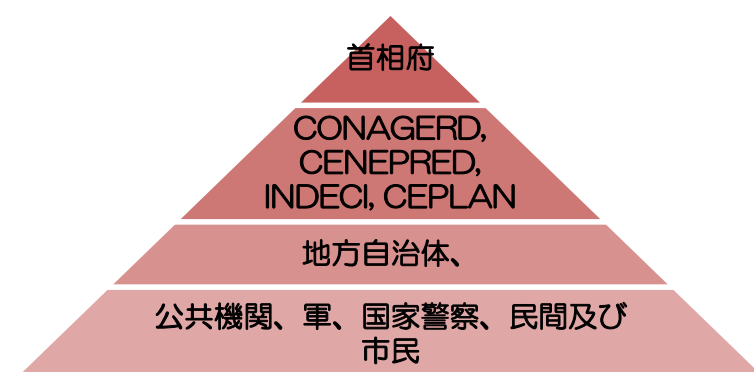


図 1-6 SINAGERD の定義による災害リスク管理プロセス



注) CONAGERD: Consejo Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres peru（国家災害リスク管理評議会）  
CEPLAN: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico（国家戦略計画センター）

<sup>2</sup> Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021

図 1-7 SINAGERD の定義による災害リスク管理システム担当機関

表 1-3 SINAGERD による 3つの防災管理方法

予防管理	主に新規投資及び開発プロジェクトでの潜在的リスクの回避／防止のために実施する管理方法
改善管理	主に既存インフラでのリスクを軽減するために実施する管理方法
発生後管理	災害リスクが顕在化（発生）後の被害を軽減するための管理方法

2016 年には潜在的な地震・津波災害リスク及び情報伝達の高度化を図るべく、政府主導により LEY N° 30472（以下、SISMATE<sup>3</sup>法）を発令し、緊急警報に関するシステム整備を進めている。

SISMATE 法では、SISMATE の作成、実施、運用および保守を規定している。この法律の概要をその条項順に下表に示す。

表 1-4 SISMATE 法の概要

条項番号	条項名	概要
第 1 条	SISMATE の創設	SISMATE の作成、実施、運営および維持を確立する。災害、緊急事態または緊急事態の発生後、制御チャンネル、シグナリング、普及および公衆通信ネットワークおよびサービスの類似物を使用する。
第 2 条	法律の適用範囲	Ley N°27444 で定義された行政機関、および公衆通信サービスを提供する資格を有する個人または法人によって適用される。
第 3 条	関係する公共団体の権限	3.1 MTC が SISMATE の実施、維持管理を担当する。 3.2 INDECI は、Ley N°29664 「国家災害リスク管理システムを創設する法律（SINAGERD）」およびその規則に制定された権限の枠組みの中で、対象集団への警告メッセージの内容、および SISMATE を通じた警告メッセージの提供をする。
第 4 条	MTC の責任	a) Ley N°29924 「緊急電話および緊急電話センターへの悪意のある電話の発信を制裁する法律」の最終補完規定で想定されている統合通信システムとの相互運用性を保証する。 b) SISMATE が正しく機能するために必要なセキュリティとバックアップのレベルの識別をする。
第 5 条	利権保有者の責任	a) MTC の指示に従い、機器（ハードウェアおよびソフトウェア）の設置、ネットワーク内での SISMATE メッセージの適切な接続、操作およびタイムリーな伝送を保証するために必要な調整を実施する。 b) SISMATE を実装するため、およびそのネットワークの動作と機能を検証するために、MTC にそのネットワークにアクセスするため必要な機能を提供する。 c) SISMATE の実施と運営に必要な技術情報を MTC と INDECI に提供する。 d) SISMATE が正しく機能するために、セルブロードキャスト機能または MTC が決定する別の機能を持っていることを確認する。 e) MTC の他に権力行使ができるその他のもの。
第 6 条	資金調達	SISMATE の実施、運営および維持は、国の活動やプロジェクトに関連しており、MTC の制度予算、およびその使用から派生した規範からの資源の適用によって

<sup>3</sup> Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencias。早期警戒早期通報システム。INDECIにて運用予定。

		賄われる。
第7条	制裁権限と違反の分類	<p>MTCはこの法律の遵守を監督し、行政上の違反行為に分類される行動に関して制裁権限を行使する。</p> <p>a) SISIMATEの運用を保証するために、電気通信ネットワークに必要な調整をする。</p> <p>b) MTCによって定められた期間内に SISIMATEの実施、運用および保守に関するMTCの規定を遵守しなかった。</p> <p>c) MTCまたは INDECIによって実施されているこの法律の規定の範囲内での情報伝達の要件を遵守しなかった。</p> <p>d) SISIMATEを通して警告メッセージを送信するために加入者またはユーザーに支払いをする。</p> <p>e) 監視、管理、検査および監督の作業を防止または妨げる。</p> <p>前述の違反のいずれかの手数料は、懲戒または罰金の対象となる。この法律の規制は制裁の基準を定めている。</p>

### (1) SISIMATEの概要

SISIMATEとは、MTCと通信事業者のEntelが連携して構築した、Entel端末が災害緊急ゾーンにいる場合に警告が通知される早期警告メッセージシステムである。現在はClaroとMovistarも受信可能であると確認が取れている。地震、地滑り、豪雨、川の氾濫等のいかなる種類の自然災害にも対応しており、発災時や発災前後に、INDECIが送信する情報が住民に伝達される。

表 1-5 SISIMATEの仕組み





	①MTCは、インテリジェントなプラットフォームを通じて、事業者と連絡を取り、ユーザーに災害について通知する。		③災害発生予想地域にいるすべてのEntel電話に、警告通知が配信される。
	②MTCとの連携により、災害発生予想地域にいるすべての電話に通知できる。		④災害時は、電話やSMSで回線を飽和させないことが最善であるため、当システムは責任をもって災害発生予想地域に警告する。



図 1-8 SISIMATEの広告



図 1-9 SISIMATEのロゴ



SISMATE の地震警報システムは、地震計が地震のエネルギーを探知し、電波経由で警報を送信する。ただし、海岸部側で地震が発生した場合、SISMATE は事前に警報を発することが出来ない。

現在ペルーでは住民に地震の緊急テキストメッセージを送信するのに 1 時間掛かっており、送信先の地域は限定できず、送信先は最大 40 万人となっている。2020 年からは SISMATE によりテキストメッセージで警報の送信が可能となる予定である。



図 1-10 El Comercio に掲載された SISMATE の記事 (2019 年 10 月 17 日)

## 1-2-2 関連組織

### (1) IGP (環境省地球物理庁)

(正式名称：Instituto Geofísico del Perú)

IGP の地震学局は、地震、地震地質調査、地震工学、火山学、津波、地震・津波ハザード、誘発地震などの分野の研究を促進、実施、体系化、監督し、ペルーの地震科学を担っている。地震に係る情報提供を担う日本の気象庁に相当する機関である。



出典： <https://portal.igp.gob.pe/quienes-somos>

図 1-11 IGP の組織図

## (2) INDECI (国家防災庁)

(正式名称：Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú)

INDECIは災害リスク管理国家政策や国家計画の中で、災害に対する準備、災害後の対応、復旧について助言・提案する、防災対策および緊急対応、災害復旧の実施機関である。INDECIは被災地における対応、復旧活動の実施、調整を実施する。

INDECIは、全州に支所を設け、国家緊急オペレーションセンター(Centro de Operaciones de Emergencia Nacional: COEN)と共に被害状況と被災地のニーズを把握し、対応にあたる省庁の選定を支援するほか、これらの省庁による災害対応の調整役を担う。INDECIは、市町村への災害リスクにかかわるアドバイスと災害予測情報、他の団体との協力に係る基準の制定及び地方におけるオペレーションセンターの技術的なサポート等の役割も担っている。



出典： <https://www.indeci.gob.pe/institucion/organigrama/>

図 1-12 INDECI の組織図

## (3) CISMID (日本・ペルー地震防災センター)

(正式名称：Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres)

1986年に設立されたCISMIDは、都市防災計画や防災技術の研究・普及等を行う機関である。現在では、南米随一の地震研究センターとなり、南米の防災に係る人材の育成にも貢献している。CISMIDは1986年から1991年に日本の支援で実施された「日本・ペルー地震防災センタープロジェクト」において、ペルー国立工科大学内に設立された。JICA及び日本の大学・研究機関とも設立以来30年以上にわたって協力・交流を続けている。

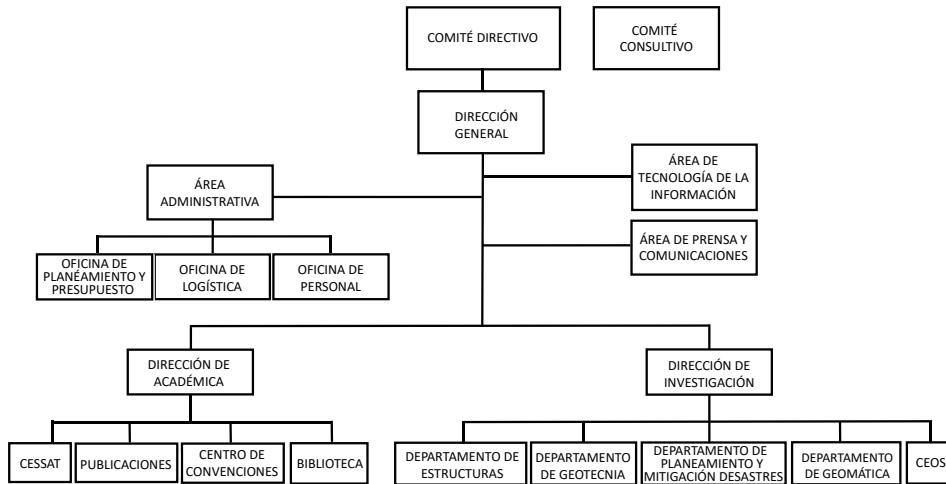


図 1-13 CISMID の組織図

### 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

外務省「対ペルー共和国国別開発協力方針」では、重点分野として防災対策が挙げられている。「特に我が国が知見や経験を有する災害に強いインフラや警戒・警報体制の強化などを中心に支援し、防災能力の向上を図る」と明記されており、提案技術による早期地震検知システムの導入は、我が国の国別開発協力方針に合致する。

開発課題への対応方針でも、「日本が知見や技術を有する災害に強いインフラ整備や警戒・警報体制の強化などを中心に支援していく」と掲げられており、気象庁で緊急地震速報として活用され、国際的に高い技術水準として認められている日本式早期地震検知システムは、開発課題の支援方針に値する。また同方針では、「日本の行政が持つノウハウの活用のみならず、日本の民間企業が有する災害に強い製品や技術の導入・活用も進める」とされているため、提案法人の民間技術の活用はその方針に合致する。

地震および津波発生前に市民にその情報を伝達する提案技術は、災害による死者や被災者数を大幅に削減し、国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす可能性がある。これはペルーにおいて、国際的な持続可能な開発目標（SDGs）における目標 11 の「都市と人間の居住地を包摂的、安全、レジリエントかつ持続可能にする」と、目標 9 の「レジリエントなインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、イノベーションの拡大を図る」の達成に貢献する。

### 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

#### (1) 日本の防災分野に係る ODA 事業

ペルー国には、日本から継続的な援助がなされており、1986 年には技術協力プロジェクトでペルー国立工科大学・土木工学部に CISMID を設立し、地震防災を中心とした各種自然災害を防ぐための研究及びその成果の普及に寄与している。以降、地震計をはじめとした観測機器の提供や復興支援等、様々な援助を継続してきている。

近年では、地上デジタル放送日伯方式の採用により、全国へ地デジの普及が進められており、本方式の特徴である緊急警報放送システム（以下、EWBS）を使用することで、地震や津波等の災害情報を迅速に伝達可能なプラットフォームが整備された。また、前述のように観測機器も自国予算含め、徐々に整備が進められており防災に関するインフラが少しずつではあるが整備されてきている。

情報の収集および報知に関する整備が着手されつつある一方、中核となる収集情報を解析する部分については未だ研究途上であり、即時性及び精度向上が今後の課題である。

表 1-6 JICA による防災・災害対策分野の支援状況

ODA 案件名	概要	スキーム
イカ州地震被災地復興計画（2007年）	2007年8月15日に発生したペルー南部の地震により大きな被害を受けたイカ州において、ペルー政府が学校施設の再建5件（チンチャ郡2件、ピスコ郡2件、イカ郡1件）及び給水塔施設の再建（イカ郡）を行う。	無償資金協力
ペルーにおける地震・津波減災技術の向上プロジェクト（2009年～2015年）	日本の持つ技術を利用し、ペルーの減災への貢献を目指すとともに、本研究を、日本の耐震技術の向上のみならず、日本と同様にプレート構造を持つ地震の発生しやすい国において役立てることができる、国際共同研究プロジェクト。国内共同研究機関は東北大学、建築研究所、東京工業大学。ペルーにおける地震・津波災害の軽減を図るため、地域特性を考慮した総合的な共同研究を実施。両国の研究者の強い連携のもとに、地震・津波の災害事例を調査し、地形・標高、地盤種別、建物特性などとの関係を明らかにし、ハザードマップを提示する。また、現実的な建物耐震補強を推進するための構造実験を行う。さらに、空間基盤データに基づいて被害を予測し、地域減災計画を作成し、ペルーにおける地震・津波減災技術の向上とその社会への実装を進める。	SATREPS
広域防災システム整備計画（2014年）	地震の多発するペルーに対し、東日本大震災の被災地の企業を含む本邦企業の技術を活用しつつ、津波関連観測機材（潮位計等）や地震・津波の予警報システム等を整備する。	無償資金協力
地上デジタル放送普及支援アドバイザー（2012年10月～2014年10月）	国立電気通信訓練研究所（INICTEL）と連携のもと、EWBSの更なる普及のために、EWBS受信機の開発を進める。EWBS受信モジュールや開発キットを供与。	技術協力専門家派遣

表 1-7 JICA による防災・復興分野の有償資金案件

年	ODA 案件名
1999年	エルニーニョ被災道路修復事業
2014年	ペルー沿岸部洪水対策事業
2014年	災害復旧スタンド・バイ借款

## （2）他ドナーの防災分野に係る支援事例

下表にドナー機関または各国による支援を示す。

表 1-8 他ドナーによる防災・災害対策分野の支援状況

支援機関	案件名	時期
EU/ 国連開発計画	開発計画における複合的リスク管理のための準備・対応・早期復旧プログラム	2013～2014年
世界銀行	The Second Disaster Risk Management Development Policy Loan	2015～2018年

## 第2章 提案企業、製品・技術

### 2-1 提案企業の概要

#### 2-1-1 企業情報

企業名	レキオソフト株式会社
所在地	沖縄県那覇市久茂地 1-7-1 琉球リースビル 8F
設立年月日	2002年10月1日
事業内容	防災システムの開発、サーバ設計構築、パッケージソフト開発

提案企業は創業以来、防災（地震・津波・火山）システムの開発を中心に成長し続けている。気象庁の運用する総合監視システムの緊急地震速報を担うソフトウェアを皮切りに、数多くの火山、津波、気象関連の観測、防災システムを開発し、関連機関に納入している。これらのソフトウェアをパッケージ化して商品化することに加え、観測データの処理、監視システムのネットワーク・サーバ構築にも多くの実績がある。また、それらの経験から、政府系の危機管理分野を中心に特定システムを開発・納入しており、車載組込ソフトウェア等の事業に拡張している。提案企業は防災システムを基軸に、危機管理分野、車載システムなどにも事業分野を拡大してきており、地震防災・危機管理分野のソフトウェア開発に関しては、世界でも有数の実績を有している。

#### 2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ

これまでの実績は主に国内が中心であったが、企業理念にもあるように、「人間主義のシステム作りを通して、人々が安全に暮らせる社会の実現に貢献」することに加え、「日本の安心・安全の文化を全世界に展開し、世界平和の実現に貢献」することを目指して、日々業務を推進している。創業以来、国内だけでなく世界の安全・安心のための人間主義のシステムの開発により社会への貢献を目指し続けている。

提案企業は国内市場だけでなく、海外市場への拡張は創業以来の既定路線であり、自然災害に苦しむ諸外国に安心・安全を届けることで海外市場の規模を成長させ、売上の一翼を担う分野に成長させることを計画している。また国内事業の縮小に伴い、海外進出を検討するようになり、2013年6月に台湾子会社を設立した。地道な営業活動を行ってきた結果、2016年には台湾中央気象局との早期地震検知システムの実証実験がスタートし、2017年には日本式早期地震検知システムの予算化に成功した。

ペルー国では、周辺国で発生した2017年の大規模地震被害に加え、2018年1月にアレキパで発生した大規模地震等、近年相次いで発生している地震を主とした自然災害への対策機運が高まっている。これを受け、SISMATE法に則ったシステム構築が急務となり、MTC（運輸通信省）ナカガワ副大臣より在ペルー日本大使館経由にて、提案法人及び提携企業であるNECは提案技術の日本式早期地震検知システムをはじめとした日本の防災知見に係る連携協議を重ねてきた。協議によりペルー側が日本との協力意欲が強いことも確認しており、地震・津波関連防災に携わるINDECI、IGP、DHN、CISMIDを巻き込んだ検討を進めている。

ペルー国ではSISMATE法（2016年）に基づく整備計画に対して既に予算化（日本円で

約 25 億円) が進められている。2019 年 10 月に第一期のサービスが開始される予定であったが、2 か月ほど調達が遅れてスタートし 2019 年 12 月に開始したとみられる。第三期で提案技術の導入が予定されている。

#### SISMATE 整備計画

第一期 (フェーズ 1) : 携帯電話各社から市民に対して防災情報を提供する基盤構築

第二期 (フェーズ 2) : TV、ラジオ、EWBS 等、連携部分の拡充計画

第三期 (フェーズ 3) : 地震・津波情報の自動発信 (防災情報提供基盤の高度化計画)

法令によって義務付けられた SISTEMA 整備計画に基づくビジネス展開であることのみならず、案件化調査により提案技術に対する IGP の理解が促進されたこと、IGP および INDECI と提案企業間の信頼関係の構築が進んだこと、また現時点では緊急地震速報の競合となりえる他国企業がないことなどから、ビジネスとしては、非常に実現確度 (80% 程度) の高いものと位置付けている。現在、関係者と協議を重ねているが、日本式の提案技術がペルー国の環境で効果を発揮するのか、その実証が求められている。日本技術の現地適合性が確認され次第、SISMATE 第三期の調達は日本仕様が優位となり、技術も併せた日本式早期地震検知システムの導入が実現する。

その結果、将来的なインフラ整備拡大にもつながることが期待される。具体的には、日本の緊急地震速報は、エレベータや電車を停止したり、館内放送を自動で行ったりと様々な制御につながる仕組みが作られている。提案技術がペルーで採用されてそのままコンシューマ市場に投入されることで、日本同様のインフラ整備の市場展開が可能になる。

## 2-2 提案製品・技術の概要

### 2-2-1 ターゲット市場

提案法人は、地震・津波・火山警報システム分野で採用実績世界一を目指している。海外では防災に対する考え方が国によって異なり、機能的に優れていても必ずしも採用されるとは限らない。ターゲット国の防災システム構築に際しては、効果が分かりやすく、機能に対する国毎の差異が少ない提案技術の展開を皮切りに、津波、火山分野への展開も視野に入れる。

また、提案法人は台湾中央気象局への長年の営業活動により、2017 年に 7000 万台湾ドル (約 2 億 6 千万円) の予算の確保を実現した。同様にペルーにおいても 2022 年までを目標とし、予算確保及び導入を目指す。その後、蓄積した実績や知見を活用して、環太平洋地域、中東地域、南ヨーロッパ地域など世界の地震多発国への展開を加速させていく海外事業を想定する。

### 2-2-2 提案製品・技術の概要

#### (1) 提案技術の特長

提案技術は、地震発生や震度を予告するため、全国各地の観測地点から送られる膨大なデータより、地震の起こり始めに出る小さな揺れ（初期微動）を感知して震源や規模を分析して、その直後に起こる大きな揺れを予測する地震検知システムである。

提案技術は気象庁が運用する総合監視システムに採用されており、P波とS波の速度の違いを利用して、主要動で被害を引き起こすS波が到達する前に、地震発生地域住民に地震速報を発信するシステムである。日本は、緊急地震速報として電車運行やガス供給を停止するなど社会インフラで活用されている唯一の国で、技術水準が国際的にも高く評価されている。

2016年にNECと共同研究開発した「日本式早期地震検知システム」は、海外展開用に日本で実績ある緊急地震速報と同等の機能があり、海外展開に応用できる仕様にカスタマイズされたものである。

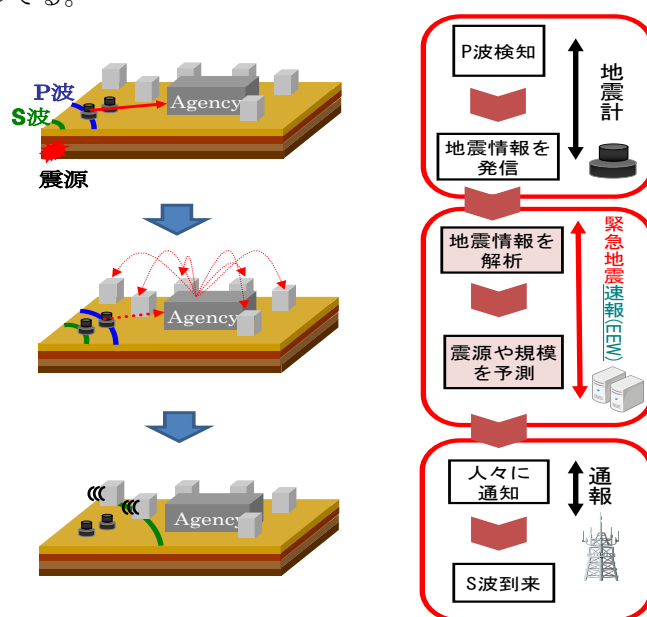


図 2-1 提案技術の仕組み

仕組みは、地震発生時に生じる2つの地震波（P波、S波）の伝達速度の差を利用して、先に伝わるP波を検知した段階でS波が伝わる前に危険を知らせることを可能にするものである（図2-1参照）。提案技術は早期地震検知システム専用地震計、震度と地震波の到達時間を算出する専用機器及び、データ配信機器から構成されている。導入先機関が保有する既存加速度センサー地震計のデータを使った検知も可能である。専用地震計に比べ、加速度センサー地震計は数秒程度の地震波形伝送遅延があるものの、導入先政府の既存資産を活用できるという利点がある。

災害発生後も、24時間365日動き続ける無停止の機能や大容量のデータを分析する技術が強みであるため、提案技術を活用した海底油田や海洋生物のモニタリング等への展開も想定される。

## （2）緊急地震速報の仕組み

緊急地震速報は、気象庁が2004年2月に試験運用・配信を開始し、地震による被害を低

減させることを目的としたものである。地震発生時、まずカタカタと小さな初期微動（P波）が伝わり、その後、ユサユサと大きな主要動（S波）が伝わる。地震の被害は主要動（S波）によってもたらされるが、緊急地震速報は、初期微動（P波）からいち早く震源地と地震規模を算出し、主要動が伝わる数秒～数十秒前に情報を提供する先進技術である。

震源地に近い場所では情報提供が間に合わない事もあるが、その場合でも、隣接地域では揺れる前に情報を得る事が可能となる。

※厳密には推定震度、揺れが伝わる速度は、震源の深さ、地面の堅さ、増幅率等により値が異なる。

### （３）製品・技術のスペック

提案技術である日本式早期地震検知システムの「緊急地震速報（Earthquake Early Warning：EEW）」は、リアルタイム地震データを受信・解析し、解析結果情報の表示・配信を行うものである。具体的には、各観測地点から送信される地震データを受信後リアルタイムに随時計算を行い、得られた震源位置・M（マグニチュード）・震度等の解析情報を表示および配信する機能を提供する。

表 2-1 提案技術の概要

名称	日本式早期地震検知システム（型番：Leximo® apps/EEW）
概要	<p>① リアルタイム地震情報処理</p> <p>地震の観測地点から送信される地震データをリアルタイムに随時計算を行い、特定された震源位置、マグニチュード、震度等の解析情報を表示および配信する機能（例：東北地方太平洋沖地震発生時の緊急地震速報の発令）</p> <p>② 海底地震計との連携による解析時間の短縮化<sup>4</sup></p> <p>③ リアルタイム地震情報表示・報知処理</p>
仕組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多機能型地震計からの波形データ/A電文をリアルタイムに受信する。</li> <li>・受信データをリアルタイムに解析し、震源の特定、Mや最大震度、各地点の震度と到達予想時刻を算出する。</li> <li>・計算結果は後続の受信情報を元に随時計算し更新する。</li> <li>・解析結果情報を瞬時に画面へ表示する。</li> <li>・解析結果情報を瞬時に外部通信システムへ配信する。</li> <li>・後続の受信情報を元に再計算した結果、配信された解析結果情報の信頼性が低いと判断された場合、キャンセル報（情報の取り消し）を自動的に送信する。</li> <li>・S波到達前に地震検知が可能となる。</li> <li>・システム障害時に自動で瞬時に待機しているサーバに切り替わる。</li> </ul>

#### ・ 波形収録サーバ

観測点（地震計）から地震波形データを受信し専用フォーマットに変換後、波形の蓄積及び1観測点の情報から震源決定（方向（位置）と距離）処理を実施するサーバ。

※モニターを接続し、波形受信状況をモニタリングする。

#### ・ EEWサーバ

<sup>4</sup> 地震で最大30秒、津波は約20分の猶予を生むことを可能にする。東日本大震災にて海底地震計の有無による時間的猶予をシュミレーションすると、海底地震計有では約150Km程度早く観測が可能となる。



波形収録サーバより専用フォーマット化された電文を受け取り、多観測点の情報から震源計算を実施するサーバ。

※モニターを接続し、震源確定及び計算が正常に行われているかモニタリングする。

・ パラメータチューニング・震前大使サーバ

波形収録サーバに蓄積された波形から震源決定計算を実施し、独自パラメータとの突合をすることで解析精度を向上させ、EEWサーバへそのパラメータを展開するサーバ。

※モニターを接続し、設定の修正を実施する。また、末端利用者が視覚的および聴覚的に情報活用できるソフトウェアの震前大使サーバの機能により、任意地点の予測震度及び到達予想時間を計算、震前大使クライアントで予測震度の表示と到達予想時間のまでのカウントダウン処理を行う。

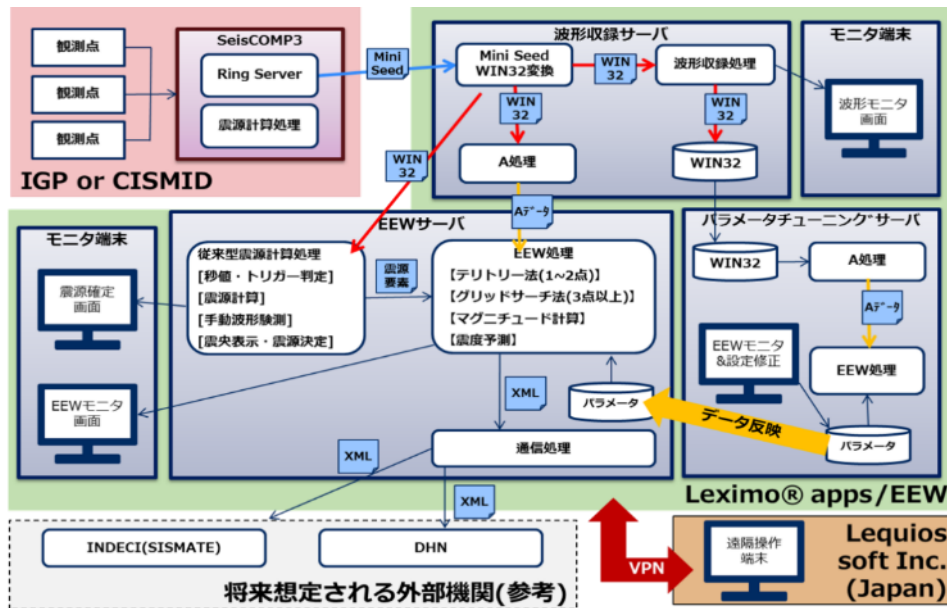


図 2-2 各サーバの機能とデータ処理の流れ

(4) 国内外の販売実績

国内では、提案技術は日本の気象庁で採用されている。提案法人は気象庁地震火山部向けの地震活動等総合監視システム（以下、EPOS）の開発を行っており、そのEPOSの一機能として緊急地震速報が実装されている。提案法人は現在稼働中の緊急地震速報の開発ノウハウを有しており、2008年に気象庁が一般向け緊急地震速報を導入して以降、今日まで提案法人にて機能強化及び運用支援を行っている。

海外では、システム開発受注のため、2013年に台湾現地法人を設立した。現地の中央気象局と交渉を続けて、地盤や観測地点など日本とは異なる条件を踏まえ、台湾に適合したシステム開発の実績がある。

提案技術は、ペルーでは未だ実証されていない試作段階の技術となるが、日本式早期地震検知システムは、その高い機能が世界的にも認められており、地震が多発するペルーにおいて革新的なアプローチとなるため、「途上国発イノベーション」と位置付けられる。

## 2-3 提案製品・技術の現地適合性

### 2-3-1 現地適合性確認方法

非公開

### 2-3-2 現地適合性確認結果

非公開

### 2-3-3 本邦受入活動を通じた提案製品・技術の紹介

#### (1) 受入活動の概要

カウンターパートが日本式早期地震検知システムを中心とした、日本の防災研究及び防災システムについて学び、ペルーの防災計画に役立てること、また今後の支援の方向性を協議するために本邦受入活動を活用した。本邦受入活動の目的・内容は次の通り。

目的：提案技術を途上国開発への活用可能性を確認し、ODA 案件及びビジネス展開計画を促進する

中期目標：ペルー防災に応用すべき提案技術が整理され、現地展開課題を把握・共有する

成果：①参加者が日本式早期地震検知システムを含む日本の防災研究及び技術の概要を学ぶ

②ペルー国内の防災に応用すべき製品・技術（案）が取りまとめられる

表 2-2 本邦受入活動の内容

場所	内容	活動のねらい
九都市合同防災訓練	<ul style="list-style-type: none"><li>・防災技術紹介</li><li>・救出救助訓練視察</li><li>・災害状況及び組織連携の紹介</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・防災訓練概要の把握及び理解</li><li>・災害時組織編成の把握</li></ul>
国立研究開発法人海洋化研究開発機構(JAMSTEC)	<ul style="list-style-type: none"><li>・JAMSTEC の概要説明</li><li>・地震・津波センターの紹介</li><li>・DONET バックアップサイト見学</li><li>・地球シミュレータ見学</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・地震・津波研究方法の把握</li><li>・DONET 技術の理解</li><li>・防災研究観点の把握</li></ul>
駐日ペルー大使館	<ul style="list-style-type: none"><li>・ペルー国内の防災技術に関する協議</li><li>・日本の防災技術の共有</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・国内の防災に関する意識共有と促進</li></ul>
気象庁	<ul style="list-style-type: none"><li>・気象庁の概要説明</li><li>・地震津波観測の説明、意見交換</li><li>・地震火山現業室の見学</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・地震・津波観測技術の理解</li><li>・地震・津波観測の運用方法の把握</li></ul>
日本電気株式会社	<ul style="list-style-type: none"><li>・日本電気株式会社の概要説明</li><li>・技術紹介、意見交換</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・国内防災にて活用可能な技術の把握</li></ul>
防災科学研究所	<ul style="list-style-type: none"><li>・防災科学研究所の概要説明</li><li>・地震津波火山ネットワークセンター紹介</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・地震津波火山研究と運用方法の把握</li><li>・土砂災害対策の技術理解</li></ul>

参加者は今後の案件形成に積極的に関わると考えられる国家防災庁から2名、地球物理庁から2名、日本・ペルー地震防災センターから1名である。参加者は活動目的・内容に沿って日本の防災を担う関連機関及び研究所を訪問した。九都市防災訓練では、開催地となった千葉県船橋市主導の下、消防・自衛隊など様々な機関が参加する防災訓練の視察を実施した。また、気象庁においては実際に日本で運用されている緊急地震速報の運用方法や現業室の視察を実施した。

## (2) 受入期間

2019年8月31日(土)～9月5日(木)の6日間

## (3) 参加者リスト

非公開

## (4) 本邦受入活動の成果

本邦受入活動実施後、参加者にアンケートを行い、本活動の成果達成度を確認した。アンケートの回答結果から、参加者が視察等を通じて日本の防災技術や特徴を学ぶことができ、提案技術がペルー国内において果たす役割について理解できたと確認した。

また、日本式早期地震検知システムをきっかけとする ODA 案件及びビジネス展開計画の促進についても、参加者と日本人団員の間で共通の認識を持つことができ、今後実施概要について協議していくこととした。(1) 受入活動の概要で述べた活動成果は概ね達成できたと言える。

表 2-3 本邦受入活動目標・成果に対する評価（参加者1名の回答は無し）

活動目標・成果	達成度	参加者のコメント
ペルー国内防災に応用すべき提案技術が整理され、現地展開の課題を把握・共有する	2名が「5」、2名が「4」の評価 ⇒設定された成果は概ね達成できたと考えられる	地震によって海岸沿いのエリアは大きな被害を受けるため、センサー技術は人々を救うことに貢献できる
EEWを含む日本の防災の概要を学ぶ	2名が「5」、2名が「4」の評価 ⇒設定された成果は概ね達成できたと考えられる	海底ケーブルを含む EEW の運用について学ぶことが出来た
ペルーへ応用する製品・技術(案)が取りまとめられる	2名が「5」、2名が「4」の評価 ⇒設定された成果は概ね達成できたと考えられる	ペルー国内にて適用可能な技術について検討することが出来た

成果達成度の評価基準：5.達成した 4.概ね達成した 3.どちらともいえない 2.達成していない 1.まったく達成していない

表 2-4 訪問施設別の活動目標・成果に対する評価

訪問施設	評価	参加者のコメント
九都市合同防災訓練	4名とも「3」との評価 ⇒訪問施設が成果達成に貢献したと考えられる	災害時の各機関の初動を視察することができ、有用であった
海洋研究開発機構	4名とも「3」との評価 ⇒訪問施設が成果達成に貢献したと考えられる	研究内容及び海で使用される技術について、非常に高い技術と感じた
駐日ペルー大使館	4名とも「3」との評価 ⇒訪問施設が成果達成に貢献したと考えられる	我々の目標を達成するために、大使館への支援を求めることができた
気象庁	4名とも「3」との評価 ⇒訪問施設が成果達成に貢献したと考えられる	地震、津波、火山の監視について、日常的な業務を知ることが出来た。
日本電気株式会社	4名とも「3」との評価 ⇒訪問施設が成果達成に貢献したと考えられる	最先端技術やデモンストレーションなど体験をすることができ、良い機会であった
防災科学研究所	4名とも「3」との評価 ⇒訪問施設が成果達成に貢献したと考えられる	地震、火山、洪水、地滑り等災害の自然災害に対する研究について視察することが出来た

評価基準： 3.参考になった 2.どちらともいえない 1.参考にならなかった

#### (5) 本邦受入活動の成果を活かした支援方針の協議

これまでペルー国現地でカウンターパート関係者と ODA 案件化に係る協議を重ねてきたが、具体的な実施の構想について、提案企業及びカウンターパート機関にて協議をすることが出来ていなかった。しかし、今回参加者が様々な日本の防災関連機関を訪問し、日本における防災技術及び運用方法について視察を実施したことで、今後ペルー国内においてどの技術が必要か等具体的なイメージを日本人調査団と共有することができ、ODA 案件の形成に向けた具体的な協議を一步進める体制ができたと考える。

本邦受入活動の結果を基に、改めてカウンターパート機関と共に提案技術を活用した、「日本式早期地震検知システムに係る普及・実証・ビジネス化事業（案）」の具体的な案件形成を推し進める。具体的には、第7回目、第8回目現地調査時にて、INDECI、IGP、CISMID と普及・実証・ビジネス化事業案件形成に向けた協議を実施した。INDECI と「日本式早期地震検知システムに係る普及・実証・ビジネス化事業」に関する方針の協議、決定及びペルー国内の災害に関する課題の共有とそれに対応するソリューションの提案を協議した。

表 2-5 本邦受入計画表（実績版）

案件名：	ペルー国日本式早期地震検知システムによる防災対策のための案件化調査		
受入期間：	2019/8/31	～	2019/9/5
		参加人数：	5人

目標：	提案製品・技術の途上国の開発への活用可能性を基に、ODA案件及びビジネス展開計画の促進
中期目標：	ペルー防災に適用すべき提案製品・技術が整理され、現地展開課題を把握・共有する
項目：	①参加者が日本式早期地震検知システムを含む日本の防災研究及び技術の概要を学ぶ ②ペルー国内の防災に適用すべき製品・技術（案）が取りまとめられる

日付	時刻	形態	受入活動内容	講師又は見学先担当者等			講師 使用 言語	活動場所	宿泊先
				氏名	所属先及び職位	連絡先			
8/31(土)	～ 6:20		休日						
	～		ホテル送迎/夕食				ENG		神田
9/1(日)	9:00 ～ 13:00	見学	九都市合同防災訓練				ENG	船橋市	
	14:00 ～ 17:00	見学	視察				ENG	船橋市	神田
9/2(月)	10:00 ～ 12:00	見学	地球シミュレータ/DONET見学等				ENG	JAMSTEC	
	15:30 ～ 16:00	講義	表敬訪問				ENG	ペルー大使館	神田
9/3(火)	9:15 ～ 9:45	講義	表敬訪問				ENG	JICA	
	10:00 ～ 12:00	見学	EEW稼働状況の確認等				ENG	JMA	
	13:30 ～ 15:00	講義	技術紹介				ENG	Lequious soft / NEC	神田
9/4(水)	10:00 ～ 12:00	講義	普及実証事業に係る協議				ENG	NEC	
	14:00 ～ 16:00	見学	視察				ENG	東京都	神田
9/5(木)	9:00 ～ 10:30	見学	施設視察及びディスカッション				ENG	防災科研	
	14:30 ～		休日						

## 2-4 開発課題解決貢献可能性

地震観測に関する課題として、①災害発生を早期に探知する観測設備と、観測設備から取得する情報を素早く正確に分析するシステムが未整備であること、②地震や津波警報を短時間で住民に伝達する防災情報伝達システムが不十分であり、地震や津波により多数の被害が発生、③情報解析と情報発出の省庁が違うため省庁間ネットワークが分離されて情報伝達手段に即時性がないこと、が挙げられる。

日本式早期地震検知システムである提案技術をペルー国に導入することで、地震解析の速度が飛躍的に向上する。また、現状では IGP と INDECI 間の通信手順は確立しておらずシステム間の連携はできていないが、提案技術は日本式防災通信手順を用いて、IGP と INDECI 間を接続し情報を表示することから、提案技術の通信機能により、省庁間ネットワークに関する課題も解決可能である。現在 IGP の地震データ収集・解析には 5~15 分の時間を要しており、提案技術が採用された場合、地震検知から数秒程度での発表が可能となる。

提案技術の活用により、住民に地震や津波の発生前に警報が伝達されるようになり、住民が避難行動をとることで人命被害が低減する。また、発生前に地震や津波の把握が可能なことから、防災機関の初動対応が早まり、救助や復旧活動が向上する可能性が高まる。

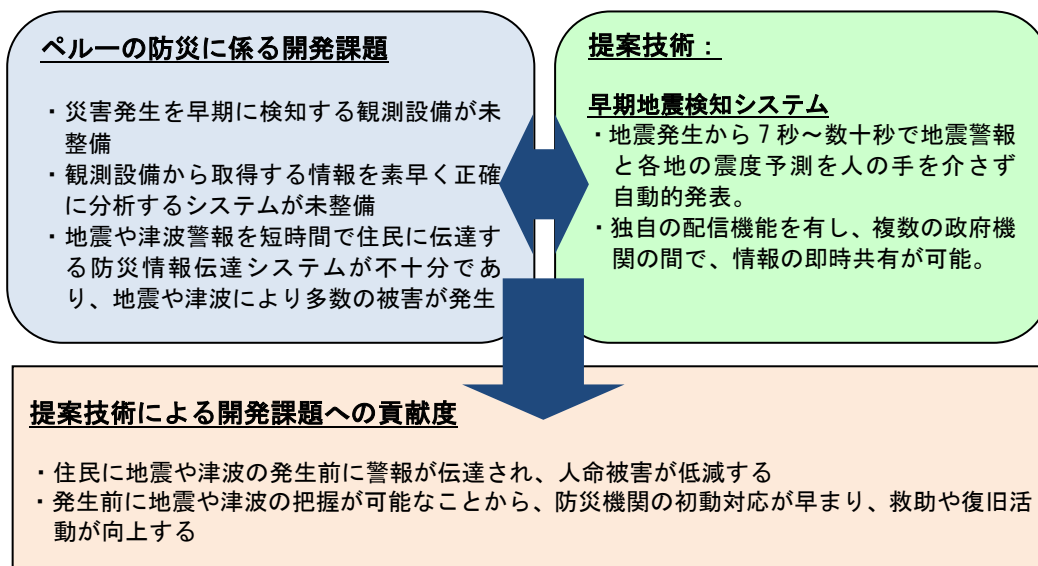


図 2-3 開発課題と提案技術による貢献の可能性

## 第3章 ODA 案件化

### 3-1 ODA 案件化概要

#### 3-1-1 ODA 案件化概要

##### (1) SISMATE の状況

2019年9月時点のSISMATEの状況は、フェーズ1の開札が行われ、受注業者確定し契約に至り、2019年12月にサービス開始とみられる。当初は、フェーズ1が2016年中に調達と予定されていたことから計画は遅れており、フェーズ2及び3の実施予定はペルー政府内で調整中とみられる。また、2019年10月の現地新聞(El Comercio)の記事によると、SISMATEは経済財務省により40百万ソレス(約12億円)の予算承認前の段階にあり、この予算にて2020年から海岸部に設置するオンラインの地震計を2年で110個購入する計画とのことである。また、SISMATEのシステム導入に携わるINDECIは、より多くの住民に地震や津波を知らせる新たなメカニズムを検討していると言及しているとのことである。

##### (2) ODA 案件化計画

普及・実証・ビジネス化事業で想定するC/P機関であるIGP、及びINDECIに提案技術を紹介し、実証実験及び運用による適合性を確認する。日本の技術移転によってペルー国防災対策強化に役立て、MTCが計画しているSISMATEの第3期整備(フェーズ3)への連携導入を実現する。

提案技術がペルー国の課題である「通信インフラ等の観測設備が不十分のために即時性及び解析精度に限界がある」ことの解決を目的に、ペルーで保有する過去の地震データを活用した動作確認、国土に合わせた地質パラメータの整備・チューニング、ならびにリアルタイム動作にて即時地震検出と検証を行う。確認される効果は現地C/Pと協力して、ペルー国政府の防災システム技術として採用されるよう普及活動を行う。

また併せて、「省庁間ネットワークの役割が分離されて地震情報の伝達手段に即時性がない」との課題に対しても、末端利用者が視覚的および聴覚的に情報活用できるソフトウェア(震前大使:レキオスソフト社製品)をペルー版に改良し提供を行うことで市民への敏速な情報伝達に貢献する。一般市民が利用するには国の責任範囲を含めた法律制定等必要になってくるが、防災、減災、被災後対応機関(INDECI、軍、消防、警察、自治体等)において、地震の揺れが到達する前に各地域の被災予測、被災状況を瞬時に把握する事ができるため、法律制定可否に関わらず、幅広い機関での有効活用が見込まれる(効率的に重被災地域へ優先的にリソース配置する等)。まずは地震検知、地震防災、地震被災後対応機関となるIGP、INDECIに提供し有効性を実感させ、ペルー国に点在する地方機関での採用を実現するよう働きかけていく。

#### 3-1-2 対象地域

地震速報は津波速報にも活用できるため、ペルー国でも地震対応重点地域となっている沿岸部を対象とする。全土の地震計データはリマのIGPに集約されているため、提案技術に係る機材はIGP本部に設置する。分析した情報はCISIMD、INDECI管轄の防災拠点でも活用できるようにする。

実証対象機関は IGP 及び INDECI で、リマ周辺もしくはアレキパを中心とした地域のみ提案技術の実証対象地域とする。観測点は、リマ周辺もしくはアレキパの既存観測点の間に設置し、観測点距離が 35～50Km 程度になるよう配置する。供与設備設置場所は、IGP と INDECI で、IGP に観測点限定版早期地震検知システム、早期地震検知情報表示装置を、INDECI（リマにある本庁ならびにアレキパ地域の地方事務所等）に早期地震検知情報表示装置を配置する。

### 3-2 ODA 案件化内容

下表に示す通り、ODA 案件化を進めるための詳細計画を策定している。提案技術は日本の気象庁でも採用されており、ペルー国政府および専門家の間でも関心が高いものとなっている。他方、現地では地震情報がメディアや携帯電話などで即時に報知されるシステムが使用されたことがないため、具体的な活用のイメージや、現地環境で使った場合の効果、活用方法に対する理解が乏しい状況である。

MTC、INDECI からは SISMATE への採用を意識した意見が出されており、ペルー国のデータを使用した際の効果測定の要望や、IGP からも技術高度化および理解促進のため日本企業（NEC および提案法人）との共同研究提案も打診されている。ODA 案件化では、これら要求に応えることで、現在の環境と連動した効果の共有および潜在的課題解決の検証を行う。

#### 3-2-1 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

表 3-1 普及・実証・ビジネス化事業（案）

目的：	ペルー国において日本方式早期地震検知システムが有効に機能することを実証し、ペルー国での早期地震検知、警報、被害推定等の防災業務に活かす。
成果：	活動：
<u>成果 1：実証環境確立</u> 現在の環境を把握し、日本から持ち込んだ機材を設置、ペルー国システムとの連動等の現地調整を行う事で、普及・実証環境を確立できる。	<u>活動 1：実証地域選定と事業実施準備</u> 1-1 沿岸地域に点在する観測点（地震計）情報、過去地震データ情報収集等 1-2 地震計データ入手と併せペルー国内既設設備活用方法、相互情報活用方法等の確認 1-3 施設従事者への事業説明、理解促進 1-4 輸送機材設置および既設設備との接続調整
<u>成果 2：ペルー国にて日本の技術を活用するための学術的パラメータ（詳細な地質データ）整備</u> 日本の技術を活用するために、ペルー国特有の地盤構造、地質データをソフトウェアが理解する形で整備する。ペルー国専門家と連携し右記活動を行うことでこれら情報の整備が可能である。	<u>活動 2：学術議論と学術情報に基づく地震分析に関する各種動作パラメータ作成</u> 2-1 日本とペルー国の地震特徴、差異抽出、ならびに学術議論 2-2 地殻構造に基づく地震伝播速度表、土壤振動増幅率等、換算式の製品適用 2-3 観測点（地震計）密度による検出速度影響調査および妥当観測点数整理 2-4 地図情報適用（正確な標高情報、海底深度情報、地名等含）



<p><u>成果 3:ペルー国内関連人材の防災技術、防災知識向上（日本技術と親和性も向上）</u></p> <p>早期地震検知システムの理解、防災情報の活用方法、日本の防災技術、防災運用方法等を普及し、総合的な防災対応能力向上を図る。</p>	<p><u>活動 3:地震検知技術・活用方法等研修（技術移転・人材育成）</u></p> <p>3-1 ペルー国内関連教材、活用技術を調査</p> <p>3-2 人材レベル確認（地震検知手法、警報業務、情報活用）</p> <p>3-3 本邦受入れの実施（気象庁、防災科学技術研究所、NEC 等）</p> <p>3-4 帰国研修員による所属機関職員への情報共有支援</p> <p>3-5 研修教材作成（地震検知技術、地震情報活用手法）</p> <p>3-6 国立工科大学等での論文作成支援</p>
<p><u>成果 4:ペルー国防災における日本技術有効性立証</u></p> <p>日本の技術がペルー国にも適用でき、日本国同様に有効活用できることの確証を得ることができる。</p>	<p><u>活動 4:ペルーの過去地震、リアルタイム地震の検知結果分析</u></p> <p>4-1 地震計周辺環境、土壌特徴の各種ノイズ除去手法適用による結果差異抽出</p> <p>4-2 過去地震、リアルタイム地震での動作結果分析（検知速度、震源位置、規模等）</p> <p>4-3 即時（揺れが伝わる前に）被災予測画面、揺れが伝わる様子をカウントダウンで表現するソフトウェアを適用し警報情報としての有効性を紹介</p> <p>4-4 各種結果とりまとめ</p>
<p><u>成果 5:ペルー国での採用促進、実績の他国展開</u></p> <p>防災情報活用製品拡販への波及効果も期待できる。実績を構築することで、ペルーの防災対応組織が類似する南米周辺国に展開できる。</p>	<p><u>活動 5:ビジネス展開活動の実施</u></p> <p>5-1 防災減災関連省庁への技術採用促進活動</p> <p>5-2 防災減災情報活用関連省庁（地方事務所含む）、地方自治体、企業への情報活用方法宣伝、関連商品紹介</p> <p>5-3 周辺地震被災国への実績展開、ビジネス化促進</p>

### 3-2-2 投入

#### (1) 日本側

- 1) 早期地震検知技術要員数名（環境調整、分析、評価等）
- 2) 研修要員数名（差異分析、研修資料作成、実研修、論文支援、知財確認等）
- 3) 本邦受入調整要員数名（訪問機関調整、スケジューリング、アテンド等）
- 4) ステークホルダー調整要員数名（業務調整、情報共有、広報等）
- 5) 早期地震検知製品（製品装置 3 台、表示・分析用端末 3 台、NW 機器 2 台）

#### (2) ペルー側

- 1) カウンターパート配置（環境、学問、業務等、必要に応じて各種作業調整窓口）
- 2) 機材設置場所提供
- 3) 地震計データ提供
- 4) 地図等関連諸情報提供
- 5) 学術情報に基づく製品チューニング支援（地震伝播速度、振動増幅率、過去震源深度等）
- 6) 学術的情報整理（ペルー国内での成果報告、論文等）
- 7) 結果の妥当性判断
- 8) 供与機材・設備にともなう電気設備

**供与機材・設備**

①観測点限定版早期地震検知システム

※システム監視、冗長化構成、SISMATE との連携機能なし

※観測点は 30 点まで対応

②早期地震検知情報表示装置（末端利用可能な警報ソフトウェア：震前大使ペルー版を含む）

③強震加速度計（地震計）



図 3-1 強震加速度計（地震計）

**供与設備設置場所**

IGP：観測点限定版早期地震検知システム、早期地震検知情報表示装置

INDECI：早期地震検知情報表示装置

※アレキパ地域にある INDECI 地方事務所にも設置

観測点：リマ周辺もしくはアレキパの既存観測点の間に設置

（観測点距離が 35～50Km 程度になる配置を想定）

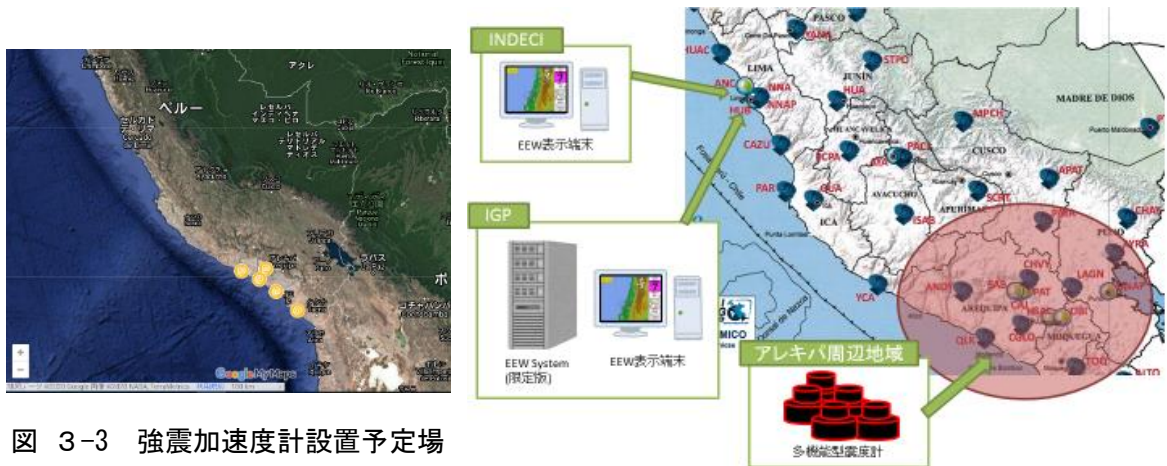


図 3-3 強震加速度計設置予定場

図 3-2 普及・実証・ビジネス化実施時供与設置場所定

3-2-3 実施体制図

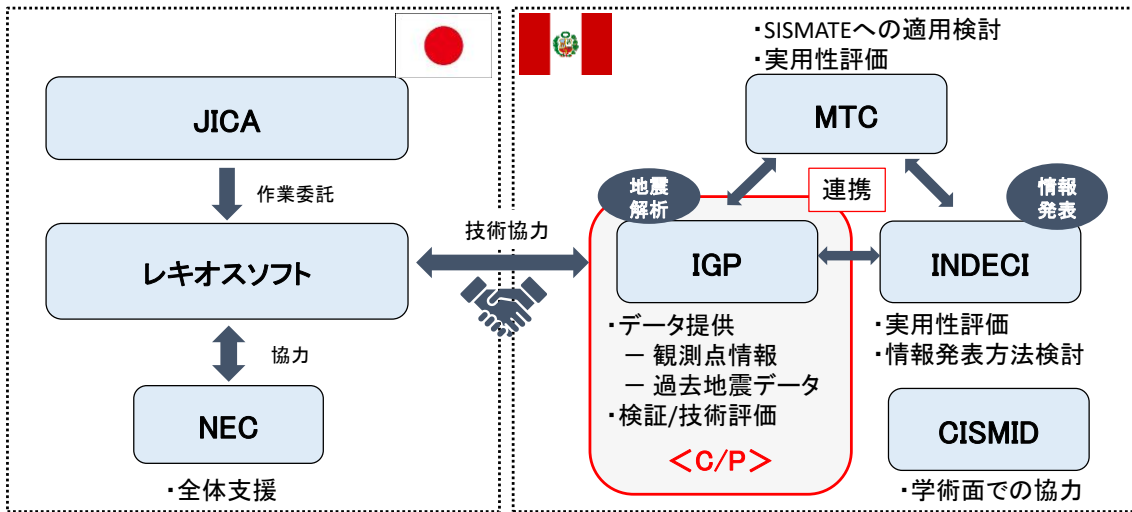


図 3-4 実施体制図

3-2-4 活動計画・作業工程

イベント	2020	2021	2022
普及・実証事業応募	★7月		
採択、JICAとの調整	★10月(採択)		
無償供与契約調整	★11月	★6月	
普及・実証事業 (IGP、INDECI)		★7月(事業開始)	
完了報告会			12月★

図 3-5 活動計画・作業工程

3-2-5 事業費概算

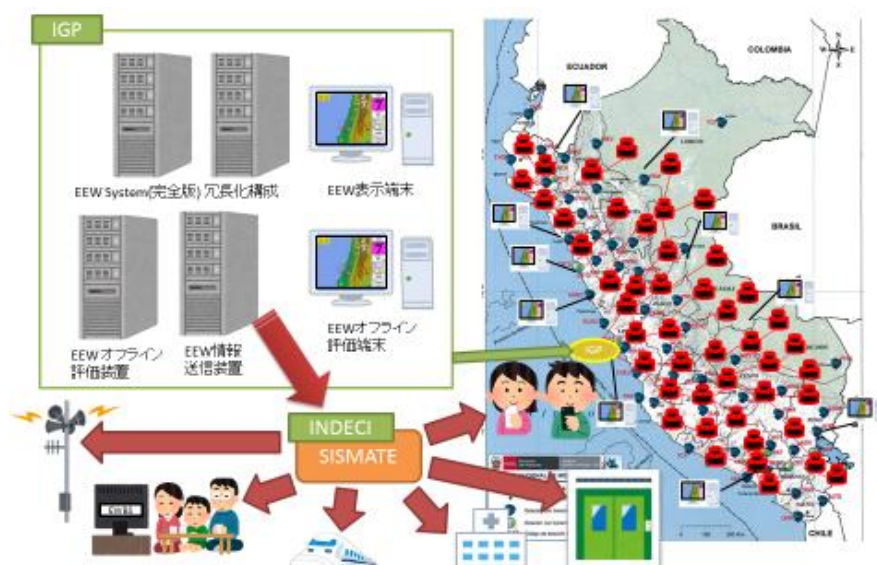
費用項目	金額(円)税込	備考
1. ソフトウェア(提案法人)	20,000,000	
2. 機材(NEC)	20,000,000	機器構成(強震計センサー、デジタイザ、衛星(VSAT)モデム+アンテナ、商用電源用電源、ソーラー用の電源)
3. 機材工事	30,000,000	
4. 現地渡航費	50,000,000	
5. 外部人材活用費	30,000,000	
合計	150,000,000	

### 3-2-6 本提案事業後のビジネス展開

ペルー国の地震観測に関する課題である、地震情報の報知が飛躍的に向上させることが期待されるため、既に他の ODA 事業で進めている EWBS との連携および普及活動に繋がられる。さらには、ペルー国にて予算確保済みの SISIMATE 整備計画へも適用できるため、SISIMATE 本調達に参加可能となる。

また、INDECI における被害状況把握の可視化、情報共有ビジネスも提案できるようになり、まずは INDECI 地方事務所を含み、地方消防、地方警察、自治体等、防災対応機関数百～数千カ所へのソフトウェア配備が見込める。市民に対して情報を還元されるようになれば、その情報の活用で先行している日本の製品群（電車、インフラ、エレベータ制御等に連動できるソフトウェア）のビジネス適用にも波及することが考えられる。

図 3-6 普及・実証・ビジネス化事業後の EEW 整備計画



### 3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

#### 3-3-1 協議状況

##### (1) IGP（地震検知運用面での協力）

IGP は地震検知、分析を行う研究機関である。防災機関ではないため、防災技術に対する見解は INDECI への確認が必要になる。地震検知、分析技術に関しては、日本の先進的な技術に関心が強く、IGP の技術力向上のため日本企業との共同研究もしくは技術提携を求めている。

IGP は全土に地震計を所有しているため、提案技術の導入先 C/P 機関と想定している。本調査では、過去地震データを活用したオンライン接続も許可されて、地震波形データ受信を行い、実際の現地適合性を評価する事ができた。パラメータチューニングには IGP の協力を含めて多大な時間を要するため、今調査内での作業は行われていないが、地震検知プログラムロジックの適合性という意味では、IGP が期待している検知精度を確認する事ができ、IGP 長官からも高い評価を得た。普及・実証・ビジネス化事業に向けた協力文書を IGP 長官から取得した。普及・実証・ビジネス化事業では、IGP より場所の提供と併せて過去の全国地震データ、全国リアルタイムの地震計データの提供も

可能であることを確認している。地震被害が多いアレキパ地域での実証に向け、IGP 長官自ら設置場所調整や土地無償提供等の活動が行われ、双方継続した活動に大きな期待を寄せている。



図 3-7 IGP からの普及・実証・ビジネス化事業への協力同意書

## (2) INDECI (防災情報運用面での協力)

INDECI は防災警報を担う機関となっているが、各種防災情報作成は別機関が担っている（地震は IGP、津波は DHN、火山は INGEMMET（地質鉱山金属局）等）。INDECI 長官含め、提案技術の INDECI 長官は大統領顧問、MTC 大臣をはじめとするペルー国防災の進展に関する検討会議にて日本大使が同席する中で、提案技術が採用に値し検討を進めたい意向を調査団は確認している。

本調査では、ペルー国内での技術理解と適用効果について、データを有する CISMID と IGP と進めながら、進捗状況は INDECI に報告してきた。本邦受入では INDECI のチャベス長官、COEN（国家緊急オペレーションセンター）のヤマザキセンター次長が日本の防災に対する様々な対策を見学のうえ、INDECI として今後一緒にどのような取り組みをしていくか考えたいとの意向を調査団は確認した。あわせて、次期普及・実証・ビジネス化採択に向けた協力書面を INDECI 長官と交わした。

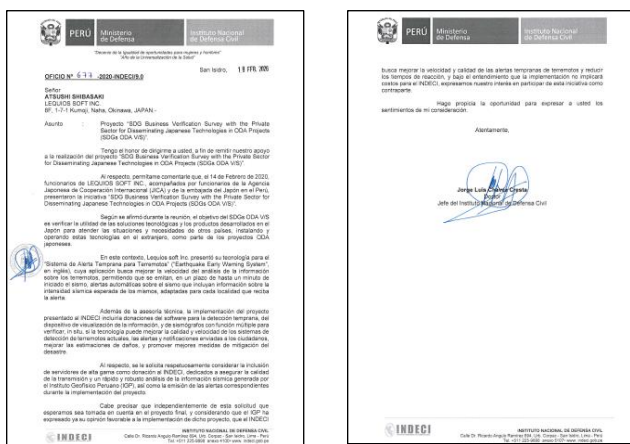


図 3-8 INDECI からの普及・実証・ビジネス化事業への協力同意書

更に、SISMATEをはじめ将来的なペルー国防災システムへの提案技術の適用を念頭に、INDECI長官自ら日本大使に対し、提案技術との連携により津波警報の発表時間短縮と精度向上が図れる海底地震計整備に向けた巨額資金調達の協力の申し入れがあり、導入に向け動き出している。継続した普及促進活動を実現し、予算獲得に向けた動きを加速させる。

### (3) CISMID (学術面での協力)

調査団はCISMIDに日本の地震・津波・火山等の各種防災技術概要を紹介し、ペルー国での採用可能性をヒアリングしてきた。CISMIDより設立の経緯および果たしてきた役割について説明を受け、特に地震検知技術のODA案件化に際しては、学術面での協力を依頼済みである。プロジェクトが実際に採用されるときは、作業場所提供と併せて各種学術的議論や必要な技術パラメータ整備への協力を取り付けている。

CISMIDはリマ限定で地震計を多数所有しており、リアルタイムでの地震検出評価が必要になる場合には、CISMIDが有する地震計利用も依頼済みである。あわせて、CISMIDに所属する学生を対象に、その理解促進のための技術セミナーや議論の場を求められたため、関連学生や研究者を集めた技術講義を複数回行った他、質疑応答を通して双方の理解を深める活動を実施してきた。

今後、日本の知見から得られた技術をもとに、ペルー独自のパラメータ整備(時間と手間がかかる)への協力合意を得られた他、次期普及・実証・ビジネス化においても継続した意見交換や共同での技術研鑽に期待を寄せられている。

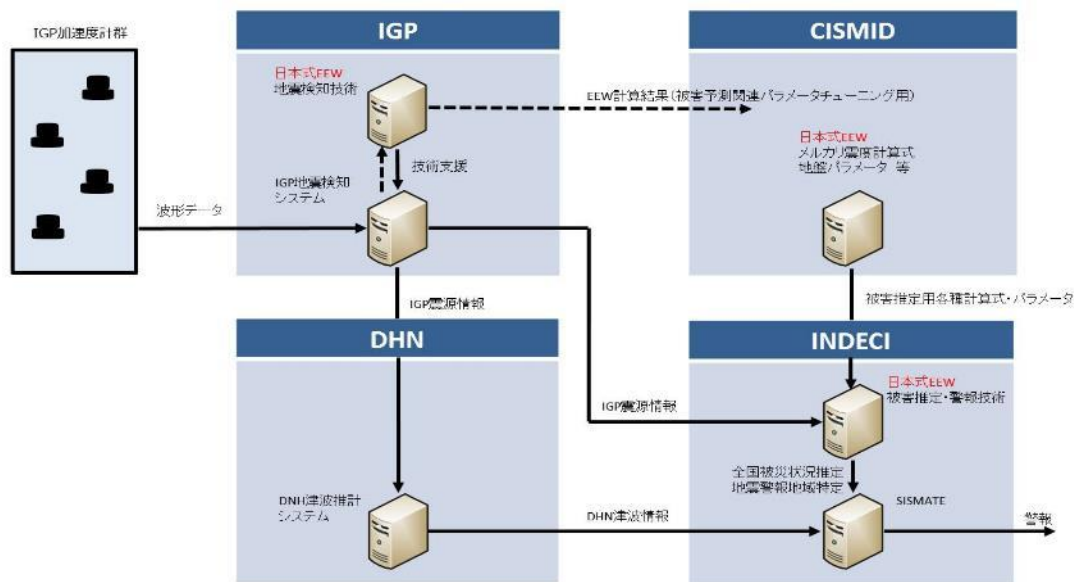


図 3-9 組織間の情報活用と連携関連図

### 3-4 他 ODA 事業との連携可能性

実際に提案技術が採用された場合には、流通させる防災情報のフォーマットを日本方式に誘導する事が可能であり、日本で既に普及している受信装置、受信システム (TV、ラジオ、館内放送、電車・飛行機・エレベータ制御等々) の提案、活用、通信網整備に

も繋がり、既存の ODA 事業連携だけでなく、新たな市場創出に繋げることができ、日本企業進出の足掛かりになるものと捉えている。今回の調査事業を介して ODA 案件化する事が当計画の第一歩であり、実現に向けて活動を進めていく。

### 3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

#### (1) 制度面にかかる課題／リスクと対応策

ペルー国において地震速報情報を取り扱えるか、運用機関を明確にできるかの懸念があるが、既にペルー国内で 2016 年に法令発布がされ、地震等の情報を市民に知らせるための義務化が決定している。これに基づき、MTC が SISMATE 整備の責任を負い予算化を実現しており、INDECI が SISMATE を運用する責任を負うことで国内整理されている状況である。このようにペルー国では既に法整備が進められており、他国より先進的な状態にある。日本の技術をペルー国の防災技術としてどのように活用するかは浸透していないため、当事業を通し迅速性を持って明確にして情報を共有していきリスクを排除する。

ペルー国側が検討する必要がある内容としては、普及・実証・ビジネス化事業に向けての合意形成、無償供与観測点設置場所の土地収用、ペルー政府として提案技術の正式購入に向けた計画の策定、リアルタイム観測点の増設などがあるが、現時点ではほぼ合意が取れているため、継続して次段階の普及・実証・ビジネス化事業での実現を目指したい

#### (2) インフラ面にかかる課題／リスクと対応策

電源、通信のインフラ設備は十分でない可能性が高いが、日本でも無人島や火山等の僻地では太陽電池や衛星通信を活用している。ペルー国においてはこれら課題が発生することを前提に、解決策として同様の製品をラインナップしてリスクを取り除く。

#### (3) C/P 体制面にかかる課題／リスクと対応策

現ペルー国政権は、2018 年 3 月の大統領辞任に伴い副大統領が後任となり内閣が再編され、各省庁主要の人事変更に至っている。調査団がこれまで築いてきた人脈やカウンターパートの体制に大きな影響は出なかったが、現政権の任期中(2021 年末まで)に ODA 案件化を実現したい。既に日本大使、大統領へのアプローチも進めており、2018 年 9 月にペルー国関連省庁を集めた防災セミナー実施を皮切りに、以降、IGP 長官、INDECI 長官と数度にわたって直接事業化の議論を継続してきた。INDECI 長官からは、日本大使に対して海底地震計整備に係る防災関連事業実現に向けた資金調達協力(有償、無償にかかわらず)要請を挙げており、日本大使館も我々の活動を注視しながら JICA や JBIC(国際協力銀行)中心に資金調達の可能性を探っている状況となっている。迅速性を損なわないよう対応を進めることでリスクを回避する。

#### (4) その他：知的財産、権利

使用している技術が他者により特許化され利用できない、また類似技術が他国で特許化されていて利用できないといった懸念がある。対応策として国内外知的財産侵害の有

無を、全世界を対象とした専門業者のデータベースで確認したところ、問題ないことを確認した。提案法人と NEC の間では権利、ロイヤリティの分配について書面で確認、締結を行っており、リスクを払拭している状態にある。

### 3-6 環境社会配慮等

環境社会配慮が必要となる案件ではないため対象外とする。但し、ODA 案件化にて更なる地震計敷設を促す可能性が高く、土地買収、工事等による環境破壊や非人道的対応にならないよう、日本の事例や技術を説明して理解してもらおう。これまでの経験より、地震計敷設が環境破壊や非人道的対応問題につながることはない。

### 3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果

ペルー国地震観測の課題である、地震情報の報知速度が飛躍的に向上し、CISMID に投資した地震計の活用に留まらず、他の ODA 事業である EWBS との連携も期待できる。併せてペルー国が独自に開発を進めようとして計画している SISMATE と連携することにより、市民に対して報知される防災情報の発表速度が飛躍的に向上し、以下の効果も想定される。

- ・避難の初動を早めて地震や津波による人的被害を低減させる。
- ・防災、減災により、より適切な救助・医療等を提供可能にする。
- ・鉄道の緊急停止・ガス・電気の自動制御等と連携させることで、減災、復旧への一助となり、住民生活の早期復旧、復興に寄与する。
- ・普及・実証・ビジネス化事業後に、本防災インフラ技術の適用を通じて、関連する日本の様々な防災技術の提案、採用を促し現地の市場創出に貢献する。



## 第4章 ビジネス展開計画

### 4-1 ビジネス展開計画概要

#### 4-1-1 ビジネスモデル概要

提案企業は防災システムを基軸に、危機管理分野、車載システムなどにも事業分野を拡大してきており、地震防災・危機管理分野のソフトウェア開発に関しては、世界でも有数の実績を有している。これまでの実績は主に国内が中心であったが、企業理念にもあるように、「日本の安心・安全の文化を全世界に展開し、世界平和の実現に貢献」することを目指して、日々業務を推進している。創業以来、国内だけでなく世界の安全・安心のための人間主義のシステムの開発により社会への貢献を目指し続けている。

また、提携企業である NEC とは提案企業と防災システムを共同開発してきており、現在も日本国内及び海外での開発を共同で実施して生きている。その一環として、本案件化調査でも協働しており、提案企業が提案する提案技術だけでなく、将来の防災インフラ整備事業への拡張等、事業計画を共同で実施する予定にしている。提案企業と提携企業は十分な信頼関係を構築してきており、海外の防災システム輸出を共同で進めていくために、2016年に海外向けを含む提案技術の共同開発契約を締結している。

提案法人によるペルー国およびその他の国々におけるビジネスモデルは、主に2つの商品の販売による。1つは提案技術である「日本式早期地震検知システム」、具体的には緊急地震速報用のソフトウェアであり、もう一つは緊急地震速報を受信してその情報を活用する「震前大使」である。以下にそれぞれの事業計画の概要を示す。

#### (1) 提案技術 (EEW)

地震発生地域住民に地震速報を発信するシステムである提案技術のビジネス展開計画は、提携企業および提携企業の現地法人と協力しながら推進する。現地調査、実証事業対象は IGP であるが、調査、実証後は、地震警報を担う MTC (SISMATE 整備責任) および INDECI (SISMATE 運用責任) に対して、SISMATE 第3期計画の仕様化を行い、提携企業および提案法人が強い競争力を持って落札することを目標としている。将来的にはペルー国など環太平洋地震帯などの地震帯に属する国々が、大きな被害を被っている津波の警報システム整備への拡張を目指している。

#### (2) 震前大使

震前大使は緊急地震速報 (EEW) を受信し、瞬時に解析して、任意の地点での推計震度及び地震到達時刻明示するソフトウェアである。計算結果をクライアントや連携するその他のソフトウェアに配信することで、提案技術の有効活用が可能になる。例えば、地方自治体・警察・消防・軍等被災後の初動を迅速に効果的に実施する機関での活用や、人的被害を最低限にする必要がある学校・病院、エレベータ・列車の緊急停止等への活用が考えられる。日本式地震速報技術が適用されることで、震前大使の販売も見込める事ができる。

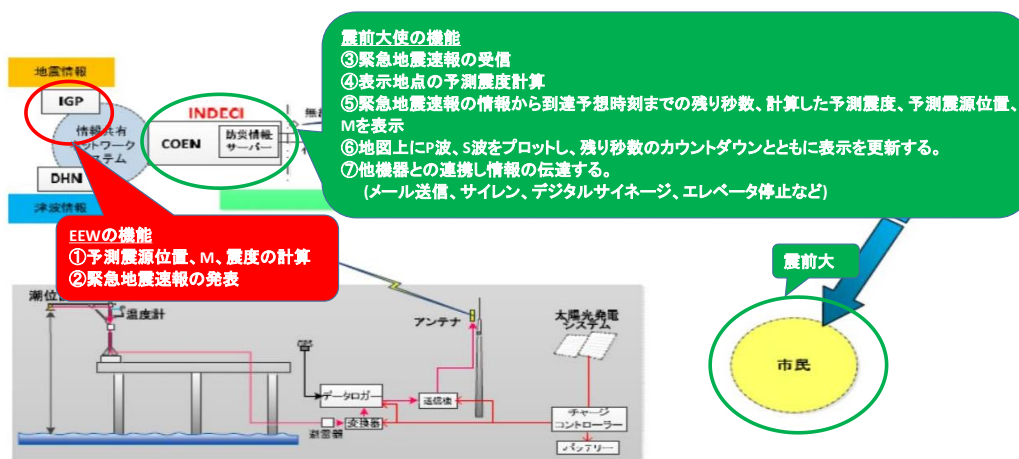


図 4-1 提案技術と震前大使の区分

### (3) 他国への展開

本案件化調査及び普及・実証・ビジネス化事業を皮切りに、当初はペルー国を中心に事業を展開する計画にしている。提案技術は地震等大規模自然災害に対する防災対策に様々な側面から活用でき、特に地震災害により大きな被害を被っている諸国では潜在的ニーズが高い。そこで、環太平洋地震帯に属する諸国、特に中南米諸国を対象に、ペルーでの実績を基に展開することを計画している。環太平洋諸国に属する中南米諸国はチリ、エクアドル、コロンビアの南米諸国、パナマ、コスタリカ、ニカラグア、ホンジュラス、エルサルバドル、グアテマラ、メキシコの10か国である。

中南米諸国は共通した歴史的文化的背景により、周辺国の実績を参考に同様の技術を採用する事が多い。今回の調査、次段の普及・実証・ビジネス化事業を通して有効性が示され、ペルー国で最初に採用される事になれば、慣例的に、周辺地震被災国が同様に日本の技術を採用する可能性が高まる。

#### 4-1-2 フェーズ概要

本節では、提案企業及び提携企業の事業計画を構成するフェーズの概要を示す。

##### (1) フェーズ1 (2020~2021年: ビジネス展開初期)

フェーズ1では、JICA 普及・実証・ビジネス化事業による現地適用性の実証と宣伝活動を実施する。普及・実証・ビジネス化事業ではアレキパ県周辺を対象地域とし、地震計を5個設置することにより、提案技術による計算精度を上げ、地震計が疎に設置されている欠点を補い、オンタイムによる緊急地震速報の現地適合性を確認する。

同時に、SIMATE 第3期に整備される緊急地震速報の仕様化を、整備主体であるMTCに働きかけ、SIMATE 運用担当機関であり、C/Pの一員であるINDECIと必要な機能及びそのための技術的裏付けを確認する。

アレキパ県での実証事業の際には、提案技術からの配信で活用する「震前大使」の宣伝活動も実施する。有力なターゲットを絞り込み、提案技術の配置後に納入できる素地を作る。特に、災害後への初動を早く、効果的に実施する必要がある地方自治体、警察、消防を中心に実施する。

## (2) フェーズ2 (2022~2023年: ビジネス展開中期)

フェーズ2ではSISMATE第3期への提案技術の納入を最大の目標とする。そのために、フェーズ1から継続して、MTCへの仕様化の働きかけ、INDECIとの機能確認、コンソーシアム組成などを、提携企業の現地法人を中心に提携企業と連携して実施する。使用開始にあたっては、価格競争に陥らない性能・精度を重視した仕様化を図る。

普及・実証・ビジネス化事業で実施した実証事業において、限定的な提案技術を納入したアレキパ県において、震前大使の普及を図る。フェーズ1において絞り込んだターゲットに対して営業をかけ、販売が入札を経る場合は、発注者に対して仕様化・予算化を支援できる現地企業と代理店販売などで手を組み、実践する。

並行して、現在営業中の台湾・インドネシアでの売り上げを見込む。

## (3) フェーズ3 (2024~: ビジネス展開後期)

フェーズ2で納入した提案技術の精度を上げるために、オンラインでつながっている地震計の密度を高めることや、提案技術の対象地域を広げるべく活動する。提案技術導入後に、運用担当機関のINDECI本支部へ震前大使を導入、フェーズ2で納入したアレキパ県周辺県、リマ県及びカヤオ特別区内の地方自治体・警察・消防への営業活動を実施、普及を図る。また、大規模災害被災時に、救助・普及に大きな役割を担う軍関係施設への営業活動を進める。

ペルー国での実績を基に、中南米各国及び環太平洋地震国への提案技術及び震前大使の普及計画を立て、絞り込んだターゲット国に向けた調査・開発活動を開始し、早い段階での売り上げを目指す。

### 4-1-3 市場・顧客概要

本節では、上述したフェーズごとの市場・顧客概要を下記に示す。提携企業であるNECは独自にSISMATEフェーズ1の調達に参加しており、MTCと継続的に関係構築をしているため、その強みを活かす。

#### (1) フェーズ1 (2020~2021年: ビジネス展開初期)

普及・実証・ビジネス化事業を主な活動とするフェーズ1での市場・顧客はC/PであるIGPおよびINDECI、本案件化調査のC/PであるCISMID、実証事業対象地域であるアレキパ県があげられる。市場規模は普及・実証・ビジネス化事業の予算になる。

震前大使の普及活動は、提案技術の顧客に加え、アレキパ県公共団体(MTC、地方自治体・消防・救急・警察)、総合病院(公立・民間)、学校(小中高、大学、研究施設)、民間(高層ビル、工場)、交通運輸関連(BRT、空港・港湾、鉄道等)及び軍施設があげられる。このうち、普及・実証・ビジネス化事業の際に関わりがある地方自治体、災害被災時に救助・普及に重要な役割を担う警察・消防を主要なターゲットとして計画している。

#### (2) フェーズ2 (2022~2023年: ビジネス展開中期)

SISMATE第3期への提案技術の納入を目指すため直接的な顧客はMTCになるが、間接的な顧客でありSISMATE運用担当のINDECI、及び地震計ネットワークを管理するIGPも重要な顧客になる。

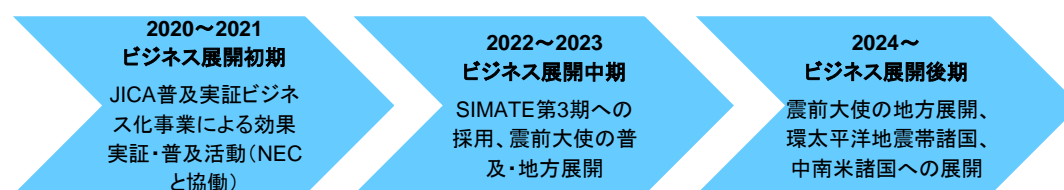
震前大使は、フェーズ1から実施している営業活動を継続し、アレキパ県及び周辺県に

おける顧客に対し売り上げを見込んでいる。特に、普及・実証・ビジネス化事業において引き渡した地域限定の提案技術が活用できる地域の地方自治体、警察、消防への納入、INDECI、MTCの本支部等が有力顧客になる。

### (3) フェーズ3 (2024～：ビジネス展開後期)

提案技術に関しては、ペルー国の実績を基に、中南米諸国への販売を目指す。震前大使に関しては、引続き顧客に対しての営業活動を実施する。特に、実際に被災した際の、救助・復旧に大きな役割を担う軍関係への営業を実施することも視野に入れている。

#### 【提案企業 (レキオスソフト)】



#### 【提携企業 (NEC)】

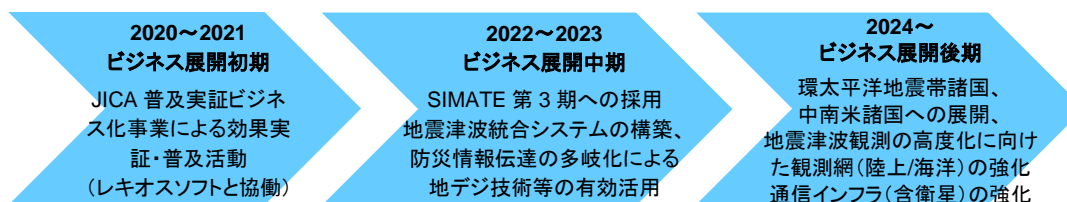


図 4-2 提案企業及び提携企業のビジネスモデル

表 4-1 ビジネス展開概要

<p><b>ビジネス展開戦略</b></p>	<p>提案企業は、提案技術を地震津波災害に苦しむ地震帯に普及するために、本案件化調査をペルー国で実施した。緊急地震速報は原則各国1システムであるため、中小企業が単独で普及するのは困難である。現地での提案技術の採用を獲得するには、システムのさらなる現地化が必要であり、普及・実証・ビジネス化事業を活用して作業を進める計画である。普及・実証・ビジネス化事業後にはペルー国の緊急地震速報 SIMATE への採用を目指す。採用後、提案技術が配信する情報を様々な外部ソフトウェアと連携して活用するソフトウェア「震前大使」を、公共・民間に普及させ、提案技術納入後のビジネス展開を目指す。</p> <p>加えて、ペルー国を皮切りに、その他の環太平洋地震帯に属する中南米諸国への展開を目指す。</p>
<p><b>市場</b></p>	<p>ターゲットとする市場</p> <p>フェーズ1: SIMATE 整備機関 MTC、運用機関 INDECI、地震計網管轄機関 IGP</p> <p>フェーズ2: 同上及び地方自治体・警察・消防</p> <p>フェーズ3: 地方自治体・警察・消防・軍・民間ビル管理会社等</p> <p>競合分析</p> <p>気象庁が採用する制度がある緊急地震速報は世界では日本のみであり、唯一整備が始まった台湾との技術レベルは大きい。</p> <p>震前大使は提案技術の開発陣が開発したソフトウェアであり、技術面だけでなく相性も良い。外部ソフトウェアの連動性など類似ソフトウェアとの優位性も高い。</p>

<b>バリュー チェーン</b>	<p>①調査・調達：既往災害、防災システム整備計画、担当機関等を絞り込み、緊急地震速報の必要性・緊急性を調査し、ターゲット国を選定する。現地化には時間・資金が必要であり、調達活動を実施する。</p> <p>②開発：地震計からの受信データ、地質状況のパラメータ調整等を、既往地震動を用いて、緊急地震速報の計算結果の精度を上げる現地化作業を実施する。</p> <p>③マーケティング・営業：EEW 整備機関、運用機関に対して、仕様化・予算化の支援活動、整備時期・入札方法の確認、コンソーシアム組成</p> <p>④販売：入札準備、応札、フォローアップ、落札後契約締結</p> <p>⑤製造：契約に従って、ソフトウェアの他デバイスとの接続、最終調整、納入</p> <p>⑥アフターサービス：不具合対応、小規模アップグレード（更新）、技術研修。品質向上と経費縮減との実現のため、ペルー人エンジニアの活用</p>
<b>進出形態と パートナー候補</b>	<p>ソフトウェアの現地化は提案企業が中心に実施する。提携企業現地法人は、マーケティング・営業、販売、アフターサービスを担当する。震前大使のビジネス展開には、より現地に根差した現地企業と代理店契約を結び展開する。</p>

## 4-2 市場分析

### 4-2-1 市場の定義・規模

#### (1) 市場概要

提案企業のビジネス展開における提案技術は、緊急地震速報（EEW）の発信に関連するソフトウェア、並びに緊急地震速報を受信して充填拠点などに配信するソフトウェアである「震前大使」であり、それらを地震による防災関連の設備投資を進める環太平洋地震帯に位置する国々に販売することを目標に掲げている。

以下に、それぞれの市場概要を記述する。

#### (2) 提案技術（EEW）の市場

##### 1) 提案技術（EEW）の市場の概要

緊急地震速報は地震及び津波に対する防災関連インフラとして、国の担当省庁が整備するものである。そのため、提案企業の提案技術での顧客は、緊急地震速報を整備する各国の担当省庁になる。

一例として日本の緊急地震速報は国土交通省管轄の気象庁が整備し運用している。提案企業は気象庁が運用する地震火山向けの地震活動など総合監視システム（EPOS）の開発実績があり、EPOSの一部である緊急地震速報を納入し、現在までの機能強化及び運用支援を実施してきている。

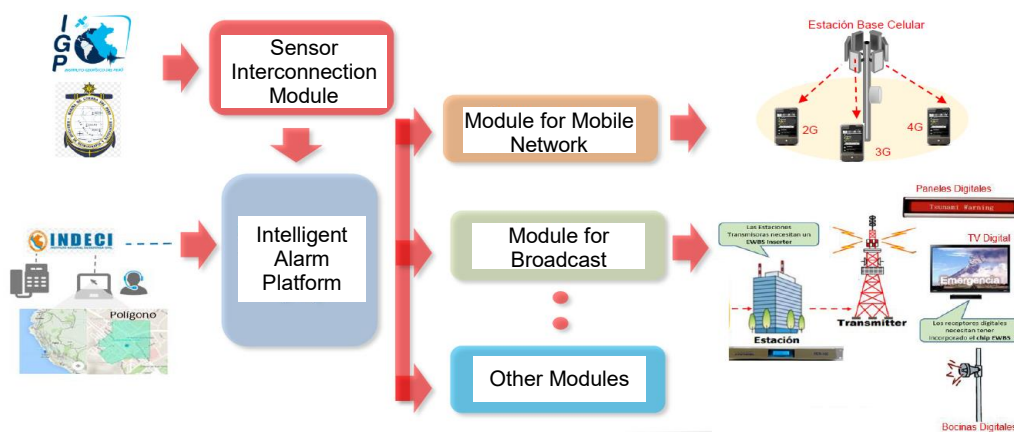
##### 2) ペルー国における緊急地震速報の概要

本案件化調査において確認したペルー国の緊急地震速報は、運輸通信省（MTC）が整備を進めている SISMATE の一部として整備が計画されている。計画では SISMATE 第3期において緊急地震速報システムが整備される計画になっている。緊急地震速報は IGP に実装され、IGP から発信される緊急地震速報を INDECI が SISMATE で配信することになる。

複数の地震計が検知・発信した地震観測データを提案技術が解析し、地震の到達時間及び規模を予測し、その時点で被害が予想される地域に存在する市民の携帯電話等に情報を発信し、その後到達する主要動への緊急対応を促す。

案件化調査時に、ペルー国内の地震計ネットワークは日本の地震計設置密度に比べて非

常に荒く、現状では十分な地震発生が検知できない状況であることが判明した。提案企業の提携企業の現地法人から、地震計ネットワークの拡充を進めるべく、地震計等及び配信設備を販売することが可能である。



出典：MTC ホームページを調査団が英訳

図 4-3 SISMATE フェーズ3 概要

また、INDECIは地震津波だけでなく、集中豪雨、土砂災害等の災害全体への緊急速報システム（Sistema de Alarma Temprana）を提唱し、緊急速報システムを有効化する4ステップを提唱している。

1. リスクの把握
2. リスク状況把握及び警報発令精度の向上
3. 警報の拡散度合いの向上、方法の改善
4. 受信者側対応能力向上

緊急地震速報はこの2つ目のステップの中核を担っており、正確かつ迅速に情報を発令することが求められている。



出典：INDECI ホームページを調査団が和訳

図 4-4 緊急速報システム概要

### 3) 市場（顧客分析・規模）

非公開

#### 4) ニーズ分析

案件化調査を通し提案技術の現地適合性が確認され、IGP、INDECI ともに導入すべき技術であるとの見解が示されている。

地震・津波即時警報整備に向けて、ペルー国政府は過去、南米周辺国の事例を参考に技術検討を進めてきたが、それらの実績と実用化に関しては懐疑的である。一方、世界的評価の高い日本技術に強い興味を示しており、ペルー国で効果を確認できれば、南米諸国に先駆け最初の実効性を有する先進技術国になる。

INDECI チャベス長官からは、海底地震計整備に関し、ペルー独自での予算化意欲も示されているが、日本大使に対して巨額資金（数百億円レベル）調達実現に向けた協力要請も挙がっており、大規模事業実現のため、日本国（JICA 等）からの ODA、円借款の他、JBIC（国際協力銀行）等を活用する資金面援助に大変期待しており、4 本柱早期実現に向け継続して JICA および提案法人と事業化策定を協議していきたいとの強い意向が示されている。

今回の調査において、ペルー国では 20 台程度の地震計によりリアルタイムデータ受信、分析を行っている事が分かった（オフラインでの地震計は 100 台近く有している）。早期地震検知としては数量が不足しており、日本国が緊急地震速報として活用する多機能型地震計（日本全土で約 250 台）程度の敷設密度整備が必要になる。SISMATE 第 3 期整備での地震速報実現に向け、まずは人口、都市が集中する沿岸地域の地震計整備を優先すべきとの意見交換を IGP、INDECI と行ってきた。2019 年 9 月、実際に IGP が次年度予算化に向け、地震計 100 台オンライン整備の予算申請を行うに至っている。ペルーでは沿岸地域だけでも最低 200 台程度の整備密度が必要になるが、日本の技術採用に向けての市場が確立しつつある動きとなっている。なお、地震計敷設事業は提携企業を始めとする日本企業が参入できるビジネス市場になる。あわせて、INDECI では地震速報の情報（揺れがどのように伝搬していき、どのような被害が予測されるのか）を、地方都市にある INDECI の各事務所でも把握したいとの意見が出ているため、提案法人のソフトウェアの地方都市拡販が見込める。その他、次年度以降、INDECI が 2,500 万ドルの予算で整備調達予定となっている沿岸サイレンシステムがあり、チャベス長官より地震速報や津波警報等との連動を仕様化したいとの意向が強く示されており、日本の方式が採用される事で、日本企業が強い競争力を持って参入できる市場となり得る。

提案法人は提携企業との独占販売契約を結んでおり、他国展開含め、流通、販売は提携企業の海外営業および輸出管理部門との連携にて推進する予定である。ペルー国の実績は随時提携企業の営業を介して、中南米営業に展開し、他国への実績紹介、同様提案を展開していく。他国展開を想定した場合、緊急地震速報ソフトウェア単体販売だけで 15 億円規模の売り上げに繋げていく。

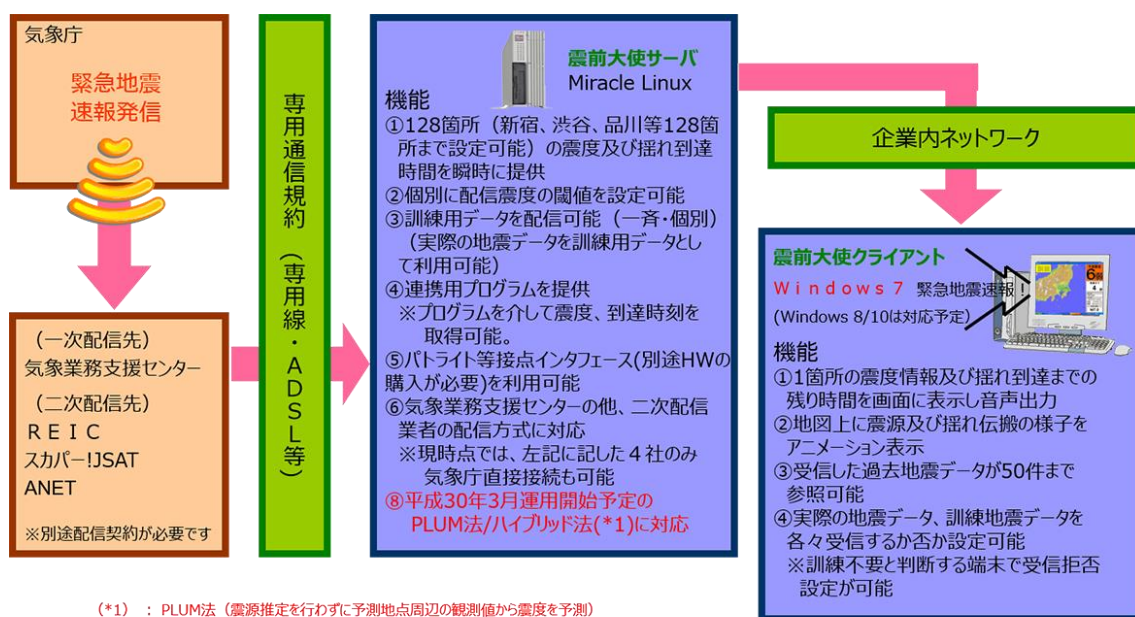
### （3）震前大使の市場

#### 1) 震前大使の概要

震前大使とは国の防災担当機関が発信する緊急地震速報を受信し、瞬時に解析すること

で、任意に設定された箇所における推計震度及び地震到達時刻を明示し、画面表示や様々な他の機器に推計した震度及び地震到達時間を伝達する。震前大使は緊急地震速報を産学官の様々な機関が、有効にかつ効率よく活用できるソフトウェアである。サーバとクライアントからなり、さらに必要な設備へ信号を発信することで、被害の最小化に役立つ。

震前大使を活用する事で、揺れが伝わる前に地震発生を知る事や、他地域も含めた被害状況を瞬時に把握する事ができる。防災、減災、被災対応機関の初動対応に役立てるだけでなく、外部ソフトウェアとの連携により地震時の館内放送、エレベータ停止制御、電車停止制御等も行いう事ができるようになる。日本式地震速報技術が適用されることで、震前大使の販売も見込める事ができ、単純に地方事務所を含めた国の機関（INDECI、警察、消防、軍、地方自治体等）だけでも数百～数千台単位で販売できると考えており、数千万～3億円程度のソフトウェア販売やシステム連携販売も可能になると考えている。



出典：提案企業ホームページ

図 4-5 震前大使概略

## 2) 震前大使の利用法

震前大使から発信される緊急速報により、施設を利用するすべての人の緊急対応の徹底、稼働中の車両の緊急停止、主要動が収まってからの初動準備等が可能になる。警察・消防による救助の初動、病院などの自家発電機の軌道、利用者の避難などに活用できる。

震前大使から発信される信号を受信し、電車、バス等連動停止ソフトウェア、エレベータ連動停止ソフトウェア、セキュリティシステム開錠・施錠連動ソフトウェア等の災害時対応を起動させることで、各機関の被害を未然に防ぐことや最小化が可能になるだけでなく、被害に対する緊急対応の初動を取りやすくなり、結果的に地震、津波による被害を最小化することが可能になる。





出典：提案企業ホームページ

図 4-6 震前大使活用方法

### 3) 市場（顧客分析・規模）

震前大使を活用し、緊急対応の徹底や初動の確実性を高めることが重要な機関は、主として公共機関になる。防災本部が置かれることの多い地方自治体本部、警察・消防、被害の最小化のために運行中の車両を緊急停止させる必要がある鉄道会社、手術中や施術中の作業を緊急的に中断する必要がある病院、児童・生徒をなるべく無傷で避難させる必要がある学校、地震後の火災などを最小化するための電力会社・ガス会社などが当てはまる。また、漏水防止の水道公社、稼働中の機械の作業員の死傷及び故障を最小化するために緊急停止が必要な工場、利用客の避難誘導などの初動を早める必要がある商業施設（ホテル、デパート、イベント会場）、観光施設（教会、歴史的構造物、遺跡）、稼働中のエレベータの緊急停止を実施するビル管理会社等の民間機関での活用も可能である。

震前大使は様々な公的機関及び民間機関がターゲットとなり、市場規模はペルー国内に限ったとしても相当の規模がある。ここでは具体的な規模を把握するために、普及・実証・ビジネス化事業の実施対象地として計画しているアレキパ県及びその周辺地区の市場規模を推計する。この市場規模をベースに普及・実証・ビジネス化事業後のビジネス展開中期の事業計画を策定する。また、ペルー国沿岸部の 11 県<sup>5</sup>の概略総数を算出することでビジネス展開後期の事業計画策定に活用する。

アレキパ県はペルー国南部の太平洋沿岸に位置する県であり、県都は同国第 2 の人口規模を持つアレキパである（図 4-9 参照）。人口は 2017 年現在約 1,287,000 人であり、ペルー国人口の約 4% を占める。面積は 63,345km<sup>2</sup> あり、ペルー国の国土の約 5% を占める。ペルー国には全体で 25 県あり、平均値が人口約 1,246,000 人、面積約 51,000km<sup>2</sup> 出ることを考慮すると、地理的に平均的な



図 4-7 アレキパ県位置図

<sup>5</sup> 北から Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima, Callao, Ica, Arequipa, Moquegua, Tacna

県の一つと言える。今回は本県の市町村の総数より行政機関・警察・消防・学校の数を経推計し、算出した数値をベースに市場規模を推計する。

アレキパ県には県都のあるアレキパ郡を筆頭に、8の郡があり、それらは109の地区に分割されている。行政機関・警察・消防の本支部及び中学校（5年）が各郡にあり、小学校（6年）が各地区にある前提とすると、アレキパ県内の行政機関・警察・消防・公立学校の市場は震前大使サーバが合計32個所、クライアントが最低でも109個所になる。その他の病院、電力・ガス会社、工場、商業施設などが潜在的市場であるため、アレキパ県内には少なく見積もっても150個所の潜在的需要があると見込む。（フェーズ2）

次に沿岸部11県の需要であるが、同様の前提で市場規模を概算する。概算の結果1000以上の潜在的需要があると想定される。（フェーズ3）

表 4-2 ペルー国沿岸部11県での震前大使ターゲット数

No.	県	郡	地区	行政・警察・消防・中学	小学	その他	合計
1	Tumbes	3	12	12	12	4	28
2	Piura	6	84	24	84	8	116
3	Lambayeque	3	38	12	38	4	54
4	La Libertad	12	71	48	71	15	134
5	Ancash	20	166	80	166	25	271
6	Lima	9	128	36	128	11	175
7	Callao	7	7	28	7	9	44
8	Ica	5	43	20	43	6	69
9	Arequipa	8	109	32	109	10	151
10	Moquegua	3	20	12	20	4	36
11	Tacna	4	28	16	28	5	49
-	合計	80	706	320	706	101	1127

ここでは、ペルーへの販売価格として、日本での販売価格を参考にサーバ価格を200万円、クライアント価格が10万円と設定した。行政機関、警察、警察、消防、中学校、その他にサーバ、小学校にクライアント、中学校以外のサーバ各1台につきクライアント10台と販売すると仮定すると、市場規模はアレキパ県内約7,500万円（フェーズ2）、沿岸部11県約125,400万円（フェーズ3）と想定される。

提案企業が販売するのは震前大使だけであるが、提携企業が開発・販売している様々なソフトウェアは、例えば、震前大使から発信される信号を受け取り、電車、バス、エレベータ等と連動して停止したり、セキュリティシステム開錠・施錠連動等を行ったりすることが可能である。これらは技術的にも日本が先行するシステムであり、競争力がある。これらの市場規模の概算は、震前大使の数倍に上ると考えられる。

加えて、地震・津波等大規模災害の発生後の状況把握、救助、復旧には軍が大きな役割を果たす。案件化調査においてペルー軍の組織については十分に把握しきれなかったため、市場規模から外しているが、陸海空軍の性質を考えると支部・基地がペルー国全土に散らばっていることが予想され、市場規模の大幅な上積みが可能である。

#### 4) ニーズ分析

上述した市場の中で、実際に販売の可能性が高いターゲットを摘出し、事業計画に反映する。震前大使は、提案技術と同様に提案企業と提携企業が共同で開発したソフトウェアであり、提案技術と非常に相性が良く連動性が高い。この連動性は、P波到着からS波到着までの数十秒に確実な応答を求められるソフトウェアとしては非常に重要な特色である。公共がマスメディアや携帯電話に発信する緊急地震速報では確実性が足りない側面を補うものとして、必要なものであり、確実性が求められる機関ほど需要が高い。そこで、INDECIが提唱する図4-3に示した緊急速報システムの概要において3つ目のステップ「警報の拡散度合いの向上、方法の改善」の一部を担える。受信したデータの利用方法は、各機関における役割により大きく異なるが、防災上重要な役割を果たす機関（各県防災本部＝県庁、警察本部、消防本部）において採用される可能性が高い。

フェーズ2では、アレキパ県内の県庁（本庁・支庁）、警察本支部、消防本支部にも普及・実証・ビジネス化事業の成果を根拠として採用される可能性が高くなると考える。普及・実証・ビジネス化事業で整備する地震計ネットワークと地域限定版を活用することで、質の高いデータ活用が可能になるために、積極的な営業活動が実施できる。アレキパ県内の県庁・警察本部・消防本部などに10機関にサーバを、それぞれに10のクライアントの販売を目指す。その他民間にもサーバ+10クライアントの販売を目指す。

被災後の初動で地域住民の救助活動の中心をなす機関には、防災事業の予算化も重点的に実施されるべきであり、提案企業及び提携企業現地法人からも普及・実証・ビジネス化事業の実施期間中より、積極的に予算化を目指す活動を実施する。

フェーズ3では、アレキパ県内の納入実績を基に沿岸部11県での納入を目指す。まずは、普及・実証・ビジネス化事業で活動するアレキパ県、リマ県・カヤオ特別区及びそれらの周辺の県を含めて営業活動を実施する。重点県として、リマ県・カヤオ特別区以外にも、アレキパ県とリマ県の間位置するイカ県、アレキパ県とボリビア国境の間位置するモケグア県及びタクナ県を設定する。アレキパ県同様に県庁（本庁・支庁）、警察本支部、消防本支部及びその他民間、10機関にサーバ+10クライアントの販売を目指す。

アレキパ県では、INDECI提唱の緊急通報システムにおける4つめのステップである「受信者側の対応能力向上」の一環として、中学校にサーバを小学校にクライアントを設置し、児童生徒の保護に貢献する。

また、SISMATE第3期において提案技術を納入することで、INDECI本部及び支部（25県）に採用されることを目指す。

表 4-3 フェーズ 2 及び 3 での震前大使ターゲット数

No.	県	郡	地区	行政・警察・消防	その他	合計
フェーズ 2						
9	Arequipa	8	109	24	1	25
フェーズ 3						
6	Lima	9	128	27	1	28
7	Callao	7	7	21	1	22
8	Ica	5	43	15	1	16
9	Arequipa	8	109	8	10	18
10	Moquegua	3	20	9	1	10
11	Tacna	4	28	12	1	13
	INDECI	1(本部)	24(支部)	-	-	25
-	合計	80	706	116	16	157

\*Arequipa 県ではフェーズ 2 で行政機関・警察・消防の営業活動が終了していると仮定しているため、フェーズ 3 の対象ターゲットは中学校などの教育機関とする（詳しくは本文参照）。

#### (4) 他国への展開

提案技術は、国に導入するシステムであるため、ターゲット市場・顧客は国単位になる。ペルー国での採用実績を基に、中南米諸国を含めた環太平洋地震帯に属する国々をターゲットに置く。

##### 1) 環太平洋諸国

環太平洋諸国は太平洋の外縁に沿って連なる海溝群及び火山帯と並行する地震帯に属した国々である。日本国及びペルー国も環太平洋諸国の一国である。中南米諸国以外としては、米国、カナダ、ロシア、台湾、フィリピン、インドネシア、パプアニューギニア、ニュージーランドなどがある。

提案企業はインドネシアにおいて、地震速報の調査業務を実施しており、インドネシアでの採用される可能性は他の諸国に比べて高い。インドネシアはペルーと比較して、人口で約 8 倍、面積で約 1.5 倍である。この規模と 14,000 以上の島を保有する島しょ国であることを考慮すると、緊急地震速報及び関連ソフトの市場規模は、数倍から 10 倍の規模があると推計される。

フィリピンは、ペルーと比較して、人口で約 3 倍、面積で約 4 分の 1 である。この規模と 7,000 を超える島を保有する島しょ国であることを考慮すると、緊急地震速報及び関連ソフトの市場規模は、同等から数倍の規模があると推計される。

##### 2) 中南米諸国

対象国として、チリ、エクアドル、コロンビアの南米諸国、パナマ、コスタリカ、ニカラグア、ホンジュラス、エルサルバドル、グアテマラ、メキシコの中米太平洋沿岸諸国の 10 か国が相当する。

中南米諸国は共通した歴史的文化的背景により、周辺国の実績を参考に同様の技術を採用する事が多く、今回の調査、次段の実証事業を通して有効性が示され、ペルー国で最初

に採用される事になれば、慣例的に、周辺地震被災国が同様に日本の技術を採用する可能性が高まる。これらの国々の緊急地震速報及び関連ソフトウェアの市場価値は、ペルー国の5～10倍の規模があると考えられる。

### 3) アルプス・ヒマラヤ地震帯に属する国々

環太平洋諸地震帯以外に、もう一つの地震帯であるアルプス・ヒマラヤ地震帯が存在する。この地震帯はインドネシア西岸（ジャワ島・スマトラ島）からヒマラヤ山脈、イラン・トルコなどの中近東諸国、ギリシャ・イタリアなどの南ヨーロッパ諸国まで連なる地震帯である。これらの国々も、提案法人が想定するターゲット市場・顧客となり得ると考えており、将来的なターゲットとして想定している。

## 4-2-2 競合分析・比較優位性

非公開

## 4-3 バリューチェーン

非公開

## 4-4 進出形態とパートナー候補

### 4-4-1 進出形態

本案件化調査での実施体制である提案企業と提携企業の体制を維持して、ペルー国を始めとする海外市場への進出を図る。提案企業はソフトウェアの開発、ネットワーク・サーバ構築、ソフトウェアパッケージの販売を中心にした事業を展開している。企業理念にもある通り、「日本の安全・安心安全の文化を全世界に展開する」ことを目指しており、海外志向は高い。気象に納入した緊急地震速報の開発により、世界的にもトップクラスの技術を持ち合わせているが、製品の性質上、売上を上げるまでの開発に多大な人員・時間を費やすため、人的・資金的に単独での海外進出を実施するには大きな困難が伴う。そのため、海外進出には気象庁に納入した提案技術の開発以来、提携企業と共に進出することを計画している。

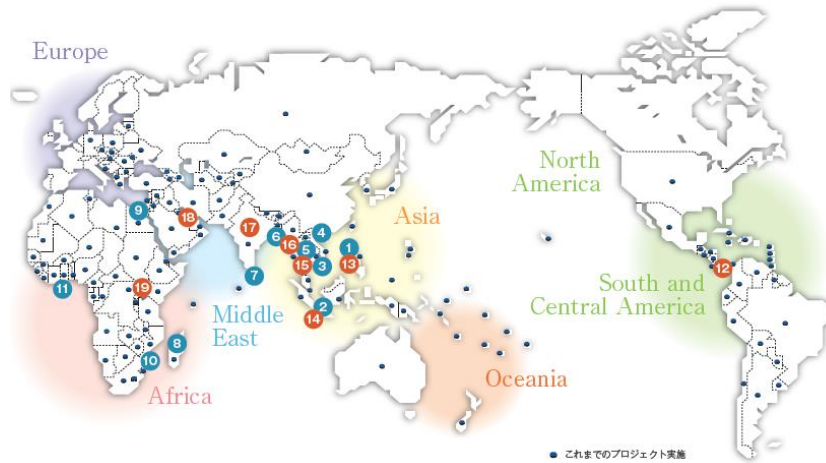
提携企業であるNECは世界有数の情報・通信企業であり、防災分野を始めとする情報・通信関連のソフト・ハードを問わず、開発・整備・販売し、様々な国・分野にシェアを持つ。提案企業の長期事業計画にある環太平洋地震帯及びヒマラヤアルプス地震帯に属する国々にも、それぞれ10カ国、9カ国に拠点を持つ。特に重点的な市場として考慮している中南米諸国には、チリ、ペルー、コロンビア、メキシコの4カ国に現地法人を有している。このネットワークは、ターゲット国でのバリューチェーンの①～⑥までを有効に活用でき、特に流通・販売は提携企業の海外営業および輸出管理部門との連携にて推進することを計画している。社会への貢献を目指す2社による事業推進を計画している。



出典：NEC ホームページ

図 4-8 NEC 海外グループ会社位置図

また、外部人材として本案件化調査をサポートし、普及・実証・ビジネス化事業にも参画予定であるオリエンタルコンサルタンツは、グループ会社の1社である（株）オリエンタルコンサルタンツグローバルを筆頭に、ODA事業でのコンサルティング実績が150カ国以上に上り、19カ国に現地法人・事務所を構える。将来の防災関連インフラの整備事業を中心に提案企業および提携企業と協働し、本邦ODA資金の活用等の可能性を探る。



出典：OCHD パンフレット

図 4-9 OCG 現地法人・事務所及びプロジェクト実施国位置図

#### 4-4-2 パートナー候補

提案企業のペルー国進出の際にパートナーとなる提携企業の NEC とは、気象庁を始めとする日本国内の防災システムの開発で深く関わっており、信頼関係が構築されている。実際の様々な活動には提携企業の現地法人の支援を受けて進める。

特に、SISMATE 第3期への納入を目指す提案技術に関しては、コンソーシアムを組んだうえでの国際入札になる可能性が高い。価格競争に陥らないための仕様化、予算化の活動も普及・実証・ビジネス化事業後も、継続的に必要になる。また、震前大使の現地化には、県をはじめとする地方自治体との調整などの活動が発生する。これらの活動を効果的に実施するには、IT 設備を始めとするペルー国政府による入札への経験が豊富で、

ペルー人スタッフを多く抱え、現地でのネットワークがある提携企業の現地法人の存在は欠かせない。さらに、震前大使の事業に関しては、現地企業と代理店契約を結ぶ計画にしている。

#### 4-5 収支計画

非公開

#### 4-6 想定される課題・リスクと対応策

##### (1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

表 4-4 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

想定課題/リスク	課題/リスク内容と対策
投資規制	ペルー国は憲法が外資に対する内国民待遇を保証している。提案法人が本事業を推進するための投資規制は存在しない。但し、調査の結果、活動範囲や提供先が軍に及ぶ場合は、日本の資金を投資活用可能か確認が必要。
許認可	ペルー国政府調達の場合、現地に法人を有する必要がある。本事業で協力関係にある提携企業と連携して、提携企業の現地法人を介した入札参加が可能である。
知財	早期地震検知技術は日本独自の先端科学技術であり、他国は容易に真似する事ができない。適用調査、実証を通して対象国の理解が得られれば、強い競争力を持って日本企業がビジネスを展開できる。

##### (2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

表 4-5 ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

想定課題/リスク	課題/リスク内容と対策
現地技術サポート要員の確保	現地に技術的にサポートする要員を確保する必要がある。提携企業の現地法人を受注時の商流に組み込むことで、技術サポート要員も確保可能となる。

表 4-6 政治/経済面にかかる課題/リスクと対応策

想定課題/リスク	課題/リスク内容と対策
政権交代	現政権が存続する 2021 年 6 月までに緊急地震速報システムの整備を終えないと交渉が滞る可能性がある。案件化調査を 2019 年 1 月からスタートさせ、2021 年に普及・実証・ビジネス化事業につなげる。在ペルー日本大使館の支援等、日本側の体制は整っているが、ペルー国に早期導入を決断してもらうため働きかけを継続する。
新型コロナウイルスの影響	ペルーでは、1 カ月以上の全土ロックダウン（延長の可能性あり）、GDP12%に相当する経済対策を打ち出すなど、コロナ対策が優先され、経済への影響は甚大である。まだ先が見通せない状況であるが、既存・新規事業の遅延等への影響は必須の状況であり、本事業にも影響する可能性があることから、現地の最新情報を入手しながら進める。

### (3) その他課題/リスクと対応策

表 4-7 その他課題/リスクと対応策

想定課題/リスク	課題/リスク内容と対策
現地政府間の連携	<p>IGP と INDECI 間の協力が不可欠であるが、日本と違い気象庁に相当する機能が分断化されている。INDECI が主導権を握って事業を勧められるよう在ペルー日本大使館とも連携をとりながら、提携企業の現地法人も活用しながら INDECI 長官はじめ関係者を対象として、日本側、IGP、INDECI の 3 者にて定期的な情報交換の場を設定していく。</p> <p>また、SISMATE フェーズ③の調達に関しては MTC との調整が重要であるため、引き続き関係性を構築する提携企業の NEC と連携して地震速報と津波速報の取り扱いに対して当該技術を提案していく。</p>

#### 4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果

ペルー国政府は、SISMATE 整備のため既に予算化を実現しているものの、実効性あるシステム導入のための検証が必要な状況になっている。早期地震検知システムを導入するためにも、JICA による案件化調査及びその後の普及・実証・ビジネス化事業において提案技術の現地適合性を確認し、その結果によって提案技術に対する予算化を具体化していきたい。

提案企業の事業計画は、提案技術を始めとする緊急地震速報関連の防災システムを整備することにより、少しでも地震・津波などによる自然災害の被害を少なくし、復旧・復興を早め、レジリエントな社会を広範囲で実現することに貢献する。災害に強い社会の実現は、地震帯に属する諸国では社会の発展への大きな課題であり、少しでも早い実現が望まれている。

ペルー国で提案技術が採用・実用化されることで、日本と同様の仕組みを有する各種センサー群、情報利活用システム等への拡販に繋がる他、提案法人が想定するターゲット市場及び顧客となる近隣地震多発国拡販への波及効果が期待される。

また、緊急地震速報が整備されることにより、大規模地震発生前に、市民が地震発生 の情報を得ることができ、身を守るための行動が取れるようになる。これにより、主要動の到達時の死亡者数が減少する。受信者側に対応方法を教育・訓練することにより、さらに大きく減少することも可能である。また、被災後の救助・復旧を担う各機関に情報を発信することから、初動を早く確実に実施して、救助活動を効果的に行うことができる。

また、想定される大地震による予測震度が計算できるようになるため、被災後の既存構造物の損壊状況が予測でき、ハザードマップが作成可能になる。特に、建物崩壊による道路封鎖の個所が確認でき、避難・救助計画の策定が可能になる。また、脆弱な社会インフラ及び建物の存在・位置を把握できるため、その改善・更新計画を策定することが可能になり、長期的には社会基盤の脆弱性の解消につながる。

#### 4-8 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

提案法人と取引関係にある沖縄振興開発金融公庫（沖縄公庫）は、JICA と沖縄県内事



業者の海外展開支援を強化するため業務連携にかかる覚書を締結しており、提案法人の海外進出はその事例となる。世界のウチナーンチュ大会連携イベント「日系社会連携セミナー」や、おきなわ国際協力・交流フェスティバル等のイベントも頻繁に開催されており、本調査やODA 案件化により海外展開を実現することで、提案法人の地域に根付いたネットワーク連携の強化が見込まれる。

提携企業と共同開発した当該製品開発拠点は、那覇市を主要拠点としている。海外事業化の実現によって、関連する事業展開、開発、構築、評価を沖縄中心で行うことで、作業遂行に向けた地元での雇用促進（人材確保）、売上増に伴う法人税収等で沖縄に大きく貢献できる。併せて、沖縄発の提案法人が海外 IT ビジネスをリードすることで、国内での沖縄プレゼンス向上に貢献し、沖縄の新たなブランド形成によって、IT ビジネスのオフショア開発誘致や IT ビジネスそのものの誘致にも繋がることが期待される。

表 4-8 ODA 案件化及び海外展開によって見込まれる日本国内の地元経済・地域活性化

想定項目	想定される効果、本調査での検討事項
国内の雇用創出、新規開拓	2021 年までに国内 61 名の新規採用予定で、環太平洋周辺諸国等の新規開拓が見込める。海外実績による災害国・日本で公共事業導入も見込まれる。
国内関連企業の売上増	海外事業拡大に伴い、沖縄県内企業への下請け発注量の増加が見込める。海外地震センサーに国内地震計メーカー製品を採用することで国内メーカー裨益も見込まれる（提携企業は陸上地震センサーの開発を行っていない）。津波検知や海洋地震早期検知への高度化に向け、将来的に海底センサー事業にも繋がり、国内関係企業にも裨益する。
新たなパートナーとの連携及び連携強化	早期地震検知システムから得られた情報の利活用において専用アプリ（スマートフォンや TV・ラジオ等）の開発や、デジタルサイネージへの情報活用など見込まれ、国内開発業者の連携が期待できる。
事業実施による国内地元経済への裨益	海外進出経験を地元経済界に対し、マスメディアや講演を通じて伝えることで、中小企業の海外進出の参考事例としてビジネスモデル構築につながる。受注・利益増による納税額の増加による地元経済への裨益も期待される。

## （２）その他関連機関への貢献

提案法人が提案技術の海外展開を行うことで、地震災害国に対する日本国の貢献度が高まり、それらの国を通じ世界的な防災に対する日本国のプレゼンス向上が図られる。また、日本の技術が地震被災国で採用されることにより、双方国での大学、研究機関等での技術交流が深まり、最先端科学の進展や新たな技術開発促進にもつながる。併せて、同一技術、防災訓練、災害対応マニュアル等、災害国日本がリードしてきた諸知見が求められる事で政府間交流も活発になる。

琉球新報に掲載されました（ペルー国での案件化調査について）

JICA支援事業（ペルーへの早期地震検知システム導入に向けた案件化調査）について  
 2020.3.20琉球新報にて紹介頂きました。



2020年3月20日（金）琉球新報 掲載記事のご紹介 琉球新報社提供

出典：提案法人 HP

図 4-10 琉球新聞（2020年3月20日版）に掲載された提案企業の記事

要約（英文）

“Feasibility Survey for Disaster Prevention  
by Japanese Early Earthquake Warning  
System”

Project Summary

Republic of Peru

May 2020

Lequios soft Inc.

## **1. Concerned Development Issues**

Peru is located in the Ring of Fire and its geography has wide variety such as desert in coastal regions, mountain and rain forest. Therefore, it is at high risk of natural disasters such as earthquakes, tsunamis, mudslides, flooding, and etc.

It has suffered many times with the numerous deaths and injuries as well as economic loss by massive earthquakes, such as Ancash earthquake (magnitude 7.9, 1970) Southern Peru earthquake in Arequipa (magnitude 8.2, 2001), Peru earthquake in Ica (magnitude 8.0, 2007), and more.

Peru's earthquake warning system is still in development. Currently, earthquake analysis at IGP (Instituto Geofísico del Perú [Geophysical Institute of Peru]) requires from several minutes to tens of minutes. Earthquake information is then transmitted to INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú [National Institute for Civil Defense]) and uploaded onto their website. IGP also sends the information to DHN (Direction of Hydrology and Navigation), which then determines whether or not there is the risk of a tsunami and informs INDECI of their conclusion. Under this system, earthquake information reach the citizens only after earthquake damage has occurred, and tsunami information may not be provided in the necessary time either.

Disaster mitigation measures are an important issue for Peru at all levels of government, from national to municipal. Necessary areas of improvement include the organization and response capacity of the related agencies of national government, the development of disaster mitigation infrastructure, the disaster information transmission network, and the response capacity of local governments.

It is judged that the current earthquake warning system of Peru does not have immediacy as an information communication system and is not able to transmit the necessary information to citizens in time. It is because the organization of information analysis of earthquake and tsunami is different, the organization of information analysis and the organization of announcement is different, and also the methods of information communication are still relied upon telephone and fax. Moreover, the system is insufficient as a disaster mitigation infrastructure for earthquake/tsunami because there is not any standardized information communication system to transmit the information to citizens.

In addition to the reasons above, current earthquake/tsunami observation facilities (seismometers on land and sea bed, telecommunication infrastructure, and etc.) is not sufficient both in quality and quantity. Therefore, current system is not able to satisfy the needs with respect of immediacy and accuracy.

## 2. Products and Technologies

### 2.1 Outline of Products and Technologies

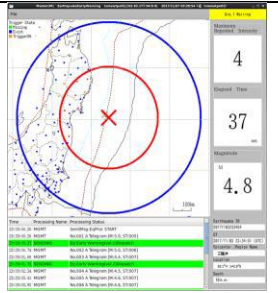
Proposed technology is an earthquake detection system which predicts the main seismic motion which comes immediately after the primary tremor. The system analyses the primary tremor which can be detected firstly by the seismometers, locates the seismic focus, and calculates the scale of the earthquake.

Japan’s disaster mitigation infrastructure is highly ranked internationally, and earthquake early detection information is used to prevent various types of risks, such as by suspending trains and interrupting the gas supply at the time of earthquakes.

“Japanese Early Earthquake Warning System” which was developed by proposing private entity (Lequios Soft Inc.) in a collaboration with NEC in 2016 enables to warn the danger of the earthquake before the main seismic motion (S-wave) arrives just after detecting the P-wave (primary tremor) which arrives earlier than S-wave. It makes good use of the deference of conduction velocity between P-wave (Primary wave) and S-wave (Secondary wave, main seismic motion).

It has advantages that it runs 24 hours a day, 365days a year without shutdown and it has the capacity of calculating massive volume of data.

Table 1: Summary of the Proposed Technology

Proposed technology:	Japanese Earthquake Early Warning System (Model: Leximo® apps/EEW)		 <p>A screen that monitors the spread of seismic activity in real time, including the magnitude and area</p>
Specifications	3 servers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 waveform recording server</li> <li>• 1 EEW server</li> <li>• 1 parameter tuning server</li> </ul>	
	2 PCs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EEW progress information monitor</li> <li>• Epicenter confirmation / past earthquake simulation PC</li> </ul>	
	SW	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 L3SW</li> <li>• 1 L2SW</li> <li>• 1 VPN router</li> </ul>	

### 2.3 Conformity Verification of Products and Technologies to Peru

Proposed technology was introduced to the engineers of IGP and CISMID in detail by demonstration of its calculation and functions. Proposed technology was verified whether it is applicable in Peru by calculating and analyzing the earthquake wave of past earthquakes in Peru which was provided by IGP. Parameter which shall be calibrated for accurate calculation and analysis, such as ground amplification degree and travel-time table of subsoil, were calibrated in collaboration with CISMID and verified the quality of earthquake scale estimation for early warning system.

Seismometers of IGP were reviewed to confirm the quality of its data and installation density for accurate calculation.

### **2.3 Contributiveness in Solving Development Subjects**

Earthquake monitoring system of Peru has the following issues,

- (1) Immediacy and accuracy of analysis is not sufficient due to insufficient monitoring facilities, such as communication infrastructure and etc.
- (2) There is lack of immediacy in transferring and sharing the information due to frequent cut down of inter-ministerial communication network in emergency because organizations for analysis of collected data and announcing the analyzed results are different.
- (3) There is lack of speed in analysis

These issues can be solved by installing the “Japanese Early Earthquake Warning System” by improving the quality and speed of analysis dramatically and also connecting the inter-ministerial communication network with its communication function.

## **3. Proposed ODA Project**

### **3.1 Outline of Proposed ODA Project**

This Feasibility Survey aimed at the formulation of a Verification Survey. The expected counterparts (IGP, and INDECI) had been given an introduction to the proposed technology and its applicability to Peru was verified through demonstration experiments. Technology transfer from Japan is expected to assist in strengthening national disaster response, and is to be implemented into MTC’s (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [Ministry of Transport and Communications]) planned SISMATE (Sistema de Mensajería de Alerta Temprana de Emergencias [Emergency Alert Messaging System]) Phase 3.

In order to confirm that the proposed technology obtains the same effects in Peru as in Japan, past earthquake data from Peru will be used to confirm operations, soil quality parameters for Peru will be established and tuned, and real-time operation for immediately detecting earthquakes will be verified. Once verified, through collaboration with the counterparts, dissemination activities will be conducted to implement the proposed technology into the national disaster mitigation system.

### **3.2 Contents of Proposed ODA Project**

Since the understandings of the proposed technology by related personnel is not

sufficient regarding the effect and utilization method after its application in Peru, effect related to the current environment of disaster response will be shared among stakeholders and solution of potential issues is confirmed in ODA project.

### 3.3 Expected Impact

It is expected that the proposed technology would significantly improve the issues of measuring seismic waves and sharing earthquake information, provide a use for the seismometers purchased by CISMID, and allow for collaboration with Emergency Warning Broadcast System (EWBS), another ODA project. Additionally, it is expected to collaborate on Peru's SISMATE to improve the speed of providing warnings to citizens, which is expected to have the following effects:

- Decrease the number of casualties due to earthquakes by issuing evacuation alerts earlier
- Allow medical and emergency services to be provided more efficiently by decreasing the number of casualties/injured and amount of damage
- Contribute to decreasing damage and faster rebuilding by coordinating with automatic controls, such as by suspending trains and interrupting the gas and electricity supply at the time of earthquakes
- After the ODA project, adopting of the proposed technology will help create a market for proposing and implementing related Japanese disaster mitigation technologies

### 3.4 Schedule of ODA Project

It is planned that the selection of proposal of ODA project would in from May to Aug. 2020 and the contract would be made in early 2021. The actual activities of the ODA project would start in Apr. 2021 after making agreement of the scope of the ODA project with Peruvian Counterpart (C/P).

Table 2: Schedule

Activity	2020	2021	2022
Application for ODA project, JICA Headquarters	★(June)		
Adoption of Application, Contact Negotiation	(Oct.)★		
Agreement of Scope of ODA project with Peruvian C/P	(Nov.)★		
ODA project		★(July)	
Final Presentation			(Dec)★

#### **4. Business Development Plan**

##### **4.1 Outline of Business Development Plan**

Proposing private entity will collaborate with NEC Corp. (NEC) in implementing business development plan. After proposed ODA project above is completed, scoping of the SISMATE Phase 3 would be proposed to both of main organizations of earthquake early warning system, such as MTC (implementing agency of SISMATE) and INDECI (operating agency of SISMATE). By this scoping activity, NEC and proposing private entity aims to obtain strong competing power for tender procedure of SISMATE Phase 3.

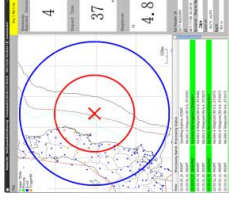
Proposing private entity has exclusive sales agreement with NEC and planning to implement the business plan in collaboration with overseas sales and export administration departments of NEC in sales and logistics of proposed technology. Advertising the application of proposed technology for SISMATE Phase 3 in Peru would give strong competing power to proposing private entity in promoting the proposed technology in other Latin American countries.



# Feasibility Survey for Disaster Prevention by Japanese Early Earthquake Warning System in Peru

## SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : Lequios soft Inc.
- Location of SME : Naha Pref., Japan
- Survey Site - Counterpart Organization : Peru • IGP, CISMID, INDECI



## Concerned Development Issues

- An observation service to detect disasters at an early stage is not available
- A system that quickly and accurately analyzes information acquired from observation system has not been established
- Tsunami warning of the earthquake that occurred in the near waters did not make it in time to residents for the arrival of the tsunami, and many damage was done in Peru

## Products and Technologies of SMEs

### Earthquake Early Warning System

- Earthquake warning and the seismic intensity prediction of each place are automatically announced without human intervention in 7 seconds to several tens of seconds after the earthquake occurred.
- It has its own distribution function and immediate sharing of information to multiple government agencies is possible.

## Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Earthquake & Tsunami Information Speeding up announcing information reduction to reduce human life damage.
- Early response of disaster prevention organizations is accelerated, and rescue and restoration activities improve.
- Prediction of scales of future earthquakes will be available, and that could forecast damages of existing structures and promote renewing weak infrastructure.