

2-5 地震・津波ハザードマップの整備・活用状況

(1) サステイナブルシティプロジェクト（SCP）による地震ハザードマップの整備状況

ペルーにおけるハザードマップの整備は、サステイナブルシティプロジェクト *Proyecto Ciudades Sostenibles*（SCP）の一環として、1998年から取り組まれている。

このプロジェクトは、当初、エルニーニョ現象による災害を受けた都市の再建を目的としていたが、その後、地震・津波なども含めた包括的国家レベルのプロジェクトに発展した。このプロジェクトの第一期では、物理的安全性に焦点を当てている。プロジェクトの目的は、無秩序でリスクの高い都市成長の方向を変えることであり、ハザードマップ、土地利用計画、防災事業の取り組みが進められた。

1998～2007年までの本プロジェクトによる成果としては、防災に関する知識や経験の蓄積、112都市（750万人の居住エリア）のハザードマップの整備、70都市においてハザードマップを基盤とした防災視点の土地利用計画を策定、約1000の防災プロジェクトの市条例による承認、80名の専門家・ローカルコンサルタントの育成などがあげられる。

このプログラムは2009年までの間に132都市で実施されており、2009年7月現在3都市については、進行・準備中である。

本プロジェクトで作成されたハザードマップにより、①危険性が非常に高い（利用不可）、②危険性が高い（規制付きで利用可能）、③中程度の危険性、④危険性が低い（高度利用、病院や学校などの重要施設を配置）の4つのエリアが設定された。このハザードマップを活用して、土地利用計画や防災事業の計画が策定されるようになった。しかし、これら成果を活用したプロジェクトは期待されたほど実施されておらず、プログラム実施者である INDECI や UNDP はこの問題解決に取り組んでいる。

本プログラムにおけるハザードマップは、多種多様な危険性を考慮しようとするものであり、その作成方法の概略は下記の通りである。①地質学・地理学的危険性、②気象による危険性、③人為的危険性（都市火災、爆発、環境汚染、有害物質流出、森林火災など）から、④危険性マップを作成する。これとは別に⑤都市としての脆弱性（居住エリア、ライフライン、経済活動、公共施設など）マップを作成する。そして、④の危険性マップと⑤の都市としての脆弱性マップを基にリスク推定を行い、最終的に⑥合成リスクマップを作成するという流れである。

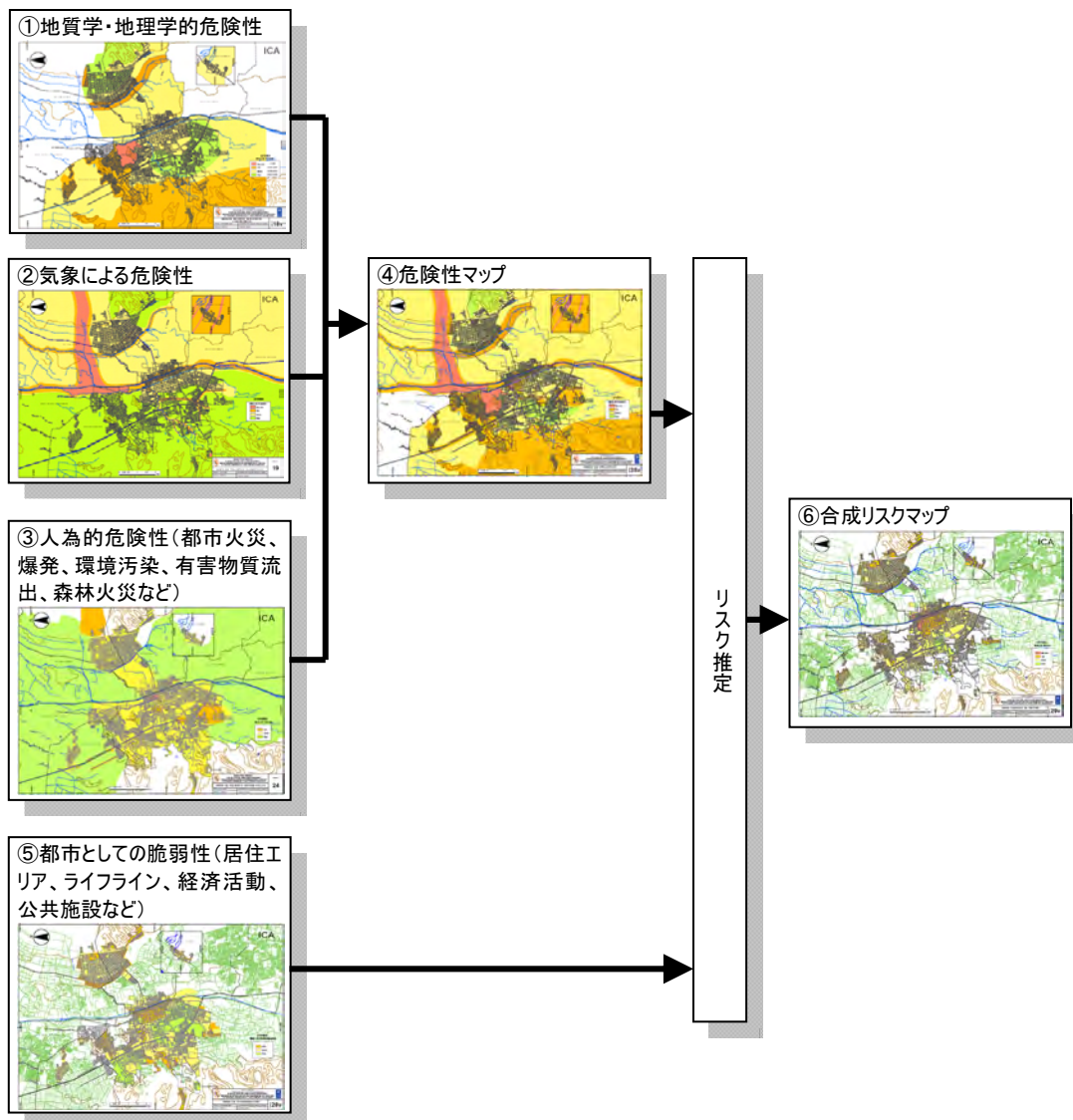


図 2-5-1 リスクマップ作成の方法概略

図 2-5-2 は、Ica 市のリスクマップの例である。

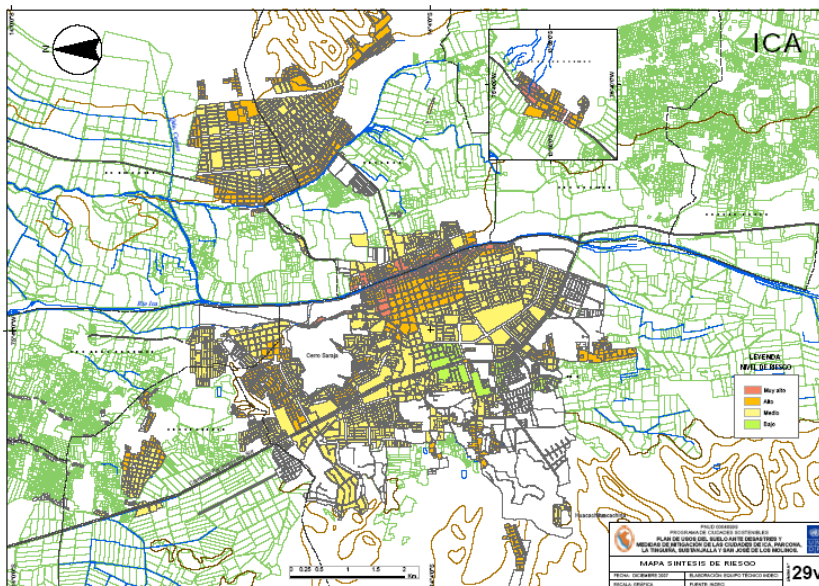


図 2-5-2 Ica 市のリスクマップの例

最終的に得られるリスクマップでは、市街地を表 2-5-1 に示すように、非常に危険性が高いエリア、危険性が高いエリア、中程度の危険性のエリア、危険性が低いエリアの 4 つに分類している。

表 2-5-1 市街地の危険性の分類

VULNERABILIDAD EN AREAS URBANAS OCUPADAS					
	ZONAS DE VULNERABILIDAD MUY ALTA	ZONAS DE VULNERABILIDAD ALTA	ZONAS DE VULNERABILIDAD MEDIA	ZONAS DE VULNERABILIDAD BAJA	AREAS LIBRES
	Zonas con viviendas de materiales precarios, viviendas en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización, población escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencias.	Zonas con predominancia de viviendas de materiales precarios, viviendas en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha, población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencias.	Zonas con predominancia de viviendas de materiales nobles, viviendas en regular y buen estado de construcción, población con un nivel de ingreso económico medio y alto, cultura de prevención en desarrollo, cobertura parcial de servicios básicos, con buen nivel de accesibilidad para atención de emergencias.	Zonas con viviendas de materiales nobles, en buen estado de construcción, población con un nivel de ingreso económico medio y alto, cultura de prevención en desarrollo, cobertura de servicios básicos, con buen nivel de accesibilidad para atención de emergencias.	
PELIGROS	ZONAS DE PELIGRO MUY ALTO Sectores amenazados por alud-avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (huascos). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebradas que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición alévtiles por flujos de lodo. Sectores amenazados por deslizamientos. Zonas amenazadas por inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por tsunamis. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizadas o suelos colapsables en grandes proporciones.	ZONAS DE RIESGO MUY ALTO	ZONAS DE RIESGO MUY ALTO	ZONAS DE RIESGO ALTO	ZONAS DE RIESGO ALTO
	ZONAS DE PELIGRO ALTO Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotónicas. Sectores, que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos.	ZONAS DE RIESGO MUY ALTO	ZONAS DE RIESGO ALTO	ZONAS DE RIESGO MEDIO	ZONAS DE RIESGO MEDIO
	ZONAS DE PELIGRO MEDIO Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad.	ZONAS DE RIESGO ALTO	ZONAS DE RIESGO MEDIO	ZONAS DE RIESGO MEDIO	ZONAS DE RIESGO BAJO
	ZONAS DE PELIGRO BAJO Terrenos planos o con poca pendiente, roca o suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros elevables. No amenazados por actividad volcánica o tsunamis.	ZONAS DE RIESGO ALTO	ZONAS DE RIESGO MEDIO	ZONAS DE RIESGO BAJO	ZONAS DE RIESGO BAJO
RIESGO					
	ZONAS DE RIESGO MUY ALTO: Sectores críticos donde se deben priorizar obras, acciones e implementación de medidas de mitigación ante desastres. De ser posible, reubicar a la población en zonas más seguras de la ciudad. Colapso de todo tipo de construcciones ante la ocurrencia de un fenómeno intenso.	ZONAS DE RIESGO ALTO: Sectores críticos donde se deben priorizar obras, acciones e implementación de medidas de mitigación ante desastres. Educación y capacitación de la población y autoridades. No son aptos para procesos de densificación y localización de equipamientos urbanos. Colapso de edificaciones en mal estado y/o con materiales inadecuados para soportar los efectos de los fenómenos naturales.	ZONAS DE RIESGO MEDIO: Suelos aptos para uso urbano. Es deseable implementar medidas de mitigación ante desastres y educación y capacitación de la población en temas de prevención. Pueden densificarse con algunas restricciones. Daños considerables en viviendas en mal estado.	ZONAS DE RIESGO BAJO: Suelos aptos para uso urbano de alta densidad y localización de equipamientos urbanos de importancia, tales como hospitales, grandes centros educativos, bomberos, cuarteles de policía, etc. Daños menores en las edificaciones.	

< 出典 >

INDECI の HP : http://www.indeci.gob.pe/atlas_peligros_nat/atlas.htm

Julio Kuroiwa: Integrated Natural Risk Reduction through a Sustainable Cities Programme

表 2-5-1 には次のような土地利用規制、土地利用の提案が示されている。

高危険度地域 (Alatamento Peligroso)	: 都市的土地利用の禁止、環境保護地域やレクリエーション用オープンスペースまたは短期作物用の農地
危険地域 (Peligroso)	: 経験のある専門家による危険度評価のため詳細調査後、土地利用の制約を決定する。低密度の都市的土地利用は受け入れることもある。
中危険度地域 (Peligro Medio)	: 都市的土地利用に適す。地盤工学的な調査を行う。
低危険度地域 (Peligro Bajo)	: 高度都市的土地利用に良好。病院、教育施設、政府機関の建物、消防など重要な施設に適する。

図 2-5-3 は SCP により作成された Sullana 市のハザードマップとそれを基に策定された土地利用計画の例およびこの土地利用規制による被害軽減の様子である。

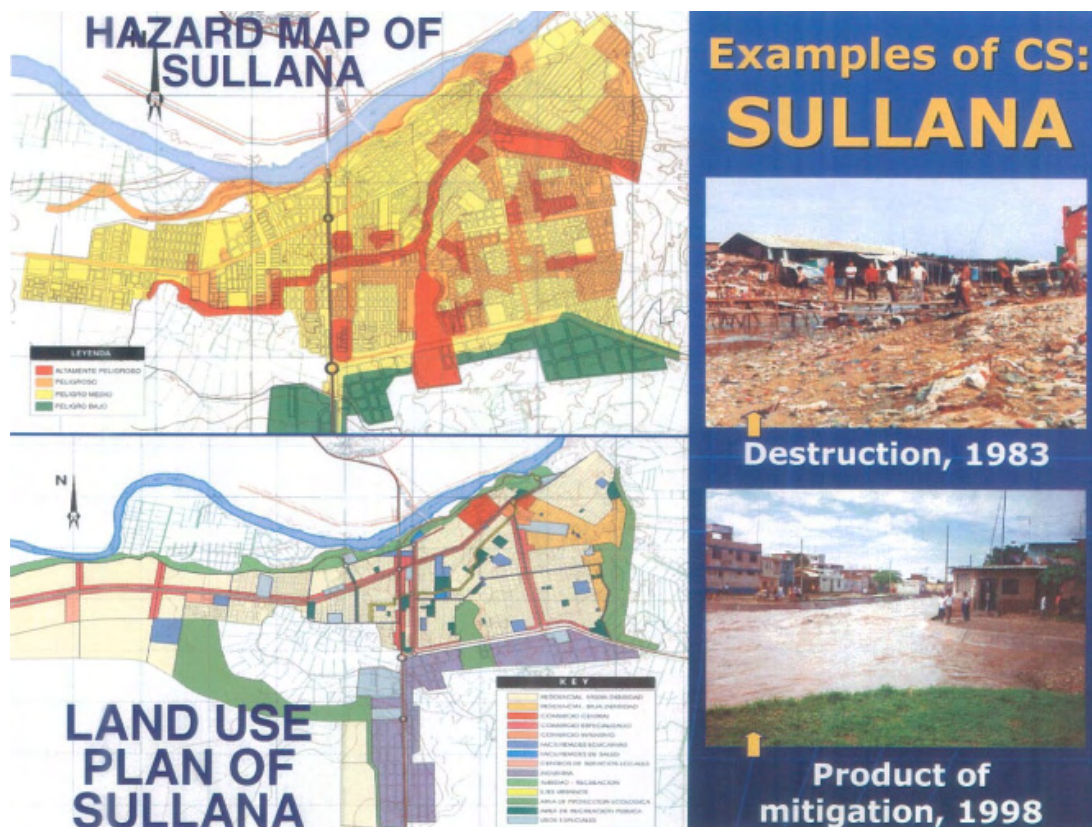


図 2-5-3 ハザードマップ・土地利用計画の例および土地利用規制による被害軽減の様子

(2) 津波ハザードマップの整備状況

津波については、Ministerio de Defensa Marina de Guerra del Perú Dirección de Hidrografía y Navegación (国防省水路・航行局) が過去の津波に関する調査を 2007 年に実施している。

津波に関するハザードマップについては、国防省水路・航行局が、避難所・避難経路、浸水予想範囲などに関する情報を記載した地図を、11 都市の約 80 港・海岸の街を対象に作成している。

図 2-5-4 に La Punta Callao の避難所・避難経路、浸水予想範囲などに関する地図の例を示す。

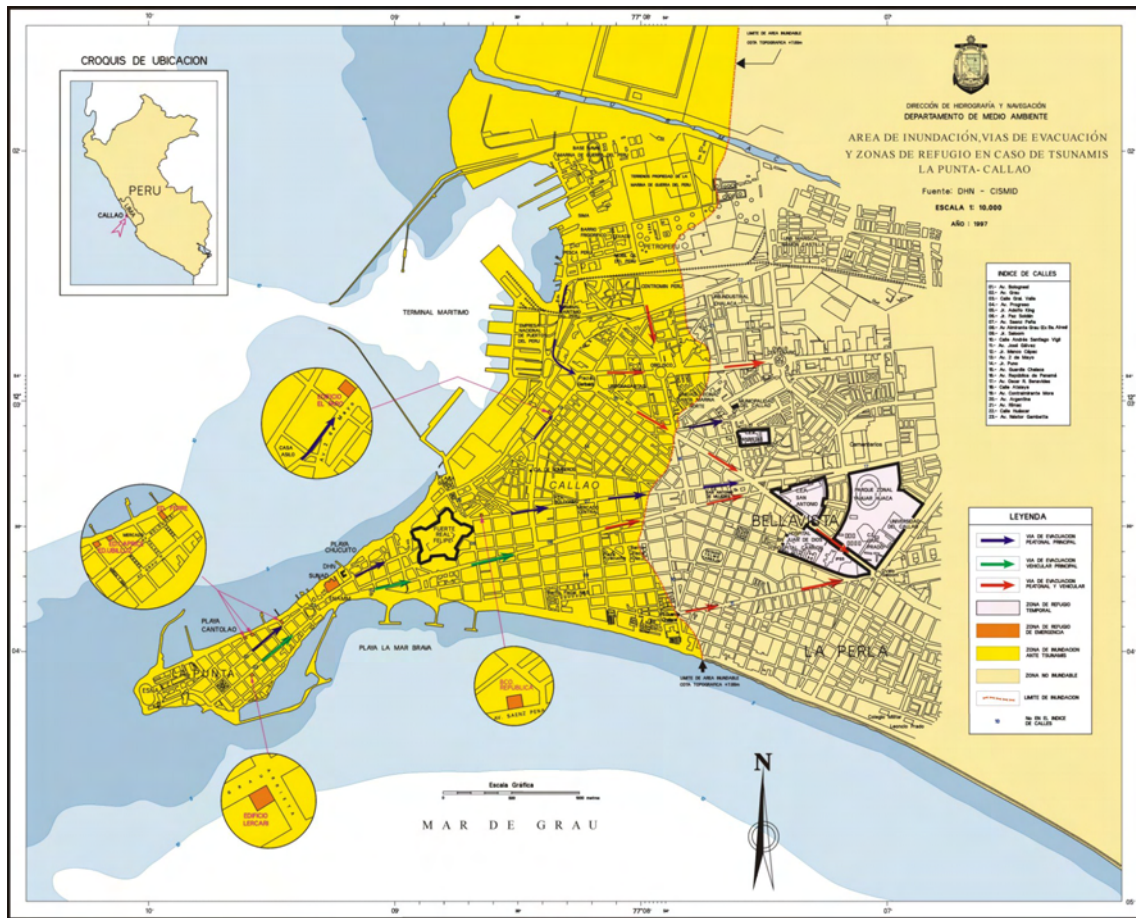


図 2-5-4 La Punta Callao の避難所・避難経路、浸水予想範囲などに関する地図の例

(出典 Callao 市 HP : http://www.callao.org/tsunami/carta_inundacion.htm)

(3) ハザードマップの活用状況

ハザードマップの活用については、INDECI から文書による回答を得た。現在作成されているのは、サステイナブルシティプロジェクトによるもので、都市計画などに活用されている。

1) INDECI からの回答

- 地震ハザードマップの活用

ペルーで観測された最大加速度分布のマップ、最大震度の等値線マップ、代表的な地点の加速度値、震度の最大値、最大震度のマップなどがある。それらは将来、追加調査が実施され、現象の新しい証拠、提案されたマップの変更のための作業が期待される。

- 浸水危険マップの活用

洪水と津波による浸水しやすい地域の特定がなされている。これらの情報をもとに、津波が起った時の避難路、ペルー海岸地域の港湾地区の避難場所の決定に役立つ。

- 地震による地すべりマップの活用

地震の影響に関する知識が反映されている。それらは将来、追加調査が実施され、現象の新しい証拠、提案されたマップの変更のための作業が期待される。地震による地すべりの危険性は住民に知らされている。災害を軽減し、コントロールするための活動として、植林、溪流への堤防の設置、流路整備、擁壁設置など斜面の安定化に用いられる。

- 都市計画のためのハザードマップの活用

都市計画の方向性を決めるために用いられている。危険性が極めて高いところは、将来起こる大きな現象のマイナスのインパクトを減らすため、土地利用が規制される。溪谷の侵食の危険性、経済活動の重要度、歴史的遺産の存在、社会インフラ・上下水道・灌漑・道路などの存在を考慮して、都市開発をコントロールしようと考えている。市街地の周辺地域では、違法な土地利用が進んでおり、地震等により土地、農地、環境にひどい影響を及ぼす破壊を避けるために、ハザードマップが用いられる。

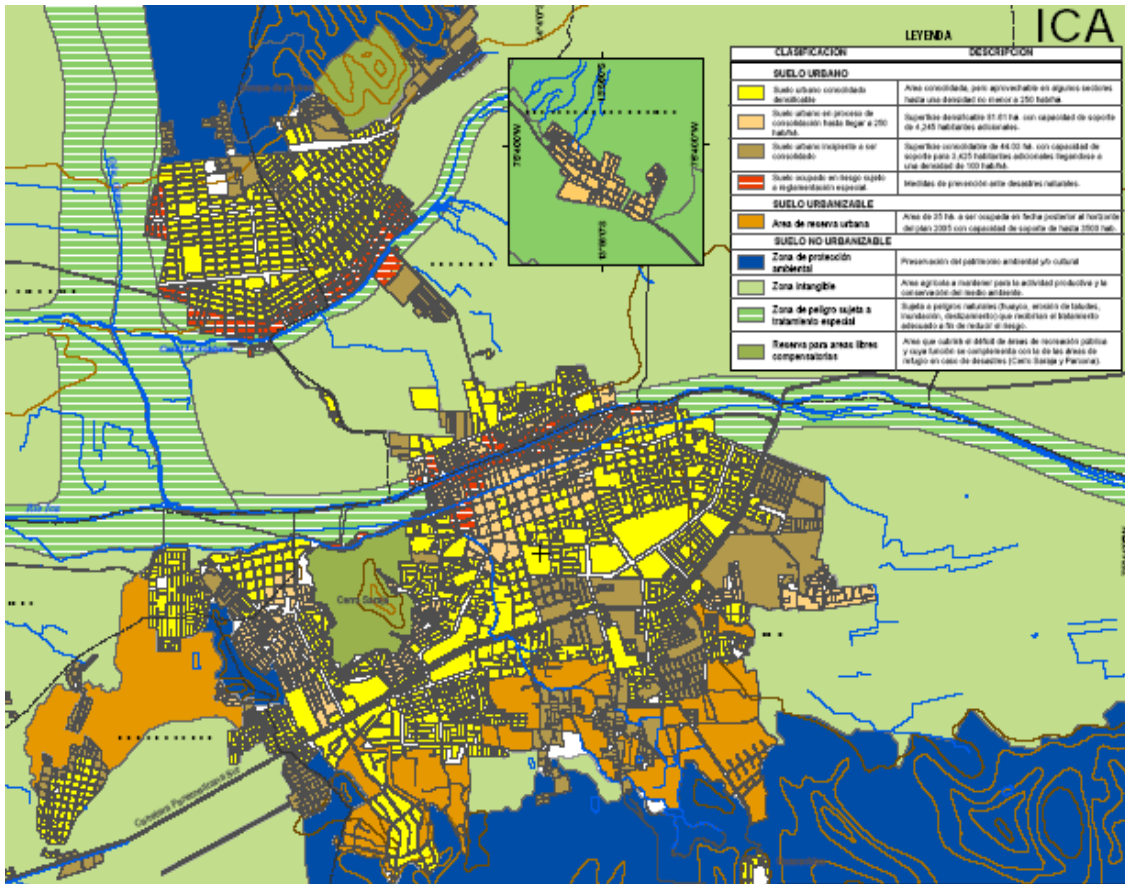


図 2-5-5 ICA 市のハザードマップをもとにした都市開発計画図 (INDECI 資料より)

2-6 地震・津波に対する地域防災計画の整備・活用状況

● Lima 市の防災計画

2008 年首都緊急計画 PLAN DE EMERGENCIA METROPOLITANA 2008

この計画は、Lima 市防災局および防災関係機関が行うべき活動を詳説している。内容は、以下のとおりである。

① 災害・緊急事態シナリオの検討

地震、津波、地すべり、土石流、洪水、都市火災、環境汚染という現象ごとに、起こりうるシナリオの検討。

② 脆弱性、リスク評価

具体的な算定方法は記載されていないが、建物の状態を評価し、どのようなシナリオにより、

どのくらいの影響が出るかを予測。

③ 防災上なすべきこと

具体的には、災害前の対応（例えば、建物の補強、土地の再利用の可能性評価、危険区域内の人口推定など）、災害時（例えば、被害最小化活動、中央・ディストリクトオペレーションセンター無線同時通報システムの構築など）を準備する。

④ オペレーションセンター、出先機関、消防、病院、警察などのなすべき活動

⑤ 調整機関としての Lima 市防災局の役割

上記の計画のほか、Lima 市では下記のような計画が作られている。

- 2009年 Lima 近郊緊急対応計画 PLAN DE OPERACIONES DE EMERGENCIA DE LIMA CERCADO 2009
- 2008 - 2010 年 リマ首都圏郡・州防災警戒計画 PLAN PROVINCIAL / REGIONAL DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES DE LIMA METROPOLITANA 2008 - 2010
- 2009 年 3 月 リマ首都圏リスクマネジメントにおけるコミュニティ教育計画 PLAN METROPOLITANO DE EDUCACIÓN COMUNITARIA EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES MARZO A DICIEMBRE 2009

防災計画は首都圏レベルでは毎年一回、リマ州レベルでは基本的に二年に一回の見直し、改定を行っている。訪問時にちょうど改定のワークショップが開催されていた。



図 2-6-1 防災計画改定のワークショップ



図 2-6-2 Lima 市における半年ごとの地震、火災に対する避難訓練回数 (2009、2010 年は計画数) (Lima 市防災局資料より)

Lima 市は地区ごとに地震・火災避難訓練を行っている。2008 年は 125 回、67358 人参加したそうである。訓練部門 AREA DE CAPACITACIÓN の 8 名がそれに当たっている。

2-7 他の援助機関による地震・津波防災分野協力の動向・実績

(1) 実施中プロジェクトの概要

① UNDP プロジェクト

名称：Sustainable Cities Program in Peru (SCP)

期間：1998 年 11 月から 2011 年

研究代表者：Julio Kuroiwa (UNI 名誉教授)

実施機関：INDECI

担当者：Jenny Parra Small, Cordinadora Programa Ciudades Sostenible

80 人の OJT のできるコンサルタント-----主に、チームワーク、地質学、土質工学、水文・水理学、環境学、都市計画、GIS の専門の大学教授

対象都市：2009 年現在 132 都市で実施済み

成果：

- 現状分析（自然条件、社会条件、災害履歴など）
- 112 都市のハザードマップ
- 70 都市における、ハザードマップを基にした土地利用計画
- 約 1000 の減災プロジェクト・プロフィール

現在、第二ステージにあり、ハザードマップの作成、都市減災プロジェクト・プロフィール

の作成、減災のための土地開発マスタープランへの提言、今後5年間のアクションプランなどが作成または検討されている。

以下の活動のため、INDECI、MVCS、労働省、教育省が合意の署名をした。

- ① 貧困層に対して、安全で健康的な住宅を提供する
- ② 病院、学校の安全化を図る
- ③ Lima 首都圏における地震・津波対策の進展

2004年に、都市計画には減災コンポーネントを含むことという法律が成立した。責任機関は、Lima都市圏研究所 Instituto de Metropolitana de Lima (IML) で、2007年1月23日に会議が開かれ、2007-10年の活動計画が見直され、INDECI/UNDP SCPを通じて、減災計画を取り入れることになった (IML-INDECI 合意書)。最近、今後の作業に地質鉱山金属局 (INGEMMET) と CISMID がプロジェクトに合流することになった。2007-08年、Lima市北部と南部の13地区で、ハザードマップを優先的に作るようになった。Lima市は全体で42地区あり、第一ステージでは旧市街地、既成市街地が対象であった。これからの2年間では津波の危険性のある低地域 (Callao region, the districts of La Punta, Callao and Ventanilla) でハザードマップを作成する。

② 世銀プロジェクト

名称：ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA Y ZONIFICACIÓN DE PELIGRO DE TSUNAMI EN LAS CIUDADES DE CHINCHA BAJA Y TAMBO DE MORA

(Chincha Baja市と Tambo de Mora市における地震マイクロゾーンネーションと津波危険ゾーンネーション)

期間：2008年8月に終了

実施機関：CISMID、支援機関：世銀

プロジェクト費用：FORSUR (Fondo de Reconstrucción del Sur)

対象都市：Chincha Baja市と Tambo de Mora市

主な成果：

- Tambo de Mora市 2007年地震被害状況図、Tambo de Mora市 2007年津波浸水域図、Tambo de Mora市 2007年液状化ポテンシャル図、Tambo de Mora市津波浸水域予測図、Tambo de Mora市地震マイクロゾーンネーション図
- Chincha Baja市 2007年地震被害状況図、Chincha Baja市地震マイクロゾーンネーション図
- 地質図、土地利用提案図、地盤工学図
- 都市開発への提案、住宅の耐震化への提案

③ IDB プロジェクト

名称：Apoyo al a Gestión Integral de Riesgos de Desastres Natural en Zonas Urbanas / PE—T1143
(都市地域における自然災害リスクの総合的管理に対する支援)

実施機関：MVCS Oficina del Programa de Gestión Territorial, CISMID (技術的コンサルティング)

予算：125万ドル (Fondo Fiduciario de Múltiples Donantes para la Prevención de Desastres (MDP))

表 2-7-1 プロジェクト経費

コンポーネント	期間 (月)	BID (MDP) 百万ドル	ローカル分 百万ドル	合計 百万ドル
コンポーネント 1 (リスク評価) Componente 1. - Evaluaciones de Riesgos en Zonas Urbanas	12	422	10	432
コンポーネント 2 (総合リスク管理システム) Componente 2. - Sistema de Gestión Integral del Riesgo	18	412.5	25	437.5
コンポーネント 3 (訓練、ワークショップ) Componente 3. - Programa de Capacitación y Talleres de Difusión y Sensibilización	18	50	37.4	87.4
実行、運営 Unidad Ejecutora /Administración del proyecto	18	48	152.6	200.6
予備費 Imprevistos	18	47.5	25	72.5
会計監査 Auditoría	1	20	0	20
合計		\$1,000	\$250	\$1,250
割合		80%	20%	100%

(IDB の Web サイトより)

時期：9月上旬にサイン、2010年にスタートし、実施期間18ヶ月

プロジェクトの内容は、次の3つのコンポーネントからなる。

- ① コンポーネント 1：Lima 市における地震マイクロゾーンネーションと脆弱性のパイロットスタディ

Lima 市内の6地区；

- (1) San Juan de Lurigancho (人口稠密、貧困地域)
- (2) Comas (脆弱性の高い地)
- (3) Puente de Piedra (極貧地域)
- (4) Villa El Salvador, (5) Chorrillos, (6) La Molina (貧困、地盤の悪い地域)

既存資料の収集、リスク評価対象物となる建物等のインベントリー (病院、学校、警察、公共インフラ - 橋、上下水道、代表的な住宅)、評価・診断 (i 海岸地域の津波リスク、ii 建物の脆弱性診断、シナリオによるリスク評価、iii 耐震性強化のための代替案の提案) などを行う。

同時進行で、国内の5都市¹ Pisco、Paita、Tambopata、Cajamarca、Ayacucho で、地震、津波、地すべり、洪水、鉄砲水、エルニーニョ現象などのリスク評価も行う。

- ② コンポーネント 2：住宅、都市、衛生分野でのリスク総合管理システム

ここでは、都市地域での災害に対する総合リスク管理システムのデザインを行う。その視点は、a. 組織の能力、財政力の評価、b. 法的な組織構造、c. 公共的支出の見直しなどである。財政力診断では、国内での自然災害からもたらされる突然の支出に対するシステムの存在が含まれる。また、このコンポーネントとして、防災・減災計画 (Plan de Prevención y Mitigación (PPM))、緊急対応計画 (Plan de Respuesta a Emergencias)、Lima 市におけるパイロットシステム実施アクションプラン (Plan de Acción para la implementación piloto del sistema en Lima) が作

¹ ヒアリングでは Cañete, Paita, Huarney, Cajamarca, Ayacucho を挙げた。

成される。

- ③ コンポーネント 3：災害リスク管理における普及、理解のための訓練・ワークショップ
公務員、国、地方の当局者に対して訓練のための 10 のワークショップが実施され、最終的には一般国民に対して災害リスク総合管理システムが伝達、普及されるようにする。

第3章 協力計画概要

詳細計画策定調査団は、本プロジェクトの実施機関となる日本ペルー地震防災センター（CISMID）をはじめとしたペルー国における地震・津波防災に関わる様々な研究機関、行政機関との協議、及び現地視察を経て、協力の基本計画、実施体制、対象地域等を検討し、CISMID 及びその上位組織である国立工科大学（UNI）と合意を形成したうえで、ミニッツにより確認した。

本プロジェクトで研究に取り組む地震・津波の危険度評価及び被害想定技術、耐震診断・補強技術、及び地震・津波災害軽減の視点を取り入れた土地利用・都市開発と地域減災計画の策定手法などは、いずれもペルー国の研究・開発ニーズに合致したものであり、特にリマ首都圏におけるこれら技術、手法の適用が期待されている。

ペルー側と合意した協力計画の概要は以下のとおりである。

3-1 協力の基本計画

本プロジェクトは、ペルー沿岸の海溝型巨大地震による地震・津波被害の予測・軽減に資する技術と施策を開発・策定することを目標としている。この目標を達成するために、ペルー国に甚大な被害を及ぼし得る想定地震シナリオの設定、地震シナリオに基づく地震動・津波シミュレーションと被害予測に係る先端的な技術を開発するとともに、被害予測結果に基づく減災施策の検討、並びに建築物の耐震診断・耐震補強技術などの減災に役立つ技術の開発を行う計画である。

プロジェクトの名称について、ペルー側からの協力要請書に記載されたプロジェクト名称を、上記のような協力の目的・内容を簡潔に表現できる名称に変更することを提案し、下記の名称とすることで合意に至った。

(英文) Project for Enhancement of Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation Technology in Peru

(西文) Proyecto de Fortalecimiento de Tecnología para Mitigación de Desastres por Terremoto y Tsunami en el Perú

合意した協力の基本計画（マスタープラン）は以下のとおりである。

(1) プロジェクト目標

ペルー沿岸の海溝型巨大地震による地震・津波被害の予測・軽減に資する技術と施策が開発・策定される。

(2) 成果と活動

成果1：ペルー国に最も甚大な被害を及ぼし得る海溝型巨大地震のシナリオが設定される。

活動： 1-1. 過去の地震災害履歴を検証し、ペルー沿岸で発生する海溝型地震の特性を把握する。

1-2. 過去の津波災害履歴を検証し、ペルー沿岸で発生する津波の特性を把握する。

1-3. ペルー沿岸で発生する海溝型地震の特性に適した震源モデルを作成する。

1-4. 震源モデルを用いて予備的な地震動予測・津波予測を行い、調査対象地域に最も大きな地震・津波被害を及ぼし得る海溝型巨大地震シナリオを検討する。

成果 2：調査対象地域の地理情報が整備される。

活動： 2-1. 衛星画像から調査対象地域のデジタル標高モデル（DSM）を作成する。

2-2. 衛星画像を用いて調査対象地域の広域土地利用区分図、及び市街地については建物区分図を作成する。

成果 3：シナリオ地震による調査対象地域の津波被害が予測され、減災に役立つ技術が開発される。

活動： 3-1. 調査対象地域沿岸の海底地形データを整備する。

3-2. 調査対象地域にある建物、インフラの津波に対する脆弱性を評価する。

3-3. 海溝型巨大地震シナリオに対する津波伝播・遡上シミュレーションを行い、津波被害予測を行う。

3-4. 調査対象地域の津波ハザードマップを作成する。

3-5. 緊急避難施設の設計指針を作成する。

成果 4：シナリオ地震による調査対象地域の地震動・地盤変状が予測される。

活動： 4-1. 調査対象地域において微動観測を行う。

4-2. 調査対象地域において地震観測網を構築し、強震観測を行う。

4-3. 調査対象地域の既存地質データを収集するとともに、補足的にボーリング調査を実施する。

4-4. 調査対象地域の深部および表層地盤のモデル化を行う。

4-5. 海溝型巨大地震シナリオによる地震動及び地盤変状のシミュレーションを行う。

成果 5：シナリオ地震による調査対象地域の地震被害が予測され、減災に役立つ技術が開発される。

活動： 5-1. 海溝型巨大地震シナリオによる調査対象地域の地震被害予測を行う。

5-2. 衛星画像を用いた地震・津波被害を迅速に把握するための技術開発を行う。

成果 6：ペルーの建物特性に適応した耐震診断・補強技術が開発される。

活動： 6-1. 建築物の構造実験・材料実験データを収集・整理し、データベースを作成する。

6-2. ペルーで普及している建物構造種別に応じた耐震診断技術、及び耐震補強技術を開発する。

6-3. 調査対象地域内で地震災害リスクの高い歴史的建造物を特定する。

6-4. 開発された耐震補強技術の効果を構造実験及び数値解析により検証する。

成果 7：調査対象地域における地震・津波防災への取組みが促進される。

活動： 7-1. 地震・津波被害の軽減を目的とした土地利用施策を検討する。

7-2. 調査対象地域の地域減災計画を作成する。

7-3. 防災関係機関及び地域社会に対する地震・津波防災の啓発・普及活動を実施する。

3-2 実施体制

ペルー側

責任機関：国立工科大学（UNI）

実施機関：日本・ペルー地震防災センター（CISMID）（研究代表機関）

協力機関：市民防衛庁（INDECI）、地球物理庁（IGP）、水路・航行局（DHN）、宇宙研究開発委員会（CONIDA）、災害予防・研究センター（現地 NGO）、文化庁（INC）、住宅・建設・衛生省（MVCS）、建築訓練所（SENCICO）、リカルド・パルマ大学（URP）、電子政府・情報局（ONGEI-PCM）、調査対象地域の自治体

ただし、協力機関については、現時点で確定したものではなく、プロジェクト実施中に協力を求めるべき機関の見直しを行い、協力取付けのための働きかけを行っていく。CISMID は、これら協力機関の参加・協力を確保すべく、協力協定の締結、協力要請・承諾の書簡の交換などを行う。

日本側

実施機関：千葉大学を研究代表機関とする研究チーム

研究グループ

本プロジェクトでは、5つの研究グループを擁する。研究グループ構成は表 3-2-1 のとおり。

表 3-2-1 研究グループメンバー暫定リスト

Peruvian side	Japanese side
1. Seismic motion and geotechnical group (responsible for Output 1 and 4)	
<u>Zenon Aguilar</u> (CISMID) Jorge Alva (CISMID) Ronald Woodman (IGP) Hernando Tavera (IGP) Leonidas Ocola (IGP) Alberto Martinez (IGP) Fernando Lazares (CISMID) David Luna (CISMID) Luis Chang (CISMID)	<u>Shoichi Nakai</u> (Chiba University) Toru Sekiguchi (Chiba University) Hiroshi Arai (Building Research Institute) Hiroaki Yamanaka (Tokyo Institute of Technology) Nelson Pulido (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)
2. Tsunami group (responsible for Output 1 and 3)	
<u>Carlos Holguin Valdivia</u> (DHN) Miguel Estrada (CISMID) Julio Kuroiwa (CISMID) Cesar Jimenez Tintaya (DHN) Gilberto Tacilla (DHN) Carlos Marcos Villanueva (DHN) Mario Guerrero (DHN)	<u>Shunichi Koshimura</u> (Tohoku University) Manabu Shoji (Tsukuba University) Yuji Yagi (Tsukuba University) Yushiro Fujii (Building Research Institute)
3. Building group (responsible for Output 6)	
<u>Carlos Zavala</u> (CISMID) Javier Pique (UNI) Eduardo Temoche (URP) Hugo Scaletti (CISMID) Rafael Torres (CISMID) Patricia Gibu (CISMID) Gabriela Silva (INC) Maria del Carmen Corrales (INC) Luis Quiroz (CISMID) Ricardo Proaño (CISMID)	<u>Taiki Saito</u> (Building Research Institute) Shunsuke Sugano (Building Research Institute) Masaomi Teshigawara (Nagoya University) Koichi Kusunoki (Yokohama National University) Carlos Cuadra (Akita Prefectural University)

Rafael Salinas (CISMID)	
4. Damage assessment group (responsible for Output 2 and 5)	
<u>Miguel Estrada</u> (CISMID) Jorge Pacheco (CONIDA) Max Lazaro (ONGEI-PCM) Gustavo Henriquez (CONIDA)	<u>Saburo Midorikawa</u> (Tokyo Institute of Technology) Hiroyuki Miura (Tokyo Institute of Technology) Yoshihisa Maruyama (Chiba University) Masashi Matsuoka (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)
5. Disaster mitigation plan group (responsible for Output 7)	
<u>Alberto Bisbal</u> (INDECI) Francisco Rios (CISMID) Jose Sato (PREDES) Luis Tagle (MVCS) Fernando Neyra (MVCS) Carmen Kuroiwa (SENCICO) Flor de Maria Valladolid (EMILIMA) Miguel Evangelista (EMILIMA) Victoria Ramos (CISMID)	<u>Fumio Yamazaki</u> (Chiba University) Miki Muraki (Chiba University) Hideki Kaji (Tokyo Institute of Technology) Hidehiko Kanegae (Ritsumeikan University)

Note: Persons with underline are group leaders.

3-3 調査対象地域

リマ首都圏を調査対象地域とすることについては、全ての関係者の意見が一致したが、その他にどの地域を対象とするか、また何箇所を対象とするかで意見が分かれた。候補として挙げられた地域はチンボテ (Chimbote) 市、タクナ (Tacna) 市、アレキパ市、ピスコ市などである。全ての対象地域で同じ研究活動を行う必要は無いことから、研究グループごとに異なる対象地域を設定することも視野に入れつつ引き続き検討し、最終的にはプロジェクト開始後の初期の段階で確定することとした。

第4章 プロジェクトの事前評価

詳細計画策定調査で収集した情報を基に行ったプロジェクトの事前評価の結果は以下のとおりである。

4-1 妥当性

本プロジェクトは、以下の理由から妥当性が高いと判断される。

(1) 対象国の社会、裨益対象者のニーズとの整合性

ペルーでは、太平洋岸の沖合で発生するプレート境界型巨大地震によって、地震・津波の甚大な被害が繰り返し発生することは、歴史が証明している。従って、沿岸部の諸都市は恒常的な地震・津波リスクに晒されており、特にペルー国の政治、経済、社会の中核であるリマ首都圏の地震・津波災害リスクはペルー国の政府、社会において深く憂慮されている。本プロジェクトは、先端的な科学技術によって、地震・津波災害リスクを評価し、これに基づく効果的な減災技術・施策を提案していくものであり、対象国社会のニーズに合致している。

また、プロジェクトの直接的な裨益対象者であるペルー側共同研究者は、日本の先端的な防災技術に対して強い期待を抱いており、本プロジェクトの共同研究活動を通じて自らの知見・技術を向上させていきたいとの要望を示していることから、裨益対象者の支援ニーズと整合している。

(2) 相手国の開発政策及び日本の援助政策との整合性

ペルー国には国家開発計画が存在せず、省庁毎にセクター計画が策定されている。防災分野のセクター計画は「国家防災計画」であり、前述のとおり、本プロジェクトは同計画において掲げられている5つの具体的な目標のうち、「災害リスクの評価」、及び「災害予防を考慮した開発計画・事業の推進」に寄与するものであり、ペルー国の国家防災計画と整合している。

日本の援助政策との整合性について、本プロジェクトは、日本政府の対ペルー国別援助計画の重点分野「環境保全」の下に位置づけられる「自然災害の予防・復旧」、及び JICA の国別援助実施方針の重点分野「地球規模問題への対処」の下に位置づけられる「防災・災害復興支援」にそれぞれ対応するものであり、整合性は確保されている。また、日本政府は、政府開発援助を通じた防災分野における開発途上国支援の基本方針として2005年1月に「防災協力イニシアティブ」を発表しており、同イニシアティブでは、「具体的な取組」として、災害に強い国土づくりのための制度（土地利用計画・制度などを含む）構築支援、災害予測・リスク評価・耐震技術等の防災技術に係る人づくり支援などを挙げていることから、本プロジェクトの協力内容はこれに沿うものである。

4-2 有効性

本プロジェクトは、以下の理由から有効性が見込める。

(1) プロジェクト目標と成果の間の因果関係

プロジェクト目標は、地震・津波災害の①リスク評価技術の開発、②軽減ための技術開発、

及び③軽減のための施策策定という3つの要素から構成される。この目標に対して、成果の1と2では地震・津波被害予測の共通の基礎となる地震シナリオ設定と地理情報整備を、成果3では津波被害の予測・軽減技術開発を、成果4、5、6では地震被害の予測・軽減技術開発を、そして成果7では地震・津波被害軽減のための施策策定を、それぞれ達成する設計となっている。従って、プロジェクトを構成する7つの成果は、上記で述べたプロジェクト目標の達成に必要な要素を過不足無く含んでおり、プロジェクト目標と成果の間の因果関係は適切で、成果の達成がプロジェクト目標の達成につながると判断される。

4-3 効率性

本プロジェクトは現時点において、効率性の高い計画内容となっていると判断される。

(1) 活動・投入計画の適切性

本プロジェクトの活動計画、投入計画は、成果を達成するために必要十分な内容が盛り込まれており、計画どおりに活動が実施されれば、効率的な成果達成が可能な設計となっている。特に、ペルー側実施機関である CISMID には、過去の日本の技術協力及び日本への留学等によって育成された人材や、日本から供与した研究機材・施設などのリソースが蓄積されており、これらを有効に活用することによって、高い効率性が期待される。

ただし、本件のような研究・技術開発を主体としたプロジェクトでは、研究活動の進展に伴ってその後の活動の展開が変わっていく可能性が高く、活動計画及びそれに連動する投入計画の柔軟な修正が必要となる。

4-4 インパクト

本プロジェクトでは、以下のようなインパクトが予測される。

(1) 考えられる正・負の影響・波及効果

現時点で想定される正（プラス）の影響・波及効果として、これまで互いに協力して地震・津波防災に取り組んだ経験の少ない防災関連の行政機関（市民防衛庁、地球物理庁、文化庁等）、及び CISMID 等の研究機関や NGO が、本プロジェクトを通じて協力関係を構築することにより、プロジェクトの終了後においても、この組織横断的協働体制がペルーにおける地震・津波防災の推進に寄与すると期待される。防災は様々な分野に関わる横断的課題であり、有効な災害対策を講じるためには、異なるセクターの行政機関、研究機関、NGO 等が協力して取り組むことが求められる。

また、本プロジェクトの成果は、ペルー国における地震・津波災害の軽減に寄与することが期待されるとともに、海溝型地震による地震・津波災害のリスクに晒されている環太平洋地震帯に位置する他の国々、中でも特にペルーと極めて類似した自然条件下にある近隣国のエクアドルやチリにおいても地震・津波災害の軽減に役立てられることが期待される。

他方、現時点では、負の影響は想定されない。

4-5 自立発展性

本プロジェクトによる効果は、以下の理由によりプロジェクト終了後も継続・発展するものと見込まれる。

(1) 政策・制度面

ペルー国の防災体制は、市民防衛体制法によって規定されている。2007年のイカ州沖地震の経験から現行の防災体制は不十分であるとの認識により、ペルー政府は法改正を検討中である。改正の方向性として、現在の国際的な防災の考え方を取り入れ、災害リスクを考慮した開発の推進などを重視しており、本プロジェクトで取り組む課題が、同法の改正により重要性を増すものと考えられる。したがって、政策・制度面における本プロジェクトの効果の継続・発展性は高いと判断される。

(2) 組織・財政面及び技術面

本プロジェクトの実施機関である CISMID は、日本の協力によって 1986 年に設立されて以来、20 年以上にわたって発展を続け、現在では南米を代表する地震工学・地震防災分野の研究機関となったことから、ペルーにおける理工学系国立大学の最高学府である国立工科大学の中でも CISMID の地位は高く、組織的な側面における存続の懸念は少ない。財政面について、CISMID の通常予算の規模は小さく、財政力に若干の不安があるものの、国際機関や民間企業からの受託研究・調査による収入が安定的に獲得できており、本プロジェクトを通じて CISMID が研究能力を高めていけば、受託研究・調査による収入は今後も引き続き確保できると考えられる。

第5章 協力実施上の留意点

5-1 プロジェクト実施機関の財政状況、人員体制

日本ペルー地震防災センター—Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID)

CISMID は、わが国の協力によって設立された南米随一の地震防災研究センターである。CISMID は、地震防災を中心とした各種の自然災害の防止を図るための研究とその成果の普及を行うため、ペルーのみならず広く南米の各国に貢献することを目的としている。このセンターは日本の海外技術協力の一環である JICA のプロジェクトとして 1986 年に開始された。CISMID は国立工科大学土木工学部 Facultad de Ingeniería Civil (FIC) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) に所属している。

研究分野は、都市防災計画、地盤条件の分類（マイクロゾネーション）、建築物の耐震診断・補強補修方法および耐震設計法、ローコスト住宅・土木構造物、文化遺産の保護などの耐震技術の研究開発を中心とし、洪水、地すべり、なだれ、鉄砲水、断層も対象としている。

設立後、20 年以上たち、地震工学、構造地質学、建築構造、防災・減災計画の国内また国際的研究者を世に出してきた。シンポジウム、研修コース、ワークショップ、セミナーなどを開催し、研究成果など地震に関する知識の普及にも努めた。また、UNDP、世界銀行、IDB などの資金による開発プロジェクトのコンサルタントとして、地震防災調査、地震被害の軽減策策定、インフラの整備・強化にも貢献して来た。

また、下記の国際的な会議でも研究発表を行ってきた。

- X Conferencia Mundial de Ingeniería Antisísmica en Madrid - España (1992)
- XI Conferencia en Acapulco - México (1996),
- Congreso Mundial de Ingeniería Estructural en San Francisco - EE.UU (1998), Conferencia Asia Pacífico de Estructuras de Acero en Seúl - Corea (1998),
- XIII Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica en Nueva Zelanda (2000),
- II Conferencia Iberoamericana de Ingeniería Sísmica de Madrid (2001)
- XIV Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica a desarrollarse 2004 en Vancouver Canada.

CISMID の組織図（2009 年）は以下のとおりである。

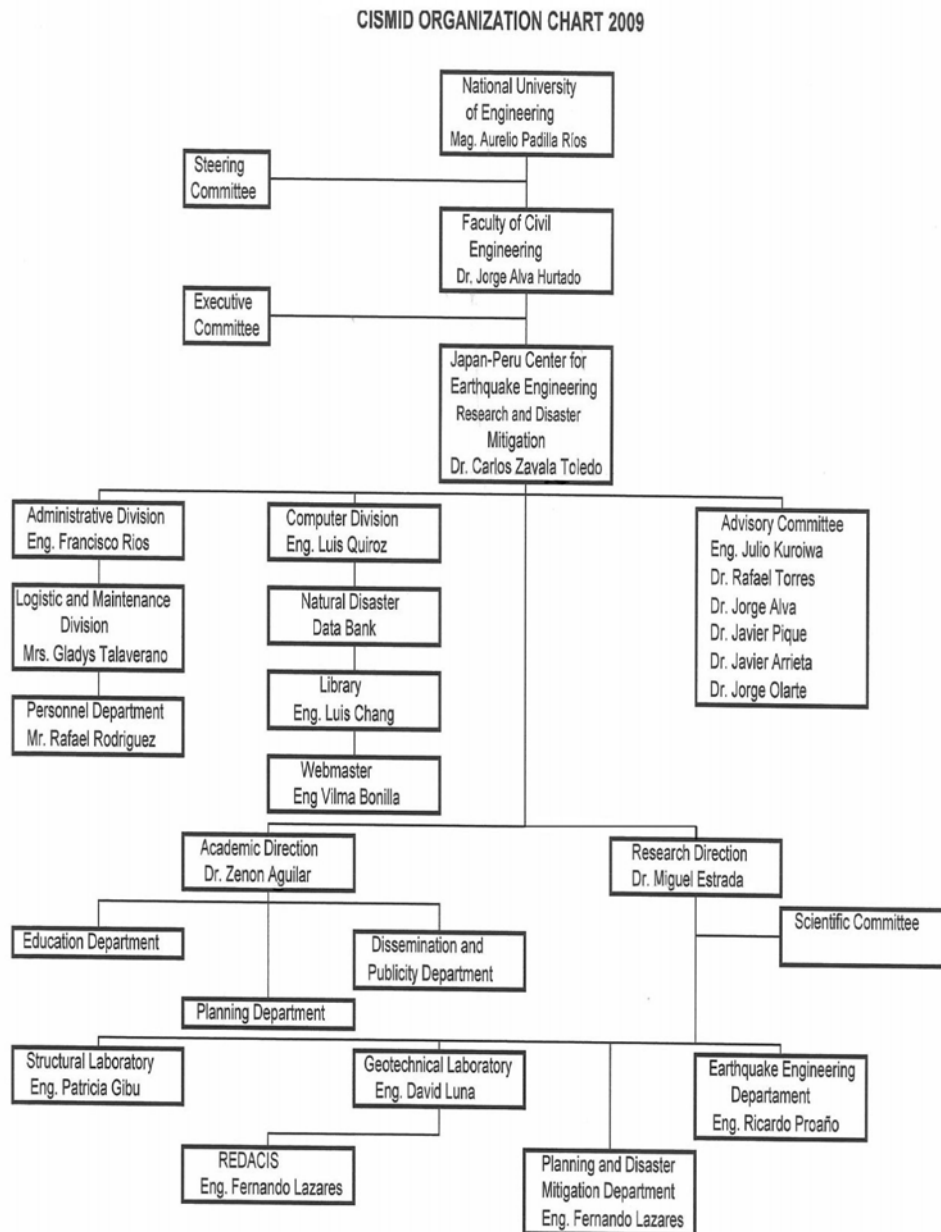


図 5-1-1 CISMID の組織図（2009 年）

プロジェクト実施機関である CISMID の財政状況は、CISMID の年間予算表から読み取ることができる。2009 年の年間予算は総額 519,570US ドル（1,558,700 Nuevos Soles）である。支出の半分以上は機材・耐久財費（機械、実験施設の機材、家具類、事務用品、講師）である。収入については、UNI からの資金のほか、地震防災にかかわる国家プロジェクト、国際支援機関のプロジェクトに参画することによって得られるコンサルタント料がある。

5-2 CISMID と防災関係機関との連携

本プロジェクトで実施する共同研究活動を効率的に実施し期待される成果を達成するため、そして共同研究の成果をペルーにおける地震・津波防災に十分活用してもらうためには、実施機関の CISMID のみならず、多くの行政機関、大学・研究機関、NGO 等の参加・協力が不可欠である。幸

い、そのような多くの機関が本プロジェクトに関心を示し、研究グループのメンバーとなってプロジェクトの活動に参加する意向を表明しているため、本プロジェクトにおける共同研究活動を通じてこれらの関係機関との関係を強化し、プロジェクト実施中はもちろんのこと、プロジェクト終了後も密接な連携・協力を継続していくことが重要である。本プロジェクトを通じて、防災関係機関の間の連携・協力関係が構築されれば、ペルー国の地震・津波防災にとって大きなプラスの効果となる。

5-3 プロジェクトの成果の近隣国への普及

本プロジェクトを通じて得られる成果は、ペルーと同様に太平洋沿岸にあるエクアドルやチリなどでも活用可能と考えられることから、本プロジェクトの活動の一環として、これら近隣諸国の地震・津波防災関係者を招聘し、情報発信、成果発表等のための国際セミナーを開催することにより近隣諸国への成果普及を図ることが期待される。

実施協議報告書

詳細計画策定調査で署名したミニッツに基づき、プロジェクトの基本合意文書である討議議事録 (Record of Discussions: R/D) の協議が、JICA ペルー事務所と CISMID 及びペルー国際協力庁 (APCI) をはじめとするペルー政府関係機関との間でなされた。結果として、詳細計画策定調査のミニッツに添付されていた R/D 案が、ほぼそのまま受け入れられ、2010 年 1 月 15 日に R/D の署名がなされた (附属資料 5 - 1 及び 5 - 2 参照)。

ペルー被害地震年表

年	月	日	時刻	資料番号	マグニチュード、震源情報等	被害状況等
1515				1	Mw:8.70	AREQUIPAにおいて地すべりが発生。津波：波が複数回通常の海岸線（の位置）を越えた。
1533				5		Limaで地震。Hernando PizarroがPachacamac聖所に到着する前に知らされた。
1552	7	2	5:30	2		Limaで被害。カルロス国王は建物の高さを5バラ（5.2m）に制限するよう命令。
1555	8			5		Arequipaで家が多数壊れ、多くの死者が出た。
	11	15		5		Limaで建物損傷の原因となった。
1578	6	17	12:05	2		Virreyの家、教会、宮殿が破壊。MMI:7
1581				1	Mw:7.66	YANAOGA（CUSCO）において、全ての住民とともに村・部落が地中に沈んだ。
1582	1	22		1	Mw:8.24	SOCABAYA（AREQUIPA）市全域が浸水被害を受けた。建物倒壊:300棟。
	1	22		5		Arequipaの町が廃墟のようになった。300軒以上の家が壊れ、35人以上死亡。
1586	7	9		1	Mw:8.69	LIMA、CALLAOでの地震の前に轟音を観測。SAN CRISTOBALの丘とValleの高台、他数カ所で大きな岩と石が崩れ落ちた。地面に亀裂が発生。市の大半の建物が破壊した。
	7	9	19:00	2		LimaとCallaoで破壊。津波を伴い、22人が死亡。
	7	9		5		Limaで、人的被害はわずかにもかかわらず、建物が倒れた。大地は60日揺れ続け、揺れはHuánuco と Cuzcoでも感じられた。
1604	11	24		1	Mw:9.40	AREQUIPA、MOQUEGUA、TACNA、ARICA（CHILE）で津波を観測。ILOの近くで大規模な地滑りが発生。推定損害額：100万ペソ。
	11	24		5		南部海岸の町Arequipa、Moquegua、Tacna、Aricaが廃墟のようになった。被害はIcaまで及んだ。Arica と Piscoの港は津波で破壊された。
1606				4		Arequipaで地震
1609	10	19		1	Mw:8.65	LIMAで震度9の揺れ、前震を確認。建物倒壊の被害があった。
	10	19	20:00	2		前の地震と同じくらいの被害。カテドラルが大被害を受けた。
1615	9	16		1	Mw:8.84	TACNA、ARICA（CHILE）、ARICAで重要な建造物が倒壊。TACNAでも被害があった。
1619	2	14		5		Trujilloで地震。広がり Villás de Saña と Santaまで及び、350人以上が死亡。
1619	2	19		1	Mw:8.68	TRUJILLOのあちこちで地割れが発生。Gredosa（フォーラー土質）の水に包まれて、粘性を持った悪臭を放つ物が噴出し、複数の川を汚染。市内の建物は土台から倒壊した。
1630	11	27	10:30	2		いくつかの建物が破壊。死者多数。
1644	5	12		5		Icaで300人以上死亡。以後、小さいながら60の地震が続いた。
1650	3	31		1	Mw:8.19	YURISQUE、OROPESA、PAUCARTAMBO、FREÁTICOCOLLAOの台地すべてが壊滅。CUSCO（主としてYURISQUE）で大きな被害があった。大規模な地滑りや複数箇所での地面の亀裂が発生。地下水（層）のレベルが障害を受けた（disturbio）。
	3	31		5		Cuzcoで教会や建物の大部分が倒壊した。被害は Abancay と Andahuaylasまで及んだ。
1655	11	13		1	Mw:8.80	LIMA、CALLAO、中央広場とGUADALUPE修道院の近くで深い亀裂が発生。多くの家と建物が倒壊。
	11	13	14:45	2		Limaで 破壊的な地震。Limaのアルマス広場とJesuitasの教会が被害。Callaoでも被害。
	11	13		5		Limaで多くの家、建物が倒壊した。
1664	5	12		1	Mw:7.37	ICAの様々な場所で地割れが発生。市内のいくつかの井戸の水が溢れた。多数の巨大な樹木が根こそぎ倒れた。瞬間的な被害であった。
1666				4		Arequipaで地震
1668				4		Arequipaで地震
1678	7	17	19:45	2		Limaで強い地震。
1687	10	20		1	Mw:9.00	CANETE（LIMA）、PISCOでは、轟音と地面の「うねり」を観測。ICAとCANETE間で数kmにおよぶ大きな亀裂が発生し、大きな被害を受けた。津波：PISCO港を破壊。
	10	20	4:15	2	ML8.0	Limaが成立して以来、もっとも破壊的地震。LimaとCallaoは残骸のような状態になる。Callaoで津波によって100人くらい死亡。MMIで9（Lima?）
	10	20		4		Arequipaで地震
	10	20		5		Limaが2回の地震で首都が廃墟となるような大災害。Cañete、Ica、Palpa、Nazca と Camanáの農場で揺れを感じた。死者は300人を数え、同年12月12日まで大地が揺れた。
1716	2	6		1	Mw:8.80	TORATA（TACNA）村が崩壊した。
1716	2	10		1	Mw:8.64	PISCO（ICA）で地割れが発生。轟音とともに粉塵、水が噴出。全住家が倒壊。
	2	10		5		Piscoで地震。家が崩壊し、地面が開き、水が噴き出した。
1746	10	28		1	Mw:9.20	LIMA、CALLAOで大きな津波を観測：海が陸上1レグア（約5km）まで進んだ。HUAURA川の堅固な橋が倒壊した。LUCANA（AYACUCHO）では地滑りと地割れが発生。地震動はGUAYAQUIL（ECUADOR）、CUSCO、TACNAでも感じられた。LIMAの99%の建物が倒壊。
	10	28	22:30	2	震央11.6s、77.5w	Limaで歴史上最大の地震。3000軒のうち、25-30軒が残るのみ。6万人の人口で1141人死亡。Callaoは津波で完全に破壊、5000人のうち4800人が死亡。GuayaquilからTacnaまで揺れを感じた。
	10	28		5		Limaで地震。揺れはMMIで11程度。首都は1687年の地震の復興が終わらないうちに、3000軒の家のうち25軒しか建っていないかった。カテドラルを含む建物が倒壊した。被災者（死者）の数は、そのときの証言によれば、6万人の人口のうち、1141人であった。El Callaoでは再び津波で多数が死亡。24時間で200回近い揺れを数えた。
1747				1	Mw:6.16	AYAPATA、PUNO、BROTÓ AGUA CEN AGOSAで大きな被害があった。

ペルー被害地震年表

年	月	日	時刻	資料番号	マグニチュード、震源情報等	被害状況等
1784	5	13		1	Mw:8.00	AREQUIPAで建物が倒壊した。住宅は瓦礫になり、街路の舗装も被害を受けた。
	5	13		5		Arequipaで54人が死亡し、家や建物が壊れ、廃墟のようになった。
1806	12	1		2		1.5分から2分に及ぶ長い揺れで、いくらかの被害が発生。
	12	1		5		Lima?で津波が起こり、湾内の船が破損した。
1821	7	10		5		Arequipa, Camaná, Ocoña, Caravelí, Chuquibambaba, Valle de Majesで被害
1828	3	30		2		強い地震で30人死亡
1847				1	Mw:5.45	HUANCARAMA (APURÍMAC) で壊滅的被害を受けた。
1857	8	20		1	Mw:7.42	PIURAで地割れが発生し、そこから黒い水が噴出。多数の建物が倒壊した。
1868	3	30		5		Limaでカテドラルのような建物に廃墟となるような重大な結果をもたらした。統計によれば、180人の死亡を数えた。
1868	8	13		1	Mw:9.50	ARICA, IQUIQUE, TACNA, MOQUEGUA, ILO, TORATA, AREQUIPA, ICAで大規模な建物倒壊の被害を受けた。あちこちで地割れ、泥水の噴出が発生。AREQUIPAでは地面のきしみ、うねりが発生。ARICAの突堤・防波堤morroは破碎・裂け目ができた。CALDERAの丘陵、YURA (AREQUIPA) の温泉の隣接地と同様。GUAYAQUIL (ECUADOR) で地震による揺れが感じられた。大きな津波も観測された。
1877	5	9		5		南部海岸のIlo や Aricaの港で津波があり、Pabellón de PicaとXXの港が壊滅した。
1897	9	20	11:25	2		強い地震で建物が被害がでた。Callaoで震度がとても高かった。
1904	3	9		5		Limaで地震。住宅の崩壊。Trujillo, Huánuco, Pisco, Ica, Ayacuchoで揺れを感じた。
1904	3	20	5:15	2	ML7.2	La Milina, Chorrillos, Callaoで多くの被害。MMI:7-8
1912	7	24		1	Mw:8.10	PIURA, PIURA市内の99%の建物が破壊。PIURA川の乾いた川床に亀裂が発生。水が湧出。PAITA港で地割れが発生。推定損害額:150万ソレス。
1913	8	6		1	PAS:7.90	CARAVELÍ, CHUQUIBAMBA, (AREQUIPA) で全ての建物が倒壊。渓谷の斜面(山腹)で崖崩れが発生。
	8	6		5		Caravelíで公共建物や住宅に被害が出た。
1913	11	4		1	Mw:6.25	CAPAYA, SANAGA, SORAYA, TORAYA (APURÍMAC), CAPAYA, SORAYA, TARRAY, PUENTE, HUAQUIPA, S ANAGAで建物倒壊の被害があった。OLCABAMBA, AMORAY他で大規模な被害があった。
	11	4		5		Apurimacで地震。Aymaraes県で多くの集落が破壊された。
1926	2	11		5		Limaで地震。Chosica, Cañete, Chiclayo, Icaに影響が及んだ。
1928	4	9		1	PAS:6.90	AYAPATA (PUNO) で深刻な建物倒壊の被害があった。ALL INOCAPAE雪山から巨大な氷塊が割れ落ちた。川の傾斜地の崩壊によりダムが形成され、その後、決壊した。
	4	9		5		Carabayaで地震。巨大な氷塊(氷河起源)と土石流が発生した。
1928	5	14		1	PAS:7.30	CHACHAPOYAS, CHINCHIPE (AMAZONAS), CHACHAPOYASにおいて殆どの建物が全壊。HUANCABAMBA (PIURA), CUTERVO, CHOTA, JAEN (CAJAMARCA) は大きな被害を受けた。MOYOBAMBAでは約150棟の住宅が倒壊。約2mの深さの地割れが発生。大規模は崖崩れも発生した。
	5	14		5		Chachapoyasで地震。ほかにペルー北部のアンデス山中の都市が被害を受けた。
1932	6	16	21:23	2		Limaでいくらかの被害。大被害は RimacとCallaoで発生した。
1937	12	24		1	PAS:6.25	CHONTABAMBA (PASCO), CHONTABAMBA渓谷で住宅34棟が倒壊。OXAPAMPAで7棟、EL PROGRESOで23棟、SAN DAVIDで10棟、HUANCABAMBAで18棟の建物が倒壊。CHONTABAMBAとCHOROBAMBAの丘陵で大規模な地滑りが発生。HUANCABAMBAへの細い道で約50kmにおよぶ地割れが発生。
1940	5	24	11:35	2	ML7.2。震源11.2s、77.79w、深さ50km	Callaoで5000軒の家が崩れた。Limaで179人が死亡、3500人が負傷。Chorrillosで80%の家が倒壊。堤防が壊れ、一部分は沈んだ。Limaにある古い構造物は大きな被害を受けた。Callaoではコンクリートで造られた構造物が壊れ、Agraria de la Molina大学の建物も同様に被害を受けた。Portuaria地区で地面の沈下があった。棧橋(埠頭)、鉄道、道路の寸断、パンアメリカン道路(Pasamayo区間)では砂の地すべり多くの被害。津波は150m海岸から後退したあと、高さ3mの津波が押し寄せ、棧橋(埠頭)は浸水した。MMI:8(場所?)
	5	24		5		LimaでMMI:8くらいの揺れがあり、179人が死亡、3,500人が負傷した。住宅の38%が影響を受け、被害は Callao, Chancay, Huacho, Lurinに及んだ。また、Trujillo, Piura, el Callejón de Huaylas, Cajamarca, Chota, Hualgayoc, Huancavelica, Oxapampa, Cuzco、Punoで揺れを感じた。
1941	9	18		5		Cuzcoで教会、礼拝堂、公共建物、住宅に被害が出た。
1942	8	24		1	PAS:8.60	ACARÍ, JAQUI, NAZCA, QUICACHA, ACARÍとJAQUIは瓦礫と化した。NAZCAの30%の建物は全壊。SAN JUAN湾の船着場として使われていた突堤・波止場は1m隆起した。丘陵では崖崩れが発生。CALPAの岩質の丘陵には数インチの亀裂が生じた。LOMAS港では津波が観測された。
	8	24		5		IcaとArequipaで30人が死亡し、住宅が倒れた。MMI:4であった。
1942	9	29		5		Piscoで地震。町と港が壊れた。
1946	11	10		1	PAS:7.25	ANGASCHAJ, PALTAS, SILLAPATA, JOCAIBAMBA (ANCASH), PELAGATOS雪山からMAYAS, QUINCHES SIHUAS, CONCHUCOSまで殆どの住宅が倒壊。地形の変化、大きな崖崩れが発生。最大3.5mの垂直なsaltoのある25km近い断層ができた。QUICHES, MAYAS, HUALLABAMBA, CONCHUCOS, CITABAMBAの近くで無数の地割れが発生。
1946	11	20		5		AncashのPallasca と Pomabambaで1,936人が死亡。45万Km ² の範囲で揺れを感じた。

ペルー被害地震年表

年	月	日	時刻	資料番号	マグニチュード、震源情報等	被害状況等
1947	11	1		1	PAS:7.30	SATIPO (JUNÍN)では鉄筋で補強された厚いレンガ壁が倒壊した。アドベ造りの家は住めない状態になった。無数の崖崩れや溪流 (quebradas)の河床が堰き止められた。その一つが突然壊れたため、OCOPA港が洪水の被害を受けた。SATIPOに向う道路は複数区間が被害を受けた。
1948	5	11		5		Arequipa, Moquegua y Tacnaで価値あるものが失われた。
1948	5	28		5		Cañeteで地震。価値あるものが失われた。
1950	5	21		5		Cuzcoで住宅の半分が壊れた。MMI:7であった。
1950	12	9		5		Icaで4人の死者と重大な破損が引き起こされた。
1953	12	12		1	PAS:7.75	BOCAPÁN, CORRALES, PUERTO PIZARRO, TUMBESでは甚大な物的被害があった。地面に亀裂が発生。Bocapan溪流、Pizarro港の河口、その他複数箇所で泥水が噴出。地滑りも発生した。
	12	12		5		Tumbes と Piuraで、MMI:8の地震で住宅が倒壊した。
1958	1	15		1	PAS:7.30	SANTA RITA DE SIGUAS, AREQUIPA, TIABAYA, YANAHUARA, CAYMA, MIRAFLORES, PAUCARPATA, SABANDÍA, CHARACATO, YARABAMBA, YURA, HUANCA CHUQUIBAMBAでは教会が深刻な被害を受けた。TINBAYA, SABANDÍA, AREQUIPA, MIRAFLORES, YARABAMBA他で住宅が倒壊。MISTI火山と周辺の丘陵で巨大な落石があった。PUNO行きの鉄道線路、パンアメリカン・ハイウェイ、他の複数の道路が崖崩れのため被害を受けた。CAMANA近くで黒色の水の噴出を伴う地割れが起きた。
	1	15		5		Arequipaで家の石が剥がれ落ち、貧しい人たちの家が破損した。
1958	7	26		5		Arequipaで地震。震央はペルーとボリビアの国境近くで、パイプの破断が起こった。
1959	2	7		5		TumbesからChiclayoで地震。いくつかの家でわずかな損傷があった。
1959	12	24		5		Ayacuchoで地震。250軒の住家と非住家が壊れた。
1960	1	13		1	PAS:7.50	CHUQUIBAMBA, AREQUIPA, CARAVELÍ, HUANCA, LLUTA, PAMPACOLCA, SAN JUAN DE SIHUAS, TINGO, TIABAYA, VIRACO, YURA, YANAQUIHUA, CHUQUIBAMBAはほとんど瓦礫と化した。CARAVELÍ, COTAHUASI, OMATE, PUQUINA, MOQUEGUA、AREQUIPAでも建物倒壊の被害があった。AREQUIPA県内の道路は崖崩れによって被害を受けた。PAITIとSALINAS潟湖の間を流れる川、AREQUIPA-PUNO間の幹線道路で、水が逆流。LAS AGUAS CORRIERON RIO ARRIBA.
	1	13		5		Arequipaでいくつかの石の建築物、非住家が壊れた。MMI:9
1960	1	15		5		LimaとLima南部で不安定な建築物が倒壊した。
1963	9	24		5		Cordillera Negraで地震。地すべりで農村の建築物が破損したほか、灌漑水路が被害を受けた。
1966	10	17		1	PAS:7.75	SUPE (LIMA)、LIMAからSUPEまでの間で著しい被害があった。多数の地割れが発生し、そこから黄色の水が噴出した。LIMA-CANTA間の道路とセントラル・ハイウェイで崖崩れがあった。推定損害額:100万ソレス。
	10	17	16:41	2	ML7.5。震源10.7s、78.7w、深さ38km	大きな被害はSan Nicolas (Limaから120km離れている)で発生。San NicolasでMMI:9、HuachoでMMI8、Lima中心部でMMI:6、RimacとCercadoの旧市街や丘陵近くのゾーンと、Rimac川沿いの細長い土地、CallaoでMMI:7、MolinaでMMI:8。加速度は0.4g、卓越周期は0.1秒。大被害は少し高い建物に多く、高い建物では仕切り壁に亀裂が入った。
	10	17		5		MMI:8の地震。LimaとSupe間で揺れを感じた。100人が死亡。
1968	6	19		5		San Martínで地震。地すべりの発生と住宅が被害を受けた。
1968	8	19		1	PAS:7.00	ANGAISHA, YANTALÓ (SAN MARTÍN)、ADOBÓNで板枠 (TAPIAL) 造りの建物が大きな被害を受けた。
1969	9	23		1	MsCGS:5.70	HUAYTAPALLANA (JUNÍN)、CHILIFRUTA, LAMPA, POMAMANTA, PA RIHUANCAが軽度の被害を受けた。HUAYTAPALLANA雪山の山麓でHUAYTAPALLANA 断層の垂直型地滑りがあった。北東ブロックは南西ブロックに対して40cm隆起した。
1969	10	1		1	MsCGS:6.20	HUAYTAPALLANA (JUNÍN)、CHILIFRUTA, LAMPA, POMAMANTA, PARIHUAN CAで住宅が倒壊。4つの潟湖が干上がった。高い所で崖崩れが発生。HUAYTAPALLANA断層が再活性化し、約25kmにわたり、最大縦1.6m横0.7mのずれ (移動) を起こした。
1970	2	14		1	MsCGS:5.40	CHAGLLA, PANAQ, QUERO (HUANUCO)、CHACLLA, QUERO, AYLLAMARCAで建物倒壊が発生。LA LINDAの道路に巨大な亀裂ができた。
1970	5	31		1	MsCGS:7.80	CHIMBOTE, CASMA (ANCASH)、CASMAではアドベ造りの建造物は倒壊した。CHIMGOTEでは地割れ、水・砂・泥水の噴出など大きな被害を受けた。CALLEJON DE HUAYLASでは、深刻な被害を受けたが、鉄筋コンクリート造りのいくつかのビルと組積造りAlbaneriaのビルは非常に良く耐えた。HUASCARAN雪山からの雪、氷、瓦礫の大きな雪崩れによりYUNGAIが埋没した。大きな地滑りによってSANTA川が、REGUAYのあたりまで堰き止められた。CAÑON DE PATOの急斜面、及びCORDELLERA NEGRAの急斜面で地滑りが発生。推定損害額:507百万米ドル以上、170万人以上が住宅を失った。
	5	31	15:33	2	ML7.8。震源9.2s、78.8w、深さ35km	今世紀南半球で最大の地震の一つ。大被害はLimaから350kmのところまで発生。65,000人死亡、16万人負傷、被害額5.5億US\$、Limaは震源から400km離れていたため加速度0.1g。LimaではLa Milinaで多くの被害発生。
	5	31		3		1970年5月31日夜、マグニチュード7.7、ペルー中に影響、最終集計ではないが337人死亡、最も破壊的67,000人死亡、150,000人が結果的に負傷した。ゆれは7.8に達した。45秒ゆれた。100万人が影響を受けた。
	5	31		5		Ancashで地震による地すべりで50,000人が死亡、20,000人が行方不明、150,000人が負傷した。Yungay村が埋まった。後の調査によれば、6万件の住宅の再建が必要で、ある。18の市の下水道が使えなくなった。6,730の教室が使えなくなった。電力供給は10%台に落ち込んだ。11万haの灌漑設備が壊れ、la Libertad - Ancash間の77%の道路が壊れ、Chancay - Cajatambo間では40%が被災した。

ペルー被害地震年表

年	月	日	時刻	資料番号	マグニチュード、震源情報等	被害状況等
1970	12	9		1	MsNOS:7.60	LA HUACA (TUMBES)、TUMBESでは10%の住宅が被害を受けた。地面に亀裂が発生し、LA DACHA付近では砂と泥水が噴出した。MALARA、CABO BLANCO、EL ALTO、TALARAの街路で亀裂が発生。
1971	11	1		1	Mb:5.7	COPAYA、SANAICA、TORAYA (APURIMAC) で10%の住宅が倒壊、40%の住宅がかなりの被害を受けた。SANAICA、IHUAYLLO、CHACAPUENTE、MOSECCA、HURQUIZO、HUARACCIの細い道で地割れが発生。いくつかの亀裂は長さ500m深さ5mであった。幹線道路は地滑りのため寸断された。
1972	3	20		1	MsPAS:6.90	JUANJUÍ (SAN MARTÍN) で500軒の住宅が住めない状態になった。SUMIDEROS AL INEADOSでは液状化が発生し、スラム集落と道路の地面がたわんだ。SAPOSOAの傾斜地では崖崩れが発生。JUANJUÍで地面の表面に亀裂が発生。
1974				1	PAS:7.50	SAN LUIS DE CAÑETE、CALLAO、LA MOLINA、南緯12°と14°の間が破壊された。LA MOLINA地区の建築は大きな被害を受けた。COSTA VERDEの断崖では、MAGDALENAとCHORRILLOSの区間で崖崩れがあった。パンアメリカンハイウエーのプラットフォームに亀裂が入った。CAÑETE隣接区域で約10kmにおよぶ亀裂や液状化が発生。AGUA DULCEでは海水が120m後退した。PISCOでは海水後退の後に海辺に近い住宅の何棟かが浸水した。推定損害額：2700百万ソレス。
1974	10	3	9:31	2	震央 12s、77.8w	震央はLimaから南南西70km、最大加速度0.26g、卓越周期0.2秒。大被害はLa MilinaでMMI:8-9、コンクリート造建物2棟が大被害。CallaoとChorrillosではMMI7-8で、コンクリート造建物が被害を受け、アドベ造が倒壊した。
	10	3		3		1974年10月3日、リマで6.6のゆれ、78人死亡、2414人負傷、Chorrillos、Barranco、Barrios Altos y el Rímac地区で大きな被害があった。
	10	3		5		Limaで78人死亡。価値あるものが失われた。
1979	2	16		5	ML6.2	Arequipaで地震。
1986	4	4		5	ML5.4	Cuzcoで地震。市とその周囲に影響した。
1986	10	4		3		1986年10月4日、クスコ近くで5.4の地震。7人死亡。80人負傷、13,000人が被災した。
1990	5	30		3		1990年5月30日Moyobamba (norte)で6.1の地震、135人死亡、800人負傷、Rioja、Soritor、Yuracyacuで大きな被害があった。
	5	30		5	ML6.1	Moyobambaで地震。
1991	4	4,5		5	ML6.0と6.5	Moyobambaで地震。この二つの地震は同時に発生した。
1993	4	18		5	ML5.8	Lima首都圏が揺れた。
1996	11	12		3		1996年11月12日、Nascaで7.7の地震、17人死亡、1500人負傷、約10万人が被災。アドベの建物はゆれに耐えることができなかった。
	11	12		5	ML7.7	Nazcaで地震。17人が死亡、1,500人が負傷、100,000人が軽傷。街は破壊された。
1999	4	3		5	ML6.0	アレキパ地震“terremoto de Arequipa”として知られる。
1999	10	31		5	ML4	ChuschiとAyacuchoで地震。
2001	6	23		5	ML7	Moqueguaで地震。全人口の80%に影響した。いくつかの居住地でがけ崩れが発生した。90%の住宅に影響した。市の通信が途絶した。ArequipaとTacnaで70人が死亡。さらに強い揺れがCamanáであった。揺れはLima、Tumbes、Talara Sullana、Piuraで感じた。
2001	6	30		3		2001年6月23日Las sureñas ciudades de Arequipa、Tacna、Moqueguaが被害を受けた。6.9のゆれで、96人死亡、11,000近くの建物が倒壊し、31,000人が軽傷、Camaná海岸で39人が津波で死亡。Moqueguaの住宅は80%が倒壊で住めなくなった。Arequipaは5cm沈下した。
2005	6	25		3		2005年6月25日、リヒタースケール7、ペルー北東部Moyabambaのジャングルで5人死亡、70人負傷、2500人が被災。
2007	8	15	18:41	2	ML7.0、Mw:7.9。震源はPiscoから60km、深さ40km。	LimaのMMI:9、PiscoのMMI:7-8、HuancavelicaのMMI:5。統計によれば、地震により593人が死亡、1291人が負傷。48,208軒の住家、45,500軒のその他の建物が壊れ、住めない状態になった。45,813軒が影響を受けた。14の保健所が壊れ、112が影響を受けた。
2008	3	29	7:51	6	ML5.3、震源はCallaoの南西25km、深さ51km。	ペルー中部の地震。CallaoとLimaのAgustinoの古い建物が部分的に被害を受けた。CallaoでMMI:4-5。

ML：ローカルマグニチュード（リヒタースケール）
Mw：マクロシスコス（J）から推定した（資料5）
PAS：カリフォルニア工科大学Pasadenaのマグニチュードスケール（資料5）
MMI：改正メルカリ震度階

資料1は、INDEC1のWEBサイトに掲載されたもの。1515年より1974年まで。

資料2は、
<http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/artrevista/pdf/RPMESP.2008.25.2.11.pdf>
TERREMOTOS EN EL LITORAL CENTRAL DEL PERÚ:
¿PODRÍA SER LIMA EL ESCENARIO DE UN FUTURO DESASTRE?
Nelson Morales-Soto1,2, a, Carlos Zavala3, b 中部海岸地域の被害が中心

資料3は、<http://www.eldia.com.ar/edis/20070816/20070816103203.htm>
Perú y una larga historia de terremotos

資料4は、アレキパのLa Catedralの資料

資料5は、<http://www.reporterodelahistoria.com/2007/08/linea-del-tiempo-terremotos-en-el-per.html>

資料6は、IGPのレポート。

**MINUTES OF MEETING BETWEEN JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY-JICA
DETAILED PLANNING SURVEY TEAM AND THE
NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING - UNI**

The Japanese Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Mr. Tetsuo YABE, visited the Republic of Peru from August 5, 2009 to August 13, 2009, for the purpose of working out the details of the technical cooperation program concerning the Project for Enhancement of Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation Technology in Peru (hereinafter referred to as “the Project”).


During its stay in Peru, the Team exchanged views and had a series of discussions with the Peruvian organizations concerned, led by Japan-Peru Center for Earthquake Engineering and Disaster Mitigation of the National University of Engineering (hereinafter referred to as “UNI-CISMID”). As a result, the Team and the Peruvian organizations concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto signed in three copies with the following documents:

- ATTACHMENT I Draft Record of Discussions
ANNEX I MASTER PLAN
ANNEX II LIST OF JICA EXPERTS
ANNEX III LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT
ANNEX IV LIST OF PERUVIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL
ANNEX V LIST OF BUILDINGS AND FACILITIES
ANNEX VI JOINT COORDINATING COMMITTEE

ATTACHMENT II Tentative Plan of Operation

ATTACHMENT III Tentative List of Research Group Members

Lima, August 13, 2009



Mag. Aurelio Padilla Ríos
Rector
National University of Engineering
The Republic of Peru



Mr. Tetsuo YABE
Leader
Japanese Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan

ATTACHED DOCUMENT

I. TITLE OF THE PROJECT

Both sides agreed that the title of the Project will be “Enhancement of Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation Technology in Peru”, although the original title indicated on the project application form submitted by the Peruvian Government was “Evaluation of Seismic Risk and Proposal of Prevention and Mitigation of Disasters in Lima Metropolitan City and Intermediate Cities in Peru”.

II. RATIONALE OF THE PROJECT

Both sides agreed that, although the purpose of the Project is to develop technologies and measures to assess and mitigate disaster losses from large-magnitude inter-plate earthquakes and tsunamis, it is envisaged that such technologies should be widely used in Peru, and also disseminated and applied to pacific-rim countries, especially to neighboring countries, facing the risks of large-magnitude inter-plate earthquakes and tsunamis. In addition, the Project is expected to contribute to the enhancement of capacity as well as the advance of research for both Peruvian and Japanese research institutes involved in this Project.

III. RECORD OF DISCUSSIONS

The Draft Record of Discussions (hereinafter referred to as “R/D”), which stipulates the basic framework of the Project, will be finalized and signed by the representatives of the Peruvian organizations concerned and the Chief Representative of JICA Peru Office before the commencement of the Project. Both sides agreed on the Draft R/D shown as ATTACHMENT I.

IV. TENTATIVE PLAN OF OPERATION

The Tentative Plan of Operation for the whole period of the Project is shown as ATTACHMENT II. The activities of the Project are subject to modifications within the scope of the R/D with mutual consultation when necessity arises in the course of implementation of the Project.

V. PROJECT IMPLEMENTATION ARRANGEMENT

1. Responsible organization of the Project

National University of Engineering

2. Project implementing organizations

Peruvian side

Japan-Peru Center for Earthquake Engineering and Disaster Mitigation (CISMID) will implement the Project with the team of Peruvian research institutions, headed by Prof. Carlos Zavala, Director of CISMID.

Japanese side

JICA will implement the Project with the team of Japanese research institutions, headed by Prof. Fumio Yamazaki, Professor and Vice Dean, Graduate School of Engineering, Chiba University.

3. Collaborating organizations (to be consolidated in the course of the project implementation)

CISMID will coordinate with the following collaborating organizations to secure their participation and cooperation in the Project.

National Institute of Civil Defense (INDECI)

Geophysical Institute of Peru (IGP)

Direction of Hydrology and Navigation (DHN)

National Committee for Aerospace Research and Development (CONIDA)

Disasters Prevention and Study Center (PREDES)

National Institute of Culture (INC)

Ministry of Housing, Construction, and Sanitation (MVCS)

National Service of Training for the Construction Industry (SENCICO)

Ricardo Palma University (URP)

National Office of Electronic Government and Information (ONGEI-PCM)

Municipalities of the project study areas

4. Research groups

A tentative list of research groups and their members are shown in ATTACHMENT III.

VI. COOPERATION PERIOD OF THE PROJECT

The cooperation period of the Project will be five (5) years from the date of arrival of the first JICA expert in Peru. However, the project closing date could be no later than March 31, 2015.

JICA and CISMID will make an effort to accelerate the process of approval, signing, and ratification of the R/D.

VII. OTHERS

1. Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS)

Both sides confirmed that the Project is implemented under the 'Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development*' promoted by JICA and Japan Science and Technology Agency (JST) in collaboration.

JICA will take necessary measures for the technical cooperation such as dispatch of experts, provision of equipment and training of personnel, and other supports related to the Project in Peru. JST will support the



Japanese research institutes/researchers for the project activities in Japan.

*'Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development' aims to develop new technology and its applications for tackling global issues, and also aims at capacity development of researchers and research institutes in both countries.

2. Memorandum of Understanding between Japanese and Peruvian Project Implementing Institutions

Both sides agreed that the representative research institutes of Japanese and Peruvian sides should reach an agreement to execute the collaborative research in accordance with the Master Plan of the Project. The agreed document (e.g. Collaborative Research Agreement) should contain the following items;

- a. Objective and Plan
- b. Implementation
- c. Confidentiality and Intellectual Property Rights
- d. Publication
- e. Dispute Resolution
- f. Duration of the Agreement
- g. Compliance with Laws and Regulations

** The items described on the document are subject to change according to the contents of the research.

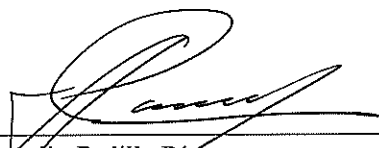
3. Selection of the project study areas

Both sides agreed that the project study areas, where project activities are undertaken, will be Lima Metropolitan City and other high risk areas to be discussed and determined after the initiation of the Project.

ATTACHMENT I Draft Record of Discussions

ATTACHMENT II Tentative Plan of Operation

ATTACHMENT III Tentative List of Research Group Members



Mag. Aurelio Padilla Ríos
Rector
National University of Engineering
The Republic of Peru



Mr. Tetsuo YABE
Leader
Japanese Detailed Planning Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan

**DRAFT RECORD OF DISCUSSIONS
BETWEEN
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND THE REPUBLIC OF PERU
ON JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
ON THE PROJECT FOR ENHANCEMENT OF EARTHQUAKE AND TSUNAMI DISASTER
MITIGATION TECHNOLOGY IN PERU**

Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") exchanged views and had a series of discussions through JICA Peru Office with the Peruvian organizations concerned with respect to the details of "the Project for Enhancement of Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation Technology in Peru" (hereinafter referred to as "the Project") and to desirable measures to be taken by JICA and the Government of the Republic of Peru for the successful implementation of the above-mentioned Project.

As a result of the discussions, and in accordance with the provisions of the "Basic Agreement on Technical Cooperation between the Government of the Republic of Peru and the Government of Japan" signed in Lima, Peru on August 20th, 1979 (hereinafter referred to as "the Agreement"), JICA and the Peruvian organizations concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

Done in triplicate in English and Spanish languages, each text is equally authentic. In case of any divergence of interpretation, the English text shall prevail.

Lima, XXXXX XXth, 2009

Mr. Carlos Pando Sánchez
Executive Director
Peruvian International Cooperation
Agency
The Republic of Peru

Mr. Makoto NAKAO
Chief Representative
Japan International Cooperation Agency
Japan



Mag. Aurelio Padilla Ríos
Rector
National University of Engineering
The Republic of Peru

THE ATTACHED DOCUMENT

I. COOPERATION BETWEEN JICA AND THE REPUBLIC OF PERU

1. The Republic of Peru (hereinafter referred to as "Peru") will implement the Project in cooperation with JICA.
2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan referred to in Annex I.

II. MEASURES TO BE TAKEN BY JICA

In accordance with the laws and regulations in force in Japan and the provisions of Article II of the Agreement, JICA, as the executing agency for technical cooperation by Japan, will take, at its own expense and in accordance to the normal procedures of its technical cooperation scheme, the following measures:

1. **DISPATCH OF JICA EXPERTS**
JICA will provide the services of the JICA experts as listed in Annex II. The provisions of Article V, VI, VII, and VIII of the Agreement will be applied to the above-mentioned experts.
2. **PROVISION OF MACHINERY AND EQUIPMENT**
JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in Annex III. The provision of Article IX of the Agreement will be applied to the Equipment.
3. **TRAINING OF PERUVIAN PERSONNEL IN JAPAN**
JICA will receive the Peruvian personnel connected with the Project for technical training in Japan.

III. MEASURES TO BE TAKEN BY PERU

1. Peru will take necessary measures to ensure that the self-reliant operation of the Project will be sustained during and after the period of Japanese technical cooperation, through full and active involvement in the Project by all related authorities, beneficiary groups and institutions.
2. Peru will ensure that the technologies and knowledge acquired by the Peruvian nationals as a result of the Japanese technical cooperation will contribute to the economic and social development of Peru.
3. In accordance with the provisions of Article V and VI of the Agreement, Peru will grant, within its territory, privileges, exemptions and benefits to the JICA experts referred to in II-1 above, and their families.
4. In accordance with the provisions of Article IX of the Agreement, Peru will take the measures necessary to receive and use the Equipment provided by JICA under II-2 above and equipment, machinery and materials carried in by the JICA experts referred to in II-1 above.
5. Peru will take necessary measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Peruvian personnel from technical training in Japan will be utilized effectively in the implementation of the Project.
6. In accordance with the provision of Article V of the Agreement, Peru will provide the services of Peruvian counterpart personnel and administrative personnel as listed in Annex IV.
7. In accordance with the provision of Article V of the Agreement, Peru will provide the buildings and facilities as listed in Annex V.
8. In accordance with the laws and regulations in force in Peru, Peru will take necessary measures to supply or replace at its own expense machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any

other materials necessary for the implementation of the Project other than the Equipment provided by JICA under II-2 above.

9. In accordance with the laws and regulations in force in Peru, Peru will take necessary measures to meet the running expenses necessary for the implementation of the Project.

IV. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. The Rector of National University of Engineering (hereinafter referred to as "UNI"), as the Project Director, will bear overall responsibility for the administration and implementation of the Project.
2. Director of Japan-Peru Center for Earthquake Engineering and Disaster Mitigation of the National University of Engineering (hereinafter referred to as "UNI-CISMID"), as the Project Manager, will be responsible for the managerial and technical matters of the Project.
3. The Japanese Chief Advisor will provide necessary recommendations and advice to the Project Director and the Project Manager on any matters pertaining to the implementation of the Project.
4. The JICA experts will give necessary technical guidance and advice to the Peruvian counterpart personnel on technical matters pertaining to the implementation of the Project.
5. For the effective and successful implementation of technical cooperation for the Project, a Joint Coordinating Committee will be established whose functions and composition are described in Annex VI.

V. JOINT EVALUATION

Evaluation of the Project will be conducted jointly by JICA and the Peruvian organizations concerned, at the middle if necessary, and during the last six months of the cooperation term in order to examine the achievements.

VI. CLAIMS AGAINST JICA EXPERTS

In accordance with the provision of Article VII of the Agreement, Peru undertakes to bear claims, if any arises, against the JICA experts engaged in technical cooperation for the Project resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in Peru except for those arising from the willful misconduct or gross negligence of the JICA experts.

VII. MUTUAL CONSULTATION

There will be mutual consultation between JICA and Peru on any major issues arising from, or in connection with this Attached Document.

VIII. MEASURES TO PROMOTE UNDERSTANDING OF AND SUPPORT FOR THE PROJECT

For the purpose of promoting support for the Project among its people, Peru will take appropriate measures to make the Project widely known among its people.

IX. TERM OF COOPERATION

The duration of the technical cooperation for the Project under this Attached Document will be five years from the date of arrival of the first JICA expert in Peru.



X. OTHERS

The present document will be in force when Peru notifies Japan, through the diplomatic channels, that the procedures for that effect have been concluded.

- ANNEX I MASTER PLAN
- ANNEX II LIST OF JICA EXPERTS
- ANNEX III LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT
- ANNEX IV LIST OF PERUVIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL
- ANNEX V LIST OF BUILDINGS AND FACILITIES
- ANNEX VI JOINT COORDINATING COMMITTEE



MASTER PLAN

PROJECT PURPOSE

Technologies and measures are developed for assessment and mitigation of earthquake/tsunami disasters caused by large-magnitude inter-plate earthquakes occurring off the coast of Peru.

OUTPUTS

1. Scenarios of large-magnitude inter-plate earthquakes are identified which will cause the most significant losses in Peru.
2. Geographical information of the study areas is prepared.
3. Tsunami disaster losses in study areas by scenario earthquakes are estimated, and mitigation technologies are developed.
4. Strong motion and ground failure in study areas by scenario earthquakes are simulated.
5. Earthquake disaster losses in study areas by scenario earthquakes are estimated, and mitigation technologies are developed.
6. Technologies for evaluation of seismic-resistance and structural retrofit are developed, adapting to building characteristics of Peru.
7. Earthquake/tsunami disaster mitigation is promoted in the study areas.

ACTIVITIES

- 1-1 Surveying historical records of earthquakes, and grasping the characteristics of inter-plate earthquakes occurring off the coast of Peru
- 1-2 Surveying historical records of tsunamis, and grasping the characteristics of tsunami propagation along the Pacific coast of Peru
- 1-3 Developing earthquake source models that are suitable to the characteristics of inter-plate earthquakes occurring off the coast of Peru
- 1-4 Having preliminary estimation of earthquake/tsunami disaster losses using the source scenarios, and identifying the most devastating scenarios of inter-plate earthquakes

- 2-1 Making digital surface models (DSMs) of the study areas using satellite images
- 2-2 Making land-use maps and building maps of the study areas using satellite images

- 3-1 Preparing merged bathymetry and topography data of the coastal zones of the study areas
- 3-2 Evaluating vulnerability of buildings and infrastructures in the study areas
- 3-3 Simulating tsunami propagation and run-up in accordance with the earthquake scenarios, and estimating tsunami disaster losses
- 3-4 Making tsunami hazard maps for the study areas
- 3-5 Making guidelines of designing emergency evacuation facilities

- 4-1 Observing microtremor in the study areas
- 4-2 Developing seismic observation networks in the study areas, and observing strong seismic motions
- 4-3 Collecting existing geological data of the study areas, and undertaking supplementary borehole surveys
- 4-4 Modeling deep and subsurface ground structures of the study areas
- 4-5 Simulating strong motions and ground failures in accordance with the inter-plate earthquake scenarios

- 5-1 Estimating earthquake disaster losses of the study areas in accordance with the inter-plate earthquake scenarios
- 5-2 Developing technology for rapid detection of earthquake/tsunami disaster losses using satellite images

- 6-1 Developing a database of structural test results and material test results for buildings
- 6-2 Developing technologies of seismic-diagnosis and retrofit for different types of buildings prevalent in Peru
- 6-3 Identifying historical buildings in the study areas that face significant earthquake disaster risks

6-4 Verifying the effects of structural retrofit technologies through structural tests and numerical analyses

7-1 Developing land-use proposals for mitigation of earthquake/tsunami disasters

7-2 Developing local disaster mitigation plans for the study areas

7-3 Undertaking awareness raising and dissemination activities of earthquake/tsunami disaster mitigation for disaster management organizations and local communities



LIST OF JICA EXPERTS

Fields of expertise to be covered by JICA experts are as follows:

- Chief advisor
- Project coordinator
- Geographical information analysis
- Remote sensing
- Earthquake source modeling
- Seismic microzoning
- Simulation of strong seismic motions
- Geological survey and analysis
- Estimation of earthquake disaster losses
- Tsunami simulation
- Estimation of tsunami disaster losses
- Structural testing and analysis
- Structural retrofit technology
- Urban land-use plan
- Disaster mitigation plan
- Education and dissemination for disaster mitigation
- Other fields that are mutually agreed upon as necessary between both Peruvian and Japanese project implementing organizations



LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT

1. Equipment for seismic observation
2. Equipment for geotechnical survey
3. Equipment for structural testing
4. Equipment for simulation and data analysis
5. Equipment for field investigation
6. Office equipment
7. Other equipment mutually agreed upon as necessary for the implementation of the Project



LIST OF PERUVIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL

1. Project Director
Rector of National University of Engineering (UNI)
2. Project Manager
Director of Japan-Peru Center for Earthquake Engineering and Disaster Mitigation of the National University of Engineering (UNI-CISMID)
3. Counterpart personnel
Researchers of UNI- CISMID and UNI
Participating researchers and officials of Peruvian collaborating organizations that are listed below
 - National Institute of Civil Defense (INDECI)
 - Geophysical Institute of Peru (IGP)
 - Direction of Hydrology and Navigation (DHN)
 - National Committee for Aerospace Research and Development (CONIDA)
 - Disasters Prevention and Study Center (PREDES)
 - National Institute of Culture (INC)
 - Ministry of Housing, Construction, and Sanitation (MVCS)
 - National Service of Training for the Construction Industry (SENCICO)
 - Ricardo Palma University (URP)
 - National Office of Electronic Government and Information (ONGEI-PCM)
 - Municipalities of the project study areas



LIST OF LAND, BUILDING AND FACILITIES

1. Office space, furniture, facilities of communication and public utilities, and meeting rooms necessary for JICA experts to undertake project activities
2. Land or space for the installation of equipment
3. Other facilities mutually agreed upon as necessary for the implementation of the Project



A handwritten signature, possibly 'Jn', located in the lower right area of the page.

JOINT COORDINATING COMMITTEE

1. Functions

The Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as “JCC”) will be organized and meet at least once a year and whenever necessity arises, in order to fulfill the following functions;

- (1) To approve the annual work plan of the Project
- (2) To review the progress of the annual work plan
- (3) To review and exchange opinions on major issues that may arise during the implementation of the Project
- (4) To discuss any other issue(s) pertinent to the smooth implementation of the Project

2. Composition

Peruvian side:

Project Director (Chairperson of the JCC)

Project Manager

Representative of Peruvian International Cooperation Agency (APCI)

Representatives of Peruvian collaborating organizations defined in ANNEX IV

Japanese side:

JICA Experts

Representative(s) of JICA Peru Office

JICA study team members

Note: Representative(s) of the Embassy of Japan, and Japan Science and Technology Agency (JST) may participate in the JCC as observer(s).



ATTACHMENT II

Tentative Plan of Operation

Outputs and Activities		1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year
Output 1:	Scenarios of large-magnitude inter-plate earthquakes are identified which will cause the most significant losses in Peru.					
1-1	Surveying historical records of earthquakes, and grasping the characteristics of inter-plate earthquakes occurring off the coast of Peru	*****	****			
1-2	Surveying historical records of tsunamis, and grasping the characteristics of tsunami propagation along the Pacific coast of Peru	*****	****			
1-3	Developing earthquake source models that are suitable to the characteristics of inter-plate earthquakes occurring off the coast of Peru		*****	****		
1-4	Having preliminary estimation of earthquake/tsunami disaster losses using the source scenarios, and identifying the most devastating scenarios of inter-plate earthquakes		*****	*****		
Output 2:	Geographical information of the study areas is prepared.					
2-1	Making digital surface models (DSMs) of the study areas using satellite images	*****	*****	****		
2-2	Making land-use maps and building maps of the study areas using satellite images	*****	*****	*****		
Output 3:	Tsunami disaster losses in study areas by scenario earthquakes are estimated, and mitigation technologies are developed.					
3-1	Preparing merged bathymetry and topography data of the coastal zones of the study areas	*****	*****			
3-2	Evaluating vulnerability of buildings and infrastructures in the study areas	**	*****	*****	***	
3-3	Simulating tsunami propagation and run-up in accordance with the earthquake scenarios, and estimating tsunami disaster losses	**	*****	*****	***	
3-4	Making tsunami hazard maps for the study areas			*****	*****	***
3-5	Making guidelines of designing emergency evacuation facilities			*****	*****	***
Output 4:	Strong motion and ground failure in study areas by scenario earthquakes are simulated.					
4-1	Observing microtremor in the study areas	***	*****	*****	***	
4-2	Developing seismic observation networks in the study areas, and observing strong seismic motions	*****	*****	*****	*****	*****
4-3	Collecting existing geological data of the study areas, and undertaking supplementary borehole surveys		*****	*****	***	
4-4	Modeling deep and subsurface ground structures of the study areas	***	*****	*****	***	
4-5	Simulating strong motions and ground failures in accordance with the inter-plate earthquake scenarios	***	*****	*****	***	

Output 5: Earthquake disaster losses in study areas by scenario earthquakes are estimated, and mitigation technologies are developed.										
5-1	Estimating earthquake disaster losses of the study areas in accordance with the inter-plate earthquake scenarios									
5-2	Developing technology for rapid detection of earthquake/tsunami disaster losses using satellite images									
Output 6: Technologies for evaluation of seismic-resistance and structural retrofit are developed, adapting to building characteristics of Peru.										
6-1	Developing a database of structural test results and material test results for buildings									
6-2	Developing technologies of seismic-diagnosis and retrofit for different types of buildings prevalent in Peru									
6-3	Identifying historical buildings in the study areas that face significant earthquake disaster risks									
6-4	Verifying the effects of structural retrofit technologies through structural tests and numerical analyses									
Output 7: Earthquake/tsunami disaster mitigation is promoted in the study areas.										
7-1	Developing land-use proposals for mitigation of earthquake/tsunami disasters									
7-2	Developing local disaster mitigation plans for the study areas									
7-3	Undertaking awareness raising and dissemination activities of earthquake/tsunami disaster mitigation for disaster management organizations and local communities									

Tentative List of Research Group Members

Peruvian side	Japanese side
1. Seismic motion and geotechnical group (responsible for Output 1 and 4)	
<u>Zenon Aguilar</u> (UNI-CISMID) Jorge Alva (UNI-CISMID) Ronald Woodman (IGP) Hernando Tavera (IGP) Leonidas Ocola (IGP) Alberto Martinez (IGP) Fernando Lazares (UNI-CISMID) David Luna (UNI-CISMID) Luis Chang (UNI-CISMID)	<u>Shoichi Nakai</u> (Chiba University) Toru Sekiguchi (Chiba University) Hiroshi Arai (Building Research Institute) Hiroaki Yamanaka (Tokyo Institute of Technology) Nelson Pulido (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention)
2. Tsunami group (responsible for Output 1 and 3)	
<u>Carlos Holguin Valdivia</u> (DHN) Miguel Estrada (UNI-CISMID) Julio Kuroiwa (UNI-CISMID) Cesar Jimenez Tintaya (DHN) Gilberto Tacilla (DHN) Carlos Marcos Villanueva (DHN) Mario Guerrero (DHN)	<u>Shunichi Koshimura</u> (Tohoku University) Manabu Shoji (Tsukuba University) Yuji Yagi (Tsukuba University) Yushiro Fujii (Building Research Institute)
3. Building group (responsible for Output 6)	
<u>Carlos Zavala</u> (UNI-CISMID) Javier Pique (UNI) Eduardo Temoche (URP) Hugo Scaletti (UNI-CISMID) Rafael Torres (UNI-CISMID) Patricia Gibu (UNI-CISMID) Gabriela Silva (INC) Maria del Carmen Corrales (INC) Luis Quiroz (UNI-CISMID) Ricardo Proaño (UNI-CISMID) Rafael Salinas (UNI-CISMID)	<u>Taiki Saito</u> (Building Research Institute) Shunsuke Sugano (Building Research Institute) Masaomi Teshigawara (Nagoya University) Koichi Kusunoki (Yokohama National University) Carlos Cuadra (Akita Prefectural University)
4. Damage assessment group (responsible for Output 2 and 5)	
<u>Miguel Estrada</u> (UNI-CISMID) Jorge Pacheco (CONIDA) Max Lazaro (ONGEI-PCM) Gustavo Henriquez (CONIDA) Mirella Yessica Días Núñez (CONIDA) Carmen Villón Reinoso (CONIDA)	<u>Saburo Midorikawa</u> (Tokyo Institute of Technology) Hiroyuki Miura (Tokyo Institute of Technology) Yoshihisa Maruyama (Chiba University) Masashi Matsuoka (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)
5. Disaster mitigation plan group (responsible for Output 7)	
<u>Alberto Bisbal</u> (INDECI) Francisco Rios (UNI-CISMID) Jose Sato (PREDES) Luis Tagle (MVCS) Fernando Neyra (MVCS) Carmen Kuroiwa (SENCICO) Flor de Maria Valladolid (EMILIMA) Miguel Evangelista (EMILIMA) Victoria Ramos (UNI-CISMID)	<u>Fumio Yamazaki</u> (Chiba University) Miki Muraki (Chiba University) Hideki Kaji (Tokyo Institute of Technology) Hidehiko Kanegae (Ritsumeikan University)

Note: Persons with underline are group leaders.