

ペルーにおける地震・津波 減災技術の向上プロジェクト

詳細計画策定調査・実施協議 報告書

平成 22 年 5 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

目 次

目 次

略語表

詳細計画策定調査報告書

第1章	詳細計画策定調査の概要	1-1
1-1	要請の背景	1-1
1-2	調査の目的	1-1
1-3	調査団概要	1-2
第2章	協力対象国・課題の現状	2-1
2-1	ペルーにおける地震・津波災害の特徴と過去の主要災害	2-1
2-2	地震・津波防災に関連する法制度、行政組織、政策・計画	2-10
2-3	土地利用計画、都市開発計画に関連する法制度、行政組織	2-15
2-4	地震・津波観測体制と警戒・避難体制	2-18
2-5	地震・津波ハザードマップの整備・活用状況	2-23
2-6	地震・津波に対する地域防災計画の整備・活用状況	2-28
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	2-30
第3章	協力計画概要	3-1
3-1	協力の基本計画	3-1
3-2	実施体制	3-3
3-3	調査対象地域	3-4
第4章	プロジェクトの事前評価	4-1
4-1	妥当性	4-1
4-2	有効性	4-1
4-3	効率性	4-2
4-4	インパクト	4-2
4-5	自立発展性	4-2
第5章	協力実施上の留意点	5-1
5-1	プロジェクト実施機関の財政状況、人員体制	5-1
5-2	CISMID と防災関係機関との連携	5-2
5-3	プロジェクトの成果の近隣国への普及	5-3

実施協議報告書

附属資料

1. ペルー被害地震年表
- 2-1. 詳細計画策定調査ミニッツ (英文)

- 2-2. 詳細計画策定調査ミニッツ (西文)
- 3. 詳細計画策定調査主要面談者リスト
- 4. 事業事前評価表
- 5-1. 討議議事録 (R/D) (英文)
- 5-2. 討議議事録 (R/D) (西文)

略 語 表

CERESIS	Centro Regional de Sismología para America del Sur 南アメリカ地域地震センター
CISMID	Centro Peruano-Japonés de Investigación Sísmicas y Mitigación de Desastres 日本・ペルー地震防災センター
CMPAD	Comisión Multisectorial de Prevención y Atención de Desastres 統合防災委員会
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación スイス開発協力庁
FIC	Facultad de Ingeniería Civil (国立工科大学) 土木工学部
FORSUR	Fondo para la Reconstrucción Integral de las Zonas Afectadas por el Sismo del 15 de agosto de 2007 2007年8月15日地震災害南部復興基金
GOES	Satélites Operativos Geoestacionarios para Medio Ambiente (英語: Geostational Operational Environment Satellite) 静止環境観測衛星
GPS	Global Positioning System 地球測位システム
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit ドイツ政府技術協力機関
IDB	Inter America Development Bank 米州開発銀行
IGP	Instituto Geofísico del Perú 地球物理庁
IML	Instituto de Metropolitana de Lima リマ都市圏研究所
IMP	Instituto Metropolitana Planificación 首都圏都市計画局
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil 市民防衛庁
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática 国家統計情報局
INGEMMET	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico 地質鉱山金属局
INICAM	Instituto de Investigación y Capacitación Municipal 自治体調査・研修所
JICA	Japan International Cooperation Agency 独立行政法人 国際協力機構
Mb	Body Wave Magnitude 実体波マグニチュード
MMI	Modified Mercalli Intensity 改正メルカリ震度階
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 住宅建設衛生省
OCHA	Office for the Coordination of Humanitarian Affairs 国連人道問題調整事務所
PROMCAD	Promoción y Capacitación para el Desarrollo 開発促進研修協会
PTWC	Pacific Tsunami Warning Center 太平洋津波警報センター
SCP	Sustainable Cities Program in Peru ペルー国持続可能都市プログラム
SHOA	Servicio Hidrografico y Oceanografico de la Armada de Chile チリ国海軍水路・海洋サービス局
SINADECI	Sistema Nacional de Defensa Civil 国家市民防衛体制
SNAM	Sistema Nacional de Alerta de Maremoto 国家津波警報システム (チリ国)
TWS	Tsunami Warning System 津波警戒システム
UNDP	United Nations Development Program 国連開発計画
UNESCO/COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental de UNESCO 国際海洋委員会
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería 国立工科大学
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund 国際連合国際児童緊急基金
USGS	United States Geological Survey 米国地質調査所

詳細計画策定調査報告書

第1章 詳細計画策定調査の概要

1-1 要請の背景

ペルー国は、日本と同様に環太平洋地震帯に位置する地震・津波多発国であり、これらの災害は同国の社会・経済開発にとって大きな障害となっている。近年においては、2001年にペルー南部の沖合を震源とするマグニチュード8.4の地震が発生し、100人を超える死者と4万棟を超える建物の倒壊・大破をもたらした。また、2007年にもイカ州沖でマグニチュード8.0の地震が発生し、500人を超える死者と8万棟を超える建物の倒壊・大破をもたらした。いずれの地震も、ナスカプレートが南アメリカプレートの下に沈み込む境界で発生した海溝型地震で、津波による被害や犠牲者も発生している。海溝型地震は周期性を持って繰り返し発生することから、今後も同様の地震・津波が発生することは確実であり、将来の地震・津波被害リスクを評価し、被害軽減のための具体的な対策を講じることが求められている。

JICAは、1986年から1991年に実施した「日本・ペルー地震防災センタープロジェクト」によって、日本・ペルー地震防災センター（以下、CISMID）の設立に協力した。以来、CISMIDは、JICA及び日本の大学・研究機関と20年以上の長きにわたって、協力・交流を続けており、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がCISMIDの中核的な役割を担っている。

このような背景の下、CISMIDと日本の大学・研究機関による地震・津波減災技術の共同研究プロジェクトが「地球規模課題対応国際科学技術協力」事業としてペルー国政府から要請され、詳細計画策定調査を実施することとなった。

1-2 調査の目的

詳細計画策定調査の目的は以下のとおりである。

- (1) ペルー国の地震・津波の観測、研究、対策に係る現状・課題を把握し、本プロジェクトの位置づけ・意義を確認する。
- (2) プロジェクトの基本計画と実施体制について検討し、ペルー側関係機関と合意形成を図り、ミニッツにて確認する。
- (3) ペルー側の負担事項・対応事項を中心に、討議議事録（R/D）の記載内容について先方関係機関に説明し、理解を得る。
- (4) その他、プロジェクトの事前評価に必要な情報を収集する。

1-3 調査団概要

調査団の団員構成は以下のとおりである。

	氏名	担当分野	所属
1	矢部 哲雄	団長／総括	国際協力機構 経済基盤開発部 国際科学技術協力室 専門嘱託
2	山崎 文雄	研究統括	千葉大学 大学院工学研究科 副研究科長・教授
3	斉藤 大樹	耐震建築技術	独立行政法人建築研究所 国際地震工学センター 上席研究員
4	佐藤 一朗	協力企画	国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 防災第二課 調査役
5	塚本 哲	地震・津波防災	国際航業株式会社 国際協力事業部
6	大滝 節子	通訳	財団法人 日本国際協力センター

上記団員に加えて、独立行政法人科学技術振興機構（JST）から下記団員がオブザーバーとして同行した。

	氏名	所属
1	本藏 義守	東京工業大学理工学研究科 教授 独立行政法人科学技術振興機構 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 研究主幹
2	月岡 康一	科学技術振興機構 地球規模課題国際協力室 主任調査員

調査日程は以下のとおりである。

	日付	行程
1	8/5 (水)	日本発 ペルー着
2	8/6 (木)	JICA 事務所打合せ 国際協力庁（APCI）表敬 日本大使館表敬 日本・ペルー地震防災センター（CISMID）との打合せ 地球物理庁（IGP）との会議 住宅建設衛生省（MVCS）との会議
3	8/7 (金)	関係機関との研究計画ワークショップ 国立工科大学副学長表敬
4	8/8 (土)	現地視察（アレキパ市）
5	8/9 (日)	現地視察（アレキパ市）
6	8/10 (月)	市民防衛庁（INDECI）との会議 国連開発計画（UNDP）との会議 リマ市役所との会議 関係機関との研究計画ワークショップ
7	8/11 (火)	CISMID とのミニッツ協議 市民防衛庁（INDECI）との会議
8	8/12 (水)	関係機関との研究計画ワークショップ 米州開発銀行（IDB）との会議
9	8/13 (木)	ミニッツ署名 日本大使館報告 JICA 事務所報告
10	8/14 (金)	ペルー発
11	8/15 (土)	日本着

第2章 協力対象国・課題の現状

2-1 ペルーにおける地震・津波災害の特徴と過去の主要災害

(1) ペルーにおける過去の主要災害

ペルーは環太平洋地震帯に属する地震・津波の多発国である。これまでに発生している大規模地震のほとんどがペルー西岸沖ペルー・チリ海溝のプレート境界で発生している。

表 2-1-1 に 1900～2001 年の間にペルーで発生した地震の一般的特性を示す。

表 2-1-1 1900～2001 年の間にペルーで発生した地震の一般的特性（出典：IGP）

震源の深さ [km]	発生率[%] (全規模)	発生率[%] (5Mb 未満)	発生率[%] (5～6Mb)	発生率[%] (6Mb 以上)	最大規模 [Mb]
00-32	29.5	29.98	19.93	18.08	6.4
33-70	43.05	43.30	38.24	37.35	6.7
71-150	18.16	17.63	29.46	20.48	6.4
151-300	8.93	8.95	8.66	8.43	6.3
301-540	0.05	0.04	0.12	0.00	5.7
541-667	0.31	0.10	3.59	15.66	6.7

※Mb：実体波マグニチュード

震源の深さは、0～150km までが 90%以上。その中でも 33～70km が最も多く、全体の約 4 割を占める。

震源の深さと規模の組み合わせについては、5Mb（実体波マグニチュード）未満、5～6Mb、6Mb 以上いずれの地震規模においても深さ 33～70km が最も発生割合が高い。また、地震規模 6Mb 以上については 541～667km というかなり深いところで発生している地震が 15%程度ある。

ペルーにおける過去の主要災害を附属資料 1（被害地震年表）に示す。

記録によると、1515 年～2008 年までの約 500 年間に、ペルーではおよそ 130 回の被害地震が発生している。地震観測の技術が進展し、記録が整理されている 1950 年以降の直近約 50 年間に着目すると、約 50 回の被害地震が発生しており、おおよそ 1 年間に 1 回以上の被害地震が発生していることになる。

1995～2008 年の国レベルの緊急事態数・被害量と 1995～2008 年の国レベルの緊急事態での人的被害、住宅被害、農地の被害を表 2-1-2 に示す。また、1990～2007 年の国レベルの原因現象別被害量および 1990～2007 年の国レベルの原因現象別人的被害についても表 2-1-3 に示す。

1995～2008 年の 13 年間に、地震による死者・負傷者・行方不明者は約 7000 名、破壊された建物および影響を受けた建物数は約 20 万棟になる。

表 2-1-2 国レベルの緊急事態数、被害量（1995-2008年）

年	全緊急事態数	人的被害(人)				住宅(軒)			農地(ha)	
		死者	行方不明者	負傷者	被災者	影響を受けた人	影響を受けた建物数	破壊された建物数	影響を受けた農地	消滅した農地
1995	393	218	0	660	54,507		7,354	2,961		
1996	311	832	0	3,354	180,074		20,537	7,070		
1997	480	254	8	437	255,813		36,191	6,676		
1998	687	305	122	649	261,712		76,157	62,693		
1999	522	229	12	152	232,614		53,753	4,332		
2000	1,116	210	25	159	239,903		42,489	2,643		
2001	1,110	474	277	4,109	448,813		82,534	27,030		
2002	1,376	198	39	6,705	266,904		38,938	2,801		
2003	3,316	213	30	373	62,347	246,159	34,679	8,525	36,688	13,615
2004	4,038	144	28	284	45,947	919,895	31,980	6,108	253,058	90,265
2005	4,773	122	17	370	75,658	876,599	30,198	9,090	192,558	14,804
2006	4,495	88	6	260	31,046	997,337	53,340	5,566	75,973	8,718
2007	4,536	628	11	2,436	496,263	1,662,413	65,294	96,357	32,310	5,719
2008	4,599	166	34	270	83,875	1,380,154	156,342	15,291	104,456	18,088
合計	31,752	4,081	609	20,218	2,735,476	6,082,557	729,786	257,143	695,043	151,209
1995-2002 計	5,995	2,720	483	16,225	1,940,340		357,953	116,206		
2003-2008 計	25,757	1,361	126	3,993	795,136	6,082,557	371,833	140,937	695,043	151,209
合計	31,752	4,081	609	20,218	2,735,476	6,082,557	729,786	257,143	695,043	151,209

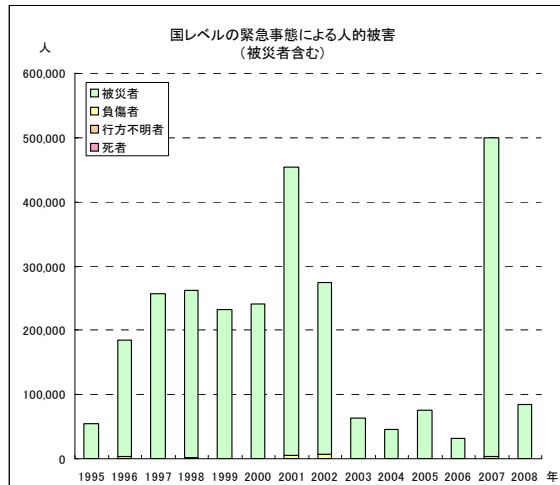
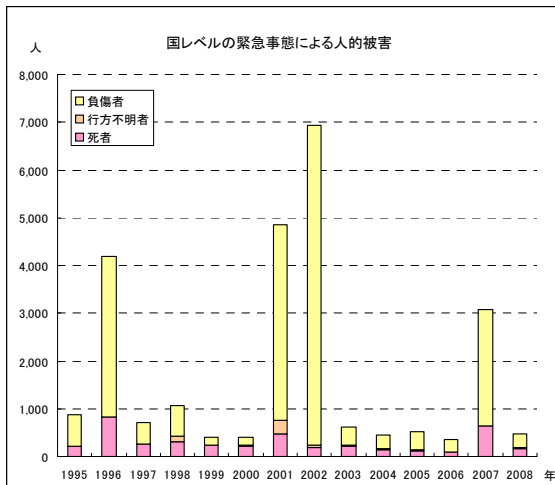


図 2-1-1 国レベルの緊急事態数、被害量（1995-2008年）

注：緊急事態には、自然災害のほか、航空機事故、住宅の倒壊（原因不明）、水質汚濁、疫病、爆発、火災などが含まれる。

出典：INDECI の緊急事態統計データベース（Estadísticas de Emergencia）

表 2-1-3 国レベルの原因現象別被害量 (1990-2007年)

年	現象	全緊急事態数	死者	行方不明者	負傷者	被災者	影響を受けた人	破壊された建物数	影響を受けた建物数	影響を受けた農地	消滅した農地
1990 ～ 2002	土石流	19	35	33	1	4,187		667	529		
	崖くずれ	7	9	0	1	75		4	6		
	地すべり	292	257	36	87	28,271		1,929	4,128		
	凍結	97	462	0	1,217	36,642		10	515		
	鉄砲水	421	261	93	339	78,191		8,735	13,243		
	水害	1540	281	40	701	1,028,310		64,863	217,580		
	豪雨	554	77	0	133	107,855		5,334	24,311		
	雪	263	82	0	6,457	198,228		440	26,665		
	地震	284	104	66	4,501	324,897		28,223	53,178		
	雷雨	37	30	0	34	1,919		29	152		
	強風	750	6	8	110	72,059		2,266	12,918		
2006	土石流	4	3	0	0	12	9	3	2	9	3
	崖くずれ	160	7	0	3	851	9,046	170	79	612	3
	地すべり	158	1	1	4	1,267	21,450	235	266	3,232	0
	凍結	177	0	1	0	1,568	96,572	1	347	1,294	59
	鉄砲水	73	3	0	1	908	69,335	55	293	1,177	0
	水害	348	9	0	0	6,328	115,648	1,315	12,501	18,203	7,361
	豪雨	738	19	0	2	4,068	177,142	744	33,090	16,341	233
	雪	11	0	0	0	0	3,730	0	142	0	0
	地震	32	1	0	94	366	1,616	210	382	80	0
	雷雨	34	1	0	2	116	508	26	24	0	0
	強風	544	0	0	0	1,896	8,167	290	1,530	185	15
2007	土石流	2	0	0	0	75	0	14	0	0	0
	崖くずれ	67	8	0	1	184	12,784	39	29	0	0
	地すべり	126	2	2	0	1,468	17,093	296	474	35	8
	凍結	536	8	0	0	34,418	394,708	103	2,506	25,570	5,167
	鉄砲水	53	9	1	83	3,302	7,236	474	712	5	7
	水害	272	4	2	12	4,517	64,535	848	8,308	1,922	469
	豪雨	522	0	0	1	2,364	176,577	402	6,865	92	10
	雪	11	0	0	0	0	28,596	0	929	0	0
	地震	200	524	0	2,046	416,218	235,783	89,683	41,210	0	0
	雷雨	25	4	0	6	152	132	25	23	0	0
	強風	617	0	0	13	6,314	26,866	820	2,419	0	0
合計	土石流	25	38	33	1	4,274	9	684	531	9	3
	崖くずれ	234	24	0	5	1,110	21,830	213	114	612	3
	地すべり	576	260	39	91	31,006	38,543	2,460	4,868	3,267	8
	凍結	810	470	1	1,217	72,628	491,280	114	3,368	26,864	5,226
	鉄砲水	547	273	94	423	82,401	76,571	9,264	14,248	1,182	7
	水害	2160	294	42	713	1,039,155	180,183	67,026	238,389	20,125	7,830
	豪雨	1814	96	0	138	114,287	353,719	6,480	64,266	16,433	243
	雪	285	82	0	6,457	198,228	32,326	440	27,736	0	0
	地震	516	629	66	6,641	741,481	237,399	118,116	94,770	80	0
	雷雨	96	35	0	42	2,187	640	80	199	0	0
	強風	1911	6	8	123	80,269	35,033	3,376	16,867	185	15

出典：INDECI の緊急事態統計データベース (Estadísticas de Emergencia)

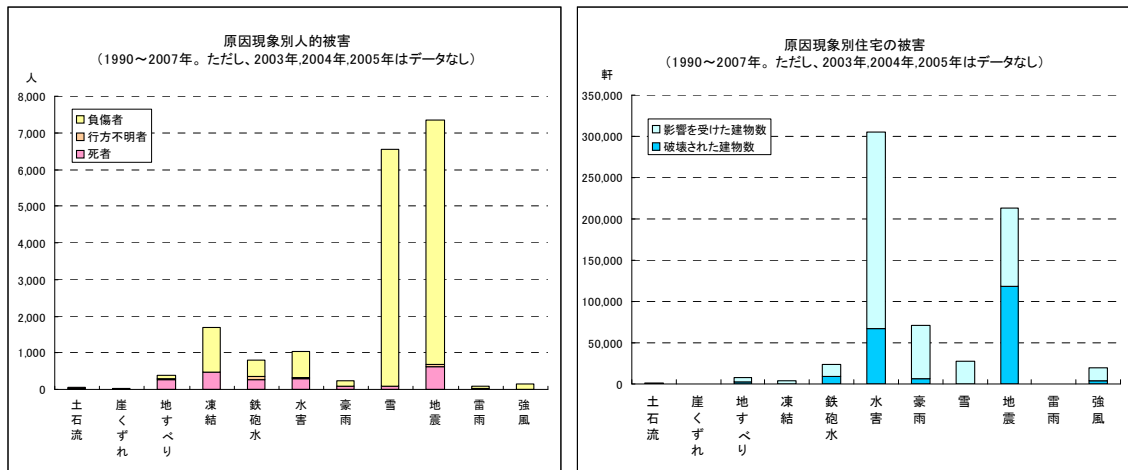


図 2-1-2 国レベルの原因現象別人的被害 (1990-2007年)

注：2003,2004,2005 年はデータなし

出典：INDECI の緊急事態統計データベース (Estadísticas de Emergencia)

表 2-1-4 2003 年 1 月から 2009 年 3 月の地震によって引き起こされた緊急事態（州別）

州	緊急 事態数	死者	行方 不明者	負傷者	被災者	影響人口	影響を受けた 住宅	倒壊した 住宅
AMAZONAS	58	0	0	17	3592	6879	1572	780
ANCASH	9	0	0	0	0	13	3	0
APURIMAC	43	0	0	0	190	35235	665	42
AREQUIPA	39	2	0	9	188	169	35	38
AYACUCHO	20	0	0	0	1370	3716	575	277
CAJAMARCA	27	0	0	0	1675	483	90	358
CALLAO	6	11	20	15	282	315	66	57
CUSCO	18	0	0	0	1156	4554	918	259
HUANCAVELICA	58	0	0	0	11420	20992	4144	2122
HUÁNUCO	5	0	0	0	0	226	45	0
ICA	67	536	0	2160	350150	144555	29563	76243
JUNIN	11	0	0	0	721	1890	526	169
LA LIBERTAD	11	0	0	0	98	1154	235	19
LAMBAYEQUE	1	0	0	0	0	0	0	0
LIMA	91	60	0	63	56182	37521	7895	11782
LORETO	6	0	0	15	60	405	83	8
MADRE DE DIOS	0	0	0	0	0	0	0	0
MOQUEGUA	27	0	0	7	3006	2939	1916	148
PASCO	5	0	0	24	289	178	45	60
PIURA	4	0	0	0	0	0	0	0
PUNO	8	0	0	0	30	80	22	7
SAN MARTIN	59	4	0	18	8917	11846	2413	2010
TACNA	15	0	0	0	52	140	25	8
TUMBES	4	0	0	0	0	0	0	0
UCAYALI	4	0	0	0	0	0	0	0
合計	596	613	20	2328	439378	273290	50836	94387

INDECI 提供資料より

(2) ペルーにおいて近年発生した主な地震

1) 1966 年の地震（1966 年 10 月 17 日、San Nicolas 周辺の地震）

1966 年 10 月 17 日 16 時 41 分（現地時間）、San Nicolas（Lima から 120km）を中心とする地域で地震が発生した。図 2-1-3 に震央の位置を示す。各地の震度 MMI（改正メルカリ震度階）は、San Nicolas : 9、Huacho : 8、Lima 中心部 : 6、Rimac と Cercado 旧市街や丘陵部周辺と Rimac 川沿い、Callao : 7、Molina : 8 などであった。人的被害は死者 110 名、負傷者 3,000 人であった。

Peruvian 海岸沿い Chimbote 北部から San Juan 南部で大津波が発生した。Callao において 3.4m、La Punta、Chuito、Ancon、Huaura、Huacho では 3m を越える津波があった。6m を越える津波があった Casma、Calota Tortuga では、多くの建物が破壊された。また、地震動によって 2,300 棟の建物が深刻な被害を受けた。

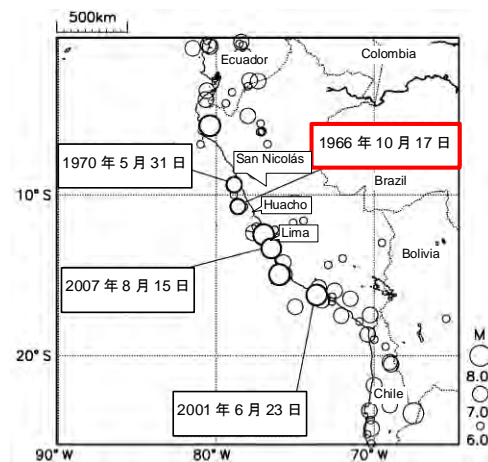


図 2-1-3 震央の位置

<出典>

- 1) スペイン国立衛生研究所・保健省 HP (調査研究報告書・資料) :
<http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/artrevista/pdf/RPMESP.2008.25.2.11.pdf>
- 2) 気象庁 HP・地震・火山月報平成 19 年 8 月 (防災編) :
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/gaikyo/monthly200708/200070816peru3.html>
- 3) <http://www.drgeorgepc.com/Tsunami1996Peru.html>
- 4) 米国地質調査所 HP : http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical_country.php

2) 1970年の地震 (1970年5月31日、ペルー中部の沿岸部の地震)

1970年5月31日15時23分(現地時間)、ペルーのChimbote沖約25km、深さ56km(U.S. Coast and Geodetic Surveyによる)でM7.7の地震が発生した。図 2-1-4 に震央の位置を示す。太平洋岸の諸都市やアンデス山脈の Santa 溪谷にある町や村落に被害をもたらした。被害地域は約6,500平方kmといわれる。被害は死者66,794人、負傷者143,331人、倒壊家屋18.6万と発表された。死因はほとんどが建物倒壊によるものであった。Ancash 県 Yungay 郡の郡都 Yungay 市が地震による地すべりで、市のほとんどが埋もれた(図 2-1-5)。厚い砂質地盤からなっている Chimbote 市では、液状化により、50cm 以上沈下した建物もあった。また、広い街区の地盤全体が沈下したために浸水したところもあった。建物被害については、倒壊家屋18.6万棟、Casma の9割、Chimbote の7~8割の建物が深刻な被害を受けた。

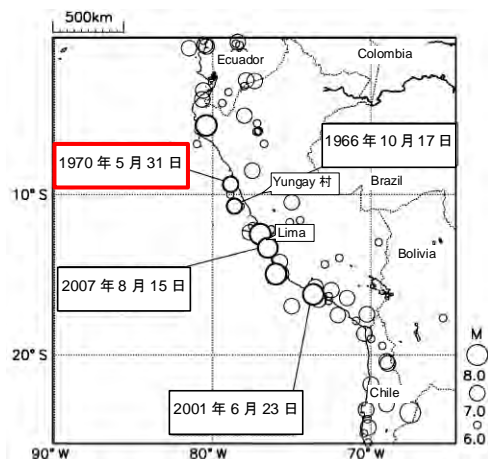


図 2-1-4 震央の位置

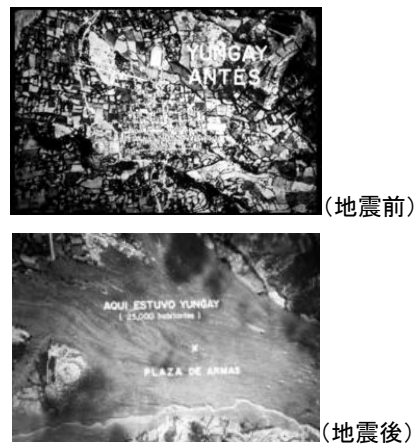


図 2-1-5 地すべりにより埋もれた Yungay 市の様子

<出典>

- 1) 日本建築学会建築雑誌：http://ci.nii.ac.jp/naid/110003799103
- 2) http://www.reporterodelahistoria.com/2007/08/linea-del-tiempo-terremotos-en-el-per.html
- 3) http://www.eldia.com.ar/edis/20070816/20070816103203.htm
- 3) 日本建築学会建築雑誌：http://ci.nii.ac.jp/naid/110003799103
- 4) 米国地質調査所 HP：http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical_country.php

3) 2001年の地震（2001年6月23日、ペルー南部の地震）

2001年6月23日15時33分（現地時間）、ペルー南部を中心に強い地震が発生した。図 2-1-6 と図 2-1-7 に震央の位置と Arequipa の被害の様子を示す。米国地質調査所（USGS）によるとマグニチュード 7.9、震源地は首都 Lima の南東約 600km で震源の深さは 33km であった。チリ北部で高さ約 1m の津波が観測された。

ペルー当局によると 7月3日までに 77人が死亡、68人が行方不明となり、負傷者は 2713人に達した。震央は Arequipa の西 192km、Lima の南東 600km の地点で、Arequipa、Moquegua、Tacna などの南部海岸地域が大きな被害を受け、地震の揺れはチリ北部や、ボリビアの La・Paz でも感知された。倒壊家屋は 2万 5,400戸、損壊家屋は 3万 3,500戸におよび、18万 8,000人が地震による影響を受けた。

津波による被害は震央からおおよそ 80km 南東の街 Camana に集中し、約 25km の海岸に沿って平均 5m の津波が来襲した。約 2500ha の農地が浸水、2500棟の建物が被害を受けた。海岸地区の建物は、①アドベおよび竹製のバラックと②鉄筋コンクリート造（ホテル・レストランなど）の二つに分類される。①については、一部のアドベの家屋は地震動により倒壊し、津波氾濫流により流出した。②については、基礎部分に津波による洗掘がみられたものの、津波の氾濫流にも耐えた。

津波による人的被害は、死者 24名、行方不明者 62名、負傷者 41名であった。津波の規模に対する人的被害が少なかった一つの要因として、地元住民らが津波の知識を持っていたために自主避難を行っていたことがあげられる。Tacna、Moquegua、Arequipa で液状化の被害があった。倒壊家屋は 2万 5,400戸、損壊家屋は 3万 3,500戸であった。

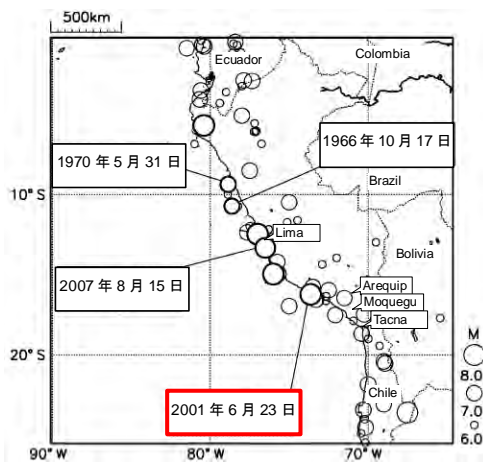


図 2-1-6 震央の位置



図 2-1-7 Arequipa の被害の様子

< 出典 >

- 1) 日本地震工学会 HP : <http://www.jaee.gr.jp/disaster/2001/2001peru.html>
- 2) UNICEF 緊急支援情報 : <http://www.unicef.or.jp/children/kinkyu/peru/peru02.html>
- 3) 2001 年ペルー南部地震津波の災害調査 : 海岸工学論文集第 49 巻 (2002) 土木学会 pp1461-1465
- 4) 米国地質調査所 HP : http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical_country.php

4) 2007 年の地震 (2007 年 8 月 15 日、ペルー中部の沿岸部の地震)

2007 年 8 月 15 日 18 時 41 分 (現地時間)、Lima から約 150km 南に位置するペルー中部の沿岸部を大地震が発生した。図 2-1-8 に震央の位置と Pisco の被害の様子を示す。地震による死者は 519 人、負傷者は 1291 人、被災者は 65 万人以上に及んだ。

Ica、Lima、Huancavelica、Ayacucho、Junín 各州であわせて約 8 万棟の住居・建物が全壊もしくは損傷を受けた。最も被害が大きかったのは Ica 州に属する街 Chinchá と Pisco であった。

Pisco などに 1~3m の津波が襲ったが、警報は出なかったものの住民はいち早く退避し被害は軽微だった。Tambo de Mora では液状化によって、70cm 以上沈下し、90%以上の建物が影響を受けた。建物被害については、約 8 万棟の住居・建物が全壊もしくは損傷の被害を受けた。

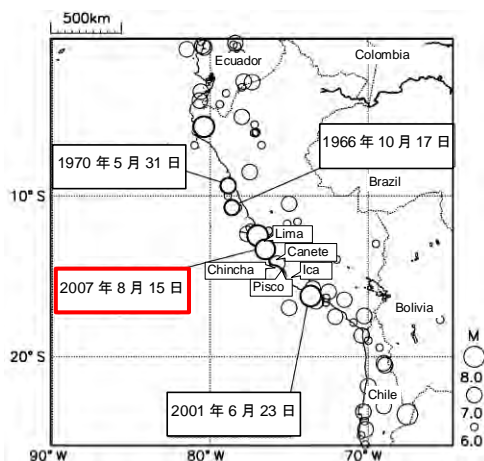


図 2-1-8 震央の位置



図 2-1-9 Pisco の被害の様子

< 出典 >

- 1) 日本地震工学会 HP : <http://www.jaee.gr.jp/disaster/2007/2007peru.html>
- 2) 2007 年ペルー地震・現地調査報告(1) : <http://www.bo-sai.co.jp/perujisinn.html>, 防災システム研究所
- 3) 米国地質調査所 HP : http://earthquake.usgs.gov/regional/world/historical_country.php

以下に前述した3つの地震の震度分布図（USGSのHPより）を示す。

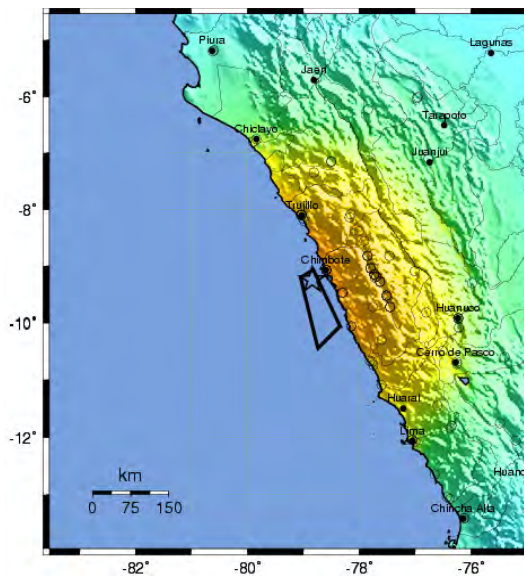


図 2-1-10 1970年の地震の震度分布図

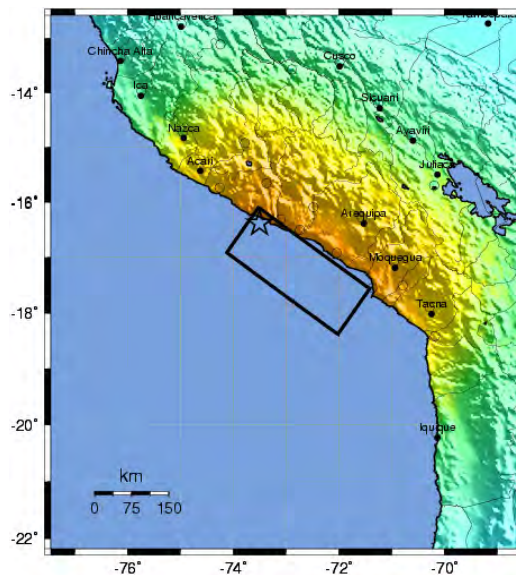


図 2-1-11 2001年の地震の震度分布図

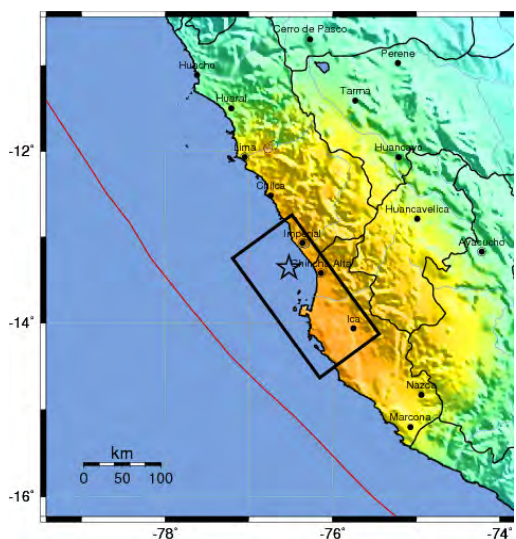


図 2-1-12 2007年の地震の震度分布図

表 2-1-5 震度分布図の凡例（震度、地震規模、加速度などの関係対応表）

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE Resistant Structures	none	none	none	V. Light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy
POTENTIAL DAMAGE Vulnerable Structures	none	none	none	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy	V. Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
ESTIMATED INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X-

<出典>

米国地質調査所（USGS）HP：<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/shakemap/atlas.php>

(3) ペルーにおける地震・津波災害の特徴

以上を踏まえ、ペルーにおける地震・津波災害について、①津波、②液状化、③建物被害の3つの視点で特徴をまとめる。

① 津波

- ・ ペルー・チリ海溝のプレート境界付近でマグニチュード7程度以上の地震が発生すると、津波の被害が発生するが多い。
- ・ 津波は規模が大きい場合、最大波高が6mを越え、これにより建物が破壊される。
- ・ 近年の地震津波発生の際には、津波に関する知識、対処法を身につけている住民らが自主的に避難行動をとることで人的被害が軽減されたことがあった。

② 液状化

- ・ 過去の地震記録に、砂や泥水の噴出、地盤沈下、粉塵・水の噴出、地面の開口、地割れなど、液状化と考えられる記述が多く見られる。
- ・ 海岸部の砂質地盤の地域では地震発生時に、しばしば液状化が発生する。
- ・ 被害が深刻なエリアでは、70cm以上の地盤沈下があった。
- ・ 地盤沈下が発生するとそのエリアのほとんどの建物が影響を受ける。
- ・ 街区の地盤全体の沈下により浸水の被害を受けるケースがみられる。

③ 建物被害

- ・ アドベ造の建物や竹製（キンチャ）のバラックなどの耐震性が低い建物は、揺れによって倒壊しやすい。この建物倒壊が人的被害の主たる要因（圧死など）となっている。
- ・ 鉄筋コンクリート造の建物は基本的に破壊に至るものは少ない。
- ・ 津波被害を受けた地域のアドベ造の建物は、倒壊後、津波氾濫流により流出するケースが見られる。
- ・ 耐震性の高い建物（鉄筋コンクリート造など）は、津波被害を受けても、基礎部分に洗掘が見られる程度で、津波の氾濫流に耐えることができる。

2-2 地震・津波防災に関連する法制度、行政組織、政策・計画

(1) 法制度

現在の防災関連法の基礎となるのが、市民防衛システム法 Ley del Sistema de Defensa Civil (29 de marzo de 1972) D.L.№ 19338 で、国家市民防衛体制 Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI) と呼ばれる。SINADECI は、国民を災害から守り、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・防衛体制である。SINADECI に基づき、国、地方の機関が市民防衛の役割を担っている。

国家市民防衛体制 Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI)

SINADECI の構成要素のひとつは、最終法令 081-2002-PCM によって作成された統合防災委員会 Comisión Multisectorial de Prevención y Atención de Desastres (CMPAD) である。CMPAD は、自然や人為的な災害が起きた被災地域の災害防止や復興対策を調整し、監督する責任がある。分野別機関は、それぞれの管轄において、災害防止およびその対策、緊急復旧の責任がある。これらの業務は内閣の大統領が統括しており、12 の省庁によって構成されている。

(2) 行政組織

防災分野での最高決定機関は、CMPAD であるが、災害管理を担当する政府機関は、1) 市民防衛庁 Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)、2) 分野別機関（関係省庁等）および3) 市民防衛委員会の3グループに分けられる。

1) 市民防衛庁 Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

INDECI は、「国家市民防衛体制」の中心的な実施機関で、調整、計画および市民防衛のコントロールを行う。人命や財産の損失、環境の悪化を引き起こすことを回避・軽減し、ペルーの持続的開発に対して危害を与える現象に対して国土のあらゆる領域で対応する。INDECI の主な役割は、自然災害や人為災害による生命や財産の損失および環境悪化を回避することである。

INDECI の事務分掌：

- A) 国家防衛審議会に対し、市民防衛の目的、政策を提案する
- B) 市民防衛の計画と実施について、規準化、調整、方向づけ、監督を行う
- C) 被災者に対し注意を払い、バランスの取れた直接的な支援を行う
- D) 民生の安定を目指し、必要な活動を指揮する
- E) 安全思想、市民防衛に関する国家防衛について、整理・文書化、普及のプロセスに参加する
- F) 国家防衛審議会に対し、市民防衛の分野で助言する

INDECI 組織 :

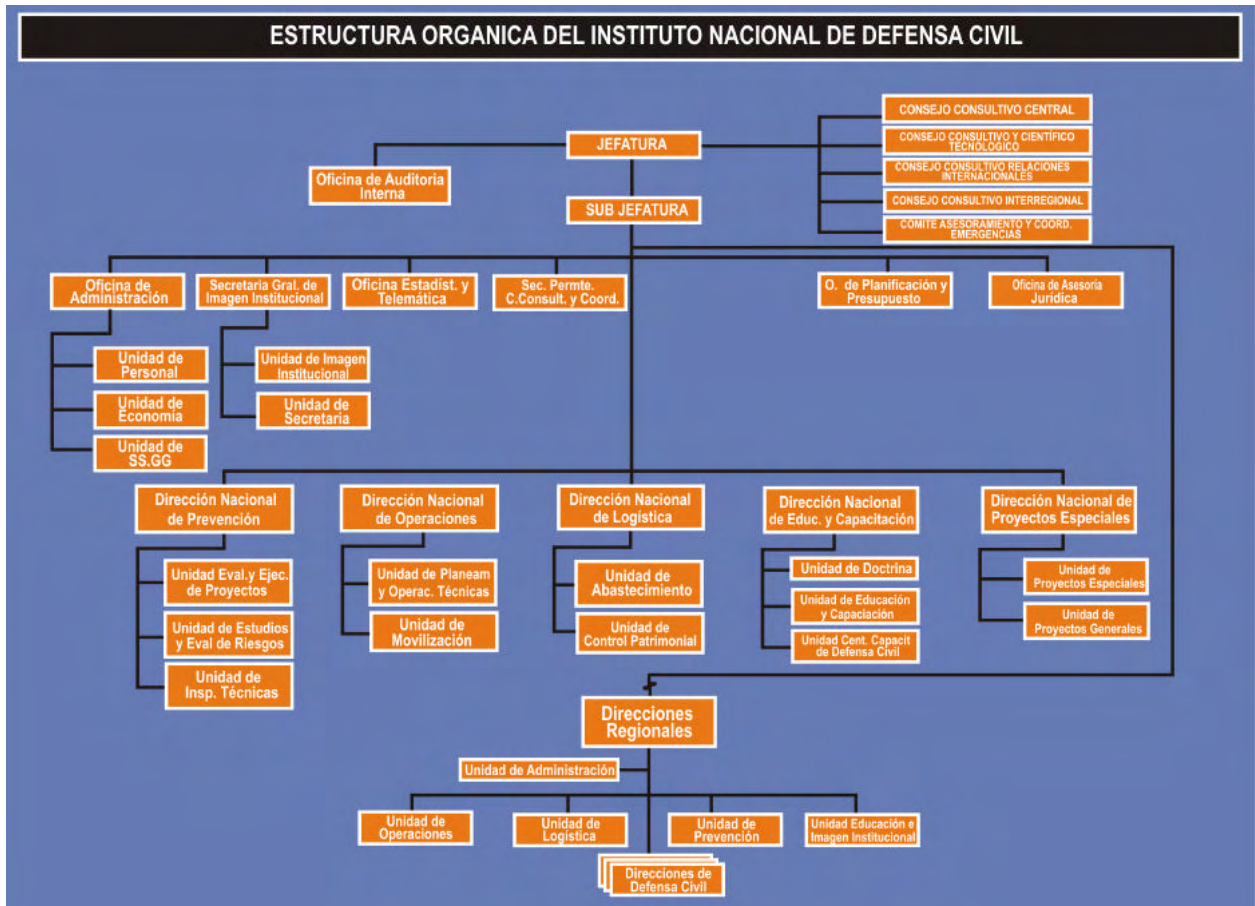


図 2-2-1 INDECI の組織図

1. ALTA DIRECCIÓN (上部)
 - Jefatura (長官) Sub-Jefatura (副長官)
2. ÓRGANOS CONSULTIVOS Y DE COORDINACIÓN (助言調整組織)
 - Consejo Consultivo Central (中央審議会)
 - Consejo Consultivo Científico-Tecnológico (科学技術審議会)
 - Consejo Consultivo de Relaciones Internacionales (国際関係審議会)
 - Consejo Consultivo Interregional (地方組織審議会)
 - Comité de Asesoramiento y Coordinación de Emergencias (緊急事態助言調整委員会)
3. ÓRGANO DE CONTROL (コントロール組織)
 - Oficina de Auditoria Interna (会計室)
4. ÓRGANOS DE ASESORAMIENTO (助言組織)
 - Oficina de Asesoría Jurídica (法務室)
 - Oficina de Planificación y Presupuesto (計画・予算室)
5. ÓRGANOS DE APOYO (サポート機関)
 - Oficina de Administración (本部)
 - Secretaría General e Imagen Institucional (総務、映像組織局)
 - Secretaría Permanente de los Consejos Consultivos y de Coordinación (指導調整審議局)
 - Oficina de Estadística y Telemática (統計・通信室)
6. ÓRGANOS DE LÍNEA (ライン組織)
 - Dirección Nacional de Prevención (防衛部)
 - Dirección Nacional de Operaciones (国家実行部)
 - Dirección Nacional de Logística (国家ロジスティック部)
 - Dirección Nacional de Educación y Capacitación (国家教育訓練部)
 - Dirección Nacional de Proyectos Especiales (国家特別プロジェクト部)
7. DIRECCIONES REGIONALES DE DEFENSA CIVIL (地方市民防衛部)
 - Direcciones Regionales (地方部)

この他に INDECI の地域組織がある。地方の市民防衛局は地方分権化されており、INDECI 本体への支援や助言および市民防衛委員会と市民防衛委員会管轄地域の事務局との調整を行っている。

INDECI 北部執行部 (Lambayeque, La Libertad, Amazonas, Tumbes の各支所)

INDECI 海岸・中部執行部 (Ancash, Ica, Ayacucho の各支所)

INDECI 南部執行部 (Puno, Tacna の各支所)

INDECI 南東部執行部 (Madre de dios の各支所)

INDECI 北東部執行部 (Loreto, Ucayali の各支所)

2) 分野別機関 (関係省庁等)

今回の調査では、住宅建設衛生省、地球物理庁および Lima 市を訪問したので、それらに限ってその概要を記す。

① 住宅建設衛生省 Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)

MVCS は、ペルー国の住宅、地域管理、都市開発、都市化、建設および衛生に関する政策を立案及び実施する国の機関である。MVCS は比較的新しい機関で 2002 年 7 月に設立された。MVCS が設立される前は、住宅開発における政府機関の調整はほとんどなされていなかった。現在、MVCS は住宅開発に関して他の政府機関と調整を担う重要な役割を果たしている。

MVCS は、南部地域の 2007 年の地震被災地における住宅再建政策形成の最も重要な責任を負っており、以下のような方針で再建の枠組みを示している。

- ・ 再建プロセスおよび現在の政府プログラムの枠組みのなかで被災世帯に支給される補助金へのアクセス促進
- ・ 地震被災地における住宅再建および改修技術協力の促進
- ・ 長期的に土地を不法占拠している状態の改善ならびに被災世帯のボーナス (支援金取得) へのアクセスを改善するための法的支援
- ・ 既存の住宅プログラムと共に被災地向け住宅再建プログラムの明瞭化
- ・ 仮設住宅の整備と、被災地での恒久住宅復興へのつなぎ役、または恒久住宅の一部としての活用
- ・ 災害リスクの高い地域から移住した世帯のために、新たな住宅を建設するプロジェクトの実施促進
- ・ 最低限必要な住宅供給問題の解決の促進
- ・ 住宅の自己建設のためのコミュニティの能力強化

② 地球物理庁 Instituto Geofísico del Perú (IGP)

IGP は、発足当時は教育省に属していたが、現在は環境省に属する公的な機関で、脅威となる自然現象、例えば地震、津波、火山噴火、洪水、旱魃などの観測に貢献しており、IGP からの情報提供により、政府が防災上の重要な決定をしている。また、観測業務に加えて、地球物理学の研究を推進する役割も担っている。たとえば、IGP の設置根拠法令 (政令 No.136) で

は、以下の業務を行うことになっている。

- a) ペルーにおける地球物理学およびその応用の発展に向けた行動を、国の政策指針に沿い、促進、助言、コーディネートする。
- b) 地球物理学およびその応用に関するあらゆる事柄に関し、その権能のおよぶ範囲で、国および地方の開発計画と調和を保ちつつ、政府に助言し、科学・技術にかかるポリシーおよび計画について進言する。
(途中省略)
- g) 地球物理学分野の研究や実験の振興と発展のために、使用可能なリソースの利用に関し、公共機関および民間機関とコーディネートを行う。
- h) 国が関与し実施される地球物理学の研究について、その規定、評価、監督する権能を有する国家機関として機能する。

IGP 組織 :

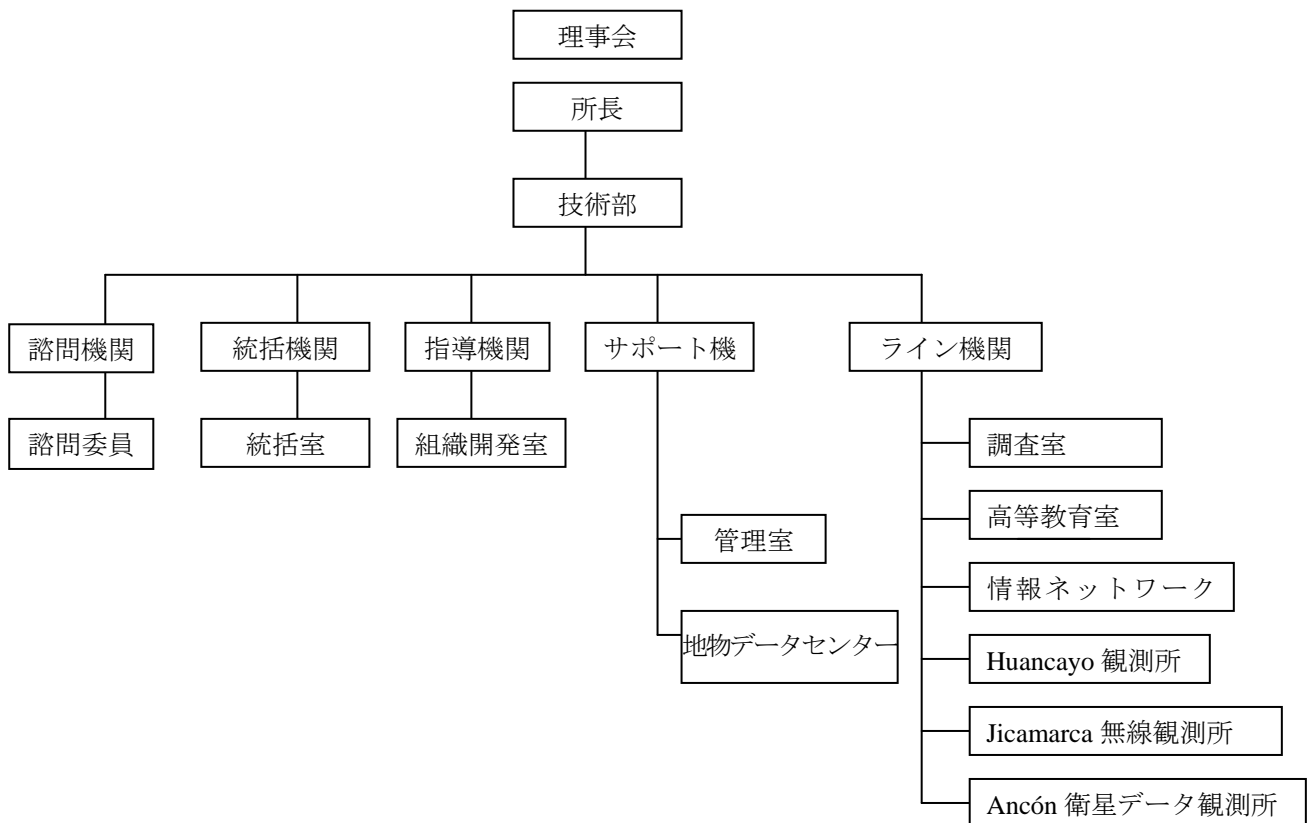


図 2-2-2 IGP の組織図

3) 市民防衛委員会 El Comité de Defensa Civil de la Provincia/Región

市民防衛委員会は、ある特定の地域で住民の安全と安心を守る統合機関である。市民防衛委員会は州、郡、区の各レベルにそれぞれ設置されており、管轄地域ごとに市民防衛委員会が減災、災害への備えおよび緊急対応といった災害管理活動を担当している。市民防衛委員会の主な役割は、以下の通りである。

- ・ 住民の安全と安心を守る活動の計画、調整および管理をする
- ・ 住民の安全と安心を守る計画を作成する
- ・ 緊急対応に必要な人材確保と物的資源の在庫の管理をする
- ・ 人命および有形財産を守るための災害の特定、脆弱性の分析およびリスクの評価を行う
- ・ 災害管理の政策決定を円滑にするために緊急対応センターを計画し、運営する
- ・ 災害による被害者への迅速な支援を提供する
- ・ 住民の安全と安心を守る活動において専門家や市民に研修を促進し、情報を提供する
- ・ 災害による国家緊急宣言を提言する
- ・ 市民の安全や安心を守る技術的な保安検査を実行する
- ・ 施行機関と防災活動を計画、調整、監督および実行する

Lima 市防災局（Municipalidad Metropolitana de Lima, Defensa Civil）の組織は図 2-2-3 のとおりである。

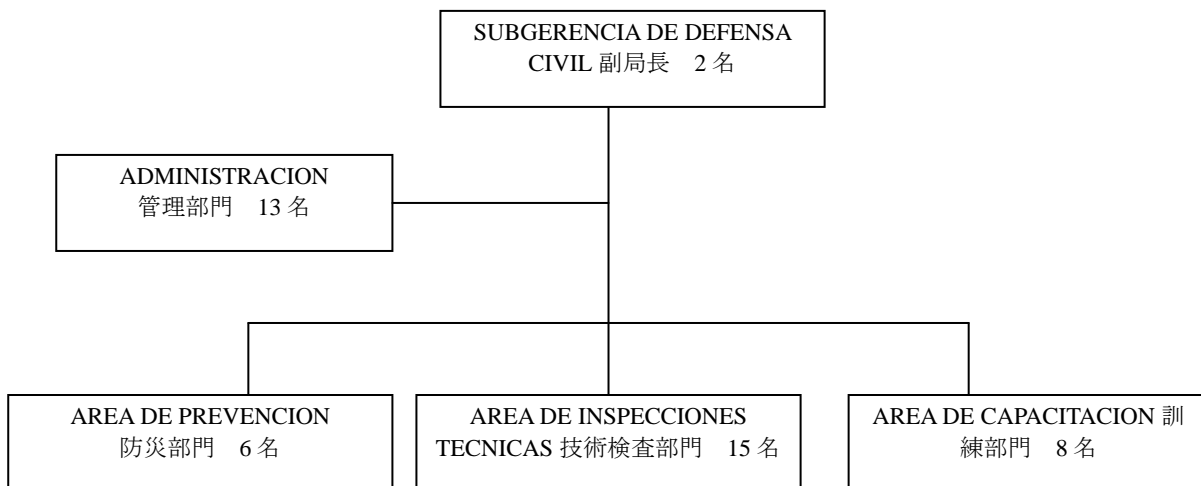


図 2-2-3 Lima 市防災局組織図（Lima 市防災局より）

(3) 政策・計画

1) PLAN NACIONAL DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES（国家防災・警戒計画） について

この計画は、国家市民防衛体制 Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI) に基づく防災計画で、2004 年 1 月に発表された。各種自然・人為災害の定義と診断を踏まえて、防災政策のあり方、計画のイメージ、組織体制などを検討して、計画化している。ここでは、以下の 6 つの計画を含んでいる。

分野別緊急時業務計画（Planes Sectoriales de Operaciones de Emergencia）

緊急時業務計画（Planes de Operaciones de Emergencia）

州の戦略的計画（Planes Estrategicos Regionales）

分野別の戦略的計画（Planes Estrategicos Sectoriales）

州の緊急時業務計画（Planes Regionales de Operaciones de Emergencia）

地方の緊急時業務計画（Planes Locales de Operaciones de Emergencia）

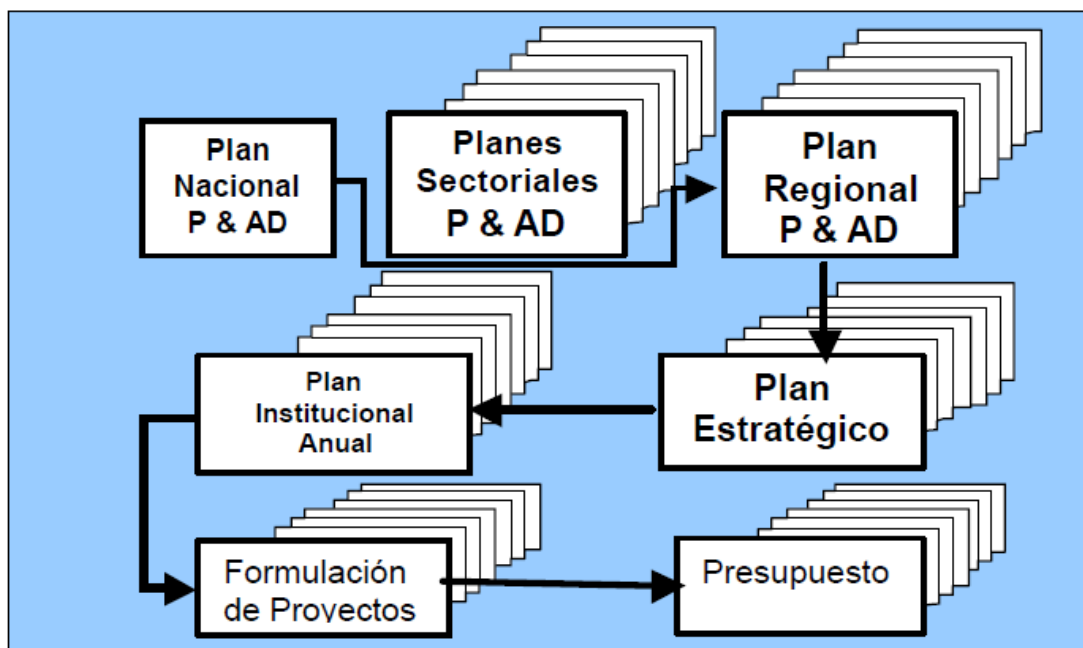


図 2-2-4 防災・災害警戒計画づくりの流れ（計画書より）

（注）P：Prevencción、AD：Atención de Desastres

2-3 土地利用計画、都市開発計画に関連する法制度、行政組織

人口 800 万人を有する Lima 市において、都市開発の問題が顕在化してきている。特に、市街地周辺地域で無計画な開発、貧困層の不法居住、環境悪化が進んできている。都市計画の策定、計画実施に向けた投資が十分行われないうちに、地方からの流入者が不法居住している。

MVCS が、都市開発法を整備しているところである（2009 年 12 月に承認予定）が、ハザードマップ等により地域の災害危険性を明らかにし、住民に情報公開し、市民自身が何をしなければならないかを認識させることを意図している。それぞれの地区の状況に応じた危険ゾーンネーションマップ（ZONIFICACION DE PELIGROS）をつくり、それを利用した土地利用計画を促そうとしている。

以下に、MVCS の国家都市局長（Director Nacional de Urbanismo）から提供された資料の概要を示す。

1) 都市開発計画策定マニュアル（2008 年 12 月作成）

このマニュアルは、住宅・都市政策を推進する際の州政府および地方政府の能力強化を目指すためのものである。本マニュアルは、住宅・都市次官室と PROMCAD（開発促進研修協会）の間で締結された“住宅・都市政策の実施における州政府および地方政府の能力強化”のため、PROMCAD の所属機関である INICAM（自治体調査・研修センター）を通じ、作成された。

区役所の幹部、技術スタッフ、都市計画の企画・管理担当官が、都市開発計画ツールの策定、アップデートもしくは実施する際に、その活動を導くガイドラインとなるものである。

本マニュアルは、基本的に、地方分権法、法律 27783 号；地方自治体法、法律 27972 号および土地整備・都市開発法規の定めるところに準じている。また、環境、防災、安全、文化財、民間投資促進等に関する現行法規のコンセプトやクライテリアを取り込んでいる。このマニユ

アルの中で、災害リスクについては以下のような記述がある。

都市開発の提案において物理的な安全と防災は基本条件であり、経済成長や住民の生活の質的向上と同様に、持続的開発のために保証されるべき事項で、都市開発計画の中での基本的な局面を構成している。

2) 2004 年土地調整と都市開発に関する規則の承認、住宅と都市化の規則 (MVCS 住宅総局)

本規則は、地方政府が土地整備・都市開発の計画・監理を行う際のステップに関する法的枠組となるものであり、防災まちづくりのための土地利用の変更、災害後の土地利用規制、土地利用誘導において、以下の点の確保が求められる。

- ・ 土地の合理的かつ持続的占有
- ・ 所有権の行使と社会的利益の調和
- ・ 民間セクター参加の便宜を図るため、中央政府、州政府、地方政府とのコーディネート
- ・ 土地利用に起因する利益と負担に関する均衡配分
- ・ 不動産投資のための安全および安定した法規程

国、セクターおよび地方の政策に沿って、投資や市民参加を促進しつつ、地域の統合的開発を企画することは、地方政府の役割である。地方政府は土地整備および都市開発にかかる土地整備計画、都市開発計画、特化計画 (Plan Especifico)、地区レベルの計画を策定する。

本規則の中では、第 4 項 f に、環境保護地域、自然災害リスク地域を特定すること、第 8 項 f に、環境保護、減災アクションプログラムの策定が記述されている。

3) 歴史的建造物の耐震

大きな地震のたびに、歴史的建造物が被害を受けてきている。宗教施設、歴史的な公共施設、住居などは多くが、アドベ、キンチャ、石、アドベ・石複合、凝灰岩などを積み上げたもので、2001 年アレキパ地震では多くの被害が出た。

歴史的建造物の登録、調査、管理を行っているのが、文化庁 (Instituto Nacional de Cultura) である。ペルー国内には文化庁に登録している建築物が 4239 件あり、それらの耐震性を評価する段階には至っていない。

文化庁は、耐震建築が専門ではなく、また資金と人員不足で十分な活動ができていない。そのため、CISMID (カルロス・サバラ所長) とカトリカ大学 (ダニエル・トレアルバ氏、フリオ・バルガス氏) などに協力を求め、技術的アドバイスを受けている。

表 2-3-1 申告されている全国の歴史的建造物（2009年2月時点）

DEPARTAMENTO	ZZMM	AUM	MONUMENTOS	TOTAL	VALOR MONUMENTAL	RETIRO DE CONDICION
AMAZONAS	1	3	17	21	-	-
ANCASH	1	6	42	49	-	01
APURIMAC	1	1	45	47	-	01
AREQUIPA	2	59	449	510	-	02
AYACUCHO	08	19	430	457	-	-
CAJAMARCA	2	9	262	273	-	-
CALLAO	2	34	196	232	-	01
CUSCO	10	19	204	233	-	-
HUANCAVELICA	1	14	52	67	-	-
HUANUCO	-	-	28	28	-	01
ICA	1	12	123	136	-	12
JUNIN	2	2	74	78	-	02
LA LIBERTAD	4	41	340	385	-	-
LAMBAYEQUE	4	7	199	210	-	01
LIMA	11	117	1199	1327	102	46
LORETO	2	-	90	92	-	-
MADRE DE DIOS	-	-	-	-	-	-
MOQUEGUA	2	9	102	113	-	-
PASCO	-	-	6	6	-	07
PIURA	3	14	185	202	1	02
PUNO	2	13	113	128	-	-
SAN MARTIN	-	-	-	-	-	-
TACNA	1	8	77	86	-	-
TUMBES	-	-	6	6	-	01
UCAYALI	-	-	-	-	-	-
TOTALES	60	387	4239	4686	103	77

ZZMM：歴史的地区、AUM：都市環境モニュメント、MONUMENTOS：歴史的建造物
文化庁資料

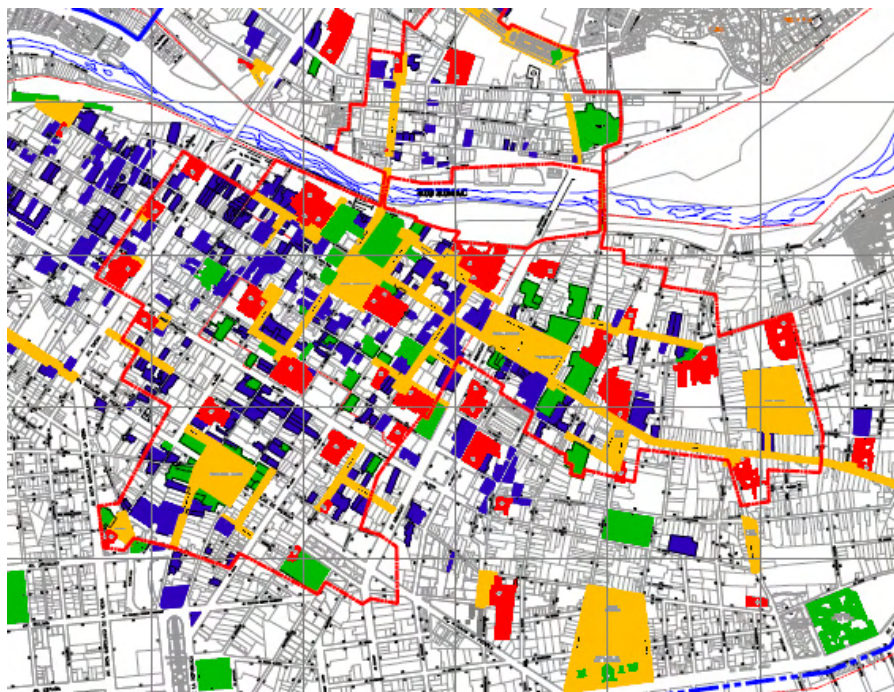


図 2-3-1 Lima 旧市街の歴史的建造物（赤：宗教建築物、緑：公共建築物）
文化庁資料

2-4 地震・津波観測体制と警戒・避難体制

1930年代に、アメリカカーネギー研究所によって、Huancayo に初めて地震計が設置されてから、ペルー国の観測網の整備はスタートした。世界地球物理年にあたった1957-58年にはペルー政府の資金により、Ñaña にトンネルを掘り、地震計を設置した。1970-80年代、カーネギー研究所と南アメリカ地域地震センター（CERESIS）が連携し、設置された5台の地震計により、地震観測・解析を行うようになった。このころから海岸地域の地震計データはテレメータによって転送されるようになり、結果は地震対策に活用できるよう公開されるようになった。2002年にはCERESISの協力により、15箇所にデジタル加速度計が設置された。

津波監視早期警報システムも導入されているが、それは地震観測をもとに津波予測をするものである。即時に震源を決定し、海岸地域への津波の到着時刻を計算し、津波が海岸に到達する前に、津波の襲来をいち早く住民に伝えるシステムである（図 2-4-5）。

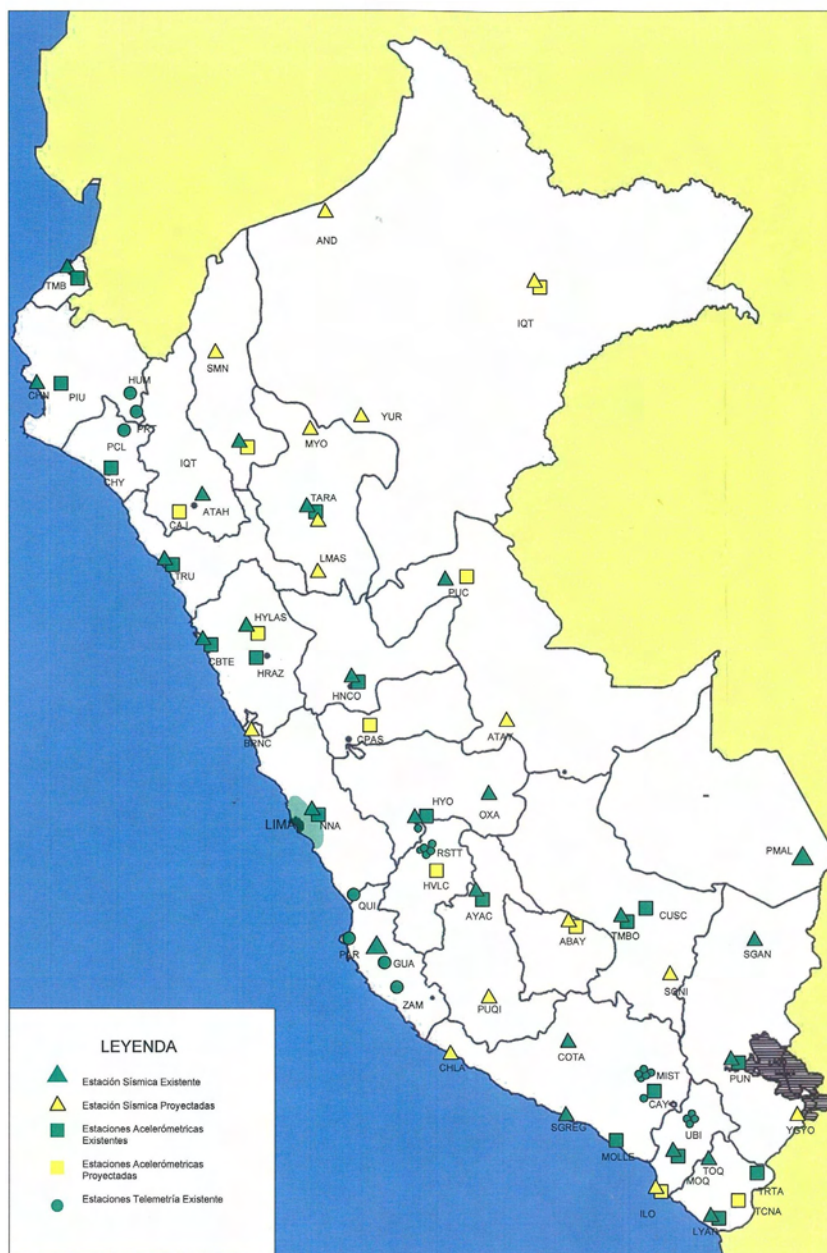
政府としての地震・津波観測はIGPが行っているが、CISMIDも研究を目的とした地震観測を行っている。CISMIDの地震観測体制の概要は以下のとおり。（<http://www.cismid-uni.org/redacis/index.php>）



CISMID 国家加速度計ネットワーク

RION SM-10B 15機（Lima市：4箇所、南部地域：7箇所、北部地域：4箇所）

ETNA 新型加速度計 12機（Arequipa, Moquegua, Tacna, Lima）



1	CHCH	Chachapoyas	Amazonas
2	CBTE	Chimbote	Ancash
3	HYLAS	Huaylas	Ancash
4	MILP	Chaupi	Ancash
5	HRAZ	Huaraz	Ancash
6	MLLO	Mollendo	Arequipa
7	CAY	Cayma	Arequipa
8	COTA	Cotahuasi	Arequipa
9	MISTI	Misti	Arequipa
10	CVER	Cerro verde	Arequipa
11	AYAC	Ayacucho	Ayacucho
12	ATAH	Atahualpa	Cajamarca
13	TAMB	Tambomachay	Cusco
14	CUSC	Cusco	Cusco
15	RTTM	Mantaro	Huancavelica
16	HNCO	Huanuco	Huanuco
17	PAR	Paracas	Ica
18	GUA	Guadalupe	Ica
19	ZAM	Zamaca	Ica
20	HYO	Huancayo	Junin
21	OXA	Oxapampa	Junin
22	TRJ	Trujillo	La Libertad
23	CHY	Chiclayo	Lambayeque
24	ANC	Ancon	Lima
25	NNA	Ñaña	Lima
26	MAY	Mayorazgo	Lima
27	QUI	Quilmana	Lima
28	PMAL	Puerto Maldonado	Madre de Dios
29	TOQ	Toquepala	Moquegua
30	MOQ	Moquegua	Moquegua
31	UBI	Ubinas	Moquegua
32	PIU	Piura	Piura
33	CHN	Chocan	Piura
34	HUA	Huarmaca	Piura
35	PRT	Portachuelo	Piura
36	PCL	Porculla	Piura
37	UNAP	UNA PUNO	Puno
38	SGBN	San Gaban	Puno
39	SGREG	San Gregorio	Puno
40	TRP	Tarapoto	San Martin
41	LYAR	La Yarada	Tacna
42	TRTA	Tarata	Tacna
43	TMB	Tumbes	Tumbes
44	PUC	Pucallpa	Ucayali
45	ABAY	Abancay	Apurimac
46	AND	Andoas	Amazonas
47	ATYA	Atalaya	Ucayali
48	BRCA	Barranca	Lima
49	CAJ	Cajamarca	Cajamarca
50	CPAS	Cerro de Pasco	Pasco
51	CHLA	Chala	Arequipa
52	HVL	Huancavelica	Huancavelica
53	ILO	Ilo	Moquegua
54	IQT	Iquitos	Loreto
55	LAM	Lamas	San Martin
56	MOY	Moyobamba	San Martin
57	PUQ	Puquio	Ayacucho
58	SMN	Santa Maria	Amazonas
59	SAP	Saposoa	San Martin
60	SQNI	Sicuni	Cusco
61	TCNA	Tacna	Tacna
62	YGYO	Yunguyo	Puno
63	YUR	Yurimaguas	Loreto

図 2-4-1 IGP による国レベルの地震計位置図 (2009 年)

- ▲ : 設置済み地震計 ▲ : 設置予定地震計
 ■ : 設置済み加速度計 ■ : 設置予定加速度計 ● : テレメータ局 (設置済み)

DISTRIBUCION DE ESTACIONES ACELEROMETRICAS EN LIMA METROPOLITANA (2009)

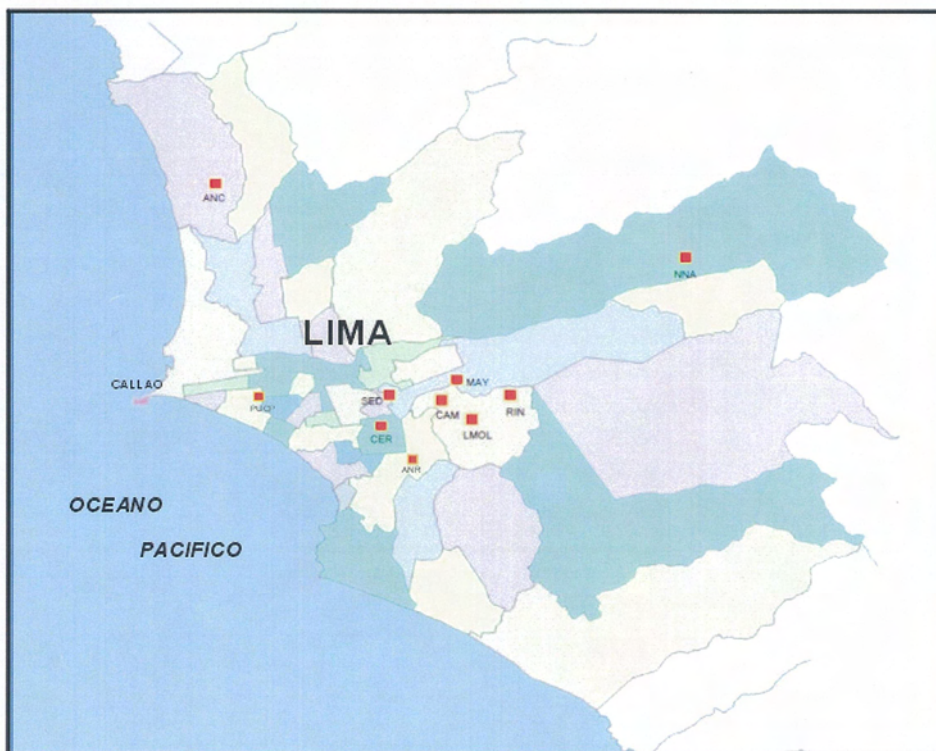


図 2-4-2 IGP による加速度計ネットワーク (Lima 市周辺地) (2009 年)



図 2-4-3 CISMID 国家加速度計ネットワーク

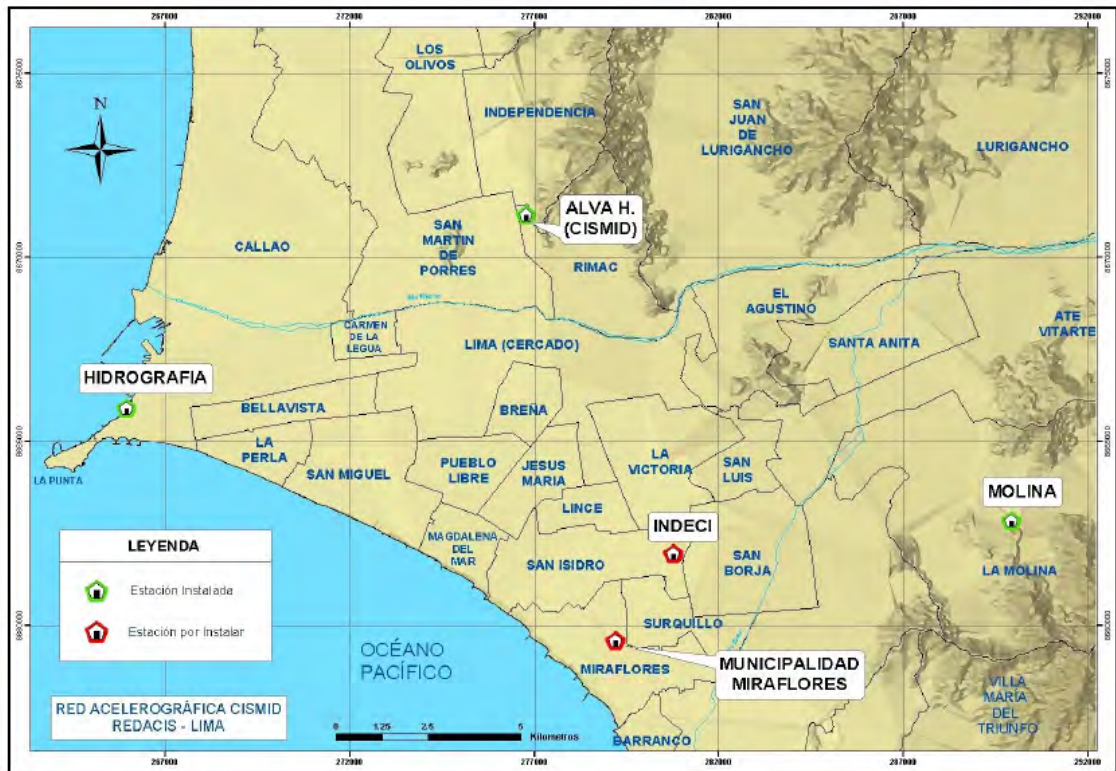


図 2-4-4 CISMID の加速度計ネットワーク (Lima 市周辺地域)

RED SATELITAL PARA ALERTA DE TSUNAMIS EN LA
COSTA PERUANA

Primera Etapa -2009

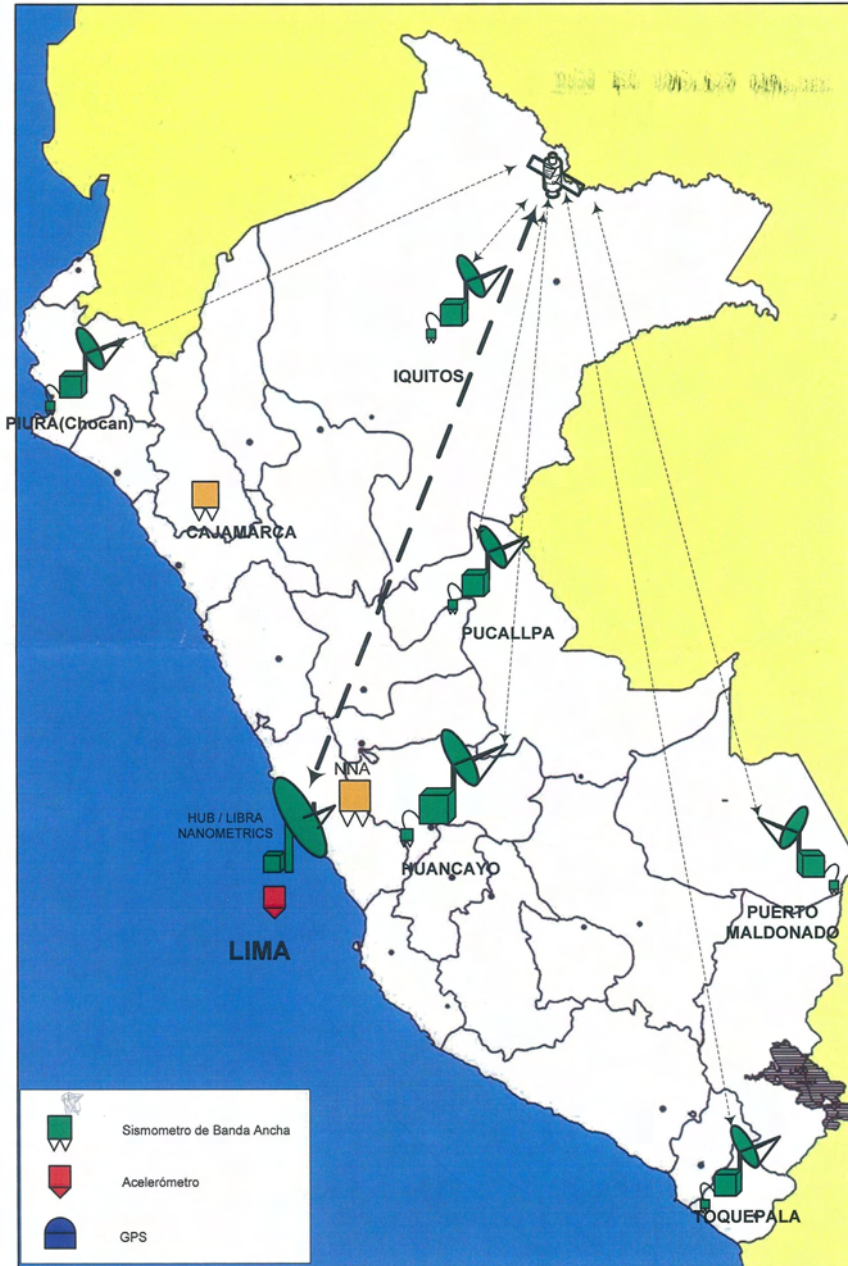


Fig. 1 Estaciones Sísmicas del Proyecto para inicios del año 2009

図 2-4-5 津波監視早期警戒システム (TREMORS / Red デジタル地震計・衛星通信)
(2009年) (IGPより)

■ : 広帯域デジタル地震計 ■ : 加速度計 ■ : GPS