

メキシコ合衆国 地震防災プロジェクト 終了時評価報告書

平成 8 年 11 月
(1996年11月)

JICA LIBRARY



J 1138705 (7)

国際協力事業団
社会開発協力部

社協三
J R
96-033

メキシコ合衆国地震防災プロジェクト終了時評価報告書

平成8年11月

国際
615
553
SCS
LIBRARY

メキシコ合衆国
地震防災プロジェクト
終了時評価報告書

平成 8 年 11 月
(1996年11月)

国際協力事業団
社会開発協力部



1138705 (7)

序 文

昭和60年9月、メキシコの西海岸を震源地として発生した大地震は、首都メキシコ市を中心に、死傷者5万人という大被害をもたらしました。この体験からメキシコ政府は地震対策の重要性を痛感し、高密度地震観測、地震防災、耐震工学の研究・研修・普及を行う防災センターの設立を計画して、わが国に無償資金協力とプロジェクト方式技術協力を要請してきました。

これを受けて国際協力事業団は、「国立防災センター（CENAPRED）」の建設および機材調達のための無償資金協力を行うとともに、平成2年4月から5年間のプロジェクト方式技術協力を開始しました。さらに、平成6年11月の終了時評価調査で、研修・普及活動を中心とした協力の延長が必要と判断され、平成7年4月から2年間の延長協力に入っていました。

平成8年度はその最終年度を迎えたため、各分野の技術移転状況と、組織、財務等の自立発展性などを評価する目的で、平成8年10月21日から同31日まで、建設省建築研究所研究調整官 島崎 勉氏を団長とする終了時評価調査団を現地に派遣しました。

本報告書は、同調査団の調査・協議結果等を取りまとめたものです。

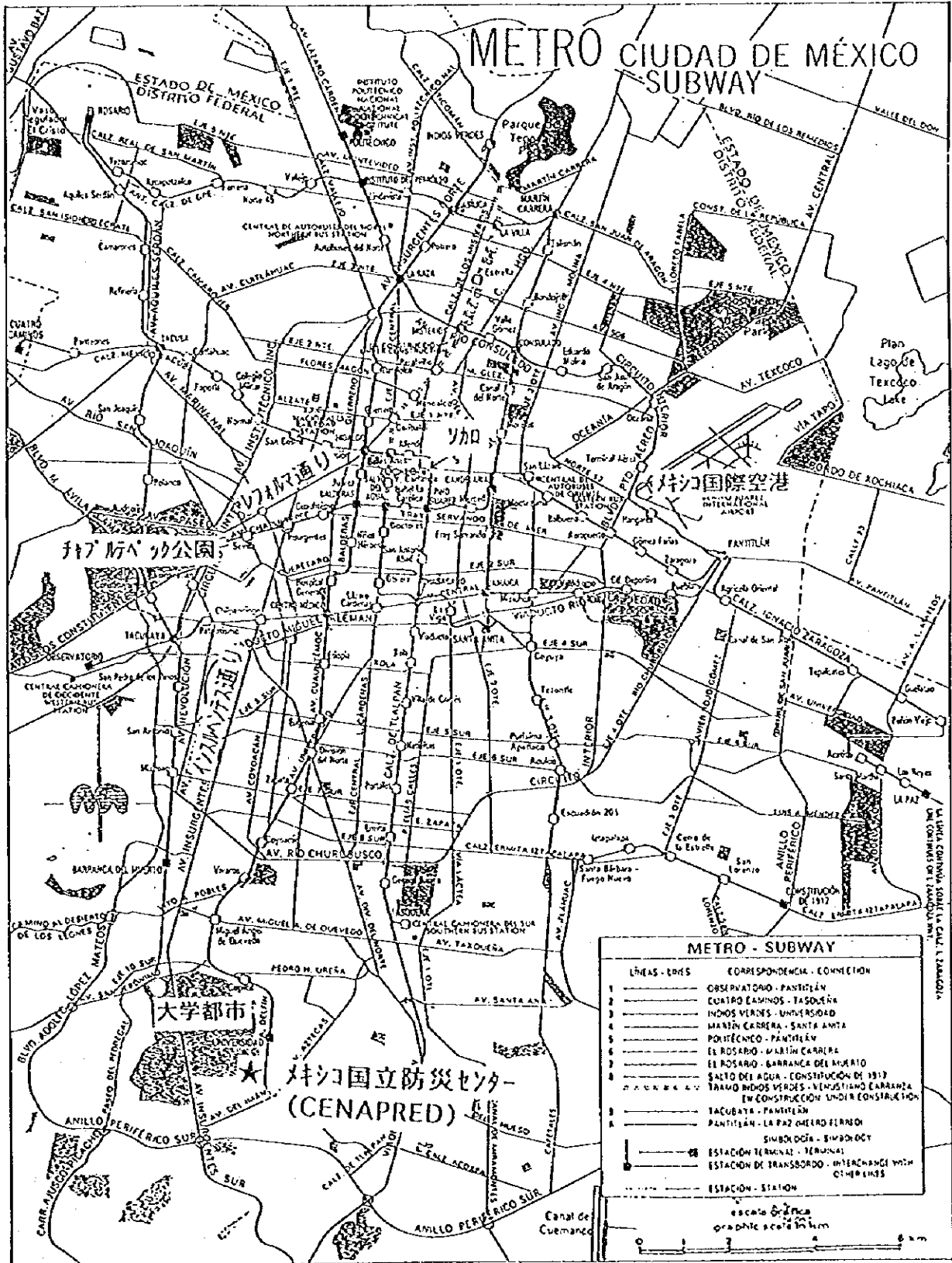
ここに、調査の任にあられた調査団の各位、ならびにご協力いただいた外務省、建設省、在メキシコ日本大使館、そのほか関係機関の方々に、深く感謝の意を表する次第です。

平成8年11月

国際協力事業団
理事 佐藤 清

プロジェクト位置図

<メキシコ国立自治大学（大学都市）構内メキシコ国立防災センター>





▲ミニッツ署名

目 次

序文	
プロジェクト位置図	
写真	
第1章 終了時評価調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	2
1-3 調査日程	3
1-4 主要面談者	4
1-5 終了時評価の方法	5
第2章 要約	7
第3章 協議議事録（ミニッツ）概要等	9
第4章 評価結果	15
4-1 案件対象の現状（実績）	15
4-2 計画の妥当性	62
4-3 効率性	66
4-4 プロジェクト目標達成度	68
4-5 効果（見通し）	71
4-6 自立発展の見通し	73
4-7 プロジェクトに影響した横断的開発諸要因	74
第5章 結論	77
5-1 今後の協力のあり方	77
5-2 教訓と提言	77
資料	
1 終了時評価調査協議議事録（英文）	81
2 討議議事録（当初R/D）（英文）	178
3 ミニッツ（英文）	192

4	討議議事録（延長R/D）（英文）	196
5	終了時評価時のプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）	208
6	機材活用状況表	214
7	無償資金供与機材リスト	223
8	終了時評価調査表	229
9	収集資料リスト	241

第1章 終了時評価調査団の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

1985年9月、太平洋岸に起きた大地震により、メキシコは建築物の倒壊などで死者・行方不明者多数の甚大な被害を受けた。地震後、日本からの各種援助と並行して日本の研究者、技術者、行政担当者による数多くの被害調査が行われた。

その後メキシコ政府は、独自の地震防災システムを整備するとともに、「メキシコ国立防災センター（CENAPRED）設立計画」を策定し、地震防災に豊富な経験を持つわが国に同センターの建設および地震観測機材等の整備にかかる無償資金協力と、研究、研修、普及活動にかかるプロジェクト方式技術協力を要請してきた。

この要請に基づき国際協力事業団は、1987年7月に予備調査団、同年11月に事前調査団、1989年2月および10月に長期調査員を派遣し、これを受けて1990年2月には実施協議調査団を派遣、プロジェクトの基本計画（協力内容、期間、実施体制等）にかかる協議を行って討議議事録（Record of Discussions：R/D）の署名を取り交わし、1990年4月から5年間の技術協力が開始された。

一方、無償資金協力に関しては総額12億4600万円の施設建設と機材調達に必要な資金の供与を行い、1990年3月にCENAPREDが完成、引き渡しが行われた。

当初協力期間におけるプロジェクト活動の目的は、研究、研修、普及活動をそれぞれ行い、研究活動で得られた成果を実務者向け研修、普及活動に生かすことであった。しかし、1994年11月の終了時評価調査で、研究においては実務的研究が行われる必要があること、研修、普及においては蓄積した研究データを実務者向けに加工して実施することが必要であると指摘され、その成果を得るため、さらに2年間期間を延長して、研修、普及を中心とした協力を行うことになった。

今回の終了時評価調査団は、延長協力期間を含めて活動実績、管理運営状況、カウンターパートへの技術移転状況などを確認するとともに、評価ガイドラインに基づき、評価5項目に沿った評価を行うことを目的として派遣された。

1-2 調査団の構成

(担当業務)	(氏 名)	(現 職)
団長・総括 (Leader)	島崎 勉 (SHIMAZAKI Tsutomu)	建設省建築研究所研究調整官 Deputy Director General, Building Research Institute, Ministry of Construction (M O C)
技術協力 (Technical Cooperation)	杉山 長 (SUGIYAMA Takeshi)	外務省経済協力局技術協力課課長補佐 Assistant Director, Technical Cooperation Division, Economic Cooperation Bureau, Ministry of Foreign Affairs
強震観測 (Observation of Strong Ground Motions)	水野二十一 (MIZUNO Hatsukazu)	建設省建築研究所地震防災研究官 Program Director for Earthquake Disaster Mitigation Research, Building Research Institute, (M O C)
耐震構造 (Earthquake Resistant Structure)	藤谷 秀雄 (FUJITANI Hideo)	建設省建築研究所第三研究部主任研究員 Senior Research Engineer, Structural Engineering, Building Research Institute, (M O C)
計画評価 (Planning Evaluation)	伊藤 富章 (ITO Tomiaki)	国際協力事業団社会開発協力部社会開発 協力第二課課長代理 Deputy Director, Second Technical Cooperation Division, Social Development Cooperation Department, J I C A
評価分析 (Evaluation Arrangement)	岸並 賜 (KISHINAMI Atau)	株式会社パデコ コンサルティング部 Consulting Section, PADECO Co., LTD.

1-3 調査日程

日順	月/日	曜日	移動および業務
1	10/21	月	東京 17:20 (JL-012) →メキシコ市 18:40 21:00: 日程打合せ
2	10/22	火	10:00: JICAメキシコ事務所打合せ (木下所長) 11:00: 在メキシコ日本大使館表敬 (鈴木公使) 12:10: 1985年地震被害建物視察 13:00: 内務省市民防災担当次官表敬・打合せ、国立自治大学 (UNAM) 表敬 15:50: 地球物理学研究所表敬 17:10: 工学研究所表敬 19:00: 外務省技術協力局長表敬
3	10/23	水	10:00: 日本人専門家との打合せ 10:30: CENAPRED表敬・協議 11:40: CENAPRED施設視察 15:30: DROセミナーのアンケート分析結果についてヒアリング (日本人専門家) 16:00: DROセミナーにかかるヒアリング (DRO協会) 18:00: 内務省市民保護局長表敬・打合せ
4	10/24	木	9:00: CENAPRED活動内容等ヒアリング 17:00: メキシコ石油公社研究所 (IMP) 視察 21:00: 連邦特別区庁市民保護局監視センター長打合せ
5	10/25	金	10:20: CENAPRED活動内容等ヒアリング 11:00: 日本人専門家ヒアリング 13:20: CENAPREDとの協議 18:00: 連邦特別区庁公共工事局長打合せ 20:00: 日本人専門家ヒアリング
6	10/26	土	9:00: 観測点 (クエルナバカ) 視察協議 協議事録 (案)、評価レポート (案) 作成
7	10/27	日	9:00: 団内打合せ 10:30: 資料整理、市内地盤沈下対策施設視察 20:00: 団内打合せ
8	10/28	月	10:00: 団内打合せ (日本人専門家を含む) 10:30: CENAPRED所長との打合せ 12:00: CENAPREDとの協議、合同評価レポート作成 14:45: 日本人専門家ヒアリング 17:30: CENAPREDとの協議、合同評価レポート作成、協議議事録協議
9	10/29	火	11:00: CENAPREDで協議議事録・合同評価レポート署名 (島崎団長、メリ所長) 11:40: 在メキシコ日本大使館報告 12:00: 外務省報告 17:30: JICAメキシコ事務所報告 19:30: 懇談会
10	10/30	水	メキシコ市 8:45 (MX-900) →ロサンゼルス 10:30 ロサンゼルス 12:00 (JL-061) →
11	10/31	木	→東京 16:15

1-4 主要面談者

<内務省>

JUAN RAMIRO ROBERTO RUIZ	市民防災担当次官
ENRIQUE GONZALEZ ISUNZA	市民保護局長
ARTURO VILCHIS	渉外部長

<国立自治大学 (UNAM) >

SHRI KARISHNA SINGH	地球物理学研究所教授
三雲 健	地球物理学研究所 JICA 専門家 (地震学)
JOSE LUIS FERNANDEZ ZAYAS	工学研究所長
CARLOS JAVIER MENDOZA	工学研究所副所長

<外務省>

ALFREDO PEREZ BRAVO	技術協力局長
CRISTINA RUIZ RUIZ	技術協力局日本担当部長

<国立防災センター (CENAPRED) >

ROBERTO MELI	所長
SERVANDO DE LA CRUZ	研究部長
ROBERTO QUAAS WEPPE	観測部長
GLORIA LUIZ ORTIZ	研修部長
RICARDO CICERO	普及部長
LORENZO SANCHEZ	総務秘書
ENRIQUE GUTIERREZ	私設秘書
RICARDO DE LA BARRERA	技術秘書
SERGIO ALCOCER	研究部耐震構造課長
OSCAR LOPEZ BATIZ	データ処理課長
CARLOS GUTIERREZ	地質災害課長
野澤 昌生	チームリーダー
外山 孝	業務調整
十文字 剛	建築基準
佐藤 英明	建築基準

<DRO (工事責任者) 協会 (AMDROC) >

ARC F. JORGE MEJIA	協会会長
MARCO M. MENDEZ CUEVAS	協会事務局長

<連邦特別区庁>

CARLOS SAINZ LUNA	市民保護局監視センター局長
RAUL MILIANI SABIDO	市民保護局監視センター計画部長
DANIEL FERNANDEZ	公共工事局長

<メキシコ石油公社研究所：IMP>

JOSE GUILLERMO	局長
MAURICIO ORTEGA	計画部長

<在メキシコ日本大使館>

鈴木 一泉	公使
石井 昌平	二等書記官
渡邊 卓実	二等書記官

<JICAメキシコ事務所>

木下 健	所長
半谷 良三	次長
松山 博文	所員

<通訳>

都留小百合	通訳
-------	----

1-5 終了時評価の方法

(1) 評価者

<メキシコ側：CENAPRED関係者>

所 長	: ROBERTO MELI
研究部長	: SERVANDO DE LA CRUZ
観測部長	: ROBERTO QUAAS WEPPE
研修部長	: GLORIA LUIZ ORTIZ
普及部長	: RICARDO CICERO
総務秘書	: LORENZO SANCHEZ
私設秘書	: ENRIQUE GUTIERREZ
技術秘書	: RICARDO DE LA BARRERA

<日本側：評価調査団>

総 括	: 島崎 勉
技術協力	: 杉山 長
強震観測	: 水野二十一

耐震構造：藤谷 秀雄

計画評価：伊藤 富章

評価分析：岸並 賜

(2) 評価方法

日本・メキシコ双方の評価者は、以下の資料に基づき、活動実績、管理運営状況、カウンターパートへの技術移転状況等について確認し、評価ガイドラインに基づき、評価5項目に沿って評価した。

また、日本人専門家を含め関係者からのヒアリング等も行った。

- ① 実施協議討議議事録（当初R/D、延長R/D）等
- ② 各ミニッツ、作業計画、プロジェクト側からの報告書資料および過去の調査団報告書等
- ③ ヒアリング（カウンターパート、日本人専門家およびセミナー参加関係者等）
- ④ アンケート調査（セミナー参加者等）
- ⑤ 現場視察（CENAPRED、観測点等）
- ⑥ プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）

第2章 要約

(1) 当初計画期間の成果

メキシコに対する地震防災技術協力は「メキシコ国立防災センター（CENAPRED）」の建設および機材の整備にかかわる無償資金協力、ならびに研究開発、研修および普及活動にかかわるプロジェクト方式技術協力で行われた。当該プロジェクト方式技術協力に関するR/Dは1990年3月に署名された。その目標は「CENAPREDにおける共同の研究、研修および普及活動を通じて、地震防災に関する技術の研究、開発および改善を系統的に行うことである」とされ、1990年4月にプロジェクトが開始された。

プロジェクトの初期の段階において複雑な機器のシステム等に関する取り扱いの問題などにより、実験および強震観測で必ずしも十分機能を発揮し得ないものもあった。

しかしながら、長期および短期専門家、ならびにメキシコ側カウンターパートの不断の努力により、実験施設および強震観測施設とも本来の機能を発揮できるようになり、強震観測、耐震構造実験等の研究活動が軌道に乗ってきた。これらの機器が順調に稼働していることは今回の評価調査でも十分に確認できた。

この成果は学会、シンポジウムなどでの発表、CENAPREDの出版物等により広く認知されるに至っている。しかしながら、プロジェクトの目的のもうひとつの柱である研修、普及活動については研究活動に比較してあまり行われていなかった。

(2) 延長期間の活動、成果

1995年3月のプロジェクト終了を控えて、1994年11月にプロジェクト終了時評価調査団が派遣され、メキシコ側と評価を行った。その結果、R/Dの目的はかなり達成されたが、研究成果が実務に応用されるには時間がかかること、研修、普及活動は、まだ緒に就いたばかりであることが明らかになり、メキシコ側からプロジェクトの延長が要請された。

この結果、プロジェクトは研修、普及活動に重点を置いて1997年3月まで2年間延長されることとなり、1995年3月、延長にかかわるR/Dが署名された。

延長期間は過去5年間の研究成果の蓄積を幅広く研修、普及することを主な目的とした。プロジェクトの日本人長期専門家の担当分野は、それまで強震観測、耐震構造等の研究分野が主であったものから、研修、普及分野のみとなった。研究分野の技術協力は主として短期専門家により対応された。

また、延長期間においては当初協力期間に比較して日本側の協力額が減少したが、メキシコ側の人的、予算的措置が当初協力期間以上のものだったので、研修、普及活動は着実に実施された。

研修活動としては、建築物の安全に責任を負う工事責任者 (Director Responsable de Obras : DRO) を対象とするDROセミナーが延長期間中2回(当初期間を含めると5回)実施され、CENAPREDで実施された研究成果もそのなかで講義された。また、CENAPREDが中米・カリブ諸国への地震防災情報の中心的存在となるべく「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」および「地震防災セミナー」も実施された。

普及活動としては、日本人専門家とカウンターパートがCENAPREDにおいて共同で行った研究成果および日本の技術の紹介等が研究ノートなどの形で出版され、広く関係者に配布された。また、「鉄筋のガス圧接に関するセミナー」のためのビデオ等各種ビデオの制作、パンフレット作成なども行われた。

なお、メキシコ市南東約70kmにあるポポカテペトル火山の活動が1994年12月に活性化した。現在も依然注意しなければならない状況であるが、CENAPREDはこの火山活動の観測の中心的役割を担ってきている。火山観測はプロジェクトの協力対象外であるが、プロジェクトによる地震観測の技術移転の成果が火山観測に大いに役立っており、プロジェクトの間接的な成果である。

(3) 結論

日本側およびメキシコ側ともプロジェクトの目的は十分達成されたことを確認した。また、当初期間および延長期間における活動、成果に加えて、国内外の多くの関係者の理解と協力が深まっており、今後は、メキシコ側において基本的には自立発展していけるものと判断される。

第3章 協議議事録（ミニッツ）概要等

本プロジェクト関係者らと協議およびヒアリング等を行い、その評価結果を議事録に取りまとめた。

その要約は以下のとおりである。詳細は資料1、終了時評価調査協議議事録APPENDIX-A「EVALUATION REPORT」を参照。

(1) 評価要約

① プロジェクトの背景

1985年9月、太平洋岸に起きた大地震により、メキシコは建築物の倒壊などで死者・行方不明多数の甚大な被害を受けた。地震後、日本からの各種援助と並行して、日本の研究者、技術者、行政担当者による数多くの被害調査が行われた。

それを契機として、メキシコ政府は「メキシコ国立防災センター（CENAPRED）設立計画」を策定し、日本政府に同センターの建設および機材の整備にかかる無償資金協力、ならびに研究、研修、普及活動にかかるプロジェクト方式技術協力を要請してきた。

当時メキシコは無償資金協力の対象国ではなかったが、大地震の際の被害の甚大さ、さらに「日本・メキシコ修好100周年」などに鑑み、例外的に無償資金協力援助が適用された。

当該無償資金協力援助に引き続き、メキシコにおける地震防災の推進を目的として1990年から5年間の予定で、メキシコ地震防災プロジェクトが開始された。

② 当初計画期間（1990年4月～1995年3月）

プロジェクトは1990年4月に開始されたが、メキシコにおける使用条件等の問題があって一部の機材の整備が遅れ、初期段階には研究、観測活動が十分に行えないものもあった。

しかしながら、日本の長期、短期専門家、ならびにメキシコ側カウンターパートの不断努力により、実験施設および強震観測施設とも本来の機能を発揮できるようになり、強震観測、耐震構造実験などの研究活動が軌道に乗ってきた。

その成果は学会、シンポジウム等での発表、CENAPREDの出版物等により広く認知されるに至っている。

しかしながら、プロジェクトの目的のもうひとつの柱である研修、普及活動は、研究活動に比べて取り組みが遅れていた。

③ 延長期間（1995年4月～1997年3月）

1995年3月のプロジェクト終了を控えて、1994年11月にプロジェクト終了時評価調

査団が派遣され、メキシコ側と評価を行った。その結果、討議議事録（R/D）の目的はかなり達成されたものの、研究成果を実務に応用するには時間がかかること、研修、普及活動はまだ開始されたばかりであることが明らかになり、メキシコ側からプロジェクトの延長が要請された。

そのためプロジェクトは、協力開始時から蓄積された研究の成果を幅広く研修、普及することを主な活動として、1997年3月まで2年間延長されることになった。

プロジェクトの日本人長期専門家の担当分野は、それまで強震観測、耐震構造等の研究分野が主であったものから、研修、普及分野のみとなり、研究分野の技術協力は、主として短期専門家により対応された。また、延長期間には当初協力期間に比べて日本側のローカルコスト負担が減少したが、メキシコ側の当初協力期間以上のカウンターパート配置、予算的措置により、研修、普及活動は着実に実施された。

研修活動としては、DROセミナーが延長期間中2回（当初計画期間を含めると5回）実施され、CENAPREDで実施された研究成果もそのなかで講義された。なお、DROセミナーは建築物の安全に責任を負う工事責任者（DRO）を対象としている。

また、CENAPREDを中米・カリブ諸国への地震防災情報の中心として位置づけるべく「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」および市民防災担当の行政官を対象とした「地震防災対策セミナー」も実施された。

普及活動としては、日本人専門家とカウンターパートがCENAPREDにおいて共同で行った研究成果および日本の技術等の紹介が「研究ノート」などの形で出版され、広く関係者に配布された。また「鉄筋のガス圧接技術に関するセミナー」のためのビデオ等、各種ビデオの制作、パンフレット作成等も行われた。

なお、メキシコ市の南東約70kmにあるポボカテペトルの火山活動が1994年12月に活性化し、現在も依然注意しなければならない状況であるが、CENAPREDはプロジェクトによる地震観測技術移転の成果を生かし、同火山活動観測の中心的役割を担ってきている。

火山観測はプロジェクトの協力対象外であるが、プロジェクトの間接的な成果である。

④ 結論

日本・メキシコ双方は、当初協力期間および延長協力期間における活動、成果により、プロジェクト目標が十分達成され、また、これにより国内外の多くの関係者の理解と協力関係が維持されて、今後とも自立発展するであろうことを確認した。

(2) その他

メキシコ側から日本側調査団に対し、プロジェクト終了後の「将来計画」について説明があった。その要約は下記のとおりであるが、詳細は資料1、終了時評価調査協議議事録のAPPENDIX-B「Future Tasks」を参照。

技術協力としては、地震、火山、水文気象、科学リスク分野の研究、研修、普及活動に対する協力が主で、特に日本側の供与した機材（主に強震観測機材）の有効利用等により、これらの活動を行う。

CENAPREDは技術協力についてすでに日本人関係者とコンタクトをとっており、既存建築物の耐震性改善のガイドラインに関する技術協力を重点を置いている。

加えて、CENAPREDはプロジェクト期間中に得た技術移転を、別の形式で、中米・カリブ諸国に対して行うことを考えている。

FUTURE TASKS PROPOSED BY CENAPRED : 将来計画 (要約)

1. 技術協力終了後の課題

1-1. 強震観測機器

(1) 強震観測ネットワーク

- ① 強震観測ネットワークのデータの提供については、現在の水準を維持する（建築物に設置されたものや広域帯のポータブル型も含めて）。
- ② 計器については、当初のSMAC-MDをより利用しやすい現行の19ビット型に置き換えていく（SMAC-MDは補助用として維持する）。
- ③ 観測点とCENAPREDを結ぶ回線を、高速のモデムを使用する等、改善していく。
- ④ 観測および記録を、完全に自動化する。
- ⑤ 最終的に、地震発生時のメキシコ市における地震動の強さを早急に算定できるようにする。

(2) データの収集と提供

- ① 新型の機器を導入するなど、地震動の観測と記録をできる限り自動化し、その過程をより能率のよいものにする（コンピューターやソフトウェアも含めて）。
- ② 毎年、記録を公開すること、大地震には速報を出すこと、そのほか、地震観測に関する研究開発を進める。

(3) 強震動データベース

他の研究機関も含めて、メキシコの強震動データベースを整備する。つまり、1960年以後の膨大な記録をCD-ROMやインターネットで検索できるようになるので、この活動をCENAPREDも支援していく。

(4) 火山観測とモニタリング

CENAPREDは、1994年12月に火山活動を始めたポポカテペトル火山の観測とモニタリングを責任を持って行ってきたが、他の研究所と協力して、将来はメキシコの他の火山でもこのシステムを運用できるようにする。

(5) その他

強震観測に関するセミナーや会議等に参加するとともに、地震観測とデータ処理に関する国際セミナー（主に中米・カリブ諸国）を組織することを提案する。

1-2. 地震災害分野

基礎的な活動のほかに、国家市民保護システムの活動をサポートする。

この分野は特に多くの研究分野（地震学、地震活動マップ、火山モニタリング、地盤危険度評価等）との連携を深めることが望ましい。

1-3. 耐震実験分野

[主な活動]

(1) 組積造建築物の耐震診断および補修・補強ガイドライン

組積造の構造安全性評価技術を確立し、これらの建築物の被害を低減するための研究を行う。

(2) 既存不適格建築物の耐震性能評価

現行の対震基準を満たしていないS造、RC造の建築物の耐震性能を評価し、被害を低減するための研究を行う。

(3) 被災建築物の補修・補強ガイドライン

被災建築物の補修・補強については、さまざまな方法が採用され、メキシコ市はその効果を測る実験場のようになっている。これに対して、適切な補修・補強方法と、その耐震性能の評価法の開発を行う。

[その他の課題]

(1) エネルギー吸収装置の研究

エネルギー吸収装置の実験研究の成果をもとに、これらの装置による建築物の性能向上の評価を行う。

(2) 枠組組積造

工業化された製造方法によるレンガやコンクリートブロックを用いた低コストの構造方法の開発と、現存する枠組組積造の耐震性能の評価を行う。

(3) 住宅用のプレキャストコンクリート構造

中高層住宅の工業化建設技術として、プレキャストコンクリート構造は、安価でかつ一定品質を確保できる方法であることから、重要である。

現在、メキシコ国内にはプレキャストコンクリート構造の設計ガイドラインがなく、外国のものを参考にしている。

(4) 高性能コンクリートの実用可能性

メキシコにおける高性能コンクリートの開発と実用可能性を評価し、これまでの研究をレビューして、将来の基準に取り込めるかどうか検討する。

1-4. 研修部門

今後は、これまでのセミナー等が出された要望に応えることに重点を置き、防災あるいは市民保護に結びつくような研修活動を行う。

特に、以下の項目について活動を行う。

- ① 建築構造の耐震安全性に関するコース
- ② 鉄筋のガス圧接継手の検査技術と圧接技術の研修コース
- ③ 中米・カリブ諸国に対する、地震防災、構造安全、市民保護に関する第三国セミナー
- ④ セミナーや会議等による国内、国際支援

上記の①～③の活動については今後も予算の確保が必要である。特に中米・カリブ諸国を対象にメキシコ国内でセミナー等を実施するには、これまでのJICAの援助に代わる財源が必要である。

1-5. 普及部門

以下の活動を行う。

- ① 出版物の部数と配布先を増す。
- ② 国内、国際レベルで、他の研究所との協力と情報交換を行う。
- ③ 国内外の研究所とCENAPREDの間で技術、知識の交流を促す。
- ④ CENAPREDが中米・カリブ諸国における中核として機能できるよう、情報の蓄積と交流を行う。
- ⑤ 日本、メキシコ相互の有益な発展のための活動を行う。

2. 第三国研修とカウンターパート研修

- (1) 今後も第三国研修は、CENAPREDと日本が協力できる活動のひとつである。地震防災に関する第三国研修を今後数年間維持し、日本から短期専門家の派遣を継続してほしい。
- (2) メキシコ人カウンターパートの日本での研修をJICAベースで進めてほしい。

3. 1995年のR/Dのなかで、部分的に残された活動の将来計画

- (1) 研究機材については十分配置されたが、定期点検やメンテナンスが必要である。
- (2) CENAPREDのハードウェアについては、高い水準に整備され、有効に活用される。
- (3) 管理部門の人材については、必要な配置がなされている。一方、研究部門の人材については、UNAMから派遣されているのが現状であるが、国の財政の立ち直りとともに内務省の支援を得て、研究者給与を上げるよう努力する。
- (4) CENAPREDの研究者と日本の研究者のさらなる交流が必要である。

4. 財政の持続性

- (1) CENAPREDの運営費（一部または全部）が、政府予算から出される新しい制度ができた。
- (2) CENAPREDは年間活動プログラムを実行するための予算を立てる。
- (3) 連邦政府の厳しい経済状況も無視できない。
- (4) 予算の制約を受ける場合でも、政府は必要と認めたことには柔軟に対応する。そのよい例が、ポポカテトル火山の監視システムを導入したことである。
- (5) このような経過で、CENAPREDは年間活動プログラムを実行するための必要な予算を獲得してきた。

(6) しかし、機器の維持費を確保するための詳細な計画はできていない。

(7) そのほかに期待できる予算

- JICA

- 米国

- メキシコの民間企業との共同研究

- 出版物、ビデオ等の売り上げ（市民保護のための）

- 米国、コスタ・リカ、チリ、イタリア等の研究機関との共同研究

第4章 評価結果

4-1 案件対象の現状（実績）

（1）要請・協力内容

メキシコ政府より本プロジェクトの要請があり、各種調査団などを派遣して1990年4月に協力を開始したが、本章においてはその要請・協力内容について、時系列的に概要を取りまとめる。

① 要請内容

メキシコ側からの要請内容は以下のとおりであった。

- ・基本的考え方（1987年の予備調査時に確認） — CENAPREDをメキシコのみならず広く中米・カリブ諸国の地震対策の充実に寄与するための研究・研修施設とすること。また、同センターを1988年の日本・メキシコ修好100周年事業のひとつとして位置づけたいこと。
- ・プロジェクト目的 — メキシコおよび中米・カリブ諸国における地震防災に関する科学技術を体系的に研究、開発、改善、普及すること。
- ・プロジェクト・サイト — 要請時にはUNAM構内、UNAM近隣の製紙工業跡の2カ所9候補地があった（その後、協議の結果、現在設置されているUNAM構内となっている）。
- ・メキシコ側によって行われるCENAPREDにおける事業内容

a. 技術開発

i 目的

- ア) メキシコ国内、中米・カリブ諸国における建物の耐震性能を改善するために必要な実験的・解析的研究を行うことによって、耐震的かつ経済的な構造技術の開発に資すること。
- イ) メキシコ国内、中米・カリブ諸国の都市部において将来予想される災害に備えるため、都市部の地震災害に対する安全性評価および防災対策に関する研究を行うこと。

ii 研究内容

- ア) 地域別の地震影響度合い調査
 - ・短期的予知と警戒措置の研究
 - ・地盤条件の影響に関する研究
- イ) 建築構造の安全性に関する技術開発
 - ・地震時の建物構造の反応に関する実験室における研究

・耐震設計、耐震構造建築基準の開発

・現存する建築物の安全性評価

ウ) 地震防災に関する研究

・危険性と脆弱度の評価方法 — 地震防災のための都市設計基準

・ライフライン施設と都市設備の安全性 — 工業システムと戦略的施設の保護

エ) 地震防災計画のための技術基準

b. 研修事業

i 目的

ア) 地震防災計画の確立を支援する人材確保をめざし、メキシコ国内、中米・カリブ諸国における国家および地域レベルの地震防災分野で技術者、行政、機関の職員および一般市民を対象に行う。

ii 研修概要

項目 \ コース	技術基準コース	地震学コース	地震工学コース
研修人数	30名	30名	30名
研修期間	3カ月	4カ月	4カ月
頻度	2回/年	1回/年	2回/年
研修分野	・防災計画 ・建築物基準 ・都市計画	・地球物理学入門 ・入力地震動減衰特性 ・マイクロニング手法	・構造力学 ・施工管理 ・安全検査 ・建築物補強
研修生資格	大卒者もしくは同等の資格を有する者		

c. 普及事業

i 目的

ア) 技術開発における研究成果を他の研究機関、教育機関および行政機関へ移転することによって、研究成果を効果的に応用面に反映させること。

イ) 一般市民の支援ならびに理解を得るため、CENAPREDの事業を一般市民に紹介すること。

ii 研修内容(対象者、目的・内容)

ア) 行政機関の職員あるいは構造設計、防災計画に従事する職員対象

・耐震設計、防災分野における一般的な技術の普及

・技術開発プログラムにおいて得られる研究成果の普及

イ) CENAPREDとメキシコ国内、中米・カリブ諸国内の他の教育機関対象

- ・技術開発の研究成果を普及させるための情報交換
- ウ) CENAPREDとメキシコ国内、中米・カリブ諸国対象
 - ・地震工学および防災計画に関する継続的情報交換
 - ・地震および他の自然災害に関する日本の出版物の翻訳(スペイン語)、配布
 - ・メキシコ国内、中米・カリブ諸国の自然災害に関するデータベースを整備するための関連機関の組織的、相互的調整
- エ) 一般市民対象
 - ・災害への自衛強化を目的として啓蒙活動、CENAPREDの事業成果の長期的展示

なお、プロジェクト方式技術協力にあわせ、メキシコ側は日本に対して以下の施設、機材からなるCENAPRED設立にかかる無償資金協力を要請してきた。

a. 施設 (CENAPRED建設: 4780㎡)

i 本部棟 (3080㎡)

ア) 所長室 (含副所長室、秘書室)	70㎡
イ) 総務部門 (事務室)	100㎡
(応接室、会議室)	60㎡
ウ) 研究部門 (研究員室、打合せ室)	260㎡
(コンピューター室)	60㎡
(強震観測データ処理室)	200㎡
(資料室)	240㎡
エ) 研修部門 (教室、視聴覚、自習室)	470㎡
(大会議室、図書室、倉庫)	800㎡
オ) 広報部門 (展示・資料室)	140㎡
カ) その他 (喫茶、食堂)	180㎡
(機械室、廊下、トイレ等)	500㎡

ii 実験棟 (1100㎡)

耐震構造実験室	800㎡
土質・地盤実験室	300㎡

iii 宿泊棟 (600㎡)

b. 機材

i 構造実験用機材: 一式

ア) 加力システム (アクチュエーター、サーボコントローラー、マイクロ

コンピューター等)

イ) 計測システム (計測計、スイッチボックス、データ収録装置、インターフェイス、マイクロコンピューター等)

ウ) 加力治具 (鉄骨部材、反力台等)

エ) クレーン

オ) フォークリフト (含台車)

カ) 電源設備

キ) 工具一式 (油圧ジャッキ、レンチ、ハンマー等)

ii 強震観測用機材: 一式

ア) 強震計 (含地震計)

イ) データ処理・解析システム (データ収録装置、データ解析装置、マグネットテープ等)

ウ) 強震測定システム (震動台)

エ) 地下構造物理探査試験システム (三軸試験機等)

iii 研修および情報普及用機材: 一式

ア) 視聴覚機器

イ) マイクロコンピューター

ウ) 印刷・製本機

エ) コピー機

オ) 図書館

カ) ミニコンピューター

キ) 車両

② 協力範囲 (事前調査時: 1987年)

メキシコ側からのプロジェクト方式技術協力要請に対し、わが国の協力範囲について以下のとおり提案し、メキシコ側と合意した。

a. 研究・開発

- ・地震動の減衰に及ぼす距離の影響
- ・局所的地盤条件の地震動に与える影響
- ・マイクロゾーニングの方法論
- ・メキシコ等における建築物の地震時における挙動に関する評価
- ・建築物の設計・施工に関する技術基準の開発

b. 研修

- ・研修科目の策定

- ・研修用教材の作成
- ・研修の実施
- c. 広報普及活動
 - ・セミナー専門家派遣
 - ・日本の地震防災に関する資料の提供

③ 協力範囲（実施協議時：1990年、R/D署名：1990年3月1日）

事前調査結果をもとにメキシコ側と協議を行い、以下の協力活動を行うことを討議
議事録（R/D）で確認、署名した。

a. 研究・開発

下記テーマと関連するプロジェクト活動プログラムに従って研究活動を実施する
とともに、基礎、応用技術を移転する。

- ・地震発生メカニズムと活動減衰の法則
- ・ローカル効果と地震時の地盤-建物相互作用
- ・地震危険度調査およびマイクロゾーニング
- ・解析・実験技術によるメキシコ、中米・カリブ諸国の建物の地震時の評価・挙
動
- ・耐震ビルの設計と建築施工の技術開発

b. 研修

プロジェクト活動計画に定めるプランに従って、次の活動を実施するうえで、カ
ウンターパートを支援、指導し、またカウンターパートと協力する。

- ・研修計画の準備
- ・研修用技術資料の準備
- ・研修教授

c. 普及

- ・必要に応じたセミナー専門家派遣
- ・防災および災害軽減に関する日本の出版物、技術資料をメキシコや他への配布
用に提供する。
- ・普及資料や準備においてCENAPRED技術スタッフを支援

④ 協力目標、成果、今後の方向性（計画打合せ調査時：1992年）

協力中間時点での協力の成果、課題を踏まえ、プロジェクトの目的、範囲、今後の
方向・活動内容についてメキシコ側と協議確認した。

a. プロジェクト目的（R/D時と同様）

研究・研修・普及により、メキシコの地震防災技術の開発と普及に寄与するこ

と。

b. 今後の協力活動

i 研究分野：日本・メキシコ合意の長期研究計画に基づき実施する。

ア) 長期研究計画は研究ニーズの再検討等、状況の変更に応じ、柔軟に対応

イ) 研究成果の研修・普及活動への十分な活用（特に耐震建築物の普及のための基準等の応用分野）

ウ) カウンターパートを専門家に最低1名配置、地震防災分野の研究予算確保

ii 研修・普及分野：合同委員会のもとに設置される研修分科会で具体的に検討し、研究部、研修部、広報部等の関係各部で計画・実施する。

ア) 具体的内容：地震防災の現状と今後の人材養成戦略に基づき作成・実施

イ) 関係機関（UNAM等の大学、メキシコ市（DDF：Departamento del Distrito Federal）等の地方公共団体、業界団体等）との意見交換・連携による研修・普及計画の作成・実施

ウ) 他機関（UNAM等）の実施する同種の研修・普及活動との重複を避ける

エ) 研修・普及活動のための必要な予算確保

c. 活動実績

i 耐震構造分野

当面の目標：メキシコ、中米・カリブ諸国において主要な住宅構法となっている、枠組組積造の地震時挙動、耐震性の把握

ア) 1990～1992年の活動実績

- ・研修施設、研究機器の操作完熟のためのトレーニング
- ・研究施設および機器の管理に関する基礎知識の伝達
- ・耐震構造に関する実験手法の伝達および指導
- ・枠組組積造の平面架構の水平加力試験
- ・レンガの製造に関する現況調査
- ・公的機関による住宅供給システムの実態調査
- ・レンガ、鉄筋に関する材料試験
- ・コンピューター支援による自動加力システムの開発
- ・枠組組積造の地震時挙動に関するFEM解析手法の研究

イ) 1993～1995年の計画：長期研究計画

耐震構造、建築基準分野の長期研究計画内容

- ・枠組組積造壁体および準実大建物の静的加力実験・解析 : 1992～1994年
- ・枠組組積造建物の地震応答解析とその耐震性能の評価 : 1992～1994年

- ・建築基準に使用されている材料に関する統計的評価 : 1992～1994年
- ・公的機関が供給するローコストハウジングの現状の調査 : 1992～1993年
- ・ローコストハウジングの標準設計 : 1993～1994年
- ・加力実験システムの整備 : 1992～1993年
- ・自動加力実験システムの開発 : 1992～1994年
- ・各種材料の試験方法に関する比較・検討とマニュアル整備 : 1992～1993年
- ・有壁フレーム建物の一般的地震応答解析プログラムの開発 : 1992～1994年

ii 強震観測分野

強震観測・評価分野の長期研究計画内容

- ・地震波データの収集と観測網の改良
- ・早期震度評価システムの開発
- ・広帯域高感度地震計の観測網の敷設
- ・強震動データベースシステムおよびプロセッシングシステムの開発
- ・観測された強震動の分析
- ・強震動評価のための電源過程の解明
- ・地下構造同定
- ・地震情報データベースの開発
- ・マイクロゾーニング

⑤ 協力活動状況（巡回調査時：1993年）

a. 研究分野の実施状況

i 耐震構造分野

ア) 枠組組積造に関する研究開発

1990年度：枠組組積造壁体の水平加力試験

1991年度：上記試験結果の分析

1992年度：2階建立体枠組組積造試験体の水平加力試験

1993～1994年度：模型実験・解析、改良工法の検討

イ) 被災建築物の補修補強例の収集

1993年より開始

ウ) 耐震構造に関するCENAPREDの研究開発能力の向上

1990～1992年度：1) 荷重、応力およびひずみ計測技術、2) 静的および動的アクチュエーター取扱い技術、3) 変位計測技術

エ) 圧縮引張試験機取扱い技術

オ) コンピューター・オンライン加力実験技術

カ) 構造実験全般に関する一般的注意事項

1993～1994年度：1) コンピューター・オンライン加力実験（カウンターパートの退職に伴う再度の技術移転）、2) 仮動的実験手法

キ) 建築材料分野

1992～1993年度：メキシコ市周辺のレンガの強度特性調査

ii 強震観測分野

ア) 強震観測ネットワークの整理（ハードウェア、ソフトウェアの修理改善）

イ) 機動地震観測システムの配置

ウ) 震源過程に関する研究協力（広帯域高感度地震観測システムの配置）

エ) 地震動データベースの整備

オ) 災害予測情報データベース

1990～1992年度：災害予測情報データベース情報収集

1993年度：1) 強震観測システムおよび広帯域観測システムの改善整備、
2) 機動地震観測システムのテストラン、3) 太平洋に発生する
逆断層型地震のメカニズムの解明、4) 地震動記録のデータ公表
フォーマットの検討

1994年度：1) 地震観測システムおよび広帯域観測システムの完成、2) 機
動地震観測システムの完成、3) 災害予測情報データベースの雛
型の作成（コリマ市の場合）

iii 基礎土質分野

ア) 建築物の基礎構造物における常時、地震時の挙動観測

イ) 観測システムの構築

b. 研修・普及分野の実施状況

i 研修・普及活動の検討

月に1回開催される合同委員会のなかで検討

ii 活動実績

ア) 研修

<技術関連>

・1991. 2. 20～2. 21：ローコストハウジング国際シンポジウム

テーマ：市民保護と都市計画、建築材料と建設手順、マイク
ロゾーネーションと評価、耐震設計技術等

・1991. 9. 24～9. 25：強震観測国際セミナー

テーマ：強震観測装置の活用

- ・1992. 2. 20～2. 21：耐震構造国際セミナー
 テーマ：日・米・メキシコの建造物の実験的研究の現状と将来、組積構造の実験結果評価

【1992年度：セミナー環境基礎調査（CENAPRED）が行う研修についてのニーズ調査：工事責任者（DRO）に対する職責にかかる知識の習得の必要性】

- ・1993. 2. 22～3. 5：鉄筋のガス圧接技術講習会（内部講習会1回、外部向け講習会2回）
 対象：内部講習会10名程度、外部向け講習会30名程度
 テーマ：VTRと実践を中心とした2～3時間の講習会

<メキシコにおける実務のあり方の考察>

- ・1992. 5. 18～5. 21：強震観測国際シンポジウム
 テーマ：地震観測手法と強震評価、既存建造物の耐震補強等
- ・1993. 3. 30～3. 31：強震防災最新研究セミナー
 テーマ：日本とメキシコにおける最近の地震災害軽減に関する研究
- ・1993. 8. 23～9. 2：環境防災技術者養成セミナー
 対象：行政および民間企業の実務家15名
 テーマ：設計、施工、工事管理の品質（講義、現場見学による日・米・メキシコにおける建築実務の実態紹介）
- ・1993. 10. 4～10. 29：市民保護システムセミナー
 対象：中米・カリブ諸国の行政官

イ) 普及

1) 地質災害、地震観測、耐震構造分野にかかるレポート

内部レポート	外部レポート
1990年：6件	1990年：15件
1991年：11件	1991年：27件
1992年：13件	1992年：39件

2) 今後の予定

- ・DROセミナー用テキストの作成（1993年度から実施）
- ・DROセミナー（1993年、1994年に開催予定）の準備
- ・鉄筋のガス圧接用テキストの作成（翻訳）およびセミナー準備
- ・枠組組積造研究の成果取りまとめおよびセミナー準備、等

⑥ 活動状況（終了時評価調査時：1994年12月）

a. 研究分野

i 耐震構造分野

ア) 活動：大規模実験室の各種実験装置の整備、改善、稼働開始

イ) 研究プロジェクト：メキシコ、中米・カリブ諸国におけるローコスト住宅（枠組組積造）の耐震安全性

ウ) 主な実験内容：

- 1) 1構面を再現した3体の実大試験体による実験
- 2) レンガの壁に水平補強筋を施した2体の実大2次元壁による実験
- 3) 実大2層3次元枠組組積造の実験
- 4) 実大2層3次元枠組組積造の補修、補強に関する実験
- 5) 種々の水平補強筋を配した4体の壁の試験体による実験
- 6) コンピューター・オンライン実験（MTS装置）（1層1スパンの鋼構造フレームの静的、仮動的実験）
- 7) 補修建物のデータベースの開発（情報収集・解析、データベース作成）
- 8) 土質力学に関する研究（動的加力および繰り返し加力による変形調査）

ii 強震観測分野

ア) 地震観測分野

- 1) 強震観測ネットワークの整備
地震観測ネットワークの設置、改良、保守
- 2) 広帯域高感度地震観測
UNAMの全国ネットワークの1地点
- 3) 機動型広帯域地震観測
コリマ市で地震観測予定
- 4) 観測記録の蓄積と出版
1990～1994年：地震記録を観測済み（地震直後に発表、処理データを年次報告書、研究ノートとして出版）
- 5) 強震動データベース
観測データ：CENAPREDおよびメキシコ国内強震動データベース
- 6) 早期震度評価システムの開発

イ) 地質災害分野

同分野に関する研究は、メキシコ太平洋岸の地震の発生メカニズムや地震動の伝播特性、メキシコ盆地の震動性状や建物の地震時挙動などがあり、研究領

域としては広範囲となっている。

1) 等震度マップの作成

- ・過去の地震、被害に関する資料収集、過去150年間に発生した主要地震の震度分布のデータベース
- ・地震時の被災程度把握

2) 距離減衰特性の研究

地震の震源からの距離減衰に関する研究

3) マイクロゾーニング

メッシュ（市内を500m程度のメッシュに分割）内でのデータ（人口分布、建物種類・建物規模、地盤条件等）をまとめ、地理情報システム（GIS : Geographical Information System）を利用し、これらの分布をパソコンで表示できる。本システムはメキシコ市（DDF）に引き渡されている。コリマ市のマイクロゾーニングを研究中。

4) 建物の地震時挙動の解明

建物で観測されたデータを使った建物の地震時挙動に関する研究

b. 研修分野

- ・1994. 2. 14~2. 25 : DROセミナー（第1回）
テーマ : DRO対象の技術研修
- ・1994. 11. 7~11. 18 : DROセミナー（第2回）
テーマ : DRO対象の技術研修

c. 普及分野

建築物の耐震防災技術について建築実務者を対象に行う普及活動を行っている（「研究ノート」の出版（1994年度から開始。アカデミックな成果が優先））。

(2) 協力実施プロセス

1987年7月のプロジェクト予備調査から今回の終了時評価調査までの協力実施にかかる経過については、表1のとおりとなっている。

表1 プロジェクトの経過

①予備調査団	1987年7月8日～7月17日 (10日間)		
	総括・地震工学	室田 達郎	建設省建築研究所第三研究部長
	計画策定	大部 一秋	外務省経済協力局技術協力課課長補佐
	高密度観測	北川 良和	建設省建築研究所国際地震工学部第二耐震工学室長
	防災行政 協力企画	岡崎 健二 鈴木 愛二	建設省建設経済局国際課海外協力官 国際協力事業団社会開発協力部海外センター課
②事前調査団	1987年11月30日～12月11日 (12日間)		
	総括	室田 達郎	建設省建築研究所第三研究部長
	計画策定	平川 繁行	外務省経済協力局技術協力課外務事務官
	地震観測・地震工学	中島 正愛	建設省建築研究所企画部企画調査課建設専門官
	建築基準 協力企画	飯田 直彦 鈴木 愛二	建設省住宅局建築物防災対策室課長補佐 国際協力事業団社会開発協力部海外センター課
無償資金協力	浜川 格	国際協力事業団無償資金協力計画調査部基本設計調査第二課	
③長期調査員派遣	1989年2月2日～2月10日 (9日間)		
	総括	北川 良和	建設省建築研究所国際地震工学部第二耐震工学室長
	地盤調査	瀬尾 和大	東京工業大学大学院総合理工学研究科助教
企画協力	吉田 充夫	(財)国際協力サービス・センター研修管理部	
④長期調査員派遣	1989年10月26日～11月8日 (14日間)		
	総括	山中 保教	建設省住宅局建築物防災対策室長
	観測計画	室田 達郎	建設省建築研究所第三研究部長
	観測実施 協力企画	福田 俊文 吉田 充夫	建設省建築研究所研究員 国際協力事業団社会開発協力部第一課特別囑託
⑤実施協議調査団	1990年2月18日～3月3日 (14日間)		
	総括	遠藤二三男	地域振興整備公団都市整備事業部部長代理
	強震観測 防災対策	室田 達郎 井上 勝徳	建設省建築研究所第三研究部長 建設省住宅局建築物防災対策室課長補佐

	耐震構造	石橋 一彦	千葉工業大学建築学科助教授
	協力計画	杉本 充邦	国際協力事業団社会開発協力部特別嘱託
	業務調整	吉田 充夫	国際協力事業団社会開発協力部特別嘱託
⑥討議議事録署名	1990年3月1日		
⑦CENAPRED開所	1990年3月11日		
⑧力外充足	1990年4月1日		
⑨専門家派遣開始	1990年5月		
⑩計画打合せ調査 団	1991年2月18日～3月3日(14日間)		
	総括	十亀 彬	建設省住宅局建築物防災対策室長
	耐震構造	室田 達郎	建設省建築研究所第三研究部長
	建築基準	横堀 肇	住宅都市整備公団東京支社西新宿特定再 開発事務所事業計画課長
	都市防災計画	大前 光昭	東京消防庁総務部企画課主査
	協力計画	杉本 充邦	国際協力事業団社会開発協力部社会開発 協力第一課
⑪巡回指導調査団	1991年9月9日～9月17日(9日間)		
	総括・建築基準	今泉 晋	建設省住宅局建築物防災対策室長
	耐震構造	川本 俊明	建設省住宅局住環境整備室課長補佐
	強震観測	工藤 一喜	東京大学地震研究所助手
	協力計画	山浦 信幸	国際協力事業団社会開発協力部社会開発 協力第二課課長代理
⑫計画打合せ調査 団	1992年11月9日～11月18日(10日間)		
	総括	羽生 洋治	建設省住宅局建築指導課長
	耐震構造	室田 達郎	建設省建築研究所第三研究部長
	強震観測	北川 良和	建設省建築研究所国際地震工学部長
	協力計画	萱島 信子	国際協力事業団社会開発協力部社会開発 協力第一課
⑬巡回指導調査団	1993年10月4日～10月16日(13日間)		
	総括	蔵本 文吉	国際協力事業団社会開発協力部社会開発 協力第二課長
	強震観測	大川 出	建設省建築研究所第三研究部基礎研究室 長
	耐震構造	向井 昭義	建設省建築研究所第三研究部構造研究室
	防災対策	鈴木 康幸	建設省住宅局建築指導課建築物防災対策 室防災係長
	協力企画	工藤 祥子	国際協力事業団社会開発協力部社会開発 協力第二課

④終了時評価調査 団(当初期間)	1994年11月14日～11月26日(13日間)		
	総括	磯田 桂史	建設省住宅局建築指導課建築物防災対策室長
	耐震構造	岡田 恒	建設省建築研究所第三研究部耐風研究室長
	強震観測	飯場 正紀	建設省建築研究所第三研究部震動研究室主任研究員
	協力企画	工藤 祥子	国際協力事業団社会開発協力部社会開発協力第二課
	評価調査整理	鶴田 伸介	(株)地域計画連合国際部長
⑤終了時評価調査 団(延長期間)	1996年10月21日～10月31日(11日間)		
	総括	島崎 勉	建設省建築研究所研究調整官
	技術協力	杉山 長	外務省経済協力局技術協力課課長補佐
	強震観測	水野二十一	建設省建築研究所地震防災研究官
	耐震構造	藤谷 秀雄	建設省建築研究所第三研究部主任研究員
	計画評価	伊藤 富章	国際協力事業団社会開発協力部社会開発協力第二課課長代理
		計画調査整理	岸並 賜

(3) 投入量

① 日本側投入量

日本側の主な投入は、調査団派遣、専門家派遣(長期、短期)、研修員受入、機材供与であり、年度別の投入量は表2のとおりとなっている。

表2 日本側投入量(年度別)

項目	年度							合計
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
調査団派遣(回)	1	1	1	1	1	0	1	6
長期専門家派遣 (名)	4	4	5	4	1	4	0	22
短期専門家派遣 (名)	13	12	23	17	9	6	6	86
研修員受入(名)	6	3	3	3	3	2	2	22
機材供与(1000円)	11,150	24,685	59,755	50,791	28,937	21,315	5,192	201,825
ローカルコスト 負担(1000円)	15,496	23,744	36,471	33,464	24,495	11,342	10,698	155,710

a. 専門家派遣

R/Dにおいて、専門家の派遣は、1) チームリーダー、2) 調整員、3) 強震観測、4) 耐震構造、5) 建築基準からなる5名の長期専門家と、必要に応じた数の短期専門家の派遣が計画された。

主な役割は以下のとおり。

- ・チームリーダー：本プロジェクトの技術・運営についてCENAPREDの所長に勧告・助言する
- ・調整員：チームリーダーを補佐し、専門家活動に必要な経理業務等を行う
- ・専門家：研究、研修、普及活動を共同で推進し、また、同活動にかかる技術指導を行う

なお、これまでの協力期間において、述べ22名の長期専門家、延べ86名の短期専門家が派遣された。詳細は表3、表4のとおりとなっている。

表3 長期専門家派遣リスト

	協力分野		派遣期間
1	チームリーダー (5名)	遠藤 二三男	1990年 5月 17日～1992年 6月 30日
		宇野 博之	1992年 6月 22日～1993年 6月 21日
		室田 達郎	1993年 6月 3日～1995年 3月 31日
		森下 茂治	1995年 5月 4日～1996年 5月 3日
		野澤 昌生	1996年 3月 20日～1997年 3月 31日
2	調整員 (2名)	吉田 充夫	1990年 5月 14日～1995年 3月 31日
		外山 孝	1995年 6月 1日～1997年 3月 31日
3	強震観測 (5名)	入倉孝次郎	1990年12月20日～1991年12月19日
		川瀬 博	1991年11月 4日～1992年11月 3日
		谷口 仁士	1991年12月16日～1993年12月15日
		三雲 健	1992年10月 1日～1994年 4月15日
		正木 和明	1994年 3月28日～1995年 3月29日
4	耐震構造 (7名)	石橋 一彦	1990年10月 1日～1991年 9月30日
		勝俣 英雄	1991年 7月15日～1992年 7月14日
		斉藤 元司	1991年 9月26日～1992年 9月25日
		吉村 浩二	1992年 6月15日～1993年 6月14日
		北嶋 秀明	1992年 9月14日～1993年 9月13日
		菊池 健児	1993年 5月31日～1994年 5月30日
		田中 直樹	1994年 3月28日～1995年 3月31日
5	建築基準 (3名)	本多 直巳	1992年 5月 7日～1994年 5月 6日
		佐藤 英明	1994年 4月 1日～1997年 1月31日
		十文字 剛	1995年 5月 8日～1997年 3月31日

表4 短期専門家派遣リスト

	分野	氏名	派遣期間
1990年度			
1	強震観測	北川 良和	1990年10月25日～1990年11月 5日
2	強震観測	入倉孝次郎	1990年10月25日～1990年11月 6日
3	強震観測	佐藤 春夫	1990年11月 1日～1990年11月22日
4	強震観測	南 忠夫	1991年 2月21日～1991年 3月 1日
5	耐震構造	石橋 一彦	1990年 8月30日～1990年 9月 7日
6	耐震構造	室田 達郎	1990年 8月30日～1990年 9月 7日
7	建築工法・基準	十亀 彬	1990年 8月30日～1990年 9月 7日
8	建築工法・基準	遠藤 克彦	1990年 8月30日～1990年 9月 7日
9	建築工法・基準	岡田 恒男	1991年 2月22日～1991年 3月 1日
10	建築工法・基準	遠藤 克彦	1991年 2月18日～1991年 3月 1日
11	建築工法・基準	野村 設郎	1991年 2月21日～1995年 3月 1日
12	都市防災	椿 邦彦	1990年12月 2日～1990年12月 9日
13	都市防災	椋 周二	1990年12月 2日～1990年12月 9日
1991年度			
1	強震観測	柳沢 馬住	1991年 9月12日～1991年 9月27日
2	強震観測	堀家 正則	1991年11月 4日～1991年11月27日
3	強震観測	岩田 知孝	1991年11月 4日～1991年11月27日
4	強震観測	香川 敬生	1991年11月 4日～1991年11月27日
5	強震観測	瀬尾 和大	1991年11月 4日～1991年11月27日
6	強震観測	佐間野隆憲	1991年11月 4日～1991年11月27日
7	耐震構造	勝俣 英雄	1991年 4月22日～1991年 5月 3日
8	耐震構造	斉藤 元司	1991年 7月17日～1991年 7月27日
9	耐震構造	園部 泰寿	1991年 8月19日～1991年 8月31日
10	耐震構造	村上 雅也	1991年 8月19日～1991年 8月28日
11	耐震構造	勅使川原正臣	1992年 2月10日～1992年 2月24日
12	建築基準	熊原 進	1992年 3月 9日～1992年 3月21日
1992年度			
1	強震観測	三雲 健	1992年 5月14日～1992年 7月 5日
2	防災セミナー講師	菊池 雅之	1992年 5月14日～1992年 5月22日
3	防災セミナー講師	中西 一郎	1992年 5月14日～1992年 5月22日
4	防災セミナー講師	木下 茂雄	1992年 5月14日～1992年 5月22日
5	耐震診断	広沢 雅也	1992年 5月14日～1992年 5月25日
6	耐震補強	首野 俊介	1992年 5月14日～1992年 5月22日
7	耐震診断	上ノ蔭隆志	1992年 5月11日～1992年 5月27日
8	防災セミナー講師	片山 恒夫	1992年 5月17日～1992年 5月22日
9	防災セミナー講師	青山 博之	1992年 5月15日～1992年 5月26日
10	防災セミナー講師	岡田 恒男	1992年 5月16日～1992年 5月22日
11	耐震構造(建築基準)	畑中 宗憲	1993年 1月21日～1993年 2月 6日
12	構造機材保守	佐竹 弘行	1993年 3月29日～1993年 4月 4日
13	耐震構造	菊池 健児	1992年12月31日～1993年 1月13日
14	耐震構造(構造実験)	山崎 裕	1993年 2月 8日～1993年 3月17日

	分野	氏名	派遣期間
15	建築材料	菊池 郁雄	1993年 2月22日～1993年 3月 5日
16	建築基準	長尾 一郎	1993年 3月25日～1993年 4月 7日
17	早期震度評価	太田 裕	1993年 3月28日～1993年 4月11日
18	強震動評価	宮武 隆	1993年 1月 4日～1993年 1月30日
19	データ処理	杉戸 真太	1993年 3月10日～1993年 3月20日
20	地震波解析	末次 大介	1993年 3月28日～1993年 4月 6日
21	サイト効果	篠崎 祐三	1993年 3月27日～1993年 4月 5日
22	地盤情報データベース	川巴 眞	1993年 3月28日～1993年 4月 3日
23	学校防災教育	三浦 房紀	1993年 3月25日～1993年 4月 6日
1993年度			
1	建築材料	福田 俊文	1993年 5月10日～1993年 5月22日
2	観測技術保守	古屋 和男	1993年 6月14日～1993年 6月30日
3	観測技術保守	斗沢 敏雄	1993年 6月14日～1993年 6月30日
4	セミナー講師	森 伸行	1993年 8月19日～1993年 9月 4日
5	セミナー講師	戸田 猛	1993年 8月22日～1993年 8月28日
6	セミナー講師	梅沢 良三	1993年 8月22日～1993年 8月29日
7	セミナー講師	高橋 誠一	1993年 8月22日～1993年 8月29日
8	コンピューター・オンラインシステム	中嶋 正愛	1993年 9月13日～1993年 9月22日
9	震源過程	平原 和朗	1993年 9月16日～1993年10月16日
10	強震動分析	正木 和明	1993年 9月20日～1993年10月 2日
11	データベース	古本 吉倫	1993年 9月20日～1993年10月 6日
12	構造解析	小谷 俊介	1993年 9月23日～1993年10月 6日
13	構造解析	野口 博	1993年 9月27日～1993年10月 6日
14	強震動分析サイト効果	飯田 昌弘	1993年10月 7日～1993年11月13日
15	セミナー講師	中埜 良昭	1994年 2月14日～1994年 2月23日
16	セミナー講師	上ノ齒隆志	1994年 2月14日～1994年 3月 2日
17	セミナー講師	福田 俊文	1994年 2月14日～1994年 3月 2日
1994年度			
1	構造実験	清水 泰	1994年 4月11日～1994年 5月25日
2	浮き基地地震時挙動実測	安原 一哉	1994年 7月 1日～1994年 9月 9日
3	強震動観測評価	入倉孝次郎	1994年 7月21日～1994年 8月31日
4	強震動観測評価	木下 繁夫	1994年 9月 1日～1994年 9月21日
5	耐震構造コンピューター・オンライン	加藤 博人	1994年 9月29日～1994年11月 2日
6	耐震構造コンピューター・オンライン	田上 淳	1994年10月24日～1994年12月 3日
7	強震観測	田中 賢治	1994年10月31日～1994年11月23日
8	セミナー講師	大久保全陸	1994年11月 3日～1994年11月23日
9	セミナー講師	青山 博之	1994年 1月21日～1995年 2月 3日
1995年度			
1	DROセミナー	上之國隆志	1995年 6月15日～1995年 6月30日
2	耐震補強・補修	菅野 俊介	1995年 9月15日～1995年 9月24日
3	枠組組積造	勅使川原正臣	1995年10月 9日～1995年10月25日
4	ガス圧接技術	宮城 信明	1995年11月 6日～1995年12月 1日
5	ガス圧接技術	河野 修一	1995年11月 6日～1995年12月 1日
6	強震動観測評価	田中 賢治	1995年11月 9日～1995年11月24日

	分野	氏名	派遣期間
1996年度			
1	耐震構造	勅使川原正臣	1996年 6月10日～1996年 7月 6日
2	ガス圧接技術	長谷川 隆	1996年 6月11日～1996年 6月29日
3	セミナー講師	上之園隆志	1996年 6月11日～1996年 7月13日
4	セミナー講師	小川雄二郎	1996年 9月30日～1996年10月11日
5	ガス圧接技術	伊藤 成寿	1996年11月18日～1996年12月12日
6	コンピューター・オンライン実験	深尾 良夫	1996年 1月11日～1996年 1月19日

b. 研修員受入

研修員受入についても実施協議で確認しており、協力期間中に22名の研修員を受け入れ、国内関係機関で研修を行った。

詳細受入実績は表5のとおりとなっている。

表5 研修員受入

	研修分野	氏名	受入期間	備考
1990年度				
1	強震観測	Roberto Quaas	1990年 8月21日～ 9月20日	
2		Enrique Guevara	1990年 8月21日～ 9月20日	
3	耐震構造	Lorenzo Sanchez	1990年 8月20日～ 9月12日	
3		Roberto Meli	1990年 9月24日～10月 6日	
5	建築工法・基準	Salvador Pomar	1990年 9月24日～10月 9日	初代CENAPRED所長
6	普及	Ricard Cicero	1990年10月22日～11月18日	集団コース (防災行政)
1991年度				
1	強震観測	Carlos Gutierrez	1992年 3月 2日～ 4月 4日	
2		Mario Ordaz	1992年 3月22日～ 4月17日	
3	耐震構造	Fermin Leon	1991年 9月 3日～11月 2日	CENAPRED退職
1992年度				
1	耐震構造	Sergio Alcocer Martinez	1992年11月 3日～11月26日	
2	強震観測デー	Salvador Medina Moran	1993年 1月13日～ 3月11日	
3	市民防災	Santiago Mota Bolfeta	1993年 3月 6日～ 3月18日	前CENAPRED所長
1993年度				
1	耐震構造	Tomas A. Sanchez Perez	1993年 8月31日～11月30日	
2	強震動評価	Bertha Lopez Najera	1993年 9月28日～10月30日	
3	地震防災	Socorro Diaz Palacios	1993年11月24日～11月30日	内務省次官
1994年度				
1	強震動評価	Miguel Angel Santoyo	1994年 5月17日～ 7月 5日	
2	耐震構造	Oscar Alerto Lopez	1994年 7月 5日～ 8月10日	
3	基礎土質	Mannel Mendoza Lopez	1994年10月 4日～10月31日	
1995年度				
1	地震工学(コンピューター・オンライン実験)	Alonso Echavarria Luma	1995年11月 1日～12月15日	
2	防災技術手法	Guillermo Rendon Hidalgo	1996年 1月16日～ 3月15日	
1996年度				
1	建設技術研修	Tomas Sanchez	1996年10月10日～11月21日	
2	建築技術普及	Ricardo de la Barrera Sta. Cruz	1994年 1月 8日～ 2月 8日	

c. 機材供与

R/Dで確認したとおり、本プロジェクト実施に必要な機材は、別途無償資金協力により供与された機材を補完する形で計画・供与された。

協力期間に供与された機材は総額約2億1000万円で、供与機材および使用状況は資料4のとおりとなっている。

② メキシコ側投入量

メキシコ側の主な投入は、カウンターパート配置、ローカルコスト負担、施設・機材であり、その投入量は以下のとおりとなっている。

a. カウンターパート配置

メキシコ側はCENAPREDを本プロジェクトの実施責任機関と規定し、CENAPREDは適格なメキシコ人カウンターパートとアドミニストレーションの人員を確保することとした。

CENAPREDは現在、1) 所長室、2) 研究部、3) 観測部、4) 研修部、5) 普及部、6) 技術秘書、7) 私設秘書、8) 総務秘書、で構成されており、そのほかに技術支援会議がある。

1993年10月現在のCENAPREDの組織は、図1のとおりとなっている。

b. ローカルコスト負担

本プロジェクトの実施に必要な運営経費全額をメキシコ側で負担することとしている。CENAPREDの年次予算はプロジェクト開設以降増額されてきているが、1993年度以降は1400万ペソ～1500万ペソの水準で推移しており、その増加率は低い(表6、表7)。

年次予算はCENAPREDからの要求(詳細な実施スケジュールではなく、大まかな項目に分け)に基づき、内務省が配分することになっており、実際の予算執行においては、予算項目の流用などを行いつつ、プロジェクト運営を行っている。近年、メキシコにおける財政逼迫状況下においても、本プロジェクトに対しては特に大幅な予算削減が行われず、活動に大きな影響を及ぼすことはなかった。

表6 CENAPREDの年次予算(単位:ペソ)

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
金額	5,644,118	7,495,984	9,106,900	14,285,409	14,298,758	14,671,643	13,837,294

図1 CENAPRED組織図

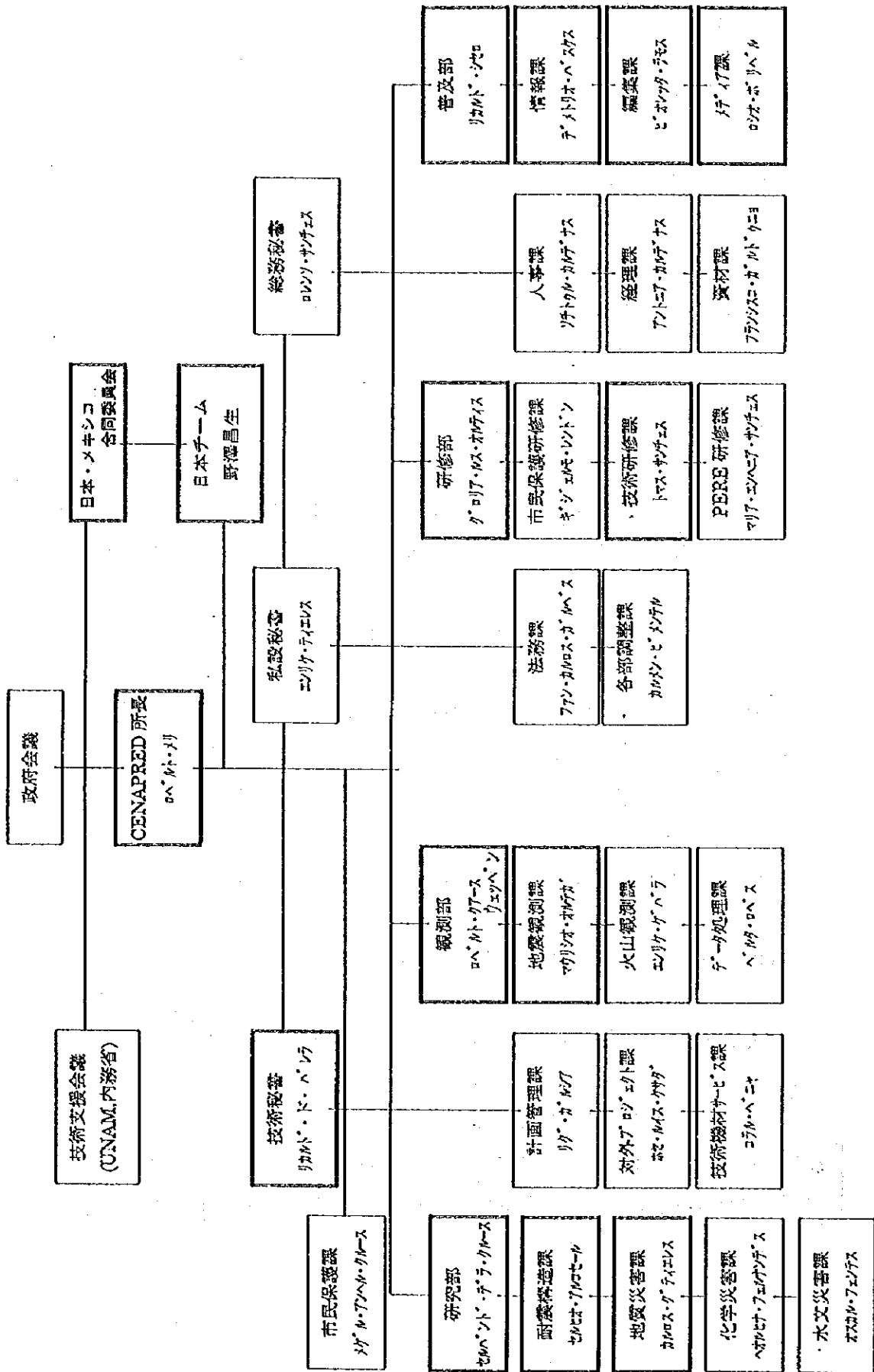


表7 CENAPREDの1995/1996年予算

		人件費	資材、維持費	総合サービス	固定資産、家具	合計
1995	単位：ペソ	4,386,673	1,558,325	8,558,645	168,000	14,671,643
	%	29.9	10.6	58.3	1.2	100.0
1996	単位：ペソ	5,680,954	1,555,022	5,299,320	1,302,000	13,837,296
	%	41.1	11.3	38.3	9.3	100.0

c. 施設・機材

本プロジェクトの実施に必要な土地、建物、付帯施設をメキシコ側が提供するとともに、CENAPREDは機器、車両、部品、日本人チームに必要な事務室、事務機器等を提供することとした。

研究機器の維持管理については、全般的に必要なに応じて特殊会社の支援を受け、機能を発揮するような管理が行われてきた。

強震観測機器については、1987年以降継続観測をしてきたため、部品交換、アップグレード等の時期にきており、その予算化とともに維持管理計画を策定する必要がある。

研究、研修、普及分野のコンピューター機器については、サン・ワークステーションを例外として、年間サービス契約を結び、維持管理している。

研修分野の機器は、ほとんどがコンピューター類であり、普及分野の機器は編集、ビデオ、スクリーン、オーディオ関係の機器となっている。

(4) 研究の現状

① 地震観測（強震観測、機動型強震計、広帯域高感度地震計）

ここでは、CENAPREDの観測部が担当している地震観測関係の現状を示す。なお、観測部は、従来研究部に所属して地震観測データ計測を担当していた部門が、観測部として独立したものである。

したがって本部門は、研究を担当するというより、地震観測データをCENAPRED内外の研究者・技術者に提供するという意識で活動をしている（最終評価調査時のヒアリングによる）。CENAPREDの強震観測システムの現状をまとめたものが表8である。表中のINSTRUMENTは機種、GPS TIMEは観測点間の関係を得るために必要な絶対時刻の校正方法である。機種中ADIIとあるのは、UNAM工学研究所で開発した強震計（クアース観測部長のいうHome-made地震計）であり、JICA分ではない。TELEMETRYは観測データをテレメーターで転送する方法（電話、無線）を示す。

表8 CENAPREDの強震観測システムの概要

CENAPRED SEISMIC OBSERVATION NETWORK

Distribution of Instruments

October 1996

STATION	INSTRUMENT	SURFACE	DOWNHOLE	BUILDING	GPS TIME	REMOTE TRIGGER	TELEMETRY
Acapulco	ETNA	1			YES		YES (TEL)
Mezcala	ETNA	1			YES		
Chilpancingo	ETNA	1			YES		
Iguala	ETNA	1			YES		
Cuernavaca	ETNA	1			YES		
Cenapred	ADII	1				YES	YES (TEL)
Coyoacan	SMAC-MD	1	2		YES (MHK)	YES	YES (RADIO)
Tlacotal	SMAC-MD	1	2		YES (MHK)	YES	YES (RADIO)
Roma A	SMAC-MD	1			YES (MHK)	YES	
Roma B	SMAC-MD	1			YES (MHK)	YES	
Roma C	SMAC-MD	1	2		YES (MHK)	YES	YES (RADIO)
Zaragoza	SMAC-MD	1	2		YES (MHK)	YES	YES (RADIO)
Kennedy	SMAC-MD	1	2		YES (MHK)	YES	YES (RADIO)
Chapultepec	SMAC-MD	1	2		YES (MHK)	YES	YES (RADIO)
IMP	SMAC-MD	1	1	6	YES (MHK)	YES	YES (RADIO)
Estanzuela	SMAC-MD	1			YES (MHK)	YES	YES (RADIO)
DDF	ADII			1			
Catedral	K2	1		7	YES		
SUBTOTAL		17	13	14			

MHK = MHK signal synchronized with GPS and transmitted from Cenapred
 TEL. = Telephone (2400 bauds)
 RADIO = Radio-modem (9600 bauds)

a. 強震観測システム（2系統、5台+10台）

地震観測分野の主な活動は、CENAPREDの地震観測ネットワークの設置、改良、保守である。地震観測ネットワークは、アカプルコからメキシコ市に至る直線状に配置された5観測点とメキシコ市内の10観測点である。

図2にアカプルコ-メキシコ市のラインとメキシコ市内、SMAC-MD機種の10地点、さらにアカプルコ市内の強震計配置を示す（表9、表10も参照）。

アカプルコとメキシコ市間の強震計配置は、1985年メキシコ地震（Michoacan Earthquake）の際、震源から400km離れたメキシコ市で大きな被害を被ったことから、震源からの地震動の減衰（距離減衰）を把握する目的で設置されたものである。アカプルコとメキシコ市間の5点のうち、アカプルコの1地点については、テレメーターにより、CENAPREDに電話でデータを伝送できる。

また、メキシコ市に最も近いクエルナバカの観測点を現地視察することができた。強震計はKinemetrix社製のETNA（センサーはK2と同じもので、K2に演算装置を組み込んだもの。震度および最大速度が数値として得られる。K2と同じくALLTUSシリーズの機種である）であり、当初SMAC-MD〔アカシ(株)、明石製作所(株)〕であったものを、延長期間の1995年に購入し、置き換えたものである。

一方、メキシコ市内の強震計配置は、沖積層の厚いメキシコ市盆地の地域区分（湖、遷移域、山地の3区分）による地震動の違い（特に沖積層厚と地震動の増幅）、不整形地盤における波動伝播・地震動の変化を把握するため、また建物の地震時挙動を把握するため、配置されたものである。市内の観測点では、地震計が地表面、地中、および建物内に設置されている。メキシコ市内の各観測点には、リモートトリガーシステムが導入され（表8参照）、地震波の到達より早くデータの収録が開始される。これは、30秒のSMAC-MDの遅延装置では、メキシコ市内の観測点のデータの時間的な相対関係が得られないための措置である。すべての観測点での刻時システムは、GPSと同期したMHK信号で校正している（表8参照）。

図3には、IMP（メキシコ石油研究所）の観測点の強震計配置を示す。この観測点により、市内の観測点に対しリモートトリガーをかけている。一部の計器については、ケネディ観測点の機器を本地点に移設している。本観測点についても、現地視察を行った。

b. 機動型強震計（8台）

当初計画にはなかったが、1993年にプロジェクトから提案され、JICAで認められたものである。地震が発生した後、機動的に地震計（ここでは強震計）を配置し、余震観測をすることにより、余震の強震記録を得るとともに、できれば震源メ

図2 (その1) 強震観測システム配置図

左: アカプルコ-メキシコ市間の5観測点 右: メキシコ市内の10観測点

RED DE OBSERVACION SIMICA DEL CENAPRED

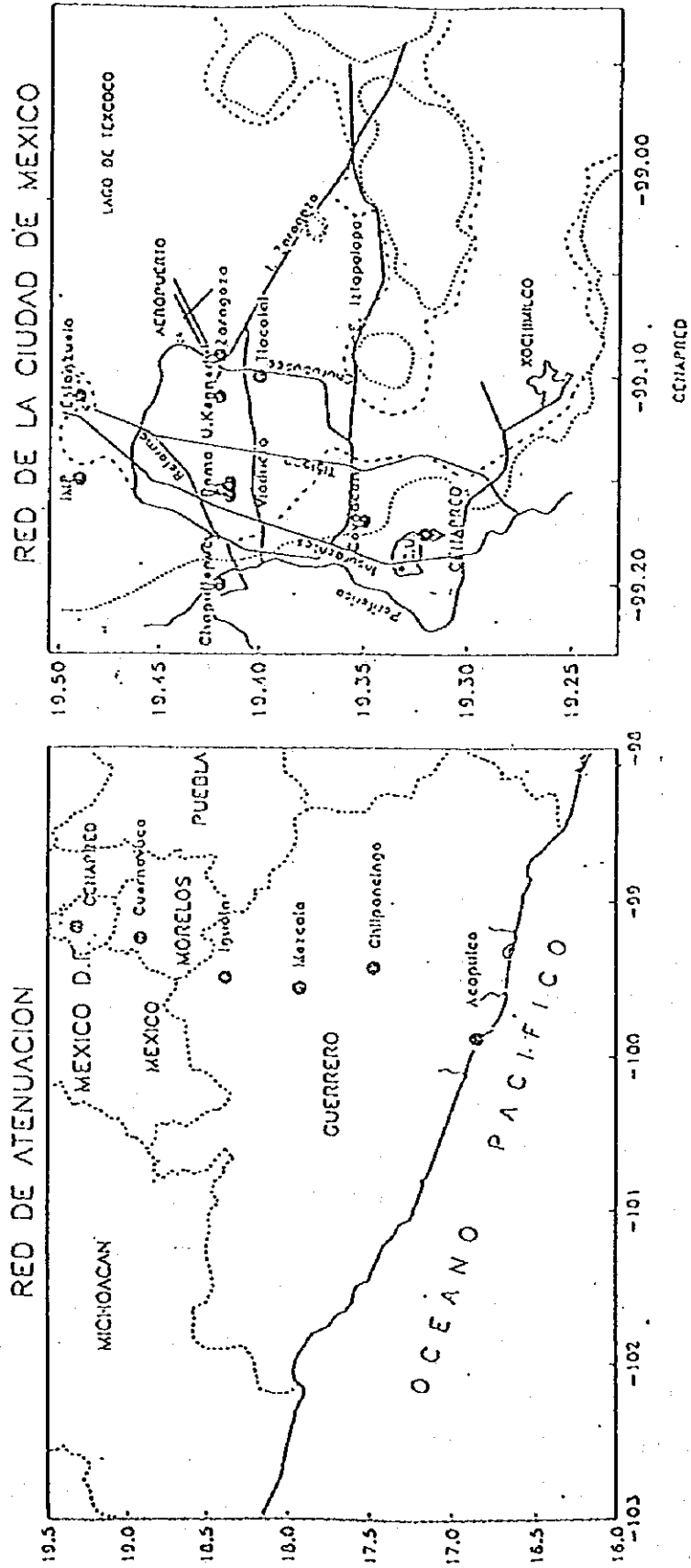


図2 (その2) アカプルコ市におけるCENAPRED強震計配置図
 (▲印がCENAPREDの強震計)



RED ACELEROGRAFICA DE ACAPULCO

表9 強震観測システム (アカプルコーメキシコ市)

ESTACION NO.	NOMBRE Y UBICACION DE LA ESTACION	CLAVE	ACELEROGRAFO Y SENSORES (Sensor de disparo)	TIPO DE SUELO	COORDENADAS *Lat N *Long W
1	ACAPULCO, Av. Farallón del Obispo No. 2, Col. Garita de Juarez, Edif. TELMEX, Acapulco, Gro.	AÇAJ	ETNA, con sensor en superficie	Granito	16.840 99.890
2	CHILPANCINGO, Cementerio de automoviles sobre la carretera federal México-Acapulco No. 95 a 12 Km. al sur de la Cd. de Chilpancingo, Gro.	CHIL	ETNA, con sensor en superficie	Calizas	17.466 99.452
3	MEZCALA, Sobre la carretera federal México-Acapulco No. 95 en el entronque al poblado de Mezcala, Gro., cerca del puente sobre el río Balsas.	MEZC	ETNA, con sensor en superficie	Limolita	17.930 99.590
4	IGUALA, En la Comisaría Municipal del poblado de Platanillos, Gro. a 7 Km. al norte de Iguala, Gro. sobre la carretera federal México-Acapulco.	IGUA	ETNA, con sensor en superficie	Caliza	18.399 99.506
5	CUERNAVACA, En el campus de la Universidad Autónoma del Edo. de Morelos, cerca a la Unidad Biomédicas, Cuernavaca, Mor.	CUER	ETNA, con sensor en superficie	Basalto vesicular	18.981 99.237

Características de las estaciones de la Red de Atenuación.

表10 強震観測システム（メキシコ市内）（その1）

ESTACION NO.	NOMBRE Y UBICACION DE LA ESTACION	CLAVE	ACELEROGRAFOY SENSORES *(Sensor de disparo)	TIPO DE SUELO	COORDENADAS *Lat N *Long W
0	CENAPRED, Av. Delfín Madrigal No. 665, cerca a la estación del metro C.U., Col. Pedregal de Santo Domingo, Del. Coyoacán, México D.F.	CENA	ADII4, con sensor en superficie	Roca basáltica	19.314 99.176
6	COYOACAN, Parque Aurora, Esq. Pino y Ayuntamiento, Col. Villa Coyoacán, Del. Coyoacán, México D.F.	COYS COY1 COY2	SMAC-MD, con sensores en superficie, en pozo a 12m* en pozo a 70m	Arena limosa en superficie y pozo 12m. Boleos empacados en arena en pozo 70m.	19.348 99.169
7	TLACOTAL, Eje 4 sur Esq. con calle Chicle, Col. Granjas México, Del. Iztácalco, México D.F.	TLAS TLA1 TLA2	SMAC-MD, con sensores en superficie, en pozo a 30m* en pozo a 86m	Arcilla en Superficie y arcilla limosa con arena en pozos 30m y 86m.	19.397 99.104
8	ZARAGOZA, Plaza del Ejecutivo junto a la biblioteca Jaime Torres Bodet, Col. Federal, Del. Venustiano Carranza, México D.F.	ZARS ZAR1 ZAR2	SMAC-MD, con sensores en superficie, en pozo a 30m* en pozo a 83m	Arcilla en superficie y pozo 30m. Arcilla limosa con grava en pozo 83m.	19.419 99.088
9	UNIDAD KENNEDY, Fray Servando Esq. Nicolás León, Col. Jardín Balbuena, Del. Venustiano Carranza, México D.F.	UNKS UNK1 UNK2 UNK3 UNK4	SMAC-MD, con sensores en superficie, en pozo a 30m*, en pozo a 83m, en base edificio* en azotea edificio	Arcilla en superficie y pozo 30m. Arcilla limosa con grava en pozo a 83m.	19.419 99.111
10	ROMA-A, Jardín Tabasco, Esq. Colima y Morelia, Col. Roma Norte, Del. Cuauhtemoc, México D.F.	RMAS	SMAC-MD, con sensor en superficie	Arcilla limosa	19.420 99.155

Características de las estaciones de la red de la Ciudad de México.

表10 強震観測システム (メキシコ市内) (その2)

ESTACION NO.	NOMBRE Y UBICACION DE LA ESTACION	CLAVE	ACELEROGRAFO Y SENSORES *(Sensor de disparo)	TIPO DE SUELO	COORDENADAS *Lat N *Long W
11	ROMA-B, Jardín Tabasco, Esq. Colima y Av. Cuauhtemoc, Col. Roma Norte, Del. Cuauhtemoc, México D.F.	RMBS	SMAC-MD, con sensor en superficie	Arcilla limosa	19.420 99.154
12	ROMA-C, Jardín Tabasco, Esq. Morelia y Alvaro Obregón, Col. Roma Nte., Del. Cuauhtemoc, México D.F.	RMCS RMC1 RMC2	SMAC-MD, con sensores en superficie, en pozo a 30m* en pozo a 102m	Arcilla limosa en superficie y pozo 102m. Arcilla arenosa en pozo 30m.	19.419 99.155
13	ESTANZUELA, Parque Nal. cerca a Basílica de Gpe. Col. la Estanzuela, Del. G.A. Madero México D.F.	ESTS	SMAC-MD, con sensor en superficie	Terreno duro (roca)	19.492 99.111
14	CHAPULTÉPEC Av. Panteón de Dolores, casi Esq. Calz. Lomas, 2a. sección del Bosque de Chapultepec, Col. Lomas de Chapultepec, Del. M. Hidalgo, México D.F.	CHAS CHA1 CHA2	SMAC-MD, con sensores en superficie, en pozo a 22m* en pozo a 52m	Arena limosa en superficie, arena con grava en pozo 22m, arena poco limosa en pozo 52m.	19.4157 99.2048
15	IMP, Av. Cien Mts., Esq. Pte. 134, Edificio "Lara Sosa" Interior del IMP, Del Azcapotzalco, México D.F.	IMPS IMP1- IMP6	SMAC-MD, con sensores en superficie, en base edificio en azotea edificio*	Terreno blando arcillas compresibles.	19.489 99.149
16	Cenapred-DDF Zócalo de la Cd. de México, Edificio del Departamento del D.F., sótano oeste, Col. Centro, Del. Cuauhtemoc, México D.F.	ZDDF	ADII4 Con sensor en superficie	Edificio, terreno blando arcillas compresibles.	19.431 99.133

Continuación
Características de las estaciones de la red de la Ciudad de México.

図3 IMP観測点の強震計配置(その1)

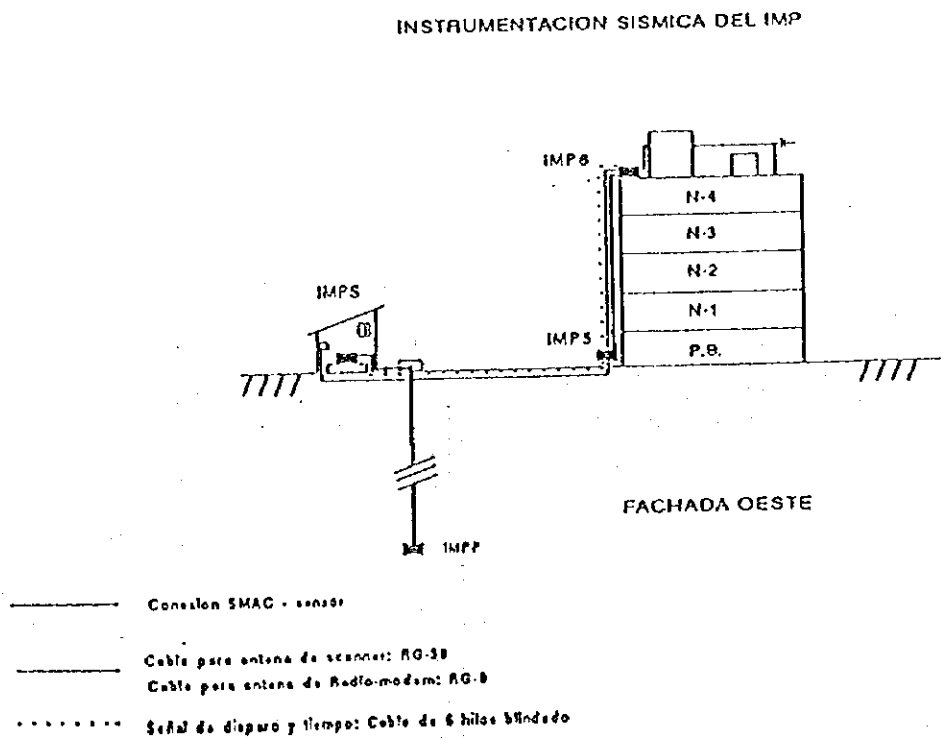
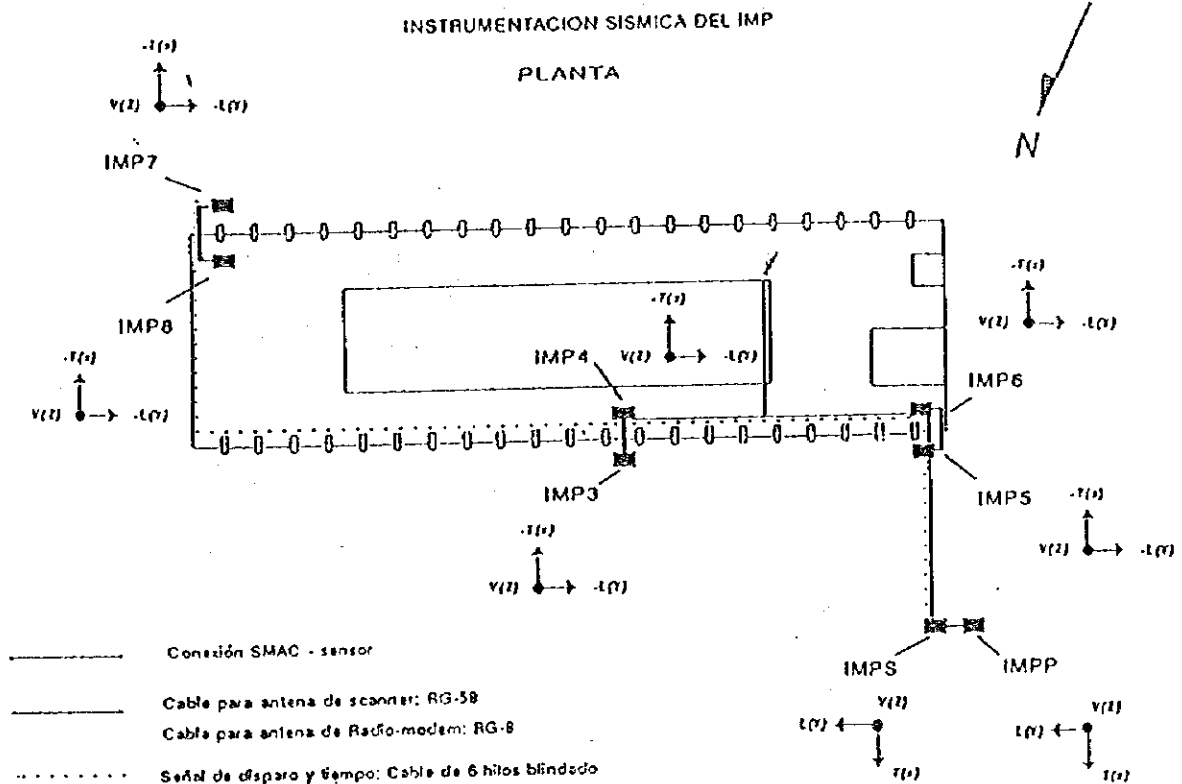
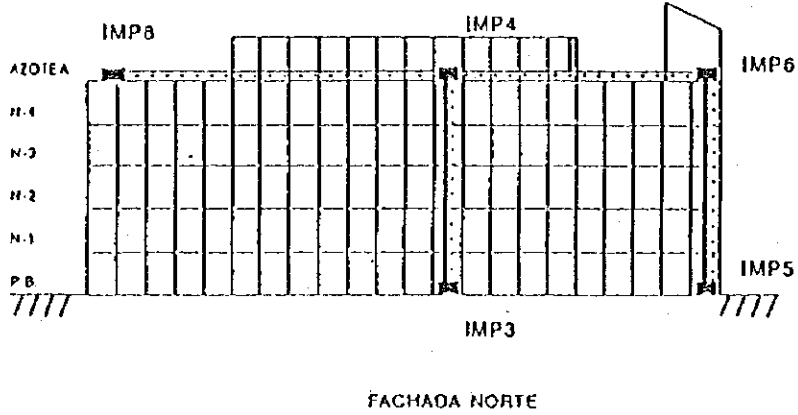


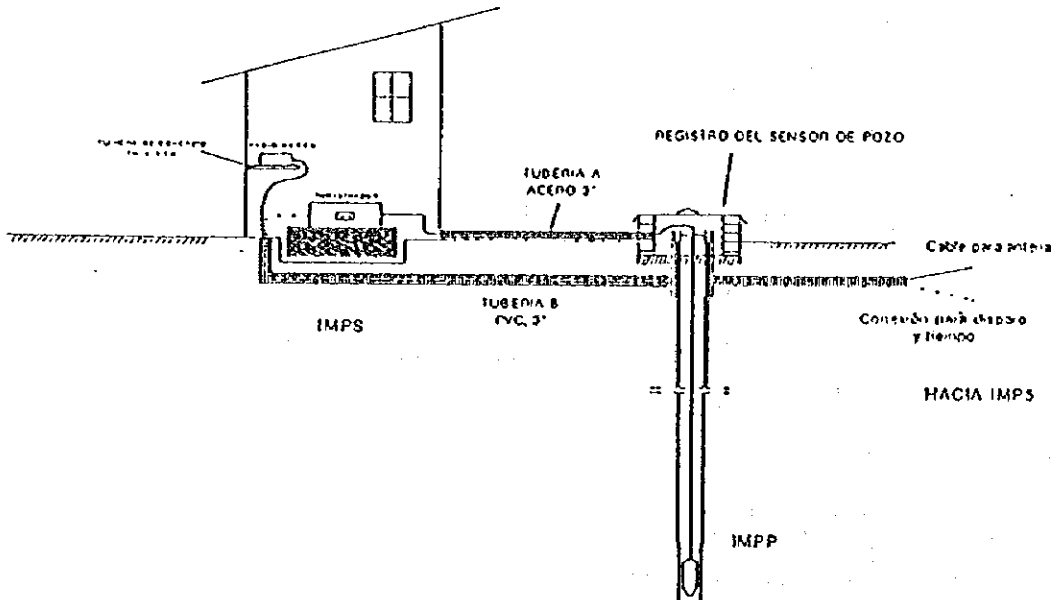
図3 I MP観測点の強震計配置(その2)

INSTRUMENTACION SISMICA DEL IMP



- Conexión SMAC - Sensor
- Cable para antena de scanner: RG-58
Cable para antena de Radio-modem: RG-8
- Señal de disparo y tiempo: Cable de 6 hilos blindado

ESTACION DE TERRENO LIBRE Y SENSOR DE POZO



カニズムの把握にも活用しようというものである。

現在、ソカロの聖堂 (Metropolitan Cathedral) に設置されている。本聖堂は現在耐震補強工事が行われており、地震時の建物の挙動把握を目的としている。図4に強震計の配置図を示す。CENAPRED側に聞き取り調査時に確認したところ、余震観測が必要になれば必要な地点に移設するという説明であった。今後の活用状況を見守る必要がある(表11)。

c. 広帯域高感度地震計 (1台)

プロジェクトの要望(1992年度)に基づき、1993年秋に、広帯域高感度地震計 (STS-2, スイスの会社より) 1台が納入された。1993年11月アカブルコ西方50kmのEl Cayacoに設置された。CENAPRED分は1台しかないため、UNAM地球物理研究所の数台のシステムと一体で運用されており、アカブルコ付近に展開している。現在はデータを人工衛星経由で収集しており、UNAM地球物理研究所のものを含め、計14台でネットワークを構成している。

本地震計の記録は、通常3台以上の記録により、震源メカニズムを把握するのに用いられる。本装置によるデータ計測は、現在、UNAM地球物理研究所に長期派遣専門家として滞在している三雲専門家らにより行われている。研究としては、1観測点の記録から震源メカニズムを把握する試みが、三雲専門家により行われている。

② 地盤(地質)災害・土質実験室

a. マイクロゾーネーション^(注1) [PS-Logging System、機動型(Mobile)地震観測装置、計9台、常時微動計、他]

(注1) マイクロゾーネーション (Microzonation) --- 地域ごとに地震の活動度 (Seismicity) を知り、地盤条件の相違による地震動の強さの分布をあらかじめ知っておくことは、防災対策上きわめて重要なことである。このような地域区分をサイスミックゾーニング (Seismic Zoning) といい、防災対策の積極的な意味合いが込められている。特に、ひとつの都市あるいはひとつの地域を対象とし、なおかつ具体的な目的を持った綿密な地域区分をマイクロゾーニング (Microzonation) あるいはマイクロゾーネーション (Microzonation) という。それに対し、各地域の平均的な地盤条件に基づく広範囲の地域を対象とした地震活動度の地域区分を、マクロゾーニング (Macrozonation) と呼ぶことがある。

1993年度にプロジェクトから要望が出され、1994年5月に移動観測用の機動型地震計 (イギリスGURALP SYSTEMS, Ltd.、センサーは米国のREFRACTION TECHNOLOGY Ltd.) 9台が、機動型地震観測装置として納入された。当初の記録方式はD A T

図4 機動型強震計の設置（ソカロの教会）

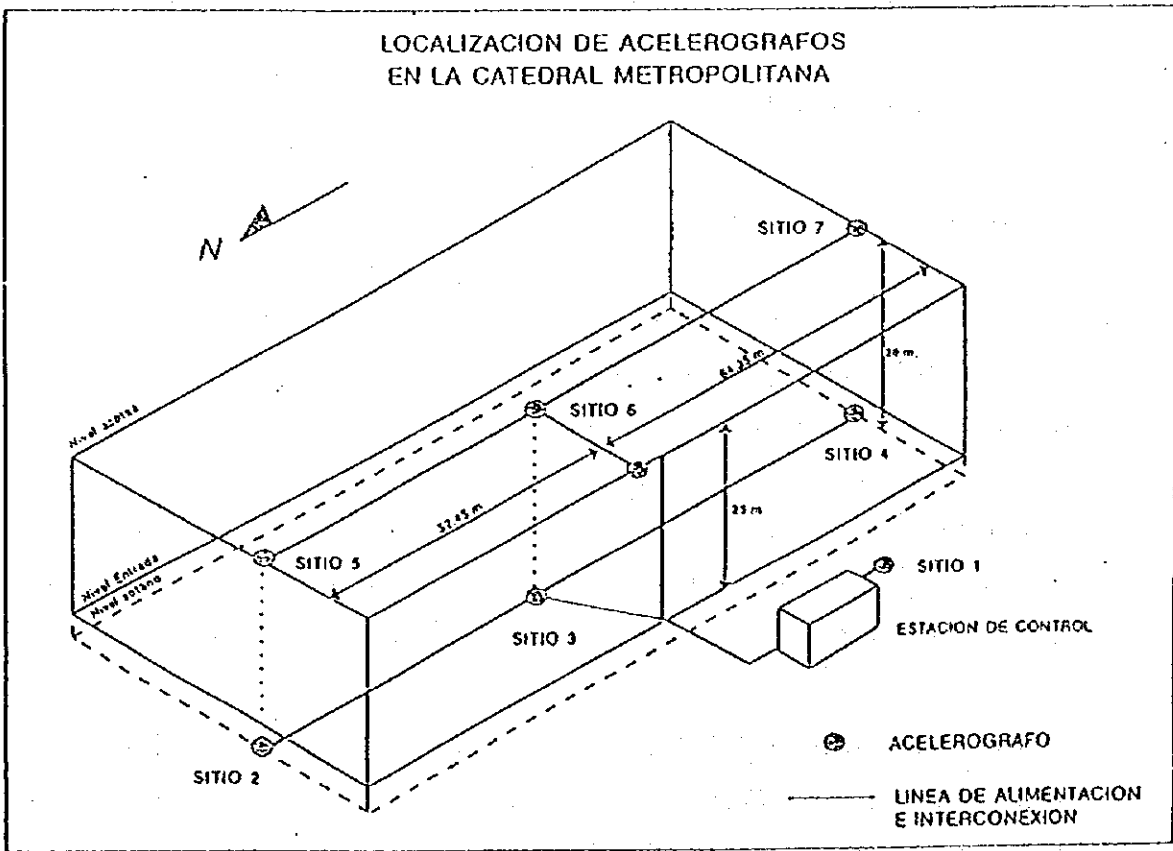
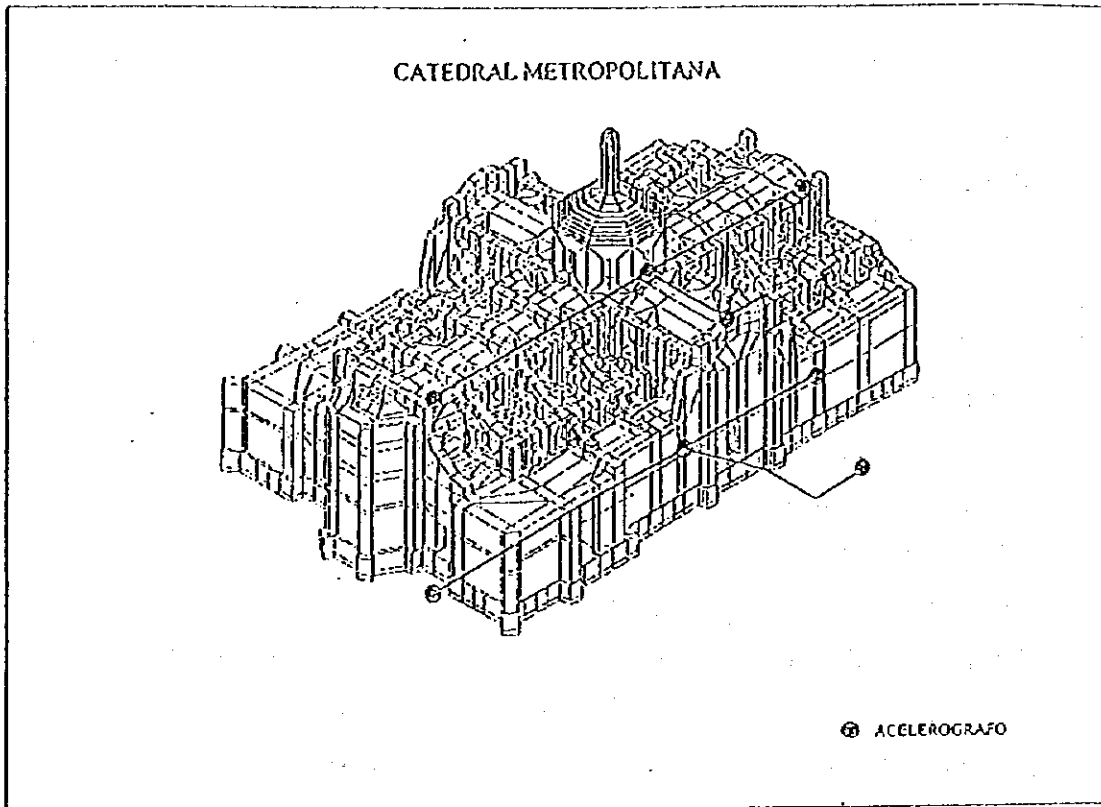


表11 機動型強震計 (現在、ソカロの教会に設置中)

Sitio No.	Ubicación	Clave	Características	Equipo	N/S	Rango de escala completa (G)	Nivel de dispar (gal)	Dispar o Extrem o	Frec. de muestre o (Hz)	Preevento Postevento (s)
1	Terreno libre junto a la cascán de control	CACL	Equipo esclavo	K2 Kinemetrics	446	2	4	SI	100	45-30
2	Nivel de criptas lado norte, junto a la tumba de Zumárraga (sóano)	CASN	Equipo esclavo	K2 Kinemetrics	447	2	4	SI	100	45-30
3	Nivel de criptas centro (sóano)	CASC	Equipo esclavo	K2 Kinemetrics	448	2	4	SI	100	45-30
4	Nivel de criptas sur (sóano)	CASS	Equipo esclavo	K2 Kinemetrics	449	2	4	SI	100	45-30
5	Nivel azotea norte	CAAN	Equipo esclavo	K2 Kinemetrics	450	2	4	SI	100	45-30
6	Nivel azotea, en la base de la cúpula mayor	CAAC	Equipo maestro que activa toda la red. Equipo con sistema de tiempo GPS	K2 Kinemetrics	453	2	2	NO	100	45-30
7	Nivel azotea sur	CAAS	Equipo esclavo	K2 Kinemetrics	452	2	4	SI	100	45-30
8	Nivel azotea entrada poniente	CAAW	Equipo esclavo	K2 Kinemetrics	451	2	4	SI	100	45-30

Tabla Características de la red de acelerógrafos instalada en la Catedral Metropolitana

(Digital Audio Tape)であったが記録できず、のちにメーカーからハードディスクが提供された。納入後、1995年5月から7月まで、ゲレロ州、ミチョアカン州に設置し、1995年9月14日のM=7.3の地震の記録をとった。その後ハリスコ州のコリマ市に設置し、1995年10月9日の大きな地震の記録を採取した〔三雲専門家によるCarlos Gutierrez Martinez (地質学科卒業、修士課程は地震学専攻)からの聞き取りによる〕。

ほかに、無償で供与された常時微動計、プロジェクト方式技術協力で供与されたPS- Logging Systemを活用し、メキシコ市とコリマ市のマイクロゾーネーションが行われている。図5に、CENAPREDの最近の研究から、主として常時微動測定(地震観測も実施)によるコリマ市のマイクロゾーネーションの結果を示す。ほかには、過去の主要な地震についてMM震度分布(等震度マップ)などがデータベース化され、パソコンで検索できるよう整備されている。

メキシコ市の地震時マイクロゾーニングでは、人口分布や建物種類・建物規模等のデータベースや地図情報システムを利用し、メキシコ市の建物の地震時応答や被災度を計算し、同様にパソコン画面上で図示できる。

地震直後の観測データを伝送して活用するメキシコ市内の早期震度評価システムについても試作開発し、現在も手直し作業を継続中である。

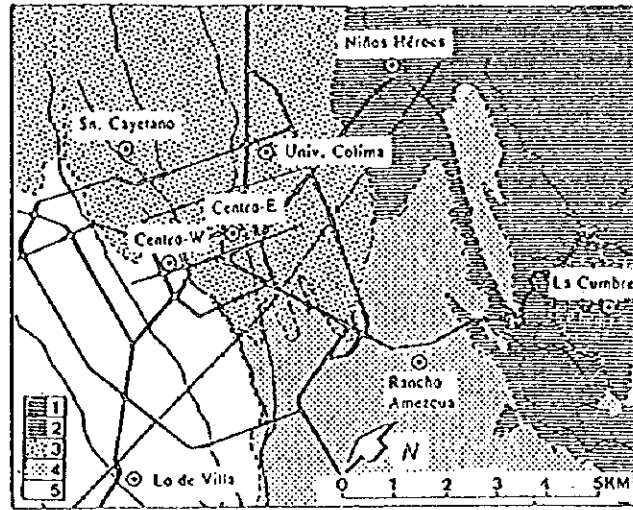
これらの成果は、メキシコにおける地震被害の評価・予測に活用されるものと期待される。

b. 地盤(地質)災害

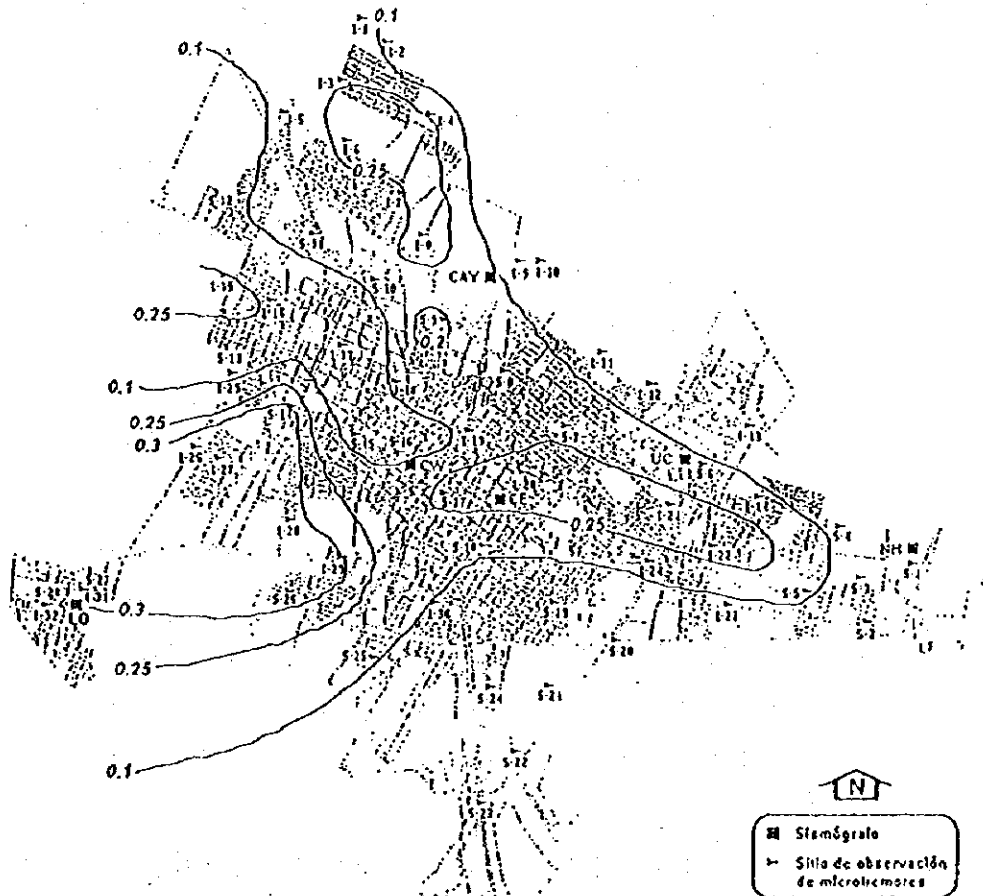
メキシコ市の地盤は、火山のカルデラにできた湖に火山噴出物が堆積した沖積層であり、深い所では200mの厚さ(S波速度はダウンタウンの軟弱層で20~30m/sec程度)がある。また、土質的な特性としては、間隙比が10程度、含水比が300~400% (液性限界に近い)と非常に高く、圧密沈下しやすい土質である。そのため、メキシコ市は今でも地盤沈下を続けており(典型的沈下量は年当たり5~20cm)、街を歩くと傾いた建物をよくみかける。建物の傾斜は、1985年のメキシコ地震の被害によるものも多数にのぼると思われるが、その一部は圧密による不同沈下が原因であろう。メキシコ市における地震時の杭被害については、調査されていないので、その実態については不明である。また、地盤沈下によるネガティブフリクション(負の摩擦力)⁽¹²⁾による杭の破損被害の事例が知られている。

このような特殊な地盤のため、基礎構造についても日本とは事情が異なる。重要構造物(たとえばソカロの芸術宮殿、ラテンアメリカンタワーなど)では、深い支持層に先端を設置する支持杭であるものの、大部分の建物では杭周と地盤との摩擦

図5 コリマ市におけるマイクロゾーネーション
 (上: コリマ市の地質区分 下: 地盤の等周期マップ)



Depósitos superficiales en la región de la ciudad de Colima y sitios empleados para la instalación de sismógrafos. Los números corresponden a los materiales como sigue: 1) caliza, 2) conglomerados, 3) brecha andesítica, 4) aluvión y 5) conglomerado arenoso.



Mapa de isoperíodos obtenido a partir del análisis de microtremores. El primer dígito indica el período natural del sensor empleado.

(注2) ネガティブフリクション (Negative (Skin) Friction: 負の摩擦力) — 杭の周囲の地盤が沈下することにより、杭周に作用する下向きの摩擦力 (負の摩擦力) をいう。このため、支える建物荷重に加え、地盤からの下向きの摩擦力がともに杭に作用することとなり、杭が破損する場合がある。周囲の地盤が沈下しない通常の場合には、地盤から杭周に作用する摩擦力 (正の摩擦力) は上向きに作用し、杭の先端で支える荷重 (先端荷重) とともに杭の鉛直荷重を負担する。

(注3) 土質実験室 — 本実験室は研究部に属し、無償供与機材の共振法三軸試験機、中空ねじり動的三軸試験機などが整備されており、上記研究などに関連して室内土質試験が実施されている (写真1 (p.55) 参照)。主担当はM.J. メンドーサである。

により建物重量を支える摩擦杭である。また、建物の不同沈下に対して対応できるよう、杭頭にアジャスト治具の工夫がなされることがテキストで紹介されている。

本分野については、当初計画では日本側が協力する活動範囲もしくは研究課題の形であげられているのみであり、具体的な計画の形をとっていない。プロジェクト当初5年の期間の後半2年間に具体的な計画が立案された。主担当は研究部土質実験室のM.J. メンドーサである。

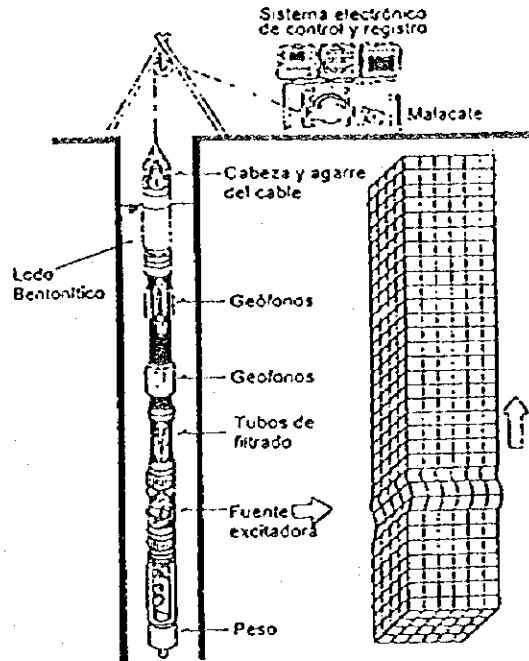
また、第11回世界地震工学会議 (11WCEE) にも論文を発表している。

サイトはメキシコ市北東部の地下鉄Bラインと道路が立体交差するIMPULSORA道路橋のNo. 6橋脚である。地盤については、地盤調査、PS-Logging System (JICA供与機材、図6) によりS波速度の現場測定、採取土質試料による室内実験 (研究部土質実験室^(注3)の装置・機器による) が行われている。地盤調査の結果 (S波速度、コーン貫入試験結果) と橋脚の立面図を、図7に示す。基礎はボックス (地中連続壁に類似したもの) と杭の併用基礎 (Friction-Pile Box Foundation) である。ボックスは厚さが0.5m~0.6m、寸法が15m×22m×3mである。杭は断面が四角 (一辺25cm) の摩擦杭77本である。基礎の種類としては支持層まで達しない浮き基礎 (いかだ基礎: Raft Foundation) である。本橋脚の建設に際し、図8のように、杭の軸力を測定するためロードセル、土圧計、地震計 (TERRA TECHNOLOGY、機種不明)、間隙水圧計のセンサーが設置された。データはデジタルレコーダーに記録される。図9に建設時の杭軸力の変化を示す。現在、観測を継続中である。

③ 耐震構造

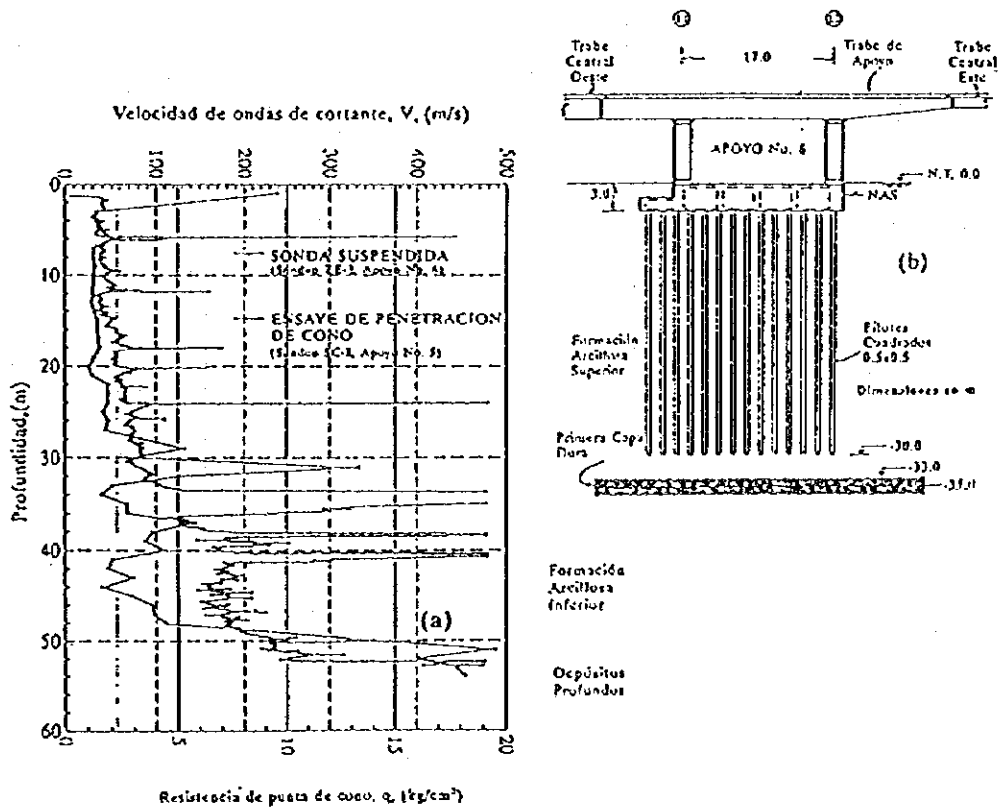
枠組組積造等の耐震性能向上のために必要な耐震構造学の研究施設と研究装置が設置されている。その内容は、大型構造実験施設において、枠組組積造の3階建の実大構造実験が行える反力床および反力壁 (写真2~写真4) を有すること、またコンピューター・オンライン実験 (写真5、写真6) が行えることである。以下にこれらの概

図6 PS LOGGING SYSTEM



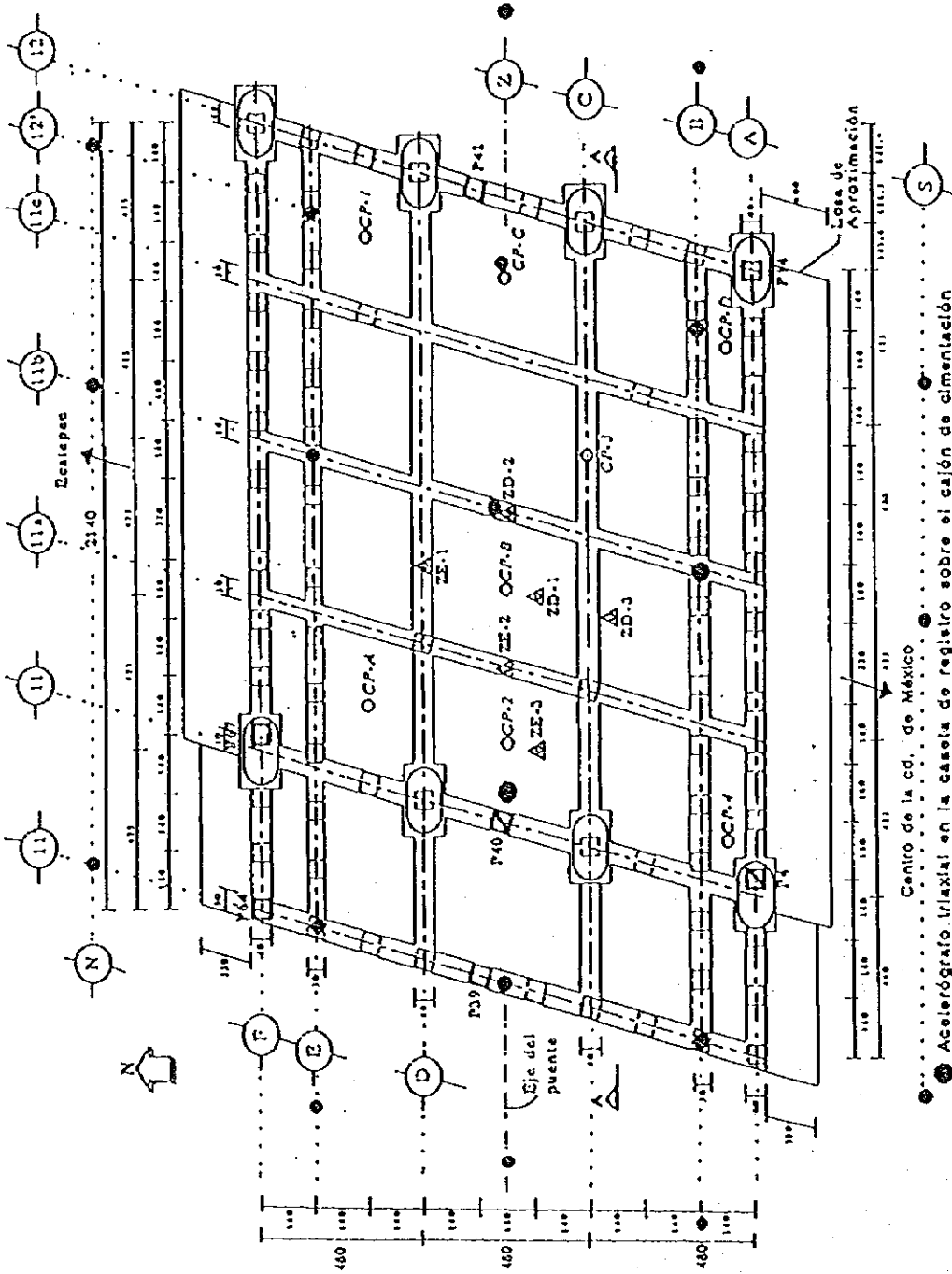
Esquema de la sonda suspendida para la medición de la velocidad de las ondas de cortante

図7 地盤のS波速度とコーン貫入試験結果および道路橋No. 6橋脚



Perfiles geotécnicos del sitio y vista lateral de la cimentación instrumentada y de la superestructura

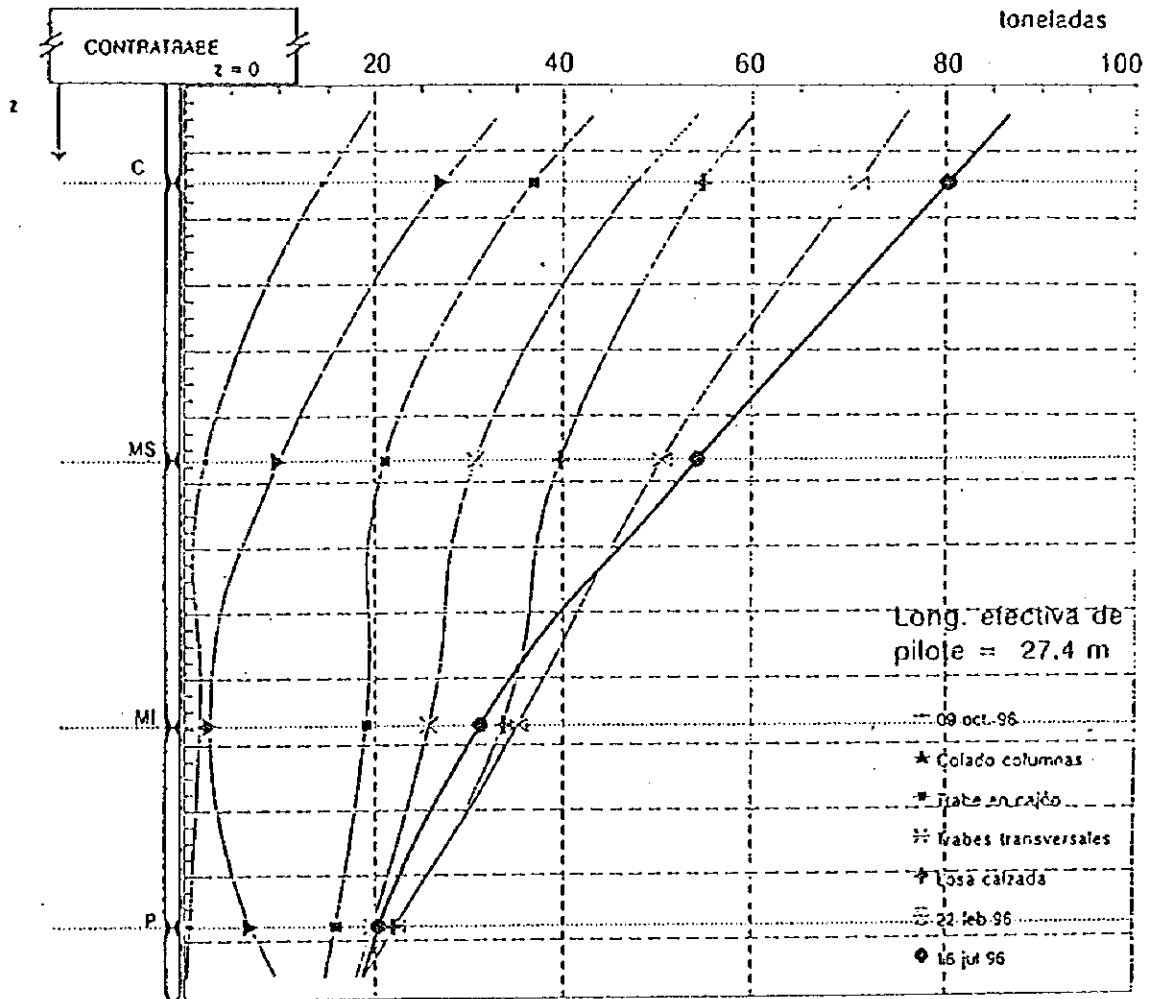
図8 地震計、ロードセル (杭軸力測定用)、土圧計、間隙水圧計の設置状況



- Centro de la cd. de México
- Acelerógrafo triaxial en la caseta de registro sobre el cajón de cimentación
- Pilote con celdas de carga cerca de la cabeza
- ▣ Pilote con cuatro celdas de carga a diferentes profundidades
- Celda de presión en el contacto losa de cimentación-sub suelo
- △ Piezómetro a cierta profundidad en el subsuelo
- ◆ Referencias topográficas superficiales

Pianta de cimentación y localización de la instrumentación

図9 建設のプロセスにおける杭軸力の変化



Variación de la carga a lo largo del pilote P4 durante la construcción

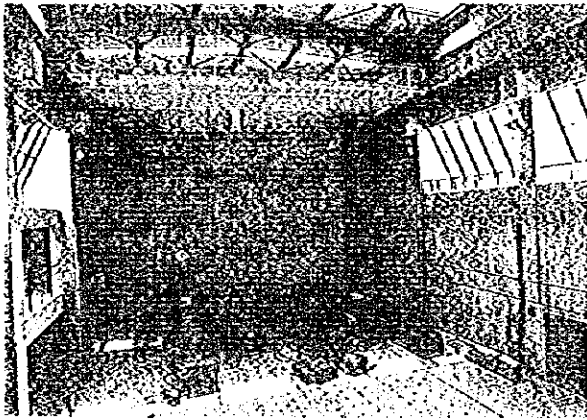


写真1 耐震構造実験室内部（反力床、反力壁）

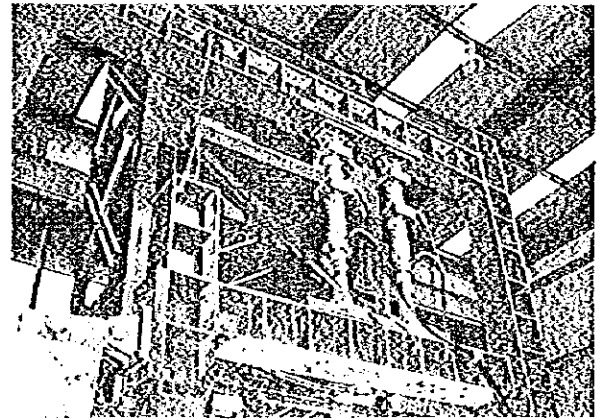


写真2 耐震構造実験用加力治具

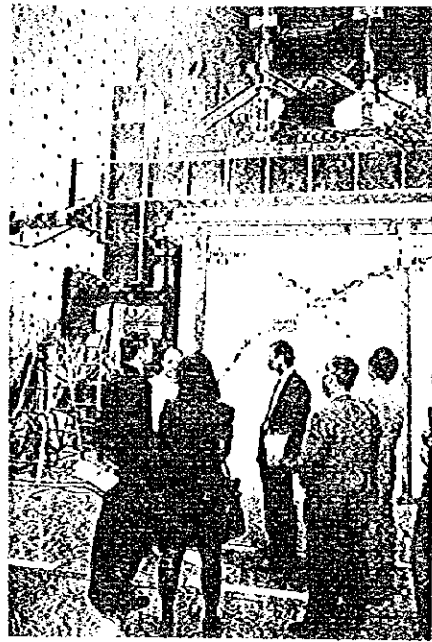


写真3 耐震構造実験システムと試験体

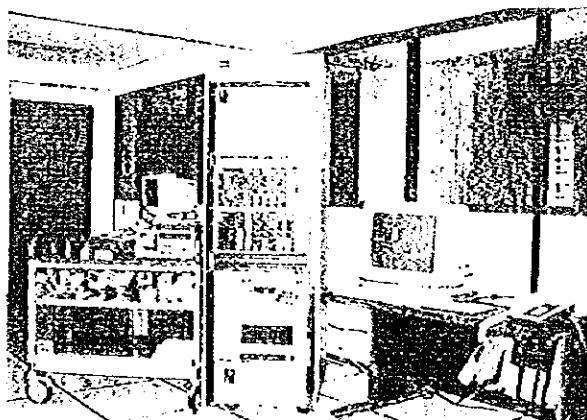


写真4 コンピューター・オンライン実験システム
（コンピューター、制御盤、データロガー）

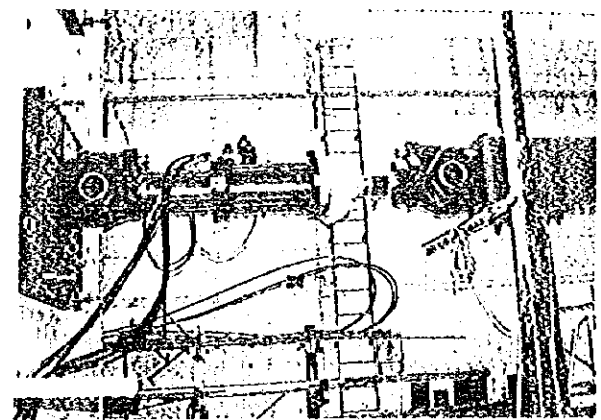


写真5 コンピューター・オンライン実験
（加力アクチュエーター）

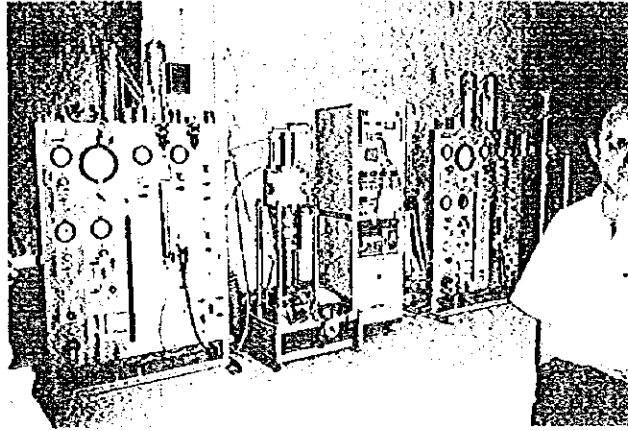
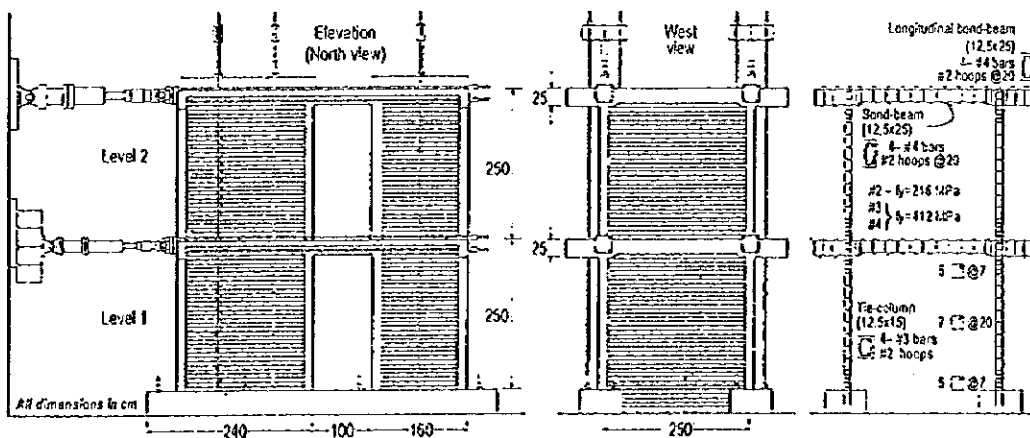


写真6 土質実験装置



写真7 鉄筋の圧接部

図10 枠組積造枠組壁の2階建て実大構造実験
 (Sergio M. Alcocer and Roberto Meli: Test Program on the Seismic Behavior of Confined Masonry Structures, TMS Journal, February 1995, pp. 68-76)



要を示す。

a. 研究部の概要

研究部は、デ・ラ・クルース部長のもと、以下の4つの分野に組織されている。

- 1) Geological Hazards (研究者定員10名、うちPh.D取得者2名)
- 2) Seismic Testing (研究者定員8名、うちPh.D取得者2名)
- 3) Hydrometeorological Hazards (研究者定員7名、うちPh.D取得者2名)
- 4) Chemical Hazards (研究者定員6名、うちPh.D取得者2名)

このうち、JICAの地震防災プロジェクトの協力対象となっているのは、1)、2)の分野である。デ・ラ・クルース部長によると、研究分野は現状では十分に、7年間のプロジェクトでよい方向づけができたと考えている。今後、研究分野を拡大していくことも考えているが、研究者の養成が重要であるとのことである。

また、CENAPREDの研究成果をベースにして、防災に関する基準の改正や行政の実務にも目を向けている。行政は短期的視点で仕事を進めるが、CENAPREDは長期的な視点で防災技術に取り組み、その成果を行政にフィードバックしていきたいとし、さらに大学などの研究者にも防災の観点から影響を与えて、CENAPREDを中心に防災プロジェクトを推進していくことが重要であると認識されている。

b. 耐震構造 (Seismic Testing) 分野の活動

プロジェクトの当初期間の活動項目は以下のとおりである。

- ・大型構造実験室の整備と稼働開始
- ・メキシコおよび中米・カリブ諸国の低コスト住宅の耐震安全性の向上
- ・エネルギー吸収デバイスの有効性に関する実験
- ・1985年メキシコ地震で被災した建築物の補修・補強の研究および記録
- ・メキシコの建築材料（主にレンガ）の材料特性の研究
- ・土質工学、特にメキシコ市の地盤の動的挙動
- ・メキシコの建築材料の基準の見直し

延長期間の活動項目は以下のとおりである。

- ・大型構造実験 — 特に、工業生産されたレンガによる枠組組積造の壁とRC造の壁の実大実験を行った。
- ・コンピューター・オンライン実験の実施 — ソフトウェアの問題が解決し、アクチュエーターのキャリブレーションも行われ、エネルギー吸収装置の実験が行われた。
- ・耐震補強等に関する研究 — 1985年メキシコ地震で被災した建築物が補修補強

され、それらの応答記録が採取できた。今後とも永続的にいくつかの建築物の応答をモニターしていく。

- ・建築物と橋梁の地震挙動時の研究
- ・被災建築物の耐震性能評価基準
- ・ガス圧接技術の移転

c. 大型構造実験室

この実験室の反力壁の高さは9m、反力床の長辺の長さは15mで、中南米で最大の規模である。また、スード・ダイナミックスの実験をオペレートできるのは、CENAPREDの研究者2名、UNAMの大学院生2名である。しかし学生のなかでも構造実験研究を希望する人が少なく、今後の人材の確保が重要であると認識されている。

一方、実験設備については、特にコンピューター関連などの進歩が速いが、現実の実験設備を今後も有効利用していきたいとCENAPREDのスタッフも述べている。

d. 耐震構造研究

主に枠組組積造の耐震性を向上させることがこの分野の研究目的である。特に太平洋沿岸地域では枠組組積造等の組積造（アドベを含む）の地震被害が多い。今でも新築住宅の約50%が組積造で建設されており、特に田舎ではその比率が高い。したがって、CENAPREDに枠組組積造等に関する技術情報を集中し、国内に広く普及させることが重要である。また枠組組積造用のレンガを押出し成形による生産方法、いわば生産の工業化により、その特性と品質を高くし安定させようとしている。

これまでCENAPREDでは、枠組組積造に関して、新築時の補強技術や既存建築物の改修による補強技術を開発し、その有効性を検証している。また、これらの研究成果を1997年に予定されているメキシコ市の建築基準の改正に反映させようとしている。そのためにメキシコ市の基準策定委員会にメリ所長が幹事役として、またアルコセール課長が重要なメンバーとして参画している。

このメキシコ市の基準は、標準的な基準を定めるものであるが、より理想的な高度な技術基準も必要であると認識されている。

(5) 研修の現状

延長期間においては、これらの研究成果の普及が主な目的であった。普及を目的として行われたのは、研究成果をもとにした技術者等への研修活動と、成果を幅広く公開するための出版活動である。

研修活動としては「工事責任者（DRO）に対するセミナー（DROセミナー）」「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」「地震防災セミナー」および「鉄筋のガス圧接に関するセミナー」が行われている。これらのセミナーにおいて、CENAPREDの研究、観測の成果が活用されている。

「DROセミナー」は、建築生産において品質管理や構造安全の責任を持つ技術者（DRO）に対して、地震活動や地震発生危険度、建築の耐震構造の基礎知識、外国の耐震設計の事例等について講演するものであり、当初計画期間に3回、延長期間に2回行われた。「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」は、中米・カリブ諸国において耐震構造の普及を促すために行われるセミナーであり、今後CENAPREDが力を入れようとしている第三国研修の基礎となるものである。

「地震防災セミナー」は、行政担当者を対象に、市民保護、災害に関する科学と技術、災害と社会および市民保護計画という4つの内容からなるセミナーであり、UNAMと共同で1995年から1996年にかけて2回開催されている。

「ガス圧接セミナー」は、日本で広く活用されている鉄筋の接合方法である圧接技術とその検査方法である超音波探傷の技術を紹介したもので、これまで1回開催されている。しかし、日本とメキシコでは鉄筋の形状が異なることから装置を改良する必要がある。また、鉄筋の成分もメキシコでは炭素当量が高く脆性的な材料特性を持っていることから、メキシコの鉄筋に合わせた検査判定技術基準を作成する必要がある。これについては現在、JICAの短期派遣専門家の協力のもと、研究部で開発が進められつつあり、基準が整い次第、今後セミナーを開催する予定である。

これらのセミナーにおいて、CENAPREDの研究、観測の成果が活用されている。

(6) 普及の現状

普及活動は主に出版によって行われており、これらの出版物はメキシコ市の市民保護局の関係者らに配布されている。

「研究ノート」は研究成果を審査をした後に印刷したもので、技術的・専門的であり、日本における大学等の研究機関の「紀要」に担当するものである。現在第37号を編集中であり、これまでに日本人研究者の研究成果や講演内容も出版されている。メキシコ国内の主な大学や研究機関に配布しているが、今後は海外にも配布する予定である。

「技術報告」は、研究成果を実務に応用できるように解説したもので、そのテーマに

関係のある人に配布されている。

「パンフレット」は、文書よりイラストを多用し、一般市民に防災上の注意を呼びかけるマニュアル的なものである。

「雑誌」は、市民保護システムや耐震技術を国内外に広めるためのものである。

そのほか、防災知識の普及のために、オペレーション・インフォメーション・センターを通じた情報提供や、ビデオによる防災知識の普及に努めている。

以上のように研究・観測活動が基盤にあり、その成果が一般社会で有効に活用されるように研修活動や出版活動等が行われている。

4-2 計画の妥当性

(1) 協力開始時における計画の妥当性

① 研究

a. 強震観測分野

i 地震観測（強震観測、機動型強震計、広帯域高感度地震計）

当初計画では、強震計のネットワークをアカプルコーメキシコ市間の系列、メキシコ市内に配置することが述べられているのみである。

ii 地盤（地質）災害・土質実験室

当初計画では、研究課題または活動範囲しか示されておらず、具体的な計画とはなっていない。

ただ、当初の計画検討段階では、本分野も研究範囲に含まれている。プロジェクトが進捗するとともに、具体的な研究課題として復活したものと思われる。

b. 耐震構造分野

同分野においては以下のような項目が主な協力項目として計画された。

- ・実大構造実験施設の整備
- ・コンピューター・オンライン実験の稼働
- ・枠組組積造の耐震性能に関する研究

これらの当初計画については、建築物の耐震性能の向上をめざす基礎的な研究を実施するための実験施設であること、そのなかでも高度な実験手法と考えられるコンピューター・オンライン実験を実施すること、特にその研究対象がメキシコにおけるローコスト住宅の典型でもある枠組組積造であることから、必要かつ妥当なものであったと考えられる。

(2) 実施中における変化

① 研究

a. 強震観測分野

当初計画では、機動型地震計、広帯域地震計の計画は見当たらない。プロジェクトが進捗する段階で、CENAPRED側から要望が提出され、JICAがそのつど承認したものであり、そのため、当初計画に比べて、より充実した強震観測システムが完成した。

b. 耐震構造分野

当初計画時の項目に加え、以下の項目が加えられた。

- ・エネルギー吸収装置に関する研究
- ・補修・補強された建築物の耐震性能に関する研究
- ・地盤および構造物基礎の静的・動的挙動に関する研究
- ・メキシコ市建築基準策定委員会への参加
- ・耐震補強・補修および被災度判定・復旧に関する技術指針
- ・鉄筋のガス圧接および検査技術

これらの項目は、前記の実験システムを活用して新たな耐震要素となり得るエネルギー吸収装置に研究対象を拡大したこと、補強建築物の調査を行い、その成果が今後の補修・補強および復旧技術に活用されると期待されること、また、メキシコ市の地盤の特殊性も考慮に入れるための地盤および基礎の研究を開始したこと、さらに枠組組積造の補強方法等の研究成果を次代の建築基準に反映すべく、策定委員会に参画して活動していることから、高く評価されるべきである。

しかし、耐震補強・補修および被災度判定・復旧の技術基準に関する活動としては、日本の基準を西語に翻訳して出版物としている段階であり、今後の独自の研究活動に基づいた基準、ガイドライン等が整備されることが期待される。

また、鉄筋のガス圧接（写真7：p.57）に関する技術は、メキシコの鉄筋の形状に合わせた治具や、鉄筋の成分に合わせた検査判定基準の整備が行われるようにしているところである。

② 研修

研修活動としては、工事責任者（DRO）に対する「DROセミナー」「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」「地震防災セミナー」および「鉄筋のガス圧接に関するセミナー」が行われるようになり、これらのセミナーにおいて、CENAPREDの研究、観測等の成果が活用されている。

③ 普及

普及活動は主に「研究ノート」「技術報告」「パンフレット」「雑誌」の出版によって行われるようになり、これらの出版物はメキシコ市の市民保護局の関係者らに配布されている。そのほか、防災知識普及のためのオペレーション・インフォメーション・センターを通じた情報提供や、ビデオにより防災知識の普及を行うようになった。この際、CENAPREDの研究、観測等の成果が活用されている。

(3) 評価時における本案件に対するニーズの高さ

① 研究

a. 強震観測分野

メキシコでは訪問当時、ポポカテペトル火山（メキシコ市近くの火山）の噴火がマスコミを賑わしていた。火山監視のためにCENAPREDの地震計（観測部担当）が設置されており、CENAPREDのMeli所長のインタビューがテレビで放送されていた。火山監視には、JICA供与の機材が使われているわけではないが、地震観測技術が応用されており、プロジェクトの間接的な成果とみることができる。メキシコ国民のCENAPREDに対する信頼は厚い。

b. 耐震構造分野

計画時における項目は、耐震構造の基礎的な研究を行うために必要な項目であり、研究対象である枠組組積造等の組積造がメキシコにおいて新築住宅の約50%を占める構造形式であることから、ニーズの高いものとなっている。

また、実施中に追加された項目については、今後の耐震設計の方向性を探る、あるいは既存建築物の耐震性能の向上および地震時における対策に直結した研究課題であり、そのニーズは高い。

② 研修

まず「DROセミナー」については、CENAPREDがセミナーの参加者へのアンケート調査を行っている。その結果、以下のような意見が述べられている。

- ・CENAPREDの研究成果を生かした講習内容を期待する。
- ・より専門的で具体的な（一般論だけではなく、すぐに活用できる）講習内容であってほしい。

また、DRO協会関係者からのヒアリングによっても、以下のような回答が得られた。

[セミナーの意義について]

- ・講習内容のレベルが高く、それを求める参加者が増えている。
- ・鉄筋の接合方法、超高強度コンクリートの扱い方など、有益な内容であった。

- ・補強方法として、カーボンメッシュを用いる方法の講習は有益であった。
- ・メキシコ市だけでなく、各地域でセミナーを行いたい。

[今後の日本側からセミナーで講習してほしい内容について]

- ・地盤の問題
- ・設計および工事における品質管理
- ・免震構造
- ・高強度鋼の製造（強度管理）
- ・100MPaクラスのコンクリートの製造と品質管理
- ・日本で大きな被害を生じた建築物の設計者に対する処罰
- ・設備・断熱技術

以上のように、ニーズの高さが理解できる。またDROの資格がない人も興味と必要性を感じて参加していることなどからも、そのニーズは高いといえる。

「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」は、中米・カリブ諸国において耐震構造の普及と、技術者を養成するのに必要なものであり、そのニーズは高い。また、今後CENAPREDが力を入れようとしている第三国研修の基礎となるものである。

「地震防災セミナー」は、市民保護政策を執行するうえで、行政担当者に必要な知識を講習するもので、メキシコ市の基本政策とも関係するニーズの高いものである。

③ 普及

「研究ノート」は技術的・専門的であり、日本における大学等の研究機関の「紀要」に相当するものである。したがって、CENAPREDの研究を対外的に認識させ、その水準を向上あるいは維持していくために、きわめてニーズの高いものである。

「技術報告」は、研究成果を実務に応用できるように解説したもので、一般技術者にCENAPREDの観測、研究等の成果を普及し、実務に応用させるために、ニーズの高いものである。

「パンフレット」は、一般市民に防災上の注意を呼びかけるマニュアル的なものであり、オペレーション・インフォメーション・センターを通じた情報提供や、ビデオによる防災知識の普及とあわせて、一般市民の安全性向上に直接貢献することから、ニーズの高いものである。

4-3 効率性

(1) 技術移転内容の適正度

① 研究

a. 強震観測分野

- i 地震観測（強震観測、機動型強震計、広帯域高感度地震計）
- ii 地盤（地質）災害、土質実験室

本分野の技術移転内容については、適正と判断される。

b. 耐震構造分野

耐震構造に関する主な技術移転内容は、メキシコにおけるローコスト住宅（枠組組積造）の耐震性能の向上を図ることである。枠組組積造は地震時には脆性的な破壊に至る可能性が高く、その補強方法が重要であること、また現在も主に低所得者の住宅として多くの枠組組積造の住宅が建設されていることから、今後の住宅供給において、その成果が活用されることにより、効果的に住宅の耐震構造の向上を図ることができる。

枠組組積造の耐震性能向上のために必要な、耐震構造学の研究施設と研究装置が移転された。その内容は、まず大型構造実験施設に関しては、枠組組積造の3階建ての実大構造実験が行える反力床および反力壁を有すること、またコンピューター・オンライン実験が行えることである。CENAPREDではすでに、枠組組積造の2階建て枠組壁の実大実験（図10：p.57）を行い、研究論文を発表している。以上のような研究・観測活動がもとになっていて、その成果が一般社会で有効に活用されるよう、研修活動や出版活動が行われている。

② 研修

研修活動としては、工事責任者（DRO）に対する「DROセミナー」「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」「地震防災セミナー」および「鉄筋のガス圧接に関するセミナー」が行われている。これらのセミナーにおいて、CENAPREDの研究、観測の成果が研修されている。

③ 普及

普及活動については「研究ノート」「技術報告」「パンフレット」「雑誌」の出版があり、メキシコ市の市民保護局の関係者らに配布されている。そのほか、防災知識の普及のために、オペレーション・インフォメーション・センターを通じた情報提供や、ビデオによる防災知識の普及に努めている。

以上のように研究・観測活動がもとになって、その成果が一般社会で有効に活用されるよう、普及活動や出版活動が行われている。

(2) 効率性に貢献/阻害した要因

① 研究

a. 強震観測分野

効率性を阻害した要因として、「強震計SMA C-MD」の機材設置等に時間を要し、その機能の発揮が遅延したことがあげられる。しかしながら、プロジェクト開始初期の強震観測分野の長期専門家の努力等により、強震観測システムが機能を発揮できるようになった。

その経過は以下のとおりである。

i アカシ(株)および大倉無線(株)の技術者の派遣

(1990年5月、1990年12月、1991年10月)

不具合：・テレメーター(電話線)の不作動

・絶対時刻装置校正信号(MHK時報)の不受信

・プレ・イベント・メモリー(強震計の起動以前の記録をとるため、常に記録を取り込む装置(遅延装置ともいう))が未設定で、設定しても最大10秒

ii 無償資金協力(フォローアップ)および1991年度予算による整備

1) A/D変換装置のグレードアップ(Version II)により、最大加速度、収録された全波形を有線でCENAPREDへ転送開始し、転送速度改善(300bps→1200bps)

2) 収録装置のグレードアップ

iii 1992年第4四半期の改善等

1) アカブルコ、クエルナバカ以外の全測点について、A/D変換装置と収録装置をグレードアップ(Version II)し、ICカードによる現地でのデータ収録に加え、全波形をテレメーター転送

2) 米国DATARADIO社の無線モデルをメキシコ市内の10観測点に設置し、CENAPREDへ無線テレメーター転送

3) Version IIの導入によるSMA C-MDの最大遅延時間を30秒に延長→アカブルコとイグアラ間の4測点については、ほぼP波初動からのデータが記録される見込みとなった。

4) 刻時方式の改善(MHK時報に代わって米国から発信されるWWVB信号を受信し、内蔵時計を校正するテストを実施したが、受信状態不調)

5) メキシコ市内の観測点について、P波初動から完全に記録することをねらったリモートトリガー方式の検討

6) 市内ロマ観測点の再設置とケネディ観測点およびIMP観測点の改良作業
今後同様のプロジェクトにおいては、機材選定、設置にあたり、ハード、ソフト面の十分な検討が必要であろう。

【補足説明】 Michoacan Earthquake(1985)の震源とメキシコ市との間は約400km離れており、P波とS波の平均伝播時速をおのおの4 km、8 kmとすれば、同一震源に対しては、メキシコ市における初動から主要動までの時間は100秒となる。

b. 耐震構造分野

前述の施設や装置は、プロジェクト方式技術協力が開始される1990年4月以前に無償資金協力により導入され、その連携・タイミングは効率性に貢献した。

一方、大型実験装置のうち、コンピューター・オンライン実験システムが、導入当初、機器の関するトラブルにより使用できない状況であった。

具体的には、システムを構成する各装置につき、それぞれのインターフェイスの役割を果たすソフトウェアの開発が必要であったこと、およびインターフェイス・ボードの接触不良や、ディップスイッチの設定方法が不明であったこと等である。

しかしこれらの阻害要因は、関係したメーカーや日本人専門家、カウンターパートの努力により解決され、現在は十分にその機能を発揮している。

② 研修

研修活動として行われている各種セミナーは、日本人専門家、メキシコ人カウンターパートの不断的努力により、円滑かつ有効に運営されている。

③ 普及

普及活動として行われている各種出版活動は、日本人専門家、メキシコ人カウンターパートの不断的努力により、円滑かつ有効に運営されている。

4-4 プロジェクト目標達成度

(1) 目標達成の度合い

① 研究

a. 強震観測分野

ほぼ100%目標を達成している、と判断する。

b. 耐震構造分野

前述の大型実験装置による研究結果が、近年、CENAPREDの研究者らによって積極的に学会等に発表され、高い評価を受けている。その例を以下に示す。

・Sergio M. Alcocer and Roberto Meli: Test Program on the Seismic

Behavior of Confined Masonry Structures, TMS Journal, February 1995, pp. 68~76.

- S. M. ALCOCER, J. RUIZ, J. A. PINEDA and J. A. ZEPEDA : RETROFITTING OF CONFINED MASONRY WALLS WITH WELDED WIRE MESH, 11WCEE, June 1996.
- G. AGUILAR, R. MELI, R. DIAZ AND VAZQUEZ-DEL-MERCADO : INFLUENCE OF HORIZONTAL REINFORCEMENT ON THE BEHAVIOR OF CONFINED MASONRY WALLS, 11WCEE, June 1996.
- L. E. FLORES and S. M. ALCOCER : CALCULATED RESPONSE OF CONFINED MASONRY STRUCTURES, 11WCEE, June 1996.
- OSCAR LOPEZ-BATIZ : SEISMIC BEHAVIOR OF PRECAST REINFORCED CONCRETE STRUCTURES, 11WCEE, June 1996.
- A. Echavarria, M. Aguirre, J. Maldonado and O. Lopez : DYNAMIC BEHAVIOR OF TWO TYPES OF ENERGY DISSIPATION DEVICES "SHEAR-PANEL" and "OVAL-SHAPED STEEL STRIPS", 11WCEE, June 1996.

② 研修

研修活動としては、「工事責任者 (DRO) に対するセミナー (DROセミナー)」「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」「地震防災セミナー」および「鉄筋のガス圧接に関するセミナー」が行われている。これらのセミナーにおいて、SENAPREDの研究、観測の成果が活用されている。

「DROセミナー」は、建築生産において品質管理や構造安全に責任を持つ技術者 (DRO) に対して、地震活動や地震発生危険度、建築の耐震構造の基礎知識、耐震設計のための専門知識、外国の耐震設計の事例等について講義するものであり、当初計画期間に3回、延長期間に2回行われた。

「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」は、中米・カリブ諸国において耐震構造の普及を促すために行われるセミナーであり、今後CENAPREDが力を入れようとしている第三国研修の基礎となるものである。

「地震防災セミナー」は、行政担当者を対象に、市民保護、災害に関する科学と技術、災害と社会および市民保護計画という4つの内容からなるセミナーであり、UNAMとの共同で1995年から1996年にかけて年に2回開催されている。

「ガス圧接セミナー」は、日本で広く活用されている鉄筋の接合方法である圧接技術とその検査方法である超音波探傷の技術を紹介したもので、これまでに1回開催されている。しかし、日本とメキシコでは鉄筋の形状が異なることから装置を改良する必要がある。また、鉄筋の成分もメキシコでは炭素当量が高く脆性的な材料特性を持

っていることから、メキシコの鉄筋に合わせた検査判定基準を作成する必要がある。これについては、現在、JICAの短期派遣専門家の協力のもと、研究部で開発が進められつつあり、基準等が整い次第、セミナーを開催する予定である。

これらのセミナーにおいて、CENAPREDの研究、観測の成果が活用されている。

③ 普及

普及活動は主に出版によって行われており、これらの出版物はメキシコ市の市民保護局の関係者らに配布されている。

「研究ノート」は、研究成果を審査した後に印刷したもので、技術的・専門的であり、日本における大学等の研究機関の「紀要」に相当するものである。現在第37号の編集集中であり、これまでに日本人研究者の研究成果や講義内容も出版されている。メキシコ国内の主な大学や研究機関には配布しているが、今後は海外にも配布する予定である。

「技術報告」は、研究成果を実務に応用できるように解説したもので、そのテーマに関係ある人に配布されている。

「パンフレット」は、文章よりイラストを多用し、一般市民に防災上の注意を呼びかけるマニュアル的なものである。

「雑誌」は、市民保護システムや耐震技術を国内外に広めるためのものである。

そのほか、防災知識の普及のために、オペレーション・インフォメーション・センターを通じた情報提供や、ビデオによる防災知識の普及に努めている。

以上のように、研究・観測活動がもとになって、その成果が一般社会で有効に活用されるよう、研修活動や出版活動が行われている。

(2) 目標達成に貢献／阻害した要因

① 研究

a. 強震観測分野

前述の4-3-(2)に同じ

b. 耐震構造分野

達成に貢献した要因は、日本人専門家、カウンターパートの不断の努力である。

また、達成を阻害した要因は見当たらない。達成の程度は十分である。

② 研修

達成に貢献した要因は、日本人専門家、メキシコ人カウンターパートの不断の努力である。また、達成を阻害した要因は見当たらない。達成の程度は十分である。

③ 普及

達成に貢献した要因は、日本人専門家、メキシコ人カウンターパートの不断の努力である。また、達成を阻害した要因は見当たらない。達成の程度は十分である。

4-5 効果（見通し）

(1) 計画されていた受益者に対する効果発現の度合い

① 研究

a. 強震観測分野

収録されたデータは、地震直後に速報として発表されるとともに、処理されたデータは、年次報告書として出版されている。

観測データは、CENAPREDの強震動データベースに繰り込まれるとともに、メキシコ国内強震データベースにも提供されている。

b. 耐震構造分野

供与された実験装置により、枠組積造の耐震性能の向上を図るための技術の検証を行うことが可能となり、それらの成果が今後の住宅供給に有効に活用されることが期待できる。また、今後メキシコにおいて発展の見込みのある鉄筋コンクリート造や鉄骨造においても、上記の装置が活用され、耐震性能の向上に資するものである。

CENAPREDの研究者が研究成果を国内外で発表し高い評価を受けるようになってきている。また、研究者がメキシコ市の建築基準の策定委員会に不可欠なメンバーとして参画し、CENAPREDの研究成果を新しい基準に反映して、より有効な基準の策定に貢献している。

② 研修

研修活動としては、「DROセミナー」「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」「地震防災セミナー」および「鉄筋のガス圧接に関するセミナー」が行われている。これらのセミナーにおいて、CENAPREDの研究、観測等の成果が活用されており、効果発現の度合いは十分である。

③ 普及

普及活動については、「研究ノート」「技術報告」「パンフレット」および「雑誌」が出版されており、またオペレーション・インフォメーション・センターを通じた情報提供や、ビデオによる防災知識の普及に努めている。しかしその出版物等が、メキシコ市の市民保護局の関係者らに配布されるだけでなく、必要としている対象者に適切に普及されていることが重要であり、それによって効果の発現度は異なる。

(2) 波及効果

① 研究

a. 強震観測分野

CENAPREDの強震観測結果(JICA分+CENAPRED独自分)はメキシコ国内の強震観測データベース作成に反映されている。

メキシコ地震工学会(UNAMの地球物理学研究所が事務所)から、次の3冊が発刊されている。

- 1) BASE MEXICANA DE DATOS DE SISMOS FUERTES Catalogo de Acelerogramas 1960-1993 (全499ページ)
- 2) BASES MEXICANA DE DATOS DE SISMOS FUERTES Catalogo de Estaciones Acelerograficas 1960-1992 (全210ページ)
- 3) BASE MEXICANA DE DATOS DE SISMOS FUERTES Actualization de los Catalogos de Estaciones a 1995 y Acelerogramas a 1994 Catalogo de los registros de los temblores ceal 14 de septiembre, 9 y 21 de octubre de 1995(全211ページ)

ちなみに、1961~1996年間のCENAPREDの観測データに占める割合は9.4%(759のデータ)である。他の機関はUNAM(38.5%、3103データ)、CFE(23.7%、1914データ)、CIRES(15.2%、1229データ)JICA(8.2%、661データ)、CICESE(4.1%、332データ)、UTRO(0.9%、72データ)であり、CENAPREDは第4位のデータ提供率となっている。CENAPREDの活動期間が他の機関に比較して非常に短いことを考慮に入れると、CENAPREDの地震観測が非常に活発であることがわかる。

b. 耐震構造分野

今後メキシコの住宅供給団体が、CENAPREDの枠組組積造の研究成果をもとにした補強技術を取り入れた技術基準によって、住宅建設を行っていく方針である。これにより、CENAPREDの研究成果が実務に適用されることとなり、波及効果は大きいと考えられる。

② 研修

研修活動としては「DROセミナー」「中米・カリブ耐震建築国際セミナー」「地震防災セミナー」および「鉄筋のガス圧接に関するセミナー」が行われている。これらのセミナーにおいて、CENAPREDの研究、観測等の成果が活用されており、効果発現の度合いは十分である。

③ 普及

普及活動については「研究ノート」「技術報告」「パンフレット」および「雑誌」が出版されており、またオペレーション・インフォメーション・センターを通じた情報提供や、ビデオによる防災知識の普及に努めている。しかしその出版物等が、メキシコ市の市民保護局の関係者らに配布されるだけでなく、必要としている対象者に適切に普及されていることが重要であり、それによって効果の発現度は異なる。

(3) マイナス効果

マイナス効果は特にない。

(4) 効果発現に貢献／阻害した要因

① 研究

第11回世界地震工学会議 (The Eleventh World Conference of Earthquake Engineering, 11WCEE) が1996年6月に開催された。地元のアカプルコで開催されたこともあり、CENAPREDの研究成果が多数発表され、耐震工学、地震工学分野に占めるCENAPREDの役割を世界に認識させることとなった。また、CENAPREDの研究者は大部分が11WCEEの組織委員会などに積極的に参加・協力をしている。開会式では、CENAPREDの研究者の何人かが、その貢献に対し表彰された。

② 研修

効果発現に貢献した要因は、日本人専門家、メキシコ人カウンターパートの不断の努力である。また、効果発現を阻害した要因は見当たらない。

③ 普及

効果発現に貢献した要因は、日本人専門家、メキシコ人カウンターパートの不断の努力である。また、効果発現を阻害した要因は見当たらない。

4-6 自立発展の見通し

(1) 自立発展の度合い

① 研究

自立発展するものと判断する。

② 研修

各種セミナーの運営や講師を、日本人専門家の援助を得ながらも、メキシコ側の研究者や技術者が担当できることから、自立発展の度合いは高い。

③ 普及

各種出版物等の作成を、日本人専門家の援助を得ながらも、メキシコ側のスタッフ

が担当できることから自立発展の度合いは高い。しかし、レベルの高い「研究ノート」の執筆が、メキシコ側の研究者や技術者により継続的に行われていくことが重要である。

(2) 自立発展に貢献／阻害した要因

① 研究

CENAPREDの研究成果の需要者であるメキシコの住宅供給団体などとの協力関係が継続することが、CENAPREDの自立発展に貢献するものと考えられる。

今後のCENAPREDの自立発展においては、大学のような純粋な研究機関ではなく、内務省の研究所であるCENAPREDが「国家市民保護システム」の政策に沿った国家的プロジェクトを企画・運営し、さまざまな組織の研究者や実務者の協力を得て、また、CENAPREDが先導的役割を果たしていくことが、国内的にはひとつの重要な要因になると思われる。また、国際的には、中米・カリブ諸国への技術協力を行うことが重要である。

このような活動が社会に認められることにより、次世代を担う若手の研究者にとってCENAPREDが魅力ある研究所になることが必要である。

逆にCENAPREDが若手の研究者にとっての魅力を失うことになると、それは、今後の自立発展を阻害する要因になると考えられ、そのためには、CENAPREDがプロジェクト運営と研究を両立させられるスタッフを充足し、研究環境を整備することが必要であると思われる。

② 研修

自立発展に貢献した要因は、日本人専門家、メキシコ人カウンターパートの不断の努力である。また効果発現を阻害した要因は見当たらない。

③ 普及

自立発展に貢献した要因は、日本人専門家、メキシコ人カウンターパートの不断の努力である。また効果発現を阻害した要因は見当たらない。

4-7 プロジェクトに影響した横断的開発諸要因

(1) 政策支援

CENAPREDの研究員に対する給与改善措置が進められている。1996年1月1日付で連邦職員給与の10%昇給が認められるとともに、メキシコ国立自治大学(UNAM)の給与レベルに近づけるために同年2月1日付で基本給の16%昇給を認可するなどの政策支援が行われている。またパートタイムを含め、現在43名の研究職員がUNAMから配置されており、今後も維持される見込みである。

(2) 財政・経済的要因

年次予算はCENAPREDの要求に基づいて内務省が配分する。予算項目は人件費、総合サービス費といった大まかなものであり、流動的に運用されている。財政的制約がCENAPREDの活動に影響を与えたことはないとのことであり、内務省はプロジェクト終了後もCENAPREDを重視し、財政的にも引き続き支援していくことを表明している。経済状態が悪く、国家的な予算削減傾向のなかでCENAPREDは1995/1996年度においても特別予算を要求することが可能であった。

(3) 組織の運営能力

2年間の延長期間に研究部門とアドミニストレーションとのつながりが強化され、また観測部が新設されるなど、研究組織としての地位、独立性が高まっている。前研究部長が現所長となっていることもこの傾向を加速させることになった。

(4) 技術の適正度

主に枠組組積造の耐震性能向上のための技術移転が行われたが、メキシコにおいては枠組組積造はローコスト住宅としての需要が高く、その安全性が向上することによって、社会の広範囲においてその効果の発現が期待できることから、移転された技術内容は適正であったと考えられる。

(5) 資機材の適正度

建築構造物に関する耐震構造研究のための実験研究用資機材が投入されたことにより、その成果があがっており、今後も枠組組積造に限らず、全般的な耐震構造の研究の発展に寄与できると考えられる。また、資機材の運用・稼働状況は概して非常によい。したがって、資機材は適正であり、プロジェクトはスムーズに行われた。

(6) 会社・文化的配慮

メキシコ社会では、建設技術普及にかかわる行政機関の役割は伝統的に小さく、行政機関が大きな役割を担っている日本とは対照的である。また、市民保護に関しても法体系により、連邦政府がメキシコ合衆国全体を管轄するのは不可能なため、地方政府、さらには民間組織との協力・調整が不可欠である。本プロジェクトでは、特に当初計画期間の研修・普及部門におけるCENAPREDの貢献度の低さが指摘されているが、こうした社会・文化事業が背後に存在する。

(7) そのほかの配慮事項

メキシコ市東南70kmにあるポボカテペトル火山は1994年12月に活動が活性化し、現在も依然注意しなければならない状況であるが、CENAPREDは同火山観測の中心的役割を担ってきている。プロジェクトによる強震観測の技術移転の成果が火山観測に役立っていることは、プロジェクトの間接的効果である。また、この火山活動は、市民、

マスコミの大きな関心を呼んでおり、CENAPREDに対する期待度が高まり、知名度も向上した。

第5章 結論

5-1 今後の協力のあり方

国立防災センター（CENAPRED）は現在、メキシコの防災対策の研究、普及機関の中心的役割を担っている。このような状況はここ2年の間に確立されたものであり、本プロジェクトが延長された意味は大きい。メキシコ側も現在の役割を認識するとともに、この地歩をより確実にするために、日本との今後の協調関係を維持することを望んでいる。

その主なものは第一にCENAPREDの防災活動との協力で、特に、日本からの無償資金協力によって整備された設備を活用した耐震構造分野の協力である。これに対してはすでに日本の専門家グループとも話し合いが行われており、今後JICAの短期専門家の派遣を検討するとともに、日本国内の関係機関との共同研究の可能性を探る必要がある。

また、耐震関係のうち既存建築物の耐震補強および被災建築物の補強技術の確立ならびに普及は、わが国の地震対策とも関連した重要事項である。この問題に関しては、メキシコからカウンターパートとなる研究員を招致するよう検討する必要がある。

第二には、耐震工学および地震学分野における個別専門家の派遣について検討する必要がある。

第三には、これまでの成果を生かした第三国研修の実施である。メキシコと中米・カリブ諸国とは歴史的にも地理的にも深い関係を持っており、特に地震防災に関しては周辺諸国も大きな関心がある。このため、本プロジェクトによって蓄積された研究の成果を国際協調の一環として活用し、それに対して日本が協力することは意義あるものであり、日本とメキシコがこれまで培ってきた協力関係を維持するうえからも、地震防災に関する第三国研修は必要である。

5-2 教訓と提言

これまで7年間にわたり行われてきた研究、研修、普及部門の活動を通して、メキシコ側カウンターパートおよび各種セミナー参加者に対する技術移転等が行われ、当初目標は十分に達成されたといえる。

研究部門においては、特に強震観測ネットワークが整備され、その継続観測の成果（および観測／解析分野）が、最近のポポカテペトル火山観測等にも大きく貢献して、CENAPREDに対するメキシコ政府の絶大なる信頼を得ており、今後の期待度も大きい。

研修部門においては、DRO（工事責任者）に対するセミナー（実務的研修内容）が好評を得ており、ニーズも高く、今後とも継続して開催していくことが望まれる。

普及部門については、研究によるデータの蓄積が不十分であったため、当初協力期間においてはあまり進んでいなかったが、この分野は特に延長期間になってから積極的進めてきたところであり、その成果が得られてきている。今後は国内だけでなく周辺諸国の需要に応じた普及が望まれている。

供与機材については、無償資金協力とプロジェクト方式技術協力により供与された大型実験機材、観測機材などがある。特に観測機材は、その力が日常の継続観測や地震時のリアルタイム・データに現れるものであるため、継続した維持管理、パーツ類交換・更新など、経年変化に応じた対応が必要であり、そのための予算手当をメキシコ側で行っていく必要がある。

また、これまでの協力で得られた日本・メキシコ双方の技術協力関係を今後とも継続していくためにも、個別派遣専門家、研修員受入および第三国研修など、他の J I C A スキームによる協力を継続して行うとともに、日本・メキシコ双方が研究者レベルで、相互の研究協力関係を保つ必要があると思われる。