

メキシコ合衆国
地震防災センター設立計画
基本設計調査報告書

昭和63年7月

国際協力事業団

無計二

~~88-75~~

88-75

JICA LIBRARY



1067470L3J

18048

メキシコ合衆国

地震防災センター設立計画

基本設計調査報告書

昭和63年7月

国際協力事業団

国際協力事業団

18043

序 文

日本国政府は、メキシコ合衆国政府の要請に基づき、同国の地震防災センター設立計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年3月4日より3月28日まで、建設省住宅局建築物防災対策室長 遠藤二三男氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団はメキシコ国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施し、帰国後の国内作業、ドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

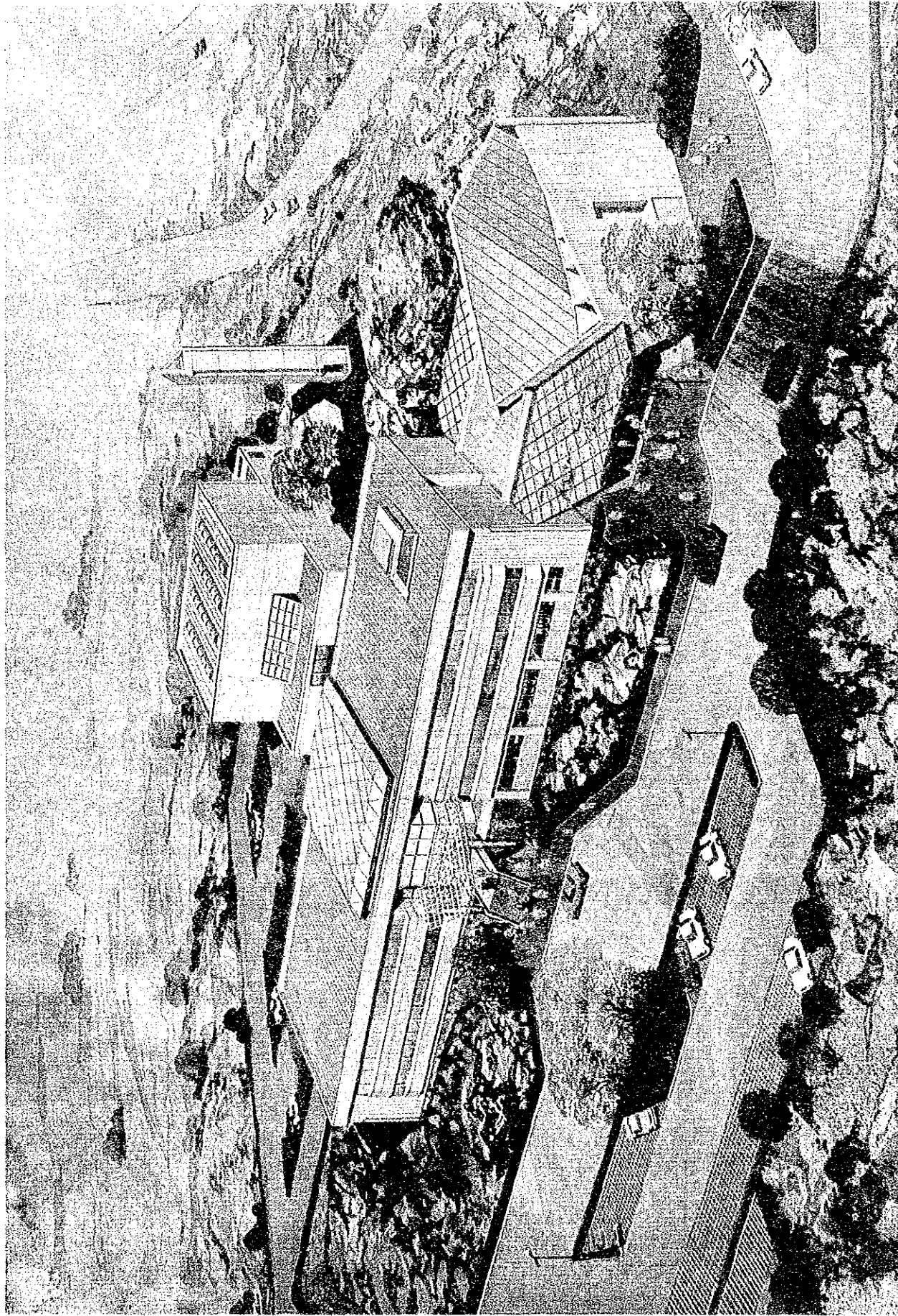
本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、メキシコ合衆国の地震防災対策の推進に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

昭和63年7月

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

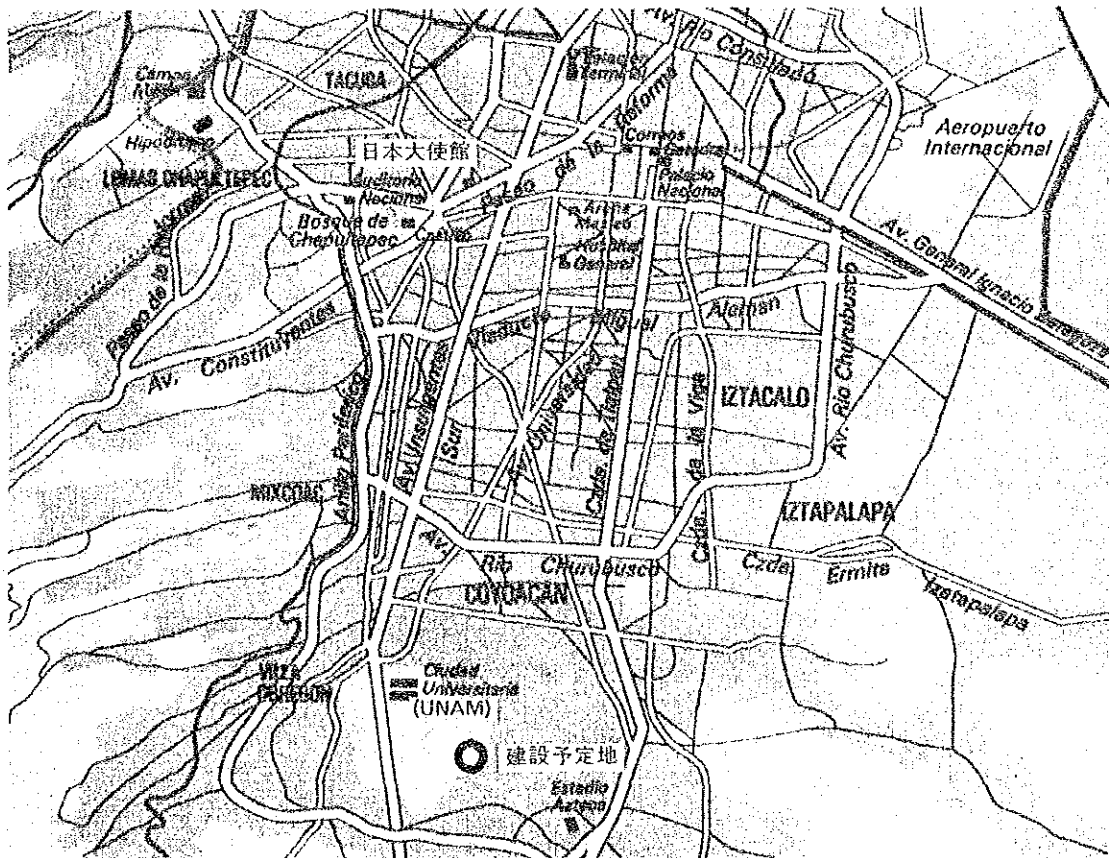


透視図

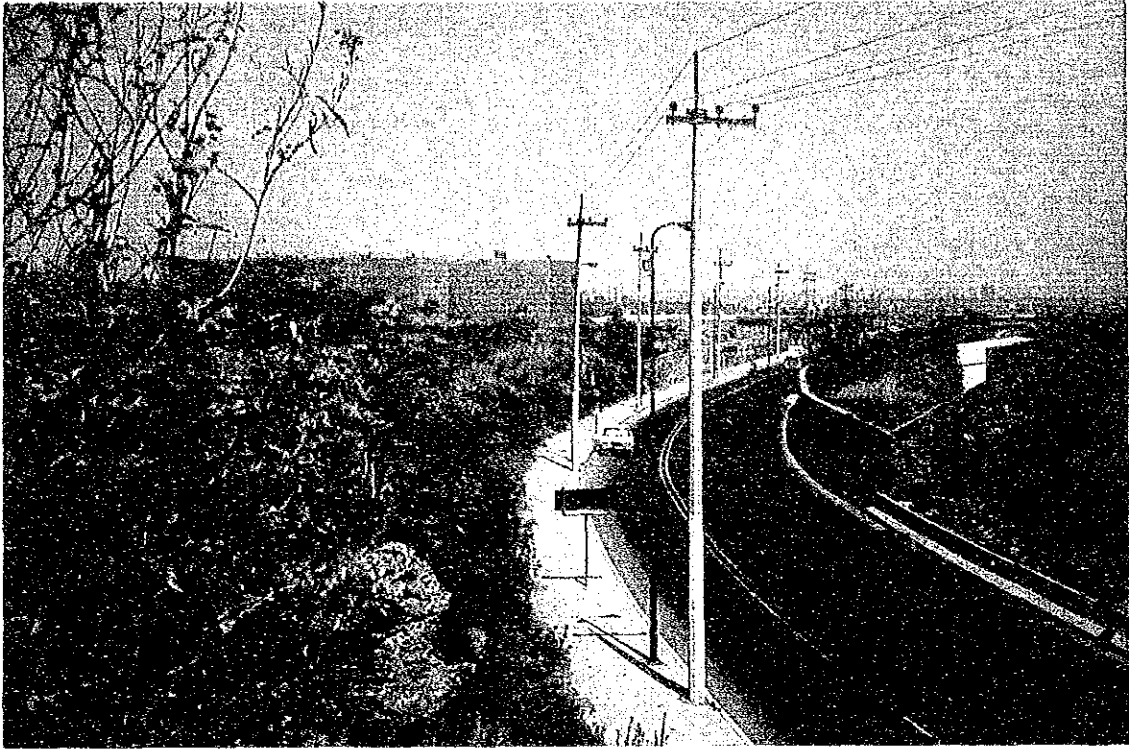
メキシコ合衆国地震防災センター設立計画



メキシコ合衆国全土図



メキシコ市内図



建設予定地

要約

要 約

メキシコ国及び中米、カリブ海諸国は、環太平洋地震帯に属し、過去において幾多の巨大地震に見舞われ、地震災害の打撃を受けてきている。特に、1985年(昭和60年)9月にメキシコで発生した大地震は、地震の強度としては約40年に1回の地震と云われているが、被害の大きさでは今世紀最大を記録した。国連ラテンアメリカ委員会の報告等によると、死傷者数は4万人余、物的被害は1兆3130億ペソ(約9,840億円)と見積もられている。特にメキシコ市は震源から400kmも離れているにもかかわらず、最大の被害を受けたため、我が国を含め各国が、財政面の協力のほか、医療や災害復旧の分野での協力を行った。

かかる状況のもと、地震を含めた防災対策の重要性を認識したメキシコ政府は、自然災害や人為的災害から人命と財産を守り、社会機能の麻痺を回避するための防災システムとして、「国家市民保護システム」の確立を発令した。本システムは、平常時において保持されるべき防災機能、緊急時になされるべき救援機能、並びに研究、研修、広報等を実施する支援機能を確立・開発しようとしており、内務省の国家市民保護局が実施機関となっている。地震防災の確立は、本システムの核となる重要な構成要素であり、このために必要な研究促進、人材の育成及び国民への広報・普及は急務となっている。

以上の背景からメキシコ政府は、メキシコ及び中米、カリブ地域を対象に、地震防災の研究・開発、研修、広報活動を行って、同地域の地震防災対策の充実化に寄与する目的の地震防災センターの設立を計画し、日本国政府に対しプロジェクト方式技術協力を要請するとともに、プロジェクト実施に必要な施設・機材の整備につき無償資金協力の要請を行った。これに対し、日本国政府は昭和62年7月と11月に技術協力に係る予備調査及び事前調査を実施し、技術協力の内容につき基本的合意に達したため、無償資金協力に係る基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が昭和63年3月4日から3月28日まで、建設省住宅局建築物防災対策室長 遠藤二三男氏を団長とする調査団を現地に派遣し、要請内容の確認、本計画の背景、無償資金協力の妥当性、建設予定地、プロジェクト実施体制、開所後の維持管理体制、建設事情等について調査を行った。

本計画は、内務省が実施機関となるが、センター完成後は、内務関係予算にて運営される「国営機関」として、独立した機関として位置づけられる。

本センターの機能は(1)研究・開発、(2)研修、(3)広報から成り、次のような活動が計画されている。

(1) 研究・開発

- | | |
|----------|---------------------------------|
| ① 地震観測研究 | 地震動の減衰に及ぼす距離の影響の研究 |
| ② 土質研究 | 局地的地盤条件の地震動に与える影響の研究 |
| ③ 防災計画研究 | マイクロゾーニングの方法論の研究 |
| ④ 耐震研究 | メキシコ、中米、カリブ地域における建築物の動的・静的評価の研究 |
| ⑤ 耐震基準整備 | 建築物の設計・施工に関する技術基準の開発の研究 |

(2) 研修

- | | |
|----------------|--------------------------------|
| ① 耐震構造専門家研修 | 建築技術者への研修 |
| ② 耐震構造一般研修 | 〃 |
| ③ 市民保護システム専門研修 | 市民保護システム関係者への研修 |
| ④ 市民保護システム基礎研修 | 〃 |
| ⑤ 教師・指導者養成研修 | 地震防災に関して国民を指導する立場の教育者、指導者層への研修 |
| ⑥ 研修情報セミナー | 地震防災、地震学、地震工学の専門家による意見交換と情報交換 |
| ⑦ 研修調整会議 | 〃 |
| ⑧ 常設補助学級 | ①～⑤の研修受講者への予備的研修 |
| ⑨ 第三国研修 | メキシコ、中米、カリブ地域の地震防災関係者への研修 |

以上9種の研修を年間2,951時間実施し、年間延504名が研修を完了する。

(3) 広報

- | | |
|-------|------------------------------------|
| ① 講演等 | 専門家による市民へのセミナー、講演等の開催、日墨技術協力の成果の発表 |
| ② 展示 | 地震防災の現状等を示す展示の常設 |

③ 出版等 出版物、専門雑誌の発行、マスメディアへの発表

各分野の活動及びプロジェクト方式の技術協力の内容に関しては、技術協力チームにより検討され、両国間で基本的に合意されている。第三国研修については、中米、カリブ地域の地震防災関係者を対象に、地震の挙動、耐震構造及び都市防災計画等の研修を実施する計画となっている。

上記活動内容及びメキシコ側の要請を踏まえ、現地自然条件、既存関連施設、建設事情等の調査を行い、解析を行った結果、本計画に最適な施設内容、規模を概ね下記の通りに設定して基本設計を行った。

- (1) 建設場所 メキシコ市内、国立自治大学構内 敷地面積15,303m²
- (2) 構造 鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造
- (3) 階数 地上1~3階建
- (4) 延面積 3,979m²
- (5) 施設内容 ① 研究・開発施設
5研究部門のための研究室、データ処理室、大型構造物実験室、土質実験室
地震観測研究促進のため、将来の震源域と推定されてるアカプルコ市からメキシコ市まで及びメキシコ市内に合計14ヶ所の強震観測所を設置する。

② 研修施設
研修室3室(各室30名収容)、講師室、教材作成室

③ 広報施設
講堂、展示ホール、図書室

④ 管理関係施設、その他
所長室、管理部門事務室、カフェテリア等
- (6) 機材内容 ① 大型構造実験機材
加力システム、油圧ジャッキシステム、測定システム、万能材料試験機、クレーン等

② 土質工学実験機材

共振法三軸試験装置、中空ネジリ動的三軸装置等

③ 強震観測機材

検出器、記録計、データ搬送装置、解析用コンピュータシステム等

④ 研修機材

ビデオプロジェクションシステム、映画スライドプロジェクションシステム、拡声システム、OHP、ビデオモニターシステム、パーソナルコンピュータシステム、製図機等

本計画に必要な事業費は、総額約12.63億円(日本側負担分約12.46億円、メキシコ側負担分約0.17億円)と見込まれる。また、工期は両国政府間の交換公文(E/N)締結後、詳細設計1ヶ月、地盤探査3ヶ月、入札業務2ヶ月、機材製作6ヶ月、輸送1ヶ月、機材据付工事6ヶ月、建築工事13ヶ月となり、一部工程に重複があるが合計19ヶ月が予定されている。

本センターの維持管理予算は、連邦政府予算の内務部門予算から配分されるが、本センターの年間維持管理費試算結果である約13億ペソ(0.75億円)は、内務部門の1988年度の予算規模約2280億ペソの0.57%程なので、予算配分は十分可能であるといえる。

本センターでの研究・開発、研修、広報の活動は、メキシコ及び中米、カリブ地域の地震災害を軽減し、人命の安全性を向上させることを目的としている。センターの設立は、経済効果のほかに人心の安定、地震による一時的な社会混乱の防止にも貢献するものである。従って、本計画の実施は、同国の地震防災の研究・開発、研修、及び普及の面で大きな成果がもたらされることが期待され、日墨修好100年に当るこの時期に日本政府が、メキシコ政府に地震防災センター設立計画に関して無償資金協力を実施することは、極めて有意義と判断される。

なお、本計画の援助効果をさらに高めるためには、メキシコ側において講師の確保を含む研修体制の確立、活動予算の確保を図ると共に日墨両国による技術協力の実施が望まれる。

目次

	序文	
	透視図	
	メキシコ合衆国全土図・メキシコ市内図	
	建設予定地写真	
	要約	
第1章	緒論	1
第2章	計画の背景	2
2-1	中米、カリブ地域の地震活動と地震災害	2
2-2	1985年9月のメキシコ地震による被害	8
2-2-1	被害の概要	8
2-2-2	我が国の援助と各国の援助の概要	10
2-3	メキシコ国の地震防災対策の現状	13
2-3-1	国家市民保護システム	13
2-3-2	その他の地震防災対策	21
2-3-3	地震防災に関する研究体制	22
2-4	要請の経緯と内容	26
第3章	計画の内容	28
3-1	目的	28
3-2	要請内容の検討	28
3-3	計画概要	29
3-3-1	実施機関・運営体制・要員計画	29
3-3-2	研究・開発計画の概要	32
3-3-3	研修計画の概要	35
3-3-4	広報活動の概要	41
3-3-5	敷地位置状況	43

3-3-6	施設・機材概要	47
3-4	技術協力	48
第4章	基本設計	49
4-1	設計方針	49
4-2	設計条件の検討	50
4-2-1	必要機能	50
4-2-2	自然条件の検討	50
4-2-3	地盤条件	51
4-2-4	建設事情	51
4-3	基本計画	53
4-3-1	敷地利用計画	53
4-3-2	建築計画	56
4-3-3	観測計画	74
4-3-4	機材計画	84
4-3-5	基本設計図面	91
4-4	施工計画	99
4-4-1	工事区分	99
4-5	実施スケジュール	102
4-6	維持管理費用	105
4-6-1	維持管理費	105
4-6-2	維持管理費の評価	108
4-7	概算事業費	109
第5章	事業評価	110
第6章	結論・提言	112

資料編

I	協議議事録(基本設計調査時)	114
II	協議議事録(基本設計調査時)仮訳	133
III	協議議事録(ドラフトレポート説明時)	151
IV	協議議事録(ドラフトレポート説明時)仮訳	159
V	調査団の構成	164
VI	調査日程	165
VII	面談者リスト	167

第1章 緒論

第1章 緒 論

メキシコ合衆国より技術協力及び無償資金協力の要請のあった「地震防災センター設立計画」に関し、我が国は技術協力に関する予備調査団を昭和62年7月に、事前調査団を昭和62年11月に、それぞれ現地派遣し、本計画の背景、要請内容等の確認と検討を行った。その結果、本計画の妥当性を確認し、我が国技術協力の内容につき基本的合意に達した。

上記の調査により、メキシコ側は本件技術協力実施に必要な「地震防災センター」の施設の建設及び機材の整備に関し無償資金協力の実施を要請越し、これに対し我が国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、昭和63年3月4日から3月28日まで、建設省住宅局建築物防災対策室長 遠藤二三男氏を団長とする基本設計調査団を派遣した。

基本設計調査団は、上記経緯を踏まえた上で、本計画に関して下記の調査を行った。

- (1) 計画の背景、要請内容の把握
- (2) 事業内容の把握
- (3) 事業実施体制、運営管理体制、メキシコ国側負担工事予算措置の確認
- (4) 建設予定地調査
- (5) 建築関連調査

本報告書は上記調査及びドラフト説明調査(5月29日～6月9日)に基づく国内解析の結果をとりまとめたものであるが、メキシコ政府関係者及び各種の調査・研究に基づいた情報を提供した国立自治大学工学研究所他の諸機関の協力のもとで、本報告書が作成されたことを記さねばならない。

なお、協議議事録の写しと仮訳、調査団の団員構成、調査日程及び主要面談者リストは巻末に添付されている。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2-1 中米、カリブ地域の地震活動と地震災害

1905年から1954年までの約半世紀の間に、世界で発生した地震のエネルギーは、年当り平均 $2.4\sim 2.5 \times 10^{24}$ エルグである。この数字は、1回の地震に換算すると、マグニチュード8.4の地震に相当するが、このエネルギーの70~80%が環太平洋地震帯で放出されている。日本と同様に、同地震帯を構成する中米、カリブ地域の陸地面積の合計は約257万 km^2 で、地球表面積(約5億 km^2)の0.5%に過ぎないが、この地域に全世界の地震エネルギーの5.2%の地震が発生している。

表2-1 環太平洋地震帯の主な地域の地震エネルギー等(その1)

地域	主要地震国名	1905年~1954年		面積 (万 km^2)	人口 (百万人)
		$E \times 10^{21}$ エルグ	当該地域地震 エネルギー 比率(%)		
中米地域	メキシコ	76.97	3.1	197	79
	グアテマラ、ベリーズ、エルサルバドル、ホンジュラス、ニカラグア、コスタリカ、パナマ	28.99	1.2	52	26
カリブ地域	キューバ、ドミニカ共和国、プエルトリコ(米)、ジャマイカ、マルチニーク(仏)、グアドループ(仏)、グレナダ、トリニダードトバゴ、バルバドス	21.38	0.9	8	15
	合 計	127.34	5.2	257	120

(出所: <DEVELOPMENTS IN GEOTECTONICS 5> 及び面積、人口は理科年表昭和63年版)

表2-1 環太平洋地震帯の主な地域の地震エネルギー等(その2)

地域	主要地震国名	1905年~1954年		面積 (万km ²)	人口 (百万人)
		Ex10 ²¹ エルグ	当該地域地震 エネルギー 比率(%)		
アリューシャン 列島	米国領	107.71	4.4	不詳	0.008
アラスカ、カナ ダ西部	米国アラスカ州、カナダ西部	8.9	0.4	245	3.3
カリフォルニア	米国西部	21.4	0.9	41	23
南米	コロンビア南部、エクアドル、ペルー、ボリビア、チリー、アルゼンチン、パラグアイ	358.71	14.7	773	110
ニュージーランド	ニュージーランド	31.16	1.3	27	3.2
トンガ~サモア	トンガ、サモア	139.76	5.7	0.4	0.3
ニューギニア	インドネシア(西イリアン)、 バブアニューギニア	53.35	2.2	46	3.3
フィリピン	フィリピン	79.32	3.3	30	54
セレベス	インドネシア(セレベス、ボルネオ東部)	117.19	4.8	224	179
スダダ列島	マレーシア、インドネシア(スマトラ、ジャワ、ボルネオ南部)	100.99	4.2		
日本	日本		15.0	38	120

(出所: <DEVELOPMENTS IN GEOTECTONICS 5> 及び面積、人口は理科年表昭和63年版)

(1) メキシコ国における地震活動と地震災害

メキシコ国では、全世界の地震エネルギーの3.1%が放出されている。大型の浅発地震が、太平洋岸の南マドレ山脈と中米海溝の間で数多く発生する。中米海溝は、メキシコ南部海岸から約80kmの沖合いに、海岸に平行してあり、海溝付近で太平洋側から漸進してくるココスプレートがアメリカプレートの下へ潜り込むことによって作り出される不安定な地殻状況が、地震の原因とされている。表2-2は、本地域での1931年以降の主な地震のリストである。

表2-2 メキシコの主な地震とその災害(1931年~1986年)

年	月	日	時 (メキシコ時間)	震源		マグニ チュード	被害等
				北緯	西経		
1931	1	14	19:51	16.1	96.8	8.0	オアハカ、死68、メキシコ市被害有
1932	6	3	4:38	19.2	105	8.4	ハリスコ、コリマ、死傷300~400
〃	6	18	4:13	18.7	103.5	8.0	ハリスコ、コリマ、マンザニロで津波
〃	6	18	16:00	19.0	103	7.8	コリマ、ミチョアカン
〃	6	22	7:00	18.9	104.5	7.0	コリマ
1934	11	19	20:06	20.1	105	7.2	ハリスコ
〃	12	31	12:50	32	114	7.1	カリフォルニア
1935	12	14	16:07	16.7	93	7.4	チアパス
1937	7	25	21:47	18.4	96	7.2	オアハカ、死傷34
〃	10	6	3:47	17.7	99.1	7.2	グレロ、メキシコ市震度5
〃	12	23	7:18	17.1	98	7.2	グレロ、メキシコ震度6
1938	1	2	16:28	16.1	98.3	7.2	オアハカ沖、メキシコ市震度7
〃	1	28	13:18	18.2	100	7.0	グレロ、メキシコ市震度4
1941	4	15	13:10	18.8	102.9	7.9	ミチョアカン、ハリスコ、コリマ、 メキシコ市震度7、死傷390
1942	11	19	22:05	16.4	94.4	7.2	オアハカ
〃	11	24	19:18	16.1	98.3	7.2	オアハカ沖
1943	2	22	3:21	17.6	101.1	7.7	グレロ、メキシコ市震度7
1944	6	28	1:58	15	92.5	7.1	チアパス
1945	6	27	7:08	27	111	7.0	カリフォルニア湾
1946	6	5	22:13	16.5	94	7.1	オアハカ、メキシコ市震度3
〃	7	10	22:46	17.2	94.6	7.1	オアハカ、メキシコ市震度4
1947	11	20	23:54	19	107.3	7	ハリスコ沖
1948	1	6	11:23	16.1	98.7	7	グレロ沖、メキシコ市震度4
〃	1	6	11:27	16.1	98.7	7	〃
〃	12	3	18:22	21.6	106.6	7.5	イスラスマリアス、死4
1950	9	29	0:32	19	107	7.0	ハリスコ沖
〃	12	14	8:15	17.2	98.1	7.3	オアハカ、メキシコ市震度5、アカブルコ津 波
1954	4	29	4:49	29.5	112	7.4	ソノラ沖
〃	4	29	5:34	29.5	112.5	7	〃
1955	4	5	9:09	25	110	7	カリフォルニア湾
〃	4	5	10:16	24.5	110	7	〃
〃	5	8	4:31	25.5	110	7	〃
〃	6	14	0:11	20	107	7	ハリスコ沖
〃	9	26	2:28	15.8	92.8	7	チアパス
1957	7	28	2:40	17.1	99.1	7.7	グレロ、死98、アカブルコ津波
1962	5	11	8:11	17.2	99.5	7.2	グレロ、メキシコ市震度7
〃	5	19	8:58	17.1	99.5	7	グレロ、死傷多数
1964	7	6	1:22	18.3	100.4	7.2	グレロ、ミチョアカン、死傷190、メキシコ 市震度7
1965	8	23	13:35	16.3	95.8	7.8	オアハカ、死傷21
1968	8	2	8:06	16.6	97.7	7.4	オアハカ死傷31、メキシコ市死傷80、メキ シコ市震度6
1973	1	30	15:01	18.3	103.2	7.5	ミチョアカン、死傷446、メキシコ市震度 5~6
〃	8	28	3:50	18.3	96.5	7.3	オアハカ、死傷4,602、メキシコ市震度3~5
1978	11	29	13:52	15.7	96.8	7.8	オアハカ沖、死9、メキシコ市震度6
1979	3	14	5:07	17.3	101.3	7.6	グレロ沖、メキシコ市震度6
1980	10	24	8:53	18	98.2	7.0	オアハカ、死傷1,300、メキシコ市震度6
1981	10	24	20:22	17.7	102.2	7.3	グレロ、ミチョアカン、メキシコ市震度6、 死傷37
1985	9	19	7:17	18.2	102.6	8.1	ミチョアカン、メキシコでの今世紀最大の 地震、死傷43,800
〃	9	20	19:37	17.8	102.2	7.5	上記の余震
1986	4	30	1:07	18.1	103.1	7.0	ミチョアカン沖、メキシコ市震度5~6

(出所:メキシコ内務省資料)

(2) その他の中米地域の地震活動と地震災害

メキシコ南部のテワンテペク地峡以南では、太平洋沿岸の火山群や、カリブ海からホンジュラス湾を経て内陸に入り込む断層の影響を受けた群発地震が多発する。ホンジュラス、エルサルバドル以南パナマ西部までの中米地域では、全世界の地震エネルギーの1.2%が放出している。表2-3は、本地域での今世紀に入ってからからの主な地震のリストである。

表2-3 メキシコ以外の中米地域の主な地震とその災害(1900年~1986年)

年月日	震源	マグニチュード	被害等
1902	グアテマラ	8.2	死者2,000
1904 1 20	パナマ湾	7.9	
1904 12 20	コスタリカ、パナマ	8.3	
1917 1 7	(サンサルバドル) エルサルバドル		
1917	グアテマラ		死者100
1919 4 28	(サンサルバドル) エルサルバドル		
1931	ニカラグア		死者2,500
1936	エルサルバドル		死者400
1951 5 6	エルサルバドル	6.5	死者400
1965 5 3	(サンサルバドル) エルサルバドル	6.2	死者120
1972 12 23	(マナグア) ニカラグア	6.5	死者約1万、傷者2万、全壊5万3千戸
1976	グアテマラ	7.5	死者2万3千以上、傷者多数
1986 10 10	エルサルバドル	5.5	

(出所 : <DEVELOPMENTS IN GEOTECTONICS 5> 及び改訂版地震と建築)

(3) カリブ地域の地震活動と地震災害

この地域では、全世界の地震エネルギーの0.9%が放出している。前世紀までに、この地域内の地震帯の大部分で大地震が発生しているが、今世紀に入ってから地震が発生した所は非常に少ない。プレートの相対運動速度が小さいので、再来周期は長い。

キューバからユカタン半島にかけての北部カリブ地域の地震は不活発であるが、ケーマン海溝の東端、キューバ南東部とジャマイカはより活発な傾向を示している。カリブ地域で最も地震活動の高い地域は、ドミニカ共和国からプエルトリコ、ヴァージン諸島にかけての地域である。

小アンティル諸島の大西洋に面した火山性の島にも浅発地震が観測されるが、推定されている再来周期は150年と長い。小アンティル諸島のカリブ海内側の諸島は比較的静穏な地域であるが、ベネズエラ北部は破壊的地震の多い地域である。表2-4は、本地域での1900年以降の主な地震のリストである。

表2-4 カリブ地域の主な地震とその災害(1900年~1986年)

年月日	震源	マグニチュード	被害等
1900 6 21	ケーマン諸島	7.9	
1907 1 14	(キングストン)ジャマイカ		死者1,000
1943 7 29	(モナ水道)ドミニカ共和国・プエルトリコ中間	7.9	
1946 8 4	(サントドミンゴ)ドミニカ共和国	8.1	
1954 12 4	(ポートオブスペイン)トリニダード		死者1、被害多数
1974 10 8	リーワード諸島	7.5	

(出所：表2-3に同じ)

メキシコ国を含む中米、カリブ地域の地震防災に役立てようとする本地震防災センターの設置は、メキシコ市に計画されているが、メキシコ市は第一に当地域最大の都市であり、巨大都市にとって都市防災対策の確立は緊急の課題であること。第二に頻繁な地震活動を続けるメキシコ南部沿岸地域を控えていること。第三に関連分野の研究の蓄積も多いという状況が背景にある。

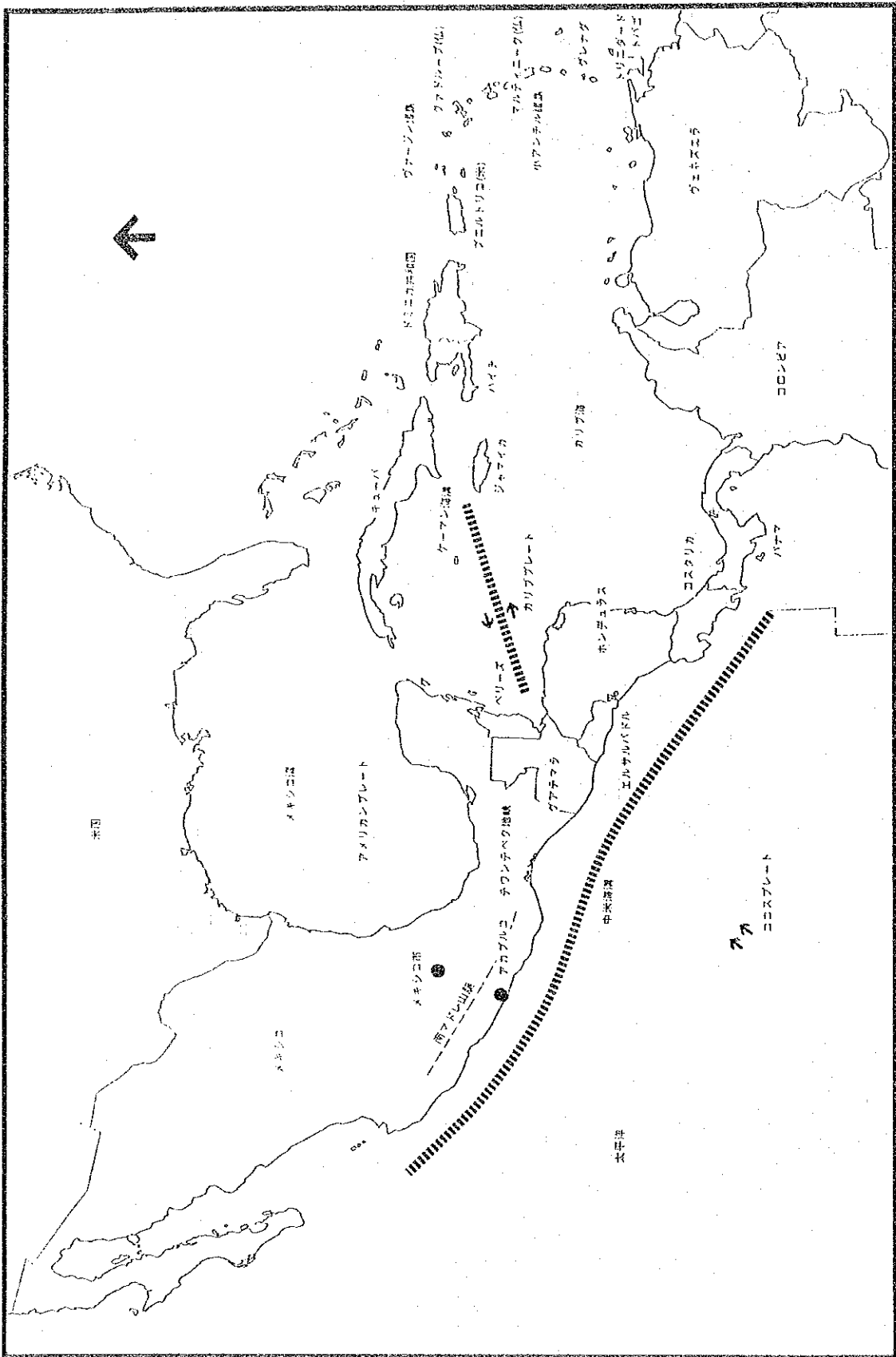


図2-1 中米、カリブ地域説明図

2-2 1985年9月のメキシコ大地震による被害

2-2-1 被害の概要

(1) 被害の特徴

1985年9月19日メキシコ時間午前7時18分に発生したマグニチュード(M)8.1の地震とその36時間後に発生したM7.5の余震は、メキシコ市を中心に甚大な被害をもたらした。この地震は次のような特徴によって世界各国の注目を集めた。

- 1) 震源から遠く、約400kmも離れた場所に大きな被害が生じたこと。
- 2) 逆にM8.1という巨大地震の震源近くでは建物の被害が概して大きくはないこと。
- 3) 建物の被害はメキシコ市の軟弱地盤区域に集中して生じ、建物被害と地盤条件が密接に係っていたこと。
- 4) 人口1700万人、建物総数150万棟という大都市に生じた、都市災害であること。
- 5) 震害経験も多く、耐震工学上、多くの優れた業績を生んでいる国に生じた大震災であること。

(注: 日本建築学会1985年メキシコ地震災害報告書より引用)

(2) 人的被害及び建物被害

内務省資料によれば、上記メキシコ大地震の被害報告は次のようになっている(表2-5)。

表2-5 公式報告による被害

	メキシコ全国の被害	メキシコ市の被害
死亡数	3,050名	3,000名
負傷者数	40,750名	40,000名
被災者数	80,600名	50,000名
崩壊家屋数	1,970戸	412戸(全壊建物)
被害建物数	5,700戸	3,124戸(小破以上の被害を受けた建物)

(出所: 内務省資料)

メキシコ国国立自治大学工学研究所が行ったメキシコ市の建物構造別被害調査によると、6階建以上12階建までの中層及び中高層の鉄筋コンクリート造建築物の被害棟数が多いことが判明している。また最新の耐震規定が施行された1976年以後に建設された建築物の被害率が少ないことが判明している(表2-6)。

表2-6 メキシコ市の大被害建築物被害統計

構造種別	被害程度	建設年次		建物階数				合計
		1975年以前	1976年以後	5階建以下	6~10階建	11~15階建	16階建以上	
鋼フレーム構造	崩壊	10	—	4	3	1	2	10
	大破	2	—	—	—	2	—	—
鉄筋コンクリートフレーム造	崩壊	78	4	27	46	8	1	82
	大破	39	6	10	28	6	1	45
ワッフルスラブ構造(RC)	崩壊	70	21	36	49	5	1	91
	大破	25	18	5	26	12	1	44
組積造壁式構造	崩壊	11	2	11	2	—	—	13
	大破	22	1	22	1	—	—	23
その他	崩壊	12	2	12	2	—	—	14
	大破	4	2	2	4	—	—	6
合計		274	56	129	161	34	6	330

(出所: 日本建築学会1985年メキシコ地震災害調査報告書、同文献は<Efectos de los sismos de Septiembre de 1985 en las Construcciones de la Ciudad de Mexico. Aspectos Estructurales. Segundo informe del Instituto de Ingeniería de la Universidad nacional Autónoma de Mexico, Instituto de Ingeniería, UNAM, Mexico, Nov. 1985>からの引用として記載されている。)

(3) メキシコ市の都市関連施設の被害

前述のように死傷者数等、被害は首都メキシコ市に集中しているが、同市の都市関連施設の被害と復旧概要は次のようになっている(表2-7)。

表2-7 メキシコ市の都市関連施設被害統計

被害と復旧	
電気	地震直後全域停電、2日後65%が復旧、2週間後にはほぼ90%が復旧。
水道	地震直後約400万人が断水の影響を受け、500~600台の給水車で対応、3週間後で源水の不足は解消したが、漏水修理に長期間を要した。
ガス	軟弱地盤のためガス管理設が禁止されているので、一部を除いて被害無し。
電話	地震発生直後、全域通信不通、3日後に市内通話は90%復旧。1ヶ月後市内通話100%、長距離電話一部、国際電話55%が復旧。国際電話の機能回復は長期間を要した。

(出所: 内務省資料、日本建築学会1985年メキシコ地域災害調査報告書)

(4) 被害額の推定

国連ラテンアメリカ経済委員会の推定によると被害総額は1兆3130億ペソ(1米ドル=320ペソ=240円換算で)約9,840億円と見積もられている(表2-8)。

表2-8 地震による被害額推定 (単位: 10億ペソ)

	合計	公共	民間
総合計	1313.1	618.7	694.4
社会部門	487.7	308.4	179.3
住居関連	180.3	18.0	162.3
医療・厚生	177.0	160.0	17.0
教育施設	130.4	130.4	-
サービス部門	611.3	231.5	379.8
公共建築物	390.3	117.1	273.2
通信	105.0	70.0	35.0
観光	59.7	5.0	54.7
上下水道	7.6	7.6	-
エネルギー	6.5	6.5	-
交通	5.8	4.7	1.1
金融	20.6	20.6	-
レジャー	6.8	-	6.8
サービス業	9.0	-	9.0
その他の部門	214.1	78.8	135.3
工場、商店			
大規模産業	7.2	7.2	-
小規模産業	136.3	1.0	135.3
緊急出費	23.8	23.8	-
取壊し残骸除去	45.8	46.8	-

(出所: <国連ラテンアメリカ経済委員会: Damage Caused by the Mexican Earthquake and its Repercussions upon the Country's Economy, 23 Oct. 1985>)

2-2-2 我が国の援助と及び各国の援助の概要

(1) 我が国の援助

我が国は地震発生直後から医療、地震観測、建築等の専門家を派遣するとともに、財政面での協力も実施してきたが、これらの協力を要約すると次のようになる。

1) 医療分野

表2-9 医療分野の協力

	派遣期間	チーム名称	構成	供与物資
政 府	9月20日 ～約1週間	国際救急医療チーム	医師2名	医薬品等
	9月25日 ～約1週間	第二次国際救急医療チーム	医師、看護婦等 計8名	
民間他	9月23日	日本赤十字社医療班	医師等4名	同 上

日本政府は地震発生直後に医師等で構成された国際救急医療調査チームを、2次に渡って派遣した。同チームは、現地で医療活動の補助、及び医薬品の配布等を行った。また、日本赤十字社が医療班を派遣したのをはじめとして、地方自治体や民間からの支援も多くあった。

2) 防災分野

表2-10 防災分野の協力

	派遣期間	チーム名称	構成
政 府	9月27日及び30日 ～約1週間	石油精製施設の安全性確認のための専門家チーム	専門家等6名
	9月30日 ～10月7日	震災復旧専門家協力チーム(第1次技術協力チーム)	地震及び通信の専門家等7名
	10月19日 ～11月23日	被災建物の被災度判定及び補強設計に関する技術協力チーム(第2次技術協力チーム)	建築、地震学等の専門家等計22名
その他		東京都、静岡県他の地方自治体の調査団 日本建築学会、土木学会調査団 東京大学他の大学の地震動調査団 その他民間グループの調査団	多数 合計64名 合計11名 多数

日本政府は、メキシコ政府の要請に応じて地震直後、国際協力事業団を通じ、二次にわたって地震災害の復旧に関する技術協力チームを派遣した。

第1次調査団はメキシコ側との打合せの結果、次の4項目に関する技術協力の要請を受けることとなった。

- ① 建物被害の調査、判定及び補強についての技術協力(専門家派遣及び機材供与)

- ② 緊急時防災対策のための防災計画を整備するための技術協力(専門家派遣及び専門家受入)
- ③ メキシコにおける高密度地震観測システムの確立に対する技術協力(専門家派遣及び機材供与)
- ④ 下記の関連機材の供与
 - (a)建物の解体技術、(b)上水道、下水道などライフライン施設の耐震設計法、被害調査法、(c)地震保険

このうち①に対する技術協力のため昭和60年10月第2次チームが派遣され、次のような地震災害の復旧に関する技術協力を実施した。

- ① 地震直後の被災建築物の危険度の判定方法、被災建築物を復旧再使用するにあたっての補強工事要否の判定方法の提示。
- ② 被災建築物を補修、補強する際に必要な補修・補強設計法ならびにその方法の提示。
- ③ 被災建築物・被災度の判定及び補修、補強設計等に必要な資機材の供与。

3) 財政援助

日本政府は、過去の緊急災害援助としては最高規模の125万米ドルを震災直後に供与するとともに、災害復旧、経済再建のための5千万米ドルの緊急融資を行った。また、この他にも地方自治体、各種公共団体及び民間から多くの救援金・見舞金等の支援が行われた。

(2) 各国の援助

米国は100万米ドル強(当時約2.5億円)を供与したほか、救援隊員の派遣等を行った。仏国は医師179名、救助隊19名を救助犬15匹とともに派遣した。また、医療機材、食料、衣類等の供与を行った。

西独は、建物修繕のために10万マルク(当時約830万円)を供与した他、55名の救急隊員、13名の捜索・救急医療隊員の派遣と60万マルク(当時5千万円)相当の車両及び機材の供与を行った。

英国は緊急災害援助として50万ポンド(当時約1.55億円)の供与枠を決定し、その中から兵士約90名、消防士6名を派遣した。スイスが医師等40名、イタリアが医師等22名と犬11匹を派遣するなど、多数の国からメキシコに対し援助が実施された。

2-3 メキシコ国の地震防災対策の現状

2-3-1 国家市民保護システム

1985年の地震後、防災対策の見直しが行われ、1986年5月6日に「国家市民保護システムに関する大統領書」が發布された。

国家市民保護システムとは、自然または人為的災害の発生を前にして、人命や資産の喪失、自然破壊、社会の基本的機能麻痺を軽減または回避するシステムを策定することによって、人と社会を守ることを基本的目的としている。

(1) 国家市民保護システムの概念

上述の基本的目的に基づいて、次のような概念が掲げられている。

1) システムの目的

- 市民保護に係る公共機能の社会的意義を確立する。
- 住民の不安・恐怖を解放することを目的として、市民の間に市民保護と自己防衛の意識を広く普及する。
- 本システムと州、市町村システムを統合し、市民保護に関する新国家秩序を築く。

2) システムの機能

- 市民保護に係る公共機能の質を向上させ、その効果を全住民に行き渡らせるために、市民保護の規範、実施、調整、参加の機能を強化、拡大する。

3) システムのための行政支援

最終目的、機能目的を達成するために、次のような活動を支援する。

- 関係分野における国の行政改善と強化
- 法的枠組の点検
- モデルの完全化と必要な法的処置の採用
- システムの有効かつ近代的な組織化
- 人材・資材・金融材における国力の有効利用

- － 人材開発の奨励と支援、普及のための自立機関設立支援
- － 国内技術振興
- － 市民保護の理論と実施の改善
- － 情報の信頼性保証
- － 市民の参加促進
- － 情報・通信手段改善
- － 防災設備配備

4) システムにおける領土整備

- － 国内道路交通網等の基本施設や、市民保護に係る諸施設の整備・改善。公共設備の不均衡是正

(2) 国家市民保護システムの実施体制

本システムは、図2-2に示す通り緊急時に救援活動を行うために、連邦、州、市レベルで設置される作戦本部が円滑に機能するために、平常時に保持されるべき防災機能と支援機能を確立・開発することによって効果的な市民保護が実施されることを目的としている。

この目的を達成するため、内務省国家市民保護局が実施機関となって、各関連機関と調整をはかり、防災活動のプログラムを作成している。

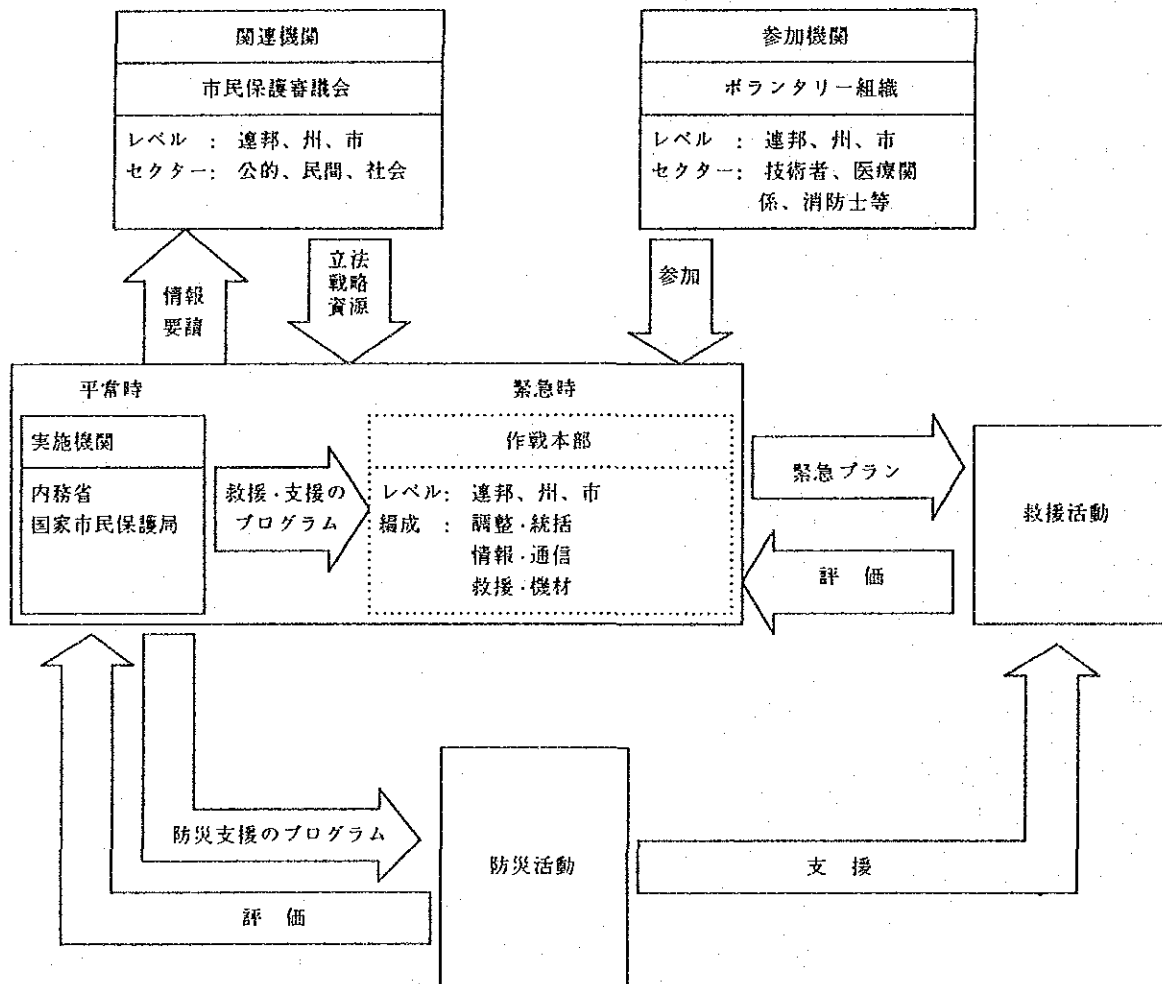


図2-2 国家市民保護システムのフロー

防災、救援、支援の各機能の連邦政府レベルの役割分担を表2-11～表2-13に示す。

防災に関しては、災害現象の類型別に中心的な役割を演ずる機関と支援する機関とが定められている(表2-11)。

表2-11 防災機能の役割分担

連邦所属機関	災害現象				
	地質的災害	水害、気象による災害	化学的災害	衛生に関する災害	社会組織に関する災害
内務省 SG					★
国務省 SEDENA	△	△	△		
海軍省 SM	△	△	△	△	
鉱山国営企業省 SEMIP	△		★	△	
商務工業振興省 SECOFI			★	△	
農業水資源省 SARH	△	★	△	△	
通信運輸省 SCT	△				★
都市開発環境省 SEDUE	★	△	△	★	△
文部省 SEP	△	△			
保険社会事業省 SSA	△	△	△	★	
労働省 STPS			★		△
漁業省 SPESCA		△			
メキシコ石油公社 PEMEX	△		△	△	
電力庁 CFE	△	△	△	△	
メキシコ社会保障病院 IMSS				△	
公務病院 ISSSTE				△	

★：技術的調整の責任組織

△：関連組織

(出所：<ORGANIZACION Organismo Ejecutivo y Compromisos de Participación 1987>)

救援に関しては、救援機能の類型別に中心的な役割を演ずる機関と支援する機関とが定められている(表2-12)。

表2-12 救援機能の役割分担

機能	警報	被害分析	緊急対策	緊急連絡及び調整	安全	捜索・救命・援助	設備財産保全	健康	供給補給	緊急時の通信	平常時への復帰 初期の再建及び
連邦所属機関											
作戦本部 CNO		★	★	★							
内務省 SG	★		△	△	★					★	
外務省 SRE			△	△							
国務省 SEDENA		△	△	△	★	★	△	△	△		
海軍省 SM		△	△	△	★	★	△	△	△		
大蔵公債省 SHCP			△	△							
企画予算省 SPP		△	△								★
連邦総会計省 SECOGEF		△	△	△					△		
鉱山国営企業 SEMIP		△	△			△	△				
商務工業振興省 SECOFI		△	△	△			△		★		△
漁業水資源省 SARH		△	△			△	△				△
通信運輸省 SCT	△	△	△	△	△	△	★			△	△
都市開発環境省 SEDUE		△	△	△		△	△				★
文部省 SEP		△	△			△					△
社会保障事業省 SSA		△	△	△		△	△	★	△		△
共和国総検察庁 PGR			△		△	△					
メキシコ社会保障病院 IMSS		△	△			△		△	△		△
公務病院 ISSSTE		△	△			△		△	△		△
国営人民生活物資公社 CONASUPO			△						△		△
メキシコ石油公社 PEMEX		△	△			△	△				△
電力庁 CFE		△	△			△	△				△
電話公社 TELMEX			△				△				△
家族統合開発 DIF			△			△			△		

★：技術的調整の責任組織

△：関連組織

(出所：<ORGANIZACION Organismo Ejecutivo y Compromisos de Participación 1987>)

支援に関しては、支援機能における主要なプログラム別に中心的な役割を演ずる機関と支援する機関とが定められている(表2-13)。

表2-13 支援機能の役割分担

連邦所属機関	プログラム	学校の安全と非常対策	労働者—雇用主に対する研修	農民に対する訓練及オリエンテーション	災害研究	通信プログラム
内務省	SG	△	△	△		△
国務省	SEDENA					△
海軍省	SM					△
農業水資源省	SARH					△
通信運輸省	SCT					★
文部省	SEP	★				
労働省	STPS		★			
農業改革省	SRA			★		
観光省	SECTUR					△
共和国総検察庁	PGR					△
メキシコ社会保障病院	IMSS					△
メキシコ石油公社	PEMEX					△
電力庁	CFE					△
国立自治大学	UNAM				★	

★：調整責任組織 △：関連組織

(出所：<ORGANIZACION Organos Ejecutivos y Compromisos de Participación 1987>)

(3) 国家開発計画と国家市民保護システム

国家市民保護システムは、国家計画法、ならびに1983~1988年国家開発計画の規定する枠組の中で設立されている。

本システムは国家開発計画の次の4つの基本的目的を基礎とした上で、市民を保護し、同時により安全な社会を形成することを目的としている。

- 1) 民主主義体制の保護強化
- 2) 経済危機打開

- 3) 成長力回復
- 4) 国が必要とする経済、政治、社会構造上の質的変更開始

(4) 国家市民保護システム実施に関しての内務省と国立自治大学(UNAM)の協定

内務省と国立自治大学は、国家市民保護システムの円滑な実施を目的として、1987年に協定を締結した。この協定は、双方の認識事項といえる内容の宣言と協定から成っているがその要約は以下の通りである。

1) 宣言

内務省は、次の事項を担当する。

- ① 災害に際しての救援措置に関し、連邦、州及び市レベルの官、民全ての機関の調整を担当する。
- ② 国家市民保護システムの運営に関する調整業務を担当する。
- ③ 防災に係る研究、人材育成を担当する。
- ④ 専門的知識に基づき、国民の生命、財産、環境保護の諸方針を決定する。
- ⑤ 国立自治大学に市民保護を達成するための各種の活動の調整業務を委託する。

国立自治大学(UNAM)は、次の事項を担当する。

- ① UNAM組織法に基づく、独立の公的組織であり、大学の研究員、技術者の育成と国家的問題を解決すべき研究を実施する。
- ② 国家市民保護システムに技術的、科学的側面で参加する。
- ③ 上述の任務を遂行するために、各種の市民保護機能に係る研究を展開する。
- ④ 災害から国民を守るためには、国家的科学組織の参加が重要であることを認識する。
- ⑤ 効率的研究を実施し、各種災害の原因を究明する。

- ⑥ 災害時の復旧、救援に係る技術・知識を開発する。
- ⑦ 専門家の育成、国民へのオリエンテーションが重要であることを認識する。
- ⑧ 災害の原因に係る情報を収集し究明する。

2) 協定

- ① この協定は、市民保護の分野での活動の調整、情報の交換、防災研究強化等を目的として締結する。
- ② 内務省とUNAMは、国家市民保護システムで規定される国民と国民の居住する地域の保護という基本的目的を遂行する。
- ③ UNAMは、国家市民保護システムが機能するために必要な情報を内務省に提供する。
- ④ 内務省は、上述の情報を蓄積、伝達し同システムの技術的、科学的基礎とする。
- ⑤ UNAMに属する各機関及び研究所は、国内の他の研究機関とともに、災害に関する研究を促進する。
- ⑥ 上述の目的を達成するために以下を計画する。
 - － 各種の破壊的現象の原因、防止、救援、復旧等についての研究の促進
 - － 各種災害の原因の監視
 - － 防災に係る人材の育成
 - － 各種研究の成果と情報の普及
 - － 国家市民保護システムに必要な援助と助言の実施
 - － 国内外の研究機関との協力
 - － 防災知識啓蒙活動

2-3-2. その他の地震防災対策

これまで述べたような国家市民保護システムの新設以外にメキシコ政府は、次のような地震防災に関する諸対策を実施してきている。

- 地震危険地域に対する建築基準の変更
- 地震危険地域内既存構造物の強化検討
- 高等研究機関による地震危険地域の地質調査
- 新建築工法の応用と開発のための国内及び外国機関との技術交流
- 国民への地震防災意識啓蒙キャンペーン実施
- 国際協定の締結

地震の理学的問題に関する共同研究を米国と実施中であり、非常時の救助、救命の分野で仏国と協定を結ぶ予定である。また、日本とはメキシコ及び中米、カリブ地域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、普及することを目的とした技術協力を実施する計画となっている。

2-3-3 地震防災に関する研究体制

(1) 国立自治大学(UNAM)工学研究所

メキシコにおける地震工学関連の研究の中心は、国立自治大学の地球物理学研究所と工学研究所である。前者は、地球物理学の観点から地震発生現象そのものを研究しており、後者は構造力学の観点から主として構造物の耐震性に関する研究を実施している。従って、地震防災の分野における研究の主体は、工学研究所となるが、その概要は次の通りである。

1) 組織概要

工学研究所の組織は、次のような11の研究部門で構成されている。

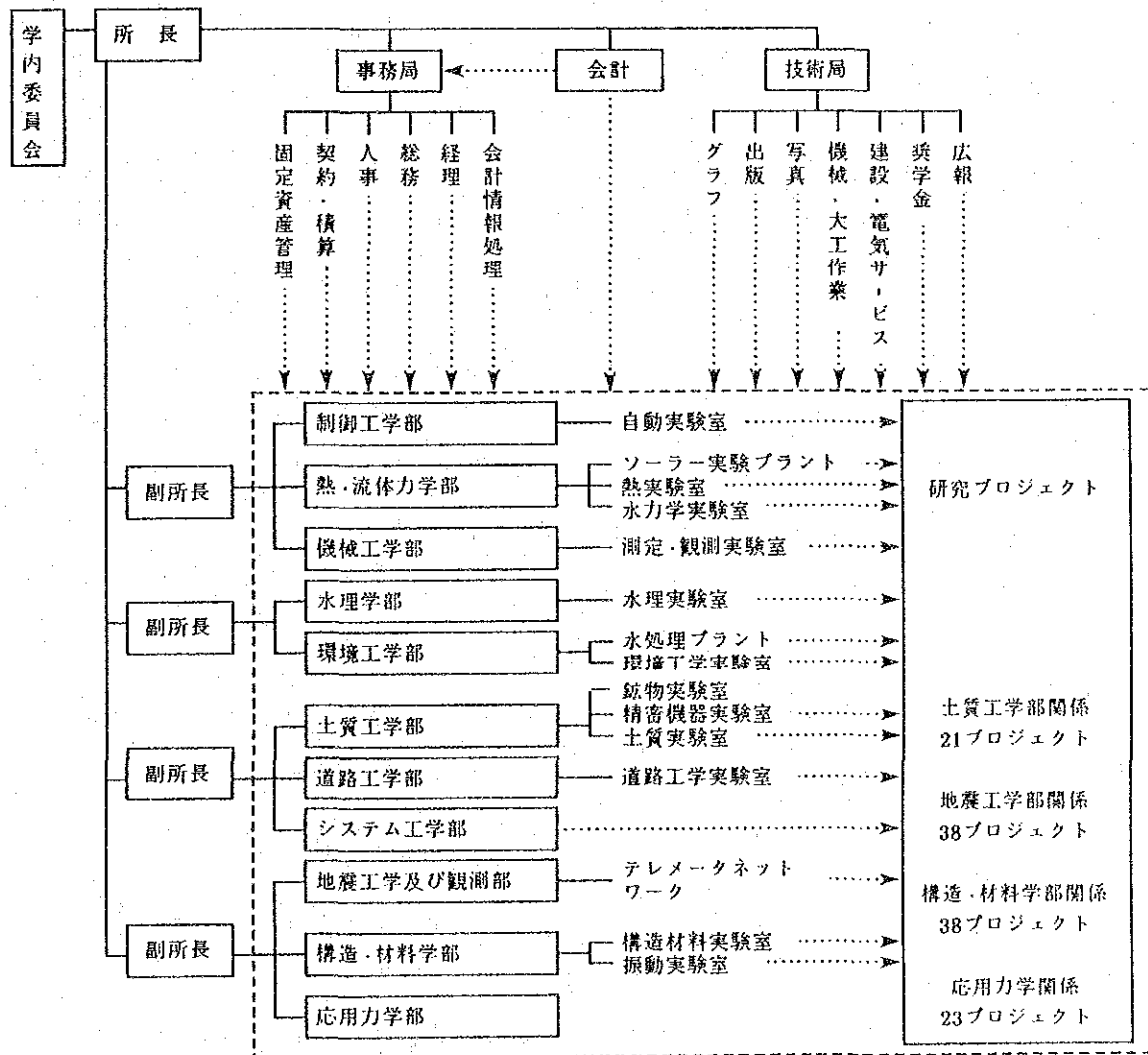


図2-3 工学研究所の組織

2) 要員と予算(1988年)

前述の組織は、表2-14及び表2-15に示されている要員と予算により運営されている。

表2-14 工学研究所の職員構成(1988年)

役 職	人 数	備 考
研究員	74 名	
研究助手	93 名	
学生	109 名	国立自治大学の学部又は大学院の学生で研究プロジェクトの助手をしている者
補助職員	217 名	実験要員、技工、石工、機械工、大工、製図工、事務職員
合計	493 名	

表2-15 工学研究所の1988年度の予算

項 目	金 額 (百万円)	備 考
人件費	6,760	
奨学金	400	研究プロジェクトの助手をしている学生への奨学金
書籍購入費	70	
材料費	313	
資機材購入費	933	
資機材維持費	75	
強震観測維持費	90	
出張費	53	
施設維持費	100	電気・電話代、上水道費等を含む
印刷費	18	
その他	90	
合計	8,902	

3) 研究状況等

工学研究所の「1986年の活動」によると、同研究所の地震工学関連の研究分野は広くその水準も高いものを有しているが、これらの研究に加えて、本研究所で、地震観測、土質、

防災計画、耐震研究のような地震防災に係る研究をさらに密度を高めて実施していくためには、施設・機材の面で限界にきている状況がある。

(2) 強震観測体制の現状

1) 震源地域の主な強震観測網

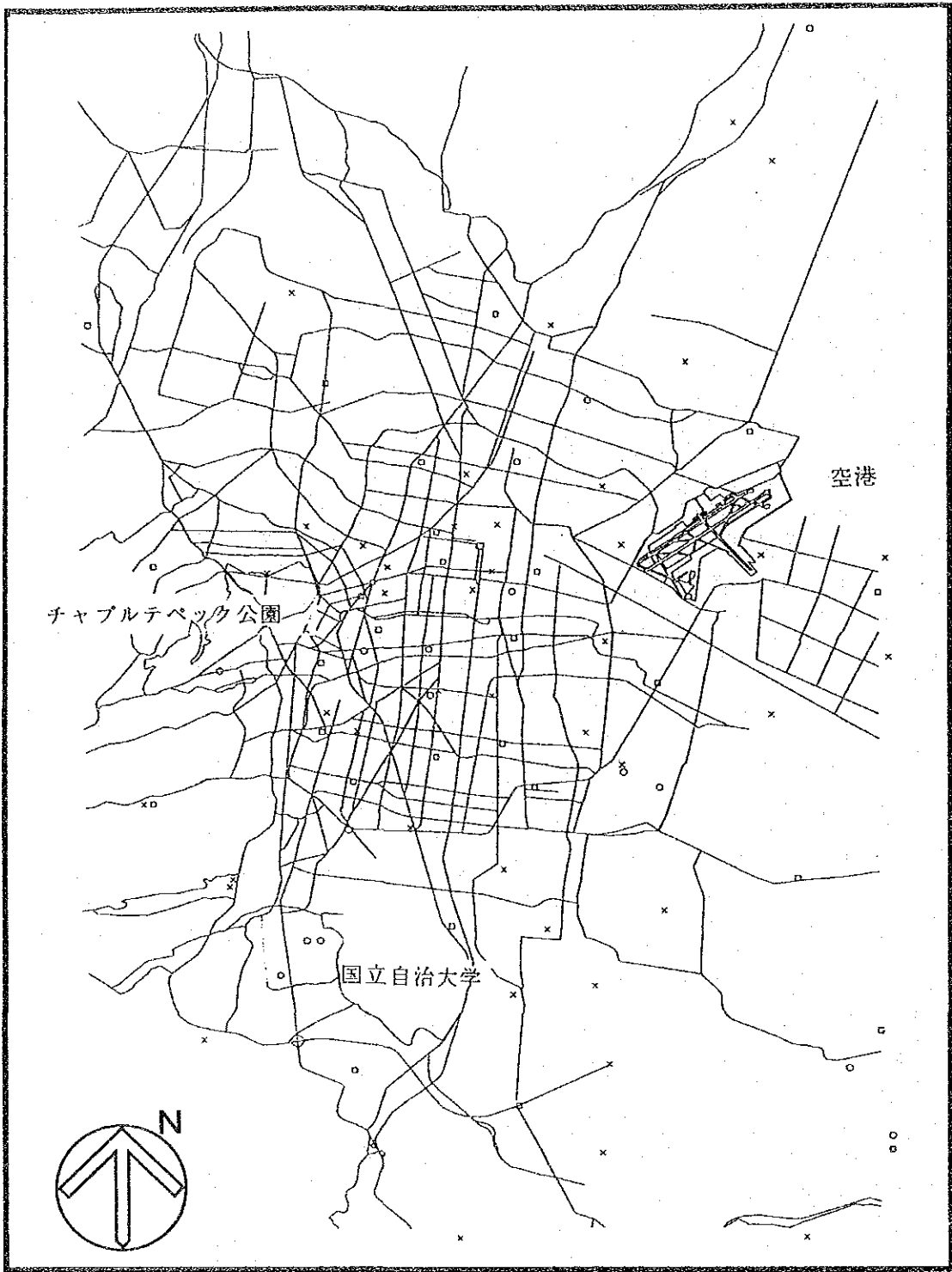
国立自治大学は、米国カリフォルニア大学サンディエゴ校と共同で、メキシコ北西部の米国カリフォルニア州との国境付近に、1978年から1981年にかけてデジタル強震計による観測網を設置しているが、これとは別に、1978年の強震アレー観測の国際ワークショップ後に計画され、1985年2月から強震計の設置が開始されたゲレロ沿岸での強震アレー観測網が、メキシコ震源地域での代表的観測網である。この観測網はゲレロ沖の地震を想定して、アカブルコから北西約100kmの海岸線に沿って、強震計が20~30kmの間隔で配置されている。観測点の大半は、岩盤上に設置され、地表の軟弱層による影響を避けている。使用している強震計は米国製のDSA-1、DCA-333などのデジタル強震計である。この他に電力庁による強震観測も行われている。

メキシコ国内に設置されている強震計は1987年現在230ヶ所になるが、首都メキシコ市が過去幾度か太平洋沿岸で発生する地震によって被害を受けているので、太平洋沿岸の震源地域からメキシコ市までの地震波動の伝播特性を知るための、よりきめの細かい観測網の設置が望まれている。

2) メキシコ市内の強震観測網

メキシコ市内の現在の主な強震観測点は図2-4のようになっている。国立自治大学工学研究所が管理する100台の強震計以外にメキシコ市内には現在、バロス・シェラ基金によって民間の研究機関サイレス(CIRES)が実施している観測網と大手建設会社ICAによる観測網等がある。大半の観測点が地上または建物内に設置されている。

今後はメキシコ市の特異な地下構造を把握するための探査を実施した上で、絶対時刻の刻時機能を有する観測点を適正に配置し、地震波動特性、地盤振動特性、建築物の地震応答を解明するような観測網の設置が望まれている。



×印：バロスシェラ基金 ○印：工学研究所 □印：ICAプロジェクト

図2-4 メキシコ市内の主な強震観測点

2-4 要請の経緯と内容

1985年9月に発生した大地震により、約5万人に近い死傷者を出す大被害を受けたメキシコ合衆国に対し、我が国は財政面での協力のほか、医療、地震観測、建築等の専門家を派遣する等積極的に対応してきた。かかる状況のもと、地震対策の重要性を認識したメキシコ政府は、同国並びに中米、カリブ地域における地震防災の研究及び成果の普及を目的として「地震防災センター設立計画」を策定し、研究・開発、研修及び広報活動につき、我が国のプロジェクト方式技術協力を要請するとともに、本技術協力実施に必要なセンター施設及び機材の整備につき無償資金協力を要請越した。これに対し、我が国は昭和62年7月及び11月に技術協力に係る予備調査団及び事前調査団を派遣し、メキシコ政府関係者との協議を行った結果、本センターを広く中米、カリブ地域の地震対策の充実に貢献するための研究・研修機関として位置づけていることを確認し、地震影響度や建築基準等の研究・開発、第三国研修を含む研修及び広報の各分野を協力範囲とすることで合意した。

その結果、メキシコ政府は、本センター設立に必要な施設の建設及び機材の整備につき我が国の無償資金協力を要請越したものである。その要請内容は以下の通りである。

(1) 実施機関

メキシコ合衆国内務省

(2) 建設予定地

国立自治大学構内

(3) 施設

中央棟 所長室、管理部門、研究部門、講堂を含む研修部門、広報部門の諸室及びその他(カフェテリア等)

実験棟 構造実験室、土質実験室

宿舍

(4) 資機材

大型構造実験機材 ...	加力システム、測定システム、加力枠、クレーン、フォークリフト、油圧ジャッキシステム、工具
強震観測機材	強震加速度計、解析用コンピュータシステム、土質工学実験システム
研修・広報機材	視聴覚システム、マイクロコンピュータ、ミニコンピュータ、印刷機、複写機、車両、書籍

第3章 計画の内容

第3章 計画の内容

3-1 目的

本計画は国立自治大学(UNAM)が所有する敷地内に地震防災センターを設立し、メキシコ及び中米、カリブ地域における地震防災に関する研究・開発、研修、広報の活動を行って、同地域の地震防災対策の充実化に寄与することを目的としている。

3-2 要請内容の検討

環太平洋地震帯で発生した巨大地震は、今までにしばしばメキシコを含む中米、カリブ地域に甚大な損害をもたらしており、同地域での地震防災対策の充実は急務となっている。特にメキシコ合衆国の首都メキシコ市は、人口1700万余が集中する巨大都市であり、災害危険要因の除去、とりわけ地震対策の重要性は高いので、日墨修好百年を記念するこの時期に同市に本地震防災センターを設立し、併せて地震国日本の有する地震防災の科学技術を同国に移転し、広く同地域の地震防災に役立てることは極めて意義が高い。

以上を踏まえ我が国は、メキシコ政府から技術協力(プロジェクト方式)及び無償資金協力の要請のあった本計画の背景、内容等を調査するため、技術協力ベースによる予備調査団を62年7月に派遣、さらに同年11月事前調査団を派遣した。その結果、我が国の技術協力の内容について基本的合意に達したため、63年3月4日から3月28日までセンター施設建設に関し、無償資金協力に係る基本設計調査団を派遣した。本基本設計現地調査においては、メキシコ側と協議の上、第2章に記した要請内容のうち以下の項目を変更した。

(1) 施設

計画地は地下鉄等、公共輸送機関の利用が可能なこと、及びメキシコ市内には各種の宿泊施設が多いこと、また施設維持費の低減化を考慮して宿舍を本計画には含まないこととした。

(2) 資機材

フォークリフトを含む車両及び書籍を本計画から外すこととした。

3-3 計画概要

3-3-1 実施機関・運営体制・要員計画

(1) 実施機関

① 無償資金協力実施段階

無償資金協力実施時は、内務省が実施機関となる。

② センター完成後

本センター完成後は内務関係予算によって運営される「国営機関」として、各省から独立した政府機関として組織される。メキシコ国における類似形態の研究機関としては石油研究所、国立原子力研究所、等が掲げられる。

なお、センターの運営計画については、内務省、国立自治大学、都市開発・環境省、連邦区、外務省の代表者により構成される管理審議会によって決定される。

一方、プロジェクト方式技術協力の実施に関しては、討議議事録(R/D)署名後、その効果的及び効率的運営に資するため、両国関係者によって構成されるセンター合同委員会及び運営委員会が組織されることとなる。

(2) 運営体制

本センターは図3-1で示すような体制により、職員数45名の要員で運営される。

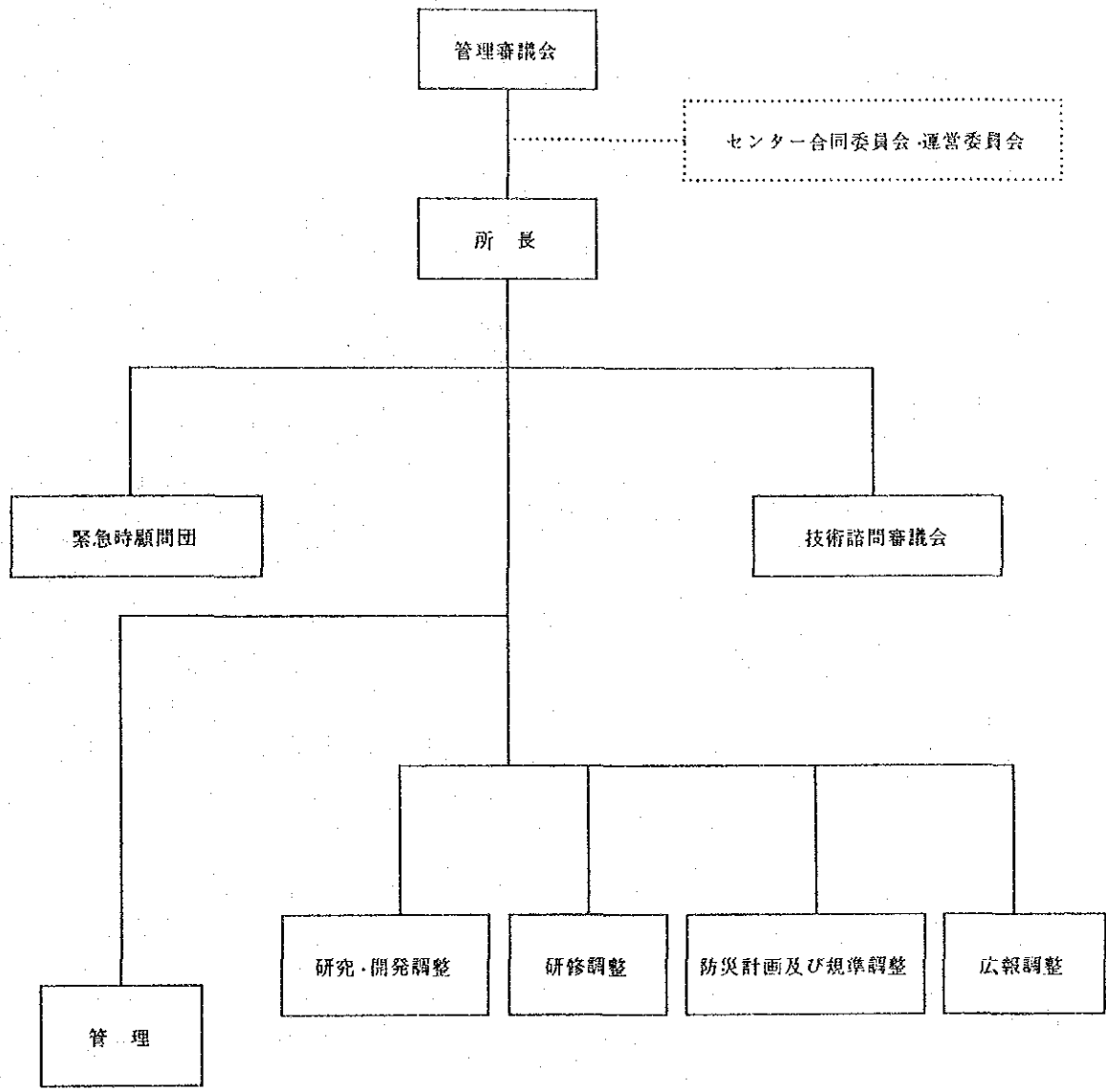


図3-1 センター組織図

注：センター合同委員会・運営委員会は、プロジェクト方式技術協力の実施を目的に組織される。

(3) 要員計画

1) 職員の要員計画

本センターを運営するために必要な職員配置を表3-1に示す。なお研究要員は、第2章で記述した内務省と国立自治大学の協定に基づき、国立自治大学から派遣される。

表3-1 職員の配置

職位又は 専門分野	職員 数 (名)	部門別職員数内訳 (名)							
		管理	研究					研修	広報
			地震観測 研究	耐震 研究	土質研究	防災計画 研究	基準整備		
所長	1	1							
主任調整官	4		1			1	1	1	
事務・秘書	7(4)	3(2)						2(2)	2
分析助手	4(1)		1	1	1	(1)	1		
専門技術調整員	12	1	2	2	2	2	2		1
分析専門員	6	1	1	1	1	1	1		
研究員	6		1	1	1	1	1	1	
常勤講師	2							2	
実験主任	1		1						
実験職員	2		2						
計	45(5)	6(2)	29(1)					6(2)	4

()は兼任者を示す。

2) 講師の要員計画

講師は、内務省、国立自治大学、都市開発・環境省、連邦区の協力を得て次の分野の講師適任者を募ることとなっているが、研修内容を考察すると表3-2に示す分野の講師が必要となる。

表3-2 講師の専門分野

講師の専門分野	主要講義項目	年間講義時間合計 (概算時間)	想定必要講師数 (名)
数学、地球物理学	数学、地球物理学	400	2
地震学、地震工学	一般地震学、一般地震工学、応用地震学、地震動特性、強震観測、波形解析等	700	4
土質工学、基礎工学	土質力学、土質調査法、動的相互作用、等	200	2
構造力学	構造動力学、構造解析、RC構造、組積造、特殊構造物、耐震診断、耐震補強、等	1,000	5
防災計画	防災計画、建築基準、都市計画行政、マイクロゾーニング、国家市民保護システム、等	600	3
合計		2,900	16

(注：講師1名につき平均年間200時間の講義が可能であると想定して講師数を算定した。)

3-3-2 研究・開発計画の概要

(1) 研究・開発の目的

本センターの研究・開発事業は次の目的に基づく。

- 1) 中米、カリブ地域における、建築物耐震性能改善に必要な実験的・解析的研究を行い、耐震的かつ経済的構造技術の開発に資する。
- 2) 中米、カリブ地域の都市災害に備えて、都市部の地震災害に対する安全性の評価及び防災技術に関する研究を行う。

(2) 研究分野と研究項目

上記目的に基づく具体的研究計画は、表3-3に示す5分野36項目より構成される。

表3-3 研究の概要(その1)

研究分野	研究項目
1. (地震観測研究) 地震動の減衰に及ぼす距離の影響	1.1 アカプルコ市、メキシコ市間の距離減衰 1.2 強震応答調査、測定 1.3 メキシコ市の地震動特性 1.4 強震応答調査
2. (土質研究) 局地的地盤条件の地震動に与える影響	2.1 側面的不規則性の弾性波の伝播 2.2 連続媒体の動的応答 2.3 地震時における構造物挙動の局所的影響 2.4 メキシコ市地域における粘土地盤動的特性への圧密等の影響 2.5 地盤と摩擦杭の挙動 2.6 動的・静的荷重下での摩擦杭の伝播特性
3. (防災計画研究) マイクロゾーニング(地域別地震影響度調査)の方法論	3.1 アカプルコ市周辺の強震観測体制 3.2 メキシコ市地域における地盤特性とマイクロゾーニング 3.3 メキシコ市、アカプルコ市、ラサロカデナスにおける地震強度分布 3.4 アカプルコ市のマイクロゾーニング
4. (耐震研究) メキシコ、中米、カリブ地域における建築物の動的・静的特性評価	4.1 構造物応答を低減させるための装置開発・評価 4.2 構造要素の累積被害の影響評価 4.3 建物応答に関するエネルギー、振動数、継続時間の影響 4.4 建物の弾塑性挙動解明に必要なマイクロコンピュータプログラムの開発 4.5 建物の弾塑性解析 4.6 建物の弾塑性挙動に関する確率的解析 4.7 建物被害のコスト評価 4.8 加速度の数表化 4.9 建物の動的特性理論

表3-3 研究の概要(その2)

研究分野	研究項目
5. (耐震基準整備) 建築物の設計・施工に関する 技術基準の開発	4.10 建物の動的特性実験による理論証明
	4.11 特殊建物の振動抑制
	4.12 メキシコ市の建物の振動環境
	4.13 メキシコ南部震源域における建物応答
	4.14 コンクリート建物の梁、柱接合部の特性
	4.15 メキシコにおけるコンクリートの動的特性
	4.16 フラットスラブ構造の地震時の挙動
	5.1 最適規準の策定
	5.2 建物の地震動の相互作用を考慮した指針の策定
	5.3 組積造建物の新規準
	5.4 組積造建物の設計及び規準の実用化とその評価
	5.5 鉄筋コンクリート造建物の設計・建設のための技術的規準の実用化とその評価
	5.6 オアハカ、ゲレロ、ミチオアカン、ハリスコ州における建物の耐震設計規準

(3) 研究のための強震観測網の概要

センターの研究事業に資することを目的として、次のような強震観測網を計画する。なお、具体的な観測点の計画に際しては、既存観測網との整合性をはかった計画とする。

1) アカプルコ市～メキシコ市間観測網

地震波動の伝播特性解明を主な目的として、将来の震源域と考えられるゲレロ空白域のアカプルコ市～メキシコ市間の観測線を設定し、この観測線上に約50～100kmの間隔を置いて5ヶ所の観測所を設置する。各観測所はアカプルコ～メキシコ街道沿いの岩盤上を選定し、主要観測情報は有線(電話線)により本センターへ搬送する。

2) メキシコ市内観測網

地盤振動特性及び建物の地震応答特性の解明を主な目的として、メキシコ市域の各種地盤内に高密度観測網を設置する。

南北及び東西方向の二方向の観測線を設定し、合計9ヶ所の観測所を設置する。主要観測情報は無線により本センターに搬送する。

3-3-3 研修計画の概要

(1) 研修の目的

市民保護の分野の従事者や地震学、地震工学の分野に従事する技術者の水準の向上に資する。

(2) 各研修の概要

1) 耐震構造専門家研修

研修目的： 建築関係技術者への関連基準、技術、設計手法、建築知識等実用的地震防災の技術と知識を授与する。

研修対象： 建築技術者等

定員： 1回 30名

研修時間： 合計275時間

研修科目と科目別研修時間

1. 構造力学 (40時間: 以下hで示す)
2. 耐震設計 (40 h)
3. 特殊構造物の耐震設計 (20 h)
4. 基礎耐震設計 (40 h)
5. 土質力学 (20 h)
6. 鉄筋コンクリート造等の構造設計 (20 h)
7. 耐震構造実習 (10 h)
8. 構造物の地震応答 (5 h)
9. コンピューターによる分析 (40 h)
10. 地震力算定 (20 h)
11. 補強法 (20 h)

2) 耐震構造一般研修

研修目的： 建築関係技術者への関連基準、技術、設計手法、建築知識等実用的地震防災の技術と知識を授与する。

研修対象： 建築技術者等

定員： 1回 30名

研修時間： 合計180時間

研修科目と科目別研修時間

1. 構造力学 (40時間: 以下hで示す)
2. 耐震設計 (40 h)
3. 特殊構造物の耐震設計 (20 h)
4. 基礎耐震設計 (40 h)
5. 土質力学 (20 h)
6. 鉄筋コンクリート造等の構造設計 (20 h)

3) 市民保護システム専門研修

研修目的： 連邦政府、国営企業、地方レベルの国家市民保護システム関係者への地震防災に関する新手法、調整計画方法を研修する。

研修対象： 国～地方レベルの国家市民保護システム関係者

定員： 1回 30名

研修時間： 合計240時間

研修科目と科目別研修時間

1. 地震危険度及び災害予測 (20 h)
2. マイクロゾーニング (10 h)
3. 危険度評価 (20 h)
4. 補強法 (40 h)
5. 災害予測手法 (40 h)
6. 地震防災計画 (40 h)
7. 自治体・州レベルの地震防災実習 (20 h)
8. 連邦組織における防災計画作成 (20 h)
9. 警戒組織 (20 h)
10. 都市における地震防災計画 (10 h)

4) 市民保護システム基礎研修

研修目的： 連邦政府、国営企業、地方レベルの国家市民保護システム関係者への地震防災に関する新手法、調整計画方法を研修する。

研修対象： 国～地方レベルの国家市民保護システム関係者

定員： 1回 30名

研修時間： 合計90時間

研修科目と科目別研修時間

1. 地震危険度及び災害予測 (20 h)
2. マイクロゾーニング (10 h)
3. 危険度評価 (20 h)
4. 補強法 (40 h)

5) 教師・指導者養成研修

研修目的： 地震防災への参加、自己防衛に関しての知識を国民全体に啓蒙するための指導者、教育者層を養成する。

研修対象： 地震防災に関して国民を指導する立場の教育者、指導者層

定員： 1回 30名

研修時間： 合計60時間

研修科目と科目別研修時間

1. 国家市民保護システム (10 h)
2. 国家市民保護システム計画における地震防災の役割 (10 h)
3. 地震防災における地震学と地震工学の改善 (20 h)
4. 地震防災における国民の自己防衛手段 (10 h)
5. 非常時広報の優先順位 (10 h)

6) 研修情報セミナー

研修目的： 地震防災分野の研修のあり方についての意見調整・情報交換に資する。

研修対象： 地震防災、地震学、地震工学分野の専門家

定員： 1回 30名

研修時間： 1回2時間、年12回開催で年間合計24時間

研修科目： 研修に関する情報、研修需要、研修科目改善のための月例セミナー

7) 研修調整会議

- 研修目的 : 地震防災分野の研修のあり方についての意見調整・情報交換に資する。
- 研修対象 : 地震防災、地震学、地震工学分野の専門家
- 定員 : 1回 30名
- 研修時間 : 1回16時間、年2回開催で年間合計32時間
- 研修科目 : 国、地方、民間レベルでの研究、研修、教育、広報に関する需要を見極めるための会議

8) 常設補助学級

- 研修目的 : 各コースを受講するに当って必要な基本知識を授与する。
- 研修対象 : 1)~5)のコースを受講しようとする者で予備的研修の必要な者。
- 定員 : 1回 30名
- 研修時間 : 合計220時間
- 研修科目と科目別研修時間

1. (地震防災に関する)広報手段 (8 h)
2. 専門用語 (8 h)
3. 教授法 (8 h)
4. コンピュータ紹介 (8h)
5. エムエスドス(MSDOS)導入と使用 (8 h)
6. ロータス 1-2-3計算書 (20 h)
7. デイベース(DBASE) III+ (20 h)
8. コンピュータグラフィック (20 h)
9. 基本用語実習 (20 h)
10. フレームワーク (20 h)
11. フォルクスライター (20h)
12. 製図法 (20 h)
13. 地理的地震危険度 (10 h)
14. 救護のための地図使用法 (10 h)
15. マイクロコンピュータ使用法 (20 h)

9) 第三国研修

研修目的： 中米、カリブ地域の国別、地域別の地震防災に関する研修を実施し、防災計画策定者を育成する。

研修対象： メキシコ、中米、カリブ地域の地震防災関係者

定員： 24名(メキシコ: 12名、中米・カリブ地域: 12名)

研修時間： 合計180~240時間

研修科目： 地震の挙動に関する研修

1. 地震観測
2. 観測結果解析
3. 地震予知(諸前兆、活断層)
4. 地震防災
5. 地震活動
6. プレートテクトニクス
7. 地殻変動
8. サイズミックゾーニング
9. その他

耐震構造に関する研修

1. 一般地震学
2. 一般地震工学
3. 耐震設計基準
4. 構造解析
5. 構造動力学
6. マイクロコンピュータ
7. 耐震設計
8. 耐震実験
9. 免震構造
10. 非定常振動
11. その他

都市防災計画に関する研修

1. 研究成果の反映
2. 防災計画の事前評価

3. 防災教育・防災活動
4. 情報伝達(発災前、発災後)
5. 緊急避難
6. 救援・救急・援助
7. 復旧・再建を考慮した防災計画
8. 復旧・再建時の課題(応急復旧、必要施設整備、復旧再建資金)
9. その他

(3) 各研修の実施方法と年間研修時間

研修への参加対象者は、他に職業を持つ社会人が主となるので、平日の終日研修以外に夜間研修及び週末研修を実施する。

表3-4 研修のタイプと内容

研修のタイプ	研修日	1日の研修時間 (時間)
平日終日研修	月曜日～金曜日	8 (8:00～14:00,16:30～18:30)
平日夜間研修	同上	2～3 (17:30又は 18:30～20:30)
週末研修	土曜日	8 (8:00～14:00,16:30～18:30)

研修及び研修タイプ別の年間研修計画によると、年間約2,900時間の研修が実施される。

なおメキシコ側は、年間最大3,000時間の研修を目標としている。年間最大五百余名の研修が計画されているが、建築工学関係の大学卒業者が毎年3,000名輩出すること、また国家市民保護システムに係る職員が連邦、州レベルを含めて現在1,300名いること等から研修需要数は充分と考えられる。研修生の募集は連邦政府、州政府への割当てと公募の三本立となる。

表3-5 研修コース別、タイプ別年間研修時間及び研修者数

研修名	平日終日研修 (時間)	平日夜間研修 (時間)	週末研修 (時間)	合計 (時間)	年間研修終了者数(名)
1) 耐震構造専門家研修	275	275	275	825	90
2) 耐震構造一般研修	180	—	—	180	30
3) 市民保護システム専門研修	240	240	240	720	90
4) 市民保護システム基礎研修	—	90	—	90	30
5) 教師・指導者養成研修	60	60	60	180	90
6) 研修情報セミナー	24	—	—	24	30
7) 研修調整会議	32	—	—	32	30
8) 常設補助学級	220	220	220	660	90
9) 第3国研修	240	—	—	240	24
合計	1,271	885	795	2,951	504

3-3-4 広報活動の概要

国家市民保護システムで計画されている防災の原点は市民参加であるので、市民の意識と知識を研修・広報等により啓蒙する必要があるが生じている。このため本センターでは日墨二国間の技術協力による成果の普及も含めて地震防災への市民参加や自己防衛が効率的に実施されるような内容の広報活動を社会各層を対象に計画している。

(1) 目的

- 1) 地震災害の低減化のための知識・経験・科学技術を普及する。
- 2) 日墨技術協力の成果を普及する。
- 3) 国家市民保護システムの教義を普及する。

(2) 活動計画

上記のような目的を達成するためにメキシコ側は次のような活動を計画している。

表3-6 広報活動の概要

広報分野	企画	内容	年間開催回数
講演等	月例セミナー	市民保護に関する一般的 テーマ	(年12回)
	連続対談	地震現象	週1回3ヶ月連続、 計12回開催(年24回)
	専門家による連続会議	地震災害予防	3ヶ月に12回開催 (年24回)
	講習会	地震防災の計画と方向付け	センター内開催及び 地方での開催
	年次討論会 国際シンポジウム	日墨技術協力の成果 研究の成果発表	(年1回) (年1回)
展示	常設展示	地震防災の現状等	
出版等	出版物発行	マニュアル、情報、啓蒙ポ スター等	
	マスメディアへの発表 公報・定期刊行物の発行	地震防災、技術協力 地震防災の新情報、 技術協力の成果	
	専門雑誌の発行	研究成果	

3-3-5 敷地位置状況

(1) 敷地位置

本センターの敷地はメキシコ市コヨアカン地区の国立自治大学(UNAM)構内最南東端に位置し、ダリアス通りに面している。

敷地の付近まで大学の拡張が進み、UNAMテレビ局、コンピュータセンター等の諸施設が建設中、または建設予定である。

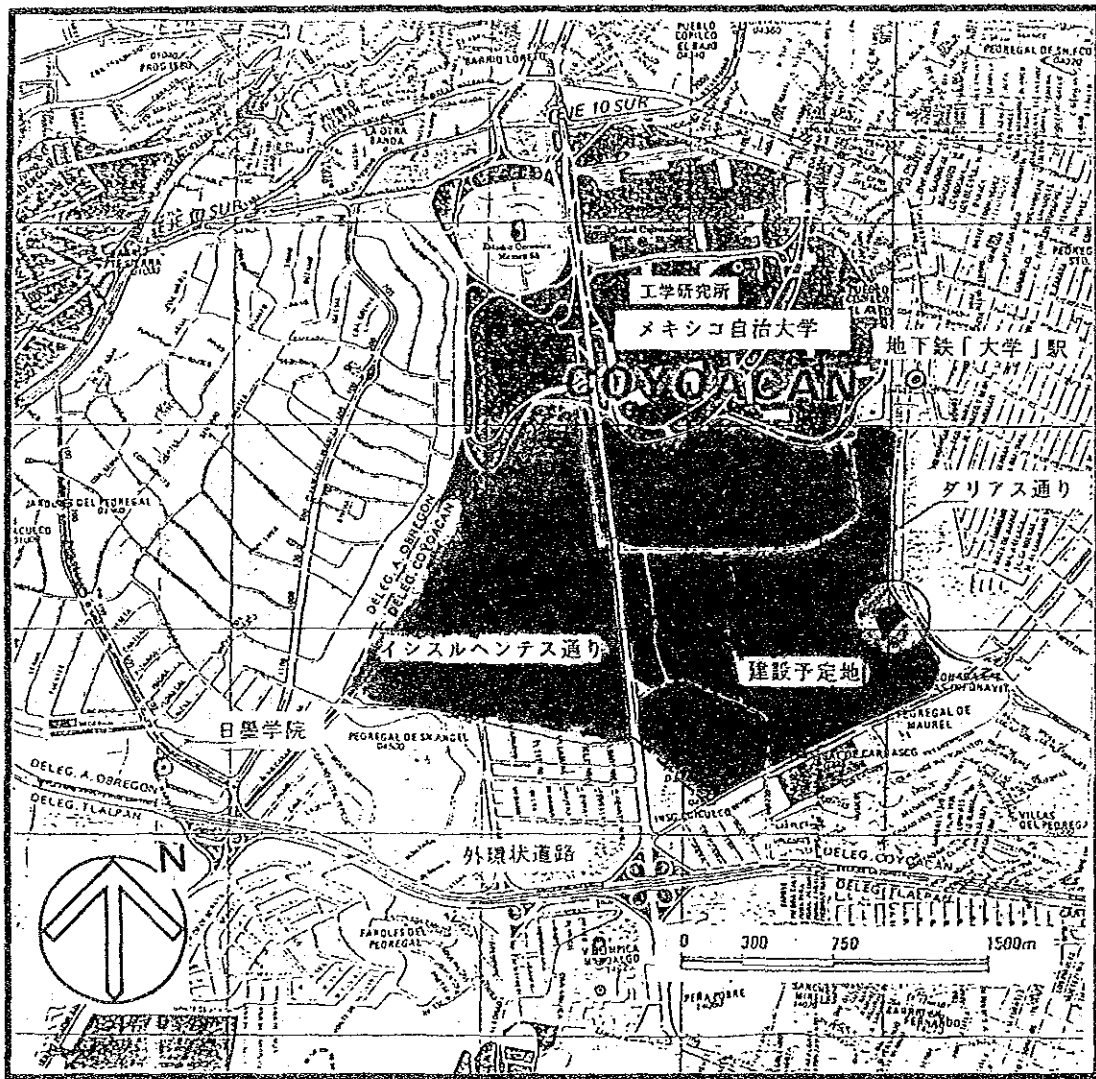


図3-2 敷地案内図

(2) 敷地選定要因

メキシコ側は次のような観点から敷地を選定している。

- 1) 本センターの研究部門は基本的にUNAMの研究スタッフが担当する予定であるので、同大学との施設・機材の共同利用、人の往来等に便利な立地であること。
- 2) 独立した「国営機関」としての活動が保証される立地であること。
- 3) 職員、研修生の通勤、輸送等のための公共交通機関の利便性が高いこと。
- 4) 広報活動等において必要となる市民との接触を保つ上で便利な道路に接していること。

(3) 敷地状況

1) 地形状況

敷地面積15,303m²、東西方向110m~118.3m、南北方向87.5m~140mの変形した矩形型の平面形状を有し、敷地内は全面溶岩が露出している。敷地内最大高低差6~7m、その範囲内でいたるところに起伏があり、平坦な部分は殆ど無い。メキシコ側は緊縮財政下にあることを考慮し、出来る限り現地形を生かした計画とする。

2) 地盤状況

国立自治大学の施設管理を担当する建設局(DGO)によれば、当敷地の地盤は表面部分1~2mが風化しているが、地表から平均20mまでが玄武岩(Basalto)層から成り、それより下は凝灰岩(Toba)層で構成されている。本地盤の設計に際しての地耐力は20t/m²を見ることが出来る。なお、本地盤は地表から5m以下の部分に空気層が散在する場合があるので、必要に応じて注入等による地盤改良を実施する。

(4) インフラストラクチャー

1) 電力

敷地東側ダリアス通りに23KVの架空線があり、これより電力を引き込む予定である。停電の頻度は年6回程度とのことであるが、本センターには地震観測網の監視・データ処理等停止出来ない機能があるため、少なくともデータ処理関連施設への非常電力供給のための自家用発電機が必要となる。また、電圧の変動率も高いため、一部機材に対しては自動電圧調整器が必要となる。

2) 電話

敷地前面道路には電話回線が敷設されていない。UNAMの電話回線が敷地北側約500mの構内循環道路に敷設されている。この地点から延長する案及び近くの電話局から当敷地まで新たに局線を引き込む案とが考えられる。

3) 上水道

敷地東側ダリアス通りに、連邦区(DDF)水道本管 $\phi 48"$ 管が敷設されており、これから上水道を本施設へ引き込むことになる。水圧は平均 $3\sim 3.5\text{kg/cm}^2$ である。

4) 下水道

敷地周辺に公共下水道はなく、UNAM構内の他施設と同様に腐敗水槽(セプティックタンク)による処理後、地中へ浸透させる方式とする。

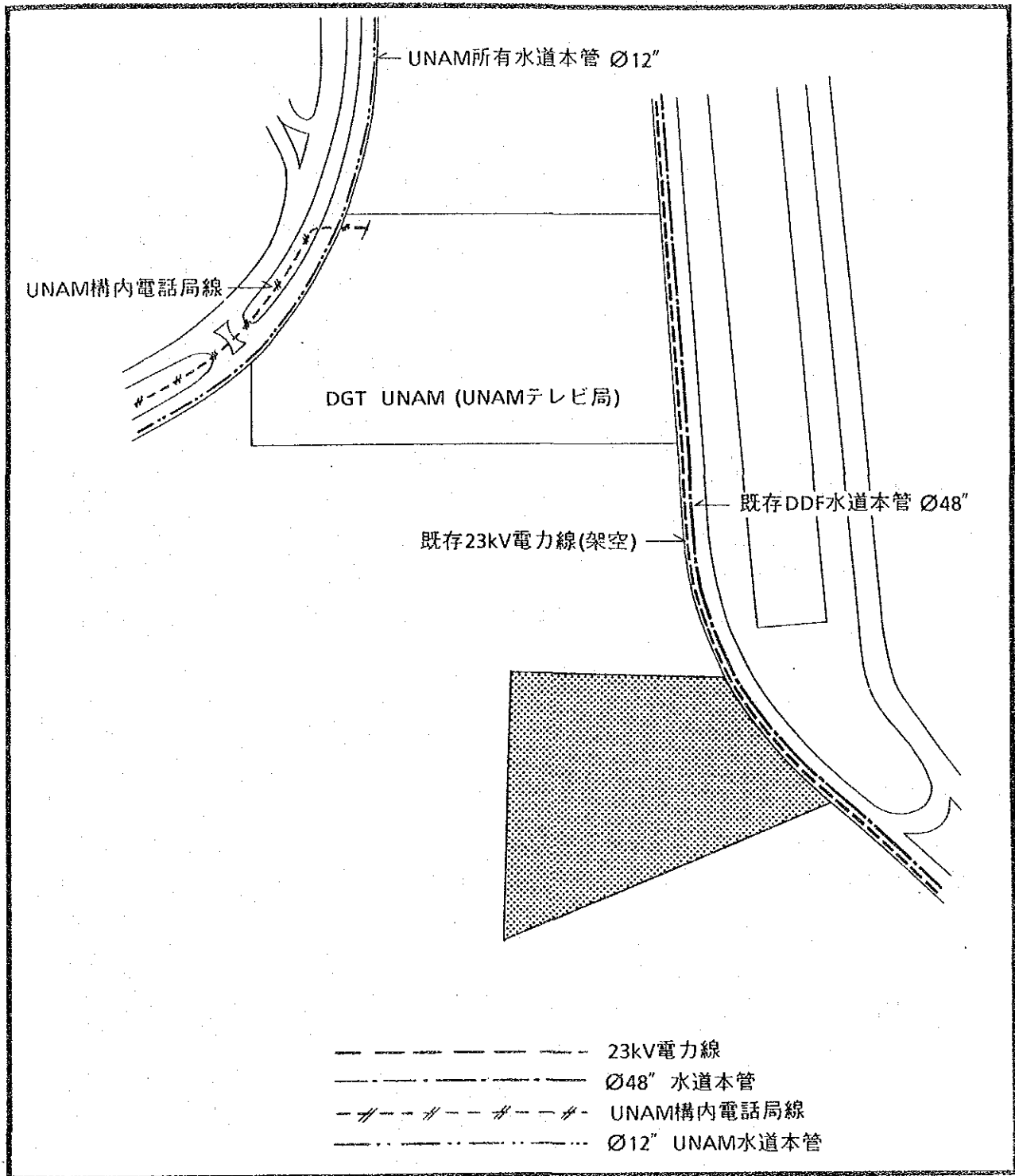


図3-3 敷地周辺インフラストラクチャー

3-3-6 施設・機材概要

計画の目的を達成するためには、以下に示す施設・機材が必要と考えられる。

(1) 施設

1) 中央棟 約3,200m²

管理部門	所長室、管理部門事務室、カフェテリア
研究・開発部門	各研究室、データ処理室
研修部門	セミナー室(3室)、講師室、教材作成室
広報部門	講堂、展示室、図書室

2) 大型構造物実験棟(土質実験室を含む) 約700m²

1)~2)合計 約3,900m²

3) 強震観測網

- アカブルコ市～メキシコ市間約280kmの間の5観測所
- メキシコ市内9観測所

(2) 機材

- 1) 大型構造実験機材 加力システム、油圧ジャッキシステム、測定システム、万能材料試験機、クレーン等
- 2) 土質工学実験機材 共振法三軸試験装置、中空ネジリ動的三軸装置等
- 3) 強震観測機材 検出器、記録計、データ搬送装置、解析用コンピュータシステム等
- 4) 研修機材 ビデオプロジェクションシステム、映画スライドプロジェクションシステム、拡声システム、OHP、ビデオモニターシステム、パーソナルコンピュータシステム、製図機等

3-4 技術協力

本センター開所後、その機能を効果的に発揮させることを目的として、メキシコ政府は日本政府に対しプロジェクト方式技術協力を要請している。

これに対し、日本政府は技術協力に関わる調査の実施を決定し、国際協力事業団を通して2回にわたって以下のような調査団を派遣し、要請内容の確認、妥当性及び可能性の調査、評価を行い協力内容についてメキシコ側と協議した。

予備調査団	(技術協力)	昭和62年7月8日~7月17日
事前調査団	()	昭和62年11月30日~12月10日

上記調査の結果、双方で合意されたプロジェクト方式技術協力の内容は以下のとおりである。

1) 技術協力の期間

技術協力に関する討議議事録(R/D)署名後必要な期間(但し、最長5年間)。

2) 技術協力の内容

① 日本人専門家派遣

長期専門家 リーダー、調整員及び地震の挙動、耐震構造、耐震基準各分野の専門家。

短期専門家 本センターの活動分野に関して必要に応じて派遣する。

② カウンターパートの日本における研修

技術協力期間中、必要に応じて日本で研修を行う。

③ 機材供与

技術協力期間中、補足的に必要な機材について供与する。

