

昭和62年度

帰国研修員フォローアップチーム報告書

—公開技術セミナー—

(地震学・地震工学)

昭和63年1月

国際協力事業団  
研修事業部

研一第  
IR

89-12

IRY



JICA LIBRARY



1067466[1]



昭和 62 年 度

帰国研修員フォローアップチーム報告書

—公開技術セミナー—

(地震学・地震工学)

昭和 63 年 1 月

国際協力事業団  
研修事業部

国際協力事業団

18045

## 序 文

国際協力事業団は、昭和37年以来（前身の海外技術協力事業団も含む）25年間にわたり、開発途上国の技術者・研究者を対象とした地震学・地震工学に関する集団研修を実施し、既に51ヶ国、約630人の修了者を送り出すに至っている。

本報告書は、今回特に南米のコロンビアおよびチリ両国を対象に帰国研修員に対するフォローアップ事業の一環として、当該分野に関する技術指導、研修効果の確認、評価並びに本研修コースに関するニーズの調査等を目的として、公開技術セミナーを実施し、その結果をとりまとめたものである。

本報告書においては、当該分野における各国の実情、帰国研修員の活動状況及び研修コース内容に係る帰国研修員等からの要望事項等をもとりまとめているところ、今後の研修実施にあたって参考となれば幸いである。

本件の実施について、多大な御尽力を頂いた関係各位に感謝の意を表する次第である。

昭和63年1月

国際協力事業団  
研修事業部長 岡 部 和 夫







Co-3) コロンビア会場の聴衆：

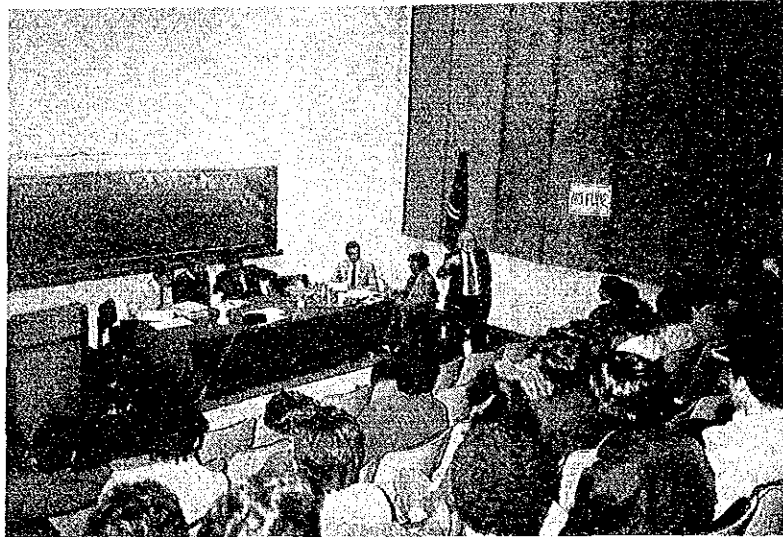
会場となったC講堂（階段式）を満席にした。



Co-4) 開会の言葉：右より演壇上の広沢チームリーダー

Penaloga 副工学部長（コロンビア大学）

Londono コロンビア工大助教授（元研修員）



Co-5) パネルディスカッション:

JICAの技術協力として何を希望するかをテーマに熱弁する

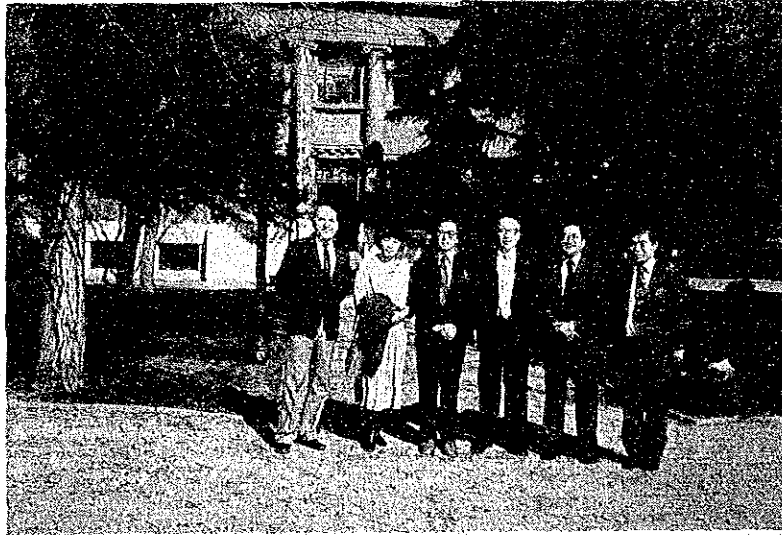
A. サリア教授



Co-6) コロンビアでの終了式で受講証を手渡す3名:

中央手に証書を持つ副工学部長

右へ広沢チームリーダー、榎下コロンビア事務所長

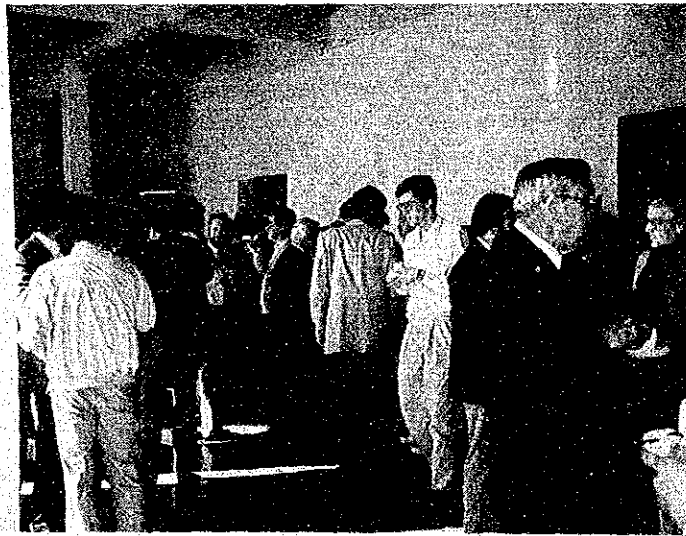


Ch-0) チリのセミナー会場(材料調査測定研究所、IDIEM、チリ大学)前での記念写真

左より Casis 教授、倉持チリ事務所長(JICA)、  
須藤 研(地震学)、橋本東一(業務調整)、  
広沢雅也(チームリーダー)、水野二十一(地震工学)



Ch-1) チリのセミナー会場における聴衆



Ch-2) セミナーのコーヒープレイク：120名満席に近く混雑している。



Ch-3) チリ、会場でのパネル討議：

回答者が並ぶ。右より須藤（地震学）、  
通訳（スペイン語）、広沢（チームリーダー）、  
Casis 教授、水野（地震工学）、通訳



Ch-4) チリのセミナー終了式で受講証を手渡す。

右より広沢リーダー、Casis 教授、倉持事務所長、受講者、  
橋本（業務調整）



# 目 次

I 序	
1. 序 文	
2. 写 真	
II 派遣チームの概要	1
1. 派遣の趣旨	1
2. 派遣の目的	1
3. チーム構成	1
4. 日程及び活動記録	2
5. 主要面会者	5
III 公開技術セミナー実施内容	7
1. 実施状況	9
1) コロンビアでの公開技術セミナー	9
2) チリでの公開技術セミナー	10
3) チリでの公開技術セミナー実施方式について	11
2. パネルディスカッションの討議内容	11
1) コロンビアでのパネルディスカッション	11
2) チリでのパネルディスカッション	14
3. セミナーの評価	20
4. セミナーの成果	22
IV 地震学分野の国別現状	24
1. コロンビア国の現状と問題点	24
2. コロンビア国での帰国研修員の現況	25
3. 日本での地震学研修に対するニーズ	25
4. チリ国の現状と問題点	26
5. チリ国での帰国研修員の現況	27
6. 日本での地震学研修に対するニーズ	27

V	地震工学分野の国別現状	28
1.	コロンビアの地震工学技術	28
1)	現状と問題点	28
2)	帰国研修員の現況	30
3)	地震工学研修に対するニーズ他	31
2.	チリの地震工学技術	32
1)	現状と問題点	32
2)	帰国研修員の現況	35
3)	地震工学研修に対するニーズ他	37
VI	地震工学研修において今後検討・改善を要する事項	39
VII	公開技術セミナーチームの総合所見と提言	41
VIII	関連資料	45
1.	公開技術セミナー実施要領	47
2.	供与文献・参考資料目録	57
3.	Questionnaire および集計結果	61
4.	公開技術セミナー出席者へのQuestionnaire 集計結果のまとめ	112
5.	帰国研修員へのアンケート調査	121
6.	帰国研修員リスト	123



## Ⅱ 派遣チームの概要

### 1. 派遣の趣旨

従来のフォローアップチームは、特定の集団研修コースの帰国研修員を主対象に実施されており、特定分野技術に係わる巡回指導の性格を持っていた。公開技術セミナーチームは、上記帰国研修員に加え、その指定コース分野を隣接する関連分野まで拡げ、対象者も帰国研修員に加え、その所属関係者および関連機関の者も含め、これらの者に対し、公開技術セミナーを実施するものである。そのセミナーチームの行う業務内容とは次のとおりである。①派遣されるセミナーチームの当該分野に関するJICA事業現状の紹介、②当該分野における技術情報の交換、③日本での研修に対するニーズの把握、④当該分野における研修コースプログラムの改善、⑤新設コース設定可能性の検討、⑥今後の研修員受入事業に係る各種提言をJICA本部に対し行う。(資料：公開技術セミナー班派遣要綱参照)

### 2. 派遣の目的

上記の主旨にもとづき派遣された今回の公開技術セミナーチームの目的は次のとおりであった。地震・地震工学分野に係わる①JICA事業、②我国の大規模地震対策等地震防災行政、③震災構造物の復旧手法等最新の地震工学技術動向の紹介、④地震活動監視技術と最近の地震学、⑤相手国の抱える問題点と我国に対する協力要望内容の把握を行うことにより今後のより効果的な協力事業の実施に資すること。

尚セミナーの対象者は、特定のコースの帰国研修員に限定せず、地震・地震工学全体の帰国研修員及び関連機関の関係者とする。

### 3. チーム構成

チームリーダー		
兼地震工学	広 沢 雅 也	建設省建築研究所国際地震工学部長
地 震 学	須 藤 研	建設省建築研究所国際地震工学部地震情報解析室長
地震工学	水 野 二十一	建設省建築研究所第4研究部住宅建設研究室長
業務調整	橋 本 東 一	国際協力事業団 筑波インターナショナルセンター研修課長代理

4. 日程及び活動記録

月	日	曜	交通手段	訪 問 先 等	活 動 内 容
9	18	金	JL-062	成田発(17:20) Los Angeles着(11:05)	
	19	土	EA-518	Los Angeles発(08:30) Bogota着(20:00) Hotel Urapanes	宿舎ホテルにて榎下JICA Colombia事務所長 と打合せ セミナー準備
	20	日			表敬・日程打合せ
	21	月		JICA事務所 日本大使館 国家計画局・国際技術協力課 Mrs. M. E. Lasprillo 課長 Dr. J. Barrera 次長 JICA事務所	表敬及び目的・セミナー日程の説明 表敬及び目的の説明 同 上 帰国研修員を加えての3者打合せ (JICA事務所とセミナーチーム) セミナー実施手順、アンケート配布・回収、分析、 パネル討議、評価方法等
	22	火		コロンビア大学工学部 Prof. A. Ospina 工学部長 工学部階段教室(セミナー会場)	表敬及び目的・セミナー日程の説明 セミナーチームの持参した参考文献の贈呈 会場での準備、フィルム映写機、OHP、スライド プロジェクターの準備 元地震工学コース研修員同窓会開催
	23	水		コロンビア大学工学部セミナー会場	公開技術セミナー開始 報告者 ①JICAの協力事業活動 橋本東一 ②JICAの対コロンビア協力 榎下事務所長 ③日本の地震防災行政 須藤 研 ④最近の地震工学技術動向 広沢雅也
	24	木		コロンビア大学工学部セミナー会場  Hotel Urapanes	セミナー2日目 報告者 ①日本の最新地震工学技術の紹介 水野二十一 ② " " 広沢雅也 ③地震活動監視技術と予知 須藤 研 Dr. Sergio 講師とMr. Williams 研究員(共に 帰国研修員)を加えアンケート分析会議

月	日	曜	交通手段	訪 問 先 等	活 動 内 容
9	25	金		コロンビア大学工学部セミナー会場	セミナー3日目 ①質疑応答、回収したアンケートを中心に ②パネル討議 コロンビアの抱える地震・地盤工学上の問題点と 日本に対する協力要望について ③評価 広沢雅也 ④閉講式 受講書授与 広沢チームリーダー、コロンビア大学副工学部長 榎下事務所長の3人による。 (Hotel Bogota) JICA事務所長と共催のカ クテルパーティでコロンビア大学関係者及び受講者 と歓談
	26	土		Bogota Plaza (p.m. 9:00-11:00)  Bogota 発(10:20) Santiago 着(22:00) Hotel La Conquistador	JICA事務所との打合せ 目的と日程について説明
	27	日		Hotel La Conquistador	3当事者打合せ (JICA事務所、チリ大学、セミナーチーム) スケジュール時間割につき打合せ
	28	月		JICA事務所  チリ大学物理数学部 フエデリコ・サンタ・マリア大学	表敬及び目的・日程の確定 (チリ大学学内紛争への対処方法及びセミナー配布 資料等について) セミナー会場準備(機材点検) 表敬及び目的とセミナー日程につき説明 2名の元帰国研修員(Mr. Carlos, Mr. Rene) と歓談する。
	29	火		外務省技術協力課課長不在で係員が応 接  日本大使館 チリ大学物理数学部土木工学部	表敬及び目的とセミナー日程について説明  表敬及び目的とセミナー日程について説明 チリ大学土木工学科の教授、助教授、助手等との意 見交換

月	日	曜	交通手段	訪 問 先 等	活 動 内 容
9	30	水		チリ大学工学部セミナー会場	公開技術セミナー開始 報告者 ① J I C A の協力事業活動 橋本東一 ② 最近の地震工学技術の動向 広沢雅也 ③ 日本における地震防災行政 須藤 研
10	1	木		チリ大学工学部セミナー会場	セミナー2日目 報告者 ① 日本の最新地震工学技術の紹介 広沢雅也 ② " 水野二十一 ③ 地震活動監視技術と予知 須藤 研
	2	金		チリ大学工学部セミナー会場	セミナー3日目 ① パネル討議 ② チリの抱える地震・地震工学上の問題点と日本に対する協力要望について ③ 評価 広沢雅也 ④ 閉講式 受講証書授与 広沢チームリーダー、チリ大学物理数学部事務長及び倉持事務所長の3人による。 J I C A 事務所長と共催のカクテルパーティでチリ大学関係者及び受講者と歓談 セミナー実施中、コロンビア側のセミナー協力者 Prof. Cassis 経由で ONEMI から訪問してほしいとの要望あり、又現在 J I C A 派遣事業部が年間3名程派遣中のカトリック大学からも訪問してほしいとの要望あり ( J I C A 事務所経由)、よって広沢リーダーと須藤が ONEMI を訪問、水野、橋本両名がカトリック大学を訪問し、各々の機関の一部を見学し、意見を交換した。 資料整理 Prof. Cassis、J I C A 事務所との懇談会 地震学参考現場見学 ( 広沢、須藤、水野 )
	3	土		チリ大学工学部 赤の間レセプションルーム 内務省国家緊急局 ( ONEMI ) Saleh 局長 カトリック大学工学部土木工学科 Prof. Riddell 他	
	4	日		Santiago 郊外	
	5	月	PA-210	Santiago 発 ( 22:00 ) Los Angeles 着 ( 06:05 ) Los Angeles 発 ( 09:50 )	
	6	火		成田着 ( 18:05 )	

5. 主要面会者(時間順、1987年9月18日～10月6日)

コロンビア国

9月19日: 榎下信徹氏(JICAコロンビア事務所・長)

S., Londono, K. (コロンビア工科大学助教授、IISEE、86年度修了生)

9月21日: 横井俊明氏(JICA海外青年協力隊員、地震専門家)

宮元均氏(在コロンビア日本国大使館・一等書記官)

色摩力夫氏(在コロンビア日本国大使)

M.E.Lasprilla, M. (国家計画局・国際技術協力課長)

J.Barrera, P. (コロンビア海外研修・技術研究所[ICETEX]、技術担当・副部長)

J.William, A. (地球物理研究所、IISEE、87年度修了生)

9月22日: A.Ospina, T. (コロンビア国立大学・工学部長)

H.A.Collazos Penaloga (コロンビア国立大学・副工学部長)

C.Gutierrez (コロンビア国立大学・工学部教授、土質力学)

A.Alarcon (コロンビア国立大学・工学部教授、地盤工学)

F.Parra (コロンビア国立大学・工学部教授、地盤工学)

L.Beltran (コロンビア国立大学・工学部教授、土質力学)

A.Sarria, M. (ロス・アンデス大学工学部・教授、コロンビア地質調査所[INGEOMINAS]地震観測網責任者)

J.W.Escobar, C., S.J. (Javeriana 大学付属・地球物理研究所所長)

S.Escallon, A. (技術コンサルタント事務所経営、IISEE、65年度修了生)

L.A.Bermudez (地質調査所地球物理部・プロジェクト長、IISEE、68年度修了生)

E.Lozano, C. (技術コンサルタント事務所経営、IISEE、70年度修了生)

G.Gonzalez, G. (技術コンサルタント事務所経営、IISEE、72年度修了生)

J.P.Vergnaud, N. (技術コンサルタント事務所経営、IISEE、74年度修了生)

A.Rubiano, V. (エッソ・コロンビア・技術設計課長、IISEE、80年度修了生)

チリ国

9月26日: 倉持寛子氏(JICA・チリ事務所長)

9月27日: J.Cassis, M. (国立チリ大学・物理数学部教授、IISEE、65年度修了生)

9月28日: R.Gallardo, U. (フェデリコ・サンタマリア大学・工学部長)

9月29日：C.Marticorena, U. (外務省・技術協力課)

M.Ramirez, A. (外務省・技術協力課)

御前(ミサキ)孝仁氏(在チリ日本国大使館・一等書記官・技術協力担当)

杉田伸樹氏(在チリ日本国大使館・一等書記官・建設関係担当)

J.Monge, E. (国立チリ大学・物理数学部教授、I ISEE、62年度修了生)

M.Astroza, I. (国立チリ大学・物理数学部、土木工学科)

M.O.Moronl, Y. (国立チリ大学・物理数学部、土木工学科)

P.Accovedo, M. (国立チリ大学・物理数学部、土木工学科)

S.Camplno, V. (国立チリ大学・物理数学部、土木工学科)

H.Musanto (国立チリ大学・物理数学部、土木工学科)

A.Barcla (国立チリ大学・物理数学部、土木工学科)

M.Pardo, P. (国立チリ大学・物理数学部・地球物理学科・地震部門長)

A.Elsenberg, G. (国立チリ大学・物理数学部・地球物理学科・地震部門)

J.Laval, Z. (国家電力局〔ENDESA〕 I ISEE、61年度修了生)

L.A.Rosenberg (国立チリ大学、I ISEE、63年度修了生)

P.Welkner, M. (サンチャゴ大学教授、I ISEE、65年度修了生)

H.A.Lee, M. (技術コンサルタント、I ISEE、65年度修了生)

M.Saavedra, S. (コンサルタント事務所、I ISEE、72年度修了生)

F.H.Vargas, A. (アムステルダム大学、I ISEE、73年度修了生)

L.I.Cruz, R. (コンサルタント事務所、I ISEE、74年度修了生)

B.H.Heim, G. (カトリカ大学、I ISEE、74年度修了生)

J.M.Cortes, F. (カトリカ大学テムコ分校教授、I ISEE、81年度修了生)

C.M.Aguirre (フェデリコ・サンタ・マリア大学・講師、I ISEE、84年度修了生)

E.Rozas, E. (セレナ大学・助教授、I ISEE、85年度セミナー・コース修了生)

R.E.Tobar, R. (フェデリコ・サンタ・マリア大学、I ISEE、86年度修了生)

9月30日：A.Lamana, P. (国立チリ大学・物理数学部、前部長)

10月2日：A.Saleh, M. (内務省・国家緊急局〔ONEMI〕・局長)

M.Molina, B. (内務省・国家緊急局〔ONEMI〕・副部長)

R.Riddell (カトリカ大学教授)

J.H.Troncoso (カトリカ大学教授)

C.Luders, S. (カトリカ大学教授)

### Ⅲ 公開技術セミナー実施内容

今回実施したセミナーの大要は下記の通りである。

1) 関係分野と対象コース

地震工学及び地震学(分野)

地震学と地震工学研修コース(対象コース)

2) 派遣国

コロンビア及びチリ

3) 派遣期間

昭和62年9月18日から同年10月6日まで(19泊20日間)

4) 派遣人数 4名

5) 関係省庁(日本側)

建設省建築研究所

6) 受入機関(相手側)

① コロンビア……国立コロンビア大学(工学部)

② チリ……国立チリ大学(物理数学部)

7) セミナーにおける講演題目

1. JICA事業概要 (橋本東一)

JICAの年報(スペイン語版を配布)に沿って、その行う事業について簡単な説明を行う。

1) JICAの事業について

2) JICAの1985年実績について

(1) 政府技術協力事業

① 研修員受入

② 専門家派遣

③ 機材供与

④ プロジェクト方式技術協力

⑤ 開発調査

(2) 無償資金協力

(3) 青年海外協力隊

(4) 開発協力

(5) その他

## 2. 日本における地震防災行政 (須藤 研)

東海地方(日本列島中央部)に想定されている大規模地震による災害防止のために制定された「大規模地震対策特別措置法」を解説し、この法の下での行政施策を紹介する。

- 1) 東海地震が想定される背景・理由
- 2) 大規模地震対策特別措置法  
警報発令、避難、救急体制、防火、他
- 3) 地震危険度監視体制

## 3. 最近の地震工学技術の動向 (広沢雅也)

我が国を中心として、最近の地震工学技術の動向として次のような事項について解説する。

- 1) 耐震規定 : 被害度判定、耐震診断、耐震補強
- 2) 地震入力 : 高密度強震観測、超軟弱地盤での地震入力
- 3) 新構法・新材料 : 高耐震性 R C 高層建物  
新木造(大断面、3階建、大空間)  
新 R C (超高強度コンクリート、鋼材)  
耐震補強構法、同評価法
- 4) 新耐震システム・解析法 : 免振構法、制震構法  
・ フレーム系地震応答解析  
・ F E M Model

## 4. 日本における地震工学の実験・観測的研究 (水野二十一)

日本の地震工学研究の特徴の一つに、実験・観測的研究が活発におこなわれ、データの蓄積が着実になされていることが挙げられる。米国の地震工学・構造工学研究と比べても、一つの特徴と言えるほどになっている。

日本における地震工学・構造工学分野の研究の以下の項目について、実験施設・設備、実験方法、研究例を紹介・解説する。

- 1) 振動実験(起振機実験、自由振動実験、常時微動測定など)
- 2) 振動台実験
- 3) 地震観測
- 4) 仮動的実験
- 5) その他(震害調査など)

## 5. 既存及び被災建築物の耐震点検法と補修補強法、及びメキシコ市におけるその試行例

(広沢雅也)

近年、日本の仙台市やメキシコ市のような大都市における多数の建築物の被害が報告されている。これに関連して既存建築物及び被災建築物を対象とした耐震安全性の点検方法や安



全でない建物の補修・補強法が問題となることが多い。そこでここでは最も代表的な構造である鉄筋コンクリート造を対象として、日本で開発された耐震点検法や補修補強法についてその概要を紹介すると共に1985年のメキシコ地震を被災した地上10階地下1階建て建物に対する適用例を紹介する。

#### 6. 地震活動監視技術と地震予知（須藤 研）

下記の項目について解説する。

- 1) 最新の技術を用いた地震観測と得られた知見
- 2) 世界の地震観測網の一翼としてのポセイドン計画
- 3) 地震源の新しい理解と地震工学への適用
- 4) 地下構造探査のための新解析技術
- 5) 上記最新技術・知見の地震防災プログラム（地震予知を含む）への適用

### 1. 実施状況

#### 1) コロンビアでの公開技術セミナー

場 所 国立コロンビア大学工学部階段教室（首都ボゴタ市内）

日 時 9月23日（水）～25日（金）迄の3日間

- ① コロンビアで地震学・地震工学を研究している機関は幾つかあり、中でも Los Andes 大学（私立）は1948年設立以来、地震学の分野で秀れた研究を続けている事で有名であるが、今回は J I C A 事務所側の事前準備で、コロンビア大学（国立で1967年設立）工学部での実施となった。同大学は11学部構成の総合大学であり、学生数は大学院生も含めると現在2万人程である。
- ② J I C A コロンビア事務所が新聞にセミナー開催の広告を2回出したところ、申込者が殺到した。セミナー会場となる階段教室の席数（170席）を考慮し、180人迄受け、それ以降の申込については、残念ながら受講を断わった。
- ③ 上記背景もあり、セミナー3日間の出席率は非常に良く、常に80%程の出席率であった。最終的にセミナーコース受講証書発行数は119名であったが、これは3日間通し出席者を受講証取得要件としたからである。
- ④ 初日の J I C A 事業実績説明では、スペイン語版「J I C A 事業年報」を資料として配布した。J I C A の行っている各種事業活動についての簡単な説明であったが、資料にはプロジェクト方式技術協力、無償資金協力、開発調査協力等の実績が年度、期間、金額入りで説明されており、それが全世界の発展途上国をほぼ網羅しているため、出席者全員に J I C A の事業規模の大きさについて新たな認識を与えることが出来た。又この J I C A 協力事業説明時に、筑波学園都市について説明しているビデオテープを使用した。これで受講者は日

本の学術研究機関の国家的整備について充分理解し、且つ感銘を受けたようであった。

- ⑤ 続く、日本における地震防災行政では、「その時を知らせるため」16ミリフィルムを使用し、日本の地震予知連絡会の実在人物登場による地震発生可能性大との仮定の下に、地震予知連絡会の招集から日本東海地方焼津地区における避難訓練について、日本の場合はこのように対策を立案し、対処しているという説明が非常に理解しやすく好評であった。
- ⑥ 初日の最後は、最近の地震工学技術の動向についてであり、各種スライドおよびオーバーヘッドプロジェクターを使用し、最近の建研での研究成果についての発表であったが、出席者全員が非常に熱心に聴講した。
- ⑦ 2日目は、日本における最近地震工学技術の紹介であり、前日に引続き建研での最新研究成果についての説明および1985年メキシコ地震による災害を建築物との関連で捉えたものであり、共に聴衆の注目を引いた。
- ⑧ この日本側の講演に刺激され、当初の打合せでは予定されていなかったが、コロンビア側から第3日目のパネル討議休憩時間に、急遽コロンビア側教授陣による講演申し出があり、チームリーダーとも協議の結果、これを実施することとし、スケジュールの時間を一部変更し、次の2つの講演を追加実施した。
  - ㊸ " Seismicity of Nevado del Ruiz Volcano and Colombian Seismotectonics " ( 20分 )  
by Luis Briceño, Associate Professor  
Physicist, PhD in Seismology
  - ㊹ " Effects of Seismic Events in Colombia and Debris Avalanches due to Volcanic Activity of El Ruiz " ( 40分 )  
by Manuel Garcia, Associate Professor  
Civil Engineer, M. Sc. C. E.

## 2) チリ大学での公開技術セミナー

場 所 国立チリ大学物理数学部 材料調査測定研究所 (IDIEM) 内 セミナー専用会場

日 時 9月30日(水)～10月2日(金)迄の3日間

- ① 初日から3日迄、コロンビアでの講演とほぼ同じように実施した。異なった点は、チリ大学では大学の公開セミナー専用会場を使用した事と、聴講者の便宜とチリでの慣行を重視し、午後2時から夕方迄の講演とした事である。(2日目は、日程調整の関係午前10時より開始した。)
- ② チリ大学での聴講者は、コロンビアよりもより専門家が多いという感じであり、パネル討議、質疑応答もコロンビア大学でのような熱気は感じられなかった。この理由としては、チリ大学では、出来るものと出来ないものについて、要請可能なものと要請が難しいものについて

の認識を各人がかなり持っているためと推察された。

各人がかなり持っているからと推察された。

- ③ 聴講者数は延べ160名に達し、内147名に対し、セミナー受講書を授与した。
- ④ 閉講式後、大学の赤の間レセプションルームで、チームリーダー主催のカクテルパーティを開き、セミナー講演の成功を祝ったが、受講書を受けたほとんどの全員が出席し盛大であった。このパーティには、\*解任された物理数学部長（土木工学科を含む学部である）も出席し、我々を含め旧知の大学教授達と歓談していた。更に現在JICA派遣事業部が専門家派遣中のカトリカ大学工学部土木工学科の教授達や、帰国研修員のいるフェデリコ・サンタ・マリア大学土木工学科の教授陣も出席し、有意義で盛大な懇親会となった。

\*この夏以来チリ大学では学長（軍出身）と教授陣の対立があり、この関連で我々セミナーチームの滞在中の9月29日に物理数学部長が解任された。今回のチームが携行した参考文献、講演者の論文集等は前日の9月28日に贈呈していたのは不幸中の幸いであった。

### 3) チリでの公開技術セミナー実施方式について

- ① チリではJICAチリ事務所が、元OTCA時代の帰国研修員であるチリ大学のProf. Cassisをチリ側中心人物として選任し、彼を中心に事務所側が事前準備をしていたので、この態勢を継続してセミナーを実施することとした。よってProf. Cassisと広沢チームリーダー間の合意による公開セミナー運営という方式となった。
- ② 使用語は英語とスペイン語とした。
- ③ 日本側発表は全員英語で行った。Prof. Cassisの見解では、出席者の60%近くは英語を充分理解するとの事であるので、コロンビアの時のような技術講演時の英語→スペイン語への逐次通訳はなく、講演者の持時間全部を英語で講演した。このため講演内容も増えコロンビアの時よりも約2倍量の発表を行う事が出来た。
- ④ パネル討議時には、議長団を設定して進行した。（日本側から水野、橋本が、チリ側からはProf. Cassisが参加した。）が参加した。）
- ⑤ 質疑応答、パネル討議時のスペイン語から英語への通訳の役割をProf. Cassis 研究室の大学院生2名に依頼した。この2人は、スペイン語で書かれた聴講者アンケートの翻訳も行い、チームに対する貢献は非常に大きかった。

## 2. パネルディスカッションの討議内容他

### 1) コロンビアでのパネルディスカッション

第2日目全レクチャー終了時に回収した出席者へのアンケート、レクチャー内容についての質問表、コンサルティングフォーム（以上3編添付資料参照）に基づいて、第3日目のセミナー

一の準備を行った。

すなわち、アンケート中の「最も望ましいと考える技術協力の課題は？」の回答を分析してパネルディスカッションのテーマを決めた。テーマは、①地震計（地震学の目的のための）と強震計、②アレイ観測と地震計もしくは強震計のネットワーク、③上記の①、②を除く実験・測定法、④研修と技術協力関係、⑤その他の5つである。

また、各レクチャーに対する質問に対して担当者が回答した。しかし、時間の関係上、全部の質問に答えることはできなかった。

コンサルティング用紙には多くのコンサルティング（技術相談）があったが、これについては時間の関係上、全て割愛せざるを得なかった。

#### (1) 質問表への回答

技術協力関係（橋本担当）では、「ずっと技術交流をしたいが？可能性は？」、「技術援助をしてほしい」、「一般的な技術協力の方法は？」、「コミュニケーションのスピードアップをして欲しい」などの質問に対して、「各研究者・各研究機関ごとの情報交換など技術交流は自由にしていただいて良い。ただ予算が要る場合には政府間の協定が必要である」の一般原則の説明の他、JICAのプロジェクトタイプの進め方、技術協力の機関ごとに日本での担当省庁が異なることなどを回答した。

他に「住宅の大量生産の関係では日本はどこかと技術協力をしているか？」という質問があり、「現在のところプロジェクトタイプの技術協力はしていない」と回答した。

建物、特に鉄筋コンクリートの震後復旧・規模など、約20の質問について広沢団長が個別に回答した。次いで時間の関係上、地震学関係、構造実験法関係の代表的な質問に対し、各々須藤、水野団員が回答した。

地震学関係では横井俊明氏（青年協力隊としてコロンビアに在任中）を紹介し、携行した日本語図書の活用など横井氏に相談して欲しい旨の説明があった。

#### (2) パネルディスカッション

広沢団長の基調報告とテーマの紹介の後、橋本および水野両団員、Londono（1986-87地震工学サブコース帰国研修員）、William（1986-87地震学サブコース帰国研修員）の議長団の下でディスカッションを行った。ディスカッションの多くはスペイン語でなされ、Londono、William、榎下JICAコロンビア事務所長の通訳で、日本側はディスカッションの内容を理解した。日本側が発言する時は英語で発言し、通訳によるスペイン語表現とした。

テーマ①、②「地震計・強震計・アレイ観測・ネットワーク」

コロンビアの地震観測・強震観測の現状について、コロンビア各機関の人から以下の説明があった。

ハベリアナ大学地球物理学研究所では、自前の地震観測点6点を管理している。この研究所が最も古くから地震観測をしているようである。さらに1985年のネバド・デル・ルイス火山の噴火を契機に、地質調査所の管理の下で、スイス・カナダ及び国連の援助によるネットワークが建設されつつある。(これに対し、ハベリアナ大学地球物理学研究所関係者はコロンビア全土の観測体制の充実の重要性を指摘した。)

一方、強震観測は、1979年テムコ地震( $M_s = 7.9$ )を契機に、加速度記録の採取努力が始まり、公式には18地点(別の意見では24地点)に強震計が設置されている。これ以外に外資系の企業などに相当数設置しているため、正確な数の把握が難しい。(これに対し、これらの記録が公表・活用されていないことに対し、William氏より不満の意見が述べられた。)

強震計が計30台ほど設置されているが、地表面における強震動把握のために設置されたもので、建物など構造物などに設置されているものは無い。メデリン市において強震記録が採れたが、不幸にして記録は失なわれた。(これらの情報は、ロスアンデス大学土木工学科教授サリア教授の発言による。)

最後に、広沢団長より、「政府間のプロジェクトとするには、どの機関が担当するのかなどコロンビア国内における調整が必要であり、また実現可能な提案を作成することが必要であろう。」とのまとめの発言があった。

#### テーマ③「①、②以外の実験・測定法 (Instrumentation)」

耐震規準充実のため、実験測定用の機材の供与が有効であるとの発言があった。ボコダの地盤条件はメキシコシティより悪く、GL-100mまで非常に軟弱であるので、震害に及ぼす地盤の影響についての情報が得られるような機器、具体的には土質三軸試験機、振動台などの供与が有効である旨の発言があった。さらに、動土質研究センター (Center of Soil Dynamics) を国立大学に設立して、プロジェクト研究をしたい旨の発言があった。

構造物関係では、公共建物の耐力診断、集合住宅の補修・補強、耐震規準改訂への協力について要請への提案があった。また、構造動力学分野での Instrumentation、具体的には振動台の要請があった他、実在する建物でのテストがまず必要である旨の発言があった。これに関連するものとしては、国立中央銀行の職員から高密度な、ローコスト住宅建設プロジェクトを起こして欲しい旨の発言があった。

この他には、視聴覚教材の供与を望む発言があった。

#### テーマ④「研修と技術協力関係」

ロスアンデス大学工学部土木学科のサリア教授 (Prof. Alberto Sarria Molina) から、強震計のナショナルネットワークを日本側に要請したい旨の発言があった。これに

対し、日本側から「要請を伝えるので、日本において検討されるであろう。我々チームには要請を伝えたり、推せんすることはできても決定権はない。日本政府が決めることである。」の発言があった。関連するものとして、教育目的のための土質の動的三軸試験機、観測機器の供与をして欲しい旨の発言があった。

この他には、ピエホ・タルデス・トリマ火山地域下の地震探査のための研究プロジェクト、地震災害低減のための研究プロジェクトの要請があった。

#### テーマ⑤「その他」

これまでのコロンビア政府・日本政府間のプロジェクトには、地震工学研修の帰国研修員が参加していないので、彼らが参加するパイロット研究プロジェクトをしてはという発言があった。

技術者だけでなく建築家 (Architect) にも、I I S E E (建築研究所国際地震工学部) は教材を準備して送って欲しいとの要請があった。

最後に、地震工学研修の帰国研修員サンティアゴ氏 (1964-65 地震工学サブコース帰国研修員) より、締めくくりの発言があった。

#### 2) チリでのパネルディスカッション

パネルディスカッションのテーマの選定は、コロンビアと同様な方法で決めた。テーマは、①建物の耐震設計、②地震観測とマイクロゾーネーション、③実験・測定機器 (②の項目を除く)、④その他 (研修、セミナー、その他の技術協力) である。

なお質問表についての回答、コンサルティングフォームによる技術相談は時間の関係上割愛した。

パネルディスカッションの議長団は、橋本、チリ大学土木工学科構造工学コース、カシス教授 (Prof. Juan Cassis Mohor, 1964-65 地震工学サブコース帰国研修員)、水野 (記録担当) により構成された。テーマ選定の経過報告の後、パネルディスカッションに入った。

#### テーマ①「建物の耐震設計」

議長カシス教授の指名により、チリ大学土木工学科構造工学コースのモンヘ教授 (Prof. Joaquin Monge Espineira, 1961-62 地震工学サブコース帰国研修員、Chilean Association of Seismology and Earthquake Engineering [ACHISINA] のメンバー) により、チリの耐震コードの説明がなされた。

すなわち、チリには北部・南部・海岸の3つのサイズミシティの区分があり、設計スペクトラはATC-3に似たものである。すなわち、ダグテリティにより低減係数が決められている。高さ方向に偏心と不連続性を考慮に入れてある。非構造部材は3つのグループに分けられている。地盤と基礎についても規定がある。などの説明がなされた。これを5つの委員会で検討中で、1ヶ月位後で公表されオープンディスカッションされるとの説明であった。

この説明に対し、会場から「産業用建物はコードに入っているか?」、「震後の補修・補強は入っているか?」の質問が出た。前者・後者の質問への回答は各々「Yes」、「No」であった。

チリ大学建築学部 (Faculty of Architecture, Institute of Experimental Stability) のサンチアゴ・アリアス教授 (Prof. Santiago Arias, ACHISINA のメンバー) が、補修・補強について広沢団長のコメントを求めた。即ち、「骨組全体のダクテリティを評価することは可能か?、評価は Analytical に行われるのか?」の質問があり、広沢団長が「適切に評価することができる」と答えた。「チリの基準には建物の高さ制限・階数制限はあるのか?、耐震規準はどんな建物高さに対しても安全にしうるのか?」という質問があった。それに対し、モンヘ教授が「ATC-3、SEAOCコードを基に、チリのコードを策定した。高さに対する水平変位の制限はない。ただ木造は3階建までである」と、広沢団長が「日本においては高さの制限がある」とそれぞれ答えた。フェデリコサンタマリア大学のカルロス・アギール助教授 (Carlos Aguirre, 1983-84 地震工学サブコース帰国研修員) より、「日本では特別タイプの建物に対して特別の審査委員会がある。チリには同様な委員会はないのか?」の質問があり、モンヘ教授が「それは良い考えだ」と答えた。「日本では構造種別について高さと関係づけられた制限がある。チリではベースシャー係数  $C = 0.2 \sim 0.3$  の規定があるだけだ」の発言があった。

会場から、「日本の規準では鋼材に対しては低減があるのか?」の質問に対し、広沢団長が「鋼材はダクティルな挙動をするので、保有耐力の算定で低減係数がある。鉄筋コンクリート、鋼構造ブレースの構造特性係数  $D_s = 0.3$  に対し、通常の鋼構造は  $D_s = 0.25$  である、解析的な研究、実験的研究の結果からこれらの値は決められた」と答えた。モンヘ教授から「鉄筋コンクリートの耐震壁のダクテリティはどのようにしているか?」の問に対し、「データもあるし、規定もある。しかし英文の Version は未だない」と答えた。会場から「チリでは実験的研究が少ない。特に鋼構造部材と接合部、それに産業用建物が少ない。技術協力をして欲しい」と発言があった。

チリ大学土木工学科のサラージン教授 (Prof. Mauricio Sarrazin A) が、Base Isolation (免震装置) について発言した。なお、カリフォルニア大学のケリー教授 (Prof. James M. Kelly) が1ヶ月程前にチリに来て、Base Isolation のレクチャーを行ったとのことである。「ロスアンゼルスで5階建のコミュニティセンターに Base Isolation が仕込まれている。3,500万米ドルの総工費で、Base Isolation は総工費の3%である。病院では非常に高価な医療機器がある。Base Isolation を設けると、応答加速度が地表又は地盤より小さくなることもある。またニュージーランドにおいても免震建物がある。日本ではどうなっているのか?」の問に対し、水野団員が「日本では現在約10

棟の免震 (Base Isolation) 建物が建設されており、地震観測を実施中である。観測データも蓄積されつつある」と、広沢団長が「日本の耐震コード (建築基準法) では、新しい構造・材料に対して特別の研究・評定を、日本建築センターで行っている。それに対して建設大臣が認定をすることになっている。免震建物についてはこのような審査が要求される」と回答した。

フェデリコサンタマリア大学のカルロス・アギールから、「チリでは実験的研究が少ないので、建物のダクテリティ、実大寸法の構造実験について日本側は情報を提供して欲しい」との発言があった。建築家クルーズ (Luis Ignacio Cruz Romero、1973-74 地震工学コース帰国研修員) より「仕上げ、セメント・モルタル、合板など住宅建設に関わる全ての面で、日本側は協力してほしい」との発言があった。これに対して水野団員が、「チリの木造住宅の技術について JICA ベースで建築研究所のグループとプロジェクトが進行中である」と答え、またカシス教授が、「組積造が良い」と発言した。

#### テーマ②「地震観測とマイクロゾーンネーション」

チリ大学土木工学科構造工学コースのサラゴニー教授 (Prof. Rodolfo Saragoni H.) が、チリの強震観測の現状について報告した。

強震計は主に地表面に設置している。岩盤上に設置してあるもの、地中に設置してあるものもある。2Gまで記録できる (地球物理学科訪問時のディスカッションによれば、米国キネメトリックス社製 SMA-1 が主であるようである)。

1985年3月3日のバルパライソ近くの海中を震源とする地震 ( $M_s = 7.8$ 、 $m_b = 6.7$ ) で、35ヶ所の強震記録がとれている。震源から40km程の Melipia では水平加速度が0.67G、それより震源に近い Lolleo では鉛直加速度が0.85Gであった。ペルー国境に近い Arica でも水平加速度が0.33Gであった。なお、強震計はチリ大学土木工学科、地球物理学科の保有分で約7割を占め、その他の会社がダムなどに設置している。

カシス教授 (議長) が、「Arica は大地震がおきる可能性が非常に高い。このあたりに地震予知の強震計 National Array (国立の強震観測網) を設置すると良いと思うが…」と発言した。これに対し、須藤団員が「各国への予算には限りがある。何台の機器が必要か？、どの場所が適切か？、が重要なポイントである。また歪の蓄積がどれ位かも重要なポイントである」と発言した。さらにサラゴニー教授が、「チリと日本は共に沈み込み地帯 (Subduction Zone) であるが、チリは一方が海であり、日本は周りが海であるので、歪の蓄積量がちがうでしょう」とコメントした。これに対し、須藤団員が「多くの差異はない。ただ違うのはプレートの運動速度が違うので、歪の蓄積速度などは違って来ると思う」と発言した。

内務省国家緊急委員会 (ONEMI、日本の国土庁に相当) のモリナ氏 (Manuel



Molina Boasi、科学技術庁国立防災科学技術センターが担当している、防災セミナーの帰国研修員)が、「今日の午前に広沢・須藤両氏に National Civil Defense System を説明した。強震計のネットワークを計画している。ただ予算が充分でないので、JICAが技術援助して欲しい。また、緊急の場合にはどのように対応したら良いのか？」と発言した。これに対し、須藤団員が「チリは13の地域区分があるが、8台の地震計で充分か？、なぜ8台なのか？」と質問した。これに対しサラゴニ教授が、「地震学者(Seismologist)が答えるのが最善だと思うが、私が代って述べる(パネルディスカッションには、地球物理学科の地震学者は他のミーティングに出席のため欠席した)。チリは現在ネットワークを持っていない。第一の優先順位は、第一段階のネットワークだ。これは研究の目的のものではない。Aricaでは震央さえ決定できない。あくまでfirst stepのものだ。8ゾーンというのは、震央解析のため情報を得るためである。ONEMIとチリ大学地球物理学科でプロジェクトを計画している」と答えた。また、バルパライソ・カトリカ大学建設工学科ハイム教授(Balduar Hans-Karl Heim Gessner, 1973-74 地震工学サブコース帰国研修員)が、「チリの地震防災のため、マイクロゾーンネーションに有効な情報を提供するネットワークにして欲しい」旨の発言を行った。

須藤団員が、「チリは細長い国なので、震央決定のためには、場合によってはアルゼンチンに置いた方が良いだろう」とコメントを追加した。

チリ大学地球物理学科の学科長をしていたウエルクナー元教授(Prof. Peter Welkner Mattensohn, 現在は Consultanting Civil engineer, サンチアゴ大学非常勤教授、1964-65 地震学サブコース帰国研修員)が、「15年前に計画を立てた。その時は少なくとも5観測点と考えた。現在の案は皆さんが話したとおりだ。チリは Seismic risk が大きいので、機器が必要だ。けれど我々には金がない」と締めくくった。

テーマ③「実験・測定機器(②の項目を除く)」

チリ・カトリカ大学土木工学科構造工学コースのトロンコソ教授(Prof. Jorge H. Troncoso, 1987年地震工学セミナー(11月)に来日予定)が、土質動力学の分野について、「地盤の情報がなければ、強震記録の詳細な検討はできない。そのためには、ローカルな地盤情報—地震基盤(bed rock)の深さ、水位、土の特性、せん断弾性係数、減衰定数—などが必要である。だが、チリでは地盤条件(Soil condition)の情報が欠けている。その意味で現場における土質調査(Soil Investigation in Situ)に力を入れるべきと考えている。高い歪レベルで行うクロスホールテスト又は衝撃テスト(Cross Hole Test in High-Strain Level, or Impact Test)と精密なデータ収録装置が必要である。」と発言した。これに対し、水野団員が「高い歪とはどの程度の歪か？、孔の間隔は？、どこの機関で開発されたものか？」と質問した。「歪のレベルは10~1%で、孔の

間隔は1mである。米国の原子力関係の機関が開発した」との答であった。また「チリの地盤条件は、そんなにわかっていないのか？、わかっている場所は？」の水野団員の質問に対し、「Santiagoは礫の地盤である。それにConceptionである程度わかっている。ただともに動的性質の情報に欠ける」との答えであった。

ウエルクナー教授が、「将来、強震記録を100データほどに増やしたい。しかし、強震計の数が充分ではない。強震計といままで採れた全記録をデジタル化する機器について協力して欲しい」旨の発言があった。これに対し、水野団員が「どの機関が強震計を受け入れるのに適切か？私共はチリについてあまり知らない」、須藤団員が「1985年の地震のAricaについて、全ての地震記録を持っているか？」と発言した。須藤団員への答えは「No、加速度記録は技術者が、他の記録は地震学者が持っている」であった。

トロンコソ教授が地盤情報について、「Santiagoの標準貫入試験(SPT test)の結果は良くない。なぜなら地盤が礫まじりで、モンケンが礫にあたると貫入できない」と追加のコメントをした。

#### テーマ④「その他」

議長のカシス教授が、「1985年3月の地震後の補修・補強について私共は文献をさほど持っていない。多くの人をもっと専門的なことを知りたがっている。日本はこの分野ですばらしい仕事をしている。私共は補修・補強について経験がない。土木・建築分野の書籍でも、ほとんどこの情報はない。この情報は長い間必要とされて来たものだ」と補修・補強のテーマを取りあげた。

チリ大学土木工学科構造工学の元教授であり、現在Minmetal社に勤めているカルカニ氏(Prof. Enrique Calcagni A.)が、「私も文献供与を望む。補修・補強には多くの機器が必要だ。Valparaiso港には、日本製のクレーンがある。チリには近い将来原子力発電所は要らないだろう。日本は火力発電所、ボイラーステーションについて多くの経験がある。また、チリは銅の大量産出国で、大規模な鉾石粉碎機(Large-Size Mill)は多くの問題をかかえている。これらの解決にあたっては、ほとんど情報がない。これらの分野での技術協力プロジェクトか、情報提供をして欲しい」という発言があった。これに対し、広沢団長は「日本では電力会社、ガス会社が施設と保安システムについて独自の規準を持っている。建物については、私共にもガイドラインがある」と答えた。

カルカニ教授が、「チリの法律により、電力会社が民営化された。しかし、電力施設など大規模な構造物には何の規準もない。共同研究プロジェクトをしてほしい。振動台も有効な機器である。情報提供してほしい」と発言した。

議長カシス教授が、「技術協力は有効であるが、どんな形の技術協力が適切か？」と発言した。

建築家パロディ (Paoieno Parodi)氏が、「地盤と構造物の動的相互作用を考慮すると、全体の設計は経済的になるのか？」と質問した。水野団員が、「一般的に、特に低い剛な建物では、動的相互作用の効果により経済的になる。しかし、設計のためには、未だ多少データ・情報が整備されていない」、広沢団長が、「動的相互作用の効果を生かす設計に盛り込むための研究・資料整理が日本で行われている」と答えた。

議長カシス教授が、「ロゼ教授 (Prof. Rosset、米国テキサス大学)が、この分野の研究をしているが、もっと多くの情報・資料が必要である」とまとめた。

カシス教授が、「技術協力について第一には、このような技術ミッションを定期的に派遣してもらうことである。直接にコンタクトすることは論文を読むより有効であるし、異なる経験を交換しながらディスカッションするのは国際親善にもなる。第二には、チリの学生を日本へ呼んでいただくことだ。個別研修 (上級研修)、隔年開催の1ヶ月の地震工学セミナー、1年間の集団研修のタイプがある。もっと多くの人々が地震工学研修に参加すると良い」と述べた。

カルカニ教授が、「一つの提案をしたい。チリの公立の (official) 研究機関と何らかの研究プロジェクトを設けることである」と発言した。

モンヘ教授が、「日本では二つのベースシャー係数、すなわちサービスビリティに対しては、ベースシャー係数 0.2、安全性に対してはベースシャー係数 1.0 となっている。将来、私共もとり入れたいと考えている」と発言した。これに対し、広沢団長が「6年前の規準では、震度 0.2 の規定であった。終局耐力とダクテリリティについて私共は多くの研究をし、モンヘ教授の言われたように改訂した。1968年十勝沖地震で、多くの学校建物が被害をうけた。この経験から、ベースシャー 0.2 は許容応力度設計法用、ベースシャー係数 1.0 は崩壊モードチェック用とした」と答えた。

ウエルクナー教授が、「発電所、特別な建物について、二つの方法で焦点をあてることができる。第一の方法は確率論的あるいは統計的な方法であり、これはいくらかの Seismic Risk を受け入れることになる。第二の方法は最大限考えられる地震に対して、決定論的な解析をすることである。この方法は、より高い余裕度 (Margin) がある。現実の最大ピーク加速度と耐震設計用加速度の比は 2~3 と思う。ある種の機器では現実の最大ピーク加速度でチェックする必要があるのではないか？」と発言した。

これに対し、水野団員が日本の耐震コードの歴史について、「日本では1923年の関東地震の後で、静的な等価地震荷重の規定が耐震コードに導入された。この規定は6年前の改訂まで本質的に手を加えられなかった」と、広沢団長が現在の耐震コードについて、「日本では重要な建物について、特別な係数の割り増しを行わない。チリでは 1.1~1.3 の重要度係数でしょうか？」と答えた。

議長カシス教授が、「機材関係では、強震計の台数を増やしてほしいこと。チリ大学にも常時微動測定装置システムが欲しいこと。起振機はチリにもあるが古いので、新しい起振機が要ること。地震波処理用にディジタイザーが要ること。振動台とそれを維持・運転する予算などを要望したい」と述べた。

モンヘ教授が、「木造建物については日本は多くの蓄積がある。木造建物(住宅)の建設での協力が欲しい。建築研究所は木造建物(住宅)のプロジェクトをしているのか?」と発言した。これに対し、広沢団長が「近年になって、木造合板パネルを使った木構造、2×4プラットフォーム木構造が開発された。木造についても多くの実験をしている」と答えた。

オネロビッチ氏(Jorge Onerovich)が、「地震学・地震工学の他の文献(書籍、論文他)が欲しい」と発言した。これに対し、須藤団員が「全ての文献が英語で書かれているわけではない」と、広沢団長が「多忙で、翻訳する時間が十分にはない」と述べた。

カルカニ教授が、「火力発電所におけるフライアッシュの利用法について私共は経験がない。何か資料はないか?」と発言した。これに対し、水野団員が「私の専門ではないが、フライアッシュはある種のセメントに添加されるとか、コンクリートの増量材として利用されている」と答えた。

コンセプション大学ピノ教授(Prof. E. Pino)が、「日本語の文献をスペイン語に翻訳して欲しい。そうすれば、チリの人に大変役立つ」と発言した。これに対し、橋本団員から「現段階では日本では英語の方が正確なものとなる。英語の出来る人が今は多くなっているから。しかし、スペイン語訳となると、日本でスペイン語が英語程普及していないので、翻訳する人も少なく、かつ値段も英語訳よりも50%程高くなり、また時間も余分にかかると思われる…。したがって、今のところは英語訳が主になってしまう」と発言した。

### 3. セミナーの評価

今回実施したコロンビア及びチリの両国における公開技術セミナーは次のような諸点で評価される。

#### 1) セミナー開催時期とあわせて開催国の選定が適切であった。

今回、セミナーを実施したコロンビア及びチリの両国は、建設省建築研究所国際地震工学部で実施している集団技術研修及びその上級研修コースへの研修生を多数送り出している国(チリは延べ22人、コロンビアは14人)である。同時にコロンビアでは1985年にネバド・デル・ルイス火山の噴火、チリでは同じく1985年3月にマグニチュード7.8のバルパライソ地震を被災し、多数の犠牲者と共に、莫大な経済的被害を被った経験を有する。

同じ1985年には近接するメキシコにおいて、メキシコシティの近代的建物が多数崩壊するという大地震を被災したことと併せて、両国では地震や火山及び津波等の自然災害の軽減に関

する、国、国民、技術者及び研究者の関心がきわめて高い状況にある。

このような場所及び時期を選定し、セミナーを実施したことについては、セミナーをより効果的なものとするためにきわめて有効であったと評価される。

2) 講義の内容及び教材等の選定が適切であった。

地震学及び地震工学に関する両国の技術レベルはそれぞれのトップレベルを見ると世界的にも相当の水準に達している。両国の抱える問題は共に、技術者等の層が薄い上に、教育、技術研究機関が少なくかつ必要な予算及び研究施設、観測機器等が明らかに不十分な状況にあることである。これらのことから、彼等が自ら、自国に適した最新の技術開発を行うことは不可能に近いので、自づと先進国の技術情報に頼らざるを得ない。

今回のセミナーでは最新の地震防災行政、地震活動の監視と予知技術、地震工学分野における新材料、新工法、新システム等の技術開発及び最新の実験施設、設備、実験手法等を主な内容とする技術情報を紹介した。また、これを紹介するために多数のスライドやビデオフィルムを用いると共に、講義では時間的にふれることのできない詳細を記した多数の技術論文を持参して、それらスライドとともに両国に供与した。

以上のような講義の内容が両国の技術的背景に照らして適切であったこと、また、それらの説明に用いた視聴覚に訴える教材の効果が大きかったことについては多くの参加者から高い評価が得られた。

3) セミナーで用いた言語の選定が適切であった。

セミナーで用いたテキストは一部のものを除いて英語により作成したが、両国の母国語は共にスペイン語である。このため、セミナーでの講義や討議に用いる言語については、セミナーへの参加者の理解を得るための最も基本的な条件として重要視し、両国の実情を十分に把握してから臨むという方針をとった。その結果、特に講義については、コロンビアでは英語からスペイン語への逐次通訳とし、チリでは英語のみとした。また、討議については両国共ほぼ講義に近いものとしながらも、適宜スペイン語で通訳した。

セミナーの評価に関するアンケートの結果では、チリにおいてセミナーではスペイン語を使ってもらいたかったとする一部の意見があった（しかし、全体として考えれば二者択一で、問題はなかったと思われる）ことを除いては、言語の上での問題点の指摘は殆どなかった。

派遣チームの講師がその国の母国語で講義することが最善ではあるが、それが不可能な場合には多少講義で伝える内容量が時間的に制約されるというマイナス面があっても、今回のようにセミナー参加者の語学能力に応じて柔軟に対応することが次善の策として重要な事項であると考えられる。

4) セミナーへの参加者が多数であり、かつ参加者の大多数が全期間出席した。

今回のセミナーは両国でそれぞれ技術講演が2日間、参加者全員による検討会が1日間とい

うことで延3日間に及んだ。これらの3日間のセミナーへの参加者数はコロンビアで約180人、チリで約170人に達した。また、これらの参加者の内3日間通じて参加して修了証を交付された者はコロンビア及びチリでそれぞれ約120人及び約150人に及ぶ。

これらの参加者の多くは講義をきわめて熱心に聴講すると共に、第3日目に行われた自国の技術的問題とその解決のための方策に関する討議にも積極的に参加し、かつ、他の参加者の意見を傾聴した。これらの聴講内容等に対する参加者の意見は今後の技術協力に対する提言と共に、アンケートによって調査した。

このように3日間という技術セミナーとしては長時間に及ぶものであったのにもかかわらず多数の参加者が得られ、しかもその多くが全期間出席したこと自体今回のセミナーの高い評価を物語るものである。

5) 多数のセミナー参加者により望ましい技術協力について熱心な討議が行われた。

セミナーの参加者に対し、自国の抱える技術的問題とその解決策に関する意見を求めるアンケートを実施し、アンケートの回答を分析して得た事項を軸として、セミナー参加者全員による自由討議を行った。この結果、チリ及びコロンビアが抱える技術的問題と共に、その解決のために必要な方策とそれらの内、日本を始めとする諸外国からの技術協力に待たなければならない部分を明らかにすると共に、参加者全員がこれらの事項に対する認識を新たにした感がある。

6) 以上の諸項に記したように、今回の公開技術セミナーの成果は十分に高く評価されるものである。

#### 4. セミナーの成果

今回の派遣チームによる公開技術セミナーの成果は次のように要約される。

- 1) セミナーの講義により我が国の最新の技術情報を両国に提供することができた。また、多数の技術資料の供与によりセミナーの講義内容を補った。
- 2) コロンビア及びチリ両国における地震学及び地震工学分野に関連する現状として、両国の建築物の多くは耐震的に疑問が残る建築物であり、これらの改善等のために両国が多くの努力を払おうとしていること等をセミナーの討議及びアンケートを通して把握することができた。
- 3) 両国における当該分野の問題点として、a. 必要な人材が少ないこと、b. 教育・研究機関が少ない上に、必要な予算、研究施設及び観測機器等が不十分であること、c. そのために、外国等で得た研修の成果を生かせないことも少なくないこと、d. これらのために必要な地震防災対策を十分には講じることができないこと、等をセミナーの討議及びアンケートを通して把握することができた。
- 4) これらの問題点の解決のためには、人材の育成、施設及び機器の供与の面で外国からの技術

援助、協力が不可欠であることを理解した。

- 5) 上記の問題点の解決のためには、現在、実施中の地震学・地震工学に関する1年間の集団技術研修、及びその上級研修としての地震工学セミナーや個人研修がきわめて有効であること、またそのフォローアップとして、a. 上級研修の充実、b. 最新技術資料配布の定期化、c. 公開技術セミナー等のきめ細かい実施、d. 帰国研修生をサポートするためのきめ細かい、必要最低減の機材供与及び、e. 国全体としての地震防災対策の確立に資する研修への参加や地震観測網の充実のための観測機器等の供与等に対するニーズがきわめて高いことを把握した。

## IV 地震学・地震工学分野の国別現状

### 1. コロンビア国における地震学分野の現状と問題点

#### 1) 現 状

機関・組織：

##### ① ハベリアナ大学付属地球物理研究所

スタッフ数；8名

地震観測点；6地点（これに加えて米国によるSRO、WWNSSの観測所がボゴタにある。）

（注）上記大学は日本の上智大学に相当する上流階級の子弟を対象とする私立大学である。この私立大学が同国での地震観測の責任を担っている。そのため、観測所のスタッフ数人は国から派遣されている国家公務員であり、例えば、セミナー時に通訳をしたJ. Williams氏は大蔵省・地理研究所からの出向である。

##### ② 地質調査所（INGEOMINAS）

地震関連スタッフ数；不明（極めて少数）

観測点；下記

コロンビア国は85年のネバド・デル・ルイス火山の噴火を契機に積極的に外国の援助の獲得に努めて来た。その結果現在、スイス、カナダ、国連が夫々同国内に観測施設を建てることとなっている。

特にスイスによる観測網は南部のカリ市に展開されており、JICA青年海外協力隊員の横井俊明氏（京都大学・卒、地震学修士）が指導を行っている。

これらのデータは地質調査所にテレメータされ、コンピュータ処理される。87年9月の時点で同調査所内に国連によるコンピュータ室が建造されつつある。

（注）上記の各国地震観測援助プログラムの整理・計画・アレンジは地質調査所に地震の専門家がいないためロス・アンデス大学教授のサリア教授を委員長とする委員会が調査所内に設置され計画の立案・推進・調整等を行っている。

##### ③ ロス・アンデス大学、国立コロンビア大学、他

もっぱら、地学現象の教育に携わっており、防災施策の一翼を担っていないようである。

地震防災教育は皆無といってよいとのことで持参したフィルム（「その時を知るために」）は大きな衝撃を与えた。

#### 2) 問題点

問題点はミッションに寄せられた技術援助要請に端的に見られるので、以下にその内容を列記する。



① 機動観測用ポータブル地震計の供与

群発地震・余震観測に対応するための機動観測用ポータブル地震計が現在1台も無いので、少なくとも10台程度の供与を望んでいる(地球物理研究所)。

② コロンビア北半分の観測網

上記の国連等による観測網は被害地震をしばしば起こすブカラマンガ地区等、ボゴタからカリブ海までのコロンビアの北半分の地域をカバーしていない(これは、83年にパパヤン地震( $m_b = 5.5$ )が南部に発生し、1,000人(NEIC\*によれば約350人)の死者を含む大災害をもたらしたため、国連等の援助も南部に集中したことによる。日本国に対してこの地域での観測網設置援助を期待している(地質調査所)。

\* NEIC (National Earthquake Information Center)

③ 強震観測網

同国は84年に耐震コードを策定したが、そのための基礎データ、とりわけ加速度の距離減衰曲線が自国の測定でないという不安を抱いている。これを得るための強震観測網の設置についても日本の援助を求めている(地質調査所)。

④ ビエホ・タルダス・トリマ火山の深部構造探査

85年のネバド・デル・ルイス火山の噴火に続いて現在標記火山が不気味な挙動を示している。地震学的手法で監視を行うには、まず火山下の物理構造を知らねばならない。このプロジェクトを日本の援助で実現することを希望している(地質調査所)。

2. コロンビア国での帰国研修員の現況

14名の全I I S E E卒業生の内4名は地震学コースに参加したものである。この内消息を把握できたのは下記の2名であった。

L. A. Bermudez (地質調査所地球物理部、I I S E E、68年度修了生)

地質調査所の地球物理関係のプロジェクト立案の責任者として活躍中。

J. William, A. (地球物理研究所、I I S E E、87年度修了生)

大蔵省付属地理研究所(税金対象の地籍管理のため大蔵省の管轄下にある)からハベリアナ大学付属地球物理研究所に出向している。I I S E Eでの研修は同氏の視野を飛躍的に拡大した。研究所スタッフに良い刺激を与え、同所長も感謝している。

3. 日本での地震学研修に対するニーズ

指導的立場にある人は日本での地震学研修に強い関心と研修生受け入れの希望を表明した。同国での地震危険度を国民全体の認識とするためにはまず地震を知る人の数を増やすことを第一義と考えている。しかし、帰国研修員は一樣に折角日本で獲得した技術・知識が地震観測手段の欠

如のために活かさないことを指摘している。実際ネバド・デル・ルイス火山では噴火前の前兆を体感地震によってのみ察知するしかなかった。

#### 4. チリ国における地震学の現状と問題点

##### 1) 現 状

機関・組織：

##### ① 国立チリ大学物理・数学部地球物理学科・地震学教室

スタッフ数；15名程度（大学院生を含む）

地震観測点；14地点（内10点がサンチャゴ周辺に集中している）

ポータブル地震計数；4台

（注）内務省国家緊急局（後述）が所掌する同国での地震防災諸施策の中で地震危険度監視等の地震学的部分の立案・実施を担っている。学問的水準もかなり高く、極く最新のトピックスもきちんとフォローしている。米国にも若手研究者を長期に派遣し、良い業績を挙げている。

##### ② 内務省国家緊急局（ONEMI）

災害対策を所掌する国家機関で日本の国土庁に相当する。災害発生時の速やかな実態把握、緊急医療等の対策を立案し講ずる。チリ全土が13の地域に分けられ夫々の地域の大学から選ばれた地震学又は地震工学研究者からなる委員会が計画の立案等を行っている。85年3月のバルパライソ地震後組織が強化された。しかし、政策施行のための常勤スタッフは少なく、現実の活動の大部分はボランティアに頼っている。当然自前の地震・強震観測網は持たないので、チリ大学等の活動に強く依存している。

##### ③ そ の 他

同国の豊かな鉱物資源を反映して、コンセプション大学、カトリカ大学、フェデリコ・サントマリア大学、ラ・セレナ大学、テムコ大学等地球物理学の教育・研究機関はあるが、地震防災にかかわる地震研究はなされておらず、黒板でのレクチャーにとどまっている。上記チリ大学との水準の差は著しく大きい。

ラ・セレナ大学では地震防災の研究・教育を行っており、その成果はスライドなどにまとめられ学校教育の教材となっている。

##### 2) 問 題 点

コロンビア同様、寄せられた援助要請を列記することでもって問題点の指摘とする。

##### ① チリ国北部観測網

チリ国北部とペルーとの国境は世界に認知された大地震ギャップが眠っており、この地域での地震活動監視が緊急課題である。しかるに、同地域には、わずか1点しか観測点はなく

(上述)、緊急の観測網の配備を日本国に要請している(ONEMI)。

② ポータブル地震計の供与

85年3月のバルパライソ地震時には、ポータブル地震計が少なく(上述)、メキシコの応援を得て余震の観測を行った。せめて10台程度のポータブル地震計の供与を日本国から得たい(チリ大学)。

③ 防災セミナー

科学技術庁防災センターが実施している防災セミナーは同国に大変有益であり強く参加を願ってきたが、長いこと参加案内が来ないので善処されたい(ONEMI)。

5. チリ国での帰国研修員の現況

22名の全I I S E E卒業生の内8名は地震学コースに参加したものである。この内消息を把握できたのは下記の4名であった。

1) P. Welkner, M. (サンチャゴ大学教授、I I S E E、65年度修了生)

大学で地球物理学を教える傍ら地球環境に係わるコンサルタント会社の副技術士をつとめる。

2) F. H. Vargas, A. (アムステルダム大学、I I S E E、73年度修了生)

一時テムコで地震観測に携わったが、1台の地震計では何もできない所から、その職を辞して大学教育の傍ら現在はコンピュータ会社を経営している。

3) J. M. Cortes, F. (カトリカ大学テムコ分校教授、I I S E E、81年度修了生)

上記Vargas氏の下で観測をしていたが、それ以上の発展が望めないので、現在は大学で基礎的数学・物理学を教えている。

4) E. Rozas, E. (ラ・セレナ大学・助教授、I I S E E、85年度セミナー・コース修了生)

同氏の専門はそもそも地震防災学で、普及書を執筆する等活躍中である。

この他、情報によれば、I I S E E滞在中非常に良い仕事をしたJ. Frez, C. 氏はその後米国へ留学し、現在はメキシコで活躍中とのことである。

6. 日本での地震学研修に対するニーズ

同国の地震学水準は大きな格差のある二重構造となっている(上述)。チリ大学を中心とする上部クラスは、日本の学問水準への評価はすこぶる高く、学位取得を伴うような研究側面の多い高級研修コースの新設を望んでいる。当面日本にはそうしたコースがないので米国への留学によって要求を満たしている(上述Frez氏の事例はその典型例)。米国で得た技術・知識の活用にあたってその道具たる地震計の供与を日本国に望んでいる。しかし、この国では上部クラスの獲得した知識はなかなか広がらない仕掛けのようで、一般クラスが日本国政府の研修に寄せる関心はすこぶる高い。しかし、帰国研修員は折角日本で獲得した技術・知識が地震観測手段の欠如のために活かせず、上述に見るように転職することも稀ではない。

## V 地震工学技術の国別現状

### 1. コロンビアの地震工業技術

#### 1) 現状と問題点

##### ① 概況 — 地震工学への熱意

パネルディスカッションの討議内容、セミナー出席者へのアンケート集計とまとめを執筆しながら、コロンビアでは地震学と地震工学が未だ分化していないという印象を受けた。さらに言えば、地震に関係する研究（地震学、地震工学）をする人の層が極めて薄く、そのため地震学と地震工学の交流が非常に少ないという方が正確であろう。

コロンビアの地震活動度（Seismicity）は高い。チリのように大地震に頻繁に襲われることはないようであるが、中・小規模の地震はかなり多い。最近では1983年3月31日、コロンビア南部のポパヤン市（Popayan City）を地震が襲い、アドベ造建物などに被害を生じ、250名以上の人命が失われた。また、1985年11月ネバド・デル・ルイス火山（Nevado del Ruiz）の噴火と泥流で、少なくとも22,000人の人命が失われた。このような背景からコロンビア国民の防災に対する関心は非常に高くなっている。

そのため、アンケート集計とまとめに示すように、防災のため地震学・地震工学を学びたいという意欲を持つ人が多い。地震学・地震工学の概論（又は入門書）、力学的な基礎的科目への指向が、チリと比較して強いことが特徴として挙げられる。これは、コロンビアの地震工学の現状をある程度反映したものと受けとることができる。

##### ② 耐震規準

耐震規準は、公共事業省（Ministry of Public Works and Transportation）の担当で、1984年法律化され、同年12月1日より発効している。内容は、概ね米国の規準に基づいているようである。その構成は、①コロンビア工業技術院スタンダード2,000。これはACI-318の規準に似ている。②地震工学協会（Seismic Engineering Association）スタンダード100-83。これはATC-3規準に似る。③コロンビア金属構造連盟（Colombian Federation of Metallic Structure）の金属構造スタンダード。これは、米国鋼構造協会（American Institute of Steel Construction）の規準の影響を強く受けている。④ヴァレ技術者協会（Valle Engineers Association）の小構造耐震設計マニュアル（Manual of Small Resistant Structures）。この規準では、特に低所得者のための組積造住宅建物（アドベ造を含む）を扱っている。

法律化された規準は建物・住宅を対象としており、橋梁、ダム、産業設備、タワー、海洋構造物は含まれていない。

##### ③ 強震観測

強震観測は組織的な形では行われていないようである。すなわち、ハベリアナ大学付属地球物理研究所で地震観測の一部として行われているもの、地質調査所で地震観測の一部として行われているものがあると思われるが、詳細は不明である。帰国研修員へのアンケート結果で、地震計と強震計の台数を質問しているが、その結果は回答者によりかなり台数が異なっている。Mr. William 帰国研修員(1986～87地震学サブコース)の回答によれば、コロンビアでは6地点の地震観測所で、地震計の台数計16台(官公庁所有10台、私企業(大学を含む)所有5台)、強震計の台数計16台(官公庁所有10台、私企業(大学を含む)所有6台)である。

この分野のリーダーであるロス・アンデス大学土木工学科サリア教授C Prof. Alberto Sarria, 米国で研究生活の後、コロンビアに帰国)のパネルディスカッションにおける発言は、次のとおりである。この発言が最も信頼できるものと思われる。「コロンビアでは強震計は計30台ほどあり、主に地表面の強震動把握のため設置されている。建物には設置されていない。第2の都市メデリン市で強震動が採れたが、不幸にしてその記録は失われた」。したがって、今後の強震観測の充実にあたっては、コロンビア側において、①何を主目的とする強震観測を第一プライオリティにするか? すなわち耐震基準を策定するためか? 研究のためか? などの優先順位づける。②組織的な観測とデータの配布のためには、どの機関が適切か? などの調整が必要である。

#### ④ 構造実験関係の設備

振動台は、ロス・アンデス大学に1台あり、反力壁は1台(機関不明)ある(帰国研修員 Sergio Londono Korgi (1986～87地震工学サブコース)、Alfonso Rubiano Vicarria (1979～80地震工学サブコース)へのアンケート結果による)。これ以上の詳細は不明である。

#### ⑤ 教 育

地震工学の教育は、ロス・アンデス大学、ハベリアナ大学、コロンビア国立大学で行われている。帰国研修員へのアンケートによれば、記入した人の全てがロス・アンデス大学を挙げている。

Civil Engineering、Structurall Engineering(構造工学)の教育を行っている大学にはコロンビア国立大学、コロンビア工科大学、ロス・アンデス大学、ボゴダ大学(ともにボゴタ市)などがある。

コロンビア国立大学の教授は、米国での大学院における研究により学位を得ている人が多いようである。

## ⑥ 建築行政・研究機関など

公共事業省 (Ministry of Public Works and Transportation) に建物の設計・建設を担当する部門がある。また、公共事業省の出先機関 (地方建設局に相当) と思われる Gobernacion de Cundinamarca, Secretaria de Obras Publicas (この場合 Cundinamarca 地方を担当しているという意味であろう) などがあり、建築技術者をかかえている。また、所属省庁は不明であるが、Confrateria General de La Republica で公共の構造物建設を含む国家プロジェクトの企画・立案・投資の効果の評価を行っており、これも、建築・土木分野の技術者をかかえている。建設省の建築研究所・土木研究所に相当する研究機関はないようである。

教育省には、学校建築研究所 (Instituto Colombiano de Construcciones Escolares, ICCE) があり、学校建物の設計を行っている。また、鉱山・石油省に所属する INGEOMINAS (地質調査所) で、地震のリスク、地すべり、洪水に関する地図作成が行われている。

また、国防省には Civil Defense 部門があり、防災を担当している。1987 年防災セミナーには、この部局の Juan Diego Pena Pirazan が現在研修中である (1987 年 12 月まで)。

## 2) 帰国研修員の現況

地震工学研修の帰国研修員は 14 名で、そのうち地震工学サブコースの帰国研修員は 9 名である。コロンビアの帰国研修員はコンサルティングの仕事を自営又は会社で行っている人が多いのが特徴である。以下、帰国後の職業の変化と現況の調査結果を簡単に記す。

### ① Santiago ESCALLON Anjel (1964 - 65 地震工学)

帰国後、National Institute of Municipal Development (地方自治開発国立研究所) で Director of Operations まで昇進。1975 年退職。その間 1967 - 68 年 Colaborator として Geophysical Institute, Javeriana University (ハベリアナ大学地球物理研究所) の研究に協力。また 1966 年から現在まで、Distrial University (ディストリアル大学、ボゴタ市) の Professor, Head of Department (非常勤?) をしている。研究所退職後、1976 年から現在まで、Santiago Escallon Anjel Consulting Engineering を自営している (President and Director)。

### ② Enrique LOZANO (1969 - 70、地震工学)

コンサルタントを自営している。アンケート未提出のため詳細不明。

### ③ Guillermo GONZALEZ G. (1971 - 72 地震工学)

コンサルタントエンジニアとして活躍中。Alumni Meeting (同窓会) の時は米国出張中で欠席。お返しの会合 (コロンビアを出発する前日の夜) には出席したが、情報収集の時

間がたりなかった。

④ Alfonso RUBIANO-VICARIA (1979-80 地震工学)

帰国後から現在まで ESSO Colombiana S.A. で勤務。その間 Business Analyst (1981年-82年)、Design Engineer (1982年-84年)として Bulk Tank (タンク・配管・消防設備など)、空港の施設の設計に従事。その後 Bogota Bulk Plant Manager (1984年-86年)を経て、1987年 Head of Engineering Department になり、現在に至る。

⑤ Sergio LONDONO Korgi (1985-86、地震工学)

帰国後も、コロンビア工科大学構造工学科教授 (Professor, Structures Department, Escuela Colombiana Ingenieria) として勤務。本人の言によれば、日本で身につけた技術を生かす場がない。新しいレクチャー・構造実験室の提案をしても、上部に受け入れられない。1987年よりコンサルティング(構造設計)事務所を開設。大学を辞めて、コンサルタントを自営するつもりとのことである。日本における研修で最優秀の研修生であったことを考えれば、何らかの対応が必要な例である。

今回の公開技術セミナーで議長団の一人として通訳(英語・スペイン語)として大活躍した。スペイン語で書かれたアンケートの英訳、チームメンバーの講義のスペイン語訳の準備のため、チーム滞在中は非常に多忙であった。

3) 地震工学研修に対するニーズ他

コロンビアにおいては、地震工学・構造工学の研究者・技術者の育成がまず第一に必要なことであろう。地震工学研修(集団研修)には、今まで27年間に14名が研修を受けているが、研究者・技術者の育成には地震工学の集団研修が極めて有効と思われるので、ほぼ毎年、地震工学研修(集団研修)を受け入れるよう配慮が必要である。コロンビアのような国こそ、地震工学研修の集団研修コースに最も適している国と言っても良いであろう。

研修以外の技術協力では、パネルディスカッション討議内容、セミナー出席者へのアンケート集計に示すように、強震観測ナショナルネットワーク、構造実験設備(反力壁、振動台)、土質実験設備、などの研究機材の供与とそれに伴う共同研究プロジェクトの実施を希望している。一般的に言ってコロンビアでは研究者・技術者の層が薄いので、機材の供与にあたっては段階的に供与し、その間に地震工学研修(集団研修)に受け入れて、人材の育成を図るのが有効と考えられる。具体的には、コロンビア政府機関として地震観測を担当している地質調査所(INGEOMINAS)では、強震観測実務を担当する研究者・技術者が不足しているので、第一優先順位で地震工学研修(集団研修)を受け入れることが必要であろう。その間に、日本における研修および見聞からコロンビアに最も適した強震観測の方法を探るであろう。研修の終了にあたっては2・3台の強震計を単独機材供与し、コロンビアで実際に強震観測を担当す

る。それとともに、強震観測のナショナルネットワークの技術協力をする。このような段階的に技術協力をするシナリオがまず必要であろう。

また、コロンビアの質の高い研究者・技術者に対しては、個別研修を活用した学位取得への支援が必要である。

## 2. チリの地震工学技術

### 1) 現状と問題点

#### 概況

チリ国からは、国際地震工学研修が海外技術協力事業団(OTCA)とユネスコの第一次共同事業として行われた時期に、チリ大学のフロレス教授(Prof. Rodrigo Flores A.)がユネスコエキスパートとして派遣されている。

パネルディスカッションの討議内容、セミナー出席者へのアンケート集計結果のまとめ及び関係省庁・研究機関訪問時のディスカッションから判断して、チリの地震工学のレベル・現状について次の点を指摘できる。

- ① チリは世界的に見ても、地震活動度が非常に高い。過去50年間では1939年のチャン(Chillan)地震(約3万人の死者、 $M=7.75$ )、1960年チリ南部地震(約6千人の死者、 $M=8.5$ )が特に有名である。また、ペルー国境に近いアリカ(Arica)市は、強震アレイ観測に関する国際ワークショップ(International Workshop on Strong Motion Earthquake Instrument Arrays, 1978年3月、ハワイ)がこの10年間で大地震が生ずる可能性が高いと選定した28地点の一つとなっている。このような背景があるため人々の地震への関心は非常に高い。
- ② 地震工学・構造工学の大学教授は、主に米国への留学で学位を得、チリに戻り教授に昇進するというパターンのものである。その一部の人々は米国の大学でポストを得、米国で研究生活を送っている。地震工学・構造工学の分野で、米国で活躍しているチリ出身の研究者も多い。例えばマサチューセッツ工科大学のカウゼル教授(Prof. E.A.M.Kausel)、カリフォルニア大学サンディエゴ校のルコ教授(Prof. J.E.Luco)、レネスラー工科大学ドブリー教授(Prof. R.Dobry F.)などを挙げる事ができる。チリ大学出身者が多いようである。

この他にも、米国の教授など地震工学の専門家が、チリを来訪する機会も多い。例を挙げれば、カリフォルニア大学バークレー校ベルテロ教授(Prof. Bertero, ISEEユネスコ専門家、アルゼンチン出身)の1985年3月の地震の調査、スタンフォード大学クラヴィンクラー教授(Prof. Krawinkler, 日米共同研究で建研に滞在)のフェデリコ・サンタ・マリア大学におけるレクチャー(1987年3月)、カリフォルニア大学バークレー校ケ



リー教授 (Prof. Kelley, 免震工法の専門家) のチリ大学におけるレクチャー (1987年8月) などを挙げる事ができる。

このため、地震工学・構造工学について、高い専門知識を持った研究者・技術者が多い。また、地震工学・構造工学の特定の専門分野への指向が強いのも特徴であろう。

- ③ 一方、チリ国内の大学・研究所では研究予算の不足、実験観測装置の不備のため、実験・観測的研究が一部を除いてほとんど行われていないようである。このためか、チリの研究者・技術者の一般的傾向として理論志向の傾向が多少あるように思われる。

このような状況のため、日本の地震工学・構造工学分野の技術協力への期待が大きい。特に、実験データ・資料の提供、実験・観測機器の供与、実験・観測的研究分野の支援を強く希望している。

#### 耐震規準など

1987年10月現在、耐震規準の改訂作業中で、1ヶ月ほど後に公表の予定である。その詳細については、Ⅲ.2.2) 節パネルディスカッションの討議内容を参照されたい。規準は、米国の耐震規準あるいは耐震規準案 ATC-3, SEAOC を基に策定した。

また、チリには、日本における建設大臣の認定・日本建築センターの評定のような、特別の建物・構造物に対する審査会の制度はない。

#### 強震観測

1985年3月3日のバルパライソ近くの海底を震源とする地震では35ヶ所で強震記録が採れている。震源から40kmの地点で水平加速度が0.67G、それより震源に近い地点で鉛直加速度0.87Gであった。強震計の機種は、米国キネメトリックス社製 SMA-1 が主のようである。詳細はⅢ.2.2) 節パネルディスカッションの討議内容を参照されたい。

チリ大学数理物理学部発行の "El Sismo Del 3 De Marzo 1985-Chile" には上述の地震の31地点の最大加速度 (水平2成分、鉛直1成分) と計24成分の強震記録波形 (水平13波、鉛直11波) が示されている。また、スペクトル解析結果 (応答スペクトル、フーリエスペクトル) も示されている。

強震計の保有台数とそのシェアに関して、上述報告書による強震計 (31地点、33台) の所有・管理者の内訳を示せば、次のとおりである。

チリ大学 土木工学科	13台
チリ大学 地球物理学科	9台
チリ電力会社 (ENDESA)	7台
フェデリコサンタマリア大学	1台
ANDINA	1台
CHILECTRA	1台

強震計は主に地表面に設置しており、構造物には設置されていない模様である。中には、岩盤上に設置してあるもの、地中に設置されているものもある。また、ONEMI とチリ大学地球物理学科で地震観測プロジェクトを計画しているが、強震観測に重点があるのか、地震の震央決定のためのものか詳細は不明である。

#### 構造実験関係の設備

帰国研修員へのアンケート結果によれば、振動台はトンオーダーの試験体を加振できるものはないようである。小さなものは、いくつかの大学にあるとのことである。アンケートに具体的に名前を挙げられた機関は、チリ大学 IDIEM ( Instituto de Investigaciones y Ensayes de Materiales, 公開技術セミナーの会場 )、DICTUS ( 詳細不明 ) であるが、チームは確認していない。チームが確認したものとしては、チリ・カトリカ大学の振動台がある。これは、米国 MTS 社製の縦型油圧アクチュエーターからメカニカルな方法で水平方向の加振力を得て、板バネ支持の台を加振するものである。振動台部分はチリ・カトリカ大学で製造したとのことである。この振動台を使って、銅鉱山の鉱滓の液状化実験を行っている。

反力壁は、チリ大学 IDIEM、チリ・カトリカ大学、フェデリコ・サンタマリア大学、コンセプション大学にあるとの回答であった。アンケートでは反力壁 ( Reaction Wall、鉄筋コンクリート又はプレストレストコンクリート製の壁 ) と質問したが、鋼材製の反力フレームをも含んでいる可能性がある。というのは訪問した大学の実験室 ( 大学 ) でみかけなかったからである。反力フレームは確かにチリカトリカ大学にあることを確認しており、組積造壁の静的加力実験を行っている。

フェデリコ・サンタマリア大学には常時微動測定装置があり、建物の振動測定に、マイクロゾーネーションのための常時微動測定に広く活用されていた。この装置は 1984 年地震工学研修生を送り出している国 17ヶ国に JICA から供与されたものの内の一台である。

#### 教 育

地震工学の教育は、チリ大学、チリ・カトリカ大学、フェデリコ・サンタマリア大学で行われている。帰国研修員のアンケート結果では、これ以外にコンセプション大学を挙げた人が一名いた。いずれも Civil Engineering 学科で行われている。ちなみに、地震学は、チリ大学地球物理学科が唯一の教育機関のようである。

#### 構造物の設計実務など

セミナー出席者へのアンケート提出者の 2/3 以上が大学関係者 ( 大学院・学部学生を含む ) であり、アンケート結果より建築行政・研究機関を探ることはできなかった。アンケート提出者の 1/3 弱が、民間コンサルタント、鉱山会社 ( MINMETAL ) の設計技術者、公務員設計技術者である。

公務員技術者としては、公共事業省の港湾構造物を担当する局から2・3名、チリ港湾会社 (Empresa Portuaria de Chile) から1名の参加があった。他には、公務員設計技術者と明確に判定できる人はいなかった。このことから判断すると、各省庁で研究もしくは設計を担当する技術者の数は極めて少ないようである。すなわち、研究機関、設計・設計監理をする機関はない可能性が大きい。したがって建築行政を担当している機関も不明である。

これらのことから考えると、チリにおいては大学は、教育・研究の場以外に、設計基準の策定など技術的なコンサルティングの場の役割が、日本と比較すると格段に大きいと思われる。設計・設計監理は民間のコンサルタント会社が担当するような役割分担となっているようである。言葉を換えて言えば、地震工学・構造工学の研究者は即技術者という社会のようで、これをサポートする形で鉱山会社、民間コンサルタントにおける技術者が居るといった仕組みのようである。したがって、セミナー出席者へのアンケート結果に見る高い専門知識とほうらはらに、技術者の層の薄さを指摘することができよう。

## 2) 帰国研修員の現況

地震工学研修の帰国研修員は22名で、そのうち地震工学サブコースの帰国研修員は14名である。さらに1964-65の地震学コースに工学関係の技術者が参加している。チリの帰国研修員には、大学関係の人が多いのが特徴である。調査対象の15名のうち以下に示す帰国研修員について職業の変化と現況を記す。

### ① Jorge LAVAL Zuloaga (1960-61 地震工学)

帰国後も ENDESA (Empresa Nacional de Electricidad S.A., チリ電力会社) で勤務し、現在に至る。現在は Head Structural Project Engineer である。その間1958年から1977年までチリ大学土木工学科で、構造力学の非常勤教授をしている。

### ② Joaquin MONGE Espineira (1961-62 地震工学)

帰国後も、チリ大学土木工学科の教授として1976年11月まで勤務。その後1976年11月から1978年2月まで民間のコンサルタント会社に勤務。1978年3月からチリ大学土木工学科の教授に復帰、現在に至る。大学では構造工学を教えている。最近では1985年3月の震害調査に関して、地盤と震害の関係・マイクロゾーン・ネーションに興味を持ち、地震工学の研究を行っている。また、チリの耐震規準の改訂作業の主要メンバーである。

### ③ Luis Alberto ROSENBERG (1962-63 地震工学)

帰国後もチリ大学土木工学科に勤務。アンケート未提出のため役職名不詳。

### ④ Peter WELKNER Mattensohn (1964-65 地震学)

1960年チリ大学土木工学科卒業後1963年まで米国ワシントンカーネギー研究所で研究をする。その後来日して研修(地震学サブコース)を受ける。地震学を選んだのはチリ大学地球物理学学科が勤務先のためと思われる。帰国後1965年から1970年まで、チリ大学地球

物理学科教授。1970年から1974年まで地球物理学科の副科長 (Acting Director) を勤める。教授として勤務中に地震学セクションの主任教授 (Head)、地球物理学科の科長 (Director) を勤める。その間1971年から74年までサンチアゴ大学の非常勤教授を勤める。1974年チリ大学退職後、現在までコンサルタント会社 E. C. Rowe & Assoc. Consultants (ECR) に勤務。その間1974年から78年まで、外務省チリ南極研究所 (Chilean Antarctic Institute) の顧問をするかわら、南極に関する国際研究プロジェクト "SCAR" のチリ代表を勤める。1976年から78年まで "SCAR" に関する科学委員会 (Scientific Committee on Antarctic Research, "SCAR") の副委員長 (Vice-president) とチリ代表を勤める。コンサルタント会社では、ダム・貯水池のサイトエバリュエーション (地質・地盤・地震) と基礎の設計を行う。現在もまた、サンチアゴ大学非常勤教授をしている。

⑤ Juan CASSIS Mohr (1964 - 65 地震工学)

研修を受け帰国後、米国カリフォルニア大学ロス・アンゼルス校 (UCLA) で Ph.D 取得。1965年よりチリ大学土木工学科教授。現在は土木工学科・構造工学セクションのヘッドである。

公開技術セミナーにおいては日本チームのカウンターパートとして非常に重要な役割をはたした。

⑥ Harry Arthur LEE Mosca (1964 - 65 地震工学)

1965年～68年まで、コンサルタント会社 Lee & Lozano Ltd. を共同経営。1968年から1981年まで Empresa de Ingenieria y Construcciones ICOSA SA で General Manager。1981年より、コンサルタント会社自営。

⑦ Manuel SAAVEDRA Sancho (1971 - 72 地震工学)

1973年コンサルタント会社 Larrain Ruiz Saavedra Ltd. を共同経営。構造物の設計を行っている。1972年から80年までチリ大学の地震工学の非常勤教授。1980年より現在まで、チリ大学工学部の地震工学の論文審査の非常勤教授をしている。モンヘ教授に非常勤で研究協力をしている。

⑧ Luis Ignacio CRUZ Romero (1973 - 74 地震工学)

1973年から76年まで、ビオビオ大学建築学科 (Universidad Del Bio - Bio) の教授。1977年より Cruz & Biggemann Consultants and Constructors を共同経営。その間、コトリコ大学 (Universidad Cotelico, Talcahuano 市) の建物の Assesor をする。建築家である。

⑨ Baldur Hans -Karl HEIM (1973 - 74 地震工学)

バルパライソ・カトリカ大学建設工学科で構造工学の教授をしている。担当レクチャーは

構造力学、構造物の安定、地震学、鉄筋コンクリート構造、鋼構造である。

⑩ Carlos M. AGUIRRE A. (1983 - 84 地震工学)

フェデリコ・サンタ・マリア大学 (Universidad Technica Federico Santa Maria) 土木工学科の助教授をしている。最近は、ライフラインの地震危険度の解析、Vina del Mar市のマイクロゾーン、地形変化による地震波の増巾、オイルタンクの地震時挙動などの研究テーマを行っている。

⑪ Rene Enrique TOBAR Ramos (1985 - 86 地震工学)

フェデリコ・サンタマリア大学土木工学科で助手をしている。最近の研究テーマは、チリのコンクリートの応力歪性状 (1985年のチリ地震の時、海外調査団からチリのコンクリートの骨材はサイズが大きく、丸いと指摘されたのが動機)、Pseudo Dynamic Test (建築研究所における個人研修を続けて、チリでPSD Testを行おうとしている)、鉄筋コンクリートの1/10模型を使った実験 (1987年3月米国スタンフォード大学のKrawinkler教授が訪問し、レクチャーを行った) である。

3) 地震工学研修に対するニーズ他

チリは高い専門知識を持った研究者・技術者が多い。これらの人は、これからも従来どおり米国での研究により学位を得て、チリに戻り、大学の教授となるパターンで行くであろう。地震工学研修 (集団研修) の初期においては、チリ側は学位を得るようなこともある程度期待していた節もあるようである。この時期には、米国での研究生活を打ち切って、日本の地震工学研修へ送りこんだ例も見られる。チリ大学カシス教授のように、日本での研修の後、米国の大学で学位を得た例もあるが、日本での研修のみの人が大部分である。彼らは大学で教授になった後、民間コンサルタント、鉱山・金属会社の設計技術者となる例が多いように見受けられる。

チリの研究者・技術者のなかには、地震工学研修の一環として修士・博士の学位取得の支援が適切と思われる人が少なくない。今後、国際的経済変動により、南米地域における日本の技術協力要請がさらに高くなると予想される。そのような折には、地震工学研修のニーズの多様化に対応して行く必要があり、学位取得への支援もその重要なファクターである。個別研修の活用、制度の見直しにより柔軟に対応が迫られていると考えられる。

研修以外の技術協力では、地震工学の分野における研究プロジェクト等を起すことが考えられる。パネルディスカッションの討議内容に示すように、耐震基準策定のための強震観測ネットワーク、構造実験設備 (反力壁、振動台など)、土質実験設備などの研究機材の供与とそれに伴う研究プロジェクトの実施を希望している。地震工学のレベルも高いので、研究プロジェクトの相手方としては充分と考えられるが、最優先分野の選定、相手機関の選定にあたっては、チリにおける地震工学分野の技術協力を総合的に考えた技術協力シナリオの策

定が必要であろう。研究機材を分散して供与しても、効果は薄く、コストパフォーマンスが悪くなるばかりである。チリ国内における実績を慎重に見極める必要がある。

また、チリにおいては地震工学・構造工学の研究者・技術者の層が薄いので、層の拡充のため地震工学研修の集団研修は極めて有効と考えられる。今後も、従前どおりほぼ毎年、集団研修の研修生を受け入れる必要がある。

## Ⅵ 地震工学研修において今後検討・改善を要する事項

### 1. 相手国における General Information のサーキュレーション

地震工学研修 General Information のサーキュレーションを可能なかぎり良くするように努めること。General Information を相手国の機関に渡した後は、基本的に相手国の国内問題ではあるが、少なくともどのような形で情報を知らせているか、できれば相手国担当機関と協同でサーキュレーションのフォロー調査を実現するのが望まれる。

〔公開技術セミナー出席者へのアンケート集計結果のまとめ参照〕

### 2. 地震工学研修（集団研修）

出席者へのアンケート集計とまとめに示すように、両国とも「研究をする目的で地震工学研修（集団研修）を受けたい」が1位に多く、次いで「構造物の設計・コンストラクションマネジメントをマスターするために地震工学研修（集団研修）を受けたい」とする者が多い。

〔公開技術セミナー出席者へのアンケート集計結果のまとめ参照〕

アンケートは個人を対象とするものであるが、コロンビアとチリの対象者全体として、研究者・技術者のレベル向上・層の拡充を望んでいると考えられる。このことから判断すると、少なくとも地震工学研修の集団研修については基本的には現在の方法を踏襲して良いと思われる。

しかしながら、詳細に検討するとアンケート集計結果とまとめに示すように、両国には地震工学研修の目的について多少の差異が認められる。すなわち、コロンビアでは防災のため、地震学・地震工学を概論的に知りたいという傾向が強いのに対して、チリでは地震学・地震工学のより特定の分野の知識を深め、研究を行いたいという傾向がうかがえる。

集団研修の枠内で、地震工学研修の効果をより挙げるためには、地震工学研修の更なる充実と質の向上、さらには相手国の実情を踏まえた、きめ細やかな対応が必要であろう。

### 3. 学位修得の要望への対策、個別研修の活用

両国とも修士・博士の学位を地震工学研修で得たいとする要望がかなり認められる。現在、地震工学研修の個別研修制度は充分には活用されているとは言えない状況にあるので、個別研修を活用して、研究のパートナーとして育てあげ学位が取得できるよう、制度化などの具体的検討が必要である。

### 4. 研修生の定員枠

JICAのセンター事業の拡充に伴い、カウンターパートの受け入れ先として地震工学研修の集団研修・個別研修が使われる傾向が強い。このこと自体は良いことであるが、地震工学研

修を受ければより大きな効果をもたらす国が、研修を受けられない事態とならないような配慮が強く望まれる。

すなわち、センター事業・第三国研修などのカウンターパートは別予算・別枠で行うことになっている建前なので、建前どおりの実施をするよう配慮が望まれる。また、それに伴う受入れ機関の定員枠の改定作業も必要となろう。

#### 5. 研修生の選考方法

現在、研修割当て国の決定がなされて、実質的には研修生の選抜は行われていない。受入れ研修生の向上をはかるため、また、研修内容の誤認、研修への不満からの途中帰国などトラブルを避けるため、研修生の選考方法を今後再検討する必要がある。

直ちに実行可能なこととして、地震工学研修の内容を可能な限り General Information に盛り込むこと、相手国での G. I. のサーキュレーション、研修生の選考を適確に行っている国へのプライオリティを上げることなどが考えられる。



## Ⅶ 公開技術セミナーチームの総合所見と提言

### 1. 両国の現状

セミナーを開催したコロンビア及びチリーの両国における地震学及び地震工学の分野は、国際的にみて相当の技術レベルに達しているが

- a. 耐震性能が十分でない建物が少なくない。
- b. 技術レベルの高い層の厚さが十分ではない。
- c. 関連施設の整っている大学や研究機関がきわめて少ない。
- d. 国や大学等の関連予算が不十分であり、民間の関連投資も非常に少ない。

等の大きな問題を有している。

このため、地震防災対策、諸技術基準の整備、地震観測網の確立といった地震防災上重要な諸施策が十分には講じられていない状況にある。

しかしながら、両国は共に2年前の1985年に、歴史上有数の災害（コロンビアでのネバド・デル・ルイス火山の噴火による災害、及びチリーでの3月のバルパライソ地震災害）を経験した事が大きな要因となり、自然災害に対する国・国民の関心が著しく高まり、関連研究者等の間に上記のような問題点の解決に対する熱意がみなぎっている状況にある。

### 2. 現在実施中の技術協力の有効性

上述のような背景の中で、特に人材の養成という観点から現在建設省建築研究所で実施している地震学・地震工学に関する集団研修、その上級研修という位置づけで隔年実施している地震工学セミナー（地震学と交互）及び上級個別研修の評価も高く、それらの拡充等に対する要望も強い。

更に、1978年度からチリ共和国カトリカ大学を相手方として実施している土壌動態学及び地震工学に関する技術協力も顕著な成果を挙げている。

### 3. 両国における関連懸案事項とその実現のために必要な諸事項

現在、両国の地震及び地震工学の分野における重要な懸案事項及びその実現に必要な諸事項は次の通りである。

- a. 地震予知システムの実現、国内各地の地震危険度の明確化、国内を中心とする正確な地震情報の把握等に資するための地震観測網の整備：ポータブルを含む多数の地震計とその制御局の増新設
- b. 建物の高さ別、地盤別の地震入力の設定のための強い地震記録の著積：各種地盤及び建物上に設置する強震計の増設

c. 建設物の耐震設計基準の整備：基準のバックデータ作成のための地盤や構造物の構造実験用試験機器の整備

また、これら懸案事項の実現のためには、次のような事項もきわめて有効と考えられる。

d. 上記 a, b, c の各事項のシステム化のためのコンピューターの利用

e. 同じく上記 a, b, c の各事項の関連技術文献の供与

f. これらの総合化に資する総合防災計画に関連する研修への参加

#### 4. 効果的な技術協力の形態と内容

上記諸事項に関連して国際技術協力を効果的に遂行するための形態とその内容に関する事項は次の通りである。

a. 人材、人的ネットワークの育成とその一環としての帰国研修生の活躍の支援

- ・ 集団研修、上級セミナー及び個別研修の充実と公開技術セミナーの拡充
- ・ 多数機関に対する小規模機材供与
- ・ 文献の定期的供与

人材の育成のためには、帰国研修生の活躍を支援することが最も有効な方法の一つである。そのために、上記のような上級研修への参加、技術文献の定期的供与等を通しての彼等自身のレベルアップに対する支援、また彼等の出身機関における研究や研修のために必要とする最低限の実験用、観測用機器を供与することが極めて有効である。

b. 不足する器材の供与

- ・ 国又はそれを代表する機関の国家的計画に対する中規模な機材供与  
→ 地震計、ポータブル地震計、強震計
- ・ 各国の代表的大学・研究機関のレベルアップのための機材供与  
→ 計算機、各種試験機、観測用計器

開発途上国では、人材の育成について先進国の協力を得ることは可能であるが、諸施設及び研究や教育の推進のために必要な資機材についても先進国に頼らざるを得ない状況にある。その内容は上記のように、国家的施策に対する協力のために必要なものに加え、十ヶ所に満たない個々の大学や研究機関に対して、きめ細かい支援を行うことはきわめて有効であろう。途上国にとっても負担の大きくなり勝ちな大規模援助よりも、この種の多数、小規模援助を先行する方が有効である例は少なくないと思われる。

c. 公開された技術情報の供与と供与システムの確立

- ・ 研修担当機関による機関誌の充実、活用、予算の制度化
- ・ J I C A 各国事務所の活用
- ・ 有用技術文献の翻訳制度の確立

予算や研究施設の十分でない途上国にとっては、基礎的、応用的技術資料はきわめて貴重なものであり、その重要度については、高度な技術情報が容易に得られる我が国では理解が難しい程である。公の安全に資する性質の技術情報については、これをつとめて翻訳し、積極的に海外に提供することは極めて重要な技術協力の一つといえよう。これを実現するには、適切な制度の新設が必要と思われる。

