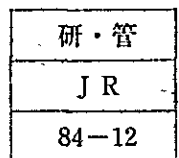
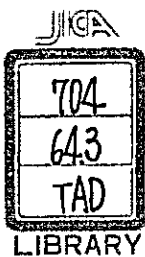


地熱エネルギーコース 帰国研修員巡回指導班報告書

昭和59年5月

国際協力事業団
研修事業部



地熱エネルギーコース
帰国研修員巡回指導班報告書

JICA LIBRARY



1026037[0]

昭和59年5月

国際協力事業団
研修事業部

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 9. 21	704
	643
登録No. 10717	TAD

は じ め に

この報告書は、国際協力事業団が実施した集団「地熱エネルギーコース」に参加した帰国研修員に対するフォロー・アップ事業の一環として、帰国研修員の所属機関等を訪問し、現地での技術指導を行うとともに、あわせてわが国で実施した研修の成果を測定し、もって、当該研修分野に係る当該国の技術的問題点及びニーズを把握するため、昭和59年2月10日から2月26日までの17日間、チリ及びボリビアの2ヶ国に派遣した巡回指導班の報告をとりまとめたものである。

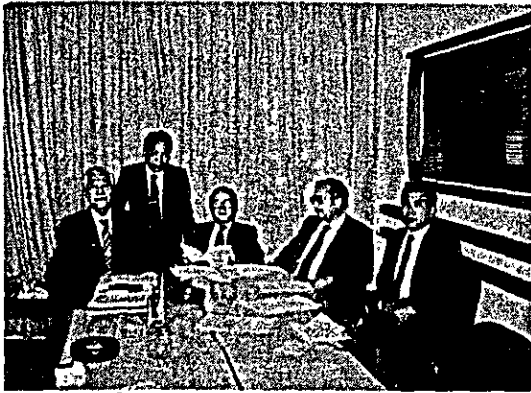
本報告書により、当該分野における両国の実情、帰国研修員の活動状況、彼らが抱えている諸問題及び研修にかかる要望事項等について関係各位のさらに深いご理解をいただき、今後の研修コースの改善に資すれば幸いである。

なお、本件の実施に御協力を賜った外務省、郵政省、日本放送協会並びに現地において数々のご指導とご協力を賜った在チリ、ボリビア日本国大使館及び関係機関の皆様に深甚なる謝意を表します。

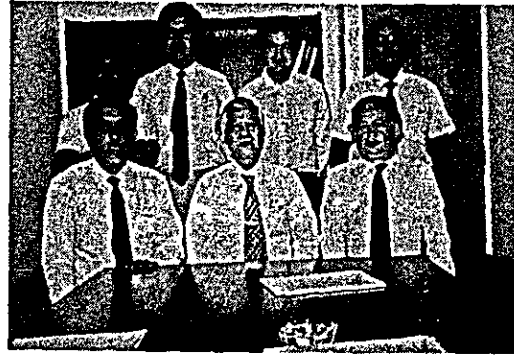
昭和59年5月

研 修 事 業 部

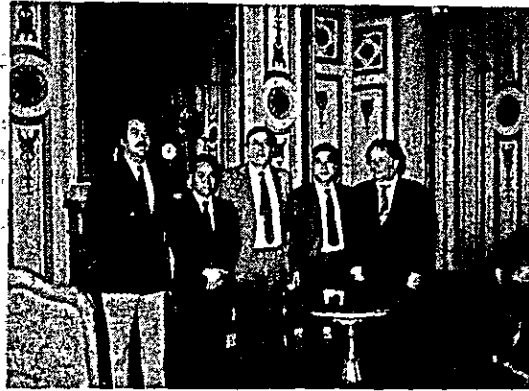
部 長 宮 本 守 也



2月13日 研修員に係る意見交換，地熱巡検打合せ（CORFOにて）左より，小野寺教授，金子部長， Morales プロモーション部長， Mr. Solar， 木村 JICA 九州支部職員



2月13日 アフターケヤセッション（JICA 事務所にて）後列左より Mr. Bravo (1975)， Mr. Tomacevic (1976) Mr. Sandoval (1980)， Mr. Solar， 前列左より Prof. Lahsen， 小野寺教授， Mr. Trujillo(1974)



2月14日 帰国研修員関係者との面談（Union Clubにて）左より， Mr. Tomacevic (1976)， 金子部長， Prof. Lahsen， 木村 JICA 九州支部職員， Mr. Trujillo (1974)



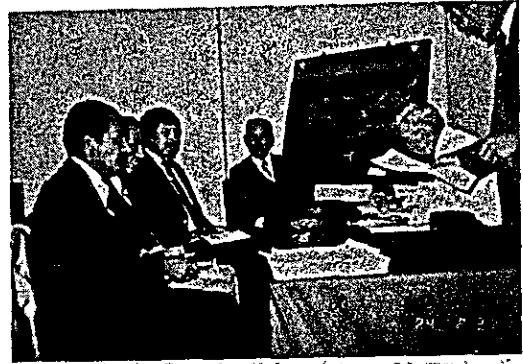
2月1-6日 CORFO El Tatio Campにて左から木村 JICA 九州支部職員， 小野寺教授， Mr. Solar， 地熱巡検案内者）， Driver.



2月16日 El Tatio におけるガイザーの一つ



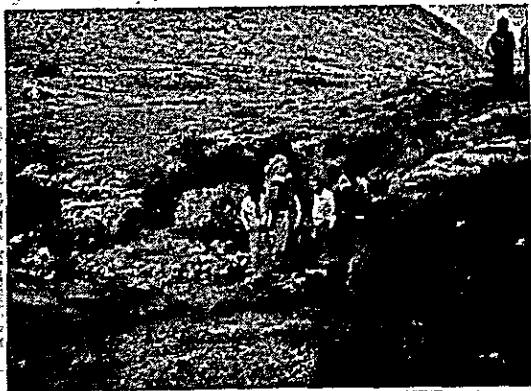
2月20日 アフターケヤセッション(シエラトンホテル会議室にて)



2月20日 帰国研修員との面談(シエラトンホテル会議室にて)左から Mr. Escobar (1978), Mr. Garrasco (1973), Mr. Gil (1974), Mr. Reyes (1970), 小野寺教授, 川添 JICA La Paz 事務所長



2月21日 Tomas Frias 大学招待晩餐会, 左から金子部長, 小野寺教授, Sanchez 工学部長, 木村 JICA 九州支部職員, 一人おいて Jimenez 教授(地球物理学)



2月22日 Chaqui 温泉地帯巡検



2月22日 Tarapaya 温泉地帯巡検

目 次

I 巡回指導の概要	1
1. コースの概要	1
2. 派遣国及び派遣期間	1
3. 派遣目的	2
4. 巡回指導班の構成	2
5. 行程及び巡回指導・調査内容	2
5.1 巡回の内容	3
II 巡回指導の結果	5
1. 帰国研修員の動向	5
2. 派遣国の関係諸機関	6
2.1 チリ	6
2.2 ボリビア	7
3. 質問事項の集計結果	7
3.1 質問事項3.に対して	7
3.2 質問事項4.に対して	7
3.3 質問事項5.に対して	8
4. 地熱帯巡検	8
4.1 チリにおける地熱帯の分布	8
4.2 El Tatio 地熱フィールド	8
4.3 ボリビアにおける地熱徴候	9
4.4 ポトシ周辺における Chaqui 及び Tarapaya 温泉地帯巡検	9
5. 研修に係る評価	9
6. 技術情報の提供	9
7. 今後の研修内容の改善	9
8. 研修員ニーズの把握	10
9. 研修員推薦窓口及び技術協力窓口	10
10. 研修員受入事業に対する要請	10
11. フォローアップ事業に対するニーズ	10

付 録

1. 現 地 報 告 書
2. アンケート様式
3. 地熱エネルギー研修コース
 - 3.1 委員会メンバー
 - 3.2 研修コース講師リスト
 - 3.3 研修カリキュラム
 - 3.4 テキスト一覧
 - 3.5 研修員受入れ実績

I 巡回指導の概要

1. コースの概要

1968年ユネスコ（国際連合教育科学文化機関）が招集した「地熱エネルギー研修に関する専門家会議」の勧告を採択し、日本国政府の技術協力計画の一環として、ユネスコの支持のもとに、本地熱エネルギー研修コースは国際協力事業団、日本ユネスコ国内委員会により取りきめられ、九州大学によって実施されてきた。

このコースの目的は、開発途上国における地熱エネルギーの開発と利用に従事する若い技術者を養成するとともに、日本を含めての参加諸国相互の理解と協力を促進するにある。その運営・実施に当っては、3カ月という短期間ではあるが、地熱一般教育を基本としている。

開講以来、第14回（1983年）を終えた時点における参加国は30カ国、修了員数は190人である。

研修課程は主として講義（演習、実験及びゼミナールを含む）・実習・研修旅行の三つの研修教科から構成されている。

講義の目的は研修のための一般基礎知識を研修員に授けることであり、特に広汎にわたる直接的・間接的近代トピックスを取り入れ、その重点は局所範囲に限定せず、総体的となっている。

実習は十分な理解と貴重な経験を研修員に与える点において、実地指導の役割は重要となり、これが研修の本質的特徴を表わす。

これらの二つの指導の関係を考慮して、研修員の指導に当り、研修の最良方法を導き、その成果を期待している。

研修員の向学のため、又日本の印象を深めるため、研修旅行をアレンジし、研修教育を通しての国際親善を促進しつつ、研修を総括している。

研修コースを運営・実施するために、実施計画書に基づき、詳細な研修プログラムを簡明に表現している。これに対する研修員自身の期待は大きく、従って研修に組入れられた科目の相互関係について、研修員が直観的認識を引き起こすように、又研修員母国の要望にも適合しうる研修プログラムの作成に努力を傾注している。

研修のニーズも又多種多様であるが、本コースにおいては、兼任指導教官及び兼任講師をもって教授スタッフを構成している。

研修において重要な役割を果たすのは種々の教材、特に教科書である。

これらについては、本報告書の付録を参照されたい。

2. 派遣国及び派遣期間

派遣国 チリ及びボリビア

派遣期間 昭和59年2月10日～2月26日（17日間）

3. 派遣目的

国際協力事業団の「帰国研修員巡回指導派遣要綱」に基づき、地熱エネルギー国際研修コースに参加し帰国した研修員の所属機関及び関係機関を訪問し、地熱エネルギー開発に関するわが国の最新技術情報を提供し、現地での技術指導を行うと共に、九州大学で実施した地熱エネルギー研修の成果を評価し、又地熱エネルギー研修分野における当該国の技術的諸問題及びニーズを把握することにより、今後の研修員受入事業並びにフォローアップ事業の向上改善に資することを目的として派遣されることになった。

4. 巡回指導班の構成

小野寺 清兵衛 九州大学教授（工学部資源工学科）
 金子 光亨 九州大学庶務部長
 木村 英一 国際協力事業団九州支部

5. 行程及び巡回指導・調査内容

表 1.

日順	月 日	曜日	行 程	巡 回 指 導 ・ 調 査 内 容
1	2月10日	金	東京 → Vancouver (CP402)	
2	2月11日	土	Vancouver → Santiago (CP424)	
3	2月12日	日	資料収集	
4	2月13日	月	JICA事務所訪問 CORFO 訪問	1. 日程打合せ 2. 研修に係る意見交換、地熱巡検打合せ 3. 帰国研修員関係者との面談 4. 懇談会開催
5	2月14日	火	地質調査所分室訪問	1. 帰国研修員関係者との面談 2. 地質図その他について意見交換
6	2月15日	水	Santiago → Calama ()	
7	2月16日	木	Calama → El Tatio (レンタカー) Calama → Santiago ()	1. El Tatio 地熱フィールド巡検
8	2月17日	金	大使館表敬訪問	1. 報告書作成準備 2. El Tatio 地熱フィールド巡検結果の討論
9	2月18日	土	JICA事務所訪問	1. 報告書の提出 2. 報告書の CORFO への提出
10	2月19日	日	Santiago → La Paz (LA094/118) JICA事務所訪問	1. 日程打合せ

日順	月 日	曜日	行 程	巡 回 指 導 ・ 調 査 内 容
11	2月20日	月	JICA事務所訪問 地質調査所訪問 企画調整省国際協力局訪問	1. 所長及び帰国研修員との面談 2. 局長との面談 3. 帰国研修員関係者との面談 4. 大使招待夕食会に出席
12	2月21日	火	La Paz→Potosi (LAI201) Tomas Frias 大学訪問	1. 地熱資源の比抵抗探索について講演 2. Tomas Frias 大学招待晩餐会に出席
13	2月22日	水	Tomas Frias 大学バスにて	1. Chaqui 及び Tarapaya 温泉地帯巡検
14	2月23日	木	Tomas Frias 大学訪問	1. 巡検結果の報告 2. 資料収集 3. 報告書作成準備
15	2月24日	金	Potosi→La Paz (LAI404) JICA事務所訪問 大使館表敬訪問 La Paz→Tokyo (LB900, PA440, PA021)	1. 報告書提出 帰 国

上表にみられるように、チリにおいては、丁度夏休み期間に遭遇したため、大学の訪問は不可能であったし、又 Puchuldiza 地熱巡検は無理であることから、El Tatio 地熱巡検に変更となった。

5.1 巡回の内容

本フォローアップチームは、巡回の目的を達成するため、(1)アフターケヤセッションを開き地熱探索の最新の技術情報及び地熱関係資料を提供し、研修コース及びフォローアップ事業に対する帰国研修員の再評価を引き出すため、(2)質問事項書を用意した：

(1) 技術情報資料

- a. Correlation of the result of iterative least-squares interpretation of resistivity sounding curves with the drilling logs in el Tatio geothermal field, Chile by S. Onodera.
- b. A method of estimating the temperature of fracture-type geothermal reservoir from a solution to the iterative least-squares interpretation of the schlumberger's resistivity sounding curves by S. Onodera.
- c. Resistivity sounding using low variable frequency current sources to search for hydrothermal system by S. Onodera.
- d. Data sheets of the iterative least-squares interpretation of schlumberger's resistivity sounding curves observed at the puchuldiza geo-

- thermal field in Chile by S. Onodera.
- e. Evaluations of output of generating electricity for geothermal field by S. Onodera.

(2) 質問事項書（付録 3 6 頁参照）

アフターセッションは、帰国研修員はもちろん彼等の上司及び同僚の参加のもとに、約一時間に亘って先づ最新地熱電気探査技術についての講義に始まり、つづいて質問、最後に約一時間に亘る帰国研修員との懇談という形式で行われた。

帰国研修員の実態調査については、地熱開発地域の巡検によってその活動状況を把握することとした。

帰国研修員の研修に係る評価については、質問事項書の集計及びアフターセッションにおける討議事項をまとめて述べることにする。

研修における今後のあり方及び研修員受入事業の改善に関しては、これを 6.(20 頁)のところで述べたい。

II 巡回指導の結果

1. 帰国研修員の動向

チリ及びボリビアの帰国研修員は1983年現在でそれぞれ10名及び7名であるが、アフターケアセッションに参加した帰国研修員は次の通りである。

表2 List of Ex-participants who attended the aftercare session

- 1974 Patrcio Trujillo R.
Private Consultant
Casilla 13406 Correo 21, Santiago, CHILE
Working as private consultant for the mining industry in Gold & Silver, and occasionally in Geothermal Energy.
Senior Geologist at Comite Geotermico CORFO for 3 years,
Project Manager at Puchuldiza Project for 4 years,
Senior Technical Adviser at Comite de Energia CORFO for 1 year.
- 1975 Raul Alfonso Bravo Espinosa
Ingeniero de Estudios, ABASTIBLE S.A.
Marcoleta 13-2° Piso,
ABASTIBLE S.A. is the larger Chilean Company in the distribution of LP Gas.
I work in the Sub-departemento de Estudios. Our work mainly deals with: technical and economic valuation (re-investments and new projects), ash flows and future profites estimations, budgeting, cost and economic studies, market studies and others.
Puchuldiza Project at Comite Geotermico CORFO, Nov.75-May 79.
El Tatio Project at Comite Geotermico CORFO, June 79-January 81.
- 1976 Ljubomir Tomacevic M.
Senior Tool Pusher, ENAP Magallanes
Jose Nogueira 1101 Casilla 247, Punta Arenas
Tool Pusher at ENAP CORFO (Puchuldiza Geothermal Field) for one year, 1977.
- 1980 Ricardo Sandoval Salas
Mine Geologist at El Indio Gold Mine
Casilla 14280-Santiago-CHILE
Exploration, evaluation and exploitation of gold, silver and copper deposits.
Exploration of Puchuldiza Geothermal Field at Comite Geotermico CORFO from Dec. 1980-June 1981.
Surface exploration and drill hole exploration of the Mocha porphyry copper prospect at Continental Oil Company-Chile, from July 1981-January 1982.
- 1970 JAVIER MUÑOZ REYES
Assistant Professor at University of La Paz
Casilla 34 La Paz, Bolivia
I am in care of the course "Drawing and Block diagram."
In collaborate in the laboratory of Geomorphology and Fotogeology and preparing the Geomorphologic map of the western part of Bolivia.

Chief of geological brigade in prospection at COMIBOL Mining Corporation of Bolivia for two years,
Independent geologist for nine years.

- 1973 RAUL C. CARRASCO
Chief of the Natural Resources Dept.-Servico Geologico de Bolivia (GEOBOL)
Federico Zuazo 1673 Cas. 2729 La Paz-Bolivia
Coordinator at GEOBOL-NN. UU., 1973-1975,
Division chief at Geological chart prog. GEOBOL, 1976-1979,
- 1974 Gil Taboada Murillo
Mining Projects Director, Corporacion Minera de Bolivia
P.O. Box 20070-La Paz-Bolivia
Professor and Dean of Universidad Tomas Frias, 1972-1977.
- 1978 Angel Escobar Diaz
Chief of Division of Regional Geological, Volcanological, and Magnatism studies, of Geological Survey of Bolovia
F. Zuazo-R. Ortiz No.1673
Chief of Commission of Geology at the Department of Natural Reaources (GEOBOL), 1979-1982.
- - - - -

Questionnaire のみを送付した帰国研修員は次の2名であった。

- 1977 Hernan Nobuyuki Fujii Gambero
Project Coordinator at ENDESA
Santa Rosa 76 - of. 1207 Casilla 1392 - Santiago de CHILE
ENDESA is the main electricity Company in chile.
- 1977 Gerd Reinke S.
Professor at Univ. Santa Maria
Casilla 110-V, Valparaiso
Teaching: Thermodynamics, Energy Alternatives, Internal Combustion
Researches: Thermal processes, Combustion, Coal, Biogas.

2. 派遣国の関係諸機関

2.1 チリ

1981年3月、地熱委員会(Comite Geotermico-CORFO)が解散となり、従ってチリにおける地熱開発は中止となった。これはおそらくUNDPの地熱開発援助金がストップされたことに原因すると思われる。

CORFOのMr. Segio Moralesプロモーション部長はチリにおける地熱開発について期待を持っており、われわれのEl Tatio地熱地帯巡検を強く推奨になり、又巡検後は是非ともそのレポートを提出してほしいと要望された。

チリ大学のDr. Alfred Lahsen A. 教授(地質学教室)も又地熱開発に関する研究を意欲的に進められており、われわれの今回の派遣に対して心から歓迎して呉れた。同教授はわれわ

れの派遣を契機としてチリ国政府の地熱開発の再開を期待すると述べられた。

研修員10名のうちの7名は地熱委員会の所属であったが、それらの研修員はコンサルタントを営んだり、あるいはガス会社、石油会社、金鉱山会社などにその職場を変えざるを得なかったのである。

残りの3人については、Empresa Nacional de Electricidad S.A., NEDESA; Mineral and Energy Department; Universidad Tecnica Federico Santa Maria がそれらの所属機関であり、それらの上司に面談する機会を持つことはできなかったが、地熱開発には関心を抱いているものの地熱の調査研究は行われていない。

将来地熱開発が再開されるときには、その中心人物はチリ大学の Lahsen 教授であろう。

2.2 ボリビア

研修員7名の所属機関は地質調査所(2), La Paz 大学(1), Tomas Frias 大学(1), 自然資源局(1), 鉱山会社(1)及び物理研究所(1)であったが、現在では地質調査所(GEOBOL), 鉱物資源開発公社(COMIBOL), 企画調整省国際局(Presidencia de la Republica, Ministerio de Planeamiento y Coordinacion), La Paz 及び Tomas Frias 大学において第1フェーズの地熱開発が行われている。

Ing. Oscar Ballivian Chavez 地質調査所長, Jose Luis Ergueta Reyes 企画調整省国際協力局長, Ing. Raúl Salazar Rendón トマスフリアス大学長との面談において、ボリビアは日本における地熱開発技術を習得し、多目的地熱開発を実現したいことを強く要望された。ここに、技術協力のチャンスを見いだすことができる。

3. 質問事項の集計結果

3.1 質問事項3.に対して

チリの帰国研修員たちは次に示すような研修科目を列挙している。

地熱地質学, 熱水地球化学, 熱水変質, 地熱の物理探査学, 熱力学, 地熱井掘削技術, 地熱坑井内測定技術, 坑井装置及び特性測定, 地熱貯留層工学, 地熱発電工学

ボリビアの帰国研修員たちは、地熱の地質的探査, 火山活動, 構造地質学, 地熱の物理探査及び地熱井掘削工学を挙げている。

このことから、チリにおける地熱開発工学はボリビアにおけるよりも多少高いレベルにあるといえる。

3.2 質問事項4.に対して

チリの帰国研修員の回答はいずれも NONE であった。当然のことである。

ボリビアの帰国研修員の回答は、

- (1) 地熱調査のための装置を持たないこと。
- (2) 地熱調査のための経済的援助を得ることが困難であること。
- (3) ボリビアでは地熱開発活動がないから、切角習得した知識を十分に活用できない、としている。

8.3 質問事項 5. に対して

コースへのリクエストは科目別研修に集中している。例えば、地熱地質学コース、熱水地球化学コース、地熱物理探査コース、地熱井掘削工学コース、地熱貯留層工学コース、地熱発電工学コース、その他。

あるいは、コースを大きく2つに分けて、専門家養成のための物理探査コース、発電プラント工学コースに拡充改組すること。

あるいは、研修期間を2つに分け、前半では従来通りの一般教育を、後半では専門家の養成をめざすための専門コースに改組することなどが討論された。これらの要求は尤もなことではあるが、それにしても現コースの研修期間は余りにも短期すぎるといわざるを得ない。これは次期コースリーダーによって善処すべき問題点である。

次に、JICA へのリクエストについて述べる。第1に、地熱調査研究に必要な計器の供与を要望している。第2に協同調査研究が提案された。これを実行するためには、詳細な概算要求が必要である。第3に、地熱徴候地帯を巡検し、その結果有用な勧告又は提言を与える一等級の地熱専門家の派遣を要請している。

4. 地熱帯巡検

4.1 チリにおける地熱帯の分布

Prof. Lahsen Mr. Trujilloの談話によれば、チリにおける地熱地帯は、現在のところ、図1に示されるように、ペルー・ボリビア・アルゼンチン国境の第四紀火山活動地域に分布する。そのうち、地熱開発に着手されたフィールドは El Tatio と Puchuldiza の二つである。

4.2 El Tatio 地熱フィールド

El Tatio 地熱フィールドは Antofagasta 州の東北端に位し、Calama 市の東方約 100 km にあり、標高 4,300 m である。

1968 年 UNDP とチリ国政府との合意により、地熱探査が始められ、深度 600 m から 1,800 m の地熱井 13 本が掘削されて、18 MW 相等の蒸気生産を得ている。

1974年9月には、英国の援助により、地熱流体から清水を製造するパイロットプラントが建設され、運転に入った。

Mr. Turides Solar V. の案内で、2月16日早朝シエラトン Hotelを出発し、2時間のドライブの後、El Tatioの CORFO 地熱委員会キャンプに到達した。(図2)

#2 well, fresh water making plant, #7 well, #10 well, #11 well 及びガイザーを次々に見学した。(図3)

地熱巡検の結果は Report の4頁に書かれている。

4.3 ボリビアにおける地熱徴候

Mr. Carrasco の paper によれば、ボリビアにおける地熱徴候は、図4に示されるように、60カ所もある。それらのうち、優勢なのは Agua Milagro (48) と Aguas Calientes Volcan Putana (57) であるといわれている。

4.4 ポトシ周辺における Chaqui (図4の8, 図5) 及び Tarapaya (図4の31) 温泉地帯巡検

2月22日(水) Tomas Frias 大学のバスでポトシ周辺の温泉地帯を巡検した。これには Humberto Castro Valda 教授(地質学), Alcides Reyes Jiménez 教授(地球物理学), Julio Pelaez 教授(選鉱学) 及び多くの staff, 学生が参加した。

巡検の結果は Report の5頁に書かれている。

5. 研修に係る評価

Mr. JAVIER MUÑOS REYES, Assistant Professor at University of La Paz は "The course was very good and the organization of the course was brilliant." と述べており、又 "The collaboration of JICA was very efficient and useful." と述べていることから研修に係る評価を知ることができる。

6. 技術情報の提供

5.1 に列挙した5つの技術情報は帰国研修員及び関係技術者の好評を得たと思料される。

7. 今後の研修内容の改善

1983年度第14回地熱エネルギー国際研修コースのカリキュラムに "Hydraulic Fracturing Technology" を加え、合計39科目から構成されるに至った。地熱科学の進展に伴い、研修員及び帰国研修員から多方面にわたる講義科目及び実習科目の開講が要望されつつあるが、教

授陣容に制約され、残念ながら研修員の要望を完全に満たすことはできない状態である。しかし、1984年度第15回コースは新しいコースリーダーによって九州大学地熱エネルギー国際研修コース実施委員会に諮り改善されることであろう。

8. 研修員ニーズの把握

チリにおける地熱開発は現在のところ中止となっているから、研修員割当国から除外してよい。ボリビアの地熱開発は第1フェーズの段階にある。これをまともに進めるためには、一般地熱教育と調査用計器の供与とが必要である。この観点から、ボリビアは研修員割当国として十分な資格を持つ。

9. 研修員推薦窓口及び技術協力窓口

チリは別として、ボリビアにおける研修員推薦窓口及び技術協力窓口は次のとおりである。

Ministerio de Planemiento y Coordinacion (Casilla 8194, La Paz-Bolivia)

Servico Geologico de Bolivia (Casilla 2729, Lapaz-Bolivia)

Corporacion Minera de Bolivia (P.O. Box 20070, La Paz-Bolivia)

University of La Paz (Casilla 34, La Paz-Bolivia)

University of Tomas Frias (Casilla 48, Potosi-Bolivia)

10. 研修員受入事業に対する要請

なし。

11. フォローアップ事業に対するニーズ

フォローアップ事業に対するニーズのうち、圧倒的に多いのは地熱探査装置及び地計測器の供与である。これらについては、それらの機関から正式にかつ具体的要請があると考えられるので、その場合、日本における地熱専門家の意見を聴し、適切な援助を行うことを希望します。

本報告を脱稿するに当たり、巡回国大使館及び JICA 事務所の方々から有益な助言と協力とを受けたことに対し、深甚なる謝意を表す。

February 18, 1984

Dear Sir,

We would like to submit the report of the Technical Follow-up Team for the Ex-participants of the International Group Training Course in Geothermal Energy to Organizations concerned.

Unfortunately, all of ex-participants do not work the development of geothermal resources in Chile. However, we have found the method of improvement of our course through the resolution of several meetings.

At present, although the development and use of geothermal resources are stopped, in near future, it will be restarted by means of the combination of interesting informations obtained by ex-participants, many facilities, and those written in our papers distributed in the meeting.

On the occasion of leaving Chile for Bolivia, we would like to extend our sincere thanks to the ex-participants and the organization concerned for their kind and valuable cooperation.

Very truly yours,

Seibe Onodera
Teruyuki Kaneko
Eiichi Kimura

REPORT OF THE TECHNICAL FOLLOW-UP TEAM FOR THE EX-PARTICIPANTS
OF THE INTERNATIONAL GROUP TRAINING COURSE IN GEOTHERMAL
ENERGY ARRANGED BY THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

By the technical follow-up team
Seibe ONODERA, Teruyuki KANEKO, and Eiichi KIMURA

I. INTRODUCTION

We, the technical follow-up team, visited the Republic of Chile for the aftercare of geothermal training.

The technical follow-up team is for the ex-participants of the International Group Training Course in Geothermal Energy, which was arranged by the Japan International Cooperation Agency under the Technical Cooperation Programme of the Government of Japan.

During February 11 to 18, 1984, we could hold meetings three times, and carried out the field trip to El Tatio geothermal field with the guidance of a staff of CORFO.

In order to give lectures on the recent geothermal exploration technics, the following papers were distributed to each of participants and guests.

1. CORRELATION OF THE RESULT OF ITERATIVE LEAST-SQUARES INTERPRETATION OF RESISTIVITY SOUNDING CURVES WITH THE DRILLING LOGS IN EL TATIO GEOTHERMAL FIELD, CHILE
2. A STUDY ON THE EXPLORATION FOR GEOTHERMAL RESOURCES BY MEANS OF RESISTIVITY MEASUREMENTS
3. A METHOD OF ESTIMATING THE TEMPERATURE OF FRACTURE-TYPE GEOTHERMAL RESERVOIR FROM A SOLUTION TO THE ITERATIVE LEAST-SQUARES INTERPRETATION OF THE SCHLUMBERGER'S RESISTIVITY SOUNDING CURVES
4. RESISTIVITY SOUNDING USING LOW VARIABLE FREQUENCY CURRENT SOURCES TO SEARCH FOR HYDROTHERMAL SYSTEM
5. DATA SHEETS OF THE ITERATIVE LEAST-SQUARES INTERPRETATION OF SCHLUMBERGER'S RESISTIVITY SOUNDING CURVES OBSERVED AT THE PUCHULDIZA GEOTHERMAL FIELD IN CHILE

Interesting discussions in the three meetings gave us valuable informations to improve our training course more practical, strengthened mutual understanding and cooperations, and deepened international friendship between the exparticipants in Chile and us.

II. THE MEMBER OF TEAM

Seibe ONODERA, Professor of Exploration Geophysics

Department of Mining, Faculty of Engineering, Kyushu
University

Teruyuki KANEKO, Director of General Affairs Division, Kyushu University

Eiichi KIMURA, Training Officer, Kyushu Branch, JICA

III. OBJECTS

The main objects of the present dispatch of our team are:

1. to measure and evaluate the efficiency of the geothermal training course for the ex-participants and the use of their knowledge which was obtained in the course,
2. to improve and make future programmes more practical by assembling opinions for the course with the ex-participants and organizations concerned, and
3. to give lectures on the geothermal exploration and to investigate the present status of the development and use of geothermal resources, particularly exploration techniques for geothermal fields.

IV. SUMMARY OF DAILY SCHEDULE

February 11 (SAT)

Arrived at Santiago from Japan

February 12 (SUN)

Collections of materials

February 13 (MON)

1. Schedule fixed meeting at JICA Santiago Office
2. Visit to CORFO and meeting with Mr. Sergio Morales V. and Mr. Turides Solar V.
3. Meeting with Ex-participants at JICA Office
4. Social meeting at Panorama Giratorio

February 14 (TUE)

1. Meeting with ex-participants at Union Club
2. Meeting with staff of the Geological Survey of Chile

February 15 (WED)

1. Leave Santiago for Calama

February 16 (THU)

1. Field trip to El Tatio geothermal field

2. Leave Calama for Santiago

February 17 (FRI)

1. Preparation of report
2. Discussions on the El Tatio geothermal field with Prof. Lahsen and Mr. Trujillo

February 18 (SAT)

1. Submit the report to JICA Santiago Office, and the like
2. Reply to CORFO

February 19 (SUN)

1. Leave Santiago for La Paz

V. SUMMARY

1. On the Training Course
 - 1) S. Onodera presented that Prof. A. Koga will be appointed to the Course Leader in 1984.
 - 2) None. The reason is that Chile stopped the development of geothermal resources.
2. On the Curriculum
 - 1) Hydraulic Fracturing Technology was added to the curriculum in 1983, which was reported by S. Onodera.
 - 2) An ex-participant stated that the knowledge which was gained in the geothermal training course is useful to the other field of works, for example, Science of geothermal deposits is closely connected to Science of gold ore deposits.

VI. SUGGESTION FOR THE EL TATIO GEOTHERMAL FIELD BY THE TECHNICAL FOLLOWUP TEAM

After finishing the field trip to El Tatio geothermal field, we would like to suggest that

(1) the interpreted result of Schlumberger resistivity sounding curves tells us an interesting information that the drilling target should be selected in the direction of #7-#11-E and F. Further, some considerations teaches us more interesting informations that the exploration well should be drilled at two areas of ridges, which are divided by the iso-temperature contour of 10 °C(see Figure 3 at page 14 of the paper 1.), and

(2) the execution of systematic resistivity exploration by making use of the half electrode separation of 2000 m and 2500 m is now suggested to

discover more powerful geothermal resources in El Tatio geothermal field and to evaluate geothermal potential in the field.

Since geothermal resources is a domestic energy resource, it needs to be developed carefully. It is suggested that it should be developed by geothermists in Chile.

APPENDIX

LIST OF OFFICERS WITH WHOM WE DISCUSSED

February 13 (MON)

Serio Morales	Chief of Promotion Department, CORFO
Turides Solar V.	Consultant Engineer, c/o CORFO
Lahsen A.	Professor at University of Chile

February 14 (TUE)

Raul Salas Olivares	Jefe de Informatica, Serv. Nac. de Geologia Y Minería
---------------------	--

February 15 & 16 (WED & THU)

Turides Solar V.	Consultant Engineer, c/o CORFO
------------------	--------------------------------

現地報告書 -ボリビア-

February 24, 1984

Dear Sir:

We would like to submit the report of the Technical Follow-up Team for the ex-participants of the International Group Training Courses in Geothermal Energy to Organizations concerned.

During stay in Bolivia, we visited the Geological Survey of Bolivia, PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA Ministerio de Planeamiento y Coordinación, and Universidad Tomás Frías.

We gave a lecture on the resistivity exploration for geothermal field for the ex-participants of 4 and many guests.

By the cooperation of University of Tomás Frías, we had a field trip to hot spring areas of Chaqui and Tarapaya.

We were invited to dinner, which is arranged by the Ambassador of Japan, Mr. Tadatsuna Yabu.

On the occasion of leaving Bolivia for Japan, we would like to express our sincere thanks to the organization described above for their kind and valuable cooperation.

Very Truly yours,

Seibe Onodera
Teruyuki Kaneko
Eiichi Kimura

THE REPORT OF THE TECHNICAL FOLLOW-UP TEAM FOR THE
EX-PARTICIPANTS OF THE INTERNATIONAL GROUP TRAIN-
ING COURSE IN GEOTHERMAL ENERGY ARRANGED BY JAPAN
INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

By the Technical Follow-up Team

Seibe ONODERA, Teruyuki KANEKO, and Eiichi KIMURA

I. INTRODUCTION

we, the technical follow-up team, visited the Republic of Bolivia for the aftercare of geothermal training.

The technical follow-up team was dispatched by JICA, in order to execute the aftercare for the ex-participants of the International Group Training Course in Geothermal Energy, which was arranged by Japan International Cooperation Agency under the Technical Cooperation Program of the Government of Japan.

During February 19 to 24, 1984, we held a meeting with four participants and many guests, and carried out the field trip to hot spring areas of Chaqui and Tarapaya near Potosi by the cooperation of University of Tomás Frías.

In the lecture on the recent geothermal exploration techniques, the following papers were used:

- 1) A STUDY OF EXPLORATION FOR GEOTHERMAL RESOURCES BY MEANS OF RESISTIVITY MEASUREMENTS
- 2) A METHOD OF ESTIMATING THE TEMPERATURE OF FRACTURE-TYPE GEOTHERMAL RESERVOIR FROM A SOLUTION TO THE ITERATIVE LEAST-SQUARES INTERPRETATION OF THE SCHLUMBERGER'S RESISTIVITY SOUNDING CURVES
- 3) RESISTIVITY SOUNDING USING LOW VARIABLE FREQUENCY CURRENT SOURCES TO SEARCH FOR HYDROTHERMAL SYSTEM

The lecture was given in Sheraton Hotel, 18h30-19h30, and at Tomás Frías University at 18h30-20h30.

The resolution in the meeting plays an important role in the handing of our geothermal training course. And also we believe that the mutual understanding and cooperations through geothermal training aftercare were strengthened indeed.

II. THE MEMBER OF TEAM

Seibe ONODARA: Professor of Exploration Geophysics, Department of Mining
Faculty of Engineering, Kyushu University.

Teruyuki KANEKO: Director of General Affair Division, Kyushu University.

Eiichi KIMURA: Training Officer, Kyushu Branch of JICA

III. OBJECT

The main objects of the present dispatch of our team are:

1. to measure and evaluate the efficiency of the geothermal training course for the ex-participants and the use of their knowledge, which was obtained in the course,
2. to improve and make programmes more practical by summarizing the results of discussion,
3. to give lectures on the geothermal exploration and to investigate the present status of the development and use of geothermal resources, especially geophysical exploration techniques for geothermal resources.
4. to suggest how to develop geothermal resources.

IV. SUMMARY OF DAILY SCHEDULE

February 19 (SUN)

1. Arrived at La Paz
2. Schedule fixed at JICA La Paz Office

February 20 (MON)

1. Visit to JICA La Paz Office
2. Visit to Geological Survey of Bolivia, and meeting with the Director
3. Visit to the Ministerio de Planeamiento y Coordinación, and meeting with the Director
4. Meeting with ex-participants and many guests, and gave a lecture on the resistivity exploration for geothermal field
5. Attended the welcome party sponsored by the Ambassador of Japan, Mr. Tadatsuna Yabu.

February 21 (TUE)

1. Leave La Paz for Potosí
2. Visit to Tomás Frías University, and meeting with the Vice-President and Professors
3. Lecture on the resistivity exploration for geothermal fields

4. Attend to the social meeting and welcome party sponsored by Tomás Frías University.

February 22 (WED)

1. Field trip to hot spring areas of Chaqui and Tarapaya by bus of the University.

February 23 (THU)

1. Visit to Tomás Frías University, and explained the result of field trip
2. Collection of materials
3. Preparation of report.

February 24 (FRI)

1. Leave Potosí for La Paz
2. Submit the report to JICA La Paz Office and the like
3. Leave La Paz for Tokyo.

V. SUMMARY

- 1) On the Training Course
 1. Ex-participants pointed out that the course should be divided into several courses: a) Geological course, b) Geochemical course, c) Geophysical course, d) Drilling course, e) Power plant course, f) etc.
 2. and also training period should be extend.
- 2) On The Curriculum
 1. None

VI. SUGGESTION AND REPLY TO THE FIELD TRIP

1. For Chaqui

Altered zone in the hot spring area of Chaqui is narrow and surface manifestation is not so strong.

Hot spring area is far from the location of an intrusion, therefore it seems that the heat is tectonic origin.

To carry out resistivity sounding, surface condition is not so good.

In general, we can not pick up Chaqui as geothermal development area, so long as generation electricity is concerned.
2. For Tarapaya
 - 1) Interesting and promising,
 - 2) It seems heat origin is due to the intrusion of Mt. Hoana

Quino,

- 3) An estimation of geothermal energy depends upon the thickness of calcarious formation. If the thickness of the formation is in the range from 300 mts., to 500 mts., and if the upper depth exceeds 500 mts., then Tarapaya is promising to develop. According to geological assumption, it is 50 mts., and the depth is not clear.
- 4) Surface condition for electrical contact is very good. It is possible to carry out a systematic resistivity sounding.
- 5) It is suggested that the age of rocks, and the fluid filling temperature for calcarious formation are to be determined, and analysis of hot spring should be carried out.

APPENDIX

LIST OF OFFICERS WITH WHOM WE DISCUSSED

February 20 (MON)

- . Ing. Oscar Ballivián Chávez, Director Ejecutivo Nacional
GEOBOL
- . Ing. Raiel Salazar Rendon, Rector Universidad Tomás Frías de
Potosí
- . Dr. Enrique Mendizabal Ey- Jefe del Departamanto de Becas al
zaguirre Exterior, Ministerio de Planeamiento
y Coordinacion
- . José Velasco T., Asistente Alumno UMSA
- . Hugo Rios Mendoza, Ministerio de Minería y Metalurgia
- . Edgar Velázquez L., Min. de Minería y Metalurgia
- . VICTOR CASTILLO SIMBRON, MIN. DE MINERIA Y METALURGIA
- . JESUS SERRANO; ditto
- . ORLANDO SALVATIERRA, ditto
- . GILBERTO BORJA, ditto
- . GERMAN NUÑEZ ARAMAYO, INSTITUTO NAL. ELECTR. RURAL
- . RAUL FERAVDY V., ditto
- . FREDDY ARIAS A., GEOBOL
- . WALDO QUISBERT B., GEOBOL
- . JAIME TELLERIA D., GEOBOL
- . ALAN TORRICO M., MIN. DE MINERIA Y METALURGIA
- . WALTER CASSIS Z., ditto

February 21 (TUE)

- . Ing. Raúl Salazar Rendón, Rector de la Universidad
- . Ing. Renato Sancasz C., Facultad de Ciencias y Tecnología
- . Ing. Humberto Castro Valda, DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
- . Ing. Alcides Reyes Jiménez, Geofísico
- . Ing. Julio Peláez, Mineral Processing Eng.
- . Ing. Daniel Howard B., Catedrático de Geoquímica, Yacimientos
Minerales y OreMicroscopy, Universidad
Tomás Frías de Potosí

February 22 (WED)

- . Humberto Castro Valda

- . Alcides Reyes Jiménez
- . Julio Peláez

February 23 (THU)

- . Renato Sánchez Carranza
- . Raúl Salazar Rendón
- . Humberto Castro Valda
- . Alcides Reyes Jiménez
- . Julio Peláez

2. アンケート様式

QUESTIONNAIRE

To ex-participants in GEOTHERMAL

Please reply the following questions. In order to improve the future program of the course, your frank opinions and suggestions are eagerly welcomed.

(Please write in block letters or typewrite.)

1. Name:

Year of Participation:

2. Occupation:

a) Your present position and official address

b) Please describe your duties in the present service briefly.

c) Employment record since the year of your participation

Duration of Service	Position	Organization
-		
-		
- present	SAME as (a)	

3. 地熱エネルギー研修コース

3.1 委員会メンバー(1983)

1. Organization Committee on IGTCGE

The member of the Organization Committee on IGTCGE for the year 1983 are:

K. TANAKA, Chairman, President of Kyushu University,
S. OHASHI, Dean of the Faculty of Science,
K. MATSUDA, Dean of the Faculty of Engineering,
O. TSUGE, Director of the Research Institute of
Industrial Science,
S. ONODERA, Course Leader, and
M. FURUICHI, Director of the Administrative Office.

The Organization Committee on IGTCGE was pleased at the acceptance of IGTCGE during the Fourteenth Year of availability.

2. Executive Committee on IGTCGE

The Executive Committee on IGTCGE for the year 1983 was composed of

F. HIROWATARI, Professor of Economic Geology,
T. NOGUCHI, Emeritus Professor of Kyushu University,
K. NISHIKAWA, Professor of Heat Transfer,
S. ONODERA, Chairman, Professor of Exploration
Geophysics,
K. YUHARA, Professor of Geothermics,
A. KOGA, Professor of Geochemistry,
T. YAMASAKI, Professor of Kyushu Sangyo University, and
T. MANABE, Manager of the Thermal Power Department,
Kyushu Electric Power Co., Inc.

3.2 研修コース講師リスト(1983)

TABLE 1. THE LIST OF LECTURERS, THEIR TITLES, AND INSTITUTION FOR THE 14TH IGTCGE, 1983

ABE, Hiroyuki
Professor
Department of Mechanical Engineering
Faculty of Engineering, Tohoku University
EZIMA, Yasuhiko
Manager of Geothermal Department
West Japan Engineering Consultants, Inc.
FUJITA, Yasunobu
Professor of Steam Engineering
Department of Mechanical Engineering
Faculty of Engineering, Kyushu University
FUKUDA, Michihiro
Assistant Professor
Geothermal Development Center
Research Institute of Industrial Science
Kyushu University
HATTA, Makoto
Member of Geothermal Section
Thermal Power Department, Kyushu Electric Power Co., Inc.
HAYAKAWA, Masami
Professor
Faculty of Marine Science and Technology
Tokai University
HAYASHI, Masao
Assistant Professor of Geothermal Geology
Research Institute of Industrial Science
Kyushu University
IKAWA, Kazuo
Drilling Engineer
Geothermal Section, Thermal Power Department
Kyushu Electric Power Co., Inc.
ITO, Takehiro
Professor of Steam Power
Power Division, Department of Mechanical Engineering
Faculty of Engineering, Kyushu University
IZAWA, Eiji
Lecturer of Applied Geology
Department of Mining, Faculty of Engineering
Kyushu University
KINOSHITA, Yasumi
Deputy Manager (New Technology)
Thermal Power Department
Kyushu Electric Power Co., Inc.

TABLE 1. continuation

KOGA, Akito

Professor of Hydrothermal Geochemistry
Geothermal Development Center
Research Institute of Industrial Science
Kyushu University

MATSUMOTO, Tadashi

Assistant Manager of Geothermal Section
Thermal Power Department, Kyushu Electric Power Co., Inc.

MATSUMOTO, Tatsuro

Professor Emeritus
c/o Department of Geology, Faculty of Science
Kyushu University

NAKAMURA, Hisayoshi

Deputy Manager of Geothermal Division
Japan Metals and Chemical Co., Ltd.

NISHIKAWA, Kaneyasu

Professor of Heat Transfer
Department of Mechanical Engineering
Faculty of Engineering, Kyushu University

NOGUCHI, Takashi

Emeritus Professor
c/o Department of Mining, Faculty of Engineering
Kyushu University

OISHI, Kohei

Member of Geothermal Section
Thermal Power Department, Kyushu Electric Power Co., Inc.

OMOTE, Syun'itiro

Professor of Engineering Seismology
Department of Architecture, Faculty of Engineering
Kyushu Sangyo University

ONODERA, Seibe

Professor of Exploration Geophysics
Department of Mining, Faculty of Engineering
Kyushu University

TAKASHIMA, Yoshimasa

Professor of Radiochemistry
Department of Chemistry, Faculty of Science
Kyushu University

TARUTANI, Toshikazu

Professor of Inorganic Chemistry
Department of Chemistry, Faculty of Science
Kyushu University

TABLE 1. continuation

TOMITA, Tuneto
Manager of Geothermal Section
Thermal Power Department, Kyushu Electric Power Co., Inc.

UCHINO, Kenichi
Assistant Professor of Mining
Department of Mining, Faculty of Engineering
Kyushu University

URABE, Shigeaki
Chief of Drilling Department, DRICO Co., Ltd.

USHIJIMA, Keisuke
Lecturer of Exploration Geophysics
Department of Mining, Faculty of Engineering
Kyushu University

YAMAGUCHI, Masaru
Professor of Petrology
Department of Geology, Faculty of Science
Kyushu University

YAMASAKI, Tatsuo
Emeritus Professor of Kyushu University and
Professor of Faculty of General Education
Kyushu Sangyo University

YANAGASE, Tsutomu
Professor of Non-Crystalline Materials
Materials Science and Technology
Interdisciplinary Graduate School of
Engineering Sciences, Kyushu University

YUHARA, Kozo
Professor of Geothermics
Department of Mining, Faculty of Engineering
Kyushu University

3.3 研修カリキュラム

TABLE 2. THE SUBJECT OF LECTURES, SEMINARS, EXPERIMENTS, FIELD WORKS AND STUDY TOURS FOR THE 14TH IGTCGE

<u>I. Lectures, Seminars and Experiments</u>		Hours
1. Geothermal Geology I (Yamasaki)		6
2. Geothermal Geology II (Nakamura)		6
3. Geothermal Geology III (Izawa)		3
4. Experiments on Geothermal Geology (Hayashi) ...		6
5. Volcanology (Yamaguchi)		9
6. Structural Geology (Matsumoto)		6
7. Hydrothermal Geochemistry (Koga)	12	
8. Experiments on Hydrothermal Geochemistry (Koga)		3
9. Stable Isotope Geochemistry (Tarutani)		6
10. Isotope Geochemistry (Takashima)		3
11. Experiments on Isotope Geochemistry (Takashima)		3
12. Heat and Thermodynamics I (Ito)		9
13. Heat and Thermodynamics II (Nishikawa)		6
14. Heat and Thermodynamics III (Fujita)		9
15. Geothermal Hydrology (Noguchi)		9
16. Geophysical Exploration (Onodera)	15	
17. Experiments on Geophysical Exploration (Onodera)		6
18. Measurements of Thermal Conductivity of Rocks (Uchino)		3
19. Downhole Measurements (Fukuda)		6
20. Reservoir Physics I (Hayakawa)		6
21. Reservoir Physics II (Yuhara)		6
22. Geothermal Measurements (Yuhara)		6
23. Seismicity of Japan in related to the Global Plate Tectonic Theory (Omote)		6
24. Geothermal Drilling Technology (Urabe)		9
25. Hydraulic Fracturing Technology (Abe)		6
26. Wellhead Equipment and Measurements of Well Characteristics (Matsumoto)		6
27. Geothermal Power Plant Engineering (Kinoshita)	15	
28. Corrosion Fundamentals (Yanagase)		6
29. On the Development of the Otake and Hatchobaru Geothermal Fields (Ezima)		3
<u>II. Field Works at Otake and Hatchobaru</u>		Days
30. Geological Works (Yamasaki & Hayashi)		1
31. Geochemical Works (Koga)		1
32. Geophysical Works (Fukuda, Hatta & Oishi)		2
33. Drilling Works (Ushijima & Oishi)		1
34. Production Engineering Works (Matsumoto & Ikawa)		2
<u>III. Field Trips and Study Tours</u>		
35. Geological Excursion for Aso (Yamasaki & Hayashi)	1	
36. Geochemical Field Trip to Beppu Hells (Koga) .	0.5	
37. Visit to the Oita Thermal Power Plant and the Oita Steel Works (Onodera & Tomita)		1
38. Geothermal Field Trip to Takinoue, Matsukawa, Onuma and Onikobe (Onodera & Ushijima)		6
39. Visit to the Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Nagasaki (Onodera)		2

3.4 テキスト一覧(1983)

Texts for 1983 reproduced by the course leader are:

Nos.	page
1. Geothermal Geology I by Yamasaki	49
2. Geothermal Geology II by Nakamura	80
3. Geothermal Geology III by Izawa	41
4. Experiments on Geothermal Geology by Hayashi ...	26
5. Volcanology by Yamaguchi	38
6. Structural Geology by Matsumoto	60
7. Hydrothermal Geochemistry by Koga	63
8. None	
9. Stable Isotope Geochemistry by Tarutani	41
10. Isotope Geochemistry by Takashima	41
11. Experiments on Isotope Geochemistry by Takashima	6
12. Heat and Thermodynamics I by Ito	18
13. Heat and Thermodynamics II by Nishikawa	99
14. Heat and Thermodynamics III by Fujita	10
15. Geothermal Hydrology by Noguchi	58
16. Geophysical Exploration by Onodera	377
17. Experiments on Geophysical Exploration by Onodera	70
18. Measurements of Thermal Conductivity of Rocks by Uchino	11
19. Downhole Measurements by Fukuda	18
20. Reservoir Physics I by Hayakawa	124
21. Reservoir Physics II by Yuhara	48
22. Geothermal Measurements by Yuhara	24
23. Seismicity of Japan in related to the Global Plate Tectonic Theory by Omote	36
24. Geothermal Drilling Technology by Urabe	20
25. Hydraulic Fracturing Technology by Abe	196
26. Wellhead Equipment and Measurements of Well Characteristics by Matsumoto	30
27. Geothermal Power Plant Engineering by Kinoshita	216
28. Corrosion Fundamentals by Yanagase	26
29. On the Development of the Otake and Hatchobaru Geothermal Fields by Ezima	86
30. Geological Works by Hayashi	8
31. Geochemical Works by Koga	11
32. Geophysical Works by Fukuda	10
33. Drilling Works by Ushijima	30
33a. Drilling Works by Oishi	20
34. None	
35. Geological Excursion for Aso by Hayashi	34
38. Geothermal Field Trip to Takinoue, Matsukawa, Onuma and Onikobe by Onodera	83
Outline of Geothermal Power Plants in Onikobe Matsukawa and Onuma by Onodera	36
Orientation for the 14th International Group Training Course on Geothermal Energy, 1983 by Onodera	26
Studies on Volcanic Type Geothermal Resources by Kyushu Geothermal Research Group	47
Special Paper, No. 1, Volcanoes and Hot Springs around Aso, Kyushu by Tadaiti Matumoto	54
Special Text, Geothermal Power Plant Engineering by the Late Professor Takeichi Hayashida	160
Special Text, Geothermal Power Generation by Kimito Inoue	165
Total	<u>2,596</u>

3.5 研修員受入れ実績(1970~1983)

Number of participants who have completed successfully the whole schedule of the International Group Training Course on Geothermal Energy, 1970 to 1983

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1. Argentina	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
2. Brazil	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
3. Bolivia	7	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-
4. Burma	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. Cameroon	2	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Chile	10	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	-	-	-
7. China	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. Colombia	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
9. Costa Rica	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Egypt	10	-	2	1	1	-	1	-	1	1	1	1	-	-
11. El Salvador	6	1	1	-	1	2	-	1	-	-	-	-	2	-
12. Ethiopia	9	1	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
13. Guatemala	5	1	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
14. India	8	-	1	-	2	2	1	-	1	1	-	1	-	-
15. Indonesia	21	3	1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1
16. Iran	11	-	1	1	1	-	1	1	2	1	1	-	1	-
17. Jamaica	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
18. Kenya	6	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	1	2	-
19. Korea	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
20. Mexico	6	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2
21. Nicaragua	7	1	1	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-
22. Pakistan	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
23. Papua New Guinea	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24. Peru	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
25. Philippines	18	2	1	1	1	2	-	2	2	2	-	1	1	1
26. Tanzania	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27. Thailand	14	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
28. Turkey	16	2	1	-	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
29. Uganda	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30. Venezuela	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1
Total	190	17	13	12	14	15	11	11	12	15	13	12	14	16

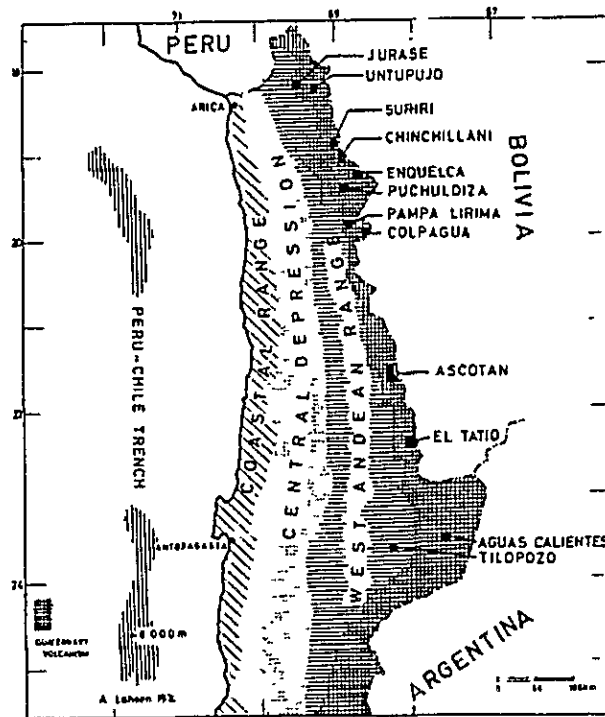
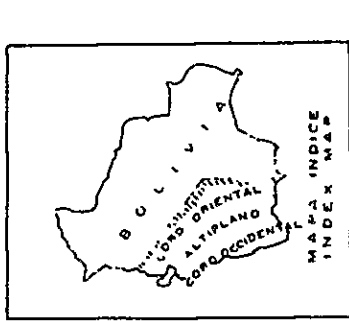
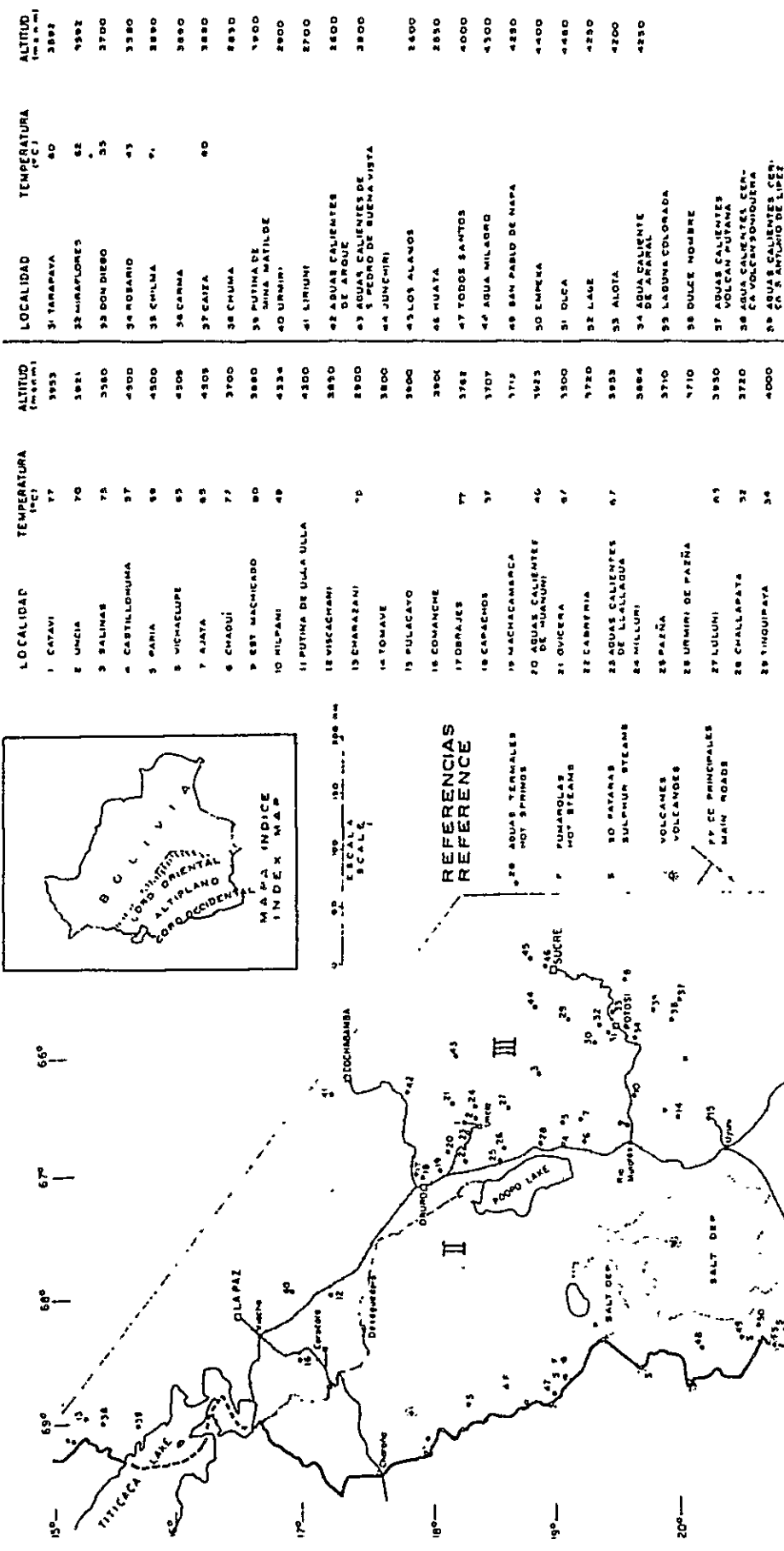


Fig. 1. Principal morphostructural features of Northern Chile, with the location of Quaternary volcanism and hydrothermal areas



**REFERENCIAS
REFERENCE**

- 19 AGUAS TERMALES
HOT SPRINGS
- 20 AGUAS CALIENTES
DE HUANOINI
- 21 OVICERA
- 22 CABERFRIA
- 23 AGUAS CALIENTES
DE ULLALLA
- 24 MILLUNI
- 25 PAÑÑA
- 26 URUMI DE PAÑÑA
- 27 LULUNI
- 28 CHALLAPATA
- 29 YHOUPATA
- 30 TOTONA
- 31 PUMAROLAS
HOT STEAMS
- 32 SALT DEEP
SULPHUR STEAMS
- 33 VOLCANES
VOLCANES
- 34 P.P. CC. PRINCIPALES
MAIN ROADS



LOCALIDAD	TEMPERATURA (°C)	ALTITUD (metros)	LOCALIDAD	TEMPERATURA (°C)	ALTITUD (metros)
1 CATANI	77	3853	31 TARAPATA	60	3892
2 UNCA	70	3621	32 MIRAFLORES	82	4982
3 SALINAS	75	3580	33 DON DIEGO	55	3700
4 CASTILLOHUMA	37	4300	34 ROSARIO	45	3380
5 PARI	88	4800	35 CHILMA	71	3890
6 MICHAELUPE	85	4508	36 CARMA		3890
7 AJATA	85	4308	37 CAIZA	80	3890
8 CHAQUI	77	3700	38 CHUMA		2890
9 EST. MACHICADO	80	3880	39 PUTINA DE JUNA MATILDE		1900
10 MUPANI	48	4334	40 URUMI		2900
11 PUTINA DE ULLA ULLA		4300	41 LIMUNI		2700
12 VISCACHANI		3890	42 AGUAS CALIENTES DE AROQUE		2400
13 CHARAZANI	70	2900	43 AGUAS CALIENTES DE PEDRO DE BUENA VISTA		3800
14 TOMAVE		3800	44 JUNCHINI		
15 PULACAYO		3600	45 LOS ALAMOS		2400
16 COMANCHE		2806	46 HUATA		2890
17 OBRAJES	77	3782	47 TODOS SANTOS		4000
18 CAPACHOS	37	3707	48 AGUA MILAGRO		4300
19 MACHACAMARCA		1719	49 SAN PABLO DE NAPA		4890
20 AGUAS CALIENTES DE HUANOINI	40	1623	50 EMPERA		4400
21 OVICERA	87	3500	51 OLEA		4480
22 CABERFRIA		3720	52 LAGE		4290
23 AGUAS CALIENTES DE ULLALLA	67	3953	53 ALOTA		4200
24 MILLUNI		3884	54 OVA CALIENTE DE LA PAÑÑA		4290
25 PAÑÑA		3710	55 LA OUNA COLORADA		
26 URUMI DE PAÑÑA		4710	56 DULCE NOMBRE		
27 LULUNI	63	3950	57 AGUAS CALIENTES VOLCAN PUTANA		
28 CHALLAPATA	52	3720	58 AGUA CALIENTE CERCA VOLCAN TONQUERMA		
29 YHOUPATA	34	4000	59 AGUAS CALIENTES CERCA S. ANTONIO DE LIPEZ		
30 TOTONA	34	1892	60 CERCA S. PABLO DE LIPEZ		

DISTRIBUCION DE MANIFESTACIONES GEOTERMICAS EN BOLIVIA
GEOTHERMIC MANIFESTATION IN BOLIVIA
 AUTOR: ING. RAUL CARRACO C.
 DIBUJO: Sr ALFONSO GUTIERREZ T

GEOBOL 1975

Fig. 4.

JICA