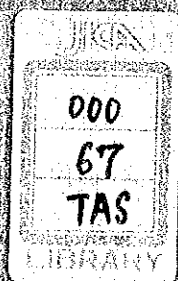


昭和53年度帰国研修員巡回指導

地熱エネルギー巡回指導班
報告書

国際協力事業団
研修事業部



研 二
J R
79-11

国際協力事業団

受入 月日	'84. 5. 21	000
登録No.	06303	67 TAS

マイクロ
フィルム作成

は　じ　め　に

この報告書は、我が国が実施してきた地熱エネルギー集団コースに参加した帰国研修員に対するアフターケア業務の一環として、昭和54年1月21日から2月7日までの18日間、エジプト、トルコ及びフィリピンの3カ国に派遣した地熱エネルギー巡回指導班の業務報告である。

本書が、帰国研修員の活動状況、彼らが抱えている技術的諸問題や要望等について関係各位の一層深いご理解をいただくための一助となり、今後に於ける地熱エネルギーコースの研修員受入事業の改善と発展に資することができれば幸いである。

なお、本件の実施にあたりご協力を賜った外務省・文部省・九州大学及び現地において厚情なご指導とご協力を賜った在外公館並びに関係機関の皆様方に深甚の謝意を表したい。

昭和54年3月

研 修 事 業 部

部長 八 坂 傳 郎

JICA LIBRARY



100782511

目 次

I 序	1
1 巡回班構成	1
2 巡回国及びその期間	1
3 巡回日程	1
4 巡回内容	4
II 質問事項の集計	6
5 設問項目の集計結果	6
III アフタケアセッションと地熱地帯巡検	11
6 エジプトにおける地熱資源の分布	11
6.1 Suez 湾東部及び西部における温泉群	11
6.2 紅海に臨む高熱流地帯	15
6.3 西部砂漠のオアシス	15
7 エジプトにおける討議とリクエスト	16
8 地熱アフタケアセッションのエジプトにおける決議	16
9 エジプトにおけるニーズ	16
10 トルコにおける地熱開発の現状	17
10.1 Kizildere geothermal field	18
10.2 主な問題点	19
11 トルコにおけるリクエスト	20
12 Afyon 及び Kizildere 地熱地帯巡検	21
13 フィリッピンにおける地熱開発の現状	24
14 フィリッピンにおけるリクエスト	26
15 フィリッピンにおける地熱地帯巡検	28

Ⅳ 総 括	33
(1) 地熱エネルギーコース研修員の帰国後の実態	33
(2) 研修に係る評価	33
(3) 技術情報の提供	34
(4) 今後の研修内容の改善	34
(5) 研修ニーズの把握	34
(6) 巡回国における研修員推薦窓口及び技術協力窓口	34
(7) 研修員受入事業に対する要請	35
(a) コースの新設	35
(b) 研修施設の充実	36
(8) フォローアップ事業に対するニーズとその対策	36
付録1 地熱エネルギー国際研修コース	38
付録2 巡回国における帰国研修員のリスト	39
付録3 主な訪問機関の組織	46
付録4 質問書	53
付録5 使用した航空機関	56
写真1 Giza のピラミット	13
写真2 Nuclear Materials Corporation にて (昭和54年1月23日)	13
写真3 Egyptian Geological Survey and Mining Authority	14
写真4 懇親会 (1月24日 Cairo Sheraton Hotel にて)	14
写真5 MTA 会議室にて (1月27日)	22
写真6 Geophysical Department, MTA	22
写真7 Geothermal Division, MTA	23
写真8 Pamukkale	23
写真9 Tiwi geothermal Power Plant (2月4日)	31
写真10 Cooling tower at Tiwi	31

I 序

国際協力事業団の「帰国研修員巡回指導派遣要綱」にもとづき、地熱エネルギー研修コースのフォローアップチームが編成され、与えられた期間に下記の3カ国を巡回し、その業務に従事した。以下にその内容をまとめて報告する。

1. 巡回班構成

小野寺 清兵衛 九州大学教授(工学部資源工学科)
井 上 守 九州大学工学部事務部長
中 内 清 文 国際協力事業団研修部研修第二課職員

2. 巡回国及びその期間

エジプト、トルコ、フィリッピン(3カ国)
昭和54年1月21日～2月7日(18日間)

3. 巡回日程

巡回の日程を表1に示す。

表1 巡回日程表

年 月 日	発着地名(国名)	訪 問 先	用 務
昭和54年 1月21日(日)	新東京国際空港 1015 発 (Bangkok, Delhi, Karachi 経由)		
1月22日(月)	Cairo(Egypt) 0040 着	JICA Cairo Office	打合せ

表1の続き

年 月 日	発着地名(国名)	訪 問 先	用 務
1月23日(火)		Embassy of Japan Nuclear Material Corporation Remote Sensing Center	表 敬 アフタケアセッション 視察及び調査 NMCによる招待晚餐
1月24日(水)		Egyptian Geological Survey & Mining Authority	視察及び調査 懇親会開催 資料整理
1月25日(木)			
1月26日(金)	Cairo 1055 発 (Istanbul 経由) Ankara (Turkey) 1920 着	Embassy of Japan MTA	打合せ アフタケアセッション 懇親会開催
1月27日(土)			
1月28日(日)	Ankara 0800 発 Pamukkale 1600 着 1月29日(月) pamukkale 0800 発 Izmir 1600 着 Izmir 1715 発 Istanbul 1805 着	Afyon geothermal area Sandikli hot spring Pamukkale Kizildere geothermal field MTA Dinizli Office	地熱地帯巡検 同 上 同 上 同 上 調 査

表1の続き

	発着地名(国名)	訪 問 先	用 務
1月30日(火)		Department of Geology Faculty of Science University of Istanbul Consulate General of Japan	視察及び調査 招待晩餐
1月31日(水)	Istanbul 1540 発		
2月 1日(木)	Karachi 0040 着 Karachi 0630 発 Hongkong 1605 着 Hongkong 1830 発 Manila 2015 着		
2月 2日(金)		JICA Manila Office Embassy of Japan PNOC Commission on Volcanology	打合せ 表 敬 アフタケアセッション 同 上
2月 3日(土)	Manila 0930 発 Ormoc 1130 着 Ormoc 1650 発 Mactan 1710 着	Tungonan geothermal field	地熱地帯巡検
2月 4日(日)	Mactan 0830 発 Masbate 1010 着 Masbate 1305 発 Legazpi 1330 着	Tiwi geothermal power plant	視 察

表1の続き

年 月 日	発着地名(国名)	訪 問 先	用 務
2月 4日(日)		Salt making plant	視察及び調査
2月 5日(月)	Legazpi 0830 発		
	Manito 0845 着	Manito geothermal area	地熱地帯巡検
	Manito 1110 発		
	Legazpi 1130 着		
	Legazpi 1445 発		地熱調査の検討
	Manila 1600 着		
2月 6日(火)		NPC	視察及び調査
		Mak-Ban geothermal field	地熱地帯巡検
		Hydroelectric Pumped Storage Plant	視 察
2月 7日(水)	Manila 1445 発		懇親会開催
	新東京国際空港		
	1935 着		

表1にみられるように、地熱地帯巡検のためトルコ及びフィリピンにおける巡回日程は大幅に変更となった。この部分はMTA及びPNOCの誠意ある協力によって用意された日程である。

4. 巡回の内容

本フォローアップチームは、巡回の1つの目的、すなわち地熱開発上重要かつ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に、Technical papers、資料及び質問事項書を用意した。

(1) EVALUATIONS OF OUTPUT OF GENERATING ELECTRICITY

- FOR GEOTHERMAL FIELD by Seibe ONODERA, №1, Technical paper for Ex-Participant in IGTCGE, The Japan International Cooperation Agency, 1979
- (2) ANALYSIS OF BOREHOLE DATA AT OTAKE AND HATCHOBARU GEOTHERMAL AREAS by Michinori FUKUDA and Seibe ONODERA, №2, Technical paper for Ex-participant in IGTCGE, The Japan International Cooperation Agency, 1979
- (3) Sunshine Project in Japan by Seibe ONODERA
- (4) 日本地質図, 1/200万
- (5) 日本温泉・鉱泉分布図, 1/200万
- (6) An Outline of the Geology of Japan
- (7) Questionnaire to Ex-participant of geothermal training course by Japan International Cooperation Agency (JICA)

これらの資料をもとにして、巡回国の地熱開発機関及び地熱開発事務所において、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、地熱コースアフタケアセッションを開催し、また国際親善を兼ねて晚餐懇親会を催した。

帰国研修員の実態調査については、まず地熱開発地域の巡検及び地熱発電所地熱関係プラントなどの訪問によって、つぶさに帰国研修員の活動状況を把握するとともに、発表論文を検索し巡回国の帰国研修員リスト中に添付することにした(39～45ページ参照)。

帰国研修員の研修に係る評価については、質問事項書の集計結果及びアフタケアセッションにおける討議事項によってランク付けることができよう。

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、アフタケアセッションの決議(案)のところで述べている。

本巡回班の出発前には、JICA当局から巡回国大使館宛に「便宜供与依頼書」が渡航日程表とともに発送され、また班員の1人からも巡回国地熱関係機関の長及び帰国研修員の代表者宛にアフタケアへの協力についての懇請がなされた。

II 質問事項の集計

設問項目とリクエストに分けて、質問事項を集計すると次のとおりである。

5. 設問項目の集計結果

設問項目 6, 7, 8 を除いて国別集計の結果は表 2 に示される。

表 2 設問項目に対する国別の集計

巡 回 国		Egypt	Turkey	Philippines
質問回収数, () 内数字は参加者数		5(6)	5(10)	6 (13)
4. 研修員の地位	Science Researchers	—	—	5
	Geophysicists	2	2	—
	Geochemists	3	—	—
	Geologists	—	2	—
	Engineer	—	1	—
	Drilling Engineer	—	—	1
5. 研修員の所属機関	a. Governmental	5	5	5
	b. Semi-Governmental	—	—	1
9. a 講義科目	Excellent	3	1	—
	Good	2	4	6
	Excellent	4	5	2
	Good	1	—	4
10. 研修期間	a. Just right	2	5	1
	b. Too short	3	—	5
11. コースで学んだ知識が	a. 大部分役立っている	2	3	3
	b. あるものは役立っている	3	2	3
12.	a. 文献あるいはパンフレットの提供を希望するもの	4	5	6
	b. 装置または計器の供与を希望するもの	3	2	2
	c. 専門家の派遣による技術援助を要望するもの	3	2	—
	d. 短期専門研修を要望するもの	5	3	5

この集計によれば、第1に、地熱開発に従事する技術者の所属機関は政府機関であることがわかる。これは開発途上国の特長かもしれないが、このシステムによる地熱開発は世界の通例でもある。これに反し、日本における地熱開発は株式会社によって行われているが、真に地熱開発を行うためには政府機関システムの方が得策と考えられる。

第2に、研修コースにおける講義科目については、良以上のランクで評価されているし、また研修旅行についてもまず申し分のない評価を得ている。

第3に、研修期間については、国民性及び地熱開発の進展状況に依存する集計が得られているといえる。フィリピンにおけるように、Tiwi, Mak-Ban, Tungonan geothermal development fieldsなどの開発経験をもつ研修員の研修期間に対する評価は、地熱開発技術習得の意欲の現われとして、Too shortとなっている。反対に、トルコのように単身来日を好まない国民の評価は、技術習得の必要性よりも研修生活環境に左右されて、Just rightで与えられている。一方、エジプトから本コースへ参加した研修員の評価は上に述べたものの中間に位する。この理由は、エジプトが実質的地熱開発のスタートを切っていないことに原因すると思われる。

第4に、研修コースで学んだ知識の仕事への適用度については、設問11の集計のとおり、aとbとはほぼ同じで、国別の違いは認められない。これは当然だといえる。

第5に、設問12においては、a最新技術に関する文献あるいはパンフレットの請求及びd短期専門研修コースの新設に関する要請が圧倒的に多い。12dについては設問13と関係があるので、そこでふれることとし、12aについては、文献紹介あるいは交換という形でその普及活動を充実に取り上げねばならないが、そのためには現在における本コース運営のシステム、すなわち兼任制から専任制に切り換える必要がある。例えば「地熱エネルギー研修センター」の新設によって1年のうち3カ月を研修に、残りの9カ月をこの文献業務にタッチするというのなら実現は可能である。

地熱調査または研究に必要な装置あるいは計器の供与については、予算処置

があれば直ちに実行可能であろう。

専門家の派遣による技術の援助については、現にある分野において JICA が実施しているので、その枠を広げさえすればよい。

最後に設問 13 を分類すれば、日本における現代地熱技術に関する論文の要求が 6 つもあり、これは 12 a と同じで、残りの大部分のリクエストは地熱探査部門の範疇に入っている。これを列挙すれば次のとおりである。

13 a Geophysical Exploration の分野では、

- (1) Interpretation of resistivity sounding curves
- (2) Seismic exploration for geothermal field
- (3) Electrical exploration for geothermal field
- (4) Computation of porosity of reservoir using resistivity log
- (5) Dipole - dipole resistivity exploration for gf
- (6) Magnetotelluric exploration for geothermal field
- (7) Audio - magnetotelluric exploration for geothermal field
- (8) Infrared survey for the Gulf of Suez

の技術習得、

13 b Geochemical Exploration の分野では

- (1) Computer programme for geochemical exploration for gf
- (2) Sampling apparatus of water and steam
- (3) Gas chromatograph
- (4) Autoclaving

に関する技術の習得及び測定器の供与

13 c Drilling の分野では

- (1) Drilling equipment
- (2) Drilling at a depth of 100m to measure temperature gradient and heat flow
- (3) Drilling assistance for Cagua thermal area

などの供与及び助成に関するリクエストである。

地熱エネルギー研修コースが開講されてから10年になんなんとする今日においては、帰国研修員自身が地熱開発上の具体的問題を解決するために、

1 3 d Advance course in short term for Ex-participant (Separate)

- (1) Geological course
- (2) Geophysical course
- (3) Geochemical course
- (4) Drilling course
- (5) Production course
- (6) Reservoir engineering course
- (7) Power production course
- (8) Disposal problems course
- (9) Borehole technology
- (10) Geothermal management
- (11) Geothermal project

などのアドバンスコースの新設に関する要求が登場してきた。

1 3 e Graduate Study (Master, Doctor)

- (1) Geology
- (2) Exploration geophysics

1 3 f Extend the duration of this course to 9 months or 1 year

1 3 g Expert dispatched by JICA

に関する要請がある。

これらのリクエストのうち、1 3 gはJICAによって、また1 3 eは九州大学においてすでに軌道に乗っていることであるし、さらに1 3 fのリクエストに応ずるためには、地熱エネルギー研修センターなどの新設が必要である。

1 3 a, bのリクエストは1 3 a, (2)及び(3)で満たされよう。1 3 a, (9)については、コースリーダーは数年前からその人材を養成し、やっと本年1月にその資格が整ったので、Borehole technologyを第10回(1979)の研修コース講義科目に加えることができる。

実際に、このようなリクエストに対処する方策については、すでに1974年に地熱エネルギー研修コース講師の先生方の協力を得て、コースリーダーの提案（地熱エネルギー国際研修コースの将来計画について）があるが、しかし地熱開発のBaseをなしている「Advance course of geophysical & geochemical explorations」の開講なら人的及び施設の現状からして可能である。

Ⅲ アフタケアセッションと地熱地帯巡検

アフタケアセッションのプログラムは次のとおりである。

- (1) 開 会
- (2) あいさつ(巡回の目的)
- (3) わが国の最新技術情報の提供 (Technical papers No 1 & 2)
- (4) 巡回国における地熱開発の現状
- (5) 討論及びリクエスト
- (6) セッションの集約(決議)
- (7) 閉 会

6. エジプトにおける地熱資源の分布

Dr. BOULOSの談話によれば、エジプトにおける地熱資源は、現在のところ開発可能性の順番に、次の4つの地熱徴候地域、すなわち

- (1) Suez 湾に臨む東部及び西部に分布する温泉群、
- (2) 紅海のエジプト海岸30 Kmの広域に分布する高熱流地域、
- (3) 西部砂漠のオアシスに分布する湯井群、及び
- (4) Cairo-Suez 公道の両側に分布する間欠泉及びQatrani と Jebel Uweinat における熱水地域

に分布するという。これらの地域における地熱徴候は次のように要約される。

6.1 Suez 湾東部及び西部における温泉群

最も温度の高い温泉は Suez 湾の東海岸に沿って分布しており(図1)、その名称、湧出量、温度及びNa-K-Caによる推定温度は表3に示される。

表3 Suez 東海岸に分布する温泉

温 泉 名	湧出量m ³ /d	温度℃	Na-K-Ca による深部温度℃
Ain Hamman Faraoun	880	75	129
Ayun Musa	-	48	186
Ain Sukhna	15	33	130

INDEX MAP OF EGYPT SHOWING LOCATION
OF HOT SPRINGS AND WELLS

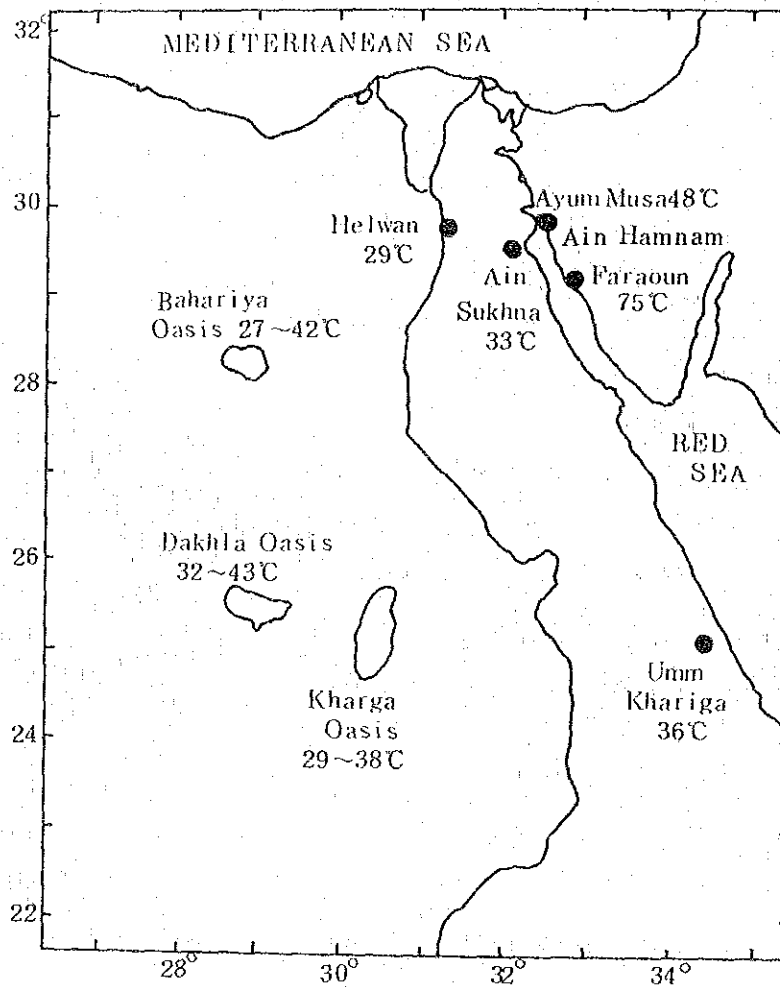


図1 エジプトにおける地熱資源の分布

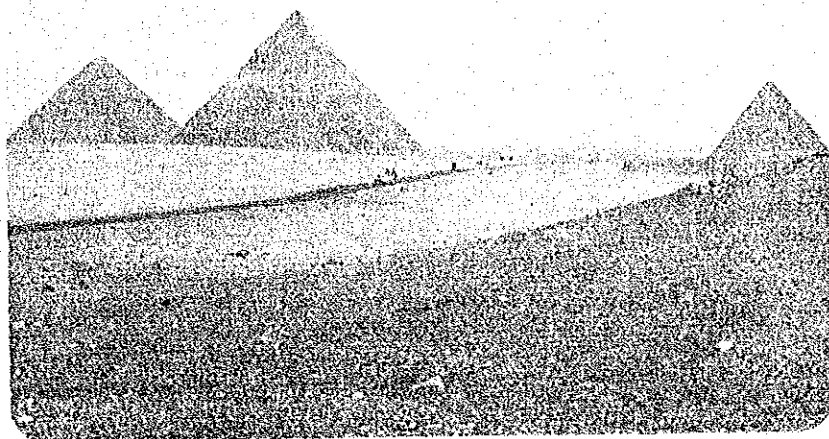


写真1 Giza のピラミット

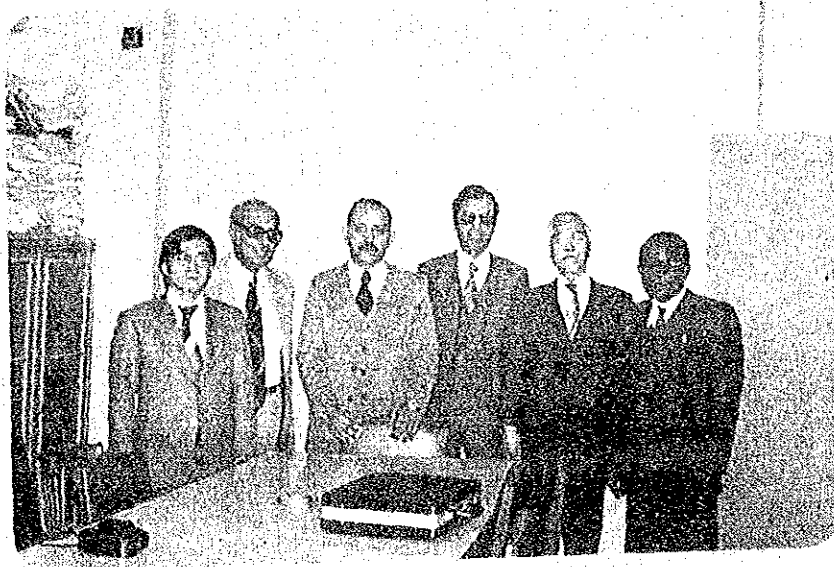


写真2 Nuclear Materials Corporation
にて（昭和54年1月23日）

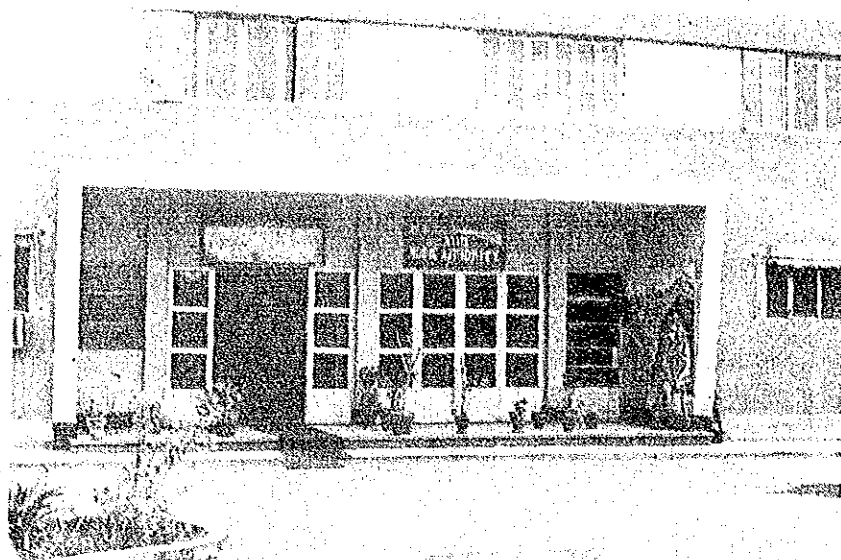


写真3 Egyptian Geological Survey and Mining Authority

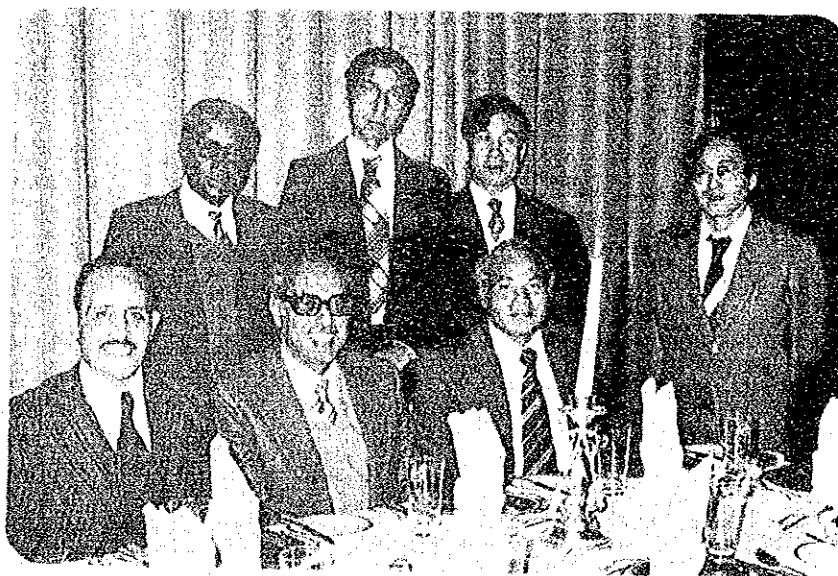


写真4 懇親会（1月24日 Cairo Sheraton Hotelにて）

Na-K-Caによる推定温度から、後第三紀火山活動に関係のある Ain-Hamman Faraoun 近傍地域がエジプトのうちで地熱資源開発上最も期待できる。

一方、Suez 湾沿岸における油井の抗底温度データ 111 個から求めた平均地温勾配は 26.7 ± 5.5 °C/Km となり、北部エジプトにおけるよりも明らかに大きい。また、高熱流地域は深いテクトニクスに係わりをもち、Suez 湾から Cairo の西部にまで分布している。この結果、Suez 湾沿岸は地熱資源の可能な分布地域であると結論づけることができる。プレートニクスの観点から紅海にその中心をもつテクトニクス発達の一つの分枝に相当する。

6.2 紅海に臨む高熱流地帯

高熱流地帯は紅海のエジプト海岸に長さ 30 ~ 40 Km のベルト状をなす。この地域は Abu Shegela, Abu Dabbab, Wadi Higlig, Nuweibi, Sukkari, 及び Abu Ghalaga に沿う海岸地域に限定される。海岸から 2 Km はなれている Wadi Ghadir の高熱流は注目される。前カンブリア紀の花崗岩質片麻岩は正常地域の 4 倍もの熱流値を示す。

Ras Gharid 地域は高温勾配で指示されており、この高温度勾配の海岸地帯への集中は紅海テクトニクス構造のある部分が地熱エネルギー分布を統制するように現われている。

東部砂漠においては、紅海海岸近傍の Umm Kharing の井戸の温度は 36°C である。SiO₂ の平均値は西部砂漠の水における平均値の 2 倍もある。これは、安定なアフリカプレートにおけるよりも紅海中心に近接するほど熱流は大きくなるためと解釈される。

紅海には、もちろんデータは少いが、地熱エネルギーの重要な源である。

6.3 西部砂漠のオアシス

西部砂漠のオアシスにおける人工井戸 (AW) 及び揚水井戸 (PW) は 29 ~ 43°C の温度を示す。水試料の温度及び Na-K-Ca による推定温度から、Kharga Oasis, Bahariya Oasis が有望である。

7. エジプトにおける討議とリクエスト

現在までに行われた地熱調査法について質問したところ、次に述べるような回答を受けた。

- (1) 油井及び 100~200 m 深度の坑井を掘削利用して、坑底温度の測定と熱流の測定が行われた。
- (2) 温泉の分析結果を用いて、シリカ温度推定法による地下温度の推定が行われた。
- (3) 地震波の微動観測が行われた。

また、地熱エネルギー委員会が 6 名のメンバー (AEE から 2 , EGS から 2 , Petroleum Co. から 2) によって構成されており、エジプトにおける地熱エネルギーの評価、エネルギーアセスメントなどが行われているし、さらに New Mexico 大学 (USA) との間に協同研究が締結されており、地熱フィジビリティスタディが行われつつあるという情報を得た。

地熱調査の第 2 段階として、比抵抗垂直探査、SP、AMT、MT、地震反射法、深い探査坑井の掘削などが企画されており、これらの技術習得の必要性が認められた。

エジプトからのリクエストはその集計の中に含まれているが、これらを帰国研修員とともに討議した結果、

8. 地熱アフタケアセッションのエジプトにおける決議

案として、期間 1 カ月の Advance Course of Geophysical & Geochemical Explorations for Geothermal Field の新設を報告書に書いて J I G A に懇請することを約束した。この場合、1970~1978 年の研修員の中から 2 ~ 3 名の参加者をそのコースに送りたいと希望している。

9. エジプトにおけるニーズ

エジプトにおける地熱関係機関は、現在のところ Egyptian Geological Survey and Mining Authority, Atomic Energy Corporation, National

Research Center の 3 機関（研修員推薦窓口はそれらの長）に絞られるので、毎年 2 ～ 3 名、本研修コースに参加させたいという意志表示があった。

10. トルコにおける地熱開発の現状

トルコにおける地熱開発は、図 2 に示される 10 カ所の Geothermal Provinces のうち、Afyon (AFYON), Kizildere (DENİZLİ), Germencik (AYDIN) 及び Seferihisar (İZMİR) の 4 カ所で活発に行われている。

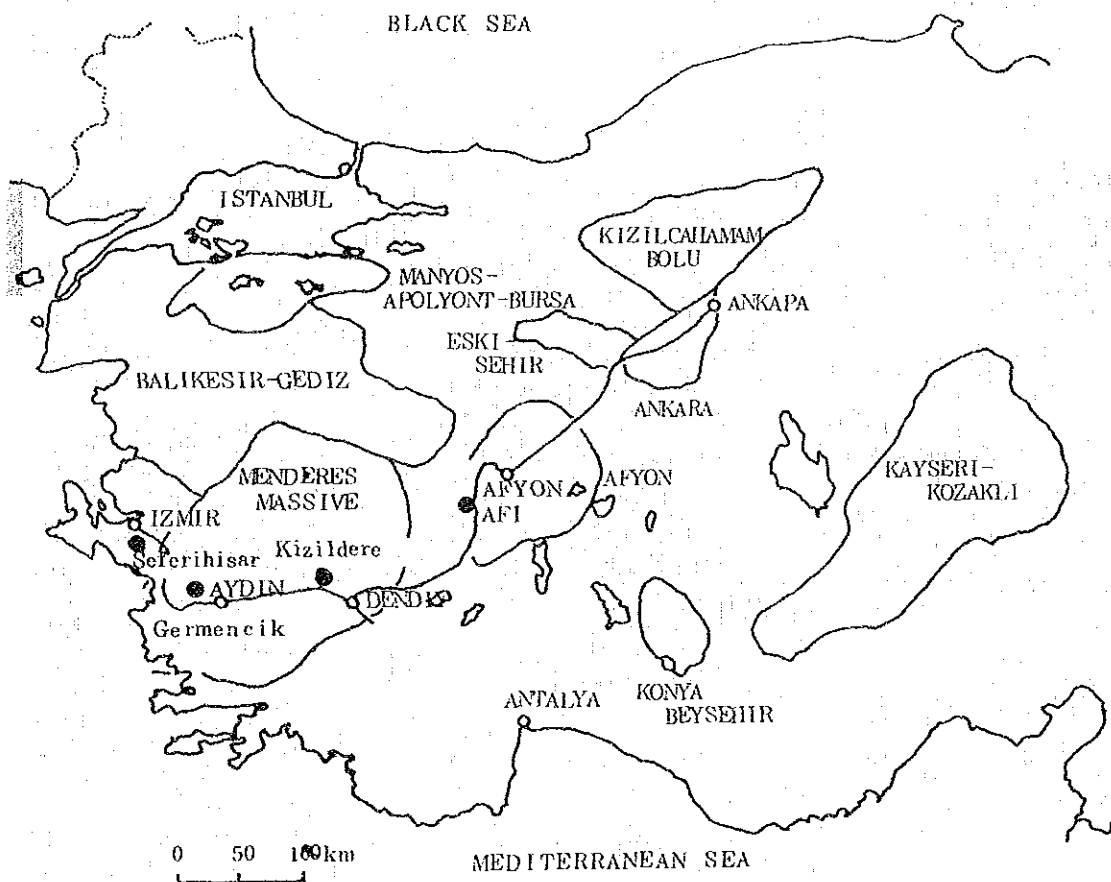


図 2 西部 Anatolia における Geothermal Provinces

10.1 Kizildere geothermal field

セッションにおけるMr. TAN の談話をまとめると次のとおりである。

Kizildere geothermal field はトルコにおける地熱開発が最初に手掛けられた field であり, Büyük Menderes 地溝帯に位置し, 造山作用による活テクトニクスベルトに属する。地熱調査は United Nations Development Programme (UNDP) の協力のもとに, 1967 年にスタートした。地質, 物理, 地化学探査の後, 第1生産井, KD-1 の掘削が1968年にスタートした。

現在までに, 16 の地熱生産井が深度 370~1,241 m でこの地熱地帯に掘削され, 2 枚の地熱貯留層の存在が確認されている。(図3)。

地表

	Alluvium	

PL4	Sandstones Cemented by lime	
	~~~~~ unconformity	
	Sandstones	
PL3	Siltstones CAPROCK of 1st reservoir Yellowgreen Marl (250~800m)	Upper Miocene-Pliocene
-----		
	Gray limestone } 1st RESERVOIR, 170°C	
PL2	Marl	Miocene
	Siltstones	
-----		
	Claystones CAPROCK of 2nd reservoir	
	Sandstones (100~130m)	Lower Miocene
PL1	Alternating red, brown colored conglomerates [impermeable sediment]	
-----		
	Lignite	
	Marble ..... 2nd RESERVOIR, 207°C	Palaeozoic
	Micaschists } 1,700 l/h of fluid rate from 6 wells	
	Quartzite } 3rd CAPROCK (800~1,200m)	
	Gneiss schists	
	augen Gneiss ..... maybe 3rd RESERVOIR (2,000m?)	

図3 Kizildere geothermal field における代表的層序



第1 Caprocks は Upper Miocene-Pliocene の claystones 及び marls (250~800 m) からなり、第1 Reservoir は二次的孔隙率をもつ Miocene の limestone からなり、その温度は 170°C である。第2 Caprock は Lower Miocene の conglomeratic sandstone で、その厚さは 100~130 m あり、第2 Reservoir は Palaeozoic の marble からなり、この層に掘削された 6 つの生産井から 1,700 l/h の地熱流体を生産しており、貯溜層の温度は 207°C を示す。第3 Reservoir は augen gneiss と考えられているが、drilling によってその存在がまだ確かめられていない。おそらく、2,000 m の drilling でこれに遭遇する見込みをもっている。

深さ 80~150 m の坑井約 120 本が地熱地帯の温度勾配を測定するために掘削された。4.5~6.0°C/10 m の温度勾配線は有望な地熱貯溜層の存在を指示する。

現在、この地熱地帯には 0.5 MW のパイロット蒸気タービンが運転されており、その電力は Kizildere 及び Karatas 村に無料で供給されている。

また、3,000 m² のパイロットグリントハウスが建設されており、30 t/y のトマトその他を生産している。

近い将来、この地熱地帯に 15 MW の地熱発電所を建設する計画があり、そのフィジビリティスタディが行われつつある。

## 10.2 主な問題点

地熱流体中に含まれる化学物質はいわゆる公害となったり、あるいは発電プラントにおける過剰設備の必要を余儀なくする。Kizildere においては、硼素、炭酸カルシウム及び非凝縮性ガスの 3 つが公害、除去及び発電設備に影響している。

### (1) 硼 素

Kizildere 地熱流体は硼素を多く含有している。それでもし 1,000 l/h 以上の地熱流体を Menderes 河に廃水すると、同河川の硼素含有量は 1 ppm 以上となり、これは灌漑の汚染限界となる。イタリアのラルデレロではこれを回収しているが、ここでは地熱流体を地下に還元する計画を立ててい

る。従って、還元技術の習得が必要である。

## (2) スケーリングの除去

Kizildere 地熱流体は高  $\text{CaCO}_3$  のもので、well casing や pipe line の結合部分及び制御バルブにおける scaling の難問題となっている。これは生産井及び pipe line の断面積を小さくし、地熱流体の輸送をさまたげる。実験の結果によると、坑井口元圧力が  $15\text{kg}/\text{cm}^2\text{g}$  を越すと、scaling の速度は遅くなり、6～7 カ月おきに scaling を除去すればよいことがわかった。生産井における scaling は地表から深さ 450m までの部分に限定され、その redrilling にはわずか 10 日間を要するのみで、余分の生産井を準備しているので、発電には支障はない。

## (3) 非凝縮性ガス

生産地熱流体は非凝縮性ガスを多量含んでいる。その量は、 $4\text{kg}/\text{cm}^3\text{g}$  のもとで、蒸気に対する重量比で約 10～20 にも及ぶ。これが必要以上の真空をもつため、蒸気コンデンサーにおける問題点となっている。プラントにおいて高容量ガスエジェクタを必要とする理由はここにある。

# 11. トルコにおけるリクエスト

地熱アプタケアセションの後半において、次のようなリクエストが提出された。

トルコには、Geothermal Provinces が現在のところ 10 カ所、温泉は 300 カ所もあり、地熱開発による発電評価は 4000MW と推定されている。Kizildere 及びその他の地熱開発の経験から、第 1 に、 $\text{CaCO}_3$  scaling の防止または処理、第 2 に、化学公害を防止するために企画された還元技術の習得、第 3 に、地熱貯留層中における流体の化学変化、特に pH について勉強したい。

地熱探査においては、まず第 1 に、MTA として比抵抗電気探査のデータ処理のためのコンピュータプログラムの提供を希望する。第 2 に、比抵抗電気探査装置を設備したいが、どのメーカーのものが適当か？。

$\text{CaCO}_3$  scalingの解決策については、帰国後適当な研究者を斡旋しよう、還元については、その基礎的事項は Technical paper No 2 に書いてあるからまずこれをフォローして下さい。Reservoir fluid における chemical change については、これはむずかしい問題であって、早急に解決することのできない問題であると指示回答した。

要望のコンピュータプログラムは例題を添付して郵送することを約束し、また比抵抗電気探査装置を設備するのなら、Geoscience (USA) のものを輸入しなさいと答えた。

最後に、エジプトにおいては、地熱一般コースの他に、Advance Course of Geophysical and Geochemical Explorations を最小1カ月の期間で、Ex-participant の中から数名ピックアップして、1979 年から開講することを、アフタケアセッションの決議(案)として JICA に懇請することになったが、これについて MTA の同意が得られるか?、について計ったところ、大賛成だと即答してくれた。

アフタケアセッションが終るやいなや、ゲスト参加の Mr. Orhan Mertoglu は、Kizildere pilot gethermal plant における  $\alpha = 0.05$  になりました。と知らしてくれた。これは Technical paper No 1 に関する問題であって、トルコにおける地熱エネルギーの評価にとって最も重要な ファクターなのである。

## 12. Afyon 及び Kizildere 地熱地帯巡検

1月28日(日)0800 Hotel TUNALI (Ankara) をMTA の車で出発した。Mr. TAN の案内で車は広野を走る。広々とした地溝帯に露出する石炭岩 (Kizildere の reservoir に相当する) の風景をカメラにおさめ、アンカラから約350km 走行の後、Afyon geothermal area に到着した。この地域には図2に示される位置に No 1 well が掘削されており、その深度は905 m、坑底温度は96℃である。広大な平地であり、地熱開発の1つの要素が整っている。

つづいて、Sandkli hot spring area を巡検した後、Dinar町で昼食をと

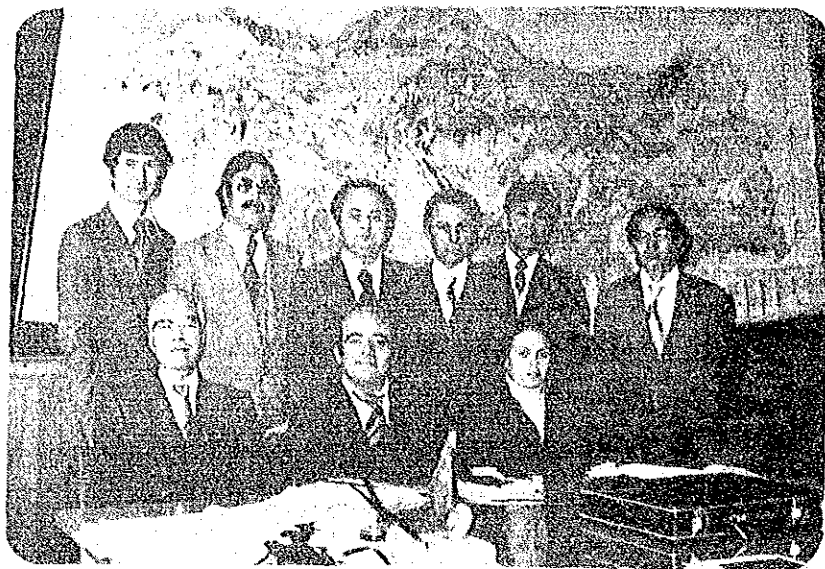


写真5 MTA 会議室にて(1月27日)

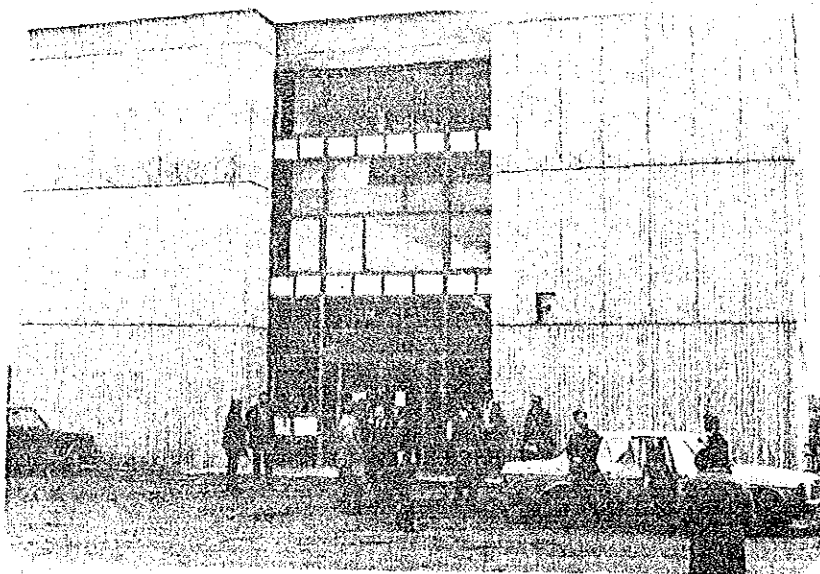


写真6 Geophysical Department, MTA

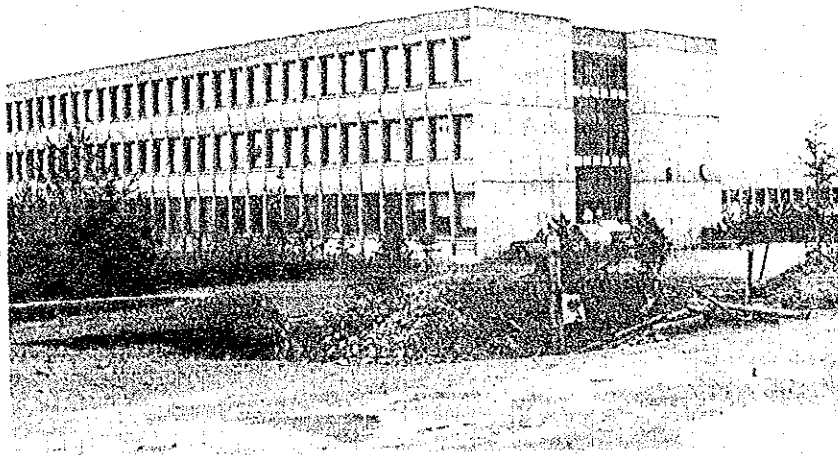


写真7 Geothermal Division, MTA

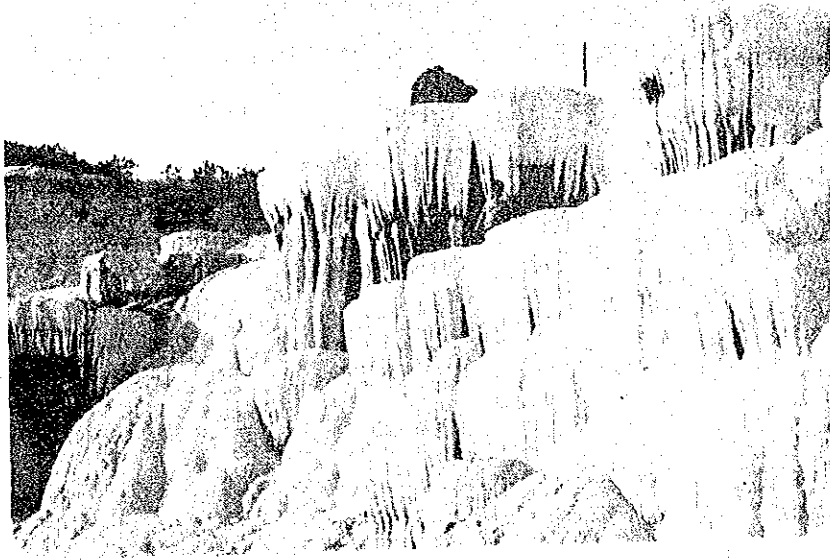


写真8 Pamukkale

り、 travertine で有名な Pamukkale に 1600 に到着、Motel TUSAN にチェックインし、直ちに巡検に出かけた（写真 8）。古代遺跡を見学するにつけても、文明発生の由来に驚嘆する。

1 月 29 日（月）Pamukkale 0800 発

Kizildere と Pamukkale との距離は約 50 km である。Mr. ESDER による地熱開発の説明を聞いた後、パイロットパワープラント（0.5 MW）、多くの Production well、 $\text{CaCO}_3$  の生産井における scaling の redrilling による除去、fluid tank, green house（ここでトマトの試食をした。とてもおいしかった）を見学するとともに多くの地熱設備をカメラにおさめた。技術的見地からはなれて地熱フィールドは長さ 40 km もある幅広い地溝帯に存在し、特に drilling site は日本の場合と異なり平地であって、地熱開発に恵まれた国であるなと印象づけられた。昼食は Denizli の MTA 開発事務所でどちらそうになった。

午後は一路 Izmir へ（途中 Prytaneion (Town Hall) を見学し写真を取り）と車をとばした。Izmir 空港で車の走行距離は 900 km を越していた。

以上トルコにおける地熱地帯巡検のあらましを述べたが、終始 Kizildere geothermal field の所長をしている Mr. TAN の親切な案内によって、また Mr. ESDER の説明によって、Afyon 及び Kizildere の巡検を終えることができた。ここに書面をかりて MTA 及び両氏の絶大なる協力に対し深甚なる謝意を表する。

### 13. フィリッピンにおける地熱開発の現状

アフタクアセッションにおいて、Dr. ALCARAZ は Philippines における地熱開発機関の構成について述べた。この機構は彼の着想によるものであって、付録に示される。

Mr. Bernardo TOLENTINO の談話によれば、フィリッピンにおける地熱開発は 1969 年、Tiwi の 1 MW 地熱発電所の建設によって実質的に開始されたといえる。これは深さ 220 m の生産井から生産される蒸気量 10 t/h を用い

て地熱発電に成功したものである。1972年には1,500mの地熱生産井の試掘を行って、地下地熱賦存の状態を調査している。

現在、50MW容量の地熱発電所がTiwiに建設されており、営業運転に入っている。また、Mak-Ban地熱フィールドには、三菱重工製タービンゼネレータ2基、いずれも50MW容量、が設備されており、3月には営業運転が開始されるという。さらに、Tiwi地熱フィールドにおける27wellsの掘削は1978年の終りに完成しているし、またレイテ島のTungonan地熱フィールドにおいても、21wellsの掘削が完了しており、それぞれ50MW及び105MWの評価が得られているので、遅くとも2年後の1981年にはフィリッピンにおける地熱発電所の総容量は300MWとなり、アメリカ、イタリアに次いで世界第3位の座につくことはいうまでもない。この上に、Manila南方約80kmのところにあるMak-Ban geothermal development fieldにおいては、1983年までに容量50MWの蒸気タービンゼネレータ13基がsetされるという。なんと素晴らしいことではありませんか。

それではなぜフィリッピンがこのような急テンポで地熱開発が進展したかを考えてみると、第1に地熱資源に恵まれていることはさることながら、第2に付録においてリストアップされている地熱開発組織の完備にあったといえる。

図4に示されるように、地熱探査は、Palimpinon-Dauin (Southern Negros Island-Central Visayas), Manat (North Davao, Mindanao), Manito (Albay Province, Luzon Island), 及びMambucal-Mandalagan (Northern Negros, Central Visayas)に向けられ、またNational wide assessmentはBatong-Buhay (Kalinga-Apayao, Luzon Island), Maint (Sadaga, Mountain Province, Luzon Island), Acupan (Benquet, Luzon Island), Asin (Benquet, Luzon Island), Cagua (Cagayan, Luzon Island), Mariaveles (Bataan-Luzon Island), Bulusan (Sorsogon, Island), and Montelago Oriental, Luzon Island)に集中している。

この他、発電以外の地熱エネルギーの利用については、主としてComm-

ssion on Volcanology において取扱われており、Tiwi における製塩プラント、ニガリからマグネシウムの回収、穀物・海草・魚類の乾燥など多くの分野にわたって研究開発が進められている。(Commission on Volcanology において開かれたアフタケアセッションにおける Mr. Loreto Galit AGUILA の談話による)。

#### 14. フィリッピンにおけるリクエスト

フィリッピンの帰国研修員からのリクエストは設問 12 に対する回答(本報告 P.-7-参照)及び設問 13 (同じく-8, 9-参照)に対する回答のとおりである。特に、(a)地熱探査、(b)掘削、及び(c)生産と管理 に関する Advance course の本地熱エネルギー研修コースへの新設についての要請が挙げられる。前に述べたように、フィリッピンにおける地熱開発テンポは実に早く、敬意を表したいが、一方諸君の要望する Advance course のうち、掘削(Drilling)については、フィリッピンがアメリカ技術を応用して現に成果を挙げているじゃないですか?フィリッピンの Drilling level は日本よりも上だと私は判断するんだが、どうして Advance course of Drilling Technology を必要と考えるのか?と問い返した。これについての明確な回答は得られなかったが、よく考えてみると、drilling log と geophysical data との対比(correlation)が明確でなかったことは事実であるが、——これを明らかにすることが geophysical exploration の基本である——彼等はこの点についてまで認識していないようである。そこで、(a)地熱探査、及び(b)掘削に関する Advance course をなんとなく要望しているもので、これらの技術習得に意欲を示していることがわかる。

研修員に関するフィリッピンのニーズについては、トルコにおけると同様に、2名の研修員と1名のアドバンスコースへの参加者が考慮されるべきである。



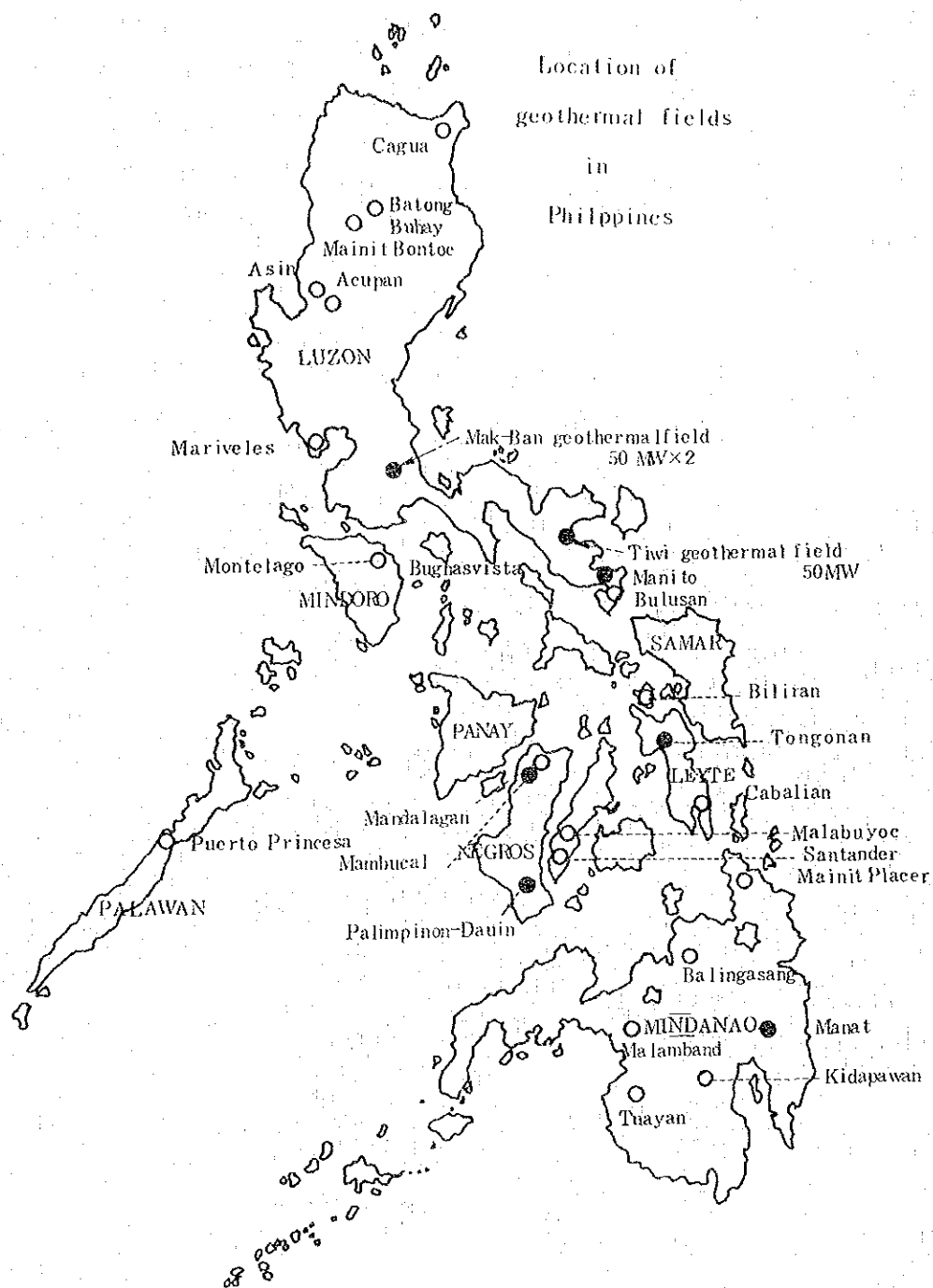


図4 フィリッピンにおける地熱開発地域

# 15. フィリッピンにおける地熱地帯巡検

2月3日(土)チャーター機(6人乗り)に塔乗してManila空港を0930に離陸し、Mt. Banahaw (2177 m)をカメラにおさめ、Marinduque島周辺の変質状況を視察しているうちに、同機はLeyte島のOrmoc空港を目標に一直線に飛んだが、Masbate上空にさしかかると雲だけとなり残念、1130Ormoc空港に着陸した。18 Kmの山道をドライブした後、Tungonan geothermal fieldの開発事務所に案内され、ここで昼食をいただいた。食堂や宿泊所はブロック建であったが、とてもよく整備されていた。日本ではこのような開発事務所は何処へいっても見られない。

Mr. Carli RECIOの説明によれば、Tungonan geothermal fieldの地質は、上部から下部へ、Alluvial, Janagdan andesite (Quaternary), Sedimentary Series, conglomerate, (Pliocene), Bao Volcanic Complex (Middle-upper Miocene), Diorite intrusion による Dacite fractured (Reservoir に相当する) からなる。Caprock の役目は、図5に示されるように、

		Deposits	Recent
	Janagdan andesite	Two Pyroxene andesite Lava flow with Lahar deposits	Quaternary
	North central Leyte FM	Sedimental series (conglomeratic)	Pliocene
Bao Volcanic Complex	Hornblende andesite porphyry	Massive Lavaflow with a lot of Hornblende, some Beds of Tuff	Midle-upper Miocene
	Hornblende andesite		
	Augite bearing Hornblende andesite		
	Diorite intrusion	Dacites fractured (Reservoir)	

図5 Tungonan geothermal fieldにおける層序

Bao Volcanic Complex で、Dacite fracture zoneの深度は、21wells の掘削データによれば、1,190~1,550 mの範囲であり、地熱破砕帯の温度は263~324℃であり、地熱エネルギーポテンシャルは1坑井当り6.5~16.7MWである。

要するに、Tungonan gethermal field は、fracture type のもので、フィリッピン構造断層に沿っており、Janadan 火山の活動による火山岩貫入に基因し、Lake Dana 周辺が geothermal field として最も期待できるという。

電気探査のうちの比抵抗水平探査 ( Resistivity Mapping ) が New Zealand の指導のもとに大規模に行われ、低比抵抗帯が10オームメートルのコンターラインで2カ所に分布することが知られた。そこで New Zealand におけると同様にこれらの低比抵抗帯を対象として drilling が行われたが、結果は期待したほどではなかった。そこで、比抵抗データを逆に使って、高比抵抗地帯をめがけて13本目の生産井を掘削した結果、その生産井は Tungonan geothermal field のうちで地熱エネルギーの最も大きいものであることが知られた。これはあたりまえのことで、低比抵抗帯は変質帯の存在を指示するけれども、それが必ずしも地熱貯溜層に該当しないのである。

最近の研究によれば、破砕帯、すなわち地熱貯溜層は多くの場合変質帯の下部に存在し、その比抵抗は変質帯の比抵抗よりもずっと大きいという知見が得られている。この破砕帯の探査は比抵抗垂直探査 ( Resistivity Sounding ) の適用によって与えられるのである。この探査技術の習得は地熱開発における最も重要かつ価値ある成果をもたらすもので、エジプト、トルコ及びフィリッピンを巡回することによって、帰国研修員もまたその技術の必要性を痛感していることを知った。これは何よりの収穫といえよう。

Tungonan 地熱開発事務所には、正規のスタッフ60人、請負コンサルタント職員及び従業員を合せて90人、合計150人の技術者及び従業員が働いている。

Mr. VITENTE 及び Mr. RECIO の案内で、生産井 M-5 ( 10MW 容量相当 )、M-1、M-6、M-14 ( 最近の2レグ・リグが建てられており、

7クルーがdrillingに従事していた。この中にインドネシアのペルタミナ所属の掘削技術者も含まれている）、MB-1（14MW、これが高比抵抗帯に掘削された生産井である）、及び3MW geothermal plant を見学した。川谷に沿う地熱フィールドで、地形は日本のそれとよく似ている。

1650 事務所に別れを告げ、Ormoc 空港からMactan 空港に飛び、Cebu市のHotel にチェックインした。

2月4日（日）

PNOC によって組まれたスケジュール通り、Mactan 空港を離陸し、Legazpi 空港へ飛んだが、天候の具合で1010 Masubate 空港に不時着した。昼食をとっているうちに、天候が回復したので、Masubate を離陸し、1330 Legazpi 空港に着陸し、直ちにTiwi gethermal power plant を訪問することにした。

容量50MW のタービンゼネレータ（東芝製）がセットされており、この日は日曜日なので、プラントの点検が実施されており、従ってOutput は容量の半分の2万5千KWであった。

製塩プラント（Salt making plant）の訪問

1964年に掘削された地熱生産井（深さ641ft）から生産される天然蒸気（116°C, 10psig）を用いて、海水を4段階に濃縮して、1,500kg/dayの塩生産が行われている。

その他、製塩の副産物である苦汁からMg 金属の回収、米・わら・もみがら・雑草・果樹種などの乾燥、海藻・魚肉のかん結などに関する試験研究が行われており、近い将来それらの工業化が期待される。

2月5日（月）

Manito geothermal area を巡検するためにヘリコプターが用意された。前夜に、Status Report of Manito-Albay geothermal project（50ページ）を渡され、drilling siteを決めてほしいと依頼された。地質、比抵抗水平探査及び地球化学調査結果のデータをもとにして、巡検が終った後でコメントをしたためPNOCに提出した。



写真 9 Tiwi geothermal power plant (2月4日)

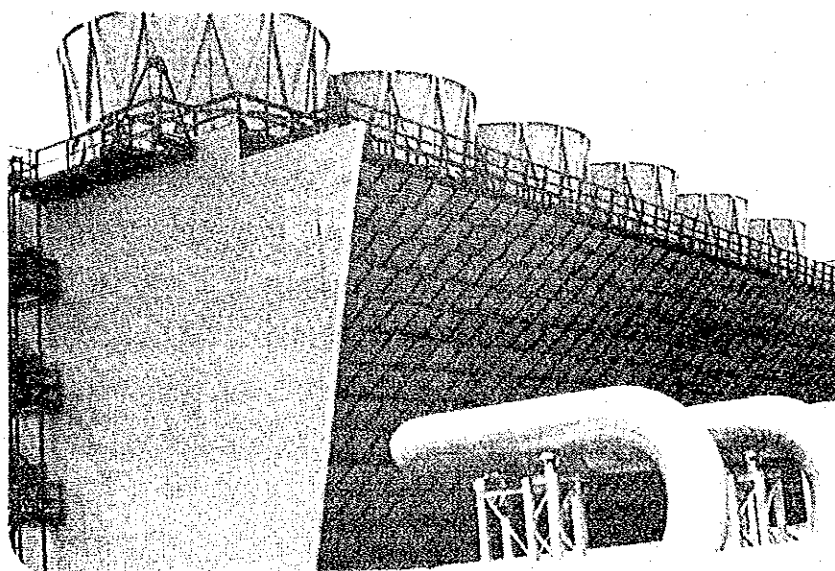


写真 10 Cooling tower at Tiwi

2月6日(火)

NPCを訪問し、Mr. Pedro SAN DIEGO, field からもどってきたというMr. Ronald Asis ALMERO, Mr. Ibrahim KASAP (Turkish, geothermal engineer, Electroconsult, Milano, Italy, now ele Manila) (いずれも帰国研修員), Dr. Rogelio DATUIN 及びNPC スタッフ10数名に会うことができた。元気でやっているということで、とてもうれしかった。これらの方々と30分ほど雑談した後Mak-Ban geothermal field の巡検にPNOCの車で出かけた。

このフィールドは、Tungonan gethermal field と同様に、破碎帯型地熱フィールドのもので、広さおよそ162,000ヘクタールで、29の地熱生産井がすでに完成しており、生産井の深さは3,239~9,451 ftsの範囲であり、坑底温度は483~626 F の範囲で、また生産井1本当りの相当電力は3.29~11.02である。50MW 容量のタービンゼネレータ(三菱重工製)が2基セットされており、もう1時間もすれば蒸気フィードが行われるという状態であった。1983年末までには50MW 容量のタービンゼネレータがこのフィールドに13基セットされる計画をもっている。

帰路Hydroelectric Pumped Storage Plantを見学し、深い感銘を受けた。

以上フィリピンにおける地熱フィールド巡検についての概略を述べたが、この巡検はPNOCのアレンジによるものであり、また巡検の案内としてMr. Alejandrino F. VITENTE の親切な協力を得た。ここに書面をかりて、PNOC当局及び同氏に対し深甚なる謝意を表する。

## IV 総 括

巡回の結果を総括すると次のとおりである。

### (1) 地熱エネルギーコース研修員の帰国後の実態

エジプトにおける帰国研修員は6名で、そのうち5名に会い、いずれも政府機関に奉職し、それぞれの専門分野で活躍しており、特に Dr. BOULOS はエジプト地熱委員会のメンバーとして国のプロジェクトに参画し、そのアセスメントに多忙を極めている。(付録の研修員リスト参照、氏名の前の◎は巡回班が会った帰国研修員を示す)

トルコにおける帰国研修員は10名であるが、そのうち5名に会うことができた。Mr. DURUCAN は MTA を停年退職し、他の4名は地熱フィールドの調査に出かけており会うことはできなかったが、MTA は政府機関のもので、すべての研修員はトルコの地熱開発に従事している。

フィリピンにおける帰国研修員は13名であり、Mr. MANUEL を除いて全員に会うことができた。Mr. SAN DIEGO は NPC を退職し、現在養鶏業に従事している。従って、地熱開発にたずさわっている帰国研修員は、PNOC に5名、NPC に1名、Commission on Volcanology に5名となる。このうち、Dr. ALCARAZ はフィリピン地熱開発の先駆者であり、フィリピン地熱開発の今日あるは彼に負うところが大きい。

### (2) 研修に係る評価

これについては、(a)講義科目・研修旅行、(b)研修期間、及び(c)コースで学んだ知識の適用度に分けて述べる。

(a) 講義科目については、評価のランクにおいて、Excellent 4 (16の回答数のうち)、Good 12 で、研修旅行に対する評価は、Excellent 11、Good 5 である。

(b) 研修期間については、Just right 8、Too short 8となっている。

(c) 学んだ知識の適用度については、大部分役立っているもの8、あるものは役立っているもの8となっている。

(3) 技術情報の提供

今回の巡回に際しては、本報告 5 に列挙したような技術情報 3 つを提供したが、帰国研修員の好評を得たと思われる。

(4) 今後の研修内容の改善

地熱エネルギー国際研修コースは、現在 36 科目から構成されているが、ここ 2, 3 年講義科目 19 番がキャンセルされている。帰国研修員から多方面にわたる講義科目の開講が要望されるに至っているけれども、地熱科学の進展状況と教授陣容とに制約されて、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。しかし、1979 年第 10 回コースには、Borehole Technology を加えることができる。また研修プログラムについては、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前向に改善していきたい考えである。

(5) 研修員ニーズの把握

巡回国における研修員のニーズについては、エジプト 2 名～3 名、トルコ 2 名、フィリピン 2 名である。この要求は本研修コース研修員採択の原則に反するが、しかし需要は地熱開発の尺度によって決まるもので、平等な考え、すなわち 1 国 1 人の原則こそ再考に値すると思われる。

(6) 巡回国における研修員推薦窓口及び技術協力窓口

巡回国における研修員推薦窓口と技術協力窓口とは同一と考えてよい。  
エジプトにおいては：

Egyptian Geological Survey and Mining Authority (3 Salah Salem Street, Abbassia, Cairo, Egypt )

Nuclear Materials Corporation (P.O.Box Atomic Energy, Cairo, Egypt )

National Research Center, Earth Science Lab. (Tahrir St., Dokki, Cairo, Egypt)

トルコにおいては：

MTA : Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Mineral Research and



Exploration of Turkey (Ankara, Turkey)

フィリッピンにおいては;

Special Committee on Scholarship, National Economic and  
Development Authority (Manila, Philippines)

PNOC : Philippine National Oil Company, Energy Development  
Corporation, PNPC Complex (Merritt Road, Fort Bonifacio,  
Metro Manila, Philippines)

NPC : National Power Corporation, Geothermal Energy Develop-  
ment Center, PNPC Compound (Fort Bonifacio, Rizal 3111,  
Metro Manila, Philippines)

NPC, Luzon Regional Office (Bonifacio Drive, Fort Area,  
Metro Manila, Philippines)

Commission on Volcanology (5th Floor, Hizon Bldg., 29 Quezon  
Avenue, Quezon City, Metro Manila, Philippines)

(7) 研修員受入事業に対する要請

研修員受入事業に関連して、次の2つの事項、すなわち(a)コースの新設、  
及び(b)研修施設の完備に絞ってJICA当局に懇請する。

(a) コースの新設

帰国研修員自身が地熱開発上の具体的問題を見出し、これを解決す  
る方策として、11のアドバンスコース(本報告—9—参照)の新  
設要求が登場してきている。技術研修受入事業を通して巡回国のみなら  
ず開発途上国との友好関係をなお一層増進するためには、この要請に応  
じるべきである。しかし、技術的観点からすべて受け入れるわけにはい  
かない。

人的及び施設の現状からして可能であり、かつ地熱開発上最も重要な  
ベースをなしている「Advance Course of Geophysical and Geochem-  
ical Explorations for Ex-participant with One Month」を早急に開  
講することを、今回のアフタケアセッションの決議としてJICA当局に

懇請する。

(b) 研修施設の充実

この件については、九州大学事務局に懇請したことがあり、心よく九州大学記念講堂の会議室の使用の斡旋を受けたが、黒板・暗幕など講義室としての設備を欠き、また研修員の休息室及び研修事務室の確保がでなかったもので、実現しなかったのである。写真 6, 7 ( -22, 23 - 参照 ) に見られるような立派な建物を要求するわけではありませんが、また大学は大学としての使命を果たすための最小限の施設しかありませんので、このような事情を勘案して、JICA 地熱エネルギー研修センターの設立を計画して下さい。

(8) フォローアップ事業に対するニーズとその対策

フォローアップ事業におけるニーズのうち、圧倒的に多いのは地熱文献の提供である。日本には、日本科学技術情報センターが法律に基づいて設立されており、文献活動が活発に行われているが、地熱関係については必ずしも満足とはいえない。それではまず第 1 に、JICA から当該センターに地熱技術情報の充実について要請すべきである。また、JICA 地熱エネルギー研修センターの設立の暁には、文献普及活動の充実のみならず、国内資源として最後に残された地熱エネルギー資源の技術開発上 JICA の果たす役割は大きいといえる。

第 2 のニーズは、地熱探査部門の技術の伝達である。これを列挙すれば次のとおりである。

- (a) 電気探査，特に RS 曲線の解析とその結果の掘削記録との対比
- (b) 地熱地帯における地震反射法
- (c) ダイポール・ダイポール比抵抗探査
- (d) 磁電探査
- (e) 可聴周波磁電探査
- (f) 赤外線探査
- (g) 電気検層記録から岩層の孔隙率の決定

- (h) 地球化学探査のためのコンピュータプログラミング
- (i) 水銀を対象とする地球化学探査
- (j) 水及び蒸気のサンプリング
- (k) オートクレーピング
- (l) ガスクロマトグラフィック

第3は地熱探査装置及び地熱計測器の供与である。

- (a) 比抵抗探査装置
- (b) 水及び蒸気のサンプル採取器
- (c) ガスクロマトグラフ
- (d) オートクレープ
- (e) 掘削機

第4に、地熱調査費の助成である。

- (a) 温度勾配及び熱流を測定するための深さ100mの坑井掘削費
- (b) スエズ海岸における赤外線探査
- (c) Cagua地熱地帯における掘削

このように、フォローアップ事業におけるニーズは多岐にわたっているが、帰国研修員及び巡回国の地熱開発関係機関がこの事業をやっと認識するに至ったと思考されるので、将来それらの機関から正式にかつ具体的に要請があるものと思われる。その場合、日本における専門家の意見を聴し、前向きに適切な援助を行うべきである。

本報告を脱稿するに当り、巡回国大使館及びJICA事務所の方々から価値ある協力を受けたことに対し、衷心より感謝の意を表する。

# 付録1 地熱エネルギー国際研修コース

1968年ユネスコ（国連教育科学文化機関）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、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貢献するとともに、日本を含めての参加諸国相互の理解と協力を促進することにある。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9回（1978年）を終えた時点における参加国は21カ国、修了員数は120人で、その内訳は次のとおりである：

表4 研修コース卒業生の国別集計

<u>Bolivia</u>	6	<u>Ethiopia</u>	7	※ <u>Mexico</u>	3
Burma	1	<u>Guatemala</u>	5	<u>Nicaragua</u>	7
Cameroon	2	<u>India</u>	6	※ <u>Philippines</u>	13
<u>Chile</u>	8	<u>Indonesia</u>	15	<u>Tanzania</u>	1
<u>China</u>	3	Iran	8	Thailand	7
<u>Egypt</u>	6	<u>Kenya</u>	2	※ <u>Turkey</u>	10
※ <u>El Salvador</u>	7	Korea	2	<u>Uganda</u>	1

※印は地熱発電所を持つ国、アンダーラインは地熱開発国

付録 2 巡回国における帰国研修員のリスト, ◎印は巡回班が会った帰国研修員

Ex-Participant in Egypt:

◎ Dr. Samir EL-MANHRAWY, Head, Isotope Geology  
Department, Nuclear Materials Corporation  
(P.O. Box Atomic Energy, Cairo, Egypt)

◎ Dr. Nabil Tawfik Ishak AWAD, Researcher in Earth  
Science Lab., National Research Centre  
(Tahrir Street, Dokki, Cairo, Egypt)

Mr. Mursi Ahmed Mursi Mohamed ABDEL-RASSOUL, Field  
Geologist, Atomic Energy Establishment  
(Atomic Energy Post Office, ATOMCOM, EGYPT)

◎ Mr. Zayed Mohamed ZAYED, Lecturer of Geochemistry,  
Chief of Analytical Laboratory, Nuclear  
Materials Corporation (Cairo, Egypt)

◎ Dr. Hanafy Aly DEEBES, Assist. Prof., Geomagnetic  
Dept., Helwan Institute of Geophysics and  
Astronomy (Helwan Observatory, Helwan, Egypt)

◎ Dr. Fouad Kamel BOULOS, Director of Geophysics  
Department, Egyptian Geological Survey and  
Mining Authority (3 Salah Salem St.,  
Abbasia, Cairo, Egypt)

Geological studies of the Egyptian Section  
of the Afro-Arabian plate boundary and  
the tectonics of Egypt.

Geothermal energy and thermal water studies  
in Egypt.

Ex-Participant in Turkey:

Dr. Fikret KURTMAN, Vice Director of Petroleum  
Geology and Geothermal Energy Department,  
Mineral Research and Exploration Institute  
of Turkey (M.T.A. Enstitüsü, Ankara/Turkey)

Géologie des Provinces Géothermiques de  
l'Anatolie Occidentale, Proceedings of  
the United Nations Symposium on the  
Development and Utilization of Geothermal  
Resources, Vol. 2, Part 2, 1970.

Geothermal Energy Possibilities, Their  
Exploration and Evaluation in Turkey,  
Proceedings of Second UN Symposium on  
the Development and Use of Geothermal  
Resources, Vol. 1, 1975.

Mr. Ekrem Vecdi DURCAN, former, Deputy Director of  
Geothermal Energy, Gas and Petroleum  
Department, Mineral Research and Exploration  
Institute of Turkey (Ankara/Turkey)

Mr. Erol ACAR, Supervisor Engineer, Mineral  
Research and Exploration Institute of Turkey  
(M.T.A., Ankara/Turkey)

Mr. Tuncer UNAY, Geophysicist, Mineral Research and  
Exploration Institute of Turkey (Ankara/Turkey)

©Mr. Tuncer ESDER, Chief Geologist, Mineral Research  
and Exploration Institute of Turkey (1675  
Sokak No. 114 Hergül Apt. D:10 Kat:5  
Kasciyakor/Izmir/Turkey)

Geology of Izmir-Seferihisar Geothermal Area,  
Western Anatolia of Turkey; Determination  
of Reservoirs by means of Gradient Drilling,  
Proceedings of Second UN Symposium on the  
Development and use of Geothermal Resources,  
Vol. 1, 1975.

©Mr. Mehmet Emin Ozgüler, Field Geophysicist, Mineral  
Research and Exploration Institute of Turkey  
(M.T.A. Geophysics Department, Ankara/Turkey)

©Mr. Ibrahim KASAP, Geothermal Engineer, elc electro-  
consult, Head Office: Milano, Italy, now  
Manila, P.O. Box 2720.

©Mr. Ethem TAN, Chief Engineer in the Kizildere  
Field, Mineral Research and Exploration  
Institute of Turkey (M.T.A. Kampi P.K.1  
Cubukdag-Aydin/Turkey)

The effects of reinjection to the reservoir  
in the Kizildere geothermal energy area,  
1970.

Geothermal Drilling and Well Testing in the  
Afyon Area, Turkey.

© Mr. Sakir Simesek, Field Geologist, Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (M.T.A., Petroleum and Geothermal Energy Department, Ankara/Turkey)

Paper is in collaboration with Mr. ESDER.

Mr. Akil SAKARYA, Chief Engineer, Kizildere geothermal power plant project, Thermal Power Plants Planning and Construction Department, Turkish Electricity Authority (T.E.K. Necatibey Cad., No:3, Kat:5, Sıhhiye, Ankara, Turkey)

Ex-Participant in Philippines:

© Dr. Arturo ALCARAZ, Director, Philippine National Oil Company, Energy Development Corporation, Geothermal Division (Energy Companies Bldg., Merritt Road, Fort Bonifacio, Metro Manila, Philippines)

Geothermal Phenomena of the 1965 Phreato-magmatic eruption of Taal Volcano, Proceedings of Science and Technology Week, Manila, 1973.

Gravimetric Studies of Taal Volcanoes, Philippines Lavcel, Symposium in Chile, 1974.

Potential Utilization of Heat Energy from Philippine Volcanic Areas, Utilization of Volcano Energy, 1974.



© Mr. Nazario Conrado VASQUEZ, Manager, Project Management, Geothermal Division, PNOC-Energy Development Corp., PNPC Complex (Merritt Road, Fort Bonifacio, Metro Manila, Philippines)  
The Geology of the Tongonan Geothermal Field,  
The Comvol Letter, VI, nos. 3-4, 1972.

Mr. Jovito MANUEL, former, Volcanologist, Commission on Volcanology (5th Floor Hizon Bldg., 29 Quezon Avenue, Quezon City, Metro Manila, Philippines)

© Mr. Agnes Rafer AGUILAR, Volcanologist, Science Research Supervisor, Commission on Volcanology (5th Floor Hizon Bldg., 29 Quezon Avenue, Quezon City, Metro Manila, Philippines)

© Miss Lilia Gonzalez TANSINSIN, Science Research Associate III, Commission on Volcanology, NSDB (5th Floor Hizon Bldg., 29 Quezon Avenue, Quezon City, Metro Manila, Philippines)

Chemistry of thermal waters at the Tongonan and Burauen geothermal fields, Leyte,  
The Comvol Letter, VII, nos. 3-4, 1973.

Chemistry of thermal waters at the Tongonan and Burauen geothermal fields, Leyte,  
The Comvol Letter, VII, no. 5, 1973.

© Mr. Loreto Galit AGUILA, Science Research Supervisor, Commission on Volcanology (5th Floor Hizon Bldg., 29 Quezon Avenue, Quezon City, Metro Manila, Philippines)

Prognostic Criteria of the 1976 Eruption of  
Taal Volcano, The Comvol Letter, IX,  
nos. 1-2, 1977.

Investigation of the Reported Activity of  
Mt. Sabangan, The Comvol Letter, IX, nos.  
1-2, 1977.

Surveillance Techniques Employed in Taal  
Volcano and Their Significance to  
Prognostication, The Comvol Letter, VIII,  
no. 4, 1976.

© Mr. Pedro SAN DIEGO, former, Chief, Geothermal  
Engineering Section, Geothermal Division,  
Engineering and Construction Department,  
National Power Corporation (No. 18 Alley 3,  
Project 6, Quezon City, Metro Manila,  
Philippines)

© Mr. Alejandrino F. VITENTE, Supervisor, Drilling  
Engineering, PNOC Energy Development  
Corporation, PNOC Complex (Merritt Road,  
Fort Bonifacio, Metro Manila, Philippines)

© Mr. Conrado Cabais PANEM, Science Research Associate  
III, Commission on Volcanology (5th Floor  
Hizon Bldg., 29 Quezon Avenue, Quezon City,  
Metro Manila, Philippines)

Geological, Geophysical, Geochemical Survey  
for Tongonan geothermal field.

The geology of the Surigo geothermal field,  
The Comvol Letter IX, nos. 3-4, 1977.

- ©Mr. Ronaldo Asis ALMERO, Chief, Geology Section,  
National Power Corporation, Luzon Regional  
Office (Bonifacio Drive, Fort Area, Metro  
Manila, Philippines)
- ©Mr. Jaime Santos SINCIOCO, Science Research  
Associate III, Commission on Volcanology  
(5th Floor Hizon Bldg., 29 Quezon Avenue,  
Quezon City, Metro Manila, Philippines)
- ©Mr. Carli RECIO, Project Geologist, Leyte Geothermal  
Project, Philippine National Oil Company,  
Energy Development Corporation, Geothermal  
Division (Merritt Road, Fort Bonifacio, Metro  
Manila, Philippines)
- ©Mr. Francisco MENDITA, Drilling Engineer, Philippine  
National Oil Company, Energy Development  
Corporation, Geothermal Division, PNPC Complex  
(Merritt Road, Fort Bonifacio, Metro Manila,  
Philippines)

付録3 主な訪問機関の組織

Egyptian Geological Survey and Mining Authority

Regional Geology Department

Geophysics Department - Staffs 35

Exploration Department - mostly Geochemical  
Chemical Laboratory

Mineral Laboratory - 400 persons

Central Laboratory - 2,000 persons

Geophysical Laboratory

Evaluation Department

Project Department

Design Department

Drilling and Mining Department

Remote Sensing Centre (New division)

PRINCIPAL INVESTIGATOR AND PROJECT DIRECTOR

SECRETARIAL CLERICAL AND ACCOUNTING  
GROUP

CO-PRINCIPAL INVESTIGATOR

EARTH SCIENCE & AIRCRAFT GROUP

GEOLOGY

INTERPRETATION

FIELD

HYDROLOGY & HYDROGEOLOGY

AIRCRAFT & GEOPHYSICS

AGRICULTURE & SOILS GROUP

PHOTOGRAPHIC DEVELOPMENT & PROCESSING LAB

M-DAS LAB & DATA PROCESSING

MTA (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü) The Mineral  
Research and Exploration Institute of Turkey was  
founded on June 22, 1935.

Geological Mapping Department  
 Petroleum Geology and Geothermal Energy  
 Department  
 Hydrological Department  
 Geophysical Department  
 Geochemical Department  
 The Institute's Laboratory  
 The Institute's Technology Laboratory  
 The Analyses and Test Laboratory  
 Natural History Museum

#### FACULTIES OF THE UNIVERSITY OF ISTANBUL

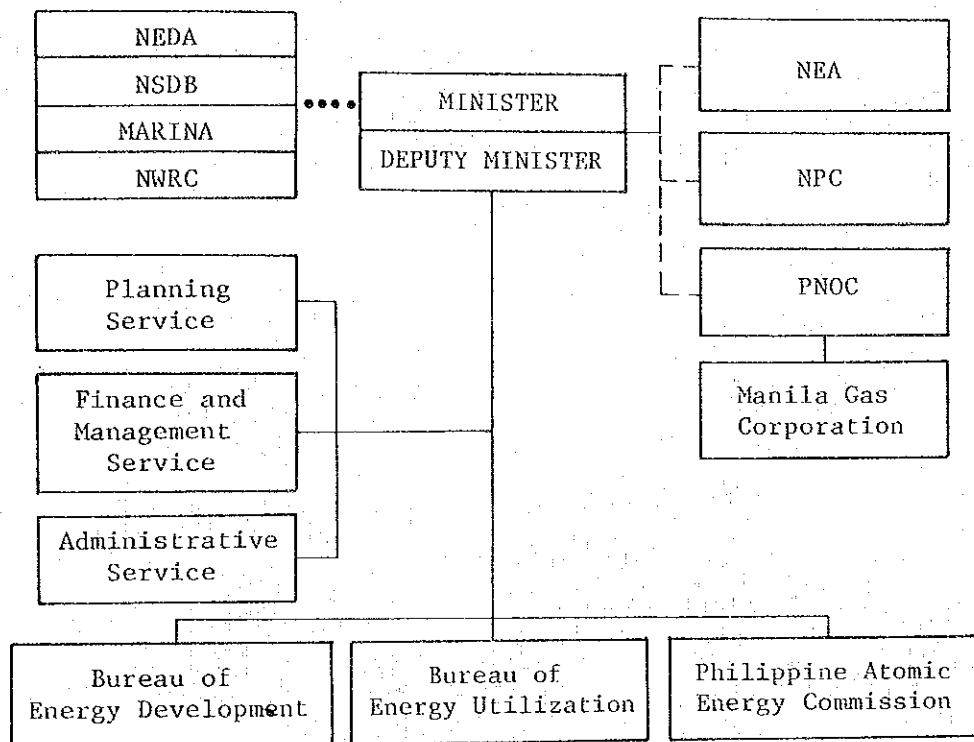
Faculties	established in
MEDICINE .....	1827
LAW .....	1870
LETTERS .....	1874
SCIENCE .....	1899
ECONOMICS .....	1936
FORESTRY .....	1948
PHARMACY .....	1963
DENTISTRY .....	1964
MEDICINE at CERRAHPASA .....	1967
CHEMISTRY .....	1967
BUSINESS ADMINISTRATION .....	1967
FOREIGN LANGUAGES .....	1972
MEDICINE in EDIRNE .....	1974
FLORANCE NIGHTINGALE school of Nursing .....	1976
EARTH SCIENCES .....	1978

DEPARTMENTS IN FACULTY OF SCIENCE

Astronomy  
Applied Mathematics  
Algebra and Theory of Numbers  
Analysis  
Geometry  
General Physics  
Experimental Physics  
Theoretical Physics  
Geophysics  
Applied Geophysics  
Nuclear Physics  
General Botany  
Pharmacobotany and Genetics  
General Geology  
Applied Geology  
Mineralogy, Crystallography and Petrography  
Organic Chemistry  
Inorganic Chemistry  
Radiobiology  
Physical Chemistry  
Industrial Chemistry  
Numerical Analysis and Computers

※フィリッピンにおける地熱開発組織

MINISTRY OF ENERGY  
ORGANIZATIONAL CHART



Legend: ——— Supervision and control  
 . . . . . Additional membership in governing boards  
 - - - - - Attached for policy and program Coordination

MARINA - Maritime Industry Authority  
 NEA - National Electrification Administration  
 NEDA - National Economic and Development Authority  
 NPC - National Power Corporation  
 NSDB - National Science Development Board  
 NWRC - National Water Resources Council  
 PNOC - Philippine National Oil Company

MANAGER

PROG/MONITORING OFFICE

FINANCE

INVESTIGATION & EXPLORATION DIVISION

GEOLOGICAL SURVEY SECTION

GEOLOGIC MAPPING UNIT

REMOTE SENSING UNIT

GEOTECHNICAL SERVICE UNIT

GEOPHYSICAL SECTION

GEOELECTRICAL UNIT

SEISMIC UNIT

GRAVITY & MAGNETIC UNIT

GEOCHEMICAL SECTION

THERMAL SURVEY UNIT

ANALYTICAL CHEMISTRY UNIT

HYDROLOGY UNIT

DRILLING DIVISION

EXPLORATION DRILLING SECTION

SURVEY UNIT

DRILLING EVALUATION UNIT

GRADIENT WELLS DRILLING UNIT

PRODUCTION DRILLING SECTION

CIVIL WORKS UNIT

GROUTING & CEMENTING UNIT

DRILLING OPERATIONS UNIT

MAINTENANCE SECTION

DRILLING EQUIPMENT MAINTENANCE UNIT

HEAVY EQUIPMENT MAINTENANCE UNIT

ELECTRICAL MAINTENANCE UNIT

SYSTEM ENGINEERING DIVISION

SYSTEM PLANNING & EVALUATION SECTION



PLANNING UNIT  
DATA & COST CONTROL UNIT  
RESEARCH UNIT  
DESIGN SECTION  
CIVIL ENGINEERING UNIT  
MECHANICAL ENGINEERING UNIT  
ELECTRICAL ENGINEERING UNIT  
PRODUCTION SECTION  
WELL OPERATION UNIT  
RESERVOIR ASSESSMENT UNIT  
ENVIRONMENTAL UNIT  
PROJECT DEVELOPMENT & CONSTRUCTION DIVISION  
FIELD PROJECTS  
TIWI PROJECT  
MAK-BAN PROJECT  
TUNGONAN PROJECT  
NEGROS PROJECT  
MANAT PROJECT  
OTHER PROJECTS  
FOREIGN ASSISTANCE UNIT  
RIGHT-OF-WAY (ROW) UNIT  
ADMINISTRATION DIVISION  
BUDGET & FINANCE SECTION  
BUDGET UNIT  
FINANCE UNIT  
ACCOUNTING SECTION  
PERSONNEL & LEGAL SERVICES SECTION  
PERSONAL UNIT  
LEGAL UNIT  
RECORDS UNIT

GENERAL SERVICES SECTION

PROCUREMENT UNIT

PROPERTY UNIT

BUILDING MAINTENANCE UNIT

付録4 質 問 書

QUESTIONNAIRE TO EX-PARTICIPANT OF GEOTHERMAL TRAINING  
COURSE BY JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

YOUR NAME: _____

ADDRESS: _____  
_____

Please answer the following questions.

(1) Training in Japan

1. Name of Training Course: Geothermal Training  
Course

2. Duration: from _____ to _____

(2) Your present occupation

3. Name of your Organization:

4. Your Position:

5. Type of your Organization, by the use of  
check mark (X).

a. ☐ Governmental

b. ☐ Semi-Governmental (Public Corporation  
etc.)

c. ☐ Private Enterprise

6. Name of Geothermal Field:

7. Name of Geothermal Power Plant:

a. Installed capacity in MW:

b. Capacity to be installed in MW:

8. Please fill Tables 1 & 2 appended and submit together with the site of production and reinjection wells in your geothermal field (see sample copy).

(3) Training in Japan

9. What did you think of Geothermal Training in Japan after completion of your training? Please check answer below.

a. Lecture; ☐ Excellent, ☐ Good, ☐ Fair  
b. Study tour; ☐ Excellent, ☐ Good, ☐ Fair

10. What did you think of the duration of geothermal training course you took? Please check answer below.

a. ☐ Just Right  
b. ☐ Too Short  
c. ☐ Too Long

11. On the whole, what did you think of your training course? Please check answer below.

a. ☐ You learned a lot to be applied in your present job.  
b. ☐ You learned some things which can be applied in your present job.  
c. ☐ You did not learn anything which can be applied in your present job.

(4) Aftercare for Ex-Participant

12. What form of assistance, if any, do you require from Japan after completion of your training? Please check answer below.

- a. ☐ Literature or pamphlets on latest techniques.
- b. ☐ Equipment in your technical field.
- c. ☐ Technical consultation through dispatch of technical experts.
- d. ☐ Refresher training course of short term.

(5) Requests to the Government of Japan

13. Do you have any requests to JICA (former OTCA)? Please write them out here.