

南方海域の地熱と日本の関係技術

中川 進 (新エネルギー財団地熱本部)

ご紹介いただきました新エネルギー財団の中川でございます。本日のテーマである“古地熱系と活地熱系”は私の肩には重いテーマでありますので、他の講師のお話を聞いて頂くこととして、私の話は、南方海域に位置する国の中から、非産油国としてフィリピン、産油国としてインドネシアを取り上げ、それぞれの国のエネルギー事情、地熱エネルギーの果たす役割、日本の関係技術についてご紹介いたします。さて、本論に入る前に世界でどのような所に地熱資源が分布するかを Fig. 1 に示しました。この図で帯状に画いた部分は、プレートの湧き出し口である spreading ridge (海膨) かもしくは subduction (沈み込み) 又は trench (トレンチ) の部分で、こうした部分に、既設及び建設中の地熱発電所が分布しているのがお分りと思います。

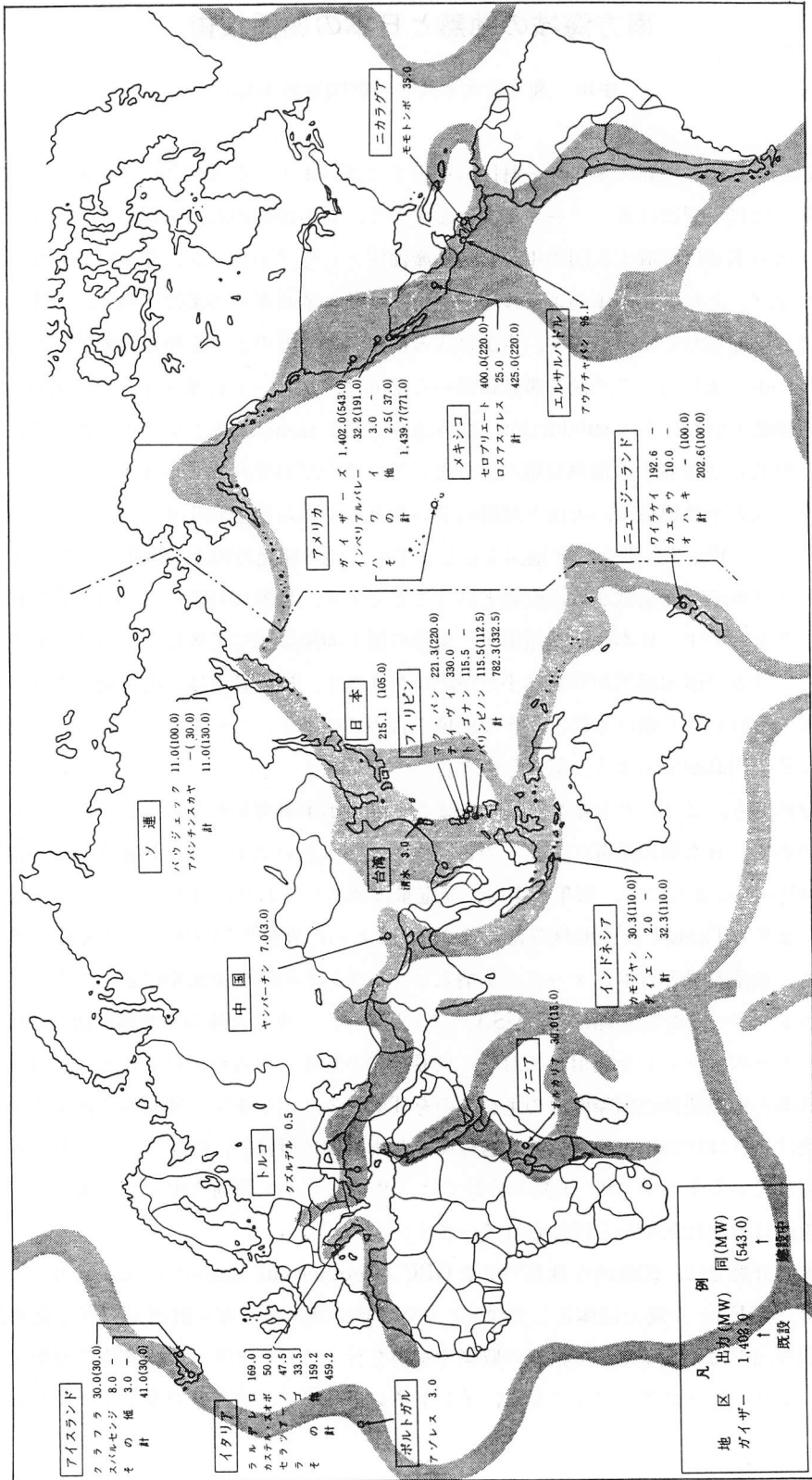
日本を含む環太平洋地域は、火山と地震の多い所として知られておりますが、地熱の宝庫とも云えるわけです。Fig. 2 に別の世界地図を示しますが、地熱開発時報から借用して参りました¹⁾。原著は、アメリカの某経済紙からの転載ということですが、世界貿易量に占める割合を国別の面積比で示したものです。日本や西欧諸国が、実際の国土面積に比べて著しく大きく表現されており、逆にアフリカや南米諸国が如何に小さいかが分ります。特に日本は、北海道、本州、四国、九州の形までそれらしく画ける程、大きな面積を占めています。これを見ると、日本に対する輸出規制や今日の円高が分るような気がします。

地熱の分野でも、こうした日本の経済力をまざまざと示す事実があります。それは、世界の地熱発電所の中で、日本製の発電プラントの占める割合が大きいことです。Fig. 3 に世界の地熱発電量の推移²⁾を示しましたが、毎年着実に、発電量は増加しており、今後も延びて行くことが予想されています。Table 1 は、地熱調査会で、取りまとめた資料³⁾で1984年7月現在での世界の地熱発電所の設備容量と日本のメーカーが納入したプラントの割合を国別に示したものです。イタリーとニュージーランドを除けば、USA、フィリピン、メキシコ等の主要地熱国は、ほとんど日本のメーカーのプラントを使用しており、世界全体の%近くを占めていることが分ります。

次に、日本の地熱関係の国際協力の主なものを Table 2 に示します。開発途上国からの地熱の研修員の受け入れは1973年以降、毎年15名程度を九州大学で研修し、昨年まで計 219 名が卒業し、母国で活躍しているそうです⁴⁾。研究の分野では、サンシャイン計画の中で、日米による高温岩体発電の国際研究が1980年から続けられています。

国際交流の分野では、国際的な地熱の学会 GRC (Geothermal Resources Council) に日本の地熱調査会 (JGEA) が協力団体として加入している他、新エネルギー財団 (NEF)、地熱調査会で毎年、調査団を海外に派遣して情報の収集や交換を行っております。資源調査の分野では、グアテマラ、チリー、ケニア、フィリピン、インドネシア、タイ、メキシコ及びトルコからの要請

(財) 新エネルギー一財団地熱本部



昭和60年3月現在

Fig. 1 Distribution Map of Executed or Underconstructed Geothermal Plant in related to Plate Boundary (by New Energy Foundation)

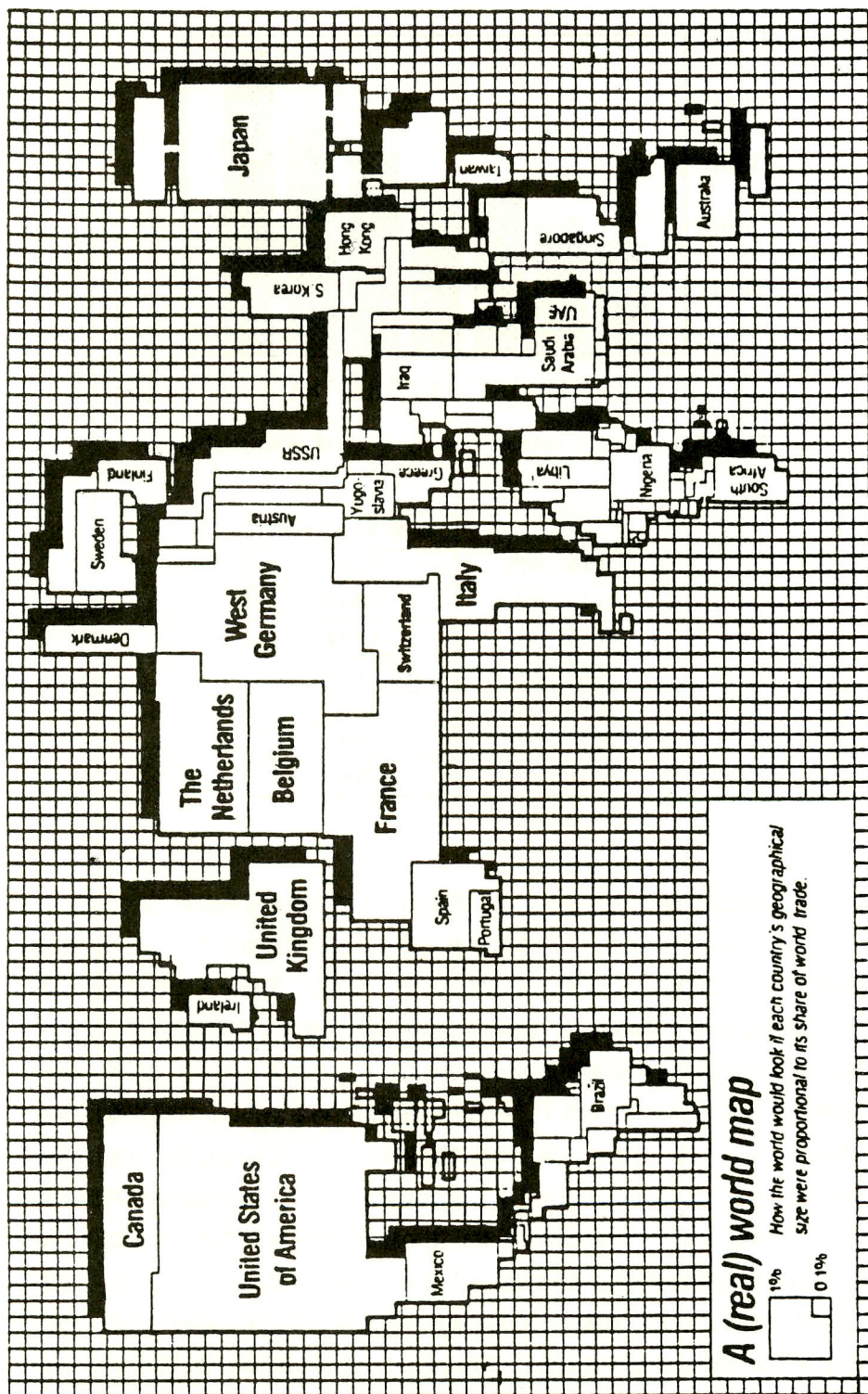


Fig. 2 World map proportional to each country's share of world trade (by Geothermal Development Review No. 52)

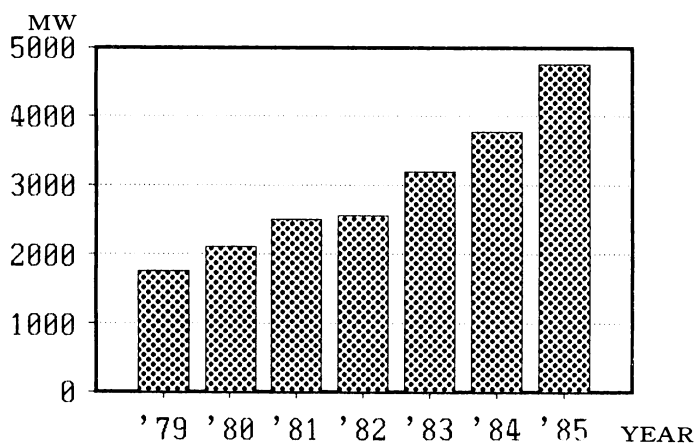


Fig.3 The advanced installed capacity of world geothermal power plant

年 月	設備容量 (MW)
JULY, 1979	1758.9
JULY, 1980	2110.5
JULY, 1981	2493.1
JULY, 1982	2558.9
JULY, 1983	3190.3
MID, 1984	3769.7
END, 1985	4764.0

により国ベースの調査が行われています。又、民間ベースでの調査も行われています。

私は、フィリピン及びインドネシアの事前調査団の一員として参加しましたので、両国のエネルギー事情等についてお話いたします。先づフィリピンですが、Table 3に商業エネルギー消費量に占める石油の比率⁵⁾を、Table 4に石油輸入の支払高と貿易収支の関係⁵⁾を示しました。フィリピンでは、薪炭や砂糖キビの殻等が燃料として使われることが多いので、これ等を除いたエネルギーを商業エネルギーと呼んでいます。その中で石油の占める割合は、90%を常に超えています。第一次石油ショック後の1974年以降は石油の値上りにより、石油支払高が急激に増大し、貿易収支に悪影響を与えていることが分ります。第2次石油ショックの1979年後は石油支払高が一段と増大しています。フィリピンはこのように、国の経済発展を進めるための工業化を促進すればする程、石油の輸入量が増大し、石油支払高が増え、貿易収支は悪化して行くわけです。この悪循環を断ち切る為に、水力、地熱、石炭等国産のエネルギーの比率を高めて行き、1986年には、石油への依存率を45%にまで低下させる目標を建てました⁵⁾(Table 5)。フィリピンやインドネシア等の島嶼国家では中央集中方式よりは地方分散型のエネルギー供給源として地熱エネルギーは

Table 1 World Geothermal Power Plants (operational)

(of July 1984)

Country, Area	Installed Capacity			Country, Area	Installed Capacity		
	Total	Made in Japan			Total	Made in Japan	
	MW	MW	(%)		MW	MW	(%)
United States				New Zealand			
Geysers	1402	1132	80.7	Wairakei	192.6	0	0
East Mesa	12.2	0	0	Kawerau	10	0	0
Brawley	10	10	100	Total	202.6	0	0
Salten Sea	10	10	100	El Salvador			
Rosevelt	1.6	0	0	Ahuachapan	96.1	96.1	100
Hammersley Canyon	0.9	0	0	Total	96.1	96.1	100
Puna	3	0	0	Iceland			
Total	1439.7	1152	80.0	Namafjall	3	0	0
Philippines				Krafla	30	30	100
Tongonan	115.5	115.5	100	Svartsengi	8	6	75
Tiwi	330	330	100	Total	41	36	87.8
Mak-Ban	221.3	221.3	100	Indonesia			
Palimpinon	115.5	115.5	100	Kamojang	30.25	30	99.2
Total	782.3	782.3	100	Dieng	2	0	0
Italy				Total	32.25	30	93.0
Larderello	169	0	0	Kenya			
Castelnuovo	50	0	0	Olkaria	30	30	100
Serrazzano	47	0	0	Total	30	30	100
Lago	33.5	0	0	Soviet Union			
Others	157.6	0	0	Pauzhetka	11	0	0
Total	457.1	0	0	Total	11	0	0
Japan				China			
Matsukawa	22	22	100	Yangbajing etc.	5.136	0	0
Ootake	12.5	12.5	100	Total	5.136	0	0
Oonuma	10	10	100	Taiwan			
Onikobe	25	25	100	Chingshui	3	0	0
Hatchobaru	55	55	100	Total	3	0	0
Kakkonda	50	50	100	Portugal (Azores)			
Suginoi Hotel	3	3	100	Pico Vermelho	3	3	100
Mori	50	50	100	Total	3	3	100
Kirishima				Turkey			
Kokusai Hotel	0.1	0.1	100	Kizildere	0.5	0	0
Total	227.6	227.6	100	Total	0.5	0	0
Mexico				Grand Total	3536.286	2560.7	72.4
Cerro Prieto	180	180	100				
Los Azufres	25	25	100				
Total	205	205	100				

Table 2 Japanese Overseas Cooperations in the field of Geothermal Energy

Items	Terms	Details
Group Training	1973～	Acceptances of trainees from UDC
Joint Research	1980～	Hot Dry Rock R & D Project by USA and Japan
Survey of Resources (G-G base)	1973～	Japanese Technical Assistances for UDC
Survey of Resources (by private company)		Surveys on Private company base
International Exchange (a learned society)		Joint meeting of GRC and JGEA
International Exchange (a research group)		Events by NEF and JGEA
Power Plant Construction		Construction of Power Plant by receiving the order

Table 3 The consumption of Commercial Energy and its ratio of oil in Philippines

(Unit: Oil million barrel)

		1960	1965	1970	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Oil	amount	19.1	33.9	54.6	68.3	64.1	70.2	72.2	78.6	81.6	82.6	77.5
	ratio (%)	(93)	(93)	(94)	(96)	(94)	(95)	(93)	(94)	(94)	(92)	(88)
Others (coal, hydro)	amount	1.5	2.6	3.5	4.1	4.2	4.1	5.1	4.6	5.4	6.7	11.0
	ratio (%)	(7)	(7)	(6)	(4)	(6)	(5)	(7)	(6)	(6)	(8)	(12)
Total		20.6	36.5	58.1	71.5	68.2	74.3	77.3	83.2	87.0	89.3	88.5

Table 4 The Balance of Trade & Payment of imported oil in Philippines

(Unit: CIF, million US\$)

	1973	1975	1977	1979	1980	1981
Payment of imported oil	231.00	833.00	1,040.00	1,597.00	2,516.00	2,567.00
Trade Balance	309.00	-1,166.00	-406.00	-1,920.00	-1,863.00	-2,930.00
The ratio of imported oil payment	-	71.00	256.10	83.00	135.00	87.60

最適と思われます。特にフィリピンは地熱エネルギー資源に力点を置き、開発を進めた結果1980年の446MWから1983年には894MWの地熱発電の設備容量を有する世界第2位の地熱国となり、これらの設備が100%機能していれば、国内消費電力量の2割近くを地熱エネルギーで供給できる体制が整ったわけです。しかし、残念ながら長期マルコス政権下で、産業の発展に巧く連動しなかったようです。

フィリピンの地熱資源は第四紀の火山岩の分布と密接に関連し、地熱微候地は多数の島々に散在しています。このことは、全国的な電力網が未発達なフィリピンにとってローカルエネルギー

Table 5 The National 1st Energy Program 1981~1986 and its Results in Philippines

(Unit : Oil million barrel)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Hydro	6.19	7.10	8.09	11.85	14.07	15.29	16.01
Geothermal	3.84	5.34	6.28	7.89	8.58	13.97	16.64
ditto. (%)	(4.3)	(6.1)	(6.8)	(7.9)	(7.9)	(11.9)	(13.5)
Coal	0.97	1.36	6.25	11.64	14.20	20.57	25.58
Oil	77.49	73.08	71.14	67.98	69.93	61.64	56.38
Nuclear	---	---	---	---	---	2.81	5.61
non-convensional	0.02	0.65	0.86	1.13	2.19	2.74	2.96
Total	88.51	87.53	92.62	100.49	108.97	117.02	123.18
Growth rate	...	1. 1	5. 8	8.5	8. 4	7. 4	5.3
ratio of imported oil	83.29	81.34	71.33	63.42	62.01	51.34	45.13

RESULT	Total	83.92	78.68	78.79	81.83	---	---
	Geothermal (MW)	(446)	(446)	(556)	(781)	(894)	(894)
	ditto. mil. barrel	4.20	4.20	5.23	7.35	8.41	8.41

としての地熱エネルギーが最適である事を示しています。現在、ルソン島で MAK-BAN (330 MW) と TIWI (330 MW) レイテ島で TONGONAN (115 MW), ネグロス島で PALIMPINON (115 MW) の 4 地熱発電所が稼動しています。(Table 1 参照)

フィリピンに対する地熱の海外協力は、最初、ルソン島のブギアス地区で行われましたが、地上調査を実施した段階で現地の治安状況悪化のため中断の止むなきに至りました。ついで、フィリピン側の要請により、ルソン島アクパン・イトゴン地区で海外協力を行うこととなり、調査井掘削までを終了しました。アクパン・イトゴンというのは、有名なリゾート都市バギオの近傍に位置する世界的な金の鉱山で、坑内から 100°C 以上の蒸気がジェット音を伴って噴出しており、先進ボーリングの孔口から 95°C の熱湯がほとぼり出しています。この事例は、私の話の中で本日のテーマである古地熱系と活地熱系に関連した唯一の話でありまして、こゝでは両者が併存しているわけです。

地質的には、Fig. 4 の模式断面図及び Fig. 5 の主要坑道レベル図⁶⁾に示すように第四紀のバラトック・プラグと呼ばれるデーサイトの岩栓が貫入した周辺部の破碎帯に金銀の富鉱部が存在するそうです。鉱山側としても、現在湧出している熱水の源に地熱井が掘削されて、坑内から出なくなれば、坑内の作業環境が著しく改善されるわけです。残念ながら、今の所この目論見は成功しておりません。

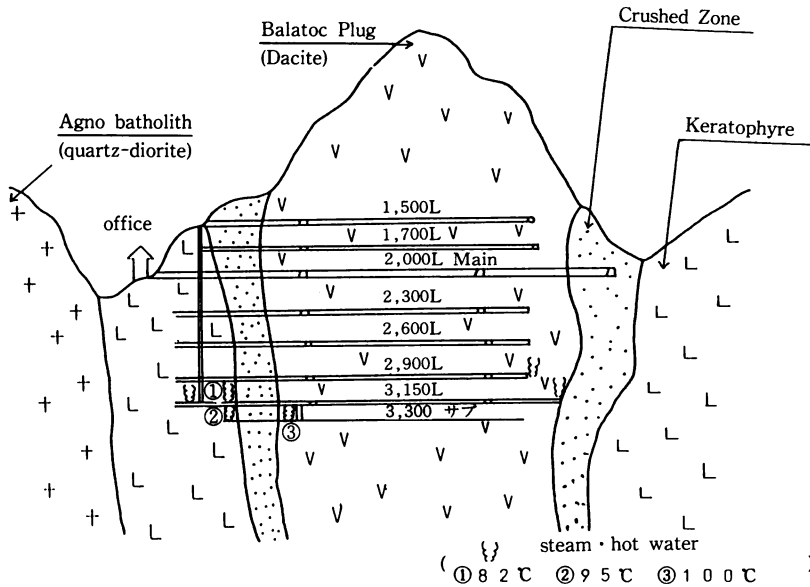


Fig. 4 Schematic geological section of Acupan mine

次に石油の産出国であるインドネシアに話題を移します。Table 6 にインドネシアの国際貿易収支⁷⁾を示します。表の左側は石油を含む場合ですが、先程のフィリピンとは全く逆に、第1次オイルショックの1973年以降は石油価格の高騰により、国際収支の黒字幅が大巾に増加しています。一方、石油を除くと、表の右側に見られるように年間20億ドル前後の赤字が続いています。このように、インドネシアにおいては、石油が外貨をかせぐ重要な資源であって、国内では成るべく石油以外のエネルギー資源を消費する必要があるわけです。Table 7 は、石炭、水力、地熱等の国内エネルギーで国内消費をできるだけまかない、石油は少しでも多く輸出に向けようというねらいで立案されたエネルギー需要目標⁸⁾です。しかし、何しろ東西 5,110 km、南北 1,888 km の間に広がる世界最大の島嶼国家で、大小合わせると13,677の島々から構成されており、人の住んでいる島だけでも約 6,000 あると云われております。実績表を見ても余り効果が上っていません。地熱発電の設備容量も遅々としているようです。しかし、インドネシアには多数の活火山がスマトラ、ジャワ、バリ、フローレス、カリマンタン、スラウェシ等主要各島にくまなく分布し、温泉や噴気孔も多数分布しています。現在、ジャワ島のカモジャンとディエンで地熱開発が進められており、その他多数の候補地が挙げられているので、将来地熱発電の伸びが最も期待される国の1つに上げられています。

日本の海外協力は、スマトラ中央部のルンプール地区で行われました。スマトラ中南部の位置図を Fig. 6⁹⁾に示しました。スマトラの最南端の海底には、有名なクラカトウ火山があります。

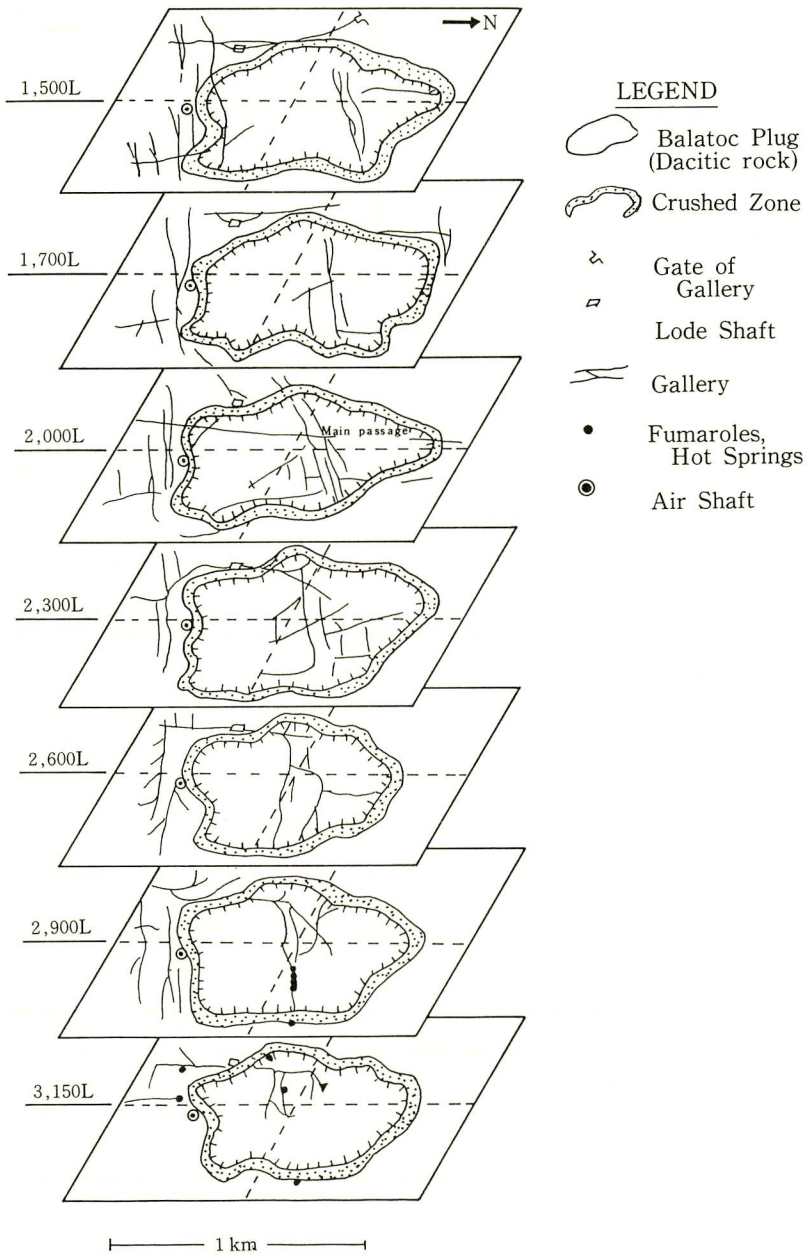


Fig. 5 Plans of main gallery level in Acupan mine

Table 6 The Balance of Trade in Indonesia

(Unit: CIF, million US\$)

YEAR	Including Oil			Excluding Oil		
	Export	Import	Balance	Export	Import	Balance
1966	678.7	526.7	152.0	475.3	319.2	-43.9
1967	665.4	649.2	16.2	425.8	636.6	-210.8
1968	730.7	715.8	14.9	433.2	709.7	-276.5
1969	853.7	780.7	73.0	470.8	769.8	-299.0
1970	1,108.1	1,001.5	106.6	661.8	986.8	-325.0
1971	1,233.6	1,102.8	130.8	755.7	1,082.4	-326.7
1972	1,777.7	1,561.7	216.0	864.6	1,531.4	-666.8
1973	3,210.8	2,729.1	481.7	1,602.1	2,685.3	-1,083.2
1974	7,426.3	3,841.9	3,584.4	2,214.9	3,658.9	-1,444.0
1975	7,102.5	4,769.8	2,332.7	1,791.7	4,516.3	-2,724.6
1976	8,546.5	5,673.1	2,873.4	2,542.4	5,235.4	-2,693.0
1977	10,852.6	6,230.3	4,622.3	3,554.8	5,498.3	-1,943.5

Table 7 The long term Plan of 1st Energy Sources and its Results in Indonesia

(Unit: Oil million barrel)

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
LNG	(9.45)	14.06	18.59	22.89	25.47	31.15	37.72	39.08
LPG	(0.28)	0.37	0.43	0.50	0.58	0.66	0.77	0.89
coal	(0.83)	0.89	1.19	1.53	1.86	2.45	3.02	5.88
hydro	(1.03)	1.46	1.87	2.39	2.42	2.44	2.57	5.08
geothermal	—	—	—	—	0.03	0.03	0.03	0.07
oil	(101.55)	111.14	121.38	132.83	147.27	160.34	175.30	192.30
Total	(113.14)	127.92	143.46	160.14	177.63	197.07	219.41	243.30
share of oil (%)	89.8	86.9	84.6	82.9	82.9	81.4	79.9	79.0

RESULTS

Total	174.02	185.71	183.22	192.08	
share of oil (%)	83.20	83.70	83.30	85.50	
geothermal	—	—	0.04	0.04	0.04

スマトラの背稜には点々と活火山が分布しており、これは島の南西側からジャワプレートが沈み込んでいるためと解釈されています。ルンプール地区は、活火山のクリンチ山（標高3,800 m）の南東部に位置し、オランダ統治時代からのコーヒー園のある農村で、直ぐ南の山岳部に温泉や噴気孔が見られます。

インドネシア等開発途上国では、どこでもそうですが、この国もジャワ島以外は人口密度が小さく、産業も大きなものがないので、折角、発電しても需要が無いと云った悩みがあるわけです。

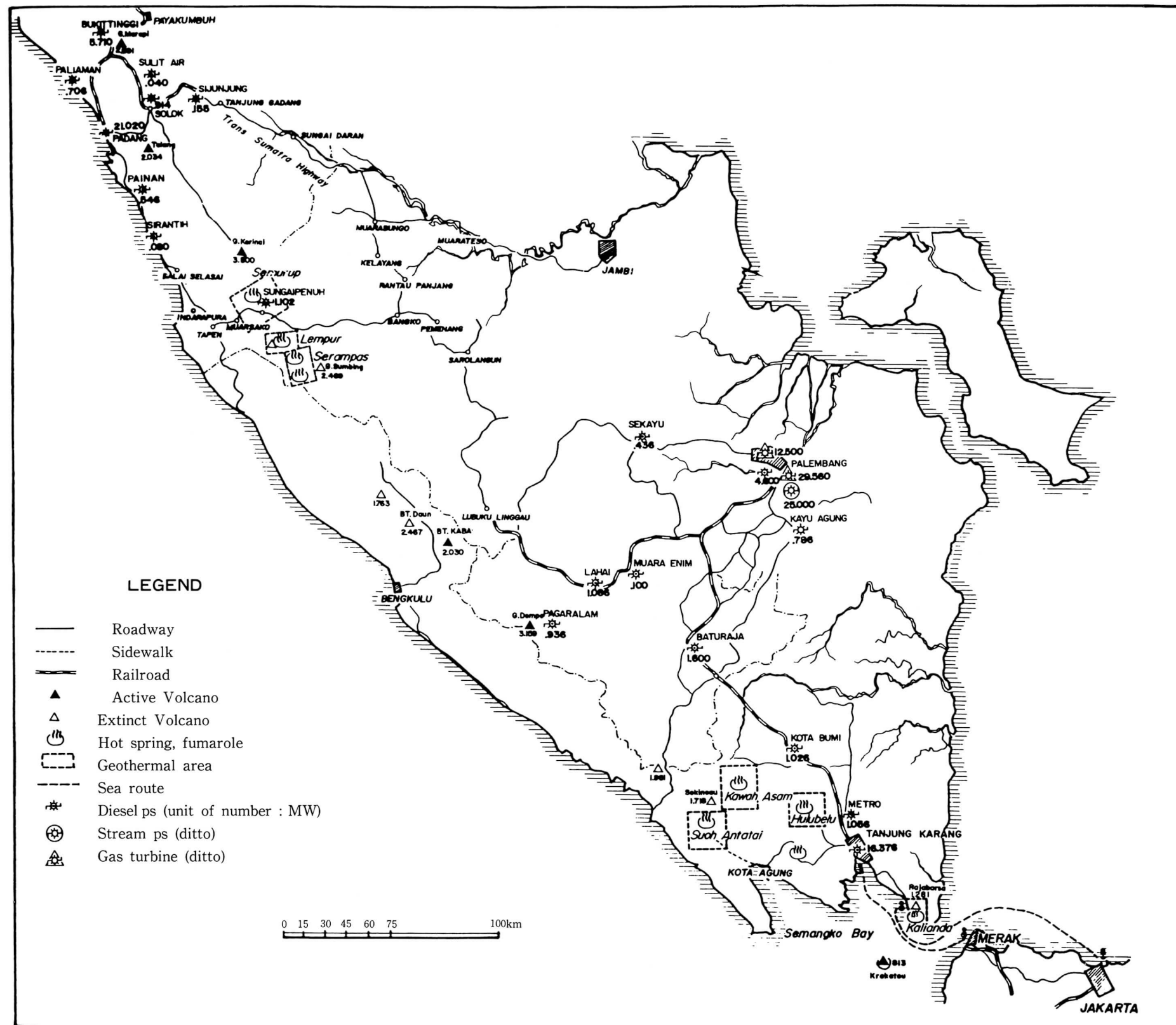


Fig.6 Location map of Kerinci & Lampung geothermal area

が、このクリンチ山の山腹は年中霧が掛かり、絶好の紅茶畑が広がっております。茶工場は、ディーゼル発電ですが、石油が思うように手に入らないため、しょっちゅう中停電して現状では稼働率の低い工場となっています。この工場に安定した電力が供給できれば紅茶の増産も可能となるわけです。 Lumpur から途中に人口約5万人の郡都スンガイペヌーもあるし、そうした民需も合わせると、正にローカルエネルギーとして地熱発電はぴったりなわけです。ここでは、日本側の協力調査で、地表調査から地熱調査井掘削までを実施し、見事に蒸気噴出を見ております。

以上、産油国と非産油国という全く立場の異なる2ヶ国の状況を垣間見越しに紹介しましたが、状況は異なっても次のような共通点を持っているように思われます。

- (1)日本のように全国を張り巡らすような送電網が発達していない。
- (2)従って日本のように、1ヶ所で数百万kwの発電所ができて活用できない。
- (3)人口の密集度からも、産業の規模から云っても、せいぜい5万kw前後のローカルの地熱発電所が多数できることの方が、これらの国々では適當のようです。
- (4)地方の市町村の大部分が、電気の無い生活を営んでいる現状から、電気のある生活へ転換することによる生活様式の向上が産業の発達へ結び付く等波及効果は大きいと考えられる。

以上のような発展途上国への援助の一環として、こうした地熱発電所建設の手助けをすることにより、日本の国際協力の役割をいささかでも果すことが、今後益々大事になってくると考えられます。

以上

文 献

- 1) 敷浪迪：地熱開発時報 (Geothermal Development Review) p.1 第52集, 1986年
- 2) Ronald DiPippo: Geothermal Electric Power, The State of the World-1985, GRC
“1985 International Symposium Geothermal Energy, International Volume” に掲載された表より図化。
- 3) (社)地熱調査会：日本のメーカーが納入した世界の地熱発電所について p.23~80 地熱
Vol. 21, No. 4 (Ser. 84)
- 4) 古賀昭人：「戦いすんで日が暮れて」 p.92~p.99 地熱エネルギー Ser. No.34, Vol.11
No. 2, 1986 アジア経済研究所：アジア諸国のエネルギー需給と国内エネルギー資源開発
- 5) アジア経済研究所：アジア諸国のエネルギー需給と国内エネルギー資源開発 1982年3月
- 6) Benguet Corporation：社内資料より図化。
- 7) BIRO PUSAT STATISTIK BUKU SAKU STATISTIK INDONESIA (Statistical
Pocket book of Indonesia) 1977/1978
- 8) (財)日本インドネシア協会：インドネシア第三次開発5年計画 1979/80-1983/84
- 9) PLN: Area of Operation of PLN Operation Units (Region III), PLN in 1979/80

10) 総合エネルギー統計，昭和60年度版（資源エネルギー庁編），Table 5 及び7の実績について参照した。

質 疑 応 答

林 正雄（座長 九州大学生産科学研究所） どうもありがとうございました。

中野和敬：私は全然このほうは知らないんですけど、地熱発電の方法というのは、技術的にはどういう原理なんですか。噴気孔から出てくる蒸気を利用するのか、そのほかにいろいろな方法があるのでしょうか。

中川 進：ボーリングをすると、蒸気と熱水が出てくるわけです。そのうちの蒸気だけを利用して、それをタービンに送って、それでタービンをまわして発電するという仕組みが現在の状況です。ただ研究的には、もうすこし温度の低いお湯とかそういうものも利用するシステムを開発中でございます。

中野：噴き上げてくる蒸気の噴き上げる力を利用しているのですか。

中川：噴き上がってきた時点では、蒸気とお湯は混在しているわけです。それを地上の設備で蒸気とお湯に分離します。お湯のほうは不必要ですからまた還元井に戻します。セパレートした蒸気だけをパイプラインを通して発電所にもって行ってタービンを回します。火力発電ですと燃料で水をあつためて蒸気を作ってタービンを回しますが、その過程が1つ省略される、出てきた蒸気そのまま利用されます。

浦島幸世：フィリピンのBaguioの近くのAcupan 鉱山の坑道では、私は噴気しか見ていませんが、坑内で温泉も別のところから出るのですか。

中川：別のところでしたね。温泉は割れ目からでていますが、蒸気とは分かれています。蒸気が卓越した場所は多分下だったと思います。

片山忠夫：Indonesiaあたりの大きな需要のないところでは、大きなものを作るよりは小口のをたくさん作るほうがいいというようにうかがいましたが、それは日本の技術協力のほうの考えと向こうの考えと一致しているわけですか。

中川：私どもがまいりました段階では一致しているわけです。ただ将来はあそこに公営の電力会社がありまして、そこが全国にネットワークといいますか、送電線を張り巡らす計画はもっております。ですからそういう送電網が完成した時点では、日本のように、大きな発電所を作ること、そういう電力を送電することが可能になってまいりますけれども、それはあくまでも将来計画であって、すぐそれが実現するかというのは、かなりむづかしいと思います。ですから、当分はそういう小口の小さい発電所でまかなっていったほうが現実的でもあるということだと思います。

松田恵明：水産学部の松田ですが、全く素人の考えなんですけれども、新しい火山、たとえば、桜島のような火山で、地熱発電に利用できれば非常に有効なのではないかというような発想もするんですけど、話しによりますと、非常に酸性が強くてむづかしいということなんです、

新しい火山の利用というのはどの程度まで技術的に可能なのでしょうか。

中川：その辺になると私の範囲を超えますので、馬場さんに教えていただきましょう。調査所でいろいろ詳しく研究されておりますので。

馬場健三：私が聞いているのは、アメリカの研究所で、新しい火山の深い所にあるマグマの存在場所を見付けて、その近くまで井戸を掘ってですね、そして水を注入して、お湯になった水を取り出すようなシステムを作って、エネルギーを利用したらいいのではないかと、ということで、ここ何年か理論的な半理論的な研究が行なわれているのですが、実際に火山の下にそういう巨大なマグマ溜まりが比較的浅い所にあるかどうか、ということにははまだ知識が無くて、これからおおいに探そうじゃないかという段階にあるわけです。日本でもそういうようなことで、可能性の調査ということをやろうとしているのですが、まだ初歩的な段階です。

武石泰亮：ただ今の松田先生のご質問にちょっと関係があるかと思いますが、地熱が利用されているこちらの大岳では、九電の人に聞いたんですが、キャップロックというのがあるというんですが、向こうでもやっぱりそういう構造に下はなっているんですか。

中川：その辺は詳しくは知りませんが、多分同一だと思います。

林：松田先生のご質問に酸性の熱水の利用という点があったと思いますので、どなたか。

伊藤：石油資源の伊藤でございます。現在は指宿の先の山川というところで、地熱開発をしております。酸性の熱水の利用というのは、現在のところ、非常に技術的には無理でございまして、霧島においても、pH 2.9 ぐらいのものが見付かっておるわけです。鉄管が切れて水が外へ出てしまう、というようなことが現実におきております。従いまして、まず蒸気と水に分けるまでの井戸の寿命というものが殆ど6ヶ月とか1年とかという程度です。井戸1本掘りますのには5億から6億かかるわけです。1年に1回それをやっていたんでは、現在のところ、商売になる可能性は少のうございまして、酸性につきましては、非常にネガティブではないかと、こう思っております。

ただし、今後、どういうものを、中の液に点滴みたいなものを入れて、中和剤というものを考えていかなければならぬわけです。酸性の熱水を利用する時期には、多分そういうものを考えていかなければならない、とこういうことになりましたが、中和したものがパイプに析出されるものであれば、今度は井戸が細くなるわけです。従いまして、中和したものがスケール、沈澱物みたいなものですが、スケールができるようであれば、やっぱりうまくないだろうと思いますが、幸い流体で地表まで持ってくれば、地熱というのは熱だけを使うものですので、地熱発電をやる限り、そういうことができれば、やれる可能性があるわけです。それにつきましても、セメントそのものも、全然効きません。もともとセメントはアルカリ性のものがございますので、そういうものから技術開発して行かなければならない、こう考えております。

それから、戦争中 Los Alamos で、高温岩体 600 度で、今 360 度ぐらいでやっておりますが、マグマ発電というようなことも海外では考えておるわけですが、マグマ発電というのは瞬間的な

エネルギーですので、長期的にコントロールするのがなかなかむづかしいのではないかと、従いまして、モデレートなエネルギーを抽出するという段階ではない、こう思っております。

座長：どうもありがとうございました。そのほかご質問があらうかと思えますけれども、時間がまいりましたので、これで終わらせていただきます。

(文責 編者)

Cooperative study on geothermal energy and other related subjects between South Pacific nations and Japan

Susumu NAKAGAWA

Geothermal Energy Development Center, New Energy Foundation,
Tokyo 105

Abstract

This paper examines the reasons why the nonoil producing Republic of the Philippines and the oil producing Republic of Indonesia in the South Pacific, are both developing their geothermal energy. The related technical assistance of Japan in each country is briefly reviewed.

Because there are no known oil reserves in the Philippines, the use of imported oil greatly affects the balance of imports and exports.

Therefore, the Philippine Government is planning to develop its domestic energy such as hydro-electric, coal, geothermal and renewable energy and to decrease its consumption of oil.

As a result of her efforts, the Philippines had become the second largest producer of geothermal energy in the world by 1983.

Japanese technical assistance on geothermal energy began in the Buguias area, Luzon Island, the Philippines in 1980, but it has stopped because of domestic unrest and restarted at Acupan-Itogon area near Baguio city, Luzon Island.

Acupan and Itogon are the names of two gold mines. Acupan is one of the largest mines in the world and hot water and steam are presently spouting out of fractures and testing bore-holes on the walls of the galleries. A project to divert the steam and hot water from the mine, and thereby improving the underground environment by means of a geothermal well, has not yet been completed.

In Indonesia, the balance of trade is continuing to be positive because of the export of oil. However the Indonesian Government is making an effort to promote the development of hydro-electric, coal and geothermal energy etc. in order to export as much oil as possible.

The development of geothermal energy in Indonesia is not advanced at present, but is promising because of its large geothermal reserves throughout her many Islands.

Japanese technical assistance on geothermal energy had been made use of in the Lempur area, Sumatra Island from 1979 to 1983. The Lempur area is located at the south-east of Mt. Kerinch, one of active volcanoes along Sumatra in parallel with the trench of the Java plate. In this area, the construction of a geothermal power plant is

expected to help meet the demands of a tea factory and of the general public.

Although the Philippines and Indonesia are different from each other in respect to domestic oil reserves, both countries have following common characteristics;

- (1) They are composed of many islands and have no systematic networks of high power cables
- (2) They have no huge factories consuming large amounts of electric power and no large cities with big civilian demands, and therefore
- (3) It would be advisable for them to make many rather small 50 MW class geothermal plants for local energy demands.

Japanese technological assistance has helped some in the past and we expect that it will be more helpful in the future as these countries continue to develop.