

ペルー共和国  
地熱発電開発マスタープラン策定に  
係る協力準備調査報告書

平成20年12月  
(2008年)

独立行政法人国際協力機構  
産業開発部

産業
J R
08-088



ペルー共和国  
地熱発電開発マスタープラン策定に  
係る協力準備調査報告書

平成20年12月  
(2008年)

独立行政法人国際協力機構  
産業開発部



# 目 次

目 次  
写 真  
略語表

第1章 調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査団員構成	1
1-4 調査日程	2
1-5 対処方針	2
第2章 団長所感	5
第3章 本格調査について	6
3-1 全体政策との整合性	6
3-2 総合的アプローチ	6
3-3 既存データの集積と分析	6
3-4 技術移転の重要性	6
3-5 本マスタープランの立ち位置と出口	7
3-6 本格調査（S/W案）概要	7
3-7 環境社会配慮	8
第4章 調査結果	9
4-1 ペルー共和国概要	9
4-2 地熱資源の賦存状況	10
4-3 開発有望地域の特徴	15
4-4 地熱資源データベースの現状	18
4-5 地熱資源の開発政策と体制	19
4-6 地熱資源開発の制約要因	21
4-7 地熱資源開発に係る環境社会配慮	23
付属資料	
1. 署名した M/M	27
2. 面談要旨	50
3. 収集資料リスト	59





エネルギー鉱山省（MEM）次官表敬



地質・鉱山・金属調査所（INGEMMET）との協議



ボラテラス熱水湧出地域





ボラテラス地域の温泉施設（無料で利用可）



カリエンテス熱水湧出地域



カリエンテス地域のタクナ市による試掘跡



## 略 語 表

略 称	正 式 名 称	和 称
CENERGIA	Centro de Conservación de Energía y del Medio Ambiente	エネルギー環境保全センター
CMG	Comisión Multisectorial de Geotermia, MEM	エネルギー鉱山省 地熱委員会
COES	Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional	電力事業監理委員会
DGAEE	Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos, MEM	エネルギー鉱山省 電力環境総局
DGE	Dirección General de Electricidad, MEM	エネルギー鉱山省 電力総局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EOJ	Embassy of Japan	在ペルー日本大使館
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
INGEMMET	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico	地質・鉱山・金属調査所
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales	天然資源研究所
JBIC	Japan Bank of International Cooperation	国際協力銀行
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
MEM	Ministerio de Energía y Minas	エネルギー鉱山省
METI	Ministry of Energy, Trade and Industry	経済産業省
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
M/P	Master Plan	マスタープラン
MT	Magneto Telluric	磁気探査
OJT	On the Job Training	実地訓練
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en energía y Minería	エネルギー鉱業投資監督庁
S/W	Scope of Work	実施細則
TF	Task Force	タスクフォース



# 第1章 調査の概要

## 1-1 調査の背景

ペルー共和国（以下、「ペルー」と記す）には、3,000MW以上の発電利用可能な地熱資源の賦存が見込まれており、ベース電源として、また、地球温暖化対策に有効な再生可能エネルギーとして有望である。

現在、ペルーの発電設備容量は、水力発電 52%、火力発電 48%と、ほぼ半々の構成となっているが、実際の発電量では水力発電 70%、火力発電 30%と、実質的な電力供給の多くは水力発電に依存している。一方、国内の石油・天然ガスの可採年数は残り 20~30 年程度とみられ、近年、ペルーのエネルギー自給率は低下の一途をたどり、国産の再生可能エネルギーの開発及び電源の多様化が課題かつ急務となっている。さらに、電力需要は今後 5~6%の増加率が見込まれており、近年の急速な経済成長及び地方電化事業等を通じた電化率向上により、10%程度までの電力需要の伸びも予想され、一層の新規電源開発が必要と考えられる。

しかし、ペルーはこれまで地熱発電開発に取り組んできていないため、地熱発電開発の体制は整っておらず、開発や運転・管理の知識や技術もなく、地熱資源は利用されないままの状態となっている。

このため、ペルー政府は、地熱発電を国家電力計画の一環として推進すべく、政府関係機関で構成する地熱発電推進委員会の設置を法律で定める一方、地熱発電開発マスタープラン作成の協力を日本政府に要請した。

## 1-2 調査の目的

本調査団は、ペルーの地熱発電開発に関する情報の収集・分析と、エネルギーセクター関係機関との協議を通じて、地熱発電開発計画に係る実施体制、開発状況、環境社会配慮面等の観点から、本格調査実施の妥当性、必要性、留意点及び調査枠組み案を検討することを目的とする。

## 1-3 調査団員構成

担当分野	氏名	派遣期間	現職
団長・総括	小林広幸	2008/11/24- 2008/12/14	独立行政法人国際協力機構 産業開発部 資源・省エネルギー課長
地熱開発計画・地熱資源評価	村岡洋文	2008/11/24- 2008/12/4	独立行政法人産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 地熱資源研究グループ長
調査企画/環境社会配慮	小林 悟	2008/11/24- 2008/12/14	独立行政法人国際協力機構 産業開発部 資源・省エネルギー課 調査役

#### 1-4 調査日程

日順	月日(曜)	調査活動	宿泊地
1	11/24(月)	16:50 NRT - (JL5016) - 09:30 LA 11:55 - (LA601) - 23:30 LIMA	リマ (Lima)
2	11/25(火)	9:30 JICA ペルー事務所打合せ 14:00 エネルギー鉱山省 電力総局 (DGE) 打合せ	リマ
3	11/26(水)	9:00 エネルギー鉱山省 (MEM) 副大臣表敬 11:00 エネルギー鉱山省 電力環境総局 (DGAAE) 打合せ 14:30 地質・鉱山・金属調査所 (INGEMMET) 打合せ 17:00 エネルギー鉱業投資監督庁 (OSINERGMIN) 打合せ	リマ
4	11/27(木)	9:30 電力事業監理委員会 (COES) 打合せ 12:00 世界銀行打合せ 14:30 DGE 打合せ 17:30 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 打合せ	リマ
5	11/28(金)	7:50 リマ - (LP045) - 11:30 タクナ (Tacna)、移動 タクナ - カンダラーベ (Candarave)	カンダラーベ
6	11/29(土)	移動カンダラーベ - ボラテラス (Borateras)、サイト視察、移動ボラテラス - カンダラーベ	カンダラーベ
7	11/30(日)	移動カンダラーベ - カリエンテス (Calientes)、サイト視察、移動カリエンテス - カンダラーベ 20:50 タクナ - (LP160) - 22:30 リマ	リマ
8	12/1(月)	9:00 MEM 地熱委員会打合せ 11:00 エネルギー環境保全センター (CENERGIA) 打合せ	リマ
9	12/2(火)	8:30 DGE 打合せ	リマ
10	12/3(水)	1:40 リマ - (LA2604) - 7:15 LA 11:50 - (JL061) - 12/4 16:40 NRT 11:00 JICA ペルー事務所打合せ	リマ
11	12/10(木)	8:30 協議議事録 (M/M) 署名	リマ
12	12/12(金)	14:30 JICA ペルー事務所、在ペルー日本大使館、独立行政法人日本貿易振興機構 (JETRO) 報告	機中泊
13	12/13(土)	1:40 LIMA - (LA2604) - 7:15 LA 11:50 - (JL061) - 12/4 16:40 NRT	機中泊

※12/3～12/14 に別件協力準備調査を実施

#### 1-5 対処方針

##### (1) 基礎情報の収集

ペルーのエネルギーセクターの現状について、MEM、INGEMMET 及びその他関係機関から、以下の情報収集を行う。

- ① 地熱発電開発政策
- ② 実施体制 (MEM、INGEMMET の役割、業務内容、人員配置、技術レベル、予算等)
- ③ 環境保護

- ④ 関連法制度
- ⑤ 地熱資源ポテンシャル
- ⑥ インフラ（送電網、道路等）

(2) 要請背景・内容の確認

要請された本格調査の内容及び背景について MEM から聞き取りを行う。特に以下の事項について確認する。

1) 案件実施の妥当性

ペルーにおける当該セクターの状況、関連政策、電力需給状況、国家開発計画における当該セクターの位置づけ、わが国の対ペルー協力方針等に基づき、当該セクターに対する協力の妥当性を再確認する。また、そのうえで本要請案件の必要性和重要性を確認する。

2) 本案件の位置づけ

要請では、地熱発電開発のためのマスタープラン作成が目的とされているが、ペルーにはこれまでに地熱発電開発の実績がなく、単に一般的なマスタープランが作成されても、その実現は難しいと思われる。したがって、ペルー政府の地熱発電開発の実施体制や技術、人材等を十分確認したうえで、ペルーの状況に即した具体的かつ実効性のある計画の提示に重点を置くことを確認する。特に、本案件実施後、経済産業省（METI）/JETRO 及び国際協力銀行（JBIC）にて実施されたフィージビリティ・スタディ（F/S）地点を含む地熱発電ポテンシャルサイトでの民間資本又は円借款による開発・事業化が期待されるため、中長期的な地熱発電開発に係るロードマップを明示し、事業化のための具体的なアクションプランを作成するとともに、全国の地熱開発候補地点インベントリーや地熱資源データベース等、今後の地熱資源開発に必要なデータの整備も併せた協力の可能性についても協議を行う。

3) カウンターパート機関

カウンターパート機関としては、MEM 内に組織横断的に設置されている地熱委員会（MEM2 名、INGEMMET2 名で構成）が想定されるが、これだけでは地熱発電開発マスタープランを作成する本格調査のカウンターパートとして十分とは考えにくい。したがって、ペルーにおける地熱発電開発に関係する機関の体制・役割等について情報収集を行い、カウンターパート機関が本格調査を実施できるだけの体制か、またそのような体制を確立し得るか、人員・予算等の様々な側面から確認を行う。なお、MEM は政策策定機関、INGEMMET は地質・鉱物資源の調査機関で、一方、マスタープラン作成においては、将来の地熱発電所の運営・管理についての提言も盛り込まれるものと想定され、したがって、その点も考慮したカウンターパートの構成を検討する。

4) 関係機関の取り込み

地熱開発にあたっては、周辺環境・住民への影響、開発後の電力事業経営が考えられるため、マスタープラン作成段階で環境・電力を所管する関係機関や地方自治体との連携等に留意し、本格調査を進める必要がある。したがって、それら関係機関についての認識を共有し

つつ、必要に応じて本格調査のためのステアリング・コミッティーの設立等に関し、協議を行う。

5) プロジェクトサイト

要請では、プロジェクトサイトが METI/JETRO 及び JBIC が F/S を実施した地域（アレキパ州、タクナ州）となっているが、マスタープランはペルー全土を対象とすべきものであり、また情報整備もペルー全土において有望な地熱ポテンシャルを有する地域を網羅すべきであることから、本案件はペルー全土を調査対象とすることで確認する。

6) 環境社会配慮

本件は、「JICA 環境社会配慮ガイドライン」におけるカテゴリが「B」に分類されているため、環境社会配慮に係るペルーの法令に基づく必要な手続き等に関する調査を実施することとする。

7) 機材の取り扱い

経済産業省受託費案件では、原則的に先方への機材供与を行わないところ、改めて先方の理解を得る。

(3) 便宜供与事項、安全管理体制の確保

本格調査は、地熱開発行政を所掌するエネルギー鉱山省（MEM）が所在する首都リマに調査拠点を構えることを想定しており、調査団オフィスの提供等の便宜供与事項について確認する。

(4) 他ドナーの援助活動に関する情報収集

(5) 案件形成に係る検討

上記(1)～(3)を踏まえ、先方要請内容の妥当性を確認し、協力内容を検討する。

## 第2章 団長所感

今次協力準備調査は当該案件の実施必要性和妥当性を検討するものであるが、本案件については、技術的観点からの必要性についてはほぼ概要がつかめているなかで、政策的な位置づけの確認が重要となっており、この観点からの実施妥当性を以下のとおり整理し、所感としたい。

ペルーでは、国家エネルギー政策において「エネルギーマトリクスの多様化」を主要な柱の1つに掲げており、同政策に基づき再生可能エネルギーの有効活用を推進している。地熱資源に関しては、1997年に地熱法が策定されており（同細則は2006年策定）、他の法規と同様に、同法律に基づく地熱資源開発が円滑に進められるための「参考計画（Reference Plan）」の作成がエネルギー鉱山省（MEM）の次の責務となっている。他方、地熱資源開発の経験・知見が不足している同省としては、自ら「参考計画」を策定することは困難であることから、わが国に対して地熱マスタープランの策定という形での技術協力を要請したものである。したがって、本案件の要請内容は先方政府における一連の政策策定、執行のプロセスに当初から明確に位置づけられたものであり、同政府として政策上極めて必要性・重要性の高いものである。

また、ペルー政府は地熱を含む再生可能エネルギーの普及を更に促進するために、2008年5月に「再生可能エネルギー利用による発電推進法」を策定しており（同細則は2008年10月に策定）、今後5年間で総発電量の5%を再生可能エネルギー（太陽光、風力、バイオマス、地熱が対象であり、大規模水力は対象外）で賄うとする目標を掲げたばかりである。さらに、同目標達成のために再生可能エネルギー分野への民間投資を促進するための電力買い取り価格上の優遇措置が実施されることとなっており、現在、詳細の検討が進められている。5%の内訳についても検討中であり、風力が最も有力視されている（計500MWの開発計画が検討中）が、必ずしも現実的ではないと思われるところも見られる。いずれにしても、当該法規の策定により発電事業における再生可能エネルギーの活用は更に促進されることが期待されており、当該案件の実施は時宜を得たものであるといえる。

さらに、前述の国家エネルギー政策では地方農村部におけるエネルギー又は電力の供給も主要な課題とされており、先般JICAが実施した「ペルー国再生可能エネルギーによる地方電化マスタープラン調査」が同国で高い評価を得ているなか、多目的な利用が可能となる地熱資源の開発が地域へのエネルギー供給を更に促進することが期待されており、同政策的観点からの期待も大きい。

以上のとおり、豊富な地熱資源を有する（推定約3,000MW）ペルーにおいて、同資源の開発に係る経験と知見が圧倒的に不足しているなか、本マスタープランの策定は、同国の国家的な課題であるエネルギー資源の多様化等に関する政策上不可欠なものであることから、かかる協力の意義は極めて高いといえる。

## 第3章 本格調査について

### 3-1 全体政策との整合性

前述のとおり、本案件は先方政府のエネルギー関連又は電力事業関連の政策や計画との関係で明確に位置づけられるものであり、それら上流又は周辺政策・計画との整合性を図りつつ結果を出す必要があるところ、既存の政策や計画のレビューが重要となる。

### 3-2 総合的アプローチ

本協力では地熱資源開発の経験を全く有していないペルーの状況にかんがみ、地熱資源の賦存状況等の分析に基づく具体的開発計画の策定のみならず、地熱資源開発に係る政策・制度、開発方法、政府及び民間を含む関係機関の役割と機能を含む実施体制等についてもしっかりと提言する必要がある。特に、ペルーでは1992年にコンセッション法が策定されたことにより、基本的に電力事業に係る開発は民間に委ねられる形となっている。他方、初期段階での開発リスクと投資額の大きな地熱発電に関しては、すべてを民間に負わせる形での開発は困難であると思われるところ、事業化のあり方と政府の役割に係る提案は重要となる。今回の協力準備調査でも、多くの先方関係者から開発リスクの低減に係る問題意識が表明されており、先方においても関心の高い課題となっている。その意味においては、前述の「再生可能エネルギー利用による発電推進法」は開発における政府と民間の関係に方針を示すひとつの取り組みであるが、その詳細については政府内で依然検討中であるところ、地熱発電を念頭に置いた場合の同法令の内容と関連施策に係る具体的な提案が有効である。

### 3-3 既存データの集積と分析

繰り返しとなるが、地熱開発経験に乏しいペルーであるが、非営利の民間団体であるエネルギー環境保全センター（CENERGIA）が10年前に一部地域における地熱ポテンシャル調査を実施した経緯があるなど、検討の歴史はそれなりにあると思われる。その結果、最も網羅的なデータは地質・鉱山・金属調査所（INGEMMET）の有する全国447カ所の湧出記録であることは間違いのないものの、いくつかの関連データは前述のCENERGIAやペルー電力公社（ElectroPeru）等に分散している可能性がある。については、本調査実施に際しては、それらのデータを集積して分析したうえで、詳細調査の対象地域の絞り込み等を行うことが必要となる。

### 3-4 技術移転の重要性

先方に当該分野の開発経験がないなか、本協力を通しての関係者への技術移転が重要となる。今回の協力準備調査では、現地視察等にMEMやINGEMMETからの若手（30代前半）技術者と行政官が複数参加・協力しており、彼らが将来の本件に係るカウンターパート要員となると想定される。今回署名された議事録においても、暫定的ではあるものの8分野にわたる人材をカウンターパート要員として配置することで先方の了解を得ており、今次調査を通して先方の本案件への積極的な取り組み姿勢をうかがうことができた。本格的調査ではこれらの要員に有効な技術移転を図る必要がある、ワークショップでの事例紹介や本邦研修との連携等を推進し、技術面のみではなく政策や制度面での知見蓄積を図る必要がある。また、先方からはマスタープランの更新に係る方法論の移転も求められていることから、データベースの更新や分析に基づく計画見直しに係る一連の作業や考え方を指導する必要がある。

### 3-5 本マスタープランの立ち位置と出口

今回のマスタープラン策定に係る協力は、基本的にペルーの地熱資源開発が円滑に推進されるための支援であり、少なくとも現時点での先方の政策に拠れば民間ベースでの開発が前提となっていることから、仮にわが方の協力が進められるなかで同時並行に民間が参入することがあった場合も、それが持続的な開発に結びつくのであれば歓迎はしても排除すべきではない。他方、現実的には民間のみでの開発が推進されることは考え難く、前述のとおり調査のなかで政府としての役割と民間参入のための環境づくりのあり方を十分に協議・検討することが重要である。その結果として、本件調査による協力を引き続いて、提案された先方政府の役割と機能の実現をわが国として支援することが求められる可能性を念頭に置き、円借款の活用も含めプログラムの視点からの継続的な協力のあり方を適宜検討する必要がある。

### 3-6 本格調査（S/W案）概要

#### (1) 成果

- ① 地熱発電開発マスタープラン
- ② 地熱資源データベース

#### (2) 調査対象地域

ペルー国全土

#### (3) 調査内容

- ① 関連情報収集・分析
- ② 全国地熱資源調査〔既存データ分析、有望地域選出（10地域）、地質調査、地化学調査、地熱資源データベース構築、資源量評価、経済性評価、地球物理（MT）探査（2地域）〕
- ③ 自然・社会環境調査〔初期的環境調査、温室効果ガス（GHG）排出削減量評価等〕
- ④ マスタープラン作成〔アクションプランと提言（政策、法的・制度的枠組み、人材育成、地熱資源多目的利用等）、データベース（地熱資源、電力、環境社会等）、地熱発電開発計画〕
- ⑤ OJT（実地訓練）による技術移転

#### (4) 調査期間

ペルーが推進する再生可能エネルギー利用、効率的な発電の促進及び5年後の総発電量に占める再生可能エネルギー利用率5%の達成に寄与する可能性も検討すべく、早期開始をめざすこととし、調査実施期間は約18ヵ月を想定する。

#### (5) ペルー側実施体制

エネルギー鉱山省電力総局（DGE）がメインカウンターパート機関であり、関連機関とタスクフォース（TF）を構成し、以下のようなカウンターパート要員の配置について暫定的に合意している。

- ・政策・法制度（1）
- ・組織構築/人材育成（1）
- ・地熱開発計画（1）

- ・地熱資源調査 (1)
- ・地球物理調査 (1)
- ・地球科学分析 (1)
- ・環境影響評価 (1)

### 3-7 環境社会配慮

環境社会配慮については、マスタープラン作成という早い段階からの考慮が必要であり、本案件においては、特定の地熱発電開発に係る具体的な計画の策定等がなされる可能性を考慮し、JICA 環境社会配慮ガイドライン基準により、カテゴリ「B」へ分類するものとし、必要な調査を行うこととする。

## 第4章 調査結果

### 4-1 ペルー共和国概要

#### (1) 一般事情

- 面積：約 129 万 km<sup>2</sup>
- 人口：2,840 万人（2006 年、世界銀行）
- 首都：リマ
- 民族：先住民 47%、混血 40%、欧州系 12%、東洋系等 1%
- 言語：スペイン語（他にケチュア語、アイマラ語）
- 宗教：カトリック教（89%）

#### (2) 政治体制・内政

- 政体：立憲共和制
- 元首：大統領（アラン・ガルシア・ペレス）
- 議会：一院制（120 名）
- 政府：首相イェウデ・シモン、外相ホセ・アントニオ・ガルシア・ベラウンデ
- 内政：1980 年民政移管。その後深刻化した経済危機、テロ問題は、フジモリ政権下の改革断行もあり沈静化した。2000 年 11 月、第 3 期フジモリ政権が崩壊し、暫定政権を経て、2001 年、トレド政権が発足。トレド大統領は、マクロ経済が好調な一方で、雇用創出、貧困対策、汚職撲滅等の公約の履行は容易ではなく、厳しい政権運営を強いられた。2006 年 4 月、大統領選挙・国会議員選挙が実施され、同 6 月、大統領選挙の決選投票により、ガルシア候補（元大統領、アプラ党）が選出された。7 月 28 日、ガルシア政権が発足した。貧困削減及び雇用を伴う成長を政策の柱に掲げている。2008 年 10 月、石油採掘権をめぐるペルー・ペトロ社の不正取引疑惑を受けて、国会でデル・カステージョ首相に対する不信任決議が可決され、内閣はいったん総辞職したが、同 14 日、16 名の閣僚中 10 名が再任する形でシモン首相を首班とする新内閣が発足した。

#### (3) 外 交

- 外交基本方針：近隣諸国との関係強化。特に中南米太平洋岸諸国との連携を重視し、穏健な外交を展開。アンデス共同体（CAN）加盟国。メルコスールの準加盟国。自由貿易協定（FTA）の締結を積極的に進めており、2006 年 4 月、米国との FTA に署名し、2007 年 12 月、米国議会により承認。その他、カナダ、シンガポールは署名済み、EU（CAN としてのブロック交渉）、中国、欧州自由貿易連合（EFTA）、メキシコと交渉中、韓国とは共同研究実施中。2008 年、アジア太平洋経済協力閣僚会議（APEC）議長国（同年 11 月、首脳会議、閣僚会議を開催）。

#### (4) 経 済

- 主要産業：製造業、農牧業、鉱業、水産業
- 国民総所得（GNI）：827 億ドル（2006 年、世界銀行）
- 1 人当たり GNI：2,920 ドル（2006 年、世界銀行）
- GDP 成長率：9.0%（2007 年、ペルー中央銀行）

- 総貿易額（2007年、ペルー中央銀行）  
輸出：279.56億ドル、輸入：195.99億ドル
- 主要貿易品目（2007年、ペルー中央銀行）  
輸出：銅、金、繊維製品、魚粉  
輸入：工業用中間財、燃料・潤滑油、工業用資本財
- 地域別貿易動向（2007年、ペルー中央銀行）  
輸出：米国、中国、スイス、日本、カナダ、チリ  
輸入：米国、中国、ブラジル、エクアドル、アルゼンチン、コロンビア、チリ、日本
- 通貨：ヌエボ・ソル
- 為替レート：1ドル=3.05ヌエボ・ソル（2008年10月、ペルー中央銀行）
- 経済概要：1980年代後半に対外債務支払いを制限し、国際金融社会で孤立。フジモリ政権（1990年～2000年）はマクロ経済の安定を重視した経済政策を推進。トレド政権（2001年～2006年）、ガルシア政権（2006年～）下でもこの方向性は踏襲され、財政は健全に運営されている。2002年以降は、内需（建設、運輸、製造業）の拡大及び輸出向け鉱産物・ガス国際価格の高止まりにより、年平均5%以上の成長率を達成している。

#### (5) 経済協力

- わが国の援助実績（単位：億円）  
有償資金協力（2006年度まで、E/Nベース）3,643.17  
無償資金協力（2006年度まで、E/Nベース）563.03  
技術協力実績（2006年度まで、JICA実績ベース）442.39
- 主要援助国（2005年、単位：百万ドル）  
米国（177.9）、スペイン（65.6）、日本（43.4）

#### 4-2 地熱資源の賦存状況

南米大陸の東側では、東太平洋海膨で生産されたナスカプレートや南極プレートなどの海洋プレートが約6.5cm/年の速度で東北東方向に移動し、ペルー海溝やチリ海溝から南米大陸プレートの下に沈み込んでいる。この短縮構造運動の結果、南米大陸の西側には南北7,000kmにわたってアンデス山脈が形成されている。活火山は、おおむねこのアンデス山脈に沿って分布しているが、ペルー中北部とチリ中部に欠落域があるため、この2つの欠落域によって、火山帯はアンデス北部火山帯、アンデス中部火山帯、及びアンデス南部火山帯の3帯に分断されている（図4-1）。

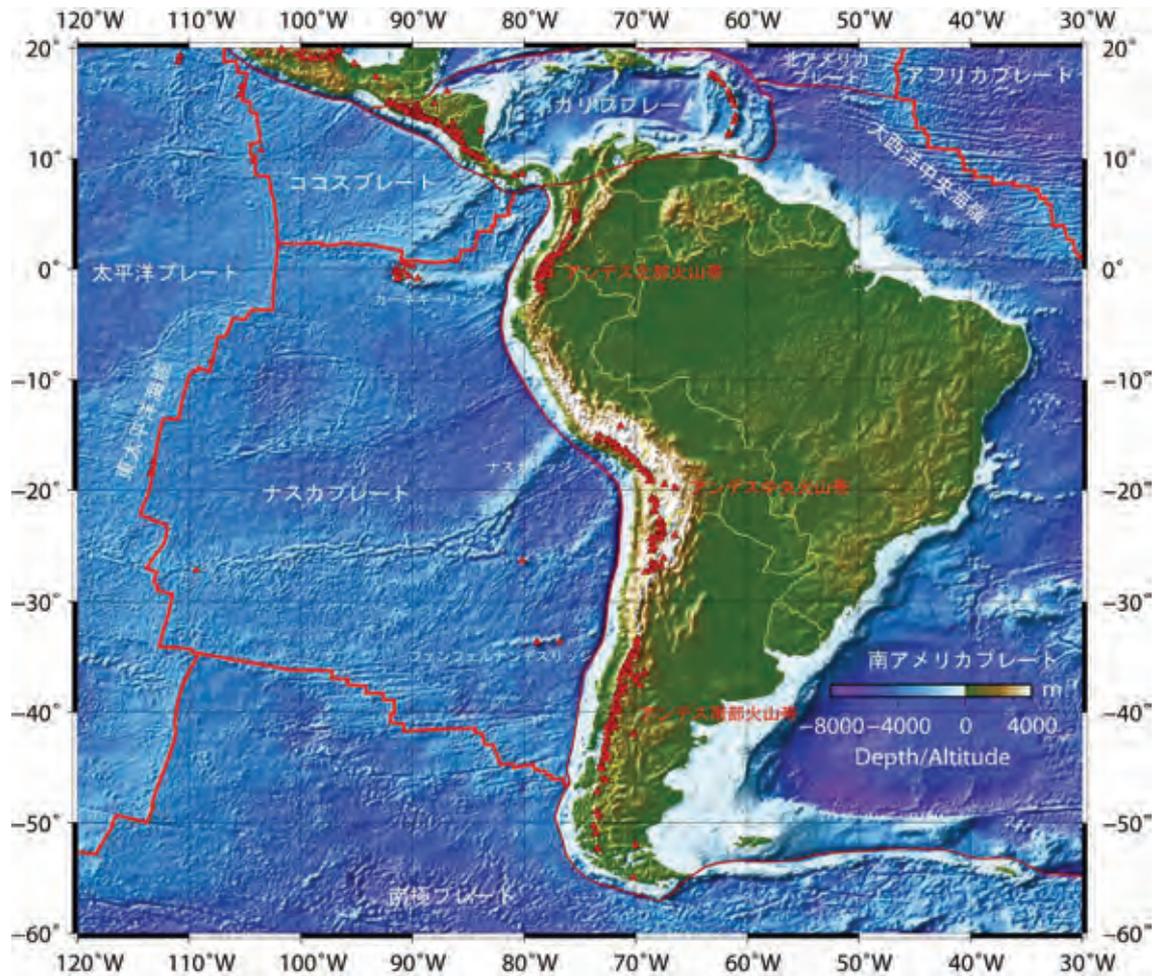


図4-1 南米周辺のプレート区分、地形及び活火山（村岡原図）

ペルー中北部とチリ中部に活火山の欠落域がある理由は、深発地震の震源の深度分布から、この部分の沈み込みスラブ上面が深度 100km までに達する前に、ごく水平的な形状に変化していることが原因と考えられる（図4-2）。

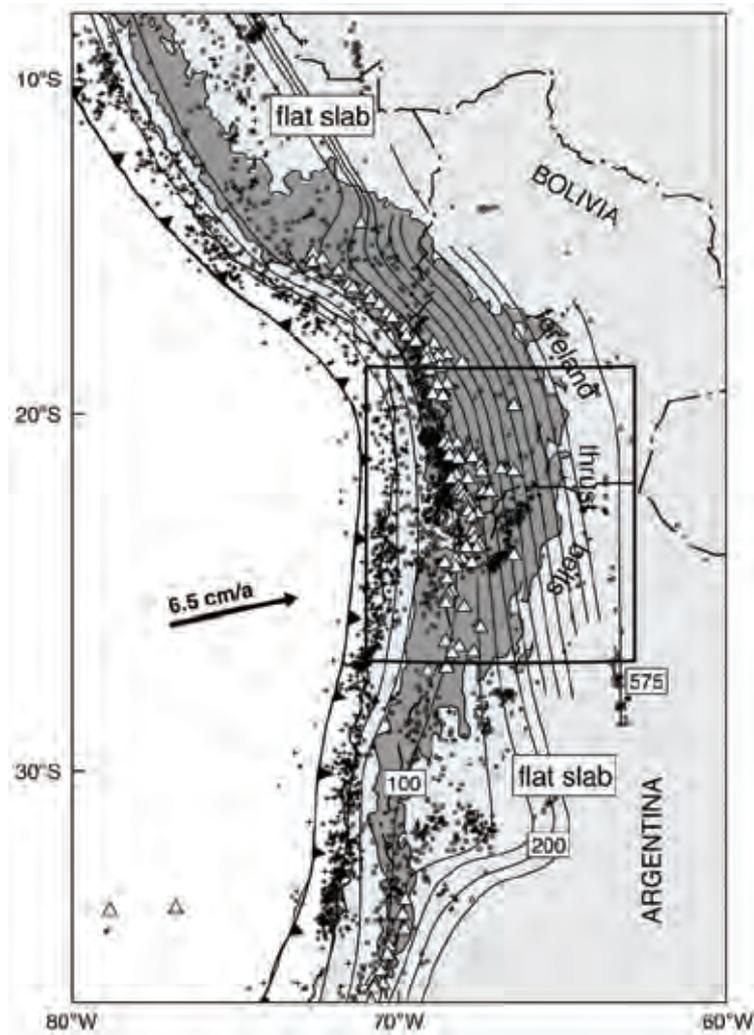


図 4-2 地震からみた沈み込みスラブ上面深度分布 (Schurr et al., 2006)

つまり、一般に、火山フロントの火山帯は沈み込みスラブが深度 100 km 程度に達したところで、沈み込みスラブ表層の角閃石や緑泥石が脱水反応を起こし、この水の添加によって軽くなった上方の大陸側マントルが上昇流を起こし、このマントル上昇流の部分からマグマが発生することによって形成されると考えられる (巽、1995)。しかし、活火山の欠落域では、沈み込みスラブ上面が深度 100 km にも達しないうちに水平化するため、脱水反応が起こらず、マントル上昇流やマグマの発生が起こらないのであろう。その結果、ペルーにおいては、北部及び中部の大部分で活火山が欠落し、南緯 14 度以南にのみ活火山が発達している (図 4-3)。

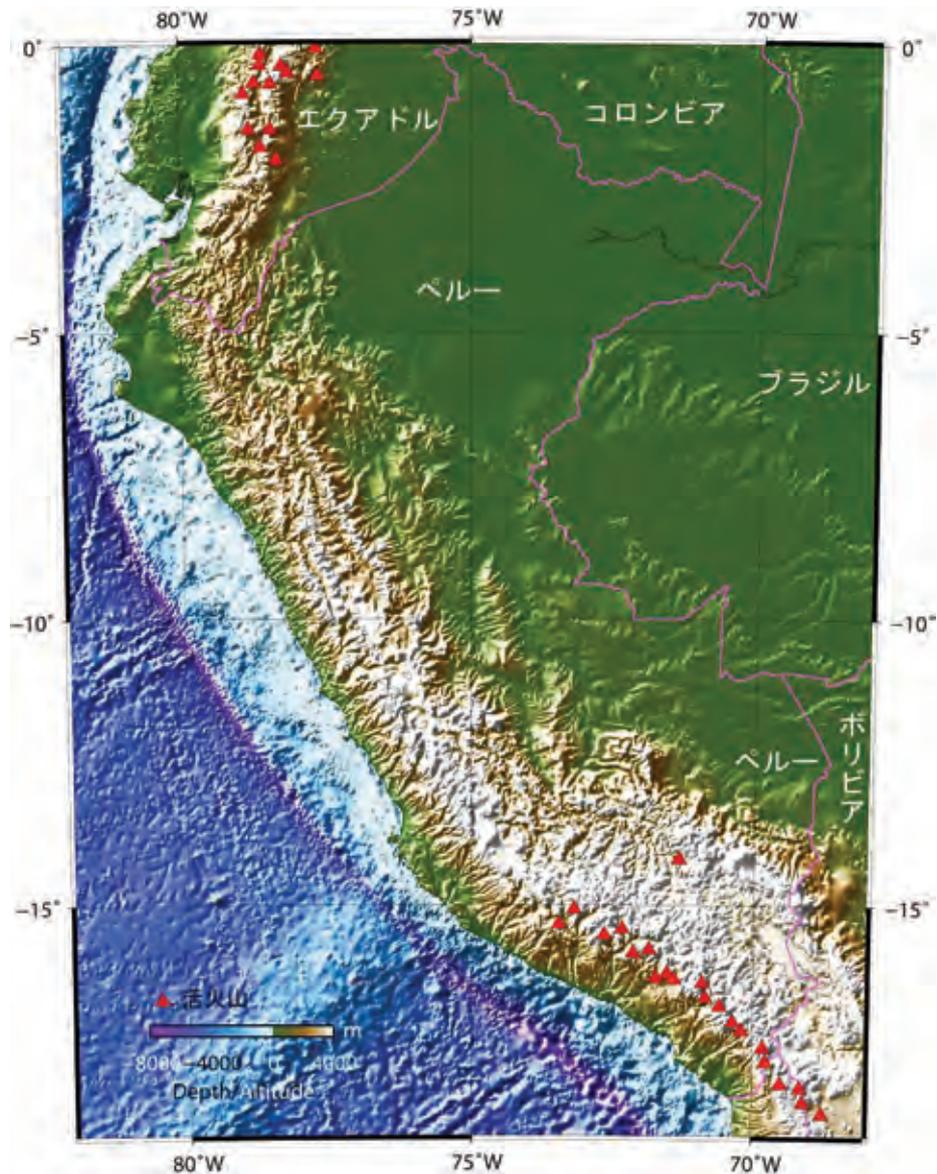


図 4 - 3 ペルーの地形及び活火山分布（村岡原図）

このことから、典型的な火山性の高温地熱資源は南緯 14 度以南の火山帯に分布するものと期待される。

今回、地質・鉱山・金属調査所（INGEMMET）が提供してくれた 6 冊の熱水系インベントリ調査報告書（Steinmüller and Zavala, 1997; Steinmüller and Juárez, 1998; Steinmüller and Huamaní, 1999; Huamaní, 2000; Huamaní, 2001; Huamaní and Ortiz, 2003）の 470 個のデータを用いて、湧出温度分布図を作図した（図 4 - 4）。その結果、高温の熱水湧出地点は期待どおりペルー南部の活火山近傍に多く分布していることが裏づけられた（図 4 - 4）。もう 1 つ注目すべきことはペルー北部・中部にも、小数ではあるが沸騰温度に近い高温の温泉が分布しており、ペルー北部・中部の熱水湧出地点の多くが、あたかも南部における火山フロントの火山帯の延長線上の位置に分布していることである（図 4 - 4）。

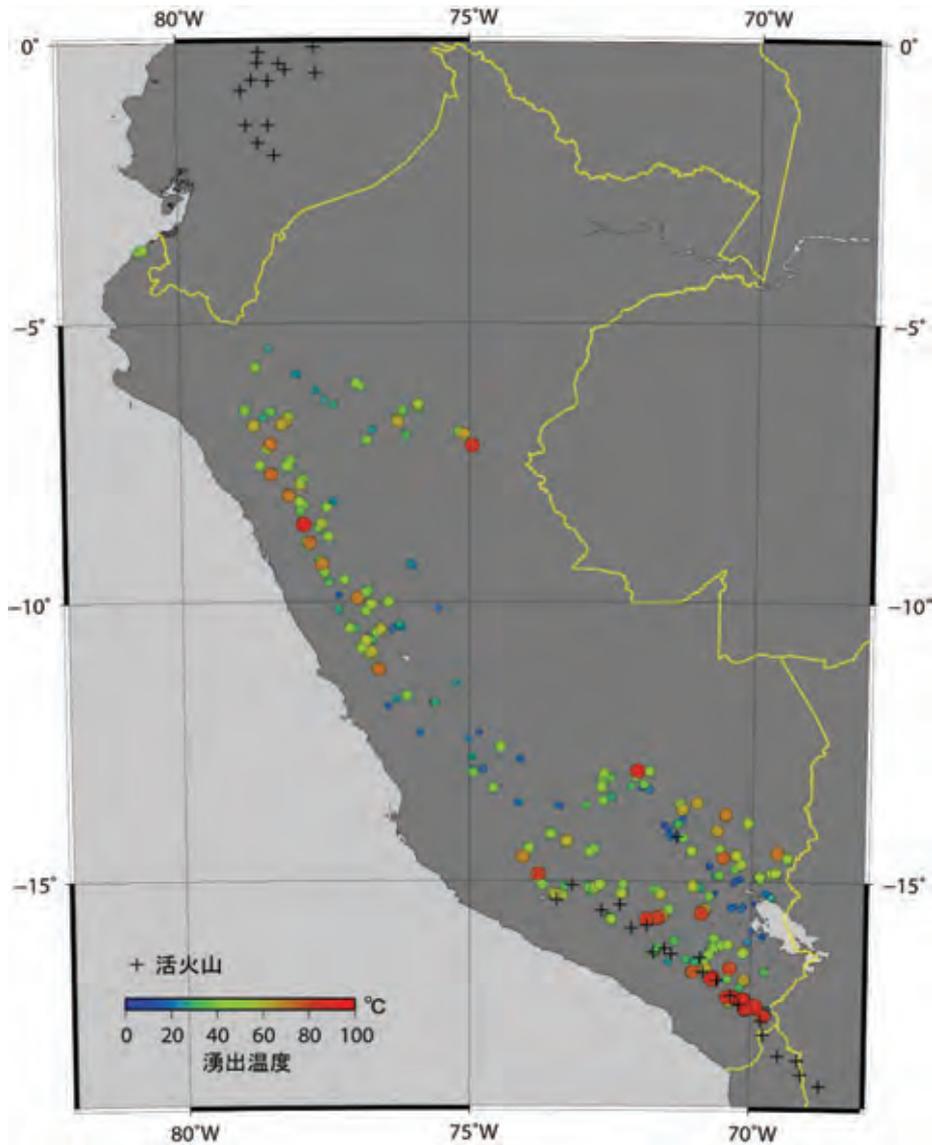


図 4-4 ペルーの熱水湧出地点とその湧出温度（村岡原図）

この点からみると、今後の地熱資源の調査や評価は、ペルー南部はもとより、北部・中部を含めて行う必要があると思われる。なお、現時点では、ペルー北部・中部の火山フロントらしき位置に熱水湧出地点が配列している原因は、この位置に中新世～鮮新世の火山岩－深成岩の複合岩体が分布していることから、鮮新世ごろまではこの活火山の欠落域にも火山活動があり、それらマグマの固結物である深成岩体が、ある程度の残存熱を保持していることによる可能性が高い。

ペルー南部には 16 個の活火山が認められている（図 4-3）。ごく簡単な高温熱水系地熱資源量の推定法として、活火山数と地熱資源量（万 kW）の正相関に関する経験式を用いると、この活火山数 16 個に 18.767 を乗じて 300.27 万 kW と見積られる（図 4-5、村岡、2009）。

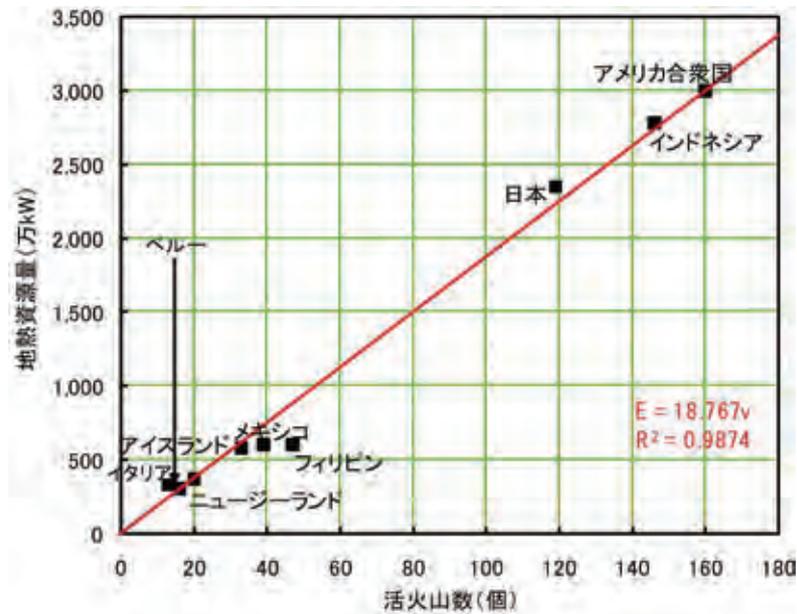


図 4-5 活火山数と浅部熱水系地熱資源との正相関関係

Battocletti et al. (1999) はペルーの地熱資源量を少なくとも 3,000MW (300 万 kW) と見積っている。これは上述の活火山数からの推定値とよく一致し、しかも、活火山数からの推定値はペルー南部に限定されるため、同様に最小値とみなされる。これは 2008 年制定の再生可能エネルギー利用による発電推進法がめざす再生可能エネルギーを今後 5 年以内に 5%とする目標値 430MW 程度（後述のように、電力需要の伸び率を 9%、地熱発電の設備利用率を 80%と仮定した推定値）に対して、地熱発電が少なくともその 7 倍を賄うことができることを意味する。

#### 4-3 開発有望地域の特徴

ペルーの高温熱水系地熱資源の分布に関する最大の特徴は、その多くが標高 4,000m 以上の高原に分布することである（図 4-6）。例えば、70℃以上の湧出温度をもつ熱水を見ると、ほぼすべてが標高 2,000m 以上のところに分布し、なかでも標高 4,000m 以上のところに集中している。これは火山の多くがアルティプラーノと呼ばれる標高 3,800m 程度の高原上に分布し、高温熱水系の湧出域がそれらの火山の裾野に分布するためである。これは多くの地熱地域のアクセスが容易でないことを意味する一方で、立地の競合が少なく、高原地帯の地方電化や、同じ高原地帯に多い金属鉱山への電力供給に貢献し得る可能性を示している。

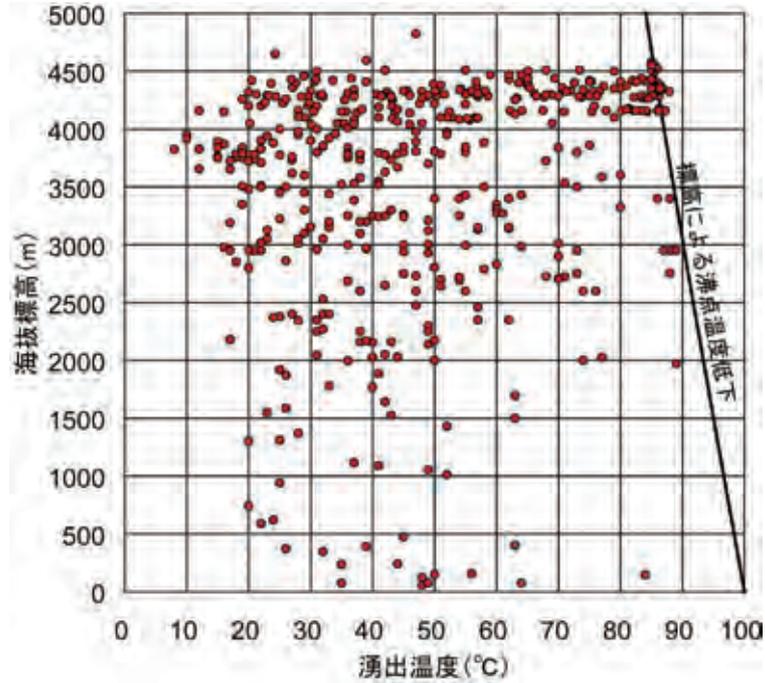


図 4-6 熱水湧出温度と標高の関係

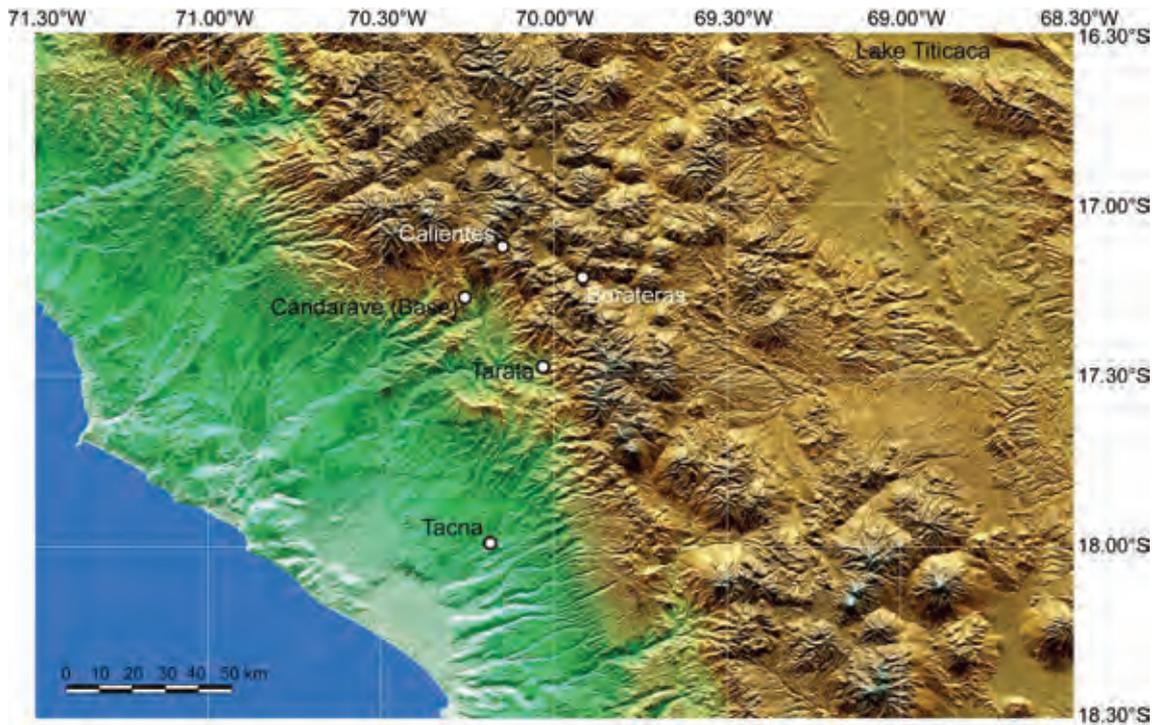


図 4-7 訪問した地熱地域の地形及び位置

また、このような標高の高い地域では、大気圧低下の効果が大きいため、水の沸騰温度が大幅に低下することになる（図 4-6 の推定沸騰温度曲線）。そのため、泉温がたとえ 86°C 程度であっても、立派な沸騰泉であり、地下の静水圧条件下では 100°C 以上となっているはずであり、その湧出温度を過小評価しないように留意する必要がある。



図 4 - 8 ボラテラス地熱地域の珪華段丘



図 4 - 9 カリエンテス地熱地域の珪華段丘

今回はペルーで、最も開発が期待されているタクナ州のボラテラス及びカリエンテス地熱地域を訪問した。まず、リマから空路タクナ市に移動し、ここから車でタラータを経由して、カンダラーベまで行き、ここを宿泊のベースとした（図 4 - 7）。カンダラーベはボラテラス・カリエンテス両地熱地域に最至近の町であり、標高 3,430m 程度のため、標高 4,400m 前後の両地熱地域に訪問する高地順応のベースとして適地であった。なお、この調査にはエネルギー鉱山省（MEM）から 2 名の職員が同行し、INGEMMET から 1 名の研究者が同行した。さらに、結果的には実現しなかったものの、一時は Pedro Gamio Aita 次官自らが同行を希望された。熱意のほどがうかがえる。

ボラテラス・カリエンテス両地熱地域ともに、複数の沸騰泉が分布し、その熱水が中性の特性を示す。これは岩石との反応が十分に進んだ成熟度の高い熱水であり、酸性腐食の問題も少なく、地熱発電開発に好適である。また、両地域ともに、広範で厚い珪華段丘（silica sinter terrace）が形成されてい

る（図4-8、図4-9）。これは地下地熱貯留層が比較的高温で、その規模が比較的大きいことを保証している。なぜならば、SiO<sub>2</sub>成分はおおむね温度が高いほどより多量に岩石から熱水に溶解するため、それが多量に沈殿しているということは、地下に比較的高温かつ比較的大規模の熱水貯留層が伏在していて、そこでSiO<sub>2</sub>成分の溶解が起こり、地表に湧出した熱水が地表での温度圧力低下に伴って長い間、沈殿物を析出し続けたことを物語っているからである。ただし、両地域を比較すると、沸騰泉の数も珪華段丘の規模も、カリエンテスの方がボラテラスよりも明らかに大きい。例えば、珪華段丘の広がり、ボラテラスが100m×500m程度であるのに対して、カリエンテスは1km×5km程度である。おそらく、カリエンテスの方がボラテラスより大きな地熱貯留層をもつと推定される。

しかし、これらの地域の場合、両地熱地域の周辺には第四紀火山が10～15kmくらいの間隔で稠密に発達しており、その異常に高い火山分布密度にも十分に注目する必要がある（図4-7）。つまり、これら両地熱地域を含む広い火山地域全体が、例えばフィリピンのグレート・トンゴナンのような巨大な複合地熱地域を構成している可能性もあり、ボラテラスやカリエンテスといった地熱地域はそのほんの一部を見ているに過ぎない可能性がある。このように、今回訪問した両地熱地域は第一級の地熱地域であり、今後、地熱探査井掘削が速やかに実施されることが期待される。

#### 4-4 地熱資源データベースの現状

自然湧出の熱水の温度や化学成分に関する全国規模のインベントリー調査は、先進国でも系統的に実施している国は多くない。まして、発展途上国で実施している事例はまれである。通常、地熱発電開発マスタープラン調査はこの段階から始めることとなり、これ自体に大きな労力を費やすこととなる。ところが、INGEMMETは1997年から2003年にかけて、一部チェコの研究協力を得ているものの、基本的にはこれを独力で実現している。これは発展途上国にあつては稀有な事例であり、ほとんど称賛に値する状況といえる。MEMは1997年7月に地熱法を制定しており、そのことを背景としてこのプロジェクトが実施されたものと考えられる。図4-4及び図4-6の作図が可能になったのは、今回、INGEMMETがこの熱水系インベントリー調査に関する一連の公開報告書を提供してくれたお陰である（図4-10）。



図 4-10 INGEMMET 提供の熱水系インベントリ調査報告書

もちろん、詳細にみれば、このインベントリ調査は決して完璧ではない。湧出地点の緯度経度についてはすべて秒単位の整数桁までしか記述していない。

そのため、本来異なる位置にある 2 つの湧出地点が同一の緯度経度となって、厳密な位置の違いが識別できないという問題がある。また、地化学温度計の算出に重要な  $\text{SiO}_2$  成分の分析が初期には行われているにもかかわらず、後期の大部分では省略されているという問題もある。水素・酸素同位体の分析も十分ではない。したがって、重要な地点については、依然として再調査が必要となる。

しかしながら、これらの熱水系インベントリ調査のデータベースがあることで、全国規模の熱水湧出地点の概要が明らかとなり、地熱発電開発マスタープラン調査を更に進んだレベルから開始することができる。このように、地熱発電開発マスタープラン調査の出発点となる基盤情報は既に整っており、これは格段に効率的な地熱発電開発マスタープラン調査を約束している。

#### 4-5 地熱資源の開発政策と体制

まず、ペルーの地熱開発政策については、MEM が 1997 年 7 月に地熱法を制定したことが発端となっている。インドネシアが 2003 年に地熱エネルギー法を制定しているものの、地熱資源開発に特化した法律を制定した国はまだ少ない。これは地熱発電開発の経験がない国としては異例であり、ペルーが早い時期から地熱発電開発をめざしていたことを物語っている。

この法律には主に探査と開発の許認可を行うための規定が含まれている。この法律はまた、前述の INGEMMET による 1997 年以降の熱水系インベントリ調査プロジェクト実施の契機になっている。2006 年には同法の細則を制定している。

しかし、同法の施行にもかかわらず、実際には地熱発電開発が順調に進んでいない。地熱発電開発

が実際に進むためには、次のステップとして、参考計画（Reference Plan）などガイドラインの作成が必要であるが、ペルーは地熱発電開発の経験がないため、その作成が容易でないというのが実情である。そのため、ペルーはわが国に対して地熱発電開発マスタープラン調査を要請することとなった。このように、地熱発電開発マスタープラン調査はペルーの長年の懸案である地熱開発政策を具体的に進めるうえで、極めて重要な政策的位置づけをもっている。

MEM は次いで、地熱を含む再生可能エネルギーについて、2008 年 5 月に再生可能エネルギー利用による発電推進法を制定し、2008 年 10 月に同細則を制定している。これは再生可能エネルギーに対して電力網への送電を保証するとともに、電力買い取り価格にインセンティブを付与するものである。また、そのなかで今後 5 年以内に総電力の 5%を再生可能エネルギー（太陽光、風力、バイオマス、地熱が対象であり、大規模水力は対象外）で賄う目標を掲げている。したがって、MEM の説明では、電力買い取り価格のインセンティブは固定買い取り価格制度（Feed-in-tariff）に近いものとしているが、再生可能エネルギーの総量枠を設けている点から、実際にはむしろ RPS（Renewable Portfolio Standard）制度に近い方式であると思われる。

この 5%枠の実際の発電設備容量については、各機関の説明が 200 MW 程度から 500 MW 程度まで不統一であった。これはペルーにおける電力需要が毎年 8～10%増加していることや、再生可能エネルギーの種類ごとに設備利用率が大幅に異なることに対して、試算方法が様々だからである。

そこで、ペルーの 2007 年のピーク時電力需要が 3,580MW であることを考慮しつつ（西日本技術開発株式会社、2008）、いま、2007 年の電力設備容量を 4,100MW と仮定してみよう（これは 5%の議論の際に、MEM があげた現在の電力需要の基準値である）。加えて毎年の電力需要の増加を 9%と仮定し、地熱発電の設備利用率を 80%と仮定する。その結果、2008 年の 5 年後である 2013 年には総電力需要が大幅に伸びるため、その時点で 5%のすべてを地熱発電で賄うとすると、発電設備容量は約 430MW と見積られる（図 4-11）。

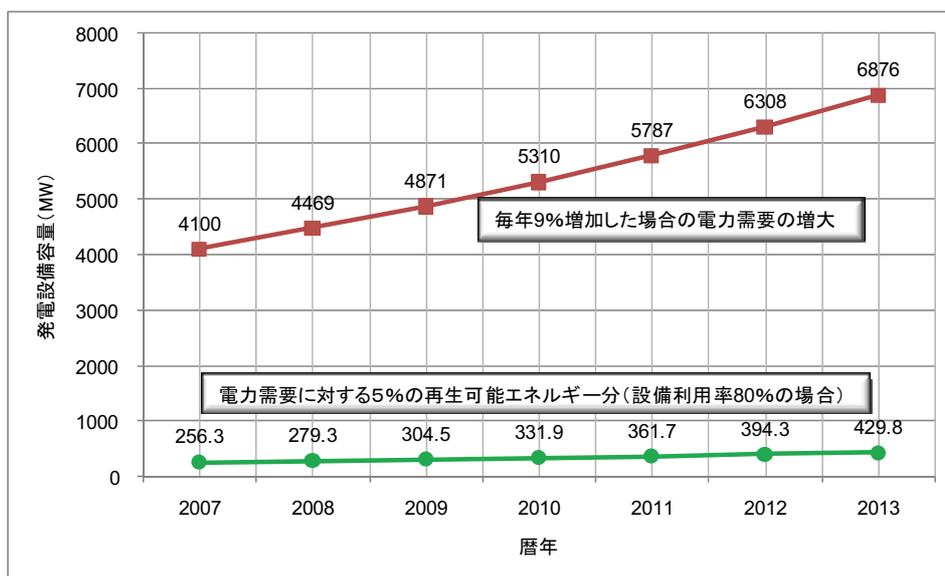


図 4-11 電力需要の 5%を設備利用率 80%の地熱発電で賄った場合の設備容量の推定

ペルー政府はこの 5%について、現時点では、風力発電を中心に考えている。しかし、風力発電の設備利用率は 20 数%であるため、少なくともこの 3 倍以上、つまり 1,290MW 以上の発電設備の開発

が必要となる。加えて、風力発電のような変動電源が増大すれば、系統連系の問題が発生する。そのため、その実現は必ずしも容易でないと思われる。他方、地熱発電の開発が2013年までに間に合う見込みは小さいものの、地熱発電であれば高い設備利用率のため、3分の1以下の発電設備容量で済み、系統連系の問題もなく、余裕をもってこの5%を賄える可能性が高い。

ペルーの地熱開発体制をみると、エネルギー鉱山省電力総局（DGE）、エネルギー鉱山省電力環境総局（DGAAE）、INGEMMET、エネルギー鉱業投資監督庁（OSINERGMIN）などの関連機関がある（図4-12）。DGEは再生可能エネルギーを含めて、電力政策全般を扱い、コンセッション（開発利権地域）の策定、電力基本計画の策定、法規案作成、資源調査などを行っている。INGEMMET（職員238名、研究者60～70名）は、様々な資源調査を行う機関であり、地熱資源の調査に関しては、DGEの監督下にある。OSINERGMINは大きく分けて、電力料金の設定と発電・送電・配電に係る電力システム全体の管理を担当している。ただし、2008年7月から電力事業監理委員会（COES）という民営公社に電力料金の設定と発電・送電・配電に係るかなりの実作業が任せられ、OSINERGMINはこれを監督することとなっている。DGAAEは発電所開発に係る環境審査など、電力・炭化水素資源の開発に関する持続可能な環境法規を扱っている。これらの体制から分かるように、ペルーにおいては法制度や投資促進に関する体制はむしろ盤石である。

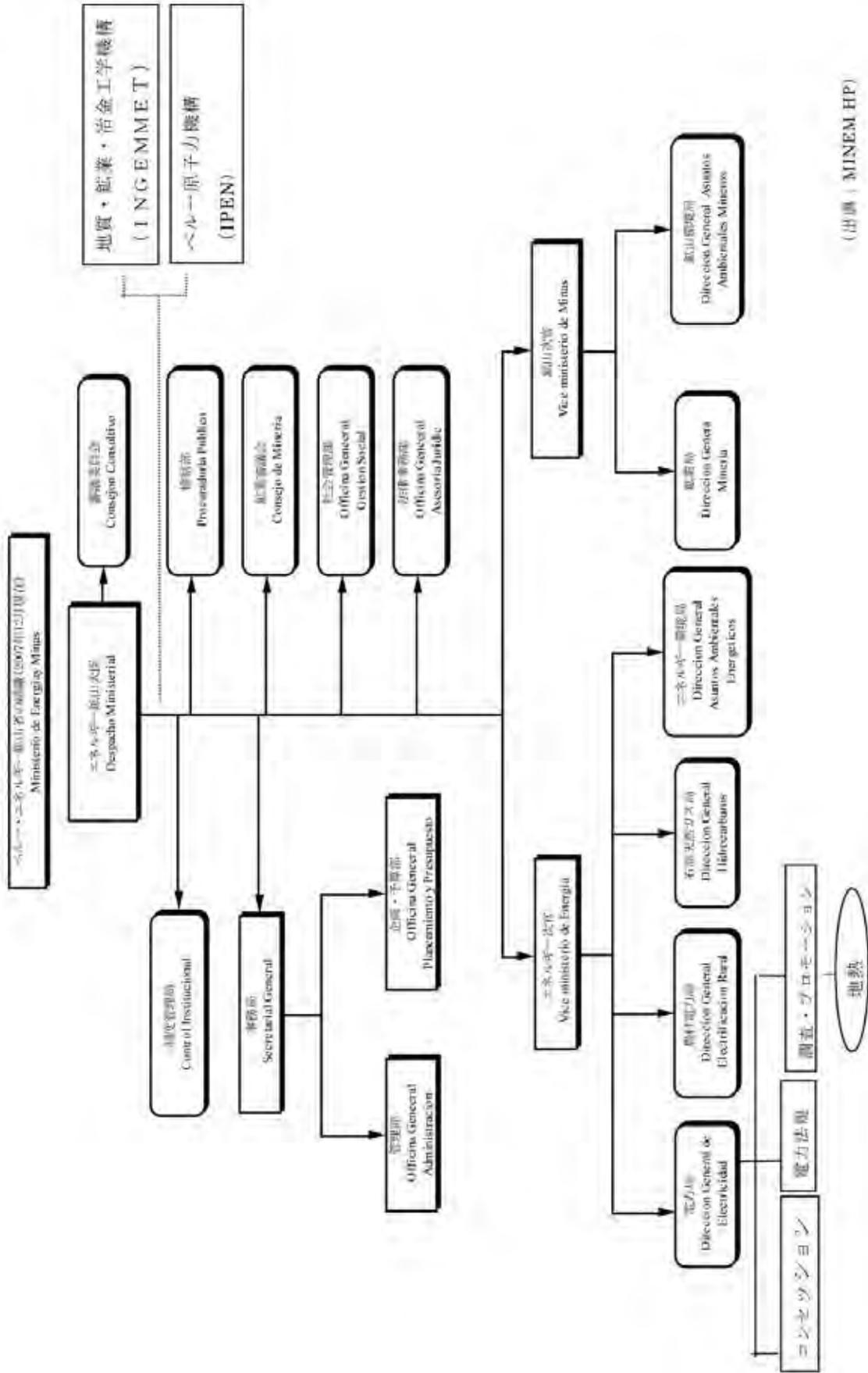
しかし、探査から開発への流れを上流から下流に例えると、下流側は民間が行うとしても、国が担うべき上流側の初期調査の体制が非常に手薄である。特にINGEMMETの地熱担当者は常任スタッフ1名と分析担当者1名に過ぎない。上述の報告書も、大半は地下水研究者や火山研究者によって実施されたものである。つまり、地熱専門家が乏しく、地熱資源の研究体制がほとんどないに等しいのが現状である。

#### 4-6 地熱資源開発の制約要因

大きく3つの制約要因を指摘することができる。第一に、国が行うべき初期段階の地熱資源調査の体制がほとんどないことである。ペルー政府は現在、民間企業が地熱発電開発を行うことを期待している。しかし、地熱発電開発は初期の地下探査リスクが非常に大きいことから、民間企業の開発投資リスクを軽減するために、初期の調査や探査のかなりの部分を国が支援するというのが、世界の一般的な傾向である。日本においても、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）地熱開発促進調査が初期段階の地熱調査井掘削を含めて、その役割を果たしている。したがって、ペルー政府が民間企業による地熱発電開発を期待するならば、少なくとも、民間投資を呼び込むための、最低限の国の先導調査が必要であり、そのための体制づくりが不可欠である。

第二に、南米全般にいえることであるが、ペルーにおいても1992年のコンセッション法の制定が先行しているため、コンセッション地域が投機目的で押さえられ、一向に開発が進まない状況があることである。これは年限を切った開発義務を負わせることで解決できる。

第三に、コスト優遇策を含めて、地熱発電開発の特性を十分に考慮した開発促進シナリオや政策を補強する必要があることである。再生可能エネルギーの開発促進においては、国も応分のリスクと負担を負うことが不可欠であり、そのためのシナリオ分析と政策が不可欠である。



(出典) MINEM HP)

図 4-12 MEM 組織図 (西日本技術開発株式会社、2008)

#### 4-7 地熱資源開発に係る環境社会配慮

ペルーにおいては、ほとんどの河川系が高原地帯から海岸平野へと流れている。それが海岸平野の水資源を支えている。したがって、当然のことながら、すべての発電使用済み熱水は地下に還元されなければならない。その他の環境問題については、DGAAE が発電所建設に伴う環境影響インパクト調査の提出や地域住民とのワークショップの開催など、比較的厳密な手順を設定しており、これに準拠することでおおむね解決される。ペルーには天然保護区という保護地域があつて、このうち、間接利用地域は開発できず、直接利用地域は天然資源研究所 (INRENA) の許可が得られれば開発できることとなっている。この開発できない間接利用地域には、国立公園や史跡地区などが含まれるが、その面積は比較的限定されている。ボラテラス地熱地域には珍しく、浴用温泉が設営されていたが、一般に火山・地熱地帯の多い高原地帯では温泉の浴用利用の習慣がまれであり、浴用温泉が地熱発電開発の障壁になることはほとんどないと思われる。しかし、高原地帯は降水量も小さく、水系は飲料水やアルパカの放牧などにとって貴重である。そのため、掘削への水の使用などについては、格別の配慮が必要である。

#### 文献 (入手資料)

以下 6 件の INGEMMET 報告書は一部チェコの協力を得つつ、INGEMMET が 1997 年から 2003 年にかけて行った熱水湧出地点インベントリ調査の結果を系統的にまとめたものであり、470 個の湧出地点の緯度経度、温度、湧出量、447 個の熱水試料の分析結果、代表的な熱水沈殿物の分析結果などを含んでいる。いわば、地熱発電開発マスタープラン調査の出発点になり得る文献である。これらの報告書は 2008 年 11 月 26 日の INGEMMET 訪問時に、資料提供の可能性を打診したところ、公開文献ということから快諾を得、12 月 2 日の MEM 訪問時に、約束どおり提供して頂いたものである。

- Steinmüller, K. and Zavala, B. (1997) *Hidrotermalismo en el Sur del Perú*. Boletín N° 18, Serie D, Instituto Geologico Minero y Metalurgico (INGEMMET), 79p.
- Steinmüller, K. and Juárez, S.N. (1998) *Hidrotermalismo en el Sur del Perú*. Boletín N° 19, Serie D, Instituto Geologico Minero y Metalurgico (INGEMMET), 76p.
- Steinmüller, K. and Huamaní, A. (1999) *Aguas termales y minerales en el Centro del Perú*. Boletín N° 21, Serie D, Instituto Geologico Minero y Metalurgico (INGEMMET), 53p.
- Huamaní, A. (2000) *Aguas termales y minerales en el norte del Perú*. Boletín N° 21, Serie D, Instituto Geologico Minero y Metalurgico (INGEMMET), 75p.
- Huamaní, A. (2001) *Aguas termales y minerales en el Suroriente del Perú*. Boletín N° 21, Serie D, Instituto Geologico Minero y Metalurgico (INGEMMET), 124p.
- Huamaní, A. and Ortiz, G. (2003) *Aguas termales y minerales en el Oriente Central del Perú*. Boletín N° 21, Serie D, Instituto Geologico Minero y Metalurgico (INGEMMET), 68p.

#### 引用文献

- Battocletti, L., Lawrence, B. and Associates, Inc., (1999) “Geothermal Resources in Peru”. Sandia National Laboratories and U.S. Department of Energy.
- 村岡洋文 (2009 印刷中) 世界の地熱資源、火力原子力発電技術協会
- 西日本技術開発株式会社 (2008) ペルー共和国「地熱セクターおよびカリエンテス・フィールドの事業化可能性に係る業務委託調査」報告書、国際協力銀行、146p

- Schurr, B., Rietbrock, A., Asch, G., Kind, R. and Oncken, O. (2006) Evidence for lithospheric detachment in the central Andes from local earthquake tomography. *Tectonophysics*, 415, 203-223.
- 巽 好幸 (1995) 沈み込み帯のマグマ学、東大出版会、186p

## 付 属 資 料

1. 署名した M/M
2. 面談要旨
3. 収集資料リスト



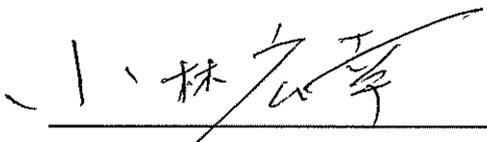
**MINUTES OF MEETING  
BETWEEN  
THE PREPARATORY SURVEY MISSION  
AND  
MINISTRY OF ENERGY AND MINES  
ON  
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE MASTER PLAN STUDY FOR DEVELOPMENT  
OF GEOTHERMAL ENERGY IN PERU**

The Preparatory Survey Mission (hereinafter referred to as “the Mission”) organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), headed by Mr. Hiroyuki KOBAYASHI visited the Republic of Peru from November 24<sup>th</sup> to December 14<sup>th</sup>, 2008.

During their stay in Peru, the Mission exchanged their views and had a series of discussions on “the Master Plan Study for Development of Geothermal Energy in Peru (hereinafter referred to as “the Study”)” with Ministry of Energy and Mines (hereinafter referred to as “MEM”).

Discussions were conducted in a cooperative atmosphere, and both sides agreed to record the following points as summarized conclusions of the discussions.

Lima, December 10<sup>th</sup>, 2008



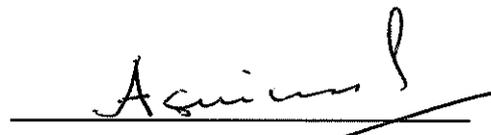
**Mr. HIROYUKI KOBAYASHI**

Leader

The Preparatory Survey Mission

Japan International Cooperation Agency

Japan



**Mr. JORGE AGUINAGA DIAZ**

General Director for Electricity

Directorate General of Electricity

Ministry of Energy and Mines

Republic of Peru

## I. CONFIRMATION OF CURRENT SITUATION AND FACTS

The Team confirmed the following facts. These facts show that the Government of Republic of Peru gives high political priority to the development of geothermal energy in the country, and show an urgent need for MEM to develop a master plan for development of geothermal energy in Peru.

### 1) Policy and laws for the promotion of geothermal energy development in Peru

“Diversification of the energy matrix to ensure the reliable and opportune supply of the energy demand, in order to guarantee the sustainable development of the country” is one of the main guidelines for the energy policy of Peru. Based on the energy policy, MEM has been making a great effort to develop renewable energy resources in the country including geothermal energy which total potential is estimated around 3,000MW. The Geothermal Resources Organic Law, Law No. 26848 and its bylaw were issued in 1997 and 2006 respectively. Following the establishment of the law and bylaw, it is needed that MEM should develop a reference plan of geothermal energy development. Therefore, MEM has requested the government of Japan to make a master plan for geothermal energy development, because MEM and related organizations in Peru had too small experiences of geothermal energy development to make the reference plan by themselves.

On the other hand, the Law for the Electricity Generation Promotion with Renewable Energies, D.L. No. 1002, was issued in May 2008, and its bylaw was just issued in October 2008. Based on the law, MEM set the goal, where electricity generated with renewable energies should share 5% of total electricity consumption in 5 years, and also introduced incentives to promote investments into renewable energy power sub-sector. In the 5% of total energy consumption, geothermal energy is expected to be developed around 150MW up to 200MW. This goal gives MEM another reason to develop a concrete plan of geothermal energy development.

Electrical Concession Law, D.L. No 25844, was established in 1992 and its bylaw was prepared in 1993, and some private companies have already applied to authorization for exploration. And also the Law for Efficient Development of Electricity Generation, Law No. 28832, was established in 2006.

### 2) Related organizations of geothermal energy development in Peru

MEM governs the energy sector including geothermal energy in Peru. Regional governments take almost same role as MEM in their regions. Dirección General de Electricidad (hereinafter referred to as “DGE”), MEM, is taking responsibility for formulation of legal framework and promotion for the geothermal energy development; and the social and environmental examination of each development project is undertaken by Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (hereinafter referred to as “DGAAE”), MEM, cooperating with Instituto Nacional de Recursos Naturales (hereinafter referred to as “INRENA”). Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (hereinafter referred to as “INGEMMET”) is conducting relevant surveys and analysis of related data and information, and also developing and maintaining a database. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (hereinafter referred to as “OSINERGMIN”) is in charge of tariff regulation, supervision of technical and legal aspects. Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (hereinafter referred to as “COES”) is the

organizing body of economical dispatch and the real time operation of National Interconnected Electric System. Ministerio del Ambiente, which is taking responsibilities on environmental management in Peru, works in cooperation with DGAAE in energy sector.

As mentioned above, because of the shortage of experience of MEM and other relevant authorities in geothermal energy development field, an appropriate institutional set-up and necessary human resource development system for the promotion of the geothermal energy development should be discussed.

### 3) Data and Information of the geothermal energy in Peru

INGEMMET had conducted inventory surveys of geothermal energy potential covering whole country since 1997 until 2003. During the survey, 447 geothermal fluid discharges were identified and chemical analysis data were collected and compiled as GIS database. Although the survey was conducted mainly aiming to identify hot spring potentials, the collected data are still very useful to select target areas for the additional site surveys to identify potentials for geothermal energy generations.

INGEMMET had also conducted hydrogeological surveys in southern area in 2004, and a joint survey with Czech team to identify hot spring potentials.

In 2007 and 2008, geothermal energy potential surveys for Borateras power plant and Calientes power plant were conducted in cooperation with JBIC and JETRO study teams. In the same potential areas, CENERGIA has also conducted some surveys around 10 years ago.

Also, ElectroPeru has some information and data related to geothermal energy in Peru.

It is affirmed that the more detailed surveys and analysis should be conducted in some prospective areas to evaluate the geothermal power potentials accurately, and the development of a comprehensive database is necessary to make a master plan for geothermal energy development.

## II. UNDERSTANDINGS OF THE DRAFT SCOPE OF WORK

MEM and the Mission agreed the contents of the Study, and fixed the draft Scope of Work as shown in Annex-1, and it will be finalized through the approval of the related governmental authorities.

## III. ROLES OF MEM

MEM shall act as a counterpart agency to the JICA study team and as a coordinating body to ensure smooth collaboration among relevant organizations of the Peruvian side and the JICA study team, and to monitor the progress of the Study.

## IV. ASSIGNMENT OF THE COUNTERPART PERSONNEL

MEM will set up a task force of the Study in cooperation with relevant organization such as INGEMMET. The tentative list of the fields, in where counterpart personnel shall be assigned for the task force, is as follows. These personnel will be fully associated with all phases of the Study

to ensure effective technology transfer.

- Policy and Legal framework (1)
- Institutional framework / Capacity development (1 )
- Geothermal development plan (1)
- Geothermal resource survey (1)
- Geophysical survey (1)
- Geochemical analysis (1)
- Database (1 )
- Environmental Impact Assessment (1)

## V. STEERING COMMITTEE

MEM will set up a steering committee for ensuring the smooth implementation and coordination of the Study. The committee members will be composed of, but not limited to, representatives of related organizations, such as:

- DGE
- DGAAE
- Comisión Multisectorial de Geotermia
- INGEMMET
- OSINERGMIN
- COES

Responsibilities of the steering committee members are as follows;

- 1) DGE, as the leading counterpart, will engage in overall coordination for the Study.
- 2) Other members, as the collaborating counterparts, will offer necessary advice and support for the smooth and effective implementation of the Study

## VI. TREATMENT OF EQUIPMENT IN THE STUDY

The Mission explained that any equipment cannot be purchased in the Study, and MEM accepted this.



## VII. TRAINING IN JAPAN

MEM requested the Mission to provide counterpart training in Japan. The Mission will convey this request to JICA headquarters. The Mission explained MEM that it is necessary to submit the official request for the counterpart training to the Government of Japan.



## VIII. EXPECTED PROCEDURES AND STEPS FOR IMPLEMENTATION OF THE STUDY

The Mission explained that the final decision on the Study implementation would be made by authorities concerned in the Government of Japan. After the favorable decision made by the



Government of Japan, JICA Peru Office and the Peruvian side shall sign the Scope of Work, of which draft is attached herewith.

**IX. ENVIRONMENTAL AND SOCIAL CONSIDERATIONS FOR THE STUDY**

The Mission explained that JICA has the Guideline for Environmental and Social Considerations for all projects, consequently, the guideline will be applied to the Study in case of the Study is classified as the target category which requires surveys on environmental and social aspects to foresee environmental and social impact of each development project.

The Peruvian side understood the necessity of such surveys and agreed to conduct the survey in case of the Study is classified as the target category, considering the Peruvian environmental regulations.

**ANNEX-1**      DRAFT SCOPE OF WORK



**DRAFT**

**SCOPE OF WORK  
FOR  
THE MASTER PLAN STUDY FOR DEVELOPMENT  
OF GEOTHERMAL ENERGY IN PERU**

**AGREED UPON BETWEEN  
MINISTRY OF ENERGY AND MINING  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

LIMA, MM, DD, 2009

---

**Mr.**  
Chief Representative  
Peru Office  
Japan International Cooperation Agency

---

**Mr.**  
Minister  
Ministry of Energy and Mining  
Republic of Peru



---

**Mr.**  
Executive Director  
Peru International Cooperation Agency  
Republic of Peru



## I. INTRODUCTION

In response to the official request of the Government of the Republic of Peru (hereinafter referred to as "Peru"), the Government of Japan decided to conduct the Master Plan Study for Development of Geothermal Energy in Peru (hereinafter referred to as "the Study"), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned in Peru.

The present document sets forth the Scope of Work with regard to the Study.

## II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are;

1. To formulate a master plan that indicates the roadmap of geothermal energy development in Peru.
2. To compile geothermal resource information by preparing database on geothermal resource for resource evaluation, economic evaluation, optimal power generation development planning and multi-purpose use.
3. To transfer the related skills and know-how to the counterpart personnel.

## III. OUTPUTS OF THE STUDY

The major outputs of the Study are;

1. A master plan for development of geothermal energy in Peru
2. Database on geothermal resource

## IV. STUDY AREA

The Study shall cover the whole area of Peru.

## V. SCOPE OF THE STUDY

In order to achieve the objectives noted above, the Study will be composed of the following components.

1. Collection and analysis of the following necessary information and data;
  - Related policy and legal framework on geothermal energy development
  - Role and responsibility of the governmental organizations and institutions related to

- geothermal energy development
  - Geothermal reserves and potential of resources
  - Electricity demand and supply balance
  - Electric power development plans
  - Generation cost estimations of alternative power generation to geothermal power generation
  - Environmental regulations on geothermal development
  - Natural and social environmental situations
2. Nation-wide survey for geothermal resource, in accordance with the Geothermal Resources Organic Law and its bylaw
- The following surveys will be conducted.
- Review and analysis of data on identified discharges (around 450 points)
  - Selection of ten (10) survey fields
  - Geological survey in the ten (10) selected fields
  - Geochemical survey in the ten (10) selected fields
  - Study of specification of geothermal resource database
  - Resource evaluation in the ten (10) selected fields
  - Preliminary economic evaluation
  - Geophysical surveys of magneto telluric (MT) method in the most prospective two (2) fields
3. Natural and social environmental study
- The following studies will be conducted.
- Scoping of environmental impact assessment for geothermal development including exploration surveys and geothermal power developments
  - Initial environmental studies in the selected fields
  - Estimation of GHG emission reductions in the selected fields
4. Formulation of master plan for geothermal energy development for ten (10) years, which is composed of the following 3 contents;
- A. Recommendations and action plans
- Recommendations and action plans for geothermal development include the following issues.
- Geothermal energy development policy
  - Legal framework
  - Institutional framework
  - Capacity Development
  - Multi-purpose use of geothermal resource
- B. Geothermal development database
- The database includes the following data and information in each geothermal field.
- (a) Geothermal resource database
- Geothermal resource potential
  - Estimation of steam costs
- (b) Electric power supply and demand data and information in the selected geothermal fields

- Electric power supply and demand balance
- Electric power development plans including power generation plants and transmission lines
- Access to transmission lines
- Generation cost estimations of alternative energy resources to geothermal generation
- (c) Natural and social environmental data and information in the selected geothermal fields
- Initial environmental study
- Estimation of GHG emission reductions

C. Geothermal development plan (prioritization of geothermal development by geothermal field)  
 Priority of geothermal development and development schedule will be identified through the following studies.

- Develop evaluation criteria of geothermal field, which include geothermal resources potentials, potential alternative energy resources to geothermal energy, electric power supply and demand balance, access to transmission lines, and natural and social environmental impacts
- Evaluate geothermal fields based on the geothermal resource database and the evaluation criteria
- Identify priority of geothermal development by geothermal field with cost estimations of geothermal development

5. Technical transfer by OJT through implementation of the Study

## VI. SCHEDULE OF THE STUDY

The Study will be carried out in accordance with the tentative work schedule as attached in Appendix-1. It will be detailed in the Inception Report and discussed at the commencement of the first work period in Peru. Also, it is subject to be modified when both parties agree upon any necessity that will arise during the course of the Study.

## VII. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in Spanish to the Government of Peru, in accordance with the tentative schedule attached in Appendix-1.

1. Inception Report (Ic/R): Ten (10) copies
2. Progress Report (Pr/R): Ten (10) copies
3. Interim Report (It/R): Ten (10) copies
4. Draft Final Report (Df/R): Twenty (20) copies

The Government of Peru shall submit its comments within one (1) month after the receipt of the Draft Final Report.

5. Final Report (F/R): Twenty (20) copies

## VIII. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF PERU

The Government of Peru shall accord privileges, exemptions, and other benefits to the Japanese Study team (hereinafter referred to as "the Team"), in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Peru.

1. To facilitate smooth implementation of the Study, the Government of Peru shall take the following necessary measures;
  - (1) To permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Peru for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees.
  - (2) To exempt the members of the Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Team for their services in connection with the implementation of the Study.
  - (3) To provide necessary facilities to the Team for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Peru from Japan in connection with the implementation of the Study.
2. The Government of Peru shall bear claims, if any arises, against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.
3. Ministry of Energy and Mining (hereinafter referred to as "MEM") shall act as a counterpart agency to the Team and also as a coordinating body with other relevant organizations for the smooth implementation of the Study, on behalf of the Government of Peru.
4. MEM shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organizations concerned:
  - (1) Security-related information on as well as measures to ensure the safety of the Team;
  - (2) Information on as well as support in obtaining medical services;
  - (3) Available data and information related to the Study;
  - (4) Counterpart personnel;
  - (5) Suitable office space with necessary office equipment and facilities; and
  - (6) Credentials or identification cards.

## IX. CONSULTATION

JICA and MEM shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

### Appendix-1: Tentative Study Schedule



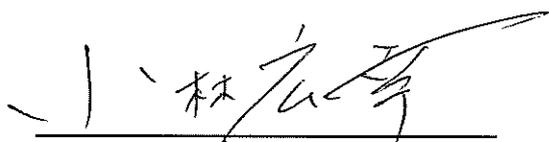
**MINUTAS DE DISCUSIONES  
ENTRE  
LA MISIÓN DE ESTUDIO PREPARATORIO  
Y  
EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS  
SOBRE  
LA COOPERACIÓN TÉCNICA JAPONESA  
PARA  
EL ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO DE DESARROLLO  
DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN EL PERÚ**

La Misión de Estudio Preparatorio (en adelante referida como "la Misión") organizada por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante "JICA"), liderada por el Sr. Hiroyuki KOBAYASHI, visitó la República del Perú desde el 24 de noviembre hasta el 14 de diciembre de 2008.

Durante su estadía en el Perú, la Misión intercambió puntos de vista y sostuvo una serie de discusiones sobre el "Estudio del Plan Maestro de Desarrollo de la Energía Geotérmica en el Perú" (en adelante referido como "el Estudio") con el Ministerio de Energía y Minas (en adelante referido como "MEM").

Las discusiones se realizaron en un ambiente de cooperación, y ambas partes acordaron registrar los siguientes puntos como un resumen de las conclusiones de las discusiones.

Lima, 10 de diciembre de 2008



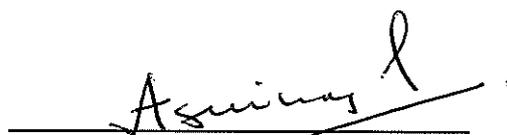
**Sr. HIROYUKI KOBAYASHI**

Líder

Misión de Estudio Preparatorio

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Japón



**Sr. JORGE AGUINAGA DÍAZ**

Director General de Electricidad

Dirección General de Electricidad

Ministerio de Energía y Minas

República del Perú

## I. CONFIRMACIÓN DE HECHOS Y SITUACIÓN ACTUAL

El Equipo confirmó los siguientes hechos, que muestran la alta prioridad que el Gobierno de la República del Perú otorga al desarrollo de la energía geotérmica en el país, y ponen de relieve la urgente necesidad del MEM, de elaborar un plan maestro para el desarrollo de la energía geotérmica en el Perú.

### 1) Políticas y leyes para la promoción del desarrollo de la energía geotérmica en el Perú

“La diversificación de la matriz energética para asegurar el suministro confiable y oportuno de la demanda de energía, a fin de garantizar el desarrollo sostenible del país” es una de las principales directrices de la política energética del Perú. Sobre la base de la política energética, el MEM ha venido realizando grandes esfuerzos para desarrollar los recursos de energía renovable en el país, incluyendo la energía geotérmica, cuyo potencial se estima en 3,000MW aproximadamente. La Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos, Ley No. 26848, y su Reglamento fueron emitidos en 1997 y 2006 respectivamente. Luego del establecimiento de la Ley y su Reglamento, se ha hecho necesario que el MEM desarrolle un plan referencial para el desarrollo de la energía geotérmica. Por ello, el MEM solicitó al gobierno del Japón la elaboración de un plan maestro para el desarrollo de la energía geotérmica, ya que el MEM y las organizaciones vinculadas en el Perú, contaban con muy poca experiencia para desarrollar el plan de referencia por sí mismos.

De otro lado, la Ley para Promover la Generación de Electricidad con Energías Renovables, D.L. No.1002, fue dada en mayo de 2008 y su Reglamento en octubre de 2008. En base a la ley, el MEM fijó la meta, donde la energía eléctrica generada con energías renovables deberá tener una participación de 5% del total del consumo de la energía generada en 5 años, e introdujo asimismo incentivos para promover las inversiones en el sub sector de electricidad en energía renovable. Dentro del 5% del total del consumo de energía, se espera que la geotérmica desarrolle y produzca de 150MW a 200 MW. Esta meta proporciona al MEM otra razón para desarrollar un plan concreto de desarrollo de la energía geotérmica.

La Ley de Concesiones Eléctricas, D.L. 25884, fue establecida en 1992, y su Reglamento en 1993, y actualmente algunas empresas han presentado ya solicitudes de autorización para realizar exploraciones. Igualmente, la Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica, Ley No.28832, ha sido establecida en 2006.

### 2) Organismos relacionados al desarrollo de la energía geotérmica en el Perú

El MEM dirige el sector energía en el Perú, incluyendo a la geotérmica. Los Gobiernos Regionales cumplen casi los mismos roles que el MEM en sus respectivas regiones. La Dirección General de Electricidad del MEM (en adelante referida como “DGE”), tiene bajo su responsabilidad formular el marco normativo y promotor para el desarrollo de la energía geotérmica; y la evaluación social y ambiental de cada proyecto de desarrollo es realizada por la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos del MEM (en adelante “DGAAE”), en cooperación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales (en adelante “INRENA”). El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (en adelante “INGEMMET”) está llevando a cabo importantes estudios y análisis de la data e información relacionada, y también desarrolla y mantiene una base de datos. El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (en adelante

“OSINERGMIN”), está a cargo de la regulación de las tarifas y la supervisión de los aspectos técnicos y legales. El Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (en adelante “COES”) es la entidad organizadora del despacho económico y la operación en tiempo real del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. El Ministerio del Ambiente, que tiene la responsabilidad del manejo ambiental en el Perú, trabaja en cooperación con la DGAAE en el sector energía.

Como se ha mencionado líneas arriba, a causa de la falta de experiencia en el campo del desarrollo de la energía geotérmica, del MEM y de las otras autoridades vinculadas, es necesario discutir la forma de establecer un marco institucional apropiado y un sistema de formación de los recursos humanos necesarios para promover el desarrollo de la energía geotérmica.

### 3) Data e información sobre energía geotérmica en el Perú

El INGEMMET ha realizado estudios de inventario de potencial geotérmico de todo el país, desde 1997 hasta 2003. Durante los estudios fueron identificadas 447 descargas de flujos geotérmicos y se recolectaron datos de análisis químicos que fueron compilados como base de datos de SIG. Aunque los estudios fueron realizados principalmente con el objetivo de identificar potenciales aguas termales, la data recolectada es sumamente útil para seleccionar las áreas objetivo donde se realizarán estudios de campo adicionales a fin de identificar potenciales para la generación de energía geotérmica.

El INGEMMET ha realizado también estudios hidrogeológicos en el sur del país en 2004, y un estudio conjunto con un equipo de la República Checa, para identificar potenciales aguas termales.

En 2007 y 2008, se llevaron a cabo estudios de potencial de energía geotérmica para la planta de energía de Borateras y la planta de Calientes, en cooperación con los equipos de estudio de JBIC y de JETRO. En las mismas áreas potenciales, CENERGIA ha realizado estudios, hace aproximadamente diez años.

Igualmente, ElectroPerú cuenta con información y data relacionada a la energía geotérmica en el Perú.

Se confirmó que se deben realizar más estudios y análisis en algunas de las áreas potenciales, a fin de evaluar con mayor precisión el potencial de generación geotérmica y que es necesaria una base de datos integral, para elaborar el plan maestro de desarrollo de energía geotérmica.

## II. ENTENDIMIENTO SOBRE EL BORRADOR DE LOS ALCANCES DEL TRABAJO

El MEM y la Misión acordaron los contenidos del Estudio, y establecieron el borrador de los Alcances del Trabajo, como se muestra en el Anexo-1, cuyo texto final deberá contar con la aprobación de las autoridades gubernamentales competentes.

## III. ROLES DEL MEM

El MEM actuará como la agencia de contraparte para el equipo de estudio de JICA y como ente coordinador para asegurar la colaboración fluida entre las organizaciones vinculadas de la

parte peruana y el equipo de estudio de JICA, y para monitorear el progreso del Estudio.

#### **IV. ASIGNACIÓN DEL PERSONAL DE CONTRAPARTE**

El MEM creará un Grupo de Trabajo (Task Force) para el Estudio, en cooperación con las organizaciones vinculadas, como INGEMMET. La lista tentativa de las áreas donde el personal de contraparte será asignado para formar el Grupo de Trabajo, es como sigue. Este personal estará completamente comprometido en todas las fases del Estudio, a fin de asegurar una transferencia tecnológica efectiva.

- Políticas y marco legal (1)
- Marco institucional / Desarrollo de capacidades (1 )
- Plan de desarrollo geotérmico (1)
- Estudio del recurso geotérmico (1)
- Estudio geofísico (1)
- Análisis geoquímico (1)
- Base de datos (1 )
- Estudio de Impacto Ambiental (1)

#### **V. COMITÉ CONSULTIVO (STEERING COMMITTEE)**

El MEM establecerá un comité consultivo para asegurar la Implementación fluida del Estudio. El comité estará integrado, pero no limitado a éstos, por representantes de las entidades vinculadas, como:

- DGE
- DGAAE
- Comisión Multisectorial de Geotermia
- INGEMMET
- OSINERGMIN
- COES

Las responsabilidades de los miembros del comité consultivo son las siguientes:

- 1) DGE, como contraparte principal, se comprometerá a realizar toda la coordinación general del Estudio.
- 2) Los otros miembros, como contrapartes colaboradoras, ofrecerán el apoyo y consejos necesarios para la Implementación efectiva y sin contratiempos del Estudio.

#### **VI. TRATAMIENTO DE LOS EQUIPOS EN EL ESTUDIO**

La Misión explicó que durante la ejecución del Estudio no habrá adquisición de equipos, lo cual fue aceptado por el MEM.

## VII. ENTRENAMIENTO EN EL JAPÓN

El MEM solicitó a la Misión proveer entrenamiento de la contraparte en el Japón. La Misión transmitirá esta petición a la Oficina Central de JICA. La Misión explicó al MEM que es necesario presentar al Gobierno del Japón la solicitud oficial para el entrenamiento de contraparte.

## VIII. PROCEDIMIENTOS Y PASOS PREVISTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL ESTUDIO

La Misión explicó que la decisión final sobre la implementación del Estudio sería tomada por las autoridades pertinentes del Gobierno del Japón. Luego de que el Gobierno del Japón tome una decisión favorable, la Oficina de JICA en el Perú y la parte peruana firmarán el documento "Alcances del Trabajo", cuyo borrador se adjunta al presente.

## IX. CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES PARA EL ESTUDIO

La Misión explicó que JICA cuenta con una Guía para las Consideraciones Ambientales y Sociales para todos los proyectos, y en consecuencia, esta guía debe ser aplicada al Estudio en el caso de que éste sea clasificado en la categoría que exige estudios de los aspectos ambientales y sociales, a fin de prever los impactos ambientales y sociales de cada proyecto de desarrollo.

La parte peruana comprendió la necesidad de dichos estudios y acordó en llevarlos a cabo en el caso de que el Estudio sea clasificado dentro de la categoría que los exige, considerando las regulaciones ambientales peruanas.



**ANEXO-1**      BORRADOR DE ALCANCES DEL TRABAJO



**BORRADOR**

**ALCANCES DEL TRABAJO  
PARA  
EL ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO DE DESARROLLO DE LA ENERGÍA  
GEOTÉRMICA EN EL PERÚ**

**CONVENIO ENTRE  
EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS  
Y  
LA AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN**

LIMA, MM, DD, 2009

---

**Sr.**  
Representante Residente  
Oficina en Perú  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

---

**Sr.**  
Ministro  
Ministerio de Energía y Minas  
República del Perú

---

**Sr.**  
Director Ejecutivo  
Agencia Peruana de Cooperación Internacional  
República del Perú



## I. INTRODUCCIÓN

En respuesta a la solicitud oficial del Gobierno de la República del Perú (en adelante referido como "Perú"), el Gobierno de Japón decidió realizar el Estudio del Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Geotérmica en el Perú (en adelante referido como "el Estudio"), de acuerdo con las leyes y reglamentos relevantes en vigencia en Japón.

Por consiguiente, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante referido como "JICA"), la agencia oficial responsable para la implementación de los programas de cooperación técnica del Gobierno del Japón, realizará el Estudio en estrecha cooperación con las autoridades involucradas en el Perú.

El presente documento establece los alcances del trabajo para el Estudio.

Este documento se ha formulado por duplicado en idiomas inglés y español, y la versión en inglés es la que prevalecerá.

## II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos del Estudio son:

1. Formular un plan maestro que indique el roadmap (la Hoja de Ruta) del desarrollo de la energía geotérmica en el Perú.
2. Recopilar la información del recurso geotérmico preparando una base de datos sobre dicho recurso para la evaluación de su potencial, evaluación económica, así como la planificación de su óptimo desarrollo para la generación de electricidad y de otras aplicaciones múltiples.
3. Transferir las habilidades y conocimientos técnicos al personal de la contraparte.

## III. PRODUCTOS DEL ESTUDIO

Los principales productos del Estudio son:

1. Un plan maestro para el desarrollo de la energía geotérmica en el Perú
2. Una base de datos sobre el recurso geotérmico

## IV. ÁREA DEL ESTUDIO

El área objetivo del Estudio será todo el Perú.

## V. ALCANCES DEL ESTUDIO

Para lograr los objetivos mencionados arriba, el Estudio tendrá los siguientes componentes:

1. Recopilación y análisis de las siguientes informaciones y datos necesarios:
  - Políticas y marco legal para el desarrollo de la energía geotérmica
  - Papel y responsabilidad de las organizaciones e instituciones gubernamentales relacionadas

- al desarrollo de la energía geotérmica
  - Reservas geotérmicas y potencial de recursos
  - Balance de la demanda y oferta de electricidad
  - Planes de desarrollo de energía eléctrica
  - Estimaciones de costos de generación de energía alternativa a la generación de energía geotérmica
  - Reglamentos medioambientales sobre el desarrollo geotérmico
  - Situaciones del medio ambiente natural y social
2. Estudios a escala nacional sobre el recurso geotérmico, conforme a la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos y su Reglamento
- Se ejecutarán los siguientes sondeos:
- Revisión y análisis de la data de las fuentes identificadas (aproximadamente 450 puntos)
  - Selección de diez (10) campos de sondeo
  - Estudio geológico en los diez (10) campos seleccionados
  - Estudio geoquímico en los diez (10) campos seleccionados
  - Estudio de las especificaciones de la base de datos del recurso geotérmico
  - Evaluación de recursos en los diez (10) campos seleccionados
  - Evaluación económica preliminar
  - Sondeos geofísicos con el método magneto telúrico (MT) en los dos (2) campos con mayor potencial.
3. Estudio del medio ambiente natural y social
- Se ejecutarán los siguientes estudios:
- Alcance de la evaluación del impacto ambiental para el desarrollo geotérmico, incluyendo evaluación de exploración y desarrollo geotérmico
  - Estudios ambientales iniciales en los campos seleccionados
  - Estimación de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero en los campos seleccionados
4. Formulación del plan maestro para el desarrollo de energía geotérmica por diez (10) años, que constará de las siguientes 3 partes :
- A. Recomendaciones y planes de acción
- Recomendaciones y planes de acción para el desarrollo geotérmico que incluyen los siguientes temas.
- Políticas para el desarrollo de la energía geotérmica
  - Marco legal
  - Marco institucional
  - Desarrollo de Capacidades
  - Usos múltiples del recurso geotérmico
- B. Base de datos para el desarrollo geotérmico
- La base de datos incluye los siguientes datos e informaciones en cada campo geotérmico.
- (a) Base de datos del recurso geotérmico

- Potencial del recurso geotérmico
- Estimación de costos de vapor
- (b) Suministro de energía eléctrica y datos e informaciones sobre la demanda en cada campo geotérmico seleccionado
  - Balance de oferta y demanda de energía
  - Planes de desarrollo de energía eléctrica incluyendo las plantas de generación de energía y líneas de transmisión
  - Acceso a las líneas de transmisión
  - Estimaciones del costo de generación a partir de recursos de energía alternativa a la generación geotérmica
- (c) Datos e informaciones del medio ambiente natural y social en los campos geotérmicos seleccionados
  - Estudio ambiental inicial
  - Estimación de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero

C. Plan de desarrollo geotérmico (priorización del desarrollo térmico según el campo geotérmico)

La prioridad del desarrollo geotérmico y el cronograma de desarrollo serán determinados a través de los siguientes estudios.

- Desarrollo de los criterios de evaluación de campos geotérmicos incluyendo el potencial del recurso, recursos de energía alternativa a la geotérmica, balance de oferta y demanda de energía eléctrica, acceso a las líneas de transmisión, e impactos al medio ambiente natural y social.
- Evaluar los campos geotérmicos a partir de la base de datos de recursos geotérmicos y los criterios de evaluación.
- Identificar la prioridad del desarrollo geotérmico según el campo geotérmico con estimaciones de costos del desarrollo geotérmico

5. Transferencia tecnológica por OJT a través de la implementación del Estudio.

**VI. PROGRAMA DEL ESTUDIO**

El Estudio se ejecutará de acuerdo con el programa del trabajo tentativo adjunto en el Apéndice 1. Será detallado en el Informe Inicial y discutido al comienzo del primer período de trabajo en Perú. También, estará sujeto a la modificación cuando ambas partes acuerden alguna necesidad que pueda surgir durante la ejecución del Estudio.

**VII. INFORMES**

JICA preparará y presentará los siguientes informes en español al Gobierno del Perú, de acuerdo con el programa tentativo adjunto en el Apéndice 1.

1. Informe Inicial (Ic/R): Diez (10) copias

2. Informe de Progreso (Pr/R): Diez (10) copias
3. Informe Intermedio (It/R): Diez (10) copias
4. Borrador del Informe Final (Df/R): Veinte (20) copias
5. Informe Final (F/R): Veinte (20) copias

El Gobierno del Perú presentará sus comentarios dentro del plazo de un (1) mes después del recibo del Borrador del Informe Final.

## VIII. COMPROMISOS DEL GOBIERNO DEL PERÚ

El Gobierno del Perú otorgará privilegios, exenciones y otros beneficios al Equipo de Estudio japonés (de aquí en adelante referido como "el Equipo"), de acuerdo con el Convenio sobre la Cooperación Técnica entre el Gobierno del Japón y el Gobierno del Perú.

1. Para facilitar la implementación eficaz del Estudio, el Gobierno del Perú tomará las siguientes medidas necesarias :
  - (1) Permitir a los miembros del Equipo entrar, salir y permanecer en el Perú durante el período del cumplimiento de sus deberes y exonerarles de los requisitos de registro de extranjería y honorarios consulares.
  - (2) Exonerar a los miembros del Equipo del impuesto a los ingresos y de los cargos de cualquier clase impuestos sobre o con relación a cualesquier emolumentos o asignaciones pagados a los miembros del Equipo por sus servicios relacionados con la implementación del Estudio.
  - (3) Ofrecer al Equipo las facilidades necesarias para la remesa así como para la utilización de los fondos introducidos al Perú desde el Japón, vinculados a la implementación del Estudio.
2. El Gobierno del Perú se responsabilizará de las quejas, si ocurrieran, contra los miembros del Equipo que resulten en el curso y/o en conexión con el cumplimiento de sus obligaciones en la implementación del Estudio, excepto cuando tales quejas se deban a la negligencia o mala conducta intencional por parte de los miembros del Equipo.
3. El Ministerio de Energía y Minas (de aquí en adelante referido como "MEM") actuará, en nombre del Gobierno del Perú, como una agencia de contraparte ante el Equipo y también como un cuerpo coordinador con otras organizaciones relevantes para facilitar una eficiente implementación del Estudio.
4. MEM se responsabilizará de aportar al Equipo lo siguiente, en cooperación con otras organizaciones interesadas :
  - (1) Información relacionada a la seguridad y medidas para garantizar la seguridad del Equipo;
  - (2) Información y apoyo para obtener los servicios médicos;
  - (3) Datos e informaciones disponibles vinculados al Estudio;
  - (4) Personal de la contraparte;
  - (5) Espacio adecuado para oficina con los necesarios equipos y útiles de oficina; y
  - (6) Credenciales o tarjetas de identificación.

## IX. CONSULTAS

JICA y MEM se consultarán mutuamente con respecto a cualquier asunto que pueda presentarse del Estudio o en conexión con el Estudio.

### Apéndice1: Programa de Estudio Tentativo





## 2. 面談要旨

[JICA ペルー事務所打合せ (その1) ]

日 時 : 2008 年 11 月 25 日 9:30~11:00

出席者 : 吉田次長、中村所員、杉田所員 (JICA ペルー事務所)

内 容 :

- ・ 事務所より安全ブリーフィング。
- ・ 調査団より[地熱]の対処方針説明。
- ・ 事業化にたどり着くロードマップを示すマスタープランづくりが重要。(団長)
- ・ ペルーがこの調査を足がかりに南米の地熱開発をリードする国になればよい。プレ F/S (フィージビリティ・スタディ) を実施したカリエンテス、ボラテラスは良好なサイトである。(村岡団員)
- ・ 地熱発電開発に民間が関心を示している状況では政府は自身で開発しないだろう。マスタープランは中長期的なものであり、最終的にプレ F/S を後押しする形になればよい。カウンターパート機関については、担当部署や担当者がこれから決まるところなので、この調査でサポートしてあげるのがよい。(吉田次長)
- ・ 本格調査は現政権のうちに終了するか? (吉田次長)
- ・ 調査のボリュームにもよるが、最短で実施することを考えたい。(団長)
- ・ 調査団より[鉱害]の対処方針説明。
- ・ 鉱害対策については、大使館や JOGMEC (独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構) でそれぞれの考えがあるので、調査前によく意見交換してほしい。(吉田次長)

[JICA ペルー事務所打合せ (その2) ]

日 時 : 2008 年 11 月 25 日 11:00~11:45

出席者 : 斉藤一等書記官 (在ペルー日本大使館)、鬼澤所員 (独立行政法人日本貿易振興機構:JETRO)、  
吉田次長、中村所員、杉田所員 (JICA ペルー事務所)、東恩納さん (通訳)

内 容 :

- ・ 調査団より[地熱]の対処方針説明。
- ・ ペルー側も開発候補地を何カ所かもっているだろう。南部以外にもポテンシャルはありそうなので、どのくらいのポテンシャルがあるか全土的に見てほしい。人工衛星は使えるか? (斉藤一等書記官)
- ・ 人工衛星を使って候補地を絞り込むことはできる。チベットのヤンバージンのように火山がなくてもマグマが潜在しているところがあるので、全国を対象に調査はすべき。(村岡団員)
- ・ 特に有望な地域に詳細調査をするなど、調査期間とも関係するが、全体の資源量、開発規模を示せばよい。(団長)
- ・ ペルーでは政府がリスクを負わない。地熱などは開発リスクを政府が負うべきである。(斉藤一等書記官)
- ・ ドイツではフィードインタリフといった制度があり、政府が開発を支援している。いずれにしても政府がリードしていかないといけない。(村岡団員)
- ・ 水力では、開発権をもった企業が高値での転売をもくろんで開発をしないサイトがある。地熱でもそのようなことにならないようにしてほしい。(斉藤一等書記官)
- ・ ワークショップ等で他国の良い事例を紹介できるとよい。(団長)
- ・ 地域の開発と一体となった開発シナリオが描けるとよい。(斉藤一等書記官)

- ・ ペルーでは天然ガスが 2010 年から本格輸出される。地熱で国内電力を賄えれば、外貨獲得に有効である。(斉藤一等書記官)

[JICA ペルー事務所打合せ (その 3) ]

日 時 : 2008 年 11 月 25 日 12:00~12:45

出席者 : 斉藤一等書記官 (在ペルー日本大使館)、西川所長 (JOGMEC リマ事務所)、中村所員、杉田所員 (JICA ペルー事務所)、東恩納さん (通訳)

内 容 :

- ・ 調査団より[鉱害]の対処方針説明。
- ・ JOGMEC 本部からは、開発調査スキームにフィットするのは閉山計画書審査であろうと聞こえてきている。休廃止鉱山対策でもできることがあれば実施してあげたい。(西川所長)
- ・ 休廃止鉱山対策は鉱業総局、閉山計画書審査は環境総局と、担当局が明確に分かれている。(西川所長)
- ・ 休廃止鉱山対策では、短期的なモデル鉱山による対策実施と中長期的な詳細インベントリー作成について、どちらもニーズがあるだろう。(西川所長)
- ・ 権者のいなくなった鉱山では、国が対策工事をコンサルタントに発注し、その工事内容が妥当かを審査することが必要となるので、成果として休廃止鉱山環境対策審査マニュアルの作成が考えられる。(斉藤一等書記官)
- ・ リンコナーダについては、何らかのことはしてあげないと先方が納得しないのではないかと。(斉藤一等書記官、西川所長)
- ・ リンコナーダはイリーガルだが、2~3 万人が集まっている。イリーガルなものをいかにリーガルなものにもっていくかが重要で、環境問題というより社会問題。(斉藤一等書記官)
- ・ リンコナーダはペルー側にとってはシンボリックなところであり、日本としても恩を売れるところではある。(西川所長)
- ・ リンコナーダをモデルとしてしまうと、本来の閉山計画等の主旨が薄れてしまうので、将来の円借款を見据えて、別案件としてリンコナーダを扱うのがよい。(斉藤一等書記官)

[エネルギー鉱山省 (MEM) 電力総局 (DGE) 打合せ]

日 時 : 2008 年 11 月 25 日 14:00~16:30

面談者 : Mr. Jorge Aguinaga Diaz, General Director for Electricity, Mr. Mardo Mendoza J, Director of Electric Concession, Mr. Cesar Ivan Romero Torres, Mr. Luis Aldo Vilchez Leon, Mr. Jorge Luis Izquierdo Rios

同席者 : 中村所員、杉田所員、儀武上級セクター担当 (JICA ペルー事務所)、東恩納さん (通訳)

内 容 :

- ・ 総局長より、ミッション歓迎のあいさつ。
- ・ 団長より、訪問目的・調査日程を説明。
- ・ 今次ミッションの総局長と団長との協議議事録 (M/M) 署名、本格調査採択後の実地細則 (S/W) の署名等について、明日の副大臣表敬時に説明してほしい。
- ・ ペルーにおいては地熱資源法が地熱資源の利用促進のため 1997 年 7 月に制定され、その細則が 2006 年 12 月に制定された。地熱発電事業の許認可等について定められている。←詳細は、国際協

力銀行（JBIC）のプレ F/S 報告書に記載あり。

- このほかの具体的な開発計画として、エネルギーの多様化（電源のベストミックス）、自国の競争力強化を目的とし、公式な方針として、再生可能エネルギーの利用、エネルギーセクターにおける民間投資促進、農村部の電化促進、エネルギーの効率的利用、隣国との電力融通を掲げている。
- 地熱資源法には、コンセッション法や再生可能エネルギー利用による発電促進法もあり、投資促進のためのインセンティブもある。これは 2008 年 5 月に制定され、その細則は 2008 年 10 月に制定された。再生可能エネルギーによる電力の買い取り制度もあり、また、全国の送電系統への連系が保証される。再生可能エネルギーによる発電コストを必ず回収できるよう電気料金にボーナスが付くようになっている。
- このボーナスの付け方は世界的に見て大きく 2 種類。1 つは RPS 法で、通常の電力価格より高く購入する方法だが、あまりうまくいっていない。もう 1 つはドイツの固定買い取り制度（フィードインタリフ）で、1kWh 当たり 20 ユーロセントと破格の価格で買い取るもの。世界の 40 カ国が固定買い取り制度に追随している。（村岡団員）
- ペルーは後者の固定買い取り制度に近いものとなっているが、最終的に電力料金に影響を与えないよう、再生可能エネルギーの導入を発電容量の 5%までと制限している。
- 今後 5 年間で、500～600MW を再生可能エネルギーで供給し、そのうち 150～200MW を地熱発電で得られるとよい。
- エネルギー鉱山省（MEM）は、エネルギーに関する政策を決め、エネルギーの効率利用、プロモーション、許認可、情報管理を行う。エネルギー鉱山大臣の下にエネルギー担当と鉱山担当の 2 副大臣がいる。また、電力参考計画や農村部の電化計画も策定する。エネルギー促進法に基づき、エネルギー促進計画も策定する。参考計画は 2 年ごとに更新する。
- エネルギー鉱業投資監督庁（OSINERGMIN）は電気、天然ガスの料金設定を行い、投資や事業の監督も行う。
- 地質・鉱山・金属調査所（INGEMMET）は全国を対象として基本的な調査を行う。
- エネルギー鉱山省（MEM）の責任として、地熱開発参考計画策定が地熱資源法に謳われている。
- 現在の電力需要は 4,100MW で、過去 3 年間は毎年 8～10%伸びている。発電容量 7,000MW のうち 6,000MW が系統に連系されている。
- 全国 24 州のうち、20 州が連系し、3 州について連系計画あり。需要 30MW の Loreto 州だけ連系計画なし。
- 送電事業は 4 つの民間企業が行っており、給電は電力事業監理委員会（COES）が行っている。
- エネルギー開発に関する環境審査は、電力環境総局（DGAAE）が行う。
- ペルーでは地熱開発実績がないところがポイントであり、その点を踏まえて参考になるマスタープランを作成することが重要。その業務指示書（TOR）として、現存の制度・法律のレビュー（組織の役割、人材の育成方法等）、全国の地熱ポテンシャルのレビュー（開発の可能性がある地域について予備的調査、有望な地域についての物理探査、ポテンシャル評価、経済性評価、優先順位づけ、開発計画作成）、データ集積のためのデータベース構築などがあげられる。また、関係機関との情報共有、ステアリング・コミッティーの設置なども検討したい。（団長）
- このマスタープランは今後も有効に活用したいので、マスタープランの更新方法も知りたい。また、地熱の発電以外の用途も考慮したい。
- 地熱のマルチパーパス利用についてもアイデアを提供できるようなマスタープランにしたい。ま

- た、民間がうまく入り込めるようなインセンティブについても提案できるものになりたい。(団長)
- ・ インドネシアのマスタープランでは政策的な提言がなされ、料金体系の見直しがインドネシア政府によってなされている。(村岡団員)

[エネルギー鉱山省 (MEM) 副大臣表敬]

日 時 : 2008 年 11 月 26 日 9:00~10:30

面談者 : Mr. Pedro Gamio Aita, Vice Minister of Energy, Ms. Bettina Reyna, Assistant of Vice Minister, Mr. Fernando Ballon, Coordinator of DUME, Mr. Jorge Aguinaga Diaz, General Director, Mr. Mardo Mendoza J, Director of Electric Concession

同席者 : 坂本円借款総合調整アドバイザー (経済財務省 : MEF)、中村所員、杉田所員、儀武上級セクター担当 (JICA ペルー事務所)、東恩納さん (通訳)

内 容 :

- ・ 団長より、訪問目的・調査日程を説明。
- ・ 再生可能エネルギーマスタープランには満足している。省内の一部の反対を押して全国の関係機関に 30 部配ったが、感謝されている。当該マスタープランは、再生可能エネルギー開発に資する技術的な報告だと思う。次の世代が評価するであろうが、ペルーにはポテンシャルがあるのに再生可能エネルギーが使われていない。石油依存を減らすためにも多くの再生可能エネルギーを利用したい。併せて農村部の貧困対策にも取り組めると思うが、これは大きな課題でいくつかのステップが必要。JICA はわれわれの戦略的パートナーだと思っている。今後も日本とのパートナーシップを強化したい。また、可能な限り地方の大学と連携したい。調査結果は図書館に並べられるのではなく、使われるべき。石油価格が下がっており、再生可能エネルギー推進政策を抑えた方がよいという声があるが、それは間違いで、今こそ強化すべき。大気汚染も深刻で、多くの人に自覚をもってほしいと思っているが、まだまだ。日本の「サトリ」の精神で、皆さんの支援を受けて進めていきたい。また、作成されるマスタープランはモニタリングも可能であり、特に条件が異なる地方では、技術面でのフォローアップが必要。この地熱マスタープランは重要な計画と認識している。(副大臣)
- ・ 再生可能エネルギーに対する考えは非常に重要で、資源の有効利用に重要な政策と思う。日本の技術を生かし、ペルーの発展に寄与したい。(団長)
- ・ 再生可能エネルギーマスタープランの地方モニタリングは具体化したいし、若い技術者を育てたい。地方の大学と協定を結ぶことも考えられるので、是非 JICA にも参加してもらいたい。(副大臣)
- ・ 貴重な意見、事務所と本部に伝えたい。(団長)

[エネルギー鉱山省 (MEM) 電力環境総局 (DGAAE) 打合せ]

日 時 : 2008 年 11 月 26 日 11:00~12:00

面談者 : Ms. Iris Cardenas Pino, Director of DGAAE, Ms. Irma Blanco Aranda, Engineer, Ms. Katherine Parades Vasquez, Lawyer

同席者 : 中村所員、杉田所員、儀武上級セクター担当 (JICA ペルー事務所)、東恩納さん (通訳)

内 容 :

- ・ 団長より、訪問目的・調査日程を説明。

- ・ 主な業務は、電力・炭化水素の継続的な開発に関するもので、どのような調査が必要かは法律に定められている。地熱のための環境影響評価（EIA）は発電事業の環境保護規則〔最高令 029EN（1994 年発効）〕に基づいて行われる。発電事業に関する環境保護法は発効後 10 年以上経っており、今年アップデート中。これには地熱の特別ガイドンスも盛り込む予定。
- ・ 地熱発電開発のためには、EIA 調査報告の提出が必要。第 1:ベースライン調査（開発場所の物理的、経済、社会、文化的特徴、プロジェクト開始前の現状写真）、第 2:プロジェクト概要説明（設備、開発面積、資材、技術等）、第 3:インパクト予想（物理、社会、経済的インパクト）、第 4:環境マネジメント計画（インパクト軽減措置、コミュニティ関係計画、コミュニティへのインパクトがある場合のコミュニティへの補償、被害補償プロセス）。
- ・ 電気事業におけるガス排出の許容範囲や、排水の質、大気、水、土壌、騒音に関する規制もある。なお、基準がない場合は、世界銀行が定めたものを使用する。また、固体廃棄物のマネジメント、危険物取り扱いに関する法律もある。
- ・ EIA 審査に必要なものは、プロジェクト概要、地図での直接・間接的影響エリアの明示。
- ・ EIA 審査については、収集資料参照。
- ・ EIA 承認後のモニタリングは OSINERGMIN が行う。
- ・ もしプロジェクトが自然保護区で実施される場合、最初に天然資源研究所（INRENA）の承認が必要。INRENA は環境省傘下の組織。保護区には間接的利用エリアと直接的利用エリアがあり、間接的利用エリアでは何もできないが、直接的利用エリアでは開発できる。INRENA は生物的な見地から EIA 審査を行う。
- ・ F/S 前に EIA は終わっていないといけない。

[地質・鉱山・金属調査所（INGEMMET）打合せ]

日 時：2008 年 11 月 26 日 14:30～16:00

面談者：Mr. Mario Huerta Rodriguez, Secretario General, Mr. Fluquer Pena Laureano, Ms. Vicentina Cruz Paucara, Mr. Lionel Fidel Smoll, Ms. Yorri Carrasco Pinares

同席者：東恩納さん（通訳）

内 容：

- ・ 団長より、訪問目的・調査工程を説明。
- ・ INGEMMET は、環境地質局（地熱関係を担当）、地方地質局（地質調査を全国で実施）、鉱山資源・エネルギー資源局（経済的な部分を担当。以前は経済地質局といった）の 3 局から成る。
- ・ 全体で 238 名の職員がおり、うち研究者は 60～70 名。
- ・ 今の INGEMMET は 2 つの組織（以前の INGEMMET と全国のコンセッションを管理していた INNAC）が合併してできた。目的は調査とコンセッションの役割を合わせること。
- ・ 環境地質局の 1 名の常任スタッフが地熱を担当している。ほかにも地質・火山学専門の者も一緒に取り組む。
- ・ 1997 年から 2003 年に全国のインベントリーを作成した。その後、チェコの地質局と 2 つの温泉調査を実施した。また、昨年と今年、ボラテラスとカリエンテスの調査を実施した。
- ・ 今後、INGEMMET の戦略計画に入っているが、2009 年から 2011 年にペルーの地熱ポテンシャル調査を予定している。
- ・ 2003 年のインベントリー調査結果は公開しているので、提供可能。情報を公開することによって、

投資家の興味を引きたい。インベントリーには 447 ヲ所の温泉データがあり、デジタル化されている。緯度経度情報も含まれている。

- ・ JICA で検討しているマスタープラン調査の TOR は INGEMMET の 3 年間のプロジェクトに似ている。また、インベントリーに反映されていない 20~30 ヲ所の温泉も追加的に発見されている。
- ・ 貯留層という観点からは 447 ヲ所からもっと数が絞られる。(村岡団員)
- ・ カハマルカでは、チェコの調査結果によると深い所で熱水が循環している。
- ・ ペルーの北部には活性火山がなく、南部には 14 の活性火山があるが、北部も調査をした方がよい。(村岡団員)
- ・ カハマルカの流量は毎秒 200l と多い。カーナサイクルなら十分発電可能。(村岡団員)
- ・ 高度な技術の設備がなく、同位体分析は行っていない。ICP (分光分析装置) を導入予定で、AAS (原子吸光分析装置) も 2 台導入したが、水同位体分析、ガス同位体分析はできない。
- ・ 直接的に施設や設備を支援することはできない。(団長)
- ・ 国内では地熱の知識を得るのが難しい。447 ヲ所については、温度、湧出量、科学的データもあるので、このデータベースは役に立つだろう。
- ・ インドネシアのマスタープラン調査は、2025 年までに 9,500MW という目標があり、開発を急いでいたので 19 ヲ月で実施した。ここでの調査がどのくらいになるかは検討したい。
- ・ エネルギーのコンセッションは MEM、鉱山のコンセッションは INGEMMET の担当。地熱のコンセッションは MEM の担当。

[エネルギー鉱業投資監督庁 (OSINERGMIN) 打合せ]

日 時 : 2008 年 11 月 26 日 17:00~18:30

面談者 : Mr. Victor Ormeno Salcedo, Gerente Adjunto de Regulacion Tarifaria

Mr. Riquel Ernes Mitma Ramirez, Especialista

同席者 : 東恩納さん (通訳)

内 容 :

- ・ 団長より、訪問目的・調査工程を説明。
- ・ OSINERGMIN の職務は大きく 2 つあり、1 つは料金の設定で、もう 1 つはセクターの法律が守られているか監督すること。OSINERGMIN は MEM が制定した法律を執行し、規制・管理・監督を担当する。
- ・ 発電、送電、配電の 3 種類の料金がある。

[電力事業監理委員会 (COES) 打合せ]

日 時 : 2008 年 11 月 27 日 9:30~10:30

面談者 : Mr. Jaime Guerra Montes De Oca, Director Ejecutivo

同席者 : 杉田所員、儀武上級セクター担当 (JICA ペルー事務所)、東恩納さん (通訳)

内 容 :

- ・ 団長より、訪問目的・調査工程を説明。
- ・ COES は給電と電気事業のオペレーションのほかに、送電系統の拡張計画の責任がある。拡張計画は COES が作成し、MEM が承認する。
- ・ 電気事業運営の観点から、送電線の強化、法規が必要。

- ・ 給電ルールは MEM が作成し、承認しなければならない。地熱は特有のルールが必要だろう。また、出力に対する支払いのルールも MEM が作成しなければならない。
- ・ 売電価格の設定について、OSINERGMIN は規制市場の料金設定を行う。これは、1MW 以下の使用量のユーザーで、現在 500～2,000kW に変更しようとしている。より容量の大きいユーザーは自由市場で個々の契約に基づく。COES は変動コストを扱っている。すべての発電事業者からコストデータを入手し、月ごとに短時間のマージナルコストを決める。月末に事業者ごとの売電量を計算し、マージナルコストで計算する。発電事業者は COES の運用計画に基づいて発電する。月末に発電量と消費量の差で精算する。スポット市場に似ているが、発電コストは COES の計算によって決まる。
- ・ 再生可能エネルギーの導入については特に障壁があるとは思わないが、実際にどれだけ投資しなければならないかが問題。

[世界銀行打合せ]

日 時：2008 年 11 月 27 日 12:00～13:00

面談者：Mr. Michel Kerf, Sector Leader, Mr. Enrique Crousillat Velasco, Ms. Paula Corces Grieve, 他 1 名

同席者：杉田所員、儀武上級セクター担当（JICA ペルー事務所）、東恩納さん（通訳）

内 容：

- ・ 団長より、訪問目的・調査工程を説明。
- ・ 世界銀行は地熱にかかわっていない。また、他の機関で地熱に関するプロジェクトを実施しているという情報もない。
- ・ エネルギーセクターでの世界銀行のプロジェクトは、農村電化プロジェクトで、再生可能エネルギーのテーマとしては、風力と小水力で、補完的に太陽光。風力は風力ポテンシャル調査を実施しており、今月末に調査報告の予定。水力は来年から水力ポテンシャル調査を実施する予定。
- ・ 再生可能エネルギーについての技術協力では、再生可能エネルギーによる電気料金の調査を行う。これには地熱も含まれるが、一般火力と同じ扱い。ペルー政府のルール設定支援を行う。
- ・ ペルーでは火力と地熱の区別をしていない。
- ・ 再生可能エネルギー開発のためには、ポテンシャル評価は非常に重要。
- ・ ペルーは地方と中央のコミュニケーションが難しく、地方の独自予算による活動を中央が把握していない。

[エネルギー鉱山省（MEM）電力総局（DGE）打合せ]

日 時：2008 年 11 月 27 日 14:30～15:30

面談者：Mr. Jorge Aguinaga Diaz, General Director for Electricity, Mr. Mardo Mendoza, Director of Electric Concession

同席者：東恩納さん（通訳）

内 容：

- ・ 調査団より、S/W 案を説明。
- ・ 地熱開発のための手続きの考慮、法規の改定案の提案を盛り込んでほしい。また、探査・開発に必要な面積（現在は最大 1,000ha と決めている）を教えてほしい。
- ・ マスタープラン調査での調査地域に民間がコンセッションを求めた場合はどうか？←調査として

民間企業の関心を妨げるものではない。

- ・ このマスタープラン調査に基づいて許認可のためのクライテリアを設けたい。

[独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）（at JICA ペルー事務所）打合せ]

日 時：2008年11月27日17:30～18:30

出席者：納審議役、西川所長（JOGMEC）、谷口氏〔元経済産業省（METI）、来年度からMEM政策アドバイザー〕、中尾所長、吉田次長、中村所員（JICA ペルー事務所）

内 容：

- ・ 谷口氏は、MEM次官の政策アドバイザーというステイタス。リンコナーダの調整も行う。
- ・ JICAの開発調査と相乗効果をねらって一枚岩で取り組んでいきたい。

[エネルギー鉱山省（MEM）地熱委員会打合せ]

日 時：2008年12月1日9:00～10:00

面談者：Mr. Daniel Huaco Oviedo, Presidente Comision, Consejo de Meneria, Mr. Hernan Montes, Mienbro Comision, Instituto Geofisico del Peru, Mr. Gandhy Perez, Asosor

同席者：中村所員、儀武上級セクター担当（JICA ペルー事務所）、東恩納さん（通訳）

内 容：

- ・ 団長より、訪問目的・調査工程を説明。
- ・ 地熱委員会の目的は、①地熱マスタープランの検討と②探査パイロットプロジェクトの実施。
- ・ 構成メンバーは、MEMから2名（うち1名退職したため新任予定）、INGEMMETから2名。
- ・ 地熱委員会は、エネルギー源の技術的な部分、科学的な部分を担当し、パイロットプロジェクトを実施する場合は、その貯留層の調査を担当する。プラント設計や送電計画などには関係せず、他はDGEに任せる。
- ・ マスタープラン（S/W案）のTORは、分かりやすい計画で良い。ペルーは地熱開発の経験がないので、技術移転が重要である。
- ・ パイロットプロジェクトはまだ決まっていないが、アヤクチョ州のコラコラにあるサイトについて、大臣に提案した。ここには2万5,000人が住んでおり、電力需要がある。また、近くに湖があり、効率的な水の循環も可能。これはMEMが主体となって実施するプロジェクトのことである。
- ・ MEMの政策については、新しい大臣に確認しなければならない。
- ・ 地熱マスタープランにパイロットプロジェクトを入れるのは難しいが、事業化に関する検討は行いたい。（団長）

[エネルギー環境保全センター（CENERGIA）打合せ]

日 時：2008年12月1日11:00～12:00

面談者：Mr. Jose Ponce Alcantara, Gerente General

同席者：杉田所員、儀武上級セクター担当（JICA ペルー事務所）、東恩納さん（通訳）

内 容：

- ・ 団長より、訪問目的・調査工程を説明。
- ・ CENERGIAとは、エネルギー環境保全センターのことで、24年前にMEMのプログラムの一部として設立された。当初の機能として、持続可能なエネルギーの効率的な利用という目的があった。

CENERGIA は NGO と同じような非営利民間組織。理事会メンバーは、公的機関〔MEM、エレクトロペルー（ペルー最大の発電公社）、ペトロペルー（石油公社）〕と民間（工業会、開発公社、コフィーデ）から構成される。CENERGIA の活動資金は、世界銀行、米州開発銀行（IDB）、米国国際開発庁（USAID）などの国際協力やコンサルタントフィーから賄っている。最近では EU とのプロジェクトもある。

- エネルギーや環境部門のコンサルティングを行い、主なクライアントは、MEM、OSINERGMIN、発電事業者、配電会社、鉱山会社。現在、再生可能エネルギー（特に太陽光、風力）の電力料金設定に関する調査や環境調査、火力、水力の発電出力調査を実施している。
- 地熱については、10 年以上前にイタリアの協力で調査を実施した記憶あり。それは、タクナ州、モケグア州における初期的なポテンシャル調査。その後は地熱に関する調査実績はない。これらの情報は基本的なものだが、提供可能。今のところ、地熱は主要な活動には入っていない。CENERGIA にも 1~2 名の地熱専門家（常駐ではない）がおり、協力は可能。全国の地熱ポテンシャル調査の際は調査チームに参加も可能。ペルー国内には CENERGIA、INGEMMET 以外の調査組織はない。
- 技術的な部分のほかに、販売、資金調達等、事業化のメカニズムも重要。
- エレクトロペルー、ペトロペルーは国の機関だが、環境が整えば、新エネルギー供給の観点から関心を示すかもしれない。
- しかし、中心は太陽光や風力、小水力。風力については MEM で風力マップを作成予定。太陽光は既にマップがあり、全国の水力ポテンシャルについても把握されている。風力は民間の関心が強く、合計 6,000MW のコンセッションの要請があげられている。再生可能エネルギーで一番進んでいるのは風力。政府は風力の料金設定に関心がある。MEM は、第 1 フェーズとして、500MW のコンセッションを認可する予定。これらはプレ F/S が終わっており、近々入札を行う予定。ペルーの平均風速は、7~9m/s。風力のプラントファクターは 0.3 なので、プラントとしては 1,500MW。1002 法で定められた 5% は風力で賄われるものと思われる。
- コンセッションには、F/S までの暫定的なもの、設計・運営までの恒久的なものがある。
- INGEMMET と CENERGIA の違いは、INGEMMET は政府機関であり、CENERGIA は民間企業であるということ。

### 3. 収集資料リスト

#### MEM

- ✓ PERU ENERGY SECTOR

#### DGE

- ✓ Marco Normativo para Promover la Generacion de Electricidad con energias Renovables el Pais
- ✓ ELECTRICAL STATISTIC BY REGIONS 2007
- ✓ PLAN REFERENCIAL DE ELECTRICIDAD 2006-2015
- ✓ PORTFOLIO OF POWER GENERATION AND TRANSMISSION PROJECTS AT THE NATIONWIDE INTERCONNECTED ELECTRIC SYSTEM (SEIN)

#### DGAEE

- ✓ LEY No. 26834
- ✓ DECRETO SUPREMO No. 038-2001-AG
- ✓ MAPA DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS POR EL ESTADO
- ✓ CD-ROM

#### INGEMMET

- ✓ Prepara y difunde la informacion geologica y minera del territorio para promover el desarrollo nacional (including CD-ROM)
- ✓ BOLETIN DE HIDROTHERMALISMO EN EL SUR DEL-PERU
- ✓ HIDROTHERMALISMO EN EL SUR DEL PERU, SECTOR CAILLOMA-PUQUIO
- ✓ AGUAS TERMALES Y MINERALES EN EL CENTRO DEL PERU
- ✓ AGUAS TERMALES Y MINERALES EN EL NORTE DEL PERU
- ✓ AGUAS TERMALES EN EL SUR ORIENTE DEL PERU
- ✓ AGUAS TERMALES Y MINERALES EN EL ORIENTE CENTRAL DEL PERU

#### OSINERGMIN

- ✓ ORGANIZACION OSINERGMIN
- ✓ NORMAS LEGALES 371670
- ✓ NORMAS LEGALES 380738
- ✓ Tarifas y Mercado Electrico, Agosto 2008
- ✓ Operacion del Sector Electrico, Reporte Estadistico, Agosto 2008
- ✓ Mercado Libre de Electricidad, Julio 2008
- ✓ OPERACION DEL SECTOR ELECTRICO, Boletin Anual 2007
- ✓ ANUARIO ESTADISTICO 2007

#### CENERGIA

- ✓ Centro de Conservacion de Energia y del Ambiente





