

コスタリカ国
コスタリカ電力公社

コスタリカ国
グアナカステ地熱開発事業
協力準備調査

ラス・パイラス II
ドラフト・ファイナルレポート(2)
公開用

平成 25 年 1 月

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

委託先
西日本技術開発株式会社

略 語 表

略 語	意 味
bara	Bar absolute／圧力の単位bar（絶対圧）
B/D	Bid Documents／入札仕様書
CABEI	Central American Bank for Economic Integration／中米経済統合銀行
CB	Circuit Breaker／断路器
CDM	Clean Development Mechanism／クリーン開発メカニズム
CER	Certified Emission Reduction／認証排出削減量
COD	Commercial Operation Date／商用運転開始日
CSRC	Centro de Servicio Recursos Geotermicos／地熱資源運用部
EIA	Environmental Impact Assessment／環境影響調査
EIRR	Economic Internal Rate of Return／経済的内部収益率
EPC	Engineering, Procurement and Construction／設計・調達・建設
FCRS	Fluid Collection and Reinjection System／気水輸送管設備
FIRR	Financial Internal Rate of Return／財務的内部収益率
FRP	Fiberglass-Reinforced Plastic／繊維強化樹脂
F/S	Feasibility Study／実施可能性調査
GDP	Gross Domestic Product／国民総生産
GEF	Global Environment Facility／地球環境ファシリティ
GHG	Green House Gas／温室効果ガス
GPP	Geothermal Power Plant／地熱発電所
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad／コスタリカ電力公社
IDB	Inter-American Development Bank／米州開発銀行
IDC	Interest During Construction／建中利子
IEA	International Energy Agency／国際エネルギー機関
IEC	International Electrotechnical Commission／国際電気標準会議
IEE	Initial Environmental Examination／初期環境調査
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change／気候変動に関する政府間パネル
IPP	Independent Power Producer／独立発電事業者
JBIC	Japan Bank for International Cooperation／国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency／独立行政法人国際協力機構
L/A	Loan Agreement／借款契約
L/C	Letter of Credit／信用状
masl	meters above sea level／海拔
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Ministry of National Planning and Economic Policy)／国家計画・経済政策省
MINAET	Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones／環境エネルギー通信省 (Ministry of Environment, Energy and Telecommunication)
MVA	Mega Volt Ampere／10 ⁶ ボルトアンペア（皮相電力単位）
MT	Electromagnetic Methods／電磁探査
NCG	Non-Condensable Gas／非凝結性ガス
ODA	Official Development Assistance／政府開発援助
ORC	Organic Rankine Cycle／有機ランキンサイクル
OWS	Operator Workstation／操作卓

略 語	意 味
O&M	Operation and Maintenance／運転・保守
pH	Hydrogen Power (Potentia Hydrogenii, in Latin)／水素イオン濃度
P/Q	Pre-Qualification／事前資格審査
PySA	Proyectos y Servicios Asociados (Project and Services Unit)／プロジェクト実施部
rpm	Revolutions Per Minute ／毎分回転数
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition system／監視制御システム
UEN	Unidad Ejecutiva de Negocios (Business Executive Units)／ICE の電力事業部門内の 6 部署
UPS	Uninterruptible Power Supply／無停電電源装置
VAT	Value Added Tax／付加価値税
WACC	Weighted Average Cost of Capital／加重平均資本コスト

目 次

1	イントロダクション	1
1.1	背景	1
1.2	プロジェクト概要	2
1.3	調査業務内容	3
1.4	業務実施の方法	4
1.4.1	事業の必要性・電力需要などの確認	4
1.4.2	ラス・パイラス地熱地帯の地熱資源に関するレビュー	5
1.4.3	ラス・パイラス地熱発電所建設拡張計画の検討	6
1.4.4	実施体制、操業・運営/維持管理体制の確認	7
1.4.5	全体事業費及び操業・運営/維持管理費の積算、並びに事業実施計画の作成	7
1.4.6	事業効果の確認	7
1.4.7	環境社会配慮調査	8
1.4.8	2011年4月以降の新規データを用いた開発計画の最適化	8
1.5	業務実施フローチャート	9
2	電力セクターの状況と本プロジェクトの必要性	13
2.1	電力セクターの状況	13
2.1.1	コスタリカ国のエネルギー状況	13
2.1.2	関係法・関係機関	15
2.1.3	電力設備	17
2.2	電力需給の現状と予測	22
2.2.1	電力需給の状況	22
2.2.2	SIEPAC(中米国際連系)	23
2.3	電力政策	25
2.3.1	国家開発計画とエネルギー政策	25
2.3.2	電源拡張計画	26
2.4	他の援助機関の支援	28
3	環境社会配慮	30
3.1	環境ベースライン調査	30
3.1.1	位置	30
3.1.2	環境ベースライン調査対象地域	31
3.1.3	プロジェクトのEIA分類	32
3.1.4	自然環境	34
3.1.5	社会経済に関する基本情報	46
3.2	環境社会配慮に係る現地法制度の概要	55
3.2.1	関連法令	55
3.2.2	コスタリカの環境アセスメント(EIA)制度	56
3.2.3	ICEの事業における資産収容制度(土地収用及び住民移転)	62

3.2.4	環境影響評価に関する関係機関	63
3.2.5	環境基準	64
3.3	代替案	66
3.3.1	ゼロオプション案	66
3.3.2	用地の検討	67
3.4	影響項目（スコーピング案）	69
3.5	環境影響の調査・予測	74
3.5.1	既設発電所のモニタリング結果	74
3.5.2	騒音の予測	81
3.5.3	H ₂ S の予測・評価	83
3.5.4	用水	90
3.5.5	水質汚濁	92
3.5.6	動植物、生物多様性	93
3.5.7	景観	99
3.5.8	考古学サイト	103
3.5.9	その他の項目	106
3.6	影響評価	113
3.7	緩和策及び費用	123
3.8	モニタリング計画	126
3.9	ステークホルダー協議	128
3.9.1	住民代表のインタビュー	128
3.9.2	ステークホルダー協議の概要	129
3.9.3	内容	130
4	結論および提言	134
4.1	結論	134
4.2	提言	134

要 約

1. はじめに

コスタリカは、前政権期の 2007 年に、2021 年までに自国の二酸化炭素排出量と吸収量を相殺する「カーボンニュートラル」を達成することを目標に掲げており、現政権においてもその実現のための取組みは最重要課題のひとつに位置づけられている。

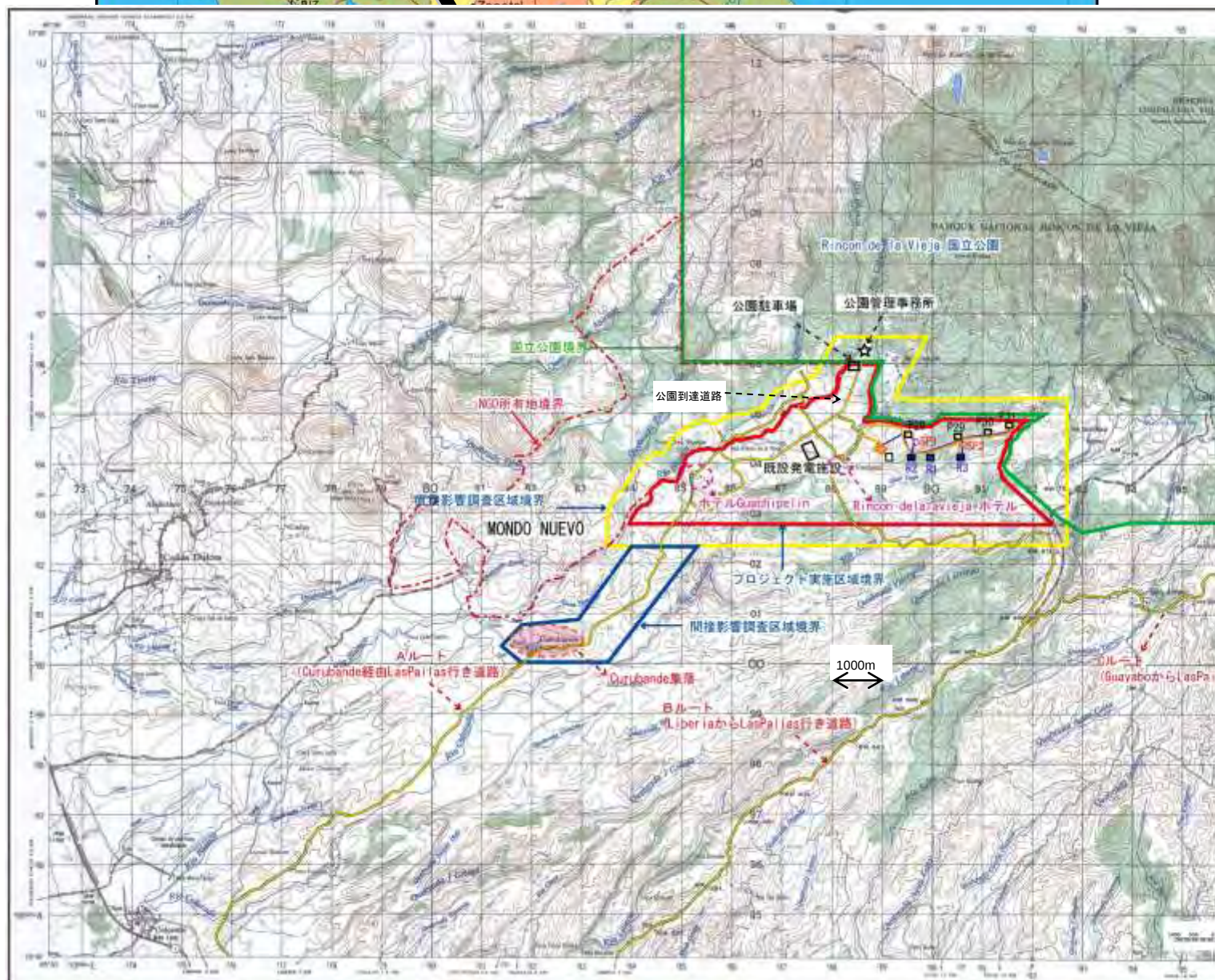
同国の電力需要は年平均約 5 %の伸び率を示しており、今後の需要増に対応するために更なる発電設備の増強が必要となっている。2011 年の発電設備容量合計は 2,590 MW で、その内訳は、水力 65 %、火力 21 %、地熱 8 %、風力 5 %、バイオマス 1 %となっている。政府は環境保全や化石燃料への依存度の低減のため、再生可能エネルギーの推進を国のエネルギー政策のひとつの柱としており、「2011 年～2014 年国家開発計画」では 2014 年までに発電の 95 %を再生可能エネルギーで賄うことを目標に掲げている。コスタリカ電力公社 (ICE) の策定する「2012 年～2024 年電源拡張計画」においては、大規模な水力発電所の建設が計画されているほか、地熱、風力といった他の再生可能エネルギーによる電源の多様化が重要とされている。同国では、地熱発電ポテンシャルは約 865 MW と推定されており、既開発分 (205 MW) に対して大きな開発余地が残されていることから、今後の地熱開発への期待は大きく、2018 年、2019 年、2020 年の各年に新規電源として地熱発電が 35 MW 稼働開始することが計画されている。

コスタリカの電力セクターは米州開発銀行 (IDB) が主要な援助機関となっており、2007 年以降、電力開発プログラムに対する 500 百万ドルを限度とするクレジットラインを出している。また、ラス・パイラス I 地熱発電所 (42 MW) は中米経済統合銀行 (CABEI) による資金援助で建設されている。

コスタリカでは ICE が 1970 年代から地熱資源調査を続けており、その成果をもとにミラバジェス地熱地帯でミラバジェス I (55 MW) が 1994 年に完成し、今日では同地熱地帯で 5 機の地熱発電設備 (合計 163 MW) が稼働している。ICE は Tenorio 火山地帯と Rincon de la Vieja 火山地帯でも地熱資源調査を行っている。後者はグアナカステ県に位置し、ラス・パイラス地熱地域とボリンケン地熱地域が有望視されている。そのうちラス・パイラス地熱地域では 2011 年 7 月に 42 MW の地熱発電所 (ラス・パイラス I) が完成したが、貯留層解析によって追加開発の余地がある事が明らかになった。これを受けて、同国政府は 2011 年 5 月、ラス・パイラスとボリンケンを含むグアナカステ地熱開発事業に対する円借款要請を念頭に協力準備調査の実施を要請した。本報告書は、これら 2 地点のうちラス・パイラス地熱地域の調査結果を記す。

2. ラス・パイラス地熱地域

ラス・パイラス地熱地域は、コスタリカの首都サンホセから西に 240 km 程離れたグアナカステ (Guanacaste) 県リベリア (Liberia) 郡のクルバンディ (Curubandé) 地区の北東に位置する (図 1)。発電所や付属施設が建設されるプロジェクト実施区域 (東西約 8 km, 南北約 2.5 km) は、主に低木が点在する草地と谷に存在する林地から成り、北は Rincon de la Vieja 国立公園と隣接する。気温は年平均 23.7 °C、最高 30.1 °C、最低 19.2 °C である。乾季は 3 月、雨季は 10 月、月降雨量は 50～575.5 mm の範囲にあり、年間降雨量は 2782 mm である。月平均風速は 1.7～5.5 m/s で、卓越風向は大西洋側から太平洋側に吹く北東風向の貿易風である。



年	坑井（掘削開始順）
2001	PGP-03 PGP-02 PGP-01
2002	PGP-04 PGP-05
2008	PGP-09 PGP-08 PGP-06 PGP-10
2009	PGP-24 PGP-12 PGP-17 PGP-23
2010	PGP-25 PGP-27 PGP-11
2011	PGP-20 PGP-19
2012	PGP-16 PGP-28

2010 年までに実施された地熱資源調査の結果に基づいてラス・パイラス地熱地域全体の地熱資源量評価が実施され、余剰の地熱資源が賦存しているとの評価結果が得られたことから、ICE は図 2 中に黄色の枠で示した領域を拡張開発対象領域として設定し、ラス・パイラス II の開発に向けた調査を実施している。

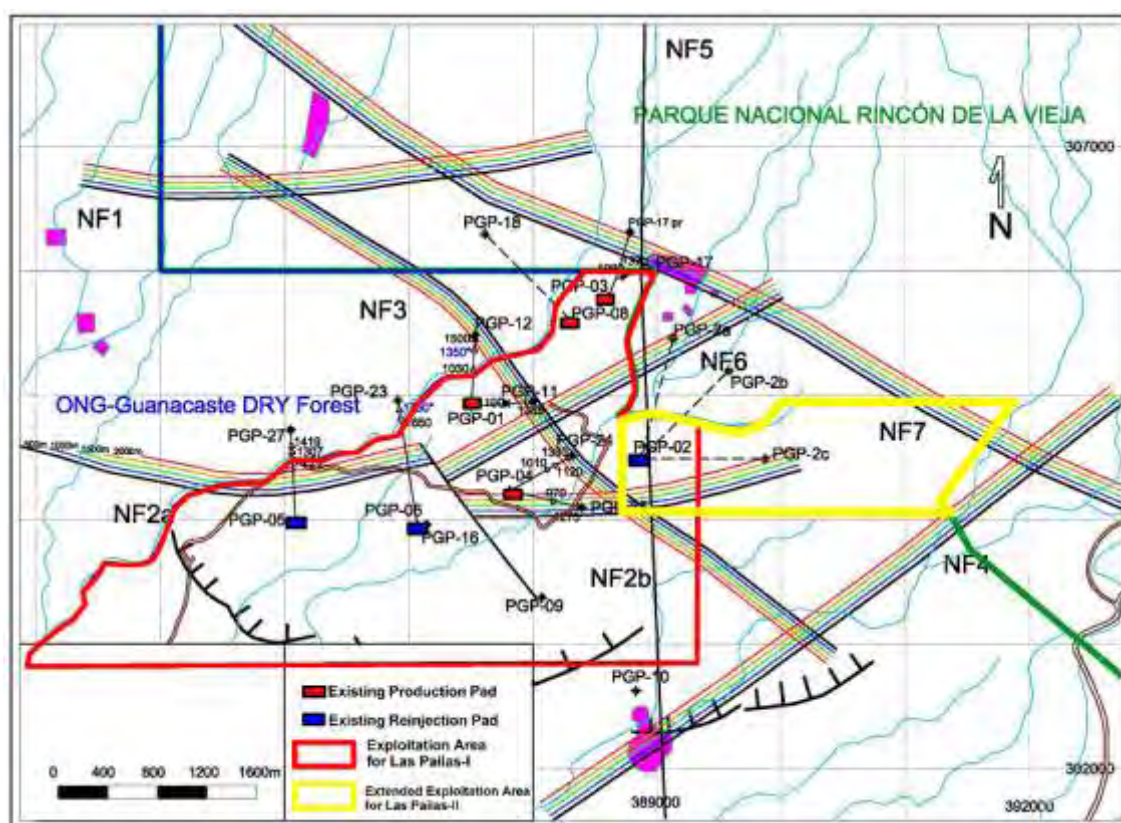


図 2 ラス・パイラス地熱地域内の開発対象領域

3. 地熱資源開発計画

(1) 地熱系概念モデル

ラス・パイラス地熱地域の地熱系は、一般的な熱水対流系の概念モデルで説明される。地下深部に浸透した天水は、主に Rincon de la Vieja 火山のマグマ溜まりに関連した高温岩体からの伝導熱によって加熱され貯留層熱水となっている。熱水は異なる二つの地質層準（Aguacate 層群

および Bagaces 層群) において貯留されているが、これらの層準において主に断層やそれに付随する破碎帯が熱水の流路となっていると考えられる。

ラス・パイラス地域の地熱活動の中心域(地熱流体の上昇域)は、NF7 と NF2a-b の間及び NF5 沿いに広がっている。この地域には断層活動に伴われ岩石の破碎が進んでおり、透水性の高い地域となっている。深部高温流体は、ラス・パイラス中央部において NW-SE 系断層(断層 NF3 および断層 NF7)、N-S 系断層(断層 NF5) および NE-SW 系断層(断層 NF1 および断層 NF6) に沿って流動していると推定される。熱水は側方および上方への流動に伴い沸騰し、シリカ鉱物の沈殿や熱水変質作用を生じさせている。これらの透水性を低減させる変質作用によって、貯留層を覆う帽岩が上部に形成されている。

地化学データの検討結果によれば、想定される本源的な地熱流体は、260 °C以上の温度をもち、Cl 濃度は 4,500 ppm 前後であると推定される。高温流体の上昇域は、開発地域北東側の Pailas de Barro にある噴気帯付近にある可能性が高い。上昇する高温流体は、230~250 °Cの地熱貯留層を形成している。坑井から噴出する地熱流体は、発電利用に適したものとみなされる。生産流体から発生するスケール(シリカもしくは炭酸カルシウム)が問題となる可能性は低いと考えられる。熱水から分離された蒸気中の非凝縮性ガス(NCG)の濃度は、0.3 重量%未満であることが確認されている。

これまでに掘削された坑井の温度・圧力検層の結果や物理探査データの検討結果から、ラス・パイラス地域の北方から東方にかけての地域にはさらに開発が可能な高温の地熱資源の存在が示唆される。物理探査データの検討結果、既開発地域の東方においては、NW-SE 系の断層 NF7 などの構造が蒸気生産のための掘削ターゲットになりえると推定される。

(2) 地熱資源開発計画

地熱資源に関する検討結果から、ラス・パイラス地熱地域の地熱貯留層の熱源は、現在の開発地区の北東方に位置すると考えられる。したがって、既開発地区の北方や東方は発電所拡張のための有望な開発地域となりえるが、北方の国立公園内での地上開発は不可能なため、主に東方での開発拡張が有望であると判断される。また、既開発地区の南東方は、地形的に低いため、熱水還元に適しており、還元域としての利用が期待できる。その一方で、断層 NF2 よりも南側に掘削された坑井では、膨潤性の地層による坑壁崩落などの問題が生じていることから、坑井掘削時の工法選定には注意を要する。 図 3 に坑井基地のレイアウト案を示す。

4. プロジェクト・スケジュール

借款契約締結を 2013 年 12 月と仮定した場合、プロジェクト完工は 2018 年 3 月末になると見込まれる。 図 4

5. 環境社会配慮

追加プロジェクト(ラス・パイラス II)の主な施設である発電所はラス・パイラス I の EIA 許可区域に計画されているため、本プロジェクトに関わる新たな EIA は要求されないが、想定される新たな影響については、影響の予測、評価、緩和策の追加技術レポートが要求される。ICE は既に追加技術レポートを環境庁(SETENA)に提出し、承認されている。

プロジェクト実施区域及び周辺には住居はなく、プロジェクト実施による住民の移転は発生し

ない。

地域住民の雇用は発電所建設時に 510 名、供用後に 45 名以上を期待できる。また、本プロジェクトの実施に当たっては、クルバンディ住民の要望により、クルバンディ集落に良質な水源から取水して送水する計画であり、地域経済、地域の社会サービスが改善されるものと考えられる。

プロジェクトの計画地は民間銀行が所有する未利用土地を使用する計画であり、計画地点は主に放置された草地や雑木林である。また、土地の改変面積を最小限にすることで動植物への影響は小さいものと考えられる。

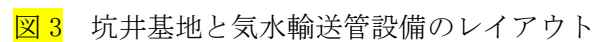
騒音、硫化水素(H_2S)、水質の予測結果において、 H_2S は WHO のガイドライン値を、騒音、水質はコスタリカ国基準を満足する。また、廃棄物は分別収集を実施しリサイクル及びライセンスを有する処理業者に委託処理することで環境への負荷を低減できるものと考えられる。

景観への影響については、発電所建屋及び関連施設等のデザインは現地の自然風景の特性を考慮して自然との調和を図るとともに土地改変部の緑化及び発電所周囲に 50m 幅の帯状緑化を実施することで影響を最小限にすることは可能であると考えられる。プロジェクト計画地は国立公園 (Rincón de la Vieja National Park) に隣接しているが、上記の対策により、公園への影響は小さいと考えられる。

プロジェクトによる温室効果ガス排出量の削減量は、年間 21,584 ton- CO_2 と見積られる。

6. 推奨事項

- 拡張開発エリアの北部および北東部は有望な開発ターゲットと考えられるため、ラス・パイラス II のメインの生産ゾーンは拡張開発エリアの北部・北東部とすることが望ましい。
- 将来予測計算の結果、ラス・パイラス II 用の補充井の中に還元熱水の影響を受けて噴出を停止する坑井が現れると予想される。これを避けるために、還元エリアと生産エリアの距離をできる限り離し、かつ、還元井間の距離も大きく取ることが望ましい。
- 拡張開発エリアで掘削された PGP-28 井では、浅部で蒸気層の存在が確認された。また、ラス・パイラス I の開発エリア内の PGP-2 基地付近に掘削された坑井では、同様に浅部で蒸気層の存在が確認されている。これら 2 つの浅部の蒸気層について調査を実施し、これらの蒸気層のつながりや空間的な広がりに関する知見を得ることが望ましい。これら浅部の蒸気層の特性を把握することにより、将来的に蒸気卓越領域からの流体生産ができる可能性がある。



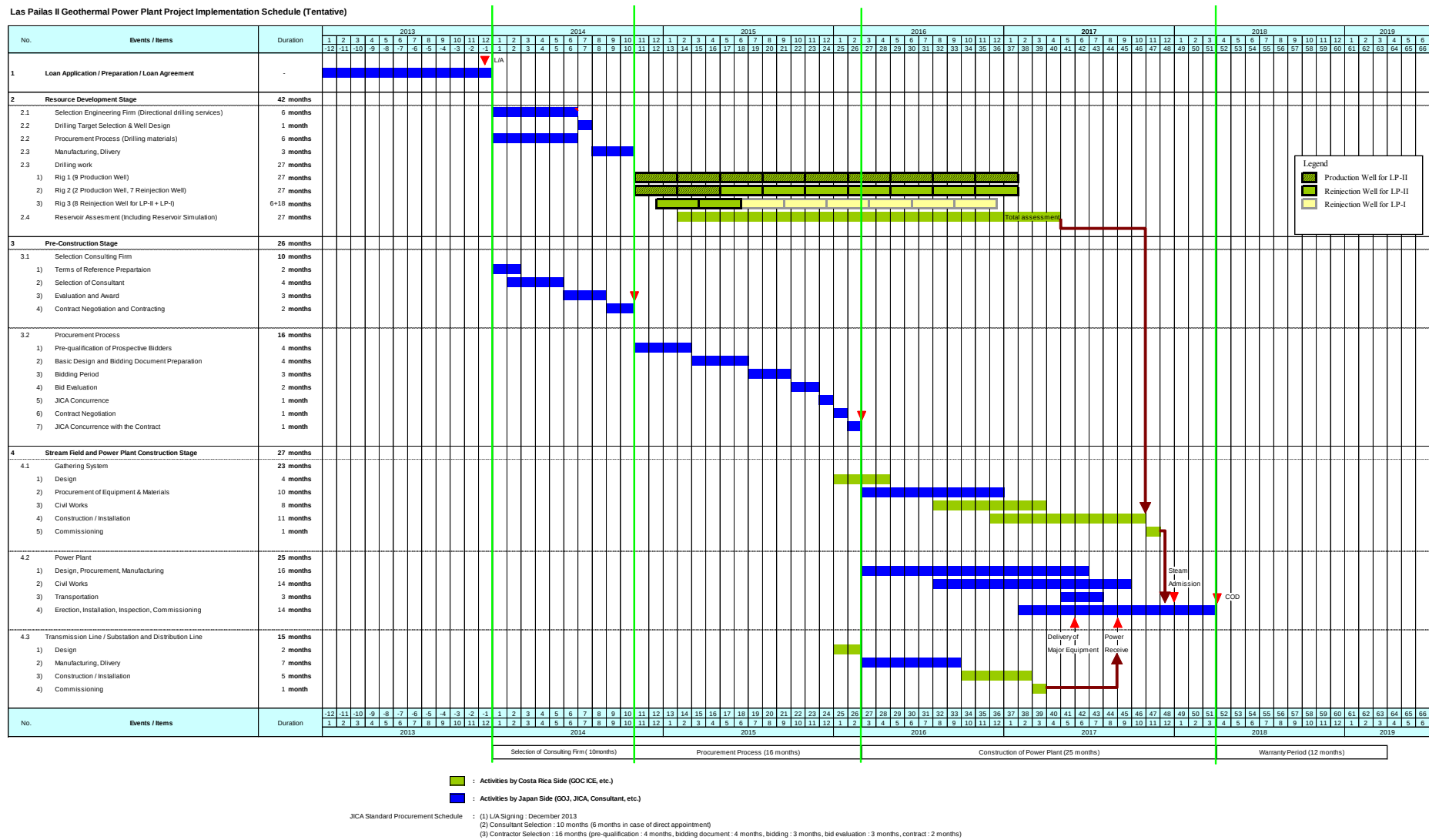


図 4 プロジェクト・スケジュール

1 イントロダクション

1.1 背景

コスタリカの年間電力需要は 2000 年～2009 年の間、年平均約 5%の伸び率を示しており、2015 年には約 12 TWh、2020 年には約 15 TWh に達すると見込まれている。このため、コスタリカでは今後の需要増に対応するために更なる発電設備の増強が必要となっている。

コスタリカでは水力が発電設備容量の 65%を占めており、乾季における対応及び化石燃料価格高騰リスク対応として、電源構成の一層の多様化を目指している。また、コスタリカは環境立国として、2014 年までに電力供給の 95%を再生可能エネルギーによって賄うことを目標としている。コスタリカの地熱発電ポテンシャルは約 865 MW と推定され、既開発分 (159 MW) に対して大きな開発余地が残されており、今後の地熱開発への期待は大きい。ラス・パイラス地区とボリンケン地区を含むグアナカステ地熱開発事業は、コスタリカの地熱開発計画のうち優先事業とされ、同国政府は 2011 年 5 月、本事業に対する円借款要請を念頭に協力準備調査の実施を要請した。

コスタリカにおける地熱発電開発はすべてコスタリカ電力公社 (ICE) により実施されており、ラス・パイラス地熱地域・ボリンケン地熱地域の開発も ICE が担っている。ラス・パイラス地熱地域では、1999 年～2001 年の GeothermEx 社による Pre-F/S によって同地区の地熱資源の有望性が確認され、2000 年～2005 年の GeothermEx 社/PowerEngineer 社による F/S 及び 2003 年～2004 年に旧国際協力銀行 (JBIC) の資金で西日本技術開発㈱が実施した F/S によって、同地区で少なくとも 35MW の発電が可能な事が確認された。その後、中米経済統合銀行 (CABEI) の資金により Ormat 社製バイナリー地熱発電設備 (42 MW gross, 35 MW net) が建設され、2011 年 7 月に商用運転を開始した。また、2009 年～2011 年には中米経済統合銀行の資金で、西日本技術開発㈱によって、ICE に対して同地区における持続可能な地熱資源開発計画を策定するためのコンサルティングサービス (以下「CABEI 調査 (2009-2011)」) が実施されている。

ボリンケン地熱地域では、ICE により 2002 年に地質等の資源調査が実施され、2011 年までに 2 本の地熱調査井が掘削された。その結果、暫定的に発電出力 110MW 程度の資源量が想定されている。現在、ICE による追加の調査井掘削が進められており、その結果を反映した JICA の F/S 報告書は 2013 年 9 月頃の完成が想定されている。

これら 2 地点のうち、本報告書では、ラス・パイラス地熱地域の調査結果を記す。

1.2 プロジェクト概要

本プロジェクトはラス・パイラス地熱地域の地熱発電所増設であり、以下の項目を含むものとする。

- (1) 生産井・還元井の掘削
- (2) パイプラインの建設
- (3) 発電所の建設
- (4) 他付属設備の建設
- (5) コンサルティング・サービス

本プロジェクトエリア（ラス・パイラス地熱地域）コスタリカ共和国グアナカステ県の Rincon de la Vieja 火山地帯に位置している。（図 1.2-1）

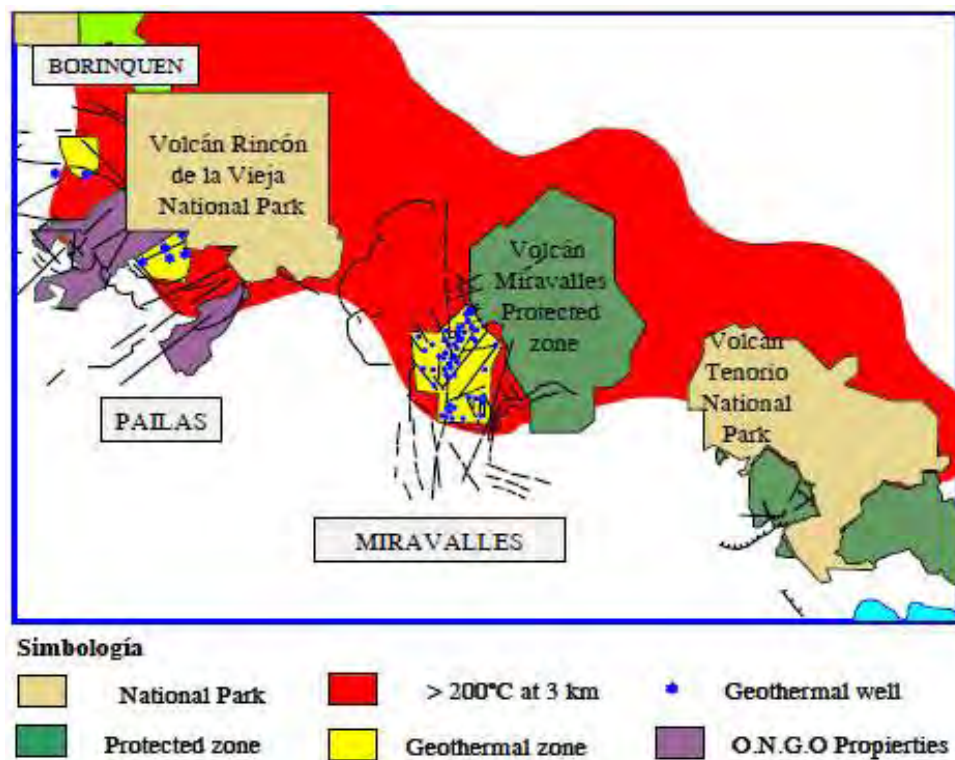


図 1.2-1 プロジェクトエリアと国立公園 (Guido-Sequeira, 2010)

1.3 調査業務内容

ラス・パイラス地熱地域の調査業務は、a)電力セクターにおけるエネルギー政策・状況の調査、b) ラス・パイラス地熱発電所建設拡張計画に係わる調査で構成される。各調査項目の業務実施の方法は以下のとおりである。

項目番号	調査内容
1)	電力セクターにおけるエネルギー政策・状況の調査
2)～8)	ラス・パイラス地熱発電所建設拡張計画に係わる調査

エネルギー政策と電力セクターの状況

1) 本プロジェクトの必要性・電力需要などの確認

- a. 電力セクターの状況
- b. 電力需給予測
- c. 電力セクターの方針・計画
 - 関連法規
 - 本プロジェクトの位置付け・優先度、他ドナーの支援状況
 - 系統解析と安定度分析の確認
- d. 他金融機関の支援・方針

ラス・パイラス地熱地域に係る調査:

2) 既存データに基づく地熱資源のレビュー

- a. 既存の地層データに基づく地熱構造モデルのレビュー
- b. 既存の貯留層評価のレビューと拡張余地の確認
- c. 地熱資源開発方針の確認

3) 地熱発電所建設拡張計画の検討

- a. 発電所に関する基本設計と計画作成
- b. 坑井掘削計画
 - 坑井掘削計画
 - 掘削仕様
 - 地熱井の運用計画
- c. パイプラインに関する基本設計
- d. 送電設備
 - 送電線ルートレビュー
 - 系統解析と安定度分析のレビュー
- e. 施工方法のレビュー

4) 実施体制、操業・運営/維持管理体制の確認

- a. モニタリング、掘削など地熱資源開発にかかる実施体制の確認

- b. 発電設備の操業・運営に係る実施体制の確認
 - c. その他環境モニタリング等に係る実施体制の確認
- 5) 全体事業費及び操業・運営/維持管理費の積算、並びに事業実施計画の作成
- a. 掘削など地熱資源開発に係る事業費の内訳と積算
 - b. パイプライン、地熱発電所建設事業費の内訳と積算
 - c. 操業・運営・維持管理に係るコスト内訳と積算
 - d. 全体事業費及び円借款対象事業費
 - e. 各項目に関する調達方法
 - f. 必要な許認可手続き
 - g. 全体スケジュールのレビュー
 - h. 事業実施計画（IP）の作成
- 6) 事業効果の確認
- a. 運用効果指数の算出
 - b. 定性的効果の算出
 - c. FIRR/EIRR の算出
 - d. 温室効果ガス抑制効果の定量的検討
- 7) 環境社会配慮調査
- a. 追加開発に伴う環境社会配慮に関する調査
 - b. 環境アセスメント報告書の作成（新たに必要とされる場合のみ）
 - c. JICA 環境社会配慮助言委員会の開催に係わる支援
- 8) 2011 年 4 月以降のデータに基づく最適地熱開発計画のアップデート
- a. 貯留層モデルのアップデート
 - b. テクトニックモデルのアップデート
 - c. 開発・実施計画の設計のアップデート

1.4 業務実施の方法

1.4.1 事業の必要性・電力需要などの確認

本調査では、(i)同国の開発計画、(ii)電力セクターの現状・課題、(iii)電力需要の予測、(iv)電力セクターの政策・計画、(v)電力セクターに対する米州開発銀行(IDB)・中米経済統合銀行(CABEI)・世界銀行など他ドナーの支援状況、などについて ICE や企画省(MIDEPLAN)、環境エネルギー通信省(MINAET)など同国関係者から最新情報・データを入手し、取り纏めた。

同国の電源開発計画におけるラス・パイラス地域の地熱開発事業の位置づけや優先度、妥当性や代替案について分析し、さらに同国の今後の地熱開発に関する法制度上の制約や課題について情報収集し取り纏めた。また、同事業の対象系統における系統解析や安定性分析に関する資料を入

手し、その妥当性を確認した。

1.4.2 ラス・パイラス地熱地帯の地熱資源に関するレビュー

(1) 地球科学的データに基づくラス・パイラス地域の地熱系モデルに関するレビュー

本調査では、既往調査の結果に基づき構築されていた地熱構造モデルのレビューを行った。ラス・パイラス地域の地熱資源のレビューにおいては、CABEI-ICE（2009-2011）により検討されたデータを含め、2011年4月までに取得されたデータを用いた。本調査による検討では、ラス・パイラス地域の地熱資源量の推定、地熱資源開発の計画策定、また坑井掘削ターゲットの選定に必要な基礎的な情報を得ることを目的とした。本レビューの結果は、ドラフトファイナルレポート(1)でのプロジェクト計画検討に利用された。地質・物理探査・地化学・坑井試験データ等に関するデータレビューの方法は以下のとおりである。

a. 地質

これまで得られている地球科学的データに基づき、ラス・パイラス地域の地質構造モデルおよび地熱構造モデルが構築されているが、本調査では、新規に得られた地質に関するデータ・情報のレビューを行い、その結果をラス・パイラス地域の地熱系概念モデルの見直しにおいて組み入れた。

b. 物理探査

ラス・パイラス地域においては、重力探査、電磁探査（MT/CSAMT 法）、微小地震のモニタリングなどの物理探査が実施されている。ICE はさらにラス・パイラス地域の東部において追加の MT 法探査を実施した。本調査では、ラス・パイラス地点の既開発地域と拡張事業のための地域のすべてを対象とし、既存の MT 法探査データに追加データを組み合わせた 3 次元逆解析手法を適用することにより、地下の比抵抗構造を明確にした。

c. 地化学

ラス・パイラス地点において掘削された地熱井のほとんどでは、噴出試験もしくは坑内水の採取を通じて坑井流体の化学データが取得されている。本調査では、貯留層流体の起源、生成機構、温度、流動状態に関するこれまでの検討結果をレビュー・確認した。また、発電プラントの設計に影響する要素となる、地熱流体の品質に関するデータのレビューも行なった。

d. 坑井試験データ

ラス・パイラス地点では、すでに生産井および還元井が掘削されている。それら坑井における各種の試験データのレビューを行い、地熱系概念モデルの各種要素に関する確認を行なった。それらの確認により、発電所拡張の可能性、地熱資源開発の計画、将来の坑井掘削計画のための基礎資料を得た。

e. 地熱系概念モデル

以上に述べた地熱資源に関するすべての検討結果から、貯留層特性を反映した地熱系概念モデルの見直し・再構築を行った。そのモデルは、本調査での各種の検討の基礎として用いた。

(2) 貯留層評価結果のレビューと余剰地熱資源量の推定

ICE 技術者との議論を通じて、ICE によるラス・パイラス地域の貯留層に対する評価の概要を聴取した。2011 年 4 月までに取得されたデータを用いてラス・パイラス地域の貯留層数値モデルを校正した後、校正が完了した数値モデルを用いて、将来の流体生産に対する貯留層の応答を予測した。その結果はドラフトファイナルレポート(1)でのプロジェクト計画検討に利用された。

(3) 地熱資源開発計画に関する検討

2011 年 4 月までの状況に基づき、ICE によってラス・パイラス I の資源開発に用いられた開発シナリオを検討し、ラス・パイラス発電所の拡張を可能にする開発計画を検討した。開発計画の検討にあたっては、ラス・パイラス地域に固有の特性を考慮した。その結果はドラフトファイナルレポート(1)でのプロジェクト計画検討に利用された。

1.4.3 ラス・パイラス地熱発電所建設拡張計画の検討

(1) 発電所設計に関する基本設計と計画作成

貯留層評価の結果にもとづいて発電方式と設計条件を設定し、蒸気消費量や出力を計算した。拡張部分の配置の検討では、地形・土地所有区分・環境面・既存設備との関係を考慮した。

(2) 坑井掘削計画

地熱資源に関する検討結果と、ラス・パイラス地域における過去の掘削実績を元に、坑井掘削計画を策定した。上記の各検討結果と資源開発計画に基づき、最良と思われる掘削仕様を策定した。

(3) パイプラインに関する基本設計

坑井掘削計画（掘削基地の位置、坑井本数等）、資源評価結果（地熱流体圧力・流量・比エンタルピー）及び選定された発電所タイプに基づいて、既存設備・地形・土地所有区分・環境面の制約を考慮しながら、パイプラインの基本設計を検討した。

(4) 送電設備

既設ラス・パイラス I の送電設備仕様の調査結果および Orosi 風力発電計画にもとづいて、既存送電設備の使用可否、およびラス・パイラス II 送電設備の検討を行った。更に、拡張による発電所が建設された場合の、系統に与える影響及び系統から受ける影響について、その影響の波及範囲において、潮流や事故電流の観点から検討を行った。

1.4.4 実施体制、操業・運営/維持管理体制の確認

ICE における掘削及び貯留層管理を含む地熱資源開発体制、既存地熱発電所（ミラバジェス I, II, III, V、ラス・パイラス I）の操業・運営体制の現状を確認し、建設プロジェクト実施体制及び建設後の操業・運営体制を検討した。ICE の既存地熱発電所（ミラバジェス I, II, III, V、ラス・パイラス I）の環境モニタリング体制を調査し、ラス・パイラス地区の拡張プロジェクト期間中及び運用期間中も環境モニタリングが適切に実施できることを確認した。

1.4.5 全体事業費及び操業・運営/維持管理費の積算、並びに事業実施計画の作成

(1) 全体事業費

地熱資源開発のコストの算定にあたっては、必要となる工事と資材をリストアップし、必要資材の現在市場価格および直近のラス・パイラス I の掘削実績を勘案して開発コストを算定した。

発電所本体は、同規模の類似電所の建設費及びコスタリカ及び中米諸国の地熱発電所の建設費の実績値のうち利用可能なデータ及び米国 Energy Information Administration 等の文献データを参考に、設備容量・ユニット数・工事範囲（インフラ・土木・共通設備・変電所の有無等）を考慮した指数乗則法(Factoring Method)による見積を行った。パイプラインについては、ラス・パイラス I の予算計画および実績を調査し、見積を行った。

運営・維持管理費は、ICE の既存地熱発電所の費用を調査し、ラス・パイラス I の費用を考慮した上で、見積を行った。

(2) 実施計画

調達方法（ロット分け）については、ICE の既存地熱発電所で実績のある調達方法をベースに、提案する。

過去の円借款による地熱発電所建設プロジェクトの調達期間実績及びコスタリカにおける類似案件の調達／建設工程実績をもとに、ロット毎の調達期間（入札書類/仕様書作成、入札、評価、契約ネゴ、コスタリカ政府承認、JICA 同意等）及び建設期間を設定した。

1.4.6 事業効果の確認

(1) 運用効果指数の算出

本円借款事業の支援の効果を事後に適切に評価するために、達成度の客観的な検証に用いるべき指標を本調査において提案する。ICE の運用体制や既設地熱発電所の実績、データの入手方法・信頼性・入手難易度・コストを勘案し、指標とその目標値を提案する。

(2) FIRR/EIRR の算出

積算された全体事業費をもとに、事業の財務的実行可能性について内部収益率(FIRR)によって評価した。事業の経済的実行可能性については、経済的内部収益率 (EIRR) によって検証する。財務・経済評価で用いる、資金調達条件、地熱発電所及び代替プラントのオペレーションの条件などのパラメーターについては ICE と協議して設定した。

(3) 温室効果ガス抑制効果の定量的検討

CDM 方法論 (ACM0002) に基づいた国際協力銀行 (JBIC) のガイドライン (J-MRV ガイドライン) にしたがって、温室効果ガス排出量の削減効果を推定した。

1.4.7 環境社会配慮調査

コスタリカ国の制度・組織の確認と既存 EIA に基づく概略検討、追加調査の要否判断・項目検討を行った。次に、2011 年 4 月以降に取得された追加データによる拡張計画の補正と開発に伴う環境社会影響の予備的な予測を行い、地熱発電所拡張計画にフィードバックを行った。また、EIA の修正内容が JICA 環境配慮ガイドライン (2010 年 4 月) 及び世銀セーフガードポリシー OP4.01Annex B の内容に沿ったものであることを確認した。

1.4.8 2011 年 4 月以降の新規データを用いた開発計画の最適化

(1) 貯留層モデルの更新

ラス・パイラス I は 2011 年 7 月に運転を開始した後、それに利用されている各坑井の生産・還元データが取得されている。また、2012 年 10 月までには、発電所拡張を目的とした生産調査井 (PGP-28) が東部域に掘削され、開発可能な貯留層の東方への広がりが確認された。それら 2011 年 4 月以後に取得されたデータを利用して、貯留層概念モデルの見直し・確認を行った。さらにその結果に基づき、既存の貯留層数値モデルを、過去に取得されたデータと新たに取得されたデータの両方を十分良く再現できるまで再較正することによって更新した。更新された数値モデルを用いて、ラス・パイラス地域全体の地熱資源量の上限を見積もった。

(2) テクトニックモデルのレビュー

過去の調査において構築された地質構造モデルに対して、地球科学的データに基づく再検討を行った。ラス・パイラス地域で取得された地熱資源に関するデータおよび情報に加えて、やや広域の地質構造に関するデータを収集し、検討することにより、ラス・パイラス地域の既存地質構造モデルをさらに改良した。PRISM や ALOS (Advanced Land Observing Satellite) といった高品質の衛星画像を入手し、衛星画像データの解析によって地質構造モデルを改良した。

(3) 拡張計画の補正

上記の検討結果に基づき、第4次～第6次国内作業のなかで、拡張規模の見直しを含めて掘削計画・パイプライン概念設計・発電設備概念設計を再度行うとともに、建設費・運用費の再見積り、運用効果指標の見直し、FIRR/EIRRの再計算、温室効果ガス抑制効果の再計算を行った。これらの結果は、この「ラス・パイラス II ドラフトレポート(2)」と「ファイナルレポート」に記載される。

1.5 業務実施フローチャート

調査手順を図 1.5-1 のフローチャートに、作業工程計画を図 1.5-2 に示す。業務従事者ごとの担当業務内容を記した調査構成団員リストを表 1.5-1 に示す。

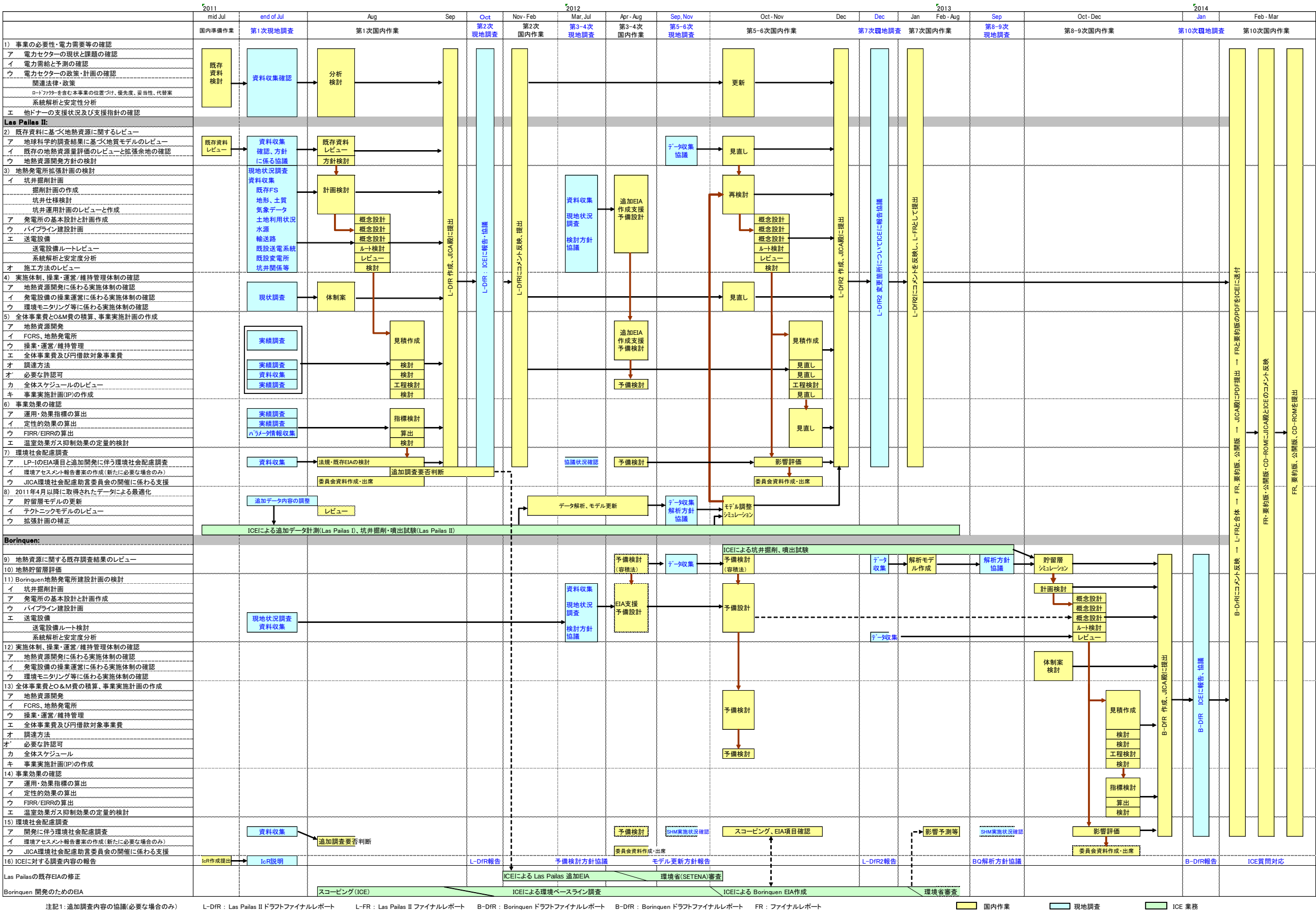


図 1.5-1 業務フローチャート

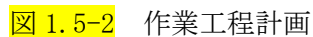


表 1.5-1 調査構成団員リスト

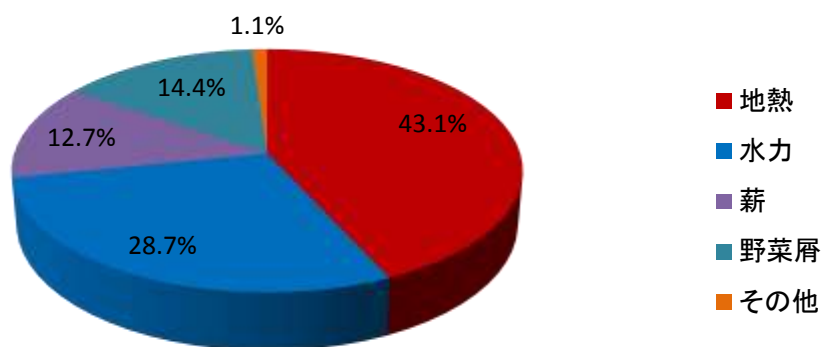
氏名	担当	業務内容
山本 健	総括/地熱発電所 (機械)	総括業務、発電所の基本設計・計画作成、調達 方法検討
エンリケ リマ	副総括/地熱資源評価	総括業務補佐、地熱資源に関する既存調査結果 のレビュー(取纏め)、実施体制の確認、O&M 費 取纏め
末吉 喜和	坑井掘削	坑井掘削計画、地熱資源開発に係わる実施体制 の確認
畠中 英樹	坑井試験	各種坑井試験・噴気試験の既存データレビュー 、坑井試験計画
伊利 沙汀	環境社会配慮 A	環境モニタリング等に係わる実施体制の確認、 必要な許認可の確認、温室効果ガス抑制効果の 検討、スコーピング、環境影響予測
南坊 進二	環境社会配慮 B	既存 EIA 分析、現地資料収集・分析、ベースラ イン検討
近藤 伸也	地熱発電所 (電気)	運用効果指数の算出、送電設備
南新 昭次	地熱発電所 (パイプライン)	パイプライン基本設計・建設計画
酒村 建治	送電線・変電所	電力事情・電力需要等の確認、送電設備
杉村 麻衣子	経済・財務	事業の必要性・電力需要等の確認、他ドナーの 支援状況及び支援指針の確認、全体事業費及び 円借款対象事業費、FIRR/EIRR の算出
副田 宣男	地熱資源調査 (地質・構造地質)	地熱資源に関する既存調査結果のレビュー
松田 鉦二	地熱資源調査 (地化学)	地熱資源に関する既存調査結果のレビュー
本田 満	地熱資源調査 (物理探査)	地熱資源に関する既存調査結果のレビュー
福岡 晃一郎	地熱資源調査 (貯留層)	地熱貯留層評価、地熱資源開発方針の検討

2 電力セクターの状況と本プロジェクトの必要性

2.1 電力セクターの状況

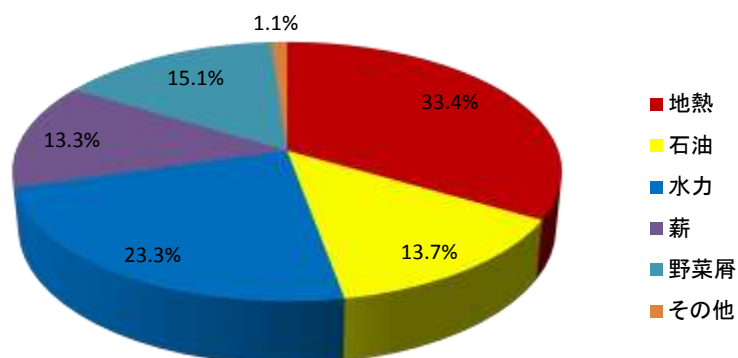
2.1.1 コスタリカ国のエネルギー状況

コスタリカは、非石油産出国であるため、石油は全量を輸入で賄っている。よって、図 2.1-1 に示されるように、2009 年の同国の一次エネルギーの生産量 125,112 TJ は全て再生エネルギーによるものである。一次エネルギーの 2009 年の輸入量は 17,094TJ で、そのほぼ 100%が石油である。図 2.1-2 は同国の一次エネルギーの供給状況を示す。一方、一次エネルギーの消費は、60%以上が産業部門である（図 2.1-3）。また、二次エネルギーの生産・輸出入・供給と部門別の消費状況について、それぞれ図 2.1-4、図 2.1-5 に示す。



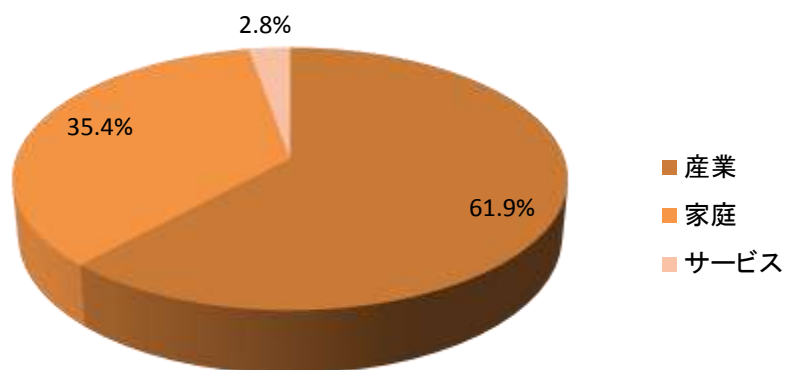
[出典: Balance Energetica Nacional 2009, MINAET]

図 2.1-1 コスタリカ国内一次エネルギー生産（2009 年）



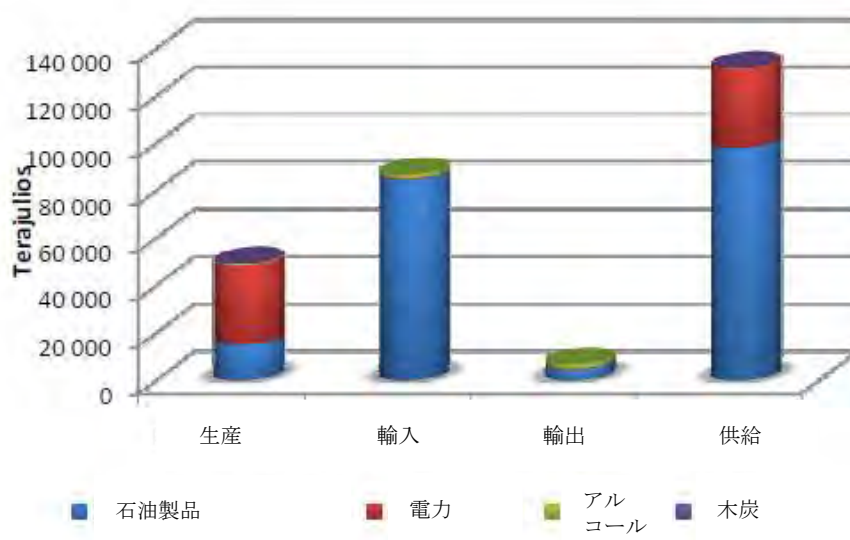
[出典: Balance Energetica Nacional 2009, MINAET]

図 2.1-2 コスタリカの一次エネルギー供給状況（2009 年）



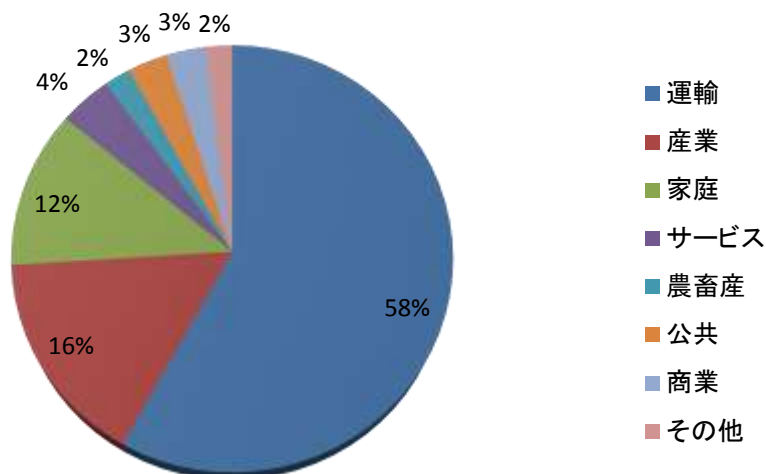
[出典: Balance Energetica Nacional 2009, MINAET]

図 2.1-3 コスタリカの一次エネルギーの部門別消費状況 (2009 年)



[出典: Balance Energetica Nacional 2009, MINAET]

図 2.1-4 コスタリカの二次エネルギーの生産・輸出入・供給状況 (2009 年)



[出典: Balance Energetica Nacional 2009, MINAET]

図 2.1-5 コスタリカの二次エネルギーセクター別消費状況 (2009 年)

上記のとおり、国内で経済的に開発可能なエネルギー資源としては、再生可能エネルギーのみであるが、その中で水力が圧倒的なポテンシャルを有している。しかしながら、水力は地元住民の反対や国立公園内という立地条件から開発が困難となるケースが多く、さらに電源の多様化という観点からも、水力の次にポテンシャルを有する地熱開発への期待は高くなっている。水力、地熱に続いて、同国では風力もラテンアメリカ地域ではいち早く、1997 年より導入されている。また今後の技術と設備への投資条件によっては、バガスも競争力のある再生可能エネルギー資源と成り得ると考えられている。表 2.1-1 に同国の再生可能エネルギーのポテンシャルを示す。

表 2.1-1 コスタリカの再生可能エネルギーのポテンシャル

電源	特定済みMW	設置済みMW	設置済み/特定済み
水力	6474	1692	26%
地熱	257	195	76%
風力	274	129	47%
バイオマス	95	39	41%
合計	7100	2053	29%

[出典: Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

2.1.2 関係法・関係機関

環境・エネルギー・通信省 (MINAET:Ministerio de Medio Ambiente, Energía y Telecomunicación) は、同国の環境・エネルギー・通信分野における政策立案及び監督官庁である。電気事業についての政策決定、再生可能エネルギーについての政策、運営等を担っている。

規制機関は、公共サービス規制機関（ARESP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos）であり、電気事業における規制全般、電気料金の設定及び新規参入企業や実施プロジェクトの認定を担う。ARESP は、電気料金のほかに、通信、水道、交通などの公共サービス料金の設定を担当しており、需要家からの料金等の苦情等に対応する仲裁機関ともなっている。

電力事業の運営は、国営電力公社であるコスタリカ電力公社（ICE）とその傘下にある配電会社（CNFL: Compania Nacional de Fuerza y Luz）を中心に、市営電力公社のカルタゴ市営電力公社（JASEC）、ヘルジア市営電力公社（ESPH）、及び電化協同組合であるサンカルロス電化共同組（COOPELESCA）、グアナカステ農村電化協同組合（COOPEGUANACASTE）、ロスサントス農村電化共同組合（Coopesantos R.L.）により運営されている。さらに、長期契約を通じて ICE に売電を行う民間事業者（IPP 等）もある。

1980 年代には、コスタリカも中南米債務危機の影響を受け、多額の対外債務を抱えることになったため、電気事業においても公的資金の調達が困難になり、民間資本の導入を認めざるを得なくなった。そのため、1990 年に「法律第 7200 号」において、初めて民間事業者の参入を制定した。その要点は 1) IPP、自家発電及び再生可能エネルギー分野への民間参入、2) 電力設備プロジェクト及び国営電力公社への民間資金の導入（全体の 35% 未満）、を認めたものであった。しかし、「20 MW 以下の発電設備容量で国内総発電容量の 15% まで」という参入条件があり、新規参入は限定的であった。そのため、1995 年に民間参入の拡大を目的に「法律 7508 号」が制定され、「50 MW 以下の発電設備容量で国内総発電量の 30% まで」に条件が緩和された。しかし、それ以降は、電気事業の改革は進展しておらず、ICE を中心とする電気事業の発送配電一貫の供給体制が維持されている。図 2.1-6 に同国の電気事業体制を示す。

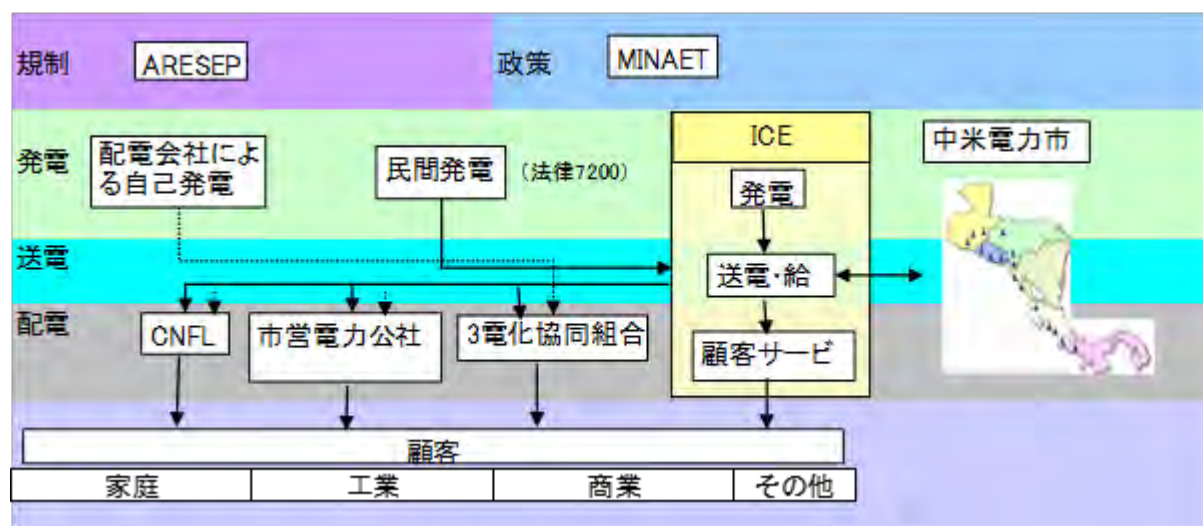
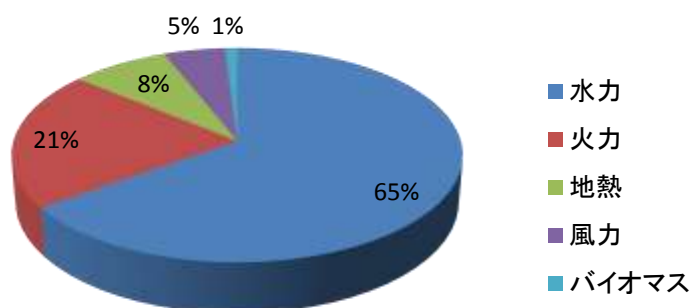


図 2.1-6 コスタリカ電気事業体制

2.1.3 電力設備

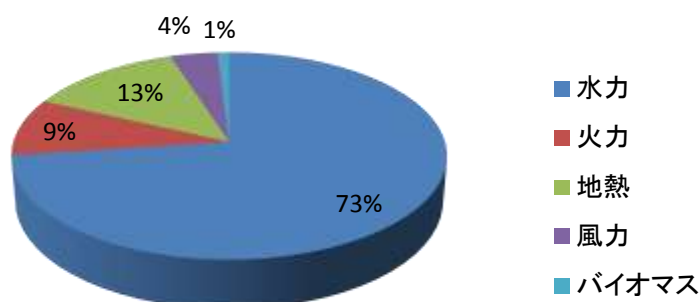
(1) 発電設備

発電事業は、コスタリカ電力公社、その傘下にある配電会社(CNFL)及び 2 市営電力公社、3 電化協同組合および 32 の民間事業体により運営されている。2011 年の設備容量合計は 2,590 MW で、その内訳は、水力 65%、火力 21%、地熱 8%、風力 5 %、バイオマス 1%となっている。このうち 77%が ICE 保有の設備であり、14%が民間企業の保有設備である。配電会社は発電設備容量全体の 9%を占める発電所を保有している。発電量では、2011 年の全発電量 9,760 GWh(前年比 2.7%増)の内、水力 73%、火力 9%、地熱 13.1%、風力 4%、バイオマス 1%であった。図 2.1-7 にコスタリカの電源別発電設備容量を、図 2.1-8 に発電量を示す。



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

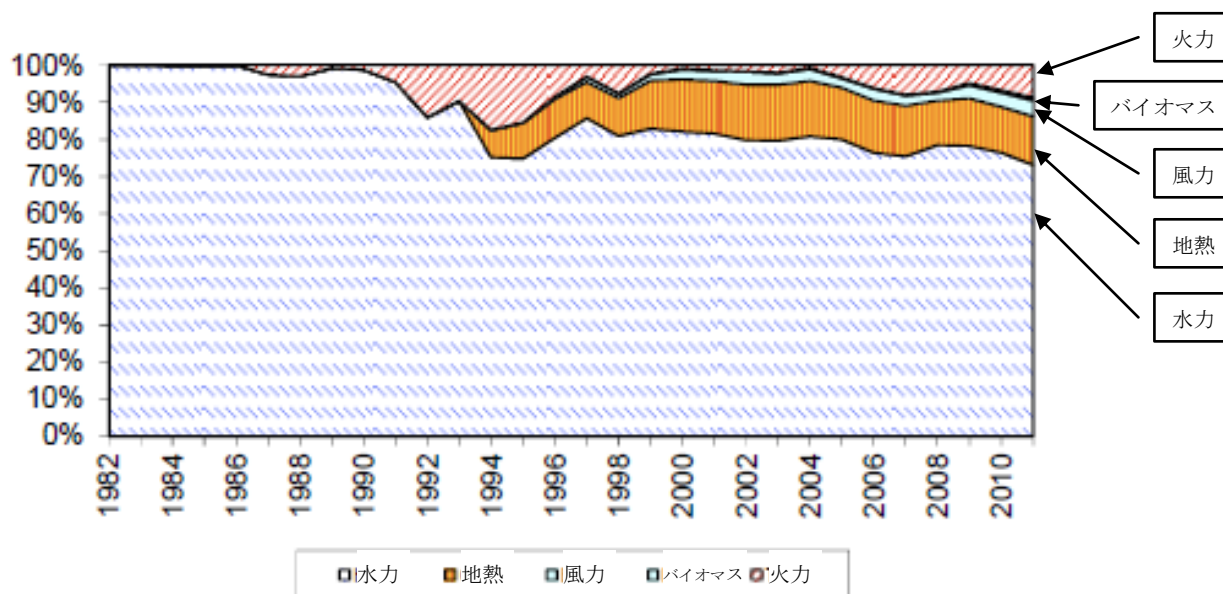
図 2.1-7 コスタリカ国電源別設備容量 (計 2590MW, 2011 年)



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.1-8 コスタリカ国電源別発電量(計 9760GWh, 2011 年)

発電の電源別推移を見ると、**図 2.1-9** で示されるとおり、一貫して水力が中心であったが、1990 年代からは火力(石油、ガス)が増強され、1994 年には旱魃の影響もあり、火力発電は最大で 17.4%を占めた。一方で、同年に地熱が導入され、1997 年からは風力が導入され、その後、天候条件が改善されたことにより水力の利用も増えたことから、2000 年に入ると火力発電の利用は最小限となった。2005 年以降は若干火力発電が増える傾向であるが、2011 年には全発電量の 9%に留まっており、ベース電源の水力、地熱に対して、ピーク対応もしくは民間事業者の自家消費で火力発電が利用されている。



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.1-9 発電の電源別推移

(2) 送配電設備

国内送電系統(SEN: Sistema Eléctrico Nacional)は、ICE によって所有及び運用されている。2008 年時点で、SEN の送電線は 230 kV が 1,083 km、138 kV が 727 km である。国際連系線は、ニカラグア-コスタリカ間 (80 MW 容量)、パナマ-コスタリカ間 (100 MW 容量) が連系されており、今後は中米電力連結システム (SIEPAC) の送電線敷設、中米電力市場 (MER) の創設によって域内への電力輸出及び取引の拡大が期待されている。変電所は全国 41 箇所、計 7,606 MVA である。1996 年以降、配電システムはすべて SEN に統合され、孤立システムは存在しない。**図 2.1-10** に SEN の送電網を、**表 2.1-2** に 2010 年から 2030 年の送電線拡張計画を示す。

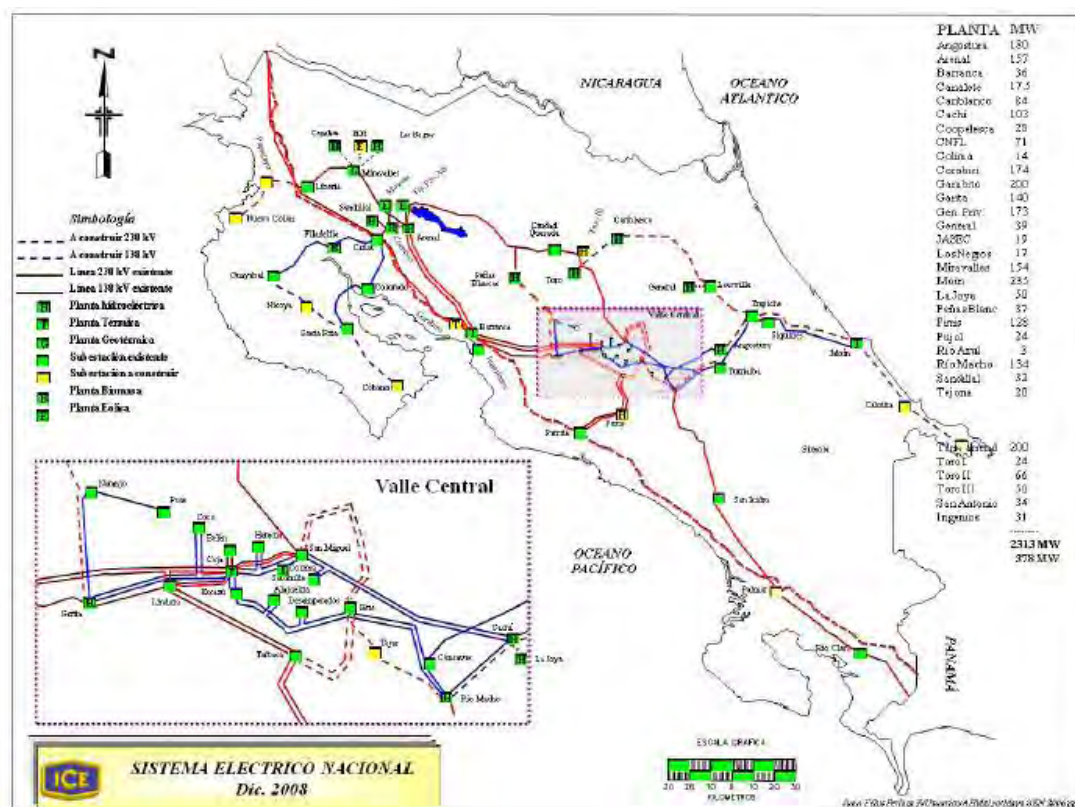


図 2.1-10 コスタリカ国内送電網

表 2.1-2 2010 年から 2030 年の送電線拡張計画

Entrada en operación		PROYECTO		
Año	Trimestre	Proyecto	Tensión (kV)	Detalles de las obras de transmisión asociadas
2010	4	Anillo de la Amistad	230	LT Cahuita - Frontera con Panamá
		Rio Macho - San Miguel	230	LT Rio Macho - San Miguel
		Liberia - Papagayo - Nuevo Colón	230	ST Liberia, cambio de esquema de subestación a doble barra con interruptor de enlace
		Garita - Poás	138	LT Garita - Poás
		SIEPAC	230	LT Rio Claro - Veladero
	1	Incremento en la capacidad de transporte	230	LT Arenal - La Caja de 300 MVA a 400 MVA
		Incremento en la capacidad de transporte	230	LT Arenal - Corobici de 200 MVA a 400 MVA
		Barras de alta tensión	138	ST Coco, instalación de barra auxiliar
		SIEPAC	230	LT Tiquantepe - Cañas, LT Cañas - Parrita
PT Garabito		230	Derivación de la LT Arenal - La Caja en la ST Garabito y creación de la LT Arenal - Lindora	
Poás y Compensación PT Garabito		34.5	Ampliación de la barra 34.5 kV, instalación de un banco de capacitores 12 MVAR	
Compensación PT Garabito		34.5	ST Juanillama y ST Barranca, instalación de un banco de capacitores 12 MVAR	
2011		2	Barras de alta tensión	230
	Peñas Blancas - Garita		230	ST Garita 230 KV, derivación de la LT Barranca - Lindora #2
	Incremento en la capacidad de transporte		138	LT Angostura - Turrialba - Cachi de 110 MVA a 190 MVA
	Ciudad Quesada - San Miguel		230	LT Cariblanco - San Miguel, desvío por daños en la línea
	SIEPAC		230	LT Palmar - Rio Claro
	3	Conexiones de media tensión	34.5	ST Juanillama y ST Leesville, ampliación de la barra 34.5 kV
		Tarabaca	230	LT Undora - Parrita circuito 2, derivación de circuito 2 en la ST Tarabaca 230 KV
		Barras de alta tensión	138	ST Sabanilla, ST Desamparados, ST Alajuelita y ST Turrialba, instalación de barra auxiliar
		La Caja - Colima	230 y 138	Desvío de la LT La Caja - Colima 138 KV y la LT Lindora - San Miguel 230 kV en torres de 4 circuitos, incremento de la capacidad de transporte de LT Caja - Colima 138 kV, LT Caja - Heredia 138 kV y LT Heredia - Colima 138 kV a 190 MVA
		4	Peñas Blancas - Garita	230
	La Caja		138	LT La Caja - San Antonio, instalación de un transformador de 46 MVA
	Incremento en la capacidad de transporte		230	LT Liberia - Amayo de 250 MVA a 340 MVA
Tejar	230		ST Tejar 230 kV, derivación de la LT San Miguel - Rio Macho	
PH Pirris	230		ST Pirris 230 kV, derivación de la LT Parrita - Tarabaca circuito 2	
PG Pailas	230	ST Pailas 230 kV, derivación de la LT Liberia - Mogote		
		Inversión	Preinversión (Factibilidad)	Preinversión (Prefactibilidad)

Entrada en operación		PROYECTO		
Año	Trimestre	Proyecto	Tensión (kV)	Detalles de las obras de transmisión asociadas
2012	1	Barras de alta tensión	230	ST Río Claro, cambio de esquema de subestación a doble barra con interruptor de enlace
		Incremento en la capacidad de transporte	138	LT Angostura - Cóncavas de 230 MVA a 300 MVA
		Cariblanco - Trapiche	230	ST Trapiche 230 kV, derivación de la LT Moín - Río Macho
		Barras de alta tensión	230	ST Corobici, cambio de esquema de subestación a doble barra con interruptor de enlace
		Incremento en la capacidad de transporte	230	LT Cañas - Corobici de 345 MVA a 700 MVA
	2	Incremento en la capacidad de transporte	230	LT Arenal - Miravalles - Mogote - Liberia de 250 MVA a 400 MVA y LT Liberia - Cañas de 300 MVA a 400 MVA
		Miravalles 5	34.5	ST Miravalles, separación de barras de 34.5 kV, reconstrucción LT Miravalles - Miravalles 5 a doble circuito
		PH Toro 3	230	ST Venecia 230 kV, derivación de la LT Ciudad Quesada - Toro
	3	Coyol	230	ST Coyol 230 kV, derivación de la LT Garabito - La Caja
		Coronado	230	ST Coronado 230 kV, derivación de la LT San Miguel - Tejar
	4	Río Claro - Progreso	230	Desvío de la LT Río Claro - Progreso 230 KV por daños en la línea
		SIEPAC	230	LT Parrita - Palmar
		Anonós	138 y 34.5	Reconstrucción e instalación de 2 transformadores de 45 MVA
		San Isidro	230 y 34.5	Ampliación de la barra de 34.5 kV e instalación de transformador reductor 345 MVA
2013	1	Trapiche	230 y 34.5	ST Trapiche 230 kV, instalación de transformadores reductores 1 y 2 45 MVA para el traslado de toda la demanda desde la ST Siquirres
		Medición de energía	230 y 138	Instalación del sistema de medición comercial en las subestaciones compatible con los requerimientos del Mercado Eléctrico Regional
		PH Chucús	230	ST Garita, LT Garita - Chucús 230 kV
		PH Capulín	230	ST Atenas 230 kV, derivación de la LT Barranca - Garita
		PH Torito	230	ST Torito 230 kV, derivación LT Río Macho - Trapiche
		Tejona	230	ST Tejona 230 kV, derivación LT Arenal - Peñas Blancas
	2	Cariblanco - Trapiche	230	Ampliación de la ST General 230 kV, LT Cariblanco - General 230 KV
		Barras de alta tensión	138	ST Colorado, instalación de barra auxiliar
		PH Cachi U4	138	Ampliación de la ST Cachi 138 kV, instalación de transformador elevador 46 MVA
	3	PH Diquís	230	LT Parrita - Palmar circuito 2
		Anillo Sur	230	ST El Este 230 kV, derivación de la LT Coronado - Tejar, LT San Miguel - El Este 230 KV circuito 2
		Río Macho	230 y 138	Modernización del sistema de control y cambio de esquema de subestación de 138 kV a doble barra con interruptor de enlace
		Cóbano	138	ST Cóbano, ampliación de la ST Santa Rita, LT San Rita - Cóbano
		Jacó	230	ST Jacó 230 kV, derivación LT Cañas - Parrita
		Cariblanco - Trapiche	230	Reconstrucción de la LT Leesville - Trapiche
	4	PH Reventazón	138	LT Cachi - Río Macho 138 KV
		PH Balsa	230	ST Balsa 230 kV, derivación de la LT Peñas Blancas - Garita
2014	3	PH Reventazón	230	ST Reventazón 230 kV, derivación de la LT Trapiche - Torito
2015	3	Anillo Sur	230	ST Higuito 230 kV, ampliación ST Tejar, reconstrucción de la LT Este - Tejar, LT Tarbaca - El Este 230 KV con la derivación a ST Higuito 230 KV
2016	1	Refuerzo de Transmisión Central Oeste	Por definir	Por definir
	3	PH Reventazón	230	Reconstrucción de la LT Río Macho - Tejar, ampliación ST Tejar 230 kV, creación de la LT Moín - Tejar, derivación de la LT Moín - Tejar en la ST Reventazón
	4	PH Diquís	230	ST Diquís 230 KV, ST Rosario 230 KV, derivación del segundo circuito SIEPAC a ST Diquís
2017	1	Refuerzo de Transmisión Anillo Norte	Por definir	Por definir
		Refuerzo de Transmisión Península de Nicoya	Por definir	Por definir
	3	PH Diquís	230	LT Diquís - Rosario 230 KV, reconstrucción LT Palmar - San Isidro - Río Macho, derivación de la LT San Isidro - Palmar a ST Diquís
2018	1	Transformación de energía	Por definir	Por definir
2019	1			
2020	1	PH Brujo 1	Por definir	Por definir
2021	1	PH Savegre	Por definir	Por definir
2022	1	PH Pacuare	Por definir	Por definir
		Refuerzo de Transmisión Norte - Centro	Por definir	Por definir
		PH Brujo 2	Por definir	Por definir
		PH RC 500	Por definir	Por definir

Inversión	Preinversión (Factibilidad)	Preinversión (Prefactibilidad)
-----------	-----------------------------	--------------------------------

[出典：Plan de Expansion de la Tranmision 2010-2030, ICE 2010]

配電部門では、CNFL が需要家密度の高いサンホセ首都圏、ICE がその他地域を供給しており、両者の顧客件数は全国の約 80%を占める。その他市営電力公社や電化協同組合が供給している地域もある。独自の発電設備を有する配電会社を除いて、給電は ICE の給電指令所に集中化

されている。また SEN でカバーされない遠隔地域については ICE が太陽光パネルを設置して、世帯や小規模店などのニーズに対応している。1998 年から 2009 年までに ICE の農村電化プログラムにより、太陽光パネルが 1,500 パネル、最大発電量 140 kW 分設置された。図 2.1-11 に電力会社別サービス地域を示す。なお、2010 年時点でのコスタリカの電化率は 99.28% で、中南米地域では最も高い。

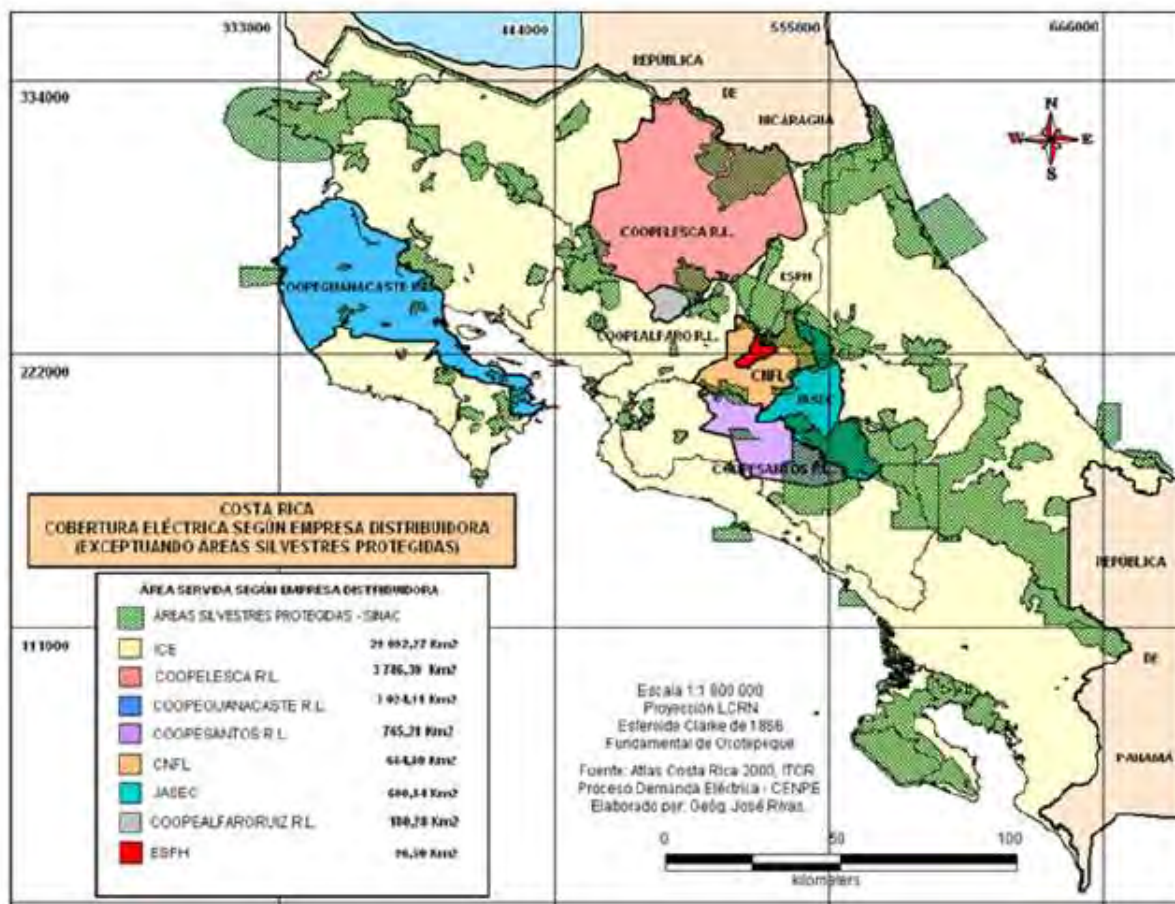
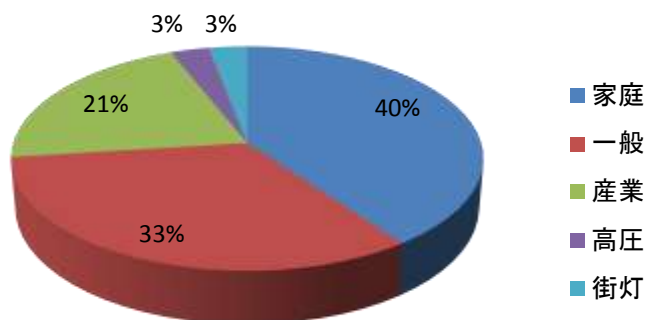


図 2.1-11 電力会社別サービス地域

電力の販売量については、2010 年合計で 8 485 GWh であった。部門別内訳を図 2.1-12 に示す。



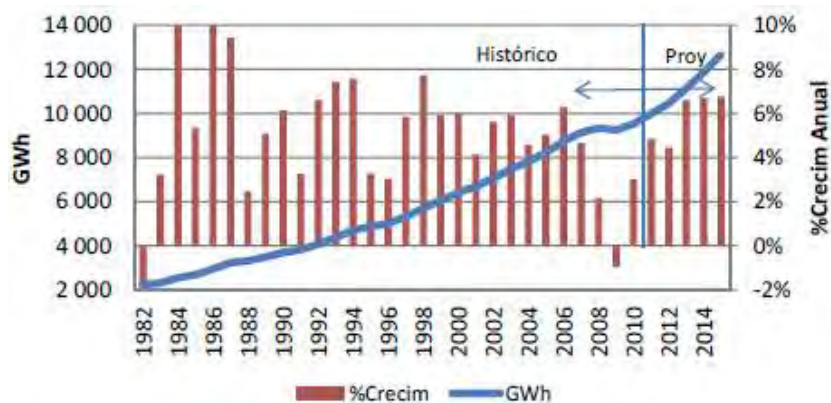
[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.1-12 部門別電力販売量

2.2 電力需給の現状と予測

2.2.1 電力需給の状況

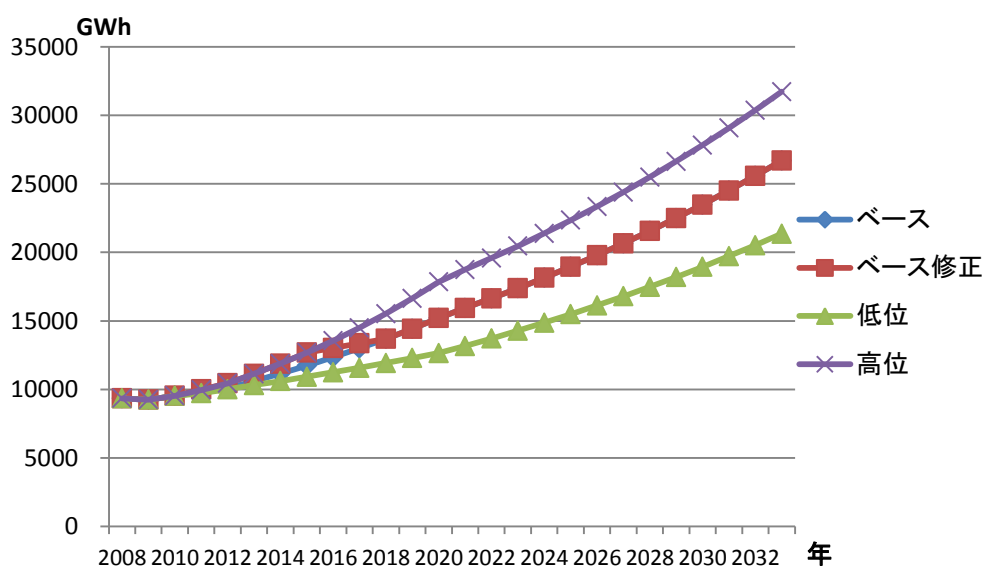
1990 年から 2007 年までの電力需要は毎年 5%増であったが、2008 年は世界経済危機の影響で前年比 2%減となり 2009 年にはマイナス成長となった。その後も需要の伸び率は低調が続いている（図 2.2-1）。しかしながら国の電源開発に示される今後の電力需要予想では、短期的な最大需要への十分な対応のため、今後 2 年間の経済回復期を経て 2013 年以降は電力需要の伸び率 6.6%を見込んだベース修正シナリオを含め、図 2.2-2 に示されるような 4 つのシナリオ（低位、ベース、ベース修正、高位）を設定している。



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.2-1 電力需要と伸び率の推移及び今後の予想

年	発電 (GWh)			
	ベース	ベース修正	低位	高位
2008	9343	9343	9343	9343
2009	9253	9253	9253	9253
2010	9533	9533	9533	9533
2011	9798	9994	9724	9947
2012	10088	10441	10016	10441
2013	10605	11132	10309	11132
2014	11152	11877	10610	11877
2015	11731	12682	10921	12682
2016	12345	13019	11244	13554
2017	12999	13356	11578	14500
2018	13693	13693	11924	15526
2019	14430	14430	12282	16639
2020	15212	15212	12652	17845
2021	15943	15943	13166	18742
2022	16646	16646	13712	19583
2023	17381	17381	14281	20463
2024	18149	18149	14873	21384
2025	18950	18950	15488	22347
2026	19785	19785	16128	23351
2027	20654	20654	16793	24400
2028	21560	21560	17482	25494
2029	22505	22505	18200	26636
2030	23489	23489	18945	27829
2031	24515	24515	19720	29073
2032	25585	25585	20525	30373
2033	26702	26702	21363	31731



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.2-2 電力需要予測

2.2.2 SIEPAC(中米国際連系)

中米諸国の国際連系は、2 国間で 1970 年代半ばから部分的に進められてきた。1976 年にはホンジュラスーニカラグア、1982 年にはコスタリカーニカラグアが、1986 年にはコスタリカーパナマ及びグアテマラーエルサルバドルが連系した。さらにコスタリカ - パナマ間のカリブ海岸沿いを結ぶ「友情の環 (Anillo de la Amistad)」と呼ばれる 1 回線の敷設工事が 2011 年に完工した。

中米 6 カ国の本格的な電力連系を目的とする全長 1,800 k m に渡る中米国際連系（SIEPAC）は、IDB が資金面・技術面で全面的な支援を行ってきたのに加え、各国の電力公社、スペインの ENDESA（Endesa S. A.：エンデサ電力会社）、コロンビアの ISA（Interconexion Electrica S. A.：コロンビア送電公社）、メキシコの CFE（Comision Federal de Electricidad：メキシコ連邦電力庁）が送電線オーナーとして資本参加している。既存の連系設備に加えて追加の送電設備を建設することによって、第一フェーズの 2014 年までにグアテマラからパナマまでの地域で 300 MW の電力融通を可能にする。これに加え、メキシコやコロンビアからの石油や天然ガスの輸入に対するスケールメリットの創出、電源の多様化によるハリケーン被害に備えたエネルギーセキュリティと安定した系統運用の確保までを視野に入れたものである。

SIEPAC の 230 kV 新規送電線建設はコスタリカ国内の Parrita-Palmar Norte 間を除いて完工しており、2012 年に稼動を開始する。図 2.2-3 に SIEPAC の連系図を示す。



[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

図 2.2-3 中米国際連系（SIEPAC）

SIEPAC の意義は、国際連系線敷設という設備面に加えて、中米に各国の電力市場とは別に第 7 の市場として「中米電力市場（MER: Mercado Eléctrico Regional）」が創設されたことにある。よって SIEPAC には、制度面として、中米電力市場の創設に付随して、地域送電会社(EPR: Empresa Proprietaria de la Red)の設立、地域規制委員会（CRIE:Comision Regional de Interconexión Electrica）の設置、地域市場運営機構（EOR：Ente Operadora de la Red）の運営が含まれる。

また 2010 年には、メキシコ(Tapachula)とグアテマラ(Brillantes)の送電線(103km, 400kV)が開設された。第一フェーズではメキシコからグアテマラへ 200MW、グアテマラからメキシコへ 70MW 分の送電が可能となる。

表 2.2-1 に現在及び将来の中米諸国間の電力取引可能量を示す。

表 2.2-1 現在及び将来の中米諸国間電力取引可能量

国際連系	稼働開始	容量×年(MW)						
		パナマ ⇄コスタリカ	コスタリカ ⇄ニカラグア	ニカラグア ⇄ホンデュラス	ホンデュラス ⇄エルサルバドル	ホンデュラス ⇄グアテマラ	エルサルバドル ⇄グアテマラ	コロンビア ⇄パナマ
SIEPAC1回線	2012	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	0/0
	2013	150/150	150/150	150/150	150/150	150/150	150/150	0/0
	2014	300/300	300/300	300/300	300/300	300/300	300/300	0/0
コロンビア-パナマ 1	2015							
SIEPAC2回線	2020	450/450	600/500	600/564	600/560	600/600	600/600	300/300
コロンビア-パナマ 2	2020							
								600/600

[出典：Plan de Expansion de la Generacion Electrica, ICE, 2012]

コスタリカでは、供給の不足分はこれまでニカラグア、パナマからの輸入によって賄われており、1990 年代後半から電力の輸入超が続いているため、今後は中米電力市場を通じた電力輸入も同国にとって重要な選択肢となる。一方、電源開発計画で計画されている Reventazón 水力発電所、Diques 水力発電所など大規模な水力発電所が稼働を開始すれば、コスタリカから周辺国への輸出や中米電力市場での売電も十分想定される。

2.3 電力政策

2.3.1 国家開発計画とエネルギー政策

コスタリカは、前政権期の 2007 年に、2021 年までに自国の二酸化炭素排出量と吸収量を相殺する「カーボンニュートラル」を達成することを目標に掲げており、現政権においてもその実現のための取り組みは最重要課題のひとつに位置づけられている。

「2011 年～2014 年国家開発計画」では、1) 社会的弱者への配慮、2) 市民の安全と社会平和、3) 環境保全、4) 競争力強化、が戦略の 4 つの柱に挙げられているが、特に 3) と 4) に関連して、環境と調和した持続的な経済成長の達成のために再生可能エネルギー（特に水力、地熱）の利用の重要性が強調されている。具体的には、2014 年までに発電の 95%を再生可能エネルギーで行うことが目標に掲げられている（ベースラインは 2009 年時点の再生可能エネルギー発電設備容量 1,839 MW。これを 2014 年までに 334 MW 増強する。）。

この国家開発計画に基づいて、環境エネルギー通信省は、2010 年に「わが国の新しいエネルギーモデルに向けて」という国のエネルギー政策の指針を発表している。それによると、エネルギー政策の目的として、1) 環境に優しいクリーンエネルギーの持続的開発、2) 輸入化石燃料への依存度の低減、3) 輸入化石燃料の、アルコール、バイオディーゼル、水力、地熱、バイオマス、風力、太陽光エネルギーによる代替、4) クリーンエネルギーを利用した効率的交通システ

ムの構築、5) エネルギーの多様な形態による合理的・効率的利用、6) エネルギーセクター関連機関の競争力強化、7) 生産性向上のためのデジタル技術の利用促進、が挙げられている。そのために電力セクターにおいては、以下の7つの戦略が打ち出されており、再生可能エネルギー発電の促進、特に ICE による地熱開発の推進が重点項目のひとつとなっている。

- ① ICE は今後 10 年で再生可能エネルギー発電設備を少なくとも 1,400 MW 増強する。
- ② ICE 以外の民間企業、配電会社などが、今後 10 年で 600 MW の新規の再生可能エネルギー発電事業を行うための法整備を行う。
- ③ ICE が 2 箇所の国立公園において保全を原則としつつ地熱開発を行えるよう、環境当局と調整しながら方策を模索する。消費者自身による小規模水力、風力、太陽光、バイオマス発電を支援する。
- ④ コスタリカはその再生可能エネルギーのポテンシャルにより、中米電力市場のもたらす機会を活用する。
- ⑤ 地域、国レベルでのクリーンエネルギーの製造・開発に関連する産業クラスターの振興。
- ⑥ エネルギーの効率利用の促進に関する法整備を通じて、あらゆる消費セクターにおける省エネ・節電を推進する。
- ⑦ すべての教育課程でエネルギーの価値に関する教育をプログラムに入れる。

以上、コスタリカにおける地熱開発は、環境保全や化石燃料への依存度の低減のために再生可能エネルギーを推進するという国の開発計画及びエネルギー政策の方針の中に位置づけられるものである。

2.3.2 電源拡張計画

国の電源拡張計画は、以上の国家開発計画やエネルギー政策に沿い、ICE によって策定されている。ここでは次の6点に重点が置かれている。

- ① 環境と開発：環境へのネガティブな影響を最小限にし、ポジティブな影響を大きくするよう十分な環境社会配慮を行う。
- ② 石油依存の低減：コスタリカの火力発電所の割合は非常に低いが、さらに石油依存を減らす。
- ③ 再生可能エネルギー：化石燃料依存の低減とクリーンエネルギーによる持続的開発のため再生エネルギー利用を促進する。さらに再生可能エネルギーの電源多様化を進める。
- ④ 地域電力市場：地域電力市場への国の積極的参加を進める。
- ⑤ 発電への投資：発電事業への莫大な投資ニーズに対応するため、配電会社、民間企業が発電事業へ投資ができるような官民連系スキームを確立する。
- ⑥ エネルギー価格：最小限の費用で、国の電力需要を質・量ともに満たす発電を行う。

電源拡張計画の最新版は 2012 年 3 月に策定されたもので、2012 年～2024 年を対象としており、表 2.3-1 のとおりである。その中で、Moin コンバインドサイクル発電所（93 MWx2）Diquis 水力発電所(608 MW) の計画通りの稼働開始が国にとって必要とされている一方、水力を国の基本的電源と位置づけ、Reventazon, Diquis, Pacuare Savegre などの大規模水力発電所が国の化石燃料への依存を減らし、また温室効果ガス排出削減の観点からも重要としている。また水力のみでなく、地熱・風力といった再生可能エネルギーによる電源の一層の多様化が重要とされている。地熱に関しては、2018 年、2019 年、2020 年に各 1 件（35 MW）が計画されている。同計画における 2016 年までのプロジェクトはすべて建設中あるいは契約済みのプロジェクトであり、それ以降は、ラス・パイラス II、ボリンケン I、II の地熱案件を含めフィージビリティスタディの完了していないプロジェクトである。よってフィージビリティスタディが完了次第、優先順位が見直されることになる。

表 2.3-1 2012 年-2024 年の電源拡張計画

年	月	プロジェクト	電源	MW	累積設備容量 (MW)	需要予測 (MW)*
2011年12月現在の設備容量合計					2590	
2012	1	Colima	火力	-14	2576	1008
	5	Cubujuquí	水力	22	2598	
	5	Valle Central	風力	15	2613	
	6	Moín 1	火力	-19.5	2594	
	12	CATSA	バイオマス	8	2602	
	12	Cutris	バイオマス	3	2605	
	12	El Palmar	バイオマス	5	2610	
	12	Tacares	水力	7	2617	
2013	2	Toro 3	水力	49.7	2666	
	6	Anonos	水力	3.6	2670	
	9	Balsa Inferior	水力	37.5	2707	
2014	5	Río Macho	水力	-120	2587	1115
	5	Río Macho Ampl.	水力	140	2727	
	6	Chucás	水力	50	2777	
	6	Cachí	水力	-105	2672	
	9	Cachí 2	水力	158.4	2831	
	10	Moín 2	火力	-130.5	2700	
2015	1	Capulín	水力	48.7	2749	1173
	1	Torito	水力	50	2799	
	1	CC Moín 1	火力	93	2892	
	1	CC Moín 2	火力	93	2985	
	1	Chiripa	風力	50	3035	
2016	1	Reventazón Minicentral	水力	13.5	3048	1235
	1	Reventazón	水力	292	3340	
2017					3340	1300
2018	1	地熱プロジェクト 1	地熱	35	3375	1369
2019	1	Diquís	水力	623	3998	1443
	1	Diquís Minicentral	水力	27	4025	
	1	地熱プロジェクト 2	地熱	35	4060	
2020	1	水力プロジェクト 1	水力	50	4110	1521
	1	風力プロジェクト 2	風力	50	4160	
	1	風力プロジェクト 3	風力	50	4210	
	1	地熱プロジェクト 3	地熱	35	4245	
	1	RC-500	水力	58.4	4304	
2021					4304	1594
2022					4304	1664
2023					4304	1738
2024					4304	1815

*需要予測は、ICE「2012-2024発電拡張計画」におけるベースシナリオによる。

2.4 他の援助機関の支援

コスタリカの電力セクターにおける主要な支援機関は米州開発銀行(IDB)である。IDB のセクター戦略は、制度的法的枠組みの強化、電源開発プロジェクトの支援、さらにエネルギーミックスの持続性の確保である。さらに、IDB は、コスタリカ政府が電力・通信セクターで進める制度改革に ICE が順応するための支援を行っている。

例えば、ICE が政府保証付きの融資を徐々に削減し資本市場で資金調達ができるような支援を行っている。具体的には、ICE の電力開発プログラムに対する 500 百万ドルを限度とするクレジットラインを出しており、2007 年にその第一次オペレーションとして ICE の 2008 年から 2011 年の電力開発プログラムを支援するため 250 百万ドルが承認された。第二次オペレーションとして残りの 250 百万ドルが 2012 年 7 月に承認された。この内、98 百万ドルが Reventazon 水力発電所建設に用いられる。

さらに IDB は ICE の債務状況を改善させるため債務借り換えのための資金 381 百万ドルを拠出している。また IDB は ICE の SIEPAC への参加も支援してきた。Reventazon 水力発電所建設事業は事業費 1,060 百万ドルの大規模事業であるが、IDB 以外にヨーロッパ投資銀行及び中米経済統合銀行が関心を示している。ICE は IDB に対して上述のクレジットラインによる政府保証付の融資のほか、政府保証を必要としない信託基金のスキームによる資金協力を求めている。信託基金を通じた資金調達は、最近複数の案件の成功例があり、中米経済統合銀行による、ラス・パイラス地熱発電所建設プロジェクトはその一例である。

3 環境社会配慮

3.1 環境ベースライン調査

3.1.1 位置

ラス・パイラス地熱地域は、コスタリカの首都サンホセから西に 240km 程離れたグアナカステ (Guanacaste) 県リベリア (Liberia) 郡のクルバンディ (Curubandé) 地区の北東に位置する (図 3.1-1)。

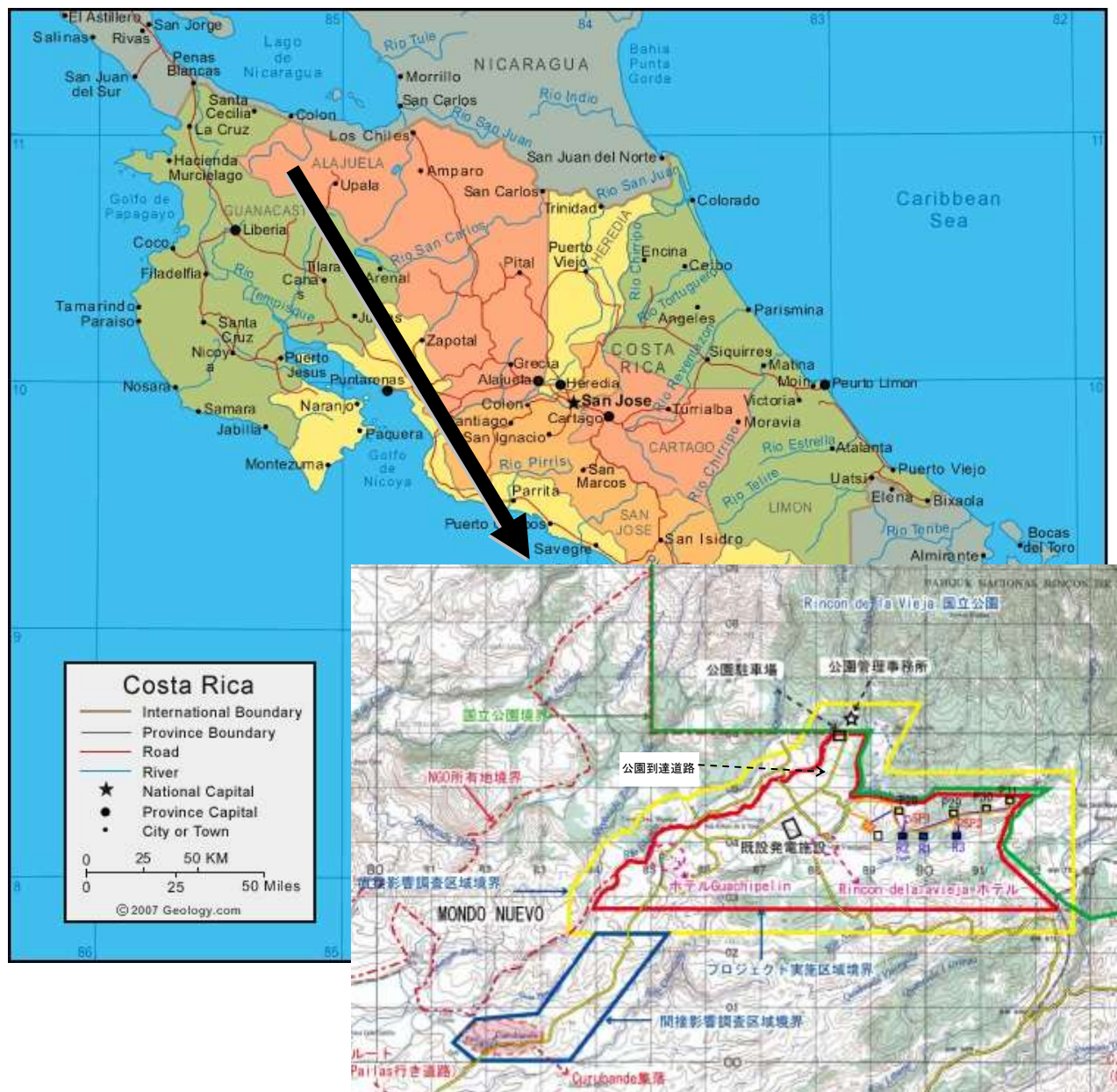


図 3.1-1 ラス・パイラス地熱地域の位置

3.1.2 環境ベースライン調査対象地域

コスタリカでは環境影響評価（EIA）を実施する事業については、EIA 手続に関する一般規定（Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)、SETENA, No. 125）及び EIA 手続の技術マニュアル（Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, MINAET）にて、「環境影響調査は事業立地地域の環境特性を考慮して事業実施区域（AP: Area of the Project or directly affected）、直接影響調査区域(DIA: Direct Influence Area)及び間接影響調査区域(AII: Indirect Influence Area)を設定して実施すること」と規定されている。これらの規定に基づき、ICE は既設ラス・パイラス I 地熱発電所の建設時に、プロジェクト実施区域及びプロジェクト実施による環境への直接・間接的な影響調査区域を設定して調査を実施した。（図 3.1-2）

本追加プロジェクトの発電所等の主な部分は、ラス・パイラス地熱地域発電所プロジェクト実施区域及び直接影響調査区域内に計画されているが、一部の坑井が直接影響調査区域外（東側）に計画されている（図 3.1-2）。そこで、ICE は既設ラス・パイラス I のプロジェクトの実施区域及び直接影響調査区域に追加プロジェクトの実施区域及び直接影響調査区域を加えてラス・パイラス地熱発電所プロジェクト実施区域及び直接影響調査区域を設定した（3.1.2）。ICE は追加プロジェクト地域について追加調査を実施し、その追加調査の環境技術レポートに対する SETENA の承認を得ている。

(1) プロジェクト実施区域(AP)

プロジェクトの実施により直接影響を与えるエリアで、道路、ダム、施設等の建設場所を含む区域が設定される。

ラス・パイラス地熱地域発電所プロジェクト実施区域は、発電所や附属施設（気水輸送管設備、変電施設、熱水池等）、仮施設、アクセス道路、生産井、還元井等が建設される区域である。この区域面積は約 20.2 km²で主に低木が点在する草地、谷に存在する林地であり、北は Rincon de la Vieja 国立公園と隣接する。

(2) 直接影響調査区域(AID)

プロジェクトの作業、活動により発生した AP 区域の影響を受ける可能性がある区域で、AP 区域境界から幅 500 m まで拡張して設定される。

ラス・パイラス地熱地域発電所プロジェクト実施区域周りの幅 500 m 範囲の区域は、直接影響調査区域として設定され、調査が行われている。この区域の面積は約 13.4 km²である。

(3) 間接影響調査区域(AII)

プロジェクトの間接的な作業、活動により発生した影響を受ける可能性がある区域で、事業者の判断によって設定される。

ラス・パイラス地熱地域発電所プロジェクトの間接影響調査区域は、ICE の判断により、プロジェクト実施区域の南西約 12 km に位置するクルバンディ集落と設定され、その面積は約 3.7 km²である。

3.1.3 プロジェクトの EIA 分類

環境法（Ley Organica de Ambiente、1995 年）の実施基本原則（Decreto N°31849、2004 年）によると、2,000 kW（2 MW）以上の地熱開発事業は環境影響評価の A 分類（3.2.2 参照）となる。既設ラス・パイラス I 地熱地域発電所は 35 MW（35,000 kW）であるため A と分類され、EsIA が実施された。

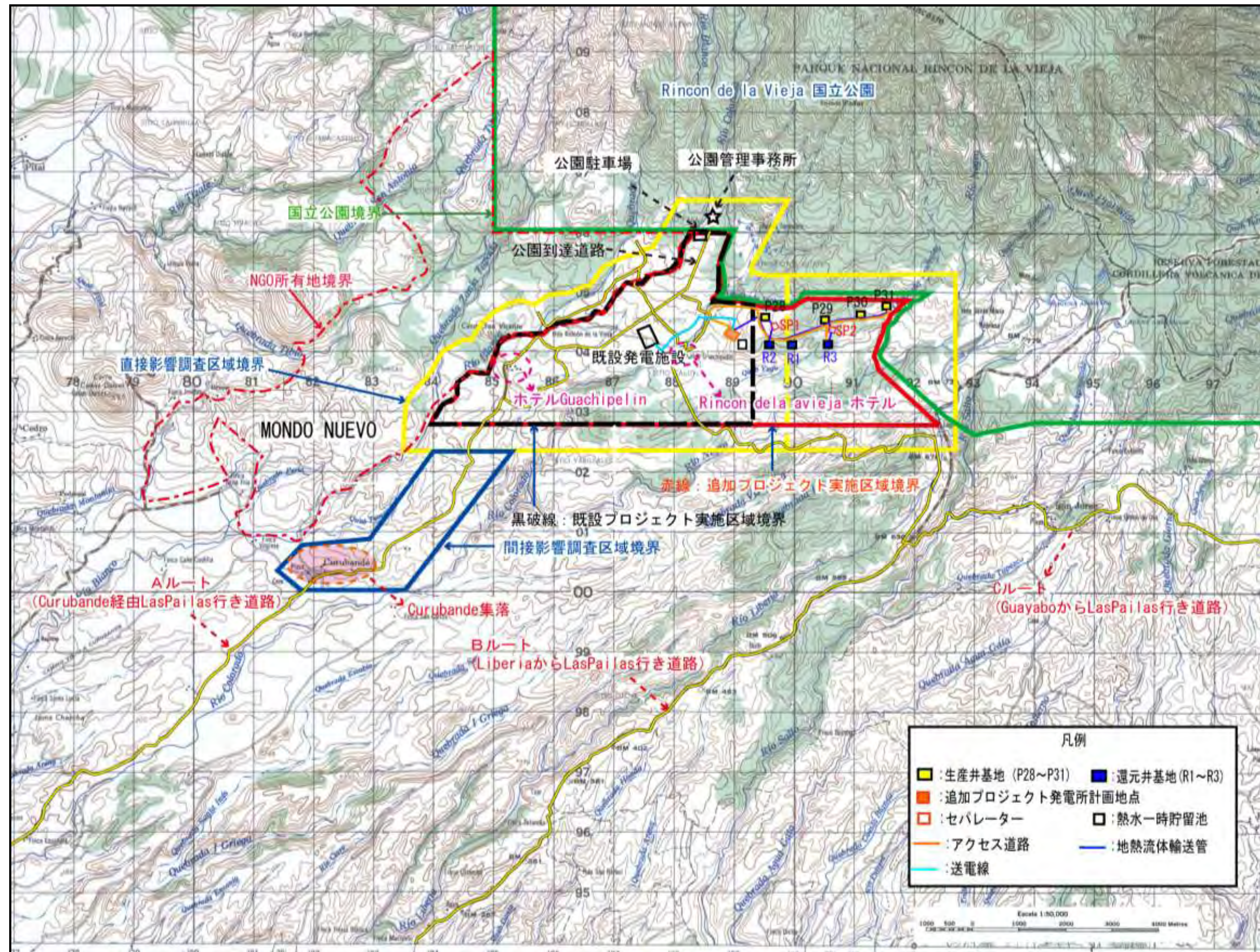


図 3.1-2 プロジェクト実施区域及び直接、間接影響調査区域

3.1.4 自然環境

(1) 気象

ラス・パイラス地熱地域の雨季は 5～10 月、乾季は 11～4 月であり、気温、降雨量等は表 3.1-1 に示すとおりである。年平均気温は 23.7 °C で、年平均最高気温は 28.6 °C、最低気温は 20 °C であり、気温の年間変化は小さい。

月降雨量は 50～575.5 mm の範囲にあり、乾季の 3 月は最も少なく、雨季の 10 月は最も多く、年間降雨量は 2782 mm である。

月平均湿度は雨季が 90% と高く、乾季が 70% 程度で低くなり、雨季は乾季よりも 20% 高くなっている。

月平均風速は 1.7～5.5 m/s、年平均風速は 3.1 m/s であり、卓越風向は大西洋側から太平洋側に吹く北東風向の貿易風である。

表 3.1-1 ラス・パイラス地熱地域における気象観測結果 (ICE、2002～2010 年)

項目／月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均*
最高気温(°C)	27.9	28.9	30.1	30.8	29.5	28.3	28.3	28.4	28.1	27.2	27.6	27.6	28.6
平均気温(°C)	23.5	23.7	24.8	25	24.2	23.5	23.7	23.6	23.2	22.8	23.1	23.4	23.7
最低気温(°C)	19.9	19.2	20.3	20	20.6	20.3	20.5	20.3	19.8	20	19.8	19.8	20
降雨量(mm)	214.4	136.1	52	80.2	328.2	333.2	165.5	244.7	361.5	575.5	189	102	2782
相対湿度(%)	73	69	68	69	84	91	88	89	93	95	87	78	82
風速(m/s)	5	5.5	4.7	3.5	2.3	1.9	2.3	2.2	1.8	1.7	2.5	3.5	3.1
最多風向	NE	NE	NE	NE	NNE	ENE	ENE	ENE	NNE	ENE	NNE	NE	NE

* : 降雨量を除く

(2) 水文

既設発電所 (ラス・パイラス I) の EIA 調査報告書 (ESTUDIO DE IMPACTO GEOTERMICO LAS PAILAS, EXPEDIENTE DE LA SETEN, No.788-04, 2005) における河川の流量調査結果を以下に示す。

ラス・パイラス地熱プロジェクト調査対象地域 (以下調査地域という) には、図 3.1-3 に示すとおり、Blanco 川、Negro 川、Colorado 川及び Victoria と Zanja Tapada 小川があり、プロジェクト実施区域はこれらの河川の上流域に位置する。

Blanco 川及び Colorado 川の流量の測定結果は表 3.1-2 のとおりである。Blanco 川の流量は上流観測点の 0.34 m³/s から Zanja Tapada 小川の合流により下流観測点で 0.90 m³/s までに増加している。Colorado 川の流量は上流観測点の 0.95 m³/s から Victoria 小川と Negro 川の合流により下流観測点で 2.32 m³/s まで増加している。

表 3.1-2 河川の流量 (ラス・パイラス I EIA, 2005 年)

観測地点		観測年 2004、単位 (m ³ /s)								
		15-01	11-03	14-04	19-05	16-06	14-07	10-08	24-09	平均
Blanco 川	上流	0.76	0.25	0.14	0.28	0.23	0.40	0.26	0.42	0.34
	下流	1.29	1.57	0.56	0.68	0.64	0.61	0.61	1.27	0.90
Colorado 川	上流	1.84	0.64	0.40	0.76	0.78	0.78	1.10	1.27	0.95
	下流	4.12	1.34	0.96	1.82	2.04	2.04	2.81	3.41	2.32

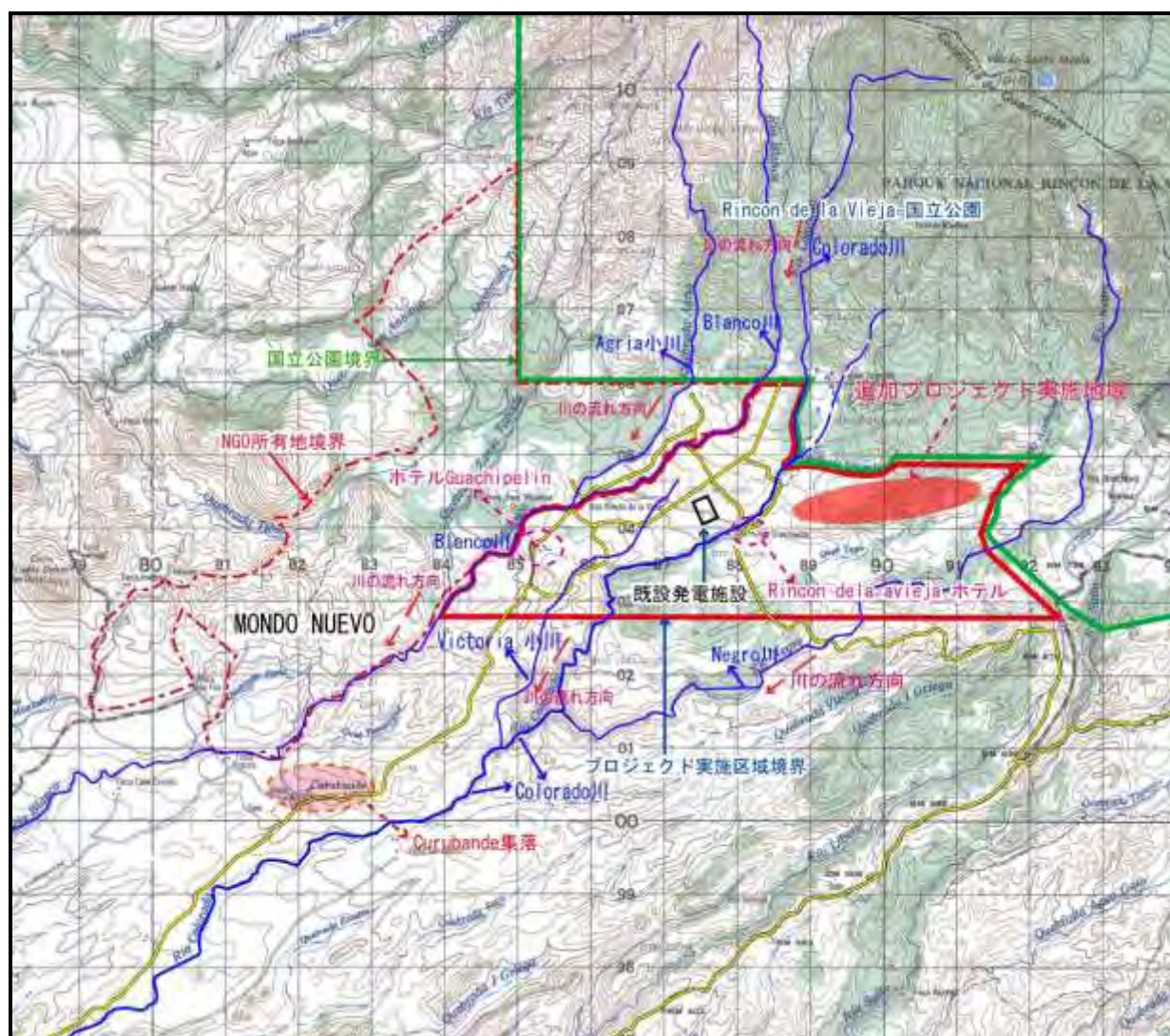


図 3.1-3 プロジェクト地域における河川の位置

(3) 水質

既設発電所 (ラス・パイラス I) の EIA 調査報告書における河川の水質調査結果を以下に示す。

調査地域の河川の水質は図 3.1-4 に示すとおりである。水質調査は 2004 年に実施し、水温、

pH、電気伝導度の現場・室内測定及び Ca、Na、Fe、SO₄、Cl、CO₃、TDS (total dissolved solids)の室内分析を行っている。

Blanco 川の pH は低く、温泉水流入の影響により酸性を呈しており、飲用には適しない。

また、河川の SO₄²⁻や Ca²⁺濃度が高い傾向を示し、特に EI Moro 川や Blanco 川が高く、温泉の流入によるものと考えられる。

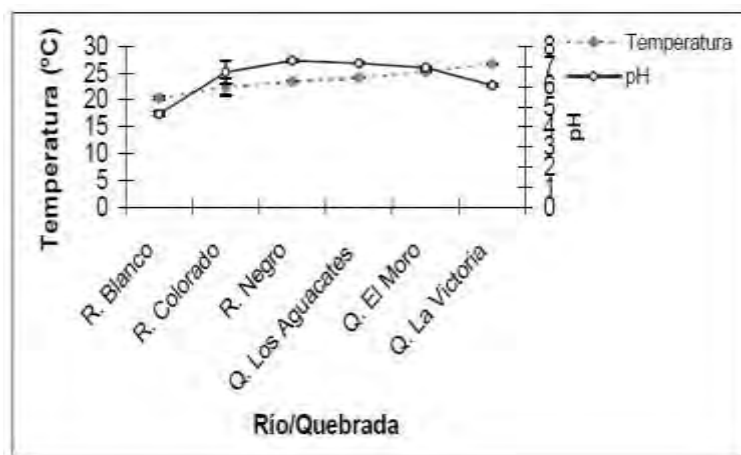


図 3.1-4 (1) 調査地域河川の水質（水温、pH）

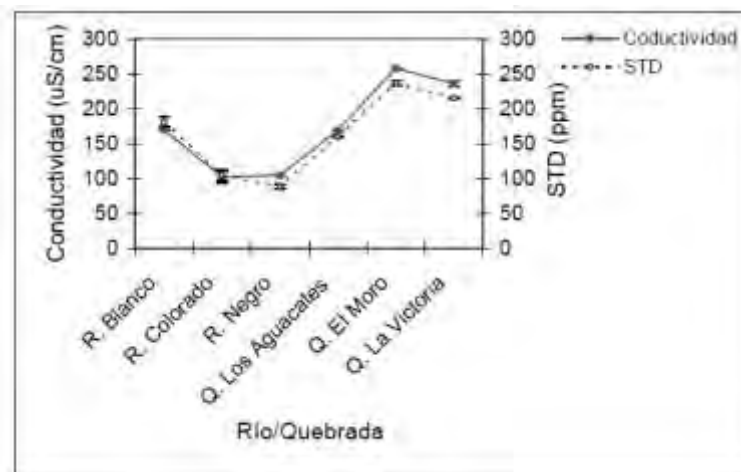


図 3.1-4 (2) 調査地域河川の水質（電気伝導度、総溶解固形物）

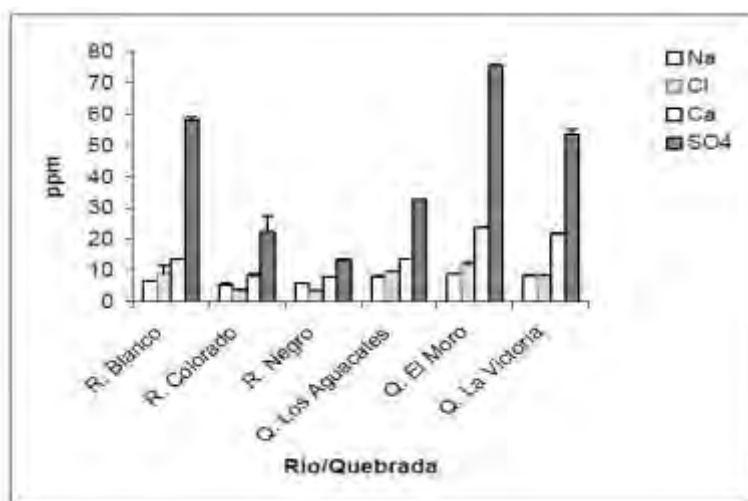


図 3.1-4 (3) 調査地域河川の水質（ナトリウム、塩素イオン等）

(4) 大気質（H₂S）

既設発電所（ラス・パイラス I）の EIA 調査報告書及びその後のモニタリングにおける H₂S の測定結果を以下に示す。

H₂S の測定はプロジェクト区域及び周辺の観光地点や集落地点等を考慮して測点を設定した上で、携帯型 H₂S 測定計を用いて週 1 回程度の頻度で測定されており、CO₂ とあわせての測定結果は図 3.1-5 に示すとおりである。全地点における H₂S 濃度は 0.001 ppm 以下と低レベルであり、例えばアメリカカリフォルニア州の環境基準（0.03 ppm、1 時間値）を下回っている。

WHO（世界保健機関）の大気環境ガイドラインにおける 24 時間の H₂S 値は 150 ug/m³ (0.1ppm) と規定されている。

なお、コスタリカ保健省令（No.30221-S:2002）は、H₂S における 24 時間の基準は 20 µg/m³ と規定しているが、ラス・パイラスの様な地熱地域には適用しない。

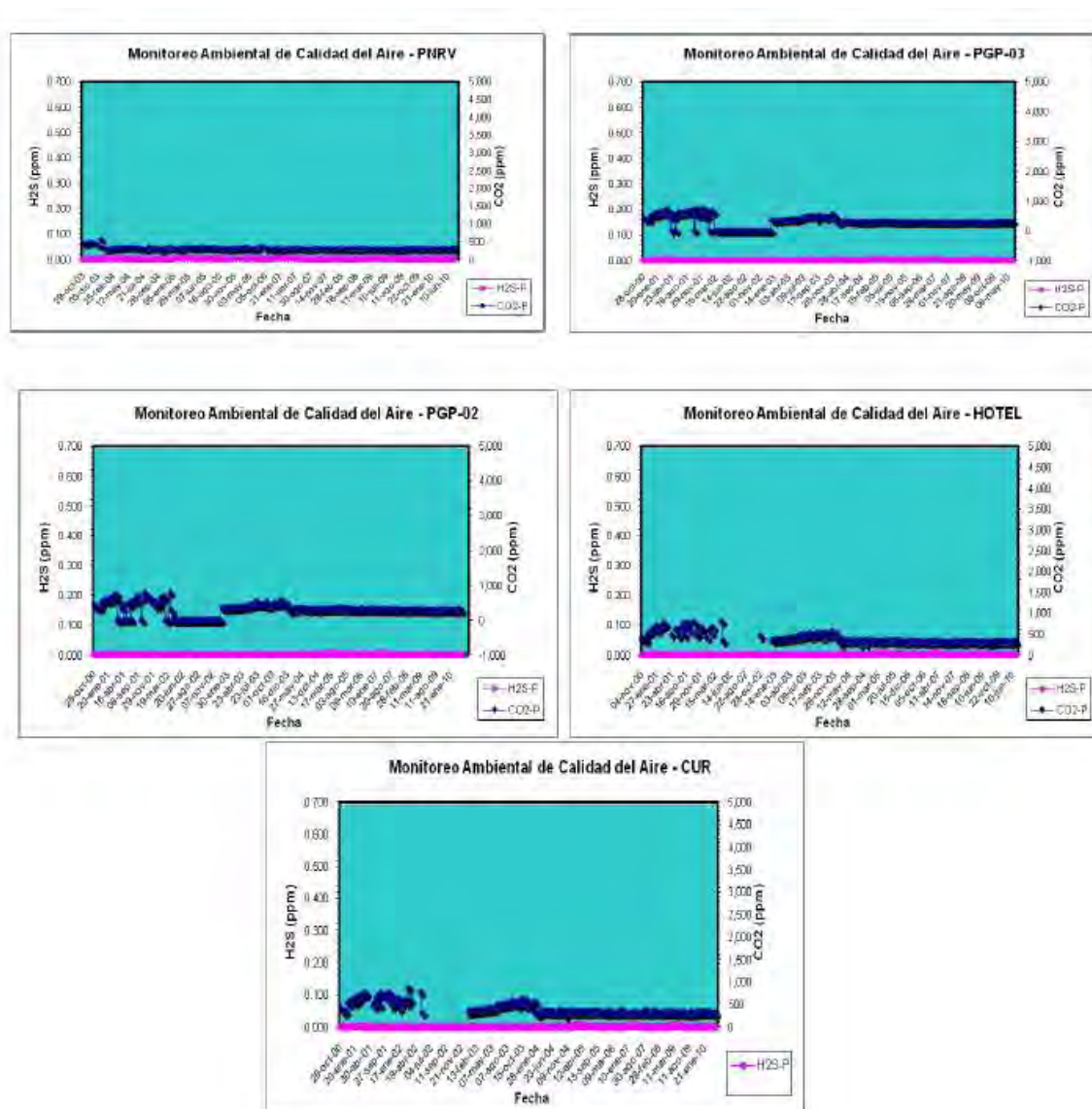


図 3.1-5 調査地域における H_2S の測定結果 (2000～2011 年、IEC)

(PNRV : PGP-02、PGP-03 : 坑井付近、PNRV : Rincon de la Vieja 国立公園、CUR: クルバンディ コミュニティ、HOTEL : Guachipelin – Guanacaste ホテル)

(5) 騒音

既設発電所 (ラス・パイラス I) の EIA 調査報告書における騒音の測定結果を以下に示す。

騒音の現況測定結果は表 3.1-3 に示すとおりであり、測定は 1 日 3 回 (朝、昼、夜) それぞれ 2 時間実施されている。測定時の主な騒音源は車両通行、住民家のラジオの音、近くの小川音、突風の音となっている。

なお、コスタリカ保健省令 (18290-S:1988) は、日中 (06:00-18:00) では 65 dB 以上、夜間 (18:00-06:00) では 45 dB 以上の騒音を不快 (uncomfortable) と規定している。

表 3.1-3 調査地域における騒音レベルの測定結果 (ICE, 2004)

Measurement Points	Level of sonorous pressure (SPL) during measurements		
	6:00 – 8:00 h	12:00 – 14:00 h	18:00 – 20:00 h
RV National Park (office)	52.4	47.3	49.0
RV Lodge (outside)	50.4	55.0	53.5
RV Lodge L (inside)	50.0	47.0	48.0
Road in Front of Well PGP-01	45.1	51.0	47.5
Site adjacent to forest	55.1	56.2	no data available
Guachipelin Hotel (outside)	48.3	56.0	54.0
Guachipelin (inside)	44.6	44.0	44.0
Centre Park of Curubandé Community	47.5	54.2	60.0

RV: Rincón de la Vieja

(6) 保護区

a. 保護区の位置及び分類

ラス・パイラス地熱地域の北部には Rincón de la Vieja 国立公園があり、プロジェクト実施区域及び追加施設計画地は国立公園に隣接する (図 3.1-6)。

Rincón de la Vieja 国立公園 IUCN のカテゴリ II に分類されている。

国立公園の近くでプロジェクトを実施する理由は、地熱資源調査の結果、ラス・パイラス地熱地域の熱源と有望な生産井の掘削ターゲットが同地域の北東にあることが判明したことから、なるべく掘削ターゲットの近く、すなわち北寄りに掘削基地と発電設備を建設することが技術面と経済性において有利なためである。

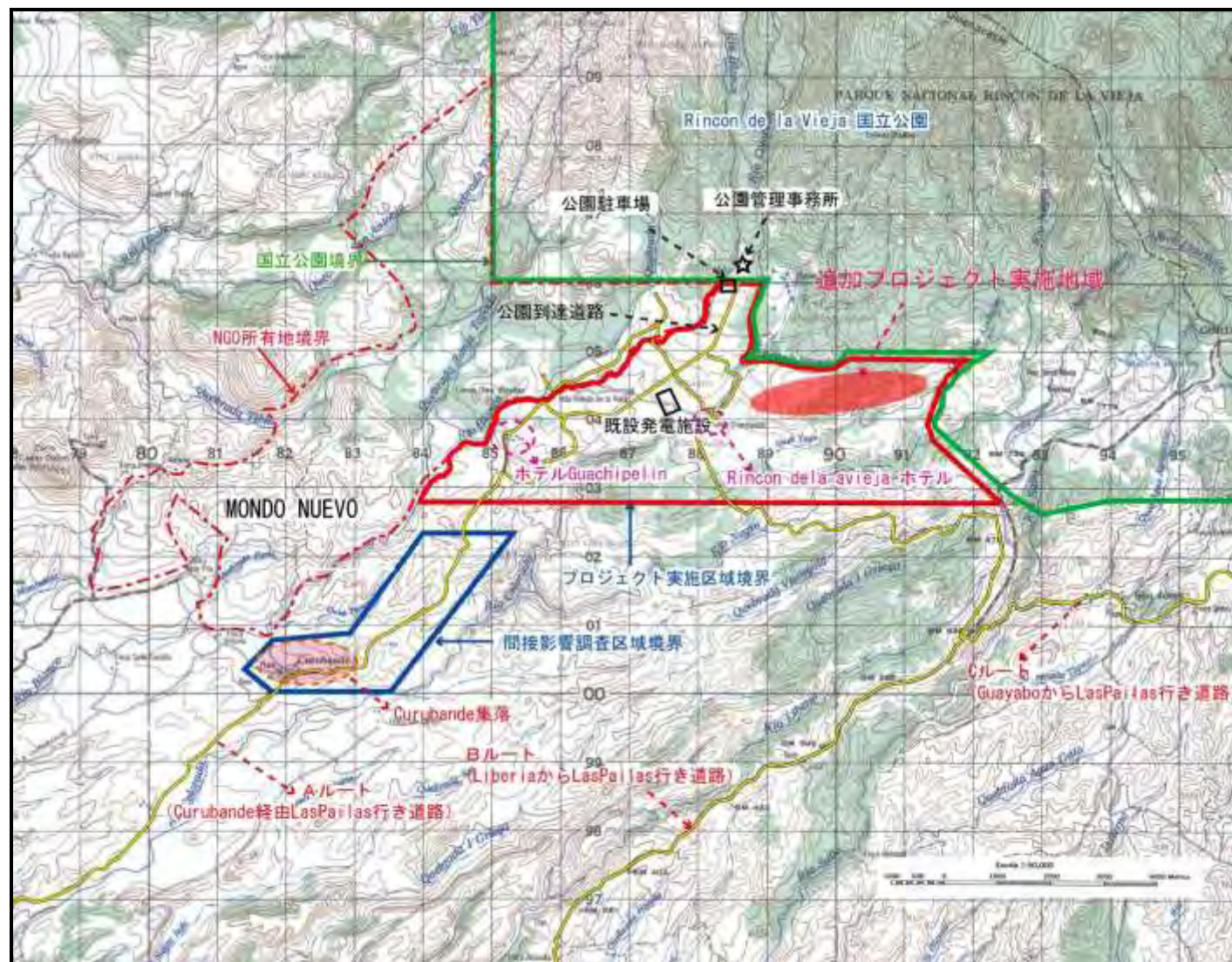


図 3.1-6 国立公園とプロジェクト実施区域

b. Rincón de la Vieja 国立公園の特徴

Rincon de la Vieja 国立公園は法律 5398（1974 年 1 月）に基づいて、自然資源保護を目的として設定されている。公園内には 2 つの火山(El Rincón de la Vieja と Santa María)、30 以上の河川及び滝、ラグーン、火山口等が存在する。また、標高や降雨量の違い、火山噴火の影響と傾斜地の種類により多様な動植物が生育・生息する。

法律 5398 第 3 条により、Rincón de la Vieja 国立公園内では以下の行為が禁止されている。

- a) 樹木の伐採及びあらゆる種類の森林物の移動や搬出
- b) 野生動物の狩猟、捕獲または収集、動物肉や内臓の移動、搬出
- c) 地質学的な価値がある場所の岩石、鉱物等におけるあらゆる種類の損傷を引き起こす行為及びこれらの場所の岩、鉱物の移動や搬出
- d) 歴史的、考古学的価値がある物体の収集及び移動や搬出
- e) 公園の自然及び歴史資源に有害である商業、農業、工業及びその他のあらゆる種類の製品の開発製造及びコンセッションの譲渡

この法律により公園内の自然環境や資源に影響を及ぼすあらゆる行為が厳しく禁止されている。

c. Rincón de la Vieja 国立公園の動植物

国立公園の自然環境の状況（植生、絶滅危惧種・固有種の生息状況など）については、SINAC（国家保護区局）による動植物の調査データはなく、国立公園の動植物の生息・生育種についてはごく一部しか把握できてない。

SINAC は把握している国立公園内に生育・生息している動植物種が国立公園のパンフレットに記載されている。これらを以下に示す。

- ・植物： Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*)、Laurel (*Laurus nobilis*)、Bitterwood Naked Indian tree and Cpey 等。
- ・動物： Peccary, Central american Dasypsecta (*Dasypsecta punctata*)、Tayra (*Eira Barbara*)、Armadillo (*Cabassous centralis*)、Capuchin monkey (*Cebus capucinus*)、Spider monkey (*Ateles fusciceps*) 等。

(7) 動植物

既設発電所（ラス・パイラス I）の EIA におけるプロジェクト実施区域（AP）及び直接影響調査区域（AID）の動植物の調査結果をラス・パイラス地熱発電所 EIA 報告書より整理して以下に示す。

a. 植物

既設発電所の EIA における調査地域に分布する植物は植林、草原、二次林、拋水林（Forest Gallery）及び自然林に分類されている。

植林地の樹木は主に 1980 年代から植えた Pochote (*Bombacopsis quinata*)、melina (*Gmelina arborea*)、teak (*Tectona grandis*)、eucalyptus (*Eucalyptus sp.*) の 4 種類の樹木であり、ネイティブの Pochote 以外は全て外来種である

草原には樹木の点在がみられるが、主な植生は高密度、高生産性、低多様性の草本植物に支配されている。主な種は Chan (*Hyptis suaveolens*)、flower (*Baltimore line*)、fox's tail (*Stachytarpheta jamaicensis*)、garlic (*Mansoa hymenaea*)、Jaragua (*Hyparrhenia rufa*)、star grass africana (*Cynodon nlemfuensis*)、pig's broom (*Sida acuta*) 等である。

抛水林は河川の両側に分布して国立公園に繋がっており、河川上流の水源地帯では林の幅が 100m ある。主な種は水際付近では guavas (*Inga sp*)、matapalos (*Ficus species*)、wedge (*Malvaviscus sp*)、mouse tail (*Piper sp*)、ducks (*Anthurium sp*) 等であり、水際以外の場所では medlar (*Manilkara gum*)、flea (*Thouinidium decandrum*)、cinnamon (*Ocotea veraguensis*) 等である。

二次林はパッチ状に分布しており、植生は Rincón de la Vieja 国立公園内の自然林に類似している。二次林の主な種は jorco (*Garcinia intermedia*)、pochote (*Bombacopsis quinata*)、matapulgas (*Thouinidium decandrum*)、canelo (*Ocotea veraguensis*)、caregre (*Lippia oxyphillaria*)、manteco (*Trichilia martiana*)、guarumo (*Cecropia peltata*)、cucaracho (*Billia rosea*) 等である。

b. 動物

動物調査は、プロジェクト実施区域及び直接影響調査区域（NGO 所有地の MONDO NUEVO と国立公園の一部地域を含む）で実施している。調査は本地域の代表的な植生である二次林、抛水林、草地、低木と植林地帯を選定して行っている。調査地域の植生区分及び面積を下表に示す

動物調査地域における代表的な植生及び面積

(ENVIRONMENTAL IMPACT STUDY P.G. Las Pailas file-SETENA 788-04)

サイト	標高(EL.m)	面積(ha)	平面座標
二次林	760	872.2	388622E, 30579N
抛水林	515	102	386946E, 304079N
低木林	600	95	386820E, 304112N
放牧地(草地)	750	570.7	388410E, 305830N
植林	540	45	385220E, 303880N

また、水生動物の調査は、プロジェクト実施区域及び直接影響調査区域の河川を対象に下表に示す河川の地点で実施している。

水生動物の調査河川及び地点(Study rivers of aquatic animals And sampling point)

調査河川	調査地点の座標
Río Colorado(R1)	388975-384770 E, 305986-301000 N
Río Blanco (R2)	388300-388996 E, 305931-306112 N

Río Negro (R3)	385585 E, 301443 N
Quebrada La Victoria (Q1)	387461 E, 305241 N
Quebrada El Moro (Q2)	386880 E, 304225 N
Quebrada Los Aguacates (Q3)	384072 E, 303059 N

調査地域の植林、草原、抛水林、二次林及び河川においては哺乳類、爬虫類、両生類、昆虫、鳥類及び魚類の 496 種の動物が確認されている。確認されている動物種の内、昆虫及び鳥類は最も多く、それぞれ 44 %と 37 %であり、次に哺乳類の 9 %、爬虫類の 8 %、両生類及び魚類は 1 %である (図 3.1-7)。

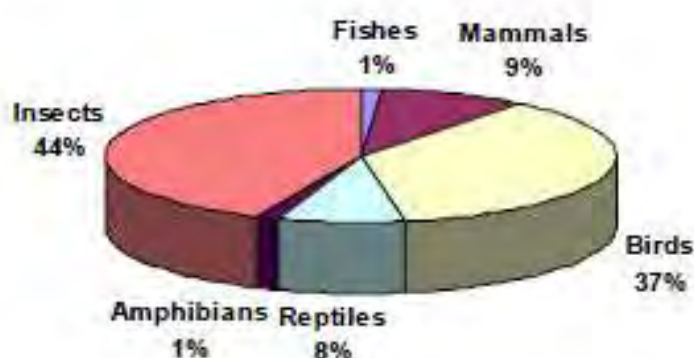


図 3.1-7 調査地域における動物動物の多様性

(種レベルのみを考慮、Cháves からの 2004 のデータ)

(The United Nations University, Reports 2006, Nuber 8)

国立公園に接する抛水林では哺乳類、二次林では鳥類の多様性が高く、多くの種がみられる。一方、植林地及び草地では抛水林と二次林に比べると動物種の多様性は低く、生息する動物の種数も少ない。

確認された動物の目、科、属、種の集計結果を表 3.1-4 に示す。

表 3.1-4 調査地域における確認動物種 (ラス・パイラス I EIA, ICE, 2004)

	Mammals	Birds	Reptiles	Fish	Amphibians	Insects
Orders	9	16	-	-	-	4
Families	26	38	10	4	4	28
Sub-families	-	22	-	-	-	-
Genus	39	125	31	6	5	148
Species	46	182	40	7	7	215
Species in R.P.	5	20	2	-	2	-
Species in E.D.	6	1	1	-	1	-

R.P.: Reduced populations

E.D.: Extinction danger

1) 哺乳類

直接影響調査区域（AID）とプロジェクト実施区域（AP）の調査地域であわせて哺乳類は9目、26科、39属、46種が確認されており、多くの種はAIDの調査地域の植生の構造が豊かで茂っている拋水林及び二次林に生息している。AID及びAIDの周辺地域で哺乳類の絶滅危惧種は6種、減少種（Reduced Populations）¹は5種を目撃情報や痕跡が確認されている。

2) 昆虫

AID及びAP調査地域で昆虫は合計で4目、28科、148属、215種が確認されており、保護種については確認されていない。昆虫は幼齢二次林で多様性が高く、多くの種が確認されており、蝶については二次林の他に草原でも多様性が高く、特にAID及びAIDの周辺地域で多くの種が観察されている。

3) 両生類・爬虫類

AID及びAP調査地域で両生類は合計4科、5属、7種が確認されており、AIDの拋水林の水源部で多くの種が生息する。保護種については確認されていない。

AID及びAP調査地域で爬虫類は合計で10科、31属、40種が確認されており、幼齢二次林で多様性が高く、多くの種が生息する。AID及びAIDの周辺地域で爬虫類の絶滅危惧種は1種、減少種は2種が確認されている。

4) 鳥類

AID及びAP調査地域で鳥類は合計で16目、38科、125属、182種が確認されており、二次林や草地で多く生息し、留鳥は137種、渡り鳥は45種である。AID及びAIDの周辺地域で鳥類の絶滅危惧種は1種、減少種は20種が確認されている。

5) 魚類

AID及びAP内の河川で魚類は合計で4科、6属、7種が確認されており、コスタリカ他の地域の河川に比べると種数が少なく、多様性が低いと考えられ、保護種については確認されていない。また、調査河川では唯一魚類の棲息が確認されなかったのはBlanco川であり、温泉水の混入により、河川水のpHが低くなっていることが一因であると推測されている。

(8) 動植物保護種および固有種

AID及びAP調査地域で植物の保護種や固有種は確認されていない。動物についてはAID及びAIDの周辺地域で野生生物保護規制（Decree No. 26 435-MINAE）における保護種（減少種及び絶滅危惧種）を目撃、目視情報や痕跡が確認されており、固有種が確認されてい

¹減少種（Reduced Populations）：Decree No. 26 435-によるとReduced Populationsは野生生物の種・亜種または個体群のすべてまたは一部は将来的に絶滅危惧種になる可能性があるとして予想される種。または数の減少や生息条件の悪化を引き起こす要因が続き、広範囲で大規模な減少または潜在的な減少により絶滅の可能性のある種。

ない。保護種の絶滅危惧種は表 3.1-5 に示すとおりである。

保護種は AID 及び AID 周辺地域で目撃、目視の情報や痕跡が確認されであり、AD 地域ではこれらの種が確認されていないため保護施策は実施されていない。

表 3.1-5 野生生物保護規制 (Decree No. 26 435-MINAE) における絶滅危惧種

Class (綱)	Order (目名)	Family (科名)	Species (種名)	Common Name (一般名)	Remarks*
Mammals (哺乳類)	Carnivora (食肉)	Felidae (猫)	<i>Herpailurus yaguaround</i>	León Breñero	VP
			<i>Leopardus pardalis</i>	Manigordo o Ocelote	
			<i>Panthera onca</i>	Tigre o Jaguar	R, VP
			<i>Leopardus weidii</i>	Caucel	
			<i>Puma concolor</i>	León o Puma	R, VP
	Perissodactyla (ウマ)	Tapiridae (バク)	<i>Tapirus bairdii</i>	danta	
Amphibians (爬虫類)	Squamata (有鱗目)	Boidae (ヘビ)	<i>Boa constrictor</i>	Boa, bécquer	V
Aves (鳥類)	Gruiformes (ツル)	Eurypygidae (ジャノメドリ)	<i>Eurypyga helias</i>	Sol y luna, garza del sol	V

*: V = personal observation, VP = observed by residents, R =traces

(9) 生態系

ラス・パイラス地熱プロジェクト実施対象地域及びその周辺は2つの火山(El Rincón de la Vieja と Santa Maria)、30 以上の河川が存在する。火山の標高や降雨量の違い、火山噴火の影響と傾斜地の種類により多様な動植物が生育・生息する。

火山の麓(ラス・パイラス地熱プロジェクト地域)の平地で草原、二次林、低木及び自然林はパッチ状に分布しており、河谷に茂った抛水林が分布している。これらの森林植生には、下位の消費者として甲虫の *Lesbia charina*、*Calleida sp.*、カミキリムシ科の *Acathoderes circumflexus*、*Adesmas bifasciatus*、テントウムシ科の *Azya orbiger*、*Bradycantha lepida* 等の昆虫類、カゲロウ目の *Baetidae*、*Baetodes sp.*、トンボ目の *Hetaerina sp.*、*Coenagrionidae* 等の底生動物が生息し、中位の消費者として *Bufo haematiticus*、*Hyla boulengeri*、*Rana pipiens* 等の両生類、*Boa constrictor*、*Conophis lineatus*、*Conophis lineatus* 等の爬虫類、*Astyanax aeneus* Günther、*Archocentrus nigrofasciatus* Günther、*Rhamdia nicaraquensis* Günther 等の魚類、*Crypturellus cinnamomeus*、*Crypturellus soui*、*Crax rubra*、*Claravis pretios*、*Coccyzus erythrophthalmus* 等の鳥類、*Chironectes minimus*、*Didelphis marsupiali*、*Sylvilagus floridanus*、*Tamandua Mexicana*、*Dasyus novemcinctus* 等の中・小型哺乳類、*Odocoileus virginianus*、*Tayassu tajacu*、*Alouatta palliata* 等の大型哺乳類が生息し、上位消費者として *Canis latrans*、*Urocyon cinereoargenteus*、

Hemipailuru yaguaroundi、*Panthera onca* 等の肉食類及び *Cathartes aura*、*Coragyps atratus*、*Harpagus bidentatus* 等の猛禽類が生息し、食物連鎖を形成していると考えられる。

プロジェクト実施区域の植生は、雑木林、低木混在の草地、二次林等であり、昆虫や爬虫類及び鳥類の利用が考えられ、大型哺乳類や肉食類、猛禽類等の動物の一時的にのみ利用するものと推測する。

3.1.5 社会経済に関する基本情報

(1) 調査地域

プロジェクト実施区域の最寄りの集落は南西約 12 km にあるクルバンディ集落であり、プロジェクト実施による直接的な影響は想定されないが、ICE はこの地域を EIA 手続の技術マニュアルに基づき、間接影響調査区域として設定し調査を実施している。

(2) 人口

2004 年の人口センサスによるクルバンディ地区の人口は 1,952 人で、人口密度は 22 人/km² である。男女人口は男性 993 人、女性 959 人で男性は女性より多くなっている。また、本地区の人口は図 3.1-8 に示すとおり 1970 年の 811 人から増加しており、2015 年に 2,426 人になると予測されている。

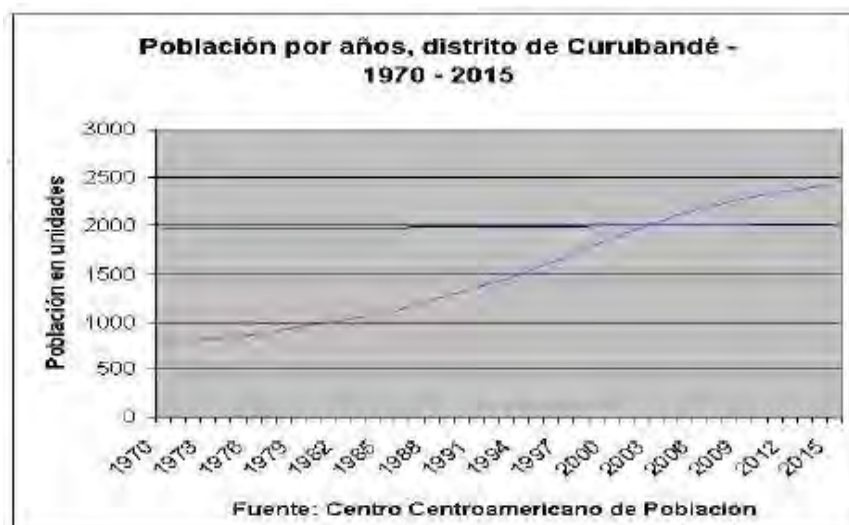


図 3.1-8 クルバンディ地区の人口の推移（国勢調査、2004 年）

(3) 教育

人口センサスによると、クルバンディ地区の教育レベルは 60.3%が初等教育、17.4%が中等教育（普通高校と専門高校をあわせて）を受けており、教育を受けてない非識字率が 14.2%である（表 3.1-6）。男女別でみると初等教育は男性が 60.3%、女性が 60.4%でほぼ同程度であり、中等教育は男性が 15.2%、女性が 19.6%で、女性の方が 4.4%高くなっている。

表 3.1-6 Educational Level of the District Curubandé (Census 2000)

教育レベル	男性		女性		合計		累計
	人数	%	人数	%	人数	%	
教育受けてない	123	15.5	105	13	228	14.2	14.2
幼稚園	42	5.3	32	4	74	4.6	18.9
初等教育	479	60.3	487	6.4	966	60.3	79.2
高校	108	13.6	140	17.4	248	15.5	94.7
専門高校	13	1.6	18	2.2	31	1.9	96.6
短期大学	13	1.6	12	1.5	25	1.6	98.2
大学	17	2.1	12	1.5	29	1.8	100
計	795		806		1601		

(4) 医療保険

クルバンディ地区に医療施設はない。2004 年から毎月 15 日に ICE による移動医療サービスが提供されており、この移動施設で住民は限られた医療サービスを受けられる。

地域の保健保障機関の報告によると、住民の主な疾患は呼吸器疾患の気管支炎であり、腎臓や尿路の病気、高血圧や糖尿病患者も多くみられる。

HIV/AIDS についてはデータがないが、コスタリカ国では 1980 年代はじめに最初の感染者が報告されて以来増加傾向にある。報告によると 2005 年までには累計で約 6 千～2 万人の感染登録があり、7 割以上が男性である。毎年エイズ発症により 100 名以上が死亡しているが、2008 年以降死亡率は減少傾向にある。

(5) 地域経済と住民の生計

a. 雇用状況

2003 年のセンサスによると、クルバンディ地区の 15～65 才の生産年齢人口は 65.3%で高く、失業率は 11.6%である。住民の 13.9%は民間企業、8.6%は公共部門、7.5%は ICE、6.2%は農業の仕事をしており、この他に自営業者は 8.9%である。また、女性の多くは家事や農業以外にホテル、観光やサービス業で短時間の仕事をしている。

b. 産業

クルバンディ地区の主な産業は農業と観光業である。農業は主に豆、トウモロコシ、ピピアン (Pipian)、キャッサバ、アボカド、バナナ、オレンジ等の栽培と肉用牛、乳牛、豚、鶏等の牧畜である。

観光業は Rincon de la Vieja 国立公園及び周辺の自然景観地の見物や動植物の観察等のエコツアーリズム及び観光客が宿泊する 2 カ所のホテルである (図 3.1-2 参照)。1996～2003 年の Rincon de la Vieja 国立公園を訪れた観光客数は図 3.1-9 のとおりであり、2000 年から観光客が著しく増加している。

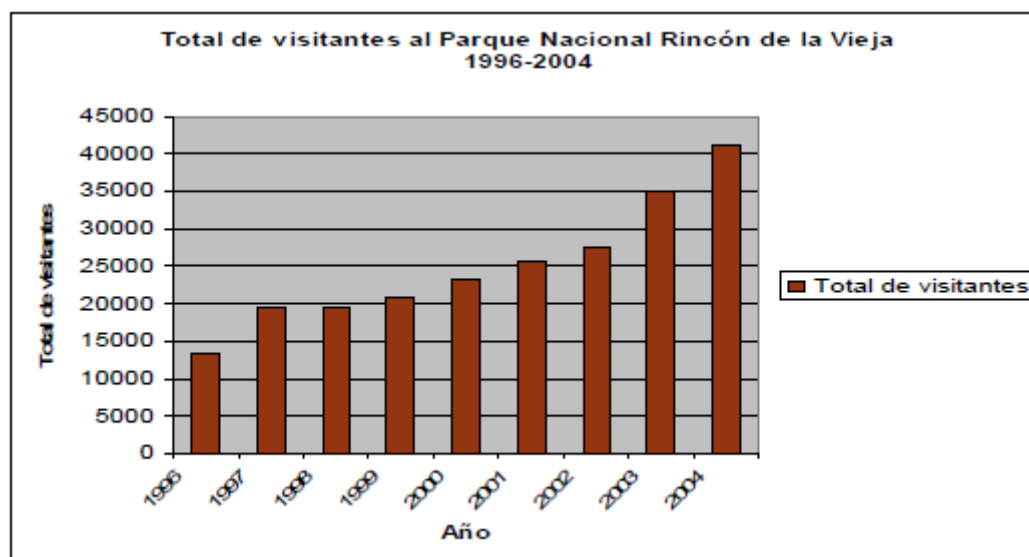


図 3.1-9 Rincón de la Vieja 公園の観光客の推移 (ICE、1996-2004)

(6) 住民移転及び土地所有状況

a. 住民移転

プロジェクト実施区域及び周辺には住民の住居はなく、プロジェクト実施により住民の移転は必要としない。

b. 土地の所有状況

プロジェクト実施区域内の土地所有状況については、既設発電所周辺及び発電所付属施設の一部の土地は ICE が所有し、他は民有地である。

既存施設周辺の土地所有状況は図 3.1-10 に示すとおりである。ローズ色に塗っているのは ICE の所有土地であり、他は全て民有地である。追加プロジェクトは未利用の民間銀行 (Mutual Alajuela) 所有地に計画されている。

(7) 少数民族、先住民

コスタリカ国民は、他の中米諸国とは異なり白人の割合が多いとされ、人種構成は白人 94%、黒人 3%、インディヘナ 1%、中国系 2%とされている。

プロジェクト実施地域及び周辺地帯には、先住民や少数民族であるインディヘナや黒人の集落や住居は存在しない。

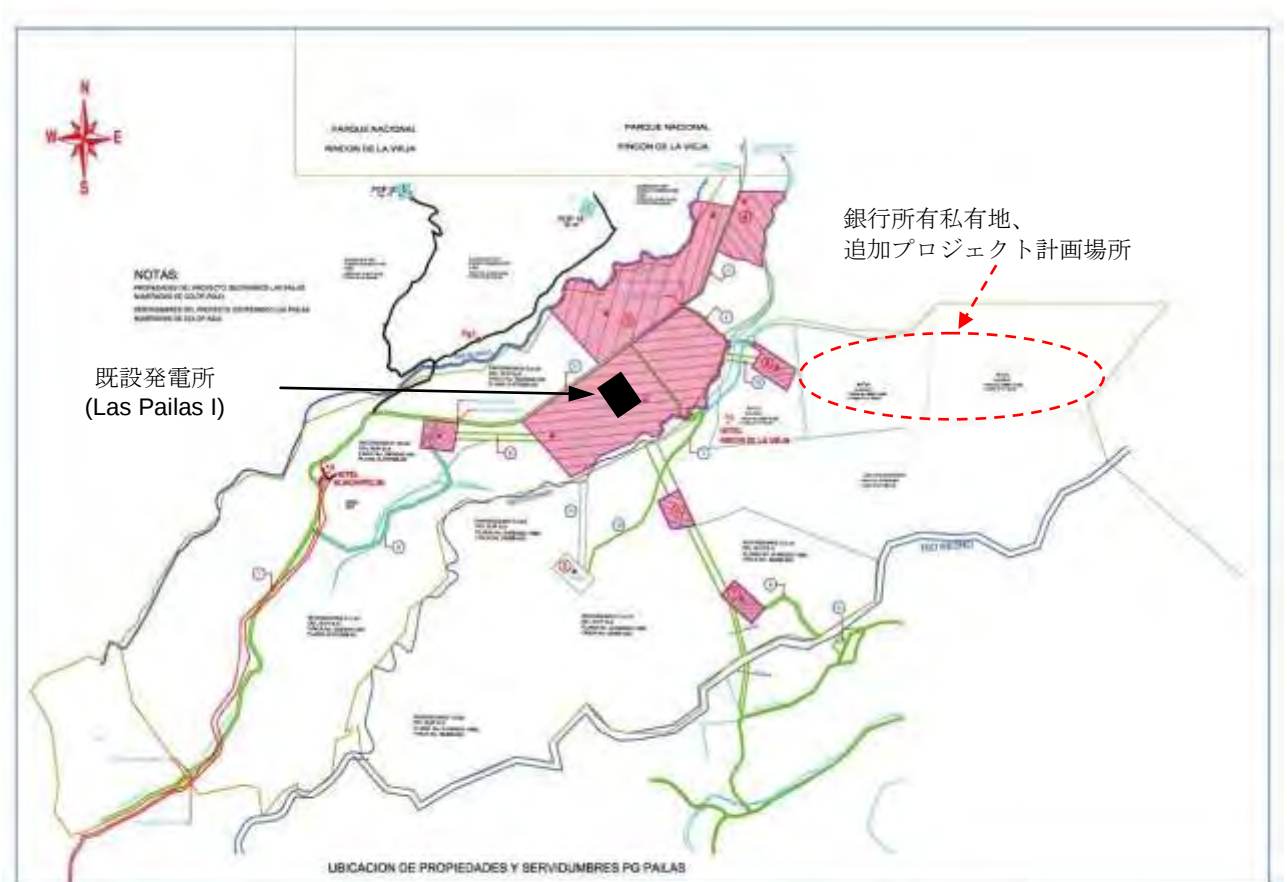


図 3.1-10 土地所有状況

(8) NGO (MUNDO NUEVO)

ラス・パイラス 地熱地域の西部には NGO 所有地 (Mundo Nuevo) がある。Mundo Nuevo を所有する NGO Guanacaste Dry Forest Conservation Fund は Dr.Janzen が指導する米国の NGO で、コスタリカのグアナカステ自然保護区 (ACG: Area de ConservacionGuanacaste) における環境保護をサポートする活動を行っている。

Rincon de la Vieja 国立公園に隣接する Mundo Nuevo の所有地は、もともと米国の石油会社 UNOCAL 社が保有していた。UNOCAL 社は 1990 年代までフィリピンやインドネシアで地熱開発事業を手掛けており、コスタリカでも地熱開発を目指してこの土地を取得していた。しかしコスタリカ国の法律で ICE 以外は地熱資源開発が認められないこと、2005 年の CHEVRON 社による UNOCAL 社買収の際に同社が地熱開発事業から撤退したことから、UNOCAL 社は保有していた土地を米国 NGO に譲渡した。この譲渡には、5 年後に土地をコスタリカ国政府に無償譲渡するという条件が付いていたが未だに実行されていない。

ICE は当初ラス・パイラスの追加開発を NGO 所有地で行う可能性も検討し、NGO と借地交渉を行った。しかしながら、その後ラス・パイラスの追加開発は、NGO の所有地と離れた

東部側が資源的に有望であることが判明したこともあり、ICE と NGO の交渉は中断した。

なお、クルバンディ地区で 2012 年 7 月に実施されたステークホルダー協議は、開催について公の場で幅広く予告された。協議にはコミュニティや周辺ホテルからの約 80 名近い参加があり、それぞれの意見が表明される機会が設けられたが、この協議への NGO からの参加はなかった。

(9) 用水

調査地域に流れる河川からは農業用水の取水はなく、Guachipelin ホテルが生活用水を Victoria 小川から取水している。また、ICE の既設発電所（ラス・パイラス I）の用水は Colorado 川から取水している。定常取水量（生活及び作業用水）は約 11 m³/日、最大取水量 2,400 m³/日（定期保守時、1～2 年に 1 回程度）である。

追加プロジェクト用水も Colorado 川から取水する計画であり、取水量は既設発電所と同程度あるが、生活用水は泉から取水する計画である（図 3.1-11）。なお、冷却水と坑井掘削用水は同時取水する可能性はない。

- ・ 生活用水：約 5 m³/日
- ・ 作業及び機器用水：約 6 m³/日（河川からの定常取水量）
- ・ 冷却水：最大約 2,400 m³/日（1～2 年に 1 回の定期点検後の冷却水系統への充填水。運転中は冷却水を循環利用、また冷却水に一部の蒸気凝縮水を再利用。）
- ・ 坑井掘削用水：掘削時最大約 1,400 m³/日（掘削期間に取水して再利用する）

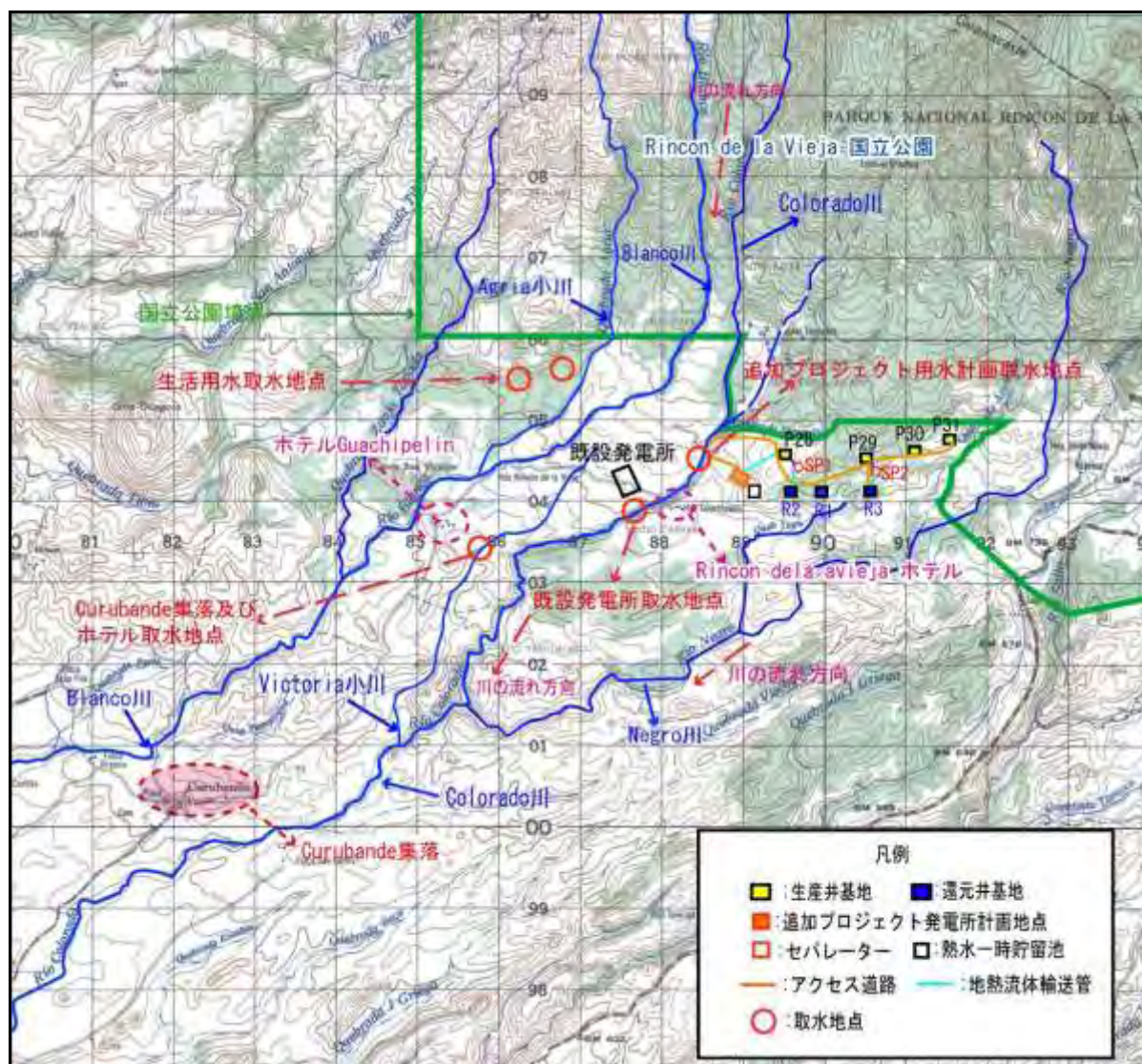


図 3.1-11 既設及び追加区プロジェクトの取水箇所

(10) 土地利用

調査地域及び周辺の土地利用状況は図 3.1-12 に示されたとおり、人間の介入度合いに応じて宅地や公共公益施設用地、農地、自然植生と森林、二次林（生態遷移）の4つのタイプに分類されている（表 3.1-7 参照）。追加プロジェクトの施設は主に草地や2次林地域に計画されている。なお、調査地域で行われている放牧はホテル所有の馬や牛程度であり、森林地域での放牧はない。

表 3.1-7 プロジェクト区域及び周辺の土地利用状況

分類		面積 (ha)	割合 (%)
農地	農作物	116.86	0.74
	牧草	2580.61	16.45
	草原及び樹木	317.13	2.02
	果樹園	1.94	0.01
	植林	82.31	0.52
宅地や公共公益施設用地	国立公園入口（管理所、駐車場）	1.1	0.01
	タウン	8.75	0.06
自然植生と森林	原生林	1673.69	10.67
	掘水林	513.44	3.27
	幼齢林	3275.71	20.88
	Pailas（地熱微候地帯）	12.63	0.08
	自然牧草地	997.13	6.36
生態遷移	二次林	5010.83	31.94
	Tacotal/Charral	1097.42	6.99
合計		15689.55	100

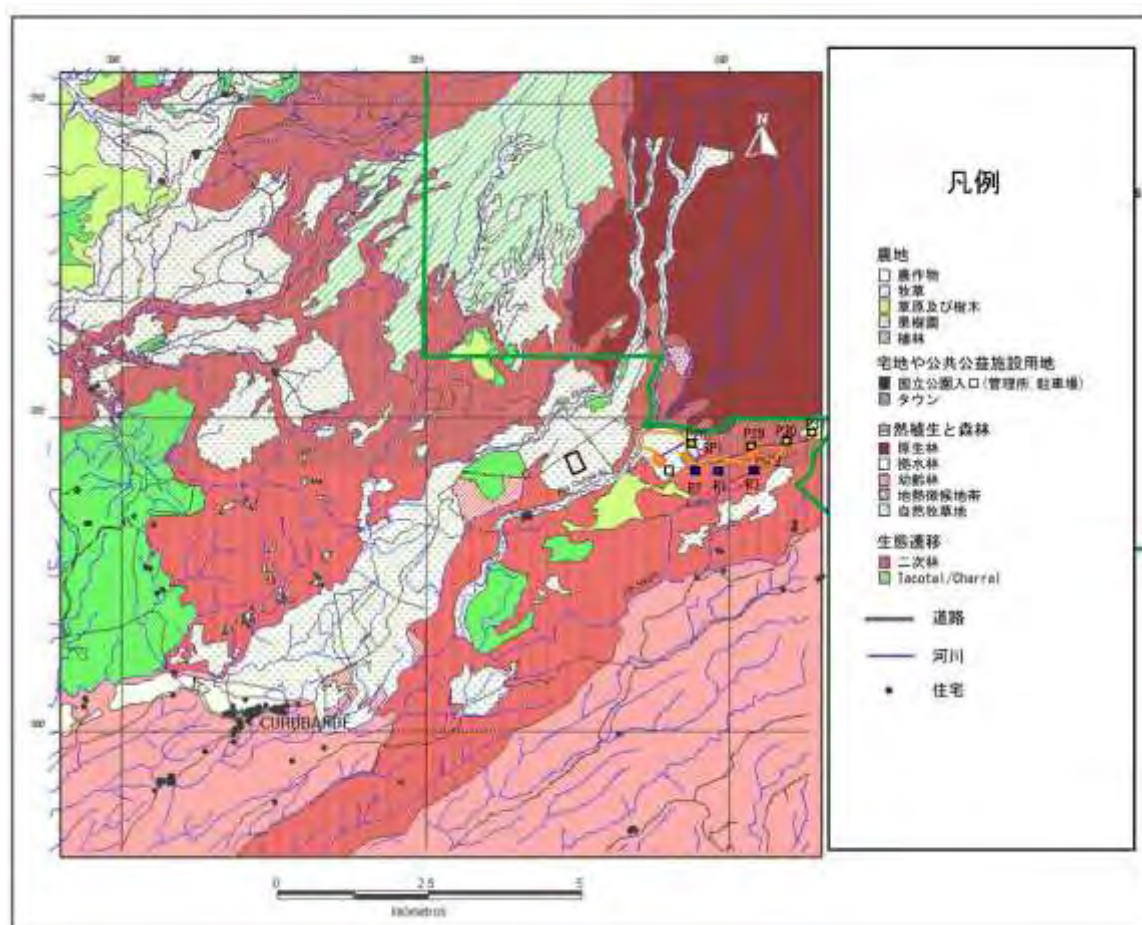


図 3.1-12 調査地域及び周辺の土地利用

(11) 景観

調査地域周辺の景観資源は火山、丘陵、溪谷・溪流、滝及び噴気帯等である（図 3.1-13）。主な景観地点は図 3.1-14 に示すとおりである。



調査地域周辺の景観（Cañas Dulces 火山）



調査地域周辺の景観（滝）



調査地域周辺の景観（丘陵）



調査地域周辺の景観（噴気帯）

図 3.1-13 調査地域周辺の景観

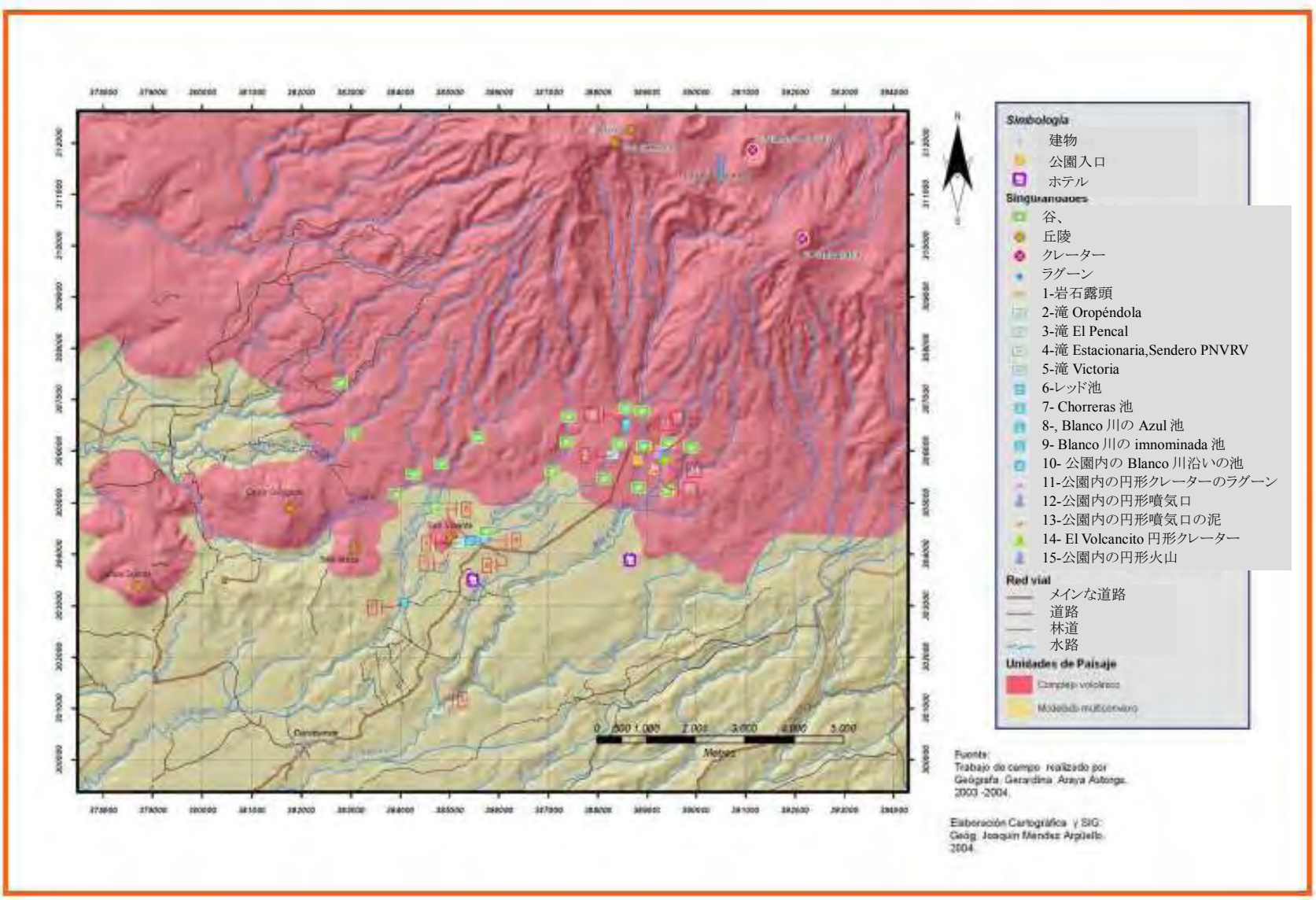


図 3. 1-14 調査地域及び周辺の景観ポイント

(12) 文化遺産

調査地域及び周辺には 19 カ所の考古学サイトの存在が確認されており、位置は図 3.1-15 に示すとおりである。これらは考古学的な墓地、住居の跡、ペトログリフ等である。19 カ所の考古学サイトのうち、7 カ所は既存施設のプロジェクト実施区域内に存在する。追加プロジェクトの施設計画地点はこれらのサイトには立地していない。

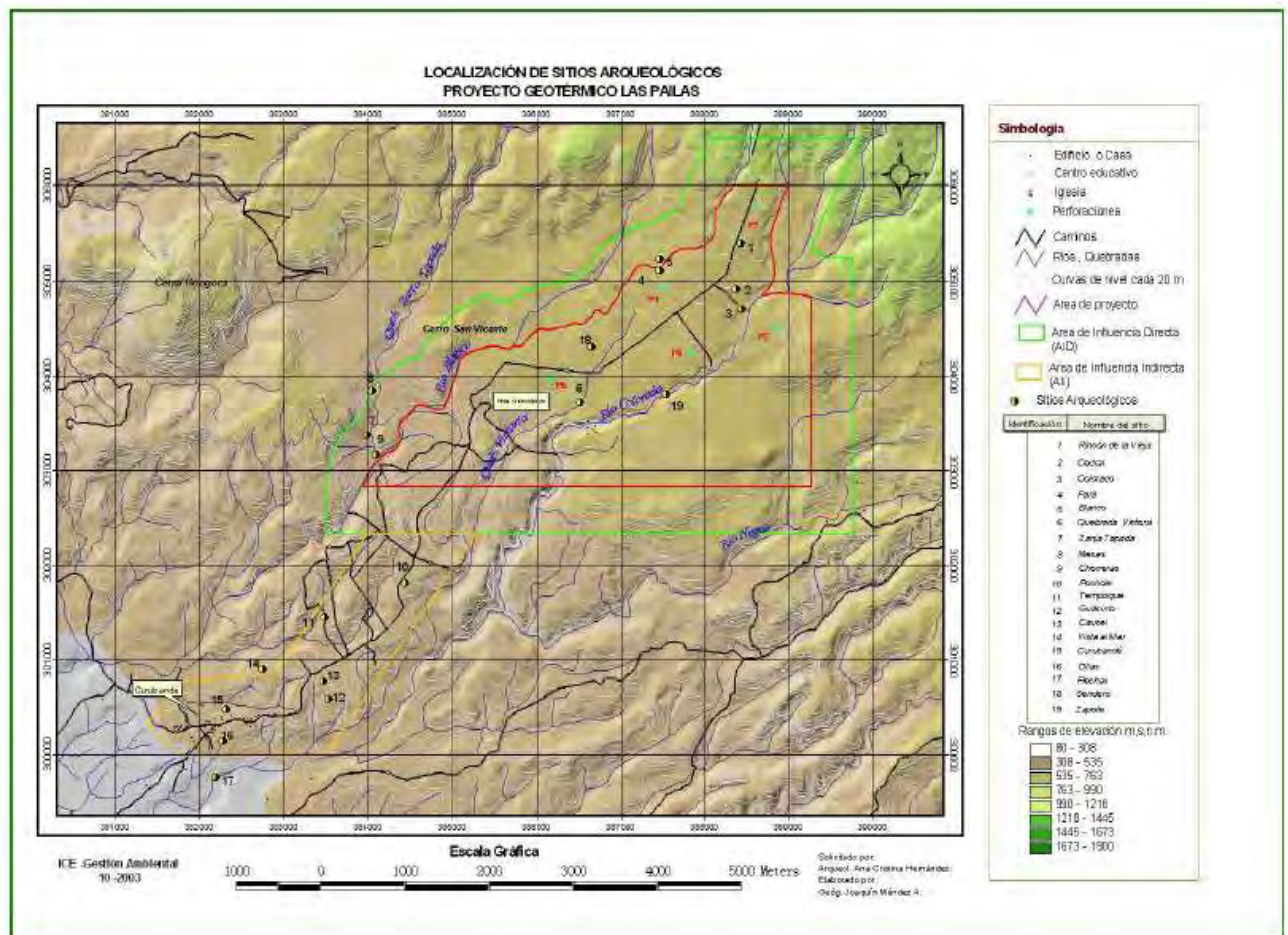


図 3.1-15 調査地域及び周辺の考古学的なサイトの位置

3.2 環境社会配慮に係る現地法制度の概要

3.2.1 関連法令

コスタリカにおける環境制度は、1995年10月に施行された環境法（Ley Organica del Ambiente）が全ての基本となる。本法令は、環境は国民全員の共有財産であり、国家・国民は環境保護に参加し、持続可能な活用を行う必要があるという理念に基づいて制定されている。この目的のため環境調査、環境影響評価の実施に関しても必要性を制定し【17条】、専任機関として、新たに環境エネルギー大臣を長とする Secretaria Técnica Nacional Ambiental (SETENA) の設立も制定している【18条】【83条】。

また、環境被害を起こすようなインフラストラクチャ、施設或いは建設工事プロセスについては、環境影響評価が必要である【43 条】とし、社会環境保全のため、上水供給、水質汚濁予防、大気汚染予防、廃棄物処理、有害物質処理をすることとしている【60 条】。

環境法、環境アセスメント制度を除く主な関連法令としては以下があげられる。

- Ley Forestal (2010.4.28改正)
- Ley de Biodiversidad (1998.4.30施行)
- Ley de Conservacion de la Vida Silvestre (1998.4.30改正)
- Ley de Uso, Manejo y Conservacion de Suelos (2001.3 21改正)
- Ley de Aguas (1974.5.2改正)
- Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos Decreto Ejecutivo, (2002.3.21施行)
- Reglamento sobre el manejo de basuras. (1989.7.7施行)
- Ley de Proteccion Fitosanitaria (1997.4.8施行)
- Ley de Sanidad Animal (1994.12.20改正)
- Ley de Hidrocarburos (1994.5.3施行)
- Ley de Regulacion de Uso Racional de Energia (1994.11.3施行)
- Ley Genaral de Salud (1996.5.2改正)。
- Ley 6313. Ley de expropiaciones ICE. (1979.1.4施行)
- Limites Maximos Permisibles para el Vertido de Aguas Residuales en Cuerpos de Agua

なお、国立公園は環境省下の SINAC（国家保護区局）の管轄であり、国立公園内の活動については国立公園法（法令 No.6084、その後生物多様性法 No.7788 に統合）で規制されている。一方、地下の地熱資源の開発については国内法において規制対象となっていない。また、法令 No.5961（1976 年 12 月 6 日）によって、コスタリカ電力公社（ICE）にコスタリカ国内の独占的な地熱開発権が与えられている。

3.2.2 コスタリカの環境アセスメント（EIA）制度

コスタリカの EIA 制度は、1995 年に施行された環境法（Ley Organica de Ambiente）がベースとなり、実施基本原則は 2004 年の Decreto No. 31849 – MINAE -S- MOPT – MAG – MEIC、及びその追加修正令 No. 34688-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC で定められ、全ての開発事業において環境影響に関する検討を行うことが求められている。その実施方法は、Decreto 32079MINAE、Decreto 32712MINAE、Decreto 32966 MINAE で定められている。

環境影響に関する審査は、上述の基本原則 Decreto 31849 により、Secretaria Tecnica Nacional Ambiental（SETENA）が一元的に行うと定められている。また全てのプロジェクトは初期環境影響評価を実施する必要がある、同法の Annex において、事業の種類、事業規模等、潜在的環境影響（IAP）により以下のように分類されている。（表 3.2-1 参照）

なお、地熱の場合は、2000kW 以上が A 分類、1000kW 以上 2000kW 未満が B1、100kW 以上 1000kW 未満が B2、100kW 未満が C となっている（第 40 項）。

表 3.2-1 プロジェクトの分類

分類	分類内容	地熱
A	著しく高い環境影響が起り得る	2000kW以上
B1	環境影響が起り得る（高い）	1000kW以上2000kW未満
B2	環境影響が起り得る（中程度）	100kW以上1000kW未満
C	低い環境影響が起り得る	100kW未満

プロジェクト分類 A, B1, B2 のうち、SETENA によって承認された機関が環境管理を実施していない場所（便宜上 B2-1）は、初期環境影響評価として環境影響書 D1 を作成する必要がある。他方、B2 のうち SETENA によって承認された機関が環境管理を実施している場所（便宜上 B2-2）、及び C に分類されたものは、初期環境影響評価として環境影響書 D2 を作成する必要がある。

D1 及び、D2 は SETENA によって審査される。D1 については、環境影響インパクトについて評価（SIA）され、さらに以下の判断とプロセスをたどる。（表 3.2-2 参照）

表 3.2-2 環境評価手続きのまとめ

分類	プロセス
A	実施者によるEIA実施（EsIA）
B1	実施者による環境管理計画作成（P-PGA）
B2-1	実施者による環境遵守宣言（DJCA）
B2-2	実施者によるD2提出
C	実施者によるD2提出

注1) コスタリカでは環境影響評価手続き全体をEIAといい、所謂環境アセスメント調査をEsIAと言う

注2) B2-1、B2-2という分類は本報告書での記述便宜上の分類である。

プロジェクトが A と分類されるものについては、実施者により環境影響書 D1 が提出される。SETENA はプロジェクトが A であることから、環境アセスメント（EsIA）の TOR を提示する。これに応じて実施者は EsIA を作成し SETENA に提出する。EsIA にはプロジェクトが行われる自治体への環境影響登録（DIA）が登録済みであることが必要である。（DIA は登録であり、特に自治体からの承認を必要とするわけではない。）SETENA が示した TOR が遵守されていない場合は修正が要求されるが、TOR が遵守されている場合、環境遵守宣言（DJCA）の提出を実施者に促す。実施者はこれを受けて、同環境遵守宣言を SETENA に提出する。その後 EsIA が公開される。条件が全て満足していると判断された場合、SETENA は環境影響ライセンスを発行する。プロジェクトのモニタリングについては、実施者は、SETENA への定期的な報告、環境専門誌への環境

管理の記載、環境遵守期間の管理を行う必要があり、SETENA は必要に応じて検査を実施する。環境遵守がされていない場合は罰則が適用される。

プロジェクトが B1 と分類されるものについては、実施者により環境影響書 D1 が提出される。SETENA はプロジェクトが B1 であることから、環境管理計画（P-PGA）の TOR を提示する。これに応じて実施者による環境マネジメント計画作成（P-PGA）が作成され、SETENA に提出される。SETENA が示した TOR が遵守されていない場合は修正を要求するが、TOR が遵守されている場合、環境遵守宣言（DJCA）の提出を実施者に促す。実施者はこれを受けて、同環境遵守宣言を SETENA に提出する。条件が全て満足していると判断された場合、SETENA は環境影響ライセンスを発行する。プロジェクトのモニタリングについては、実施者は、SETENA への定期的な報告、環境専門誌への環境管理の記載、環境遵守期間の管理を行う必要があり、SETENA は必要に応じて検査を実施する。環境遵守がされていない場合は罰則が適用される。

プロジェクトが B2 と分類されるもので、環境管理が SETENA によって承認された機関が実施していない場所と判断されたものは、IEE (Initial Environmental Examination)として、環境影響書 D1 を作成する必要がある。他方環境管理が SETENA によって承認された機関が実施している場所と分類されたものは、環境影響書 D2 を作成する必要がある。前者は SETENA が内容を審査し、環境影響インパクトをプロジェクト実施者が管理・抑えることを条件であることを審査結果として実施者に通知する。実施者はこれを受けて、環境遵守宣言（DJCA）を SETENA に提出する。SETENA は実施者が環境影響を抑えることが遵守できると確認できると、環境影響ライセンスを発行する。その後プロジェクトの実施段階において、ランダム検査が SETENA により実施され、遵守されていない場合は罰則が適用される。後者、すなわち環境影響評価書 D2 を作成する必要がある B2 案件は、次の C と同様の手続きを行う。

プロジェクトが C と分類されるものについては、実施者により環境影響書 D2 が提出される。SETENA が内容を審査し、申請書に問題ないか確認後、SETENA は D2 を承認する。その後 SETENA はモニタリングを実施するが、万が一虚偽の申告があった場合は直ちに罰則を適用する。当該事業を継続したい場合には D1 を提出し、環境認可手続きのやり直しを行う。（表 3.2-3 参照）

表 3.2-3 プロジェクトのインパクト毎によるフロー

分類	プロセス
A	実施者によるD1作成 SETENAによるEsIAのTOR作成 実施者によるEIA実施（EsIA） 実施者による環境遵守宣言の提出 SETENAによる環境ライセンスの発行 環境モニタリングの定期報告
B1	実施者によるD1作成 SETENAによる環境管理計画（P-PGA）のTOR作成 実施者によるP-PGA実施 実施者による環境遵守宣言（DJCA）の提出 SETENAによる環境ライセンスの発行 環境モニタリングの定期報告
B2-1	SETENAによるD1作成 実施者による環境遵守宣言（DJCA） SETENAによる環境ライセンスの発行 環境モニタリングの実施
B2-2 C	実施者によるD2作成 SETENAによる環境ライセンスの発行

注) B2-1、B2-2という分類は上述の通り、本報告書での記述便宜上の分類

A、B1、B2 及び C 案件における環境ライセンス取得までのフローは概ね図 3.2-1 に示したようになる。

具体的な手順は EsIA 手続き法 Decreto 32966 に明記されている。EsIA は SETENA に登録されているコンサルタントにより実施される。EsIA 実施中は、自治体及び住民への説明と意見聴取及び、インパクトが最も低くなる代替案の検討を行う必要がある。また、EsIA は開示される必要があり、閲覧期間・場所に関する情報を事業実施者が全国紙に掲載する。

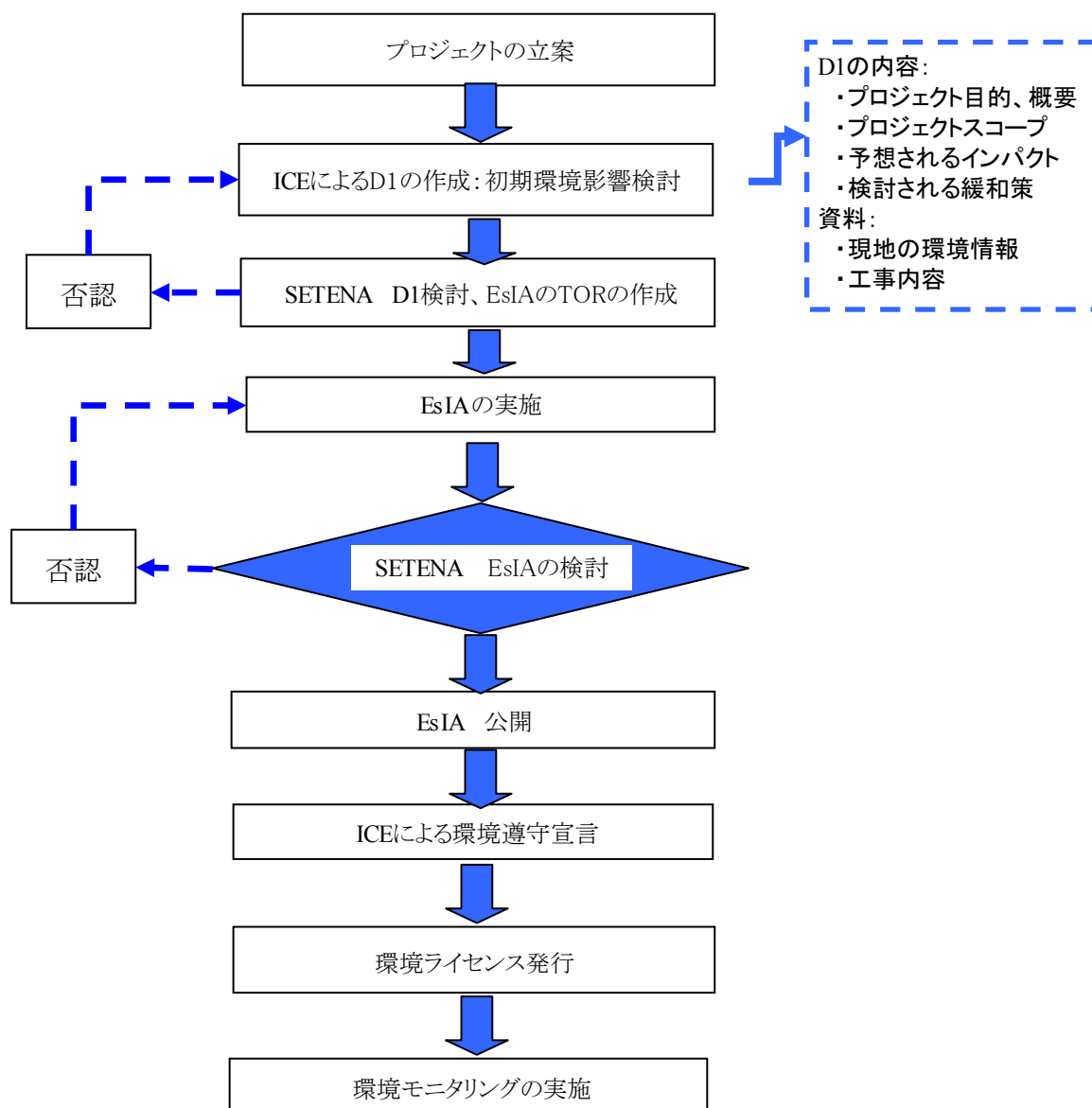


図 3.2-1 (1) A 案件における環境ライセンス取得フロー

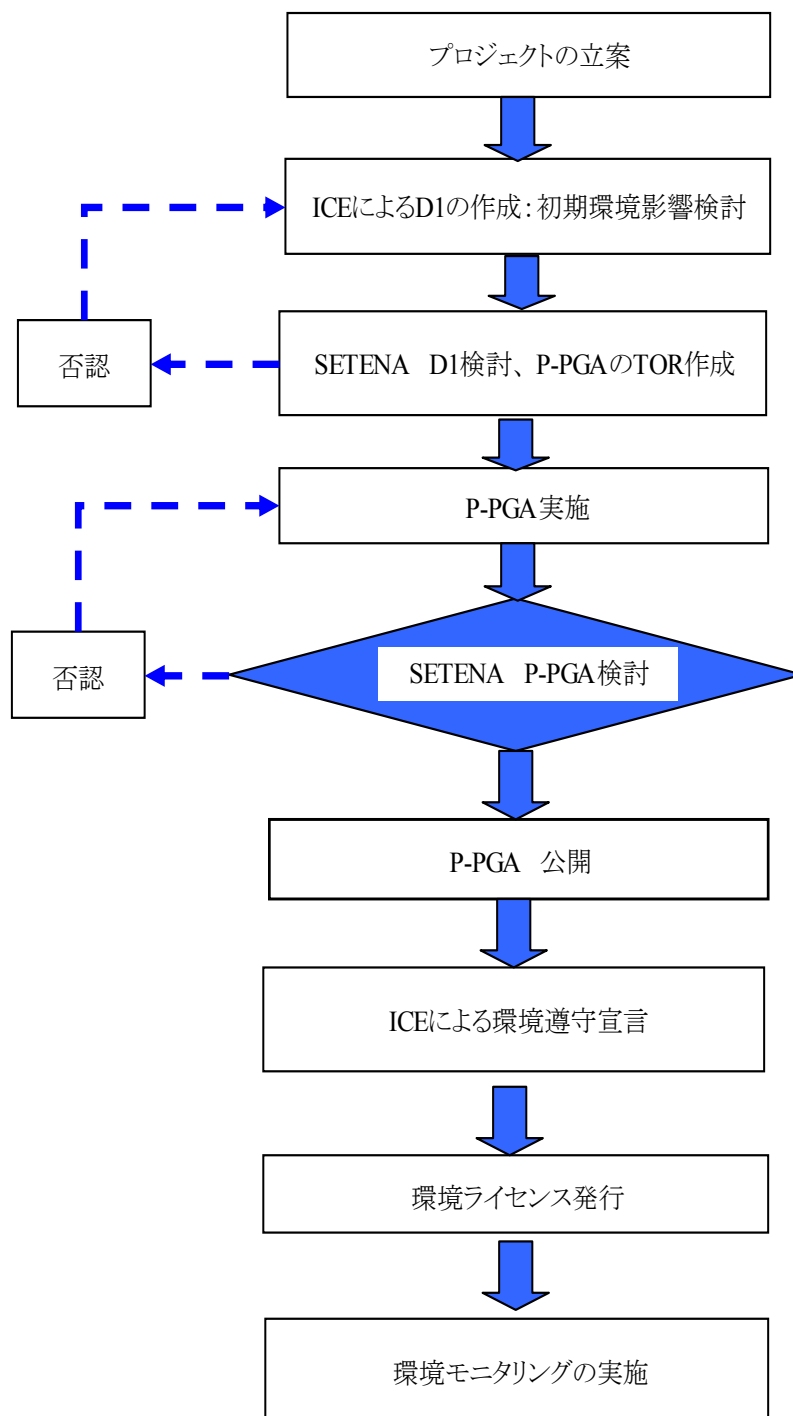


図 3. 2-1 (2) B1 案件における環境ライセンス取得フロー

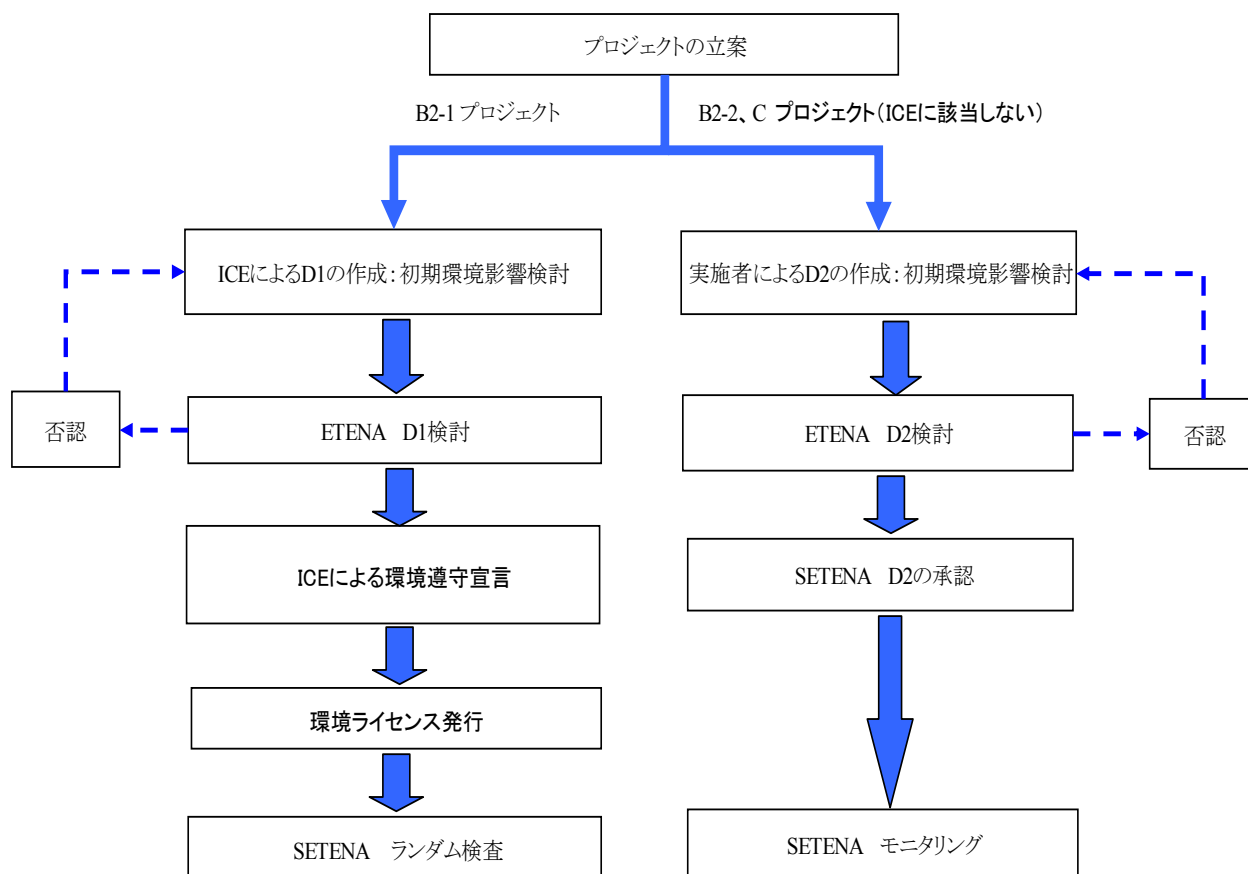


図 3.2-1 (3) B2 及び C 案件における環境ライセンス取得フロー

3.2.3 ICE の事業における資産収用制度（土地取得及び住民移転）

コスタリカにおいては、同国に住む者は等しく扱うこととなっている。よって、住民移転や土地収用の対象として不法居住者であるかどうかは問われない。したがって、土地収用及び住民移転を必要とする場合には、全住民が対象となるために期間と費用がかさむことになる。そのため土地収用及び住民移転は、極力避けることに注力し、どうしても行う必要がある場合には、粘り強く交渉し、住民合意を形成した上で実施するという傾向にある。

しかしながら、ICE が資産収用を必要とする中でどうしても合意形成が達成できない場合、裁判所の認可に基づき、ICE に関する収用法（Ley 6313 1979 年 1 月 4 日施行）に基づいて実施される。そのプロセスの概略は以下の通りである。

まず ICE の理事会から承認された資産評価のエキスパートが、対象となる資産評価を行う【第 2 条、第 3 条】。補償額は評価額の最大 15% 増まで可能である【第 5 条】。理事会がこの評価結果を承認した後、所有者に収容する旨を通知し説明する【第 7 条】。所有者は 8 労働日以内に収容を認めるか否かを返答する必要がある。ICE は、通知と同時に収容を実施する旨の暫定オーダーを

発出し、また公証人役場は所有権移転ノートを作成する。当ノートにより、所有権移転の権利が ICE に発生することになる。但し、3 ヶ月以内に裁判所が同意しない場合、権利は自動消滅する。仮に所有者が見当たらない場合、広告を数回行いつつその上で裁判所が指名する代理人を対象として手続きを進める【第 7 条】。

資産所有者が同意しない場合、或いは無回答の場合、ICE の理事会は収用ができるとして広告し、裁判所に承認申請を行う【11 条】。裁判所は、ICE に 5 労働日以内に妥当なエキスパートを用意するか、裁判所が指名するエキスパートが損害見積を 15 労働日以内に提出する【13 条】。3 ヶ月以内に手続きを開始するが、ICE が土地収用補償額の供託金の提出、及び前述の広告や所有者への説明が行われない場合、裁判所は ICE の権利を解消する【12 条】。所有者が同意した場合、ICE からの資産収用のための供託金が被害者に支払われる【15 条】。ICE は所有者と合意に達した場合 60 日以内に収容資産に立ち入ることができる【16 条】。尚所有者が合意しない場合、ICE は不都合エキスパートを要求することができる。裁判所はエキスパートの意見を参考にしつつ、両者の主張を確認の上、補償を決定するが、その金額は上述を超えないものとする【17 条】。

住民移転が伴う場合、ICE は少なくとも現状と同じレベルのインフラ設備及び公共サービスの供給を移転先でも用意する義務がある。よって公共機関との段取りも ICE が行う【第 26 条】。

3.2.4 環境影響評価に関する関係機関

環境影響評価は一元的に SETENA で分析検討される。よって SETENA 以外の機関は原則として関与しない。必要に応じて外部専門家の助言及び支援を受けて分析検討されている。尚、上述の環境アセスメント制度は、以下の機関が参加する評議会（Comisión）で決定された。

- Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)
- Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET)
- Ministerio de Salud (MS)
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT)
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
- Instituto Costarricense de Turismo (ICT)
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)
- Secretaría Técnica de la Comisión de Mejora Regulatoria (CMR)
- Federación Costarricense para la Conservación del Ambiente (FECON)
- Asociación Costarricense de Tecnologías, Consultorías y Auditorías Ambientales (ACTCAA)
- Colegio de Biólogos de Costa Rica (CBCR)
- Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones de la Empresa Privada (UCCAEP)
- Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA)
- Cámara Costarricense de la Construcción (CCC)
- Cámara de Industrias de Costa Rica (CICR)
- Consejo de Desarrollo Inmobiliario (CDI),

3.2.5 環境基準

(1) 大気質 (H₂S)

コスタリカ保健省令 (No.30221-S:2002) は、H₂S における 24 時間の基準は 20 ug/m³ と規定しているが、ラス・パイラスのような地熱地域には適用しない。

表 3.2-4 に示す WHO (世界保健機関) の大気環境ガイドラインにおける 24 時間平均の H₂S 濃度のガイドライン値を用いる。

表 3.2-4 H₂S の WHO ガイドラインの値

項目	平均時間	ガイドライン値(μg/m ³)
硫化水素 (H ₂ S)	24 時間	150

Source: WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark 2000

(2) 騒音

環境騒音基準に関する基準は施行令 No. 28718-S (Decreto Ejecutivo No. 28718-S de 15 de junio del 2000.)により設定されている (表 3.2-5)。

騒音における地域の類型は、静音 (病院、学校、教会等)、住居、商業、工業地域であり、時間の区分は、昼間と夜間に区分されている。また、施行令第 21 条では環境騒音レベルが基準を上回った場合、基準に 5(dB)を乗せると規定している。

表 3.2-5 騒音環境基準

Receiving zones (ゾーン)	Values (騒音レベル)	
	Daytime (昼間) (6:00~20:00)	Nighttime (夜間) (20:00~6:00)
Tranquility Zone (静音ゾーン)	50 dB (A)	45 dB (A)
Residential Zone (住居ゾーン)	65 dB (A)	45 dB (A)
Commercial Zone (商業ゾーン)	65 dB (A)	55 dB (A)
Industrial Zone (工業ゾーン)	70 dB (A)	60 dB (A)

Source: Decreto Ejecutivo No. 28718-S de 15 de junio del 2000

(3) 水質基準

a. 環境基準

水質の環境基準は、地表水質の評価及び分類における規則 (Decreets No.33903-MINAE-S) で設定されている。N° 33903 では環境水の水質や利用目的から 5 クラスに分類して基準を設定している (表 3.2-6)。

表 3. 2-6 地表水域の水質基準 (Decreets N° 33903-MINAE-S)

項目	単位	クラス 1	クラス 2	クラス 3	クラス 4	クラス 5
濁度(Turb)	NTU	<25	25～<100	100～300	(1)	(1)
水温	℃	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
水素イオン濃度(pH)	-	6.5～8.5	6.5～8.5	6.0～9.0	5.5～9.5	5.5～9.5
硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	mg/L	<5	5～10	10～15	15～20	>20
化学的酸素要求量 (COD)	mg/L	<20	20～25	NA	NA	NA
塩化物(Cl)	mg/L	<100	100～200	NA	NA	NA
フッ化物(F)	mg/L	1.0	1.0～1.5	NA	NA	NA
色度(Pt-Co)	mg/L	2.5～10	10～100	(1)	(1)	(1)
浮遊物質 (SS)	mg/L	<10	10～25	25～100	100～300	>300
溶解性物質	mg/L	<250	250～500	500～1000	>1000	>1000
油脂	mg/L	ND	ND	ND	ND	15～25
メチレンブルー活性物質	mg/L	ND	ND	ND～1	1～2	2～5
ヒ素(As)	mg/L	<0.01	<0.01	0.01～0.05	>0.05	>0.05
ホウ素 (B)	mg/L	0.1	0.2	0.5	1	1
カドミウム(Cd)	mg/L	<0.005	0.005	0.01	0.02	0.02
シアン化物(SN)	mg/L	<0.1	0.1～0.2	0.2	>0.2	>0.2
銅(Cu)	mg/L	0.5	0.5～1.0	1.0～1.5	1.5～2.0	2.0～2.5
全クロム(Cr)	mg/L	<0.05	0.05	0.2	0.5	<0.5
マグネシウム MgCO ₃	mg / L	<30	30～50	>50	>50	>50
水銀(Hg)	mg/L	<0.001	0.001	0.002	0.004	0.005
ニッケル(Ni)	mg/L	<0.05	0.05	0.1	0.2	0.3
鉛(Pb)	mg/L	<0.03	0.03～0.05	0.05～<0.10	0.10～<0.20	0.20
セレン(Se)	mg/L	<0.005	0.005～<0.010	0.010～<0.020	0.020～<0.050	0.050
硫酸塩(SO ₄ ²⁻)	mg/L	<150	150～250	>250	>250	>250
有機塩素化合物の合計	mg/L	ND	ND	ND	0.01	0.01
有機リン化合物の合計	mg/L	ND	ND	ND	0.01	0.01
糞便性大腸菌	NMP/100 ml	< 20	20 ～ 1000	1000 ～ 2000	2000 ～ 5000	>5000

ND：使用される方法では検出できない。

NA：該当事項はありません

(1)：自然或いは使用に影響しない

Source: DECRETOS N° 33903-MINAE-S (Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales)

b. 排水基準

排水基準は、環境水域への排水を規制する目的で政令 No. 33601-S-MINAE により一律に設定されている。地熱電力開発事業（発電所建設および供用時）に関連のある項目を表 3.2-7 に示す。

表 3.2-7 排水基準 (DECREES No. 33601-S-MINAE)

項目	単位	制限値
生物学的酸素要求量 (BOD _{5,20})	mg/L	50
化学的酸素要求量(COD)	mg/L	150
浮遊物質量 (SS)	mg/L	50
脂肪/油	mg/L	30
水素イオン濃度(pH)	mg/L	5~9
水温	℃	15 ≤ T ≤ 40
沈殿性物質	—	1
メチレンブルー活性物質	mg/L	5
色度 (純度)	mg/L	150
水銀(Hg)	mg/L	0.01
ヒ素(As)	mg/L	0.1
クロム(Cr)	mg/L	1.5
ホウ素 (B)	mg/L	3
カドミウム(Cd)	mg/L	0.1
鉛 (Pb)	mg/L	0.5
ニッケル(Ni)	mg/L	1
銅(Cu)	mg/L	0.5
亜鉛 (Zn)	mg/L	5

3.3 代替案

3.3.1 ゼロオプション案

コスタリカ自然再生エネルギー（地熱、風力）の開発も進める方針である。本地域で水力発電の開発は国立公園、保護区等の影響が大きく、ポテンシャルは少ないため開発は想定されない。水力以外の自然エネルギー資源として想定されるのは風力と地熱発電開発である。風力発電はすでに周辺地域で開発されており（Orosi 地点 50 MW、Mogote 地点 50 MW）、地熱発電開発はラス・パイラス（本プロジェクト）及びボリンケン地域で計画されている。

以上より、本地域で地熱発電以外の電源開発の可能性はほとんどないと考えられる。ここでは、現状をゼロオプション案（プロジェクトを実施しない場合）とし、プロジェクトを実施する場合との環境影響を比較する（表 3.3-1）。

表 3.3-1 環境の現状と本プロジェクト実施した場合の比較

環境項目	ゼロオプション (環境の現状)	プロジェクト実施した場合
大気 (H ₂ S)	変化なし	- (軽微な悪化)
騒音	変化なし	- (軽微な悪化)
用水及び水質	変化なし	- (軽微な悪化)
廃棄物	変化なし	-- (中程度の悪化)
自然環境 (動植物、生物多様性)	変化なし	-- (中程度の悪化)
土地利用	変化なし	- (軽微な悪化)
温室効果ガス	変化なし	+ (軽微な改善)
雇用、地域経済	変化なし	+++ (大幅な改善)
地域サービス、インフラ	変化なし	+++ (大幅な改善)

3.3.2 用地の検討

発電所建設用地についてを図 3.3-1 に示す。また、A 及び B 地点についての環境影響を比較する(表 3.3-2)。

表 3.3-2 発電所建設用地の比較

環境項目	A 地点	B 地点
大気 (H ₂ S)	同程度	同程度
騒音	・ ホテルから遠く、ホテル地点への騒音の寄与は約 1 dB である。 ・ 国立公園へ近くなるために騒音による動物への影響が懸念される。	・ ホテルに近く、ホテル地点への騒音の寄与は約 2 dB である ・ 国立公園へは A 地点より遠くなるために騒音による動物への影響が小さくなる。
河川の状況及び水質	・ 小川が存在し、建設工事によって河川の状況が改変される。 ・ 小川の水質への影響が考えられる。	小川が存在しないために河川の状況、水質への影響は A 地点より小さいものと考えられる。
自然環境 (動植物、生物多様性)	配管が約 100 m 長くなるために植物の除去面積は増加する。	配管が約 100 m 短くなるために植物の除去面積は減少する。
国立公園	国立公園境界までの距離が近くなり (約 250 m)、影響は大きくなる。	国立公園境界までの距離は遠くなり (約 650 m)、影響は小さくなる
景観	地形が高いため、国立公園入口から眺望されやすく、対策は難しくなる。	地形は窪地であり、国立公園入口から施設の一部は眺望されるが、植林対策により影響を小さくすることは可能である。
費用	配管は約 100 m 長くなるためにプロジェクトコストは増加する。	配管は約 100 m 短くなるためにプロジェクトコストは減少する。
総合評価	劣	優

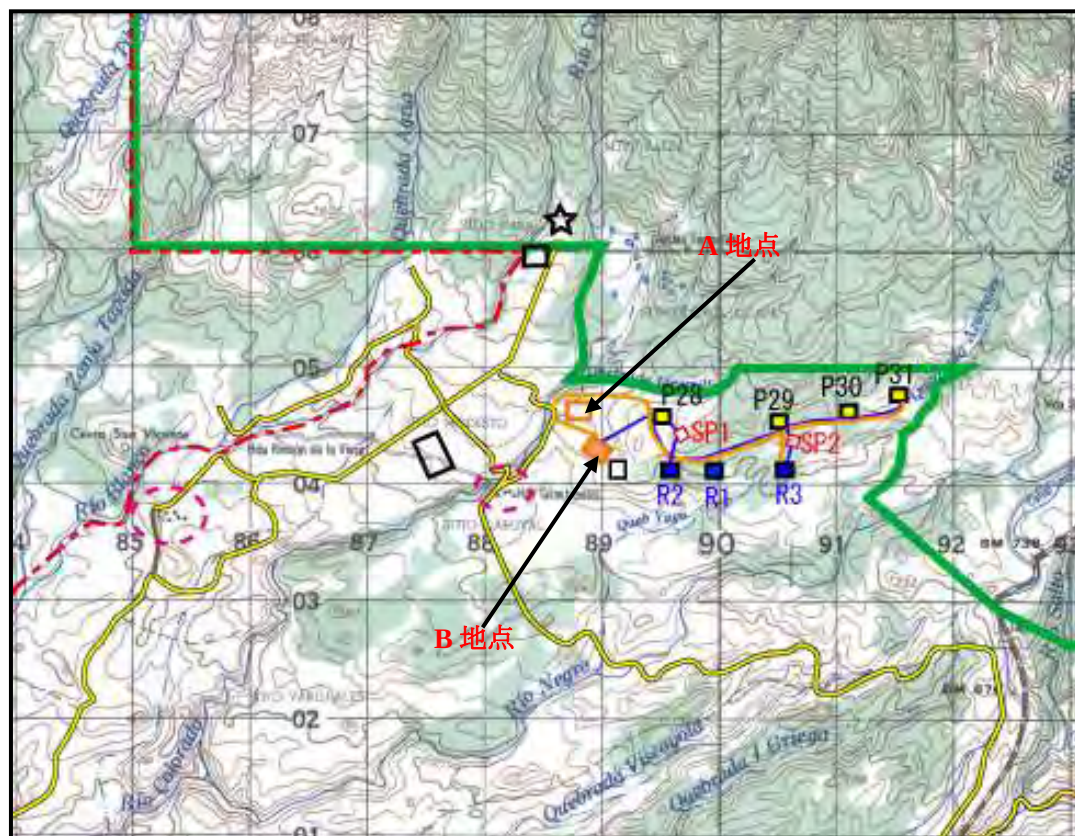


図 3.3-1 発電所建設用地 (A 地点と B 地点)

3.4 影響項目（スコーピング案）

想定される環境影響項目のスコーピング（案）を表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1 影響項目（スコーピング案）

項 目	評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)
	建設時	供用時	
非自発的住民移転	D	D	プロジェクト計画地域に集落や住居はないため、住民の移転は想定されない。
雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	・雇用機会の増加、調査、建設及び発電所維持管理のための資機材の地元調達や作業人員の食料の地元購入、宿泊施設の利用等により、地域経済や住民の暮らしについては正の影響が期待される。 ・農地や放牧地の利用計画はないため、農業（畜産業）への影響は想定されない。 ・ICE は既設発電所（ラス・パイラス I）建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行う予定である。よって、資機材運輸車両の通行による観光業への影響はほとんどないものと考えられる。
土地利用や地域資源利用	B-	B+	・調査・建設のための基地設置や施設建設等のための土地利用が想定される。 ・地熱の利用は本地域資源の有効利用に該当するものと考えられ、地域への便益還元が想定される。 ・国立公園は環境省下の SINAC（国家保護区局）の管轄であり、国立公園内の活動については国立公園法（法令 No.6084、その後生物多様性法 No.7788 に統合）で規制されている。一方、地下の地熱資源の開発については国内法において規制対象となっていない。また、法令 No.5961（1976 年 12 月 6 日）によって、コスタリカ電力公社（ICE）にコスタリカ国内の独占的な地熱開発権が与えられている。
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	プロジェクト実施による影響の有無は不明であるが、影響の有無を確認する必要がある。
既存の社会インフラや社会サービス	B+	B+	・既設発電所の建設により社会サービスやインフラ（道路の建設、拡張、舗装、小学校舎の建設等）は改善されており、本プロジェクトの実施によりさらに社会インフラの改善が期待できる。一方、一般的に建設機械や資材の輸送により既存道路のダメージとしてポットホール（路面に形成される穴）が想定されるが、既設発電所建設時に道路は舗装されている。また、ICE は既設発電所建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化を行うため、負の影響はほとんど想定されない。 ・発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民への社会サービス提供等の正の影響が期待できる。
貧困層・先住民民族・少数民族	D	D	調査地域には、特に配慮すべき先住民民族・少数民族の居住地は確認されていない。
被害と便宜の偏在	C	C	一般的に、発電所施設の建設により利益を得られる又は被害を受ける地区や特定の集団、個人が生じる場合があり、プロジェクト周辺地域におけるこれらの影響の有無を確認する必要がある。

項 目		評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)
		建設時	供用時	
強 制 収 入 社	文化遺産	A-	B-	・プロジェクト実施区域及び周辺では考古学サイトが確認されている。プロジェクトの立地地点がこれらの考古学サイトに計画される場合には影響が考えられる。 ・地熱発電所から高濃度の H_2S は降下した場合に影響が考えられるが、H_2S 着地濃度については、大気汚染 (H_2S) 項でシミュレーションによる予測を行う。
	地域内の利害対立	C	C	一般的に、地域内でプロジェクトが実施される場合は、プロジェクトに対する賛成と反対のグループの対立が起こる可能性が考えられる。本プロジェクト周辺地域でこのようなグループの存在及び対立の可能性について確認する必要がある。
	水利用、水利権、入会権	B-	B-	・取水は一時的であるが、坑井掘削工事用水取水により河川流量にある程度の影響が想定される。 ・供用時においては、発電所用水取水により河川流量へのある程度の影響が想定される。
	公衆衛生	B-	D	特に調査、建設段階においては、衛生施設未設置や不足及び処理能力が小さい等により、公衆衛生の悪化の可能性が考えられる。 供用時においては、衛生施設設置、維持管理が実施されることから影響はほとんどないと考えられる。
	災害、HIV/AIDS のような感染症	B-	D	・発電施設の建設には、多くの外部建設労働者が従事する場合は HIV/AIDS 感染、蔓延の危険性が想定される。 ・供用時には外部からの労働者はほとんどなく、産業員数も少ないために影響は想定されない。
地 質 学	地形・地質	B-	D	・調査、生産井掘削、発電所建設工事等による土地の形状の変更が予想される。 ・供用時に地形、地質への影響は想定されない。
	土壌浸食	B-	D	・掘削坑井基地、敷地造成やアクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が想定される。 ・供用時に新たな土木工事等はないため、土壌浸食の影響は想定されない。
	地下水	C	D	・工事用水としての地下水の取水は計画されていない。坑井掘削により地下水位・水量への影響の可能性はある。 ・発電所用水等としての地下水の取水は想定されない。また、冷却水には蒸気凝縮水を再利用するので、地下水の取水はない。 ・還元井及び生産井は、不透水層の下の地下深部まで鋼管(遮水管)を挿入すること、坑井壁との間はセメンティングされること、また地熱流体の採取及び還元は深部（約 2,000-2,500m）で行うことから、地下水への影響は想定されない。 ・地熱流体の性質と施工に問題がない場合は 20 年～30 年以上使用されることが一般的であり、中には 50 年近く使用されている坑井もある。

項 目	評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)
	建設時	供用時	
湖沼・河川状況	D	D	・調査、工事中においては、河川の形態を大きく変更するような工事は想定されない。 ・供用時においては、河川の形態を変更するような工事はなため、河川状況の影響は想定されない。 ・地熱流体から分離した熱水は全量を還元井から地下深部まで還元するので、河川への熱水の放流はない。従って、河川状況の変化等の影響は想定されない。
動植物、生物多様性	A-	B-	・植物除去や土地の改変による影響が考えられる。 ・施設の存在による動植物の分布状況、生息・生育環境等への影響が想定される。 ・噴出試験はセパレータで熱水と蒸気を分離し、サイレンサーを通して乾いた蒸気を大気へ放散させ、分離熱水を還元井に還元する計画であり、これによって、熱水の周辺植生への飛散による影響は軽微である。 ・計画地近傍に重要種の生息・生育、繁殖が存在する場合に騒音等による影響が想定される。 ・地熱発電所からの H₂S は冷却塔頂部に排出され、冷却塔ファンにより大気中で拡散希釈される。プロジェクト計画地域周辺の H₂S 着地濃度については、大気汚染 (H₂S) 項でシミュレーションによる予測を行う。 ・既存施設 (ラス・パイラス I) の実績では、冷却塔からの水蒸気が周辺樹木への影響を与えたことはない。また、プロジェクト周辺は年間を通じて零下になることはなく、樹木の着氷現象はない。以上より、冷却塔の水蒸気による周辺の樹木への重大な影響は想定されない。
国立公園	B-	B-	・追加プロジェクトの計画地は国立公園南側に位置し、発電所計画地点は国立公園の近くに位置するためにある程度の影響が想定される。
景観	B-	B-	・発電所及び周辺施設の建設により、地域の自然景観への一時的な影響の可能性が想定される。 ・発電所施設の存在に伴い眺望点からの眺望景観の変化が想定される。
地球温暖化	D	D	・建設工事中の建設機械の稼働、資材の搬出入において発生する温室効果ガスは少なく、影響は一時的で軽微あると想定される。また、発電所建設用地は 10ha 程度で、主に放置された雑木林であり、用地の植物 (雑木、草類) 除去による温室効果ガスへの影響はほとんどないと考えられる。 ・供用時には非凝結ガス (NCG) に含まれる CO₂ の排出が想定されるが、他の汽力発電と比較して温室効果ガスの排出が極めて少ないことにより、地球温暖化への影響がほとんどないものと考えられる。

項 目			評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)
			建設時	供用時	
汚 染	大気汚染	H ₂ S	-B-	A-	・地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、H₂Sを含むNCGガスが発生し、近傍地域の環境に対し一時的な影響が想定される。 ・発電所供用に伴いNCGに含まれるH₂Sが発電所の冷却塔頂上から恒常的に排出されるため、発電所周辺の環境に対し影響が想定される。
		粉じん	B-	D	・工事中の資材等の搬出入に使用する車両から、土砂粉じんの巻き上げ等が発生するが、その影響は広域に及ぶとは考えられない。しかし、輸送経路の近傍に民家等がある場合は、影響が想定される。 ・供用時に車両の通行台数は少ないため影響は想定されない。
	水質汚濁		A-	A-	・事業活動に伴う一般排水や坑井掘削時に泥水の発生による影響が想定される。また、敷地造成時の裸地発生により、降雨時の土砂の流出による河川の濁りが考えられる。 ・供用時に発生する排水（雨水排水、浄化槽・油水分離槽の水処理設備からの排水）により、ある程度河川への影響が想定される。 ・重金属を含む熱水はすべて還元井より地下深部まで還元される。また、冷却水は再利用されるために河川への放流はない。
	土壌汚染		B-	D	・坑井掘削時に発生する汚泥による土壌汚染の可能性が想定される。 ・供用時には土壌が汚染されるような物質を取り扱うことは想定されない。 ・地熱熱水はすべて地下深部へ還元され、土壌汚染の影響は想定されない。
	廃棄物		A-	A-	・工事中に産業廃棄物（掘削汚泥、廃材）及び土木工事残土の発生が想定される。 ・供用時に産業廃棄物（汚泥、廃油等）の発生が想定される。
	騒音・振動		B-	A-	・調査時において、生産井の噴出試験時に発生する騒音や、建設機械の稼働に伴い、建設作業騒音・振動が発生するため、ある程度影響が想定される。 ・工事中の資材等の搬出入輸送経路沿いに民家等が存在する場合はある程度の影響が想定される。 ・供用時の影響については、冷却塔、蒸気タービン、発電機等からの騒音・振動が発生するためにプロジェクト計画地域周辺のホテルへの影響が想定される。 ・プロジェクト計画地は国立に隣接しているために騒音による国立公園への影響が想定される。
	地盤沈下		D	A-	・調査時における地熱流体の噴出は短期間であるため影響は想定されない。 ・深部地熱流体を採取することから、発電所周辺における地盤沈下の可能性が想定される。
	悪臭		B-	B-	・実施する噴出試験で発生するH₂Sによる悪臭が、近傍地域における一時的な影響を及ぼす可能性が想定される。 ・供用時に発生するH₂Sによる悪臭が、発電所近傍に影響を及ぼす可能性が想定される。

項 目		評 定		理 由 (抽出した、またはしなかった理由)
		建設時	供用時	
その他	事故	B-	D	安全管理が不十分な場合、調査時の地熱流体の噴出による事故や建設作業中の事故、また交通事故等が発生する可能性がある。 供用時については、既設発電所の実績により、操業中の事故の可能性はほとんどないと考えられる。
	アクセス道路	B-	B-	・追加プロジェクト発電所及び坑井基地のアクセス道路や3.2kmを建設する計画である。 ・アクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が想定される。 ・アクセス道路の建設に伴い植物除去や土地の改変による影響が考えられる。 ・アクセス道路の存在による動物の分布状況、生息環境等への影響が想定される。
	送電線	B-	B-	・追加プロジェクト発電所から既設発電所まで送電線を建設する予定である。 ・送電線の距離は約 2.5 km で、ラス・パイラス地熱地域内で建設される。 ・送電線建設による環境（動植物、景観）への影響は限定的であると想定される。

- ＊： A：大きな影響が想定される。
 B：ある程度の影響が想定される。
 C：影響の程度は未定であり、今後の確認調査が必要である。
 D：影響の程度は軽微であり、今後の調査は不要である。
 ＋：正の影響
 －：負の影響

3.5 環境影響の調査・予測

3.5.1 既設発電所のモニタリング結果

ラス・パイラス地熱地域発電所におけるモニタリング地点を図 3.5-1 に示す。大気質、雨水、騒音及び河川水質のモニタリングは 2009 年から実施されている。モニタリング調査は大気質 (H_2S 、 CO_2) は月 2 回程度、雨水の pH は 5～11 月の雨季に月 1～3 回程度、騒音及び河川水質は月 2～3 回程度の頻度で実施されている。

(1) 大気質 (H_2S 、 CO_2)

ラス・パイラス地熱地域発電所地熱蒸気に含まれる非凝縮性ガス (NCGs) は 0.11% であり、NCGs 中の CO_2 の割合は約 88.7%、 H_2S の割合は約 3.2% である。NCGs の組成を表 3.5-1 に示す。

H_2S のモニタリング結果を表 3.5-2 に示す。全地点における H_2S 測定値の最大値は 0.0045 ppm、年間平均値の最大値は 0.0018 ppm である。

CO_2 のモニタリング結果を表 3.5-3 に示す。全地点における CO_2 測定値は 248～345 ppm、年間平均値は 290～327 ppm の範囲にあり、2010 年の世界平均値の 389.0 ppm (2011 年の日本平均値 394.3 ppm) と比べても低レベルである。

また、 H_2S 及び CO_2 のモニタリング結果は 2000 年からの現況測定結果 (図 3.1-5) と比べても変化がほとんどなく、安定して推移している。

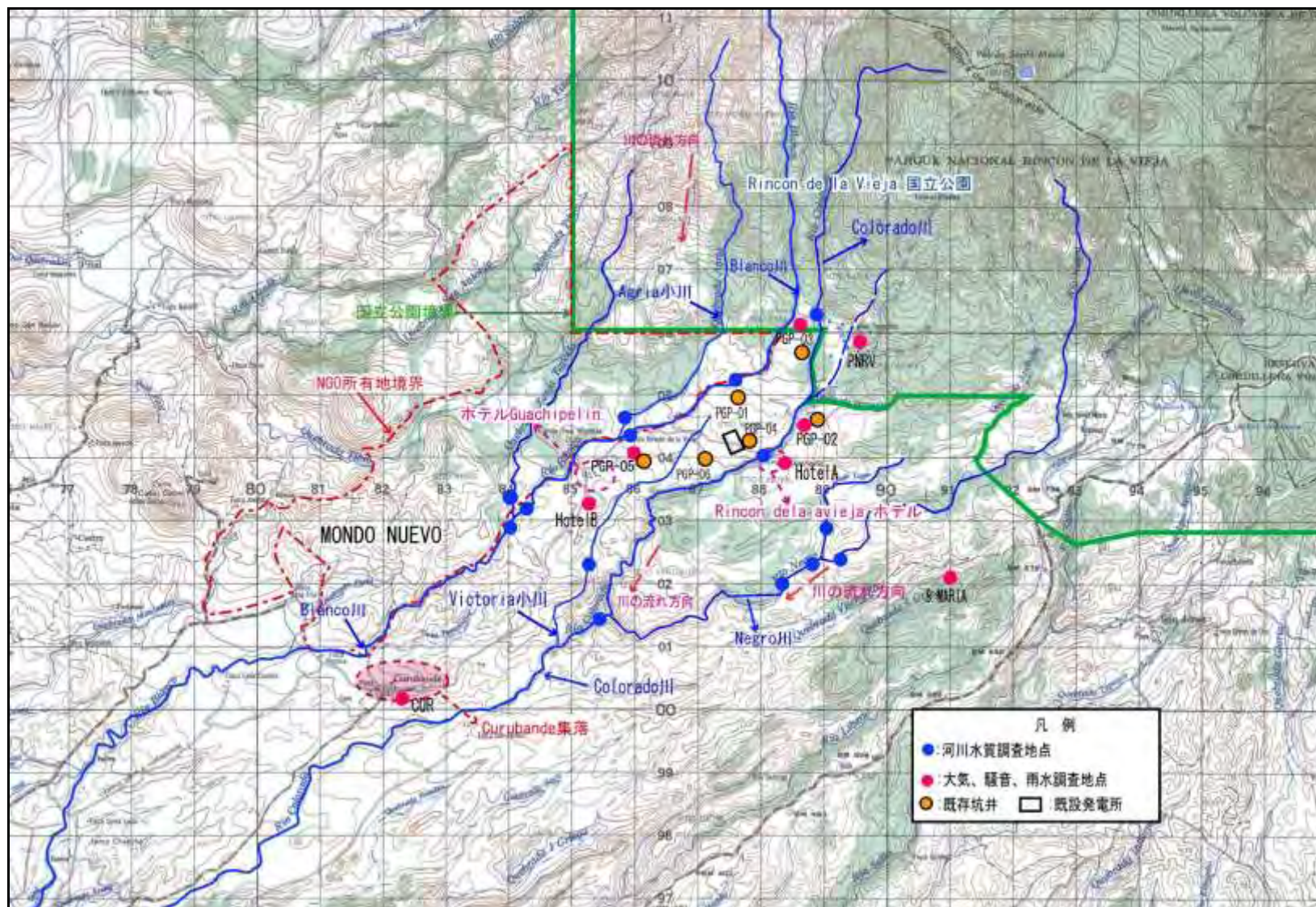


図 3.5-1 ラス・パイラス地熱地域発電所におけるモニタリング地点

表 3.5-1 NCGs の組成

項目	CO ₂	N ₂	H ₂ S	Ar	CH ₄	O ₂	H ₂
NCGs 中の割合(%)	88.7	7.8	3.2	0.13	0.07	0.04	0.01

表 3.5-2 H₂S のモニタリング結果 (2009-2011)

単位 : ppm

地点	項目	2009年	2010年	2011年**
PNRV	最小値*~最大値	0~0.0040	0~0.0033	0.0003~0.0040
	平均値	0.0012	0.0013	0.0017
PGP-03	最小値~最大値	0~0.0048	0~0.0013	0~0.0028
	平均値	0.0010	0.0005	0.0009
PGP-02	最小値~最大値	0~0.0023	0~0.0015	0~0.0008
	平均値	0.0004	<0.0003	<0.0003
Hotel B	最小値~最大値	0~0.0043	0~0.0020	0~0.0010
	平均値	0.0007	0.0006	0.0004
SANTA MARIA	最小値~最大値	0~0.0020	0~0.0015	0~0.0005
	平均値	0.0005	<0.0003	<0.0003
CUR	最小値~最大値	0~0.0045	0~0.0023	0.0003~0.0030
	平均値	0.0012	0.0012	0.0018

* : 測定下限値 (<0.3ppb) 以下を0とした。

** : 2011年は1~7月までのデータ

表 3.5-3 CO₂ のモニタリング結果 (2009-2011)

単位 : ppm

Point	項目	2009年	2010年	2011年*
PNRV	最小値~最大値	285~333	295~328	295~330
	平均値	302	313	313
PGP-03	最小値~最大値	275~325	280~325	290~330
	平均値	298	308	312
PGP-02	最小値~最大値	270~320	283~320	283~333
	平均値	293	298	297
Hotel B	最小値~最大値	280~330	248~333	300~325
	平均値	306	307	316
SANTA MARIA	最小値~最大値	270~300	278~333	283~305
	平均値	290	297	295
CUR	最小値~最大値	288~330	310~345	271~345
	平均値	312	326	327

* : 2011年は1~7月までのデータ

(2) 雨水の pH

雨水中の pH のモニタリング結果（年平均値）を表 3.5-4 に示す。雨水の pH は国立公園内の PNRV 地点において 4.8～5.7 で他の地点に比して高くなくっており、これは近傍に存在する噴気変質帯からのガスの影響によるものと考えられる。なお、一般的には清浄な雨水の pH は 5.6 程度と言われており、日本における雨水の pH は 4.59～5.22 で、全国平均では 4.82（酸性雨調査結果、環境省、平成 22 年）である。

表 3.5-4 雨水の pH モニタリング結果（2009-2011）

地点名	2009	2010	2011
PNRV	4.8	5.5	5.7
PGP-03	6.24	6.15	6.71
PGP-02	6.40	6.90	6.93
PGP-05	-	6.37	6.57
Hotel B	6.10	6.31	6.34
SANTA MARIA	6.60	6.02	6.60

*：2011年は1～7月までのデータ

(3) 騒音

騒音のモニタリング結果を表 3.5-5a、b に示す。ホテル地点の環境騒音測定値は表 3.5-5c のコスタリカ国における住宅地域の環境基準（昼間）65 dB を満たしている。

表 3.5-5a 環境騒音の測定結果（2009-2011）

単位：dB			
地点	2009	2010	2011
PNRV	41	47	43
PGP-03	43	48	47
PGP-02	40	44	41
Hotel B	42	46	42
SANTA MARIA	41	44	41
CUR	45	48	43

表 3.5-5b 環境騒音の測定結果（ホテル A）

項目	4 月	5 月	6 月
騒音レベル (dB)	34	43	46

表 3.5-5c コスタリカ国住居地域における騒音の環境基準

項目	Day Time(6:00-20:00)	Nighth Time(20:00-6:00)
環境基準 (Decreto No. 28718)	65dB	45dB

注：環境騒音は表で指定されたレベルを上回る場合は5dB加算する。

(4) 地熱熱水の水質

地熱熱水の主な水質を表 3.5-6 に示す。

気水分離器で分離した熱水は、河川等への放流はなく、還元井により、全量地下深部へ還元する計画である。

表 3.5-6 熱水の主な水質

項目	pH	Cond.(μ S/cm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	F ⁻ (ppm)	B(ppm)	As (ppm)
水質	7.4	20924.3	7134.5	59.2	3.7	68.0	9.9

(5) 河川水質

河川水質については Rio-Colorado 川、Rio-Blanco 川及びこれらの支川で pH、電気伝導度 (Cond.) 及び塩化物 (Cl) についてモニタリングを行っている。2009 年 1 月～2011 年 7 月までのモニタリング結果の年平均値を図 3.5-2 に示す。

Rio-Blanco 川は温泉を水源とし、流下過程で温泉の混入が多くみられるため pH は低く、塩化物濃度 (Cl) 及び電気伝導度は高くなっている。Rio-Colorado 川は上流で温泉の流入があるために pH は低く、塩化物濃度 (Cl) 及び電気伝導度も Rio-Blanco 川より低くなっている。Rio-Blanco 川に温泉の影響はなく、水量が多い Rio-Negro 川との合流後、水質は Rio-Blanco 川と同様になる。

全地点の測定結果は年間を通して大きな変化はなく、安定しているものと考えられる。

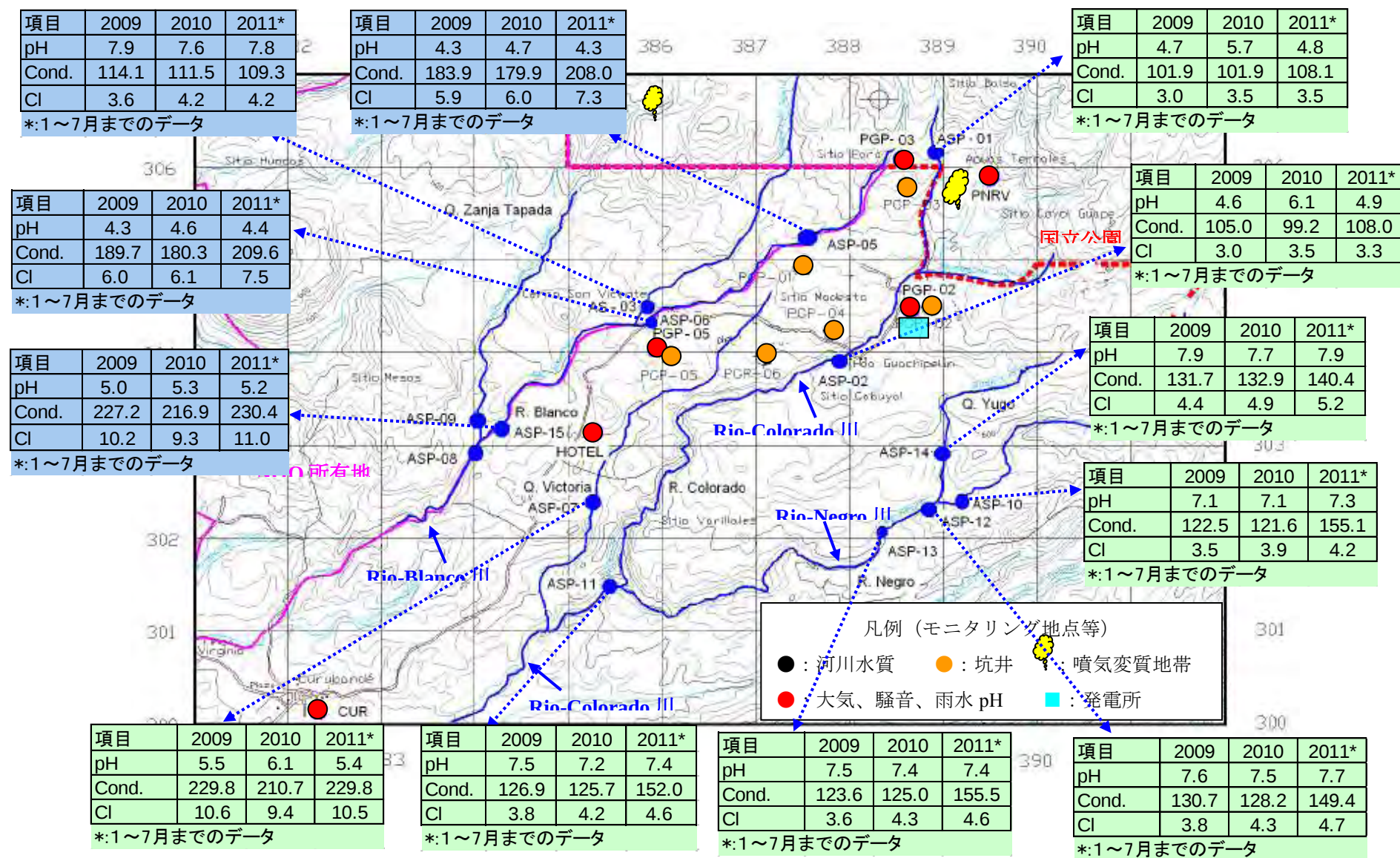


図 3.5-2 河川水質モニタリング結果

(6) 動・植物

ラス・パイラス地熱地域プロジェクトにおける MUNDO NUEVO、国立公園を含む周辺地域への影響調査を実施するための予備調査を 2010 年に行っている。ICE は今後周辺地域環境データベースを作成し、本地域の地熱プロジェクトの影響検討の基礎データを得るために 2013 年に本格調査を実施する予定である。ここでは予備調査結果の動植物の概要を以下に示す。

予備調査はコスタリカのグアナカステ保護エリア（ACG：Area de Conservación Guanacaste）の専門家によって実施されているものである。

a. 動物

- 動物調査で観察された種数の結果をまとめて表 3.5-7 に示す。予備調査は 2010 年 2～8 月にかけて月 1 回の頻度で季節（雨季、乾季）や動物の行動特性（夜間、昼間）等を考慮して行われている。
- 水域に棲息する魚類の種数は少なく、4 つの河川で 5 種が確認されており、本地域の河川で魚類の棲息個体数は少ない。
- 両生類は 14 種観察されており、主に水域周辺で観察されているが、水域を離れた低木や草地で観察されている種もある。
- 爬虫類は 17 種観察されており、森林や水際部等の広範囲に分布している。
- 鳥類は 91 種観察されており、在来種を含む多くの種が観察され、森林の二次林や抛水林、草地等の広範囲に分布している。
- 哺乳類は 15 種観察されており、肉食や草食、猛獣の足跡、猿等の多くの種が観察され、森林や草地等の広範囲に分布している。

表 3.5-7 動物の調査結果

項目	魚類	両生類	爬虫類	鳥類	哺乳類
種数	5	14	17	91	15

b. 植物

本地域の植生（公立公園を除く）は農業（放牧）及び林産業のために伐採された後に更新した二次林である。本調査はこの地域の植生地域を以下の 7 つに分類して行われている。

a) 灌木、草原地域

この地域は昔の牧草地の一部で、緑の回復は遅れており、植生は Jaragua 草（*Hyparrhenia rufa*）と灌木のアカシア類（*Acacia collinsii*）等が優占している。

b) 高密度、低木林地帯

この地域では草、雑草、低木や蔓類等が優占している。低木林地域では *Hibiscus arboreus*、*Helicteres guazumaefolia* や *Helicteres guazumaefolia* 等が優占している。

c) 幼齢二次林地域

この地域では中密度の 5～7 m の高木類は、*Gliricidia sepium*、*Psidium guajava*、*Psidium gua* 等が優占している。2～5 m の中間層の樹木は、*Annona pruinosa*、*Capparis indica*、*Castilla elástica*、*Cochlospermum vitifolium* 等の小樹木から構成されている。0～2 m の低層植生は、多様性が高く、草類が優占し 77 種が観察され、樹木は 15 種観察されている。

d) 低密度二次林地域

この地域は 8～14 m の高木類を有する 2 次遷移段階にあり、高木類、中間層の樹木、低層植生の 3 タイプの生態系に分類でき、さらに *Albizia adinocephala*、杉 (*Cedrela odorata*)、イチジク (*Dyphisa americana*) 等の伐採から残った巨樹がみられる。8～14 m の高木類は、*Andira inermis*、*Apeiba tibourbou*、*Bursera simarouba*、*Cecropia peltata* 等が優占している。3～7 m の中間層の樹木は、*Allophyllus occidentales*、*Casearia sylvestris*、*Castilla elástica* 等が優占している。低層植生は、*Alibertia edulis* や *Casearia arguta* 等の中小低木や蔓、藤などである。

e) 高密度成熟林地域

この地域は、高木と低木の両方の植生から構成されている。25～30 m 高さの高木群落は 155 個みられ、主に *Sideroxylum capiri*、*Ficus spp.* y *F. insipida*、*Manilkara chicle* 等である。中間層の樹木は 55 種みられ、主には *Garcinia intermedia*、*Ardisia revoluta*、*Picramia antidesma* 等である。低層植生は、多様性が高く、66 種が観察されており、主な種は *Garcinia intermedia*、*Ardisia revoluta*、*Stemmadenia donnell-smithii* 等である。また、この地の土壌や小川や溪谷等の周辺地形の特徴から、低標高地の森林の構成で優占する細長い樹木の *Garcinia intermedia*、*Ardisia revoluta*、*Picramia antidesma* 等もみられる。

f) 雑木、高密度草原地域

この地域は、標高 650～1,110 m の丘陵、斜面地帯に分布し、草は主に *Hyparrhenia rufa*、雑木は主に *Byrsonima crassifolia*、*Clethra mexicana*、*Roupala montana* 等である。

g) オーク(*Quercus oleoides*)林地域

この地域は、一部の地域で土壌の制約により分布している。

3.5.2 騒音の予測

(1) 予測

増設プロジェクトのプラント計画地から南西約 535 m 地点に位置するホテルの発電所供用時における騒音の影響について予測を行った。

(2) 予測地点

最寄りのホテルとし、距離は冷却塔中心より 535 m とした (図 3.5-3)。

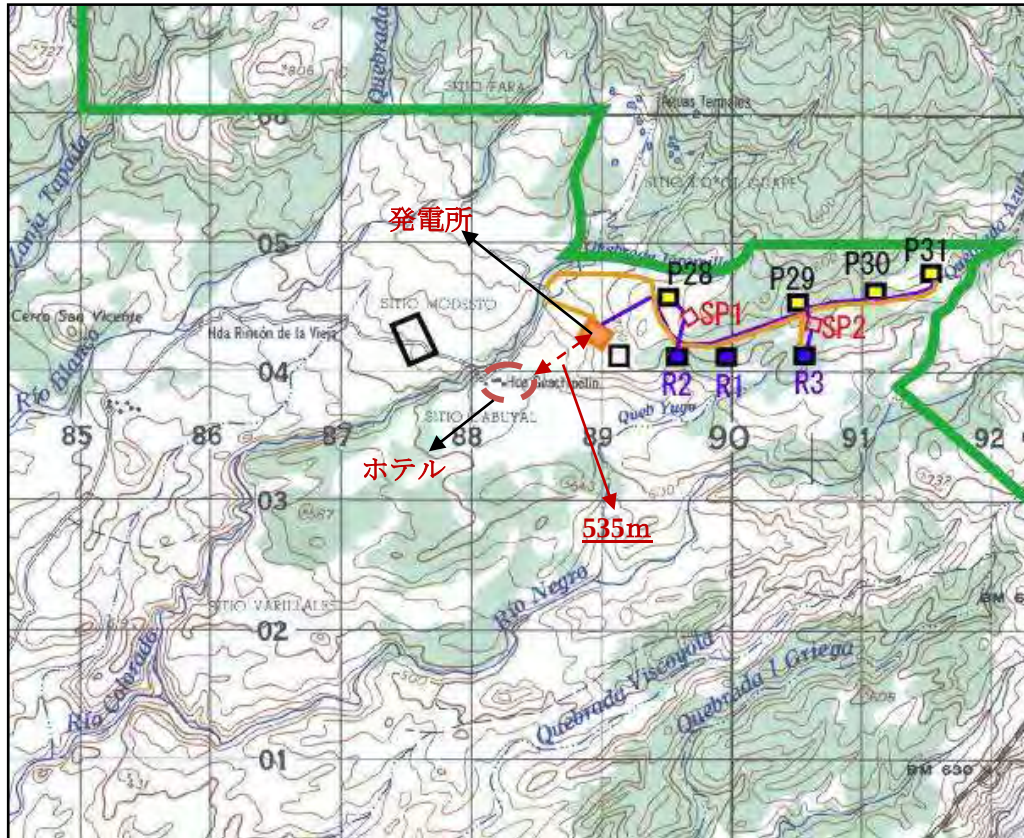


図 3.5-3 最寄りのホテルと発電所位置関係

(3) 音源

地熱発電所の発電設備および施設における騒音の発生源として蒸気タービン、発電機、復水器、冷却塔、冷却塔ファン等がある。既存 55 MW 規模の地熱発電所 (Miravillas I) の主要騒音源の騒音レベルの検討結果より、大きな騒音源である以下の設備及び施設の測定結果を用いた。

- ・冷却塔側面 (散水音) : 85 dB (測定地点 : 音源から 1 m)
- ・冷却塔ファン : 83 dB (測定地点 : 音源から 1 m)
- ・タービン建屋ガラリ : 86 dB (測定地点 : 建屋から 1 m)

(4) 遮蔽物

- ・冷却塔建屋
- ・冷却塔ファン筒部
- ・タービン建屋

(5) 予測計算結果

発電所運転によるホテル地点の騒音レベルの予測値は 43dB である。

予測条件、結果等をまとめて表 3.5-8 に示す。ホテル地点の現況騒音の測定結果の最大値は 46 dB であり（表 3.5-5b 参照）、現況騒音に予測結果と合成すると発電所運転によるホテル地点の騒音予測値は 48 dB である。発電所運転によるホテル地点の騒音は現況環境騒音より 2 dB 大きくなると予測され、コスタリカの住居地域における環境基準を満足する。従って、発電所稼働に係わる騒音のホテルに対する影響は小さいものであると考えられる。

表 3.5-8 予測地点および条件等（JICA 調査チーム）

項目	内容
予測地点	ホテル A
計画地からの距離	南西方面 535 m
音源	地熱発電所計画地点
予測条件	距離減衰と大気吸収を考慮
現況環境騒音（昼間測定）	46 dB
予測値	43 dB
予測結果（現況値と予測値の合成）	48 dB
住居の環境基準（法令 No.28718）*	65 dB（昼間：6:00-20:00） 45 dB（夜間：20:00-6:00）

*: 環境騒音は基準を上回る場合には 5dB を加える。

3.5.3 H₂S の予測・評価

(1) モデル

本予測に使用した H₂S 地上濃度予測モデルは世界で広く使用され、EPA（アメリカ環境保護庁）が環境影響評価大気汚染物質予測に推奨している AERMOD を用いて予測を行った。

(2) 気象条件

プロジェクトサイト地域のラス・パイラス気象観測所において観測されているデータのうち、最も新しい 2008～2010 年の観測データから欠測が少ない 2010 年の風向・風速等のデータを使用した。

ラス・パイラス気象観測所における 2010 年の風配図を図 3.5-4 に示す。

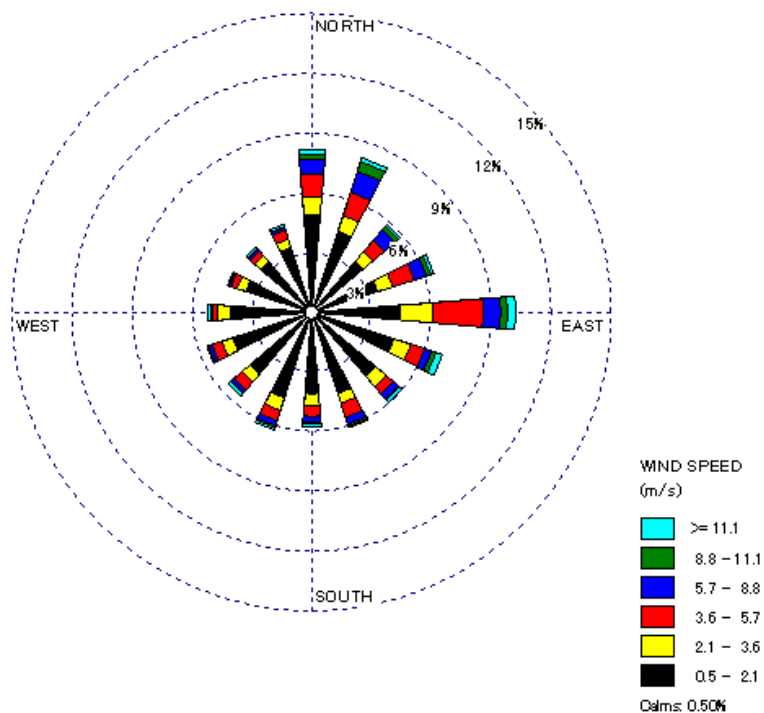


図 3.5-4 ラス・パイラス気象観測所における 2010 年の風配図

(3) 発電所施設の諸元

表 3.5-9 に予測計算に使用するクーリングタワー、発電所建屋の諸元を示す。また、図 3.5-5 にクーリングタワーと発電所建屋の概略配置イメージ、図 3.5-6 にモデルの配置を示す。

表 3.5-9 クーリングタワー、発電所建屋の諸元

項目	高さ (m)	長さ (m)	幅 (m)
Cooling Tower Structure	14.08	78	19
Power Plant House	22.35	46	20

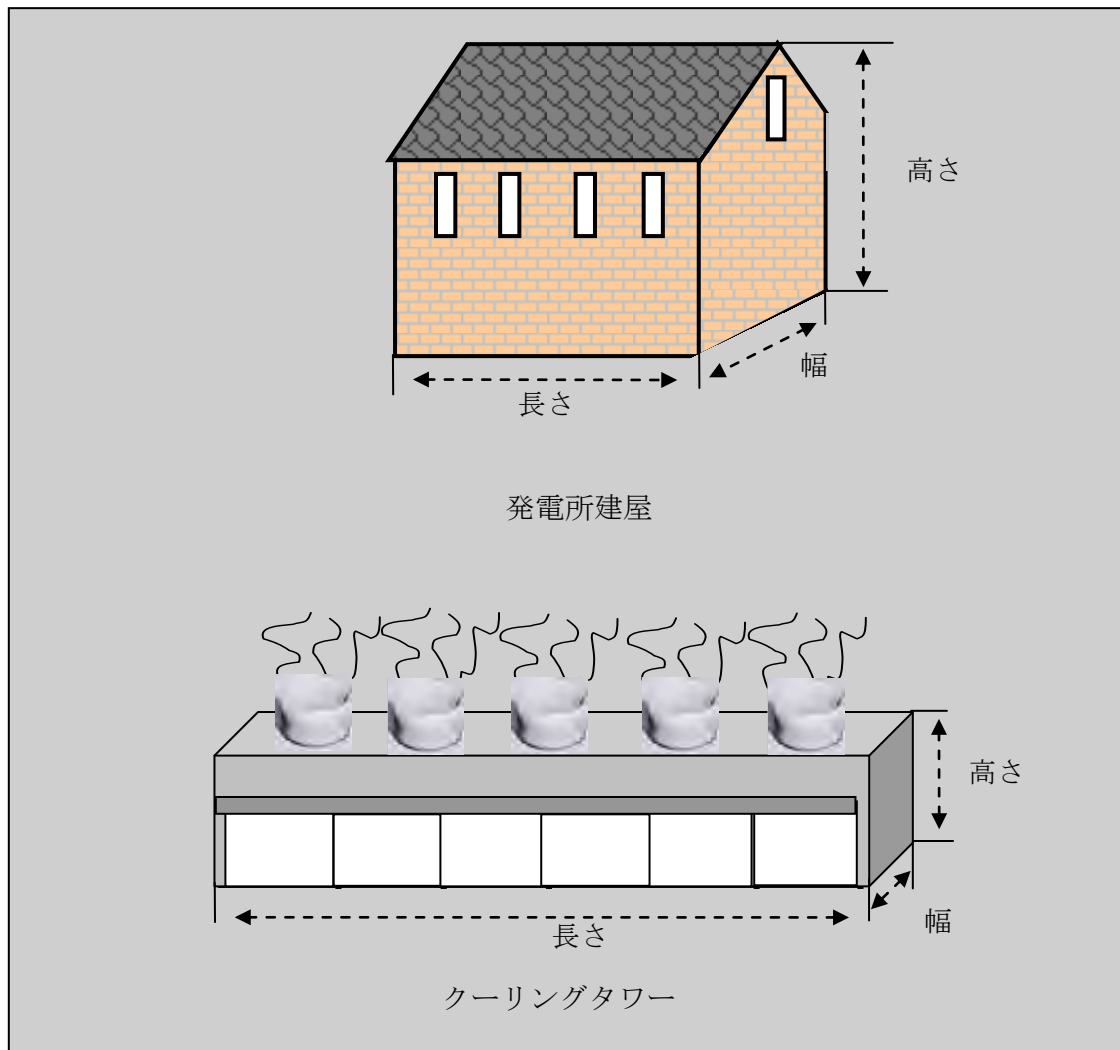


図 3.5-5 クーリングタワーと発電所建屋の概略配置イメージ

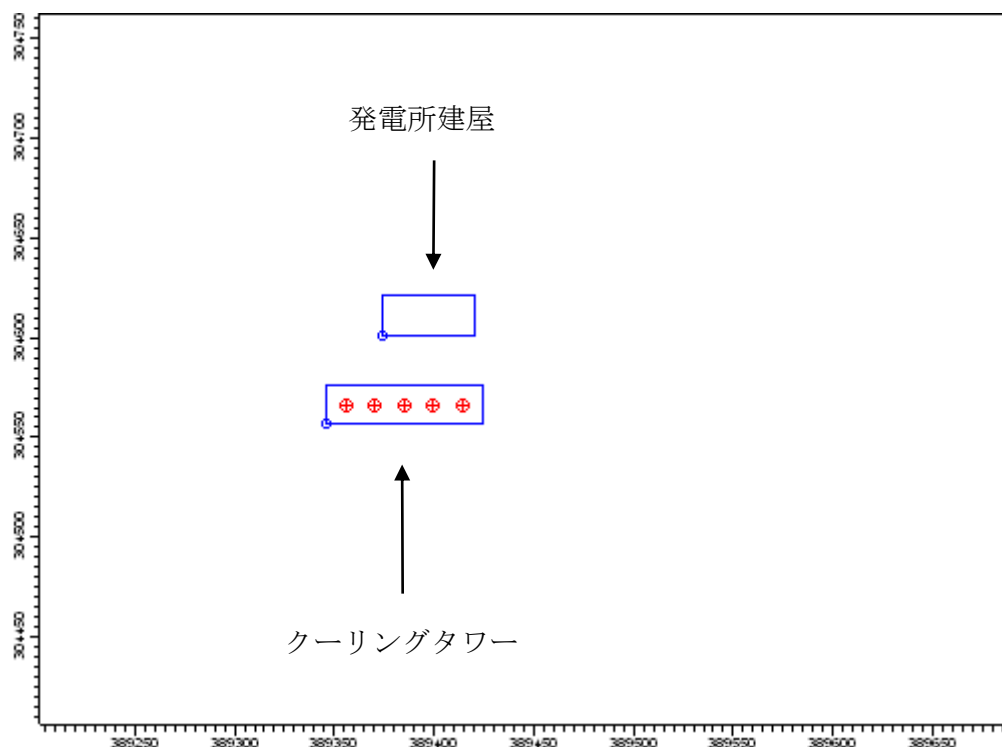


図 3.5-6 モデルの配置

(4) H₂S の排出量

計算に使用する蒸気量と蒸気中の非凝結性ガス（NCGs）及び H₂S 含有量を表 3.5-10、排出源の条件を表 3.5-11 に示す。

また、計算では H₂S 排出量を実際と同様にそれぞれのセルに均等配分して行った。

表 3.5-10 使用蒸気量と NCGs 及び H₂S 濃度含有量

項目	単位	率 (量)
蒸気中のNCGs含有率	wt%	0.11
NCGs中のH ₂ S含有率	wt%	3.2
使用蒸気量	kg/s	131.1

表 3.5-11 排出源の条件

項目	H ₂ S排出量(g/s)	排出源高さ(m)	排出温度(°C)	排出速度(m/s)
クーリングタワー	4.62	18.8	36	10

(5) H₂S の評価基準

表 3.5-12 に示す WHO（世界保健機関）の大気環境ガイドラインにおける 24 時間平均の H₂S 濃度のガイドライン値を用いる。

表 3.5-12 WHO 大気環境ガイドライン値

項目	平均時間	ガイドライン値
硫化水素 (H ₂ S)	24 時間	150 ug/m ³ (0.1 ppm)

出典：WHO 大気環境ガイドライン 第2版、2000.

(6) 予測結果

H₂S の 24 時間平均最大地上濃度の予測結果の分布図を図 3.5-7 に示す。24 時間平均値の最大着地地点における H₂S 濃度は 52.9 ug/m³ (0.035 ppm) で、着地地点はクーリングタワー直近であると予測される。最大着地地点において、H₂S 濃度の 24 時間平均値は WHO ガイドライン値を満足する。敷地境界以遠の周辺地域の H₂S 濃度は 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下となっており、H₂S による人間や植物等への影響がないものと予測される (表 3.5-13a、b)。

表 3.5-13a H₂S による人体への影響

暴露濃度 (ug/m ³)	影響・視察事項	参考文献
11	臭気閾値	Amoore & Hautala、1983
2,800	喘息患者の気管支狭窄	Jappinen et al.、1990
5,000	眼の不調の増加	Vanhoorne at al.、1995
7,000 あるいは 14,000	血中乳酸濃度の上昇、骨格筋クエン酸シンターゼ活性の低下、酸素摂取量の減少	Bhambhani & Singh、1991 ; Bhambhani et al.、1996、1997
5,000～29,000	眼への刺激	IPCS、1981
28,000	疲労、食欲不振、頭痛、易刺激性、記憶力減退、めまい	Ahlhorg、1951
>140,000	臭覚麻痺	Hirach & Zavala、1999
>560,000	呼吸困難	Spolyar、1951
≥ 700,000	死亡	Beauchamp et al.、1984

Source: Concise International Chemical Assessment Document

No.53 Hydrogen Sulfide:Human Health Aspects(2003)

表 3. 5-13b H₂S の連続接触が作物と樹木に及ぼす影響

供試植物	接触させた空気中の H ₂ S の濃度 (ppm)			
	0.03	0.1	0.3	3
Alfalfa Eldorado 種 Hayden 種	夏季後半は明らかに生育を促進、後半には統計的にやや抑制	統計的にみて影響なし(成長の盛んな時期には少し抑制作用あり)	大部分の時期において収量が著しく低下	5 日以内に成葉のへり白く変色、その後成長低下または枯死
Grapes Thompson Seedless 種	葉の重量が増加、つるの重量は少し減少	0.03ppm とほとんど同じ、つるの乾燥重量は 70% に減少	3ppm と類似のより軽微な障害、乾燥したつるの重量半減したが長さは不変	葉が白～黄色から褐色に変化し、4 週間後落葉、つるの乾燥重量は 1/4 に減少
Lettuce. Darkgreen Boston 種	重量(生、乾燥物)および直径増加(ただし気温により変化)	0.03ppm と同じ	重量(生、乾燥物減少)	
Sugar Beet Holly hyb. 種	重量増加 葉生 64% 乾燥 54% 根 37%	51% 40% 37%	32% 8.6% -22%	
Ponderosa Pine 種	影響なし		8 週間で先端変色 第 1、第 2 の葉輪には変化なく、第 3、第 4 としだいに減少	4-6 週間で先端変色し、10 週で落葉
California Buckeye 種	影響なし		3ppm と類似のより少ない障害	4 週後葉のプロソズ化発生、8 週後一部落葉
Douglas Fir 種	影響なし 葉の先端の焼けがなく、明るい緑を呈す	葉の先端にわずの焼け発生。その他の影響はほとんどなし	葉の障害かなり顕著 成長抑制と重量低下	

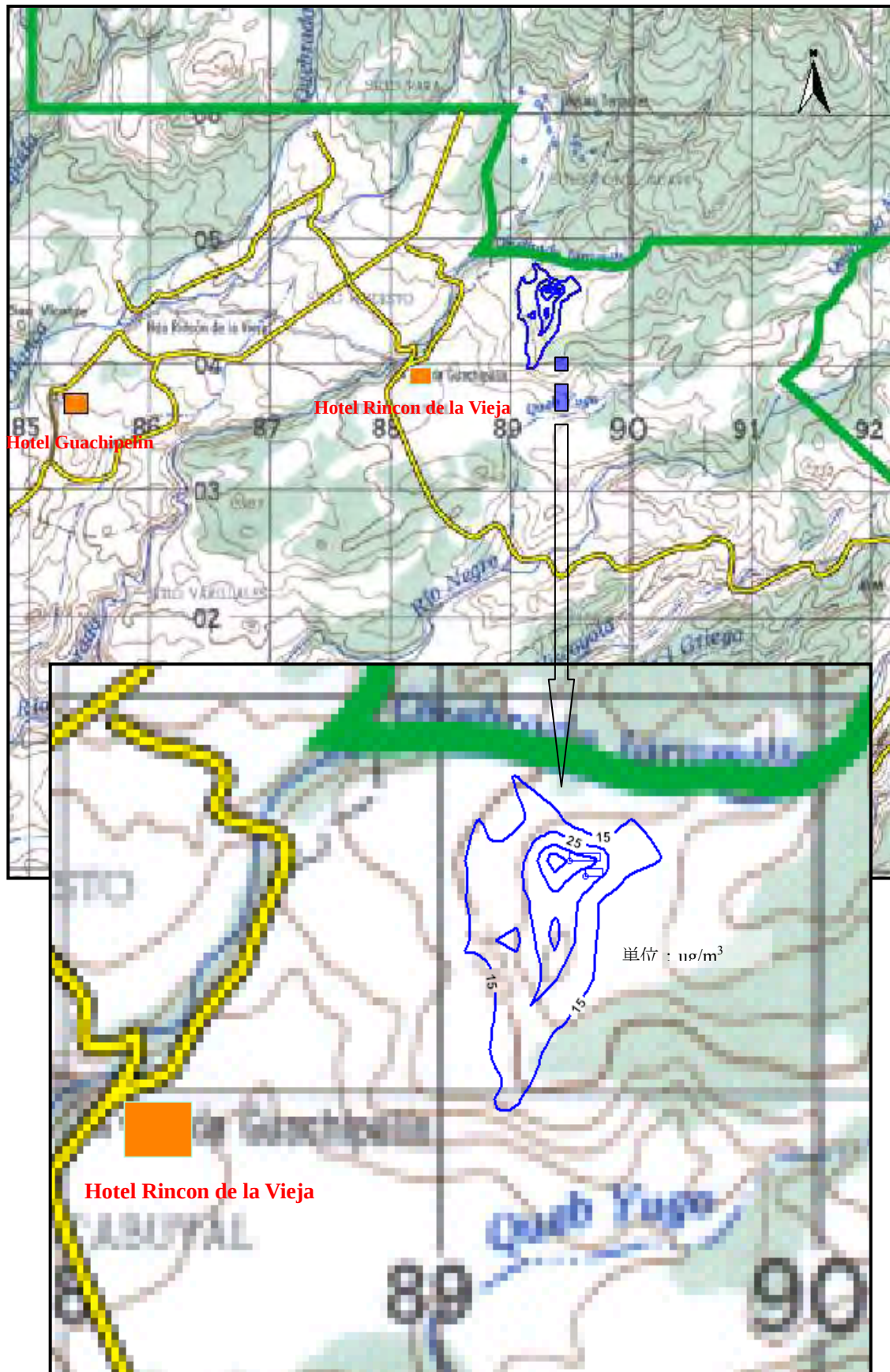


図 3.5-7 H_2S の 24 時間平均最大地上濃度の予測結果

3.5.4 用水

(1) 発電所用水量

現時点で増設発電所の用水量は明らかになっていないため予測には以下に示す既存地熱発電所用水の取水量を用いた。

- ・生活用水：約 5 m³/日
- ・作業及び機器用水：約 6 m³/日
- ・冷却水：最大約 2,400 m³/日（1～2 年に 1 回の定期点検後の冷却水系統への充填水。運転中は冷却水と蒸気凝縮水を再利用。）
- ・坑井掘削用水：掘削時最大約 1,400 m³/日（掘削期間に取水して再利用する）

(2) 取水及び排水場所

計画では生活以外の用水は、コロラド川から取水し、生活用水は、利用されていない泉から取水する予定である（図 3.1-11 参照）。

生活用水の取水位置、ルートを図 3.5-8 に示す。

(3) 取水河川の流量

用水取水河川（コロラド川）の平均及び最小流量を以下に示す。

- ・平均流量：0.95 m³/s
- ・最小流量：0.40 m³/s

(4) 予測

河川からの常時取水は、作業及び機器用水として平均約 6 m³/日である。なお、定期点検後の冷却水系統への充填水としてコロラド川からの取水は、最大約 2,400 m³/日である。

- ・日平均取水量 = $6 / 24 \text{ hr} = 0.25 \text{ m}^3/\text{hr}$
- ・日最大取水量 = $2,400 / 24 \text{ hr} = 100 \text{ m}^3/\text{hr}$
- ・掘削用水取水量 = $1,400 / 24 \text{ hr} = 58.3 \text{ m}^3/\text{hr}$
- ・コロラド川の最小流量 = $0.4 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s} = 1,440 \text{ m}^3/\text{hr}$
- ・コロラド川の流量に占める取水量の割合：
 - 日平均取水量／コロラド川の最小流量 = $0.25 / 1,440 \times 100 = 0.017\%$
 - 日最大取水量／コロラド川の最小流量 = $100 / 1,440 \times 100 = 6.9\%$
 - 日最大掘削用水取水量／コロラド川の最小流量 = $58.3 / 1,440 \times 100 = 3.7\%$

河川最小流量に対して日平均取水量(定常時取水)の占める割合は 0.017%程度、日最大取水量（年 1 回程度）は 6.9%程度、掘削時の日最大取水量は 3.7%程度であり、取水量は少ないことから河川流量及び水環境への影響は小さいものと考えられる。

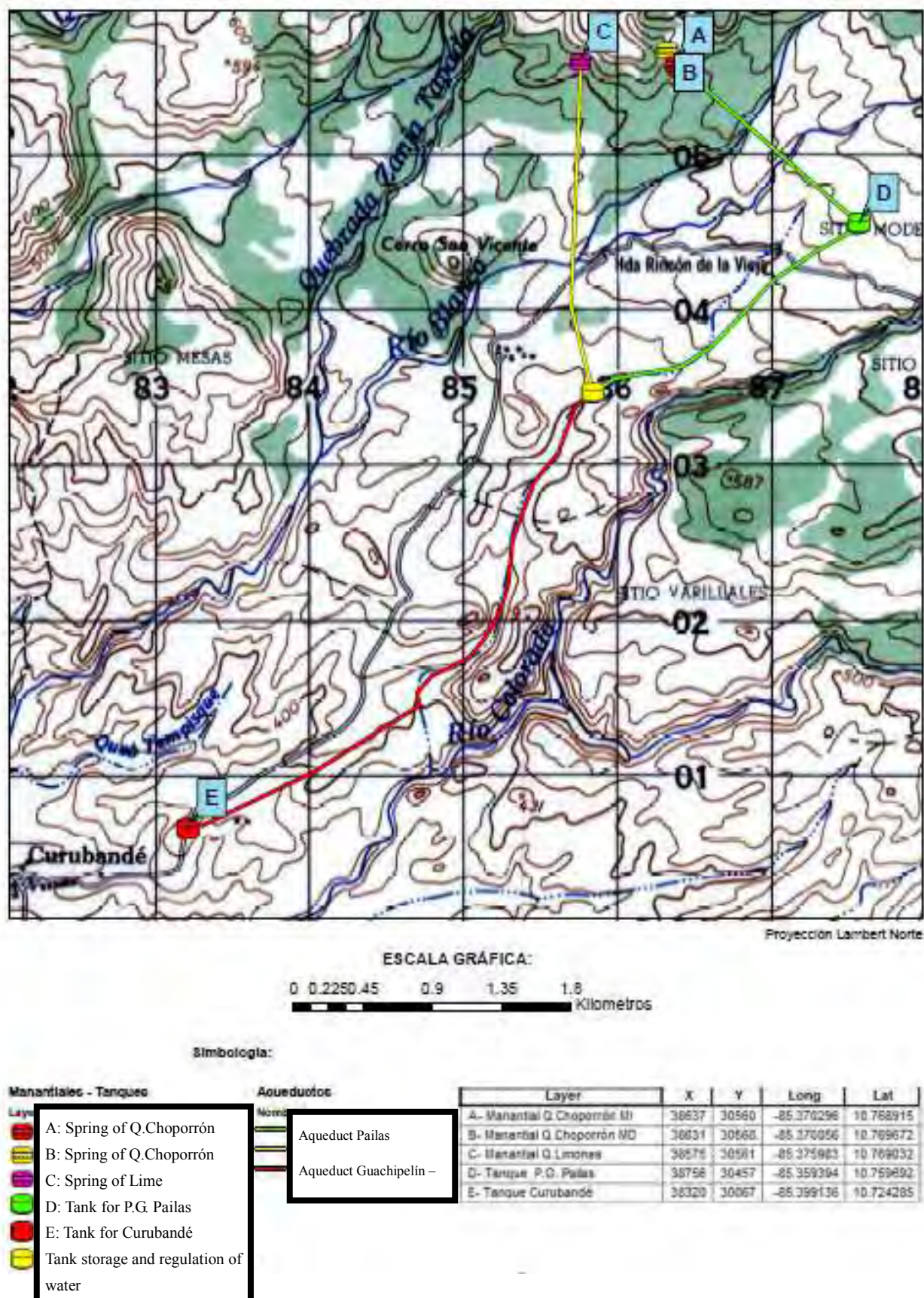


図 3.5-8 生活用水の取水位置、ルート

3.5.5 水質汚濁

(1) 冷却排水

冷却塔オーバーフロー水は、日平均約 2,400 m³ を還元井により全量地下に還元する。

(2) 供用時の一般排水

発電所からの一般排水としては、作業及び機器排水と生活排水があり、それぞれ油分分離槽、浄化槽で処理したのち冷却排水とともに河川へ排水する計画である。

一般排水量及び水質を表 3.5-14 に示す。

表 3.5-14 一般排水量及び水質

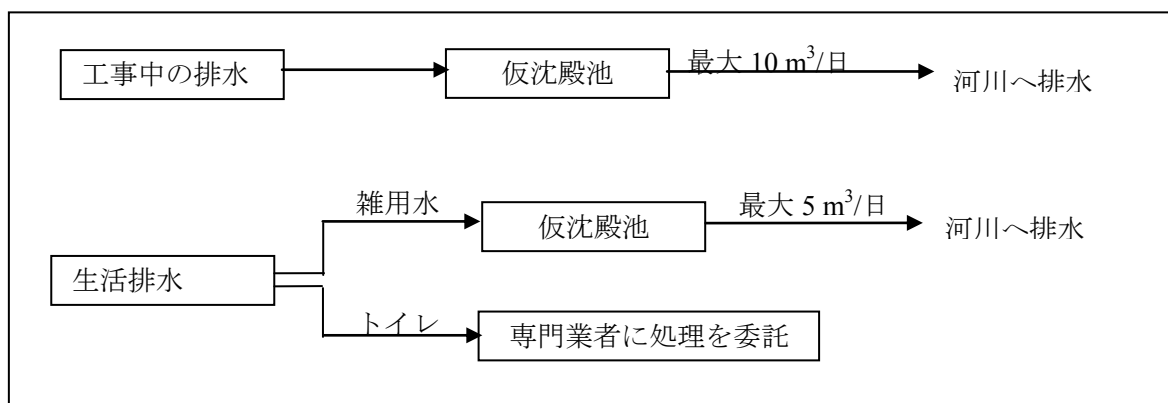
項目			単位	計画値
日平均排水量合計			m ³ / 日	11
油分離槽	日平均排水量		m ³ / 日	6
	水質	水素イオン濃度 (pH)	—	6-9
		生物化学的酸素要求量 (BOD)	mg / L	50 以下
		浮遊物質量 (SS)	mg / L	50 以下
		鉱油類	mg / L	10 以下
浄化槽	日平均排水量		m ³ / 日	5
	水質	生物化学的酸素要求量 (BOD)	mg / L	50 以下

ND：検出されないことを示す。

(3) 建設工事排水

事業活動に伴う一般排水や坑井掘削時に泥水の発生による影響が想定される。また、敷地造成時の裸地発生により、降雨時の土砂の流出による河川の濁りが考えられる。

建設工事に伴う排水は、既設発電所建設場合と同様、必要に応じて仮沈殿池を設置し、処理して上澄みを河川に放流する計画である。また、敷地造成時の降雨による濁水も同様な方法で処理する計画である。



(4) 予測

河川への排水は冷却塔オーバーフロー水と発電所からの一般排水であり、河川最小流量における排水量の割合を以下に示す。

- ・ 供用時の一般排水量合計

$$\text{日平均排水量} : 11 \text{ m}^3/\text{日} = 11 / 24 \text{ hr} = 0.46 \text{ m}^3/\text{hr}$$

河川最小流量における日平均排水量の割合：日平均排水量／コロラド川の最小流量

$$= 0.46 / 1,440 \times 100 = 0.032\%$$

- ・ 工事中における排水及び生活排水

$$\text{工事中の最大排水量} : 10 \text{ m}^3/\text{日} = 10 / 24 \text{ hr} = 0.42 \text{ m}^3/\text{hr}$$

河川最小流量における日平均排水量の割合：工事中の最大排水量／コロラド川の最小流量
 $= 0.42 / 1,440 \times 100 = 0.029\%$

供用時の発電所一般排水は排水基準以下に処理した後に河川に放流する計画であり、河川流量における排水量も少なく、河川水質環境へ影響が考えられない。また、工事排水は仮沈殿池で沈殿した後に上澄みを放流し、かつ量も少なく、建設期間の一時的なものであり、河川の濁りの影響が小さいものと考えられる。

3.5.6 動植物、生物多様性

(1) 植物

増設プロジェクト計画地域全体の草地には樹木が散在して分布し、主な植生は雑木林、草本植物、二次林と草地である。調査によるコスタリカ野生生物保護法 (No.26435) における保護種は確認されてない。

発電所計画地域の植生は茂って雑木林であり、生育している主な種はサウスアメリカンウォルナット (*Enterolobium cyclocarpum*)、モンキーポッド (*Enterolobium cyclocarpum*)、グアズマ・ウルミフォリア (*Guazuma ulmifolia*)、月桂樹 (*Cordia alliodora*) 及びグアチペリン (*Dyphisa americana*) 等である。

この地域には 6m 以上の高木が少なく、3m 程度の低木が密に生育している。主な種はキク科植物 (*Vernonia patens*)、アオイ科植物 (*Triumfetta lappula*)、ワックスアオイ (*Malvaviscus arboreus*)、whitebrush (*Lippia oxyphyllaria*)、light-blue snakeweed (*Stachytarpheta jamaicensis*) 及び honey mesquite (*Prosopis juliflora*) 等である。

追加プロジェクトの発電所及び関連施設 (配管、アクセス道路等) の建設にはこれらの植生の除去を行うことになる。(図 3.5-9a、b 参照)

また、追加計画地域及び周辺の植物の調査では固有種が確認されてない。



図 3.5-9a 発電所計画地の雑木林（写真：Rolando Núñez）



図 3.5-9b 雑木林内のジャラグアグラス（Jaragua grass）（写真：Rolando Núñez）

(2) 動物

ラス・パイラス II 地熱発電所の計画地は国立公園の南部に位置し、放置された牧草地である。調査では土木工事实施時に注意する必要がある動物の生息地や国立公園への移動ルートを検討して行った。調査によるとコスタリカ野生生物保護法（No.26435）における保護種は確認されていない。

また、追加計画地域及び周辺の動物の調査では固有種が確認されていない。

a. 爬虫両生類

調査は目視及び捕獲識別によって行われた。調査結果を表 3.5-15 に示す。

- 両生類については、ヒキガエル (*Chaunus marinus*) は草地や低木林及び道路等の場所で確認され、個体数も多く、広く分布している。
- 他の種は水域に依存していることより、プロジェクトによる直接的な影響がないコロラド川の抛水林及び周辺の湿った場所で確認された。
- 爬虫類については、影響区域の雑木林でトカゲの *Ameiva festiva* 及びイグアナの *Ctenosaura similis*、影響区域外の抛水林でトカゲの *Norops oxylopus* 及びイグアナの *Basiliscus basiliscus* が確認された。
- Ctenosaura similis* の巣穴は道路やオープンエリア及び雑木林内多くみられ、*Ameiva festiva* は路面を好む習性があり、調査地域内で最も豊富な種である。
- 確認された全ての種は普通にみられる種で個体数も多く、本地域で広く分布している。

表 3.5-15 爬虫両生類の調査結果

Species (種名)	Common Name (一般名)	Habitat (生息地)	Influence area (影響区域)
両生類			
<i>Chaunus marinus</i>	Common Toad	雑木林内	影響区域
<i>Ollotis coccifer</i>	Toad	雑木林内	影響区域
<i>Ollotis luetkenii</i>	Toad	雑木林内	影響区域
<i>Cochranella granulosa</i> (LC)	Granular Glass Frog	抛水林	影響区域外
<i>Smilisca baudini</i>	Tree Frog	抛水林	影響区域外
<i>Craugastor fitzingeri</i> (LC)	Fitzinger's Robber Frog	抛水林	影響区域外
<i>Smilis casordida</i>	<i>Rana arboricola</i>	雑木林内	影響区域外
爬虫類			
<i>Ameiva festiva</i>	Chisbala Giant	雑木林内	影響区域
<i>Norops oxylopus</i>	Lizard	抛水林内	影響区域外
<i>Gonatodes albogularis</i>	yellow-headed gecko	抛水林内	影響区域外
<i>Basiliscus basiliscus</i>	Basilisk	抛水林内	影響区域外
<i>Norops humilis</i>	Ground Anole	雑木林内	影響区域
<i>Leptodeira annulata</i>	Banded cat-eyed snake	抛水林内	影響区域外
<i>Ctenosaura similis</i> (LC)	Black iguana	雑木林内	影響区域

注：1) LC : IUCN レッドリスト軽度懸念、IUCN で定められた保全状況の 1 つで、生息状況の評価が行われたが、他のどのカテゴリにも該当しない種（または亜種以下）が軽度懸念に分類される。つまり軽度懸念とされた種は、絶滅のおそれもなく、近い将来絶滅に瀕する見込みが低い種である。スズメ、カワラバト、ハツカネズミ、ヒトなど身近な種が軽度懸念種に該当する。

2) 影響区域：プロジェクト実施により影響が想定される区域

3) 影響区域外：プロジェクト実施により直接的な影響が想定されない区域

b. 鳥類

異なる時間帯において目視、撮影観察や鳴き声、巣及び痕跡により直接及び間接的な調査が

行われた。調査結果を表 3.5-16 に示す。

調査地域の影響地域は自然遷移の幼齢雑木林で鳥類の餌は豊富である。観測時は多くの植物の開花期で、乾季にこの季節にこの地域に集まってくるハチドリの *Amazilia saucerrotei* 及び *Amazilia tzacatl* 等が多くみられた。また、掘水林でも多くの鳥類が観察され、鳥の主な生息地にもなっている。

表 3.5-16 鳥類の調査結果

Especie (種名)	Nombre común (一般名)	Habitat (生息地)	Área influencia (影響区域)
<i>Crypturellus cinnamomeus</i> (LC)	Thicket Tinamou	雑木林内	影響区域
<i>Zenaida asiatica</i> (LC)	White-winged Dove	雑木林内	影響区域
<i>Eumomota superciliosa</i> (LC)	Turquoise-browed Motmot	掘水林内	影響区域外
<i>Crotophaga sulcirostris</i> (LC)	Groove-billed Ani	雑木林内	影響区域
<i>Morococcyx erythropygius</i> (LC)	Lesser Ground Cuckoo	雑木林内	影響区域
<i>Geothlypis poliocephala</i> (LC)	Gray-crowned Yellowthroat	雑木林内	影響区域
<i>Leptotila verreauxi</i> (LC)	White-tipped Dove	掘水林内	影響区域外
<i>Cyanocorax morio</i>	Brown Jay	掘水林内	影響区域外
<i>Pitangus sulphuratus</i> (LC)	Great Kiskadee	雑木林内	影響区域
<i>Coragyps atratus</i> (LC)	Black Vulture	雑木林内	影響区域
<i>Cathartes aura</i> (LC)	Turkey Vulture	雑木林内	影響区域
<i>Accipiter striatus</i> (LC)	Sharp-shinned Hawk	掘水林内	影響区域
<i>Aimophila ruficauda</i>	Stripe-headed Sparrow	雑木林内	影響区域
<i>Columbina inca</i> (LC)	Inca Dove	雑木林内	影響区域
<i>Aratinga canicularis</i>	Orange-fronted Parakeet	雑木林内	影響区域
<i>Campylorhynchus rufinucha</i> (LC)	Rufous-naped Wren	雑木林内	影響区域
<i>Calocitta formosa</i> (LC)	White-throated Magpie-jay	雑木林内	影響区域
<i>Chiroxiphia linearis</i> (LC)	Long-tailed Manakin	掘水林内	影響区域外
<i>Basileuterus rufifrons</i> (LC)	Rufous-capped Warbler	掘水林内	影響区域外
<i>Myiarchus nuttingii</i> (LC)	Nutting's Flycatcher	掘水林内	影響区域外
<i>Amazilia saucerrotei</i> (LC)	Steely-vented Hummingbird	雑木林内	影響区域
<i>Patagioenas flavirostris</i> (LC)	Red-billed Pigeon	掘水林内	影響区域外
<i>Caprimulgus vociferous</i> (LC)	Eastern Whip-poor-will	掘水林内	影響区域外
<i>Thryothorus maculipictus</i> (LC)	Spot-breasted Wren	掘水林内	影響区域外
<i>Columbina tapalcoti</i> (LC)	Ruddy Ground-dove	雑木林内	影響区域
<i>Ramphastos sulphuratus</i> (LC)	Keel-billed Toucan	掘水林内	影響区域外
<i>Tyrannus tyrannus</i> (LC)	Eastern Kingbird	雑木林内	影響区域
<i>Tachycineta albilinea</i> (LC)	Mangrove Swallow	雑木林内 o	影響区域
<i>Megarhynchus pitangua</i>	Pecho amarillo	雑木林内	影響区域
<i>Milvago chimachima</i> (LC)	Yellow-headed Caracara	雑木林内	影響区域
<i>Amazona albifrons</i> (LC)	White-fronted Amazon	雑木林内	影響区域外
<i>Brotogeris jugularis</i> (LC)	Orange-chinned Parakeet	掘水林内	影響区域外
<i>Myiozetetes similis</i> (LC)	Social Flycatcher	掘水林内	影響区域外
<i>Amazilia tzacatl</i> (LC)	Rufous-tailed Hummingbird	雑木林内	影響区域

注：1) LC：IUCN レッドリスト軽度懸念。IUCN で定められた保全状況の 1 つで、生息状況の評価が行われたが、他のどのカテゴリにも該当しない種（または亜種以下）が軽度懸念に分類される。つまり軽度懸念とされた種は、絶滅のおそれもなく、近い将来絶滅に瀕する見込みが低い種である。スズメ、カワラバト、ハツカネズミ、ヒトなど身近な種が軽度懸念種に該当する。

2) 影響区域：プロジェクト実施により影響が想定される区域

3) 影響区域外：プロジェクト実施により直接的な影響が想定されない区域

c. 哺乳類

調査は動物の痕跡、巣穴、足跡や糞を確認して記録した。また、コウモリについては網で捕獲し、識別した後開放した。調査結果を表 3.5-17 に示す。

コロラド川の抛水林内で 2 群体のホエザル、アライクマの痕跡、コウモリ、ウサギの糞、シカ、コヨーテ等の動物が観察された。この抛水林は国立公園と周辺の森林への動物の移動回廊になっていることが考えられる。

表 3.5-17 哺乳類の調査結果 (PG Pailas II)

Especie (種名)	Nombre común (一般名)	Habitat (生息地)	Área influencia (影響区域)
<i>Alouatta palliate</i> (LC)	Mantled Howling Monkey	抛水林内	影響区域外
<i>Sciurus variegatoides</i> (LC)	Variegated Squirrel	雑木林内	影響区域
<i>Sylvilagus floridanus</i> (LC)	Eastern Cottontail	雑木林内	影響区域
<i>Canis latrans</i> (LC)	Coyote	雑木林内	影響区域外
<i>Odocoileus virginianus</i> (LC)	Key Deer	雑木林内	影響区域外
<i>Procyon lotor</i> (LC)	Northern Raccoon	抛水林内	影響区域外
<i>Desmodus rotundus</i> (LC)	Common Vampire Bat	抛水林内	影響区域外
<i>Artibeus jamaicensis</i> (LC)	Jamaican Fruit-eating Bat	抛水林内	影響区域外
<i>Mephitis macroura</i> (LC)	Hooded Skunk	雑木林内	影響区域外

(3) 予測及び評価

追加プロジェクト計画区域は放牧等の人為的な影響を受けてきた雑木林地域であり、生育する植生はこの地域に広く分布している。追加プロジェクト実施に当たっては、土地の改変面積及び樹木の伐採を必要最小限にし、土地改変部及び発電設備等の周辺に在来種を用いて緑化を行い、植生の復元を実施する計画である。

調査、観察により確認された動物種は本地域でよくみられる一般的な種である。追加プロジェクト実施に当たっては、土地の改変面積及び樹木の伐採を必要最小限にし、土地改変部及び発電設備等の周辺に在来種の鳥類の好む食餌植物を用いて緑化を行い、動物の生息環境の保全に努める計画である。また、追加プロジェクトによる土地の改変面積は、約 10ha であり、主に本地域に広く分布している草地や雑木林等がある。

H₂S の予測結果によれば、H₂S の周辺地域への寄与濃度は極めて小さく、H₂S は発電所周辺に生育・生息している動植物に影響を与えることはないものと考えられる。

既存施設（ラス・パイラス I）の実績では、冷却塔からの水蒸気が周辺樹木への影響を与えたことはない。また、プロジェクト周辺は年間を通じて零下になることはなく、樹木の着氷現象はない。以上より、冷却塔の水蒸気による周辺の樹木への重大な影響は想定されない。

これらのことから、雑木林の伐採、土地の改変による動植物への影響は小さいものと考えられる。追加プロジェクトはコロラド川抛水林、国立公園に近いことから動植物保護措置を講じるとともにモニタリングを実施することが重要である。

- 発電所施設の屋外照明は昆虫への影響を考慮して全て黄色とする。
- 廃水、廃棄物を処理し、再利用可能な材料のリサイクル及びごみ処理を実施する。
- 配管は自然環境に調和した塗装色とする。
- 在来種による緑化の管理を行う。
- 動物の移動通路にフェンスやスピードバンプを設置して車両と動物の衝突事故予防策を実施する。
- 建設段階における従業員の環境教育の実施および生物専門家によるスタッフのトレーニングを実施する。
- 生物専門家、国立公園、グアナカステ保全地域、環境活動組織の代表、ホテル担当者と連携して生物保護に努める。具体的には以下のとおりである。
 - プロジェクト及び発電所所長付けの生物専門家のアドバイザーを配置し、ラス・パイラス II プロジェクトの建設及び供用段階において、スタッフを訓練し、野生動植物の保全管理に努める。
 - 生物専門家は、事業者を代表して国立公園、グアナカステ保全地域、周辺コミュニティ、ホテルやNGOグループの代表と本地域の動植物の保全について協議を行い、保全活動の企画、調整を行う。
 - プロジェクト実施区域及び周辺で動植物の保全が必要な場合、又は保全が必要な種が確認された場合に生物専門家の指導の下で保全、移動等の措置を実施する。
 - 植林活動については、関心がある地域 NGO グループやコミュニティの参画及び小学校の参加を計画、実施促進する。

(4) その他

ACG 及び NGO（MUNDO NUEVO）からは発電所の外灯による昆虫類への影響が懸念されている。追加プロジェクトの外灯は全て昆虫類に影響がない黄色外灯にする計画である。

3.5.7 景観

(1) 発電所周辺の植林計画

以下の措置を講じることにより、発電所境界と周辺の植生を混合して成長させ、周辺の森林回復をすることにより、施設の存在に伴う主要な眺望点及び眺望景観への影響は少ないものと考えられることから、実行可能な範囲内で影響の低減が図られていくものと評価する。

- 地形改変及び樹木の伐採範囲を必要最小限とし、発電所建屋及び関連施設等のデザインは現地の自然風景の特性を考慮して自然との調和を図る。
- 土地改変部の緑化及び発電所周囲に 50 m 幅の帯状緑化を実施する。また、周辺の樹木がない場所の緑化を行い、モザイク状の雑木林を補完することにより、発電所の自然景観に与える影響を低減できるものと考えられる。
- 植林は地域の森林特性を考慮して落葉樹や成長が早い樹木及び群葉樹等の地域植種を選定して実施する。
- 地熱流体輸送管は目立たないような自然と調和した色に塗装し、配管の高さは低くして周辺の樹木で隠れるようにする。

(2) 計画植林の種の組成と植生の構造

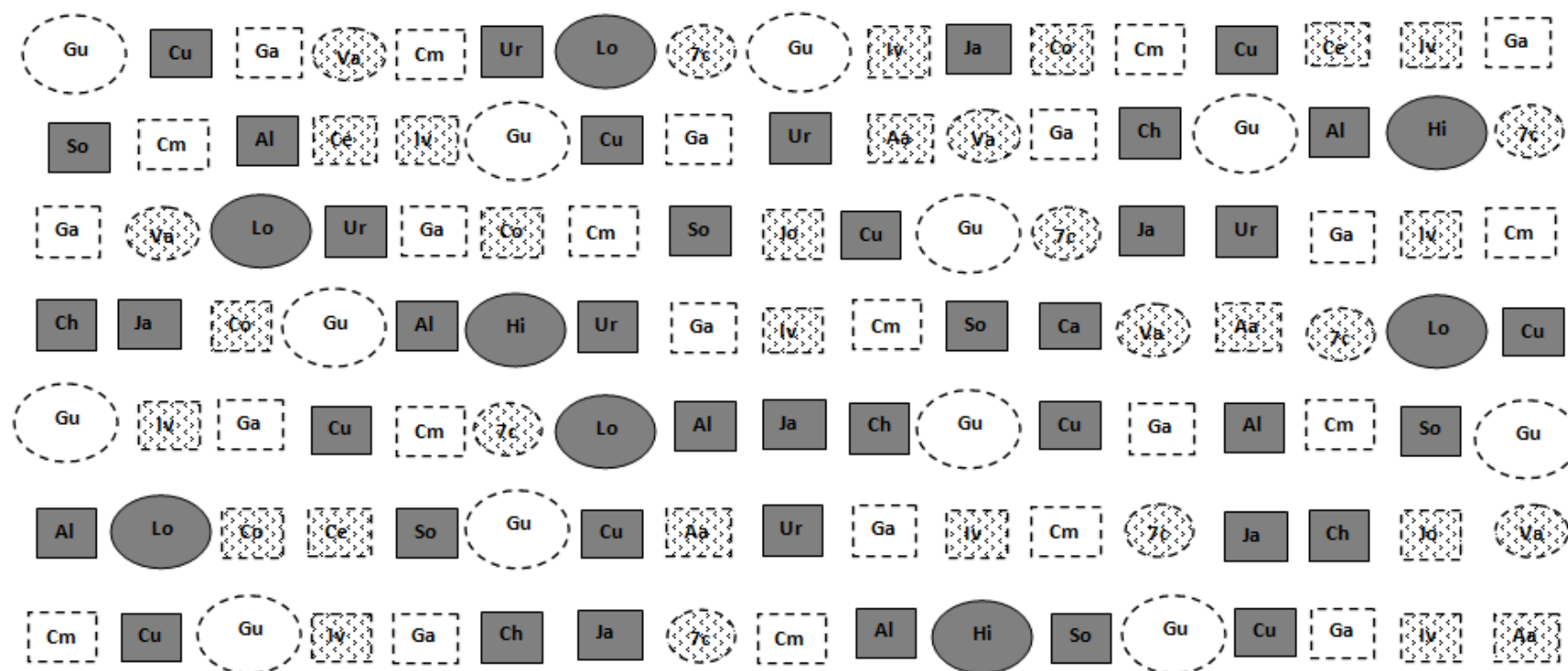
植林は多層な横列からなり、少なくとも異なる 10 樹種を計画し、主な樹種は成長が早い高木の *Enterolobium cyclocarpum*、*Schizolobium parahyba*、*Albizia guachapele*、*Albizia adinocephala*、*Hura crepitans* 等、中木及び成長が遅い低木 *Inga punctata*、*Inga vera*、*Zigia longifolia*、*Sapindus saponaria*、*Dalbergia retusa* 等である。

植林の計画は樹冠、葉密度、成長率と光の関係等特性を考慮して種を混合して配置する必要があり、植林用樹種の特性を表 3.5-18 に示す。

また、発電所周辺の混合植林計画の一例及び図中のシンボルを図 3.5-10 及び表 3.5-19 に示す。

表 3.5-18 植林優先樹種の機能

種		樹冠	樹葉密度	成長速度	光条件
一般名	種名				
高木（High stratum）					
Guanacaste	Enterolobium cyclocarpum	広い	小さい	速い	陽樹
Gallinazo	Schizolobium parahyba	中	小さい	速い	陽樹
Cenizaro macho	Albizia guachapele	中	小さい	速い	陽樹
Lorito	Cojoba arborea	広い	大きい	速い	陽樹
Javillo	Hura crepitans	中	大きい	速い	陽樹
Gavilancillo	Albizia adinocephala	中	中	速い	陽樹
Jobo	Spondias mombin	中	中	速い	陽樹
Cedro amargo	Cedrela odorata	中	中	速い	陽樹
Caoba	Swietenia humilis	中	大きい	速い	陽樹
Higuerón	Ficus spp.	広い	大きい	中庸	半陰樹
Sura	Terminalia oblonga	小さい	小さい	速い	陽樹
中木（Middle stratum）					
Cuajiniquil	Inga punctata	中	大きい	速い	陽樹
Guaba peluda	Inga vera	中	大きい	速い	陽樹
Sotacaballo	Zigia longifolia	中	大きい	中庸	半陰樹
Vainillo	Tecoma stans	小さい	中	速い	陽樹
Siete cueros	Lonchocarpus costaricensis	小さい	中	中庸	陽樹
Chumico	Sapindus saponaria	中	大きい	中庸	半陰樹
Cocobolo	Dalbergia retusa	中	中	中庸	陽樹
Uruca	Trichilia havanensis	中	大きい	遅い	半陰樹
Almendro de río	Andira inermis	中	大きい	遅い	半陰樹

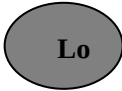


Elaborado por Ing. Forestal Rolando Núñez G.

図 3.5-10 発電所周辺の混合植林の一例

表 3.5-19 混合植林のシンボル

高木類 High stratum

	種名	特徴	
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	樹冠：広い、葉密度：小	
Gallinazo	<i>Schizolobium parahyba</i>	樹冠：中、葉密度：小	
Cenizaro macho	<i>Albizia guachapele</i>	樹冠：中、葉密度：小	
Lorito	<i>Cojoba arborea</i>	樹冠：広い、葉密度：大	
Javillo	<i>Hura crepitans</i>	樹冠：中、葉密度：大	
Gavilancillo	<i>Albizia adinocephala</i>	樹冠：中、葉密度：中	
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	樹冠：中、葉密度：中	
Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	樹冠：中、葉密度：中	
Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	樹冠：中、葉密度：大	
Higuerón	<i>Ficus spp.</i>	樹冠：広い、葉密度：大	
Sura	<i>Terminalia oblonga</i>	樹冠：小さい、葉密度：小	

中木類 (Middle stratum)

	種名	特徴	
Cuajiniquil	<i>Inga punctata</i>	樹冠：中、葉密度：大	
Guaba peluda	<i>Inga vera</i>	樹冠：中、葉密度：中	
Sotacaballo	<i>Zigia longifolia</i>	樹冠：中、葉密度：大	
Vainillo	<i>Tecoma stans</i>	樹冠：小さい、葉密度：中	
Siete cueros	<i>Lonchocarpus costaricensis</i>	樹冠：小さい、葉密度：中	
Chumico	<i>Sapindus saponaria</i>	樹冠：中、葉密度：大	
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	樹冠：中、葉密度：中	
Uruca	<i>Trichilia havanensis</i>	樹冠：中、葉密度：大	
Almendro de río	<i>Andira inermis</i>	樹冠：中、葉密度：大	

(Prepared by Forest Engineer Rolando Nunez G.)

3.5.8 考古学サイト

プロジェクト実施区域で確認された考古学のサイトの位置を [図 3.5-11](#) に示す。確認された考古学のサイトは昔の狩猟民の墓や葬式儀式場跡及びペドログリフであり、概要を以下に示す。

サイトー 1 (Rincón de la Vieja)：昔の墓、穴の中からセラミックや岩石の断片が確認され、墓は盗掘されている。

サイトー 2 (Cedral) : 昔の墓、セラミックや陶器破片が確認されている。

サイトー 3 (Arqueológico Colorado) : 昔の墓、コロラド川右岸 500m に位置し、盗掘されている。

サイトー 4 (Sector) : 昔の墓、穴は植物やセラミックの断片に覆われている。

サイトー 5 (Para) : 昔の墓、Blanco 川左岸及び右岸に位置し、陶器破片が確認されている。

サイトー 6 (Quebrada Victoria) : 葬祭の儀式を行う場所の遺跡。

サイトー 7 (Petroglifo Zapote) : 狩猟民により書かれたと思われるペドログリフ。

これらのサイトに追加プロジェクト発電所及び関連施設の立地計画地点はなく、また、冷却塔からの H_2S 濃度は拡散シミュレーションの結果では、周辺地域への H_2S 寄与濃度は小さいことから考古学サイトへの影響はないもの考えられる。

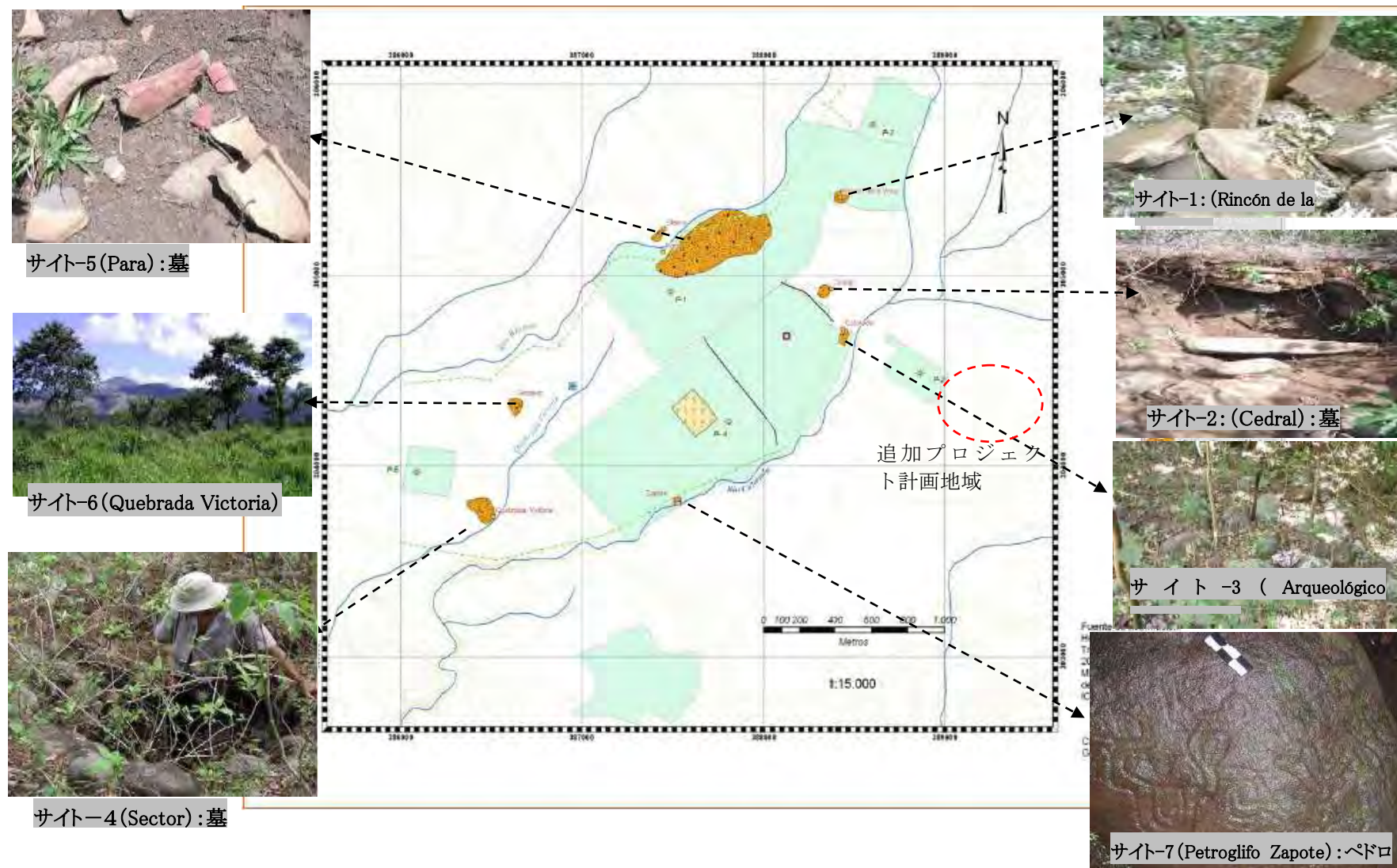


図 3.5-11 プロジェクト実施区域で確認された考古学のサイトの位置

3.5.9 その他の項目

上記以外の項目の調査結果を以下に示す。

社会環境

影響項目		調査結果																
	雇用や生計手段等の地域経済	・プロジェクトの用地計画によると、農地や放牧地の利用計画はない。 ・プロジェクト実施区域内に存在するホテルにヒアリングを実施したところ、既設発電所(ラス・パイラス I)の建設に伴う観光への支障は生じておらず、また、ICE の社会環境担当によれば周辺住民や環境業者等から苦情の発生はない。 ・ICE は既設発電所建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行う計画である。 ・既設発電所の建設記録によると、プロジェクト建設時のグアナカステ県内の作業員は 1,115 人で全体の作業員の 93.54%であり、プロジェクトが置かれているリベリア郡内の自治体の従業員数は以下のとおりである。また、現在は既設発電所及び関連施設で 45 名の地元住民が雇用されている。これらのことから本プロジェクトは同程度以上の雇用が予測される。																
		<table><tr><th>自治体名</th><th>建設工事の従業員数</th></tr><tr><td>CAÑAS DULCES</td><td>42</td></tr><tr><td>CURUBANDÉ</td><td>62</td></tr><tr><td>GUADALUPE</td><td>1</td></tr><tr><td>LA GUARIA</td><td>1</td></tr><tr><td>LIBERIA</td><td>402</td></tr><tr><td>PUEBLO NUEVO</td><td>1</td></tr><tr><td>QUEBRADA GRANDE</td><td>1</td></tr><tr><td>TOTA（合計）</td><td>510</td></tr></table>	自治体名	建設工事の従業員数	CAÑAS DULCES	42	CURUBANDÉ	62	GUADALUPE	1	LA GUARIA	1	LIBERIA	402	PUEBLO NUEVO	1	QUEBRADA GRANDE	1
自治体名	建設工事の従業員数																	
CAÑAS DULCES	42																	
CURUBANDÉ	62																	
GUADALUPE	1																	
LA GUARIA	1																	
LIBERIA	402																	
PUEBLO NUEVO	1																	
QUEBRADA GRANDE	1																	
TOTA（合計）	510																	

影響項目	調査結果														
社会環境 土地利用や地域資源利用	・発電所及び関連施設の建設は、民間銀行が所有する未利用土地を使用する計画であり、計画地点主に放置された草地や雑木林である。 ・発電所及び関連施設の用地面積約 10 ha であり、内訳は下表に示すとおりである。 ・地熱流体の利用により、地域資源である温泉への影響が懸念されるが、地熱流体の採取は地下深部不透水層まで鋼管(遮水管)を挿入後、採取は深部(約 2,000 m)で行い、蒸気と分離した熱水は高い温度(約 155℃)で地下深部に還元されることから、温泉資源への影響はほとんどないと考えられる。 ・本地域の温泉施設はホテルの温水プール 1 箇所であり、自然流出する温水を使用しており、また、日本のような温泉施設や温泉文化はなく、ホテルにヒアリングしたところ、既設発電所の運転により、温水プールの水温、水量等の変化はない。 ・国立公園は環境省下の SINAC (国家保護区局) の管轄であり、国立公園内の活動については国立公園法 (法令 No.6084、その後生物多様性法 No.7788 に統合) で規制されている。一方、地下の地熱資源の開発については国内法において規制対象となっていない。また、法令 No.5961 (1976 年 12 月 6 日)によって、コスタリカ電力公社 (ICE) にコスタリカ国内の独占的な地熱開発権が与えられている。 ・コスタリカには地熱資源は地域資源という考え方はないが、法令 No. 5961 で、地熱資源の開発は公益 (public interest) であると定義されている。地熱の利用は本地域における地域資源利用に該当するとも考えられるので、地域資源 (地熱) の有効活用であると評価する。プロジェクトは地域資源である地熱資源の利用により、地域への便益還元として以下が考えられる。 1) 雇用・インフラ整備を通じた地域社会への貢献。 2) 地熱発電設備を観光資源として活用することによる地域観光業への貢献。 <table border="1" data-bbox="571 1256 1385 1559"> <thead> <tr> <th>項目</th><th>土地改変面積 (ha)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>発電所敷地</td><td>1.95</td></tr> <tr> <td>蒸気施設設置 (セパレータステーション、パイプライン等)</td><td>2.18</td></tr> <tr> <td>坑井基地 (7 箇所)</td><td>4.2</td></tr> <tr> <td>アクセス道路 (3.2km)</td><td>1.6</td></tr> <tr> <td>送電線鉄塔 (8 基)</td><td>0.48</td></tr> <tr> <td>合計</td><td>10.41</td></tr> </tbody> </table>	項目	土地改変面積 (ha)	発電所敷地	1.95	蒸気施設設置 (セパレータステーション、パイプライン等)	2.18	坑井基地 (7 箇所)	4.2	アクセス道路 (3.2km)	1.6	送電線鉄塔 (8 基)	0.48	合計	10.41
項目	土地改変面積 (ha)														
発電所敷地	1.95														
蒸気施設設置 (セパレータステーション、パイプライン等)	2.18														
坑井基地 (7 箇所)	4.2														
アクセス道路 (3.2km)	1.6														
送電線鉄塔 (8 基)	0.48														
合計	10.41														
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	事業計画地域に公共施設や地域意思決定機関施設等は存在せず、最寄りの集落は 12km 離れている。														
既存の社会インフラや社会サービス	・既設発電所の建設により社会サービスやインフラ (道路の建設、拡張、舗装、小学校舎の建設、インターネットの整備等) は改善されている。本プロジェクトの実施に当たっては、クルバンディ住民の要望により、良質な水源 (泉) から取水して送水する計画であることから、地域の社会サービスは大きく改善されると考えられる。 ・ICE は既設発電所建設時に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行っており、本プロジェクト実施にあたっては同様な対策を実施するため、既存道路へのダメージは小さいものと考えられる。														

影響項目		調査結果
社会環境	貧困層・先住民・少数民族	確認した結果はスコーピングの通りである。
	被害と便宜の偏在	・発電所及び関連施設は銀行所有の放置された雑木林・草地を利用する計画であり、発電所建設により、プロジェクト地域周辺において被害を被り、また便益の偏在に係るような特定の集団や個人がない。 ・ICE は既設発電所建設時の場合と同様、道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行い、地域住民、観光業に配慮する計画である。 ・プロジェクト実施区域内には2箇所のホテルが存在するが、発電所の最寄りのホテルの騒音予測結果は48dBで、現況騒音46dBより2dBの増加である。また、H₂Sの最大着地濃度は0.035ppmと低く、着地地点はクーリングタワー直近である。周辺地域での着地濃度はさらに低く、15ug/m³ (0.01ppm) 以下となっている。これらの予測結果より、騒音、H₂Sによる特定地域への影響はないものと考えられる。
	文化遺産	・プロジェクト実施計画地に考古学サイトは存在せず、周辺に存在する考古学サイトは図3.5-11に示す通りである。 ・H₂Sの最大着地濃度は0.035ppmで低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度はさらに低く、15 ug/m³ (0.01ppm) 以下となっており、H₂Sによる周辺地域の考古学サイトへの影響はないものと予測される。
	地域内の利害対立	・事業計画地域に存在するホテルや周辺地域住民へのヒアリングによれば、ホテルや周辺地域住民はプロジェクトへの反対はなく、地域内の利害対立もない。
	水利用、水利権、入会権	・水利用についての調査、予測結果を3.5.3に示す。・コスタリカでは水(河川、湖、海域等)は国有であり、河川によっては地下水・灌漑・排水庁(National Service of Underground Water, Irrigation and Drainage)により、農業用水についての水利権が設定されているが、本地域の河川では農業用水の利用がない。
	公衆衛生	既設発電所の建設記録によると、建設時に仮設トイレが設置され、管理やし尿の処理はリベリア市の処理業者に委託して実施された。また、法律の規定により保健省(MINISTERIO DE SALUD)は現場の衛生状況の定期検査(1~2回/年)や監督も実施する。これらのことから公衆衛生の悪化はほとんどないものと考えられる。
	災害、HIV/AIDSのような感染症	・既設発電所の建設記録及びICEによると、建設には、リベリア郡内の土木建設会社の建設労働者が従事し、外部建設労働者の流入がなく、HIV/AIDS感染、蔓延は確認されていない。 ・本プロジェクトも既設発電所の場合と同様、リベリア郡内の土木建設会社が実施する計画である。

影響項目		調査結果
自然環境	地形・地質	・坑井掘削、発電所建設工事等による土地の改変面積は 10ha 程度で必要最小限にとどめる計画である。 ・現地調査により、プロジェクト計画地に保全すべき重要な地形・地質（天然記念物、名勝地などの風致景観が優れているもの、学術的価値が高いもの）が存在しないことを確認した。
	土壌浸食	・敷地造成、掘削坑井基地やアクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨量が多い雨期に裸地の土壌浸食が考えられる。
	地下水	・工事用水としての地下水の取水は計画されていない。また、調査地域には井戸は存在しない。 ・坑井掘削により地下水位・水量への影響の可能性があるが、工事は一時的であるため、影響は軽微である。
	湖沼・河川状況	確認した結果はスコーピングの通りである。
	動植物、生物多様性	・発電所及び関連施設は主に放置草地の雑木林に計画しており、土地の改変面積約 10 ha で必要最小限にとどまり、また、土地改変部や周辺に植林が実施される計画である。 ・動植物の調査結果を 3.5.5 に示す。計画地及び周辺では、保護種の生育・生息環境は確認されてない。 ・施設の存在による動物への影響については、ACG 及び NGO のアドバイスによれば、施設の外灯による昆虫類への影響が懸念され、対策の検討が必要であると考えられる。 ・噴出試験はセパレータで熱水と蒸気を分離し、サイレンサーを通して蒸気を大気へ放散させ、分離熱水を還元井に還元する計画であり、これによって、熱水の周辺植生への飛散による影響は軽微である。 ・既存施設（ラス・パイラス I）の実績では、冷却塔からの水蒸気が周辺樹木への影響を与えたことはない。また、プロジェクト周辺は年間を通じて零下になることはなく、樹木の着氷現象はない。以上より、冷却塔の水蒸気による周辺の樹木への重大な影響は想定されない。 ・H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.035 ppm で低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度はさらに低く、15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下となっており、H₂S による生物への影響は考えられない。 ・プロジェクト実施区域周辺で重要種等の生息・生育、繁殖が確認されていない。今後確認された場合は、適切なモニタリングを行うこととする。 ・発電所の騒音については、サイレンサーの設置、低騒音型の冷却塔ファンの採用、タービン発電機の屋内設置、蒸気エジェクタを防音壁で囲う等によって回避・低減を図る。
	国立公園	・発電所計画地は国立公園境界までは約 650m 程度で、最寄りの坑井の計画位置は約 300m である。 ・追加プロジェクト計画地及び周辺の動植物調査結果は 3.5.6 の通りで、国立公園内の動物はコロラド川の掘水林を利用して公園外に移動する。 ・国立公園管理所の職員のヒヤリング調査によれば、近年公園への入園者数は年々増加しており、既設発電所建設時に影響は受けていない。

影響項目			調査結果
自然環境	景観		・調査地域周辺の景観資源は 3.1.5 の 11 の現況調査のとおり、主に火山、丘陵、溪谷・溪流、滝及び噴気帯等である。 ・発電所建設計画地は景観を考慮して、周辺より低い場所を選定している。 ・本地域における眺望点は観光客が利用されるホテル及び国立公園入口の駐車場であり、ホテル周辺の森によって発電所計画地はホテルから見ることはできない。国立公園入口の駐車場からは計画地が眺望される。
	地球温暖化		・発電所建設用地は 10 ha 程度で主に雑木林であり、植物の除去は最小限にとどめる計画である。 ・供用時には非凝結ガス（NCG）に含まれる CO₂ の年間排出量は約 4,216 t-CO₂ であり、他の汽力発電と比較して温室効果ガスの排出が極めて少ない。また、CDM 方法論（CDM 方法論（ACM0002）に基づく J-MRV ガイドライン）を用いた計算結果により、年間 CO₂ 削減量は約 21,584 t-CO₂ である。
汚染	大気汚染	H ₂ S	・坑井に最寄りのホテルは約 550 m、国立公園入口は 1,700 m 離れており、噴気試験時の H₂S の着地距離は約数メートルから数 10 メートルの範囲内にある。 ・噴気試験期間は数日～1 ヶ月程度の計画で、既設発電所の坑井噴気試験時に周辺への影響は確認されてない。 ・供用における H₂S の予測結果を 3.5.3 に示す。
		粉じん	・輸送経路に存在する民家近傍の道路は全て既設発電所建設時にアスファルト舗装されている。 ・ICE は既設発電所建設時に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行っており、本プロジェクト建設の場合も同様にこれらのことを実施する計画である。
	水質汚濁		予測結果 3.5.5 に示す
	土壌汚染		・計 7 本の坑井を掘削する計画であり、掘り屑の発生量は掘削井 1 本あたり約 150 m³ である。 ・掘削時に生じる掘削汚泥のうち、掘り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆って埋める。掘り屑等を沈殿させた後の水は貯泥池に貯め、掘削完了後に還元井から地下還元し、系外への流出はない。

影響項目		調査結果
汚染	廃棄物	- 掘り屑の発生量は掘削井 1 本あたり約 150 m³ 程度である。 - 掘削時に生じた掘り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆いて埋める。 - 廃油等の産業廃棄物はライセンス所有の処理業者に処理を委託する。 - それ以外の屑は集めて、産業廃棄物として処理する。 - 建設時に既設発電所の場合と同様、工事現場にボックスやコンテナ、仮回収置き場等を設置して廃棄物を分別回収する計画である。 - 回収した資源廃棄物（カン、ガラス、交換部品、ワイヤー、金具、木等）は地域のリサイクル業者に処理を委託し、それ以外の廃棄物はライセンスを有する産業処理業者に処理を委託する。 - コンクリートやがれき等はリベリア市の廃棄処理場に搬入する計画で現場に放置しない。 - 掘削した土石等は、基礎工事の埋戻し、植栽の整地等に使用するが、残土については、土捨て場を設けて処理する計画である。 - 供用時に発生する生活廃棄物は既存施設と同様に分別収集して地域の処理業者に処理を委託する。 - 汚泥、廃油等の産業廃棄物は既存施設の場合と同様、法規に従ってラインセンスを有する処理業者に委託する。
	騒音・振動	予測結果を 3.5.2 に示す。
	地盤沈下	地熱流体は生産井より地下深部（約 2,000-2,500 m）から自然噴出させて採取し、熱水は全量還元井によりほぼ同深度（約 2,000 m）の地下深部に還元するため地盤沈下が起こる可能性は低いものと考えられる。 ICE によれば、既設発電所や他の地熱熱発電所では、地盤沈下は生じておらず、地盤沈下に関する情報や苦情の報告もない。
	悪臭	- 坑井に最寄りのホテルは約 550 m、国立公園入口は 1,700 m 離れており、噴気試験時の H₂S の着地距離は約数メートルから数 10 メートル範囲内にある。 - 噴気試験期間は数日～1 ヶ月程度の計画で短く、本地域は地熱火山地帯で、自然環境中に H₂S の臭いがある。 - 供用時における H₂S の予測結果を 3.5.3 に示す。
その他	事故	- ICE にによると、既設発電所建設の場合と同様、安全衛生管理操業計画を作成し、安全管理を実施に努める計画である。また、交通規則を常に遵守し工事用車両の通行分散化、速度制限等を行う計画である。 - ICE に確認したところ、供用時については、既設発電所及び他の地熱発電所の実績により、操業中の事故はないが、事項の予防、安全管理に努める計画である。

影響項目		調査結果
その他	アクセス道路	・追加プロジェクト発電所及び坑井基地のアクセス道路は約 3.2km で、土地の改変面積約 1.6 ha で必要最小限にとどまる計画である。また、既存道路の使用拡張により土地の改変面積を必要最小限にし、樹木の伐採は可能な限り避けることとする。 ・動植物の調査結果を 3.5.5 に示す。計画地及び周辺では、保護種の生育・生息環境は確認されていないが、必要に応じてアクセス道路に動物の侵入を防止するフェンスを設置する。また、スピードバンプを設置して走行車両の一時停止やスピードを落とすことで動物移動中の事故を予防する。 ・アクセス道路を砂利舗装し、法面の舗装や緑化を実施する計画である。 ・供用後は必要に応じて維持管理を行い、浸食発生箇所については緑化、補修等を実施する。
	送電線	・追加プロジェクトの送電線は 230 kV で、計画地から既設発電所敷地内の開閉所までは約 2.5 km 程度である。 ・送電線の鉄塔は約 8 基設置される計画で、1 基あたりの敷地面積は約 600 m² (約 25 m x 25 m) の計画であり、合計の土地の改変面積約 0.48 ha で必要最小限にとどまる。 ・鉄塔の設置位置は計画中であるが、設計方針としては土地の改変面積必要最小限にし、樹木の伐採は可能な限り避ける。また、送電線は単線であり、線間距離は広く、4 m 以上ある。

3.6 影響評価

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
社会環境	非自発的住民移転	D	D	D	D	本プロジェクトでは、非自発的住民移転は発生しない。
	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+	B+	・地域住民の雇用は発電所建設時に 510 名、供用後に 45 名以上を期待でき、調査、建設及び発電所維持管理のための資機材の地元調達や作業人員の食料の地元購入、宿泊施設の利用等により、地域経済や住民の暮らしについては正の影響が期待される。 ・農地や放牧地の利用計画はないために農業（畜産業）への影響はほとんどないものと考えられる。 ・ホテル経営者のヒヤリングによれば、既設発電所の建設時は、ホテルへの影響はなかったことから追加プロジェクトによる影響は小さいものと考えられる。 ・ICE は既設発電所建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うため資機材運輸車両の通行による観光業への影響は小さいものと考えられる。
	土地利用や地域資源利用	B-	B+	D	B+	・発電所及び関連施設の建設は、民間銀行が所有する未利用土地を使用する計画である。 ・発電所及び関連施設の用地面積は約 10 ha であり、必要最小限にとどめる計画である。 ・地熱流体の採取は地下深部不透水層まで鋼管(遮水管)を挿入後、採取は深部（約 2,000-2,500m）で行い、蒸気と分離した熱水は地下深部に還元されることから、温泉資源への影響はほとんどないと考えられる。 ・本地域に存在する温泉施設はホテルの温水プール 1 箇所であり、日本のような温泉施設や温泉文化はなく、ホテルにヒヤリングしたところ、既設発電所の運転により、温水プールの水温、水量等の変化はない。 ・これらのことから、プロジェクト実施により土地利用や地域資源への影響はほとんどないものと考えられる。 ・プロジェクトを地域資源である地熱資源の利用と考えた場合、地域への便益還元として以下が考えられる。 1)雇用・インフラ整備を通じた地域社会への貢献。 2)地熱発電設備を観光資源として活用することによる地域観光業への貢献。

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
環境社会	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	D	D	プロジェクト実施区域に公共施設や地域意思決定機関施設等は存在しないことから、影響はない。
	既存の社会インフラや社会サービス	B+	B+	A+	B+	・本プロジェクトの実施に当たっては、クルバンディ住民の要望により、クルバンディ集落に良質な水源（泉）から取水して送水する計画であることから、地域の社会サービスは大きく改善されるものと考えられる。 ・ICE は既設発電所建設の場合と同様、道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うことから既存道路へのダメージは小さいものと考えられる。 ・発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民への社会サービス提供等の正の影響が期待できる。
	貧困層・先住民・少数民族	D	D	D	D	プロジェクト実施地域および周辺地域には先住民や少数民族であるインディヘナや黒人の集落は存在しない。
	被害と便宜の偏在	C	C	D	D	・現地調査発電所及び関連施設は銀行所有の未利用の土地に立地する計画であり、発電所建設により、プロジェクト地域周辺において被害を被り、また便宜の偏在に係るような特定の集団や個人はない。 ・ICE は既設発電所建設時と同様に道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うことから資機材運輸車両の通行による観光業への影響は小さいと考えられる。 ・直近にホテルの騒音予測結果は 48 dB で、現況騒音 46 dB より 2 dB 増加する。 ・H₂S の予測結果は、最大着地濃度が 0.035 ppm で低く、着地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっている。これらのことから騒音、H₂S による特定地域への影響はないものと考えられる。

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
社会環境	文化遺産	A-	B-	D	D	・プロジェクト計画地周辺で考古学サイトは確認されているが、プロジェクト計画地には考古学サイトは立地しないことから建設による考古学のサイトへの影響はないものと考えられる。 ・H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.035 ppm で低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度は 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっていることから、H₂S による考古学サイトへの影響はないものと考えられる。
	地域内の利害対立	C	C	D	D	ヒヤリング調査より、事業計画地域に存在するホテルや周辺地域住民はプロジェクトの反対はなく、地域内の利害対立も想定されない。
	水利用、水利権、入会権	B-	B-	D	D	・掘削時の日最大取水量(58.3 m³/hr)は河川最小流量(1,440 m³/hr)に占める割合の 3.7%程度(掘削時取水して再利用する)である。 ・日平均取水量(0.25 m³/hr、定常時取水) の河川最小流量に占める割合は 0.017%程度で、日最大取水量(100 m³/hr、1～2 年に1回程度の定期点検後の冷却水系統への充填水)は 6.9%程度である。 ・定常時取水量は 0.25 m³/hr で河川最小流量に占める割合はわずか 0.017%程度である。 ・以上のことより、取水量の河川最小流量に占める割合は小さく河川流量及び水環境への影響は小さいものと考えられる。
	公衆衛生	B-	D	B-	D	・特に調査、建設段階においては、衛生施設未設置や不足及び処理能力が小さい等により、公衆衛生の悪化の可能性が考えられる。 ・供用時においては、衛生施設（浄化槽）設置、維持管理が実施されることから影響はほとんどないと考えられる。
	災害、HIV/AIDS のような感染症	B-	D	D	D	・既設発電所建設の場合と同様、発電所の建設には、リベリア郡内の土木建設会社の建設労働者が従事し、外部建設労働者の流入がないことから、HIV/AIDS 感染、蔓延の危険性はほとんどないものと考えられる。 ・供用時には外部からの労働者はほとんどなく、産業員数も少ないことから、HIV/AIDS 感染、蔓延はないものと考えられる。

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
自然環境	地形・地質	B-	D	D	D	・調査、生産井掘削、発電所建設工事等による土地の改変面積形状の改変面積は 10ha 程度で必要最小限にとどまり、切土や盛土の法面の舗装、緑化を行う計画である。 ・プロジェクト計画地域に保全すべき重要な地形・地質（天然記念物、名勝地などの風致景観が優れているもの、学術的価値が高いもの）が存在しない。 ・以上のことより、工事による地形、地質への影響は小さいものと考えられる。
	土壌浸食	B-	D	B-	B-	・掘削坑井基地、敷地造成やアクセス道路の建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地の土壌浸食が考えられる。 ・供用時に新たな土木工事等はないため、土壌浸食の影響は考えられないが、年月の経過と共に劣化して浸食の可能性が考えられる。
	地下水	C	D	D	D	・工事用水としての地下水の取水は計画されていない。また、調査地域に井戸は存在しない。 ・坑井掘削により地下水位・水量への影響の可能性はあるが、工事は一時的である。これらから掘削による地下水への影響が軽微であると考えられる。
	湖沼・河川状況	D	D	D	D	—

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
自然環境	動植物、生物多様性	A-	B-	A-	B-	・発電所及び関連施設は主に放置された草地の雑木林に計画しており、土地の改変面積は約 10ha 程度で必要最小限にとどめる計画である。また、土地改変部や周辺に植林を実施する。 ・動植物の調査結果から、計画地及び周辺では、保護種の生育・生息環境は確認されていない。 ・以上のことより、植物除去や土地の改変による動植物への影響は限定的であると考えられるが、国立公園が近くに位置しており、動植物のモニタリングの実施は必要であると考えられる。 ・発電所施設の外灯は昆虫への影響を考慮して全て黄色照明灯とすることで影響が小さくなるものと考えられる。 ・噴出試験はセパレータで熱水と蒸気を分離し、サイレンサーを通して乾いた蒸気を大気へ放散させ、分離熱水を還元井に還元する計画であり、これによって、熱水の周辺植生への飛散による影響は軽微である。 ・既存施設（ラス・パイラス I）の実績では、冷却塔からの水蒸気が周辺樹木への影響を与えたことはない。また、プロジェクト周辺は年間を通じて零下になることはなく、樹木の着氷現象はない。以上より、冷却塔の水蒸気による周辺の樹木への重大な影響は想定されない。 ・H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.035 ppm で低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度は 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっていることから生物への影響は考えられない。 ・プロジェクト実施区域周辺で重要種等の生息・生育、繁殖が確認されていない。今後確認された場合は、適切なモニタリングを行うこととする。 ・発電所の騒音については、サイレンサーの設置、低騒音型の冷却塔ファンの採用、タービン発電機の屋内設置、蒸気エジェクタを防音壁で囲う等によって回避・低減を図る。

項 目			評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
			建設時	供用時	建設時	供用時	
自然環境	国立公園		B-	B-	B-	B-	・最寄りの坑井の計画地は国立公園境界まで約 300 m ある。坑井噴出試験は最長約 3 ヶ月であり、サイレンサー設置により騒音の低減を図る。 ・坑井掘削は、不透水層の下、地下深部（約 2,000-2,500 m）で行うことから、地表への影響は考えられない。 ・発電所計画地は国立公園境界まで約 650m あり、H₂S や騒音の予測結果から影響は小さいものと考えられる。 ・発電所存在による国立公園からの眺望の影響が考えられるが、景観対策で実施される緑化により、影響の低減が図られるものと考えられる。
	景観		B-	B-	B-	B-	・発電所及び周辺施設の建設により、地域の自然景観への一時的な影響が考えられる。 ・発電所施設の存在に伴い眺望点からの眺望景観の変化が考えられる。
	地球温暖化		D	D	D	D	—
汚染	大気汚染	H ₂ S	B-	A-	D	D	・噴出試験時に坑口サイレンサーから蒸気とともに H₂S が大気に放出され、一般的に H₂S の着地範囲は約数メートルから数十メートル内であり、最寄りのホテルは約 600 m 以上、国立公園入口は 1,700 m 以上も離れており、噴出試験期間は短期試験では数日～1 ヶ月程度であり、既存生産井の噴出試験時に H₂S による坑井周辺の影響は確認されていないことから坑井周辺への影響は小さいものと考えられる。 ・H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.035 ppm で低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度は 15 ug/m³ (0.01 ppm) 以下でさらに低くなっていることから環境への影響は小さいものと考えられる。
		粉じん	B-	D	D	D	・輸送経路に存在する民家近傍の道路は全て既設発電所建設時にアスファルト舗装されており、また、ICE は既設発電所建設の場合と同様、道路の維持管理や工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うため資機材運輸車両の通行による土砂粉じんの巻き上げ等の影響は小さいものと考えられる。

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
汚 染	水質汚濁	A-	A-	B-	B-	・ 建設工事に伴う排水は、排水量（約 $10 \text{ m}^3/\text{日} = 0.42 \text{ m}^3/\text{hr}$）が河川最小流量に占める割合は 0.032% で少ないが、河川への影響を最小限にするために既設発電所の場合と同様、対策を実施する必要があると考えられる。また、敷地造成時の降雨による濁水については、仮処理施設を設置する必要があると考えられる。 ・ 坑井掘削に伴って発生する泥水は、浸透防止策が施された貯泥池に貯めて循環利用し、掘削完了後に貯泥池の上澄水は還元井から地下還元され、系外への排出はないことから影響はほとんどないものと考えられる。 ・ 供用時に発生する一般排水の排水量は $0.46 \text{ m}^3/\text{hr}$ で河川最小流量に占める割合は 0.032% と少ないが、処理して放流する必要があると考えられる。 ・ 重金属を含む熱水はすべて還元井より地下深部まで還元される。また、冷却水は再利用されるために河川への放流はない。
	土壌汚染	B-	D	B-	D	・ 掘削時に生じる掘削汚泥のうち、掘り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆って埋める。掘り屑等を沈殿させた後の水は貯泥池に貯め、掘削完了後に還元井から地下還元し、系外への流出はない。廃油等の産業廃棄物はライセンス所有の処理業者に処理を委託する。以上のことから周辺土壌への影響はほとんどないものと考えられる。

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
汚染	廃棄物	A-	A-	A-	A-	- 掘削時に生じる掘削汚泥のうち、堀り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆って埋める。 - 廃油等の産業廃棄物はライセンス所有の処理業者に処理を委託する。 - それ以外の屑は集めて、産業廃棄物として処理する。 - 廃材については、既存施設建設の場合と同様、工事現場に分別回収ボックスやコンテナ、仮回収置き場等を設置して回収する。 - 回収した資源廃棄物（カン、ガラス、交換部品、ワイヤー、金具、木等）は地域のリサクル業者に処理を委託し、それ以外の廃棄物はライセンスを有する産業廃棄物処理業者に処理を委託する。 - コンクリートやがれき等はリベリア市の処理場に搬入して処理し、現場に放置しない。 - 掘削した土石等は、基礎工事の埋戻土、整地等を使用し、残った土石は設置した土捨て場へ運搬して処理する。 - 余った掘削残土の土捨て場での処理にあたっては、周辺の自然環境を損なわないような計画を策定し、実施を行う。 - 供用時に発生する生活廃棄物は既存施設の場合と同様、分別収集して地域の処理業者に処理を委託する。 - 汚泥、廃油等の産業廃棄物は既存施設の場合と同様、ライセンスを有する処理業者に処理を委託する。 以上のような対策を実施することにより、廃棄物に環境への影響は小さいものと考えられる。

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
汚 染	騒音・振動	B-	A-	B-	A-	・調査時において、生産井の噴出試験時に発生する騒音や、建設機械の稼働に伴い、建設作業騒音・振動が発生するため、ある程度の影響が考えられ、騒音の緩和策の実施が必要と考えられる。 ・工事中の資材等の搬出入輸送経路沿いに民家等が存在する場合はある程度の影響が考えられるが、ICEは既設発電所建設の場合と同様、工事用車両の通行分散化、速度制限等を行うため交通騒音の影響は小さいものと考えられる。 ・供用時における騒音の予測結果では、発電所計画地から 535 m に位置する最寄りホテル地点の騒音は 48 dB であり、現況環境騒音 (46 dB) より 2 dB 大きくなると予測され、コスタリカの住居地域における環境基準 (昼間 65 dB、夜間: 45+5 dB) を満足する結果となる。従って、発電所稼働に係わる騒音のホテルに対する影響は小さいものと考えられる。 ・観光客が集まる国立公園入口及び公園管理所は計画発電所から約 1.7 km 離れており、国立公園入口周辺環境に与える影響はないものと考えられる。 ・発電所計画地点から国立公園境界までの距離は約 650m で、発電所稼働による騒音の増加は約 2dB と予測される。動物の現況調査の結果では、プロジェクト計画地及び周辺に重要種等の生息、繁殖が確認されていないが、発電所の騒音対策として、サイレンサーの設置、低騒音型の冷却塔ファンの採用、タービン発電機の屋内設置、蒸気エジェクターを防音壁で囲う等を実施し、騒音影響の回避・低減を図る。なお、プロジェクト計画地は国立公園に近いので、今後プロジェクト計画地周辺 1km の範囲内で動物の生息・繁殖地が確認された場合はモニタリング計画を更新の上、モニタリング計画に沿ってモニタリングを実施し、著しい影響が認められる場合は工事工程の調整や分散化等の対策を講じる。
	地盤沈下	D	A-	D	B-	地熱流体は生産井より地下深部 (約 2,000-2,500 m) から自然噴出させて採取し、熱水は全量還元井によりほぼ同深度 (約 2,000 m) の地下深部に還元するため、地盤沈下が起こる可能性は低いものと考えられる。また、ICE によれば、既設発電所や他の地熱発電所では地盤沈下の現象は生じておらず、苦情もないことことから、地盤沈下が発生する可能性は極めて低いものと考えられるが、モニタリングの実施は必要であると考えられる。

項 目		評 定		調査・予測結果に基づく評価		評 価 理 由
		建設時	供用時	建設時	供用時	
汚染	悪臭	B-	B-	D	D	・ 本地域は地熱火山地帯であり、自然環境には H₂S 濃度は存在し、場所によって H₂S の臭いがする。 ・ ホテルに最も近い坑井は約 600 m、国立公園入口は約 1,700 m 離れており、噴気試験時の H₂S の着地距離は数メートルから数 10 メートル内であり、悪臭の影響はほとんどないものと考えられる。 ・ H₂S の予測結果から、H₂S の最大着地濃度は 0.035 ppm で低く、着地地点はクーリングタワー直近であり、周辺地域での着地濃度は 0.01 ppm 以下でさらに低く、人の臭覚閾値（約 0.02 ppm）以下になっていることから悪臭の影響はほとんどないものと考えられる。
	事故	B-	D	B-	D	安全管理が不十分な場合、調査時の地熱流体の噴出による事故や建設作業中の事故、また交通事故等が発生する可能性が考えられる。
	アクセス道路	B-	B-	B-	B-	・ 追加プロジェクト発電所及び坑井基地のアクセス道路は約 3.2km、土地の改変面積約 1.6 ha で必要最小限にとどまる計画である。また、既存道路の使用や拡張により土地の改変面積を必要最小限にし、樹木の伐採は可能な限り避けることとする。 ・ 動植物の調査結果より、プロジェクト計画地及び周辺では、保護種の生育・生息環境は確認されていないが、アクセス道路を砂利舗装し、法面の舗装、緑化を実施し、雨水排水側溝も考慮する。 ・ 供用後は必要に応じて維持管理を行い、浸食発生箇所については緑化、補修等を実施する。 ・ 以上様な施策により、環境への影響は小さくなるものと考えられる。
その他	送電線	B-	B-	B-	B-	・ 鉄塔建設による土地改変面積は約 0.48 ha であり、必要最小限にとどまる計画である。 ・ 鉄塔の位置は雑木林や草地に計画し、樹木の伐採は可能な限り避ける計画である。また、土地改変部の舗装を実施する。 ・ 送電線はコロラド川の河畔林の伐採、動物への影響を避ける計画である。 ・ コロラド川の河畔林を利用する動物への影響、景観への影響を考慮して設計する計画である。 ・ 線間の距離は 4 m 以上あり、鳥類による感電の影響は考えられない。 ・ 以上のことより、送電線による環境（土地の改変、動植物、景観）への影響は小さくなるものと考えられる。

* : A: 大きな影響が想定される。

B: ある程度の影響が想定される。

C:影響の程度は未定であり、今後の確認調査が必要である。

D:影響の程度は軽微であり、今後の調査は不要である。

+: 正の影響

-: 負の影響

3.7 緩和策及び費用

項目		対策	費用（USD）
社会環境	公衆衛生	・ 既設発電所の建設時の場合と同様、仮設トイレを設置し、管理やし尿の処理はリベリア市の処理業者に委託して実施する。 ・ 保健省（MINISTRA DE SALUD）は現場の衛生状況の定期検査に協力し、指摘事項がある場合には速やかに改善し、対応する。これらの対策実施により公衆衛生の悪化はほとんどないものと考えられる。	建設コントラクター契約コストに含まれる。
	社会サービス	ステークホルダーでクルバンディ集落の要望により、地域社会のニーズに対応し、飲用水の導水管路を建設する。	350,000
	土壌浸食	・ 土地の改変面積及び樹木の伐採を必要最小限とする。 ・ 切土、盛土の法面は土質に応じ安定した勾配とするとともに、小段を設けたり緑化を行う等により、降雨による土砂の流出を防止する。 ・ 土地改変部の緑化を行い、雨水排水溝を設置する。 ・ アクセス道路の法面の舗装、緑化を行い、雨水排水側溝の設置も考慮する。	プロジェクトの建設予算コストに組み込まれる。 検査費として 19,000
			・ 土壌の浸食、流出の可能性がある場所の緑化等を実施する。 ・ プロジェクト建設後は必要に応じて緑化、補修等を行う。
自然環境	動植物、生物多様性	・ 土地の改変面積及び樹木の伐採を必要最小限とする。 ・ 土地の改変部及び発電設備周辺には緑化を行う。緑化に当たっては、周辺植物及び環境条件を考慮して在来種や鳥類の好む食餌植物等を植林する。 ・ 緑化後にかん水、施肥、病虫害防除等維持管理を行う。 ・ 動物の移動通路に侵入を防止するフェンスの設置やアクセス道路にスピードバンプを設置して、走行車両の一時停止やスピードを落とすことで動物移動中の事故を予防する。 ・ 発電所施設の外灯は昆虫への影響を考慮して全て黄色照明灯とする。 ・ 排水は油分分離槽、浄化槽で処理した後、河川に排水する。 ・ 廃棄物を分別収集して再利用可能な材料をリサイクルし、他は産業廃棄物処理業者に委託して処分する。 ・ 建設段階において、工事関係者に対して動物捕獲、威喝、植物の採取の禁止や動植物の生息、生育場所の保護に関する環境教育を行い、生物専門家によるスタッフのトレーニングを実施する。 ・ 生物専門家、国立公園、グアナカステ保全地域、地域住民の環境活動組織、ホテルと連携して生物保護に努める。	植物：10,000 生物専門家への謝礼：5,000 動物：発電所建設コストに組み込まれる。
	国立公園	国立公園への影響については、動植物、大気、騒音のモニタリングを実施する。	モニタリング計画参照（動植物、大気、騒音）

項目		対策	費用 (USD)
自然環境	景観	・地形改変及び樹木の伐採範囲を必要最小限とし、発電所建屋及び関連施設等のデザインは現地の自然風景の特性を考慮して自然との調和を図る。 ・土地改変部の緑化及び発電所周囲に 50 m 幅の帯状緑化を実施する。また、周辺の樹木がない場所の緑化を行い、モザイク状の雑木林を補完する。 ・植林は地域の森林特性を考慮して落葉樹や成長が早い樹木及び群葉樹等の地域植種を選定して実施する。 ・地熱流体輸送管は目立たないような自然と調和した色に塗装し、配管の高さは低くして周辺の樹木で隠れるようにする。 これらの措置を講じることにより、発電所境界と周辺の植生を混合して成長させ、周辺の森林の回復をすることにより、施設の存在に伴う主要な眺望点及び眺望景観への影響は少ないものと考えられることから、実行可能な範囲内で影響の低減が図られるものと評価する。	62,000
	水質汚濁	・供用時の発電所一般排水（作業及び機器排水）は油分分離槽及び浄化槽を設置し、排水基準以下になるように処理した後に河川に放流する。 ・建設工事排水は仮沈殿池で沈殿した後に上澄みを放流する。また、土木工事中に必要なに応じて数カ所に仮沈殿池を設置し、降雨による濁水进行处理する。また、仮トイレは専門業者に処理及び管理を委託する。	発電所建設及び土木建設工事コストに組み込まれる。
	土壌汚染	坑井掘削工期中に発生する汚泥は、既設坑井の場合と同様、坑井近傍に浸透防止策が取られた貯泥池を設けて汚泥を溜めて埋める措置を講じる。	掘削コストに組み込まれる。
汚染	廃棄物	・掘削時に生じる掘削汚泥のうち、掘り屑（岩の破片等）は、掘削現場に設けた貯泥池（不透水シート敷設）に集めて沈殿させた上で、二重のジオテキスタイル（土木用安定繊維シート）で覆って埋める。掘り屑等を沈殿させた後の水は貯泥池に貯め、掘削完了後に還元井から地下還元し、系外への流出はない。廃油等の産業廃棄物はライセンス所有の処理業者に処理を委託する。 ・それ以外の屑は集めて、産業廃棄物として処理する。 ・廃材については、既存施設建設の場合と同様、工事現場に分別回収ボックスやコンテナ、仮回収置き場等を設置して回収する。 ・回収した資源廃棄物（カン、ガラス、交換部品、ワイヤー、金具、木等）は地域のリサクル業者に処理を委託し、それ以外の廃棄物はライセンスを有する産業廃棄物処理業者に処理を委託する。 ・コンクリートやがれき等はリベリア市の処理場に搬入して処理し、現場に放置しない。 ・掘削した土石等は、基礎工事の埋戻土、整地等に使用し、残った土石は設置した土捨て場へ運搬して処理する。 ・余った掘削残土の土捨て場での処理にあたっては、周辺の自然環境を損なわないような計画を策定し、実施を行う。 ・供用時に発生する生活廃棄物は既存施設の場合と同様、分別収集して地域の処理業者に処理を委託する。 ・汚泥、廃油等の産業廃棄物は既存施設の場合と同様、ライセンスを有する処理業者に処理を委託する。	111,000

項目		対策	費用（USD）																				
汚染	騒音・振動	・ 蒸気噴出試験にあたっては、坑口サイレンサーを設置する。 ・ 既設発電所建設時の場合と同様、ICE は道路の維持管理や工事車両の通行分散化、速度制限を実施する。また、集落の迂回ルート（図 3.1-2 の B ルート）を使用する。 ・ 原則として、夜間は工事用資材等の搬出入を行わない。 ・ 工法・工程の検討等による工事量の平準化により、ピーク時の建設機械稼働台数の低減を図る。 ・ 原則として、早朝、夜間、休日工事は行わないよう計画する。 ・ 建設機械は、点検整備等により性能維持に努める。 ・ 定期的に会議等を行い、上記の交通安全措置を工事関係者へ周知徹底する。 ・ 発電及び関連設備における騒音防止策は以下の通りである。	発電所建設コストに組み込まれる。																				
		項目		対策の概要	発電設備	蒸気タービン発電機	建屋収納	ガス抽出装置	防音断熱被覆材（または防音壁）の使用	空気圧縮機	建屋収納	冷却塔ファン	低騒音型の採用	主変圧器	低騒音型の採用	蒸気設備	生産井	サイレンサーを設置	気水分離器	非常用蒸気・熱水放出口にサイレンサーを設置	蒸気輸送管	発電所入口の非常用蒸気放出口にサイレンサーを設置	
		項目		対策の概要																			
		発電設備		蒸気タービン発電機		建屋収納																	
				ガス抽出装置		防音断熱被覆材（または防音壁）の使用																	
				空気圧縮機		建屋収納																	
				冷却塔ファン	低騒音型の採用																		
				主変圧器	低騒音型の採用																		
		蒸気設備		生産井	サイレンサーを設置																		
				気水分離器	非常用蒸気・熱水放出口にサイレンサーを設置																		
蒸気輸送管	発電所入口の非常用蒸気放出口にサイレンサーを設置																						
地盤沈下	地熱流体は生産井により地下深部（約 2,000-2,500 m）から自然噴出させて採取し、熱水は全量を還元井からほぼ同深度（約 2,000 m）の地下深部に還元するため、地盤沈下が起こる可能性は低い。また、地盤変動の原因となる浅部地下水系に影響を及ぼさないよう、生産井・還元井共に地下深部まで鋼管（遮水管）を挿入し、坑井壁との間をセメンチングする。 ・ ICE によれば、既設発電所や他の地熱発電所では、地盤沈下は生じておらず、地盤沈下に関する情報や苦情の報告もない。	掘削コストに含む。																					
	事故		・ 既設発電所建設の場合と同様、安全衛生管理操業計画を作成し、安全管理に努める。 ・ 工事関係者に交通規則の遵守、工事車両の通行分散化及び速度制限等を行う。 ・ 定期的に会議等を行い安全管理計画、体制などを確認し、安全計画の遵守を工事関係者へ周知徹底する。 ・ 操業規則を定め、事故予防と安全管理に努める。	12, 000																			
	その他																						

項目		対策	費用 (USD)
その他	アクセス道路	・アクセス道路を砂利舗装し、法面の舗装、緑化を行い、雨水排水側溝の設置も考慮する。 ・必要に応じて動物のアクセス道路に侵入を防止するフェンスを設置する。また、アクセス道路にスピードバンプを設置して、走行車両の一時停止やスピードを落とすことで動物移動中の事故を予防する。 ・供用後は必要に応じて維持管理を行い、浸食発生箇所については緑化、補修等を実施する。	アクセス道路建設コストに含む。
	送電線	・鉄塔建設による土地改変面積を最小限とする。 ・鉄塔の位置は雑木林や草地に計画し、樹木の伐採は可能な限り避けることとする。 ・工事終了後に速やかに土地改変部の舗装を実施し、浸食を防止する。 ・コロラド川を横断するルートについては、河畔林の伐採をさけて鉄塔間の距離を最大限にするルートを選定する。 ・既設送電線を参考に動物への影響を最小限にする鉄塔の高さを設計する。 ・ルートの選定や鉄塔の形状の設計には景観を考慮する。 ・鳥類衝突回避電波発信装置の設置を検討する。	29,000

3.8 モニタリング計画

モニタリング計画を表 3.8-1 に示す。モニタリング計画はコスタリカ国及び ICE の技術レベルや機材状況等勘案して作成したものであり、ICE によって実現可能なものであると考えられる。

モニタリング実施計画は、動植物の分布、生息地域、植生、絶滅危惧種・固有種等との関連を考慮に入れた上で、モニタリング地点・頻度・方法を含んだものが策定されなければならない。計画は、ICE が必要に応じて SINAC とも協議の上、想定される環境、社会影響を踏まえ、策定する。また、策定にあたり、以下の点に留意する。

- ・絶滅危惧種・固有種については、ラス・パイラス及び周辺の動植物調査では確認されていないが、今後プロジェクト周辺で出現する可能性を踏まえカメラの設置等を検討する。
- ・モニタリング地点は、プロジェクト計画地の北側の国立公園境界や絶滅危惧種・固有種の生息、繁殖が確認された場所及びコロラド川抛水林とする。
- ・具体的な地点について、1) 国立公園から出てくる動物の出現状況や行動については、工事開始までに踏査を行った上で想定される対象動物種や地点の特性を考慮して決定する。2) 絶滅危惧種・固有種の生息、繁殖が確認された場合に種の特徴、地域の特性を考慮して地点を決定する。
- ・調査頻度については、基本的に季節（雨季、乾季）や繁殖期を考慮して最低でも年 2 回とし、対象とする動物種の特徴を考慮して計画する。
- ・調査方法は、カメラの設置、巡回・定点観察記録、写真撮影等の方法から有効な方法を検討する。

表 3.8-1 モニタリング計画

環境項目	調査項目	地点	頻度	調査方法	責任機関
工事時					
大気	H ₂ S	Rico de Vieja ホテル、坑井基地境界 4 地点（東南西北）	坑井噴出試験期間：週 1 回	現場測定	ICE
騒音	騒音レベル	Ricon de Vieja ホテル、国立公園入口、坑井基地境界 1 地点（ホテル方面）、発電所敷地周辺 4 地点（東南西北）	1) 坑井噴出試験期間：週 1 回 2) 発電所建設時：4 回/年（但し、各工事のピーク時を考慮して実施する）	現場測定	ICE
水質	1)pH、電気伝導度（EC）、濁度（TURB）、浮遊物質（SS）、油類、BOD5、COD 2)ヒ素（As）、六価クロム（Cr6）、水銀（Hg）	コロラド川の上・下流、Negro 川の上・下流、GPG2 地点の小川の上・下流	坑井噴出試験期間：1)の項目：2 回/期間中 2)の項目：1 回/期間中	現場測定、試料を採取して室内分析	ICE、建設コントラクター（仮沈殿池排水）
	pH、電気伝導度（EC）、濁度（TURB）、浮遊物質（SS）、油類、BOD5、COD	コロラド川の上・下流、Negro 川の上・下流、GPG2 地点近傍小川の上・下流、仮沈殿池出口（建設工事排水）	建設期間：項目 4 回/年		
土壌	カドミウム（Cd）、鉛（Pb）、ヒ素（As）、六価クロム（Cr6）、水銀（Hg）等	代表坑井周辺 1 地点	坑井噴出試験期間：1 回/噴気期間	試料を採取して室内分析	ICE
		発電所敷地周辺 4 地点	建設期間：2 回/年（雨期、乾期）		
動・植物	植物、動物（鳥類、両生類、爬虫類、哺乳類）	坑井及び発電所敷地周辺、国立公園プロジェクトサイト側及びコロラド川の抛水林	2 回/年（乾季、雨期、動物繁殖期等考慮をする）	目視観察記録、写真撮影	ICE
廃棄物	発生量	発電所建設現場	1 回/月	発生量の積算（重量又は容量）	建設コントラクター

環境項目	調査項目	地点	頻度	調査方法	責任機関
供用時					
大気	H ₂ S	Ricon de Vieja ホテル、Guachilin ホテル、国立公園入口、発電所周辺 4 地点（東南西北）	4 回/年（操業期間中）	現場測定	ICE
騒音	騒音レベル	Ricon de Vieja ホテル、国立公園入口、発電所敷地境界 4 地点（東南西北）	4 回/年（操業期間中）	現場測定	ICE
水質	1)pH、電気伝導度（EC）、濁度（TURB）、浮遊物質（SS）、油類、BOD5、COD 2)ヒ素（As）、六価クロム（Cr6）、水銀（Hg）	コロラド川の上・下流、Negro 川の上・下流、GPG2 地点の小川の上・下流 1)の項目のみ実施：浄化槽出口、油分離槽出口	建設期間：4 回/年（操業期間中）	現場測定、採水して室内分析	ICE
土壌	ヒ素（As）、六価クロム（Cr6）、水銀（Hg）等	代表坑井周辺 1 地点、発電敷地周辺 4 地点	1 回/年（操業期間中）	試料を採取して室内分析	ICE
動・植物	植物、動物（鳥類、両生類、爬虫類、哺乳類）	坑井及び発電所敷地周辺、国立公園プロジェクトサイト側及びコロラド川抛水林	1 回/年（動物繁殖期等考慮をする。3 年間実施した後に生物専門家の意見を受かって継続するかを検討する）	目視観察記録、写真撮影	ICE
廃棄物	発生量	発電所	1 回/月（操業期間中）	発生量の積算（重量又は容量）	ICE

3.9 ステークホルダー協議

3.9.1 住民代表のインタビュー

2011 年 10 月 11 日に住民代表であるクルバンディ地区小学校の校長先生に対して追加プロジェクトについてインタビューを実施した。インタビューでは主にラス・パイラス地域の地熱開発についての住民の考え、既設発電所（ラス・パイラス I）建設時における地域の人口、経済への影響について確認した。

クルバンディ地区の人口及び地域社会経済への影響は、集落小学校長とのインタビューではラス・パイラス I 発電所建設との関連性があるとのことであったが、むしろ、近年の観光業の発展が主要原因であると考えられた。インタビューの結果は以下のとおりである。

- ・昔は道路状況が悪かったため、クルバンディ集落は外部へのアクセスは困難で閉鎖的だったが、ICE による道路の建設・舗装が行われ、交通の利便性が向上し、外部とのアクセスが容易になった。
- ・ICE による小学校校舎の新築、インターネット回線の敷設、パソコン数台の寄付が行われ、教会の寄付に依存していた小学校教育条件は大きく改善された。
- ・発電所建設により雇用が生まれ、道路や学校の教育条件が改善されたこともあり、村を離れて出稼ぎに行っていた村民が戻り、新に移住してきた住民もいた。また、若者の流出が減少した。
- ・本地域における雇用は、観光業、農業の次に多いのは ICE であった。
- ・近年は本地域の観光業が発展し、観光客は増加しており、観光関連の仕事も増えている。
- ・小学校の生徒数は 96 名であり、既設発電所建設時は入学生徒数は倍近く増加した。建設終了後は減少したが、建設前より約 40 名程度増加しており、ICE の発電所の存在や特に近年の観光業の発展は生徒数の増加の要因であるものと考えられる。
- ・ICE による電力開発は本地域の発展につながっているため、地区住民のほとんどが追加プロジェクトに反対していない。住民からは、地区の水道を改善して欲しい、学校へのさらなる支援をして欲しい等の要望があった。

3.9.2 ステークホルダー協議の概要

(1) 開催場所

クルバンディ地区集会所

(2) 開催時間

2012 年 7 月 24 日 19:00～20:45 (1 時間 45 分)

(3) 参加人数

クルバンディ地区及び周辺住民 80 人程度、男女比はおおよそ 4:6、30～50 歳代を中心に幅広い年齢層が参加した。

(4) 会議通知方式

事前に村の集会所、学校、教会、ミニスーパー（コンビニエンスストア）など 15 ヶ所にポスターが貼られ（図 3.9-1）、チラシが 90 枚程度配布された。

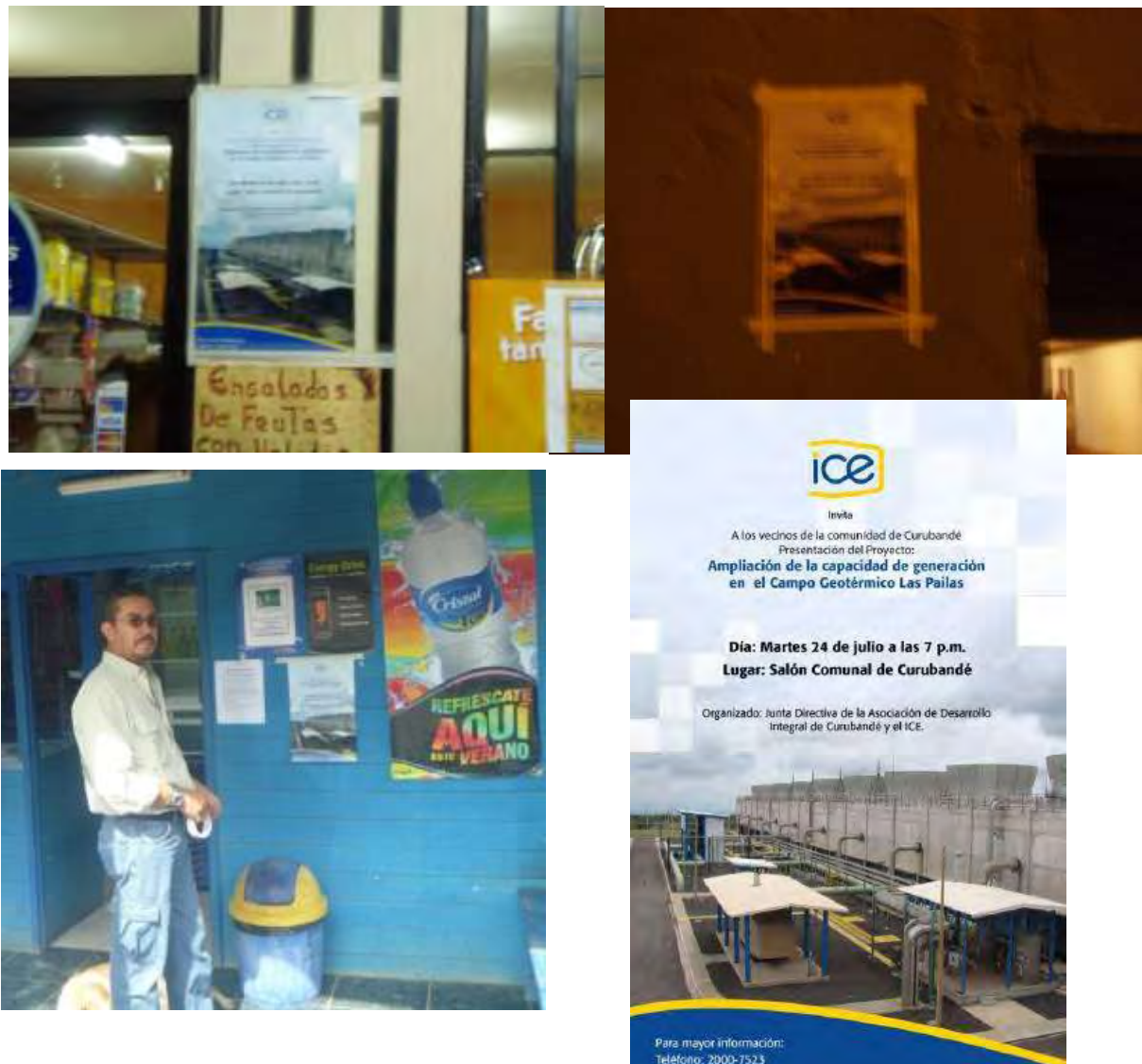


図 3.9-1 教会、ミニスーパー等 15 箇所に貼られたポスター

3.9.3 内容

(1) 説明内容

ステークホルダー協議において、以下の事項について説明が行われた。

- ・国家電力開発の必要性
- ・背景と追加ラス・パイラス地熱地域プロジェクトの概要
- ・追加ラス・パイラス地熱地域プロジェクトの計画場所

- ・追加ラス・パイラス地熱地域プロジェクトの発電容量
- ・環境社会配慮。
- ・質疑及び回答

(2) 主な質疑内容

ステークホルダー協議は約 1.5 時間行われた。内、プレゼンテーションに 30 分程度、質疑応答に 1 時間近く費やされた。

なお、全ての参加者に質疑票、説明内容資料を配布した。説明終了後に参加者による口頭質問、質問の回答及び質疑票の回収、読み上げ、回答を行った。

主な内容を以下に示す。また、ICE レポートの全文及び出席者リストを Appendix-1 に添付する。

ラス・パイラス追加地熱開発プロジェクトに関するステークホルダー協議 (クルバンディコミュニティ、2012 年 07 月 24 日)

質問	ICE の回答	実施する環境対策
1) 排水管理		
一部の住民は、ICE が汚水や石けんでコロラド川を汚染していると思っており、ラグーン（ICE の排水処理曝気槽）の汚水を挙げていた。また、汚水の漏れがあったかどうか評価するための検査を要望した。	既設発電所（ラス・パイラス I）の排水処理曝気槽については、曝気槽は汚水を処理するために設置されており、攪拌曝気により水中の溶存酸素を増やして汚染物を分解している。汚水を浄化するシステムであり、さらに沈殿により浮遊物質を除去して浄化した水を放流している。放流量は少なく河川への影響がほとんどないものであり、心配する必要はない。検査は行われる。	クルバンディ地域に位置するキャンプの排水管理や廃棄物の適正処理を確保するために常にモニタリングされている。
2) クルバンディコミュニティの共同水道		
コミュニティの主な関心事として ICE に地域社会の発展に不可欠である飲料水を供給する水道建設問題を解決するための協力を要望した。	地域の水道問題を解決するため水道及び下水道局と協力する必要がある。取水源の水の特徴、流量及び水質等の技術、環境面での調査が要求されるためである。	プロジェクトの環境対策費として ICE のプラント用水及びクルバンディコミュニティへの送水システムのために 1.71 億コロンの予算が組み込まれる計画である。

質問	ICE の回答	実施する環境対策
3) 雇用		
プロジェクトにクルバンディコミュニティの住民を優先的に雇用してほしい。	ICE は、常にクルバンディ地区の住民を優先雇用している。 ICE は現地雇用を優先する政策をとっており、通常は地域の雇用の60%、熟練性を要求する場合は40%程度を占めている。	本プロジェクトは約1,100人の雇用を想定しており、プロジェクト建設時に募集する。供用時に減少する。建設時がピークであることを理解してほしい。
4) 社会環境		
複数の参加者からはコミュニティのインフラの改善、新築等に協力してほしい等の要望があった。主な内容は以下のとおりである。 ・毎週日曜日午前10時～12時に2歳～12歳の約60名の子どもたちに社会及び精神的な価値についての講義をし、軽食やランチを提供しており、ダイニングルームがないので建設してほしい。 ・子供のための健全な環境で楽しめる多目的ホールの建設及び幼稚園施設（衛生設備及び緑地）を改善してほしい。 ・スポーツ広場の照明及びそれ（芝生）を灌漑するために井戸を建設してほしい。 ・生徒の入学数の増加に伴う学校施設の拡張が必要。追加プロジェクトの間に生徒数の増加が予想される。（既設発電所建設時に生徒数は100%増加していた） ・道路を改善してほしい。ICEの車両は制限速度を守らない場合がある。学校があり、歩道はないので、ドライバーへ制限速度の遵守を徹底してほしい。	・プロジェクトに関連付けられる地域の社会及び環境へ影響によって生じる社会インフラの影響については、緩和策及び補償措置を実施する。 ・コミュニティや団体組織への要望については、予算の優先順位を決定して対応する。 ・道路の維持管理に関しては、既に改善に取り組んでいる。 ・クルバンディへの主要なアクセス道路については、リベリア郡の自治体、ICEとMOPT（公共事業・運輸省）の間の協定によりクルバンディ開発協会と協議して対応する。 ・速度規制については、車両の制限速度以下で道路を走行するようにベストを尽くす。	社会影響に関連付けられている項目の緩和または補償措置については、以下の項目が検討される。 ・子供用のダイニングセンターの建設。 ・多目的ホールの建設 ・スポーツ広場の照明 ・幼稚園の施設改善（衛生サービス及び緑地） ・学校の拡張 ・道路の改善 道路の安全性を向上させるために、スピードバンプの設置、歩道や制限速度を維持するために取るべき手順を検討したい。
5) 生物		
森林伐採や木材の使用により植物、動物、農業に与えられる長期的な環境影響の懸念が表明された。また、除去される樹木を使用して机や家具を作ることは可能かとの提案があった。	樹木の伐採は極力避けようとしている。木材の使用はMINAETの許可を得る必要がある。	家具用に使用可能な場合、MINAETの許可手続きを取る。

質問	ICE の回答	実施する環境対策
6) 地質		
プロジェクトに関して、噴気帯は枯れるまたは減少する現象はありえるのか？	掘削井は非常に深く、噴気帯の水との直接的な関連性は認められない。噴気帯の水は坑井（生産井）との関連性はみられないとの研究もある。本地域の掘削井は 1km 以上も深い坑井であることから噴気帯は枯れることはないと考えられる。	地熱エネルギーの採取のプロセスを説明するための協議をコミュニティで開催する。
7) 地域の緊急計画		
なぜ ICE は地域の緊急計画を作成していないのか？このプラントは、コミュニティにどのようなリスク（影響、自然災害等）が発生するのか？クルバンディのための緊急救援計画はあるのか？	・プラントには有毒製品、また爆発の可能性がある製品はない。プラントに使用する蒸気は、蒸気圧が低く、熱水は還元している。 ・蒸気管は、ほぼ 1 ミリメートルの厚さがあり、蒸気圧に耐えるような設計となっており、安全である。すべて最大のセキュリティの範囲内にある。（注記：議事録原文では <i>un milimetro</i> となっているが、実際の配管肉厚は 10 mm ~25 mm あるため、記録の間違いと思われる。） ・緊急計画について、緊急時の対策として緊急計画を策定する必要があるという意見を検討する。	関係機関の支援を要求し、本地域の緊急時計画の策定をクルバンディ開発協会と調整する。
8) 土壌		
プラントの運転に使用する燃料による土壌汚染の可能性が考えられるか？	プラントは完全な密閉されたシステム中で稼働している。最大のセキュリティ機能を有し、何らかのトラブルの可能性はないとされている。	実施する協議に操業及び保守のためのセキュリティプロトコルの説明を実施することを含む。
9) パブリックファイナンス		
発電所に相談ごとを持ちかけたくても、Guachipeli 農園の私有地を通らなければならないので、自由にアクセスできない。ICE は何とかしてくれるか？	ICE はホテルのオーナーとの契約を尊重する。我々はこの問題について認識しており、関係者の所有権を尊重する。	発電所に自由にアクセスできるようにするためコミュニティに対してひとつの窓口の設置を計画する。

レポート：ICE ラス・パイラス地熱地域発電プロジェクト社会チーム。

4 結論および提言

4.1 結論

ラス・パイラス II の主な施設である発電所はラス・パイラス I の EIA 許認可区域に計画されているため、本プロジェクトに関わる新たな EIA は要求されないが、想定される新たな影響については、影響の予測、評価、緩和策の追加技術レポートが要求される。ICE は既に追加技術レポートを環境庁（SETENA）に提出し、承認されている。

プロジェクト実施区域及び周辺に住居はなく、プロジェクト実施により住民の移転は生じない。地域住民の雇用は発電所建設時に 510 名、供用後に 45 名以上を期待できる。また、本プロジェクトの実施に当たっては、クルバンディ住民の要望により、クルバンディ集落に良質な水源から取水して送水する計画であり、地域経済、地域の社会サービスはに改善されるものと考えられる。プロジェクトの計画地は民間銀行が所有する未利用土地を使用する計画であり、計画地点は主に放置された草地や雑木林である。また、土地の改変面積を最小限にすることで動植物への影響は小さいものと考えられる。

騒音、H₂S、水質の予測結果において、H₂S は WHO のガイドライン値を、騒音、水質はコストリカ国基準を満足する。また、廃棄物は分別収集を実施し有効利用やリサイクル及びライセンスを有する処理業者に委託処理することで環境への負荷を低減できるものと考えられる。

景観への影響については、発電所建屋及び関連施設等のデザインは現地地の自然風景の特性を考慮して自然との調和を図るとともに土地改変部の緑化及び発電所周囲に 50m 幅の帯状緑化を実施することで影響を最小限にすることが可能であると考えられる。

プロジェクトの計画地は国立公園（Rincón de la Vieja National Park）に隣接しているが、以上のような対策の実施により、公園への影響は小さいものと考えられる。

プロジェクトによる温室効果ガス排出量の削減量は、年間 21,584 t-CO₂ と積もられる。

4.2 提言

- 拡張開発エリアの北部および北東部は有望な開発ターゲットと考えられるため、ラス・パイラス II のメインの生産ゾーンは拡張開発エリアの北部・北東部とすることが望ましい。
- 将来予測計算の結果、ラス・パイラス II 用の補充井の中に還元熱水の影響を受けて噴出を停止する坑井が現れると予想される。これを避けるために、還元エリアと生産エリアの距離をできる限り離し、かつ、還元井間の距離も大きく取ることが望ましい。
- 拡張開発エリアで掘削された PGP-28 井では、浅部で蒸気層の存在が確認された。また、ラス・パイラス I の開発エリア内の PGP-2 基地付近に掘削された坑井では、同様に浅部で蒸気層の存在が確認されている。これら 2 つの浅部の蒸気層について調査を実施し、これらの蒸気層のつながりや空間的な広がりに関する知見を得ることが望ましい。これら浅部の蒸気層の特性を把握することにより、将来的に蒸気卓越領域からの流体生産ができる可能性がある。

- 環境モニタリング実施計画は、動植物の分布、生息地域、植生、絶滅危惧種・固有種等との関連を考慮に入れた上で、モニタリング地点、頻度、方法を含むモニタリング実施計画を策定する。計画は、ICEが必要に応じて SINAC と協議の上、想定される環境、社会影響を踏まえ、策定する。また、策定にあたり、以下の点に留意する。
- 絶滅危惧種・固有種については、ラス・パイラス及び周辺の動植物調査では確認されていないが、今後プロジェクト周辺で出現する可能性を踏まえカメラの設置等を検討する。
- モニタリング地点は、プロジェクト計画地の北側の国立公園境界や絶滅危惧種・固有種の生息、繁殖が確認された場所及びコロラド川抛水林とする。
- 具体的な地点について、1) 国立公園から出てくる動物の出現状況や行動については、工事開始までに踏査を行った上で想定される対象動物種や地点の特性を考慮して決定する。2) 絶滅危惧種・固有種の生息、繁殖が確認された場合に種の特徴、地域の特性を考慮して地点を決定する。
- 調査頻度については、基本的に季節（雨季、乾季）や繁殖期を考慮して最低でも年2回とし、対象とする動物種の特徴を考慮して計画する。
- 調査方法は、カメラの設置、巡回・定点観察記録、写真撮影等の方法から有効な方法を検討する。