

1. 事業の概要と円借款による協力



サイト地図：エクアドル全国



サイト写真：OTAVALO 変電所

(1) 背景

エクアドルでは1980年代、電力インフラの開発が進み、83年にはパウテ水力発電所（設備容量500MW）が運開し、これを送電する基幹系送電系統（グリッド）建設も86年には完成が見込まれていた。また、地方配電網については全国の各地方配電会社が以前より建設・整備しており、人口500人以上の地域の電化についてはほぼ完成した状況であった。しかしながら、こうした地方配電網は、基幹系送電系統から切り離され全国に散在しているものが多く、一部地方配電網、特に山岳地方では効率の悪い老朽化した小型ディーゼルやガスタービンによる発電に頼らざるを得ない状況であった。このため、これら配電網での電力供給は不安定なものであり、基幹系送電系統と地方配電網を結ぶ二次系送電系統¹の建設が急務とされていた²。

しかし、エクアドルでは二次系送電系統建設は各地方電力会社により行われるため、大半が資金調達難により大きく立ち遅れていた。1981年には緊要度の高い地域を対象にサプライヤーズ・クレジットにより総延長690kmの二次送電線、総設備容量156MVAの二次変電所が建設されることとなったが、依然充分ではなかった。このため、同年天然資源省よりエクアドル国家電力庁（INECEL）に対し、さらに総延長約1,422kmの二次送電線、総設備容量564MVAの二次変電所建設の実施指示が出され、本事業が要請される運びとなった。

(2) 目的

エクアドル全土に総延長約815kmの二次送電線（69kV、46kV、34.5kV）及び、56ヶ所（総変電容量約407MVA）の二次変電所を建設し基幹系送電系統と地方配電網を結ぶことにより、電力系統の信頼度改善、電化率の向上を図る。

(3) 事業範囲

A. 二次送電線の建設

新設工事 31線区 535km

改修工事 4線区 227km

¹ 「負荷系送電系統」を意味する。本報告書では負荷系送電設備をそれぞれ「二次送電線」「二次変電所」と表記する。

² エクアドルにおいて電力を最終需要者まで供給するには、発電所の建設とともに、大電力を送電する基幹系送電系統、基幹系変電所で降圧された電力を2次変電所（負荷系変電所）に送電する二次送電網（負荷系送電系統）、さらに二次変電所で降圧された電力を最終需要者におくる地方配電網の整備が必要であった。

継続工事³ 2線区 53km
合計 37線区 815km

B.二次変電所の建設

新設工事 40 変電所
増設工事 16 変電所
合計 56 変電所 (総設備容量 407MVA)

C.コンサルティング・サービス

詳細設計、入札書類の見直し、入札評価、及び工程管理の補佐等

(4) 借入人/実施機関

エクアドル共和国政府/エクアドル国家電力庁 (Instituto Ecuatoriano de Electrificación: INECEL) (2002 年現在、送電線会社 Compañía Nacional de Transmisión Eléctrica:TRANSELECTRIC S.A.)

(5) 借款契約概要

円借款承諾額 / 実行額	9,499 百万円 / 9,307 百万円
交換公文締結 / 借款契約調印	1984 年 12 月 / 1985 年 8 月
借款契約条件	金利 4.25% 返済 25 年 (うち据置 7 年) 部分アンタイド
貸付完了	1990 年 8 月

2. 評価結果

(1) 計画の妥当性

アプレイザル当時、エクアドル政府国家電化計画 (1980 - 84 年) において、石油消費節減のため、火力発電から水力発電への転換を図る方針が挙げられており、パウテ水力発電所と結ばれた基幹系送電系統に地方配電網を接続する本事業は、同方針に合致し、妥当性が高いと評価される。

また、国家電化計画に基づき INECEL が策定した電化マスタープラン (1981 - 85 年) は、経済社会の発展のためには電力の質と信頼性を高めることを重要とし、69kV の二次送電線建設を主要目標の一つとして位置付けていた。基幹系送電系統と結ばれていない地方配電網では小規模電力ディーゼル、火力発電等に頼っていたため、これら地域での電力供給は不安定なものであり、電力サービス改善、効率化のために、本事業は必要不可欠なものであった。かかる点からも本事業の妥当性は評価される。

2002 年現在、パウテ水力発電所は 1,000MW に設備出力を増強した。今次事後評価時における国家電化計画 (2002 年 - 11 年) においても、1996 年に制定された電力セクター規定法 (Ley Regimen del Setor Electrico :LRSE) に則り、引き続き質の高い電力サービスを図る一方、基幹系送電系統の延長が基本的な目標の一つとして述べられている。このことから、今次事後評価時においても本事業の妥当性は維持されていると評価できる。

³ エクアドル側の自己資金により着手されていた工事を、ODA により完成させる工事を意味する。

(2) 実施の効率性

1) 事業範囲

計画からの主な変更は、(1)二次送電線に関して 815km から 796km への減少(約 20km の減少)、(2)二次変電所建設数に関して 56 ヶ所から 65 ヶ所への増加(11 ヶ所の増)の 2 点である。これは、事業計画から実施までに 3 年を要したため、事業実施に際し改めて電力需要・供給状況の見直しを行った為である。これにより、当時の設備・需要状況に即した効率的・柔軟な事業実施が行われたものであり、特段の問題は無いと考えられる。

2) 工期

入札開始から工事にいたるまで各段階において遅延が生じ、最終的に工事完了は計画よりも約 5 年遅れとなった。これは主に、INCEL が負担する内貨部分の資金調達に時間がかかり、送電線建設工事が遅れたことによる。その主因は、(1)インフレによる建設コストの上昇、(2)1987 年の地震により主な国家歳入源である石油のパイプラインが被害を受け政府の歳入が減少したこと、である。エクアドル政府は本事業の内貨部分を、石油の販売収入により支払う予定でいたため、これにより大きな打撃を受けた。また、入札準備の遅延による機器搬入の遅れ、これら機器に事業実施途中から輸入税が課税されたことへの対応なども影響している。

輸入品課税に係る問題、自己資金調達の遅延は 1987 年に起こったエクアドルの地震災害による歳入減少に起因しており、予測不可能なものであったため、遅延はやむを得なかったものと見られる。

3) 事業費

事業範囲の一部変更はあったが、総事業費は計画額 14,128 百万円に対し、実績額 13,513 百万円とほぼ計画通りとなっている。外貨・内貨支出額は若干のコスト・アンダーランであったが、ほぼ計画の額になっている。

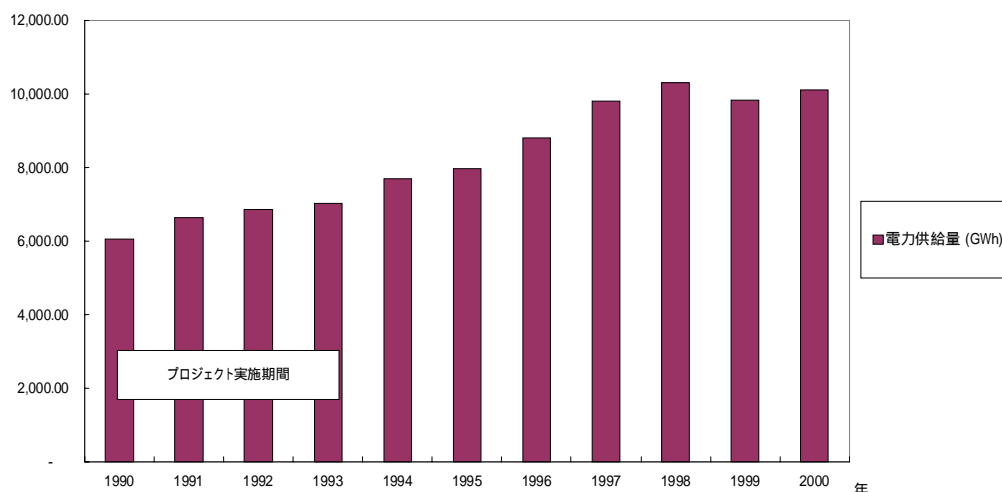
(3) 効果

1) 基幹系送電系統による電力供給の増加

本事業により、総計 796.1km の二次送電線、65 ヶ所(総設備容量 390MVA)の二次変電所が建設されたが、これは本事業開始時 1986 年のエクアドル全体における二次送電線総延長の約 32%、二次変電所設備容量の約 27%に相当するものであった。2000 年現在においては、二次送電線総延長の約 23%、二次変電所設備容量の約 15%を占めている。

下図 1 に示す基幹系送電系統から地方電力公社への総電力供給量は、二次送電線以降の設備の運営は地方電力会社により行われていることから、二次送電網への総送電量として見なせる。二次送電線への基幹系送電系統からの送電量は本事業実施以降も、電力需要に沿って増加傾向であり、完成直後の伸びには、本事業の効果も含まれると考えられる。

図 1：地方電力会社(12社)への電力供給量¹⁾



出所： CONELEC

注：¹⁾電力供給は全地方電力会社への供給量

2) 電力システムの改善

本事業実施エリアでは、老朽化した小型ディーゼル等の火力発電による電力供給に代り、安価で信頼性の高いとされる基幹系送電系統に接続された地方配電網があった。

送電ロス

エクアドルの基幹系送電系統の送電ロスは近年約 3%～4%程度で、特に問題の無いレベルにある(表 1 参照)。今次評価時、現地訪問したコタパクス地方電力公社 (Empresa Electrica Provincial Cotopaxi: ELEPCO) で送配電ロスの要因を調べたところ、同地域の 18.79%の送配電ロスのうち (2001 年 9 月) 技術的ロスが 10.79%、盗電などによる非技術的ロスが 8%を占めていた。技術的ロスの多くは配電ロスであり、本事業と関連ある二次送電線や二次変電所の部分にかかわるものは約 0.99%程度で、特段問題はなかった。

表 1：基幹系送電系統に接続される送配電網における平均電力ロスと負荷率

年	配電ロス (%)	送電ロス (%)	負荷率 (%)
1990	20.4	N.A.	58.2
1991	20.3		58.4
1992	19.8	3.3	58.2
1993	21.1	3.9	58.2
1994	21.0	4.4	56.9
1995	19.4	4.3	54.2
1996	19.5	8.0	56.0
1997	20.2	4.1	57.5
1998	20.4	3.9	59.3
1999	20.9	3.2	58.3
2000	22.0	3.3	59.3

出所： CONELEC

停電

エクアドルの電力セクターを規制・監督する国家電力審議会（Consejo Nacional de Electricidad: CONELEC）によると、本事業の完成以前には事故停電などが頻発したが、現在では一部の配電会社を除いて相当程度改善している。停電の原因となる設備事故は発電/送電/配電設備でそれぞれ可能性があり、仕上がりとしての停電データのみから定量的分析は困難なものの、定性的には本事業による二次系送電システムの整備が信頼度の向上に一定の貢献をしたものと考えられる。

(4) インパクト

1) 電化率への貢献

本事業は二次系送電システムの拡充を図ったものであることから、電化率の向上に関しては、直接的なインパクトは大きくなかったと考えられる。しかしながら、本事業の実施期間中、地方配電網の拡充（米州開発銀行支援による「地方電化事業」など）が実施されており、一般的に地方配電網の整備には二次系送電システムの整備が伴うことから、事業エリアの電化率向上に本事業が一定の貢献をしたものと考えられる。本事業の実施期間前後における全国的な電化率の向上、配電会社への電力供給量の増加(図1)もこれを裏付けるものとして理解できる。

表 2: エクアドル電化率

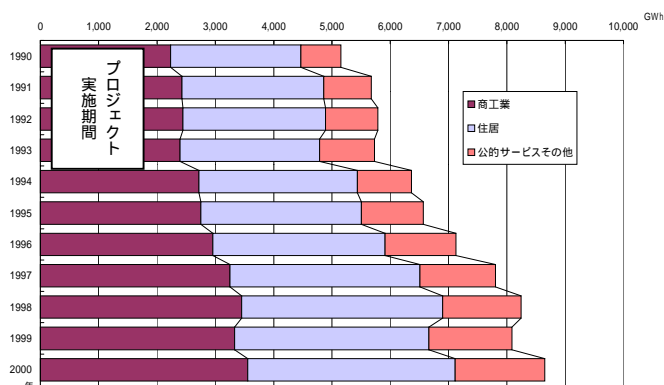
年	1985年	1990年	1995年	2000年
電化率	59.3%	77.7%	78.8%	82%

出所: 1985年のデータは INECEL “Master Plan for Electrification in Ecuador Period:1990-1991 (Plan Maestro de Electrificación del Ecuador)”
1990年、1995年、2000年のデータは CONELEC 資料

2) 電力消費量増大と地域経済の発展

1990年 - 97年の間エクアドルの実質経済成長率は年間2~4%を記録しており、セクター別の消費の伸びをみると(図2参照) 商工業セクターの伸びが著しく、本事業による二次系送電システムの整備が、こうした経済成長の下支えになったと想定される。例えば今次評価の現地調査では、北部電力会社、コタパクス電力会社の供給地域においては、生産性向上に電力を必要とする花卉生産業(開花を調整するための夜間電力が必要) 乳製品生産業(加工機械の電力化)などの生産量増加に貢献していると報告された。

図 2: セクター別電力消費動向



出所: CONELEC

3) 既存電源の休止

今次評価では具体的な数は確認できなかったが、地方配電網が基幹系送電系統へ接続されたことにより、地方火力発電所の休止があったことが報告されている。火力電源から水力電源に変わったことにより、石油消費の節約効果、環境負荷の削減効果があったものと考えられる。ただし、電力需要の伸びは大きく、一部はそのまま緊急時のスタンドバイあるいは民間企業で利用されているものもあり、国全体の電源構成をみると、特に火力発電の割合の減少は目立たない。

4) 環境・社会面への影響

本事業の実施に際しては、森林、植生地、農地等を回避し送電線ルートが選定・建設されたことから、住民移転及び環境への影響は少なかったことが報告されている。

本事業計画時、エクアドルには環境アセスメントにかかる国内規定が無く⁴、ほとんどの場合、環境影響評価は実施されなかった。しかし本事業実施当時、INECEL 内のエネルギーセクター環境ユニット（Unidad Medio Ambiente Setcor Energia: UMASE）という部署が、環境面での影響について検討を行った。農地に影響がある場合には、INECEL は用地取得に対する補償を支払い、3メートル以上の高さを要する作物については種類の変更の提案を行う等の配慮がなされていた。

(5) 持続性・自立発展性

1) 運営・維持管理体制

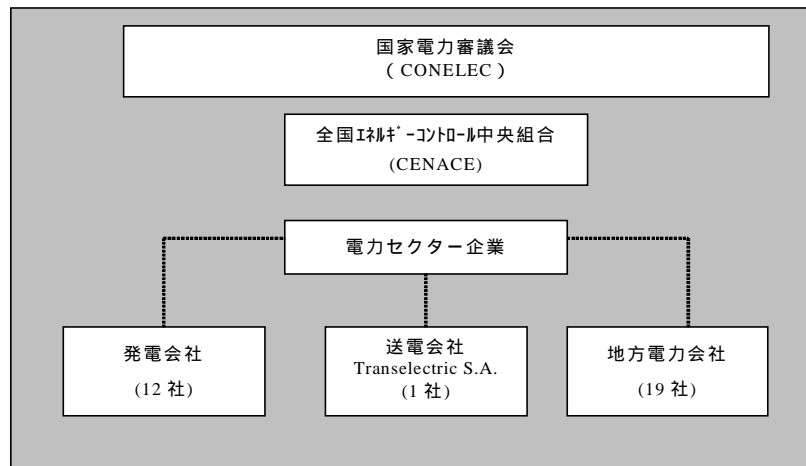
エクアドルでは1996年、外資も含めた民間の参入による効率的な運営をめざした電力セクター法規制改革に基づき、電力セクター改革が実施され、現在、基幹系送電系統の管理は図3のような体制となっている。国家電力審議会（CONELEC）が電力セクターに関する規定・基準を定め監督し、全国エネルギーコントロール中央組合（CENACE）が全国電力市場の供給管理を行っている。その下に国有⁵の発電会社、送電会社（TRANSELECTRIC S.A.）、各地方の電力会社がある。

1999年に政府組織であったINECEL（国家電力庁）が解散され、代わって、送電線の投資・管理運営を担う会社として、TRANSELECTRIC S.A. が INCEL の送電部門が分割され創設された。現在、全国の130kV、138kVの送電線の運営・維持管理はTRANSELECTRIC S.A. により行われる。一方、本事業によって建設された送電線を含む69kV以下の二次系送電系統施設の運営・維持管理については、それぞれの地方電力会社が行っている。今後、これら発電会社、地方電力会社の民営化が計画されている。

⁴エクアドルで環境アセスメントにかかる規定が整備され始めたのは1996年以降である。

⁵厳密に述べると、TRANSELECTRIC S.A. は株式会社となっており、エクアドル政府組織である連帯基金（Solidarity Fund）がその株式を所有している形態である。連帯基金は発電会社6社、および地方電力会社18社の株も所有している。

図3：エクアドル電力セクター



出所：TRANSELECTRIC S.A.、CONELEC

2) 維持管理状況

TRANSELECTRIC S.A.によると、本事業施設は各地方電力会社で適切に運営されており、事故などの報告は無いとのことである。今次評価で現地訪問をした CONELEC 及び地方電力会社 2 社 (コトパクシ電力会社、北部電力会社) に、本事業施設に関する維持管理状況についてヒアリングしたところ、人員その他特に問題は無いとのことであった。訪問した 2 社については、各二次変電所に責任者がおり、訓練を受けた職員が維持管理業務についている。また、増加した設備数に合わせた技術者の適正配置も行われている。

3) 財務状況

地方電力会社

本事業の維持管理組織である地方電力会社各社の財務状況は確認できなかったが、現地調査で訪問した上記 2 社 (コトパクシ電力会社、北部電力会社) については、特に維持管理資金の不足の問題は無いとのことであった。

電力セクターにおける料金体系

電力料金については 1999 年以降、CONELEC によって決定されているが、近年、民営化に向けてこれまで政策的に低く抑えられていた電気料金を徐々にコストに見合った価格へと値上げしつつある⁶。ただし、原価を電気料金に転化するには至っていない⁷。世界銀行の支援による電力セクター民営化に向けての制度改革支援は現在まだ進行中であり、結論はまだ見えないが、今後、収支の逆ざや状況の早急な解消が必要と考えられる。

⁶エクアドル政府は 1998 年にも住宅用電力料金に対する補助金を廃止し、25%の電気料金の値上げを実施している。(CONELEC 「エクアドル電化計画 (1998-2007)」)

⁷ 2000 年における 1kWh 当り生産コストと電気料金 (Cent.US\$/kWh) は、生産コスト(発電、送電、配電コストを含む)8.24 に対し電気料金 (全カテゴリー平均) 4.28 となっている。

主要計画 / 実績比較

項 目	計 画	実 績
事業範囲		
A.二次送電線の建設	新設工事 31 線区 535km 改修工事 4 線区 227km 継続工事 2 線区 53km 合計 37 線区 815km	新設工事 32 線区 569km 改修工事 3 線区 227km 合計 35 線区 796km
B.二次変電所の建設	新設・増設工事 合計 56変電所 総設備容量 407MVA	新設・増設工事 合計 65変電所 総設備容量 390MVA
C.コンサルタント	92.5M/M	n.a.
工期		
・ 入札	1985年9月～1985年11月	1986年6月～1986年8月
・ 入札評価	1985年12月～1986年2月	1986年9月
・ 契約	1986年3月	1987年2月～1988年9月
・ 機器搬入	1986年4月～1987年1月	1987年2月～1989年9月
・ 工事	1986年7月～1988年2月	1988年5月～1993年3月
事業費		
外貨	9,499百万円	9,364百万円
内貨	4,629百万円	4,149百万円
合計	14,128百万円	13,513百万円
うち円借款分	9,499百万円	9,307百万円