

保 存

カーボヴェルデ共和国
観光・産業・エネルギー省

カーボヴェルデ国
送配電システム整備事業準備調査

ファイナルレポート
(要約版)

JICA LIBRARY



1226614 [4]

平成22年7月
(2010年7月)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
中部電力株式会社

| |
|--------|
| 産業 |
| JR |
| 10-063 |

序 文

日本政府は、カーボヴェルデ国政府の要請に基づき、カーボヴェルデ国における送配電システム整備にかかるフィージビリティ調査を支援することを決定し、独立行政法人国際協力機構（JICA）がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 21 年 11 月から平成 22 年 5 月までの約半年に合計 3 回にわたり、中部電力株式会社の白木圭二氏を団長とした、同社により構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、現地調査を実施し、カーボヴェルデ国観光・産業・エネルギー省と協議を行うとともに、帰国後の分析、検討作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、カーボヴェルデ国における電力設備の拡充とそれに伴う電力の安定供給に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成 22 年 7 月

独立行政法人国際協力機構
理 事 黒田 篤郎



1226614 [4]

平成 22 年 7 月

独立行政法人国際協力機構
理事 黒田 篤郎 殿

伝 達 状

今般、「カーボヴェルデ国送配電システム整備事業準備調査」が終了しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、中部電力株式会社が、平成 21 年 10 月から平成 22 年 7 月まで実施したものです。

本調査では、カーボヴェルデ国における送配電システムにかかるフィージビリティ調査を実施しました。本調査では、送配電線のみならず保護継電装置のリハビリによる電力供給信頼度の向上と、効率的な配電網の構築による配電ロスの低減を目指し、カーボヴェルデ国観光・産業・エネルギー省および関係機関との協議を通じて実施したものです。

調査団は、これらフィージビリティ調査に基づく送配電システム整備の実現がカーボヴェルデ国における電力設備の拡充促進、ひいては同国経済の発展、社会開発に大きく貢献できるものと確信しております。本報告書の内容を同国の送配電システム整備事業に反映し、効率的な設備形成をされることを切望します。

最後に、私どもの調査遂行にあたり、ご協力とご支援を賜りました独立法人国際協力機構、在セネガル日本国大使館、カーボヴェルデ国観光・産業・エネルギー省その他関係機関各位に深く感謝申し上げます。

カーボヴェルデ国
送配電システム整備事業準備調査
総 括 白木 圭二

目次

| | | |
|-------|--------------------------------|------|
| 第1章 | 序論 | 1-1 |
| 1.1 | 序文 | 1-1 |
| 1.2 | 調査の目的 | 1-1 |
| 1.3 | 調査対象地域 | 1-1 |
| 第2章 | 電力セクターの概況 | 2-1 |
| 2.1 | 電力設備の現状 | 2-1 |
| 2.1.1 | 発電設備 | 2-1 |
| 2.1.2 | 送配電設備 | 2-2 |
| 2.1.3 | 電化率 | 2-4 |
| 第3章 | 事業スコープの検討および結果 | 3-1 |
| 3.1 | 工事種別の定義 | 3-1 |
| 3.1.1 | 設備の新設 | 3-1 |
| 3.1.2 | 設備の増強 | 3-1 |
| 3.1.3 | 設備の劣化更新 | 3-3 |
| 3.2 | 工事種別ごとの事業スコープ | 3-6 |
| 3.2.1 | 設備の新設 | 3-6 |
| 3.2.2 | 設備の増強 | 3-8 |
| 3.2.3 | 設備の更新 | 3-10 |
| 第4章 | 事業スコープのパッケージ化 | 4-1 |
| 4.1 | パッケージの構成 | 4-1 |
| 4.2 | 島毎のプロジェクト | 4-2 |
| 4.2.1 | サント・アンタン島 | 4-2 |
| 4.2.2 | サン・ピセンテ島 | 4-3 |
| 4.2.3 | サル島 | 4-4 |
| 4.2.4 | マイオ島 | 4-5 |
| 4.2.5 | サンティアゴ島 | 4-6 |
| 4.2.6 | フォゴ島 | 4-7 |
| 4.2.7 | SCADA・故障点標定装置・線路用開閉器導入工事（6島共通） | 4-8 |
| 4.3 | 総事業費用の試算 | 4-10 |
| 4.4 | プロジェクト実施計画 | 4-11 |
| 第5章 | 送配電ロスおよび温室効果ガスの削減 | 5-1 |
| 5.1 | 送配電ロスの削減 | 5-1 |

| | | |
|-------|-----------------------|-----|
| 5.1.1 | テクニカルロスの削減..... | 5-1 |
| 5.1.2 | ノンテクニカルロスの削減..... | 5-1 |
| 5.1.3 | 温室効果ガスの削減..... | 5-1 |
| 第6章 | プロジェクトの経済・財務分析..... | 6-1 |
| 6.1 | 想定する投資プロジェクトの考え方..... | 6-1 |
| 6.2 | 経済分析の結果..... | 6-1 |
| 6.3 | 財務分析の結果..... | 6-2 |
| 6.4 | 運用効率指標..... | 6-3 |
| 6.5 | 事業の実施体制について..... | 6-5 |

図リスト

| | | |
|-------|--|-----|
| 図 6.1 | 各プロジェクトの経済内部収益率 (EIRR) | 6-2 |
| 図 6.2 | 各プロジェクトの内部収益率 (プロジェクト FIRR、自己資本 FIRR) .. | 6-3 |
| 図 6.3 | プロジェクト・ライフにわたっての DSCR の推移 | 6-4 |
| 図 6.4 | プロジェクト・ライフにわたっての ROA の推移..... | 6-4 |
| 図 6.5 | プロジェクト・ライフにわたっての料金ベースの収益率の推移 | 6-4 |

表リスト

| | | |
|-------|-------------------------|------|
| 表 2.1 | 島別の発電可能容量..... | 2-1 |
| 表 2.2 | 電圧階級の定義..... | 2-2 |
| 表 2.3 | 送配電設備の仕様..... | 2-3 |
| 表 2.4 | 電化率の現状と将来電化計画..... | 2-4 |
| 表 3.1 | 中圧配電線の電圧降下計算結果..... | 3-4 |
| 表 3.2 | 主要な保護リレーおよび開閉機器..... | 3-5 |
| 表 3.3 | 優先順位によるベースコスト累積費用..... | 3-6 |
| 表 3.4 | 事業スコープ（設備の新設）..... | 3-7 |
| 表 3.5 | 事業スコープ（設備の増強）..... | 3-8 |
| 表 3.6 | 事業スコープ（設備の更新）..... | 3-10 |
| 表 4.1 | 事業スコープのパッケージ化..... | 4-1 |
| 表 4.2 | 本プロジェクトの総事業費用の試算結果..... | 4-10 |
| 表 4.3 | プロジェクト実施スケジュール..... | 4-11 |
| 表 4.4 | 資金計画..... | 4-12 |
| 表 6.1 | 資金調達条件..... | 6-3 |

略語一覧

| | |
|--------|---|
| ADP | Águas de Portugal, SA |
| AfDB | African Development Bank, アフリカ開発銀行 |
| APP | Agua Ponta Preta |
| ARE | Agência de Regulação Económica, 経済規制庁 |
| ARM | Agência de Regulação Multisectorial, マルチ・セクター規制庁 |
| BCA | Banco Comercial do Atlântico |
| CVE | Cape Verde Escudo, カーボヴェルデ・エスクード (通貨単位) 1.15227 JPY/CVE (2010.3.31 時点) |
| DGA | Direcção Geral do Ambiente, 環境総局 |
| DGPCP | Direcção-Geral do Património e de Contratação Pública, 国家資産総局 |
| EBITDA | Earnings Before Interest, Tax, Depreciation, and Amortization, 利払い前・税 引き前・減価償却前・その他償却前利益 |
| EDP | Energias de Portugal, SA |
| EIA | Environmental Impact Assessment, 環境影響評価 |
| GDP | Gross Domestic Product, 国内総生産 |
| GEF | Global Environmental Facility, 地球環境ファシリティ |
| GMT | Ground Mounted Transformer, 地上設置型変圧器 |
| IEA | International Energy Agency, 国際エネルギー機関 |
| IMF | International Monetary Fund, 国際通貨基金 |
| INE | Instituto Nacional de Estatística, 国家統計局 |
| MECC | Ministério da Economia, Crescimento e Competitividade, 経済・成長・競争力 省 |
| MTIE | Ministra do Turismo, Indústria e Energia (Ministry of Tourism, Industry, and Energy), 観光・産業・エネルギー省 |
| O&M | Operation and Maintenance, 維持管理 |
| OHL | Over Head Line, 架空送配電線 |
| PIU | Project Implementation Unit, プロジェクト実施ユニット |
| PMT | Pole Mounted Transformer, 柱上設置型変圧器 |
| UGL | Under Ground Line, 地中送配電線 |
| UNDP | United Nations Development Programme, 国連開発計画 |
| WEO | World Economic Outlook (of the IMF), (IMF) 世界経済見通し |

第1章 序 論

1.1 序 文

カーボヴェルデ共和国（以下「カ」国）の「成長と貧困削減戦略 2004-2007(GPRS)」においては、経済成長を通じた貧困削減を実現させる上での戦略の一つとして、基礎インフラの改善・開発を重視するとしている。また、国家5カ年戦略（2006-2011年）では、持続的成長及び国民生活水準の向上を柱に据え、水・電力セクターを含めたインフラ整備による経済社会開発と貧困削減を目指している。観光収入に大きく依存する同国においては、電力需要は年々急増しており、発電・送電・配電網の整備といった電力供給設備の整備は喫緊の課題となっており、その支援の一環として「サンティアゴ島発電・送電能力強化事業（2008年3月～）」が円借款により実施されている。「カ」国においては、地方電化等が電力分野において政府の重要政策と位置づけられているが、電力アクセスに関する地域格差が非常に大きく、全国平均の家屋電化率は80%であるが、全国民の約6割が居住し経済活動の中心地となっているサンティアゴ島に限れば68%という電化率となっている。さらに、作動電圧は6,10,15,20KVと幅広く、電力網の最適化への障害として平均25%以上に上る送配電ロスの主たる原因ともなり、同国の電力供給を担う電力・水道株式会社（Empresa de Electricidade e Agua, SARL:ELECTRA）の財政面への大きなマイナス影響を及ぼしている。保護継電装置についても、技術力を要する保護範囲の整合（保護協調）やシステム設計には、ELECTRAは十分に対応できておらず、首都への供給を担うブライア系統が全停電となる事故がしばしば発生するなどの不安を抱えている。以上のような問題を解消し、安定的かつ信頼度の高い電力供給体制を整備することは、「カ」国において優先度の高い課題となっており、これは民生の安定に直接的に資するのみならず、観光収入に経済が依存する同国において観光開発を進める上でのボトルネックを解消し、持続的な経済成長を確保するためにも重要である。

こうした背景の下、「カ」国 経済・成長・競争力省（MECC）（現 観光・産業・エネルギー省（MTIE））の要請に基づき、JICAは2009年2月に「カ」国における上水道・送配電システム網整備協力準備調査を実施し、同調査の結果を受け、送配電システム整備にかかるフィージビリティ調査（F/S）の実施概要について、JICAは2009年6月に「カ」国政府と合意した。

1.2 調査の目的

本件調査は、「カ」国対象6島において送配電システム整備および保護継電装置のリハビリによる電力供給信頼度の向上と、効率的な配電網の構築による配電ロスの低減を目指す事業のフィージビリティ調査（F/S）を行うことを目的とする。

1.3 調査対象地域

「カ」国全9島（無人島を除く）のうち6島（サンティアゴ、サント・アンタン、サン・ビセンテ、サル、マイオ、フォゴ）を対象とする。

第2章 電力セクターの概況

2.1 電力設備の現状

「カ」国における電力設備の現状は以下のとおり。

2.1.1 発電設備

「カ」国における発電設備は、その大半がディーゼル発電である。現在の6島の発電容量を表 2.1 に示す。

表 2.1 島別の発電可能容量

| Island | System | Available Capacity (kW) | |
|-------------|----------------|-------------------------|--------------|
| | | Thermal (Diesel) | Wind Turbine |
| Santo Antao | Porto Novo | 2,480 | |
| | Rebeira Grande | 3,650 | |
| | Total | 6,130 | |
| Sao Vicente | | 18,352 | 900 |
| Sal | | 8,352 | 300 |
| Maio | | 680 | |
| Santiago | Praia | 33,462 | |
| | Santa Catarina | 2,160 | 900 |
| | Tarrafal | 2,160 | |
| | Santa Cruz | 2,688 | |
| | Total | 40,470 | |
| Fogo | Sao Fillipe | 3,280 | |
| | Ponta Verde | 168 | |
| | Mosteiros | 800 | |
| | Total | 4,248 | |

現在、ELECTRA では島毎に発電所を1ヶ所に集約し、より燃料費の安い大型ディーゼル発電機を導入する計画を立てている。すでにサンティアゴ島の Palmarejo 発電所、Sao Vicente 島の Lazareto 発電所、サル島の Palmeira 発電所など大型ディーゼルを導入している発電所が存在し、今後はこれらの発電所への集約を進め、それ以外の老朽化した発電所を順次廃止する予定である。

一部の新興住宅地およびリゾート地等においては、都市開発業者が同地域に電気を供給するための発電機を保有している。

2.1.2 送配電設備

(1) 電圧階級

「カ」国における電圧階級は、表 2.2 のとおり。現在、高圧で運用されている送配電線設備は存在しないが、後述のサンティアゴ島発電・送電強化事業において、60 kV 送電線および変圧器の新設工事が計画されている。また、中圧は標準的には 20kV で運用されているが、一部区域では 6 kV、10 kV、15 kV で運用されており、運用面および資材調達面における効率化の観点から 20 kV 運用への統一に対する要望が上がっている。

表 2.2 電圧階級の定義

| 電圧階級 | 電圧 | 主な送配電設備 |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 高圧(High Voltage) | 35 kV 以上 | 60 kV 送電線および変圧器 (建設予定) |
| 中圧(Medium Voltage) | 1 kV 以上かつ 35 kV 未満 | 6kV, 10kV, 15kV, 20kV 送配電線および変圧器等 |
| 低圧(Low Voltage) | 1 kV 未満 | 220V, 380 V 低圧線等 |

(2)送配電設備の仕様

現存する送配電設備はさまざまな仕様の設備が使用されているが、ELECTRA は、資材調達および管理の効率化の観点から設備仕様の統一を進めており、現在では表 2.3 に示す仕様で使用されている。「カ」国では、地中送配電線が多く使用されており、架空線については、山間部や地方部においてのみ使用されている。また、送配電線の太さや変圧器容量は、供給する負荷状況に応じて選定されている。一般的には幹線に太い電線を使用し、分岐線には幹線よりも細い電線が使用される。柱上設置変圧器 (PMT) は、一部の地方電化区域で使用されているが、ほとんどが地上設置変圧器 (GMT) である。

表 2.3 送配電設備の仕様

| 設 備 | | 用 途 | |
|--|--------------|---|--------------------------|
| Transmission or Distribution line (MV) | OHL (架空線) | Al 54.6 mm ² | 分岐線もしくは地方電化の幹線 |
| | | Al 148 mm ² | 幹線 |
| | | Al 228 mm ² | 特殊な場合に使用 (重負荷都心部の幹線等) |
| | UGL (地中線) | Al 70 mm ² | 分岐線もしくは地方電化の幹線 |
| | | Al 120 mm ² | 幹線、連系線 |
| | | Al 240 mm ² | 幹線 |
| Distribution line(LV) | OHL (架空線) | Cu 6 mm ² | 引込線 |
| | | Al 16 mm ² | 分岐線、引込線 |
| | | Al 35 mm ² | 分岐線 |
| | | Al 70 mm ² | 幹線 |
| | UGL (地中線) | Cu 10 mm ² | 引込線 |
| | | Al 50 mm ² | 分岐線 |
| | | Al 95 mm ² | 幹線 |
| | | Al 185 mm ² | 幹線もしくは変圧器 (GMT) からの引き出し線 |
| Secondary Substation | PMT (柱上) | 50 kVA | 地方電化地域の軽負荷 |
| | | 100 kVA | |
| | GMT (地上) | 160 kVA, 250 kVA, 400 kVA, 630 kVA | 上記以外 |

2.1.3 電化率

「カ」国政府では、電化率を 2011 年までに 95%¹、2015 年までに 100%に達成するという目標を掲げて、電化政策を推進している。表 2.4 に示すとおり 9 島のうちすでに 5 島において電化が完了している。

電化率は、特にサンティアゴ島、フォゴ島が低く、今後 2 島の電化率向上が目標達成のキーワードとなっている。

なお、「カ」国における電化の定義は、村落等に送配電設備が設置され、電気へのアクセスが可能となった場合をいい、実際の電気使用の有無は関連しない。ただし、MTIE は今後電化する村落等に対して、電気へアクセスできるように補助金等の交付を検討している。

また、電化率の算定は、世帯数に対して電気へアクセス可能な世帯数の比率から算出している。

表 2.4 電化率の現状と将来電化計画

| | 2008(Actual) | 2009(Planning) | 2010(Planning) | 2011(Planning) |
|-----------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| S.Antão | 81% | 85% | 90% | 95% |
| S.Vicente | 100% | | | |
| S.Nicolau | 100% | | | |
| Sal | 100% | | | |
| Boavista | 100% | | | |
| Maio | 81% | 86% | 90% | 95% |
| Santiago | 68% | 72% | 76% | 81% |
| Fogo | 59% | 65% | 72% | 80% |
| Brava | 100% | | | |
| TOTAL | 80% | 85% | 91% | 98% |

【出典】 MTIE

¹ 政府が使用している電化率は、地域電化率。一方、ELECTRA では世帯電化率を使用している。

第3章 事業スコープの検討および結果

3.1 工事種別の定義

事業スコープを検討する上において、その効果を評価する上で、工事種別を送配電線の新設、増強、劣化更新に分類し定義した。各工事種別には附带的に以下のような工事が含まれる。

3.1.1 設備の新設

(1) 宅地開発、リゾート開発のための送配電線新設

サン・ビセンテ島、サル島においてはリゾート開発等で相当規模の新規需要が発生する計画があるため、送配電線を新設する。

(2) 未電化村落の電化

未電化村落の電化は行政主導で電化が進められており、サンティアゴ島、フォゴ島以外では概ね電化は完了している。サンティアゴ島、フォゴ島についても、未電化村落を把握し、早期に電化しようとする計画はあるものの、資金不足から思うように電化が進んでいないのが実情である。また、すでに電化されている地域においても、資金面の問題から設備の増強が進んでおらず、電力にアクセスできない待機需要も存在している。したがって、こうした電化計画についても事業スコープに含める。

3.1.2 設備の増強

(1) 中圧電圧の昇圧

「カ」国中圧電圧は、20kV を標準としつつも、一部、6kV、10kV、15kV 等の配電線が存在する。異なる電圧階級が存在することは、電気的には問題がないものの、設備の運用面に課題を残すことから、配電線の劣化状況等を考慮しつつ、20kV への統一を実施する。

(2) 中圧配電線の増強

① 中圧配電線の増容量化

既存の中圧配電システムについては、負荷に対して十分な容量の設備が構築されており、基本的には増強の必要性は少ない。表 3.1 に示すとおり、中圧配電線における電圧降下は極めて小さいことがわかる。ただし、マクロ需要想定の結果からは、2013 年以降の需要に対しては、一部の配電線において電圧降下が 5% を超えるなど、何らかの対策が必要となるため、こうした配電線を対象とした対策工事を実施する。

② 中圧配電線のループ化

「カ」国では、これまで各島に複数存在している発電所を、1島1カ所に集約するとともに、効率の悪い老朽発電所は廃止する方針である。当面、老朽発電所は事故時バックアップ用に残置されるものの、将来的に廃止するためには、信頼度確保のためには、送配電線をループ系統とし、故障発生時に逆送を行うことができる系統構成とする必要がある。現在、サン・ビセンテ島、フォゴ島、マイオ島においてはループ系統となっていないことから、ループ化工事を実施する。

(3) 低圧配電線の増強

低圧配電線の電圧改修は、電力品質の向上に加えて、電力損失の低減にも寄与することから重要性は高い。

ELECTRA では、低圧配電線の最大延長は 500m を目標としているが、低圧配電線が 2km 程度におよぶところがある。こうした地点では電圧降下によるトラブルも発生しているが、資金面の問題から、中圧線を延長することができず、改修が滞っていることから低圧配電線の増強工事を実施する。

(4) 長距離配電線における保護継電器付遮断器の取付け

長距離配電線は故障時に停電する範囲が広いだけでなく、故障個所の調査・復旧に長時間必要となり、系統の信頼度を低下させる要因となる。これを回避するために、配電線の区間途中に保護継電器付遮断器を設置し、故障発生時の停電範囲および復旧時間を少なくするような対策を講じる。

(5) 系統監視・制御システムの導入

ELECTRA の電力系統においては監視・通信機能が殆ど整備されておらず、何か系統上にトラブルが発生しても、顧客からの電話がかかるまで異常を発見できないことがしばしば起きている。また、故障発生時の系統切り替えについても、ELECTRA 職員が変電所に出向するまで切り替えを行うことが出来ない。系統規模が大きい箇所では特にこの弊害が大きくなるため、SCADA などの系統監視・制御システムを整備する。

(6) 保護リレー用通信線の整備

「カ」国の保護リレーにおける方式面の問題として、平行回線など、本来高度なりレーが必要となる個所においても、単純な電流継電器を適用している点が挙げられる。この対策として、民営化時にキャリアリレーの導入が試みられているが、予算不足のため通信線の敷設ができておらず、キャリアリレーが機能していない。このため、系統信頼度向上のために、キャリアリレー用の通信線を敷設し、適正な保護をできるようにする。

(7) 故障点標定装置の導入

「カ」国の配電線は、地中線や山岳地帯を経由する架空配電線など、いったん故障が発生した時、故障個所の調査に時間がかかる配電線が多い。また、架空配電線においては中間の開閉器が少なく、故障個所だけを切り離すことが困難となっている。この結果、配電線故障時の復旧作業に時間がかかり、系統信頼度を低下させる原因となっている。このため、配電線に故障点標定装置や中間開閉器を導入し、配電線故障時の復旧時間短縮を図る。

3.1.3 設備の劣化更新

(1) 中圧配電線の劣化更新

中圧配電線については、施設から40年以上経過している設備で、資金不足のため回収されないまま残っているものがある。またサント・アンタン島やマイオ島の一部の地域では塩害による設備劣化が著しく、設備の改修が急務となっている。こうした地域では碍子洗浄のために停電を行っており、供給信頼度の低下にもつながっていることから、更新時には絶縁強度の高い碍子を使用するなどの対策が必要と考えられる。また、自治体から譲渡された設備の中には、ELECTRAの基準外の粗悪な設備もあり、こうした設備はしばしば故障の原因となっていることから、改修が必要である。本プロジェクトではサント・アンタン島およびマイオ島の塩害対策工事として、耐塩碍子を使用する。なお、耐塩碍子としては、シリコーンゴム塗布碍子もしくは長幹碍子が考えられる。

(2) 低圧配電線の劣化更新

新規低圧線はABCケーブルを使用しているが、80年代前半までは新設に裸電線を用いていた。こうした電線は、施設後25年以上が経過しており劣化が進展しているため、設備取替を行う。裸電線は細い電線が使用されていることから最適な電線サイズに取替えることで電力損失（テクニカルロス）の低下が期待できる。また、絶縁電線への取替えにより盗電（ノンテクニカルロス）の低減が見込まれるとともに、公衆感電の防止につながるものと考えられる。

(3) 電力量計の取り換え

「カ」国では、過去には電力量計の点検、取り換えを定期的実施していたが、現在は、技術不足、資金不足により実施されていない。このため、施設後40年以上経過している電力量計も少なくない。経年した電力量計については計量の精度が低下し、一般的には計量不足の傾向に働くことから、多大なノンテクニカルロスの要因の一つにもなっていると推定される。したがって、電力量計の定期点検制度を復活させるとともに、当面は、相当年経過した電力量計については取り換えを行い、計量の適正化を図る。なお、取替後の電力量計は、資材調達および点検・保守の観点から従来から「カ」国で用いられている機械式電力量計とする。

表 3.1 中圧配電線の電圧降下計算結果

【解析条件】

- ・解析ソフトにより各系統の常時系統構成における電圧降下を計算した。(αは0.5%未満を示す。)
- ・各変圧器の最大負荷は、各島の最大電力予測値(表4.2)とELECTRAIによる実測負荷から推定した。
- ・2013年の系統は既存プロジェクトを反映。2018年は2013年と同じ系統とし、負荷のみを2018年値とした。

| 島名 | 発電所・変電所 | フイダー No | 電圧 (kV) | フイダー 容量(A) | 2008年 | | 2013年 | | 2018年 | | 備考 | |
|-------------------|------------------------|-------------------|------------|---------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|---|---------------------------|
| | | | | | 電流 (A) | 電圧 降下 | 電流 (A) | 電圧 降下 | 電流 (A) | 電圧 降下 | | |
| Santo Antao | Port Novo PS | 1 | 10 | 152 | 9 | 2% | 17 | 3% | 21 | 4% | ※旧Porto Novo発電所およびPaul発電所は停止として計算した。 | |
| | | 2 | 10 | 152 | 34 | 1% | 52 | 2% | 65 | 2% | | |
| | Riveira Grande PS | 1 | 10 | 140 | 15 | 1% | 21 | 4% | 27 | 5% | | |
| | | 2 | 10 | 130 | 15 | 1% | 21 | 4% | 27 | 4% | | |
| | Paul PTS | 1 | 10 | 130 | 6 | 1% | 7 | α | 8 | 1% | | |
| | | 2 | 10 | 130 | 9 | 1% | 15 | 1% | 17 | 1% | | |
| Sao Vicente | Matiota PS | 1 | 6 | 196 | 100 | 1% | 147 | 2% | 202 | 2% | ※風力発電所は停止として計算した。 ※Matiota PS No.1は、2018年に容量超過となるが、No.2と連系しているため負荷の切替えで対処可能。 | |
| | | 2 | 6 | 196 | 44 | 1% | 65 | 2% | 89 | 3% | | |
| | | 3 | 6 | 323 | 35 | α | 51 | α | 70 | α | | |
| | | 4 | 6 | 285 | 91 | α | 134 | α | 182 | α | | |
| | | 5 | 6 | 196 | 93 | 4% | 139 | 5% | 193 | 7% | | |
| | | 6 | 6 | 317 | 109 | 4% | 160 | 5% | 221 | 8% | | |
| | Matiota SS | 1 | 20 | 196 | 9 | α | 12 | α | 16 | 1% | | |
| | | 2 | 20 | 361 | 2 | α | 2 | α | 2 | 1% | | |
| | Palacio PTS | 1 | 20 | 196 | 33 | α | 48 | 1% | 66 | 1% | | |
| | Favorita PTS | 1 | 20 | 196 | 17 | α | 25 | 1% | 34 | 1% | | |
| | | 2 | 20 | 196 | 23 | α | 34 | 1% | 45 | 1% | | |
| | | 3 | 20 | 252 | 10 | 1% | 14 | 1% | 19 | 2% | | |
| | Lazareto PS | 1 | 20 | 196 | 22 | α | 33 | 1% | 45 | 1% | | |
| | | 2 | 20 | 317 | 13 | α | 20 | α | 27 | α | | |
| Sal | Santa Maria PTS | 1 | 20 | 152 | 21 | 1% | 45 | 3% | 79 | 5% | | |
| | | 2 | 20 | 196 | 11 | 1% | 23 | 2% | 40 | 5% | | |
| | | 3 | 20 | 367 | 31 | 1% | 67 | 2% | 116 | 4% | | |
| | Espargos PS | 1 | 20 | 252 | 18 | 1% | 38 | 2% | 67 | 3% | | |
| | | 2 | 20 | 252 | 17 | 1% | 37 | 2% | 64 | 3% | | |
| | | 3 | 20 | 252 | 31 | 1% | 67 | 2% | 115 | 3% | | |
| | | 4 | 20 | 152 | 3 | 1% | 7 | 2% | 13 | 3% | | |
| | Palmeira PS | 1 | 20 | 252 | 11 | α | 22 | α | 37 | α | | |
| | Central Velha SS | 1 | 20 | 252 | 0 | α | 0 | α | 0 | α | | |
| | Maio | Torril PS | 1 | 20 | 140 | 10 | α | 14 | α | 18 | α | |
| 2 | | | 20 | 140 | 1 | α | 2 | α | 2 | α | | |
| 3 | | | 20 | 140 | 4 | α | 5 | 1% | 7 | 1% | | |
| Santiago | Praia | Palmarajo PS | 1 | 20 | 196 | 23 | 1% | 40 | 1% | 58 | 2% | ※緊急用のGamboa発電所は停止として計算した。 |
| | | | 2 | 20 | 367 | - | - | 31 | α | 44 | α | |
| | | | 3 | 20 | 367 | - | - | 68 | 1% | 99 | 1% | |
| | | Gamboa PS(20kV) | 1 | 20 | 196 | 37 | 1% | 64 | 2% | 93 | 2% | |
| | | | 2 | 20 | 196 | 23 | 1% | 39 | 2% | 56 | 2% | |
| | | | 3 | 20 | 196 | 62 | 2% | 106 | 2% | 155 | 4% | |
| | | | 4 | 20 | 196 | 27 | 1% | 46 | 2% | 67 | 3% | |
| | | | 5 | 20 | 252 | 127 | 3% | 133 | 3% | 194 | 4% | |
| | | Gamboa PS(15kV) | 1 | 15 | 285 | 17 | 2% | 22 | 2% | 32 | 3% | |
| | | | 2 | 15 | 252 | 86 | 2% | 160 | 2% | 234 | 4% | |
| | 3 | | 15 | 317 | 45 | 2% | 58 | 2% | 85 | 3% | | |
| | 4 | | 15 | 196 | 41 | 2% | 52 | 2% | 77 | 3% | | |
| | 5 | | 20 | 196 | - | - | 34 | 3% | 50 | 5% | | |
| | Terra Branca PT | 1 | 20 | 196 | 66 | 2% | 37 | 2% | 54 | 3% | | |
| | | 2 | 20 | 196 | 32 | 1% | 54 | 2% | 79 | 3% | | |
| | | 3 | 20 | 252 | 30 | 1% | 52 | 2% | 76 | 2% | | |
| | | 4 | 20 | 252 | 51 | 2% | 64 | 2% | 93 | 2% | | |
| | Assomada | Santa Catarina PS | 1 | 20 | 190 | 57 | 2% | 98 | 4% | 146 | 7% | |
| | Santa Cruz / Calheta | Santa Cruz PS | 1 | 20 | 190 | 12 | α | 21 | 1% | 31 | 2% | |
| | | | 2 | 20 | 196 | 23 | 2% | 39 | 3% | 57 | 6% | |
| Tarrafal | Tarrafal PS | 1 | 10 | 190 | 7 | 1% | 12 | 2% | 17 | 3% | | |
| | | 2 | 20 | 190 | 4 | 1% | 7 | 1% | 10 | 2% | | |
| | | 3 | 20 | 190 | 14 | 1% | 24 | 1% | 35 | 2% | | |
| | | 4 | 20 | 196 | 13 | 1% | 22 | 2% | 32 | 3% | | |
| Fogo | Ponta Verde PS | 1 | 20 | 196 | 0 | α | 0 | α | 1 | 1% | ※既存プロジェクト完了後は、Ponta Verde、Mosteiros発電所は停止として計算した。 | |
| | | 2 | 20 | 196 | 2 | α | 2 | α | 2 | 1% | | |
| | | 3 | 20 | 196 | 1 | α | 1 | α | 2 | 1% | | |
| | P. Lapa PS (Mosteiros) | 1 | 20 | 165 | 8 | α | 13 | 1% | 17 | 1% | | |
| | S. Filipe PS(15kV) | 1 | 15 | 152 | 18 | 3% | 29 | 3% | 39 | 4% | | |
| | | 2 | 20 | 165 | 2 | α | 4 | 1% | 5 | 1% | | |
| S. Filipe PS(6kV) | 1 | 6 | 186 | 20 | 2% | 9 | α | 12 | α | | | |

(4) 保護継電器システムの劣化更新

「カ」国においては6割以上の開閉機器および保護継電器は2000年以降に導入されたものであり、それ以前に導入されたものについても、大半が ORET プロジェクト等で更新する予定となっている。また、比較的低コストで実施できる保護継電器単体の更新については、ELECTRA 自身で実施しているものも存在する。しかし、プロジェクト等の更新計画がなく、なおかつ更新に費用がかかる開閉機器も存在し、その中には経年20年を超過するものも存在する。特に、Gamboa、Matiota の旧型開閉器については劣化が進んでおり、開閉動作に支障が生じるレベルとなっている。このことは、故障除去が正常にできず、停電範囲が拡大するだけでなく、地絡事故が継続し、火災や人身事故の原因となる可能性があるため、対策が必要不可欠である。

この他、導入年次が比較的最近であるにも関わらず、メンテナンスや施工管理の面で問題があり、障害が発生しているものが存在する。特に、技能・経験が不足している Municipality にて設備導入を行い、その後 ELECTRA に譲渡された場合や、島の規模が小さく、十分なエンジニアを確保できない系統においてこの傾向が見られており、この中には更新が必要なものが存在する。

なお、現在の「カ」国の系統で使用されている機材の大半は ELECTRA を民営化した時のものであり、機種がほぼ統一されている。表 3.2 に、「カ」国で使用されている主要な保護リレーおよび開閉機器を示す。

表 3.2 主要な保護リレーおよび開閉機器

| | 型式名 | メーカー |
|-----------------------|------------|--------|
| 保護リレー | MRI-3 シリーズ | SEG |
| 遮断器（拠点発電所用） | VD4 シリーズ | ABB |
| 遮断器・開閉機器 (小規模変電所用) | Normafix | EFACEC |

「カ」国のように、事業者の規模が限られる状況では、これらの機種を統一し、交換部品の調達やメンテナンスの手間を省くことは有効である。このため、今後の機器更新や系統拡充においても、従来の機種と整合性の高い機材を用いることを推奨する。

3.2 工事種別ごとの事業スコープ

以下に工事種別ごとの具体的な事業スコープを記載する。

なお、本調査で検討した事業スコープは、「カ」国対象6島における送配電システム整備および保護継電装置のリハビリによる電力供給信頼度の向上と、効率的な配電網の構築による配電ロスの低減を実現する上で、重要なものであるものの、次の判断基準に基づき優先順位を策定した。

下表に示す優先順位 A は、他ドナーの案件と関連しており、本案件で実施しないと他ドナーの支援効果が完全に現れないもの、B は現在すでに問題が発生しており、緊急の対応が必要となるもの、C は現在問題になっていないが、近い将来問題が発生するため対応が必要となるものを示しており、A が最も優先順位が高い。C は「カ」国にとって重要であるものの、A もしくは B に比べ優先順位が落ちるものである。

表 3.3 にプロジェクトの優先順位に基づくベースコスト累積費用を示す。

表 3.3 優先順位によるベースコスト累積費用

| 優先順位 | 工事種別 | 工事概要 | 工事費 (ベースコスト分) [百万 EUR] | 累積工事費 (ベースコスト分) [百万 EUR] |
|------|------|------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| A | 新設 | 住宅・都市・リゾート開発対策 | 17.2 | 17.2 |
| A | 増強 | 中圧配電線ループ化 | 3.9 | 21.1 |
| A | 増強 | SCADA・故障点標定装置・線路用開閉器導入 | 8.3 | 29.4 |
| B | 増強 | 低圧配電線増強 | 0.8 | 30.2 |
| B | 更新 | 低圧配電線改修 | 1.1 | 31.3 |
| B | 増強 | 中圧配電線昇圧工事 | 3.0 | 34.3 |
| B | 更新 | 中圧配電線改修 | 0.8 | 35.1 |
| B | 更新 | 電力量計取替 | 1.2 | 36.3 |
| C | 増強 | 中圧配電線増強 | 0.8 | 37.1 |
| C | 新設 | 未電化村落の電化 | 9.2 | 46.3 |

3.2.1 設備の新設

表 3.4 に設備の新設に関わる事業スコープを示す。

表 3.4 事業スコープ（設備の新設）

| 島 | 工事概要 | 工事数（概算） | | 概算工事費 [百万 EUR] |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|--------|-------------------|
| Santo Antao | Port Novo, Paul および Ponta do Sol 住宅開発対策工 事 | 120mm ² 地中線 1 回線 | 6.1km | 1.5 |
| | | 240mm ² 地中線 1 回線 | 0.2km | |
| | | 低圧線（地中線）95mm ² ケーブル | 14km | |
| | | 低圧線（架空線）ABC70mm ² ケーブル | 12km | |
| | | GMT 新設 | 8 台 | |
| | 未電化村落の電化工事 | 電化集落数（変圧器設置数） | 6 箇所 | 0.7 |
| Sao Vicente | Mindelo 都市開発対策工事 | 配電線新設 240mm ² 地中線 1 回線 | 10.2km | 0.7 |
| | Salamansa 地区リゾート開 発対策工事 | 配電線新設 500mm ² 地中線 1 回線 | 27km | 3.3 |
| | | 配電線新設 240mm ² 地中線 1 回線 | 3.5km | |
| | | 変電所新設 | 2 箇所 | |
| | 住宅地拡充 | 配電線新設 120mm ² 地中線 1 回線 | 9km | 1.6 |
| | | GMT 新設 | 13 台 | |
| | | 低圧線（地中線）95mm ² ケーブル | 4km | |
| 低圧線（架空線）ABC70mm ² ケーブル | | 18km | | |
| Sal | Palmeira - S.maria 及び Pedra de Lume 増強工事 | 配電線増強 500mm ² ケーブル 2 回線 | 52km | 6.9 |
| | | 配電線増強 500mm ² ケーブル 1 回線 | 12km | |
| | Murdeira 変電所新設及び Palmeira 発電所引出口増設 | Murdeira 変電所 開閉機器及び保 護リレー設置 | 4 回線 | 0.4 |
| | | Murdeira 変電所建屋設置 | 1 棟 | |
| Palmeira 変電所 開閉機器及び保 護リレー設置 | | 2 回線 | | |
| 通信線敷設 | | 22km | | |
| Santiago | Achada Grande Tras 工業地域 拡大及びリゾート開発 | 配電線増強 240mm ² ケーブル | 8km | 0.6 |
| | | 遮断器及び保護リレー設置 | 2 回線 | |
| | | 断路器設置 | 2 回線 | |
| | | 変電所建屋設置 | 1 棟 | |
| | 住宅区域拡充計画 | 配電線増強 240mm ² ケーブル | 7.0km | 1.2 |
| | | 低圧線新設 ABC ケーブル | 7.0km | |
| | | GMT 新設 | 7 台 | |
| | 未電化村落の電化 | 電化集落数（変圧器設置数） | 6 箇所 | 6.7 |
| Fogo | フォゴ島電化工事 | 電化集落数（変圧器設置数） | 15 箇所 | 1.8 |
| | Sao Filipe 住宅地域拡充 | 配電線新設 120mm ² 地中線 1 回線 | 2.6km | 1.0 |
| | | GMT 新設 | 4 台 | |
| | | 低圧線（地中線）95mm ² ケーブル | 8km | |
| 低圧線（架空線）ABC70mm ² ケーブル | | 17km | | |

3.2.2 設備の増強

表 3.5 に設備の増強に関わる事業スコープを示す。

表 3.5 事業スコープ (設備の増強)

| 島 | 工事概要 (優先順位) | 工事数 (概算) | | 概算工事費 [百万 EUR] |
|----------------|---|------------------------------------|--------|-------------------|
| Santo Antao | Rebeira Garnde / Ponta do Sol 系統 10kV 配電線昇圧工事 (B) | 配電線張替 | 6.5km | 0.8 |
| | | 変圧器取替(10kV→20kV 対応品) | 6 台 | |
| | 中圧配電線のループ化 Porto Novo – Ribeira Grande 間の送電線新設 (A) | 配電線新設 240mm ² ケーブル 1 回線 | 37km | 3.1 |
| | | 線路用遮断器 | 15 台 | |
| | 故障点標定装置・線路用開閉器導入 (A) | 故障点標定装置 (地中線用) | 15 個 | 0.3 |
| 故障点標定装置 (架空線用) | | 30 個 | | |
| 線路用開閉器 | | 15 台 | | |
| Sao Vicente | Matiota 系統 6kV 配電線昇圧工事 (B) | 変圧器取替(10kV→20kV 対応品) | 12 台 | 0.8 |
| | | 配電線張替 240mm ² 地中線 1 回線 | 4.0km | |
| | | 変電所新設 | 1 箇所 | |
| | 低圧配電線増強工事 (B) | 低圧配電線張替 | 20.0km | 0.4 |
| | SCADA・故障点標定装置導入 (A) | SCADA システム | 1 台 | 1.9 |
| | | 親局設置 | | |
| 子局設置 | | 5 台 | | |
| 通信線布設 (地中) | | 31km | | |
| | 故障点標定装置 (地中線用) | 60 個 | | |
| Sal | 中圧配電線増強工事 [Espargos および Palmeira 間] (C) | 配電線増強 120mm ² ケーブル | 3.0km | 0.3 |
| | | GMT 設置 | 4 台 | |
| | SCADA・故障点標定装置導入 (A) | SCADA システム | 1 台 | 1.6 |
| | | 親局設置 | | |
| | | 子局設置 | 6 台 | |
| 通信線布設 (地中) | | 32.5km | | |
| | 故障点標定装置 (地中線用) | 30 個 | | |
| Maio | 中圧配電線ループ化 Figueira Seca/Alcatraz 間 新設 (A) | 54.6mm ² 架空線 | 9km | 0.5 |
| | | GMT 設置 | 2 台 | |
| | | 遮断器設置 | 5 台 | |
| | | 変電所新設 | 1 箇所 | |
| | 中圧配電線増強工事 [空港拡充] (C) | 配電線新設 240mm ² ケーブル | 5.8km | 0.5 |

| | | | | |
|----------------------|--|-------------------------------------|--------|-----|
| | | 変電所新設 | 1箇所 | |
| | 故障点標定装置・線路用開閉器導入 (A) | 故障点標定装置 (架空線用) | 10台 | 0.1 |
| | | 線路用開閉器 | 5台 | |
| Santiago | Sao Jorge dos Orgaos 10kV 配電線昇圧工事 (B) | 変圧器取替(10kV→20kV 対応品) | 6台 | 0.4 |
| | | 碍子取替(10kV→20kV 対応品) | 160個 | |
| | 低圧配電線の増強 (B) | 低圧配電線張替 | 21.0km | 0.4 |
| | SCADA・故障点標定装置・線路用開閉器導入 (A) | SCADA システム | | 4.1 |
| | | 親局設置 | 1台 | |
| | | 子局設置 | 10台 | |
| | | 通信線布設 (地中) | 22km | |
| | | 通信線布設 (架空) | 60km | |
| | | 故障点標定装置 (地中線用) | 100個 | |
| | | 故障点標定装置 (架空線用) | 50個 | |
| 線路用開閉器 | 50台 | | | |
| Fogo | Sao Filipe 系統 15kV 配電線昇圧工事 (B) | 配電線張替 240mm ² 地中線 1回線 | 2.5km | 1.0 |
| | | 配電線張替 120mm ² 地中線 1回線 | 0.8km | |
| | | 配電線張替 148mm ² 架空線 1回線 | 8.0km | |
| | | 配電線張替 54.6mm ² 架空線 1回線 | 5.6km | |
| | | 変圧器取替(6kV→20kV 対応品) | 8台 | |
| | 中圧配電線ループ化 Tinteiras/Relvas 間新設 (A) | 148 mm ² 架空線 | 7km | 0.3 |
| 故障点標定装置・線路用開閉器導入 (A) | 故障点標定装置 (地中線用) | 10個 | 0.3 | |
| | 故障点標定装置 (架空線用) | 20個 | | |
| | 線路用開閉器 | 6台 | | |

3.2.3 設備の更新

表 3.6 に設備の更新に関わる事業スコープを示す。

表 3.6 事業スコープ (設備の更新)

| | 工事概要 (優先順位) | 工事数 (概算) | | 概算工事費 [百万 EUR] |
|-------------|--------------------|------------------------------|----------|-------------------|
| | | | | |
| Santo Antao | 中圧配電線劣化更新工事 (B) | 電線張替 240mm ² ケーブル | 5.5km | 0.6 |
| | | 二次変電所改修 | 3 箇所 | |
| | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 2.1 千箇所 | 0.1 |
| Sao Vicente | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 14.2km | 0.3 |
| | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 4.9 千箇所 | 0.3 |
| Sal | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 7.0km | 0.1 |
| | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 1.5 千箇所 | 0.1 |
| Maio | 中圧配電線劣化更新 (B) | 中圧架空線張替 54.6mm ² | 51km | 0.2 |
| | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 9.0km | 0.2 |
| | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 0.4 千箇所 | 0.02 |
| Santiago | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 20.0km | 0.4 |
| | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 10.2 千箇所 | 0.6 |
| Fogo | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 7.0km | 0.1 |
| | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 1.1 千箇所 | 0.1 |

第4章 事業スコープのパッケージ化

4.1 パッケージの構成

第3章の結果をもとに、事業スコープを島ごとのパッケージとしてとりまとめた。その結果を表 4.1 に示す。

工事施工・監理および資機材管理の効率化およびプロジェクトの規模を踏まえてプロジェクトの構成単位は、島単位を基本とする。また、SCADA（配電線監視・制御システム）に関連するプロジェクトは、各島の配電線工事が完了後に実施する連係試験（現地設備とSCADA との接続等）が実施できるよう単独のプロジェクトとする。

表 4.1 事業スコープのパッケージ化

| プロジェクト名 | 内容・項目 | 工事費用概算 (Million EUR) |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| サント・アンタン送配電線工事 | 送配電線拡充・増強・更新、 未電化村落の電化に係る工事 | 6.8 |
| サン・ピセンテ送配電線工事 | 送配電線拡充・増強・更新に 係る工事 | 7.4 |
| サル送配電線工事 | 同上 | 7.8 |
| マイオ送配電線工事 | 同上 | 1.4 |
| サンティアゴ送配電線工事 | 送配電線拡充・増強・更新、 未電化村落の電化に係る工事 | 10.3 |
| フォゴ送配電線工事 | 同上 | 4.3 |
| SCADA・故障点標定装置・線路用 開閉器導入工事（6島共通） | SCADA・故障表示装置・線路 用開閉器の導入に係る工事 | 8.3 |
| 計 | | 46.3 |

4.2 島毎のプロジェクト

島毎のプロジェクトに基づく配電系統計画図を附録1に示す。

4.2.1 サント・アンタン島

【工事内訳】

| | 工事概要 (優先順位) | 工事数 | | 工事費(概算) 【百万EUR】 |
|----|---|--|---------|--------------------|
| | | | | |
| 新設 | Port Novo, Paul および Ponta do Sol 住宅開発対策工事 (A) | 配電線新設 120mm ² 地中線 1 回線 | 6.1km | 1.5 |
| | | 240mm ² 地中線 1 回線 | 0.2km | |
| | | 低圧線 (地中線) 95mm ² ケーブル | 14km | |
| | | 低圧線 (架空線) ABC70mm ² ケーブル | 12km | |
| | | GMT 新設 | 8 台 | |
| 新設 | 未電化村落の電化工事 (C) | 電化集落数 (変圧器設置数) | 6 箇所 | 0.7 |
| 増強 | Rebeira Garnde / Ponta do Sol 系統 10kV 配電線昇圧工事 (B) | 配電線張替 | 6.5km | 0.8 |
| | | 変圧器取替 (10kV→20kV 対応品) | 6 台 | |
| 増強 | 中圧配電線のループ化 Porto Novo – Ribeira Grande 間の送電線新設 (A) | 配電線新設 240mm ² ケーブル 1 回線 | 37km | 3.1 |
| 更新 | 中圧配電線劣化更新工事 (B) | 電線張替 240mm ² ケーブル | 5.5km | 0.6 |
| | | 二次変電所改修 | 3 箇所 | |
| 更新 | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 2.1 千箇所 | 0.1 |
| 計 | | | | 6.8 |

【主要資材一覧】

| 資材名 | | 数量 |
|-------|----------------------------|---------|
| 中圧地中線 | AL240mm ² ケーブル | 49km |
| | AL120 mm ² ケーブル | 6km |
| 低圧配電線 | 地中ケーブル | 14km |
| | 架空電線 | 12km |
| 変圧器 | GMT | 21 台 |
| 電力量計 | | 2,100 個 |

4.2.2 サン・ピセンテ島

【工事内訳】

| | 工事概要 (優先順位) | 工事数 | | 工事費(概算) 【百万 EUR】 |
|----|--------------------------------|--|---------|---------------------|
| | | | | |
| 新設 | Mindelo 都市開発対策工事 (A) | 配電線新設 240mm ² 地中線 1 回線 | 10.2km | 0.7 |
| | Salamansa 地区リゾート開 発対策工事 (A) | 配電線新設 500mm ² 地中線 1 回線 | 27km | |
| | | 配電線新設 240mm ² 地中線 1 回線 | 3.5km | |
| | | 変電所新設 | 2 箇所 | |
| 新設 | 住宅地拡充 (A) | 配電線新設 120mm ² 地中線 1 回線 | 9km | 1.6 |
| | | GMT 新設 | 13 台 | |
| | | 低圧線 (地中線) 95mm ² ケーブル | 4km | |
| | | 低圧線 (架空線) ABC70mm ² ケーブル | 18km | |
| 増強 | Matiota 系統 6kV 配電線昇 圧工事 (B) | 変圧器取替 (10kV→20kV 対応品) | 12 台 | 0.8 |
| | | 配電線張替 240mm ² 地中線 1 回線 | 4.0km | |
| | | 変電所新設 | 1 箇所 | |
| 増強 | 低圧配電線増強工事 (B) | 低圧配電線張替 | 20.0km | 0.4 |
| 更新 | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 14.2km | 0.3 |
| 更新 | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 4.9 千箇所 | 0.3 |
| 計 | | | | 7.4 |

【主要資材一覧】

| 資材名 | | 数量 |
|-------|----------------------------|---------|
| 中圧地中線 | AL500mm ² ケーブル | 27km |
| | AL240mm ² ケーブル | 18km |
| | AL120 mm ² ケーブル | 9km |
| 低圧配電線 | 地中ケーブル | 4km |
| | 架空電線 | 52km |
| 変圧器 | GMT | 27 台 |
| 電力量計 | | 4,900 個 |

4.2.3 サル島

【工事内訳】

| | 工事概要 (優先順位) | 工事数 | | 工事費(概算) 【百万 EUR】 |
|-------------------------------|---|---------------------------------------|------------|---------------------|
| | | | | |
| 新 設 | Palmeira - S.maria 及び Pedra de Lume 増強 工事 (A) | 配電線増強 500mm ² ケーブル 2 回線 | 52km | 6.9 |
| | | 配電線増強 500mm ² ケーブル 1 回線 | 12km | |
| | Murdeira 変電所新設及 び Palmeira 発電所引出 口増設 (A) | Murdeira 変電所 開閉機器及び保護リレー設置 | 4 回線 | 0.4 |
| | | Murdeira 変電所建屋設置 | 1 棟 | |
| Parreira 変電所 開閉機器及び保護リレー設置 | 2 回線 | | | |
| 通信線敷設 | 22km | | | |
| 増 強 | 中圧配電線増強工事 [Espargos および Palmeira 間] (C) | 配電線増強 120mm ² ケーブル | 3.0km | 0.3 |
| | | GMT 設置 | 4 台 | |
| 更 新 | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 7.0km | 0.1 |
| 更 新 | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 1.5 千箇所 | 0.1 |
| 計 | | | | 7.8 |

【主要資材一覧】

| 資材名 | | 数量 |
|-------|----------------------------|---------|
| 中圧地中線 | AL500mm ² ケーブル | 64km |
| | AL240mm ² ケーブル | 4km |
| | AL120 mm ² ケーブル | 3km |
| 低圧配電線 | 架空電線 | 7km |
| 通信線 | 地中用 | 22km |
| 変圧器 | GMT | 4 台 |
| 電力量計 | | 1,500 個 |

4.2.4 マイオ島

【工事内訳】

| | 工事概要 (優先順位) | 工事数 | | 工事費(概算) 【百万 EUR】 |
|----|--|----------------------------------|---------|---------------------|
| | | | | |
| 増強 | 中圧配電線ループ化 Figueira Seca/Alcatraz 間新設 (A) | 54.6mm ² 架空線 | 9km | 0.5 |
| | | GMT 設置 | 2 台 | |
| | | 変電所新設 | 1 箇所 | |
| 増強 | 中圧配電線増強工事[空港拡 充] (C) | 配電線新設 240mm ² ケーブル | 5.8km | 0.5 |
| | | 変電所新設 | 1 箇所 | |
| 更新 | 中圧配電線劣化更新 (B) | 中圧架空線張替 54.6mm ² | 51km | 0.2 |
| 更新 | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 9.0km | 0.2 |
| 更新 | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 0.4 千箇所 | 0.02 |
| 計 | | | | 1.4 |

【主要資材一覧】

| 資材名 | | 数量 |
|-------|---------------------------|-------|
| 中圧地中線 | AL240mm ² ケーブル | 6km |
| 中圧架空線 | Aster54.6mm ² | 61km |
| 低圧配電線 | 架空電線 | 9km |
| 変圧器 | GMT | 2 台 |
| 電力量計 | | 400 個 |

4.2.5 サンティアゴ島

【プロジェクト工事内訳】

| | 工事概要 (優先順位) | 工事数 | | 工事費(概算) 【百万 EUR】 |
|----|--|----------------------------------|-------------|---------------------|
| | | | | |
| 新設 | Achada Grande Tras 工業地 域拡大及びリゾート開発 (A) | 配電線増強 240mm ² ケーブル | 8km | 0.6 |
| | | 遮断器及び保護リレー設 置 | 2回線 | |
| | | 断路器設置 | 2回線 | |
| | | 変電所建屋設置 | 1棟 | |
| 新設 | 住宅区域拡充計画 (A) | 配電線増強 240mm ² ケーブル | 7.0km | 1.2 |
| | | 低圧線新設 ABCケーブル | 7.0km | |
| | | GMT 新設 | 7台 | |
| 新設 | 未電化村落の電化 (C) | 電化集落数 (変圧器設置数) | 6箇所 | 6.7 |
| 増強 | Sao Jorge dos Orgaos 10kV 配電線昇圧工事 (B) | 変圧器取替 (10kV→20kV 対応品) | 6台 | 0.4 |
| | | 碍子取替 (10kV→20kV 対応品) | 160個 | |
| 増強 | 低圧配電線の増強 (B) | 低圧配電線張替 | 21.0km | 0.4 |
| 更新 | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 20.0km | 0.4 |
| 更新 | サンティアゴ島電力量計 取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 10.2 千箇所 | 0.6 |
| 計 | | | | 10.3 |

【主要資材一覧】

| 資材名 | | 数量 |
|-------|---------------------------|---------|
| 中圧地中線 | AL500mm ² ケーブル | 8km |
| | AL240mm ² ケーブル | 7km |
| 中圧架空線 | Aster54.6 mm ² | 7km |
| 低圧配電線 | 架空電線 | 67km |
| 変圧器 | GMT | 8台 |
| | PMT | 6台 |
| 電力量計 | | 10,200個 |

4.2.6 フォゴ島

【工事内訳】

| | 工事概要 (優先順位) | 工事数 | | 工事費(概算) 【百万 EUR】 |
|----|---------------------------------------|--|---------|---------------------|
| | | | | |
| 新設 | フォゴ島電化工事 (C) | 電化集落数 (変圧器設置数) | 15 箇所 | 1.8 |
| 新設 | Sao Filipe 住宅地域拡充 (A) | 配電線新設 120mm ² 地中線 1 回線 | 2.6km | 1.0 |
| | | GMT 新設 | 4 台 | |
| | | 低圧線 (地中線) 95mm ² ケーブル | 8km | |
| | | 低圧線 (架空線) ABC70mm ² ケーブル | 17km | |
| 増強 | Sao Filipe 系統 15kV 配電 線昇圧工事 (B) | 配電線張替 240mm ² 地中線 1 回線 | 2.5km | 1.0 |
| | | 配電線張替 120mm ² 地中線 1 回線 | 0.8km | |
| | | 配電線張替 148mm ² 架空線 1 回線 | 8.0km | |
| | | 配電線張替 54.6mm ² 架空線 1 回線 | 5.6km | |
| | | 変圧器取替 (6kV→20kV 対応品) | 8 台 | |
| 増強 | 中圧配電線ループ化 Tinteiras/Relvas 間新設 (A) | 148 mm ² 架空線 | 7km | 0.3 |
| 更新 | 低圧配電線劣化更新 (B) | 低圧裸電線張替 | 7.0km | 0.1 |
| 更新 | 電力量計取替工事 (B) | 電力量計取替数 | 1.1 千箇所 | 0.1 |
| 計 | | | | 4.3 |

【主要資材一覧】

| 資材名 | | 数量 |
|-------|---------------------------|---------|
| 中圧地中線 | AL240mm ² ケーブル | 3km |
| | AL120mm ² ケーブル | 3km |
| 中圧架空線 | Aster148 mm ² | 15km |
| | Aster54.6 mm ² | 6km |
| 低圧配電線 | 地中ケーブル | 8km |
| | 架空電線 | 24km |
| 変圧器 | GMT | 12 台 |
| 電力量計 | | 1,100 個 |

4.2.7 SCADA・故障点標定装置・線路用開閉器導入工事（6島共通）

【工事内訳】

| | 工事概要 (優先順位) | 工事数 | | 工事費(概算) 【百万 EUR】 |
|----|---|---------------|-------|---------------------|
| | | | | |
| 増強 | サント・アンタン島 故障点標定装置・線路用開閉器導入工事 (A) | 故障点標定装置 (地中線) | 15 台 | 0.3 |
| | | 故障点標定装置 (架空線) | 30 台 | |
| | | 線路用開閉器 (架空線) | 15 台 | |
| 増強 | サン・ピセンテ島 SCADA・故障点標定装置導入工事 (A) | SCADA | 1 式 | 1.9 |
| | | 通信線 (地中線) | 31km | |
| | | 故障点標定装置 (地中線) | 60 台 | |
| 増強 | サル島 SCADA・故障表示装置 (A) | SCADA | 1 式 | 1.6 |
| | | 通信線 (地中線) | 33km | |
| | | 故障点標定装置 (地中線) | 30 台 | |
| 増強 | マイオ島 故障点標定装置・線路用開閉器導入工事 (A) | 故障点標定装置 (架空線) | 10 台 | 0.1 |
| | | 線路用開閉器 (架空線) | 5 台 | |
| 増強 | サンティアゴ島 SCADA・故障点標定装置・線路用開閉器導入工事 (A) | SCADA | 1 式 | 4.1 |
| | | 通信線 (地中線) | 26km | |
| | | 通信線 (架空線) | 60km | |
| | | 故障点標定装置 (地中線) | 100 台 | |
| | | 故障点標定装置 (架空線) | 50 台 | |
| | | 線路用開閉器 (架空線) | 50 台 | |
| 増強 | フォゴ島 故障点標定装置・線路用開閉器導入工事 (A) | 故障点標定装置 (地中線) | 10 台 | 0.3 |
| | | 故障点標定装置 (架空線) | 20 台 | |
| | | 線路用開閉器 (架空線) | 6 台 | |
| | | 変電所改修 | 1 式 | |
| 計 | | | | 8.3 |

【主要資材一覧】

| 資材名 | | 数量 |
|---------|-----|-------|
| 通信線 | 地中線 | 90km |
| | 架空線 | 60km |
| 故障点標定装置 | 地中線 | 215 台 |
| | 架空線 | 110 台 |
| 線路用開閉器 | 架空線 | 76 台 |
| SCADA | | 3 島分 |

4.3 総事業費用の試算

本プロジェクトの実施に関する総事業費用は、表 4.2 のとおり。

表 4.2 本プロジェクトの総事業費用の試算結果
(Million EURO)

| Item | Total |
|--|-----------|
| A ELIGIBLE PORTION | |
| I) Procurement / Construction | 51 |
| 1. Santo Antao | 7 |
| 2. Sao Vicente | 7 |
| 3. Sal | 8 |
| 4. Maio | 1 |
| 5. Santiago | 10 |
| 6. Fogo | 4 |
| 7. SCADA and Fault Locator | 8 |
| 8. Soft Componet | 0 |
| Base cost for JICA financing | 46 |
| Price escalation | 2 |
| Physical contingency | 2 |
| II) Consulting services | 1 |
| Base cost | 1 |
| Price escalation | 0 |
| Physical contingency | 0 |
| Total (I + II) | 52 |
| B. NON ELIGIBLE PORTION | |
| a Administration cost | 3 |
| b VAT | 0 |
| c Import Tax | 0 |
| Total (a+b+c) | 3 |
| TOTAL (A+B) | 55 |
| C. Interest during Construction | |
| Interest during Construction(Const.) | 1 |
| Interest during Construction (Consul.) | 0 |
| D. Commitment Charge | 0 |
| GRAND TOTAL (A+B+C+D) | 56 |
| E. JICA finance portion incl. IDC (A + C + D) | 53 |

<Calculate Condition>

Price Escalation = 2.0%

Physical Contingency = 5%

Administration Cost = 5%

Interest During Construction = 0.65%

VAT and Import TAX are not considered

Comittment charge is not considered

4.4 プロジェクト実施計画

(1) スケジュール

プロジェクトの実施に係るスケジュールは表 4.3 のとおり。

表 4.3 プロジェクト実施スケジュール

| | 2011 | | | | | | | | | | | | 2012 | | | | | | | | | | | | 2013 | | | | | | | | | | | | 2014 | | | | | | | | | | | | 2015 | | | | | | | | | | | | Month | | | | | | | | | | | | |
|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | | | | | | | | | |
| Pledge | ▼ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| E/N | ▼ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| Signing of Loan Agreement | ▼ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| DPP Approval | ▼ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| 1 Selection of Consultant (All) | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6.0 | | | | | | | | | | | | |
| 2 Design Stage | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| Review of design documents / Detail Design | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6.0 | | | | | | | | | | | | |
| EIA Study / Review | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| 3 Tendering Stage | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| Preparation of construction / procurement schedule | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.0 | | | | | | | | | | | | |
| Preparation of pre-qualification documents for Turn-key Works | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.0 | | | | | | | | | | | | |
| Review of bidding documents | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.0 | | | | | | | | | | | | |
| Evaluation of pre-qualification of bidders | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.0 | | | | | | | | | | | | |
| Bids floating | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.0 | | | | | | | | | | | | |
| Bids evaluation | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.0 | | | | | | | | | | | | |
| Concurrence of Donor on Bids evaluation results | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.5 | | | | | | | | | | | | |
| Assist for contract negotiation | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.5 | | | | | | | | | | | | |
| Bids floating | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.5 | | | | | | | | | | | | |
| Bids evaluation | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.0 | | | | | | | | | | | | |
| Concurrence of Donor on Bids evaluation results | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.5 | | | | | | | | | | | | |
| Assist for contract negotiation | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.0 | | | | | | | | | | | | |
| 4 Construction Monitoring Stage | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| Preparation of power interruption and construction plan | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4.0 | | | | | | | | | | | | |
| Checking and approval of drawings and documents | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6.0 | | | | | | | | | | | | |
| Monitoring of construction work | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40.0 | | | | | | | | | | | | |
| Monitoring / Evaluation of social development | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 47.0 | | | | | | | | | | | | |
| 5 Manufacturing, Transportation, Installation etc. | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | | | | | | | | | | | | |
| Manufacturing of equipment and materials | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36.0 | | | | | | | | | | | | |
| Transportation to the site | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 34.0 | | | | | | | | | | | | |
| Installation / construction work in Santo Antao | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 24.0 | | | | | | | | | | | | |
| Installation / construction work in Sao Vicente | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20.0 | | | | | | | | | | | | |
| Installation / construction work in Sal | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20.0 | | | | | | | | | | | | |
| Installation / construction work in Maio | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10.0 | | | | | | | | | | | | |
| Installation / construction work in Santiago | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 31.0 | | | | | | | | | | | | |
| Installation / construction work in Fogo | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11.0 | | | | | | | | | | | | |
| Installation / construction work for SCADA & Fault locator | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 24.0 | | | | | | | | | | | | |
| Final test / commissioning | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 32.0 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 |

(2) 資金計画

プロジェクト実施スケジュールに基づく資金計画は、表 4.4 のとおり。

表 4.4 資金計画

| プロジェクト名 | 1年次 | 2年次 | 3年次 | 計 |
|--|------|------|-----|------|
| サント・アンタン 送配電線工事 | 3.4 | 3.4 | 0.0 | 6.8 |
| サン・ピセンテ 送配電線工事 | 4.4 | 3.0 | 0.0 | 7.4 |
| サル 送配電線工事 | 4.7 | 3.1 | 0.0 | 7.8 |
| マイオ 送配電線工事 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 1.4 |
| サンティアゴ 送配電線工事 | 4.0 | 4.0 | 2.3 | 10.3 |
| フォゴ 送配電線工事 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 4.3 |
| SCADA・故障点標定 装置・線路用開閉器 導入工事(6島共通) | 1.0 | 4.2 | 3.1 | 8.3 |
| 合計 | 23.2 | 17.7 | 5.4 | 46.3 |

第5章 送配電ロスおよび温室効果ガスの削減

5.1 送配電ロスの削減

5.1.1 テクニカルロスの削減

第2章で示したとおり、現在の「カ」国におけるテクニカルロスは、中圧線が0.8%、低圧線が3.7%と推定しており、極めて優れた数値であるといえる。ただし、送配電ロスについては、設備の増強を行わなければ、需要の増加にともないロス率は増加していく。例えば中圧線については、何も対策を行わなかった場合には、2013年の推定需要をもとに計算するとロス率は3.0%まで増加する。本調査で選定した事業スコープは、それ自体、中圧ロスの低減を目的としたものではないが、供給信頼度を確保するために配電設備の増強を行うことで、5年後の需要に対してもロス率は1.3%²に保たれることから、1.7%程度の削減効果があると考えられる。

また低圧配電線については、本調査の事業スコープで電圧改善を目的として実施する増強工事により、ロス率の高い低圧配電線が一掃されれば、ロス率は3%程度となり、0.7程度の削減が図られるものと想定している。

5.1.2 ノンテクニカルロスの削減

ノンテクニカルロスについては、設備対策のみならず、日々の監視、警告により削減が促されるものである。本調査では、低圧裸電線の被覆化あるいは経年電力量計の取り替えを実施することと、ELECTRAのノンテクニカルロス削減のための取り組みの強化、「カ」国の経済発展にともなうモラル向上等により、10数%（テクニカルロスとノンテクニカルロスを合わせて15%程度）まで低減できると期待している。

5.1.3 温室効果ガスの削減

上記、想定をもとに、2013年時点における、総需要についてテクニカルロスが中圧線で1.7%、低圧線で0.7%低減したとして、温室効果ガスの削減について検討を行った。

ロス低減にともなう温室効果ガスは、テクニカルロス削減によるものである。ただし、テクニカルロスの削減は上記の通り限られたものとなるため、温室効果ガスの低減は年間4,300トン程度となる。算出条件を以下に示す。

² 現在の0.8%と比較すると、ロス率は増加するものの、これは現在の負荷が極端に少ないためであり、一般的に1.7%という数値は十分満足できる値と考えている。

- ・ 単位発熱量：41.7GJ/kl
- ・ 排出係数：0.0195tC/GJ
- ・ 燃料消費量：220g/kWh (Palmarejo 発電機相当)
- ・ 比重：0.94kg/l
- ・ テクニカルロス削減量：販売電力量の 2.4%
- ・ 販売電力量：308,772MWh (2013 年度推定値)

第6章 プロジェクトの経済・財務分析

6.1 想定する投資プロジェクトの考え方

- 設備工事の形態分類：想定する設備工事については、目的の違いにより、既存設備の更新、既存設備の増強、新設、という三つのカテゴリーに分類した。
- 事業単位の設定と工事案件の集合化：経済財務計算にあたっては、島を一つの投資事業単位として分析を行った。また、投資事業の開始時期、すなわちゼロ年次を 2009 年に設定した。
- 事業期間：経済財務分析上のプロジェクト・ライフは、運用開始後 20 年間とした。
- 設備建設費と年間費用：工事案件ごとの積算値に基づいて、工事をターンキーベースで工事業者に発注するものとした。年間費用のうち、発電費用については、燃料費をもって置き換えた。送配電設備の維持管理（O&M）費は、投資費用の 3%とした。
- 電気の小売価格：現状の各島の平均電気料金を使った（2009 年の価格を 0 年次の価格とした）。

6.2 経済分析の結果

島別の投資プロジェクトの経済内部収益率（EIRR³）は、図 6.1 に纏めたとおりである。ただし、国の立場としては、投資事業として全土を一括して考えるという立場が必要であり、全ての工事を纏めたもの（全土を跨った工事）を一つの投資プロジェクトとして考えた場合の EIRR を求め、この結果を持って投資の有効性を判断するものとした。判断基準となるハードルレートを 12%とすると、プロジェクト全体の費用対便益⁴の計算結果は EIRR で 20.7%を達成しており、この投資は有効である。

³ Economic Internal Rate of Return

⁴ Cost to Benefit

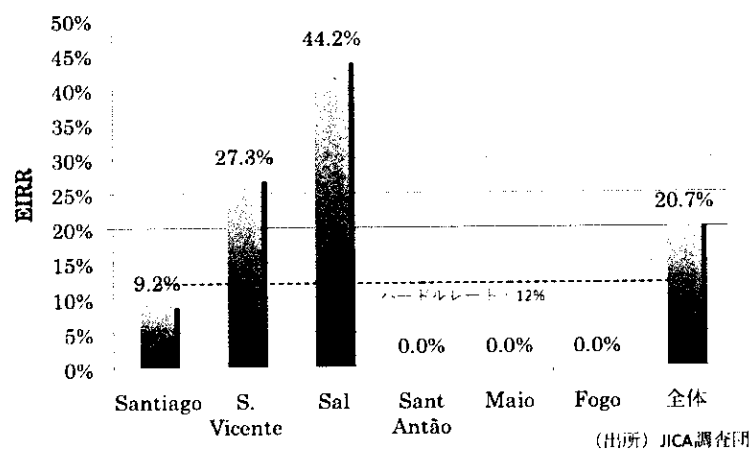


図 6.1 各プロジェクトの経済内部収益率 (EIRR)

留意事項

分析結果では、プロジェクト全体でハードルレート (12%) を超えているが、経済計算においては、ELECTRA が事業計画で想定する電源の重油 380 への燃料転換と送配電損失の低減が進むという前提条件を置いており、計画した経営改善の努力が達成されない場合には、分析結果も大きく変わる。

加えて、将来の不確実性要因として、リゾート開発の進展があげられる。サンヴィンセンテ島とサル島に多くのリゾート開発プロジェクトの計画があり、計算ではそれらの開発により電力需要が大きく増加することが前提となっている。両島の高い EIRR がプロジェクト全体の EIRR を引き上げている点に留意する必要がある。

6.3 財務分析の結果

表 6.1 に示す資金調達的前提条件の基で得られた結果は、次のとおりである。

島別の投資プロジェクトの財務分析で求めた内部収益率 (FIRR⁵) は図 6.2 に纏めたとおりである。全体を纏めた事業として考えれば、プロジェクト FIRR は 20.1%が見込め、事業としては決して低くない収益が見込める。

⁵ Financial Internal Rate of Return

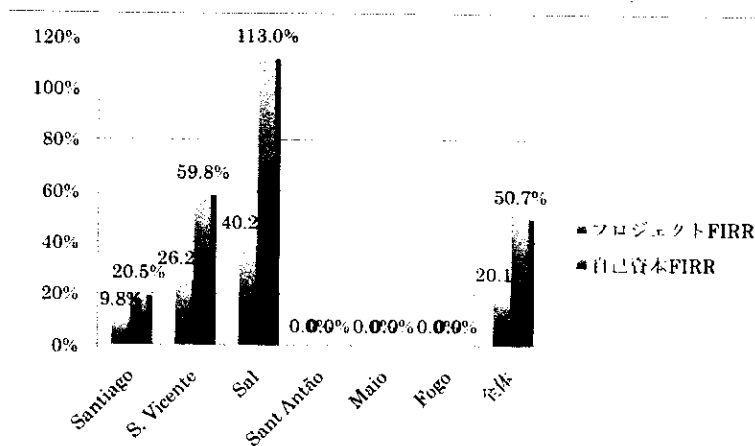


図 6.2 各プロジェクトの内部収益率（プロジェクト FIRR、自己資本 FIRR）

表 6.1 資金調達の条件

| | |
|-------|---|
| 融資の比率 | プロジェクト投資額の 80%（自己資金 20%） |
| 融資条件 | 金利：年 0.65% 償還期間：40 年 うち、据置期間：10 年 |

(出所) 現行の融資条件を基に調査団作成。

6.4 運用効率指標

財務分析から得られた三つの指標は、以下のとおりである。

- デット・サービス・カバレッジ・レシオ (DSCR⁶)：プロジェクト全体を一つの事業として運営する場合には、DSCR は常に 10 倍を超えており、十分なキャッシュフローを維持している。すなわち融資の返済に窮するという状況にはならない。
- 総資産収益率 (ROA⁷)：ROA はプロジェクトの開始直後は低いが、7 年次（設備運用開始 6 年目）移行では、最終年次に向けて概ね 10%かそれ以上の値を維持することが出来る。
- 料金ベース収益率 (RORB⁸)：RORB は当初 7%程度、最終的には 27%弱まで上昇する。

⁶ Debt Service Coverage Ratio

⁷ Return on Assets

⁸ Return of Rate Base

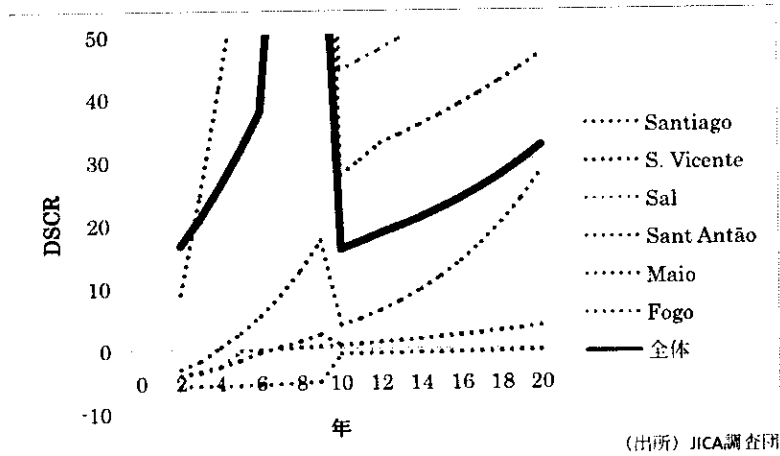


図 6.3 プロジェクト・ライフにわたっての DSCR の推移

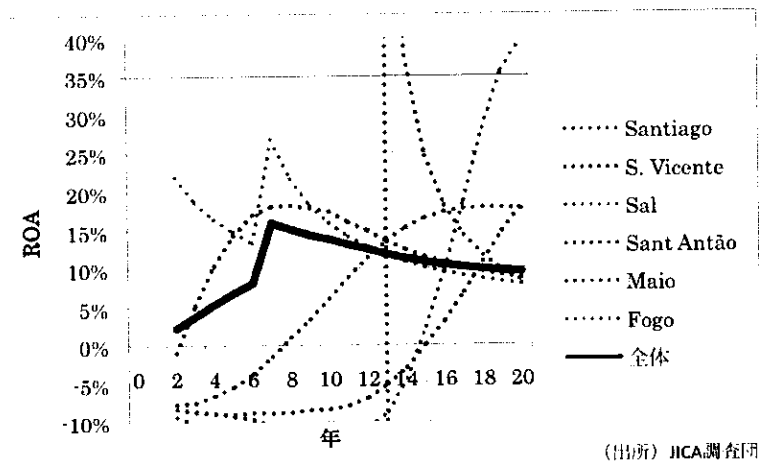


図 6.4 プロジェクト・ライフにわたっての ROA の推移

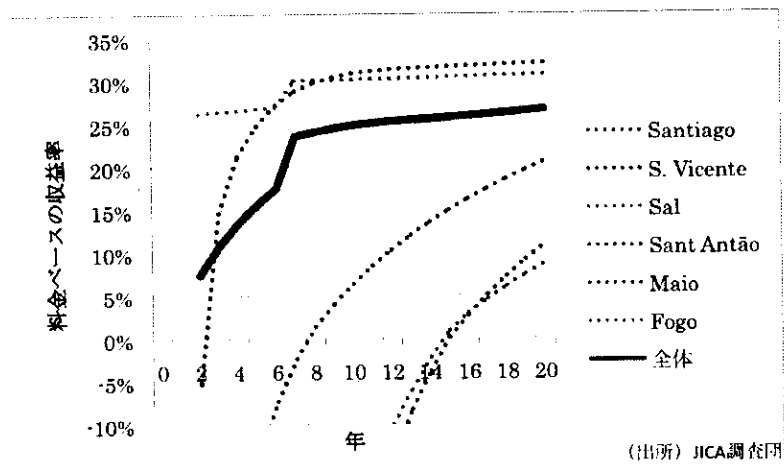


図 6.5 プロジェクト・ライフにわたっての料金ベースの収益率の推移

目標とすべき運用効率指標の設定

計算上求められた運用効率指標の値は、いずれも良好な値を示している。しかし、経済分析の項で述べたように、この分析計算は、軽油から重油 380 への燃料転換が順調に進むこと、高い送配電損失の低減を達成すること、サオビンセント島、サル島のリゾート開発が計画通り進むこと、という前提条件の上で成り立っていることに留意する必要がある。

すなわち、計算から得られた指標値は、経営努力が実行され、かつ需要が順調に伸びた場合の最良の結果と考えるべきであろう。

この点で、今回の投資プロジェクトにおいて、計算結果を持って目標値とすることは楽観的過ぎると言わざるを得ない。したがって、国際融資機関が電力構造改革に際してしばしば提示する最低限の条件として DSCF で 1.3、ROA で 8%、RORB で 8%を守ることが必要であろう。

6.5 事業の実施体制について

ELECTRA は 2000 年の民営化、2006 年の再国有化という二度にわたる大きな経営体制の変更を経たものの、過去一貫して赤字を続けたまま現在に至っている。すなわち、現在の事業体制を維持するだけでは、持続可能な経営が望めないことは明らかである。

事業ごとのコストの明確化と事業が抱える課題に的確に対応するためには、事業機能のユニット化が望ましい。ユニットの構成としては、プロフィット・センターとなる水事業と電気事業の会計分離を行う。また、島または島嶼群を単位とした事業ユニットを設立し、コストを管理する。しかし、全ての島を独立したユニットに分離することは、規模の経済性を著しく損なう可能性があり、サンティアゴ島とサンヴィンセンテ島を核とする二つのユニットに纏めることが妥当であろう。

事業体制の改革にあたっての留意点

以上に述べた ELECTRA の事業体制の改革の考え方は、コスト管理とその責任を明確にし、経営効率の向上を図ることを目的とするものであるが、これだけで ELECTRA が抱える問題を解決できるわけではない。

第一に、ELECTRA の慢性的な赤字を解決するためには、コスト削減のための設備投資だけでなく、人的資源への投資も必要である。そのための資金が必要となるものの、現在の ELECTRA には投資に廻す資金（現金）はなく、銀行から融資を受けるにしても、財務状況が余りにも悪く、簡単に与信が得られるとも思えない。この点で、今後の経営改革に必要な資金を調達するためには、政府の支援は不可欠である。

第二に、ディーゼル発電に依存する ELECTRA の事業収支は燃料費の変動に大きく揺さぶられる。

経済分析で述べたように、本調査で検討した送配電システムへの投資プロジェクトの経済的な成立の可否は燃料費の低減（重油 380 への燃料転換）に大きく左右され、燃料転換は喫緊の課題である。このため、電力セクターの立て直しの一環として、政府は燃料供給のための国内の貯蔵・輸送設備の整備を急ぎ進める事が望まれる。

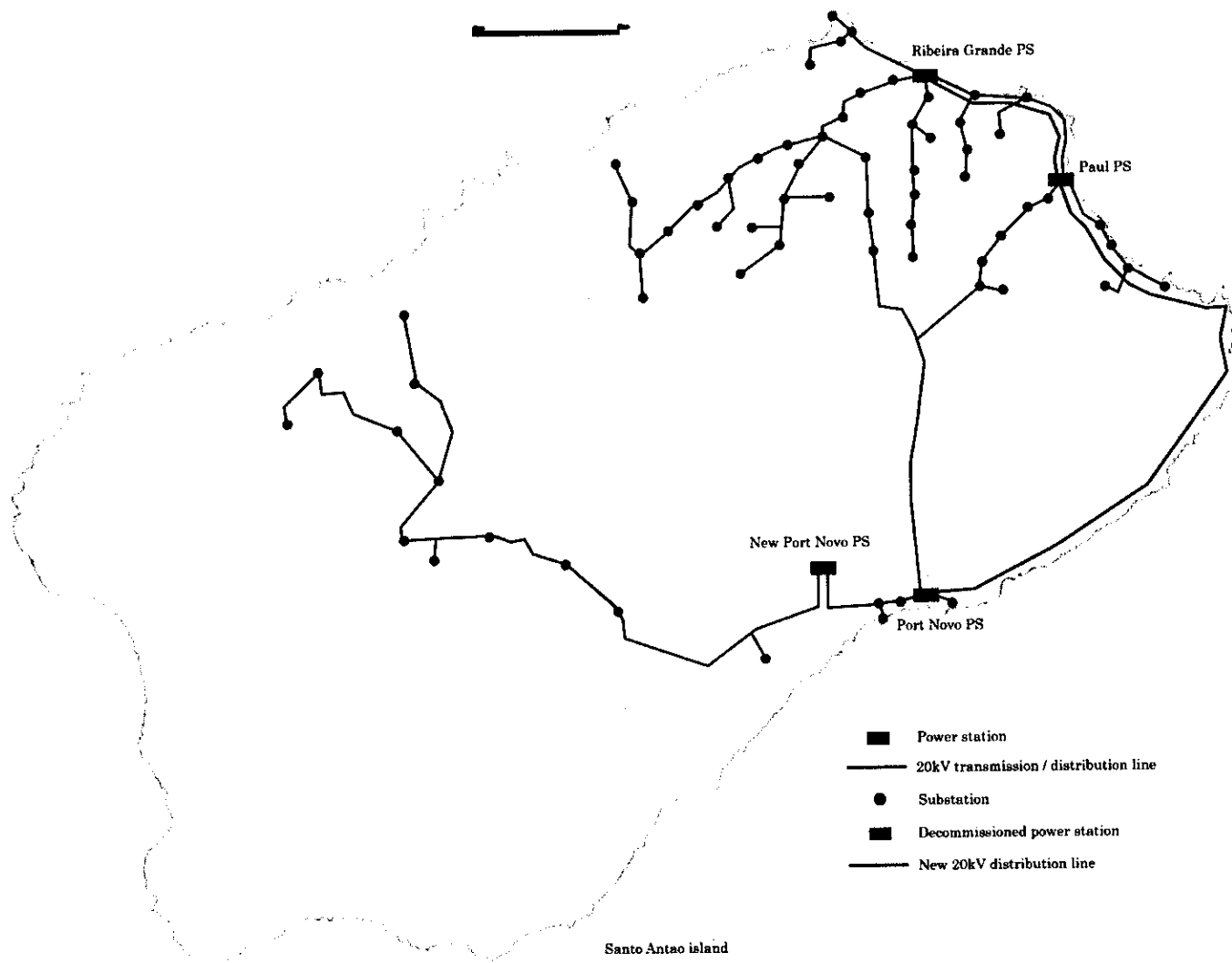
第三に、設備の維持管理（O&M⁹）のための要員が不足しており、今後、安定的な電力供給を保証するためには、人員の強化が必要である。

言うまでもなく、人件費の上昇は避けられないが、これは業務の効率改善に必要なコストである。2008年のELECRAの総費支出のうち、人件費の占める比率は17%であり、このコストを節約することよりも、事業の効率化を進めることで、他のコスト（とりわけ燃料費）の削減や収入の拡大（送配電損失の低減）を進めることの方が遙かに重要である。

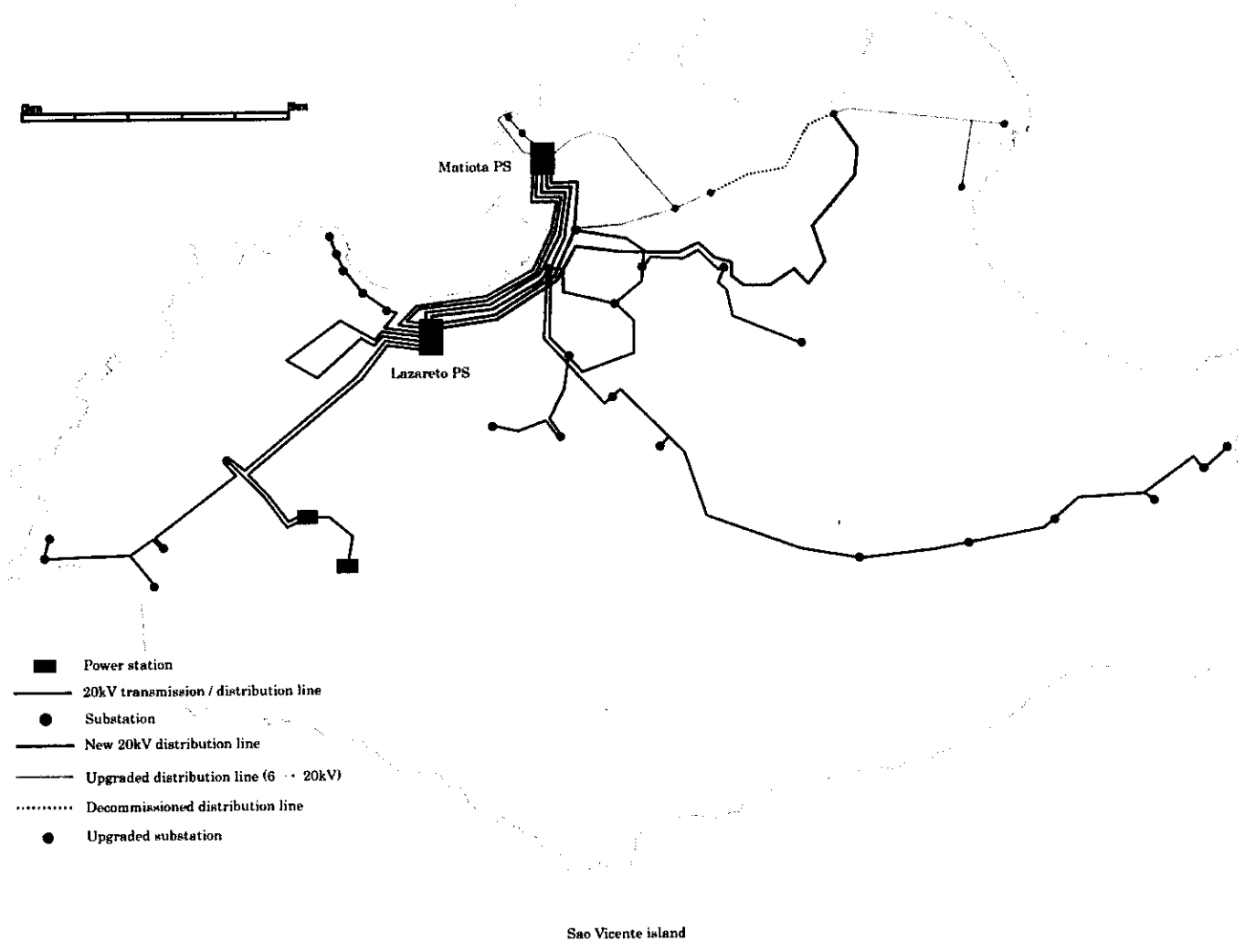
⁹ Operation and Maintenance

附 錄

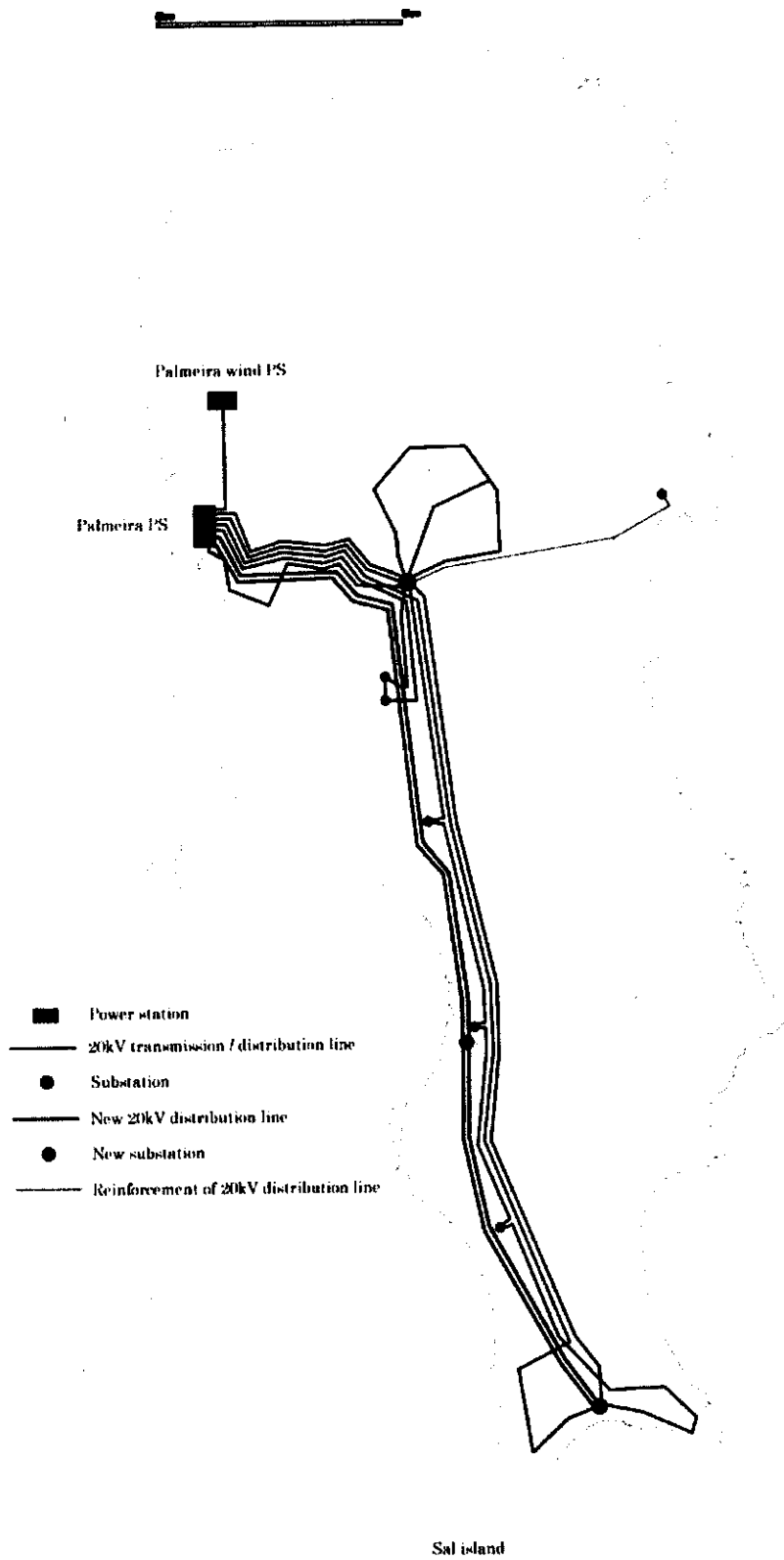
附録 1. 各島における配電系統計画図



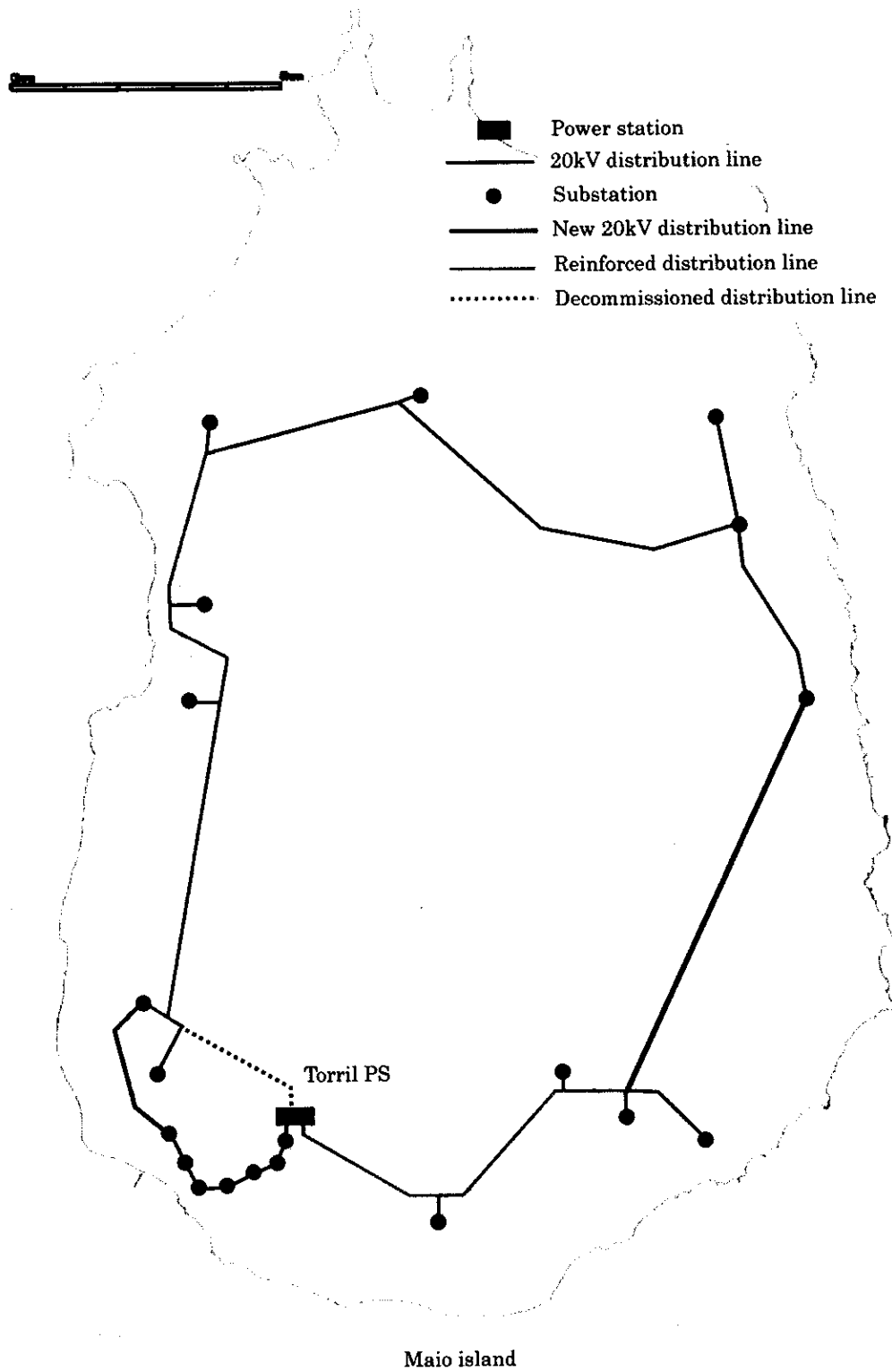
附 図 1.1 サント・アンタン島配電系統計画図



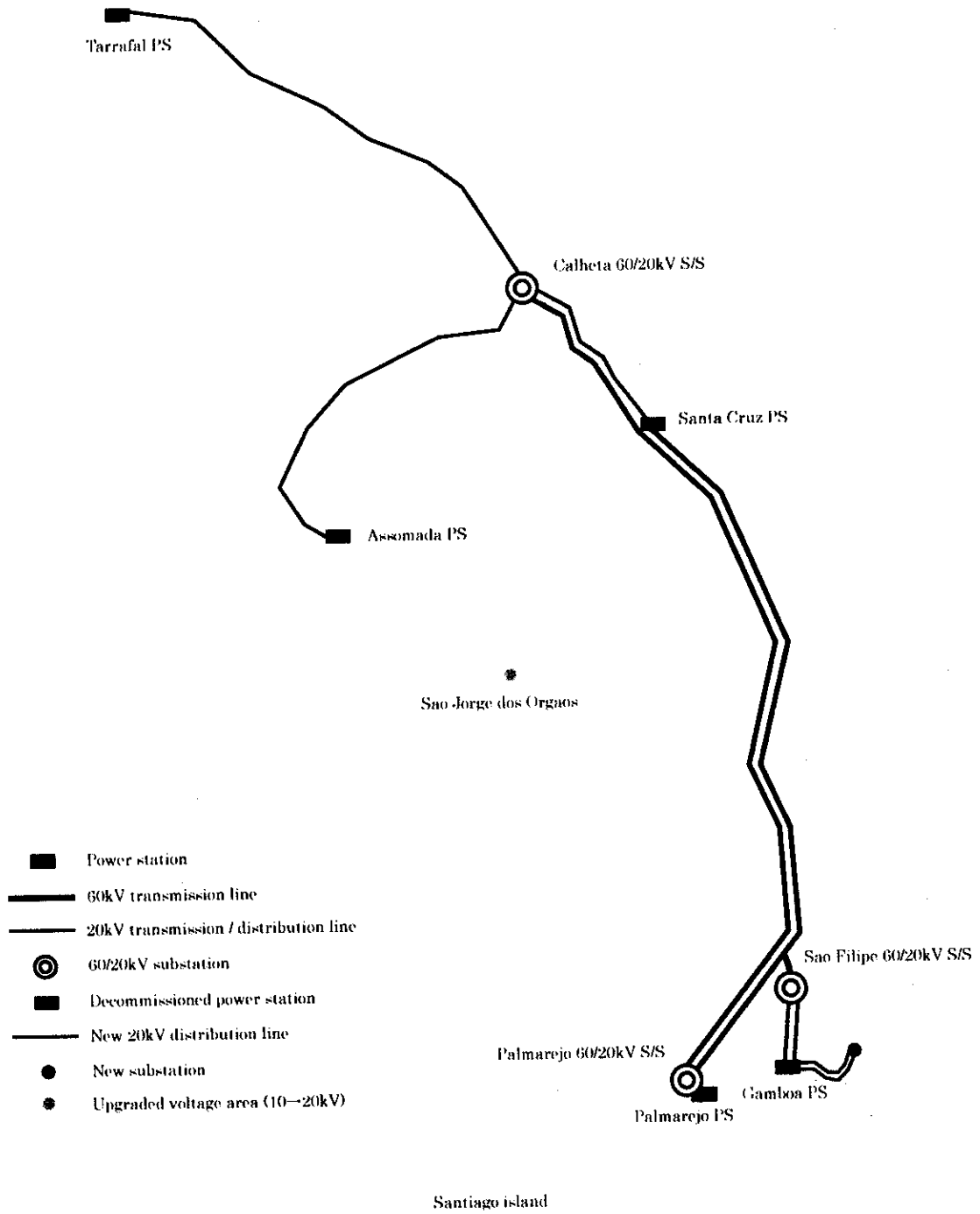
附 図 1.2 サン・ビセンテ島配電系統計画図



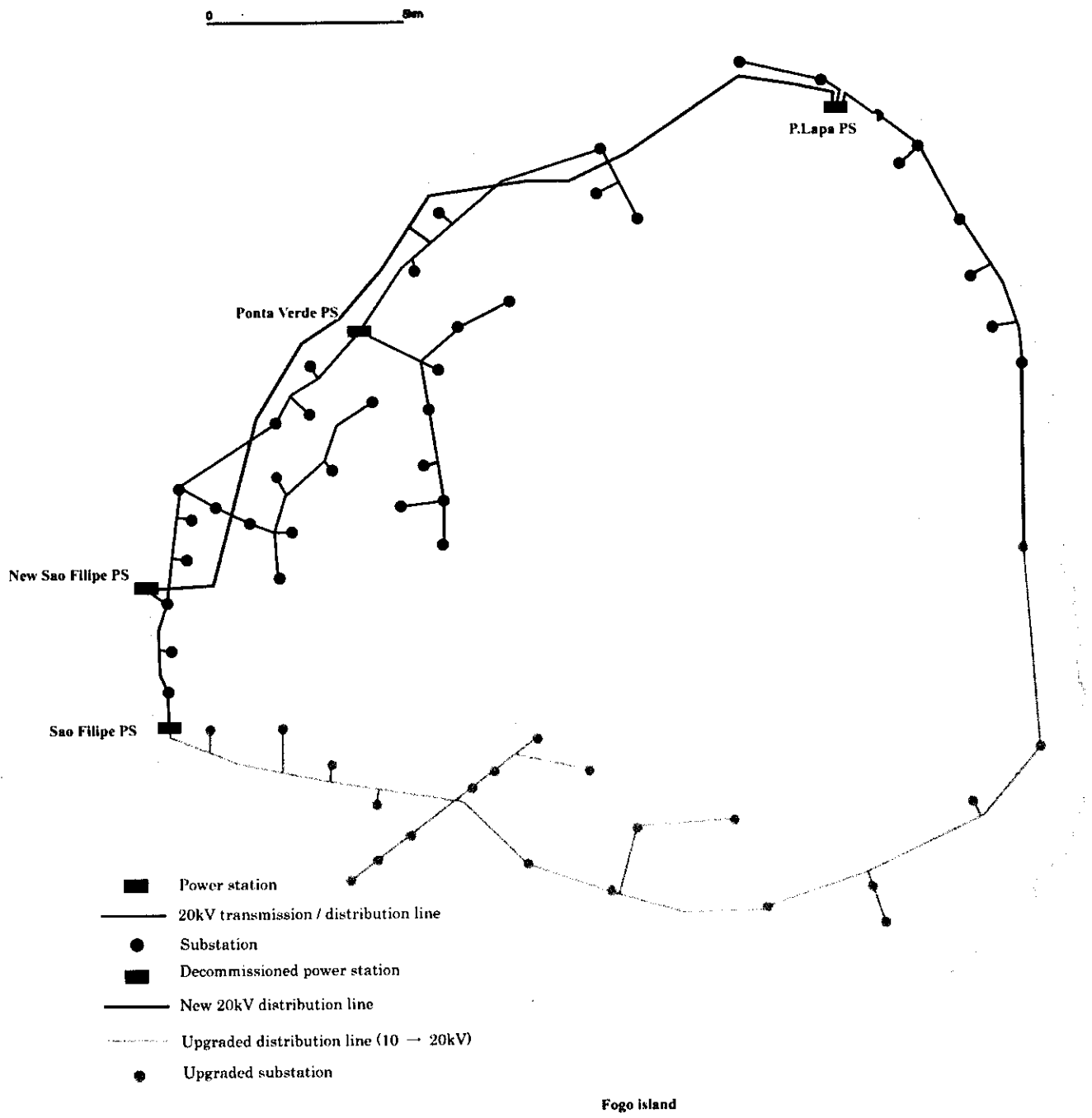
附 図 1.3 サル島配電系統計画図



附 図 1.4 マイオ島配電系統計画図



附 図 1.5 サンティアゴ島配電系統計画図



附 図 1.6 フォゴ島配電系統計画図



リサイクル適性 (A)

この印刷物は、印刷用の紙を
リサイクルできます。