

パプアニューギニア国
ラム系統電力開発マスタープラン
及び
レイ地域配電網整備計画
策定プロジェクト

詳細計画策定調査
報告書

平成 26 年 2 月
(2014 年)

独立行政法人国際協力機構
パプアニューギニア事務所

パプ事
J R
13-003

パプアニューギニア国
ラム系統電力開発マスタープラン
及び

レイ地域配電網整備計画
策定プロジェクト

詳細計画策定調査
報告書

平成 26 年 2 月
(2014 年)

独立行政法人国際協力機構
パプアニューギニア事務所

序 文

日本国政府は、パプアニューギニア国政府の要請に基づき、「ラム系統電力開発マスタープラン及びレイ地域配電網整備計画策定プロジェクト」を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの詳細計画策定調査を実施することと致しました。

当機構は、協力要請の背景・内容を確認し、関連する基礎情報を収集するとともに、パプアニューギニア国政府の意向を確認するため、平成25年11月16日から12月14日まで29日間に渡り調査団を現地に派遣しました。現地調査の結果を踏まえ、パプアニューギニア国政府との意見交換の末、パプアニューギニア電力公社（PPL）及び同国石油エネルギー省（DPE）をカウンターパートとする本格協力に関する協議議事録（Minutes of Meeting: M/M）に署名しました。

本報告書は、今回の調査結果を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成26年2月

独立行政法人国際協力機構
パプアニューギニア事務所長 杉山 茂



パプアニューギニア国全体図



プロジェクト位置図 (ラム系統)

現地調査写真

 A photograph showing the interior of a SCADA room. Several people are standing around desks with computer monitors. The room is brightly lit with overhead lights.	 A photograph of a large screen displaying a complex network diagram of the POM (Power Operation Management) system. The diagram shows various nodes and connections in a grid-like structure.
<p>PPL 本部にある SCADA ルーム</p>	<p>POM の全体系統図</p>
 A photograph of the exterior of the PPL (Papua Power Limited) office building. The building is white with blue accents and has a sign on the wall. A few people are standing near the entrance.	 A photograph of the YTOD (Yapen Thermal and Oil Development) hydroelectric power station. The building is blue and white, situated in a hilly, green area.
<p>PPL レイ事務所外観</p>	<p>YTOD 水力発電所全景</p>
 A photograph of the entrance to the Ramu-1 power station. The building has a red and white facade with a sign that reads "RAMU I POWER STATION". A white van is parked in front.	 A photograph of the interior of the Ramu-1 control room. The room is large and modern, with a curved wall and several people standing in the background.
<p>Ramu-1 水力発電所</p>	<p>Ramu-1 の制御室</p>
 A photograph of the entrance to the Milford power station. The area is outdoors with utility poles and power lines visible against a cloudy sky.	 A photograph of two electrical meters mounted on a wall. The meters are black with green faces and are used for measuring power consumption.
<p>Milford 発電所入口と各種配電線路</p>	<p>Milford 発電所の所内電力量計</p>

	
<p>Milford 3.3MW (1~6号機) DEG</p>	<p>Taraka 変電所内のコンテナ式 DEG</p>
	
<p>Taraka 仮設燃料貯蔵設備</p>	<p>Taraka 66kV 系統の監視制御盤</p>
	
<p>Erap 開閉所のコントロールルーム</p>	<p>レイ市郊外の配電線路</p>
	
<p>Madang 発電所</p>	<p>同左 CAT 製 DEG</p>

事業事前評価表（開発計画調査型技術協力）

作成日：平成26年1月23日

担当部署：パプアニューギニア事務所

1. 案件名
(和名) ラム系統電力開発マスタープラン及びレイ地域配電網整備計画策定プロジェクト (英名) The Project for Formulation of Ramu System Power Development Master Plan and Lae Area Distribution Network Improvement Plan
2. 協力概要
(1) 事業の目的 ラム系統を対象とする2016年から2030年にかけての電力開発マスタープラン及びレイ地域を対象とする配電網整備計画を策定することにより、将来の電力供給安定化に貢献する。
(2) 調査期間 2014年6月～2016年6月を予定（計25ヶ月）
(3) 総調査費用 3.96億円
(4) 協力相手先機関 パプアニューギニア電力公社（PPL: PNG Power Limited） 石油エネルギー省（DPE: Department of Petroleum and Energy）
(5) 計画の対象（対象分野、対象規模等） ¹ 対象分野：電力セクター 対象規模：(1) 成果1 関連 ラム系統対象州 人口約3.4百万人（モロベ州、マダン州、東ハイランド州、西ハイランド州、チンブー州、南ハイランド州、エンガ州の総人口） (2) 成果2 関連 レイ地域（レイ市及びナザブ、エラップ、タラカ等） 人口約12万人
3. 協力の必要性・位置付け
(1) 現状及び問題点 パプアニューギニア国は、2012年のオニール政権発足以降、政情が安定し、経済面でも2007年以降、好調な農業、鉱業部門に牽引され、実質GDP成長率は6～9%と東南アジア諸国と比べても高い成長率を維持している。これに伴い国内の電力需要は今後も増大することが見込まれており、パプアニューギニア電力公社（PNG Power Limited、以下「PPL」）が発表した電力開発計画15か年計画（2012-2026）の試算によると、PPLの販売電力量及び最大電力需要は2012年の869GWh、210MWから、2026年には1,142GWh、347MWへと増加する見込みである。これに対し、PPLは設計上278MWの発電設備容量を有しているが、設備の老朽化、メンテナンスの不備により、実際の供給力は国内需要を下回る200MW程度と推定されており、国内では慢性的な電力不足が生じている。 特に、レイ、マダン、マウントハーゲン等、当国ハイランド地域からモマセ地域にかけての地方都市に電力を供給するラム系統全体としては、前述のPPL電力開発計画15か年計画によると、2012年から2026年にかけての電力需要が74.3MWから104.8MWに増加すると予想されており、そのうち国内第二の人口を擁し最大の商業都市であるレイ市の電力需要については、37.9MWから66.8MWに増加す

¹ 出典：2011年PNG人口統計

る見通しである。

しかしながら、現在、ラム系統の電力供給能力は不安定であり、2010年には系統全体で発電所に起因した予期しない停電が1,932件、送電線に起因した予期しない停電が1,706件発生したことが確認されている。ラム系統の最大需要地であるレイ市ではディーゼル発電設備も設置されているが老朽化により故障が頻発しており、全域停電が月間平均83.5時間発生し、配電網やその他の要因による局地的な停電も頻発している。

このような状況に対し、発電については、十分とは言えないものの、PPLが自己資金で水力発電施設等の整備・改修を進めている。送電については、頻発する地絡事故や小さい電線容量等の問題により緊急な対応が必要だったことから、JICAが2011年に「送配電網拡張・修復事業準備調査」(F/S相当)を実施し、ラム系統における中長期的な電力需要予測と電力開発計画のレビューを行い、必要となる送電系統の拡充計画を策定し、その結果に基づき、今後は有償資金協力案件「ラム系統送電網強化事業」(2013年8月L/A署名)が開始され、レイ地域に接続する送電区間とその付帯施設の改修・強化が実施される予定である。一方、長期的には、近年、レイ地域では将来の大口電力需要家となりうる鉱山開発が進んでいることや商業地域の規模拡大が予定されていることから、これらの電力需要想定も勘案したラム系統における発電・送電を含む包括的な電力開発マスタープランの策定が求められる。

上記に加えて、レイ地域における小規模な発電設備を含む配電系統については、引き続き供給信頼度の向上に向けた問題点の特定と改善策の検討に取り組むことが重要であり、今後の対応策としては、電源に関して主要地域内に設置されたディーゼル発電機の老朽化への対応、今後の電力需要増加に対応するための新規電源開発等が想定される。中でも、配電網の改善はPPLが緊急性・必要性の観点から最重要事項の1つとしており、地絡・短絡事故の防止、保護機器の適正化・配電線等設備容量の拡大、不法接続の防止等について対策を講じる必要があり、有償資金協力案件「ラム系統送電網強化事業」により安定化された送電網を通じ、効率的及び高い信頼性で電力をエンドユーザーまで供給することが期待されている。かかる状況下、レイ地域においても配電システムマスタープランの策定が求められている。

以上から、本事業では、ラム系統電力開発マスタープラン及びレイ地域配電整備計画を策定することにより、総合的な電力供給システムを再構築し、対象地域の電力事情の安定化に長期的に貢献することを目的とする。

(2) 相手国政府国家政策上の位置づけ

パプアニューギニア政府は2030年までに地方電化率70%を達成し(開発戦略計画2010-2030)、2050年までに100%を達成(ビジョン2050)することを目標としている。2011年2月には、電力産業政策(Electricity Industry Policy)が国会で承認され、その後、同政策の下、官民の電力案件の調整機関として、石油・エネルギー省、国家計画・モニタリング省、財務省、独立公益事業公社(IPBC)、パプアニューギニア商工会議所等から構成される、電力管理委員会(Electricity Management Committee)が発足した。パプアニューギニア国内では電力事情の改善に向けた取り組みが加速しつつあり、こうした中で今回マスタープランを策定することは、時宜を得ていると考えられる。

(3) 他国機関の関連事業との整合性

パプアニューギニアの電力セクターにおける主要ドナーは、世界銀行及びアジア開発銀行、そしてJICAである。2010年以降、世界銀行及びアジア開発銀行はポートモレスビー系統への支援を増やしているのに対し、JICAはもう一つの主要電力系統であり、国内最大の商業都市であるレイ市に電力を供給しているラム系統の安定化・改善に向けた事業に取り組んでおり、ドナー間においては系統別に役割分担されている状況である。世界銀行及びアジア開発銀行による主要な電力案件は以下のとおり。

【世界銀行】

1) PNG Energy Sector Development Project (Loan)²

開始年

2013年

²融資額は730万米ドルで、(1)持続可能な電力開発と地方電化のための国家電力展開計画(National Electricity Roll Out Plan)への政策支援(2)ポートモレスビー系統の水力開発のための投資促進が主なコンポーネント。

2) Teacher's Solar Lightening Project (Loan) ³	2005 年
3) The Yonki Hydroelectric Project(Loan) ⁴	1986 年
【アジア開発銀行】	
4) Port Moresby Power Grid Development Project (Loan)	2013 年
5) Implementation of the Electricity Industry Policy (TA)	2012 年
6) Improve Energy Access for Rural Communities (Grant)	2012 年
7) Port Moresby Power Grid Development Project (TA)	2011 年
8) Town Electrification Investment Program – Tranche 1 (Loan)	2010 年
9) Power Sector Development Plan (Grant)	2007 年
 (4) 我が国援助政策との関連、JICA 国別事業実施計画上の位置づけ	
我が国の対パプアニューギニア国別援助方針（平成 24 年 4 月）では、経済成長基盤の強化を重点分野として定めており、この重点分野の中で実施しているプログラム（経済インフラ整備・維持管理プログラム）に本事業は位置づけられる。本事業の実施を通じ、パプアニューギニア国内の電力事情の改善に寄与することで、当国に対する民間投資を拡大し、経済活動を活性化させ、雇用を拡大し、ひいては経済成長を通じた貧困削減の実現に貢献することが期待される。本事業のみならず、これまで我が国はパプアニューギニアの電力セクターに対し、有償資金協力による協力を行ってきた。我が国が実施中、または過去に実施した主要な電力案件は以下のとおり。なお、本事業で策定されるマスタープラン及び配電網整備計画は、今後事業が始まるラム系統送電網強化事業との整合性に十分留意した内容とする。	
【有償資金協力】	L/A 締結年
「ラム系統送電網強化事業」（83.4 億円）	2013 年
「ヨンキ水力発電事業」（95.7 億円）	1987 年
「ロウナ No.4 水力発電事業」（51.2 億円）	1983 年
「ワランゴイ水力発電事業」（32.6 億円）	1979 年
4. 協力の枠組み	
(1) アウトプット（成果）	
成果 1：ラム系統を対象とする電力開発マスタープラン（電源開発計画及び送変電拡充計画、対象年：2016～2030 年）が策定される。	
成果 2：レイ地域（レイ市内、ナザブ、エラップ、タラカ周辺）の配電網整備計画（対象年：2016～2030 年）が策定される。	
(2) 調査項目	
本事業の期間は 25 ヶ月を予定しており活動内容は以下のとおり。	
【成果 1 関連】	
（基礎情報収集分析）	
<ul style="list-style-type: none"> ● 当国政府の開発戦略計画（DSP）の進捗状況および経済動向に関する情報収集・分析、 ● 当国の人口増加率の動向ならびに予測、地方電化政策の実施状況に関する情報収集・分析 ● ラム系統における既設送電配電設備に関する設備仕様、運用状況（供給能力、リハビリ・廃止計画）、運転経費等の情報収集・分析 ● 系統運用方法（周波数・電圧・力率の調整方法、通信方法）および保護リレーに関する情報収集・分析 	

³融資額は 294 万米ドル。国内 5 州（ミリンベイ、ニューアイルランド、東セピック、西ハイランド、ウェスタン）の教員 2,500 名の世帯に対し、太陽光電源を提供。

⁴融資額は 2,850 万米ドル。ヨンキ水力発電所の建設、ラム 1 発電所の建設等。

- ラム系統における現在進行中や建設中の新規発電設備の場所、設備仕様、コスト、開発形態（政府、IPP⁵、PPP⁶等）の情報収集・分析
 - エネルギー政策ならびに需給計画に関する情報収集・分析
 - 電力・エネルギーセクターへの他ドナーの支援状況に係る情報収集・分析
（エネルギー・電力需給予測）
 - 経済指標、人口増加率、地方電化率に基づく 2030 年までのマクロエネルギー電力需要予測
 - 一次エネルギー開発計画および供給コストの評価
 - モマセ経済回廊計画、マダン市新商業区域整備計画、レイ地域工業団地計画及び鉱山開発計画等に基づく、積み上げ方式による 2030 年までの電力需要予測
 - 日負荷曲線の変化の想定（2030 年まで）
（各種電源の開発候補地点の検討）
 - 水力、地熱、ガス火力、バイオマス等の新規電源について供給能力、単機容量、建設費、燃料供給計画、燃料単価等について情報収集・分析
（最適電源計画）
 - 一次エネルギー開発計画および各種電源の発電コストに基づく開発シナリオの検討、および 2030 年断面における最適電源構成（ベストミックス）の検討
 - ポートモレスビー系統との系統連系の可能性について、経済性の観点から比較検討
 - 2030 年断面の最適電源構成の達成を目指し、各開発地点の開発工程、財源等を考慮した各年度の電源投入計画の検討・提案
（系統計画）
 - 需要予測、最適電源開発計画に基づく、ラム系統の基幹送変電網の系統解析
 - 上記に基づく、2015 年から 5 年ごとの送変電網拡充計画の検討
 - 系統運用方法および保護リレーに関する課題の整理、ならびに系統運用方法の改善計画の検討・提案
（環境社会配慮調査）
 - 戦略的環境影響評価（SEA）の実施に必要な開発候補地点の基本情報の収集と分析
 - 複数の代替戦略・計画案について環境社会配慮の側面からの比較検討
（長期限界費用及び長期投資計画）
 - 発電所、送変電設備の運転保守の組織体制の現状を確認し、最適な組織体制に関する情報収集分析、検討・提案（必要に応じ組織改編、人材育成計画についても提案）
 - 上記電力開発計画に基づく長期限界費用の算出、ならびに長期投資計画の策定
- 【成果 2 関連】
（基礎情報収集分析）
- レイ地域の既設の送変電および配電線網の設備仕様、運用状況、運転経費等に関する情報収集・分析
 - レイ地域の電力損失、配電線網の事故原因に関する情報収集・分析
 - レイ地域における現在進行中や建設中の新規送変配電設備の場所、設備仕様、コスト等の情報収

⁵ IPP: Independent Power Producer（独立発電業者）

⁶ PPP: Public Private Partnership（官民パートナーシップ）

集・分析

- レイ地域における送変配電設備の運転保守に関する情報収集・分析
(送变电および配電線網の課題整理と対応策検討)
 - 電力損失、配電線網事故の原因調査ならびに対応策の立案
 - 高周波の原因調査と影響の実態調査ならびに対応策の立案
 - 基幹系統における系統度解析による課題の整理
(配電網構造設計)
 - 供給信頼性の確保、電力損失の低減、ならびに運用維持管理の容易性の確保の観点から、レイ地域で最適と考えられる配電網の構造を検討
(配電網整備計画立案)
 - レイ地域内の配電網の改修・増強・更新の優先地区を緊急性と重要性の観点から選定
 - 整備事業計画の立案、および設備設計の実施
 - 配電自動化、地中化、スマートグリッド等の最新技術の導入の要否、時期の検討
 - 実施体制、実施工程の作成、および立案された配電網整備計画に沿った事業費用の積算
 - 配電網整備事業の経済財務分析、および実施可能性の評価
(初期環境評価)
 - 上記配電網整備計画について初期環境評価を当国の環境法ならびにJICA環境ガイドラインに従って実施
(配電網整備計画パイロットプロジェクトの実施)
 - パイロットプロジェクト地区の選定、および作業計画の立案
 - 変電所の電圧・力率管理等に関する助言、ならびに各フィーダ負荷を考慮したフィーダの優先順位の考え方の指導
 - 各種保護継電器等の目的及び基本動作に関する指導
 - 予防保全及び予知保全に係る考え方の指導
- (3) インプット (投入) : 以下の投入による調査の実施
- (a) コンサルタント (分野/人数)
- 人数 : 15 名
 - 合計 : 110M/M (現地 : 77M/M、国内 : 33M/M)
 - 分野 : 総括/電源開発計画、電力需要想定、一次エネルギー需要、系統計画、系統解析、系統運用、配変電計画、配変電設備、配変電運転保守/業務調整 A、保護リレー、環境社会配慮、水力発電計画、火力発電計画、経済財務分析、業務調整 B
- (b) その他 機材・研修員受入れ
- 【機材】
- 三相電力測定器等
- 【研修員】
- 5 名程度の本邦研修 (1 か月程度) を想定⁷

⁷ 参加研修員は PPL と石油・エネルギー省 (DPE) からそれぞれ 2 から 3 名ずつを想定。電力会社の設備 (特に給電指令所など系統運用関係) を見学し、電力設備の維持管理能力を向上させることを目的とする。

<p>5. 協力終了後に達成が期待される目標</p> <p>(1) 提案計画の活用目標 ラム系統電力開発マスタープランが電力管理委員会で承認され、外部公開される。また、配電網整備計画に沿って、PPL が予算を確保し事業が実施される。</p> <p>(2) 活用による達成目標 ラム系統における持続可能な電力開発が実施され、電力需要の増加に対応し、電力供給の安定化が図られる。また、配電網整備計画対象地域では効率的及び高い信頼性で電力が使用される。</p>
<p>6. 外部要因</p> <p>(1) 協力相手国内の事情 リスク</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本事業のカウンターパート職員の退職・異動が発生する。 ● カウンターパート機関の負担事項（必要な職員の配置、施設・機材の提供、警察との協力を含む安全対策、職員の出張旅費等予算充当）に遅延が生じる。 ● ラム系統電力開発マスタープランが以下の理由等により電力管理委員会で承認されない。 ● 政策変更による電力政策に対する PNG 政府内重要度の低下 ● 急激な経済変動に伴う電力需要の大幅な変化 ● 電力管理委員会の機能不全 <p>※同委員会は 2012 年に設立されたが、2014 年 1 月現在、実施体制が整っていない。かかる状況下、世界銀行とアジア開発銀行が同委員会を支援しており、同委員会は 2014 年後半から正式に機能することが期待されるが、新設の同委員会が想定される機能を果たせるかは今後の経緯を注視する必要がある。また、本事業が完了した時点で、同委員会が想定どおりに機能していたとしても、同委員会が扱う審議事項は多岐にわたることから（国家電化展開計画の策定、電化プロジェクトの確認や競争入札システムの実施、PPP の審査等）、同委員会のキャパシティ次第では、個別の審議に多大な時間がかかり、本事業により策定されたマスタープランの承認に遅延が生じる可能性がある。</p> <p>(2) 関連プロジェクトの遅れ 特になし。</p>
<p>7. 貧困・ジェンダー・環境等への配慮（注）</p> <p>(1) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発への配慮</p> <p>1) 社会環境配慮</p> <ol style="list-style-type: none"> ① カテゴリ分類：B ② カテゴリ分類の根拠 本事業は「国際協力機構社会環境配慮ガイドライン（2010 年 4 月公布）」上、セクター特性、事業特性及び地域特性に鑑みて環境へ望ましくない影響が重大でないと判断されるため。 ③ 環境許認可：本調査で確認 ④ 汚染対策：同上 ⑤ 自然環境面：同上 ⑥ 社会環境面：同上 ⑦ その他・モニタリング：同上。なお、マスタープラン策定においては戦略的環境アセスメント（SEA）を行う。レイ市の配電網開発計画策定においては、初期環境調査（IEE）を行う。 <p>2) ジェンダー・平等推進／平和構築・貧困削減 特になし。</p> <p>3) その他 特になし。</p>

<p>8. 過去の類似案件からの教訓の活用（注）</p>
<p>2002年から2004年にかけて実施された「フィリピン国電力構造改革のためのエネルギー省キャパシティビルディング開発調査」においては、カウンターパート機関である同国エネルギー省の要員不足により、業務が一部のスタッフに集中し、当該スタッフの異動、退職、長期休暇の場合、サポートできる人材がない、また、当該スタッフが新しい技術・知識を習得する余裕がないという問題点が指摘されている⁸。かかる点からの教訓として、カウンターパート機関内部の自立発展性を考慮した能力向上が必要であるとともに、中長期的には要員不足の解決が望まれる点が挙げられている。</p> <p>本事業においても、カウンターパート機関のPPLは要員不足に直面しており、フィリピンの事例に類似する問題を抱えていると推定される。従って、本プロジェクト実施の際にも、カウンターパート職員に対し可能な範囲で技術移転を行うとともに、電力施設の運転保守にかかる組織体制について検討し、提案することとする（必要に応じ、組織改編、人材育成計画についても提案する）。</p>
<p>9. 今後の評価計画</p>
<p>(1) 事後評価に用いる指標</p> <p>(a) 活用の進捗度</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ラム系統電力開発マスタープランが電力管理委員会で承認され、外部公開される。 ● 配電網計画に沿って、各年度、適切にPPLから政府に予算要求され承認される。 ● 随時情勢変化等を反映し必要な計画見直しが適切に行われる。 <p>(b) 活用による達成目標の指標</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 策定された計画に基づき、資金計画などの具体化。 ● 適切な設備予備電力が確保。 ● 整備された配電網のカバーエリア（地区数など） <p>(2) 上記（a）および（b）を評価する方法および時期</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 調査終了3年後 事後評価 ● 必要に応じてフォローアップ

（注）調査にあたっての配慮事項

⁸ 出典：フィリピン国電力構造改革のためのエネルギー省キャパシティビルディング調査フォローアップ調査（2004年）

目 次

序文	
プロジェクト位置図	
現地調査写真	
事前評価表	
目次	
略語表	
1. 調査概要	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査目的	2
1.3 調査団員構成	2
1.4 調査(実績)行程	3
1.5 対処方針	4
2. パプアニューギニア国の概況	6
2.1 社会経済の概況	6
2.1.1 政治	6
2.1.2 経済情勢	7
2.1.3 鉱工業	9
2.1.4 社会情勢	9
2.2 地理と気候	10
2.2.1 国土・地理	10
2.2.2 気候	11
2.3 国家開発計画およびエネルギーセクターの概要	13
2.3.1 国家開発計画	13
2.3.2 エネルギー・電力政策	14
3. 電力セクターの概要	17
3.1 電力関係の法規制	17
3.2 電力事業体制	17
3.3 電気料金	18
3.4 電力需給状況	21
3.4.1 電力需要と需給バランスの推移	21
3.4.2 既存の電力設備	25
3.5 ラム系統における電力開発計画および系統拡充計画	30
3.6 電力セクターにおける他ドナーの支援状況	33
3.6.1 世界銀行	33
3.6.2 アジア開発銀行	33
3.7 電力セクターの課題	34

4.	レイ地域の電力需給および設備の現状と課題.....	35
4.1	電力需給および設備の現状.....	35
4.1.1	電力需給状況.....	36
4.1.2	送電設備.....	37
4.1.3	変電設備.....	38
4.1.4	配電設備.....	40
4.1.5	需要側における簡易測定.....	41
4.2	その他の情報.....	42
4.2.1	電力損失.....	42
4.2.2	レイ地域の発電設備の現況.....	43
4.2.3	レイ地域の需要予測.....	44
4.3	課題.....	45
5.	環境社会配慮.....	46
6.	プロジェクト概要および留意事項.....	46
6.1	詳細計画策定調査結果および本格調査内容の考え方.....	46
6.2	R/Dの署名について.....	46
6.3	協力の概要.....	47
6.3.1	プロジェクトのタイトル.....	47
6.3.2	プロジェクトの目的.....	47
6.3.3	成果.....	47
6.3.4	協力対象地域.....	47
6.3.5	協力学スケジュール.....	47
6.3.6	実施機関（カウンターパート）.....	47
6.3.7	活動内容（協力学スコープ）.....	47
6.4	本格調査実施上の留意点.....	49
6.5	人材育成の必要性.....	50
6.6	本格調査工程案.....	52
6.7	業務量の目途と業務従事者の構成.....	52
6.8	投入機材 投入機材（案）を以下に示す。.....	53

添付資料

1. 協議議事録MM（R/D含む）
2. 質問票
3. 面談記録および現地視察報告書
4. 収集資料リスト

付図目次

図 2-1	州区分図.....	7
図 2-2	GDP 成長率（1999-2013）.....	8
図 2-3	インフレ率.....	8
図 2-4	為替レート.....	8
図 2-5	主要都市の月間平均降水量.....	11
図 2-6	PNG DSP の概念的枠組み.....	12
図 2-7	PNG DSP が GNI および GDP に及ぼす影響予想.....	13
図 3-1	電力セクターの組織体制.....	17
図 3-2	産業用電力料金（従量料金）の推移.....	19
図 3-3	近隣諸国との家庭用電力料金の比較.....	19
図 3-4	PPL が保有する電力系統.....	20
図 3-5	発電電力量の実績（2000-2012）.....	21
図 3-6	販売電力量の実績（2000-2012）.....	21
図 3-7	各系統の最大電力需要の実績（2000-2013）.....	22
図 3-8	POM SYSTEM SAIDI.....	22
図 3-9	RAMU SYSTEM SAIDI.....	22
図 3-10	重負荷日の運転パターン（2013 年 11 月 21 日（木））.....	22
図 3-11	軽負荷日の運転パターン（2013 年 11 月 10 日（日））.....	23
図 3-12	電源種別ごと発電電力量（POM）.....	24
図 3-13	電源種別ごと発電電力量（Ramu）.....	24
図 3-14	YTOD 水力と Ramu 1 水力の概念図.....	26
図 3-15	Ramu 系統の単線結線図.....	27
図 3-16	ラム系統の電力需要予測（ADB）.....	29
図 3-17	ラム系統の系統図（既設および計画）.....	31
図 3-18	原油輸入価格の推移.....	33
図 4-1	レイ地域の電力系統図.....	34
図 4-2	PPL レイ支局の組織図.....	35
図 4-3	レイ地域の 11 月 16 日の日負荷曲線.....	36
図 4-4	簡易計測地点の配電線路図.....	41

付表目次

表 2-1	レイ市の月間平均気温と平均降水量.....	11
表 3-1	現行電気料金表（2013 年 4 月以降）.....	18
表 3-2	POM 系統の発電設備（2013 年 9 月時点）.....	24
表 3-3	Ramu 系統の発電設備（2013 年 11 月時点）.....	25
表 3-4	132kV 及び 66kV 送電線の概要.....	28
表 3-5	132kV 変圧器の概要.....	28
表 3-6	ラム系統の電力需要予測（ADB）.....	29
表 3-7	産業用（鉱業、新商業地区）電力需要予測.....	30
表 3-8	ラム系統の電源開発候補地点.....	31
表 4-1	Erap 開閉所の避雷器の放電回数.....	37
表 4-2	Milford 発電所の変圧器の仕様.....	38
表 4-3	Taraka 変電所の変圧器の仕様.....	38
表 4-4	Milford Feeder-1 の配電用変圧器の概要.....	40
表 4-5	Ramu 系統の発電電力量と販売電力量（2008 年～2012 年）.....	42
表 4-6	発電設備の概要.....	43
表 4-7	レイ地域の需要予測.....	43

略 語 表

略 称	正式名称	和称
ACSR	Aluminum Conductor Steel Reinforced	鋼心アルミニウムより線
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFC	Automatic Frequency Control	自動周波数制御
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
AVR	Automatic Voltage Regulator	自動電圧調整装置
B/C	Benefit by Cost	費用便益比
BO	Build Operate	(発電所の) 建設・運転 (の民営化)
BCM	Billion Cubic Meter	10 億立方メートル
BOT	Build Operate Transfer	(発電所の) 建設・運転・譲渡 (による民営化)
BROT	Build Rehabilitate Operate Transfer	(発電所の) 建設・リハビリ・運転・譲渡 (による民営化)
BTU	British Thermal Unit	英熱量 (熱量の単位)
C/C	Combined Cycle	コンバインドサイクル
CCGT	Combined Cycle Gas Turbine	コンバインドサイクル発電
CO ₂	Carbon Dioxide	二酸化炭素
C/P	Counterpart	カウンターパート
DE	Diesel Engine	ディーゼル
DEC	Department of Environment and Conservation	環境保全省
DEG	Diesel Engine Generator	ディーゼル発電機
DFR	Draft Final Report	ドラフトファイナルレポート
DNPM	Department of National Planning and Monitoring	国家計画モニタリング省
DO	Diesel Oil	ディーゼル油
DPE	Department of Petroleum and Energy	石油エネルギー省
DPEnt	Department of Public Enterprises	公営企業省
DSM	Demand Side Management	需要側管理
DSP	Development Strategic Plan	国家開発戦略計画
DTS	Dispatcher Training Simulator	給電訓練シミュレータ
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIP	Electricity Industry Policy	電力産業政策
EMC	Electricity Management Committee	電力管理委員会
EMS	Energy Management System	自動給電システム
ENCC	Emergency National Control Center	非常時用中央給電指令所
EOJ	Embassy of Japan	日本大使館
FFC	Flat Frequency Control	定周波数制御
FOH	Forced Outage Hour	事故停止時間
FR	Final Report	ファイナルレポート
FS	Feasibility Study	実現可能性調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEA	Geothermal Energy Association	地熱エネルギー協会
GNI	Gross National Income	国民総所得
GT	Gas Turbine	ガスタービン
GW	Ground Wire	アース線

HFO	Heavy Fuel Oil	重油
HPP	Hydro Power Plant	水力発電所
ICCC	Independent Consumer and Competition Commission	独立消費者競争委員会
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境評価
ILG	Incorporated Land Group	土地所有者グループ
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPBC	Independent Public Business Corporation	独立公益事業公社
IPP	Independent Power Producer	独立発電業者
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国際自然保護ユニオン
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
L/A	Loan Agreement	借款契約
LDC	Load Dispatching Center	給電指令所
LOLE	Loss of Load Expectation	電力不足発生時間
LOLP	Loss Of Load Probability	電力不足確率
MOH	Maintenance Outage Hour	計画停止時間
M/M	Minutes of Meetings	協議議事録
MP	Master Plan	マスタープラン
OJT	On the Job Training	オージェーティー（実業務による訓練・研修）
O&M	Operation and Maintenance	運転保守
OPGW	Optical fiber Ground Wire	光ファイバー複合架空地線
PDP	Power Development Planning	電源開発計画
PLC	Power Line Carrier	電力線搬送
PNG	Papua New Guinea	パプアニューギニア
POM	Port Moresby	ポートモレスビー
PPA	Power Purchase Agreement	電力受給契約
PPL	PNG Power Limited	パプアニューギニア電力公社
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
PSS	Power System Stabilizer	電力系統安定化装置
PSS/E	Power System Simulation for Engineering (Software name)	電力系統解析ツール（ソフトウェアの名前）
RCC	Regional Control Center	地方給電所
R/D	Record of Discussions	協議議事録
RE	Renewable Energy	再生可能エネルギー
RTU	Remote Terminal Unit	遠方監視制御用端末装置
SAIDI	System Average Interruption Duration Index	系統平均停電時間指数
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	遠方監視制御データ収集
S/S	Substation	変電所
ST	Steam Turbine	蒸気タービン
SVC	Static Var Compensator	静止型無効電力補償装置
SVG	Static Var Generator	静止型無効電力発生装置
S/W	Scope of Work	業務範囲
TOR	Terms Of Reference	プロジェクト実施要項
WB	The World Bank	世界銀行

1. 調査概要

1.1 調査の背景

パプアニューギニア国（以下、PNG国）は、2012年のオニール政権発足以降政情が安定、経済面でも2007年以降、好調な農業、鉱業部門に牽引され、実質GDP成長率は6～9%と東南アジア諸国と比べても高い成長率を維持している。これに伴い国内の電力需要は今後増大することが見込まれており、パプアニューギニア電力公社（PNG Power Limited、以下「PPL」）が発表した電力開発計画15か年計画（2012-2026）の試算によると、同社の販売電力量及び最大電力需要は2012年の869GWh、210MWから、2026年には1,142GWh、347MWへと増加する見込みである。これに対し、PPLは設計上278MWの発電設備容量を有しているが、設備の老朽化、メンテナンスの不備により、実際の供給力は国内需要を下回る200MW程度と推定されており、国内では慢性的な電力不足が生じている。

特に、レイ、マダン、マウントハーゲン等、当国ハイランド地域からモマセ地域にかけての地方都市に電力を供給するラム系統全体としては、2012年から2026年にかけての電力需要が74.3MWから104.8MWに増加すると予想されており、そのうち国内第二の人口を擁し最大の商業都市であるレイ市の電力需要については、37.9MWから66.8MWに倍増する見通しである。

現在、ラム系統の電力供給能力は不安定であり、発電所および送変電網の故障等に起因した供給力不足による停電が頻発しており、2012年および2013年（9月まで）の系統平均停電時間指数⁹（System Average Interruption Duration Index：SAIDI）の月間平均はそれぞれ18.2時間、13.5時間となっている。ラム系統の最大需要地であるレイ市ではディーゼル発電設備も設置されているが老朽化により故障が頻発しており、全域停電が2012年および2013年（9月まで）月間平均でそれぞれ88.3時間、36.6時間発生している。配電網やその他の要因が原因の局地的な停電も頻発している。

このような状況に対し、発電は、PPLが自己資金で水力発電施設等の整備・改修を進めている。送電は、我が国が2011年に「送配電網拡張・修復事業準備調査」（FS相当）を実施し、ラム系統における中長期的な電力需要予測と電力開発計画のレビューを行い、必要となる送電系統の拡充計画を策定した。さらに上記の準備調査の結果に基づき、今後は有償資金協力案件「ラム系統送電網強化事業」（2013年8月L/A署名）が開始され、レイ市周辺地域に接続する送電区間とその付帯施設の改修・強化が実施される予定である。

しかしながら、レイ市及びその周辺地域における小規模な発電設備を含む配電系統については、引き続き供給信頼度の向上に向けた問題点の特定と改善策の検討、ならびに将来の需要増に向けた拡充計画の策定が求められる状況にある。想定される改善策として、電源に関して主要地域内に設置されたディーゼル発電機の老朽化への対応、今後の電力増加に対応するための新規電源開発等がある。さらには、配電網の改善も急務であり、地絡事故の防止、配電線容量の拡大、不法接続の防止等についても対策を講じる必要がある。

⁹ SAIDI：供給信頼度を示す指標として電力会社で一般的に使われており、以下の計算式で求められる。
SAIDI＝（系統全体の需要家の停電時間の合計）／（需要家の総数）

こうした背景から、パプアニューギニア国政府より我が国に対し、レイ市及びその周辺地域における配電を中心とした電力供給システムを再構築するためのマスタープランの策定について、開発計画調査型技術協力の要請があった。本調査は、当該プロジェクトの詳細計画を先方と協議し、基本的合意に至ることを目的として実施する。

1.2 調査目的

本プロジェクトに関わる基礎情報を収集・分析し、有償資金協力「ラム系統送電網強化事業」により整備される地域、特にレイ市及びその周辺地域を中心に現地調査し、プロジェクトの基本計画を取りまとめ、パプアニューギニア国関係機関と協議し、内容について合意する。

1.3 調査団員構成

役職	氏名	所属
総括	杉山茂	JICA パプアニューギニア事務所長
電力開発計画・ 組織制度	伊東雅幸	株式会社 IIEP
配電計画	瀬戸寛仁	個人コンサルタント
協力企画 1	伊藤教之	JICA パプアニューギニア事務所員
協力企画 2	中川直光	JICA パプアニューギニア企画調査員

1.4 調査(実績)行程

日付	活動内容							
	総括 (JICA)	協力企画 (JICA)	電力開発計画/組織制度		配電計画			
	杉山 茂	伊藤/中川	伊東 雅幸	宿泊地	瀬戸 寛仁	宿泊地		
1	2013/11/16	Sat		Leave Tokyo for Port Moresby				Flying Overnight
2	2013/11/17	Sun		PX055 (21:05 16NOV - 04:55 17NOV)				Port Moresby
3	2013/11/18	Mon	<ul style="list-style-type: none"> Meeting with JICA Office Courtesy call to Embassy of Japan Meeting with DNPM 					Port Moresby
4	2013/11/19	Tue	<ul style="list-style-type: none"> Meeting with PPL Meeting with DPent Meeting with DPene 					Port Moresby
5	2013/11/20	Wed	<ul style="list-style-type: none"> Meeting with IPBC Meeting with ICCC Meeting with PPL 					Port Moresby
6	2013/11/21	Thu	<ul style="list-style-type: none"> Meeting with DEC Meeting with PPL 					Port Moresby
7	2013/11/22	Fri	<ul style="list-style-type: none"> Arranging Collected Data and Information Meeting with ADB 					Port Moresby
8	2013/11/23	Sat	<ul style="list-style-type: none"> Site survey on Boroko Substation Arranging collected data and preparation of interview record 					Port Moresby
9	2013/11/24	Sun	Leave Port Moresby for Lae PX104				Lae	
10	2013/11/25	Mon	<ul style="list-style-type: none"> Meeting with PPL Lae Branch Office Meeting with Lae Chamber of Commerce Meeting with Taiheiy Cement 					Lae
11	2013/11/26	Tue	<ul style="list-style-type: none"> Site Survey on Milford Power Station Meeting with Lae Police Office (Lae Metropolitan Commander and Morobe Provincial Commander) Site Survey on Taraka Substation 					Lae
12	2013/11/27	Wed	<ul style="list-style-type: none"> Site Survey on Yonki Toe of Dam (TOD) HPP Site Survey on Ramu 1 HPP and Ramu Control Center Site Survey on Erap Substation 					Lae
13	2013/11/28	Thu	<ul style="list-style-type: none"> Arranging Collected Data Leave Lae for Madang CG1604 	Madang		<ul style="list-style-type: none"> Selection of Monitoring points 		Lae
14	2013/11/29	Fri	<ul style="list-style-type: none"> Meeting with PPL Madan Office Site Survey on Madang Power Station and Meiro Substation Site Survey on New Township at Vidar 	Madang		<ul style="list-style-type: none"> Setting of Instruments and data Collection to Distribution and Generation 		Lae
15	2013/11/30	Sat	Leave Madang for Port Moresby PX295		Port Moresby	<ul style="list-style-type: none"> Site Survey on Baiune-1 & 2 		Lae
16	2013/12/1	Sun	Arranging Collected Data		Port Moresby	Arranging Collected Data		Lae
17	2013/12/2	Mon	<ul style="list-style-type: none"> Meeting with JICA Office Pre-coordination Meeting for Workshop held by WB 	Port Moresby		<ul style="list-style-type: none"> Site Survey on Nadzab and Erap 		Lae
18	2013/12/3	Tue	Workshop for Grid Code and Third Party Access Code by DPE and WB	Port Moresby		Data Collection at Milford		Lae
19	2013/12/4	Wed	Meeting with PPL to collect information and data	Port Moresby		Re-setting of Measuring Instrument and Data Collection		Lae
20	2013/12/5	Thu	Workshop for National Electrification Roll Out Program by DPE and WB	Port Moresby		Data Collection of Distribution		Lae
21	2013/12/6	Fri	Internal Meeting of the survey team	Port Moresby		Hearing of Protection		Lae
22	2013/12/7	Sat	Preparation of Records of Discussion (RD) Draft and Minutes of Meetings (MM) Draft			Leave Lae for POM PX103		Port Moresby
23	2013/12/8	Sun	Preparation of RD Draft and MM Draft				Port Moresby	
24	2013/12/9	Mon	<ul style="list-style-type: none"> Discussion with PPL on RD Draft and MM Draft Television meeting with JICA HQ Revising RD and MM 					Port Moresby
25	2013/12/10	Tue	<ul style="list-style-type: none"> Discussion with DPene on RD Draft and MM Draft Revising RD and MM 					Port Moresby
26	2013/12/11	Wed	Discussion with (DNPM, DPene, PPL) on RD Draft and MM Draft					Port Moresby
27	2013/12/12	Thu	Signing on MM					Port Moresby
28	2013/12/13	Fri	Report to JICA Office					Port Moresby
29	2013/12/14	Sat	Leave Port Moresby for Tokyo (PX0054(14:00-19:55 14 DEC)					

1.5 対処方針

1) プロジェクト成果の確認

要請書では、マスタープラン作成と組織能力の強化が求められているが、PPL の人員体制が脆弱であることから、二つの協力を同時に十分なレベルで実施することは困難と予想される。このため、協力はマスタープラン作成に主体を置き、能力強化は期間内に対応可能な内容として計画する。

2) プロジェクト期間

要請書では協力期間が2年間とされているが、本調査結果を踏まえ、プロジェクトの成果、活動および先方政府の実施体制を考慮した上で適切なプロジェクト期間および活動、投入計画を検討する。その際、パプアニューギニアでは、外部要因により予定通りに実行できない場合が多いため、ある程度余裕を持たせたスケジュールにてプロジェクトを計画する。

3) 安全対策

パプアニューギニアにおいて活動を実施する上で、一般治安の悪さが大きな障害となっている。特に、レイは最も危険な地域の1つである。本調査ではレイ市警察署にも聞き取りを行い、調査中・プロジェクト実施中の協力、必要に応じて同行を申し入れることを依頼・確認する。また、プロジェクト活動地域、パイロットプロジェクト地域を選定する際は現実的に日本人専門家が活動できる地域を特定し、必要な安全対策（案、費用含む）を策定する。

4) プロジェクトの実施体制

本プロジェクトが開始される時期には、有償資金協力「ラム送電網強化事業」、ADB、WB 他の事業も実施中であり、プロジェクトの実施体制についてはC/Pをできるだけ特定するとともに、当該C/Pの業務量・能力についてもできるだけ把握する。また、基本的なデータは首都ポートモレスビー（POM）に保管してあるため、POM及びレイでのプロジェクト活動のデマケを明確にする。

5) 各種データについて（過去の調査の報告書については貸与済）

パプアニューギニアでは基本的なデータがあまり整備されておらず、人口についても2011年にセンサスを実施したものの、その信憑性は低い。よって、基本データを含めた各種データについては必要に応じて、関連する機関の職位の高いオフィサーからのエンドースメントを入手する。

また、過去の調査との重複を避けるように留意する。

6) 他プロジェクトの進捗状況の把握

ADB、WBのほか、現在、ラム2水力発電所のFS（IPBC実施）、鉱山開発（WAFI（民間））プロジェクトが実施されており、その進捗を把握し、必要に応じてプロジェクトに反映させる。

7) マダンにおける調査

マダン市もラム系統の一部であるため、レイ市との比較検討のために現地調査を行うが、マダン市もラム間のアクセス状況・安全状況には懸念があるため、マダン市もプロジェクト活動の一部に含める場合は、JICA パプアニューギニア事務所と十分に協議すること。

8) 日本側リソースの検討

本分野では、日本側のリソースが不足気味であるため、調査前・調査中は、日本側リソース確保の観点からも十分に検討し、確保が困難と判断される場合には、その分野のコンポーネントを排除することで、プロジェクトフレームを作成する。場合により、プロジェクト開始後に柔軟に変更する余地を残すようなプロジェクトフレームを作成する。

9) 将来計画

本プロジェクト終了後、技術協力、無償資金協力または有償資金協力へと継続する可能性が少なくないため（プログラムアプローチ）、調査中に将来計画の可能性が見られた場合には、JICA パプアニューギニア事務所と協議・検討する。

2. パプアニューギニア国の概況

2.1 社会経済の概況

2.1.1 政治

(1) 政治の歴史的背景¹⁰

19世紀の植民地主義の時代、1828年 ニューギニア島を東西に分割し、1848年に西半分をオランダが併合、1884年には東半分をオーエン・スタンレー山脈、ビスマルク山脈で南北に分け、ニューブリテン島などを含んだ北半分をドイツ、南半分をイギリスが獲得した。その後南部は1901年にイギリスから独立したオーストラリアに継承された。

1914年からの第一次世界大戦にドイツが敗北すると、ドイツ領ニューギニアであった島の東北部は、国際連盟によりオーストラリアの委任統治領となった。

1949年、オーストラリアは南東部と北東部を一行政単位に統合して「パプアニューギニア」とし、西部はオランダ領ニューギニア（英語版）（1949年 - 1962年）となった。

1961年にオランダは島の西部を西パプア共和国として独立を認めたが、インドネシアが侵攻したため（パプア紛争、1963年-現在）、国連による暫定統治を経て、インドネシアへ併合されてイリアンジャヤ州となった。

1964年、自治政府初の選挙が行われ、54名が当選、1968年、自治政府2回目の選挙で、84名が当選。同年、禁酒法が廃止となった。1971年自治政府が、国旗、国歌、国章などを採択。1972年、第3回自治政府選挙で100名が当選。この選挙で、マイケル・ソマレが連立政権を樹立した。

1975年9月16日、独立の丘でオーストラリアの国旗が降ろされ、パプアニューギニア国旗が翻るという儀式を経て、「パプアニューギニア独立国」として独立した。それまでの自治政府議会が国会となり、初代首相マイケル・ソマレは紛争を行うことなく平和的に独立を成し遂げた独立の父として「チーフ」と呼ばれ、首相を退いた現在でも多くの尊敬を集めており、通貨（50キナ札）にもその肖像画が描かれている。

1976年、陸続きで国境が隣接するインドネシアが加盟しているASEAN閣僚会議にオブザーバーとして初参加し、1981年には特別オブザーバーの地位を得ている。

1986年のASEAN閣僚会議で東南アジア諸国連合に正式に加盟を申請して以降、現在まで加盟を希望しているが、パプアニューギニアが東南アジアではないことからASEAN諸国は正式加盟には否定的である。

国家元首は、イギリスの国王（現在はエリザベス2世女王）である。象徴的地位であり、任命などの権限は、議会や内閣の決定に従い行使される。その職務は、総督（現在はマイケル・オギオ総督）が代行する。

行政府の長である首相は、議会総選挙後、第1党党首が総督により指名される。閣僚は、首相の推薦に従い総督が任命する。

2007年6月から7月にかけて総選挙が行われた結果、与党の国民同盟党（NA）が再び勝利し、ソマレ首相が再任され、新政権を発足させた。2011年8月、4月以降シンガポールで病氣療養中であつ

¹⁰ 出典：ウィキペディア <http://ja.wikipedia.org/wiki/>

たソマレ首相の不在中に、野党と一部の与党議員が同調して、人民国民会議党（PNC）のオニール氏が首相に選出され、野党であった PNG 党のナマ党首が副首相に就任し、オニール内閣が発足した。

2011 年 12 月、最高裁判所がオニール首相選出プロセスを違憲と判断、ソマレ首相の復帰を指示。ソマレ側、オニール側いずれもが正統な政府であることを主張しているが、実質的に政府として機能しているのはオニール政権であり、議会、行政機関についてもオニール政権の下で機能している。

2012 年 7 月に総選挙が行われ、オニール首相が党首を務める人民国民会議党（PNC）が最大議席を獲得。2012 年 8 月、オニール首相が議会の圧倒的多数の支持を得て首相に再選された。

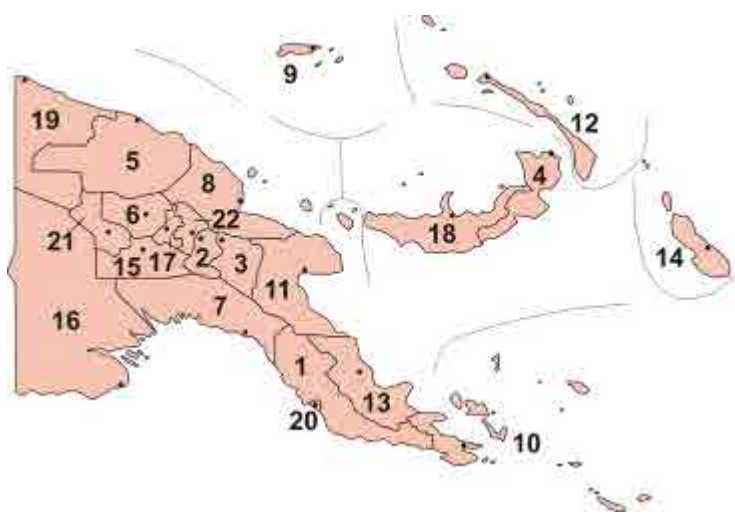
(2) 政府

議会は、一院制である。全 121 議席で、全国を 99 の小選挙区に分けられ、22 議席は州の代表として、選挙によって選出される。州代表の議席を獲得した国会議員は、国务大臣にならない限り、自動的に当該州の知事となる。任期は 5 年。

22 の州政府があり、20 の州と 1 つの自治区（Bougainville）と首都地区で構成されている。

また、地形的な特徴によって、①Southern 地域、②Momase 地域（Morobe, Madang, East Sepik, West Sepik）、③Highlands 地域、④Islands 地域の 4 つの地域（Region）に分かれている。

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. Central | 12. New Ireland |
| 2. Chimbu (Simbu) | 13. Northern |
| 3. Eastern Highlands | 14. Bougainville |
| 4. East New Britain | 15. Southern Highlands |
| 5. East Sepik | 16. Western Province |
| 6. Enga | 17. Western Highlands |
| 7. Gulf | 18. West New Britain |
| 8. Madang | 19. West Sepik |
| 9. Manus | 20. National Capital |
| 10. Milne Bay | 21. Hela |
| 11. Morobe | 22. Jiwaka |



Source: Wikipedia Website

図 2-1 州区分図

2.1.2 経済情勢¹¹

1975 年独立の当時は、産業は 4C（コプラ Copra、コーヒー Coffee、ココア Cocoa、銅 Copper）とされていた。コーヒー栽培は、1990 年代に干ばつがあり、大きな被害を受けた。都市部の貨幣経済と村落部の自給自足経済の二重構成で鉱業が輸出の中心をなしている。

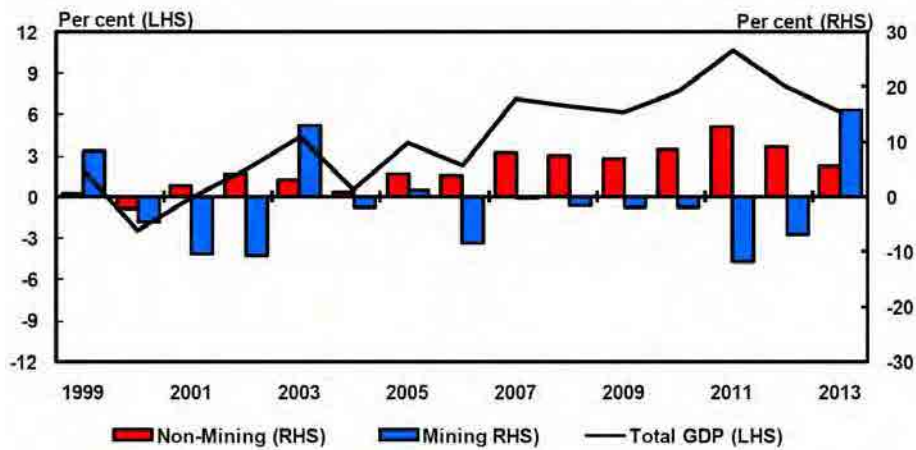
2003 年以降はプラス成長を達成しており、特に 2007 年以降の GDP 成長率は 6%以上となっている（図 2-2 参照）。IMF によると、2011 年の GDP は 127 億ドルであり、一人当たりの GDP はそれぞれ 1,900 ドルであり、世界平均のおよそ 20%の水準である。2011 年にアジア開発銀行が公表した資

¹¹ 出典：ウィキペディア <http://ja.wikipedia.org/wiki/>

料によると、1日2ドル未満で暮らす貧困層は334万人と推定されており、国民の約半数を占めている。インフレ率は2007年以前3%以下と低かったが、2008年以降は6%を超える高い水準となっている（図2-3参照）。

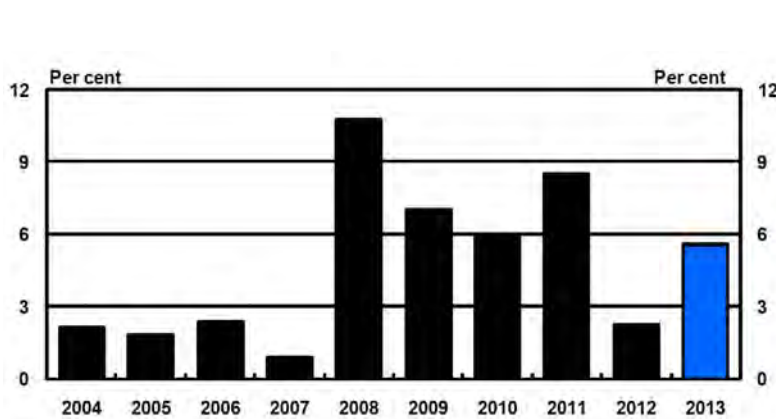
経済活動の改善は鉱業産品・非鉱業産品の増産・価格上昇、順調な気候条件を反映して輸出部門により主導された。好調な輸出は、輸入の減少及び政府による財政引き締めとも相俟って為替相場を安定させていたが、2011年後半から0.35Kina/USDから0.45Kina/USDに急上昇した（図2-4参照）。また、調査実施時点では対ドルで大きくキナ安場面に転じるなど、為替変動が常に大きい。

2014年途中からLNG（液化天然ガス）の商業生産・輸出が開始する予定であり、これにより更なる経済成長をけん引することが予想される。



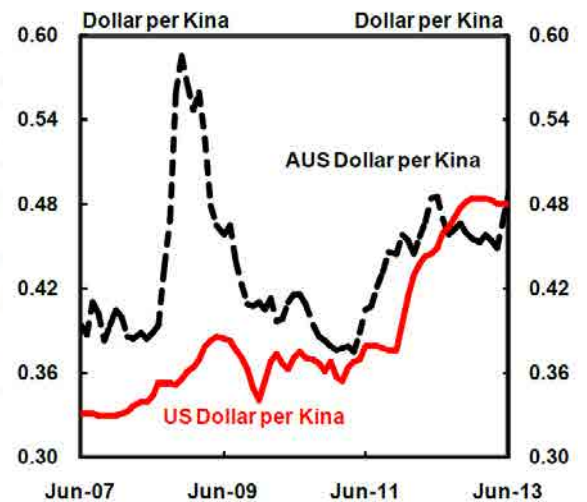
Source: Department of Treasury

図 2-2 GDP 成長率 (1999-2013)



Source: Department of Treasury

図 2-3 インフレ率



Source: Bank of PNG

図 2-4 為替レート

2.1.3 鉱工業¹²

2002年時点の輸出額15億ドルのうち7割以上を鉱物資源取引が占めており、パプアニューギニア経済にとって鉱業は重要な部門である。上位3品目は金(35.9%)、原油(21.0%)、銅(14.7%)である。化学工業、金属精錬はいずれも未発達であるため、全量が未精製の状態で輸出されている。

鉱業の主軸はまず金と銅から始まり、次いで1992年に輸出を開始した原油に移行してきた。生産量、生産額が最も大きかった銅は、1988年に勃発したブーゲンビル島の独立運動のため、最盛期の1/3の生産量にとどまっている。

原油(日量42千バレル)と天然ガス(日量38万m³)を生産している。Highlands regionのSouthern Highlands州、Western Highlands州で生産・処理し、ポートモレスビーの液化・貯蔵施設まで送られてくる計画である。同時に天然ガスの採掘や処理、貯蔵施設も建設中である。2008年5月22日には、パプアニューギニア政府とエクソン・モービルを始めとする日本の新日本石油などの事業会社との間で液化天然ガス(LNG)工場の建設に向けての基本合意が取り交わされた。東京電力や大阪ガスが購入者となっている。これが実現すれば、年間生産量630万トンという大規模なLNGプラントとなる見込みである。今後の生産については30年間の見通しがついていると言われている。

金属鉱物資源では、珪長質な火成岩に伴って産出する銅(21万トン、世界シェア1.6%)、銀(75トン)、金(65トン、世界シェア2.6%)が有力である。

2.1.4 社会情勢

(1) 人口

2011年に行われた国勢調査(センサス)によると、総人口は727万人であり、前回2000年の総人口519万人から約208万人増加している。2000年～2011年間の平均年間増加率は2.8%であり、1990年～2000年間の平均年間増加率3.1%より低下している。

人口分布は地域によりさまざまで、43%は内陸Highlands地域、25%がMomase地域、18%がSouthern地域、14%がIslands地域である。また、州別に見るとMorobe州が最も人口が多く、64.7万人(9.2%)である。

(2) 民族

多様な民族で構成されており、メラネシア系、パプア系などがあり、また多数の少数民族が存在する。それを反映して、言語も多岐にわたる。

(3) 宗教

国民の95%以上がキリスト教徒で、宗派はローマン・カソリック、ルーテン教会、合同教会、その他で構成されている。

(4) 治安

¹² 出典：ウィキペディア <http://ja.wikipedia.org/wiki/>

失業者や生活困窮者が多く、これらの困窮者や失業した若者グループ等による金品強奪を目的とした犯罪が頻発している。特に都市部では地方から職を求めて上京した人々の多くが失業状態にあり、市郊外にあるセトルメント（不法居住区域）に居住しており、セトルメント居住者による犯罪が多発している。犯罪の種類としては、スリ、ひったくり、車上荒らし、空き巣の軽犯罪から、武装強盗、カージャック、部族抗争、レイプ等の凶悪犯罪まで多岐にわたっており、特に、クリスマスやイースター等の長期休暇前後に犯罪が増加する傾向がある。

強盗やカージャック等の凶悪犯罪は複数犯による犯行が多く、このような犯罪グループは「ラスカル」と呼ばれている。ラスカルは多種多様であるが、一般的には定職のない若者を中心に同じ出身部族でグループを形成し、街中や郊外の主要道路にたむろし、犯罪のチャンスを窺っているケースが多い。ラスカルの犯行の特徴としては銃や“ブッシュ・ナイフ（鉞）”等の武器を用いることが多いが、恨みを買ったり、抵抗したりしない限り、それらの武器が使用されることは少なく、あくまでも金品強奪を目的とした犯行が主流である。

本調査の対象地域であるレイ市における治安状況は以下のとおりである。

a. 郊外の主要道路の状況

市内～ナザブ空港間（約 40km）の幹線道路はアスファルト舗装されているが、簡易舗装のためポットホールが数多く点在している。

b. 郊外の主要道路での犯罪

市内～ナザブ空港幹線道路は強盗やカージャックが頻発している。特に、レイ市中心部から 3km～10km 間のセトルメントが隣接している地域の夜間の通行は非常に危険である。

c. 市内の状況

夜間市内を歩いている外国人はいない。ゴルフ場でもラスカルの被害がある。犯罪多発地域は、“Main Market” 付近、“Town Area” 銀行付近である。

d. 市内での犯罪

強盗、スリ、ひったくり、車上荒らし

e. 居住に関する状況

インターナショナルホテルの敷地内に長期滞在者向けサービスアパートがあり、セキュリティは良く、日本企業で唯一工場を保有している太平洋セメントの日本人スタッフ 2 名が長期滞在している。市内中心部にも外国人居住区があり、そのエリアは比較的安全といわれている。上記以外のホテルでは 2 件ほど安全確保が確認できたホテルがレイ市内にある。

f. 本プロジェクト実施段階での安全面について

犯罪の傾向と対策（夜間外出しない、危険個所には近づかない、必要に応じてエスコート車両を P P L に依頼等）を十分に行えば支障はないものと判断される。なお、レイ市内および近郊では、JICA が支援するプロジェクトが複数実施中または実施予定であり、犯罪被害の報告はない。

2.2 地理と気候

2.2.1 国土・地理

パプアニューギニアはオセアニア州に属し、ニューギニア島東半分とビスマルク諸島、ルイジア

ド諸島、アドミラルティ諸島、ダントロカストー諸島など1万近くの島で成り立っている島嶼国家である。国土は南北1,300kmにわたり、赤道から南緯12度、インドネシアとの国境から東に1,200km、東経160度まで広がり、南にオーストラリア、南道にソロモン諸島で国境に接する。国土面積は452,860km²である。

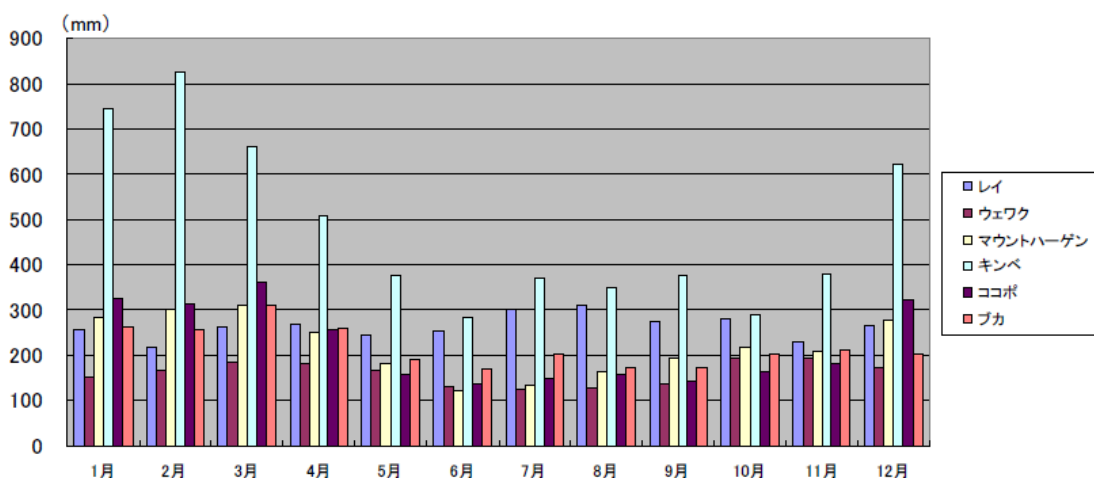
ニューギニア島中央部は3,000mから4,500m級のビスマーク山脈およびオーエン・スタンレー山脈となっている。最高峰はウィルヘルム山（標高4,509m）。赤道に近いが降雪がある。高山部分以外は熱帯雨林に覆われており、セピク川とフライ川を囲んで湿地が広がる。島嶼部も含め、海岸にはサンゴ礁が発達している。なお、ニューブリテン島などは火山島である。地質的にはいくつかのプレートが衝突するエリアに位置するため、地震も頻発する。

2.2.2 気候

パプアニューギニアの気候は、一部の山岳地帯と西南岸を除き、国土のほとんどが熱帯雨林気候に属し、モンスーンの影響で年中高温多雨となっている。季節は雨季（12月～4月）と乾季（5月～11月）の2つに大別される。

平均気温は1年を通じて高く、海岸地域は24～35℃、高原地帯は14～28℃程度である。年間降水量は、地域により1,200mm～9,000mmと大きく異なる。

主要都市の月間降水量は図2-5に示すとおりである。



出典： <http://worldclimateguide.co.uk/climateguides/papuanewguinea/>

図 2-5 主要都市の月間平均降水量

また、プロジェクトサイトであるレイ市の月間平均気温と平均降水量は表2-1のとおりであり、4

月～10月の降水量が他の月よりも多く、他の都市と比較して異なった傾向を示している。

表 2-1 レイ市の月間平均気温と平均降水量

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
気温 (°C)	27.6	27.7	27.4	26.9	26.4	25.6	25.0	25.0	25.5	26.1	26.9	27.0	26.4
降水量 (mm)	275	236	317	396	389	420	507	535	437	408	320	340	4,581

出典：Worldclimate website

2.3 国家開発計画およびエネルギーセクターの概要

2.3.1 国家開発計画

(1) ビジョン 2050

2009年11月に2050年までの国家目標が記載されている「vision 2050」が公表された。「全ての国民に高品質な生活を」を Goal として、また「2030年までに PGN が中間所得国となること」を目標に掲げ、以下の7つの柱についてのビジョンが述べられている。

- ・ 人的資源の開発、ジェンダー・若者・人民の権利拡大
- ・ 富の創造
- ・ 組織開発とサービス配給
- ・ 安全と国際関係
- ・ 環境持続可能性と気候変動
- ・ 精神的、文化的、地域社会開発
- ・ 戦略的計画、統合と管理

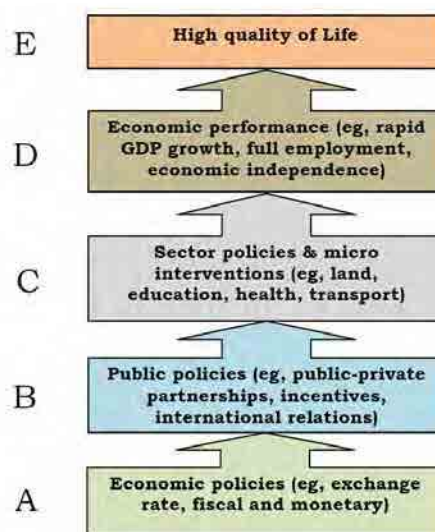
特に、電力関係では2050年までに100%の家庭を電化することを「組織開発とサービス配給」の中で掲げている。

(2) 開発戦略計画

上記国家開発構想を踏まえて、パプアニューギニア国政府は開発戦略計画 2010-2030年（Development Strategic Plan 2010-2030、DSP）を（2010年3月、DNPM 立案）策定した。図 2-6 に開発戦略の概念的枠組みを示す。

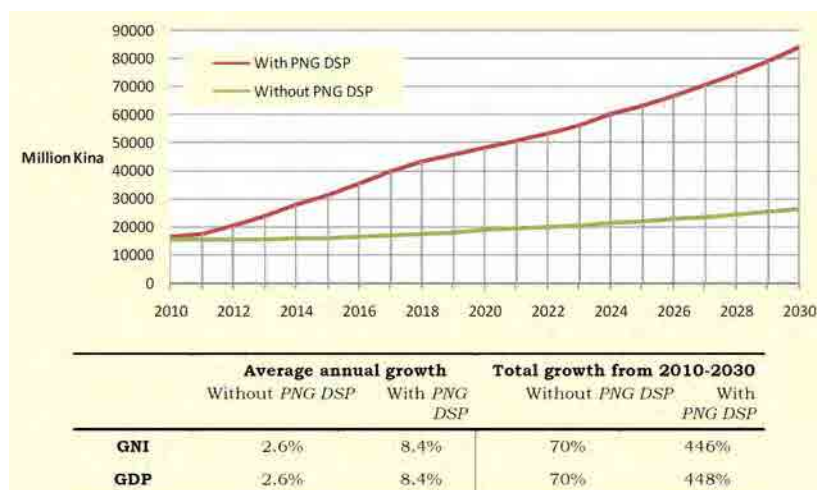
この中で、「すべての家庭が信頼できる、かつ手頃な価格でエネルギーの供給を受けることができるとともに、将来の電力需要を満たす十分な電力が発電され、配電されること」を国家目標として掲げ、2030年までに70%以上の家庭及びすべての事業所が信頼性の高い、手頃な価格でクリーンなエネルギー源にアクセスできるようにしている。

また、図 2-7 に示すように DSP を実行することにより、今後20年間で GDP を4.5倍（平均成長率8.6%）に増やす計画である。



Source : PNG DSP

図 2-6 PNG DSP の概念的枠組み



Source : PNG DSP

図 2-7 PNG DSP が GNI および GDP に及ぼす影響予想

特に、その原動力として政府は以下の 10 の経済回廊計画を特定しており、中期開発計画（MidiumTerm Development Plan : MTDP）において各経済回廊について交通輸送のための道路、港湾設備、ならびに電力送電網・ガスパイプライン等のインフラの整備計画が策定され、各省、各州および各セクター等の年間開発予算が決定することになる。

- 1) 石油資源地域経済回廊 (PRAEC) : Southern Highlands, parts of Enga, Gulf and Central provinces
- 2) 国境回廊 : Western, South Highlands and Sandaun provinces
- 3) 中央回廊 : Central, Milne Bay, Oro and Morobe
- 4) Madang-Baiyer-Karamui-Gulf 回廊 : Madang, Simbu, Gulf and Western Highlands
- 5) Morobe-Madang 回廊
- 6) Enga-Sepiks 回廊 : Enga and East & West Sepik Provinces
- 7) South Coast 回廊 : East New Britain and West New Britain
- 8) Momase 回廊 : Madang, East Sepik and West Sepik provinces
- 9) Solomons 回廊 : Autonomous Region of Bougainville
- 10) Free Zone 回廊 : Manus, New Ireland, East and West Sepik provinces

2.3.2 エネルギー・電力政策

(1) 国家エネルギー政策

国家エネルギー政策（National Energy Policy）は2006年5月に策定されたものが公式であるが、2013年12月現在3つのエネルギー政策①National Energy Policy, ②Renewable Energy Policy, ③Rural Electrification Policy が石油エネルギー省（DPE）により見直し中である。いずれもドラフトは完成しており、関係機関からのコメント待ちであり、2014年には承認される見通しである。なお、後者の2つ（RenewableとRural Electrification）はWBの技術支援を受けている。

上述国家エネルギー政策（2006年5月）に掲げているビジョンおよび目標は以下のとおりである。

ビジョン

- ・ 健全で強靱なエネルギーセクターによる生活改善と持続可能な国家開発

目 標

- ・ エネルギー資源の所有権を資源所有者に与えること、そして地域社会、産業、貿易、および他の開発活動に対してエネルギー資源が入手しやすく、信頼でき、手頃な価格であり、効率的で環境にやさしいことを確保する

なお、主なエネルギー資源賦存量としては、石油・ガスがそれぞれ230百万バレル、397BCMとなっている（2005年時点）ほか、水力ポテンシャルが15GWと豊富であることが述べられている。

さらに、地熱エネルギー協会（Geothermal Energy Association: GEA）はパプアニューギニアの地熱ポテンシャルを21.92TWhと見積もっており、年間設備利用率85%として計算すると設備出力では294GW相当となる。

これらを受けて、クリーンでかつ価格が安定している再生可能エネルギー（水力、地熱、バイオマス）による電源開発を中心に進めていくこととしている。

(2) 電力産業政策

開発戦略計画2010-2030年（DSP）この国家目標の実現に向け、石油エネルギー省（DPE）が電力産業政策（Electricity Industry Policy (EIP)）を立案し、2011年11月に政府承認された。また、このEIPの実施機関として電力管理委員会EMC（Electricity Management Committee）の設立ガイドラインが2011年10月に承認され、2012年12月に設立された。委員長はDPE、委員はDNPM, DOTre, IPBC, POMCCI(Chamber Commerce Industry))で構成され、事務局（Secretariat）はDPEに置かれた。なお、全ての電力プロジェクト（本件MP策定プロジェクトの本体協力についても）はEMCにかけられることが義務付けられた（EMCの役割については後述）。

EIPは政府の以下の戦略的目標に取り組むために設定された。

- ・ 電力サービスの提供におけるアクセスの改善
- ・ 電力供給信頼度の改善
- ・ 消費者にとって手頃な電力価格の確保

現行の規制の枠組みは以下の事項から構成される。

- ・ PPL の供給エリア(電気事業認可取得時点（2002年）でPPLが運営していた配電網から10km圏内）以外で10MW以下の電力負荷に対する電力供給。
- ・ 第三者発電供給事業者（Third party producer）がPPLへ発電供給することの許可。PPLがIPP（独立発電事業者）と契約を結ぶ。
- ・ 10MW以上の電力負荷を持つ大口需要家への自由なサービス提供の許可。
- ・ 規制を受けた第三者機関（Third party）が合法的に10MW以上の消費者に電力供給するためにPPLの電力線にアクセスすることの許可
- ・ 第三者機関によるPPL供給エリア外（地方電化など）での発電、小売り、配電網に対する投資許可。
- ・ 国内統一料金での郵便切手価格設定システムの利用。
- ・ 独立電力産業規制局としてICCC法（2002）に基づき設置された独立消費者競争委員会（ICCC）が規制契約に基づき、電気料金およびPPLの電力供給運営に関する規制に対し責任を有する。また、ICCCはPPLに関する上限収益価格規制、およびPPLと他の電力市場参入者への事業許可条件の設定を行う。

ただし、ICCCは電力の技術的規制に関しては実施能力がないため、PPLに委譲していたが、第三者機関参入による市場競争の拡大の観点から、EIPにおいてDPEを技術的規制機関とすることを決定した。このため、DPEはエネルギー課の人員数を2014年6,7月までに現在の16名から77名に増強することとしている（増強メンバーは主にPPLからリクルートする予定であるとのことである）。

(3) 電力管理委員会の役割

EIPにおいて電力管理委員会（EMC）の役割は以下の通り規定されている。

- ・ EIPの実施監督
- ・ 国家電化展開計画の策定と国家最高執行委員会（NEC）¹³への提出
- ・ 国家電化展開計画に基づき、地域社会奉仕（Community Service Obligations: CSOs）下の電化プロジェクトへ政府による資金供給の優先度評価
- ・ 電化プロジェクトに対する提言（プロジェクトへの投資提案者からの提言を含む）による広く可能な投入の確保
- ・ 地方政府、国会議員との電化プロジェクトの共働
- ・ 発電におけるPPPの機会の確認とNECへの提言
- ・ PPPが提案された場合、PPP法およびガイドラインに従った手続きに関する相談
- ・ 入札後、最良入札書が国家の必要最低条件に適合していることの確認
- ・ 新工業のニーズに応えるため必要な大規模、新電力開発プロジェクトの確認と競争入札システムの実施
- ・ 年間作業計画に含まれているCSOsの確認とCSOs費用の見積もり、およびその費用が地方電化のために配分された予算と整合していること、ならびに政府のCSOsに関するボーダー政策と整合していることを確認
- ・ 電化プロジェクトの年間作業計画の公表と電化工事の入札公示
- ・ 競争入札手続き管理とCentral Supply and Tenders Board (CSTB)のルールに従ってCSOs下の電化投資プロジェクトに対する提案書のスクリーニング
- ・ 経済的に可能な場合、そして全ての環境上望ましい場合、電線ケーブル内の光ファイバー等の最新技術の導入を要請
- ・ タイムリーで効果的なサービス提供を確保するため、プロジェクト実施の協力と監視
- ・ 電力信託基金（Electricity Trust Fund: ETF）の運用に関する監督
- ・ 国家政策目標の達成に関する監視と評価および責任省庁への報告
- ・ 電力産業の全ての市場における競争の推進と入念な審査
- ・ 地方での市場開発の適正なモデルの作成と実施
- ・ 民間セクター参入の推進
- ・ 競争入札実行のための詳細な手段および手続きの作成
- ・ 政策目標の達成に向けた電力産業において重要な役割を担うPPPプロジェクトのPPPセンターおよび他の組織との密接な協議の維持

¹³ 日本の内閣に相当。

3. 電力セクターの概要

3.1 電力関係の法規制

電力を含めたエネルギーに関する重要な法の概要を次に示す。

(1) 電力法 (Electricity Supply Act)

政府資金で作られた電力施設から電気の発電、送電、配電のための大臣の権限に関するもの。

(2) 電力産業法 (Electricity Industry Act; 2000)

PPL の役割と権限に関するもの。

(3) 独立消費者競争委員会法 (Independent Consumer and Competition Commission Act; 2002)

独立消費者競争委員会 (ICCC) の設立とその役割と権限に関するものであり、エネルギー分野に関しては電力、石油の価格等の規制局としての役割を担うことになっている。ICCC 法によって設立した規制の枠組みは価格規制、消費者保護のための規制、そして規制を受ける企業（電力会社等）の経営の監視である。経済的規制局は規制を受ける企業による市場支配または談合などの軽犯罪を防止するために上記3つの経済的規制の側面を等しく実行するものである。また、電気事業者への電気事業許可権限を持つことにより上記経済的規制を行使するものである。

(4) 独立公益事業公社法 (Independent Public Business Corporation Act: 2002)

独立公益事業公社 (IPBC) は国営企業の事業運営の改善ならびに民営化の準備のために設立された機関であり、その役割と権限に関する法律である。なお、IPBC は PPL の株式を 100% 所有しており、その他にも Air Niugini, DataCo PNG, Eda Ranu, Motor Vehicle Insurance, National Development Bank, PNG Ports Corp., Post PNG, Telikom PNG, Water PNG、そして今年新たに設立された National Petroleum Co. の株を 100%、そして Bemobile の株を 85% 所有している。

(5) 州政府および地方レベル政府の組織法 (Organic Law on Provincial Government and Local Level Government)

22 の州と 299 の地方レベル政府に電気の規制権限を与えるもの。

(6) 環境法 (Environmental Act; 2000)

エネルギー分野の開発プロジェクトに対して環境影響調査 (Environmental Impact Assessment : EIA) を求めることができるとするものである。2002 年に改訂版 (Environmental Amendment Act) が制定されている。

3.2 電力事業体制

(1) 電力セクターの組織体制

パプアニューギニアの電力セクターは図3-1に示すとおりであり、2001年12月にパプアニューギニア電気委員会 (ELCOM) から、従業員、負債、資産を引き継ぎパプアニューギニア電力公社 (PPL) が設立された。2002年に設立された独立公益事業公社 (IPBC) がPPLの株を100%所有している。なお、Sirinimuダム、Yonkiダムの資産および水源、ダムの運用・維持管理はELCOMからPNG Dam Ltd. に移管された。

さらに、IPBCを監督する政府機関として公営企業省 (DPEnt) がある。また、電力規制機関として独立消費者競争委員会 (ICCC) 、2014年からICCCは経済的規制機関となり、石油エネルギー省

(DPE) が技術的規制機関となる。さらに、2012年から全国電化展開計画 (NEROP) 実施監督機関として電力管理委員会 (EMC) からPPLは規制を受ける。

PPL以外の電力事業者としてWestern州の電力供給を行う Western PowerとPNG Sustainable Energy Limited (PNGSEL)、および独立発電事業者 (IPP) がある。PPLはWestern州を除き全国の送電、配電を行っている。しかし、今後は2011年12月に政府承認された電力産業政策 (EIP) に基づき、10MWを超える大規模需要家に対しては第三者機関 (IPPs) が電力供給 (発送配電) することが可能となる。10MWを超える需要については別個の電力市場として見なされ、参加意志のある第三者機関はPPLと競争入札することができる。ただし、この競争入札はEMCの監督下で行われる。今後、EMCはこの競争入札実行のための詳細な手段および手続きを作成することになっている。

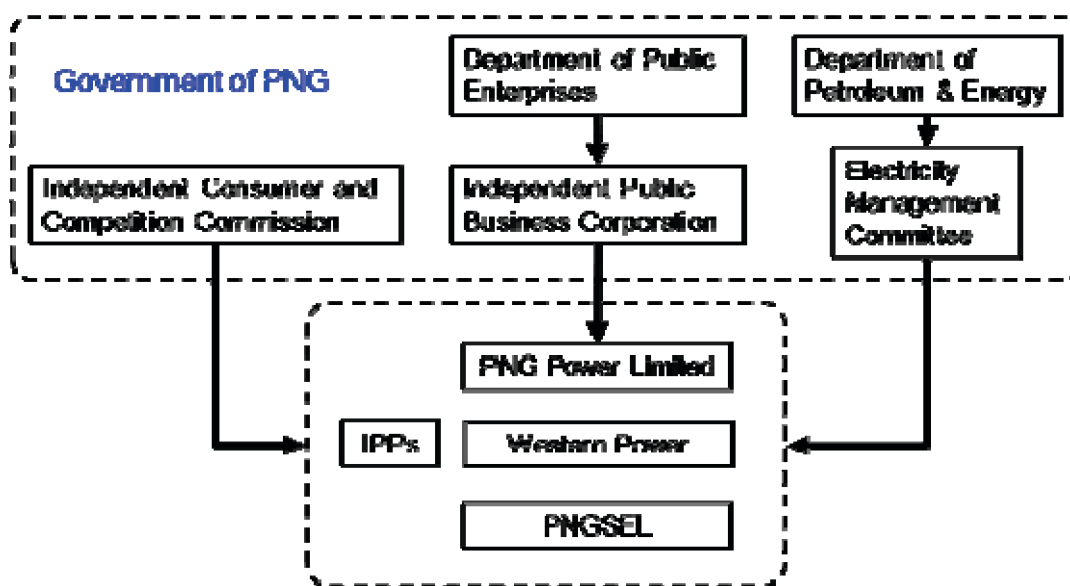


図 3-1 電力セクターの組織体制

3.3 電気料金

(1) 電力需要家

電気料金は A. 産業用需要家料金、B. 一般需要家料金、C. 家庭用料金、D. 公共街灯用料金に分かれている。各需要家の定義は以下のとおりである。

1) 産業用需要家

200kVA 以上の契約容量をもつ需要家、容量料金と使用電力量料金から成る。

2) 一般需要家

住居用建物に供給される以外において、契約容量 200kVA 未満の需要家、住居用建物に自ら居住せず、賃貸している需要家は 200kVA 未満であれば一般供給需要家となる。

3) 家庭用需要家

住居用建物に供給される電力を消費する需要家。

4) 公共街灯用需要家

街灯を設置する市または州政府などの公共団体。

(2) 支払い方式

家庭用需要家と一般需要家には Credit Meter と Easipay という電気料金単価が異なる 2 つの区分がある。Credit Meter は毎月 1 回、1 か月間に使用した電力量を検針し、その結果に基づき電気料金を請求され、支払うという方式であり、日本でも適用されている料金後払い方式と同じである。

一方 Easipay では需要家に Prepaid Meter が設置され、電気料金の先払い方式が取られている。Credit Meter の需要家には電気料金が未払いの場合に 2 週間の猶予を待って電気の供給が停止される。Easipay の需要家はプリペイド料金分の電気を消費すると自動的に電力供給が停止される。

(3) 料金改定

ICCC は CPI、燃料価格、設備投資計画を基に、5 年ごとに PPL と電気料金システムについて契約を行っており、最新の更新契約は 2013 年 11 月に締結した。契約には燃料費等の変動に伴う料金見直しを含んでおり、それに従って PPL は電気料金の改定を行っている。

現行の電気料金は表 3-1 に示すとおりであり、2013 年 4 月にディーゼルオイルの高騰により約 5% 値上げされた（ただし、引き込み工事等の作業料金は値上げ無し）以降は据え置かれている。

表 3-1 現行電気料金表（2013 年 4 月以降）

TARIFF CATEGORY	UNIT	OLD TARIFFS 1st qtr 2013	NEW TARIFFS 2nd qtr 2013
A. Industrial Customers (Credit Meters)			
All energy	toea/kWh	60.01	63.31
Demand charge	Kina/kVA/month	73.10	77.12
Minimum Demand	kVA/month	200	200
B. General Supply Customers (GS)			
B.1 Credit Meters			
All energy	toea/kWh	93.66	98.71
Minimum charge	Kina/month	18.00	18.00
B.2 Easipay			
All energy	toea/kWh	91.25	96.27
Minimum charge	Kina/receipt	50.00	50.00
Easipay Emergency Receipt-GS	Kina/receipt	50.00	50.00
Easipay Emergency Service Fee-GS	Kina/receipt	10.00	10.00
C. Domestic Customers (DC)			
C1. Credit Meters			
First 30 kWh/month	toea/kWh	47.27	49.87
Balance	toea/kWh	80.33	84.76
Minimum charge	Kina/month	15.00	15.00
C2. Easipay			
All energy	toea/kWh	66.05	69.68
Minimum charge	Kina/receipt	15.00	15.00
Easipay Emergency Receipt-DC	Kina/receipt	15.00	15.00
Easipay Emergency Service Fee-DC	Kina/receipt	10.00	10.00
D. Public Lighting Customers			
Metered Streetlights-All Energy	toea/kWh	93.66	98.71
Type of fitting			
40W Fluorescent	Kina/annum	163.00	166.00
80W Fluorescent	Kina/annum	240.00	253.00
50W Mercury vapor HP	Kina/annum	190.00	200.00
80W Mercury vapor HP	Kina/annum	288.00	304.00
125W Mercury vapor HP	Kina/annum	439.00	463.00
250W Mercury vapor HP	Kina/annum	877.00	925.00
400W Mercury vapor HP	Kina/annum	1392.00	1469.00
70W Sodium vapor HP	Kina/annum	262.00	276.00
90W Sodium Vapor HP	Kina/annum	387.00	408.00
120W Sodium vapor HP	Kina/annum	423.00	446.00
135W Sodium Vapor HP	Kina/annum	489.00	516.00
150W Sodium vapor HP	Kina/annum	560.00	580.00

Service	Unit	Charges- January 2013	Charges- May 2013
Public Lighting Charges			
250W Sodium vapor HP	Kina/annum	880.00	928.00
400W Sodium vapor HP	Kina/annum	1404.00	1481.00
500W Tungsten Halogen	Kina/annum	1596.00	1684.00
1500W Tungsten Halogen	Kina/annum	4196.00	4427.00
1000W Quartz Incandescent	Kina/annum	3186.00	3361.00
100W Incandescent	Kina/annum	323.00	341.00
120W Incandescent	Kina/annum	387.00	408.00
150W Incandescent	Kina/annum	473.00	499.00
<i>In addition to electricity prices, the following charges shall apply to Schedule Services:</i>			
Provision of temporary supply			
Minimum account charge	Kina/month	17.00	17.00
Temporary supply connection fee	Kina	97.00	97.00
New connection where service line is available			
Normal hours	Kina	48.00	48.00
After hours	Kina	97.00	97.00
Reconnection or change of customers (excluding defaulting customers)			
Normal hours	Kina	48.00	48.00
After hours	Kina	97.00	97.00
Reconnection for defaulting customers			
Normal hours	Kina	97.00	97.00
After hours	Kina	192.00	192.00
Intermediate meter reading			
	Kina	31.00	31.00
Metering & service fee (single phase)			
	Kina	158.00	158.00
Metering & service fee (three phase)			
	Kina	470.00	470.00
Meter testing			
	Kina	126.00	126.00

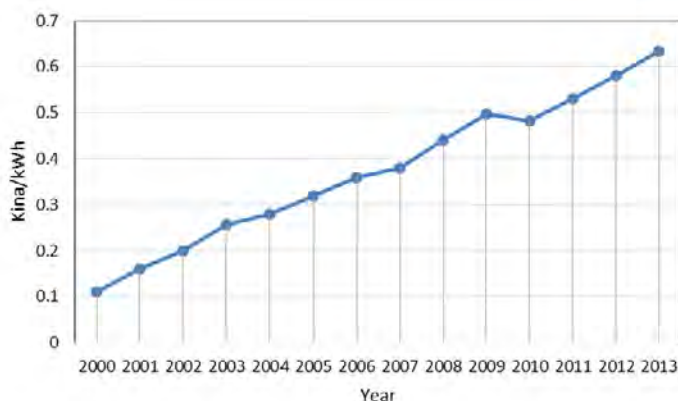
Source: www.pngpower.com.pg

(4) 電気料金の推移

各需要家の販売電力量が不明であり、平均電力料金価格は算出できないため、PNG 太平洋セメント（株）からのヒアリング結果（送電網拡張・修復事業詳細計画調査報告書）ならびに上記最新電気料金表を基に作成した産業用電力料金（従量料金）の推移は図 3-2 に示すとおりである。2000年から現在までの13年間で0.1Kina/kWh から0.6Kina/kWh まで上昇し、2010年を除きほぼ毎年0.05Kina/kWh 上昇している。

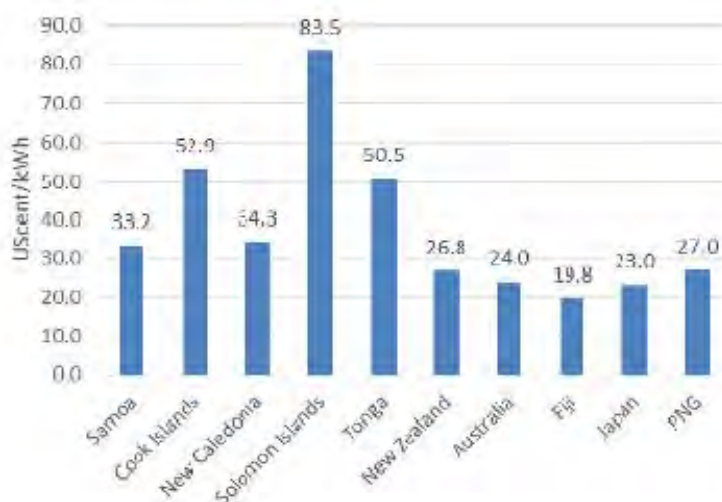
為替レートを0.40Kina/USDとした場合、最新の産業用電力料金は25US¢/kWhであり、日本の業務用電力(契約電力500kW以上)の電力量料金（従量料金）16円/kWhの1.6倍とかなり高く、電力供給の信頼度の低さも考え合わせると外国資本による産業開発におおきな足枷となっている。ひいてはPNG DSPの経済発展ならびに地方電化目標の達成を大変困難なものにしている。

また、近隣諸国との家庭用電力料金比較を図 3-3 に示すように、オーストラリア、ニュージーランド、フィジー、日本よりも高い電力料金となっている。



出典：調査団

図 3-2 産業用電力料金（従量料金）の推移



出典：調査団

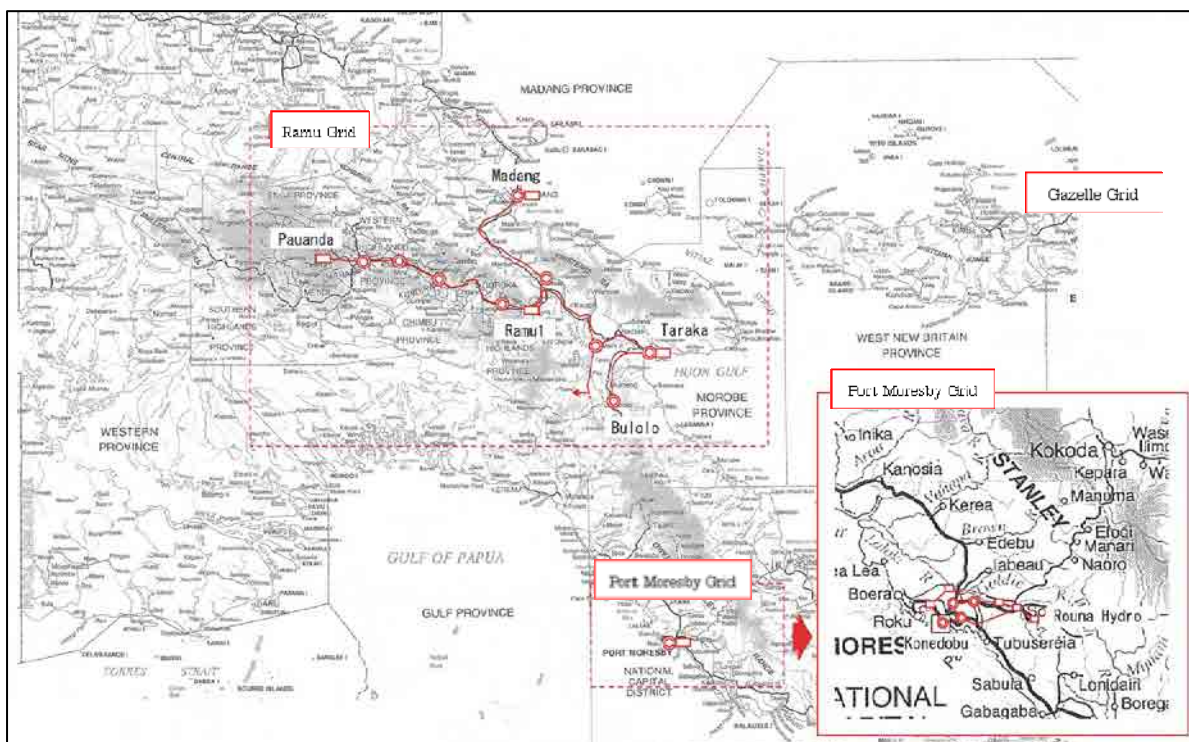
図 3-3 近隣諸国との家庭用電力料金の比較

3.4 電力需給状況

3.4.1 電力需要と需給バランスの推移

(1) PPL が保有する電力系統

PPL は首都ポートモレスビー（POM）系統、最大の商業都市レイ市がある Morobe 州を中心とするラム（Ramu）系統、West New Britain 州のガゼール（Gazelle）系統という 3 つの系統（いずれの間も連系されていない）、そして 17 (2012 年時点) の地方都市に独立電力センターを所有している。



出典：送配電網拡張・修復事業準備調査報告書に追記

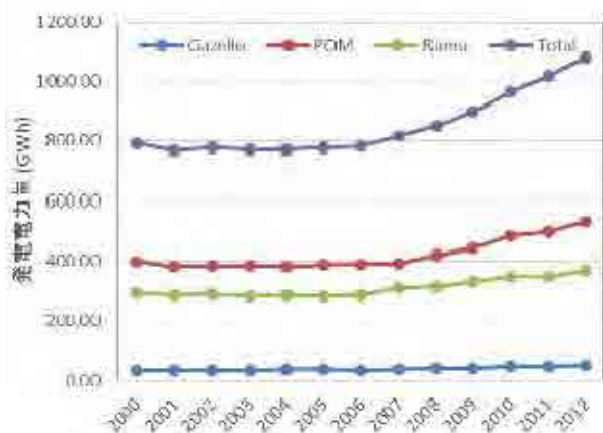
図 3-4 PPL が保有する電力系統

(2) 電力需要の推移

PPL 全体の 2000 年から 2012 年までの発電電力量と販売電力量の実績はそれぞれ、図 3-5、図 3-6 に示すとおりであり、発電電力量は 2006 年まではほぼ一定であったが、2000 年～2005 年にかけて販売電力量は減少傾向を示している。これは、発電電力量と販売電力量の差は Technical Loss（発電所所内ロス、送変電ロス、配電ロス）と Non-technical Loss（盗電等）によるものであるが、この間に設備の変化が無いことから、電気料金値上げに伴う Non-Technical Loss の増大によるもの（2000 年のロス率は 14%であったが、2005 年以降は 20%前後）と推定される。なお、それぞれのロスについては計測されていない。また、2008 年の販売電力量は発電電力量の変化と整合しておらず特異であることから、転記ミスまたは修正ミスと想定される。

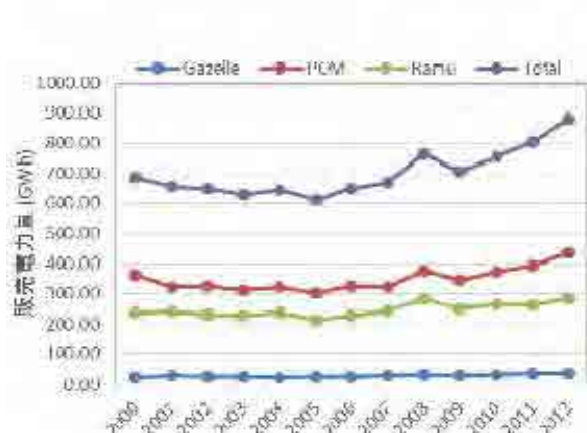
上記発電電力量の2007年以降の平均伸び率は5.5%であり、これは、図2-2に示したGDPの成長率が2007年以降6%を超えていることと整合する。しかし、発電電力量のGDP弾性値でみると0.8程度であり、他の途上国の1.2-1.8に比べて半分程度とかなり低い値である。なお、Brooksは長期的な視点から、有効エネルギーのGDP弾性値は社会が原始的農業からエネルギー依存型の生産様式に移行するにつれて1よりかなり大きい値から1に漸近する、という仮説を途上国を含む22か国のデータを用いて実証した¹⁴。

パプアニューギニアのこの低い弾性値の説明としては、想定の域を出ないが、この期間に経済成長を支えてきた鉱業セクター生産額の伸びは生産量よりも価格上昇による寄与が圧倒的であった、ラムシステムの供給力は需要を常に下回っていたため、大口需要家はやむを得ず自家発電により電力を確保してきた、等が考えられる。本格協力で将来の需要想定を行う際にはGDP弾性値を適用するが適切であるかの吟味が必要と言える。



出典：PPL

図 3-5 発電電力量の実績（2000-2012）



出典：PPL

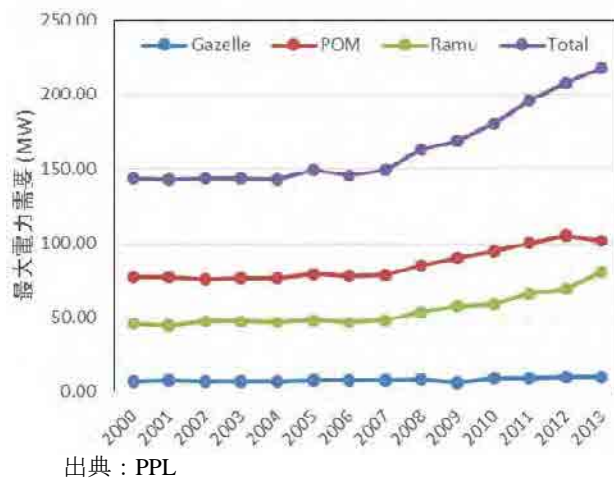
図 3-6 販売電力量の実績（2000-2012）

(3) 需給バランスの推移

PPL全体の2000年から2013年11月までの最大電力需要の実績を図3-7に示す。併せて、2012年、2013年9月までのPOMシステムとRamuシステムの系統平均停電時間指数（SAIDI）をそれぞれ図3-8と図3-9に示す。POMシステムの2013年の販売電力量は7%増加しているが、最大電力需要は2012年より下がっており、さらに、SAIDIは2012年の月平均400分から2013年は月平均800分と倍増している。これは、電力需要は増大しているが、供給力が増加していないため、供給力を超える分については計画停電（輪番停電）を実施していること（最大電力需要の潜在化）が理由と考えられる。

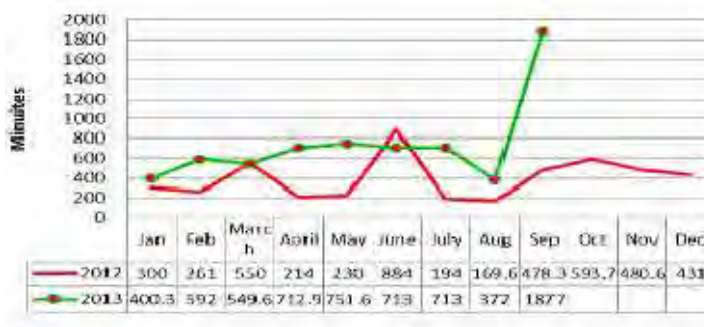
他方、Ramuシステムの2013年の最大電力需要は2012年よりも20MW程度増加している。しかし、2013年のSAIDIは2012年とほぼ同じ月平均1000分程度となっている。これは、Baiune IPP水力（10MW）が2013年1月に運転開始したことなどに伴い最大電力需要の実績値も増加した。しかし、POMシステムと同じく供給力が実際の最大電力需要を下回っているため、最大電力需要実績は供給力（2013年11月時点：89.66MW（P25表3-3））を超えることはできず、2013年も2012年と同等程度の計画停電が実施されている状況であると考えられる。

¹⁴ 出典：電力中央研究所報告「エネルギー経済学の基礎理論総説」平成6年7月



出典：PPL

図 3-7 各系統の最大電力需要の実績（2000-2013）



出典：PPL System Operations Monthly Report September 2013

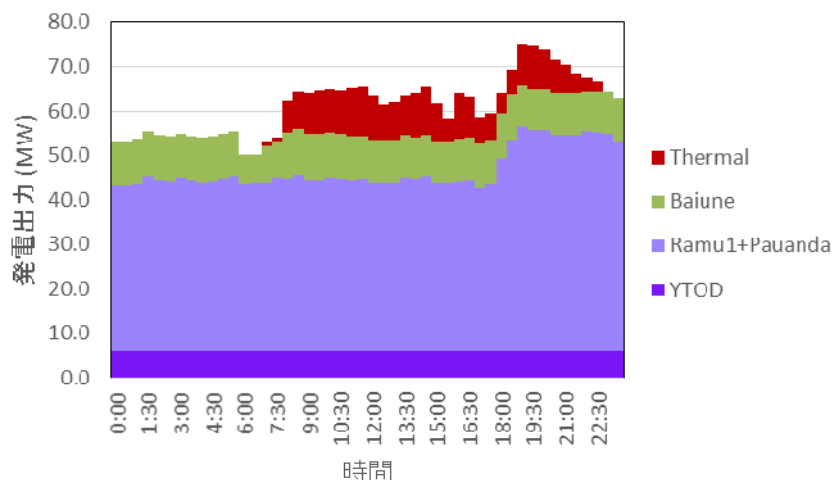
図 3-8 POM SYSTEM SAIDI



図 3-9 RAMU SYSTEM SAIDI

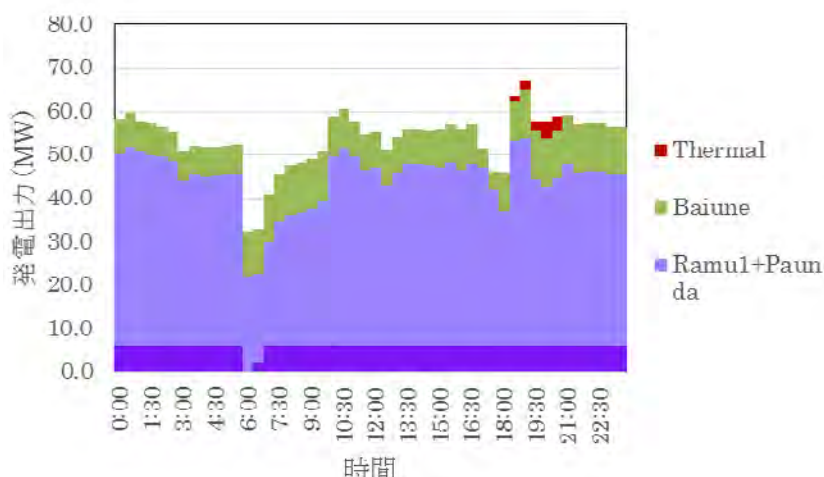
(4) 日負荷曲線と電源の当てはめ (Ramu 系統)

Ramu 系統における重負荷日（11月21日（木））と軽負荷日（11月10日（日））の日負荷曲線と電源の当てはめの実績はそれぞれ図 3-10 と図 3-11 に示すとおりである。



出典：PPL (Ramu Control Center)

図 3-10 重負荷日の運転パターン（2013年11月21日（木））



出典：PPL (Ramu Control Center)

図 3-11 軽負荷日の運転パターン (2013 年 11 月 10 日 (日))

日負荷のピーク時間は夕方 18 時から 21 時であり、これは、ラム系統はレイ市を中心とする工業団地および Hidden Valley 鉱山の電力需要が占める割合が大きく、24 時間操業が多いこと、および、発展途上国では一般的に見られる家庭用需要は夕方の電灯需要が最も大きいことによると考えられる。また、軽負荷時の需要と重負荷時の需要の差が小さいことは、レイ市工業団地および鉱山では日曜日でも稼働していることを示している。

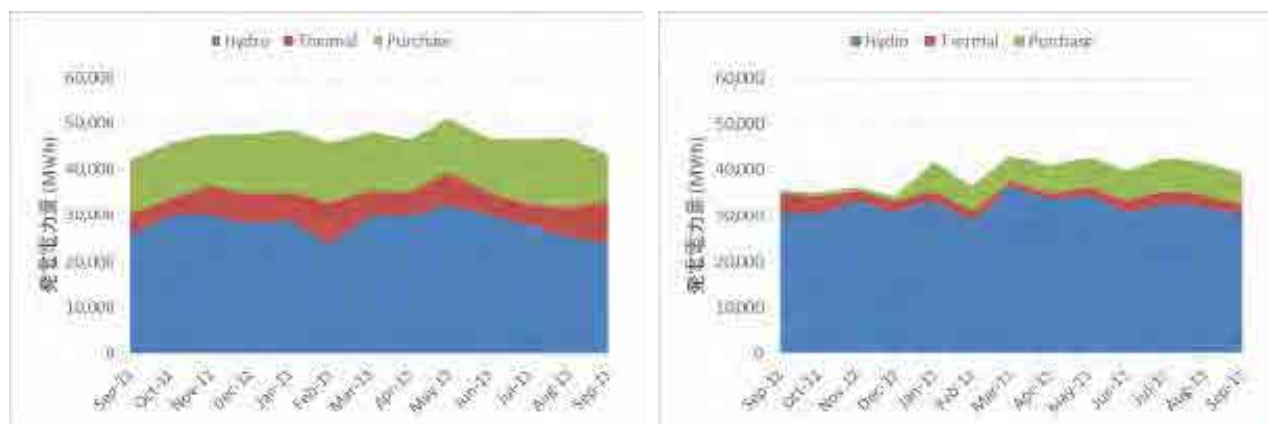
重負荷日の需給運用での問題点は、Ramu1+Paunda 水力は貯水池および調整池を保有しており、供給力の調整が出来るにも関わらず、昼間 8 時から 17 時の間は水力による発電を抑え、燃料費が高く本来予備電源として位置づけられているはずのディーゼル発電を行って、夕方のピーク時のみ水力発電の出力を最大まで高めていることであり、不経済な運用となっている。この理由としては、貯水池の水運用管理は PPL Dam Ltd. になっており、電力供給上最経済的な年間の池 (水) 運用が計画実施されていない、または、PPL との調整が十分ではないためと想像される。

(5) 電源種別毎の発電電力量

2012 年 9 月～2013 年 9 月までの POM 系統および Ramu 系統の電源種別毎の発電電力量をそれぞれ図 3-12 と図 3-13 に示す。なお、POM 系統の購入電力量の電源は全て火力発電 (ガスおよびディーゼル) であり、Ramu 系統の購入電力量は水力 (Baiune) が主なものである。

POM 系統は水力の比率が 6 割程度であるのに対し、Ramu 系統は 2013 年 1 月以降 95%が水力発電である。

POM 系統の水力は雨季乾季の差が見られ、2 月、8 月と 9 月の発電電力量が年間最大月の約 8 割程度に低下している。他方、Ramu 系統は水力の発電電力量は年間を通じて変化が見られない。これは、Yonki 貯水池 (総貯水容量 3.4 億 m³) で年間運用が可能であるためと考えられる。



出典：PPL System Operations Monthly Report September 2013

図 3-12 電源種別ごと発電電力量 (POM)

図 3-13 電源種別ごと発電電力量 (Ramu)

3.4.2 既存の電力設備

(1) 発電設備

1) POM 系統

POM 系統（2013 年 9 月時点）の発電設備を表 3-2 に示す。

廃止された発電設備を除いて全設備出力は 177MW あるが、設備の老朽化およびスペアパーツを全て海外から調達する必要があるため、修繕に時間がかかるなどの理由により、供給力は 103MW と設備出力の約 60%しかない。

IPP としては HFO を燃料とする低速のディーゼル発電設備がある。同設備は BOT（Build, Operation, Transfer）方式で韓国の業者が建設・運用をしており、1999 年 1 月に運用開始され 15 年後に PPL にトランスファーされる。また、同発電所構内にガスタービン発電設備が設置され運用開始している。

表 3-2 POM 系統の発電設備 (2013 年 9 月時点)

Power Plants	Type	Capacity (MW)				Name of Manufacturer	Year of Commis.	Remarks
		Nos.	Unit Rating	Total	Available			
Rouna No.1	Hydro #3	1	1.00	1.00	1.00	Vobine	1957	
	Hydro #4	1	2.50	2.50	2.50	Vobine	1962	
Rouna No.2	#1, #4, #5	3	8.00	24.00	24.00	Andritz Yatech	2007-9	
	#2, #3	2	6.00	12.00	5.00	Voest Alpine	1969	#3Outage
Rouna No.3	#1, #2	2	6.00	12.00	10.00	Vobing	1975	
Rouna No.4	Hydro #3	1	6.60	6.60	6.00	Ebara	1986	
	Hydro #4	1	6.60	6.60	6.00	Ebara	1986	
Sirinumu	Hydro	1	1.50	1.50	0.60	Andriz	1973	
Moitaka GT	Gas Turbine	2	12.00	24.00	10.00		1982	#1Waiting bearing
Moitaka DEG	DO, HFO	2	7.80	15.60	12.00	HZ-Sulzer	1985	
Moitaka DEG	DO, HFO	2	8.10	16.20	4.00	Mirrlees-Blkstone	1990	#3Major Overhaul
Kanudi (IPP)	Gas Turbine	2	15.00	30.00	10.00			#1Broken Turbine
Kanudi (IPP)	DO, HFO	2	12.50	25.00	12.00	Man BMW	1997	#2 Forced Outage
Total				177.00	103.10			

出典：PPL System operation データに基づき調査団が作成

2) Ramu 系統

Ramu 系統（2013 年 11 月時点）の発電設備を表 3-3 に示す。

表 3-3 Ramu 系統の発電設備（2013 年 11 月時点）

Power Plants	Type	Capacity (MW)				Name of Manufacturer	Year of Commis.	Remarks
		Nos.	Unit Rating	Total	Available			
Pauanda	Pond	2	6.00	12.00	10.00	n.a.	1983	
Ramu 1	Reserv. #1-3	3	15.00	45.00	46.00	Litostroj	1976	
	Reserv. #4,#5	2	15.00	30.00		Boving	1990	#4 rehabilitation
YTOD	Run-of-River	2	9.00	18.00	6.00	Halpin	2013	Nov. commissioning
Madang DEG	#2, #3	2	1.50	3.00	0.50		1971/72	
	#5	1	3.20	3.20	2.00		1980/08	
	#7, #8, #9	3	1.12	3.36	0.80		1980/08	
	#10, #11, #12	3	1.80	5.40	3.00		1980/08	
Milford DEG	#1, #2	2	0.84	1.68	-		1959	decommission
	#3,#4	2	2.50	5.00	2.00	Ruston	1969	#3 Forced Outage
	#5,#6	2	3.20	6.40	2.00	Ruston	1969	#5 Forced Outage
	#7 - #11	5	3.26	16.30	-	Caterpillar	1988	All Forced Outage
	#12	1	1.50	1.50	0.50		2009	container type
Taraka DEG	#1 - #8	8	1.44	11.52	7.20	Caterpillar	2009	#3, #6 Forced Out.
Mendi DEG	#1 - #4	4	1.50	6.00	0.90		1979	#1-#3decommission
Wabag DEG	#1 - #4	4		2.59	1.36	Caterpillar	1985	#3 Forced Outage
Kundiawa	#1	1	1.44	1.44	1.20			
Goroka	#1, #2	2	1.44	2.88	1.20			#2 Forced Outage
Baiune (IPP)	Pond	2	6.50	13.00	5.00		2013	
Total				188.27	89.66			

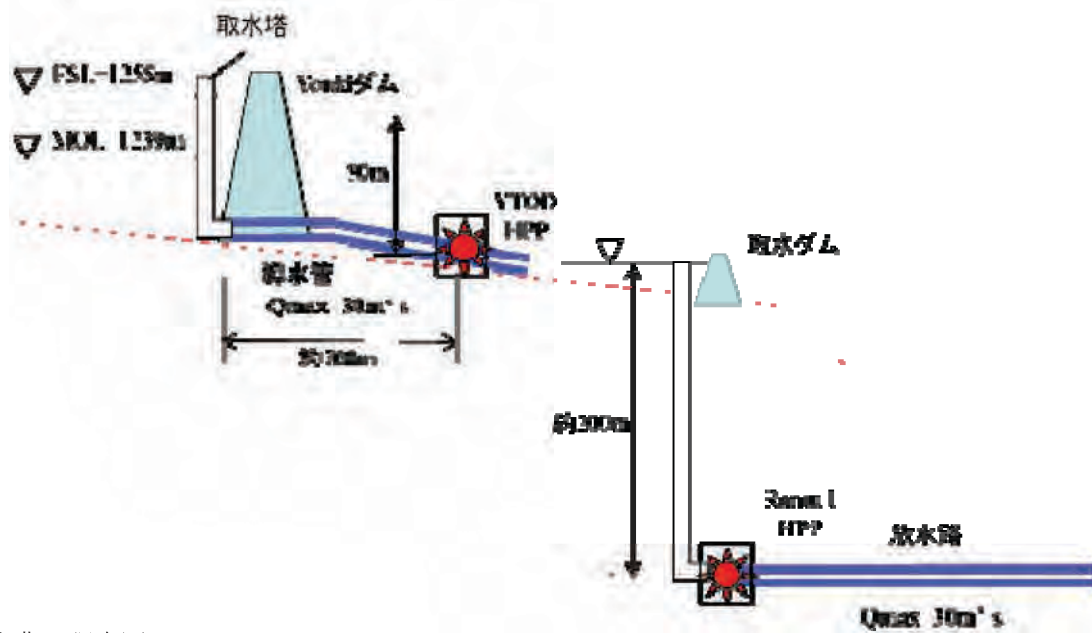
出典：PPL System operation データに基づき調査団が作成

Ramu1 水力発電所および Pauanda 水力発電所を主電源としている。また、Yonki Toe of Dam (YTOD)水力が 2013 年 11 月 1 日に運転開始をした。

YTOD と Ramu 1 水力の発電計画の概念図を図 3-14 に示す。なお、Yonki ダムは 1990 年に WB の資金援助で建設された。

Ramu1 (5×15MW)の内 1 台は予備機であり、さらに、放水路の通水能力が最大 30m³/s であることから、最大供給力は 46MW と算定される。

また、YTOD は Ramu1 の既設導水管から分岐取水し、Yonki ダムと Ramu1 取水堰間の有休落差 50m を利用するものである。中国の EPC コントラクター (CNEEC) により建設されたが、Yonki ダムの取水塔からタービンまでの導水管の延長が約 700m あるにもかかわらず、サージタンクを設けていないため、遮断時発電機器が許容回転数以上になる可能性がある。このため、使用水量を半分以下に制限し 6MW の一定出力運転を行っている。なお、サージタンクの増設工事のコンサルティングを日本工営が受注し、実施中である。増設工事は 2015 年 6 月の完成を目指している。なお、最大使用水量は 30m³/s であり、有効落差 50m であることから、サージタンク完成後の供給力は 13MW 予想される。



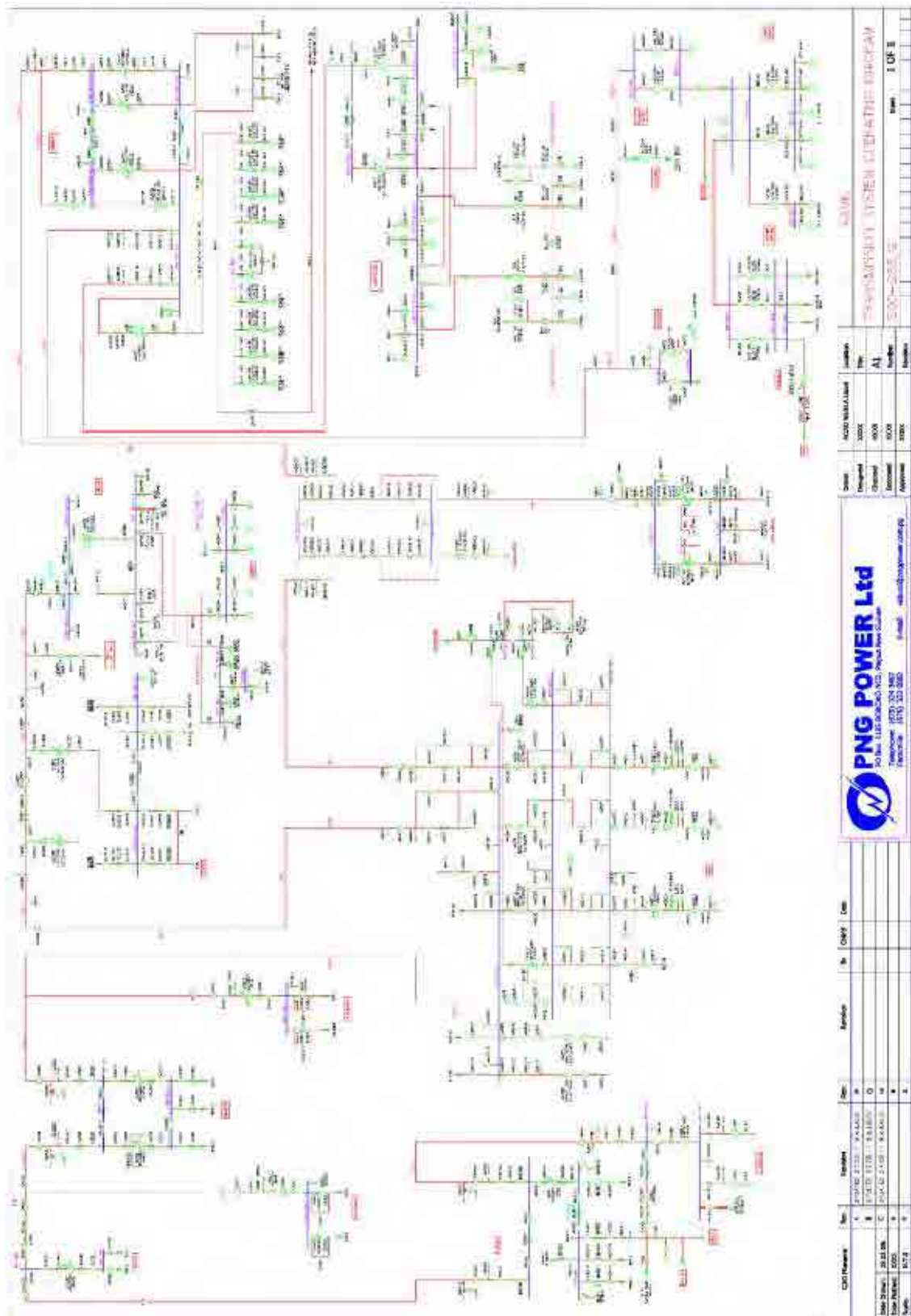
出典：調査団

図 3-14 Y TOD 水力と Ramu 1 水力の概念図

IPP として Forest Puroduct Ltd.が所有する Baiune 水力発電所（供給力 10MW）がある。近傍に Hidden Valley 鉱山（最大需要 16MW）があり、そこへの電力供給がメインとなっている。

(2) Ramu 系統の送変電設備

Ramu 系統の単線結線図 (2011 年 8 月 24 日版) を図 3-15 に示す。



出典：PPL

図 3-15 Ramu 系統の単線結線図

送電電圧は 33/66/132kV が採用され、132kV 送電線は総延長約 307km で Ramu、Gusap、Erap、Hidden Valley、Baiune-2 及び Taraka の 6 変電所間で全て 1 回線連系である。

66kV 送電線の総延長は約 304km となっている。

一方、変電設備については、132kV から 66/33/11kV の 3 種類に分かれている。これら送電線の概要を表 3-4 に、132kV 変圧器を表 3-5 に示す。

表 3-4 132kV 及び 66kV 送電線の概要

No.	Line No.	Name of Power/Substation		Length (km)	Specification of Conductor				OPGW
		From	To		Type	Name	In (A)	(MVA)	
A: 132kV Transmission Line									
1	601	Ramu	Erap	118	ACSR	Dear	749	171	
2	602	Ramu	Gusap	43	ACSR	Tiger	361	83	
3	603	Erap	Taraka	42	ACSR	Dear	749	171	Yes
4	604	Erap	Hidden Valley (HV)	110	AAAC	Sapphire	776	177	Yes
5		T-point of Erap-HV	Baiune-2		ACSR				Yes
Total				313					
B: 66kV Transmission Line									
1	509	Taraka	Milford	4.6	ACSR	Camel	776	89	
2	508/1	Taraka	Nadzab	40.0	ACSR	Mink	218	25	
3		Gusap	Meiro	2.6	ACSR	Tiger	361	41	
4	506/1	Ramu	Kainantu	15.2	ACSR	Dog	312	36	
5	506/3	Kainantu	Himitovi	63.9	ACSR	Dog	312	36	
6	507/1	Himitovi	Kundiawa	60.2	ACSR	Dog	312	36	
7	514	T-Branch of above	Kudjip	48.3	ACSR	Dog	312	36	
8	515	Kudjip	Dobel	35.3	ACSR	Dog	312	36	
9	510	Dobel	Pauanda	37.7	ACSR	Dog	312	36	
Total				307.8					

出典：調査団

表 3-5 132kV 変圧器の概要

No.	Description	Transformer (MVA)		Remarks
		Voltage	Capacity	
A: 132/66/33/11kV with OLTC				
1	Taraka No.3 Tr.	132/66	20	Auto Tr.
2	Taraka No.4 Tr.	132/66	20	
3	Gusap	132/66	20	
4	Ramu No. 8 Tr.	132/66	20	
5	Ramu No. 9 Tr.	132/66	20	
6	Ramu No. 10 Tr.	132/66	20	
7	Baiune-2	132/33	20	
8	Ramu No. AA6T4	132/11	18	For Gen.
9	Ramu No. AA6T5	132/11	18	For Gen.
10	Taraka No. 1 Tr.	132/11	20	
11	Taraka No. 2 Tr.	132/11	20	
12	Hidden Valley No.1 Tr.	132/11	25	
13	Hidden Valley No.2 Tr.	132/11	25	
Total			266	

出典：送配電網拡張・修復事業準備調査報告書

(3) 配電設備

配電電圧は市街地及び大部分の町で 11kV が採用されているが、Gusap、Lae 及び Southern Highlands 州の Mendi 等の山間地で 22kV 配電が行われている。なお、6.6kV は発電機電圧として使用され、低圧は全て 415-240V である。一方、配電線路が長距離になる時は、一時的な対策として Voltage Regulator を使用し電圧を上げている線路が散在している。

3.5 ラム系統における電力開発計画および系統拡充計画

(1) 電力需要想定

パプアニューギニア国内の電力需要想定としては、ADB の技術支援による “Power Sector Development Plan ; Draft Final Report Jan. 2009” が以下の理由から現時点でも最も予測精度が高いと思われる。

- ① 産業用需要(鉱山、新商業地区を含む)、一般電力需要、家庭用需要に区分し、それぞれ②③の方法で想定し、積み上げている。
- ② 産業用需要については、2011 年から操業するされていた Hidden Valley 鉱山と 2012 年から操業するとされていた Ramu Nico 鉱山需要を織り込んでいる。ただし、Wafi/Golpu ほかの鉱山需要は想定に含めていない。
- ③ 家庭用需要については地方電化による需要増（2030 年の世帯電化率 70%）を織り込んでいる。さらに、一般電力需要は都市部で家庭用需要の 2 倍、地方部で 1 倍として見積もっている。最終調査報告書（案）に記載されているラム系統の電力需要は表 3-6、図 3-16 に示すとおりである。2013 年の電力需要実績と比較すると、2011 年の想定値とほぼ同じである。

表 3-6 ラム系統の電力需要予測 (ADB)

年	Unit	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
家庭用需要	GWh	39	45	52	60	69	81	94	109	126	145	168	194	224	256	292	336	384	437	495	560
一般需要	GWh	146	162	180	200	222	249	278	312	350	391	441	499	563	633	711	801	902	1,011	1,133	1,268
産業用需要	GWh	42	46	50	173	809	815	821	828	837	846	856	868	882	897	913	932	953	976	1,002	1,031
販売電力量計	GWh	226	253	282	433	1,100	1,145	1,193	1,249	1,313	1,382	1,465	1,561	1,669	1,786	1,916	2,069	2,239	2,424	2,630	2,859
電力量損失		22.0%	21.0%	20.0%	17.1%	12.4%	12.3%	11.8%	11.3%	10.8%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%
発電電力量	GWh	290	320	353	523	1,256	1,306	1,353	1,408	1,472	1,536	1,628	1,734	1,854	1,984	2,129	2,299	2,488	2,693	2,922	3,177
年負荷率		54.9%	55.1%	55.3%	61.9%	78.7%	78.6%	78.5%	78.4%	78.3%	78.2%	78.1%	78.0%	77.9%	77.8%	77.7%	77.6%	77.5%	77.4%	77.3%	77.2%
最大電力	MW	60.4	66.3	72.8	96.4	182.2	189.6	196.8	205.0	214.6	224.2	237.9	253.8	271.8	291.2	312.8	338.2	366.4	397.2	431.5	469.7

出典：Power Sector Development Plan ; Draft Final Report Jan. 2009

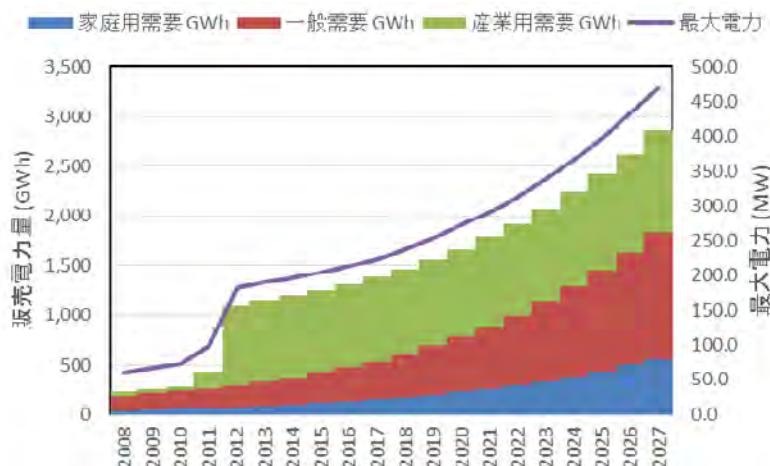


図 3-16 ラム系統の電力需要予測 (ADB)

また、公営企業省 (DPent) および PLN Madang 支所からのヒアリングによるラム系統の鉱業、新商業地区の電力需要予測は表 3-7 に示すとおりである。

上記 ADB の需要予測では鉱山需要は 100MW であったが、Wafi/Golpu, Yandera を加えると 300MW 増加し、450MW となる。さらに、国家開発戦略計画 (DSP) の GDP 成長率 8%と人口増 (増加率 2.8%) に伴う需要増を加味すると 2030 年断面における最大電力は、鉱山開発が順調に進み、かつその電力需要を全て系統から賄うとした場合には 1,000MW 程度と、2013 年現在の 88MW の 10 倍以上になると予想される。

表 3-7 産業用 (鉱業、新商業地区) 電力需要予測

No.	Description	[Year]	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Remarks
A: Lae Distribution System		[Unit]																	
1	Wafi Golpu (Gold/Copper Mine)																		
	1) For Construction Stage	[MW]	30	30	30	30	30												
	2) For Operation	[MW]						180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	*1
2	Yandera (Copper/Molybdenum Mine)																		
	1) For Construction Stage	[MW]		25	25	25	25												
	2) For Operation	[MW]						120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	*2
	Sub total		30	55	55	55	55	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	
B: Other Distribution System																			
1	Ramu Nico (Nickel/Cobalt Mine)																		
	1) For Construction Stage	[MW]																	
	2) For Operation	[MW]	30	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	*3
	Sub total		30	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
C: Other Distribution System																			
1	Madang Marine Industrial Park	[MW]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	*4
	Sub total		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
	Total		80	105	125	125	125	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370	*5

Remarks:

- *1: Estimated demand is 180 to 200MW
- *2: Estimated demand is 120 to 150MW
- *3: Already in operation but below capacity (<50%?) and need to improve, therefore need additional power; Maybe 30-50MW
- *4: Estimated demand for operations
- *5: Total figures exclude demands for Copper Smelter (1000-1500 MW), Mt Kare Gold Mine (80-100 MW?), and Chuave Cement Plant (~10 MW)

出典：調査団ヒアリング(DPent, PPL)結果

(2) 電源開発計画

PPL は 2 年に 1 度 15 か年電力開発計画を策定しており、現在 2013-2027 年計画を策定中である。その中で PPL の計画局が考えている電源開発候補地点の計画諸元と運用開始可能年度は表 3-8 のとおりである。全てが開発されても、上記 2030 年の電力需要 1,000MW の半分程度であり、他方で将来の電力需要は鉱山開発に大きく左右される。よって Ramu 系統においては、こうした大規模需要家の開発動向や電力確保の方針、投資判断に対する電力供給状況の影響等も把握 (想定) しつつ、複数の電力需要シナリオを設定したうえで、電源の開発計画を策定することおよび電源開発候補地点を発掘形成することが望まれる。

また、水力の供給力は設備供給力であり、乾季および渇水年を考慮した常時出力ではないことに留意する必要があるとともに、負荷変動調整能力 (調整池式・貯水池式) についても不明である。

Ramu 2 水力の発電計画は 120MW×2 台=240MW と報じられているが、Ramu 1 水力からの放流量 30m³/s、有効落差 760m から計算すると最大出力は 200MW である。また取水地点は石灰岩の急峻な谷地形であるため、調整池の建設は困難であり、流れ込み式となる見込みである。単機容量 120MW は現在のラム系統の規模よりも大きく、系統に連系された場合、事故時に系統に与える影響が大き過ぎるので、再考が望まれる。

従って、大規模水力開発計画については供給信頼度計算プログラムを用いた必要予備力の計算、および需給シミュレーションプログラムを用いた需給の当てはめを行い、最経済的かつ供給信頼度の高い開発規模、単機容量、形式等を決定する必要がある。

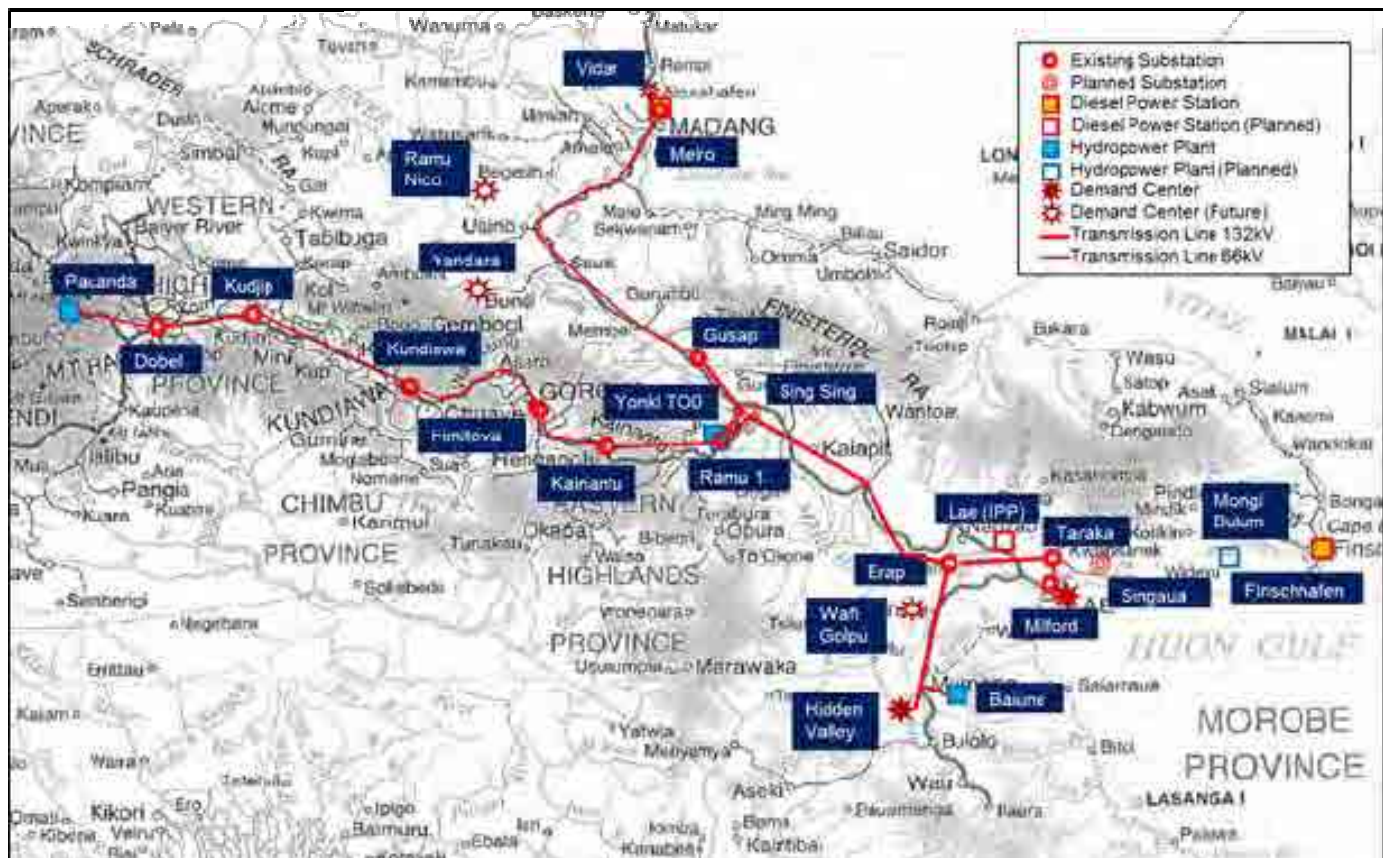
表 3-8 ラムシステムの電源開発候補地点

Type	発電所名	開発主体	供給力 (MW)	現状ステージ	運用開始可能年度
水力	YTOE	PPL	7.0 (増分)	サージタンク増設工事着手	2015 年
	Mongi/Bulum	PPL	100 - 130	PreFS 完了	2020 年
	Kaugel	PPL	80 - 100	不明	不明
	Ramu 2	未定	200 - 240	IPBC が FS 実施中	2020 年
LNG	Singaua	PPL	100	不明	不明
DEG(HFO)	Lae IPP 1	IPP(韓国)	30	PPA 交渉中	2015 年
Biomass	Lae IPP 2	IPP	30	PPA 交渉中	2015 年

計 547 - 637

出典：調査団

上記新規電源開発地点、既設発電所・基幹送電線および大規模需要中心（鉱山等）を含めたラムシステムの系統図を図 3-17 に示す。



出典：調査団

図 3-17 ラム系統の系統図（既設および計画）

3.6 電力セクターにおける他ドナーの支援状況

パプアニューギニアの電力セクターにおける主要ドナーは、世界銀行、アジア開発銀行、そして JICA である。最近では世界銀行、アジア開発銀行が主にポートモレスビー系統に焦点を当てた事業を行っている他、パプアニューギニア国政府の開発戦略計画 2010-2030 年 (Development Strategic Plan 2010-2030) に掲げる電化計画 (家庭の電化率を 12.4% (2010 年) から 70% (2030 年) にする) を達成するため国家電化展開計画 (NEROP) を支援している。2013 年 12 月 3 日に Grid Code (送電系統運用規則) と Third Party Access Code (第三者機関アクセス規則)、12 月 4,5 日に NEROP のためワークショップを DPE と共同で開催し、各ステークホルダーからのコメントを集約した。

3.6.1 世界銀行

世界銀行が実施中、または過去に実施した主要な電力案件は以下のとおりある。

1. は①持続可能な電力開発と地方電化のための政策支援と②ポートモレスビー系統の Naoro Brown 水力発電(80MW)の開発促進支援という 2 つのコンポーネントがある。
3. は Yonki ダムの建設と Ramu1 水力発電所の改造等である。

1. PNG Energy Sector Development Project (Loan)	7.30 mil.USD	2013
2. Gas Development and Utilization Technical Assistance Project	7.00 mil.USD	2005
3. The Yonki Hydroelectric Project(Loan)	28.50 mil.USD	1986

3.6.2 アジア開発銀行

アジア開発銀行が実施中、または過去に実施した主要な電力案件は以下のとおりある。

4. は POM 系統の発電・送変電・配電の開発計画策定であり、本プロジェクトの参考となると考えられる。調査は 2012 年に完了しており (コンサルタント SMEC)、1. のローンプロジェクトも開始していることから、調査報告書の共有を ADB に依頼したが、オーストラリア事務所のプロジェクトオフィサーから報告書はドラフト段階であり、ファイナライズされたらネット公開するとの回答があり、入手できなかった。

1. Port Moresby Power Grid Development Project (Loan)	66.70 mil.USD	2013
2. Implementation of the Electricity Industry Policy (TA)	1.00 mil.USD	2012
3. Improve Energy Access for Rural Communities (Grant)		2012
4. Port Moresby Power Grid Development Project (TA)	1.20 mil.USD	2011
5. Town Electrification Investment Program – Tranche 1 (Loan)	120.00 mil.USD	2010
6. Power Sector Development Plan (Grant)		2007

3.7 電力セクターの課題

パプアニューギニア電力セクターの大きな問題として、輸入化石燃料の価格の急騰と使用量の増大が挙げられる。市場の原油価格は図 3-18 に示すとおり、過去 10 年間で 3 倍以上まで高騰しており、また、供給力不足からディーゼル発電の位置づけが予備力からピーク供給力に変化したことにより、発電量も年々増加傾向にある。これに伴い電気料金も図 3-2 に示したように過去 10 年間で 6 倍まで高騰している。これらの影響により、国内産業の競争力の低下、Non-technical ロスの増大、グリッド延伸による地方電化促進の阻害、また、CO₂ 排出量の増大に伴う地球環境への負荷の増大に繋がっている。

他方、Vision 2050 および PNG EIP の中では豊富な再生可能エネルギーポテンシャルの開発推進および利用拡大をすることとしている。

したがって、電力セクターの大きな課題としては、クリーンでかつ価格が安定した再生可能エネルギーの開発推進および利用拡大に当たって、経済的でかつ安定した電力供給を目指した最適電力開発計画の策定が求められている。



出典：石油連盟、「今日の石油産業データ集」<http://www.paj.gr.jp/statis/>

図 3-18 原油輸入価格の推移

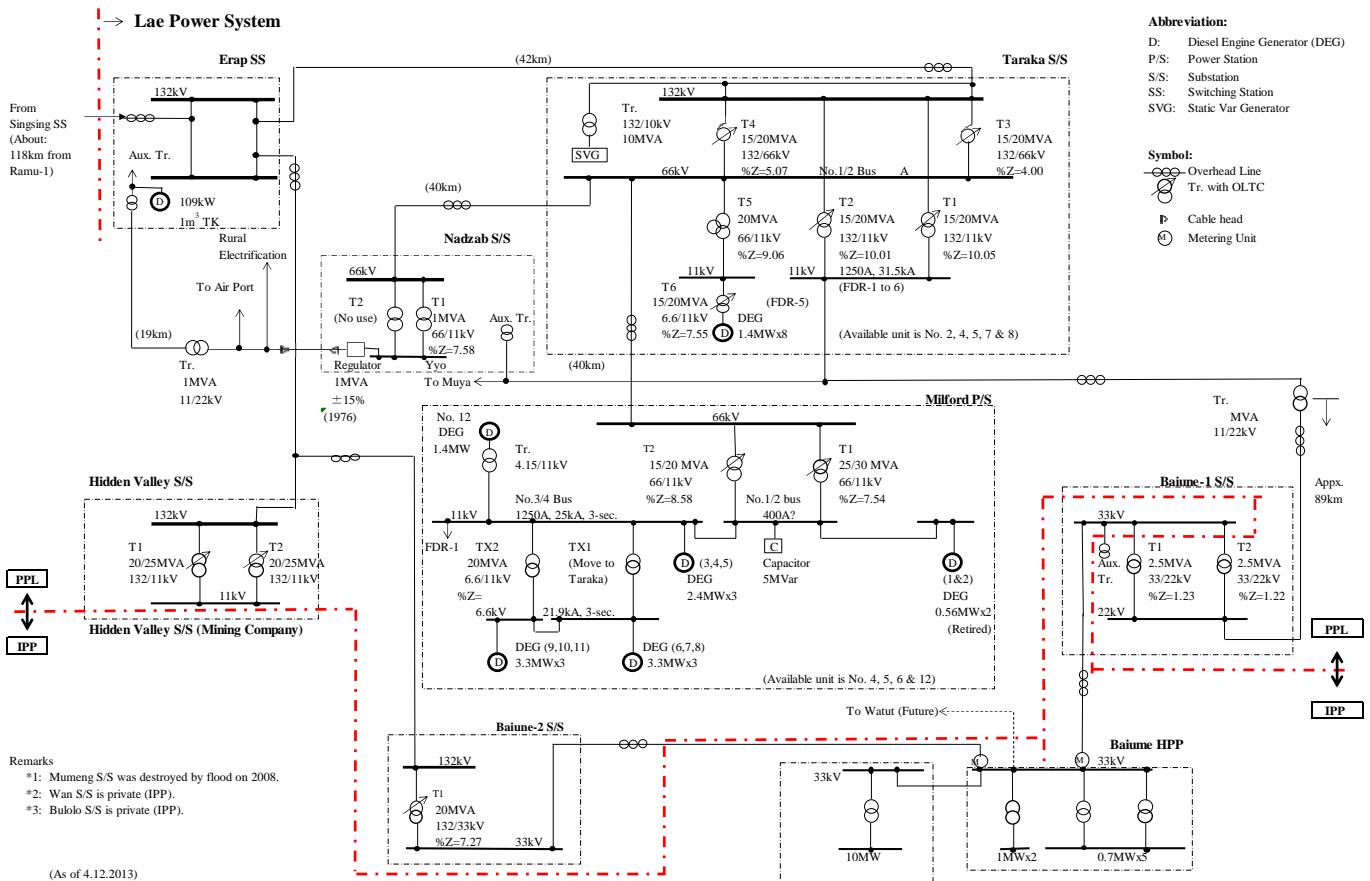
4. レイ地域の電力需給および設備の現状と課題

4.1 電力需給および設備の現状

レイ市は、Morobe 州（人口約 65 万人）の州都で、人口 12 万人強のパプアニューギニア第 2 の市である。電力の殆どは州外にある Ramu 発電所等から約 160km の 132kV 送電線で同市の基幹変電所である Taraka 変電所に送電され各需要家へ供給されている。同市で PPL は 2 か所の発電設備（現有出力 17MW）を運用していると共に IPP から約 10MW を買電している。

レイ地域の電力網は、1 か所の発電所と 132kV、66kV 及び 33kV の送電線及び 6 か所の変電設備で構成され、この内、Taraka 変電所には DEG 発電機が仮置きされている。配電設備は 11kV 及び一部で 22kV から配電用変圧器で 415/240V に降圧され各需要家へ接続されているが、一部の大口需要家へは 11kV で接続されている。

これら電力設備の概略系統図を図 4-1 に示す。



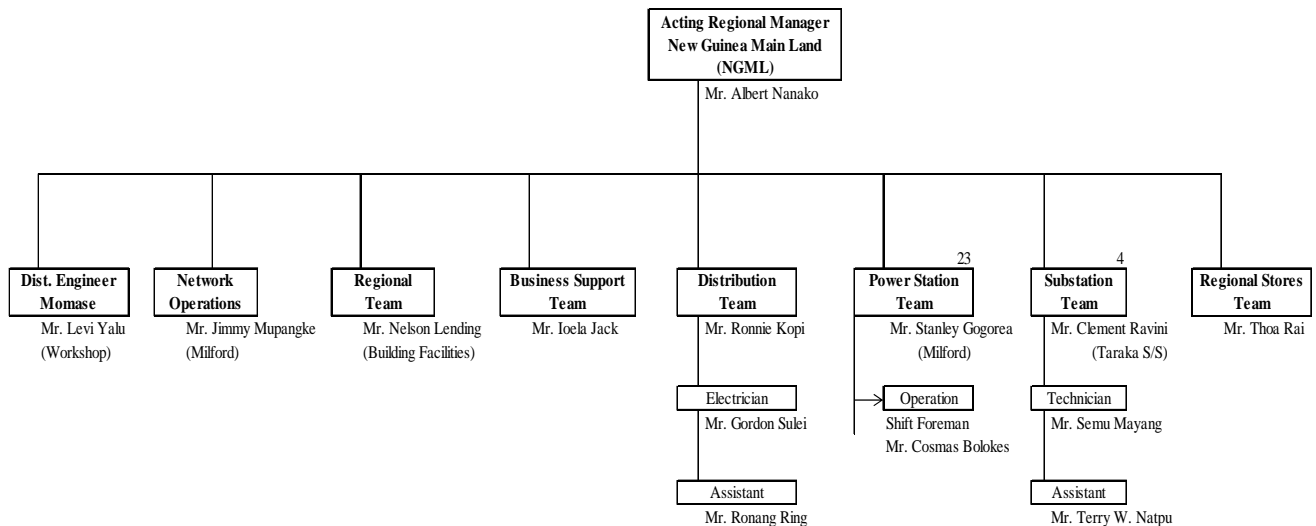
出典：調査団

図 4-1 レイ地域の電力系統図

4.1.1 電力需給状況

(1) PPL レイ支局の概要

レイ支局は、ほぼレイ市の中心に位置し約 120 名の職員からなる PPL 最大の支局である。大部分の職員は Morobe 州に係る業務を行っているが、一部のチームは広範囲にわたる他州にある電力関連設備の維持管理も行っている。これらレイ支局の組織図を図 4-2 に示す。



Remarks:

- 1) () means the location of office.
- 2) Regional consists of 4 provinces such as **MO**robe, **MA**dan, East and West **SE**epik (**MOMASE**).
- 3) Substation Team is in charge of 9-S/S such as Taraka, Milford, Nadzab, Erap, Hidden Valley, Baiune-1/2, Meiro (Madang), Yonki (Ramu), Gusap & Dobel (Mount Hargen).
- 4) Regional Team is in charge of Assets such as building facilities for 14-towns, such as Lae, Finschhafen, Wau, Madang, Goroka, Kundiawa, MT. Hagen, Mendi, Wabag, Angoram, Wewak, Maprik, Aitape and Vanimo.
- 5) Transmission and Testing staffs are staying at Yonki.

(As of End of Nov. 2013)

出典：PPL

図 4-2 PPL レイ支局の組織図

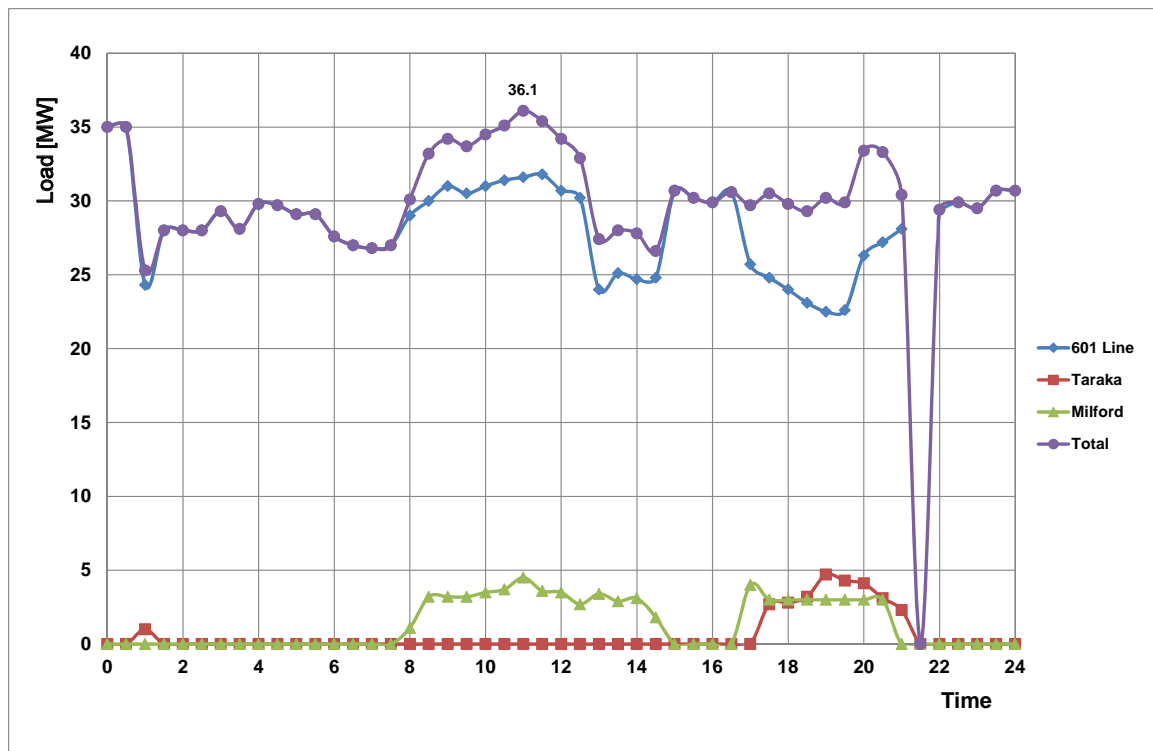
(2) レイ地域の電力需給状況

PPL は、Milford 発電所及び Taraka 変電所の 2 か所で発電設備を運用している。これら設備は合計 17MW の現有出力で、尖頭負荷用として運用されている。なお、IPP により約 10~16MW が供給されているが、これは全て鉱山会社に売電されている。電力の殆どは、州外にある Ramu 及び Yonki TOD 発電所等から 132kV 送電線で Erap 開閉所を経由し Taraka 変電所に送電されレイ市内に供給されている。従って、この 132kV 送電線が停止すると市内は全停を余儀なくされる。

レイ市内は、Taraka 変電所及び Milford 発電所にある 11kV SWGR より 11kV 配電線路で 11/0.415-0.24kV に降圧され 3 相 4 線式で各需要家へ配電されている。

近年においては、商工業の発展がめざましく、加えて鉱山開発等が数多く計画されているが、変電及び配電設備の老朽化が顕著で、このため設備の定格容量を下回った運用を余儀なくされており、既存変電所及び配電網はパンク寸前の状態となっている。

一方、調査期間中にレイ地域の最大電力 36.1MW を記録した 2013 年 11 月 16 日の日負荷曲線を図 5-3 に示す。この日は、市内全域の停電が午後 9 時過ぎに発生した。



出典：PPL

図 4-3 レイ地域の 11 月 16 日の日負荷曲線

4.1.2 送電設備

(1) 設備概要

送電線の電圧は 33、66 及び 132kV で、Ramu-1 発電所から 132kV で約 120km のところに位置する Erap 開閉所に引き込まれ、そこから更に約 42km 離れた Taraka 変電所に接続されている。また、Erap 開閉所は、2012 年 3 月に運用を開始した Hidden Valley 変電所と連系され、途中 T 分岐で Baiune-1 変電所と接続されている。

66kV 系統は Taraka 変電所から Nadzab 変電所までの約 40km と Milford 発電所間の 2 か所で運用されている。33kV 系統は IPP の Baiune 水力発電所と Baiune-1 及び Baiune-2 変電所間の 2 か所で運用されている。また、レイ地域内の 132kV 系統の架空地線は OPGW に置き換えてあるとのこと。なお、一部の 132kV 送電線にダンパーが付いていない区間が見受けられた。主な送電線路の写真を以下に示す。



(2) 運用状況

送電線路の運用は、Network Operator と呼ばれる一人の Staff が 132/66/33kV 系統の運用を携帯電話で行っている。現在、Taraka 変電所でレイ系統の運用を行えるよう、SCADA の導入が進行中である。なお、Erap 開閉所及び Taraka 変電所にはリアクトルが設置されていない。このため、時折、11kV SWGR 等の Trip に伴う軽負荷時に過電圧で変電所が停止することがあるとのこと。

一方、132kV 送電線が長距離のため、年間雷の影響を頻繁に受けている。Erap 開閉所で記録された約 1 年間における避雷器の放電回数は表 4-1 に示すように非常に多い。なお、避雷器のカウンターは毎年リセットしているとのこと。

表 4-1 Erap 開閉所の避雷器の放電回数

No.	Related S/S	Line No.	Phase		
			Red	Yellow	Blue
A: Reading on 27 Nov. 2013					
1	Yonki	601	2,371	2,023	847
2	Taraka	602	2,339	2,042	862
3	Hidden Valley	604	125	2,039	512

出典：調査団

(3) 運転・保守の状況

送電設備の維持管理及び 11kV SWGR を含む変電機器及び保護リレー等の定期検査は、Yonki に駐在している送電及び検査チームにより行われているため、事故時の対応に時間を要している。

なお、66kV 送電線で、碍子の枚数が 3 相分とも 4 枚のか所があった。また、33kV 変電所では、引き込み及び引き出し線に避雷器が設置されていないか所があり、かつ、鉄塔間の距離が不揃いで、設計基準がないように見受けられた。

4.1.3 変電設備

(1) 設備概要

レイ地域における変電設備は大小 6 か所の変電所と 1 か所の Erap 開閉所から構成される。Erap 開

閉所は、円借款事業で整備する際に変電所に名称変更する計画となっている。

変電設備には、11kV の SWGR も含まれる。

一方、レイ市内への電力供給は Milford 発電所及び Taraka 変電所の 2 か所で担っている。これら発電所の主変圧器仕様を表 4-2 及び表 4-3 に示す。

表 4-2 Milford 発電所の変圧器の仕様

(As of End of Nov. 2013)

No.	Description	Unit	Step-down/up Transformer				Station Transformer			Remarks
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 1, Aux.	LB1X1	LB1X2	
1	Capacity	[MVA]								
	1) ONAN	---	25	15	15		0.75	0.75	0.75	
	2) ONAF	---	30	20	20	---	---	---	---	
2	Voltage	[kV]	66/11	66/11	6.6/11	4.15/11	11/0.415	6.6/0.415	6.6/0.415	
3	Tap: 1) No.	---	21	21	5		5			
	2) Details	---	+/- 8/12x1.25%	+/- 10/10x1.25%	+/- 2x2.5%		+/- 2x2.5%			
4	%Z at rated capacity									
	1) HV/LV	[%]	7.54	8.58	7.85		4.93			
	2) H1/H2	[%]	---	---	---	---	---	---	---	
	3) H1/H3	[%]	---	---	---	---	---	---	---	
	4) H2/H3	[%]	---	---	---	---	---	---	---	
5	Winding	---	YNd11	YNd11	YNd11		Dyn1			
6	LIWV	[kV]	325		175		95			HV Side
7	AC Power Freq.	[kV]	140		28		28			HV Side
8	Manufacturer									
	1) Name	---	QRE	Hyundai			Merlingern			
	2) Year	---	2007.5	1988.8	2006.12		2005			
Operation Conditions			OK							

Remarks: LIWV: Lightning Impulse Withstand Voltage

出典: PPL

表 4-3 Taraka 変電所の変圧器の仕様

(As of End of Nov. 2013)

No.	Description	Unit	Step-down/up Transformer						Station Transformer		Remarks
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 1 Aux.	No. 2 Aux.	
1	Capacity	[MVA]									
	1) ONAN	---	15	15	15	14		15	0.75	0.75	
	2) ONAF	---	20	20	20	20		20	---	---	
2	Voltage	[kV]	132/11	132/11	132/66	132/66	66/11	11/6.6	11/0.415	11/0.415	
3	Tap: 1) No.	---	5								
	2) Details	---	+/- 2x2.5%		+/- 8/12x1.25%						
4	%Z at rated capacity										
	1) HV/LV	[%]	10.05			3.81/5.07	9.06	7.55			
	2) H1/H2	[%]	---	---	---	---	---	---	---	---	
	3) H1/H3	[%]	---	---	---	---	---	---	---	---	
	4) H2/H3	[%]	---	---	---	---	---	---	---	---	
5	Winding	---	Dyn11	Dyn11	YNd11			YNyn011			
6	LIWV	[kV]	325				550	325	325		
7	AC Power Freq.	[kV]	140				350	140	140		
8	Manufacturer										
	1) Name	---	*1								
	2) Year	---		2000	1993	1982.5					
Operation Conditions			OK								

Remarks: LIWV: Lightning Impulse Withstand Voltage

*1: AEBS China

出典: PPL

(2) 運用状況

発電所の主変圧器は負荷時タップ切替装置付きで、力率調整用に Static Var Generator 等が設置されているが、変電所の受電点における電圧及び力率調整は適切に行われているとは言い難い。Taraka 変電所においては、定格 10MVar の SVG が 8MVar で、力率は 0.9 以下で運用されている。また、一部の設備は、過負荷運用を余儀なくされている上、降圧用変圧器の容量も十分ではない。なお、11kV SWGR の保護強調が不十分なため、1 回線で地絡事故が発生すると、その回線が接続されている 11kV SWGR の全ての回線が Trip する、もらい事故が発生している。

一方、Milford 発電所の 66/11kV 降圧用変圧器は容量が 20 と 30MVA と同じでないため、並列運転が難しくなっている。

(3) 運転・保守の状況

11kV SWGR を含む変電設備の維持管理は、総勢 4 名の変電チームで実施されている。なお、各設備の試験・検査は Yonki に滞在している Testing Team により行われている。11kV SWGR を含む変電機器及び保護リレー等の定期検査も Yonki に駐在している検査チームにより行われている。従って、事故時の対応に時間を要している。なお、Milford の 11kV SWGR の保護継電器の設定は、検査員により、設定値が変わることがあるとのことであった。

一方、昼間でも所内等の水銀燈またはナトリウム灯が点灯しているところが多く見受けられた。原因を聞くと、一律、Photic-Cell Switch が壊れているとの回答があった。

4.1.4 配電設備

(1) 設備概要

配電は、主に 11kV/415-240V の降圧用変圧器で各需要家へ配電されている。大口需要家へは 11kV で電力供給している。なお、Taraka 及び Baiune 変電所間の一部の地域で 22kV/415-240V が採用されている。配電線路は、大部分が架空配電線路で一部ケーブルが採用されている。これら設備は老朽化が顕著である。なお、架空線路は大部分が ACSR で、所々に力率改善用のキャパシタが設置されている。以下に 11kV 配電線路の写真を示す。



Milford 発電所の 11kV 配電線路引き出し点。
電柱は Steel 製。



Nazdab 変電所内に設置の Nazdab 空港への 11kV
架空配電線路用の 1MVA 電圧調整器。

一方、PPL は配電用変圧器に係る設備台帳を作成中で、この内、今回計測対象とした Milford 発電所の Feeder-1 を表 4-4 に示す。

表 4-4 Milford Feeder-1 の配電用変圧器の概要

Feeder ID	DTX. No.	Location	Type of Setting	Transformer							Manufacturer			Age [Year]	Remarks
				Capacity [KVA]	Voltage HV/LV	Tap		LIWV/AC [kV]	Winding	%Z	Serial #	Name	Year [yy/mm]		
LAE-1	1	MAIN MARKET BUS STOP	1 1/2	300	11/433		3		Dyn11	4	300MA386	TYREE			
	2	FARMSET	1 1/2	500	11/433		3		Dyn11	4.17	52627005	ABB			
	3	KK KINGSTON MARKET	KIOISK	500	11/433		3		Dyn11	4.24	5237901	ABB			
	4	WORKS WORKSHOP	1 1/2	300	11/433							TYREE			
	5	CARPENTERS HARDWARE	1 1/2	300	11/433		3		Dyn11	3.9	W890414	TYREE			
	6	LAE PACKAGING	KIOISK	500	11/433		3		DY11	5.05	10897801	ABB			
	7	TYRES 4 U	2P	500	11/433		3		Dyn11	4.1	18472	CANZAC			
	8	L.B.C. SAWMILL	KIOSK	300	11/433		3		Dyn11	4.3	80156	TYREE			
	9	SEWAGE PUMP	1P	200	11/433		3		Dyl11	4.22	18499	CANZAC			
	10	TAIHEIYO CEMENT (*1)	GT	7,500	11/433	+2x2.5	3	75/28-60/22	Dyn11	7.03	T934003	HYUNDAI	1993/3/1	20	ONAF
	11	L.B.C. WORKSHOP	KIOISK	500	11/433		4		Dyl11	4.05	40405	POWER KING			
	12	BRIAN BELL H/CENTER	1 1/2	300	11/433		3		Dyl11	4	41062	OCREV			
	13	LINGS FREEZER	KIOISK	300	11/433		3		Dyl11	4.14	56457	ABB			
	14	B.O.C.	GT	1,000	11/433		3		Dyl11	4.76	513301	ABB			
	15	B.O.C.	GT	1,000	11/433		3		Dyl11	4.73	1506907	ABB			
	16	K.K.KINGSTON FACTORY	KIOISK	750	11/433		3		Dyn11	4.2	56466	ABB			
	17	FLOUR MILL	GT	1,000	11/433		3		Dyn11	3.94	104949	GLAMORGAN			
	18	FLOUR MILL	GT	1,000	11/433		3		Dyn11	5.43	5244	ABB			
Subtotal				16,750											

(*1): Transformer is property of Taiheiyō Cement Limited.
879 [A]

出典：PPL

(2) 運用状況

基幹配電線路は、ループ化されており、気中開閉器で事故時及び保守時に切り替えを行っているが、図面が古く現状と合っていない。また、負荷の増加に対し配電線路の増強が追いついておらず、過負荷の状態で開催している線路がある。このため、配電線路の寿命に影響が生じる悪循環となっている。なお、一つの配電線に事故が発生すると、その配電線が接続されている 11kV SWGR の全ての Feeder が Trip する。

(3) 運転・保守の状況

配電線路の遮断器、気中開閉器の入切りは、変電設備と同様に一人の Operator による、電話連絡で行われている。このため、需要家で生じた事故に対する対応が遅れるなど、危険な状況となっている。なお、PPL の話では、一部の地区の力率改善用キャパシタの保護フェーズがよく切れるとのこと。また、太平洋セメントの工場長の話では、たまに 6.6kV 側の電圧計で 11kV 側の電圧を換算すると 15kV の受電電圧になることがあるとの話があった。

一方、保守については、配電チームが実施しているが、ほとんど事故等の後処理に追われ、適切な電線サイズの検討及び採用が実施されているとは言い難く、11kV 架空線路を ABC に交換したが、電圧降下が大きいため使用されていない線路があった。

4.1.5 需要側における簡易測定

配電システムの現状把握のため、Milford 発電所の 11kV SWGR から引き出されている Feeder-1 についての計測を選定したが、PPL は 415-240V 以上の高圧の計測の経験がなく、かつ、Tester 等の一般の試験器具も持っていないため、計器の設置に多くの日数と時間を要した。また、電力量を計測する際、

位相等に対する考えが十分でないように思われた。なお、既に実施した記録によると、総合高調波は瞬間的に 50% を超えている記録があった。

今回の簡易測定では、オーストラリア製の PM35 が 2 台手配されたが、一相分の力率が測れなかった。また、配電線路図はあるが最新版にアップデートされていないため、配電線のサイズは聞き取りで行い、距離は車で簡易測定した。7 日間における測定期間中、停電は 9 回発生し累積停電時間は 30 時間を超え電圧が 120% (13.2kV) と許容範囲以上で、周波数変動も +0.84、-0.86Hz を記録した。計測した配電線路を図 4-4 に示す。

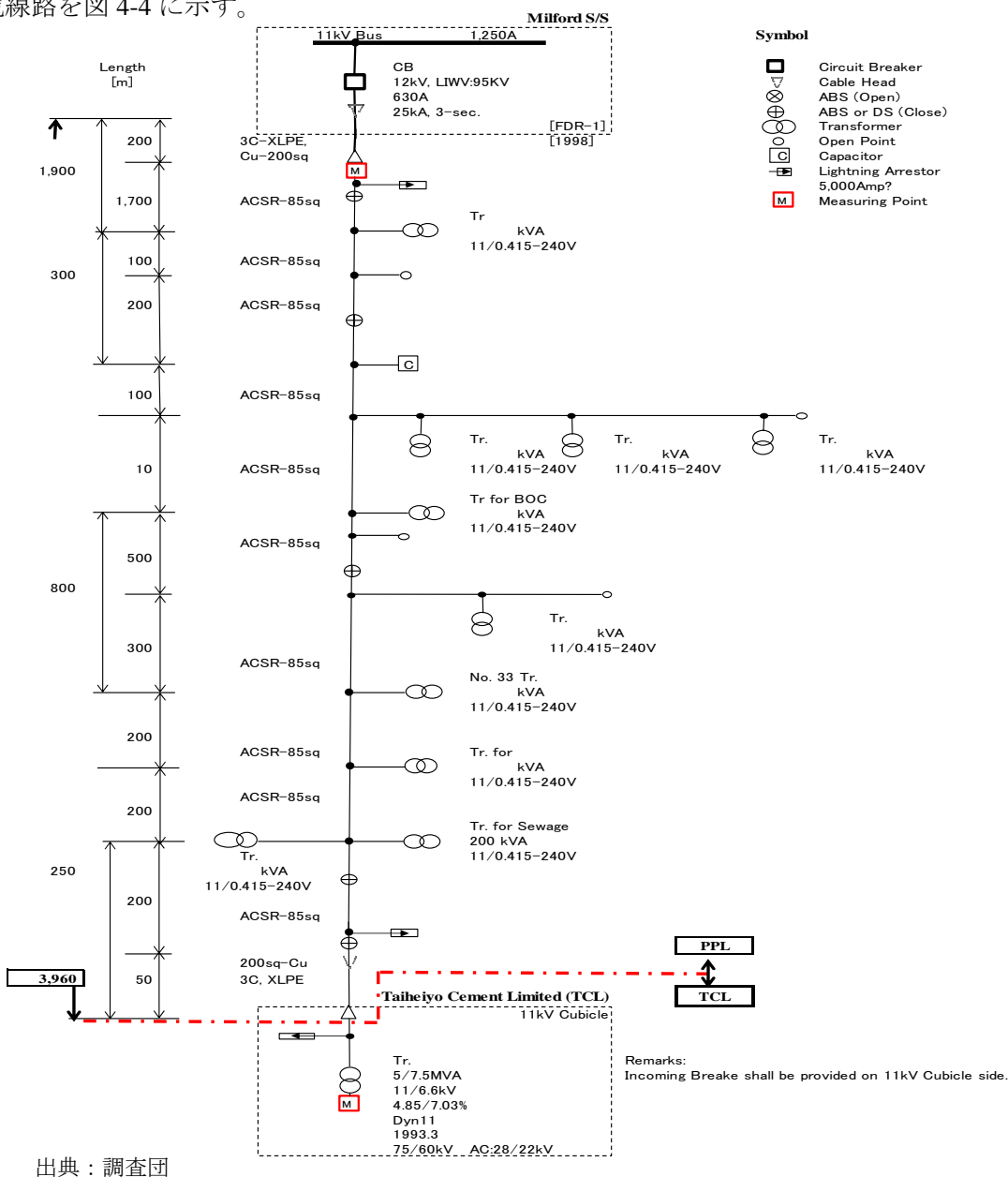


図 4-4 簡易計測地点の配電線路図

4.2 その他の情報

4.2.1 電力損失

PPL は発電所及び配電線路引き出し口における電力量等の計測は、行っておらず、電力損失はわ

からない状況となっている。現在、電力損失は発電電力量と売電電力量で算出している。従って、発電所及び変電所の所内動力はもとより、事務所等の消費電力量が判らない状況である。

近年、2008年～2012年における Ramu 系統の発電及び売電電力量によると、発電電力量は年平均約4%で増加しているが、売電電力量はほぼ横ばいとなっている。一方、所内動力と電力損失の合計は年平均約29%の高い伸びを示している。これらから電力損失 (Technical+Non-technical) は20%前後と想定されている。

これら発電電力量及び売電電力量を表 4-5 に示す。

表 4-5 Ramu 系統の発電電力量と販売電力量 (2008年～2012年)

No.	Description	2008		2009		2010		2011		2012		AAIR [%]	Remarks
		[MWh]	[%]	[MWh]	[%]	[MWh]	[%]	[MWh]	[%]	[MWh]	[%]		
1	Generated Energy	312,114	100.0	329,666	100.0	346,695	100.0	348,262	100.0	366,568	100.0	4.1	
2	Energy Sold	281,893	90.3	250,815	76.1	265,369	76.5	262,982	75.5	284,253	77.5	0.2	
3	Item-1 - Item-2	30,221	9.7	78,851	23.9	81,326	23.5	85,279	24.5	82,315	22.5	28.5	

Remarks: AAIR; Annual Average Increasing Rate.

出典：PPL

4.2.2 レイ地域の発電設備の現況

PPL が運用している発電設備は2か所に有り全てディーゼル発電である。定格出力の合計は約38MW で内訳は、Milford 発電所に約28MW：現有出力9.5MW、Taraka 変電所に9.8MW：現有出力8.4MW が設置され、尖頭負荷用として運用されている。なお、Taraka 変電所の発電設備は屋外型のパッケージ型で、仮置きされた形で運用されているため、Oil/Water Separator 等は設置されていない。

DEG の燃料は Light Diesel Oil を使用しているが、発熱量等の資料はない。従って、発電効率は発熱量、比重等を仮定して算出している。

Milford 発電所の DEG は25年以上前の製造で、予備品も入手が困難なため、故障した発電設備を予備品の供給源とする Cannibalization が進行している。補機の動力は計測されておらず発電所所内における消費電力は2か所で計測されているが、計器の校正は一度も行ったことがないとのことであった。

発電チーム長は Milford の事務所で執務を行っており、総勢23名の職員で Taraka に仮置きしてある設備も含めて維持管理を行っている。

一方、PPL 本部の話では、これら発電設備はレイ市内に位置し、排煙・騒音等、近隣住民に対し環境上好ましくないため、Taraka 変電所から約7km 東に位置する Singaua へ移設し、66kV で連系することを検討しているとのことであった。

Milford 及び Taraka の発電設備の概要を表 4-6 に示す。

表 4-6 発電設備の概要

(As of End of Nov. 2013)

No.	Description	Location	Fuel	Operation Mode	Name of Manufacture and Manufacturing Year					(*1) [Year]	Capacity [MW]		Remarks
					Engine	Year	Firing Hr.	Generator	Year		Installed	Available	
A: Taraka S/S													
1 No. 1 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Caterpillar		7,311					1.4	1.2	
2 No. 2 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Caterpillar							1.4	1.2	
3 No. 3 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Caterpillar							1.4	1.2	
4 No. 4 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Caterpillar							1.4	1.2	
5 No. 5 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Caterpillar							1.4	1.2	
6 No. 6 DEG	Lae	---	Retired	---	---	---	---	---	2013	---	---	---	Burnt
7 No. 7 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Caterpillar							1.4	1.2	
8 No. 8 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Caterpillar							1.4	1.2	
Sub Total											9.8	8.4	
B: Milford P/S													
1 No. 1 DEG	Lae	---	Retired	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
2 No. 2 DEG	Lae	---	Retired	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
3 No. 3 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Ruston	1969				1969		2.4	2.0	
4 No. 4 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Ruston	1969				1969		2.4	2.0	
5 No. 5 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Ruston	1969				1969		2.4	2.0	
6 No. 6 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Mirrlees	1988				1988		3.3	2.5	
7 No. 7 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Mirrlees	1988				1988		3.3	(*2)	
8 No. 8 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Mirrlees	1988				1988		3.3	(*2)	
9 No. 9 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Mirrlees	1988				1988		3.3	(*2)	
10 No. 10 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Mirrlees	1988				1988		3.3	(*2)	
11 No. 11 DEG	Lae	LDO	Peak-Cut	Mirrlees	1988				1988		3.3	(*2)	
12 No. 12 DEG	Lae	LDO	Emergency	Foxtel							1.4	1.0	
Sub Total											28.4	9.5	
C: Private P/S: IPP (Morobe Province)													
1 Baiune	Morobe	HPP	Base								10	10	
Sub Total											10.0	10.0	
Total											48.2	27.9	

Remarks:

1. LDO: Light Diesel Oil
2. HPP: Hydro Power Plant
3. IPP: Independent Power Producer

(*1): Actual and/or planned retirement year.

(*2): This unit may be operable if spare parts were available.

出典：PPL, Generation Team of Lae

4.2.3 レイ地域の需要予測

PPL が調査した資料及び DPEnt からの聞き取り調査で入手した情報を基に集計した予備的な検討結果を表 4-7 に示す。なお、この中には、地方電化計画等は含まれていない。

表 4-7 レイ地域の需要予測

No.	Description	[MW]	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Remarks
Future Plan																				
1)	PNG Taiheiyō Cement									3										
2)	Prima									1	0.5				24					
3)	New Port									2.8										Cfd to ADB
4)	Portion 508 Industrial Zone										8									
5)	KK Kingston									1										
6)	BOC							1	1											
7)	MMJV Port Only													10						
8)	Goodman Fielder							1.5			0.7									
9)	Majestic							1												
10)	Nambawan (Under Construction)							2	2											
11)	Dong Won (Awaiting Gov. Permit)							1	1											
12)	Haili sheng (Advanced Planning)								1	1										
13)	Mainland Holdings								10	5										
14)	Paradise Foods							1												
15)	SP Brewery							0.5	0.7	1	1									
Sub total								8	23	16	1	0	10	0	24	0	0	0		
Wafi Golpu (Gold/Copper Mine) *1																				
1)	For Construction Stage	[MW]							30											
2)	For Operation	[MW]												150						
Sub total									30	0	0	0	0	150	0	0	0	0	0	

Remarks:

- 1) *1: Estimated value by DNEnt.

出典：PPL

4.3 課題

レイ地域の現況を踏まえた課題として下記が挙げられる。

(1) 変電及び配電設備

1) 設備容量の不足

変圧器等の主要機器ならびに配電線路の仕様が負荷に対し不足している。

2) 安全管理に対する配慮不足

需要家側の事故に対する対応が徹底されていない。また、責任分界点が不明確である。

3) 保護協調が取れていない

11kV 配電線用 Feeder の保護継電器の協調が取れていないことによるもらい事故が発生し、停電範囲が広く及んでいるケースが見られる。

(2) 配電システムの運用と維持管理

事故時の原因究明と対策に難点があり、同じような事故が繰り返されており、事後処理に追われている。また、これらに対する、検討と対策の記録等が十分整理されていないため、適切な維持管理が行われていない。

(3) 電力損失の確認

各発電所及び変電所の所内電力量等の記録を取るようにし、少なくとも、Technical 及び Non-Technical Loss の合計ぐらいは把握できるようにする必要がある。これにより、昼間に、変電所所内及び事務所敷地内の街灯が点灯しているというような無駄を防げると思料される。なお、変電側で 11kV の送り出し電圧・力率を制御することによる電力損失低減を検討する必要がある。

(4) 設計基準の整備

配電設備に関わる設計基準を入手したが、これは 1988 年 5 月に制定されてから一度も改定されていない。また、発電所の監視制御盤のミミック・バスも電圧別に採用している色が統一されていないので早急に統一する必要がある。

一方、主要機器の遮断容量等もまちまちで、将来系統が更新される時には、既存設備の仕様に十分留意して計画する必要がある。

(5) 高調波対策

レイ市内では、高調波の影響が顕著に現れていると思われる。これにより、フューズの不必要な交換等が発生し、配電システムの維持管理費用を圧迫していると推察される。

(6) 機器の保守・点検記録

電力設備の保守点検記録を整備し、年間予定を立て計画的に実施することが望まれる。特に、これらの記録は、Monthly Report 等で管理し、後日、参考資料として、誰でもが閲覧出来るようにすることが望まれる。

(7) 電力および電力量の記録

電力および電力量等の記録の信頼性を確認する必要がある。現在、Taraka における電力量の記録は、電流値（3 相の平均値と思われるが定かでない）の読み値を基に、電圧を 11kV、力率を 0.85 一定と仮定し算出している。

5. 環境社会配慮

環境社会配慮については、送配電網拡張・修復事業準備調査において詳細に調査されているため、本調査では、環境法および環境省組織体制等に変更が無いことを確認した。なお、パプアニューギニアは Secretariat of the Pacific Environment Program (SPREP) に加盟している。

PCB (ポリ塩化ビフェニル¹⁵) 処理の現状についてヒアリングを行ったが、回答が得られなかった。配電網開発計画策定に当たっては、PCB を含む変圧器等の有無の確認、更新時の適切な保管方法等について配慮する必要がある。

6. プロジェクト概要および留意事項

6.1 詳細計画策定調査結果および本格調査内容の考え方

パプアニューギニア電力公社 (PPL) からあげられている当初の要請は、レイ地域の配電網における配電網の改善が急務であり、地絡事故の防止、配電線容量の拡大、不法接続の防止等についても対策を講じる必要があることから、レイ地域の配電網開発計画の策定であった。

しかし、本詳細計画調査の結果、レイ地域の電力の安定供給および信頼度向上を図るためには、配電網だけではなく、発電および送変電設備の改善を図る必要があることが明らかとなったことから、国家開発計画 (Momase 経済回廊開発計画) および国家電化展開計画 (NEROP) 等に伴う急速な電力需要の伸びに対応したラム系統全体の電力開発マスタープランの策定が必要不可欠であるとの認識の上、パプアニューギニア国側と協議を行った。

その結果、協力の内容は以下の2つのコンポーネントで構成することでパプアニューギニア国側と合意した。

- (1) ラム系統電力開発マスタープラン調査
- (2) レイ地域配電網開発計画調査

上記協力の範囲・内容の他、スケジュール、双方の役割と責任について協議を行い、基本的な合意を形成した。合意内容は、添付協議議事録 (M/M) に取りまとめ、調査団とパプアニューギニア国側とで協議議事録 (M/M) に署名を行い確認した。

6.2 R/D の署名について

協力内容に関する最終的な協議議事録 (R/D) は、双方で承認手続きを経た後、2月13日に、JICA パプアニューギニア事務所所長、石油エネルギー省大臣、パプアニューギニア電力公社社長の間で、署名を行う予定。

本調査で計画した協力の概要は以下のとおり。

¹⁵ PCB は難燃性で化学的・熱的に安定、絶縁性が高いなど様々な優れた性質を持つ無色透明な油状の物質であり、かつて、トランス・コンデンサ用の絶縁油、熱媒体 (触媒油)、潤滑油、感圧複写紙等に使用された。しかし、人体に取り込まれると重篤な慢性疾患を生ずる。日本では、1975年をもって製造・輸入が禁止された。

6.3 協力の概要

6.3.1 プロジェクトのタイトル

英文名：Project for Lae Area Power Development Master Plan

和文名：パプアニューギニア国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト

なお、上記プロジェクト名称は要請時点のものであるが、今後変更となる可能性がある。

6.3.2 プロジェクトの目的

急速な経済発展に伴う電力需要の伸びに対応した経済的かつ供給信頼度の高い電力インフラを整備することが重要な課題となっており、最大の商業地域であるレイ地域の電力開発 15 年計画 (2016 - 2030) を策定するために必要な調査を行い、電力マスタープラン策定を目的とする。

6.3.3 成果

1. ラム系統を対象とする電力開発マスタープラン（電源開発計画及び送変電拡充計画）が策定される。
2. レイ地域（レイ市内、ナザブ、エラップ、タラカ周辺）の配電網整備計画が策定される。

6.3.4 協力対象地域

成果 1 関連：ラム系統対象州（モロベ州、マダン州、東ハイランド州、西ハイランド州、チンブー州、エンガ州）

成果 2 関連：レイ地域（レイ市内、ナザブ、エラップ、タラカ周辺）

6.3.5 協ルスケジュール

2014 年 6 月頃から約 25 ヶ月間を想定

6.3.6 実施機関（カウンターパート）

パプアニューギニア電力公社（PPL）および石油エネルギー省（DPE）

6.3.7 活動内容（協ルスコープ）

【成果 1 関連】

1-1 基礎情報収集分析

- 当国政府の開発戦略計画（DSP）の進捗状況および経済動向に関する情報収集・分析、
- 当国の人口増加率の動向ならびに予測、地方電化政策の実施状況に関する情報収集・分析
- ラム系統における既設送電設備に関する設備仕様、運用状況（供給能力、リハビリ・廃止計画）、運転経費等の情報収集・分析
- 系統運用方法（周波数・電圧・力率の調整方法、通信方法）および保護リレーに関する情報収集・分析

- ラム系統における現在進行中や建設中の新規発電設備の場所、設備仕様、コスト、開発形態 (政府, IPP¹⁶, PPP¹⁷等) の情報収集・分析
 - エネルギー政策ならびに需給計画に関する情報収集・分析
 - 電力・エネルギーセクターへの他ドナーの支援状況に係る情報収集・分析
- 1-2 エネルギー・電力需給予測
- 経済指標、人口増加率、地方電化率に基づくマクロエネルギー電力需要予測
 - 一次エネルギー開発計画および供給コストの評価
 - モマセ経済回廊計画、マダン市新商業区域整備計画、レイ地域工業団地計画及び鉱山開発計画等に基づく、積上げ法による電力需要予測
 - 日負荷曲線の変化の想定
- 1-3 各種電源の開発候補地点の検討
- 水力、地熱、ガス火力、バイオマス等の新規電源について供給能力、単機容量、建設費、燃料供給計画、燃料単価等について情報収集・分析
- 1-4 最適電源計画
- 一次エネルギー開発計画および各種電源の発電コストに基づく開発シナリオの検討、および2030年断面における最適電源構成 (ベストミックス) の検討
 - ポートモレスビー系統との系統連系の可能性について、経済性の観点から比較検討
 - 2030年断面の最適電源構成の達成を目指し、各開発地点の開発工程、財源等を考慮した各年度の電源投入計画の検討・提案
- 1-5 系統計画
- 需要予測、最適電源開発計画に基づく、ラム系統の基幹送変電網の系統解析
 - 上記に基づく、2015年2030年までの5年ごとの送変電網拡充計画の検討
 - 系統運用方法および保護リレーに関する課題の整理、ならびに系統運用方法の改善計画の検討・提案
- 1-6 環境社会配慮調査
- 戦略的環境影響評価 (SEA) の実施に必要な開発候補地点の基本情報の収集と分析
 - 複数の代替戦略・計画案について環境社会配慮の側面からの比較検討
- 1-7 発電所、送変電設備の運転保守組織体制の検討
- 発電所、送変電設備の運転保守の組織体制の現状を確認し、最適な組織体制に関する情報収集分析、検討・提案 (必要に応じ組織改編、人材育成計画についても提案)
- 1-8 長期限界費用および長期投資計画
- 上記電力開発計画に基づく長期限界費用の算出、ならびに長期投資計画の策定

【成果2 関連】

2-1 基礎情報収集分析

- レイ地域の既設の送変電および配電線網の設備仕様、運用状況、運転経費等に関する情報収集・分析

¹⁶ IPP: Independent Power Producer (独立発電業者)

¹⁷ PPP: Public Private Partnership (官民パートナーシップ)

- レイ地域の電力損失、配電線網の事故原因に関する情報収集・分析
- レイ地域における現在進行中や建設中の新規送変配電設備の場所、設備仕様、コスト等の情報収集・分析
- レイ地域における送変配電設備の運転保守に関する情報収集・分析

2-2 送変電および配電線網の課題整理と対応策検討

- 電力損失、配電線路事後の原因調査ならびに対応策の立案
- 高周波の原因調査と影響の実態調査ならびに対応策の立案
- 基幹系統における系統度解析による課題の整理

2-3 配電網構造設計

- 供給信頼性の確保、電力損失の低減、ならびに運用維持管理の容易性の確保の観点から、レイ地域で最適と考えられる配電網の構造を検討

2-4 配電網整備事業計画立案

- レイ地域内の配電網の改修・増強・更新の優先地区を緊急性と重要性の観点から選定
- 整備事業計画の立案、および設備設計の実施
- 配電自動化、地中化、スマートグリッド等の最新技術の導入の要否、時期の検討
- 実施体制、実施工程の作成、およびプロジェクト費用の積算
- 配電網整備事業の経済財務分析、および実施可能性の評価

2-5 初期環境評価

- 上記配電網整備事業について初期環境評価を当国の環境法ならびに JICA 環境ガイドラインに従って実施

2-6 配電網整備事業モニタリング

- モニタリングエリアの選定、および作業計画の立案
- 変電所の電圧・力率管理等に関する助言、ならびに各フィーダ負荷を考慮したフィーダの優先順位の考え方の指導
- 各種保護継電器等の目的及び基本動作に関する指導
- 予防保全及び予知保全に係る考え方の指導

6.4 本格調査実施上の留意点

本格調査に当たっての留意点は以下のとおりである。

(1) ラム系統電力開発マスタープラン策定

パプアニューギニア政府は 2030 年までに地方電化率 70% を達成し（開発戦略計画 2010-2030）、2050 年までに 100% を達成すること（ビジョン 2050）を目標としている。2011 年 2 月には、電力産業政策（Electricity Industry Policy）が国会で承認され、その後、同政策の下、官民の電力関係案件の調整機関として、石油エネルギー省、国家計画モニタリング省、財務省、IPBC、パプアニューギニア商工会議所等から構成される、電力管理委員会（Electricity Management Committee）が石油エネルギー省（DPE）傘下に発足した。

従って、EIP（石油・ガス開発計画、鉱山開発計画、産業開発計画、地方電化計画）に基づき、ラム系統がカバーするエリアの電力需要の想定を複数のシナリオで行うとともに、経済性・信頼度の高い長期電力供給計画を策定することが必要である。

特に、鉱山開発に伴う電力需要は数百 MW オーダーであり、系統に及ぼす影響が大きい一方、生産価格と市場価格の変動に伴い開発時期（生産規模）が変わりやすいという面を持っていることに留意する必要がある。このことから、鉱山開発の電力需要に対する電源の開発に当たっては、鉱山会社による自家発を含め電源開発方法（IPP, PPP, BOT 等）ならびに送受電方法（系統への連系の有無）についても経済性ならびに環境負荷の観点から検討する必要がある。

新規水力開発計画の評価に当たっては、将来の負荷変動、水力の調整能力（調整池・貯水池式）、常時出力、単機容量、規模、投入時期、経済性について、十分検討評価することが重要である。

さらに、基幹系統の拡充計画策定に当たっては、2030 年の系統規模が 1,000MW 程度に増大するケースも念頭に 230kV - 250kV の導入の要否について検討するとともに、系統安定および必要予備力の削減の観点から POM 系統との連系の経済性についても検討することが望ましい。

今後 EIP に基づき PPL は 1 電力事業者として位置づけられ、パプアニューギニア国内の電力開発マスタープラン策定は、石油エネルギー省が主体となっていくこととなると考えられるが、現時点では人材を含め策定能力は極めて低いことを考慮の上、本協力において技術移転を十分図る必要がある。

(2) レイ地域配電網開発計画策定

設備台帳等の基本的な技術情報が整備されていないため、調査団はまず聞き取りにより設備台帳を整備するとともに、その情報の正確性を現地で再確認する必要がある。また、逆相受電しているか所があると想定されるので、11kV 系統はもとより、全ての配電用変圧器の 2 次側を調査し、その後、負荷測定を行う必要がある。

一方、配電網開発計画では、既存変電所の容量が不足しているため、新規変電所の計画が必要と思われるが、環境社会配慮に留意するとともに、現在検討されている、ディーゼル発電所の Singaua への移設及び Mongi Bulum 水力発電所計画の動向等を十分調査し、送電線ルート等を考慮し、新設変電所用地、設備容量等の計画立案に配慮する必要がある。また、SCADA の導入においては、電力量の管理ができるよう、所内電源、基幹 Feeder 等には計測機器を設置する必要がある。なお、当該地域は雷が多発するので適切な対策が必要である。

(3) 現地調査における安全の確保

パプアニューギニアにおいて活動を実施する上で、一般治安の悪さが大きな障害となっている。特に、レイは最も危険な地域の 1 つである。したがって、現地調査工程に応じて調査中・プロジェクト実施中の協力、必要に応じて同行をレイ市警察署に依頼・確認する。また、プロジェクト活動地域を選定する際は現実的に日本人専門家が活動できる地域を特定し、必要な安全対策（案、費用含む）を策定する必要がある。

6.5 人材育成の必要性

人材育成は今後の課題であり、案件実施の際は可能な範囲で対応することが望ましいが、以下の項目を達成するために投入量を追加するものではない点に留意する。

(1) ラム系統電力開発マスタープラン策定

PPL が今後安定した電力供給と健全な経営を図るためには、以下の能力強化が望まれる。

- 1) 電力会社として、今後パプアニューギニアの経済・福祉・生活が発展してゆく基礎となる電力の需要増大に対して、PPL の新規電源計画、新規設備の設計・調達、送電配電線の拡張、維持管理、料金回収、経営の各部門で人材が必要である。
- 2) 新規電源計画は、電力会社の将来を決定するものであり、これを社外へ委託したとしても、評価判断することは、自ら行うべきことである。今後の PPL の新規電源として想定される水力、バイオマス、地熱について、その計画・設計、調達、発電運用、維持管理の面から、PPL 社内に判断できる人材が必要である。
- 3) バイオマスについては、最も有望なのは製材所からの廃材利用発電である。発電所運用経験のある IPP 業者がおり、意思の疎通が保たれば、今後の電源計画および安定した電力調達は可能と思われる。
- 4) 水力発電については、パプアニューギニアの包蔵水力を把握し、今後の電力需要の伸びおよび日負荷曲線の変化に対応した調整能力、電力品質改善能力（AFC および AVR）を考慮した開発計画を策定できる人材が求められる。また、水力発電の構成比率が高いパプアニューギニアでは乾季および渇水年の発電電量不足も統計的に考慮し、電力供給計画に織り込むことができる人材が求められる。
- 5) 特に、水力発電所の運用形式（流れ込み式、調整池・貯水池式）、設備容量、単機出力の選定は、水力ポテンシャルと系統運用の観点から電力会社が決めるべき電源策定上の重要項目である。
- 6) 上記電源開発計画（最少費用法）の考え方にに基づき、経済的かつ安定した供給計画を立案し、発電所の運用を行なえる人材が求められる。
- 7) 発電所が完成後、維持管理を適正に計画し運用してゆくことは、電力の安定供給上肝要である。発電機器については、近年デジタル機器の進歩が著しく、既設発電所の設備更新時には、これらの新技術に基づく機器を導入する知識が要求されることから、発電所の維持管理の専門家の育成が求められる。
- 8) PPL は、需要の伸び、系統の安定供給、および電化率の向上の観点から、送電線・配電線の延長を継続する必要がある。このためには、系統運用から見た、最適な基幹送電線の整備・拡張計画、設計、建設、維持管理の専門家が要求される。

以上のとおり、調査や計画・設計を直接実施しなくても、それらの結果を評価できる人材が電力公社には求められ、今回の協力を通して、以下の業務に関して一定の能力向上を図ることを視野に入れる必要がある。

- 1) 最適電力開発マスタープラン策定技術
- 2) 水力、バイオマス、地熱、ガスコンバインドサイクルの Pre-FS レベルの計画・設計の評価
- 3) 系統計画と送電線の拡張計画の評価

(2) レイ地域配電網開発計画策定

配電網の開発計画は、現状を的確に分析・把握し、加えて正確な需要想定をベースに実施する必要がある。しかし、PPL は、発電、配電、変電等の部門毎には基礎的な技術力を有しているものの、安定した電力供給に必要な不可欠な電力システムとしての捉え方、すなわち、各部門間の密接な情報交換と協調性が欠如している。また、Lae 支局の配電部門は、増強計画立案・運転・維

持管理等に係る基本的技術力が十分とは言えない。従って、需要に即した配電網を持続的に維持管理するためには、Core となる人材育成が急務であるが、同時に、各分野におけるスタッフの能力強化をすること視野に入れる必要がある。以下に、部門毎に必要なと思われる概略項目を挙げる。

- 4) 需要想定については、その必要性を基礎から指導するとともに、カテゴリ別の需要想定の方針を取り入れることが必要と思われる。
- 5) 各種記録については、現在、計算で電力等を算出しているため、必要な実測値を記録する事が重要である点等を理解させる必要がある。また、実情・負荷調査における記録内容・方法等を詳細に指導し、正確な計測ができるよう指導する必要がある。
- 6) 保守関係では、最低限必要な検査事項は記録し、いつでも参照できるよう保管する習慣を身につけるよう助言する必要がある。また、最低限必要な機材の使用法の指導も必要と思われる。
- 7) 検査についても、保守同様であるが、保護リレー等の設定計算書は、常に参照できるよう整理しておく必要がある。
- 8) 増強・更新計画に対し、その時だけの情報を基に計画し、実施するのではなく、しっかりした需要想定をベースに実施する必要性を指導する事が望まれる。
- 9) 事故に対する、原因究明と対策立案ができるよう指導する。
- 10) 高調波に係る基本的な知識を指導するとともに、対策案についても助言する。
- 11) 設計基準等の社内基準の必要性を指導すると共に、これらの整備に関わる人材育成も必要である。
- 12) 基幹配電線路の考え方及び仕様決定方法等を指導すると共に、その運用についても基本的な考え方を指導する必要がある。
- 13) 電力損失に対する考え方及びその低減方法について指導する必要がある。

6.6 本格調査工程案

調査工程案は、次項のとおり。

	年度	2014年度												2015年度												2016年度	
	月	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5		
現地作業		■		■		■	■	■	■	■			■		■		■		■		■		■				
国内作業		□	□		□			□			□		□		□		□							□			
報告書		△ Ic/R								△ It/R				△ Pr/R			△ Df/R							△ F/R			
WS / Seminar		△ 1stWS								△ 2ndWS							△ 3rdWS										

Ic/R : インセプションレポート Pr/R : プロGRESSレポート It/R : インテリムレポート
Df/R : ドラフト・ファイナルレポート F/R : ファイナルレポート

6.7 業務量の目途と業務従事者の構成

- (1) 業務量の目安

合計 110 MM（現地：77MM、国内：33MM）

(2) 業務従事者の構成

要員計画の構成分野（案）を以下に示す。

- 1) 総括／電源開発計画
- 2) 電力需要想定
- 3) 一次エネルギー
- 4) 系統計画
- 5) 系統解析
- 6) 系統運用
- 7) 配変電計画
- 8) 配変電設備
- 9) 配変電運転保守／業務調整 A
- 10) 保護リレー
- 11) 環境社会配慮
- 12) 水力発電計画
- 13) 火力発電計画
- 14) 経済財務分析
- 15) 業務調整 B

6.8 投入機材

投入機材（案）を以下に示す。

- (1) 3 phases Power Analyzer (POWERMONIC PM45)×1 台
- (2) (3 phases Earth Leakage Recorder + 1,000V Megger)×5 式
- (3) (Digital Multimeter + Phase Rotation Meter+GPS)×5 式
- (4) Compact Power Meter×5 台
- (5) Fault Locator (1-km) ×1 台

1. 協議議事録 M/M (R/D 含む)

**MINUTES OF MEETINGS
BETWEEN
THE DETAILED PLANNING SURVEY TEAM
AND
AUTHORITIES CONCERNED OF
THE INDEPENDENT STATE OF PAPUA NEW GUINEA
ON
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION
ON
“PROJECT FOR LAE AREA POWER DEVELOPMENT
MASTER PLAN”**

In response to the request from the Independent State of Papua New Guinea (hereinafter referred to as “PNG”), the Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Shigeru SUGIYAMA, visited PNG from 17th November, 2013 to 14th December, 2013 for the purpose of working out the details of the technical cooperation project concerning Lae Area Power Development Master Plan (hereinafter referred to as “the Project”).

During its stay in PNG, the Team exchanged views and had a series of discussions with the PNG authorities concerned on the detail design of the Project and necessary measures to be taken by the PNG Government represented by PNG Power Limited (hereinafter referred to as the “PPL”), Department of Petroleum and Energy (hereinafter referred to as the “DPE”) and JICA for the successful implementation of the Project.

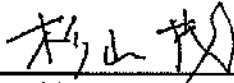
As a result of the discussions, both sides mutually agreed upon the matters referred to in the document attached hereto.

Port Moresby, 12th, December, 2013

SH

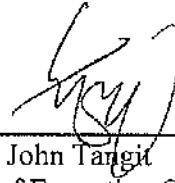
FL

Ⓟ



Mr. Shigeru Sugiyama
Chief Representative, PNG
Office
Japan International
Cooperation Agency

Mr. Vore Veve
Acting Deputy Secretary
Energy
Department of Petroleum
and Energy



Mr. John Tangit
Chief Executive Officer
PNG Power Limited

Witness:



Mr. Reichert Thanda
First Assistanat Secretary
Department of National
Planning and Monitoring

Witness:

Mr. Wasantha Kumarasiri,
OBE
Managing Director
Independent Public
Business Corporation

THE ATTACHED DOCUMENT

I. SCOPE OF THE PROJECT

PNG Power Limited (hereinafter referred to as "PPL") requested JICA to provide technical assistance on preparation of the distribution system development plan in Lae area, since improvement of distribution system in Lae area is an urgent issue and it is necessary to take measures for prevention of earth faults, enhancement of distribution capacity, preventing illegal connections and so on.

However, through the detailed planning survey on the Project, it was found out that there are also some crucial problems not only in the field of distribution but also in the field of generation and transmission system to supply reliable electricity to consumers. PNG side and the Team agreed that the power development master plan of the Ramu power system is indispensable in meeting rapid power demand growth and secure necessary supply capability to the Lae area taking into account MOMASE economic corridor development plan and rural electrification roll out plan.

As a result, the Project consists of two components:

- (1) Study on power development master plan of the Ramu power system,
- (2) Study on distribution system development plan in Lae Area

II. OUTLINE OF THE PROJECT

Although the Project will officially start after the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") is signed, both sides agreed upon its framework as the attachment (draft R/D).

III. IMPLEMENTING SCHEDULE

Both sides agreed upon the tentative Implementing Schedule in the attachment (draft R/D).

IV. MEASURES TO BE TAKEN BY JICA

The following matters were confirmed and described in the attachment (draft R/D) through the discussion between the PNG and JICA sides:

1. Dispatch of members of the JICA missions
2. Provision of Equipment and Material
3. Counterpart Training in Japan and/or third country
The Counterpart Training will be conducted within the Project budget and depend on the availability of host institutions for acquiring the knowledge and skills in necessary fields.
4. Bearing expenses necessary for security, provide international airfare and accommodation fee etc.

V. MEASURES TO BE TAKEN BY PNG SIDE

The following matters were confirmed and described in the attachment (the draft R/D) through the discussion between the PNG and JICA sides:

1. Assignment of main counterpart personnel and some of the counter personnel will be full time described as below:
 - Project Director: Director, Strategic Planning & Business Development
 - Project Manager: Manager, Strategic infrastructure., PPL
 - EMC Secretariat Staff

AA

F.L

(J)

- Generation Planning Officer
- Transmission Officer
- Distribution Officer
- Substation Officer
- PPL Project Coordinator
- Others if necessary

All counter personnel from PPL and/or DPE will be informed to JICA PNG office with the names, position by the end of April 2014.

2. Facilities and Equipment
the principal facilities, such as an office space and utility for experts both at Port Moresby and Lae shall be prepared by PNG side before the commencement of the Project.
3. Safety and Security Measures
PNG side will arrange necessary and adequate safety and security measures for the members of JICA missions such as police escort to the pilot sites and so on.
4. Others
PNG side will expenses necessary for
 - implementing the Project activities in PNG (travel expenses, allowance and accommodation only for PNG counterpart personnel and participants.)
 - For training abroad, PNG side will provide costs for domestic travel fee, daily allowance (JICA will provide international flight fee and accommodation fee only)
 - maintaining and operating cost for equipment procured by the Project
 - implementing the maintenance works in the pilot sites

VI. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. Joint Coordinating Committee

For the effective and successful implementation of the Project, the Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to fulfill the following functions:

- (1) To formulate and approve the annual work plan of the Project based on the Implementing Schedule
- (2) To review the overall progress and achievement of the Project
- (3) To make decisions on major issues arising from or in connection with the implementation of the Project

JCC will be held at least three times. The members of JCC are stated in the attachment (draft R/D).

2. Project Director and Project Manager

- (1) Director, Strategic Planning & Business Development, as the Project Director, will bear overall responsibility for the administration and implementation of the Project.
- (2) Manager, Strategic infrastructure, PPL, as the Project Manager, will be responsible for the managerial and technical matters of the Project.

VII. RECORD OF DISCUSSIONS

1. The R/D will be signed between PNG side and JICA PNG Office before the commencement of the Project to determine the framework of the Project. The draft R/D is

shown in the attachment. Both sides will review the contents of the draft R/D (see the attachment) and submit the comments each other by around the end of January, 2014.

2. The R/D will be signed tentatively around February 2014. Concerned organization will inform JICA of the signatory of their representative by the end of January 2014.

VIII. OTHER RELEVANT ISSUES

1. Alignment of the Project with the government superior policy & strategy

Both sides confirmed that the Project will be strategically positioned in line with its superior policies such as Medium Term Development Plan and Electricity Industrial Policy.

2. Collaboration among relevant stakeholders

Both sides confirmed that the collaboration among related divisions and various organizations such as PPL, IPBC, DPE, and DNPM is essential for the successful implementation of the Project.

3. Pilot Sites for Lae Distribution System

In response to urgent needs for improving distribution system in Lae area, the Project will have pilot sites to demonstrate various technical measures to be utilized for maintenance and daily operation. Costs associated with the pilot project are mutually borne by PPL and/or DPE and JICA. Security concerns must be fully addressed as the first priority upon choosing the pilot sites.

4. Counterpart personnel

PPL and DPE will encourage sufficient numbers of counterpart personnel to be assigned and actively involved in the Project. Additionally, PPL and DPE will try to employ staffs necessary for smooth implementation of the Project and further dissemination of the achievement of the Project.

5. Target Year of the Project

Both sides agreed that the master plan covers years between 2016 and 2030.

6. Securing PPL and DPE Project Counterparts

The Team was explained by the DPE that it is planning to increase the number of officers mainly through transferring from PPL so that they can start to serve as technical regulator in the power sector. Notwithstanding this situation, both sides agreed that once PPL and DPE counterparts are assigned to the Project, the counterparts must stay in the same position for the entire duration.

7. Possible Change of the Project Components

The Team explained that even though both sides officially agreed in the project framework, in case of unavailability of suitable resource, scopes and inputs of the Project may be altered. PNG sides understood the explanation.

End

Attachment : Draft Record of Discussion (R/D)

AA

FL

PT

DRAFT
RECORD OF DISCUSSIONS
ON
PROJECT FOR LAE AREA POWER DEVELOPMENT
MASTER PLAN
IN
THE INDEPENDENT STATE OF PAPUA NEW GUINEA
AGREED UPON BETWEEN
PNG POWER LIMITED
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Port Moresby [date]

AA

FL

(T)

Mr. Shigeru Sugiyama
Chief Representative, PNG
Office
Japan International
Cooperation Agency

Mr. Vore Veve
Deputy Secretary
Department of Petroleum
and Energy

Mr. John Tangit
Chief Executive Officer
PNG Power Limited

Witness:

Witness:

Ms. Juliana Kubak
Acting Secretary
Department of National
Planning and Monitoring

Mr. Wasantha Kumarasiri
Managing Director
Independent Public
Business Corporation

Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey on the Project for Lae Area Power Development Master Plan (hereinafter referred to as "the Project") signed on 12th December, 2013 between PNG Power Limited (hereinafter referred to as "PPL"), Department of National Planning and Monitoring (hereinafter referred to as "DNPM"), Independent Public Business Corporation (hereinafter referred to as "IPBC"), Department of Petroleum and Energy (hereinafter referred to as "DPE"), and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with PPL, DPE and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

Both sides agreed the details of the Project and the main points discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2 respectively.

Both sides also agreed that PPL and DPE, the counterpart to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of the Independent State of Papua New Guinea (hereinafter referred to as "PNG").

The Project will be implemented within the framework of the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme and the Note Verbales exchanged on 20th September, 2012 between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Government of the Independent State of Papua New Guinea (hereinafter referred as "GoPNG")

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Main Points Discussed

Appendix 3: Minutes of Meetings on the Detailed Planning Survey

Ad

F-L

(JT)

PROJECT DESCRIPTION

Both sides confirmed that the contents stated in the Project Description agreed upon in the minutes of meetings on the concerning Detailed Planning Survey on the Project signed on 12th December 2013(Appendix 3) have been implemented and will be remained.

I. BACKGROUND

After inauguration of O'Neill government in 2012, political situation has been stable. Regarding economic aspect, net growth rate of GDP shows from 6% to 9% in tow by strong agriculture and mining sector since 2007, the growth rates are higher in comparison with those of South East Asian countries. Under these circumstances, it is anticipated that power demand in PNG will increase in the future. Based on the provisional calculation in the PNG POWER 15 Year Power Development Plan 2012-2026 (15YPDP) published by PNG Power Limited (hereinafter referred to as "PPL"), net system sales energy and peak power demand will increase from 869GWh and 210MW in 2012 to 1,142GWh and 347MW in 2026 respectively. On the other hand, although PPL owns power plants which total installed capacity is 278MW, actual total supply capacity is estimated at around 200MW, below the peak power demand due to aging of power facilities and inadequacy of maintenance. Therefore, chronic power shortage has been occurring.

Especially, in Ramu power system which supplies power to the provincial cities in MOMASE region such as Lae and Madang, the peak power demand is estimated to increase from 74.3MW in 2012 to 104.8MW in 2026. Among of those cities, the peak power demand in Lae city, with second largest population and the largest commercial city, is estimated to increase from 37.9MW to 66.8MW around twice.

At present, power supply is unstable in Ramu power system. Unexpected power outages in Ramu power system due to power supply capability had occurred 1,932 times and those due to power network of 1,706 times in 2010. Although large scale diesel power facilities are installed in Lae city, largest demand center in Ramu power system, blackouts of 83.5 hours on monthly average had occurred, since troubles of power plants commonly happened due to aging of the facilities. And also, partial power outage due to troubles of distribution network and others commonly occurred.

Against the above circumstances, PPL has been proceeding development and upgrading hydropower plants. Regarding transmission network, JICA had conducted "Preparatory Survey on Expansion and Reinforcement of the Ramu power grid" (equivalent of Feasibility Study), and middle and long term power demand forecast and power development plan were reviewed and necessary expansion plan of transmission network in Ramu power system. Furthermore, based on the above preparatory survey, a loan aid project "Project for reinforcement of Ramu transmission network" (L/A was signed in August 2013) will be commenced and transmission lines connected to Lae city surrounding area and those fixtures and fittings will be upgraded and reinforced.

However, regarding distribution system including small scale power facilities in Lae city and the surrounding area, it is necessary to identify problems and study on remedial measures in order to improve reliability of power supply. As a prospected improvement plan, counter measures against aging of diesel power facilities for power generation and development of new power plants are conceivable. Furthermore, improvement of distribution system is also an urgent issue and it is necessary to take measures for prevention of earth faults, enhancement of distribution capacity, improving control system, preventing illegal connections and so on.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

1. Title of the Project

Project for Lae Area Power Development Master Plan

2. Expected Goals which will be attained after completion of the Project

(1) Goals of the Project

To develop optimum power development master plan in the year from 2016 to 2030 of the Lae area

(2) Goal which will be attained by utilizing the outcome of the Project

To meet rapid power demand growth, to stabilize power supply and to reduce greenhouse gas emission in the Lae area by promoting suitable power development

3. Outputs

(1) Power development master plan composed of power generation development plan, power network (transmission, substation and distribution) expansion plan in Lae area (including MOROBE province and Eastern Highland province) is developed.

(2) Distribution system Mater Plan in Lae Area is developed.

4. Activities

The project shall consist of two components and be carried out as follows.

(1) Study on power development master plan

1-1 To forecast macro power demand through the study on GoPNG economic policy (Economic corridors development plan), Industry investment policy, rural electrification policy, population growth rate and so on.

1-2 To forecast micro power demand through the study on Momase economic corridor plan (vision 2050), new commerce township plan in Madang, industrial zone development plan in Lae city and mining development plan. And the project team shall set a couple of power demand forecast scenarios taking into account the macro power demand forecast. Furthermore, future daily load curve will be studied.

1-3 To study Energy Policy and Renewable Energy Policy, and then evaluate economic efficiency and supply capability of every primary energy.

1-4 To collect data and information on supply capability, rehabilitation plan and

decommission plan of the existing generation facilities. Especially regarding hydropower plants, the project will obtain hydrological data and figure out monthly firm (peak) capacity of them. Project cost, fuel supply plan and fuel unit cost of generation projects including geothermal, gas fired, biomass power will be studied. Furthermore, data and information to figure out supply capability and generation unit cost of IPP projects will be collected.

- 1-5 To exchange information relevant to the above matters with other donor organizations.
- 1-6 To prepare several scenarios of power generation development plan and build up the most economical fuel mix plan which ensures supply reliability in 2030. Comparative study on with or without of interconnection between Lae and Port Moresby power system will also be carried out.
- 1-7 To introduce concept of Strategic Environment Assessment (hereinafter referred as SEA) and set important social environmental consideration items and their evaluation methods. Comparative study on several alternative strategies or plans from the environmental and social consideration prospects will be carried out. The optimum power generation fuel mix will be determined.
- 1-8 To build up power generation project implementation plan of every year taking into consideration of development schedule and financial resource of each project. This aims at securing power supply reliability of each year and to achieve the optimum power generation fuel mix in 2030.
- 1-9 To figure out current power system operation manners such as frequency / voltage / power factor control and communication system, and current protection relay conditions. Accordingly problems are clarified and recommendation on improvement measures is made.
- 1-10 To carry out power flow analysis and power system stability analysis based on power generation development plan, every areal power demand forecast, and draw up optimum power network expansion plan.
- 1-11 To study O&M organization and institution of power stations, transmission lines and substations and make recommendation on improvement measures. If necessary, organizational reform and human resource development plan will be recommended.
- 1-12 To estimate long run marginal cost and draw up long term investment plan according to the above optimum power development plan.

(2) Developing distribution system Mater Plan in Lae Area

- 2-1 To figure out current condition of the existing distribution lines and substation facilities, and prepare facility inventory and single line diagram. And to figure out causes of power loss and forced outages, and build up improvement measures.
- 2-2 To carry out power flow analysis and distribution system stability analysis of bulk power system based on the above study, and clarify the problems.
- 2-3 To carry out actual condition survey on cause and effect of harmonics of distribution line and build up improvement measures.
- 2-4 To study optimum distribution system structure from the viewpoints of supply reliability securement, decrease of power loss and O&M manageability.
- 2-5 To select priority area for improvement, enhancement and renewal of distribution system in Lae area from the viewpoints of urgency and importance. And to build up distribution system development plan. In this regard, the project studies

AS

F-L

JT

- necessity and timing of introduction of new technologies such as distribution automation system, underground distribution line and smart grid.
- 2-6 To conduct initial environmental examination in compliance with the environmental regulation of PNG and JICA environmental guidelines and also calculate CO2 reduction in the selected areas described in 2-5.
 - 2-7 To estimate project cost and draft implementation organization and schedule in the selected areas described in 2-5.
 - 2-8 To conduct economical and financial analysis in order to evaluate project viability in the selected areas described in 2-5.
 - 2-9 To offer advice on voltage control and power factor management, etc. indispensable for operation of substation. The project also instructs how to put priority order on each feeder considering load of feeder.
 - 2-10 To instruct purpose of use and basic motion of every protection relay instruments.
 - 2-11 To instruct concept of preventive maintenance and predictive maintenance.
 - 2-12 For 2-9~2-11 above, an appropriate pilot site(s) is determined considering PPL's budget and workload. A working plan is developed and implemented.

5. Input

(1) Input by JICA

1) Dispatch of mission (tentative only and assignment member is to be determined later)

- Leader/Power Development Planning
- Power Demand Forecast
- Primary Energy
- Power System Planning
- Power System Analysis
- Power System Operation
- Distribution & Substation Planning
- Distribution & Substation Designing
- O&M of Distribution & Substation
- Protection Relay Designing
- Environmental and Social Consideration
- Hydropower Generation Planning
- Thermal power Generation Planning
- Economical Financial Analysis

2) Equipment (tentative only)

- 3 phases relay tester × 3
- 3 phases earth leakage recorder × 3
- 3 phases power recorder with harmonics × 5
- Earth fault detector (1km) × 3
- Digital tester × 5

3) Others

- Bearing expenses necessary for security, provide international airfare and accommodation fee etc
- Means of transport and travel allowances for members of the JICA missions for official travel within PNG;

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations among JICA, PPL and/or DPE during the implementation of the Project, as necessary.

(2) Input by PPL and/or DPE

PPL and DPE will take necessary measures to provide at its own expense:

- Services of counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-7;
- Suitable office space with necessary equipment;
- Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA;
- Information as well as support in obtaining medical service;
- Credentials or identification cards;
- Available data (including maps and photographs) and information related to the Project;
- Running expenses necessary for the implementation of the Project;
- Expenses necessary for transportation within PNG of the equipment referred to in II-6 (1) as well as for the installation, operation and maintenance thereof

7. Implementation Structure

The Project organization chart will be prepared immediately after the project starts. The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

(1) PPL and DPE

- Project Director: Director, Strategic Planning & Business Development
- Project Manager: Manager, Strategic infrastructure., PPL
- EMC Secretariat Staff
- Generation Planning Officer
- Transmission Officer
- Distribution Officer
- Substation Officer
- PPL Project Coordinator
- Others if necessary

(3) Members of the JICA missions

The JICA experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to PPL and DPE on any matters pertaining to the implementation of the Project.

(4) Joint Coordinating Committee

Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held whenever deems it necessary. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex I.

8. Project Site(s) and Beneficiaries

Ad

F-L



Area covered by Ramu System.

9. Duration (Annex 2)

The project duration is 24 months as described in the Plan of Operation in Annex 2.

10. Reports

The members of the JICA missions will prepare and submit the following reports to the PPL and DPE in English.

- (1) 5 hard copies and soft copy of Inception Report at the commencement of the first work period in PNG
- (2) 5 hard copies and soft copy of Draft Final Report at the end of the last work period in PNG
- (3) 5 hard copies and soft copy of Final Report within one (1) month after the receipt of the comments on the Draft Final Report

11. Environmental and Social Considerations

- (1) PPL agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF PNG SIDE

1. PNG side will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the PNG nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of PNG, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of PNG from technical training as well as the equipment provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project; and
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the members of the JICA missions referred to in II-6 (1) above and their families, which are no less favourable than those granted to experts of third countries performing similar missions in PNG under the Colombo Plan Technical Cooperation scheme.

2. PNG side will take necessary measures to:

- (1) provide security-related information as well as measures such as police escort to the pilot sites to ensure the safety of the members of the JICA missions;
- (2) permit the members of the JICA missions to enter, leave and sojourn in PNG for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees;
- (3) exempt from taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material necessary for the implementation of the Project;
- (4) exempt from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them and/or remitted to them from abroad for their services in connection with the implementation of the Project; and
- (5) meet taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material, referred to in II-6 above, necessary for the implementation of the Project.

Other privileges, exemptions and benefits will be provided in accordance with the Note Verbales exchanged on 20th September, 2012 between GOJ and GoPNG.

AA

F-L



3. GoPNG will bear claims, if any arises, against the members of the JICA missions resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or wilful misconduct on the part of the members of the JICA missions.
4. PNG side will bear claims, if any arises, against members of the JICA missions resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of members of the JICA missions.

IV. EVALUATION

JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. The PNG side is required to provide necessary support for them.

1. Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
2. Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, PNG side will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of PNG.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and PNG side will consult each other whenever any major issues arise in the course of the Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The record of discussions may be amended by the minutes of meetings among JICA, PPL and DPE.

The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the record of discussions.

Annex 1: A List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee

Annex 2: Tentative Implementation Schedule

AA

F-L



A List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee

1. Chairperson
Director, Strategic Planning & Business Development, PPL (Project Director)
2. Members
 - 1) PNG Side
 - Deputy Secretary, DPE
 - EMC Secretariat Staff
 - Manager, Strategic infrastructure., PPL (Project Manager)
 - PPL Officer
 - Senior Portfolio Manager, IPBC
 - Foreign Aid Division, DNPM
 - Other representative(s), if necessary
 - 2) Japanese Side
 - Member(s) of JICA Mission
 - Representative(s) of JICA PNG Office

Note: Official(s) of the Embassy of Japan in PNG may attend the Joint Coordinating Committee as observer(s).

Abbreviations:

JICA : Japan International Cooperation Agency
IPBC ; Independent Public Business Corporation
DNPM : Department of National Planning and Monitoring
DPE : Department of Petroleum and Energy
EMC ; Electricity Management Committee
PPL : PNG Power Limited

SS

FL

①

MS

Tentative Implementation Schedule

Study Content	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1. Data and Information Collection	█																										
2. Site Survey on Power Facilities		█																									
3. Power Demand Forecast Study				█																							
4. Primary Energy Supply Plan Study				█																							
5. Power Development Plan Study							█																				
6. Power Plan Development Projects Study				█																							
7. Power System Development Plan Study								█																			
8. System Operation Study									█																		
9. Preparation of Master Plan													█														
10. Distribution & Substation Plan Study				█																							
11. Pilot Project of Distribution & Substation														█													
12. O&M Study of Distribution & Substation															█												
13. Economical Financial Analysis														█													
Report																											
Work Shop and Seminar																											
JCC																											

Ms. Juliana Kubak
 Acting Secretary
 Department of National
 Planning and Monitoring

[Handwritten Signature]

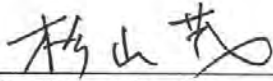
FIL

[Handwritten Mark]

RECORD OF DISCUSSIONS
ON
PROJECT FOR LAE AREA POWER DEVELOPMENT
MASTER PLAN
IN
THE INDEPENDENT STATE OF PAPUA NEW GUINEA
AGREED UPON BETWEEN
PNG POWER LIMITED
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Port Moresby 13th February 2014

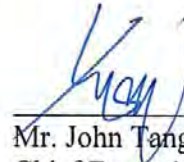
Handwritten signature and a circular stamp with a stylized 'P' inside, followed by the initials 'Ad'.



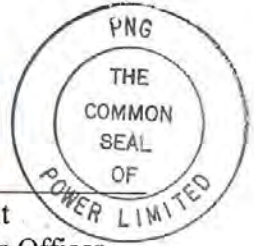
Mr. Shigeru Sugiyama
Chief Representative
PNG Office
Japan International
Cooperation Agency




Mr. Rendle Rimua
Secretary
Department of Petroleum
and Energy



Mr. John Tangit
Chief Executive Officer
PNG Power Limited



Witness:



Ms. Juliana Kubak
Acting Secretary
Department of National
Planning and Monitoring

Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey on the Project for Lae Area Power Development Master Plan (hereinafter referred to as "the Project") signed on 12th December, 2013 between PNG Power Limited (hereinafter referred to as "PPL"), Department of Petroleum and Energy (hereinafter referred to as "DPE"), and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), JICA held a series of discussions with PPL, DPE and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

JICA and the Independent State of Papua New Guinea (hereinafter referred to as "PNG") side agreed the details of the Project and the main points discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2 respectively.

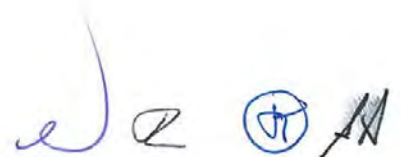
JICA and PNG side also agreed that PPL and DPE, the counterpart to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of PNG.

The Project will be implemented within the framework of the Colombo Plan Technical Cooperation Scheme and the Note Verbals exchanged on 20th September, 2012 between the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and the Government of the Independent State of Papua New Guinea (hereinafter referred as "GoPNG")

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Main Points Discussed

Appendix 3: Minutes of Meetings on the Detailed Planning Survey

Handwritten signatures and initials in blue ink at the bottom right of the page. There are four distinct marks: a large cursive signature, a smaller signature, a circular stamp containing a stylized symbol, and a final signature.

PROJECT DESCRIPTION

JICA and PNG side confirmed that the contents stated in the Project Description agreed upon in the minutes of meetings on the concerning Detailed Planning Survey on the Project signed on 12th December 2013(Appendix 3) have been implemented and will be remained.

I. BACKGROUND

After inauguration of O'Neill government in 2012, the political situation of PNG has been stable. When it comes to economy, PNG has registered high GDP growth rate (6%-9%) since 2007, led by the robust growth in its agriculture and mining sector. Such growth rates are generally higher than those of South East Asian countries. Under these circumstances, it is anticipated that power demand in PNG continue to increase in the future. Based on the provisional calculation in the PNG POWER 15 Year Power Development Plan 2012-2026 (15YPDP) published by PNG Power Limited (hereinafter referred to as "PPL"), net system sales energy and peak power demand will increase from 869GWh and 210MW in 2012 to 1,142GWh and 347MW in 2026 respectively. Currently, the PPL owns power plants with total installed capacity standing at 278MW. However it is estimated that the PPL's actual total supply capacity stands at around 200MW only. It has been analyzed that the underperformance of PPL is due to the aging of power facilities, inadequacy of maintenance, among other reasons. As such, this has led to the problems of chronic power shortage in almost all parts of PNG.

Especially, in Ramu power system which supplies power to the provincial cities in MOMASE region such as Lae and Madang, the peak power demand is estimated to increase from 74.3MW in 2012 to 104.8MW in 2026. In Lae city, which has the second largest population and is generally considered as the commercial hub in PNG, the peak power demand is said to increase by two-fold from 37.9MW to 66.8MW.

At present, the Ramu power system is facing the challenge of unstable power supply. In 2010, unexpected power outages in the Ramu power system were reported to have occurred 1,932 times due to problems deriving from power supply capability and 1,706 times due to that from power network. Although large scale diesel power facilities are at work in Lae city, the unstable power supply poses a continuous threat to the city's economic activity, provided that the average blackouts amount to 83.5 hours per month. The blackouts are generally ascribed to the aging of the existing power-related facilities and troubles of distribution network among other factors.

Under such circumstances, PPL has taken measures to develop and upgrade hydropower plants. Regarding transmission network, JICA had conducted "Preparatory Survey on Expansion and Reinforcement of the Ramu power grid" (equivalent of Feasibility Study), in which middle and long term power demand forecast and power development plan were reviewed and necessary expansion plan of transmission network in Ramu power system were analyzed. Furthermore, based on the above preparatory survey, the Japanese yen loan project titled "Project for Reinforcement of Ramu

Transmission Network” (L/A was signed in August 2013) is to commence soon so that transmission lines connected to Lae city and the surrounding area as well as those fixtures and fittings is to be upgraded and reinforced.

However, regarding distribution system including small scale power facilities in Lae city and the surrounding area, it is necessary to identify problems and carry out the study to come up with remedial measures to improve the overall reliability of power supply of the Ramu system. The study is also expected to explore the possibility of adopting alternative measures to the current power development plan which assumes continuous use of the aging and more or less uneconomic diesel power facilities in Lae city. It is also of interest of the study to investigate the implications of new power plants development in the Ramu power system. Furthermore, given improvement of distribution system is an urgent issue, it is necessary to take measures to prevent earth faults, enhance distribution capacity, improve control system, prohibit illegal connections and so on.

II. OUTLINE OF THE PROJECT

1. Title of the Project

Project for Lae Area Power Development Master Plan

2. Expected Goals which will be attained after completion of the Project

(1) Goals of the Project

Ramu System Power Development Master Plan and Lae Area Distribution Network Improvement Plan will be developed for the year between 2016 and 2030, thereby contributing to stabilization of future power supply.

(2) Goal which will be attained by utilizing the outcome of the Project

To meet rapid power demand growth, power supply will be stabilized in Ramu system and Lae area by promoting suitable power development

3. Outputs

(1) Power development master plan for the Ramu power system composed of power generation development plan, power network (transmission) expansion plan for the year between 2016 and 2030 is developed.

(2) Distribution network improvement Plan in Lae area for the year 2016 and 2030 is developed.

4. Activities

The Project shall consist of two components and be carried out as follows.

(1) Study on power development master plan of Ramu power system

1-1 Collecting and Analysing basic data and information

- To collect and analyse data and information on progress of GoPNG Development Strategic Policy (DSP) and Economic performance
- To collect and analyse data and information on population growth rate trend and



- performance of rural electrification policy
 - To collect and analyse data and information on specifications, operation records including supply capability, rehabilitation plan and decommissioning plan of the existing power facilities such as generation, transmission, substation and distribution.
 - To collect and analyse data and information on manners of power system operation such as control of frequency / voltage / power factor and correspondence procedure, and protection relay.
 - To collect and analyse data and information on location, specification, cost and development conformation of on-going and under construction projects of power system facilities in Ramu power system.
 - To collect and analyse data and information on PNG energy policy and demand supply plan.
 - To collect and analyse data and information on assistance situations of other donor organizations relevant to the power and energy sector.
- 1-2 Forecast of demand and supply of primary energy and electricity
- To forecast macro power demand up to the year 2030 based on economic figures, population growth rate and rural electrification rate.
 - To evaluate primary energy development plan and supply cost.
 - To forecast micro power demand up to the year 2030 by summation method through the study on MOMASE economic corridor plan, new commerce township plan in Madang, industrial zone development plan in Lae city and mining development plan.
 - To assume change of daily load curve up to 2030.
- 1-3 Study on development candidates of each type of power plant
- To collect and analyse data and information on supply capability, unit capacity, construction cost, fuel supply plan and fuel price of new candidates of each power source such as hydroelectric, geothermal, gas fired and biomass.
- 1-4 Optimum power development plan
- To prepare several scenarios of power generation development plan based on primary energy development plan and generation cost of each type of power source, and the most economical fuel mix plan which ensures supply reliability in 2030.
 - To study economic efficiency of with or without of interconnection between Lae and Port Moresby power system.
 - To build up power generation project implementation plan of every year taking into consideration of development schedule and financial resource of each project aiming at achievement of the optimum power generation fuel mix in 2030.
- 1-5 Power system planning
- To carry out power system analyses of bulk power network based on power generation development plan, every areal power demand forecast.
 - To draw up optimum power network expansion plan every five year from 2016 to 2030 based on the above.
 - To clarify issues on power system control manners and protection relay and to make recommendations on improvement plan of power system control.
- 1-6 Environment and social consideration




- To collect and analyse data and information on development candidates for implementation of Strategic Environment Assessment (SEA).
 - To carry out comparative study on several alternative strategy or plan from the viewpoints of environmental and social consideration.
- 1-7 Organization and institution
- To collect and analyse data and information on current situation of O&M organization and institution of power stations, transmission lines and substations and make recommendation on improvement measures.
- 1-8 Long run marginal cost (LRMC) and long run investment plan
- To estimate long run marginal cost and prepare long run investment plan based on the above power system development plan.

(2) Study on distribution network improvement plan in Lae area

- 2-1 Collecting and analysing basic data and information
- To collect and analyse data and information on specifications, operation records including cost of the existing power network facilities such as transmission, substation and distribution in Lae area.
 - To collect and analyse data and information on causes of power loss and forced outages in Lae area.
 - To collect and analyse data and information on location, specification and cost of on-going and under construction projects of power system facilities in Lae area.
 - To collect and analyse data and information on operation and maintenance of power system facilities such as generation, transmission, substation and distribution in Lae area.
- 2-2 Clarification of issues on the power grid and distribution system and study on improvement plan
- To investigate cause of power loss and forced outage of distribution line and build up improvement measures.
 - To carry out actual condition survey on cause and effect of harmonics of distribution line and build up improvement measures.
 - To carry out power system analyses of bulk power system and clarify the problems.
- 2-3 Structural design of distribution system
- To study optimum distribution system structure from the viewpoints of supply reliability securement, decrease of power loss and O&M manageability.
- 2-4 Developing Lae area distribution network improvement plan
- To select priority areas for improvement, enhancement and renewal of distribution system in Lae area from the viewpoints of urgency and importance.
 - To build up Lae area distribution network improvement plan and carry out facility design.
 - To study on necessity and appropriate timing of introduction of new technologies such as distribution automation system, underground distribution line and smart grid.
 - To prepare implementation organization and schedule, and estimate project cost along with the Lae area distribution network improvement plan to be

A large handwritten signature in blue ink is located at the bottom right of the page. To its right, there are two circular stamps: one containing the letters 'ST' and another containing the letters 'AS'. Further to the right, there are more handwritten initials.

- developed.
- To conduct economical and financial analysis and evaluate feasibility of Lae area distribution network improvement plan.
- 2-5 Initial environmental examination
 - To conduct initial environmental examination of the Lae area distribution network improvement plan in compliance with the environmental regulation of PNG and JICA environmental guidelines.
- 2-6 Implementing a pilot project within PPL's budget based on the distribution network improvement plan
 - To select pilot project area and build up work plan
 - To offer advice on voltage control and power factor management, etc. indispensable for operation of substation and also instruct how to put priority order on each feeder in consideration of feeder load.
 - To instruct purpose of use and basic motion of every protection relay instruments.
 - To instruct concept of preventive maintenance and predictive maintenance.

5. Input

(1) Input by JICA

1) Dispatch of mission (tentative only and assignment member is to be determined later)

- Leader/Power Development Planning
- Power Demand Forecast
- Primary Energy Demand
- Power System Planning
- Power System Analysis
- Power System Operation
- Distribution & Substation Planning
- Distribution & Substation Designing
- O&M of Distribution & Substation
- Protection Relay Designing
- Environmental and Social Consideration
- Hydropower Generation Planning
- Thermal power Generation Planning
- Economical Financial Analysis

2) Equipment (tentative only)

- 3 phases relay tester and other relevant equipment

3) Others

- Bearing expenses necessary for security, provide international airfare and accommodation fee etc.
- Means of transport and travel allowances for members of the JICA missions for official travel within PNG.
- Technical training in Japan for PPL and/or DPE officers

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations among JICA, PPL and/or DPE during the implementation of the Project, as necessary.





(2) Input by PPL and/or DPE

PPL and DPE will take necessary measures to provide at its own expense:

- Services of counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-7.
- Suitable office space for JICA mission with necessary equipment.
- Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the equipment provided by JICA.
- Information as well as support in obtaining medical service.
- Credentials or identification cards.
- Available data (including maps and photographs) and information related to the Project.
- Running expenses necessary for the implementation of the Project.
- Expenses necessary for transportation within PNG of the equipment referred to in II-5 (1) 2) as well as for the installation, operation and maintenance thereof.

6. Implementation Structure

The Project organization chart will be prepared immediately after the project starts. The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

(1) PPL and DPE

- Project Director: Director, Strategic Planning & Business Development, PPL
- Project Manager: Manager, Strategic infrastructure, PPL
- EMC Secretariat Staff
- Generation Planning Officer
- Transmission Officer
- Distribution Officer
- Substation Officer
- PPL Project Coordinator
- Others if necessary

(3) Members of the JICA missions

The JICA missions will give necessary technical guidance, advice and recommendations to PPL and DPE on any matters pertaining to the implementation of the Project.

(4) Joint Coordinating Committee

Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC") will be established in order to facilitate inter-organizational coordination. JCC will be held whenever deems it necessary. A list of proposed members of JCC is shown in the Annex 1.

7. Project Site(s) and Beneficiaries

Area covered by Ramu power system.

8. Duration (Annex 2)

The project duration is estimated to be 25 months as described in the Plan of Operation

in Annex 2.

9. Reports

The members of the JICA missions will prepare and submit the following reports to the PPL and DPE respectively in English.

- (1) hard copies and soft copy of Inception Report at the commencement of the first work period in PNG
- (2) 5 hard copies and soft copy of Draft Final Report at the end of the last work period in PNG
- (3) 5 hard copies and soft copy of Final Report within one (1) month after the receipt of the comments on the Draft Final Report

10. Environmental and Social Considerations

PPL and DPE agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations' in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

III. UNDERTAKINGS OF PPL AND GOVERNMENT OF PNG

1. PNG side will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the PNG nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of PNG, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of PNG from technical training as well as the equipment provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project; and
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the members of the JICA missions referred to in II-5 (1) 1) above and their families, which are no less favorable than those granted to experts of third countries performing similar missions in PNG under the Colombo Plan Technical Cooperation scheme.
- (3) provide security-related information as well as measures such as police escort to the pilot sites to ensure the safety of the members of the JICA missions;
- (4) permit the members of the JICA missions to enter, leave and sojourn in PNG for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees;
- (5) exempt from taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material necessary for the implementation of the Project;
- (6) exempt from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them and/or remitted to them from abroad for their services in connection with the implementation of the Project; and
- (7) meet taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material, referred to in II-5 (1) 2) above, necessary for the implementation of the Project.

Other privileges, exemptions and benefits will be provided in accordance with the Note Verbals exchanged on 20th September, 2012 between GOJ and GoPNG.

2. GoPNG will bear claims, if any arises, against the members of the JICA missions resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such

claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the JICA missions.

3. PNG side will bear claims, if any arises, against members of the JICA missions resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of members of the JICA missions.

IV. EVALUATION

JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. The PNG side is required to provide necessary support for them.

1. Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
2. Follow-up surveys on necessity basis

V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT

For the purpose of promoting support for the Project, PNG side will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of PNG.

VI. MUTUAL CONSULTATION

JICA and PNG side will consult each other whenever any major issues arise in the course of the Project implementation.

VII. AMENDMENTS

The record of discussions may be amended by the minutes of meetings among JICA, PPL and DPE.

The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the record of discussions.

Annex 1: List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee

Annex 2: Tentative Implementation Schedule



List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee

1. Chairperson
Director, Strategic Planning & Business Development, PPL (Project Director)
2. Members
 - 1) PNG Side
 - Deputy Secretary, DPE
 - EMC Secretariat Staff
 - Manager, Strategic infrastructure, PPL (Project Manager)
 - PPL Officer
 - Senior Portfolio Manager, IPBC
 - Foreign Aid Division, DNPM
 - Other representative(s), if necessary
 - 2) Japanese Side
 - Member(s) of JICA Mission
 - Representative(s) of JICA PNG Office

Note: Official(s) of the Embassy of Japan in PNG may attend the Joint Coordinating Committee as observer(s).

Abbreviations:

JICA : Japan International Cooperation Agency
IPBC : Independent Public Business Corporation
DNPM : Department of National Planning and Monitoring
DPE : Department of Petroleum and Energy
EMC : Electricity Management Committee
PPL : PNG Power Limited

e JPK  *AS*

Tentative Implementation Schedule

Study Content	Elapsed Months	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1. Data and Information Collection		■																								
2. Site Survey on Power Facilities		■																								
3. Power Demand Forecast Study				■																						
4. Primary Energy Supply Plan Study				■																						
5. Power Development Plan Study								■																		
6. Power Plant Development Projects Study				■																						
7. Power System Development Plan Study									■																	
8. System Operation Study									■																	
9. Preparation of Master Plan															■											
10. Distribution & Substation Plan Study				■																						
11. Pilot Project of Distribution & Substation																■										
12. O&M Study of Distribution & Substation																	■									
13. Economical Financial Analysis															■											
Report		△								△				△			△								△	
Work Shop and Seminar			△								△				△											
JCC		△							△																	
		Ic/R								Iv/R				Pr/R			D/R								FR	
			△								△			△			△									
			1st WS							2nd WS				Seminar			3rd WS									
		△							△								△									
		1st JCC							2nd JCC								3rd JCC									


 11

2. 質問票

Page		QUESTIONNAIRE / INFORMATION REQUIRED	Plan Organization :	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)			Ref. No. :	
PROJECT NAME: Project for Lae Area Power Development Master Plan			Issue Date :	
			Revision Date :	

No.	Questionnaire / Information Required	Assumed Organizations to Reply	Remarks
1	【General Information】 (1) Role and Organization chart for; 1) Department of Petroleum and Energy (DPEne), 2) Department of National Planning and Monitoring (DNPM), 3) Department of Public Enterprises (DPEnt), 4) Independent Public Business Corporation (IPBC) 5) Independent Consumer and Competition Commission (ICCC), 6) PNG Power Limited (PPL), 7) Department of Environment and Conservation (DEC). (2) Statistic yearbook (Social and economic indexes) in PNG, (3) Foreign investment law / BOT or IPP law	DPEne DNPM DPEnt IPBC ICCC PPL DEC Statistic Bureau IPBC	
2	【Power Development Plan】 (1) Company brochure / Annual report of PPL. (2) Peak demand and energy consumption in every power system from 2008 to 2012, (3) Power demand forecast (peak demand and energy consumption) up to 2025, if any (4) Latest power development plan (PDP) in every power system (National and Provincial 10 Year Power development Plan 2009-2018,), (5) Supply capability of each existing power plants (monthly firm or rated capacity (90% probability)), (6) Information of individual power development projects on-going and planned (Name, location, number of units, installed capacity, fuel type, etc), (7) Monthly averaged generation energy and monthly firm capacity (90% probability)	PPL	Updating information and data from as of Jan. 2011

Page		QUESTIONNAIRE / INFORMATION REQUIRED	Plan Organization :	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)			Ref. No. :	
PROJECT NAME: Project for Lae Area Power Development Master Plan			Issue Date :	
			Revision Date :	

	of each power plants (existing, on-going, planned), (8) Power development criteria (L.O.L.P, peak duration hours in a day, etc.), (9) Construction Cost and Generation Cost of each power plant project in PDP (10) Scheduled outage of each fuel type of power plant, (11) Situation of Energy Saving Plan and Demand Side Management,		
3	【Power System Plan】 (1) Grid code, (2) Power system planning criteria (voltage, frequency, supply reliability, system stability, short-circuit and grounding fault current, etc.), (3) Single Line Diagram of POM Grid, (4) Single Line Diagram of Ramu Grid, (5) Route map of Ramu transmission lines, (6) Overall system diagram of Lae area, (7) Route map of Lae distribution lines, (8) Facility register for; 1) Transmission lines, 2) Substation, 3) Trunk distribution lines, (9) Fault records in for; 1) Transmission lines, 2) Substation, 3) Distribution lines. 4) Demand forecast of Lae area,	PPL	Updating information and data from as of Jan. 2011

Page		Plan Organization :	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)		QUESTIONNAIRE / INFORMATION REQUIRED	
PROJECT NAME: Project for Lae Area Power Development Master Plan		Ref. No. :	
		Issue Date :	
		Revision Date :	

	<p>(10) Peak demand and energy consumption in Lae area from 2010 to 2012,</p> <p>(11) Organization chart with number of staffs for Distribution System of;</p> <p style="margin-left: 20px;">a) Port Moresby</p> <p style="margin-left: 20px;">b) Lae area</p> <p style="margin-left: 20px;">c) Madang area</p> <p>(12) Daily load data for Lae system (for continuous 7 days),</p> <p>(13) Development Plan of Ramu Grid.</p> <p style="margin-left: 20px;">The Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP), Independent State of Papua New Guinea (2010),</p>		
--	--	--	--

Remarks: All data shall be with electronic data if available.

3. 面談記録および現地視察報告書

面 談 記 録

件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時：2013年；11月22日（金）11時00分～11時45分
関係先：Asian Development Bank (ADB)
場 所：ADB, Level-13, Deloitte Tower, Meeting Room
出席者：（敬称略） <u>ADB</u> Mr. Fred Ramos; Project Officer (Energy) <u>JICA</u> 調査団： 伊東、瀬戸
1. 本調査の概要説明 インセプション・レポートを配布し、本調査の目的、基本方針及び概略行程を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。 2. 一般情報 1) 現在、レイ地域で実施している Project は下記； a) Lae Port Development Project で、完了予定は Nov. 2014 で、必要な電力は、後日調べてメールしてもらうこととし、12月10日に現在詳細設計中でありそれが終了したら連絡するとの回答があった。 b) Rural Electrification は、Morobe Province では実施していな。理由は、PNG からの要求がないからとのこと。 2) PNG で実施している Power Sector 関係の案件としては下記がある a) Implementation of the Electricity Industry Policy (TA) b) Improve Energy Access for rural Communities (Grant) c) Port Moresby Power Grid Development Project (TA; HPP) d) Town Electrification Investment Program – Tranche 1 (Loan) e) MFF: Town Electrification Investment Program (Loan) 尚、上記項目-c)については、シドニーの Office に確認後、メールしてもらう事としたが、12月10日、現在 Draft Final を作成中で、終了したら Website に UP するのでそれを見て欲しいとの回答があった。 3) Difficulty Document を提出してもなかなか返却されない。PPL の Capacity 不足、DNPM～IPBC な

どへの連絡がスムーズに行っていないと思われる。

3. 技術関係

- 1) 停電の原因は、発電所側によるものが多いと考えられるとのこと。
- 2) 現在計画中の電力案件は、特になし。

—以上—

記載日：平成 25 年 11 月 22 日

記載者：伊東、瀬戸

Website: www.adb.org/pnrm

現地視察報告書

件 名：パプアニューギニア独立国

レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査

開催日時：2013 年 11 月 30 日（土）8 時 30 分～15 時 30 分

関係先：PPL-LBO

場 所：Baiune-1; 33/22kV S/S 及び Baiune-2; 33/132kV S/S

出席者：（敬称略）

PPL Mr. Ronnie Kopi; Asset & Distribution Manager (LBO)

Mr. Jimmy S. Mupangke; Control (LBO)

Mr. Gordon sulei; Electrician

JICA 調査団：瀬戸

4. Baiune-1, 22/33kV 変電所の概要

- 1) 当該変電所は、Taraka 発電所の 11kV(FDR-5)から引き出し、Highland Highway のブランチから入ったところで、11/22kV に昇圧し、約 95km 離れたところに位置した無人変電所で、配電線路の途中に Auto-recloser は設置されておらず、電線に弦が巻きついて保守状況は好ましくない。途中クレオソートを使用していると思われる 22kV 用木柱があった。
- 2) ブランチに入るとかなり悪い道が有り、変電所までは約 2 時間半かかった。途中で Mumeng 変電所があったが 2009 年に発生した洪水（土石流と思われるが）で押し流され跡形もなかった。また、小さな川を渡るのに 4 駆でなければいけない。現在橋を架ける計画があるとのこと。
- 3) 敷地は、20x10m 程度で、2 台の 2.5MVA 降圧用変圧器が設置されている。引込線路は 33kV で IPP から供給されている。
- 4) 当該変電所には、22kV 送り出し線に Auto-Recloser が設置されているが、33kV の引き込み用遮断器は設置されておらず、買電電力量計は IPP の 33kV 変電所に設置されている。
- 5) 降圧用変圧器は、Shanghai Voltage Regulator Manufacture Co., Ltd で、Impedance が 1.22% と

刻印されており信じがたい。

6) 責任分界点は、変電所内の 33kV 断路器のつなぎ込み点とのこと。

7) 所内用変圧器は、かなり古く油漏れがあったので近づけなかった。

5. Baiune-2, 132/33kV 変電所の概要

1) 当該変電所は、上記 22/33kV 変電所から車で約 10 分のところに有り、今年運開。当初は、22/33kV 変電所を拡張する予定だったが、新規にこの変電所を建設したとのこと。

2) 電力は IPP から 10MW を 33kV で受電し、20MVA 変圧器で 132kV に昇圧し Erap 変電所と繋がっている。途中 Hidden Valley の 132kV 線が T 接続しているとのこと。

6. 現場写真



Baiune-1, 33/22kV 変電所全景



所内用変圧器



右奥に、建設途中で放棄した 132kV 送電線路用コンクリートポールがある。



No.2 降圧用変圧器名盤

製造年月日が刻印されていない。

	
<p>Baiune-2, 33/132kV 変電所全景 手前が 132kV 送電線（送り出し）</p>	<p>20MVA、33/132kV 昇圧用変圧器の名盤 2012年8月製造</p>
	
<p>33kV 引き込み線 IPP から 10MW で受電。 丘の向こうに水力発電所がある。</p>	<p>132kV 送電線 電力線搬送: Power Line Carrier (PLC)の代わりに OPGW が架線されている。</p>
<p>—以上—</p>	
<p>記載日：平成 25 年 11 月 30 日</p>	<p>記載者：瀬戸</p>

Website: www.pngpower.com.pg

現地視察報告書

件 名：パプアニューギニア独立国

レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査

開催日時：2013年；11月23日（金）9時00分～10時30分
関係先：PPL - POM
場所：Boroko 変電所
出席者：（敬称略） PPL Mr. Francis Uratun; Manager, Strategic Infrastructure Planning Mr. Reuben Muru; Specialist, Engineer Transmission and Distribution JICA 調査団：伊東、瀬戸
7. 変電所の概要 <ol style="list-style-type: none"> 1) 変電所の運用開始は1975年以前で定かでない。 2) Feeder数： <ol style="list-style-type: none"> a) 66kV：7-feeders, 2-feeders for Step-down Tr. b) 11kV: 12-feeders 3) コントロールパネル <ol style="list-style-type: none"> a) 66kV：変電所運用開始時に設置されたもの。 b) 11kV：2011年に更新、メーカーはTAMCO 4) 変圧器関係 <ol style="list-style-type: none"> a) No.1 Tr.: 30/67% (30)MVA, ONAN/ONAF, 66/11kV, OLTC 付き(21Taps)、2006年製造 中国 TBEA Hengyang Transformer Co. b) No.2 Tr.: 30/67% (30)MVA, ONAN/ONAF, 66/11kV, OLTC 付き(21Taps)、2010年製造 同上メーカー製 5) 11kV SWGR は昨年設置 6) その他： <ol style="list-style-type: none"> a) 遮断器の遮断容量 66//11 kV - 25/25 [kA] at 3-sec. b) LIWV: 66/11 [kV] – 325/95kV, AC Power: (記載されていない)/38kV c) 所内 DC 電源：Battery は1995年製、48V を使用。 7) SCADA Room との情報伝達は無線を使用。 8) 当該変電所は、POM 系統で最大の変電所とのこと。 9) 変電所内のコントロールルームには全体系統図及び配置図が整備されていない。 10) 不要となった保護継電器盤がそのままコントロールルーム内に置かれていた。 11) 変圧器には Oil 漏れに対する Oil Pit が考慮されておらず、Oil 漏れはそのまま地面に染み込んでいた。
8. 現地写真

		
<p>BOROKO Substation 全景 左端の建屋がコントロールルーム</p>	<p>11kV SWGR 2011年に設置。製造 TAMCO</p>	
		
<p>力率改善用 10MVA, STATCOM の設置工事中 力率を 0.9 に保つとのこと。</p>	<p>66kV Control Panel Color Code: 66kV: Brawn, 11kV: Orange 保護 Relay は 51/51G のみ作動するとのこと。</p>	

	
No.2 変圧器	No.1 変圧器
—以上—	
記載日：平成 25 年 11 月 23 日	記載者：伊東、瀬戸

Website: www.pngpower.com.pg

面 談 記 録

件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時：2013 年；11 月 21 日（木）11 時 30 分～12 時 10 分
関係先：Department of Environment and Conservation (DEC)
場 所：DEC Boroko National Capital District, 2F, Mr. G. Joku の執務室
出席者：（敬称略） DEC Mr. Gunther Joku; Acting Secretary JICA PNG 事務所：伊藤所員 調査団：伊東、瀬戸
<p>9. 本調査の概要説明</p> <p>インセプション・レポートを配布し、本調査の概要を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。</p> <p>10. 一般情報</p> <p>1) 当該部局は 1985 年に設立された。主な法規としては、1) Environmental Planning Act; 1978, 2) Environmental Contaminants Act; 1978, 3) Conservation Areas Act; 1978, 4) National Parks Act; 1982 及び 5) Water Resources Act; 1982 等がある。</p> <p>2) DEC の主な役割は、a) EIA of Major Projects, b) Environmental Policy Development, c) Pollution Control, d) Management of Water Resources, e) Conservation of Flora and Fauna, f) Establishment and Management of National Parks and Protected Areas 等が挙げられる。</p>

11. 技術関係

- 3) 環境関連法規は、Environmental Act 2000 及び Environmental (Amendment) Act 2002 が現時点では最終版で新規 Amend 等はない。
- 4) 「配電用変圧器で、絶縁油に PCB が含まれているものを未だ使用しているか」との問い合わせに対し、4~5 年前 Australian Aid の支援で PCB 処理がなされたが、現在も使用しているかどうかは把握していないとの回答であった。
- 5) 環境影響評価は、国内法に準拠し、国際法等、例えば、PNG が加盟している Secretariat of the Pacific Environment Program (SPREP)等も配慮するとのことであった。
- 6) 今回のプロジェクトでは、MP 作成であるため環境影響評価は必要ないので、その旨 JICA へレターを发出する予定。
- 7) 下記情報提供を要求したが 11 月 21 日、12 月 4 日及び 12 月 6 日に Follow しているが 12 月 10 日現在、連絡なし。
 - a) Detailed organization chart
 - b) National conservation and preservation map of PNG
 - c) PCB update
 - d) Letter of Environment Permit to mention that DEC doesn't require for the project. (JICA will draft the letter and send you later)

12. 入手資料

- 1) DEC Annual Plan 2013
- 2) Environment Act 2000
- 3) Environment (Amendment) Act 2002

—以上—

記載日：平成 25 年 11 月 21 日

記載者：伊東、瀬戸

Website: Not Available.

面 談 記 録

件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時：2013 年；11 月 18 日（月）14 時 10 分～14 時 50 分
関係先：Department of National Planning and Monitoring (DNPM)
場 所：DNPM, 2F-FAS-Foreign Aid Div.の打ち合わせ室
出席者：（敬称略）

DNPM Ms. Jenny Tumun Bire; Assistant Secretary, Bilateral, Foreign Aid Division
Mr. Dan Lyanda; Aid Coordinator, Bilateral Branch, Foreign Aid Division
Mr. Hideo Kobayashi; Department Advisor-JICA Foreign Aid Division

JICA PNG 事務所： 伊藤所員、中川企画調査員
調査団： 伊東、瀬戸

13. 本調査の概要説明

インセプション・レポートを配布し、本調査の目的、基本方針及び概略行程等を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。

14. 一般情報

- 1) Minutes of Meetings (M/M)に DNPM もサインを行う。
- 2) 次回打ち合わせ (M/M 内容の協議) は 12 月 9 日 (月) を予定している。時間はとりあえず 10 時ということにしたい (後日 11 日 (火) の 10 時からとなった)。
- 3) Role : 当部門は海外援助案件を監督しており、電力インフラは最も重要な分野である。
- 4) GDP 成長率などの経済統計データならびに 5 か年見通しは財務部が所有しており、Web サイトからも入手できる。また、2011 年センサスは 2014 年 6 月にファイナライズされる見通しである (JICA 事務所がドラフトを所有している)。

5) Organization Chart

2012 年 9 月時点の DNPM の「Top Structure」を Kobayashi 氏より入手した (付属資料参照)。本件の関係先は、Deputy Secretary Policy GR20 - FAS Foreign Aid GR18 - AS Bilateral GR16 である。

尚、この資料は、Website の Foreign aid Division のものと多少違っている。

- 6) PNG Development Strategic Plan 2011-2015 は、現在 Review 中であり、2014 年 4 月または 5 月ごろ公表される予定である。

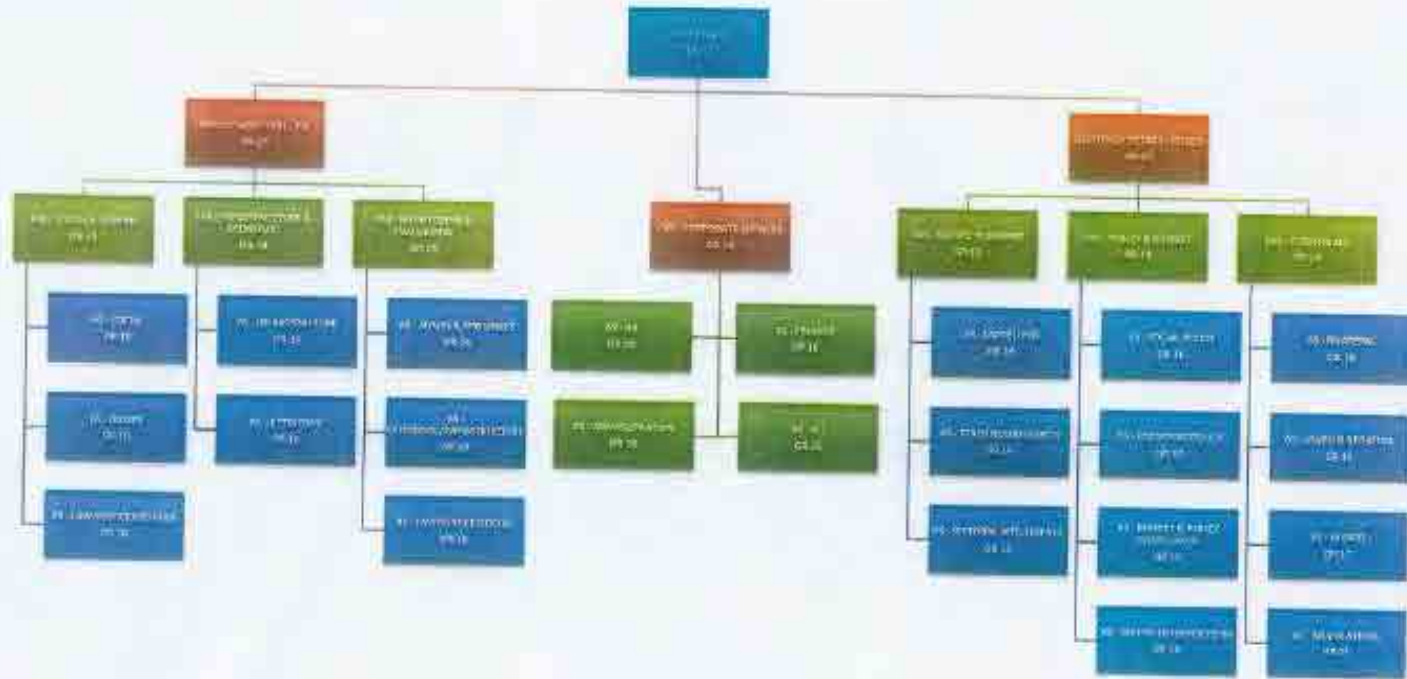
15. 付属資料

- 1) Top Structure; September 26, 2012

—以上—

記載日：平成 25 年 11 月 18 日

記載者：伊東、瀬戸



SECRETARY – EXL 6 - 1
 DEPUTY SECRETARY'S GR.20 - 2
 FIRST ASSISTANT SECRETARIES GR.18 - 7
 ASSISTANT SECRETARIES GR.16- 23

面 談 記 録

件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時：2013年； 第1回；11月19日（月）15時00分～15時40分 第2回；12月10日（火）9時00分～11時00分
関係先：Department of Petroleum and Energy (DPE)
場 所：DPE, Gordon office 1F 会議室
出席者：（敬称略） <u>DPE</u> Mr. Vore Veve; Director, Energy Division & Deputy Secretary of Energy② <u>JICA</u> PNG 事務所： 杉山所長、伊藤所員、中川企画調査員② 調査団： 伊東、瀬戸
<p>16. 本調査の概要説明</p> <p>インセプション・レポートを配布し、本調査の目的、基本方針等を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。</p> <p>17. 一般情報</p> <p>7) Electricity Industry Policy(EIP)は2011年に承認された。コピーが無くなってしまったので、メールで3名に送付するとのことで、後日受領した。</p> <p>8) その他3つの Energy policies; National Energy Policy, Renewable Energy Policy and Rural Electrification Policy は関係機関からのコメント待ちである。また、その内、後者の2つ（Renewable と Rural Electrification は W/B の支援を受けている。</p> <p>9) Energy Division は現在16名（省全体では120名）であるが、来年6、7月には77名体制になり、エネルギー分野の技術的規制局の役割を担う。これまで PPL が担ってきた業務を本来の省庁が担うことから、増員はほぼ PPL 職員が移動することになる。ICCC は全セクターの価格規制局（Economic regulator）となる。</p> <p>10) また、2012年12月に電力管理委員会（Electricity Management Committee (EMC)）が構成員5名で設立された（委員長：DPE、委員：DNPM, DOTre, IPBC, POMCCI(Chamber Commerce Industry)）。併せて、全ての電力プロジェクトは EMC にかけてられることが義務付けられた。</p> <p>11) 従って、Minutes of Meetings (M/M)に DPE はサインをしないが、M/M は DNPM から EMC に提出してもらうことになる。</p> <p>12) DPE は Technical Regulator である。Website 及び Annual Report 等はない。</p> <p>13) EIP に記載されている、大口とは 10MW 以上を指す。</p> <p>18. R/D 関係打ち合わせ</p>

- 1) MP の必要性を説明し、コンポーネントは①Ramu 系統の MP と②Lae Area の配電網の Development とすることに賛同を得た。
- 2) MP の実施期間中は、EMC から Engineer をアサインさせる。

19. 入手資料

- 2) Electricity Management Committee (EMC) Guideline, October 2011
- 3) Electricity Industry Policy (EIP), November 2011

—以上—

記載日：平成 25 年 11 月 19 日

記載者：伊東、瀬戸

Website: Not Available

面 談 記 録

件 名：パプアニューギニア独立国

レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査

開催日時：2013 年：11 月 19 日（火）13 時 40 分～14 時 40 分

関係先：Department of Public Enterprises (DPEnt)

場 所：DPEnt; 4F、Meeting Room

出席者：（敬称略）

DPEnt Dr. Clement Waive; Advisor

JICA PNG 事務所：伊藤所員

調査団：伊東、瀬戸

20. 本調査の概要説明

インセプション・レポートを配布し、本調査の目的、基本方針等を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。

21. 一般情報

- 4) 現在、下記の 2 つの大きな鉱山開発計画が進行中で、これらはレイ系統に含まれる。
 - a) Wafi (Gold/Copper Mine)電力需要：建設期間 30MW、操業期間 180～200MW
 - b) Yandera (Copper/Molybdenum Mine)電力需要：建設期間 25MW、操業期間 120～150MW
 - c) 操業中の鉱山は、ラムニッケル鉱山。PPL からの電力供給を期待している：50MW
- 5) DPEnt の website は現状なし。
- 6) 本調査に関わる MM 及び RD には関係しない。
- 7) DNPM との作業分担は、DNPM が計画する資源エネルギー、電力、鉱業、工業等の個々の分野

の案件を DPent がそれらを統合し、整合性をとりながら各経済回廊地帯を計画実行するという
ことである。

- 8) 経済回廊の計画のための Business Plan 2013 を Singapore のコンサルタントに委託し作成中であり、
ドラフトが Oct. 2013 にできたところである。
- 9) 双日・三菱がガスタービンの建設計画書を提出した。

22. 技術関係

8) 電力需要

現在、水力発電所の建設に関連し、多くの電力需要がある。また、現在、申請ベースでは、
レイ近郊に銅精錬所（1000MW）を建設する計画もある。

特に、鉱山の開発では、Construction の時期に電力が必要となる点に留意する。

現在考えられる電力需要を入手したので添付資料に示す。

23. 添付資料

- 4) Power Demand on Ramu System (Preliminary)
- 5) Major Resource Project

—以上—

記載日：平成 25 年 11 月 20 日

記載者：伊東、瀬戸

Power Demand on Ramu System (Preliminary)

No.	Description	[Year]	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Remarks
A: Lae Distribution System		[Unit]	Morobe Province																
1	Wafi Golpu (Gold/Copper Mine)																		
	1) For Construction Stage	[MW]	30	30	30	30	30												
	2) For Operation	[MW]						180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	*1
	Sub total		30	30	30	30	30	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	
B: Other Distribution System (Out side of Morobe)																			
1	Ramu Nico (Nickel/Cobalt Mine) (Madang)																		
	1) For Construction Stage	[MW]																	
	2) For Operation	[MW]	30	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	*3
2	Yandera (Copper/Molybdenum Mine) (Madang)																		
	1) For Construction Stage	[MW]		25	25	25	25												
	2) For Operation	[MW]						120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	*2
3	Madang Marine Industrial Park																		
	1) For Construction Stage	[MW]																	
	2) For Operation	[MW]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	*4
	Sub total		40	65	85	85	85	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	
Total			70	95	115	115	115	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	*5

Remarks:

- *1: Estimated demand is 180 to 200MW
- *2: Estimated demand is 120 to 150MW
- *3: Already in operation but below capacity (<50%?) and need to improve, therefore need additional power; Maybe 30-50MW
- *4: Estimated demand for operations
- *5: Total figures exclude demands for Copper Smelter (1000-1500 MW), Mt Kare Gold Mine (80-100 MW?), and Chuave Cement Plant (~10 MW)

MAJOR RESOURCE PROJECTS



KEY

- NEW MINES
- EXISTING MINES
- WILL BE REDEVELOPED
- OLD MINES

現地視察報告書

件名	パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時	2013年；第1回：11月27日（水）16時00分～16時30分 第2回：12月2日（月）11時00分～11時30分
関係先	PPL-LBO
場所	Erap Switching Station (SS)
出席者	（敬称略） <u>PPL</u> Mr. Mairawesi Pulayasi; Distribution Planning Engineer (POM) Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer (POM) Mr. Ronnie Kopi; Asset & Distribution Manager (LBO) Mr. Clement Ravini; Substation Manager (Ramu) Mr. Gordon Sulei; Electrician (LBO) <u>JICA</u> PNG事務所：中川企画調査員 調査団：伊東、瀬戸

24. 変電所の概要

- 1) 当該開閉所は、2012年12月に運用を開始した PNG では最新鋭の 132kV、1-1/2CB 方式を採用した開閉所で、2-Bay で構成されている。将来の増設用 Space がある。
- 2) 運用は、Taraka S/S に設置してある SCADA から遠方監視制御が行える計画で、現在調整作業を行っている。尚、守衛は 24 時間常駐。
- 3) 132kV 送電線は、Yonki 発電所からの引き込みと Taraka 及び Hydden Valley 変電所への送電の 3 回線が運用されている。従って、予備回線が 1-Bay ある。
- 4) SCADA は Optical fiber Grand Wire (OPGW)。24-cores を採用する予定とのこと。
- 5) 使用中の送電線路に設置されている避雷器 (LA) の読みを下表に示す。

表-1 132kV 回線のサージカウンターの読み

No.	Related S/S	Line No.	Phase		
			Red	Yellow	Blue
A: Reading on 27 Nov. 2013					
1	Yonki	601	2,371	2,023	847
2	Taraka	602	2,339	2,042	862
3	Hidden Valley	604	125	2,039	512
B: Reading on 2 Dec. 2013					
1	Yonki	601	2,371	2,023	849
2	Taraka	602	2,339	2,042	862
3	Hidden Valley	604	127	2,039	512

補足：12月2日では、5日間で Yonki-Blue+2、Hidden Valley-Red+2 の合計 4 回放電。

- 6) 12月2日の訪問時、SCADAは使用できない状態で、室内用エアコンも故障中で、非常に蒸し暑かった。変電グループに確認したところ、2台しかないエアコンが故障中。
- 7) 所内電源はNadzab S/Sの11kVを途中で11/22kVに昇圧し22kVで引き込んでいる。
- 8) 所内の非常電源用として109kWの屋外Package TypeのDEGが設置されている。燃料タンクは1m³で、ビニールホースのレベル計がついていたが中が見えないので、現在のレベルを聞いたところ“0”との回答があった。

25. 現場写真

	
<p>132kV 開閉所全景。左奥が Yonki からの引込線、その右側が Taraka で手前が Hidden Valley への引出し線。左の空き地が将来用で2-Bay 分の Space がある。</p>	<p>Hidden Valley 用引き出し。第1鉄塔の送電線の相配列は、左側：R、右上：B、右下：Y。</p>
	
<p>132kV 機器の操作制御盤 Key-Interlock を採用している。</p>	<p>132kV 保護継電器盤 湿気が多いので、電子機器への悪影響が懸念される。</p>

	
<p>バッテリー：名盤がないので仕様不明 アルカリ・バッテリーとのこと。</p>	<p>所内非常用発電機。 109kW で 1m³ の燃料タンクを装備しているが、タンクはカラ。</p>
<p>—以上—</p>	
<p>記載日：平成 25 年 12 月 2</p>	<p>記載者：伊東、瀬戸</p>

Website: www.pngpower.com.pg

面 談 記 録

<p>件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査</p>
<p>開催日時：2013 年；11 月 20 日（水）11 時 00 分～11 時 40 分</p>
<p>関係先：Independent Consumer & Competition Commission (ICCC)</p>
<p>場 所：ICCC, 1F 会議室</p>
<p>出席者：（敬称略） <u>ICCC</u> Mr. Jack Timi; Manager Energy Mr. Keith Hutchinson; Technical Adviser by Ausaid (Price Productivity Regulated Industries) <u>JICA</u> PNG 事務所：伊藤所員 調査団：伊東、瀬戸</p>
<p>26. 本調査の概要説明</p> <p>本調査の目的、基本方針等を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。</p> <p>27. 一般情報</p> <p>14) CPI, 燃料価格、設備投資計画を基に、5 年ごとに PPL と電気料金システムについて契約を行っている。契約には燃料費等の変動に伴う料金見直しを含んでおり、それに従って PPL は電気料金の改定を行っている。</p> <p>15) 最新の契約は 2013 年で 2 週間前にサインした。この後は 2018 年に契約更新となる。更新</p>

<p>時には大口需要家などからパブリックコメントをもらっている。</p> <p>16) ICCC は電力法の下、価格管理および品質（技術）管理も役割として与えられているが、Grid Code などの技術的管理を行えるキャパシティはないので、PPL に委任している。しかし、今後は DPE がその役割を担うことになる。</p> <p>17) ICCC は下記 4 部門にライセンスを発給している。</p> <p>a) 電力（PPL, Western Power）</p> <p>b) 通信事業</p> <p>c) 港湾サービス</p> <p>d) 大規模鉱業</p> <p>18) 電気料金は毎年 6.5% + 燃料費を考慮して新規料金を設定する予定。</p> <p>28. 入手資料</p> <p>1) Electricity Regulatory Contract ; 1st January, 2013 – 31th December, 2017 (Final)</p> <p style="text-align: right;">—以上—</p>	
記載日：平成 25 年 11 月 20 日	記載者：伊東、瀬戸

Website: WWW.iccc.gov.pg

面 談 記 録

<p>件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査</p>	
<p>開催日時：2013 年；11 月 20 日（水）9 時 00 分～9 時 45 分</p>	
<p>関係先：Independent Public Business Corporation (IPBC)</p>	
<p>場 所：IPBC; Pacific Place Building Level 11、Meeting Room</p>	
<p>出席者：（敬称略）</p> <p><u>IPBC</u> Ms. Fiona J. Nelson; Senior Portfolio Manager</p> <p><u>JICA</u> PNG 事務所：伊藤所員</p> <p>調査団：伊東、瀬戸</p>	
<p>29. 本調査の概要説明</p> <p>インセプション・レポートを配布し、本調査がレイ地域の配電網を対象としている事等を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。</p>	
<p>30. 一般情報</p>	

- 10) 本調査に関わる MM には Sign を行うことを了解された。
- 11) IPBC は PPL の株を 100% 所有、その他にも Air Niugini, DataCo PNG, Eda Ranu, Motor Vehicle Insurance, National Development Bank, PNG Ports Corp., Post PNG, Telikom PNG, Water PNG 新たに設立された National Petroleum Co. の株を 100%、そして Bemobile の株を 85% 所有している。
- 12) PPL はレイ地域において下記 3 社と IPP 契約を結んでいる。
 - a) Wafi Mining
 - b) Hamata Mining
 - c) Hidden Valley Mining
- 13) 電化率については、2030 年に 70% を目標としているが、現時点では 12% である。
- 14) Annual Report は Confidential なので配布できない。
- 15) Website は来年には立ち上げる予定である。
- 16) Ramu-2 HPP(2x120MW)の FS は 2014 年終了予定で UK の PERSONS に委託し実施している、EIA も実施中であり、Final Report は 2015 年になると考えられる。また、開発主体については全くの白紙状態である。

31. 入手資料

下記情報を写真撮影した。

	
<p>Lae Area の Mining 位置図</p>	<p>Organization Chart</p>

—以上—

Website: Not Available

面 談 記 録

件 名 :	パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時 :	2013 年 ; 11 月 25 日 (月) 13 時 30 分 ~ 14 時 30 分
関係先 :	Lae Chamber of Commerce Inc. (LCCI)
場 所 :	Mr. Alan Mclay の執務室
	: (敬称略)
<u>LCCI</u>	Mr. Alan Mclay; President
<u>PPL</u>	Mr. Mairawesi Pulayasi; Distribution Planning Engineer (POM) Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer (POM) Mr. Ronnie Kopi; Asset & Distribution Manager (LBO) Mr. Levi Yalu; Distribution Engineer (Mosase)
<u>JICA</u>	PNG 事務所 : 中川企画調査員 調査団 : 伊東、瀬戸
32. 本調査の概要説明	
<p>インセプション・レポートを配布し、本調査の目的を説明しスケジュールを配布後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。</p>	
33. 一般情報	
<p>1) 大小 275 の企業が加入している。主なテリトリーは Morobe 州である。</p> <p>2) 一般情報はホームページを参照して欲しいとの話があった。</p> <p>3) 主な大電力消費企業として下記が挙げられる</p> <p>a) Gold mines (Hidden Valley and Wafi)</p> <p>b) Fish Cannery, Majestic Sea Food Company (現在、約 2,000 名の従業員で、将来 7,500 人増える予定)。Tuna を取り扱っている。</p> <p>c) ADB の Lae Port 開発事業に併せて Cargo 会社など多くの企業が PNG 進出を計画している。なお、New Lae Port は 2014 年末に完成の見込みである。</p> <p>4) 現在の Nadzab 空港は国内線専用であるが、オーストラリアのケアンズへの国際線乗り入れが検討されている。</p> <p>5) 商工会議所の職員数は、3 名であるが、5 名に増強したいと考えている。</p> <p>6) 商工会議所の法人会員に対しアンケート調査等を行う場合には協力できるので相談してほしい、アンケートは商工会議所 HP に掲載することもできるとの話があった。</p>	
34. 入手資料	

1) Weekly News Updated; Vol. 48-13 (29 November 2013)

—以上—

記載日：平成 25 年 11 月 25

記載者：伊東、瀬戸

Website: www.lcci.org.pg

	<p>Lae Chamber of Commerce Inc. Weekly News Update</p>
<p>29 November 2013</p>	<p>VOLUME: 48 - 13</p>
<p>LAE CHAMBER OF COMMERCE INC. Room 5, The Professionals Building, 5th Street P.O. Box 265, Lae 411 Morobe Province Papua New Guinea Tel: (675) 472 2340 Fax: (675) 472 6038 E-mail: president@lcci.org.pg info@lcci.org.pg Website: www.lcci.org.pg The website is maintained by Kuakawa Business Solutions on support@kuakawa.biz</p>	<p style="text-align: center;"><i>FROM THE PRESIDENT'S DESK</i></p> <p style="text-align: center;">Japan International Cooperation Agency (JICA) team and PNG Power visit the LCCI</p> <p style="text-align: center;">Discussion on the following Preparatory Survey on Area Power Development Master Plan - November 2013</p> <p>Background of the Study</p> <p>After inauguration of O'Neil government in 2012, political situation has been stable. Regarding economic aspect, net growth rate of GDP shows from 6% to 9% in tow by strong agriculture and mining sector since 2007, the growth rates are higher in comparison with those of South East Asian countries. Under these circumstances, it is anticipated that power demand in PNG will increase in the future. Based on the provincial calculation in the PNG POWER 15 Year Power Development Plan 2012-2026 (15YPPD) published by PNG Power Limited (hereinafter refer to PPL), net system sales energy and peak power demand will increase from 869GWh and 210MW in 2012 to 1,142GWh and 347 MW in 2026 respectively. On the other hand, although PPL owns power plants which total installed capacity is 278MW, actual total supply capacity is estimated around 200MW below the peak power demand due to aging of power facilities and inadequacy of maintenance. Therefore, chronic power shortage has occurred. Especially in Ramu power system which supplies power to the provincial cities in from Highlands' area to Morobe area such as Lae, Madaung, Mount Hagen, the peak power demand is estimated to increase from 74.3MW in 2012 to 104.8MW in 2026. Among of those cities, the peak power demand in Lae city, with second largest population and the largest commercial city is estimated to increase from 37.9MW to 66.8MW a round twice.</p> <p>At present, power supply is unstable in Ramu power system. Unexpected power outages in Ramu power system due to power supply capability had occurred 1,932 times and those due to power network of 1,706 times in 2012. Although large scale diesel power facilities are installed in Lae city, largest demand centre in Ramu power system, blackouts of 83.5 hours on monthly average had occurred, since troubles of power plants commonly happened due to aging of the facilities. And also, partial power outage due to troubles of distribution network and others commonly occurred.</p> <p>Against the above circumstances, PPL has been proceeding with development and upgrade of hydropower plans. Regarding transmission network, JICA had conducted "Preparatory Survey on Expansion and Reinforcement of the Ramu power grid" (equivalent of a Feasibility Study), and middle and long term power demand forecast and power development plan were reviewed and necessary expansion plan of transmission network in Ramu power system. Furthermore, based on the above preparatory survey, a loan aid project "Project for reinforcement of Ramu transmission network" (L/A was signed on August 2013) will be commenced and transmission lines connected to Lae city surrounding area and those fixtures and fittings will be upgraded and reinforced.</p> <p>However, regarding the distribution system including small scale power facilities in Lae city and the surrounding area, it is necessary to continuously identify problems and study on remedial measures in order to improve reliability of power supply. As a prospecting improvement plan, counter measures against aging of diesel power facilities for power generation and development of new power plants are conceivable. Furthermore, improvement of distribution system is also an urgent issue and it is necessary to take measures for prevention of earth faults, enhancement of distribution capacity, preventing illegal connections and so on.</p>
<p style="text-align: center;">Index</p> <p>In this Issue From the Presidents Desk Survey on Power needs IPA Business Advantage articles PNG Industry News</p> <p style="color: red; font-style: italic;"><i>Thank you</i></p>	

Area Power Development (Cont)

Contents of the Request

Under the above background, the Government of PNG has requested technical cooperation to prepare a master plan of power development for Lae city and the surrounding area, which is focusing on improvement and enhancement of distribution system.

Purpose of the Survey

Purpose of the Survey is to conduct the following operations in accordance with the designated schedule.

Clarify required study scope for developing Lae Area power development master plan aiming at improvement of power supply reliability.

Verify present conditions of distribution system in Lae Area and formulate its improvement pilot project.

Reach agreement of the scope of the project through discussion with PNG sides.

Basic Policy of the Survey

In this survey, the following activities are to be carried out to achieve the above purpose.

- To make common understanding of this preparatory survey between Japan and PNG sides.
- To update or collect newly necessary information and data using a questionnaire.
- To verify current conditions of power demand and supply, power plants, substations, transmission lines and distribution systems through site survey.
- To obtain agreement on the TOR of project for Lae Area power development master plan through discussion with PNG sides.

現地視察報告書

件名	パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時	2013年：第1回；11月26日（火）8時00分～9時45分 第2回；11月28日～12月6日
関係先	PPL-LBO
場所	Milford Power Station (P/S)
出席者	（敬称略） <u>PPL</u> Mr. Albert Nanako; Acting Regional Manager (Momase+Highlands) Mr. Mairawesi Pulayasi; Distribution Planning Engineer (POM) Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer (POM) Mr. Ronnie Kopi; Asset & Distribution Manager (LBO) Mr. Levi Yalu; Distribution Engineer (Momase) Mr. Stanley Gogorea; Power Station Leader (Milford and Taraka) Mr. Gordon Sulei; Electrician Mr. Jimmy S. Mupangke; Metwork Operations Mr. Sauil Ilam, Team Leader Operation (Rabaul) <u>JICA</u> PNG事務所：中川企画調査員 調査団：伊東、瀬戸
35. 変電所の概要	<p>9) 運用開始は1988年で、敷地内には発電機建屋が有り、発電所と変電所間はフェンス等の仕切がなく、ここは発電所図と言える。</p> <p>10) 発電設備は屋内型が11台、屋外型が1台の合計12台で、現在運用可能な発電機は定格出力3.3MW（現有出力2MW）の4と5号機、3.3(2.5)MWの6号機及び発電所の非常用電源設備で屋外型1.4(1)MWの12号機の4台である。その内、2台は0.56MWで低中での運転をしていたが、12月1日現在復旧し、現有出力が2MWに復旧した。</p>

- 11) 運転していない発電機は運転可能な発電設備へのスペアパーツの供給源(Cannibalization)となっている。
- 12) 変電所には、2 台の 66/11 kVA 変圧器があり、1 台は中国 QRE 製で 2007 年 5 月製造、もう一台は韓国 Hyundai 製で 1988 年 1 月製造。
- 13) 66kV の Taraka 変電所からの引き込み線には遮断器が設置されていない。

36. 一般情報

- 7) 制御監視室または、所長室に単線結線図がなく、発電所の全体配置図はあるが非常に古いものであった。
- 8) 単線結線図を入手したが、多少修正点があるとのことで、後日メールしてもらうこととしたが、修正が間に合わなかったとのことで入手できなかった。

37. 技術情報

- 1) 11kV SWGR は 3 組あるが、使用されているのは 2 組で、これらの保護リレーは正常に働いていない。
- 2) 毎日 30 分毎に記録した A, V, W, Whr, F, 変圧器タップ及び事故記録を入手したが、A, V, F は測定値で、電力及び電力量は A と V を基に計算した値である。又、事故記録は、どの保護継電器が動作したのかわからない。警報もランプ切れなどが多くある。

38. 入手資料

- 1) Daily Feeder Load Readings at Milford (3. Dec. 2013)
- 2) Milford, Taraka Maintenance Plan (2013)
- 3) Organization Chart for Generation Team Lae
- 4) Monthly Report of Generation Team (Sep. Oct. & Nov. 2013)
- 5) Monthly Report of Taraka (Sep. and Nov. 2013)

39. 現場写真



3.3MW DEG (6号機～11号機)、現有出力は2.5MWで運転しているのは6号機のみ



Milford 発電所の全体配置図
中央の発電機建屋の左側に変電所があるが、記載されていない。



No.1 昇圧用変圧器、6.6/11kV、20MVA



750kVA 所内変圧器と接地用変圧器 (右端)



No. 1, 66/11kV 25/30MVA 降圧用変圧器



監視制御室
盤面の Mimic で Orange 色は 11kV 系統を表す。

記載日：平成 25 年 12 月 6	記載者：伊東、瀬戸
--------------------	-----------

Website: www.pngpower.com.pg

現地視察報告書

件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査	
開催日時：2013 年 12 月 2 日（月）8 時 00 分～10 時 00 分	
関係先：PPL-LBO	
場 所：Nadzab 66/11kV S/S	
出席者：（敬称略） <u>PPL</u> Mr. Gordon Sulei; Electrician <u>JICA</u> 調査団： 瀬戸	
40. Nadzab 66/11kV 変電所の概要	
8) 当該変電所は、Taraka 発電所から 66kV 送電で約 34km のところに位置した無人変電所で、66kV から 11kV に降圧し、Auto-Regulator を通して、国内空港及び近くの村落への電源供給を担っている。	
9) 所内には 2 台の変圧器があるが 1 台は使用不可の状態である。変圧器の仕様は、1MVA, 66/11kV, %Z=7.58, Yyo。Regulator は、1MVA±15%Tap で 1976 年製造。空港へはここから電源供給されている。	
10) 変電所所内動力は、Taraka 変電所から 11kV で引き込まれている。変電所内には、計測装置、保護継電器等はない。	
41. 現場写真	
	
Nadzab 66/11kV 変電所機器配置 左に Tr. で右端が Auto-Regulator	Auto-Regulator, 1MVA, ±15% Tap

	
<p>No. 1 Tr. 保護装置がない。</p>	<p>変電所から約 200m のところのブランチ。 左が空港、右が村落への電力供給。</p>
<p>—以上—</p>	
<p>記載日：平成 25 年 12 月 2 日</p>	<p>記載者：瀬戸</p>

Website: www.pngpower.com.pg

面 談 記 録

<p>件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査</p>	
<p>開催日時：2013 年； 第 1 回：11 月 25 日（月）8 時 00 分～10 時 15 分 第 2 回：11 月 28 日～12 月 6 日</p>	
<p>関係先：Papua New Guinea Power Limited (PPL) Lae Branch Office (LBO)</p>	
<p>場 所：PPL Lae Branch Office;2F-会議室</p>	
<p>出席者：（敬称略）</p> <p>PPL</p> <p>Mr. Mairawesi Pulayasi; Distribution Planning Engineer (POM) Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer (POM) Mr. Albert Nanako; Acting Regional Manager, New Guinea Mainland (Momase+Highlands) Mr. Ronnie Kopi; Asset & Distribution Manager (LBO) Mr. Levi Yalu; Distribution Engineer (Momase)</p> <p>JICA</p> <p>PNG 事務所：中川企画調査員 調査団：伊東、瀬戸</p>	
<p>42. 本調査の概要説明</p> <p>インセプション・レポートを配布し、本調査の目的及び概略行程を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。</p>	

43. 一般情報

- 9) Branch Office の概要 ;
 - a) 設立は 1980 年で、現在、support を含め約 120 名で、約 40 名が Branch Office に勤務している。
 - b) 管轄範囲内の主な設備は、Taraka と Milford の 2 発電所、Taraka, Milford, Nazdab, Hamata1, Baiune 変電所と Erap 開閉所である？
 - c) Internet が使用できる。
- 10) 計画に必要な、System Design Criteria, Demand Forecast 等は POM の事務所から入手して欲しいとのこと。従って、Monthly/Annual Report 等は、渡すことができないとのこと。
- 11) Tariff Collection Rate について、問い合わせたところ、意味が良く理解できない様子であった。
- 12) 電気料金の未払顧客への対応は、一般顧客は、Notice 提出後、2 週間経っても支払いがないときは、供給を Stop する。他の大口需要家はもう少し長い猶予期間を適用するとのこと。
- 13) Lae の Security 会社としては、Kuima Security, Executive Security Service, Night Owl Security Service 等数社ある。Guard Dog は Costly であるとのこと。
- 14) マスタープラン調査団に対し、執務室、車、セキュリティサービス、インターネット、プリンター、FAX、フルタイムカウンターパートを提供することができるとの回答を得た。他方、宿舎については JICA 側負担となるよう要望があった。
- 15) PPL-LBO は、朝八時になってもほとんど人が来ていない。ひどい時は、Ronnie さんと私だけの時もあった。

44. 技術関係

- 1) Pilot Project として、なにか要望があれば申し出て欲しい旨説明したところ、地中配電線および配電自動化システムの導入を検討及び O&M に係る技術移転をしてもらいたい旨、話があった。
- 2) 設備台帳については、配電用変圧器について作成中のものを入手した。尚、これを基に予備的なリスト (Milford & Taraka 11kV Feeders)を作成し、今後調査すべき項目などについて Advice した。
- 3) Mr. A. Nanako は、円借に係る L/A を持っておらず、技術的な内容さえも知らなかった。POM の HQ からは何の情報もこないとのことであったので、取り寄せて、事前に Study するよう助言した。
- 4) 11kV Feeder における Harmonics の調査記録があったので見せてもらった。一時的に合成高調波が 50%を超えているところがあった。これを説明したところ、配電チームの長が、なぜしばしば、11kV Capacitor 用のフューズが切れるのかわかったと言っていた。今後は、各フィードの高調波を測定し、必要あれば顧客に対策を求めるとのことであった。

- 5) 要望調査をしたところ、O&M Staff の充実を図りたいとのこと。対象は、架空及び 11kV ケーブル配電線路および配電用変圧器。
- 6) Color Coding を聞いたところ下表とのことであったが、最終的に POM-HQ で確認するよう話があった。

No.	Voltage [kV]	Color	Level
1	132	Red	6
2	66	Brawn	5
3	33	Blue	4
4	22		3
5	11	Orange	2
6	6.6	Purple	
7	0.4		1

45. 入手資料

- 1) Data Base Lae Distribution Network 1
- 2) Lae Organizational Structure
- 3) Ramu Grid Daily Status: 05-12-2013
- 4) Ramu Daily Power System Generation: 04-12-2013

46. 現場写真

	
<p>PPL の Lae 支社</p>	<p>12 月 4 日からクリスマスの飾り付が開始された。</p>

—以上—

Website: www.pngpower.com.pg

面 談 記 録

件 名 : パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時 : 2013年 : 11月29日 (金) 8時30分~9時30分 関係先 : Papua New Guinea Power Limited (PPL) Madang Branch Office (MBO)
場 所 : PPL Madang Branch Office; 2F-Mr. IOERA Office
出席者 : (敬称略) <u>PPL</u> Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer (POM) Mr. Levi Yalu; Mosase Distribution Engineer (LBO) Mr. Ioera Jack; Asset Manager Madang (MBO) Mr. Martine; Generation Team Manager (MBO) Mr. Josephat; Distribution Team Manager (MBO) <u>JICA</u> 調査団 : 伊東
47. 本調査の概要説明 インセプション・レポートを配布し、本調査の目的及び概略行程を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。
48. 一般情報 16) Branch Office の概要 ; d) 設立は 1976 年で、現在、組織図を更新中でありポストは記載されているが、具体的な名前がまだ埋まっていない。また、Mr. Ioera も着任して間もないことから、半分以上の職員の顔と名前を把握していないとのことである。 e) 管轄範囲内の主な設備は、Madang 発電所と Meiro 変電所である。 17) Madang 市の北約 20 km に新しく商業地区 (町) が建設中であり、20MW の電力需要が見込まれているとのこと。
49. 技術情報 1) 現在の Madang の最大電力需要は 8.5MW であるが、発電設備容量は 6MW であり、Yonki & Ramu 1 水力発電所からの供給に依存しているため、水力発電所がトリップすると Madang 系統は Brown out または、Black out する。 2) また、Madang 発電所設備は非常に古いため、スペアパーツは手に入らない状況である。 3) したがって、上記将来需要の伸びも考慮すると Madang の電力システムの喫緊の課題は発電設備開発であり、本格調査では、電源計画を検討してもらいたいとの意向が示された。 4) マダン系統の単線結線図を要求したが、レイ支所で保有管理しているとのこと受領できな

<p>かった。Mr. Levi が 2011 年のラム系統全体の単線結線図を所有（CAD）していたので、ソフトコピー（PDF）を受領したが以前入手したものと同じであった。</p> <p>5) Madang 発電所には 12 台の発電設備があるが、運転可能な発電機は 7, 8, 9 及び 12 号機で、現有出力は合計 3.6MW となっている。</p> <p style="text-align: right;">—以上—</p>	
記載日：平成 25 年 11 月 29 日	記載者：伊東

Website: www.pngpower.com.pg

面 談 記 録

<p>件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査</p>	
<p>開催日時：2013 年； 第 1 回：11 月 19 日（火）9 時 00 分～11 時 15 分 第 2 回：11 月 20 日（水）13 時 30 分～14 時 15 分 第 3 回：11 月 22 日（金）9 時～10 時 30 分及び 1 時～3 時 第 4 回：12 月 9 日（月）10 時 30 分～12 時 30 分</p>	
<p>関係先：Papua New Guinea Power Limited (PPL) at Port Moresby (POM)</p>	
<p>場 所：PPL Head Office, 2F; 打ち合わせ机</p>	
<p>出席者：（敬称略）</p> <p>PPL</p> <p>Mr. Chris Bais; Director, Strategic Planning & Business Development Mr. Francis Uratun; Manager, Strategic Infrastructure Planning Mr. Mairawesi Pulayasi; Distribution Planning Engineer Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer Mr. Gabriel Pilat; Transmission Planning Engineer Mr. David Jonah; Team Leader, System Control – POM Ms. Dianah Lolo; Environment Officer Mr. Martin Emanuelsson; Advisor, Managing Director</p> <p>JICA</p> <p>PNG 事務所：伊藤所員、中川企画調査員 調査団：伊東、瀬戸</p>	
<p>50. 本調査の概要説明</p> <p>インセプション・レポートを配布し、本調査の目的、基本方針及び概略行程を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。</p>	
<p>51. 一般情報</p> <p>18) 本調査の窓口は、Mr. Francis で不在時は、Mr. Chris とし、C/P として MR. Mairawesi もアサインする。</p> <p>19) PPL の Strategic Planning Business Development は現在、3 件の IPP 案件と WB、ADB 対応で忙しい。</p> <p>20) IPBC が PPL の株 100%を所有している。</p> <p>21) プルラリ川の水力 1,800MW は現在、Pre FS の段階で、IPBC の管轄であるが、開発者が誰になるか（IPP, PPP）は未定である。</p> <p>22) PPL 本部の 1 階にある SCADA ルームを視察。設置は 10 年以上前で、同様のシステムがレ</p>	

イ市の Milford S/S にもあり、ラム系統の運用実績は毎日メールで POM に送られてくるとのこと。現地調査で Taraka S/S にあることが判明したが現在調整中で使用不可。

- 23) 本体プロジェクト実施中の中 CP のフルタイムアサインについてもプロジェクトの内容がある程度固まった後、12/9 の週にお伝えする。
- 24) Yonki Toe of Dam 発電所 (2x9MW) は、2013 年 10 月に運用を開始した。エンジニアリングは日本工営で、機器は中国製。現在 2 機とも出力は約 6MW (約 60%) である。これは水圧鉄管の不具合によるものであるとのこと。現地調査で、サージタンクがなく、かつ、設計資料が一切ないので、安全を見て全体で 6MW (約 30%) で運用しているとのこと。
- 25) 現在、PPL は 2013~2027 年の Power Development Plan 15 ヶ年計画の策定中で、12 月中には Draft ができる予定。尚、同計画は 2 年毎に見直している。
- 26) 132kV, Hidden Valley 変電所は 2012 年 3 月 11 日運開。
- 27) 環境部門のスタッフは 2 名いる。Strategic Planning and Business Development 部でも配備するよう準備している。
- 28) 2013 年 1 月に Niugini Asset Management Ltd. が、40MW (Wartsila 製の DEG、2 重焚 (HFO/Biofuel)) を BOOT で Lae に建設する計画を表明。MOU は既に Sign 済み。

52. 技術関係

- 9) Lae における C/P については、下記 2 名がアサインされた。

- a) Mr. Mairawesi Pulayasi (11 月 27 日まで同行)
- b) Mr. Andrew Yuants (Madang まで同行)

- 10) プロジェクト成果の確認

PPL はレイ地域の配電網開発マスタープランの策定と PPL の技術力の向上の 2 項目をアウトプットとしているが、MP の策定に主体性を置いて進めることで合意を得た。

- 11) Ramu System Master Plan Study

PPL の予算でアルストン (オーストラリアに事務所があるコンサル会社) に委託し、将来のラム系統の系統安定 (IPP 等の新規電源の投入の影響) を検討する予定。今月より開始され、May 2014 に終了予定。需要想定等の共通情報についてはシェアすることとし、再来週コンサルタントが POM に来る予定なので、12 月 3, 4 日あたりに会合を行い、Inception Report 等を確認することとした。しかし、12 月 9 日現在、現地入りしていないとの事。

- 12) 系統図について

昨年、CAD Operator が亡くなり、最新版に修正できない状態となっている。しかし、Lae では一部の修正図面を入手できた。

- 13) Lae Area の範囲について

先方要請書では、Milford, Baiune 及び Nadzab 変電所が破線の外側に位置しているが、これらも Lae Area に含まれる事を要請書作成者の Mr. Francis に確認した。尚、Mongi 水力発電については現在 Pre-FS 中であるので、考慮しなくて良いこととなった。

- 14) Morobe Province における IPP

現在は、Hidden Valley Gold Mine (10MW) のみと締結しており、PPA も交わしている。尚、Wafi 及び Yandarak, Ramu Nico については Agreement も交わされていない。

- 15) 本格プロジェクトでの環境調査 (SEA, IEE) の再委託先として可能性の高いローカルコン

サルタント数社のコンタクト先をメールで教えてもらうことにした。

- 16) R/D 及び M/M に係る事前打ち合わせを行った。R/D の項目 II-4.(1): Study on Power Development Master Plan については DPE と打ち合わせて決めて欲しい旨要請があった。尚、PPL としては、Taraka と Milford の 11kV フィーダに係る配電網の改善を実施し、Revenue の改善に役立つものを実施したい旨の説明があった。
- 17) Hidden Vallay 変電所は 2012 年 3 月 11 日に運用を開始した。
- 18) Milford 及び Taraka の発電設備は、市街地にあり、かつ、環境上よくないので、約 7km 東の Singaua への移設を検討している。

53. 入手資料

- 6) Ramu Transmission System Operating Diagram (Rev. C, 24/08/2011)
- 7) Ramu Zone Substation, Switchyard Single Line Diagram
- 8) Generation Development Plan 2011-2025 (Ver. 3)
- 9) High Level Transmission and Distribution Infrastructure Development Plan 2011 to 2025
- 10) Erap 132kV Substation; Single Line Diagram (Preliminary) (RES-ERAP-P49/08-SW003, Rev. 00)
- 11) System Operations, Monthly Report September 2013
- 12) Ramu System - Morobe and Madang Provinces (発電所、変電所ロケーションマップ)
- 13) Generated Energy from Jan. to Oct. 2013
- 14) Lae Load from 11 to 17 Nov. 2013
- 15) Transmission Line Route in Lae
- 16) Lae Distribution Network
- 17) Ramu System Outage; Jan. to Dec. 2012
- 18) Distribution Design Manual; May 1988
- 19) System Operations Monthly Report; September Draft 2013
- 20) Ramu/Yonki System Operating Diagram
- 21) Tariff 2013
- 22) Joint Report on Electricity Load Forecasts for Lae Morobe Province 2013 to 2020
- 23) SMD Structure wrt EU (Environment Unit)
- 24) 2013 Demand Forecast-Updated
- 25) Organizational Structure of Strategic Planning and Business Development Section
- 26) 2012 Dem-forecast adjusted template
- 27) Lae Outage (Jan. to Sep. 2012)
- 28) Max. Demand in Megga Watta (MW): 2012 to Oct. 2013

—以上—

Website: www.pngpower.com.pg

現地視察報告書

件名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時：2013年；第1回：11月26日（火）10時45分～12時00分 第2回：11月28日～12月6日
関係先：PPL-LBO
場所：Taraka Substation (S/S)
出席者：（敬称略） <u>PPL</u> Mr. Mairawesi Pulayasi; Distribution Planning Engineer (POM) Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer (POM) Mr. Albert Nanako; Acting Regional Manager, New Guiner Mainland (Momase+HighLands) Mr. Ronnie Kopi; Asset & Distribution Manager (LBO) Mr. Levi Yalu; Distribution Engineer (Momase) Mr. Clement Ravini; Substation Manager, (Ramu) Mr. Semu Mayang; Substation Maintenance Engineer Mr. Terry W. Naipu; Assistant Substation Maintenance Engineer <u>JICA</u> PNG事務所：中川企画調査員 調査団：伊東、瀬戸
54. 変電所の概要 14) 敷地内には移動式の発電機 1.4MW（現有出力 1.2MW)x8 台が変電所の一角に仮置きされており、昼間の Peak Cut 用として運用されている。6号機は火災で使用不可となった。 15) 変電所の一角にある建屋内に、SCADA が設置されており、現在 Erap と Hidden Valley 変電所が監視できるよう調整中である。 16) 2012年に10MVAの力率改善用設備(Static Var Generator: SVG)が設置され運用されている。調査時の力率は0.88前後であった。(PPLの資料に記載されている「STATCOM」はメーカー名)。現在8MVarで運用している。 17) 132/11kVの変圧器が2台（Crompton Greave 製、2000年）と132/66kVが2台（1台はABB製(1993年)、1台はHundai製(1982)）の4台が降圧用変圧器として設置されている。
55. 一般情報 1) Taraka 地区に大きな工業団地が建設中であり、その一角にはスナック工業が操業中であった。 2) 変電所の保守作業は、4名で9か所の変電所を担当している。従って、これらの変電所に常駐することはない。毎日走り回っているため、なかなか捕まらない。 3) 当該変電所で事故が発生した場合には、発電担当者が、上記変電所保守作業員に連絡し対

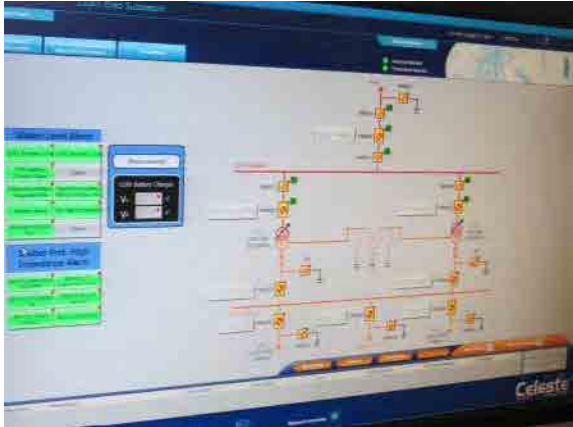
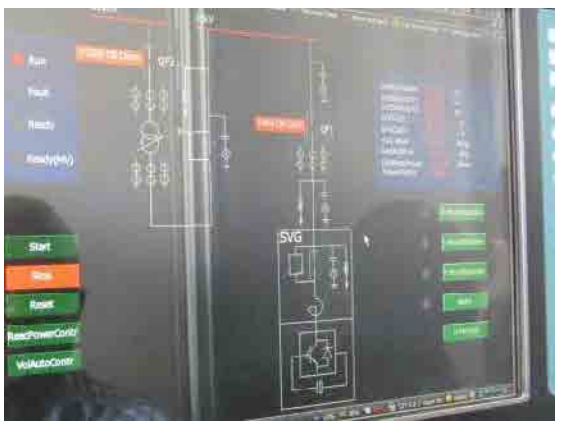
応している。

- 4) 変電所のシーケンシャル検査は別途検査員(4名)が実施するとのことであった。
- 5) Taraka 変電所には新規 132kV 送電線が引き込まれるが、用地確保、機器配置等は全てコンサルタントに任せるとのことであった。
- 6) 132kV 送電線には既に OPGW が敷設され、S/S 内に引き込まれている。
- 7) 132kV ジャンパー線は、132kV 新設線敷設時に取り除かれることで考えているとのこと。

56. 入手資料

- 6) Data Base Lae Distribution Network
- 7) Lae Milford Zone Substation; 11kV system Diagram (SOB122, B1, 2 of 2)

57. 現場写真

	
<p>SCADA: Erap 変電所の 132kV 系統</p>	<p>Static Var Generator. 10MVA, 10kV 力率は 0.85 前後で運用している。</p>

	
<p>66kV 系統の監視制御盤 天井板が外れたまま。</p>	<p>バッテリー。 横向きに設置されていた。</p>
	
<p>DEG。右端が一号機、6号機はラジエータのみ残っている。</p>	<p>DEG の一号機内に監視用モニターが設置されている。</p>
<p>—以上—</p>	
<p>記載日：平成 25 年 12 月 6</p>	<p>記載者：伊東、瀬戸</p>

Website: www.pngpower.com.pg

現地視察報告書

<p>件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査</p>
<p>開催日時：2013 年 11 月 27 日（水）10 時 00 分～14 時 00 分</p>
<p>関係先：PPL-Yonki Office, Ramu 1 HPP, Yonki Toe of Dam HPP (YTOD)</p>

場 所 : YTOD, Ramu 1 Control Center

出席者 : (敬称略)

PPL Mr. Mairawesi Pulayasi; Distribution Planning Engineer (POM)
 Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer (POM)
 Mr. Awa Aporo; Senior Asset Manager – Highlands PPL YONKI
 Mr. Bang Gualin; Deputy Manager of Ramu 1 HPP
 Mr. Akio Katayama; Project Manager of YTOD
 Mr. Arnold Sorea; Deputy Project Manager of YTOD

JICA PNG 事務所 : 中川企画調査員
 調査団 : 伊東、瀬戸

58. YTOD, Ramu 1 水力発電所の概要

18) YTOD, Ramu1, Ramu2 水力発電所は Yonki ダムを最上流に有するカスケードタイプであり、各発電所の諸元は以下のとおりである。

- ✓ Yonki Reservoir: FSL=1258m, MOL=1239m, 総貯水容量= 340MCM、有効貯水容量=約 200MCM, 発電放流量=30m³/s
- ✓ YTOD HPP; 9MW×2 台=18MW、有効落差=50m、使用水量=30m³/s、導水管延長=700m
- ✓ Ramu 1 HPP; 15MW×5 台=75MW、有効落差=200m、Head Type (取水ダム直下に地下発電所を設け発電するタイプ)
- ✓ Ramu 2 HPP 計画; 240MW、有効落差=500m

19) YTOD 発電所は 2013 年 11 月に運転を開始したが、中国 EPC 会社の設計ミスにより、サージタンクがないため負荷遮断時ランナースピードが許容値を超える構造となっている。そのため、現在サージタンク設置工事を行っており、それが完成する 2015 年 6 月 (契約) までは、許容値以内にするため 6MW/18MW の低出力運転を実施している。

20) Ramu 1 発電所は放水路トンネルの容量が足りず (理由は不明)、最大出力 45MW で運転している。また、元々、1 台はスペアユニットとして設置されたものようである。

21) 12 月～4 月 (雨季) は Yonki ダムから無効放流されている。

22) また、ダムへの流入量データが無く、水資源管理が全くなされていないとのことである。

59. Ramu 系統指令所の概要

8) Ramu 1 水力発電所建屋 2 階に制御室があり、系統全体のパネル図があるが、指示計等は壊れているか未調整となっていて、ほとんど使われていない。

9) SCADA が今年 9 月に設置されたが、まだ 4 号機の発電設備しかコントロールできない状況で、現在、5 号機を改修中で、それが終了後、1, 2 及び 3 号機の改修を行う予定。実際には一人のシステムオペレーターが電話で各発電所運転員に指示を出しているとのことであった。なお、現在発電設備はオーストリアの ANDRITZ Hydro 社により改修工事が行われてお







り、改修が完了した設備から SCADA が順次導入される仕組みとなっている。

10) 各発電所、変電所の 30 分ごとの運用実績データは手書きのシートに書き落とされ、それを
 基に、月報を作成し、POM の HQ に報告している状況であった。

60. 入手資料

8) Monthly Ram System Operation Report (Jan.-Oct. 2013) (Soft copy)

61. 現場写真

	
<p>Yonki Dam</p>	<p>Yonki TOD 発電所建屋内</p>
	
<p>YTOD 発電建屋の全景</p>	<p>YTOD2 号機の運転状況</p>
	

YTOD 水車 (フランシス)	Ramu 1 取水ダム
	
Ramu 1 発電所	コントロールパネル
—以上—	
記載日：平成 25 年 11 月 26	記載者：伊東、瀬戸

Website: www.pngpower.com.pg

面 談 記 録

件 名：パプアニューギニア独立国 レイ地域電力開発マスタープラン策定プロジェクト詳細計画策定調査
開催日時：2013 年；11 月 25 日（月）15 時 00 分～16 時 15 分
関係先：太平洋セメント in Lae City
場 所：太平洋セメント；工藤氏の執務室
出席者：（敬称略） 太平洋 Mr. Watanabe: President セメント Mr. Kazuki Kudo; Deputy Managing Director PPL Mr. Mairawesi Pulayasi; Distribution Planning Engineer (POM) Mr. Andrew Yuants; Network Planning Engineer (POM) Mr. Ronnie Kopi; Asset & Distribution Manager (LBO) Mr. Levi Yalu; Momase Distribution Engineer (LBO) JICA PNG 事務所：中川企画調査員 調査団：伊東、瀬戸
<p>62. 本調査の概要説明</p> <p>本調査の目的等を説明後、意見交換・情報収集等を行った。主な内容は以下のとおり。</p> <p>63. 一般情報</p>

29) セメント工場は、24 時間の連続運転が基本である。現在 PPL との契約電力 4MW、実最大使用電力 3MW であるが、安定した供給が得られず顧客からクレームが来ている。参考までに 2009 年から 2013 年 10 月までの、停電回数と停電時間、受電不安定（ミルがストップする電圧）回数と不安定時間の記録を提供してもらった。

30) 従業員は、約 140 名、年間約 20 万トンの生産能力があるが、電力供給事情で、16 万トン（8 割）にも達していない。セメントの国内需要が年々伸びており、2013 年は 16 万トン以上を生産する予定である。

31) 国内のセメント需要が堅調に伸びていることから、電力供給が安定すれば、もう 1 台ミルを増設し、契約電力を 7MW に増やしたいと考えている。

32) 最大モータ容量は 1.25MW で直入れ始動。自家発電設備は 400kVA の DEG。

33) 訪問時、11kV の引き込み盤で火災事故が発生した。太平洋セメント工場長の話によると、原因は下記と考えられるとの事。

(ア)盤内設置の避雷器の側面が放電していたので、PPL に「引き込み用断路器」を開閉するよう依頼したが、

(イ)1427: Milford の 11kV SWGR が Trip した。これを、太平洋セメントの関係者は開閉器が Open となったのと勘違いして、避雷器の側面の清掃作業を開始した。

(ウ)たまたま、作業していない時に、Milford の 11kV SWGR が復旧し架電され、避雷器にぶら下げてあったと思われる布で短絡事故になり、再度、1457: 太平洋セメントに電力供給している Feeder-1 が短絡事故で Trip した。

以上より、一歩間違えると、悲惨な人身事故になりかねなかった。

64. 添付資料

29) Questionnaire の回答

30) 会社概要

31) NG Power Access to Electricity Case of 2009 to 2013 year view

—以上—

記載日：平成 25 年 11 月 25

記載者：伊東、瀬戸

Questionnaire

Date: 29.11.13

No.	Description	Unit	Reply
1 General Information			
1)	Name of Company	---	PNG TAIHEIYO CEMENT LIMITED
2)	Address	---	P.O.Box4150,Lae Morobe Province,411 PNG
3)	No. of Staffs	[Persons]	about 150
4)	Area	[km ²]	
5)	Normal Working Our	---	From: 8 To 16 (17)
2 Power Information			
		[Unit]	
1)	Receiving Voltage	[V]	11,000
2)	Peak Demand	[kW]	2,173
3)	Annual Power Consumption in 2012	[kWh]	8,300,000
4)	Power factor at receiving point	[Lag]	0.84
5)	Transformer		
a)	Capacity	[kVA]	4,000
b)	Voltage [Primary/Secondary]	[V/V]	11,000/6,600
c)	Percent Impedance	[%]	
6)	Compensation facility of Power Factor	---	Yes/No Yes
If Yes, then total capacity of compensator		[kVA]	800
3 Electrical Loads			
1)	Capacity of Max. Motor	[kW]	1,250
2)	Starting Method of above-1)		<input checked="" type="radio"/> a) Full voltage <input type="radio"/> b) Frequency control <input type="radio"/> c) Star-Delta <input type="radio"/> d) Others
3)	Compensation facility to harmonic	---	Yes/No No
4)	Total capacity of motors (Except stand-by)	[kW]	2,500
4 Stand-Emergency case			
1)	Installed for	---	Yes/No Yes
2)	If Yes, then No. of DEG sets	[Set]	2
	and total output	[kVA]	400×2
5 Others			
1)	Future Extension Plan	---	Yes/No
	If Yes, then planned electrical capacity	[kW]	
	Expected implementation year of the above	[Year]	
2)	Request and/or Advice to PNG Power Limited (PPL) if any.		Need much more stable and consistent supply power.



PNG Taiheiyō Cement Limited

P.O. Box 4150, LAE, Morobe Province, PNG
Tel: (675) 472 7499 / 472 7817 Fax No. 472 4218

September 6, 2013

会社概要

1. 社名：corporate name
PNG Taiheiyō Cement Ltd. (PNGTC) PNG 太平洋セメント株式会社
2. 住所：address
POBox 4150, Lae, Morobe Province 411, Papua New Guinea
3. 主要業務：main service
セメント製造および販売 cement manufacturing and distribution
4. 株主：stockholder
太平洋セメント株式会社 (100%) Taiheiyō cement corporation (100%)
*1998 に PNG 政府 (50%) と Halla Cement Corporation (韓国 South Korea) の共同出資(joint contribution)で PNG Halla Cement Ltd が設立されたが、2000年9月に太平洋セメント側が同社株を100%取得し、PNGTC として再スタート
(2010年9月に10周年記念式) 10-year celebration party of Sep/2010
5. 資本金：capital stock
39百万キナ (約15億円) about 39,000,000kina
6. 従業員：employee
現地従業員約136名(local employee)に加え、日本人2名 (Japanese MD,社長、DMD 生産担当副社長)、インドネシア人(Indonesian)1名 (工場長 factory manager) フィリピン人 Filipino 7名 (管理部長 (GM)、人事安全課長、経理課長、設備課長、機器課長、車両SV、PCM支店長) の外国人が従事
7. セメント生産能力：cement production capacity
年間約20万トン 200,000tons/year
*販売能力増強計画あり。Distribution performance build up plan
*出荷実績 shipping quantity (actual performance)

(ton)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Domestic	57,600	86,900	124,500	109,200	109,600	130,300	132,100
Export	41,700	41,500	50,900	20,700	20,900	22,000	11,500
Total	99,300	128,400	155,400	129,900	130,500	152,300	143,600

8. セメント品質規格：Cement specification of quality

普通ポルトランドセメント ASTM C-150 Type I (Ordinary portland cement American Society for Testing and Materials C-150 Type I)

*同セメントはオーストラリア規格 AS3972 の General Purpose Portland Cement (Type GP) にも適合

9. パッキング：packing

- 1) パレット梱包 40kg 袋 (pallet packing 40kg \times 50bags = 2.00 tons/pallet)
- 2) スリングバッグ入り 40kg 袋 (sling-bag 40kg \times 36bags = 1.44 tons/sling bag)
- 3) フレコンバッグ入り (flexible container bag 1.5-1.7 tons/bag)
- 4) バラセメント車輸送 (Cement vehicle transportation car 12-13 tons/load)

10. 商標：brand name

“パラダイスセメント” (本資料レターヘッド参照 reference letterhead)
Paradise cement (Product in factory)

“プレミアムセメント” (輸入セメント：2013年1月より販売)
Premium cement (Imported cement from sister company in Vietnam)

11. 主要設備等：major facility

- 1) クリンカ等原料用自社荷揚げ桟橋 (水深12m) private Jetty
DWT 10,000-15,000ton 船の受入若船可能 ship arrival acceptable
- 2) セメントサイロ (容量：6,000tons) Cement Silo capacity 6000tons
- 3) クリンカサイロ (容量：12,000tons) Clinker Silo capacity 12000tons
- 4) 石膏屋内置場 (容量：2,000tons) Gypsum yard capacity 2,000tons
- 5) 石灰石屋内置場・場外置場 (容量：5,000tons) Limestone yard capacity 5000tons
- 6) セメント粉砕ミル (能力：35tonshour) Cement tube mill spec 35tonsh
- 7) 40kg 袋のロータリパッカ 40kg bags auto Rotary packer
- 8) 自動パレット梱包・ラッピング機 Autopalletized machine and wrapping machine
- 9) セメント製品倉庫 (容量：約9,500tons) product warehouse capacity about 9,500tons
- 10) 非常用自家発電機 (能力：400KVA) emergency power system spec 400KVA

12. セメント原料：cement raw material

セメント原料のクリンカ、石膏及び石灰石は、全て太平洋セメント㈱より輸入
Import Clinker and Gypsum, Limestone from all Taiheiyō cement corporation

13. 電力：Power supply

必要電力は全て PNG Power Ltd. より受電 All power demand from PNG Power Ltd.

但し、セメント粉砕ミル稼働に必要な電力は 2MW と大きく、非常用自家発だけでは必要電力を満たせない。Cement grinding mill running to need very big capacity about 2MW, because of only emergency power system not enough power

14. 出荷：handling

モマセ、ハイランド地区顧客向けを除き、多くが船舶輸送で出荷
Momasē, Highland area get off, main transportation of ~ by ship

PNG 太平洋セメント、ラエ PNG ボート (航空写真) air photograph



PNG 太平洋セメント社全景 (ジェティから) full view from jetty



パレット梱包 40kg 袋 倉庫(40kg pallet warehouse)



フレコン (ジャンボバッグ) 倉庫(flexible container bag warehouse)



スリングバッグ (40kg 袋)(40kg sling-bag)



バラセメント車輸送（ラエ市内ほか）（Cement truck transportation）



コンテナ詰めパレット (pallet into the bulk container)



パレット、コンテナ、フレコンバッグ出荷 (pallet, bulk container flexible container bag handling)



日本からの輸入原料（クリンカ等）荷下し(Clinker discharge from Japan)



セメント粉砕ミル(Cement grinding tube mill)



セメントサイロ、セメント粉砕ミル建屋(Cement Silo, Cement millbuilding)

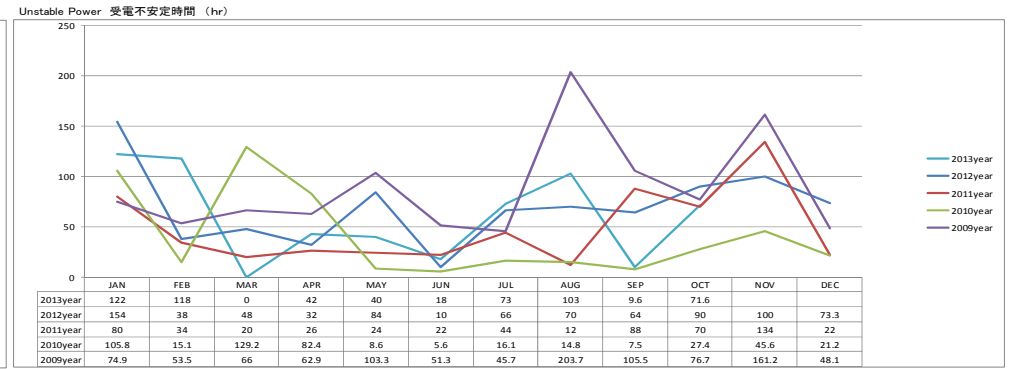
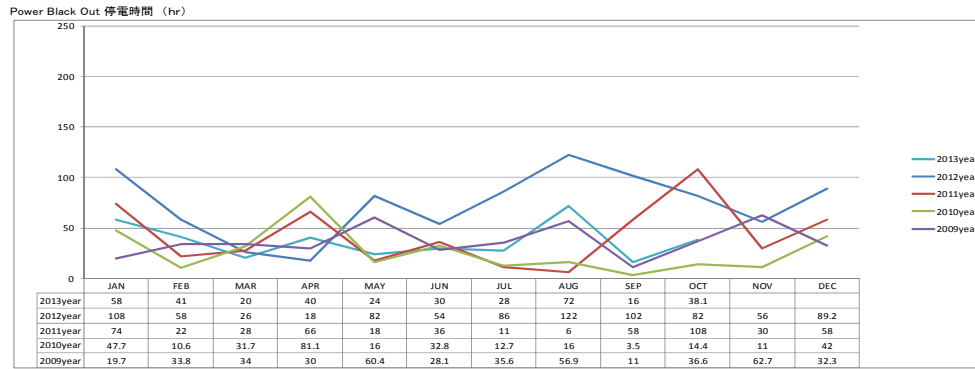
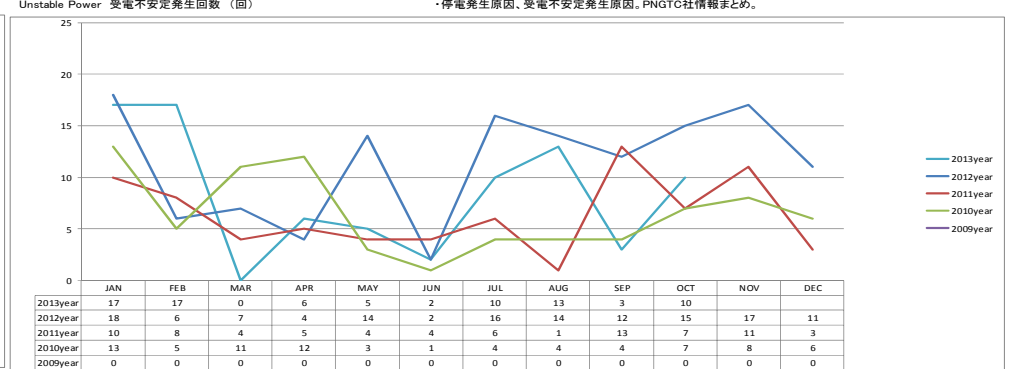
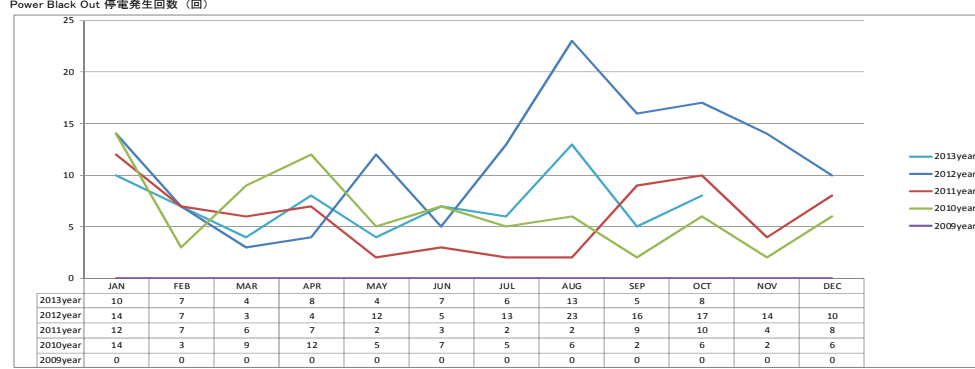


2009～2013年度 受電状況 まとめ(PNG Power access to electricity case of 2009 to 2013year view)

Year Month	2013year 発生回数(number of occurrences)				2012year 発生回数(number of occurrences)				2011year 発生回数(number of occurrences)				2010year 発生回数(number of occurrences)				2009year 発生回数(number of occurrences)			
	Power Black Out	Unstable Power	Power Black Out	Unstable Power	Power Black Out	Unstable Power	Power Black Out	Unstable Power	Power Black Out	Unstable Power	Power Black Out	Unstable Power	Power Black Out	Unstable Power	Power Black Out	Unstable Power	Power Black Out	Unstable Power		
JAN	10	17	58	122	14	18	108	154	12	10	74	80	14	13	47.7	105.8	-	-	19.7	74.9
FEB	7	17	41	118	7	6	58	38	7	8	22	34	3	5	10.6	15.1	-	-	33.8	53.5
MAR	4	0	20	0	3	7	26	48	6	4	28	20	9	11	31.7	129.2	-	-	34	66
APR	8	6	40	42	4	4	18	32	7	5	66	26	12	12	81.1	82.4	-	-	30	62.9
MAY	4	5	24	40	12	14	82	84	2	4	18	24	5	3	16	8.6	-	-	60.4	103.3
JUN	7	2	30	18	5	2	54	10	3	4	36	22	7	1	32.8	5.6	-	-	28.1	51.3
JUL	6	10	28	73	13	16	86	66	2	6	11	44	5	4	12.7	16.1	-	-	35.6	45.7
AUG	13	13	72	103	23	14	122	70	2	1	6	12	6	4	16	14.8	-	-	56.9	203.7
SEP	5	3	16	9.6	16	12	102	64	9	13	58	88	2	4	3.5	7.5	-	-	11	105.5
OCT	8	10	38.1	71.6	17	15	82	90	10	7	108	70	6	7	14.4	27.4	-	-	36.6	76.7
NOV					14	17	56	100	4	11	30	134	2	8	11	45.6	-	-	62.7	161.2
DEC					10	11	89.2	73.3	8	3	58	22	6	6	42	21.2	-	-	32.3	48.1
合計	72	83	367.9	596.8	138	136	883.2	829.3	72	76	515	576	77	78	319.5	479.3	-	-	441.1	1052.8

備考 3月石膏在庫切れのため、19日間運転出来ずそのため停電回数と時間が見掛け上減少した
6月クリンクカ切れて20日間運転出来ずそのため停電回数と時間が見掛け上減少した

・2012年8月～10月の停電回数が他年度と比較して、多い。原因は？PNGA社情報確認
降雨量が多く、ラム水力発電所の水量調整弁の機械式ガバナトラブル多発が主原因。
・停電発生原因、受電不安定発生原因、PNGTC社情報まとめ



4. 収集資料リスト

収集資料リスト (1/3)

平成25年12月11日作成

地域	国名	調査団の名称	業務の種類	現地調査期間	担当	氏名	会社名
オセアニア	バブアニューギニア独立国	レイ地域電力開発マスタープラン策定詳細計画策定調査【有償助定技術支援】	調査団参团	平成25年11月16日～平成25年12月14日	電力開発計画・組織制度 配電計画	伊東 雅之 瀬戸 寛仁	株式会社IEP 自営業

番号	資料の名称	形態	発行機関	発行年月日	備考
A.	バブアニューギニア側関係機関				
1	Preliminary Figures, Census 2011	図書	National Statistical Office of PNG	Apr. 2012	
2	Papua New Guinea (PNG) Vision 2050 (First Pub.)	図書	Department of Prime Minister	Nov. 2009	
3	Investment Promotion Regulation 1992	図書	Head of State	Nov. 2006	
4	PNG Development Strategic Plan 2010-2030	図書	Department of National Planning and Monitoring (DNPM)	Mar. 2010	
5	PNG Medium Term Development Plan 2011-2015	図書	DNPM	Aug. 2010	
6	LTDS 2010-2030 Transport Overview	図書	DNPM	Feb. 2010	PP
7	National Energy Policy (Draft 9)	図書	Department of Petroleum and Energy (DPEne)	May 2006	
8	Rural Electrification Policy	図書	DPEne	May 2006	
9	Electricity Management Committee (EMC) Guideline		DPEne	Oct. 2011	
10	Electricity Industry Policy	図書	DPEne	Nov. 2011	
11	The Final Report; Electricity Regulatory Contract Review	図書	Independent Consumer and Competition Commission (ICCC)	Nov. 2012	
12	Electricity Regulatory Contract (01 st January 2013 – 31 st December 2017) (Final)	図書	ICCC	Nov. 2013	
13	Annual Plan 2013	図書	Department of Environment and Conservation (DEC)	2013	
14	Environment Act 2000	図書	DEC	2000	
15	Environment (Amendment) Act 2002	図書	DEC	2002	
16	Weekly News Updated; Vol. 48-13	A4x2	Lae Chamber of Commerce Inc. (LCCI)	Nov. 2013	

備考：資料は原則 pdf ファイル。

1 / 3

収集資料リスト (2/3)

平成25年12月11日作成

地域	国名	調査団の名称	業務の種類	現地調査期間	担当	氏名	会社名
オセアニア	バブアニューギニア独立国	レイ地域電力開発マスタープラン策定詳細計画策定調査【有償助定技術支援】	調査団参团	平成25年11月16日～平成25年12月14日	電力開発計画・組織制度 配電計画	伊東 雅之 瀬戸 寛仁	株式会社IEP 自営業

番号	資料の名称	形態	発行機関	発行年月日	備考
B.	Papua New Guinea Power Limited (PPL)				
1	National and Provincial Fifteen Year Development Plan (2011-2025)		PPL		
2	High Level Transmission and Distribution Infrastructure Development Plan Port Moresby, Ramu and Lae, 2011 to 2025	図書	PPL	Apr. 2011	
3	Generation Development Plan, 2011-2025	図書	PPL	May 2011	
4	Rural Electrification Policy (Draft)	図書	PPL	May 2006	
5	Distribution Design Manual	図書	PPL	May 1988	
6	Rame System Outage (Jan. to Sep. 2012)	表	PPL	2012	
7	Ramu System Outage (Jan. to Dec. 2010)	表	PPL	2011	
8	Rame Network Daily Status; 5 th Dec. 2013			Dec. 2013	
9	Rame/ Yonki; System Operating Diagram	図面	PPL	May 2004	
10	Ramgen – November 2013	表	PPL	Nov. 2013	
11	Lae Organizational Structure	A4x1	PPL	Nov. 2013	
12	Erap Single Line Diagram (SOD-255/2, 1 of 1)	図書	PPL	Nov. 2013	
13	Daily Feeder Load Readings at Milford	表	PPL	Dec. 2013	
14	Milford, Taraka Maintenance Plan	表	PPL	Nov. 2013	
15	Organization Chart of Generation Team Lae	A4x1	PPL	Nov. 2013	
16	Monthly Report of Milford (Sep. Oct. & Nov.)	表	PPL	Dec. 2013	
17	Monthly Report of Taraka (Sep. & Nov.)	表	PPL	Dec. 2013	
18	Schedule of 2013 First & Second Quarter Electricity Tariffs	A4x1	PPL	2013	
19	Data Base Lae Distribution Network 1	表	PPL	Dec. 2013	
20	Lae Distribution Network	図書	PPL	Oct. 2011	

備考：資料は原則 pdf ファイル。

2 / 3

収集資料リスト (3/3)

平成25年12月11日作成

地域	国名	調査団の名称	業務の種類	現地調査期間	担当	氏名	会社名
オセアニア	バブアニューギニア独立国	レイ地域電力開発マスタープラン策定詳細計画策定調査【有償協定技術支援】	調査団参团	平成25年11月16日～平成25年12月14日	電力開発計画・組織制度 配電計画	伊東 雅之 瀬戸 寛仁	株式会社IEP 自営業

番号	資料の名称	形態	発行機関	発行年月日	備考
21	Joint Report on Electricity Load Forecast for Lae Morobe Province 2013 to 2020	報告書	PPL	Oct. 2013	Word
22	Organizational structure of Strategic Planning and Business Development Section	A3x1	PPL	2013	PPT
23	2013 Demand Forecast-Updated	表	PPL	2013	Excel
24	Demand Forecasting	表	PPL	Mar. 2010	Excel
25	Lae Outage (Jan. to Sep. 2012)	表	PPL	Oct. 2012	Excel
26	Ramu Grid Daily Status: 05-12-2013	表	PPL	Dec. 2013	Excel
27	Ramu Daily Power System Generation: 04-12-2013	表	PPL	Dec. 2013	Excel
28	FW Updated - Ramu system Thursday 05-12-13	A4x2	PPL	Dec. 2013	Mail
29	2012 Dem-forecast adjusted template	表	PPL	Oct. 2012	Excel
30	Max. Demand in Mega Watts (MW): 2012 to Oct. 2013	表	PPL	Oct. 2013	Excel
C. その他					
1	PNG Census 2011 (Preliminary figures)	図書	National Statistical Office PNG	Apr. 2012	
2	Power Sector Development Plan; Draft Final Report Main Report: (TA 4932-PNG)	図書	Asian Development Bank (ADB)	Jan. 2009	
3	Provincial Map: Morobe Province (Appx. Scale: 1:263,000)	地図	National Mapping Bureau (NMB)	2006	JPG
4	City of Lae (South)	地図	NMB	2005	
5	City of Lae (North)	地図	NMB	2005	
6	関係省庁組織図	A4版	PNG 政府	2013	

備考：資料は原則 pdf ファイル。

