

フィリピン

レイターボホール連結送電線事業

評価者：片桐寿幸 伊藤友見（(財)日本経済研究所）

現地調査：2006年11月、2007年2月

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域の位置図



ウバイ変電所

1.1 背景

フィリピンでは一時の電力危機を乗り越えたものの、経済成長に伴う電力需要の増加が見込まれ、更なる発電・送変電設備の増強が必要となっていた。同国では、予備電力の効率的な運用により発電容量を抑え、同時に信頼性の高い電力供給を行うため、主要な島々を送電線で連系し、国全体を一つの系統とする計画が進められていた。1995年時点では主要な連系送電線のほとんどはすでに着工または完成済みとなっており、主要ルートとしてはレイターボホールおよびレイターミンダナオを残すのみとなっていた。

1996年時点のボホール島の電力供給力は、小型水力、ディーゼル発電等により約30MWであった。水力発電所は容量が小さく、降水量の影響を受けるため不安定で、またディーゼル発電は老朽化のためユニットの運転停止が頻繁に起きていた。1998年以降はボホールへの企業進出により電力需要が50MWを超えると予測されており、この電力需要増に対応するためには電力供給の安定確保が急務となっていた。

1.2 目的

レイテ島とボホール島間の海底等に送電線を建設し電力系統を連系することにより、ボホール島の電力需要増加への対応と電力供給の安定確保をはかり、もって同島の経済発展に寄与する。

1.3 借入人／実施機関

フィリピン国家電力公社（フィリピン共和国政府保証）¹

1.4 借款契約概要

円借款承諾額／実行額	8,086 百万円／7,698 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1997 年 3 月／1997 年 3 月
借款契約条件	金利 2.7%（コンサルティング・サービス部分 は 2.3%）、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド
貸付完了	2004 年 7 月
本体契約 （10 億円以上のみ記載）	XIAN ELECTRIC IMPORT-EXPORT CO. LTD （中国）／ZHEJIANG ELECTRIC TRANSMISSION & DISTRIBUTION ENGINEERING CORPORATION（中国）
コンサルタント契約 （1 億円以上のみ記載）	電源開発（日本）／兼松（日本）・日商岩井（日 本）・日立電線（日本）・フジクラ（日本）（JV）
事業化調査（フィージビリティ・ スタディ F/S）等	1996 年 フィリピン国家電力公社 1996 年 SAPROF

2. 評価結果（レーティング：A）

2.1 妥当性（レーティング：a）

2.1.1 審査時点における計画の妥当性

本事業審査時、フィリピンの「中期開発計画（1993～1998 年）」においては、5 つの重点分野のうちの一つとして、インフラ開発が重視されていた。同計画において電力セクターについては、地方開発に必要なエネルギー需要への対応、最低限のコストで安定的電力供給を実現するため電源の多様化促進等が掲げられていた。当時の「電力開発計画（1996～2005 年）」では、ルソン、ビサヤス、ミンダナオを連系する統合グリッドの構築が計画され、主要な島々の連系プロジェクトが掲げられていた。このなかでレイターボホール間の送電線は、ビサヤスにおける主要連系プロジェクトの一つとして位置づけられていた。本事業は、レイター

¹ フィリピンでは 2001 年 6 月に電力産業改革法（Energy Power Industry Reform Act: EPIRA）が施行され、電力セクターの分割民営化が進められている。同法に基づき、それまで発送電を担ってきたフィリピン国家電力公社（National Power Corporation: NPC）の資産と負債は 2001 年 7 月から電力部門資産・負債管理会社（Power Sector Assets and Liabilities Management Corporation: PSALM）への移管が進められており、PSALM 傘下に設立された TRANSCO（2001 年設立、2003 年 3 月より独立オペレーション開始）が送電事業を継承している。TRANSCO については EPIRA に基づき、送電事業の運営管理について民間事業者へのコンセッション契約（25 年）の入札が過去数回行われているが、これまで事業者選定には至っていない。

ボホール間を連系する送電線を建設し、レイテ島における地熱発電による電力をボホール島へ安定的に供給することを目的としているため、上記政策・施策に合致するものとして妥当性は高かったと判断できる。

2.1.2 評価時点における計画の妥当性

評価時の「中期開発計画(2004～2010年)」では、貧困との闘いを主要課題とし、経済成長と雇用創出の促進に重点が置かれ、特に電力セクターについてはアロヨ政権の10の遺産(10-point legacy)の一つとして、「電力と水が全国に定期的に供給されること」が掲げられている。同計画では、電力セクター改革を推進し安定的かつ十分な電力供給を確保するため、TRANSCOによる送電設備の改善・拡充、およびエネルギー自給促進を掲げている。また、「送電開発計画(2005～2014年)」では、長期目標として国全体の統合グリッドの構築が掲げられ、主要な島々を連系する送電線の建設／拡充は優先的に取り組まれている。このように本事業は、上記政策・施策に合致するものであり、審査時より引き続き妥当性は高いと判断できる。

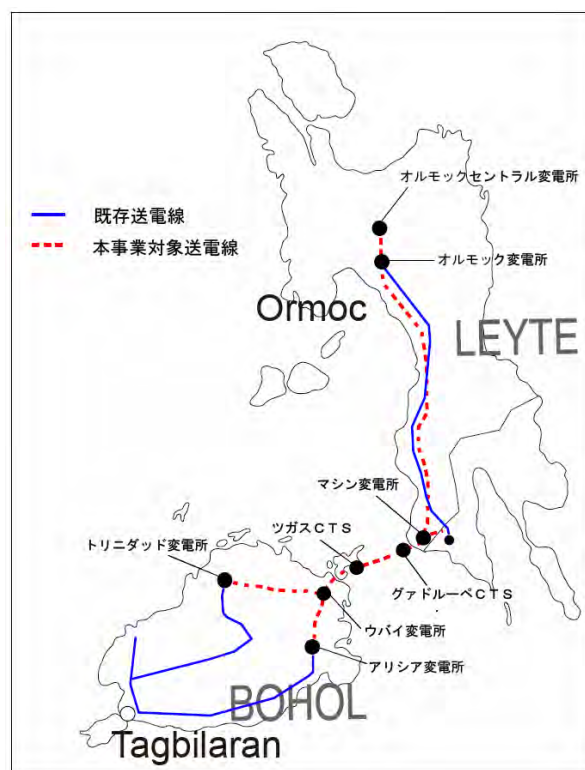
2.2 効率性(レーティング:b)

2.2.1 アウトプット

本事業は、審査時の計画通り2段階のステージに分けて実施された。ステージ1では、レイテボホール間の海底送電線の新設および両岸における関連送電線・変電設備の整備によりレイテボホール間の電力システムを69kVで連系した。続くステージ2では、レイテボホール間の海底送電線を138kVに昇圧するための関連送電線・変電設備の整備を行った。本事業で新設・拡張した送電線および変電設備を図1に示す。

本事業は、ほぼ計画通り建設された。レイテボホール間の送電線は計画通り建設され、また、両島間の関連架空送電線についても、実査に基づき距離減などの調整による変更が行われたが、ほぼ計画通りである。関連変電設備については、効

図1 事業サイト地図



果的な電力系統運用のために、変電所の引出口が計画時の 13 回線から 16 回線に増設され、また送電時の電圧を改善し電力損失を軽減するためにキャパシターが計画時の 6 台から 19 台に増設された（末尾の「主要計画／実績比較」参照）。



レイテ島側（マシン変電所～グアドルーペ CTS）送電線

2.2.2 期間

本事業は、1997 年 3 月から 2001 年 4 月までの 49 カ月間の事業期間が計画されていた。上述の通り、本事業は 2 段階で実施され、ステージ 1 完了によりレイテボホール間送電線は 2001 年 2 月に 69kV で通電し、ステージ 2 において昇圧が行われ 2004 年 8 月に 138kV で通電した。借款契約の調印(1997 年 3 月)から 138kV でのレイテボホール間海底送電線の通電(2004 年 8 月)まで 90 カ月かかり、実際の事業期間は計画比 184%となった。遅延のおもな要因は、ステージ 1 およびステージ 2 の各段階において、入札手続きに時間がかかったためである。

2.2.3 事業費

本事業は事業費 93 億 8,200 万円（うち外貨分 80 億 8,600 万円）を見込んでいたが、実際には 79 億 1,854 万円（うち外貨分 76 億 9,885 万円）²と当初計画を下回った。外貨分で比較すると対計画比 95.2%となり、ほぼ計画通りであったと考えられる。

2.3 有効性（レーティング：a）

2.3.1 有効性評価のポイント

本事業は、新規にレイテボホール間に送電設備を建設することで、ボホール島にて想定されていた電力需要の増加に対処し、電力の安定供給をはかることを事業目標としている。「有効性」評価にあたっては「電力の安定供給」および「増加する電力需要への対応」を主たる判断材料としたが、「送変電設備の利用状況」についてもあわせて検討した。本事業実施後、受益者による電力供給への信頼度が高まってきており、また事故停電時間／回数も安定してきている。さらに、本事業によりボホール島における電力供給量が増加し、電力需要の増加への対応が可能になっている。同島においては当初の需要予測ほど電力需要は発生していな

² 実績値には含まれるべき内貨分費用の一部につき十分なデータがそろわなかったため、その額が含まれていないが、当初計画に占める割合は非常に小さいことから、不明な支出分を考慮しても実績値は計画値を下回っているものと推察される。

いため、送変電設備も当初想定されていたほどの利用はされていないが、本事業の設備による電力供給はボホール島全体の約 8 割を占めているため、電力の安定供給および増加する需要への対応に十分貢献している。

2.3.2 ボホール島への電力安定供給

本事業により整備された送電線・変電設備の稼働率³は下表 1、2 の通りである。年間を通じてほぼ稼働しており、電力供給の安定化に寄与していると考えられる。

表 1 本事業により整備された送電線の設備稼働率

(単位：%)

(送電線)	01	02	03	04	05	06
オルモック・セントラル変電所 ～オルモック変電所	99.51	99.41	99.84	99.99	99.56	99.78
オルモック・セントラル変電所 ～マシン変電所	—	—	—	92.82	95.30	98.79
マシン変電所 ～グアドルーペ CTS	97.69	95.57	96.99	95.67	99.88	99.72
グアドルーペ CTS ～ツガス CTS	97.69	95.57	96.99	95.67	99.88	99.72
ツガス CTS ～ウバイ変電所	97.69	95.57	96.99	95.67	99.88	99.72
ウバイ変電所 ～トリニダッド変電所	98.38	99.01	96.08	91.54	99.52	99.23
ウバイ変電所 ～アリシア変電所	98.44	99.18	96.70	91.04	99.96	99.50
ウバイ変電所 ～C.P. ガルシア	98.44	99.18	96.70	91.04	99.96	99.50

表 2 本事業により整備された変電設備の設備稼働率

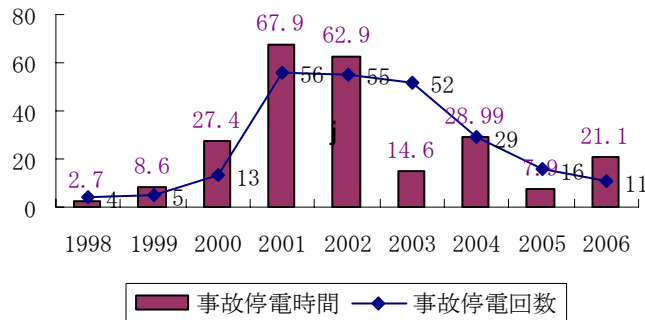
(単位：%)

(変電設備)	01	02	03	04	05	06
オルモック・セントラル変電所 138/69kV 50 MVA	99.99	99.98	99.98	98.36	99.82	99.99
マシン変電所 138/69kV 30 MVA	99.98	100	99.95	100	99.99	99.99
ウバイ変電所 69/13.8kV 5 MVA	99.32	99.85	99.87	99.73	99.86	99.63
ウバイ変電所 138/69kV 100 MVA	—	—	—	99.82	99.90	99.57

出所：TRANSCO

³ 稼働率 = (期間時間 - 停電時間) / 期間時間

図2 需要家1軒当たり年間事故停電時間と
事故停電回数

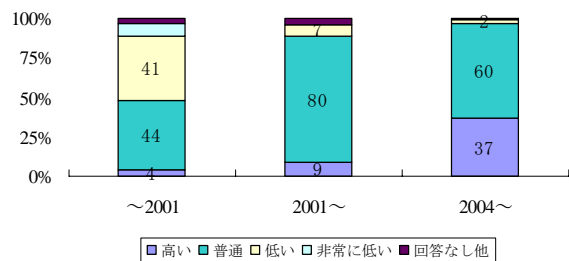


ボホール島における需要家1軒あたり年間事故停電時間、および事故停電回数は図2の通りである。本事業のステージ1の完成(2001年)により、レイテ島地熱発電所よりボホール島への電力供給が開始された。ただし、ステージ1の段階(2001～2004年)では、レイテ島の木柱69kV送電線を使用して送電していたため、レイテ島における台風被害等の影響を受け、ボホール島における停電時間・回数が一時的に増加している。しかし、2004年以降は、停電時間・回数が減少してきている。これは、ステージ2の完成

(2004年)によりレイテ島において鉄塔138kV送電線による送電が可能となった結果、ボホール島への送電状況が改善・安定したためである。

今次評価調査では、ボホール島に立地する企業を対象に電力供給状況に関する受益者調査を行った。受益者調査では、ステージ1完成前(～2001年)、ステージ1完成後(2001年～)およびステージ2完成後(2004年～)の3期間に分け、それぞれの時期における電力供給状況について調査を実施したが、その結果、図3～5の通り本事業実施後に停電頻度が減少し、電圧が安定的になっているという回答が増加しており、電力供給への信頼度が高まっていることが確認できた。

図3 電力供給の信頼度



出所：TRANSCO

図4 停電の頻度

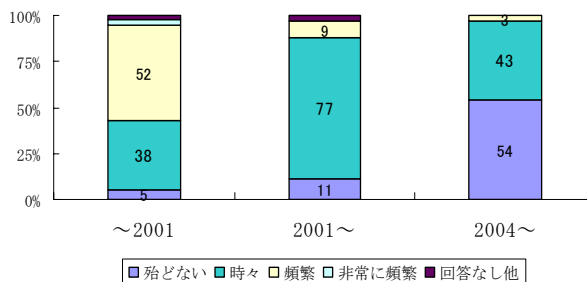
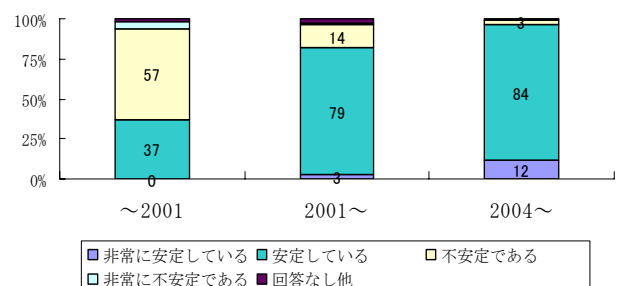


図5 電圧の安定度



出所：受益者調査回答

2.3.3 ボホール島における電力需要への対応

本事業によるボホール島への電力供給量⁴は下表3の通りである。事業完了から1年後時点でのレイテからボホールへの供給電力量は、計画時に見込んでいた電力供給量（254GWh）に2005年の実績値（171.7GWh）は達していないが、これは計画時の需要予測を実際の電力需要が下回ったことが原因である⁵。ただし、69kV送電線を建設していた場合には送電能力が不十分であり、現時点での電力需要に対応できる安定的な電力供給は実現できていないと考えられる。そのため、138kV送電線を建設したこと自体は過大投資とは考えられない。ボホール島の配電会社へのインタビューによれば、以前は対応できなかったピーク需要に、レイテ島からの電力供給により現在は十分対応可能になっているとのことである。また、本事業実施前に行われていた給電制限も、現在はなくなっているとのことであり、ボホール島においては、需要に対応した電力供給が可能になっている。

ボホール島における総供給電力量は下表4の通り、事業実施前の1995年に比較し大幅に増加している。本事業による電力供給は全体量の約8割を占めており（2005年）、本事業はボホール島における需要に対応する電力供給を行ううえで、大きな役割を果たしていると考えられる。

表3 送電端電力量

(単位：GWh)

	2004	2005	2006 (1~9月)
ウバイ変電所変圧器	61.4	171.7	151.4

出所：TRANSCO

表4 ボホール島における電力供給量推移

(単位：GWh)

1995	2001	2002	2003	2004	2005	2006
88	143.0	160.4	166.4	192.8	221.6	193.4

出所：TRANSCO, NPC

2.3.4 財務的内部収益率（FIRR）の計算

本事業により増加する電力託送収入を便益、本事業に要する投資費用、維持管理費用を費用とし、プロジェクトライフを30年として財務的内部収益率を計算したところ、4.31%であった。

⁴ 本事業により新設したウバイ変電所の変圧器（100MVA）による電力供給量。

⁵ 計画時に予想されていた大型事業数件が、実現されなかったことも一因であると考えられる。

2.3.5 経済的内部収益率（EIRR）の再計算

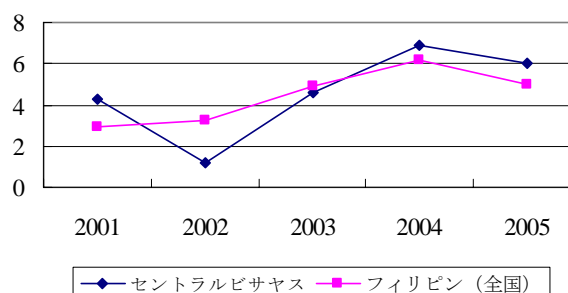
本事業に要する費用と、本事業の実施により増加する維持管理費用を総費用として、本事業により増加する電力料金⁶を便益とし、プロジェクトライフを30年として経済的内部収益率の再計算をしたところ、28.67%であった（審査時は15%）。審査時からの増加のおもな要因は、支払意志額の上昇によるものである。

2.4 インパクト

2.4.1 経済発展への寄与

フィリピンの国内総生産（GDP）成長率は、2003年以降約5～6%程度で堅調に推移してきているが、ボホール州の位置するセントラル・ビサヤス⁷の域内総生産は、2004年、2005年と続けてフィリピンのGDP以上の成長率を達成している（図6）。

図6 域内成長率の推移



ボホール州への投資は、2002年以降着実に増加してきており、同時に新規雇用も大幅に増加している（表5）。特に、ボホール州は開発戦略としてエコ・カルチャー観光および農業関連産業の強化に重点を置いているため、同州の観光産業の発展に伴い、旅客到着数も順調に伸びてきている（表6）。ボホール州政府およびボホール州投資促進センターへのインタビューによれば、2001年から観光産業ブームが始まったため本事業は大変タイムリーであった、とのことである。あるリゾートホテルへのインタビューによれば、エアコン等の安定稼働に寄与するなど、電力安定供給は観光客へのサービス向上につながっている。このように、電力安定供給は観光業のビジネス運営環境改善を通じて、観光産業ブームの下支えをしているものと考えられる。

⁶ EIRRの算出に使用した電力料金は需要家の支払意志額に基づいている。

⁷ セントラル・ビサヤス地方には、ネグロス・オリエンタル、セブ、ボホール等が含まれる。ボホール州のみの域内総生産のデータはなかったため、セントラル・ビサヤスの域内総生産のデータを使用した。

表 5 ボホール州への投資の推移

	2002	2003	2004	2005	2006
登録件数	1,497	2,300	3,342	4,531	5,422
前年比増加率	17.00%	53.64%	45.30%	35.58%	19.66%
金額 (単位：10 億ペソ)	1.129	1.796	2.331	2.971	4.045
前年比増加率	8.20%	59.08%	29.79%	27.46%	36.15%
新規雇用者数 (単位：人)	1,497	2,300	3,342	4,531	5,422
前年比増加率	5.56%	53.64%	45.30%	35.58%	19.66%

出所：ボホール州投資促進センター

表 6 ボホール州への到着旅客数

(単位：千人)

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
85.4	95.3	132.9	247.8	313.5	393.9	415.5

出所：ボホール州観光局

前述の通り、ボホール島全体の電力消費は大幅に増加しているが、需要家別の消費推移（表 7）⁸を見ると、州都タグビラランにおける商業セクターの電力消費がプロジェクト前に比べて約 2.3 倍になっている。また、タグビララン以外のエリアにおいても、商業および工業セクターの電力消費は合計で約 2.4 倍と大幅に増加している。本事業による電力供給は、ボホール島全体の供給量の約 8 割を占め、同島における電力供給において大きな役割を果たしている。よって本事業は、ボホール島への電力供給量の増加を通じて、同島のビジネス環境の改善に寄与し、同島の経済成長を下支えしていると考えられる。受益者調査においても、本事業によって事業運営が「大きく改善した」または「改善した」と回答した企業が 7 割以上となっており（表 8）、本事業によるビジネス環境改善への貢献度が確認されている。なお、本事業の想定受益者は約 96 万人⁹と推定され、ボホール島人口（約 125 万人）の 8 割弱が受益者にあたる。

⁸ ボホール島に立地する配電会社 3 社の顧客別消費推移。

⁹ 本事業による電力供給量／ボホール島における 1 人あたり電力供給量により推定。

表7 ボホール島における需要家別電力消費量の推移

(単位：GWh)

(州都タグビラン)

	1996年	2005年	1996年 を100と した指数
家庭	10.8 (36%)	25.8 (40%)	238.8
商業	13.7 (45%)	31.2 (48%)	227.7
その他	5.7 (19%)	7.3 (11%)	128.0
合計	30.2 (100%)	64.3 (100%)	212.9

出所：ボホール州政府

(タグビラン以外のエリア)

	1996年	2005年	1996年を100 とした指数	
家庭	25.8 (56%)	67.1 (58%)	260.0	
商業	8.0 (18%)	28.0 (24%)	350.0	合計で 237.5
工業	8.5 (18%)	11.2 (10%)	131.7	
その他	3.7 (8%)	8.5 (7%)	229.7	
合計	46.0 (100%)	114.8 (100%)	249.5	

出所：Bohol 1 Electric Cooperative, Inc.およびBohol 2 Electric Cooperative, Inc のデータを統合

表8 本案件による事業運営改善への貢献度

	割合
大きく改善した	24%
改善した	50%
若干改善した	22%
影響なし	2%
回答なし	2%

出所：受益者調査回答

2.4.2 貧困削減への寄与

ボホール州の貧困率¹⁰は、2000年の50.2%から2003年には29.2%と、大幅に改善している。この3年間に貧困率は21%減少しているが、この削減幅は全国で第2位であった。ボホール州の貧困削減にはさまざまな要因があると考えられるが、本事業によるビジネス環境改善が一要因として寄与しているものと推察される。

表9 貧困率の推移（全国平均およびボホール州）

	2000年	2003年	減少幅
ボホール州	50.2%	29.2%	21.0%
全国平均	27.5%	24.4%	3.1%

出所：フィリピン国家統計調整委員会

¹⁰ ボホール州の貧困ライン（食料およびその他基本的ニーズの費用）は1人あたり9,762ペソ（2000年）および10,032ペソ（2003年）。全国の貧困ラインは11,458ペソ（2000年）および12,309ペソ（2003年）である。

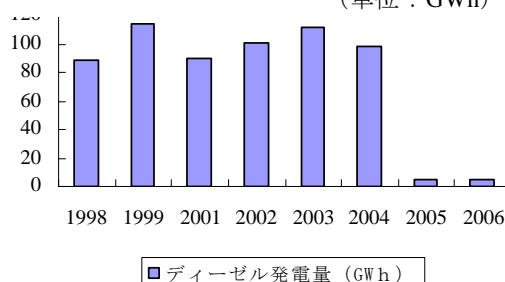
2.4.3 その他

2.4.3.1 環境に対する影響

本事業は、環境適合証明（Environment Compliance Certificate: ECC）が実施前に取得され、同 ECC の内容にそって事業実施中および実施後にモニタリングが行われている。ECC に基づき、送電線建設に伴う森林伐採への対応として、TRANSCO が 250 万ペソを支出して代替植林（4 万 8,000 苗）が行われているなど、ECC の条件は満たされているとのことであり、特に問題は報告されていない。

また、本事業の実施によりボホール島におけるディーゼル発電が大幅に減少しており（図 7）、同島の環境負荷の軽減に寄与していると考えられる。

図 7 ディーゼル発電の稼働状況¹⁾
(単位: GWh)



出所: TRANSCO

注 1): 2000 年のデータはなし。

2.4.3.2 用地取得・住民移転

本事業の実施にあたり、必要な用地が取得され、移転住民（382 世帯）および建造物所有者（109 人）に対して金銭補償が行われた。用地取得についての手続き・補償は、法律にそって行われたとのことである。

2.5 持続性（レーティング: a)

2.5.1 実施機関

2.5.1.1 技術

TRANSCO では、社内で定期的に技術研修を実施しており、海外メーカー等にトラブル対応を依頼するケースはあるものの、本事業設備の維持管理は基本的に経験ある社内職員で対応していることから、特段問題ないと考えられる。

2.5.1.2 体制

フィリピンでは 2001 年 6 月に電力産業改革法 (Energy Power Industry Reform Act: EPIRA) が施行され、電力セクターの分割民営化が進められている。同法に基づき、それまで発電電を担ってきたフィリピン国家電力公社 (National Power Corporation: NPC) の資産と負債は 2001 年 7 月から電力部門資産・負債管理会社 (Power Sector Assets and Liabilities Management Corporation: PSALM) への移管が進

められており、PSALM傘下に設立されたTRANSCO（2001年設立、2003年3月より独立オペレーション開始）が送電事業を継承している。TRANSCOについてはEPIRAに基づき¹¹、送電事業の運営管理について民間事業者へのコンセッション契約（25年）の入札が過去数回行われているが、これまで事業者選定には至っていない¹²。

2005年現在、TRANSCOの職員数は3,630名である。本事業の施設の維持管理については、ビサヤス運営維持管理（O&M）部門の第2地区（技術者40名）および第3地区（技術者48名）が担当している。

2.5.1.3 財務

TRANSCOの財務状況は下表10、11の通りに推移しており、自己資本は2005年時点で40%を超え長期的な財務安定性の改善を示す一方、流動比率や当座比率も短期債務の支払いに問題を来さない水準で推移している。そのため、TRANSCOの財務状況は良好と判断される。

表10 TRANSCOの損益計算書
(単位：百万ペソ)

	2003	2004	2005
売上高	23,960	24,221	24,298
営業利益	15,452	15,145	16,217
当期純利益	15,388	15,071	16,174

出所：TRANSCO 年次報告書

表11 TRANSCOの財務比率

	2003	2004	2005
自己資本率 (%)	23.3	22.4	42.0
流動比率 (倍)	1.83	2.09	2.01
当座比率 (倍)	1.02	0.88	1.04

出所：TRANSCO 年次報告書

2.5.2 維持管理

本事業により整備された設備は定期的に点検が行われているとのことで、サイト実査の結果、設備に毀損は認められず、電力の安定供給が継続していることから、特に問題ないと考えられる。

3. フィードバック事項

3.1 教訓

なし。

3.2 提言

なし。

以上

¹¹ EPIRAでは、TRANSCOは①売却または②コンセッション契約により民営化（privatize）することが定められている。

¹² TRANSCOのコンセッション入札は、最近では2007年2月に実施されたが、応札企業が1社に留まった。再入札が計画されているが、調査時点（2007年2月）では入札スケジュールは未定である。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p>1. レイテ島南岸とボホール島東岸の間の海底送電線の 신설 (約17km、138kV)</p> <p>2. 両岸における関連架空送電線の 신설 (約153km、138kV；約52km、69kV等)</p> <p>3. 両岸における関連変電設備の建設</p>	<p>計画通り (17km、138kV)</p> <p>ほぼ計画通り (送電線5回線距離減、架空送電線[2.5km]から海底送電線[1.5km]への変更等)</p> <p>ほぼ計画通り (引出口13回線→16回線、キャパシター6台→19台に増設)</p>
②期間	<p>1997年3月～2001年4月 (49カ月)</p> <p>詳細設計／入札手続き／契約： 1996年11月～1997年10月(1) 1998年9月～1999年4月(2) (詳細設計／入札手続き)</p> <p>送変電設備建設： 1997年11月～2001年4月</p> <p>コンサルティング・サービス： 1996年11月～2001年4月</p> <p>通電：</p>	<p>1997年3月～2004年8月 (90カ月)</p> <p>1997年12月～1999年2月(1) 2001年1月～2002年9月(2) (入札手続き／契約)</p> <p>1999年7月～2001年1月(1) 2003年4月～2004年5月(2)</p> <p>1997年3月～2004年6月</p> <p>2001年2月(1) 2004年8月(2)</p>
③事業費	<p>外貨 80億8,600万円</p> <p>内貨 12億9,600万円 (3億2,400万ペソ)</p> <p>合計 93億8,200万円</p> <p>うち円借款分 80億8,600万円</p> <p>換算レート 1ペソ = 4円 (1996年5月現在)</p>	<p>76億9,885万円</p> <p>2億1,970万円 (9,896万ペソ)</p> <p>79億1,854万円</p> <p>76億9,885万円</p> <p>1ペソ = 2.2円 (2000～2004年平均)</p>