

0. 要旨

本事業は、カンボジア南部カンポット～シハヌークヴィル地域の電力供給能力を強化し、シハヌークヴィルの電力需要への対応及び沿線地域の電化率の向上を図ることを目的に、230kV・2回線の送電線及び関連施設を整備した。本事業の実施は発電事業及び送電事業への投資増大、農村地域の電化率の向上を図る点において、カンボジアのエネルギー／電力政策を含む開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。事業費は計画内に収まったものの、事業期間は計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。審査時に設定した運用・効果指標については、電化率、配電損失率は目標を達成している。本事業により、対象地域で電力供給が大幅に増加し、安定的な電力供給が実現したと判断する。また、大口需要家等へのヒアリングにより、雇用創出、生産性向上、工場・事務所数増加、所得改善、生活環境の改善の状況が確認された。以上より、本事業の実施により計画通りの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理に関し体制面、技術面で特段問題はない。財務面についてもカンボジア電力公社（以下、「EDC」¹という。）の財務データによれば発電所の運営・維持管理費は適正に手当てされている。送電線、変電所は良好に維持管理され、問題が生じた場合も適切迅速に処理されている。したがって本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



図1 事業位置図



図2 ストゥンハブ 230/22kV 送電系統変電所

¹ Electricité Du Cambodge

1.1 事業の背景

カンボジアは、メコン地域²の一部を構成し、本事業の借款契約が締結された 2007 年当時 は、政治状況が安定し経済が着実に成長していた。もっとも依然として所得や生活水準に おいて、現 ASEAN 加盟国（タイ、マレーシア等）との経済格差が大きいことから、こうし た格差を解消し、地域一体としての「メコン地域開発」を進めることが課題となっていた。 特に電力供給については、設備容量が周辺諸国に比較して著しく小さいことや全国的な送 配電網が存在しないことにより、電化率が東南アジアで最低の水準（約 17%）であり、改 善が急がれていた。更に、多くの既設発電所では燃料となる石油を輸入に依存しているた め、電力料金が周辺諸国の 2～7 倍以上となっていた。本事業により、他ドナーの支援で建 設された送電線³に連系し、メコン地域の電力ネットワークの一部を整備することにより、 ベトナムからの安価で信頼性の高い電力を供給することが可能となると期待された。

1.2 事業概要

本事業は、成長回廊に位置するカンボジア南部カンポット～シハヌークヴィル(約 78km) の区間において、230kV・2 回線の送電線を建設し、関連変電所・配電線を新設・増強する ことにより、同地域の電力供給能力を向上させ、シハヌークヴィルの電力需要への対応及 び沿線地域の電化率の向上を図り、もって投資環境の改善等を通じて同地域の経済発展に 寄与する。

円借款承諾額/実行額	2,632 百万円/2,521 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2007 年 3 月/2007 年 3 月
借款契約条件	金利 0.01% 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	カンボジア王国政府 / カンボジア電力公社 (Electricité Du Cambodge : EDC)
事業完成	2014 年 5 月
本体契約	DOOSAN Heavy Industries & Construction Co., Ltd.(大韓民国) / DOOSAN Engineering & Construction Co., Ltd.(大韓民国) (JV)
コンサルタント契約	-

² メコン地域（カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム、タイ、中国雲南省から構成）とは、インドシナ半島を縦走るメコン川流域を指し、面積約 230 万 km²（日本の約 6 倍）、審査当時の人口は約 2.5 億人（同約 2 倍）であった。

³ ADB、世界銀行、及び、ノルディック開発基金がベトナム（チャオドック）～タケオ～プノンペン間送電線を支援、ドイツ復興金融公庫（KfW）がカンポット～タケオ間の送電線整備を支援していた。

<p>関連調査（フィージビリティスタディ：F/S）等</p>	<p>アジア開発銀行（ADB）による F/S（2005 年 12 月）</p>
<p>関連事業</p>	<p>【技術協力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発調査「再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン」（2004 年～2006 年） ・技術協力プロジェクト「電力セクター育成技術協力」（2004 年～2007 年） ・JICA 専門家派遣（電力セクター：鉱工業エネルギー省に派遣、2000 年～） <p>【円借款】（カッコ内は借款契約調印年月）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「シハヌークヴィル港緊急拡張事業」（2004 年 11 月） ・「メコン地域通信基幹ネットワーク整備事業」（2005 年 3 月） ・「貧困削減・成長オペレーション」（2007 年 10 月） ・「シハヌークヴィル港経済特別区開発事業」（2008 年 3 月） <p>【無償】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「プノンペン市電力供給施設改善計画（1/2 期）」（1993 年） ・「プノンペン市電力供給施設改善計画（2/2 期）」（1994 年） ・「第 2 次プノンペン市電力供給施設改善計画（詳細設計）」（1998 年） ・「第 2 次プノンペン市電力供給施設改善計画（1/3 期）」（1999 年） ・「第 2 次プノンペン市電力供給施設改善計画（2/3）」（2000 年） ・「第 2 次プノンペン市電力供給施設改善計画（3/3）」（2001 年） ・「プノンペン市電力供給施設整備・拡張計画」（2004 年 11 月） <p>【世界銀行】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Emergency Rehabilitation Project (1993 年) ・ Phnom Penh Power Rehabilitation Project (1995 年) ・ Rural Electrification and Transmission Project (2003 年) ・ Poverty Reduction and Growth Operation (PRGO : 貧困削減・成長オペレーション) (2007 年～2008 年) ・ Special Rehabilitation Assistance (1992 年) ・ Power Rehabilitation Project (1994 年) ・ Provincial Power Supply Project (2000 年) ・ Greater Mekong Subregion Transmission Project (2003 年)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

島村 真澄、矢野 麻美子（三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2016年9月～2017年9月

現地調査：2016年11月15日～11月26日、2017年2月7日～2月10日

2.3 評価の制約

本事後評価を行うに当たって、以下の点が制約となった。

まず、本事業は、事業期間に7年3カ月（87カ月）を要し、その間 EDC、ADB において担当者の入れ替わりが多かった。そのため事業に直接関与した担当者が既に在籍していなかったり、記録の保管場所が不明であったりと、本事業に関する情報・データの収集に制約があった。特に本事業の財務情報の詳細、EDC 自己資金部分と総事業費の関係の把握は困難であった。また配電網建設工事の遅延事由についても詳細を把握することは困難であった。

また、本事業の維持管理について、EDC 送電部は本事業と他の EDC が全国で実施する送電事業を区別せず一元的に維持管理を行っている。そのため、本事業のみについての維持管理費用や予算、維持管理の技術、体制、問題について把握することができなかった。

さらにカンボジアにおいては全国的、地域的な経済指標及び統計データが整備されていないため、地域経済の活性化や貧困削減といったインパクトを定量的に把握することが困難であった。

以上の理由より、得られた情報のみに基づいて評価分析を行った。

3. 評価結果（レーティング：A⁴）

3.1 妥当性（レーティング：③⁵）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時において、本事業の目的は、インフラの復興と整備を最重要政策課題の一つとする国家開発戦略（「第一次四辺形戦略」、2004年）や、発電事業及び送電事業への投資増大、農村地域の電化率の向上等を基本方針とする「電力セクター開発計画」（2005年1月）の方針と整合していた。さらに、本事業は、港湾都市シハヌークヴィルでの火力発電所の建設、地方都市へのベース用及びピーク用の中小規模ディーゼル発電所の建設を基本方針とする「電源開発計画」（2005年1月発表、2018年までの発電所の建設計画）も踏まえたものであった。

事後評価時において、カンボジア政府は、国家開発戦略である「第三次四辺形戦略」（2013年～2018年）及び同戦略を具体化する「国家戦略開発計画」（2014年～2018年）において重点柱の一つに「インフラ開発：電力開発」を掲げ、電力供給の拡大、電力アクセスの実現、地域間での電力の連携を優先課題としている。また、カンボジア政府は、地方電化の推進や、電源の拡大・近隣国からの電力輸入に伴い送電線の建設・整備・拡張を進めてい

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

くことを「エネルギーセクター開発方針」（2004年～2020年）、「送電線開発計画」（2015年～2025年）において示している。以上より、得られた情報のみに基づくものであるが、事後評価時においても本事業の目的はこれらの政策・計画と合致しているといえる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時において、経済成長に伴うカンボジア全体の電力需要の増加は、成長回廊地域（プノンペン及びシハヌークヴィル）の需要増加によるところが大きく、今後もその傾向は継続するものと考えられていた。同地域には、カンボジア経済の牽引役である繊維産業が密集しており、また、人口増加の観点からも、電力需要の増加が予測されていた。

EDC からの回答に基づく実際の統計結果（表 1）から、シハヌークヴィル地域では、審査時の最大電力需要が 7.40MW であったのに対し、事後評価時は 44MW と約 6 倍増加しており、対 2015 年比 9% 増と現在でも増加傾向にある。カンポット地域においても、審査時の最大電力需要は 3MW であったのに対し、事後評価時は 20MW と約 6.7 倍増加しており、対 2015 年比 18% 増と現在でも増加傾向にある。これらのことから事後評価時において引き続き電力供給設備への投資需要は存在しているといえる。

表 1 最大電力需要の推移（単位：MW）

FY	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
シハヌークヴィル地域	5.35	5.70	7.40	8.60	9.50	10.17	13.40	16.40	18.50	24.80	29.50	40.20	44.00
カンポット地域	3	3	3	4.78	6	7.5	8	8.5	9	9.5	13	17	20

出所：EDC への質問票回答

審査時においては、今後増大する電力需要を満たすためにはベトナムを始めとする輸入電力の供給が必要となっていた。特にシハヌークヴィルについては、開発中のシハヌークヴィル経済特区からの電力需要も見込まれ、送電線建設によってベトナムからの安価な電力の供給を可能とし、それによって投資促進が図られ追加的な電力需要が発生することが考えられていた。そのためシハヌークヴィルの将来的な電力需要逼迫に対応し、安定的な電力供給体制を構築することは喫緊の課題であった。

また、二国間電力融通協定に基づき、ベトナムからプノンペンへ電力輸入するための 230kV 送電線が 2009 年から稼働している。タイとの電力購入契約は 2007 年に改訂され、電力輸入が続いている。さらにラオスとの協定に従い、22kV 送電線が 2010 年に完成し、カンボジアに送電されている。2015 年、ラオス南部のチャンパサック州の変電所とカンボジアのプレアヴィヒア州 Kampong Sralau を相互に接続する 115kV 送電線が建設された。もっともカンボジア電力庁（以下、「EAC」⁶という。）の発表によれば、輸入電力量は、2016 年

⁶ Electricity Authority of Cambodia

は対前年比 25%減少しており今後も減少する見込みであるが、これは国内発電量が増加したことを受けたものであり、電力需要が減少したことを表すものではない。これらのことから、事後評価時においても本事業対象地域含めカンボジア全土において電力供給設備への投資需要が存在していることが分かる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

我が国の対カンボジア国別援助計画（2002年2月）は、援助の重点分野の一つとして「持続的な経済成長と安定した社会の実現」を挙げており、「社会・経済インフラ整備推進と経済振興のための環境整備」を重点的に支援することとしている。特に電力セクターについては、「電力や電気情報通信等インフラ整備率の面で首都と地方との格差が著しく、長期的かつ全国的な視点に立ち、政策立案、技術技能者育成のための技術協力、資金協力に取り組んでいく」こととしている。本事業の目的はこの計画と合致する。

JICAの海外経済協力業務実施方針（2005年4月）においては、成長回廊地域の民間経済活動の活性化のインフラ整備を重点分野とし、アジア開発銀行（以下、「ADB⁷」という。）等との連携支援を図るとしている。同地域の電力インフラ整備を実施し、ADBとの協調融資で実施する本事業はこの方針と合致する。

JICAの国別業務実施方針（2004年11月）においては、送電線の建設、周辺国からの安価な電力の輸入、国内拠点向けの送電の実施による供給力の確保が、電力供給の不足と高額な電気料金が経済成長や貧困削減の足かせになっている現状を打開するために有効とされている。本事業の目的はこの方針とも合致する。

3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

後述（3.2.2.2）のとおり、本事業の遅延については様々な要因が重なり合ったものであるが、そのうちの 하나가本事業のスコップ変更（送電線ルートの変更と変電所サイトの変更）である。本事業開始後、EDCが再調査したところ、ビルレン地域での電力需要予測をふまえると、ビルレン変電所建設の必要性は切迫したものではないことが判明した。また、シハヌークヴィルにおいて独立系発電事業者（以下、「IPP⁸」という。）による2つの石炭火力発電所の建設が決定したことから、本事業で整備される送電線システムによる石炭火力発電所からシハヌークヴィルへの電力供給の増加が期待された。そこでEDCが115kV送電システムの技術、財政、及び経済的実施可能性を確認するためのフィージビリティスタディを2010年に実施した結果、シハヌークヴィルに115kV変電所を建設し、ストウンハブ変電所とシハヌークヴィル変電所間の送電線を建設することの経済効率性の高さが報告された。このため、本事業の協調融資機関であるADBは電力需要等を勘案し、ビルレン変電所建設を中止し、シハヌークヴィルに115kV変電所を建設するEDCの計画変更を承認し、

⁷ Asian Development Bank

⁸ Independent Power Producer

JICA はストゥンハブ変電所～シハヌークヴィル変電所までの 115kV 送電線建設の追加に同意した。本事業の完成図は以下のとおりである（図 3）。

本事業のスコープ変更は、シハヌークヴィル地域への電力供給のさらなる増加という目的で生じたものであり、これは「地域の電力供給能力を向上させ、シハヌークヴィルの電力需要への対応」を図ることという本事業の目的と一致する。このことから本事業の計画の変更は本事業の目的に沿っており、事業効果発現と増大のためには不可欠な判断であり、妥当なものと判断する。

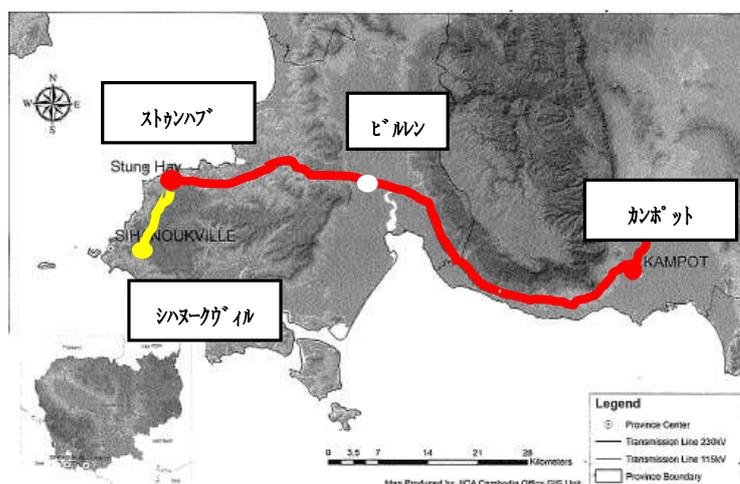


図 3 本事業の位置図

出所：JICA 提供資料

※赤は審査時の計画に沿って建設された送電線及び変電所。黄は追加スコープにより建設された送電線及び変電所。

※審査時に建設が計画されていたビルレン変電所予定地（後に取り止め）を参考に記載（白箇所）。

以上より、本事業の実施はカンボジアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの審査時の計画及び事後評価時の実績は表 2 のとおりである。

表 2 本事業のアウトプット計画及び実績

計画	実績
<p>①建設工事</p> <p>(a)230kV 送電線の建設（カンポット～シハヌークヴィル（ストウンハブ）間計約 78km、2 回線）（JICA 支援部分）</p> <p>(b)変電所の新設及び増設（シハヌークヴィル（ストウンハブ）・ビルレン変電所の新設、カンポット変電所における引出口増設）（ADB 支援部分）</p> <p>(c)送電線建設地域周辺の中低圧配電網整備（22kV 中圧線（約 60km）、400/220V 配電線（約 46km）、周辺世帯への引込線）（JICA 支援部分）</p>	<p>①建設工事</p> <p>(a)230kV 送電線の建設（カンポット～ストウンハブ間 82km、2 回線）<u>（変更）</u>、115kV 送電線の建設（シハヌークヴィル市～ストウンハブ間⁹12km、2 回線）<u>（追加）</u>（JICA 支援部分）</p> <p>(b)変電所の新設及び増設（シハヌークヴィル 115/22kV 変電所の新設<u>（追加）</u>、ストウンハブ 230/22kV 変電所の新設、230kV ストウンハブ変電所における 115kV² 回線引出口増設<u>（追加）</u>、カンポット変電所における 230kV² 回線引出口増設）（ADB 支援部分）</p> <p><u>※ビルレン変電所の新設は中止</u></p> <p>(c)送電線建設地域周辺の中低圧配電網整備（22kV 中圧線（40km）（230/22kV ストウンハブ変電所～シハヌークヴィル地域）、既存の 22kV 網と 22kV 給電線の連結（ストウンハブ変電所～近隣集落）<u>（追加）</u>、変圧器（22kV/400V、220V）の導入<u>（追加）</u>）（JICA 支援部分）、400/220V 配電線（約 46km）、周辺世帯への引込線の実績は不明（一部自己資金で実施された可能性あり）</p>
<p>②コンサルティング・サービス（詳細設計、入札補助及び施工監理）（ADB 支援部分）</p>	<p>②コンサルティング・サービス（詳細設計、入札補助及び施工監理）（ADB 支援部分）</p>
<p>③EDC 能力構築</p> <p>(a)EDC 支社の地中配電網保全能力強化（JICA 支援部分）</p>	<p>③EDC 能力構築</p> <p>(a) 実施せず</p>

⁹ シハヌークヴィル州ストウンハブ区に立地した変電所と、シハヌークヴィル市に立地した変電所を結ぶ送電線。

(b) 高圧送変電設備運用・維持管理のためのトレーニング (JICA 支援部分)	(b) 高電圧送電システムの運営維持に関するトレーニング (JICA 支援部分)
(c) EDC のプノンペン顧客データベースシステム (ADB 支援部分)	(c) EDC データ管理システムの向上 (連結データプラットフォームを構築するためにハードウェアとソフトウェアの調達 (信頼できるバックアップシステムと本社・支社間での連絡システム改善を含む)) (ADB 支援部分)
(d) EDC 環境社会配慮スタッフへのトレーニング (ADB 支援部分)	(d) 社会、再定住、環境問題に関する EDC スタッフの研修 (2 名の社会環境専門 EDC 職員を修士課程へ派遣) (ADB 支援部分)

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答・現地調査インタビューに基づき作成

本事業は前述 (3. 1. 4) のとおり事業スコープが変更され、審査時に予定されていたビルレン変電所建設が取りやめとなり、シハヌークヴィル 115kV 変電所建設に変更されたため、シハヌークヴィル変電所～ストウンハブ変電所間をつなぐ 115kV2 回線送電線建設も追加された (図 3)¹⁰。また、送電線建設地域周辺の中低圧配電網整備はストウンハブ変電所からシハヌークヴィル地域への 22kV 中圧線建設 (40km) が実施され、既存の 22kV 網と 22kV 給電線の連結 (ストウンハブ変電所～近隣集落)、変圧器 (22kV/400V、220V) の導入が追加された。EDC は自己資金にて送電線地域に住む居住世帯と配電網を連結したとするが、「400/220V 配電線 (約 46km) 及び周辺世帯への引込線」と同等のものであるかは情報が得られなかった。スコープ変更の妥当性は前述 (3. 1. 4) のとおりであり、計画変更は適切なものであったと考える。

EDC スタッフへの研修プログラムの内容の詳細については協調融資先で同ポジションの担当である ADB の情報により確認をした。これによると EDC 研修センターでの研修参加に加え、タイ、ベトナムへの 14 名職員派遣など、国内外で研修が実施された。この他、2 名の EDC 職員がタイにて社会環境、再定住に関する修士号を取得した。

また、データ管理システムの向上は顧客管理、料金徴収能力の向上を図る一環として実施された。地中配電網の研修については、当初 EDC において計画されていた地中配電網の建設が行われなかったため、実施されなかった。

¹⁰ これにより、カンポット～ストウンハブ変電所間は 230kV 送電線、ストウンハブ～シハヌークヴィル変電所間は 115kV 送電線で連結された。



図4 EDC 本部データ管理システム



図5 EDC 本部データ管理システム（施錠された状態）

本事業の建設期間は延長したが、コンサルティング・サービス期間は延長をせず、建設完成前の2013年に終了した。コンサルティング・サービスのインプット（M/M）について、国際コンサルタント40M/M、ローカルコンサルタント45M/Mが想定されたが、実際の実施は国際コンサルが69M/M、ローカルコンサルが64M/Mと増加が認められた（表3）。設計作業の増加と事業実施の遅延が原因とされている。これは上記本事業の計画変更から生じたもので、同計画変更が適切なものと考え、M/Mの増加もやむをえないものといえる。

表3 コンサルティング・サービス投入量の計画と実績の比較（単位：M/M）

	計画	実績	差異
国際コンサルタント	40	69	29 増
ローカルコンサルタント	45	64	19 増
合計	85	133	48 増

出所：JICA・ADB 提供資料に基づき作成

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は、審査時の計画では6,179百万円（うち円借款部分は2,632百万円）であったのに対し、実際の総事業費は6,100百万円（うち円借款部分は2,521百万円）と、計画内に収まった（計画比99%）。スコープ変更に伴うビルレン変電所の建設中止¹¹、シハヌークヴィル115kV変電所建設及び115kV送電線（シハヌークヴィル市～ストウンハブ間）の建設の追加¹²、用地取得費用の増加¹³があったものの、円高の影響もあり結果として総事

¹¹ 12.68百万ドルの減。

¹² 14.81百万ドルの増。

¹³ 3.3百万ドルの増。

業費は計画内に収まった。

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、2007年3月（借款契約調印日）～2010年12月（送変電設備・配電網の営業運転開始）の46カ月であったが、実際には、事業期間は2007年3月（借款契約調印日）～2014年5月（送変電設備・配電網の営業運転開始）の87カ月と計画を大幅に上回った（計画比189%）。本事業は実施遅延に伴い、貸付実行期限が延長されている。事業期間の審査時及び事後評価時の実績は表4のとおりである¹⁴。

表4 事業期間に関する審査時計画及び実績

項目	計画（審査時）	実績（事後評価時）
コンサルティング・サービス	2007年2月～2010年12月（47カ月）	2008年12月～2013年12月（61カ月）
能力構築	2007年5月～2008年8月（16カ月）	2008年12月～2009年12月（13カ月）
用地取得・住民移転	2006年11月～2010年5月（43カ月）	2009年4月～2014年上旬
入札・契約	2007年9月～2008年11月（15カ月）	2009年12月～2012年5月 ¹⁵ （31カ月）
送変電建設工事	2008年12月～2010年12月（25カ月）	2011年3月～2014年4月（38カ月）
配電網建設工事	2009年6月～2010年12月（19カ月）	2011年3月～2014年4月（38カ月）

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答に基づき作成

本事業の遅延は様々な要因が重なったものである。まず、コンサルタント選定の遅れにより、コンサルタントと契約を締結したのは21カ月遅れの2008年12月であった。本体工事契約¹⁶の調達も事務手続きに時間を要したことから遅延した。

また、ビルレン変電所の建設中止、シハヌークヴィル115kV変電所の建設追加というスコープ変更により、本体工事の調達プロセス開始が遅れ、事業遅延の主要因となった。加えて115kV送電線に関する追加作業により、送電線建設の完了が遅延した。シハヌークヴィル115kV変電所建設においては、元の計画地の土壌品質が悪いことが判明し立地を変更する必要が生じたため、立地決定が遅れて建設開始が9カ月遅延した。

また、本事業全体として、用地取得の補償額について一部住民との交渉が長引き、用地取得が遅れた。シハヌークヴィルでの配電網建設工事の遅延の理由については確認できなかった。

¹⁴ なお、事業期間の開始について、審査時はEDCによる「用地取得・住民移転」の開始時期と定義していたが、実際の「用地取得・住民移転」は借款契約調印日後の2009年4月であったため、本事後評価においては借款契約調印日を「事業の開始」としている。

¹⁵ ADB 支援部分。

¹⁶ 本事業の建設工事（表2①）は全てターンキー契約（設計から建設に関わる全ての業務を引受け、完全に稼働可能な状態で引渡す形態の受注）によって実施された。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

事後評価時において、財務的内部収益率（FIRR）、経済的内部収益率（EIRR）の再計算を試みたところ、FIRRは審査時が13.6%であったのに対し、22.2%と増加した。FIRRの費用、便益、プロジェクトライフの前提は表5のとおりである。FIRRが審査時より増加した主な要因として、本事業の完成後、国内電力供給の増加により電力輸入コストが減少したことがあげられる。EIRRは再計算を試みたが、正確なデータに基づく詳細な費用と便益の推計が困難であったため算出ができなかった。

表5 FIRRの前提

項目	審査時	事後評価時
費用	事業費、運営・維持管理費	事業費、運営・維持管理費
便益	電力料金収入	電力料金収入
プロジェクトライフ	30年	30年

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の運用・効果指標の目標と実績は表6のとおりである。送電設備稼働率について、2014年、2015年、2016年のデータは確認できなかった。電化率についてカンポットでは事業完成から2年後の2016年に至るまで、いずれも目標値である都市部75%、地方部35%を上回っている。シハヌークヴィルにおいても、過去3年において都市部、農村部共に目標値である都市部75%、地方部35%を上回った。配電損失率はカンポットは過去3年において目標値12%を下回り達成した。シハヌークヴィルについても事業完成から2年後の2016年に至るまで目標値12%を下回り達成した。概して、送電設備稼働率を除いては、運用・効果指標は達成されている。

また、本事業対象地域における本事業の効果を測るため、本事業完成前後のシハヌークヴィル及びカンポット地域の最大電力需要、受電端電力量、及び売電量の推移について参考指標として確認を試みた。2016年の最大電力需要は前述表1のとおりシハヌークヴィルが44MW、カンポットは20MWであり以前より増加している。受電端電力量¹⁷はシハヌークヴィルは2016年が240,303,979kWhであるが、他年度の情報が得られなかったため比較は困難である。カンポットについては情報が得られなかった。2016年の売電量はシハヌークヴィルが19,356,087kWh/月、カンポットが8,849,973kWh/月であり、他年度の情報は得られなかったが、EDC全体では2006年から2014年にかけて売電量は6倍になり、電力供給の

¹⁷ 1年間に対象変圧器が受電した電力量。

増加がみられた。料金徴収率はいずれの地域でも 100%で維持されている。

表 6 本事業の運用・効果指標¹⁸

	基準値	目標値	実績値		
	2004 年	2012 年	2014 年	2015 年	2016 年
	基準年	事業完成 2 年後	事業完成年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後
送電設備稼働率	-	100%以内	-	-	-
電化率（カンポット）	都市部：50%、 地方部：8%	都市部：75%、 地方部：35%	都市部 85% 地方 50%	都市部 95% 地方 65%	都市部 100% 地方 80%
電化率（シハヌークヴィル）	都市部：60%、 地方部：13%	都市部：75% 地方部：35%	都市部 80% 地方 62%	都市部 87% 地方 74%	都市部 95% 地方 86%
配電損失率	カンポット 35% シハヌークヴィル 13%	カンポット 12% シハヌークヴィル 12%	カンポット 6.24% シハヌークヴィル 3.72%	カンポット 4.07% シハヌークヴィル 4.04%	カンポット 4.72% シハヌークヴィル 3.34%

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

3.3.2 定性的効果

審査時においては、本事業の定性的効果として、シハヌークヴィル地域及び本送電線沿線地域への安定的電力供給の実現が見込まれていた。

EDC シハヌークヴィル支社、カンポット支社によれば、本事業完成後、シハヌークヴィル地域では電力供給量が増加し、需要が満たされた。停電も本事業完成前は 1 回当たり半日～終日続いたものが、1 回当たり 13 分程の短時間となった。カンポット地域でも、本事業完成前はベトナムからの電力輸入に依存していたが、本事業完成後は電力供給が向上し、配電線建設も進んだ。以前は停電も多かったが、現在は安定的に 24 時間電力供給がなされている。このように本事業の完成により、電力供給量の増加、24 時間使用、停電の減少がいずれの対象地域でも認められ、これらの地域の安定的な電力供給は大幅に向上したことが認められる。

本事業の受益者であるシハヌークヴィルの Cambodian Energy Limited（以下、「CEL」という。）の石炭火力発電所やシハヌークヴィル特別経済区（以下、「SEZ¹⁹」という。）、シハヌークヴィル港 SEZ、Prey Nob 地域²⁰の地方電気事業者（以下、「REE²¹」という。）へのヒアリングによれば、まず、シハヌークヴィルにて石炭火力発電所が 2 カ所に建設され電力供給が格段に増加し、本事業の完成によりシハヌークヴィル地域やカンポット、プノンペン

¹⁸ 送電設備稼働率： 最大負荷 (MW) / { 設備定格容量 (MVA) × 力率 }

電化率： 電化された世帯数 (軒) × 100 / 全世帯数 (軒)

配電損失率： 配電損失電力量 (Kwh) × 100 / 送電電力量 (Kwh)

¹⁹ Special Economic Zone

²⁰ シハヌークヴィルとカンポットの間に位置。

²¹ Rural Electricity Enterprises

まで電力供給が可能となり、各地域の安定的電力供給に貢献している。CEL は 2013 年 12 月より石炭火力発電所を稼働しているが、本事業による 115kV 変電所の建設がなければ同発電所の運営は不可能であるという。CEL は 2016 年時点で 100MW (50MW×2 基) の供給力を有しているが、今後のシハヌークヴィル地域での電力需要の急増を見込み、今後は 1 基当たりの設備容量を 100~150MW に拡大することを予定している。もう一方のカンボジア国際投資開発グループ (Cambodia International Investment Development Group: CIIDG) による石炭火力発電所は設備容量 270MW (135MW×2 基) による電力供給をしている。同じく、本事業の完成によりシハヌークヴィルへ十分な電力供給が可能となった。

シハヌークヴィル SEZ²²によれば、以前はディーゼル自家発電を利用していたが、事業完成後は EDC から直接供給を受けている。停電も以前は長時間で頻繁だったが、現在は稀であり、時間も短いとして、電力供給の増加と安定使用が可能となったことを述べている。REE によれば、Prey Nob 地域では本事業の完成以前はディーゼル発電を利用していたが、1 日当たり 8 時間の電力使用が限界で、停電も頻繁に起きていた。1,200 世帯が利用し、1 世帯当たりの電力消費量は 10kWh だった。本事業完成後は 24 時間使用が可能となり、停電も少なく安定供給となり、利用は 3,000 世帯、1 世帯当たりの電力消費量は 50kWh に増えたとのことであった。

これらを総合してかんがみると、本事業の完成により、シハヌークヴィル、カンポット地域の商業事業者及び各世帯においても電力供給は増加し安定使用が大幅に図られたといえることができる。

3.4 インパクト

3.4.1 定量的効果

本事業のインパクトとして、電化・電力の安定供給により地域経済の活性化が促進され、事業所数や雇用者数の増加に貢献することが想定されていた。そのためシハヌークヴィル地域及び本送電線沿線地域における統計データ (登録事業所数、雇用者数、各事務所の停電頻度等の経済活動に係るデータ等) の入手を試みたが、入手可能なデータが 2011 年経済センサス及び 2014 年中間年経済調査に限られ、地域経済活性化の促進に関する客観的評価は困難であった。また、経済活動中人口や失業者数については 2008 年国勢調査のみのデータしか得られず動向の評価は不可能であった。

3.4.2 定性的効果

本事業のシハヌークヴィル地域及び本送電線沿線地域の産業、農業開発等の経済活動の活性化と生活水準の向上、雇用創出への貢献について、現地でのヒアリングを通じて分析・レビューを行った。特に中国系企業の出資によるシハヌークヴィル SEZ においては生産コストの低下、生産性の上昇、入居企業の増加、雇用の増加が報告され、本事業が一定程度

²² 2016 年 11 月時点で 105 社入居。

貢献したと考えられる。カンポット地域でも電力供給増加に伴い、各種工場の生産性の向上や雇用増加、中小企業の電化機器使用が可能となり生産性の向上が図られた。また、本事業を前提条件として CEL は石炭火力発電事業を行っており、同事業実施により CEL の雇用は増加している。REE も Prey Nob 地域において、本事業により電力供給が向上したことで、生産・加工のための機材の使用が可能となるなど、農業や中小企業、家畜飼育等にも多くの便益があり、地域住民のテレビやエアコン、料理器具等の使用が増え、生活面も向上したと報告しており、本事業は生活の向上に貢献しているといえる。

以上より、本事業は対象地域の産業、農業開発等の経済活動の活性化と生活水準の向上、雇用創出に貢献していると判断される。

3.4.3 その他、正負のインパクト

3.4.3.1 自然環境へのインパクト

本事業に利用する土地の選定は、環境に配慮して選定された。環境への影響が大きいゴコール国立公園中心部や居住地域ではなく、背の低い林が生える国立公園内の周縁地域²³で、鉄道に近い土地を選定した。野生動物の生態環境等自然環境へのインパクトの最小化を図っていた。

環境影響に関し、2006年に実施された初期環境調査（IEE²⁴）で緩和策が提示され、設計建設コントラクター（DCC²⁵）がその実施主体とされた。また、2009年に本事業のために詳細環境管理計画（Detailed Environment Management Plan）が制定され、土地や周辺環境に起こしうるネガティブな潜在的インパクトとして樹木の損失、作物と環境破壊、野生動物へのインパクト、大気の状態、土壌侵食、水質と土壌汚染、騒音、健康と安全、が確認され、それらに対する緩和策が提示された。建設中はプロジェクト実施コンサルタントである韓国電力公社（KEPCO）により環境モニタリングが実施された。また3カ月に一度、ADB と JICA に報告が行われた。EDC 及び ADB によれば本事業実施中にこれらの緩和策は十分に実施されたとのことである。供用開始後は EDC が外部の NGO を雇い、モニタリングを実施している。

環境モニタリングの結果、特段大きな問題は報告されていない。現地サイト視察によっても、負の影響の形跡は認められなかった。

3.4.3.2 住民移転・用地取得

最終的に被影響住民は 445 世帯であり、再定住の対象となったのは 12 世帯で、再定住の対象となった住民は補償の支払いを受けた上で（住民自らが手配して）移転した。これは審査時の計画と変更がない。887,000 平方メートルの土地が取得され、影響を受けた建物は 1,658 平方メートルであると報告された。住民移転・用地取得は全て完了している。

²³ 国立公園敷地内であっても、周縁部分は国や住民による使用が可能である。

²⁴ Initial Environment Examination

²⁵ Design and Construction Contractor

政府の公共事業に伴う用地取得に関する特定の法律はカンボジアでは制定されておらず、政府の省庁間再定住委員会が権利保護や価格算定、補償額決定について責任を担うが、不動産収用については政府の決定で事業ごとにアドホックに決定されている。

本事業の実施にあたっては 1995 年「任意的な再定住に関する ADB 方針²⁶」（以下「ADB 方針」）に沿う形で、EDC は 2006 年再定住フレームワークを作成し、同フレームワークに則り用地取得・再定住を実施した。同フレームワークは用地取得や再定住に関する手続保障を与えるもので、被収用者に対し手厚い保護がなされていた。

用地取得委員会の組成から公聴会の開催、住民との交渉、補償内容の算定等用地取得・再定住の手続における適正に問題は見受けられなかった。EDC 環境社会再定住部によれば、公聴会にて用地収用の十分な事前説明、協議を実施していた。そして補償額を巡り 4 世帯との交渉に時間を要したが、住民側と十分な話し合いを重ねて説得にあたり、最終的に合意に至った。以上より、本事業の用地取得・再定住手続に特段問題は見受けられなかった。補償額や工事による農地や道路への被害等に関する住民からの苦情についても EDC により連絡窓口の整備や迅速な対処が行われたとのことであり、適切な対応をとっていたと判断される。

用地取得の対象となった住民に対する補償額は再取得価格を上回る額が提供されており、適正価格を満たしていると考えられる。

EDC へのヒアリングによれば、ジェンダー配慮に関し、公聴会は男女共に参加できるようにし平等に意見聴取したという。女性世帯主世帯、障がい者、60 歳以上のシニア世帯には、150 ドル多く補償金を提供した。このように本事業においては、用地取得、再定住対象者は男女平等に接し、シングルマザーやシニア、障害者世帯にはより厚い補償額を提供する、雇用は男女平等に機会を与えるなど、ジェンダーや社会的弱者に対する配慮が想定通りなされていた。移転対象者は外国やプノンペン始め異なる地域に既に移り住んでいたことから現地住民に直接聞き取りをすることはできなかった。

3.4.3.3 その他正負のインパクト

(1) 電力料金の低下

EDC ではナショナルグリッド（115kV 以上の送電線）に接続されている地域と、独立系統の地域で電気料金設定の方法が異なっている。後者は独立系統内の小規模発電所の発電コストを基にした電気料金であり、前者よりも高額となる。本事業によりシハヌークヴィル及びカンポット地域はナショナルグリッドと接続されている地域に移行したため、電気料金は低下したと考えられる。実際、カンポット及びシハヌークヴィルにおける大口需要家等の聞き取りにより、本事業の完成後、同地域において電力料金がより安くなったとの証言及びデータが得られた。例えば、シハヌークヴィル SEZ は本事業完成前は 0.1675 ドル

²⁶ ADB Policy on Involuntary Resettlement

/kWhを電気料金としてEDCに支払っていたが、2016年現在は0.142ドル/kWhに減少した²⁷。Prey Nob REEの電気料金は、本事業完成前は2500リエル/kWh²⁸だったが、2016年現在は800リエル/kWh²⁹に減少した。

(2) 貧困削減

本事業により配電網を整備する地域は、農村地域及び貧困地域を含んでおり、電化による当該地域住民の生活環境の向上が期待されていた。前述のとおり本事業により対象地域の雇用創出、賃金増加、生活環境の向上が認められるが、本事業対象地域の貧困削減に関わる定量データとしては、直接的なデータは得られなかったため、本事業の貧困削減に対する貢献度合いについて判断は不可能であった。

(3) プノンペンへの裨益

本事業は直接的にはシハヌークヴィルとカンポット地域に便益をもたらすことを目的としていた。本事業開始後にIPPによる石炭火力発電所(2カ所)のシハヌークヴィルにおける建設が想定外に決定されたためEDCはフィージビリティスタディを実施し、本事業のスコープ変更を行った。その結果、本事業と2カ所の石炭火力発電所の完成により、シハヌークヴィルへの供給が増加すると共に、シハヌークヴィル、カンポット、プノンペン間の電力系統を通じてプノンペンへも100MWの供給ができるようになった。電力輸入は2割減少し、EDCによると2017年にはプノンペンへ400MWの供給が可能となるとのことである。このように本事業の完成により間接的であるがプノンペンが多く便益を受けており、本事業想定以上のインパクトが発現している。

以上より、本事業の実施により計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.5 持続性 (レーティング: ③)

3.5.1 運営・維持管理の体制

EDC 職員の人員構成については、年々高学歴、エンジニア・技術職人材が増えており、本事業の運営維持管理にも適切な水準の人材が確保されている。本事業の運営維持管理は送電部が管轄するが、EDC が扱う送電線の数は年々増えており、送電線が新設される度に送電部は新規に雇用を行い職員数を増やしている³⁰。表7のとおり本事業完成後も各変電所

²⁷ 表11との整合性の関係は確認できなかった。

²⁸ 約0.618ドル/kWh(2017年4月時点)

²⁹ 約0.197ドル/kWh(2017年4月時点)

³⁰ EDC送電部はEDCのカンボジア全土における送電線の維持管理を管轄し、送電部の職員はカンボジア全土に配置されている。そのためシハヌークヴィルとカンポットの送電線の維持管理を担当するスタッフはEDC本部の送電部の所属となる。他方、EDCシハヌークヴィル支社は本事業の配電線の維持管理を担当する。

の人員を補充し、2017年2月時点での送電部総職員数は517名であり、本事業の適切な維持管理を実施するのに十分であるとのことである。

表7 各変電所配置送電部職員の雇用数

	2014年（新規）	2015年（新規）	2016年（新規）	職員総数（2017年2月時点）
シハヌークヴィル変電所	6人	-	4人	15人
ストゥンハブ変電所	9人	-	3人	14人
カンポット変電所	8人	-	2人	24人

出所：EDC資料

JICAの技術協力（送電システム運営能力強化プロジェクト、2013年～2015年）を通じて「送電線に関する新規則」（Maintenance Rule for National Transmission Line）が整備され³¹、2014年から送電線の維持管理について適用されている。EDCは年間パトロール計画を立てることとされており、さらに同計画に基づいて月次パトロール計画も立てなければならないとされている。また、EDC本部と地方勤務職員との連絡フローについても同規則に記載があり、同規則のフローに従いトラブル時は対処している。ホットラインやコールセンターにより現場からの連絡には迅速に対処し、意思決定までの過程に特段問題はないとのことであり、意思決定の状況には問題がないと見受けられる。そのためモニタリングの実施について特段問題は見当たらなかった。

配電線の維持管理を担うEDCシハヌークヴィル支社は2016年度は129名の職員がおり、二つの変電所（シハヌークヴィル変電所とストゥンハブ変電所）担当と五つのセクション（発電、配電、制御、総務、事業）で構成されている。配電線の維持管理についての人員は十分に足りており、特段の問題は見受けられなかった。EDCカンポット支社の職員数は2016年度は96名であり、構成については情報を得られなかったが、維持管理の人員は十分に足りており人員数について問題は見受けられなかった。

以上より、運営・維持管理の体制について大きな懸念事項は見受けられない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

事業実施中、230kV送電線維持管理に関して、EDC職員への研修がタイ及びベトナムで実施され、送電部の職員14名が参加し適切な維持管理方法、鉄塔インシュレーターの修繕方法、週ごと、月ごとの維持管理スケジュール方法を学んだ。同職員は現在も送電部で勤務しており、本事業の維持管理に効果があると考えられる。また、前述の「送電線に関する新規則」は維持管理計画、パトロールの種類、検査の計画、実施工程、チェック項目、記録方法、修繕の計画、作業工程、記録方法、評価、維持管理の安全対策等、網羅的に規

³¹ 同事業は変電所の維持管理規則も制定している。

定をしており、EDC 送電部はこれに基づき維持管理を実施しており、EDC 職員の運営維持管理能力向上に寄与している。今後は同技術協力プロジェクトの後続案件が予定されており、さらなる 230kV 維持管理の指導が計画されている。これらは EDC 職員の 230kV 維持管理能力のさらなる強化につながると予想される。

EDC には社内研修用に EDC 本部にトレーニングセンターがあり送電線一般やその事故に関する講座が開催されている（但し 230kV の運営維持管理に特化した指導はない）。送電部の新入社員や、必要に応じて適宜同部の職員が研修を受けているという。その他 OJT を通じた研修をしており、230kV の運営維持管理にも資するものである。

EDC シハヌークヴィル支社は、配電線の維持管理能力向上のため、NGO による SAIFI³²や SAIDI³³といった指標についての研修を受講するなど取り組んでおり、2017 年の顧客当たりの年間平均停電回数は 0.05、顧客当たりの平均停電時間は 20.4 時間であった。その他技術能力上の問題は特に報告されていない。

変電所の維持管理の技術については情報が得られなかったものの、EDC は全職員向けに前述のトレーニングセンターを設けており、変電所職員も受講が可能であることから、基本的な研修体制は整っているといえる。また変電所に配置された EDC 送電部の職員が変電所の維持管理も担っていると見受けられるため、技術に関して特段の懸念事項はない。以上より、本事業の運営・維持管理の技術については特段の問題は見受けられない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

電気料金徴収体制については、本事業のキャパシティビルディングとしてデータ管理システムが導入され、適切なバックアップ保存、電気料金徴収のための郵送システム、顧客サービスの向上が図られている。これらは電気料金徴収のより効率的な実施を可能とする。

EDC の損益計算書（表 8）によれば、収支は毎年黒字である。特に本事業完成後の 2015 年には営業利益が約 8600 万リエル増加しており、収支状況に問題は見受けられなかった。

表 8 EDC 損益計算書（単位：千リエル）

	2013 年	2014 年	2015 年
電力売上	2,624,680,302	2,958,274,445	3,763,629,241
接続サービス料	35,025,778	39,544,709	34,298,112
その他収益	13,809,934	15,392,163	15,722,090
営業収益計	2,673,516,014	3,013,211,317	3,813,649,443
電力購入	1,952,554,348	2,243,866,492	2,820,985,078
燃料・潤滑油費	38,791,976	29,471,785	6,927,267
輸入費	45,632,751	33,963,181	29,065,630
人件費	101,371,233	125,726,983	153,172,713
その他費用	65,578,646	77,844,015	214,287,293
減価償却	68,947,387	72,081,334	82,468,483
分割償還	75,593	157,261	195,512

³² SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) = 顧客の停電総数/顧客数

³³ SAIDI (System Average Interruption Duration Index) = 年間延べ停電時間/顧客数

営業費用計	400,564,080	430,100,266	506,547,467
金融費用	13,439,986	49,513,604	39,682,849
営業利益	387,124,094	380,586,662	466,864,618
所得税	83,800,621	78,915,691	98,108,272
当期純利益	303,323,473	301,670,971	368,756,346

出所：EDC 資料

EDC の貸借対照表は以下のとおりである（表 9）。自己資本比率は 2013 年が 40.8%、2014 年が 44.6%、2015 年が 43.3%と各年 40%を超えており良好である。流動比率については、2013 年が 182%、2014 年が 303%、2015 年が 233%と、各年 100%を超えており支払余力に問題は見受けられない。

表 9 EDC 貸借対照表（単位：千リエル）

	2013 年	2014 年	2015 年
資産	3,663,318,285	4,035,797,345	5,079,911,859
固定資産	2,170,475,034	2,408,775,320	3,253,874,460
流動資産	1,492,843,251	1,627,022,025	1,826,037,399
負債及び資本	3,663,318,285	4,035,797,345	5,079,911,859
資本	1,495,525,491	1,801,029,804	2,199,916,150
固定負債	1,348,485,403	1,697,826,071	2,098,802,105
流動負債	819,307,391	536,941,470	781,193,604

出所：EDC 資料

本事業完成後、供用開始以降の維持管理関連予算及び配分実績の動向について、EDC では本事業と他事業を区別せず一元的に維持管理を実施しているため、本事業のみについての予算と実績は得ることができなかった。もっとも EDC シハヌークヴィル支社について予算は増額傾向にあり、毎年の支出実績は予算の範囲に収まっており、維持管理で資金不足などの問題も見受けられないことから、本事業含め増加する EDC 送電線の維持管理に必要な予算が積み立てられていると考えられる（表 10）。カンポット支社の予算、実績は確認ができなかった。

表 10 EDC 維持管理予算及び配分実績（単位：百万リエル）

	2014 年		2015 年		2016 年	
	予算	実績	予算	実績	予算	実績
シハヌークヴィル支社	100,316	97,072	143,958	121,594	156,989	140,528

出所：EDC 資料

現地調査にて入手したカンボジアの電気料金体系の今後の予測（表 11）によれば、2015 年から 2020 年にかけて、産業・商業顧客向け、居住者顧客向けの電力料金は減少する見込みであるが、EDC によれば電力料金はカンボジア全土から徴収するので多額であり、本事業

業の維持管理費の配賦には直接的な影響はないとのことだった。

したがって、一部確認ができなかった事項もあるが、運営・維持管理の財務については、特段大きな問題は見受けられなかった。

表 11 電力料金の推移と補助金額

1. 産業、商業顧客向け									
種類	単位	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
変電所（GS） ³⁴ の給電線からの直接購入	USD/kWh	-	0.1225	0.129	0.126				
ブノンペンとカンダルシステムからの購入	USD/kWh	0.149 -0.165	0.179 -0.229	0.177	0.172	0.1675	0.165	0.163	0.162
地方配電網及びEDCの変電所からの購入	USD/kWh	0.135 -0.185	0.170 -0.200	0.1725	0.1675	0.165	0.164		
2. 居住者顧客向け									
対象地域	単位	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EDC管轄地域	リエル/kWh	720 -1220	820 -1220	820 -920	780	770	750	740	730
免許保有者（REE）の管轄地域	リエル/kWh	1800 -3000	2400 -3700	1000 -1100	800	790	770	760	750
3. 貧困者及び農業目的での補助金額									
種類	単位	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ブノンペン及びカンダルシステムにおける使用量50 kWh/月世帯	リエル/kWh	-	-	610	610	610	610	610	610
全国高压送電線網に連結する州における使用量10kWh/月世帯	リエル/kWh	-	-	-	480	474	462	456	450
21時から7時まで農業揚水使用	リエル/kWh	-	-	-	480	474	462	456	450
全国高压送電線網に連結する州における使用量50kWh/月世帯	リエル/kWh	-	-	-	-	610	610	610	610

出所：EDC 資料

※いずれの年度より見込み数値であるかは回答を得られなかった。

3.5.4 運営・維持管理の状況

現地サイト視察をしたところ、送電線、変電所、配電網及び各種施設・機器は適切に管理されており、特段の問題は見当たらなかった。運営維持管理は前述の「送電線に関する新規則」に従い適切な頻度で実施されている。チェック項目や作業工程も新規則に則って実施されており、トラブルが生じた際の体制も整備されている。現地実査の結果、同システムは適切に設置され、厳重に施錠、抗菌した密室で保管されており（図4、5）、運営維持

³⁴ Grid Substation

管理は適切になされている。

運営・維持管理の問題として、雨季の土壌の悪さや被雷のおそれといった、電力供給に対する被害がある。EDC は乾季に木の伐採や道路の舗装、架空地線を取りつけるなどの対応策を講じている。また、車が事故により鉄塔へ衝突したり、子どもが遊ぶ風が送電線に絡まるなどの問題が時折生じるが、その都度技術スタッフが問題発生から 10～15 分以内に解決しており、問題が生じる率は 2016 年には 1～1.5%³⁵であった。シハヌークヴィル変電所の IT スタッフによれば、プノンペンの EDC 本部の制御システムが原因で停電が起きると、カンボジア全土で停電が起きる問題が以前ごく稀にあったが、現在はストウンハブ変電所が完成し石炭火力発電所などから独自に電力を供給することが可能となったため、シハヌークヴィル地域でのそのような停電の問題は 95%解消されたとのことである。

用地取得の際、KEPCO が調査をし、鉄塔から 50m 以内の土地使用を禁止する契約としたが、50m 内の鉄塔の周りの土は品質がよく、道路建設用等に利用するために、住民が勝手に掘って持って行ってしまうことがあると報告された。EDC のパトロールがそのような事例を発見した場合は、土地所有者や自治体（村、州）に通報し、指導等対処してもらうとされていた。

スペアパーツの入手に関し、EDC 送電部は本事業のみではなく EDC の全事業について、毎年 9 月から翌年 8 月までの、1 年間のスペアパーツ調達計画を立てている。国内で調達できない部品の場合には、他国から輸入する必要が生じるが、他国では EDC が使用するモデルは既に販売されていないことが多く、その場合スペアの製造を発注することとなり、入手までに 4 カ月～1 年近く時間がかかることがある。

配電線については、EDC シハヌークヴィル支社は以前は 22kV までの配電線の維持管理を管轄していたが、2016 年以降は 35kV までの配電線の維持管理を担当している。問題として電柱への車の衝突や電柱周辺の土の土壌掘削、電線の切断・持ち出し等の問題がある。2016 年までは、問題が生じると EDC シハヌークヴィル支社の職員がシハヌークヴィル市より遠方まで修繕に向かうため解決までに 3 時間（市からの往復 2 時間、修繕 1 時間）はかかっていた。しかしながら、現在は自動探知システムが導入され、電線切断などの問題が生じるとシハヌークヴィル市在住の職員が同システムから直接アラートを受けることができるので、受話器操作により 5～15 分で解決が可能となり時間節約が図られ、大きな問題とはなっていないとのことだった。

以上より、運営・維持管理状況については、スペアパーツの調達に一部懸念があるものの、特段の問題は見受けられなかった。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務、状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

³⁵ 一年当たりに問題解決に費やした時間で計算。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、カンボジア南部カンポット～シハヌークヴィル地域の電力供給能力を強化し、シハヌークヴィルの電力需要への対応及び沿線地域の電化率の向上を図ることを目的に、230kV・2回線の送電線及び関連施設を整備した。本事業の実施は発電事業及び送電事業への投資増大、農村地域の電化率の向上を図る点において、カンボジアのエネルギー／電力政策を含む開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。事業費は計画内に収まったものの、事業期間は計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。審査時に設定した運用・効果指標については、電化率、配電損失率は目標を達成している。本事業により、対象地域で電力供給が大幅に増加し、安定的な電力供給が実現したと判断する。また、大口需要家等へのヒアリングにより、雇用創出、生産性向上、工場・事務所数増加、所得改善、生活環境の改善の状況が確認された。以上より、本事業の実施により計画通りの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理に関し体制面、技術面で特段問題はない。財務面についても EDC の財務データによれば発電所の運営・維持管理費は適正に手当てされている。送電線、変電所は良好に維持管理され、問題が生じた場合も適切迅速に処理されている。したがって本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

資金協力のソフトコンポーネントと技術協力の連携による事業効果発現の促進

本事業においては、送電線や変電所の建設というハード面での協力に加え、キャパシテイビルディングというソフト面での協力が包括的になされており、合わせて本事業の効果を高めたといえる。アジア工科大学院（タイ）での EDC 職員の修士号取得などは EDC の社会環境配慮の能力を強化した。

また、本事業の運営維持管理は前述のとおり JICA の技術協力プロジェクトによって設置された「送電線に関する新規則」に則るものである。これは送電線及び変電所の運営維持管理に関する手順や方法、体制、チェック項目等網羅的にカバーしている。同規則の遵守が EDC で徹底されていることが本事業の運営維持管理に特段の問題は生じなかったことに

寄与した。このように案件形成時や実施中に実施機関や JICA は円借款の中でハード面と、ソフト面での支援を合わせて実施し、さらには技術協力プロジェクトをうまく連携させて両事業の効果を高める取り組みの検討を行うことが望ましい。

以上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
(1)アウトプット	<p>①建設工事</p> <p>(a)230kV 送電線の建設（カンポット～シハヌークヴィル（ストウンハブ）間計約 78km、2 回線）（JICA 支援部分）</p> <p>(b)変電所の新設及び増設（シハヌークヴィル（ストウンハブ）・ビルレン変電所の新設、カンポット変電所における引出口増設）（ADB 支援部分）</p> <p>(c)送電線建設地域周辺の中低圧配電網整備（22kV 中圧線（約 60km）、400/220V 配電線（約 46km）、周辺世帯への引込線）（JICA 支援部分）</p>	<p>①建設工事</p> <p>(a)230kV 送電線の建設（カンポット～ストウンハブ間 82km、2 回線）<u>（変更）</u>、115kV 送電線の建設（シハヌークヴィル市～ストウンハブ間 12km、2 回線）<u>（追加）</u>（JICA 支援部分）</p> <p>(b)変電所の新設及び増設（シハヌークヴィル 115/22kV 変電所の新設<u>（追加）</u>、ストウンハブ 230/22kV 変電所の新設、230kV ストウンハブ変電所における 115kV2 回線引出口増設 <u>（追加）</u>、カンポット変電所における 230kV2 回線引出口増設）（ADB 支援部分）</p> <p><u>※ビルレン変電所の新設は中止</u></p> <p>(c)送電線建設地域周辺の中低圧配電網整備（22kV 中圧線（40km）（230/22kV ストウンハブ変電所～シハヌークヴィル地域）、既存の 22kV 網と 22kV 給電線の連結（ストウンハブ変電所～近隣集落）<u>（追加）</u>、変圧器（22kV/400V、220V）の導入 <u>（追加）</u>）（JICA 支援部分）、400/220V 配電線（約 46km）、周辺世帯への引込線の実績は不明（一部自己資金で実施された可能性あり）</p>
	<p>②コンサルティング・サービス（詳細設計、入札補助及び施工監理）（ADB 支援部分）</p>	<p>②コンサルティング・サービス（詳細設計、入札補助及び施工監理）（ADB 支援部分）</p>

	<p>③EDC 能力構築</p> <p>(a)EDC 支社の地中配電網保全能力強化 (JICA 支援部分)</p> <p>(b)高圧送変電設備運用・維持管理のためのトレーニング (JICA 支援部分)</p> <p>(c)EDC のプノンペン顧客データベースシステム (ADB 支援部分)</p> <p>(d)EDC 環境社会配慮スタッフへのトレーニング (ADB 支援部分)</p>	<p>③EDC 能力構築</p> <p>(a) 実施せず</p> <p>(b) 高電圧送電システムの運営維持に関するトレーニング (JICA 支援部分)</p> <p>(c) EDCデータ管理システムの向上 (連結データプラットフォームを構築するためにハードウェアとソフトウェアの調達(信頼できるバックアップシステムと本社・支社間での連絡システム改善を含む)) (ADB 支援部分)</p> <p>(d) 社会、再定住、環境問題に関する EDC スタッフの研修 (2名の社会環境専門 EDC 職員を修士課程へ派遣) (ADB 支援部分)</p>
(2)期間	2007年3月～2010年12月 (46カ月)	2007年3月～2014年5月 (87カ月)
(3)事業費		
外貨	N/A	N/A
内貨	N/A	N/A
合計	6,179百万円	6,100百万円
うち円借款分	2,632百万円	2,521百万円
換算レート	1米ドル=118円 1リエル=0.029円 (2006年4月)	1米ドル=95.70円 (2007年～2014年平均)
(4)貸付完了	2014年12月	

以上