

カンボジア国

モンドルキリ州小水力地方電化計画

外部評価者:(株)アースアンドヒューマンコーポレーション 金子 真知

0. 要旨

本事業は、モンドルキリ州に小水力発電設備及び付帯施設を建設することにより、電力を安定的に供給することを目的とした。本目的は、計画時及び事後評価時ともに、カンボジア国の開発政策、及び開発ニーズと整合していることから妥当性は高い。建設された水力発電施設は良好な稼働状況を維持し、有効性の指標である供給電力と電化率は計画通りに目標達成している。この結果、対象地域の電力事情は大幅に改善し、飲食店舗や宿泊施設の増加、及び移住者や観光客の増加が認められ、観光開発を軸とした地域経済の発展に貢献している。さらに、一般世帯への家電製品の普及や公共サービスの改善も進んでおり、住民の生活改善に正のインパクトを与えている。

また、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。施設の維持管理については、本事業にて運営維持管理体制の基礎が整備され、その後も技術協力プロジェクトにより強化が図られたために、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. 案件の概要



案件位置図



オモレン水力地点 取水堰および沈砂池

1.1 事業の背景

カンボジア国（以下、「カ」国という）は、25年に及ぶ長い内戦により既存の発電施設等の多くが破壊され、電力開発が著しく遅れていた。このため、2002年時点で「カ」国内で電力が供給されていたのは全世帯の約13%、年間消費電力量は一人当たり35kWhと東南アジアで最も低い水準に置かれていた。また、国民の約85%が居住する地方部の電化は特に遅れており、僅か9%の世帯しか電気の恩恵を被っていない状況にあっ

た。

本事業の対象サイトであるモンドルキリ州の州都センモノロム市（2004年当時、人口約8000人）はベトナム国境山間部に位置し、州都にも関わらず公共の電力供給は行われていなかった。このため、小規模な民間業者がディーゼル発電により朝夕等の食事時間帯のみに電力供給を行うという、慢性的な電力不足の状況に置かれていた。さらに民間業者が設定するkWh当り電気料金は、プノンペンの4倍以上に相当する1,800リエル/kWh（48.3円/kWh）から2,300リエル（61.7円/kWh）と高額であり、低所得者層には支払不可能な料金であった。

こうした状況は、モンドルキリ州の貧困削減、及び地域発展を進める上での阻害要因となることから、同地域に対する早期の電源確保が望まれた。また、メコン委員会は1999年にセンモノロム市周辺での小水力発電に関する調査を実施し、その後、「カ」国政府は同調査結果を踏まえ、小水力発電設備の建設を無償資金協力案件として日本側に要請してきた。

この要請に対し、モンドルキリ州都センモノロム市において、流れ込み式小水力発電所及び乾期の補完電源であるディーゼル発電等を建設する本事業が実施された。

1.2 事業概要

モンドルキリ州において小水力発電設備及び付帯施設を建設することにより、電力を安定的に供給することを図る。

E/N 限度額／供与額	1,066 百万円 / 1,059 百万円	
交換公文締結	2006 年 6 月	
実施機関	鉱工業エネルギー省	
事業完了	2008 年 12 月	
案件従事者	本体	株式会社鴻池組
	コンサルタント	電源開発株式会社・日本工営株式会社 共同企業体
基本設計調査	2005 年 5 月	
関連事業 (if any)	技術協力プロジェクト「カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画の運営・維持管理プロジェクト (2008 年 12 月～2011 年 3 月) (以下、「当該技プロ」という)」 ¹	

¹ 当該技プロは本事業完工直後から約2年間にわたり実施され、上位目標として設定された指標は、本事業の定量的効果と同じく、「世帯電化率の増加」と「電力の安定供給」であった。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

金子 眞知 (株アースアンドヒューマンコーポレーション)

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：2011年10月～2012年8月

現地調査：2012年3月26日～4月14日、2012年5月26日～6月9日

2.3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果 (レーティング：A²)

3.1 妥当性 (レーティング：③³)

3.1.1 開発政策との整合性

本事業計画時点において、「カ」国政府は、2010年までに世帯数の25%、2030年までに同70%の電化率達成を掲げて改善に取り組んでいたが、資金面及び技術面の制約から独力ではこれら目標の達成が困難な状況にあった。また、「カ」国の上位政策にあたる「エネルギーセクター開発方針(2004-2020)」では、都市部と地方部の格差是正、生活の改善、貧困削減を目指すために地方電化は最も重要な課題であるとしていた。本計画は、辺境地域に位置するモンドルキリ州の貧困削減、及び同地域に居住する住民の生活改善を目指しており、計画時の開発政策と整合していたといえる。

事後評価時点では、「カ」国が国家開発の枠組みとして2004年に発表した「四辺形戦略」においてインフラ整備が中心戦略の一つとして掲げられ、中でも「エネルギー分野と電力網開発」は重点項目とされた。また、四辺形戦略を具現化するために策定された国家戦略的開発計画(2006-2010)においても電力供給の推進が強調され、電化率の数値目標は、計画時と同じく、2010年までに25%、2030年までにオン・グリッド(系統連系型)による電化率を70%まで引き上げるとした。

以下はカンボジア国電力公社(EDC)が供給する電力量の推移を示しており、本事業の計画時(2005年)に比べて、3.7倍以上まで増加している。しかしながら、目標達成には引き続き積極的な対応が必要な状況にあり、整備が遅れている地方電化については、安価で安定的な電力供給が可能となる施設整備及び運営管理技術の向上が目指されている⁴。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁴ 現在、カンボジアの地方部には、EDCの他、小規模な民間電力業者が多数参入しているが、今後、「カ」国政府はEDCが管理するナショナル・グリッドの延伸による地方電化を推進する方針であり、EDCの役割は重要となってきた。

表 1 EDC 管区における電力供給量の推移

	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
全国	145.59 GWh	199.75 GWh	268.57 GWh	349.61 GWh	441.91 GWh	542.63 GWh
増加率		37.20%	34.45%	30.17%	26.40%	22.79%

出典:カンボジア国電力公社(EDC)からのデータ提供

以上、本事業は、地方の電化率向上を目指す「カ」国政府の開発政策と整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

カンボジアの電力状況は、1970～1980年代まで続いた内戦によって既存設備の多くが破壊され、全国の電化率は13%に留まっていた。また、計画時に電化されていた地域は、プノンペン近郊のタケオ州やカンポット州等の都市部に集中し、本事業の対象州であるモンドルキリ州を含めた地方州の電化は州都であっても殆ど進んでおらず、多くの住民が電気の恩恵を被っていない状況にあった。

このため、本事業の計画時、モンドルキリ州の州都センモノロム市は、公共の電力網に接続されておらず、電力供給源は小規模民間業者のみに限られた。また、停電の頻度は高く、電気料金は kWh 当たり約 48～62 円とプノンペンの約 4 倍程度で、低所得層では支払い不可能な水準に達していた。このため、州都にもかかわらず同市の一般世帯電化率は計画時点で 31.7%（1189 世帯中 377 世帯）に留まり、地域の活性化や振興を妨げる一因となっていた。さらに、計画当時の全国送電系統拡張計画（2016 年目標）にはモンドルキリ州は延長範囲に含まれず、他所からの送電も期待できない状況にあった。また、フランスやドイツ等のドナー支援はプノンペン市に集中しており、地方州の電力開発は遅れていた。

事後評価時点においては、本事業の実施により、安価な電力が一定程度安定的に供給されるようになり、電力供給対象区域内の契約戸数は増加傾向にある。具体的には、2011 年末時点で、域内の約 8 割の世帯がカンボジア電力公社（EDC）モンドルキリ支店（旧 EUMP⁵）と契約をし、現在も増加傾向にある。

また、計画時に期待された地域振興という点においても、安定的な電源確保に加えて、同時期に道路整備も進められたことから人口及び観光客が増加しており、本事業は観光産業を軸とした地域経済の活性化にも貢献し、対象地域が有するニーズと整合しているといえる。

⁵ 本事業を通じて、モンドルキリ州電力公社（EUMP）が新設されたが、その後 2010 年 6 月に大規模政府系公社であるカンボジア電力公社（EDC）に移管され、同組織は EDC モンドルキリ支店となった。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本の対カンボジア援助政策であるカンボジア国別援助計画において、「カ」国の開発ニーズは広範かつ膨大であるため、優先課題に対し重点的に援助を実施していくこととしている。また、実施に際しては、持続的な経済成長、及び貧困削減を最大のテーマに据え、社会的弱者対策等に十分配慮しつつ、長年の内戦で破壊された基礎的インフラの整備と疲弊した諸制度の再構築及び深刻な人材不足を回復するための人造りを展開していく必要があるとしている。

本事業は地方州に発電施設を整備することにより、開発が遅れている地方の社会・経済インフラ整備を推進することに寄与し、持続可能な経済成長を後押しするものである。また、地方の貧困層の電力へのアクセスを改善することは、貧困削減にもつながり、日本の援助政策と整合しているといえる。

以上より、本事業の実施は「カ」国の開発政策、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 有効性⁶（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

(1) 供給電力、電力供給量、電化率

表2 本事業にかかる供給電力、電力供給時間、電化率の推移¹⁾

指標名		計画時 (2004年)	目標値 (2013年末 [完工5年後])	実績値			
				2008年 ²⁾	2009年	2010年	2011年
供給電力	日最大 ³⁾	170kW (民間業者)	400kW	267 kW	357 kW	490 kW	618 kW
	時間	朝:3時間 昼:3時間 夕:6時間	24時間供給	N/A	24時間供給	24時間供給	24時間供給
電化率		32%	約80%	29.8%	71.7%	76.3%	80.5%
契約戸数 ／ 全戸数 ⁴⁾		N/A		465/1560	1180/1645	1304/1710	1444/1795

出典:EDCからのデータ提供

注 1) 各指標は、センモノロム市を対象としている。

2) 発電施設の本格稼働は2008年12月である。このため、2008年は稼働期間1か月の数値を示す。

3) 日最大:計画時に電力需要予測を行い、この結果目標年である完工5年後の電力需要を日最大400kWとした。また、通常期には水力はフル稼働、ディーゼルは予備電力とする一方で、河川流量が少ない乾季には、水力とディーゼルの発電分担を行い、一年を通じて安定した電力供給(400kW)を実現することが目指された。

4) 当該技プロの業務完了報告書によると、「全戸数値は、センモノロム市街地の配電網範囲の建物数で、電化前の2009年9月に調査された値をベースにそれまでの実績増加率5.5%で算定したものである。このため、電化率は推計値である。」としている。このため、上記の電化率は、実績値ではないことに留意する。但し、契約数は実績値。また、当該技プロの上位目標として設定された指標は、本事業の定量的効果と同じく、「世帯電化率の増加」と「電力の安定供給」である。

⁶ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

上の表 2 は、2008 年以降の供給電力、電化率等の推移をしており、本事業の実施により、2011 年の供給電力は日最大 618kw、供給時間は 24 時間となり、計画時の目標を達成している。電化率についても、本事業の完工直後（2008 年 12 月）は 29.8% (465/1560 戸)であったが、その後順調に契約戸数を伸ばし、2011 年 12 月時点では、80.5%(1444/1795 戸)まで増加し、2013 年の目標値である 80%を達成している。

月別発電電力量の発電源別内訳は、以下の図 1 の通りで、モンドルキリ州の雨季が始まる 7 月頃から水力による発電電力量の割合が増え始め、乾季が近づく 12 月までは、燃料費がかかるディーゼル発電による電力供給量が低く抑えられており、当初計画通りに施設が稼働しているといえる。

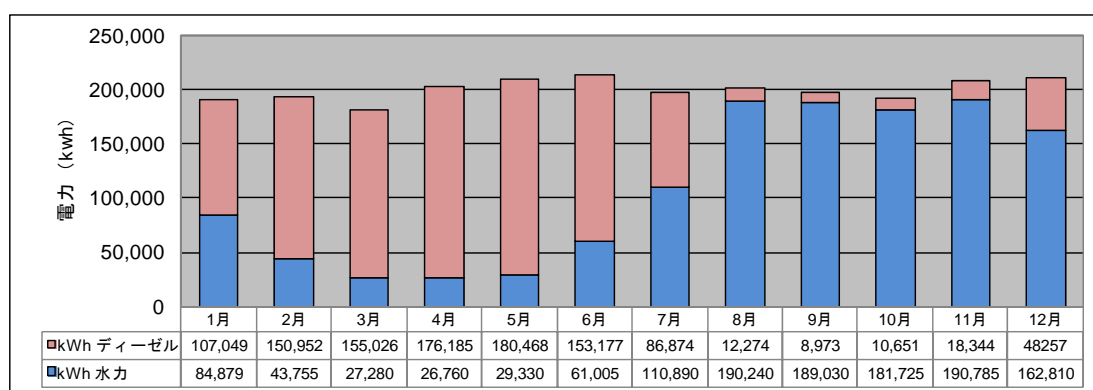


図 1 2011 年 月別・発電源別発電電力量

出典:EDC モンドルキリ支店からのデータ提供

なお、2011 年の供給電力は日最大 618kW と本事業の発電能力限界である 670kW に迫っている上、今後も電力増が見込まれるため、EDC はベトナムからの電力を輸入する計画を立案・実施し、2012 年 1 月 19 日から送電が開始されている⁷。ベトナムからの送電後は、ディーゼル発電施設は予備用とし、ベトナムからの送電の停止時、渇水時及び水力発電施設の故障時にバックアップとして使用されることになる。

⁷ EDC は、本事業による水力発電とベトナムからの輸入電力の系統連系にかかる経験を有していないことから、日本側に当該技プロのフォローアップ協力実施の要請が出され、2011 年 10 月から 2012 年 3 月にかけて日本人専門家が 4 名派遣されている。また、ベトナムとの系統連系工事費はすべて EDC 本社が負担している。

(2) 電力料金

表3 カンボジア電力公社(EDC) モンドルキリ支店の電気料金

指標名	計画時 (2004年)	目標値 (2013年末 [完工5年 後])	実績値					
			2008年 (実施前)	2008年 (実施後)	2009年	2010年	2011年 *2	
電気 料金 (リエル / kWh)	一般世帯	1800リエル / kWh~ 2300リエル / kWh (民間業 者)	平均約 670 リエル/kWh *1 (18.0円/ kWh)	2800リエル / kWh~ 3500リエル / kWh (民間業者)	1700リエル / kWh	1500リエル / kWh	1500リエル / kWh	1500リエル / kWh
	飲食店、 宿泊施設 等	1900リエル / kWh			1700リエル / kWh	1700リエル / kWh	1700リエル / kWh	
	工場	1700リエル / kWh			1700リエル / kWh	1700リエル / kWh	1700リエル / kWh	

出典: EDCからのデータ提供

注1): 電力料金の目標値は、住民の支払い能力(意識調査)および発電原価の試算値を踏まえ、設定されている。なお、同目標値は、設計変更(水力地点を3カ所から2カ所に変更する一方で、燃料費に左右されるディーゼル発電の出力を若干高めた。「効率性」の項を参照のこと)に伴い、B/D時から電気料金が若干増額された。

2): 2011年12月為替レートにて換算すると1500リエルは28.6円相当である。また、少数民族(プノン族)の村落であっても、電気料金は、市内と同じ1500リエル/kWhとしている。但し、利用状況に格差が生じるようであれば、対策を講じる方針とのことである。

表4 主要都市の電力料金(2011年)

州名	電気料金 リエル/kWh	備考
プノンペン	610	月50Kwh以下
タケオ	920	低利用世帯
シエムリアップ シアヌークビル	820	低利用世帯
バタンバン	1,000	低利用世帯
プレイベン	1,220	低利用世帯
モンドルキリ	1,500	全世帯
クラチェ	1,700	全世帯

出典: EDC提供資料

電気料金については、上の表3の通り、2011年12月の実績値は1500リエル/kWh(28.6円/kWh)であり、目標値の670リエル/kWh(18.0円/kWh)を上回っている。また右の表4の通り、プノンペンの電力料金は610リエル/kWhであり、他州と比較しても高額である。

しかしながら、2008年時点でのセンモノロム市内の民間業者の電気料金は2800リエル

/kWh(63.5円/kWh)~3500リエル/kWhと計画時から更に高騰しており、これと比較した場合、本事業による電気料金は約半額程度に抑えられており、大幅な改善といえる。また、本事業の計画時(2005年)の一人あたり国民総所得(GNI)⁸は1,020US\$であるが、2010年のGNIは2,080US\$であり、計画時に比べて各世帯の支払能力が高まったことが推定される。こうした変化も、目標値よりも高い料金設定にも関わらず、契約世帯数が順調に伸びている要因と考えられる。

なお、EDC側の説明によれば、プノンペン市の安価な電力料金は、EDCの経営を圧迫する要因となっていたが、一度決定された料金を引き上げることは容易ではないという教訓を踏まえ、現在は各事業者が必要な原価を算定し、これをカンボジア電力庁(EAC)が審査した上で電気料金を決定している。また、電力料金の目標値を設定した当時(2004年)と現在とでは、原油価格⁹が2倍以上に高騰しており、ディーゼル発電

⁸ 2005年と2010年の国民総所得(GNI)は世界銀行提供のデータによる

⁹ 計画時の発電原価試算に用いた原油価格(WTI)は41.45US\$/バレル(2004年)であったが、2011年は95.05US\$/バレルまで高騰している。

への依存が高まる乾季の発電原価を押し上げている。

現在の EDC モンドルキリ支店の経営は問題なく、これまでの他州における EDC の経験からも現在の料金設定は妥当と判断される。但し、ベトナムからの送電（発電源は水力）が安定化し、工場等の大口需要家との契約が進展した際には、収支バランス等を踏まえ、適切な見直しが必要である。

また、住民への受益者調査によると、以前と比べて単価が大幅に安価になったことへの満足度は高いが、毎月の電力料金支払額が以前よりも増えたことで、現在の電気代単価に必ずしも満足していない世帯が増加してきている。右の図 2 の通り、「供給時間」については約 9 割の住民が満足しているが、「電気代単価」については約 4 割が不満を抱えており、このことが「EDC のサービス」満足度を下げる要因となっている。その一方で、図 3 の通り、住民が保有する家電製品数は増え、これに伴い電気の利用時間も増加しているため、電気代の支払額が高まることは当然のことではある。しかし、一部の住民からは、他州と比べて単価が高く

設定されていることの不満、メーターの回り方に不信を感じている等の声も聞かれ、電気代の支払い増加が EDC のサービスへの不満につながる恐れがある。EDC としては、電気代の算定方法やメーターの精度等について住民に説明する機会を増やしていくとのことであったが、今後は、住民の疑問や苦情に応じる窓口の設置、及び電気を大切に利用していくための節電教育に力を入れていく時期にきていると考えられる。

3.2.2 定性的効果

本事業の実施により 24 時間の電力供給が可能となり、この結果、センモノロム・レファラル病院¹⁰では緊急手術の 24 時間対応、夜間緊急診療、及びワクチンの安定保存が可能となり、地域住民へのサービスが向上している。

なお、同病院は、モンドルキリ州内で最も規模が大きく、産科手術に対応できる唯一の病院であ

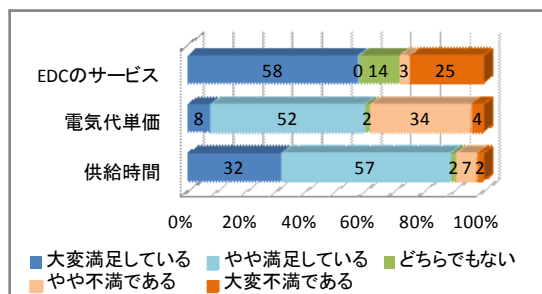


図 2 供給時間、電気代単価、EDC サービスへの満足度 (受益者調査結果)

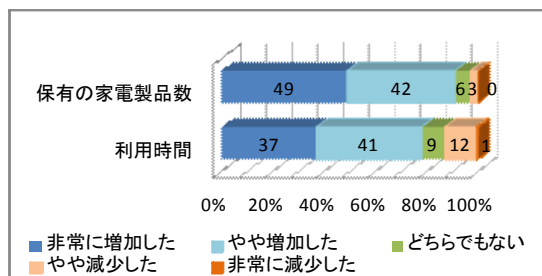


図 3 保有の家電製品数および利用時間の増減 (受益者調査結果)

表 5 2011 年 外来患者の件数

	州内	他州／他郡	計
ヘルスセンターからの移送	43	38	81
自主診療	1620	0	1620
計	1663	38	1701

出典:センモノロム・レファラル病院における聞き取り

¹⁰ センモノロム・レファラル病院は、1986年に設立、その後内戦を経て2004年にADBの支援により17棟からなる現施設が整備された。職員は、医師3名、研修医1名、看護師26名、助産師6名、病床100床であり、州内の医療サービスを支えるレファラル病院である。

るが、本事業が実施される前は民間電力会社や自家用のディーゼル発電機に電力を依存しており、電気を必要とする医療機器の継続利用ができない状況にあった。医師への聞き取り調査では、安定的な電力供給が可能となり、夜間等の緊急手術にも安心して取り組むことが可能になったとの声が聞かれた（表 5、6 参照）。また、同病院にはフランスの医療組織より寄贈された手術室があるが、手術には日中であっても電力は必要であり、本事業による電力供給が対象地域の医療サービスの向上に貢献していることが確認された。

表 6 2011 年 出産件数

区分		計	うち死産
正常分娩		271	0
難産	帝王切開	12	
	大量出血	7	0
	子癇	5	0
	その他	3	0
計		298	0

出典：センモノロム・レファラル病院における聞き取り

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

(1) 地域経済・観光産業の発展

表 7 に示す通り、センモノロム市の飲食店舗や宿泊施設の件数は毎年増加しており、本事業による電力事情の改善が観光開発を進める上での促進材料になっているといえる。また、2011 年にセンモノロム市を訪れた観光客数は 6 万人を超えており、2008 年の約 2 万人と比較して 3 倍に増加している。

表 7 センモノロム市への観光客の推移

区分	2008	2009	2010	2011
飲食店舗数	16	18	20	27
宿泊施設数	19	19	22	25
観光客	21,420	30,256	50,568	63,636
観光客の増加率(%)	—	41 %	67 %	26 %

出典：EDC 提供データ

観光客の増加には、国道 7 号線¹¹の整備に加え、国道 76 号線¹²の整備も進められる等、モンドルキリ州へのアクセスが著しく改善していることも影響している。このため、現在は、大型宿泊施設の建設が数カ所で進められており、更なる観光開発が期待される。

住民への受益者調査結果からも、85%の世帯が事業前と比較して経済が良くなったと回答しており、図 4 の通り、好転の理由として「市内の電化」を挙げる割合が「道路の整備」と並んで最も多くなっている。市民の実感としても、センモノロム市の電化が地域経済の発展に与えた影響は大きかったと言える。

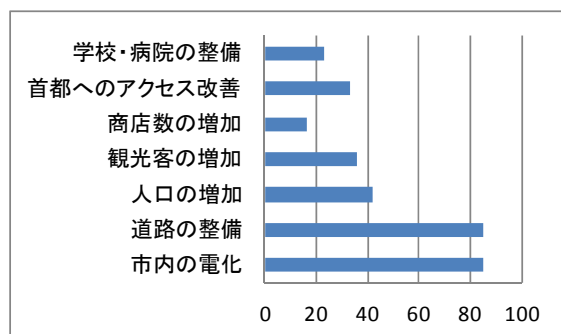


図 4 経済が好転した理由 (受益者調査結果)

¹¹ 日本の無償資金協力事業：ブノンペンーコンボンチャム間

¹² 中国の優遇借款事業：モンドルキリーラタナキリ間

(2) 住民の生活改善

「カ」国では農村部から都市部への人口移動が進む傾向にあるが、下の表 8 の通り、センモノロム市の人口は計画段階の約 8000 人から増加傾向にあり、EDC の説明によれば、他州からの移住者が増えているとのことであった。センモノロム・マーケットにおける聞き取り調査では、商売で生計を立てる住民の多くが他州から移住者であり、彼らからの聞き取りでは、センモノロム市を移住先として選ぶ理由は、豊かな自然環境に加えて、電気が整備されていることがあげられた。

また、表 8 の通り、学校や街路灯の数も増え、市民生活は改善の方向にあると言える。市民からは、街が明るくな

ったことで、治安の改善にもつながっていると意見が出された。さらに、本事業（安定的な電力の供給）は、センモノロム市の生活環境を大きく変えた分岐点と認識されており、移住者や観光客等の「ヒト・モノの往来」が 2009 年頃から急激に活発となり、これを受けてゲストハウスやホテルの建設、飲食店、小売物店、両替店等が増加、結果として世帯収入の向上にも結び付いたと回答するものが大半であった。

この他、モンドルキリ州の山間地にはプノン族と呼ばれる少数民族が生活する村が点在するが、こうした村に送電線を延長する工事が現在も続いている。例えば、2011 年には市内から 4~5km 離れた Putang 村と Laoka 村への送電工事を開始し、2012 年 5 月から契約世帯への電力供給が順次始められている。2012 年も引き続き少数民族が多く生活するカイシマ郡への送電工事を開始する予定としており、少数民族の村への電化も少しずつ始められている。

また、家庭への視察によると、一般世帯への家電製品の普及はかなり進んでおり、受益者調査にて各家電の保有率を本事業の実施前と現在とで確認したところ、照明器具が 39%→100%、携帯電話が 64%→100%、TV が 35%→97%、送水ポンプが 35%→84%、炊飯器が 13%→70%、冷蔵庫が 6%→26%であった（図 5 参照）。家電製品の購入は、各家庭の経済力に左右されるため、本事業の効果が保有率を高める唯一の要因ではないものの、送水ポンプと炊飯器といった女性の家事労働を軽減する家電製品が家庭に普及することに貢献したと言える。さらに、図 6 の通り、女性の家事労働が軽減したかとの質問にも 97%が軽減したと回答しており、家庭への電化が女性の家事労働に変化を及ぼしているといえる。

表 8 センモノロム市の人口および主要公共施設の推移

	2005 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
人口	約 8,000	9,572	9,838	9,940	N/A
病院	1	1	1	1	1
小学校	3	3	3	3	3
中学校	1	1	2	2	2
高校		1	1	1	1
街路灯	0	0	135	135	170

出典：EDC 提供資料、2008 年は国勢調査(2008)の数値、2009 年以降は増加率に基づき EDC が試算。



Laoka 村の送電線。契約世帯の電化が始められた。



台所に設置された照明器具

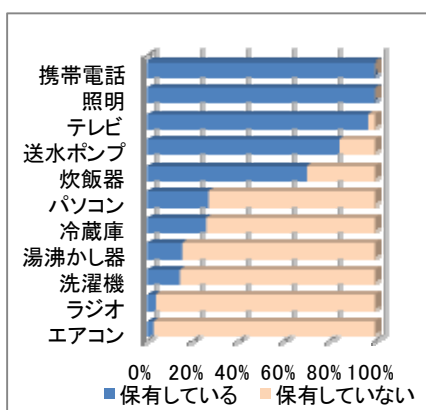


図5 各家電の現在の保有状況 (受益者調査結果)

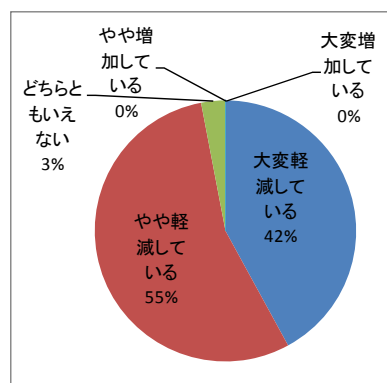


図6 女性の家事労働の増減 (受益者調査結果)

以上、本事業の実施を通じたセンモノロム市の電力事情の改善により、市民の生活環境や公共サービスの質が向上したといえる。

3.3.2 その他、正負のインパクト

①自然環境へのインパクト

本事業は再生可能エネルギーである水力による発電を主体としており、環境に与える影響は少ない。

オモレンには観光資源となっている滝があるが、観光客の一般的な行動範囲から目視できないように、水路の埋設及び取水堰の位置等、環境と景観に配慮した設計が行われている。また、工事段階においても、河川の水質・水量に影響を与えないよう環境配慮が行われた。

施設の稼働後は、観光シーズンである乾期には、午前9時から午後4時まで、水力発電所の運転を制限し、景観が損なわれないような滝への放流が行われている。今回現地調査でも、乾季にも関わらず十分な水量が流れており、上流に設置された発電施設の影響は受けていないことが確認された。また、下流域の生態系や周辺地域に居住する住民の生活にも、負のインパクトは与えていない。



観光名所になっているオロミス滝
撮影：2012年4月

②住民移転・用地取得

住民移転は実施されておらず、建設への反対も生じていない。また、用地取得については、建設地が政府保有の森林地帯が大半であったことから問題なく実施されており、本事業の建設前にはゴミの撤去等、用地の整備が適切に行われている。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業におけるアウトプットは以下の表9に示す通りで、以下の2点について、計画と実績で変更が生じている。

- ・ 水力発電地点（プレダクデュエル水力発電所）を1カ所減らす。
- ・ 残り2カ所（オモレン水力発電所、オロミス水力発電所）の発電力を高めて所定の計画出力を確保する。

表9 本事業のアウトプット（計画、実績）

項 目	計 画	実 績
【日本側】		
1 発電計画		
1) 小水力発電所の出力 計	370 kW	370 kW
a) オモレン水力発電所	130 kW	185 kW
b) オロミス水力発電所	130 kW	185 kW
c) プレダクデュエル水力発電所	110 kW	削除
2) デイゼル発電所出力 デイゼル発電所	250 kW	300 kW
2 送配電計画		
1) 中圧送電線	電圧 22kV、延長 33km	電圧 22kV、延長 33km
2) 低圧配電線	電圧 400/230V、延長 33km	電圧 400/230V、延長 33km
3 土木設備		
1) オモレン水力発電設備	水圧管路 内径 0.6-1.0m 延長 416m	水圧管路 内径 0.6-1.0m 延長 416m
2) オロミス水力発電設備	導水路 幅 1.0m 深さ 1.2m 延長 1,024m	導水路 幅 1.0m 深さ 1.2m 延長 1,024m
3) プレダクデュエル水力発電設備	水圧管路 内径 0.6-1.0m 延長 536m	削除
4 水力発電機器		
1) オモレン水力発電設備		
a) 水車 最大使用水量 最大出力	1.02 m ³ /s 144 kW	1.45 m³/s 200 kW
b) 発電機 定格容量 定格最大出力	180 kVA 130 kW	250 kVA 185 kW
2) オロミス水力発電設備		
a) 水車 最大使用水量 最大出力	0.75 m ³ /s 144 kW	1.05 m³/s 200 kW
b) 発電機 定格容量 定格最大出力	180 kVA 130 kW	250 kVA 185 kW
3) プレダクデュエル水力発電設備		
a) 水車 最大使用水量 最大出力	1.10 m ³ /s 120 kW	削除
b) 発電機 定格容量 定格最大出力	150 kVA 110 kW	
5 デイゼル発電機器		
定格出力	250 kW	300 kW
6 事務所管理棟	189m ²	189m ²
7 機材		
高所作業車	1台	1台
ピックアップトラック	1台	1台

【カンボジア側】		
土地取得・借用料	15 ha	15 ha
既存道路改修・維持費	20 km	20 km
既存の電力設備の撤去費	1 式	1 式
一般需要家引きこみ線工事費	1200 戸	1200 戸
屋内配線工事費	1200 戸	1200 戸
		(2009 年に 1180 戸の工事を完了し、2010 年に 1200 戸の工事を完了している)
ローカルスタッフ研修費	1 式	1 式
事業運用開始準備費	1 式	1 式

また、上記変更の経緯と理由は以下の通りである。

本事業の入札が 2006 年 10 月に行われたが、予定価格 967 百万円に対して、最低入札価格が 1123 百万円と大幅に超過し、その後の価格交渉も不調に終わった。このため、コンサルタントが不調の原因を調査したところ、①首都プノンペンでの建設ラッシュに伴う建設機械調達コストの増額、②都市部の労働力需要増に伴う技術作業員の僻地手当の増額、③燃料・建設材料等の価格上昇、④為替レートの変動等により、土木工事費用が大幅に上昇していることが明らかになった。また、この上昇幅は、業者間の競争で吸収できる範囲を超えているため、「カ」国実施機関より設計変更にかかる要請が出された。設計変更にあたっては、電化の範囲は縮小せず、基本設計時と同等の電力供給能力を維持することを設計方針とした。

この結果、先の表 9 の通り、水力発電地点を 1 カ所減らす一方で、残り 2 カ所の発電電力を高めて所定の計画出力を確保する計画が提示され、本事業の当初目的を逸脱するものではないことが確認され、承認された。但し、設計変更したことで、燃料代が必要なディーゼル発電の出力が 50kw 増加した上（水力発電の場合は燃料代不要）、燃料価格が計画時よりも上昇したために電力料金の上乗せ（計画時において約 6%増）が必要となった。

以上、本事業の設計変更は、有効性にかかる指標には殆ど影響を与えずに、電化範囲と電力供給能力を維持しつつ、事業費を削減するための合理化案が提示されており、適切な変更であったと判断される。

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

本事業の日本側の負担は、E/N 限度額が 1,066 百万円であったのに対し、1,059 百万円であり、計画内（99%）に収まっている。

また、「カ」国政府側の負担は、190,000US\$（約 21 百万円）が見積もられ、「カ」国側の説明によれば、計画通りの支出が行われたとのことであるが、正確な金額については確認できなかった。

3.4.2.2 事業期間

事業期間は、計画の 22 カ月に対して、実績が 2006 年 06 月～2008 年 11 月までの 29

ヶ月であり（計画比 132%）計画を上回った。

この原因は、上述の通り、2006 年 10 月に実施された入札が不調となり、設計変更を経て 2007 年 4 月に再入札が行われ、予定された工事開始時期が 6 カ月程度遅れたことによる。

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、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

2008 年 11 月まで実施された本事業のソフトコンポーネントを通じて、事業運営組織および事業運営指導委員会が設立され、事業運営体制の確立が行われた。具体的には、モンドルキリ州電力公社（EUMP）の新設を支援し、31 名の職員（鉱工業エネルギー省（MIME）より 3 名管理職派遣、他 28 名は地元から採用）に対して、設置された電力設備の運転・維持管理方法が指導された。電気事業・料金体系の認可取得に関しても、ソフトコンポーネントによる指導を通じて、電力事業者認可取得、料金申請を実施し、カンボジア電力庁（EAC）から 2008 年 10 月に認可取得を得て、工事完了後から速やかに電力事業を開始させるための体制構築が行われている。

その後、EUMP の体制強化が、2008 年 12 月より開始された技術協力プロジェクト「カンボジア国モンドルキリ州小水力地方電化計画の運営・維持管理プロジェクト」に引き継がれ、組織・技術・制度の強化が 2 年間に亘り実施された。また、EUMP は当初は独立した運営組織であったが、2010 年 6 月 8 日に大規模政府系公社であるカンボジア電力公社（EDC）に移管され、EDC モンドルキリ支店となった。大部分の EUMP 職員がそのまま EDC 職員となり、新体制へ移行した。その際、モンドルキリ州内でベトナムからの配電線により電化されていた EDC カイセマ地区が、EDC モンドルキリ支店に加わり、当初より組織が拡大されている（計 44 名）。

職員への聞き取りによると、EUMP が新設された際に採用した地元職員の定着率は非常に高い。また、地域の振興に役立つ仕事に従事していることに高い満足感を得ており、職員間のチームワークも良好である。EDC モンドルキリ支店の事業計画によると、市内から離れた少数民族が多く暮らす村落への送電網拡大や大規模需要家の獲得等が予定されている。引き続き、現在の良好な運営・維持管理体制を維持するには、適切な人員規模と人材育成を勘案しつつ、事業拡大していくことが重要となる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

ソフトコンポーネントを通じて、土木設備維持管理マニュアルおよび発電施設維持管理マニュアルが整備されるとともに、土木設備や電気設備にかかる技術面での強化を OJT により図られた。また、実際の設備を使い、発電所の運転・停止等の操作及び

状態確認が実施され、電気技能知識の向上にも重点を置いた研修が行われた。この他、点検記録等についても、試運転期間を通じて、実施訓練が行われている。

ソフトコンポーネント完了後は、技術面の強化が当該技プロに引き継がれ、定期点検は2年間で4回、雨季・乾季の運転調整は2シーズン経験し、OJTによる技術移転が進められた。この結果、当該技プロ終了時には、水力発電所とディーゼル発電所の並列運転、起動・停止、事故対応などの一連の運転業務が対応できるレベルとなっている。土木構造物の運営維持管理についても、パトロールによる異常発見・軽微な補修工事を実施できるレベルに達している。

この他、配電線のロス率は2009年：19.12%、2010年：15.45%、2011年：9.68%と年々減少しており、現在も各月のロス率は約10%から12%と適正水準が維持されている。また、配電線のロスの原因は、技術的な問題であり、盗電等は問題となっていない。

水力発電の基本となる流量と水位の観測、各機材の定期点検、日常パトロール等についても維持管理マニュアルに従い継続されている。また、EDC モンドルキリ支店から提供されたデータを確認したところ、発電源別の出力、生産量、ロス率等のデータは毎月更新されており、当該技プロ終了時の技術力が維持されている。

以上、ソフトコンポーネント及び当該技プロを通じて、本事業で建設された施設を維持管理するに必要な技術を有した人材が適切に育成されて、問題点は見受けられない。EDC モンドルキリ支店でのインタビューにおいても、日本人専門家から技術の定着に向けた徹底した技術指導を受けたことで、今後も発電施設を維持管理し続ける自信を得たとの声が多く聞かれた。

3.5.3 運営・維持管理の財務

前項 3.5.1 で述べた通り、本事業のソフトコンポーネントにより、電気事業を運営するための独立した組織（モンドルキリ州電力公社：EUMP）が新設され、同組織が電気事業を運営するために必要な事務管理面および財務面の強化が図られた。具体的には、事務管理業務マニュアルの整備、事務技能レベル向上のための研修実施、実業務の能力向上、電気料金の徴収、及び収支管理のための会計システムの整備で、この間に電気事業を運営するための基盤構築が行われた。また、実際に電気料金の徴収と収支管理を体験するために、実地試験を数回行い、市内電力使用者のメーター検針、料金請求、料金徴収にかかる習熟度を高める訓練が実施された。

その後、財務面の強化は当該技プロに引き継がれ、発電施設の稼働を担当する技術部門と協力しながら、「カ」国側職員のみで財務管理ができる体制を築き、現在もその体制が維持されている。また、EUMP が EDC に移管され EDC モンドルキリ支店となった(2010年6月)後は、EDC 本社と同じ財務管理システムが即時に導入されている。

ここで、EDC 本社の財務状況を示す。以下の表 11 の通り、2008 年までは純利益で赤字を計上しているが、2009 年以降は純利益での黒字化を達成し、現在も堅調な経営

を続けている。なお、EDC 本社の財務状況の改善には、アジア開発銀行、世界銀行、フランス等による支援が行われ、特に顧客データの一元管理を含めた財務管理システムの構築、及び首都プノンペン管区の料金徴収率や送電ロス率等の数値を改善する取り組みが実施されてきた。

表 11 EDC 本社（プノンペン）の財務状況（単位：US\$）

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
売上高	237,541,778.46	220,822,215.06	297,351,584.14	338,446,705.80
営業利益（償却前利益）	2,879,104.32	27,523,044.08	52,865,700.71	44,605,354.52
営業利益（税引き前）	(1,800,290.88)	23,163,769.42	46,242,946.36	35,925,730.68
純利益（税引き後）	(4,203,657.60)	18,401,019.88	37,925,058.86	28,465,430.12

注）上記の財務情報の対象はプノンペン特別市の管区内のみ。
出典：EDC 提供資料

一方、EDC モンドルキリ支店の収支報告は以下の表 10 の通りで、EUMP が EDC モンドルキリ支店となった後は、EDC 本社と同じ財務管理システムに基づき決算が実施されている。

表 10 EDC モンドルキリ支店 2011 年収支報告

項 目	金額(リエル)	備 考
A. 収入	3,107,143,745	(約 722,592 US\$)
①売上	3,058,247,845	売上の内訳は左記の通りで、一般世帯からの収入が売上全体の約半数を占める 52%である。続いて、商業が 22%、ホテルが 15%、政府系が 26%を占めている。また、最近では携帯電話等のアンテナ設置による収入が増えている。
一般世帯	1,605,180,200	
商業	681,762,900	
産業	68,919,700	
政府	192,812,000	
ホテル	460,609,900	
民間会社	54,843,000	
街灯	16,317,000	
前年調整	▲22,196,855	
②その他収益	48,895,900	
B. 支出	2,419,740,669	(約 562,730 US\$)
C. 営業利益 (償却前利益)	687,403,076	(約 159,861 US\$)
D. 減価償却	2,813,113,764	(約 654,213 US\$)
E. 純利益	▲2,125,710,688	(約 ▲494,351 US\$)

注)上記収支報告には、EDC 移管後に統合された EDC カイセマ地区の収支は含まれていない。

上記収支報告によると、A.収入から B.支出を差し引いた営業利益（償却前利益）は 687,403,076 リエル（約 159,861US\$）を計上しており、EDC モンドルキリ支店は当該技プロ終了後も順調な経営を続けている。本事業の施設は無償資金協力により供与された施設であることから、大型修繕と漏水対策のための積立金は確保しつつも、減価償却費は計上しないという一般の企業会計とは異なる会計方法が当該技プロのプロジェクト実施時に日本側・カンボジア側双方で協議の上、承認され、2010 年まで続けられた

経緯がある。その後、2011年からはEDCの財務管理システムに従い、表中のD.減価償却費を計上し、将来の大型修繕に必要となる資金の積み立て費用を明確にする形式を採用した。この結果、純利益では赤字として収支報告が行われている。

しかしながら、2011年12月時点におけるモンドルキリ支店の顧客数は1444戸（電化率：80.5%）に達し、料金徴収率は97%を維持している。この背景には、EDC本店同様に、支店内の顧客データ・財務データが適切に管理・更新されていることがあげられ、特にデータに基づく滞納者への迅速な対応は、高額滞納者を未然に防ぐ効果的な方法となっている。また、顧客の月別電力使用量等のデータを分析することで、電力需要量の予測も可能となっている。

こうした状況に鑑み、EDC本社は、モンドルキリ支店の将来的な電力不足¹³と財務状況の改善に対処するために、ベトナムからの輸入電力にて供給電力量を拡大することを決定し、EDC本社の資金による送電線の整備事業を実施した。すでに、ベトナムからの送電後には、採石工場との新規契約を獲得する等、収益性の高い大口需要家との契約に成功している。

以上、モンドルキリ支店が抱える純利益の赤字と供給電力量の不足という2つの課題に対し、EDC本社は組織として迅速に対応している。今後も、資金面・組織面においてモンドルキリ支店を支援することで純利益の黒字化が実現していくものと期待される。また、本事業の完工から現在に至るまで、事業効果の継続、資機材の運営維持管理、及び事業の拡大に必要な投入は継続して実施されており、財務状況に支障は生じていないと判断される。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業の完工後から当該技プロが約2年間にわたり実施され、発電・送配電・電気料金徴収等の基本業務が適切に実施されたことが確認されている。

ベトナム連系計画については、EDC主導で計画から実施まで行われ、当該技プロのフォローアップ協力により日本人専門家から技術移転を受けたことで系統連系システムが適切に構築されている。また、ベトナム連携の安定化に向け、2012年4月にEDCモンドルキリ支店の職員がベトナムを訪問し、ベトナム側の電力会社および発電施設関係者との協議を実施している。その際、先方の水力発電施設を見学する等の人的交流・技術交流も図っており、問題発生時の対応が迅速に行える体制を固めてきている。

以上から、今後のシステム運用についても、問題なく実施されるものと判断する。

以上、ソフトコンポーネントにより、本事業の運営維持管理を行うための組織基盤が整備され、その後これを引き継ぐ形で技術協力プロジェクトが整備された組織を実際に機能する組織へと強化し、更にフォローアップ協力として新たな事業拡大を支援

¹³ 6頁に記述した通り2011年の供給電力は日最大618kWと本事業の発電能力限界である670kWに近づいている。

しており、本事業の運営維持管理の体制は適切に構築されていると判断される。また、EDC の管理下に入ったことで、財務管理や人材管理の面での強化が図られ、より安定した組織体制へと成長してきている。

以上より、本事業の維持管理は体制、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。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、モンドルキリ州に小水力発電設備及び付帯施設を建設することにより、電力を安定的に供給することを目的とした。本目的は、計画時及び事後評価時ともに、カンボジア国の開発政策、及び開発ニーズと整合していることから妥当性は高い。建設された水力発電施設は良好な稼働状況を維持し、有効性の指標である供給電力と電化率は計画通りに目標達成している。この結果、対象地域の電力事情は大幅に改善し、飲食店舗や宿泊施設の増加、及び移住者や観光客の増加が認められ、観光開発を軸とした地域経済の発展に貢献している。さらに、一般世帯への家電製品の普及や公共サービスの改善も進んでおり、住民の生活改善に正のインパクトを与えている。

施設の維持管理については、本事業にて運営維持管理体制の基礎が整備され、その後も技術協力プロジェクトにより強化が図られたために、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

(1) 節電教育への取り組み

24 時間電力供給が可能となってから約 3 年半が経過し、住民は電気の利便性に慣れてきている。その一方で、電力使用量の増加から毎月の電気代の増加に負担を感じ始めている世帯もあり、他州と比べて電気単価が高額なことへの不満、また電気メーターが計測した数値への不信等の声も聞かれた。今後も個人宅の電力需要は増加する傾向にあることから、一般世帯や児童等を対象とした節電教育に取り組む必要がある。その際、現在 EDC が行っている電気代の節減方法に対する指導や電気代算定方法の説明だけでなく、電気を大切に使用する意義についても合わせて教育していく必要がある。また、住民の疑問や苦情に応じる相談窓口を設置するとともに、相談内容の集約と解決策の協議、さらにこれを電力サービスにフィードバックしていくシステムを構築していく必要がある。

(2) 事業拡大と人員体制

EDC モンドルキリ支店は、モンドルキリ州の地域経済の発展とともに、今後も事業

を拡大していくことが予想されるが、現在の適切な運営・維持管理体制及び技術力を維持し続けるには、事業規模に合わせた人員の配置および育成を図っていくことが求められる。特に、同支店の対象エリアは山間地域に位置することから、送電線延長後の維持管理及び顧客サービス等への負担は都市部に比べて大きい。こうした点も配慮した上で、事業拡大と人員増の調整を行っていくことが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

特になし

4.3 教訓

「カ」国には水力発電にかかる運営維持技術や経営管理技術を有する技術者・管理者が非常に少ないことから、本事業のソフトコンポーネントにて発電施設の運営維持管理を行うための組織体制を一から構築し、その後技術協力プロジェクトが本事業の完了直後（＝発電施設の稼働開始時）から組織を自立的に機能させるための能力強化活動が実施されている。特筆すべきは、高度な技術力・管理能力を必要とする発電施設の運営に、電力事業の未経験者である地元の人材を職員として採用し、彼らの人材育成・能力強化に取り組み、現在も円滑な施設稼働と組織運営が継続されている点である。

この成功には、ソフトコンポーネントから技術協力プロジェクトへの移行が適切であったことが挙げられる。まず、ソフトコンポーネントの実施段階において、水力発電施設に関わる各部門（経理、発電、送配電等）の人材育成の能力向上にかかる課題が抽出され、その判断結果が「カ」国側・日本側関係者と十分に共有されたことが技術協力プロジェクトの要請・実施につながっている。

また、新設された組織による自立的な施設運営を通じて安定な電力供給を目指すという両案件の目的が、組織の上層部のみならず、末端職員まで共有され、各職員が目的意識・問題意識を持って取り組めたことも有効性と持続性を高める上で重要な要因を果たしている。各職員からの聞き取りでは、施設稼働直後からセンモノロム市への電力供給が始まり、施設が停止すれば停電になるという緊張感の中で、日本人専門家が、各職員の自立を促しつつ技術指導を行ったことが、仕事に対する意識を変えるきっかけになったとの意見が多く聞かれた。さらに、電力事業が、センモノロム市の生活改善に役立っていることを各職員が体感しながら、事業の運営に携わったことも仕事への意欲を高める要因となった。無償資金協力事業による施設設置と技術協力プロジェクトによる人材育成が当初に期待された通りに機能し、両スキームの長所が活かされた事例であるといえる。

「カ」国のように十分な技術力を有した人材が不足する国において、一定の技術力を必要とする施設を建設する際に、参考とすべき事例であるといえる。

以上