

2018年度 外部事後評価報告書  
円借款「電力フロンティア拡張事業（Ⅲ）」

外部評価者：株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン 藺田元

## 0. 要旨

「電力フロンティア拡張事業（Ⅲ）」（以下、「本事業」という）はペルーのカハマルカ州、ワヌコ州及びロレト州において送配電網の整備を行うことにより対象地域の電化率向上を図り、もって地域住民の生活水準の向上及び社会・経済活動の活性化に寄与することを目的に実施された。農村電化の促進は審査時、事後評価時ともにペルー及び対象各州の重要課題であり、本事業は政策及び開発ニーズとの整合性が高い。また、本事業は貧困削減・格差の是正を援助重点分野の一つと位置づける審査時の日本の援助政策とも整合する。よって、本事業の妥当性は高い。本事業のアウトプットは計画された水準をやや下回り、事業費は計画を上回った。事業期間は計画を大幅に上回り、ロレト州の一部事業は事後評価時に未完成であることから、本事業の効率性は低い。本事業は対象地域の電化率向上に重要な寄与があり、全体として電力供給の信頼性は高い。電力消費量は想定より少ないと見られるものの、地域住民の生活水準の向上について期待されたインパクトは十分に発現している。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業は運営・維持管理の技術面・財務面に特に課題は見られないが、体制面および運営・維持管理状況に一部課題があり、ワヌコ州の一部地域では特に停電が多い。よって本事業の持続性は中程度である。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

## 1. 事業の概要



事業位置図



本事業による配電施設

### 1.1 事業の背景

1990年代、ペルーの電力セクターでは農村における電化の遅れが大きな課題であった。同国の1995年の電化率は65%、一人あたり電力消費量は689kWhと低いレベルにあり、電力消

費量は中南米諸国平均の約半分にとどまっていた。なかでも人口の45%を擁するアンデス、アマゾン地域では電化率は20%に過ぎず、電化の推進が急務であった。このため、政府は1993年に「全国農村電化計画」を策定し、これを毎年更新しつつ電化事業を実施して電化率の向上に努めてきた。その結果、全国の電化率は2005年までに78%まで増加したが、農村部の電化率は32%にとどまっていた。2006年に更新された全国農村電化計画では2015年までに全国電化率を93%に引き上げることを目標とするが、全国でも電化率が最も低く貧困率が高いカハマルカ、ワヌコ、ロレトの3州において重点的に農村電化システムの建設による電化事業を進める方針であった<sup>1</sup>。以上を背景に、全国農村電化計画の一部としてJICAは1997年に電力フロンティア拡張事業本事業第1期、1999年に同事業第2期のための円借款契約に調印し、農村電化への支援を開始した。本事業（第3期）は、その後継事業であり、2009年3月に円借款契約が調印された。

## 1.2 事業概要

カハマルカ州、ワヌコ州及びロレト州において送配電網の整備を行うことにより対象地域の電化率向上を図り、もって地域住民の生活水準の向上及び社会・経済活動の活性化に寄与する。

円借款承諾額 / 実行額	4,926 百万円 / 4,925 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2008 年 11 月 21 日 / 2009 年 3 月 26 日
借款契約条件	金利 本体部分：0.8%、 コンサルタント部分：0.01% 返済（うち据置） 本体：15 年（5 年） 調達条件 一般アンタイト
借入人 / 実施機関	ペルー共和国 / エネルギー鉱山省、 カハマルカ州政府、ロレト州政府
事業完成	2019 年 4 月（事後評価時点で一部未完成）
事業対象地域	カハマルカ州、ワヌコ州、ロレト州
本体契約	BB Tecnologia Industrial S.A（ペルー）、T&D Contratistas Generales S.A.C.（ペルー）
コンサルタント契約	Dessau International Inc.（カナダ）
関連調査	フィージビリティ調査（ペルー国鉱山エネルギー省、2007 年）
関連事業	電力フロンティア拡張事業（I）（1997 年～2008 年）、電力フロンティア拡張事業（II）（1999 年～2007 年）、電力利用促進プロジェクト（JICA、カハマルカ州：2010 年 3 月～2011 年 2 月、ロレト州：2012 年 3 月～2013 年 2 月）

<sup>1</sup> 農村電力システムは地形や距離を考慮して複数の集落をグループ化し配電施設を整備するもの。

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

藺田元（株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン）

### 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：2018年6月～2019年11月

現地調査：2018年8月22日～9月18日、2019年4月10日～17日

## 3. 評価結果（レーティング：C<sup>2</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>3</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

2006年に施行された「農村電化基本法」は農村電化を総合的な農村開発の必要条件と位置づけ<sup>4</sup>、住民への研修により電力需要及び電力の生産的な利用の増加に努めること、電化事業の地方分権化、新技術及び再生可能エネルギーの活用などの方針を示した。また、「1.1 事業の背景」で述べたように、ペルー政府は1993年に全国農村電化計画を策定し、電化率の向上に努めてきた。

事後評価時の全国農村電化計画（計画年度：2016年～2025年）は農村電力システム建設による電化の推進、電力の生産利用、効率的で安全な利用についての教育研修、再生可能エネルギーの活用、地方行政による事業形成への支援、事業推進の最適化などが挙げられている。10年間で330万人を電化し、再生可能エネルギーを活用した遠隔地の電化により、電化率で中南米の上位3分の1に入ること等を目標に挙げている。

このように、本事業は審査時、事後評価時共に政策との整合性が高い。

#### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

「1.1 事業の背景」で述べたように、本事業の審査時、カハマルカ州、ワヌコ州、ロレト州は全国で最も電化率が低い州であった。その後の10年間で、本事業の貢献もあり対象3州の電化率は大幅に改善したが（有効性を参照）、2017年に3州で約42万人が未電化と見積もられる。また、対象3州の開発計画にはいずれも農村電化の必要性が記されている<sup>5</sup>。さらに、

<sup>2</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>3</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>4</sup> 地方部の未電化地域は電源や照明をバッテリーやケロシンランプ、蠟燭等に頼っていることから、灯油やバッテリー交換等に係る出費に加え、生産活動の制限を強いられている。また、電化地域と比べて医療・教育サービスが劣る等の問題を抱えていると考えられる。

<sup>5</sup> ロレト州の開発計画はインフラ整備の一部として配電網拡張・太陽光により電化率を2014年78%から2021年85%にすることを目標とする。カハマルカ州の開発計画では経済開発の一部として本事業を含む農村電化が挙げられている。ワヌコ州の開発計画では農村電化の優先順位は高く、電化率を2021年に57%にすることを目標とする。

本事業が対象地域の住民に提供する電力サービスの重要性、必要性は事後評価時も変わらない。

以上から、審査時、事後評価時ともに、本事業の開発ニーズとの整合性は高い。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

JICA では、貧困削減・格差の是正を援助重点分野の一つと位置づけている。また、その中でも特に山岳地域貧困対策を重視する開発課題としており、山岳地域を対象地域に含む本事業の実施は、JICA の支援方針に合致する。外務省国別データブック 2009 年によると、日本の対ペルー援助方針の最優先開発課題は貧困削減、インフラ整備、環境対策である。対ペルー国別援助計画（2000 年）では貧困対策、社会セクター支援、経済基盤整備、環境保全が重点分野とされる。本事業は貧困削減・貧困対策に該当する。

よって、本事業は日本の援助政策との整合性が高い。

以上より、本事業の実施はペルーの開発政策、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：①）

### 3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画及び実績は表 1 のとおりである。本事業では合計 32 の農村電化事業及び一つの送電線事業が実施された。各農村電化事業は、合計 11 の農村電化システムの一部または全部を建設するもので、同一システムを対象に複数事業が実施されたケースもある<sup>6</sup>。対象 3 州の農村電化事業数は計画を 1 事業下回ったが、これは、ロレト州の隣接した 2 事業が 1 事業にまとめて実施されたためである。電化対象地域は変わらないことから、これはアウトプットの減少を示すものではない。

配電線延長と接続数はそれぞれ計画の 90%及び 82%に減少した。この減少は主にカハマルカ州とワヌコ州で起きたが、実施機関（カハマルカ州政府、エネルギー鉱山省）によると、電化対象村落の一部が他事業により電化されたり、電化対象村落の一部の住宅が空き家になっていたりしたためである。

エネルギー鉱山省によると、本事業は「社会インフラ」として計画されたもので、電力の産業利用（主に三相交流を必要とする木工所、溶接・鉄工所、食品産業など）の需要は見込まれていなかった。このため本事業では三相交流による電力供給は人口が多い村など、一部に限定される。限られた予算でできるだけ多くの地域に電力を届けるため、遠隔地では「単相単線式」で電力供給が行われている<sup>7</sup>。また、費用を抑えるために、停電範囲を限定させ

<sup>6</sup> 農村電化システムは発電所・送電線に近いところから段階的に建設され、電化される地域が拡大される。本事業が対象とした農村電化システムは合計 11 システムで、同一システムを対象とした複数フェーズの事業が含まれる。

<sup>7</sup> 単相単線式はアースを電線代わりに用いることで、1 本の電線のみで単相交流を配電するものである。エ

る機器 (Automatic Recloser) は設置されなかった。

表 1 アウトプットの計画と実績

	計画		実績	
<b>農村電化システム建設</b>				
農村電化事業数 (各事業は農村電化システムの一部または全部を建設するもの)	カハマルカ州	19	カハマルカ州	19
	ワヌコ州	8	ワヌコ州	8
	ロレト州	6	ロレト州	5
	合計	33	合計	32
配電線 (中圧線) (km)	カハマルカ州	2,132	カハマルカ州	1,778
	ワヌコ州	926	ワヌコ州	870
	ロレト州	678	ロレト州	721
	合計	3,736	合計	3,369 (計画比 90%)
新規接続数	カハマルカ州	56,161	カハマルカ州	43,508
	ワヌコ州	18,995	ワヌコ州	16,226
	ロレト州	8,111	ロレト州	8,188
	合計	83,267	合計	67,922 (計画比 82%)
<b>送電施設建設</b>				
送電線 60kV (ワヌコ州)	23.0km		21.5km	
変電所 (ワヌコ州)	1カ所		1カ所	
コンサルティング・サービス	詳細設計、調達支援、施工管理		計画どおり	

出所：JICA、実施機関提供資料

注：ロレト州の配電線、新規接続数は未実施の残工事分を含む実績

新たに電化される村落では電力の供給が始まる前に各地の電力会社(本事業の施設の移管を受ける)は住民に対する説明会を実施し、電力の活用方法、節電の方法、電力料金の内容と支払い方法、安全管理などについての研修を実施した。本事業の範囲は電力メーターまで、それに接続される住宅敷地内の配線は需要家の責任である<sup>8</sup>。

ワヌコ州の送電線及び変電所は送電線延長がやや短くなったが、おおむね計画通り建設された。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

事業費の計画は13,243百万円、うち円借款計画額はカハマルカ州、ロレト州を対象に4,926

エネルギー鉱山省によると、この方法には電力供給量が限られる、アースの維持管理に手間がかかる、三相をバランスさせて運用を安定させることが難しいなどの弱点があり、事後評価時の農村電化事業では採用されていない。なお、単相単線式の配電網は電線と変圧器を追加することで、三相交流へのアップグレードが可能である。

<sup>8</sup> 新たに電化された村では施設の移管を受けた電力会社が配線工を養成することもある。都市で建設工事に従事するなどして配線工ができるようになった人材などもおり、住宅内の配線について特に難しいという意見は聞かれなかった。

百万円であった。ワヌコ州の事業はペルー側資金により実施された。これに対し、事業費実績は14,351百万円（計画比108%）と計画を上回った。円借款額実績は4,925百万円（計画内）であった。主なアウトプットである新規接続数が計画の8割程度であったことも考慮し、本事業の事業費の効率性は中程度と判断される。

ワヌコ州の事業費は計画の約8割であったが、カハマルカ州とロレト州の事業費はそれぞれ計画の約1.1倍、約1.8倍であった。後者の両州では工期の延長（後述）が本体工事費及びコンサルティング・サービス費の増加につながった。さらに、ロレト州ではすべての契約ロットで、落札価格は実施機関の想定した価格を上回った。同州政府によると、同州の事業対象地は遠隔またはアクセスの難しい地域（アマゾン川流域：道路によるアクセスがない地域など）が多いが、資材運搬のための工期や費用の見積もりが過少であるなど、審査時の事業費は実際の必要額より低く見積もられていた可能性がある。加えて、同州では一部の工事が中断した時期があったが（後述）、中断期間中に施設が損傷を受けるなどにより、事業費が増大した。

表2 事業費の計画と実績

（単位：百万円）

	計画			実績		
	合計	円借款	ペルー側資金	合計	円借款	ペルー側資金
本体工事	9,080	4,006	5,074	10,120	3,682	6,438
プライス・エスカレーション	430	201	229	0	0	0
物的予備費	476	210	266	0	0	0
コンサルティング・サービス	630	509	121	1,873	1,243	630
用地取得・線下補償	352	0	352	170	0	170
一般管理費	215	0	215	不明	0	不明
税金	2,045	0	2,045	2,164	0	2,164
コミットメントチャージ	15	0	15	12	0	12
合計	13,243	4,926	8,317	14,351	4,925	9,426

	計画			実績		
	合計	円借款	ペルー側資金	合計	円借款	ペルー側資金
州別事業費						
カハマルカ州	7,974	4,171	3,803	8,904	4,170	4,734
ワヌコ州	3,837	0	3,837	2,649	0	2,649
ロレト州	1,432	755	677	2,798	755	2,043
合計	13,243	4,926	8,317	14,351	4,925	9,426

出所：JICA、実施機関提供資料

注：本体工事費（実績合計）にはロレト州の残余工事に見込まれる費用（約380百万円相当）が含まれる。

### 3.2.2.2 事業期間

本事業は2009年3月～2011年5月の29カ月間で実施される計画であった。実際の事業期間（借款契約調印～引き渡し）は、表3のとおりである。本事業に含まれる農村電化システム32事業及び送電線・変電所事業1事業は独立した事業であり、それぞれの完成時期に応じて運用開始された。全33事業の平均事業期間は50カ月間以上（計画比172%以上）となった。また、借款契約調印から事後評価時点で未完成のロレト州の事業期間は122カ月となり、これは計画比397%である。以上により、本事業の事業期間の効率性は低いと判断される。

表3 本事業の事業期間

事業範囲	完成時期（事業期間）
カハマルカ州 農村電化システム19事業	2012年9月（43カ月間）
ワヌコ州 農村電化システム8事業	2011年3月（25カ月間）
送電線・変電所事業	2014年4月（62カ月間）
ロレト州 農村電化システム3事業	2018年9月（115カ月間）
農村電化システム2事業	2019年4月現在未完成 （122カ月間）

出所：実施機関提供資料

ワヌコ州の農村電化システム事業は計画より短期間で完成した（脚注10を参照）。他方、送電線・変電所建設は、対象地域が州境であったため、本事業とは関係なく実施された州境変更には納得しない一部村落の住民が、交渉条件として送電線の通過に反対したため中断した。工事契約はいったん解除され、実施機関は住民との関係を再構築して軍の支援を受けて別業者と契約して工事を再開した。

カハマルカ州では、一部住民との合意形成が難しかったこと、建設予定地の地質が想定と異なったことなどにより配電線ルートが変更され、そのために必要とされた「遺跡非存在証明」の再取得に時間を要した。また、大雨により崩落したアクセス路が復旧するまでに時間を要したことにより工期が延長した。

ロレト州では大規模な洪水により対象村落の半数が水没したことで約7カ月間、工事が中断した。さらに、コンサルタント及びコントラクターはアクセスの悪い対象地域（アマゾン川流域）で適切な業務を行うための人員体制・財務能力が不十分で、最後まで業務を実施できなかったため、それぞれ2014年10月、2016年6月に契約解除された。その後、ロレト州政府は1事業を直営で完成させた。他の4事業の工事は別契約で継続し、2事業は2018年9月までに完成したものの、残り2事業は中断期間の施設への損傷が大きく事業費が増



盗難にあった配電施設（ロレト州）

大したため事業計画の再承認手続き及び追加財源が必要とされ、2019年4月現在、未完成である<sup>9</sup>。

エネルギー鉱山省によると、カハマルカ州とロレト州の実施機関となった両州政府は農村電化事業を実施するのは本事業が初めてであり、経験を積んだ同省に比べると実施があまり効率的でなかった。また、カハマルカ州とロレト州では審査時に計画された地域割りの契約（同一契約に資材調達と建設工事をパッケージ化した契約）でなく、資材調達（種類別に各州5契約）と建設工事（カハマルカ4契約、ロレト州2契約）により実施された。このため、建設の進捗に合わせて資材納入を指示して建設業者に引き渡したり、大量の資材を適切に保管できる場所を確保したり運搬手段を確保したりする管理が煩雑で、事業監理が難しかったと考えられる<sup>10</sup>。

### 3.2.3 内部収益率

審査時には、事業費及び運営・維持管理費を費用、代替エネルギー費用節約効果、電灯・テレビ・冷蔵庫などの普及による売電収入を便益、プロジェクトライフ20年を前提に、経済的内部収益率（EIRR）が22.8%と見込まれていた。ただし、その算出過程の詳細は不明である。

事後評価にあたり、円借款を利用した事業が完成し、十分なデータが得られたカハマルカ州を対象に、エネルギー鉱山省が農村電化事業に対して事後評価時に採用している手法を用いて経済的内部収益率を算出したところ、15.1%との結果を得た<sup>11</sup>。

以上より、本事業の事業費は計画内を上回り、事業期間が計画を大きく上回ったため効率は低いと判断される。

---

<sup>9</sup> 2019年2月現在、2事業のうち1事業（SER Nauta）はロレト州政府による事業計画の再承認が終わり、他の1事業（SER Requena）は申請準備中である。両事業に必要なとされる予算の見通しは立っていない。これら事業では全体の完成を待って通電する予定であったため、対象地域によっては配電施設が完成して数年を経ても通電及び保守・維持管理が開始されず、その期間に施設の劣化・損傷・盗難などが発生した。なお、カハマルカ州、ワヌコ州の各事業及びロレト州で直営により実施された事業では、配電網は完成した村落から順次、運用開始されたため、配電会社により適切な維持管理が行われ、同様の問題は発生しなかった。

<sup>10</sup> 本事業審査時には全て資材調達と建設工事をパッケージ化した契約で実施することが想定されていたが、カハマルカ州政府とロレト州政府は、それぞれ、資材調達と建設工事を分けた契約にすることをJICAに提案し、JICAはこれに同意した。この提案は、受注する建設業者が個別に国際市場から資材を調達することが実施の遅れにつながるなどの懸念を理由としたものであったが、両州実施機関には農村電化事業においてこのような大量の資材調達及びその保管や運搬を実施した経験がなく、実際には円滑な実施が難しかった。これに対し、ワヌコ州では、エネルギー鉱山省は本事業先行フェーズにおける経験を踏まえて審査時の計画通り資材調達と建設工事をパッケージ化した契約を採用した。同州では同一契約の中で資材調達と建設が行われ、その管理をコントラクターに行わせることで事業が円滑に実施された。事後評価時のヒアリングによると、両州の実施機関は本事業の経験により、資材調達と建設工事を別契約とするよりも、これらをパッケージ化した契約とした方が良かったと考えている。

<sup>11</sup> 事業費及び運営・維持管理費を費用、電化製品（電灯、ラジオ・TV、冷蔵庫）の社会便益（支払い意思額）を便益、プロジェクトライフ20年とする。審査時の算出手法の詳細が不明のため審査時との比較は行わなかった。なお、ロレト州、ワヌコ州については電力利用量の信頼できるデータが得られなかった。



### 3.3 有効性・インパクト<sup>12</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 有効性

##### 3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の目的は対象地域の電化率向上であることから、本事業の有効性は、本事業により各州の電化率がどの程度押し上げられたか（指標：世帯電化率）、新規接続世帯に対して信頼性の高い電力サービスが提供されているか（指標：需要家あたり年間停電時間）の観点から分析した。また、ワヌコ州で建設された送電施設の有効性を、施設の運用・利用状況から分析した。審査時には他にも「設備稼働率」「最大電力」「売電量」が運用・効果指標に挙げられたが、指標の計測対象が不明確、データの入手が困難などの理由により、分析の対象にしなかった。なお、本事業の活用状況を見るための参考情報として、新規接続世帯で電力がどの程度利用されているか（指標：平均電力使用量）を分析した。

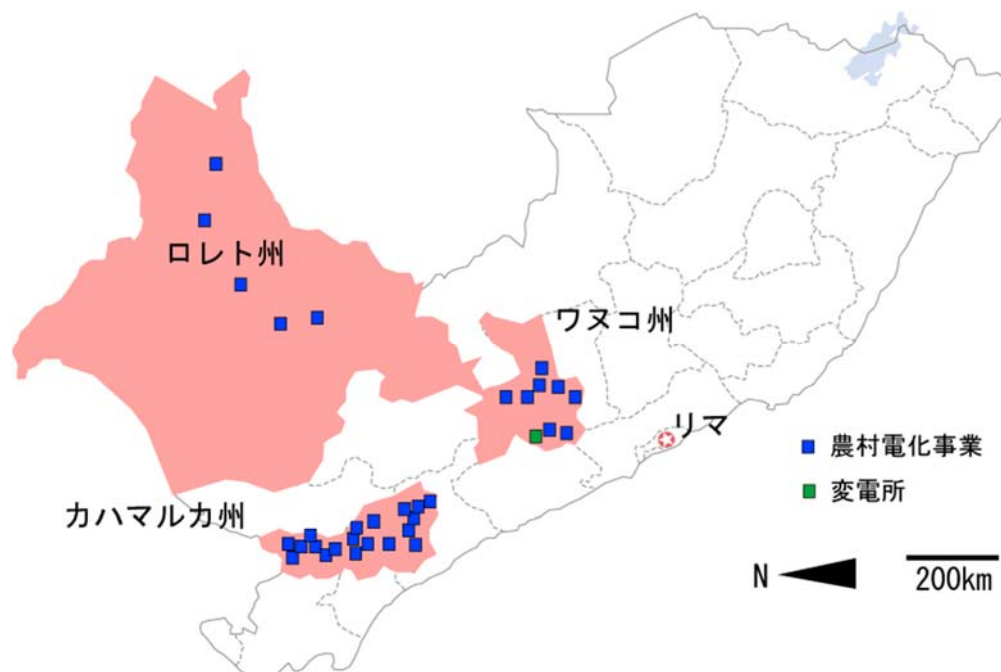


図1 本事業の対象地域及び農村電化システム事業の分布

#### (1) 電化率の向上

表4に示すように、対象3州の世帯電化率は2007年以降、大きく向上した。本事業では2013年の目標値が設定されていたが、カハマルカ州とワヌコ州の実績はいずれも同目標値を上回った<sup>13</sup>。本事業は世帯電化率をカハマルカ州で6%程度、ワヌコ州で9%程度押し上

<sup>12</sup> 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。

<sup>13</sup> 審査時には事業完成2年後を想定して2013年の計画値が設定されていた。実際の事業完成時期は州により異なるため、事後評価では完成2年後に揃えた比較は実施しなかった。

げたと推定され、本事業がなければ計画の達成は難しかったと考えられる<sup>14</sup>。ロレト州でも世帯電化率が2013年の目標値を上回ったが、本事業の完成が遅れたため、この時点では電化率向上に貢献していない。2018年時点でロレト州の世帯電化率は80%程度で、うち3%程度が本事業の貢献と推定される。事業全体におけるロレト州の比重（事業費ベースで約2割）が小さいことも考慮し、電化率向上についての本事業全体の有効性は高いと判断される。

表4 本事業の電化率向上への貢献

	世帯電化率				本事業の新規 接続世帯数(a)	総世帯数 (2017)(b)	電化率へ の貢献 (a)÷(b)
	実績			目標値			
	2007	2013	2017	2013			
カハマルカ州	46.6%	75.8%	89.3%	73.0%	43,508 (2018年)	736,152	6%
ワヌコ州	46.8%	75.1%	86.8%	69.7%	16,226 (2011年)	189,886	9%
ロレト州	61.8%	76.1%	79.3%	74.6%	5,647 (2018年)	189,611	3%

出所：世帯電化率、総世帯数：国家統計局

本事業による新規接続世帯数：各州実施機関

注：ワヌコ州の新規接続世帯数の2018年実績データは得られなかった。

表5 本事業の対象システムにおける需要家あたり停電（2017年）

州	農村電化システム	需要家あたり年間停 電時間（時間/年）	停電1回あたり平均 持続時間（時間）
カハマルカ	SER CAJAMARCA NORTE	26.8	2.7
	SER GUADALUPE	23.6	4.2
	SER CUTERVO	0.4	5.7
	CHOTA-SER	11.8	1.0
	BAGUA-JAÉN RURAL-SER	27.2	1.3
	SAN IGNACIO RURAL	0.0	-
ロレト	SER CABALLOCOCHA	79.8	2.0
	SER IQUITOS ZONA	0.6	1.0
ワヌコ	SER HUÁNUCO	48.0	1.8
	SER AUCAYACU	295.0	5.2
	SER TINGO MARÍA	276.6	4.8

出所：OAINWERMIN

注：「SER」は農村電化システムの略称（Sistema Eléctrico Rural）

## （2）電力サービスの信頼性

エネルギー鉱業投資監督庁（以下、「OSINERGMIN」という）のデータによると、本事業の対象11農村電化システム（本事業で建設されたフェーズ以外を含むシステム全体）の需要家あたり年間停電時間及び停電1回あたり平均持続時間は表5のとおりである<sup>15</sup>。

<sup>14</sup> 本事業はカハマルカ州では2012年までに、ワヌコ州では2011年までに完成した。

<sup>15</sup> OSINERGMINはエネルギー分野への投資に対する監督機関として1996年に設立され、法律・契約・技術面における義務履行に係わる監督機能、料金設定の規制機能、企業間あるいは消費者との紛争解決機能等を有する。OSINERGMINからは、事後評価にあたり、各農村電化システムのデータを入手したが、フェーズ別のデータは得られなかった。

OSINERGMIN によると、本事業の対象システムの運用基準は停電を年間 80 時間以内である。11 システム平均（需要家数による加重平均）の需要家あたり年間停電時間は 44.8 時間と、基準の半分程度であることから、電力サービスの信頼性についての本事業の有効性は高いと判断される。なお、1 回の停電の持続時間はシステムにより平均 1～6 時間、全体では平均 2.8 時間であった。

実施機関及び配電会社へのヒアリングによると、一般に、農村電化システムの運用について以下の制約があり、停電に結び付いている。

- ・ 停電の原因となる樹木伐採：配電会社は、中圧配電線（裸線）に触れることで停電や事故を起こす原因になる電線付近の樹木の伐採（保安伐採）を実施している。このような停電は雨期に多い（雨期には雷による停電もある）。建設時には電線付近の樹木を伐採して地主に補償金を支払うが、切り株から伸びた樹木の再伐採が必要な場合などに、地主が本来は不要な再補償を要求し、伐採を許可しないことが少なくない<sup>16</sup>。これは、相続や売買などで地主が交代したときに頻繁に起きる。また、配電会社の予算・人材・機材が少なく、適切な頻度で実施できないことがある（持続性参照）。これは、アマゾン川流域の熱帯雨林（ロレト州、カハマルカ州、ワヌコ州の一部）など、植物の生育が早い低地ほど問題になりやすい。
- ・ 遠隔地での緊急対応：配電会社は各地に緊急対応チームを配置するが、遠方の地域、車両でアクセスできない地域で停電が発生した場合は対応に長時間がかかる。
- ・ 本事業は電力をできるかぎり遠隔地に届けることを主眼とし、費用を抑えるため、停電範囲を広げないための機器（Automatic Recloser）が設置されなかった。このため末端部分の停電が全体に影響して停電範囲が広がりやすい。

ほとんどの農村電化システムで停電時間は基準内であるが、ワヌコ州の熱帯雨林地域にある二つの農村電化システム（SER AUCAYACU、SER TINGO MARÍA）の停電時間は基準の 3 倍以上に達する。これを運営する電力会社（Electro Centro）によると、予算の制約から、これまでは停電発生時に原因となる樹木を伐採するのみで、予防的な保安伐採が十分できていなかったことが停電の増加に結び付いたとのことである。同社では設備の維持管理と保安伐採を同一の外部委託契約で実施してきたが、今後は、保安伐採のみの外部委託契約を行い、予算を大幅に増加する計画である。

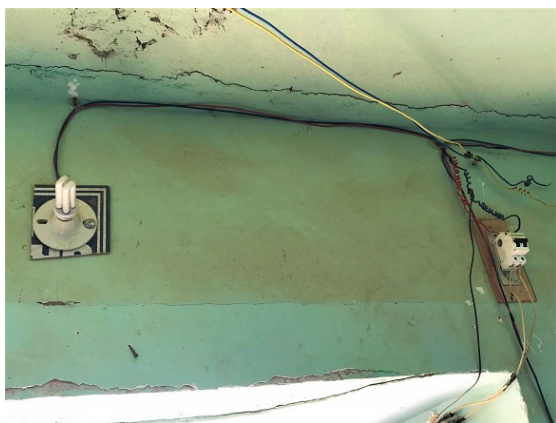
### （3）送電施設の有効性

本事業では農村電化を進めるための送電施設 1 か所がワヌコ州で建設された。エネルギー

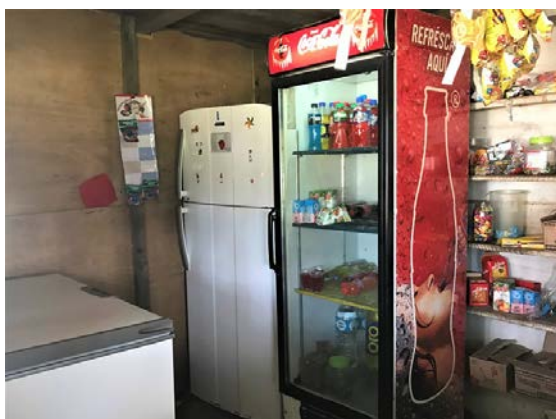
---

<sup>16</sup> 補償金支払い時には線下敷きに新たに木を植えないことを明記した合意書に地主の署名を得るが、これを尊重しない地主がいるほか、地主の交代時に適切に引き継がれないことが多い。地主の中には、再補償目当てに意図的に木を植える者もいる。

一鉦山省によると、この送電施設は本事業の対象農村電化システム一つを含む多数の農村電化システムに接続されている。2015年～2017年の3年間、設備は100%稼働状態にあり（3年間に設備の停止は一度も起きていない）、2017年には約4.5万世帯の電力消費量に相当する10,976MWhが送電された。施設が適切に運用され、活用されていると考えられることから、本事業の送電施設についての有効性は高いと判断される。



住宅内の電力利用状況（左：ワヌコ州、右：ロレト州）



商店の電力利用例（ロレト州）



小学校の電力利用例（カハマルカ州）

#### （4）新規接続世帯の電力消費量（参考情報）

配電会社からデータが得られたカハマルカ州の二つの農村電化システム及びワヌコ州の三つの農村電化システムにおける需要家あたり電力消費は平均 17.0kWh/月であった。これは 30W の蛍光灯 2 個と小型テレビ 80W を毎日 4 時間利用する程度、審査時計画の 3 分の 2 であり、電力の利用は想定されたほど進んでいないと考えられる。住民を対象に実施したグループ・インタビューによると（インパクト参照）、全ての需要家は電灯を利用し、大半の需要家がテレビや携帯電話を利用するが、冷蔵庫やミキサーなど、その他の家電の利用は限られる。電力利用量は需要家の経済力に大きく左右されると考えられ、カハマルカの 2 システムで 2017 年までの 2 年間で需要家あたり電力消費が約 50%増加した例もあることから、

電力の利用は今後、増加する可能性もある。なお、電力使用量が 30kWh/月以下の世帯に調理用プロパンガスが無償で提供するペルー政府の制度があるが、配電会社は、これが電力消費の抑制につながっていると指摘している。

以上をまとめると、本事業は 2017 年までの各州の電化率の向上に重要な寄与があった。事業全体の需要家あたり年間平均停電時間は基準の半分程度であり、電力供給の信頼性は高い。送電施設は適切に運用・活用されている。よって本事業の有効性は高いと判断される。

### 3.3.2 インパクト

#### 3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業では地域住民の生活水準の向上及び社会・経済活動の活性化等のインパクトが期待されていた。事後評価では、本事業後に新たに電力サービスに接続した地域の住民及び公共施設、商業施設等へのインタビューにより住民生活、公共施設、経済活動へのインパクトを分析した<sup>17</sup>。

##### (1) 住民生活へのインパクト

事業前、住民は主に灯油を使ったランプあるいは蝋燭に頼り、電池式ラジオ以外の電化製品はほとんど利用されていなかった。本事業の後には、電化された全ての世帯で電灯（多くは蛍光灯あるいは LED）が複数使われている。また、ほぼ全ての世帯で携帯電話が、大半の世帯でテレビが利用される。その他、3分の1程度の世帯で音響機器が、さらに少数の世帯で冷蔵庫、ミキサー、アイロン、炊飯器等が使われている。電化製品の所有は受益者の経済水準に大きく左右される。本事業の受益者のほとんどは農民であるが、貧困地域では電灯しか持たない世帯も見られる。なお、冷蔵庫は主に標高が低く気温が高い地域で使われる。このような電化製品の利用による以下のような家庭生活上のメリットが報告された。

- ▶ 電灯：灯油ランプや蝋燭の煤、煙による健康面の問題がなくなった<sup>18</sup>。室内が明るくなり、家事、子女の学習が効率的にできるようになったほか、転倒や火災などの危険が減った。一部の村では縫製や帽子づくりなどの内職がより効率的に長時間できるようになった。以前は夜何もせず早く休んでいたが、睡眠時間が減り（以前は7時後に就寝、今は9～10時に就寝）、家事・内職・一家団欒などに使える時間が増えた。子女が夜宿題をするようになったため、昼間は畑仕事を手伝えるようになったという報告もあった。灯油ランプや蝋燭に比べ、照明にかかる費用が減った。

<sup>17</sup> 事後評価では住民へのグループ・インタビュー（8農村電化システムの15村落で126名：男性72、女性54）、対象地域の学校（7校）、医療施設（2カ所）、商店・事業（6件）へのインタビューを実施した。対象村落は、対象3州で完成した事業数（表3を参照）及び対象地域の多様性（山岳地域とアマゾン川流域の低地）に配慮して全体をバランス良く代表できるように選んだ。個別インタビューは選ばれた各村落にある施設・事業等で実施した。

<sup>18</sup> 医療関係者から結膜炎や気管支炎が減ったとの証言が得られた。

- テレビ：大半の世帯がニュースや娯楽番組を視聴している。電波が届かない村ではDVDプレーヤーやUSBメモリをつないで映画等を視聴している。映像を伴うニュースで国内外の動きが良く分かるようになった、映画やドラマなどの娯楽番組を家族で楽しみ、リラックスできるようになった、教養・教育番組で生活に役に立つ情報（例えば農業、家事、保健、生計向上などの情報）を得た、子供たちはテレビを通して視野が広がり啓発された、などの報告があった。
- 携帯電話：一部の村では事業前から携帯電話が利用されていたが、電波の入る範囲に限られ、町まで出向いて有料で充電するなど不便だった。事業後は新たな電波塔が建設され通話可能な地域が広がり、ほとんどの家庭に携帯電話がある。携帯電話を通じてインターネットへの接続が可能な村もある。主に家族との日常のコミュニケーションに使われるが、病気・事故などの緊急時のための重要な連絡手段としても重要視されている。多くはないが、仕事上の調整や注文受付などに使われることもある。
- ラジオ・音響機器：3分の1程度の世帯が電灯式のラジオ・音響機器を所有し、ニュースを聞いたり音楽を楽しんだりする。なお、電池式のラジオは畑仕事に持ち出せるため、今でも多くの家庭で利用されている。
- 冷蔵庫：主に熱帯雨林地域の村で、一部の家庭が利用している。家庭用の食品を保存し、廃棄する食品が減った、新鮮な食品が食べられるなどのメリットが報告された。併せて販売のための飲料や冷果を保存することも多い。
- 村落内に設置された街灯は転倒事故や泥棒（家畜泥棒など）の防止につながった。また、村落の多くには1~2の小さな商店があるが、電灯を利用して夜まで営業が続けられている。電化されてから、住民は夜暗くなっても出歩けるようになった。

## (2) 公共サービスへのインパクト

病院・教育機関・行政機関等へのヒアリングにより、電力サービスへの接続あるいは電力サービスの改善により、以下のような公共サービスへの望ましいインパクトが確認された。

- 小中学校：テレビで視聴覚教材を使うことにより、生徒の知識の獲得がより効率的にできるようになった。テレビは生徒だけでなく父母や村人全般を対象とした教育・研修（例えば保健についての研修など）、教師に対する研修にも有用である。小型の教育用ラップトップPCあるいはデスクトップPCを使ったPC教育が開始された。音響機器により学校行事が円滑にできる。これは村の集会にも活用される。校長は管理用PCやプリンターを使って効率的に業務管理ができる。プリンターは教材の印刷にも使われる。
- 医療施設：冷蔵庫が導入されワクチンが保管できるようになったため、以前は遠くの

施設に出向いて受けていたワクチン接種を村落内で受けられるようになり、接種率が向上したとの報告があった。殺菌装置（以前は煮沸していた）や検査用照明器具が使われるようになり、検査や治療が効率化した。照明があるため診療時間の延長、夜の緊急対応が可能になった。PCにより管理業務が効率化した。

- ▶ 行政施設：市役所にPCとプリンターが設置され、業務が効率化された。手続きに必要な書類のコピーは、以前は町まで出向いてする必要があったが、簡単にできるようになった。村の集会施設に照明が設置され、夜集まれるようになったため、村人は集会のために昼間の農作業を休む必要がなくなった。祭りなど村の行事のために発電機を借りる必要がなくなった。

### （3）経済活動へのインパクト

訪問した15以上の村落で、複数の木工機械を備えた木工所を1件（都市周辺地区）、小さな電動木工機械を持つ世帯を2件、小さな溶接機を持つ世帯を3件確認した。いずれも単相交流で稼働する機械である。ある村落では大きな電動木工機器やポンプをつなぎたいが単相交流では使えないので三相交流を希望するという声が聞かれたが、全般に、加工業への電力利用は少ない。多くの村には少数の商店があり（上述）、一部は電灯により暗くなってもしくは営業している。一部の商店は冷蔵庫で冷やした飲料・冷果を販売する。一部の村落では、夜でも帽子作り、縫製などの内職が行われている。

以上のような電化のメリットについて、住民のほとんどが大きな満足を表明した。「電気が来るのを何年も前から待っていた」「電気のない生活はもはや考えられない」といった意見が聞かれた。分野別には、多い順に、健康面（灯油ランプや蝋燭の健康被害の減少）、教育面（子女の家庭学習、PC授業など）、情報通信面（テレビ、携帯電話）のメリットを重要視する住民が多い。以上から、本事業は社会インフラとして十分高いインパクトをもたらしたと考えられる。ただし、経済活動へのインパクトは限定的であるほか、停電の多いワヌコ州の一部の住民からは停電時の復旧を迅速に行って欲しいとの要望が多数出された。

カハマルカ州及びロレト州では電力の生産活動への活用を促進することを目的にJICAの支援により「電力利用促進プロジェクト」（カハマルカ州：2010年～2011年、ロレト州：2012年～2013年）が実施された。しかし、両州政府によると、同プロジェクトの内容は三相交流による電力供給を前提としていたもので、単相交流がほとんどの本事業の対象村落では三相交流を用いた生産設備を使えないため、必ずしも有用とは言えない。カハマルカ州の本事業対象村落の一部及びロレト州の全対象村落は同プロジェクトの対象に含まれていたが、現地調査の限りでは、同プロジェクトの活動に参加したことを明確に記憶している住民はいなかった。



### 3.3.2.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 環境・社会面のインパクト

本事業に含まれる全ての事業（農村電化システム建設、送電施設建設）について法制度上求められる環境影響評価が実施された。その過程で環境管理・廃棄物処理・情報普及等を含む環境モニタリング計画が作成され、実施された。各実施機関によると、特筆すべき環境インパクトは確認されていない。現地視察でも特段の環境インパクトは確認されなかった。本事業では住民移転、用地取得はなく、伐採が必要とされた樹木に対する補償が行われた。この補償はペルーの規定に基づき適切に行われたが、地主の所在が分からず補償ができない区間が一部に残され、各実施機関は補償の完了に向けて努力を続けている。

#### (2) その他のインパクト

特筆すべきその他のインパクトは確認されなかった。

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。

## 3.4 持続性（レーティング：②）

### 3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

カハマルカ州、ロレト州では、本事業で建設された配電施設は各州政府が所有し、契約により各地の配電会社（4社）に移管され、運営・維持管理されている。ただし、ロレト州で未完成の2事業はまだ移管されていない。ワヌコ州では本事業で建設された配電施設・送電施設は配電会社（1社）に譲渡され、運営・維持管理されている。

農村電化システムの運営・維持管理は各配電会社が直接および外部委託により実施するが、外部委託の範囲や数は配電会社により異なる。通常、各社は施設の定期点検と予防保守、電線周辺樹木の保安伐採について年間計画を作成し、それに沿った維持管理作業を行う。併せて、停電等に備えた緊急対応チームが各地に配置されている。緊急対応には技師2名程度（及び運転手）で構成されたチームが配置される。配電会社の事務所のない遠隔地に商業面・技術面を支援する技師が駐在することもある。ただし、収益性の低い農村部への資源配分は優先順位が低く（後述）、地域によっては、保安伐採及び緊急対応チームのための人員配置は必ずしも十分とは言えない。

OSINERGMIN が各事業および各配電会社の運営を監督している。停電等が一定の基準を超えると、各配電会社は罰金としてエネルギー鉱山省が運用する農村電化事業のための基金に拠出することを求められる。

以上から、本事業の運営・維持管理体制は明確であるが、人員配置に一部課題がある。



### 3.4.2 運営・維持管理の技術

配電会社による送電線・農村電力システムの運営維持管理に関し、技術上の深刻な課題は見られない。外部委託する場合は、必要な研修は受託業者の責任で実施される。住居内部の配線は地域に住む配線工事経験者や配電会社が村で養成した配線工が屋内配線を行う。技術的な配慮に乏しいと思われる配線も見受けられるが、現地視察でのヒアリングおよび配電会社の技術者などによると、感電事故の報告はない。

以上から、本事業の運営・維持管理に技術面の問題はない。

### 3.4.3 運営・維持管理の財務

農村電力システムでは送配電網の延長に比べ契約利用者数が少ないうえ、世帯あたりの消費電力量が少なく、売電収入に比べ運営維持管理費用が大きくなる宿命にある。よって、その部分のみの運用収益は赤字となると考えられる<sup>19</sup>。各電力会社は、都市部の黒字で農村部の赤字を埋めることにより、いずれも会社全体としての収益を黒字としている（表6）。

以上から、本事業の財務面の持続性に特に課題はない。

表6 運営維持管理を行う電力会社の財務状況（2017年度）

（単位：千ヌエボ・ソル）

	本事業の担当地域	営業収入	営業支出	営業利益	純利益
Electrocentro	ワヌコ州	572,671	462,664	8,670	9,626
Electronoreste	カハマルカ州	579,607	479,969	99,638	68,288
Electro Oriente	ロレト州 カハマルカ州	615,724	571,335	44,389	23,529
Hidrandina	カハマルカ州	912,391	773,157	139,144	98,333

出所：Anuario Estadístico 2017（OSINERGMIN）

### 3.4.4 運営・維持管理の状況

各配電会社は計画に沿った設備の点検保守、修理、停電時等の緊急対応を実施している。停電や苦情が多いと OSINERGMIN に罰金を支払うため、外部委託の場合も含め、これらの作業を適切に行うように努力している（外部委託の場合、配電会社は受託業者にそのような罰金の一部を負担させる）。しかし、収益性の低い農村部への人材配置が優先されないこと、農村地域は人口がまばらで配電線



街灯の維持管理（ワヌコ州）

<sup>19</sup> JICA が第1期事業を対象に2007年に実施した中間評価調査によると、第1期事業の18農村電力システム拡張事業において、運営維持管理のための支出（電力購入費、運営維持管理外部委託費、電力会社の一般管理費）は電力販売収入の約1.2倍に達する（第1, 2期事後評価報告書より）。

の延長が長く、遠方の村は最大で往復2日間を要することなどから、緊急対応には時間を要する場合がある。本事業の年間停電時間（有効性参照）は平均すると OSINERGMIN の基準内であるが、ワヌコ州の二つの農村電化システムで年間停電時間が特に長い。以上から、本事業の運営・維持管理状況には一部課題がある。

以上より、本事業の運営・維持管理の技術面・財務面に特に課題は見られないが、体制面および運営・維持管理状況に一部課題がある。よって本事業の持続性は中程度と判断される。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業はペルーのカハマルカ州、ワヌコ州及びロレト州において送配電網の整備を行うことにより対象地域の電化率向上を図り、もって地域住民の生活水準の向上及び社会・経済活動の活性化に寄与することを目的に実施された。農村電化の促進は審査時、事後評価時ともにペルー及び対象各州の重要課題であり、本事業は政策及び開発ニーズとの整合性が高い。また、本事業は貧困削減・格差の是正を援助重点分野の一つと位置づける審査時の日本の援助政策とも整合する。よって、本事業の妥当性は高い。本事業のアウトプットは計画された水準をやや下回り、事業費は計画を上回った。事業期間は計画を大幅に上回り、ロレト州の一部事業は事後評価時に未完成であることから、本事業の効率性は低い。本事業は対象地域の電化率向上に重要な寄与があり、全体として電力供給の信頼性は高い。電力消費量は想定より少ないと見られるものの、地域住民の生活水準の向上について期待されたインパクトは十分に発現している。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業は運営・維持管理の技術面・財務面に特に課題は見られないが、体制面および運営・維持管理状況に一部課題があり、ワヌコ州の一部地域では特に停電が多い。よって本事業の持続性は中程度である。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関及び運営・維持管理機関への提言

- ・ ロレト州政府はカノン税（鉱山企業が納入する税）等による財源を確保し、未完成の二つの農村電化システムを早急に完成させる必要がある。同州の財源が不足する場合は、本事業の円借款借入人であるペルー政府の協力が期待される。
- ・ Hidrandina（配電会社）はワヌコ州で特に停電が多い二つの農村電化システム（SER Aucayacu、SERTingo María）で必要とされる保安伐採を実施し、適切な運営・維持管理を行う必要がある。

#### 4.2.2 JICA への提言

- ・ 円借款を活用したロレト州について、上記提言の実施状況をモニタリングし、その実現に向けて可能な支援を行う必要がある。

### 4.3 教訓

#### 類似事業の経験及び実施機関の能力評価に基づく契約形態の検討

大量の資機材調達や遠隔地を含む複数地点の建設工事が含まれるなど、実施監理の難易度が高いと考えられる事業で適切な契約形態を検討するためには、類似する円借款事業の経験、実施機関の経験・能力を具体的に把握して検討する必要がある。そのためには、先行事業を含む類似事業の実施上の経験を十分把握して分析し、その教訓を関係機関の間で共有することが必要である。さらに、契約管理業務が実施機関に過度の負担とならないような契約ロット割及び契約形態を検討することが必要である。

本事業のうちワヌコ州では、実施機関であるエネルギー鉱山省が先行フェーズの経験に基づき資機材調達と建設工事をパッケージ化した契約により事業を円滑に実施できた。これに対し、カハマルカ州とロレト州では両州政府が実施機関となり、資機材調達と建設工事を別々の契約で実施したため、契約が多数に上ったうえ、実施機関自身が大量の資機材を適切に保管する責任を負ったことが事業の円滑な実施を難しくする要因の一つとなったと考えられる。

#### 農村電化施設の段階的運用

農村電化施設は完成後、通电して運用せずに長期間が経過すると施設や線下樹木の適切な維持管理が行われず、盗難が起きるなどにより施設が損傷し、事業費の増大を招く可能性がある。よって、事業効果を早期に発現するためにも、建設工事は施設を段階的に完成して運用開始できるような工程で実施し、各段階の完成後は直ちに運用開始することが望ましい。また、施設完成から運用開始までに期間が空く場合は、警備員を配置するなどして施設を保全する必要がある。

本事業ではロレト州において一部の施設が完成後、運用されない期間に施設の損傷、電線の盗難、線下敷きの樹木の生育などが起き、その修復費用が大きく事業費が計画を大幅に超えた。このため、州政府による事業計画の再承認手続き及び追加財源が必要とされ、2019年4月現在、未完成である。

#### 農村電化事業における社会的支援

農村電化事業は、ほぼ初めて電力サービスを利用することになる電力利用者が、電力・電化製品の適切な利用、停電時の対応、保安伐採の重要性等について理解することが重要である。そのための情報普及は電力サービスの開始時期に合わせて実施するべきである。保安伐採については線下補償の内容及び保安伐採の目的（安全・停電防止）について住民の十分な

理解を得るとともに、村落行政・住民組織との連携等により電力利用者の積極的な関与を促すことが望ましい。

本事業ではカハマルカ州とロレト州で電力の生産的な利用のための情報普及を行う JICA の技術協力が実施されたが、その実施時期は電力サービスの提供開始の数年前であったため、事後評価時にその内容を覚えている住民はほとんどいなかった。保安伐採については、補償済みにも関わらず線下で成長した樹木の伐採を拒んだり、線下に新たに植樹して再補償を要求したりするなど、円滑な保安伐採の実施が難しい場合がある。

### 主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット		
<b>農村電化システム建設</b>		
農村電化事業数	カハマルカ州 19 ワヌコ州 8 <u>ロレト州 6</u> 合計 33	カハマルカ州 19 ワヌコ州 8 <u>ロレト州 5</u> 合計 32
配電線（中圧線）（km）	カハマルカ州 2,132 ワヌコ州 926 <u>ロレト州 678</u> 合計 3,736	カハマルカ州 1,778 ワヌコ州 870 <u>ロレト州 721</u> 合計 3,369
新規接続数	カハマルカ州 56,161 ワヌコ州 18,995 <u>ロレト州 8,111</u> 合計 83,267	カハマルカ州 43,508 ワヌコ州 16,226 <u>ロレト州 8,188</u> 合計 67,922
<b>送電施設建設</b>		
送電線 60kV（ワヌコ州）	23.0km	21.5km
変電所（ワヌコ州）	1カ所	1カ所
<b>コンサルティング・サービス</b>	詳細設計、調達支援、施工管理	計画どおり
② 期間	2009年3月～2011年5月 (29カ月間)	2009年3月～事後評価時点(2019年4月)で一部未完成(122カ月間) カハマルカ州農村電化システム： 2012年9月(43ヶ月間) ワヌコ州農村電化システム： 2011年3月(25ヶ月間) ワヌコ州送電線・変電所： 2014年4月(62ヶ月間) ロレト州農村電化システム： 2019年4月現在、一部未完成 (122ヶ月間)
③ 事業費		
合計	13,243百万円	14,351百万円
うち円借款額	4,926百万円	4,925百万円
換算レート	1ドル=111円=3.16ソル (2008年)	1ドル=95.3円=2.85ソル (2010年～2015年の平均)
④ 貸付完了	2013年3月8日(ロレト州) 2013年6月12日(カハマルカ州)	