フィリピン

2020 年度　外部事後評価報告書

無償資金協力「イフガオ州小水力発電計画」

外部評価者：株式会社アイツーアイ・コミュニケーション　原口　孝子

０. 要旨

本事業は、ルソン島北部のイフガオ州において小水力発電所を整備することにより、国産の再生可能エネルギー利用を図り、もって地域の観光資源である棚田の保全及び温室効果ガス排出量の削減に寄与することをめざした。このような目的は、フィリピンの開発政策、開発ニーズ及び日本の援助政策に合致しており、妥当性は高い。事業で建設されたリクッド小水力発電所の発電能力はおおむね計画されたレベルで維持されているものの、売電契約が未承認であることや導水路等土木施設の破損により発電所の稼働が不十分であり、事後評価時現在も稼働していない。そのため、売電収入を活用した棚田保全活動も開始されていない。よって、農業面などいくつかの副次効果はあったが、有効性・インパクトは低いと判断した。本事業のアウトプットはおおむね計画どおり産出されたが事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。本事業の運営・維持管理は、一部施設の状況に問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

１. 事業の概要

事業位置図

建設されたリクッド小水力発電所

１.１ 事業の背景

フィリピンでは、2008 年の「再生可能エネルギー法」成立以降、エネルギー安全保障と温室効果ガス排出削減の観点から、再生可能エネルギーへの転換が積極的に進められていた。その中で、小水力発電は、全体のエネルギーバランスに与える影響は小さいものの、資金調達及び環境・社会配慮における難易度が大規模水力発電開発に比べて低い

ことから、積極的な開発が期待されていた。ルソン島北部に位置するイフガオ州は、豊富な水資源と落差の大きい地形により、小水力発電のポテンシャルが国内で最も高い地域の一つであるが、2011 年の年間電力需要の 90%以上を州外からの電力供給に依存しており、小水力発電を利用した新規発電事業の開発は重要課題の一つであった。

同時に、イフガオ州の棚田群は国連教育科学文化機関（UNESCO）の世界遺産に登録されており、これを保全する必要性も生じていた。本事業に先行し、Global Sustainble Electricity Partnership（以下「GSEP」という。旧称 e8。日本を含む G8 諸国の大手電力会社が設立した国際支援の枠組み）の支援で 2010 年に同州に設置されたアンバンガル小水力発電所（200kW）の売電収入の一部を、同時に設立された棚田保全基金（Rice Terraces Conservation Fund、以下「RTCF」という。）を通じて棚田の保全に充てる取り組みが行われており、本事業は同取り組みを拡大するものとしても期待されていた。

１.２ 事業概要

ルソン島北部のイフガオ州において小水力発電所（820kW）を整備することにより、国産の再生可能エネルギー利用を図り、もって地域の観光資源である棚田の保全及び温室効果ガス排出量の削減に寄与する。

供与限度額/実績額		893 百万円（当初）、922 百万円（修正）[1] / 921 百万円
交換公文締結/贈与契約締結		2013 年 3 月（当初）、2015 年 3 月（修正） / 2013 年 4 月（当初）、2015 年 5 月（修正）
実施機関		エネルギー省[2]
事業完成		2015 年 7 月
事業対象地域		イフガオ州アシプロ郡ハリアップ村
案件従事者	本体	岩田地崎建設株式会社
	コンサルタント	東電設計株式会社
協力準備調査		2012 年 7 月~2013 年 3 月
関連事業		Global Sustainble Electricity Partnership（GSEP）によるアンバンガル小水力発電所の開発と RTCF 創設（2010 年）

[1] 本事業では、事業開始後のスコープ変更（「３.２ 効率性」参照）に伴う事業費の増加に対応するために、供与限度額を増額する修正交換公文・贈与契約が締結された。
[2] 事業事前評価表では、実施機関はイフガオ州政府で、エネルギー省は監督官庁となっていたが、贈与契約や事業実施中の公式文書類での整理に合わせた。

２.調査の概要

２.１ 外部評価者

原口　孝子（株式会社アイツーアイ・コミュニケーション）

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：2020 年 12 月～2022 年 1 月

現地調査：2021 年 3 月（新型コロナウイルスの影響により、日本から遠隔実施[3]）

３.評価結果（レーティング：D[4]）

３.１ 妥当性（レーティング：③[5]）

３.１.１ 開発政策との整合性

事前評価時、事後評価時両時点の中央及び州の開発計画等において、小水力を含む再生エネルギー開発が促進されている。また、州開発計画の中では棚田保全が一貫して目指されている。よって、本事業と開発政策との整合性は高い。

まず事前評価時、国家開発計画である「中期開発計画」（2011 年～2016 年）及び「国家再生可能エネルギー計画」（2011 年～2030 年）に、2008 年成立の「再生可能エネルギー法」に基づいた、水力発電をはじめとする再生可能エネルギーの開発・利用促進が掲げられている。特に小水力発電は、資金調達や環境社会配慮の観点から重要視されている。州レベルでは、イフガオ州は 2007 年に「州開発予算の拡充」「州内電気料金の低減」「棚田保全資金の確保」を目的とする「小水力開発条例（Mini-Htdro Elecctric Power Development Program Ordinance No.2007-045）」を制定し、州内の小水力発電開発を奨励している。

事後評価時は、国家開発計画「フィリピン開発計画」（2017 年～2022 年）（2021 年 2 月改訂）に再生可能エネルギー開発のさらなる促進、各地域の電力供給組合による分散型発電施設開発の促進が掲げられている。州レベルでは、「イフガオ州開発計画」（2017 年～2022 年）にて、インフラ開発目標の一つとして小水力開発を掲げている。上記イフガオ州「小水力開発条例」も引き続き有効である。

３.１.２ 開発ニーズとの整合性

イフガオ州の電力需要と小水力開発のニーズ、並びに売電による棚田保全のニーズは、事前評価時から事後評価時まで一貫して高い。

---

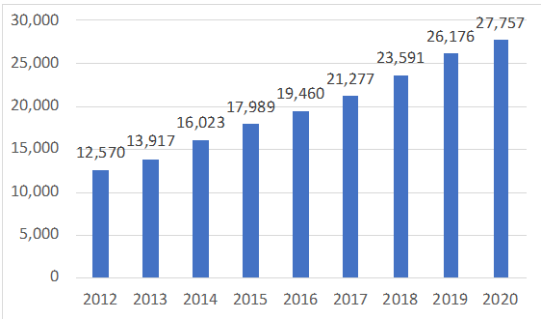
[3] 事後評価者の指示の下、マニラ近郊在住の現地調査補助員が、実施機関及び関係機関へのインタビュー調査とサイト視察を実施した。インタビュー調査の一部は、事後評価者がオンラインで行った。

[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」

図 1 に示すように、イフガオ州の電力需要量は事前評価時から 2020 年まで一貫して増加している。背景には世帯電化の進展があり、需要量の年平均増加率は 2001 年～2010 年が 6.7%だったのに対し、2012 年～2020 年は 10.4%と高まっている。ピーク時需要は 2013 年 2.97MW から 2019 年 6.97MW と 135%増加した。供給源は、事前評価時は、州所有のアンバンガル小水力発電所（200kW）を除くと独立系発電事業者（IPP）からの購入であった。事後評価時は、これに本事業で建設したリクッド小水力発電所（820kW）が加わったが、電力需要量の 9 割以上を IPP からの購入に頼っている状況には変更はない（「３.３.２ インパクト」も参照）。

（単位：MWh）



出所：イフガオ州政府提供資料

図 1　イフガオ州の電力需要量

本事業の実施機関であるエネルギー省並びにアンバンガル、リクッド両小水力発電所を所有・運営するイフガオ州政府によれば、本事業、すなわちリクッド小水力発電所は、地域の送電網に追加の電力を供給し電圧変動を安定させるために非常に重要とのことであった。かつ、地域に恒久的かつ長期的な雇用をもたらす施設として、また収入の一部を棚田保全に充当するためにも重要であるとの指摘があった。

棚田保全のニーズについては、イフガオ州政府によれば、事後評価時現在、棚田保全に対する国や州政府からの支援は単発ベースで規模も限られているため、復旧が必要な棚田の数（データは入手できず）にかんがみると、州所有の発電所からの売電収入の活用は重要とのことであった。

３.１.３ 日本の援助政策との整合性

事前評価時における日本の援助政策との整合性は、以下に述べるように高い。すなわち、「対フィリピン共和国国別援助方針」（2012 年 4 月）及び「国際協力機構（JICA）国別分析ペーパー」（2012 年 3 月）において「投資促進を通じた持続的経済成長」及び「気候変動対策支援」として再生可能エネルギーの開発・利用促進を通じて電源多様化・エネルギー自給率向上を支援していくことが掲げられている。

３.１.４ 事業計画やアプローチ等の適切さ

後述するように、本事業で建設したリクッド小水力発電所が事後評価時稼働していないことを主な理由とし、本事業の有効性・インパクトは低いと評価した。同発電所の大きな問題である（1）導水路のひび割れや沈砂池の洗掘等施設が破損したことと（2）売電契約が未承認で発電所の稼働停止を余儀なくされていることにつき、事

業計画・アプローチに問題があったか（回避し得たか）を、既存資料と関係者聞き取りから検討した。

まず（1）施設の破損については、2016 年及び 2018 年の大雨により地下水位が上昇し、地すべりが発生したことが原因である可能性が、現地視察の結果として指摘されている。さらには、2020 年の大雨の後、補修済みの箇所を含め、再度導水路が破損した（施設の状態の詳細は「３.３.１.１　定量的効果」及び「３.４.４　運営・維持管理の状況」参照）。これに対し、概略設計（協力準備調査）時の地すべり地形の調査の結果、すべり体は安定しており崩壊性地すべりは再発しないとの結論で、また表層地すべりが近年に発生した地形を導水路が横切る箇所では、これに対応した設計（水路橋や擁壁）とし、問題は発生していない。当時、隣接する郡の類似した地形のアンバンガル小水力発電所では、より急な斜面に導水路が設置されていたが、同様の問題は発生していなかった。事後評価時現在、JICA によるフォローアップ協力が実施されており、導水路のひび割れが地すべりを原因としているかどうかが調査・解明される予定である。よって、事後評価時時点で、概略設計及び詳細設計が地すべりの可能性を過小評価していたとの判断はできない。

次に（2）売電契約が未承認である点についても、概略設計時、類似のアンバンガル小水力発電所において同様の問題が発生していなかったことから、予見は困難であったと思われる（売電契約未承認問題の詳細は「３.２.１　アウトプット」参照）。

このように、事業計画・アプローチは、完成後に発生した問題を予見できなかったことはやむを得ないという意味で、おおむね適切であったと考えられる。

以上より、本事業の実施はフィリピンの開発政策、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は（1）820kW の小水力発電所（リクッド小水力発電所）整備、（2）コンサルティングサービス（ソフトコンポーネントを含む）、また発電とは関係ないが、地元住民の要望により加えられた（3）既存灌漑設備の補修から成っていた。これらは、下表のように一部変更はあったがおおむね計画どおり完成した。変更点はいずれも事業開始後に発生した状況への対応であり、特に問題は認められない。JICA も妥当と判断している。一方で、フィリピン側負担事項である、発電所運営のための許認可事項の一部が未完成となっており、アウトプット完成には影響はなかったが、発電所の稼働停止と売電による売上の未回収を引き起こしている。

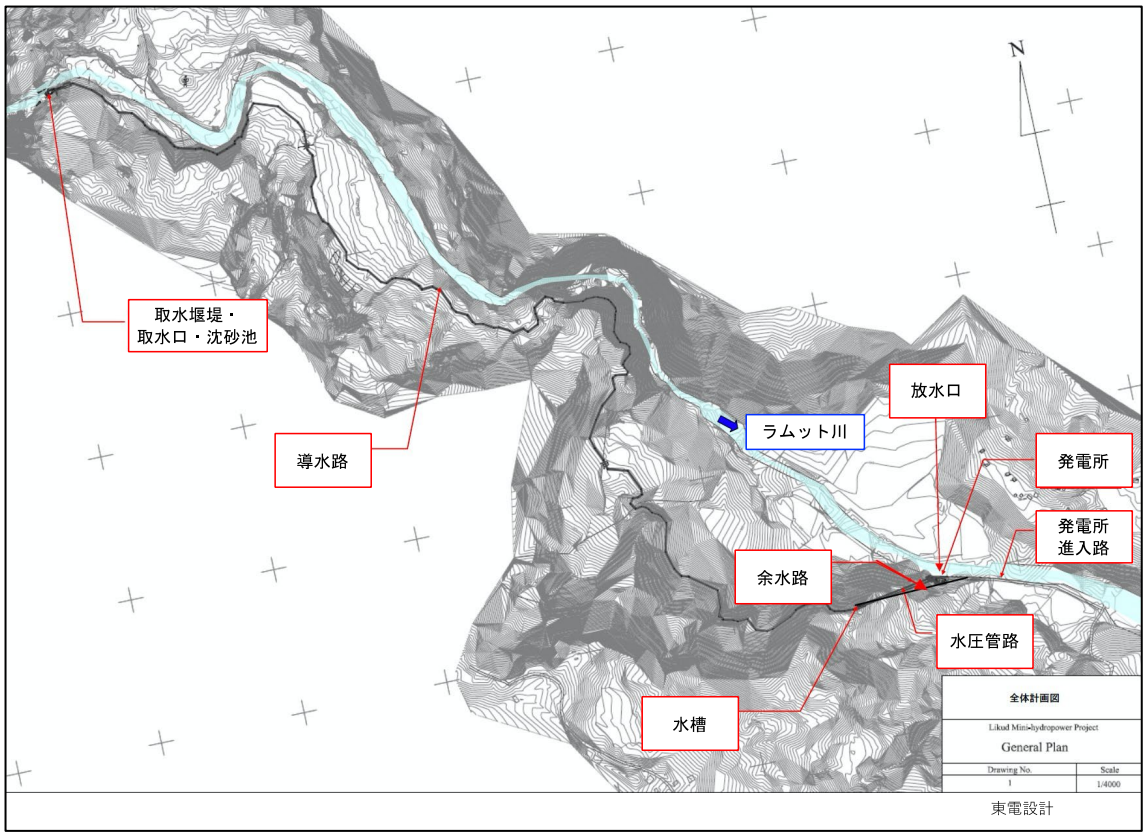
表 1　アウトプットの計画と実績

アウトプット	事前評価時計画	実績
(1) 820kW の小水力発電所整備	1) 機材及び据付：水車、発電機、制御装置、配電盤開閉設備、屋外変電設備、配電設備 2) 土木設備：取水堰堤、取水設備、沈砂池、導水路、水圧管路、水槽・余水路、発電所、発電所進入路	一部スコープ変更があったが、おおむね計画どおり。 主なスコープ変更： • 詳細設計以降に発生したと思われる自然斜面崩壊の影響による地形変更に伴う、導水路線形変更、コンクリート擁壁形状・範囲変更、斜面安定を図るための石積擁壁工の範囲拡大 • 掘削開始後、石灰岩に想定以上に亀裂が発達し掘削時に崩壊しやすいことが判明したことによる、急崖地形地の斜面から尾根を横断する線形への導水路線形変更、一部トンネル水路への変更
(2)コンサルティングサービス	1) 詳細設計、施工監理 2) ソフトコンポーネント：発電所の組織・人材育成、RTCF 運営の適正化	計画どおり。 ソフトコンポーネントの具体的内容： • 発電所の組織・人材育成（運転員候補者（地域住民）及びプラントスーパーバイザー（州政府職員）トレーニング） • RTCF 運営の適正化（現行 RTCF ガイドライン改定、発電所維持管理及び棚田保全活動に関わる州条例（Provincial Ordinance No. 2010-019）改定例作成、小水力発電所運営マニュアル改定。いずれも 2015 年 7 月イフガオ州議会にて承認。）
(3) 既存灌漑設備の補修	水路延長 700m、灌漑面積 2.43ha 発電所の建設に合わせ、事業対象地において機能を失っている既設灌漑水路の補修については、地元住民から強い希望があること、水力発電事業への影響が微小であること、補修が比較的容易であることから、本事業における支援項目に追加することとした。	水路延長 650m、灌漑面積は正確な測量はなされていないがほぼ計画どおりとの関係者説明。

出所：JICA 提供資料、イフガオ州政府提供資料・聞き取り、施工監理コンサルタント聞き取り、現地踏査

水車・発電機

導水路。谷側の細い水路は補修された灌漑用水路



出所：施工監理コンサルタント提供資料

図 2　事業レイアウト

フィリピン側負担事項には（1）エネルギー省と州政府の責任分担に係る覚書締結、（2）州政府による、発電所運営のための各種許認可取り付け[6]、（3）州政府による運営維持管理体制の構築、（4）州政府による運営維持管理費の予算化、（5）州政府による棚田保全基金の運用、（6）エネルギー省による関税・免税手続きが含まれており、2021 年 9 月現在、（2）の一部と（6）が未完成であった。

（2）の、発電所運営のための許認可事項のうち未完成のものは以下の三つである。それぞれの状況を、州政府質問票回答及び提供資料に基づいて記す（丸数字は脚注 6 に記した連番に対応）。

- ③国家先住民族委員会（National Commission on Indigenous People、以下「NCIP」という。）からの「自由かつ事前の情報に基づく同意（Free and Prior Informed

[6] 事前評価時に計画されていたのは、①小水力発電事業に対する地方自治体からの推薦（州、村、郡議会承認）取り付け、②用地取得、③国家先住民族委員会（NCIP）からの「自由かつ事前の情報に基づく同意」証明の取得、④環境天然資源省（DENR）からの環境適合証明取得、⑤国家水資源局（NWRB）からの水利権取得、⑥エネルギー省からの発電所運転許可取得、⑦州政府とイフガオ州電力供給組合（IFELCO）での売電契約締結、⑧エネルギー規制委員会（ERC）による発電所の運転能力の認定・発電所運転許可の取得。なお、本事後評価時に問題となっているのは⑨売電契約（⑦）の ERC による承認取り付けというプロセスだが、協力準備調査報告書には売電契約締結自体と区別しての記載は特段なかった。

Consent，以下「FPIC」という。)」証明書取得：本事業サイトはフィリピン国内法上の先住民族であるイフガオ族が居住する地域であることから、先住民族保護法（1997 年）に基づき、開発事業は事前に先住民族共同体に対して事業内容・情報を開示して FPIC を取り付ける必要があった。州政府は 2014 年の施設建設時、直接影響村 3 村の FPIC を取得したが、関係の郡全体の FPIC を得る必要があるとの追加指示が NCIP 本部からあり、州政府及び現地 NCIP が作業中である。州政府によると、NCIP 州事務所での必要書類準備に時間がかかっているとのことであった。「FPIC 及び関連プロセスに係る改定ガイドライン」（2012 年）に基づき、事業実施者は FPIC が取り付けられたことを示す証明書を NCIP より取得する必要があるが、上記の状況により未取得である。なお、同じく州政府によると、証明書の未取得は、次に述べる水利権（⑤）及び売電契約承認（⑨）の取得に影響を及ぼす可能性があるが、取得手続き中であることを示す通知文書の提出をもって、売電契約承認プロセスは進められている。

- ⑤国家水資源局（National Water Resources Board、以下「NWRB」という。）からの水利権取得：本事業期間中は、申請後 NWRB の追加資料要求に対応していたが、事後評価時も取得に至っていない。州政府によると、追加資料である生態系持続性計画（Ecological Sustainability Plan）準備のための専門家サービス費用を 2021 年度補正予算で申請中とのことであった。同じく州政府によると、水利権は売電契約承認（⑨）申請の要件の一つだが、取得手続き中であることを説明した通知文書の提出をもって売電契約承認プロセスは進められており、承認が得られなかった場合も、同通知文書を根拠に発電所の稼働は可能であるとのことである。

- ⑨エネルギー規制委員会（Energy Regulatory Commission、以下「ERC」という。）による売電契約承認：売電契約は、2014 年 10 月に州政府とイフガオ州電力供給組合（Ifugao Electric Cooperative, Inc.、以下「IFELCO」という。同州の配電事業者）との間で締結され、州政府と IFELCO は 2015 年 3 月に承認申請書類を ERC に提出した。しかし、申請書の不備やその後の要件変更等[7]により手続きが遅延・中断し、売電による売上の未回収と発電所の停止を引き起こしている。2021 年 4 月に、州政府と IFELCO は再度申請書類を提出し受理された。2021 年 9 月現在、ERC と州政府・IFELCO の間で聴聞会の実施など対応が進んでいる。エネルギー省及び JICA（フィリピン事務所及び既述のフォローアップ

[7] 申請書は、書式がアンバンガル小水力発電所の申請（2010 年）当時のものであったことと、その後変更となった記載事項が不足していたこと等で受理されなかった。また、ERC は 2016 年 4 月 30 日より、売電契約に競争選考方式（Competitive Selection Process、以下「CSP」という。）を義務付けることとし、リクッド小水力発電所がこの適用を受けないようにするための検討に時間を要した（2018 年 9 月 5 日に、エネルギー省から IFELCO に、本事業は CSP 適用外と通知）。その後申請準備が再開されたが、添付書類の日付が古いことや不足書類が ERC から指摘され、さらなる資料作成が必要になった。

協力（事後評価時実施中））も、そのプロセスを支援している。なお、本手続きが遅延している間に、承認の要件であった、発電所の運転能力の認定・発電所運転許可（Certificate of Compliance、以下「COC」という。脚注 6 の⑧。有効期限は 2016 年 8 月 18 日から 2021 年 8 月 17 日まで）が失効した。州政府は COC の更新を ERC に申請中であるが、上述した FPIC 証明書（③）（未取得）が COC 更新の要件であることが、手続きに影響を与えている。州政府は FPIC に係る手続きが進行中であることをもって COC 更新手続きに正当性があることを裁判所に申し立てて認められ、ERC の回答を待っているとのことである。

（6）エネルギー省による関税・免税手続きについては、付加価値税（VAT）の還付が 2021 年 7 月時点で行われておらず、コントラクターは JICA 及び日本大使館の支援も得て還付の要請中である。エネルギー省によれば、フィリピン政府の監査・会計手続きを厳格に遵守しているため時間がかかっているとのことである。

３.２.２ インプット

３.２.２.１ 事業費

総事業費の計画額は 966 百万円（日本側 : 修正交換公文に基づく供与限度額 922 百万円、フィリピン側 : 44 百万円）であった。実績額は 972 百万円（日本側 : 921 百万円、フィリピン側 : 51 百万円）となり、計画を上回った（計画比 101%）[8]。フィリピン側事業費は、前項で述べた VAT 未還付額を含んでいないが、仮に VAT 還付が完了した場合の実績は、フィリピン側事業費 61 百万円、総事業費 982 百万円（計画比 102%）となる。

３.２.２.２ 事業期間

本事業の贈与契約締結から供用開始までの期間は、事前評価時計画では 2013 年 4 月から 2015 年 2 月までの 23 カ月間であった。実績は、2013 年 4 月から 2015 年 7 月までの 28 カ月間であり計画を上回った（計画比 122%）[9]。超過理由は上述したスコープ変更のほか、工事前手続きの遅れやコントラクターが労働力を一部確保できなかったことによる一部工事の遅れであった（工事期間は計画 16 カ月間、実績 21 カ月間）。

[8] 百万円未満切り捨て。日本側事業費が計画額を上回ったのは主に為替の変動のため。フィリピン側事業費実績額は、エネルギー省 17,962,270 ペソ、イフガオ州政府 2,985,198 ペソ。エネルギー省実績額は未還付の VAT（10,276,000 ペソ）を含まない。円換算に用いた為替レートは、計画 1 ペソ＝2.03 円（協力準備調査にて使用）、実績 1 ペソ＝2.45 円（事業実施中の平均）。

[9] JICA 事後評価の原則に沿って、事業期間の起点は贈与契約締結、終点は供用開始とした。修正交換公文・贈与契約は事業開始後の締結であったため、事業期間の計画・実績比較では当初贈与契約締結日を計画期間の起点とした。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。

３.３ 有効性・インパクト[10]（レーティング：①）

３.３.１ 有効性

本事業で建設されたリクッド小水力発電所の発電能力はおおむね維持されているものの稼働が不十分であるため、定量的効果を示す発電端電力量は目標年から事後評価年に至るまで、目標値を大きく下回っている。定性的効果としてソフトコンポーネントの効果が確認されたが、定量的効果の実績と、事後評価時に発電所が稼働していないことから、事業目的「国産の再生可能エネルギー利用」の達成は限定的と判断した。

３.３.１.１ 定量的効果（運用・効果指標）

本事業では、定量的効果の指標として「発電端電力量」及び「CO_2 排出量削減への寄与」の二つが設定されていた。本事業の有効性レベルの事業目的は「国産の再生可能エネルギー利用」であることから、指標のうち「発電端電力量」はその性質上、有効性レベルの運用指標と効果指標を兼ねるものとして本項にて検証する。一方、「CO_2 排出量削減への寄与」は、インパクトレベルの事業目的「温室効果ガスの削減」を測るものであるため、インパクトレベルの効果指標として、後述「３.３.２.１ インパクトの発現状況」にて検証する。

表 2 に示すように、発電端電力量の目標年（2018 年）実績値は 1,315MWh/年で、目標値 4,451MWh/年を大きく下回った（達成度 30%）。発電所が安定的に稼働していた 2017 年は目標値以上の実績を示したが、年間平均を算出可能な 2016 年から 2020 年の発電量を平均すると 1,856MWh/年で、これは目標値の 42%に相当する。

表 2　リクッド小水力発電所の発電端電力量（運用・効果指標）

単位：MWh/年

	基準値	目標値	実績値					
	2012 年	2018 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
		事業完成 3 年後	事業完成年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後	事業完成 3 年後	事業完成 4 年後	事業完成 5 年後
発電端電力量	0	4,451[a]	545	2,095	4,447	1,315	961	462
（参考）送電端電力量	0	-	532	2,042	4,360	1,303	961	462

出所：JICA 提供資料、イフガオ州政府提供資料
注：a）発電端電力量の計画値は、事業事前評価表では 3,657MWh、準備調査報告書では 5,585.5MWh または 4,451MWh と、記載箇所によって数値が一致していない。JICA によると 4,451MWh が正しいとのことであるため、この値を採用した。

[10] 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。

発電量が目標値を下回った理由は、さまざまなトラブルによる発電所の稼働停止である。詳細は表 3 にまとめた。施設面の問題としては導水路の損傷とタービンの水漏れがある。イフガオ州政府は、導水路は損傷の度に補修してきたが、2020 年 11 月の台風による損傷は、事後評価時実施中のフォローアップ協力における調査結果を待って補修予定となっている。タービンの水漏れに対しては、原因の調査（軸を支えるシール材の摩耗）と排水ホースの交換といった応急処置を施している。しかし、阻害要因として最大のものは、既述のとおり売電契約が承認されていないことであり、発電所の稼働停止及び、過去の売電収入のほとんどが売掛金として未回収である状況を招いている。なお、過去の発電所の稼働と電力の販売は、イフガオ州政府が IFELCO との売電契約を履行するために暫定的な対応として行ってきたものであるが、同契約が ERC に承認されていない状況下での稼働は止めるべきとの ERC の勧告を IFELCO と州政府が受け入れ、2020 年 8 月に稼働停止したものである。

施設のトラブルがなかった 2017 年の良好な実績と、発電所の最大出力はおおむね計画どおりのレベルを保っている（表 4）ことからは、売電契約が承認され、破損した導水路が修理されれば、想定どおりの効果が発現すると思われる。

表 3　発電量が計画を下回った期間と理由（主なもの）

期間	理由
2015 年 7 月～11 月	水槽横に小屋を建設するため 1 日 12 時間運転
2015 年 9 月～10 月	発電所配電盤の過電流によるヒューズ切れで 40 日間停止
2016 年 1 月～2016 年 4 月	変圧器の故障により 4 カ月停止
2016 年 10 月～11 月	台風による導水路の破損で 23 日間停止（補修済み）
2016 年 10 月～2017 年 8 月	台風による沈砂池の破損により 10 カ月断続的に稼働（補修済み）
2018 年 2 月～7 月	IFELCO 側の配電の設定に誤りがあり、電流の不均衡が発生したため、IFELCO 側にて再設定が完了するまでの間、発電機を 1 基運転。
2018 年 8 月～10 月	豪雨による導水路ひび割れにより 3 カ月間停止（補修済み）
2019 年 3 月	乾季の渇水により 1 カ月間停止
2019 年 11 月～2020 年 5 月	タービンの水漏れにより 7 カ月間停止（応急処置（排水ホース交換等）済みだが軸を支えるシール材の交換必要）
2020 年 8 月～2021 年 9 月現在	ERC による売電契約未承認のため停止中 2020 年 11 月の台風で導水路一箇所が破損し、近くの修理済みひび割れ箇所も再度破損。フォローアップ協力の調査結果を待ってイフガオ州政府が修理予定。

出所：イフガオ州政府提供資料

表 4　リクッド小水力発電所のその他のデータ及び
アンバンガル小水力発電所の参考データ

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
最大出力（kW）	815	820	820	812	802	764
設備利用率（%）[a]	7.69	29.53	62.68	18.53	13.54	6.51
稼働があった月数	6 カ月	8 カ月	12 カ月	9 カ月	9 カ月	3 カ月
計画外停止時間（時間）[b]	2,557	1,425	867	1,117	1,659	65
売電量 [c]（MWh）	532	2,042	4,360	1,303	961	462
売電収入（グロス）（千ペソ）[d]	1,926	7,394	15,784	4,716	3,478	1,673
売電収入（ネット）（千ペソ）[e]	1,830	7,327	15,701	4,601	3,889	1,640
うち受取済	1,830	480	0	0	3,389	801
参考:アンバンガル小水力発電所						
売電量（MWh）	910	0	220	424	442	630
売電収入（千ペソ）	3,294	0	796	1,535	1,600	2,281

出所：イフガオ州政府提供資料
注：a）設備利用率計画値は 62.73%（2016 年以降）。b）発電所の稼働があった月のみの数値。c）売上未回収分を含む。d）ERC から売電契約承認が得られていないため、州政府はアンバンガル小水力発電所の単価（3.62 ペソ/kWh）を用いて計上。e）発電停止時の IFELCO からの購入電力（所内消費用）を差し引いた額。

３.３.１.２ 定性的効果（その他の効果）

有効性に関する定性的効果[11]としては、ソフトコンポーネントの効果である発電所の組織・人材育成、RTCF 運営の適正化が計画どおり実現した。イフガオ州政府によれば、本事業のトレーニングを受けた発電所要員は全員[12]、発電所の運営・維持管理に携わっており、基礎的な技術に問題はない。RTCF 運営については、トレーニングを受けた要員は全員が臨時職員であったという性質上、事後評価時には離職しているが、新たな職員も、ソフトコンポーネントで作成されたガイドラインを用いて RTCF 運営を行っている（「３.４.２ 運営・維持管理の技術」も参照）。

３.３.２ インパクト

３.３.２.１ インパクトの発現状況

事業事前評価表にて想定された本事業のインパクトのうち「地域の観光資源である棚田の保全」の発現は限定的であると判断される。他方、「温室効果ガス排出量の削減」は、理論的にではあるが一部達成されたといえる。また、事業事前評価表には明記されていないが、本事業のインパクトとして想定し得る、「イフガオ州への安定的な電力供給への寄与」「再生可能エネルギーへの関心の高まり・

[11] 事業事前評価表では、定性的効果として「売電収入による観光資源の保全（棚田保全）」が掲げられていたが、これは内容上、インパクトレベルの効果と整理した。有効性レベルの定性的効果としては、ソフトコンポーネントの効果を確認した。
[12] 死去 1 名を除く。

小水力の活用の増加」も合わせて確認したところ、これらについては一定の発現が認められた。

（１）地域の観光資源である棚田の保全

本事業の売電収入による棚田保全へのインパクトはまだない。RTCF は主に棚田の小規模灌漑システム補修に用いられており、毎年 3～8 件のプロジェクトが実施されているが、これまでのところ、全てアンバンガル小水力発電所からの繰入額を使用している。リクッド小水力発電所からの拠出は限定的である。これは、売電契約の承認がなされていないため、売電収入のほとんどが未回収であることによる。2021 年 3 月時点での、リクッド小水力発電所からの RTCF への繰入額は 45 万ペソで、三つの棚田小規模灌漑補修プロジェクトの事業費として、2020 年度に繰り入れられた。ただし支出実績はまだない。イフガオ州政府の予算書によれば、2021 年度にはそれらのプロジェクトが実施される予定とのことである。

表 5　イフガオ州 RTCF データ（2021 年 3 月時点）

単位：ペソ

		2016 年度～2020 年度
売電収入からの繰入額	リクッド	450,000
	アンバンガル	4,200,000
	合計	4,650,000
棚田保全活動への支出額	リクッド [a]	0
	アンバンガル	1,757,756
	合計	1,757,756
残高	リクッド	450,000
	アンバンガル	2,442,244
	合計	2,892,244

出所：イフガオ州政府提供資料
注：a）2021 年度は支出が予定されている。

（２）温室効果ガス排出量の削減

温室効果ガス排出量の削減へのインパクトにつき、下表のとおり、発電量に基づいた理論値として CO_2 削減量を計算した。イフガオ州は IPP からの購入電力も含め本事業前から水力を電源としていたが、フィリピン国全体でみれば、リクッド小水力発電所が稼働した分だけ CO_2 排出量が削減されたといえる。

表 6　リクッド小水力発電所の CO_2 排出量削減への寄与（理論値）（効果指標）

単位：tCO_2/年

	基準値	目標値	実績値					
	2012 年	2018 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
		事業完成 3 年後	事業完成年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後	事業完成 3 年後	事業完成 4 年後	事業完成 5 年後
CO_2 排出量削減への寄与（発電端）[a]	0	2,167[a]	266	1,020	2,166	640	468	225

出所：JICA 提供資料、イフガオ州政府提供資料

注：a）目標値は事業事前評価表では 1,780tCO_2/年となっているが、JICA の指示により、準備調査報告書記載の 2,167tCO_2/年を採用した。計算方法は、目標値、実績値ともに、年間発電量×排出係数（0.487tCO_2/MWh）。

（３）イフガオ州への安定的な電力供給への寄与

イフガオ州では、リクッド及びアンバンガル小水力発電所からの電力は州のベースロード電源と位置付けられており、安定的な電力供給が期待されていた。電力需要量のうち IPP からの購入の割合は、2015 年から 2020 年の平均が 91％と、事前評価時から変わっていない。この背景には、電力需要の増加とリクッド小水力発電所の頻繁な停止がある。同発電所が比較的順調に稼働した 2017 年には、この割合は 79％まで低下したが、その後のトラブルにより、一旦減少した IPP からの購入量は再度増加している。このように、発電所が稼働している時期には、本インパクトは発現しているといえる。イフガオ州政府のインパクト分析（2021 年）によれば、リクッド小水力発電所が計画どおり稼働し、IPP からの購入量が減少した場合、発電コストはやや上昇するが送電コストが減少し、全体としてはコストを削減できる計算である[13]。なお、アンバンガル小水力発電所は、2016 年を除きほぼ安定して稼働している。

（４）再生可能エネルギーへの関心の高まり・小水力の活用の増加

再生可能エネルギーへの関心の高まり・小水力の活用の増加へのインパクトは、本事業がアンバンガル小水力発電所とともに地域の小水力発電の事例となり、後続の小水力開発に貢献しているという点においてみられる。すなわち、両発電所により地方での小水力発電の認知度と需要度が高まり、エネルギー省はこれまでにイフガオ州にて 11 件の水力開発権（Hydropower Service Contract）を発行し、その合計容量は 450MW に達する。2021 年 3 月時点で、うち 1 件は建設中、10 件はフィージビリティ・スタディまたは詳細設計を実施中であった。

[13] 2020 年時点での IPP 価格に基づくが、同価格は変動するため、発電コストへのインパクトも変わり得る。

３.３.２.２ その他、正負のインパクト

（１）自然環境へのインパクト[14]

自然環境へのマイナスのインパクトは見受けられなかった。

フィリピン環境法では、出力規模が小さいことから本事業を環境影響評価（EIA）の適用外としており、これを証明する環境適用外証明証（Certificate of Non-Coverage、以下「CNC」という。）を環境天然資源省（Department of Environmental and Natural Resources、以下「DENR」という。）から得ることとなっており、イフガオ州政府は 2013 年 4 月及び 2014 年 10 月（設計変更に伴う）にこれを取得していた。

本事業の建設は、ほとんどが人力で行われること、資機材運搬に簡易索道（無動力）を多用することなどで、建設機械の稼働、資機材運搬に伴う大気・騒音等による影響を最小限度に抑えるものであった。運転開始後に関しては、本事業ではオイルレス仕様の機器を選定しており、異常洪水等による万一事故の場合も油流出等による水質の汚染は発生しない設計であった。発電所周辺に民家はなく騒音等の問題も発生し難いが、発電所建屋を鉄筋コンクリート構造とすることで騒音の外部流出を防止することとしていた。このように、本事業は自然環境への影響は軽微であったが、負の影響を軽減するために、環境管理計画として、エネルギー省及びイフガオ州政府により、水質保全措置（建設中及び運用時。沈砂池を通して排水）と生態系保全措置（運用時。減水区間 1.8km にて維持流量 0.136m3/s）を実施することとした。これらは設計どおり実現し、問題は発生しなかった。

事業完了後、イフガオ州政府は DENR に、半年に 1 回環境モニタリングレポートを提出している。その中で、環境管理計画に沿ったモニタリング内容を報告している。

（２）住民移転・用地取得

本事業は、計画されていた約 1.5ha の用地取得に加え、設計変更により必要となったトンネル上部の用地（トンネル直上の幅 5m）の取得が発生したが、フィリピン国内手続き及び JICA ガイドラインに沿って実施され、取得と補償金支払いは問題なく完了したとのエネルギー省及びイフガオ州政府の報告であった。住民移転は発生しなかった。

（３）先住民族への配慮

本事業サイト周辺はフィリピンでも独特の文化を有するイフガオ族が居住する地域で、世界遺産に指定されている棚田群を有する地域でもある。このため、事前評価時、地域の状況・風習を加味した施工監理が必要であることが指摘されて

[14] 本事業に適用された環境社会配慮ガイドラインは「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010 年）で、環境カテゴリは「B」。

いた。エネルギー省、イフガオ州政府及び施工監理コンサルタントによれば、定期的・必要に応じ、住民の習慣や伝統への影響に対処するために協議を行ったとのことで、問題は報告されていない[15]。

（４）その他

次のような正の副次効果が対象地域住民に発現していた。

- 農業生産：灌漑施設補修（コンクリートライニング）により、事業前は施設破損により行えなかったコメの二期作が行えるようになった[16]。また余水路にパイプ・穴を設置して追加の取水及び、余剰水があるときや発電所が稼働していないときに導水路から小径のホースで野菜畑への取水が可能になった。いずれも余剰水の活用であり、水力発電への負の影響はない。その他、導水路のコンクリートカバー部を稲籾の乾燥に活用している様子も見られた。
- 養殖：導水路脇の、水が滞留していたエリアをイフガオ州政府が小規模なティラピア（食用の淡水魚）養殖池として整備し、地元での消費に活用している。
- 住民の雇用：工事作業員として雇用された多数の住民のほか、完成した発電所の運転員として 10 名が雇用された。
- 道路：本事業の工事のためアクセス道路をコンクリート舗装したことで、住民が農産物を市場に運搬しやすくなった。コンクリート道路は稲の乾燥にも用いられている。

その他、日本の中小企業製品・技術活用として、福島県の中小企業の水車と発電機が使用され、エネルギー省からは高く評価されている。ただし、日本側へのインパクトは確認できなかった。

本事業の負のインパクトは確認されていない。

以上より、正のインパクトがいくつかみられるものの、本事業の実施による効果の発現は計画と比して限定的であり、有効性・インパクトは低い。

[15] 既述のとおり、国家先住民族委員会（NCIP）からの「自由かつ事前の情報に基づく同意（FPIC）」も、直接影響村からは 2014 年に取得済みであり、同意書に係る証明書が未取得であること（「３.２.２ 効率性参照」）をもって社会環境に負の影響が生じているということはない。

[16] 単収データは入手できなかった。

導水路に沿った灌漑施設補修の受益地

導水路上のコンクリート部分で稲籾を乾燥

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

本事業の運営・維持管理体制はおおむね事前評価時想定のとおりである。運営・維持管理の責任官庁はイフガオ州政府で、その下の州計画開発事務所（Provincial Planning and Development Office、以下「PPDO」という。）の長がプラントマネージャーとして、リクッド小水力発電所（本事業）、アンバンガル小水力発電所及び、RTCF を管理するイフガオ文化事務所（Ifugao Cultural Heritage Office、以下「ICHO」という。）を監督し、州全体の関係機関から構成されるステアリングコミッティがプラントマネージャーを監督する。リクッド小水力発電所の要員は、プラントマネージャー1 名（PPDO 所長）、電気技師 1 名、プラントオペレーター6 名、ウォーターガード 3 名である。

瑕疵検査時（2016 年 8 月）、配電線下の植生の伐採等定期的なメンテナンスが不可欠なことから、イフガオ州政府から配電線保守のライセンスを有する IFELCO に保守管理を委託することがコンサルタントから提言され、事後評価時までに実現した。一方、ソフトコンポーネント・コンサルタントからの提言である、（1）一時的な組織である ICHO を州の常設事務所とし、棚田保全活動のノウハウの蓄積を図ることと（2）小水力発電所と RTCF 運営の両方を監督する専任の職員を配置することは、いずれも実現していない。イフガオ州政府の説明によれば、（1）については、ICHO 所長（契約職員）と臨時職員（「ジョブオーダー」と呼ばれる。）10 名が配置されており、ICHO 常設事務所化はイフガオ州政府組織改革計画の中で予定されている。（2）については、具体的な見通しはないが、専任監督職員の配置が望ましいとの認識は州政府内にある。これらのいずれについても、事後評価時現在、RTCF による保全活動が少ないため、現行組織で問題は発生していないとのことである。

このように、運営・維持管理の制度・体制はおおむね確立している。

３.４.２ 運営・維持管理の技術

リクッド小水力発電所の運営・維持管理につき、イフガオ州政府には水力発電専門の技術者は存在しないものの、PPDO のプラントマネージャーは事業完了時からリク

ッド及びアンバンガル小水力発電所の監督を行っており、基本的な知識は十分もっている。州政府への聞き取り及び事後評価時の現地視察からは、リクッド小水力発電所の要員は、必要な発電所運転技術と基本的な維持管理技術、洪水時のリスクと対応方法についての知識はもっていると思われる。ソフトコンポーネントにて作成された「小水力発電所運営マニュアル」も引き続き使用されている。しかし、機械・電気各設備に係るトラブルシューティング技術については、州政府によれば専門家の投入及びさらなるトレーニングが必要である。州政府では新たなトレーニングの予定はないが、事後評価時に実施中のフォローアップ協力において、技術水準の現状や今後の必要事項の確認が行われる予定である。

RTCF 管理については、イフガオ州政府によれば、ICHO 職員は基金配分管理能力をもっている。ソフトコンポーネントで作成された「RTCF ガイドライン」も引き続き使用されている。

このように、運営・維持管理の技術はさらなる向上の余地は指摘されているものの、おおむね確保されている。

３.４.３ 運営・維持管理の財務

発電所の運営・維持管理支出は売電収入及び州政府からの補填により確保されている。イフガオ州政府によれば、運営・維持管理費予算に不足はなく、フォローアップ協力の提言を受けた対応（修理等）の費用は州政府が支出する予定とのことである。

既述のとおり、リクッド小水力発電所から RTCF への拠出はいまだ限定的だが、拠出の仕組みは確立しているため、イフガオ州政府が売電収入の未回収分を回収できれば計画どおりの拠出がなされると思われる。

表 7　イフガオ州政府からリクッド小水力発電所への配分予算

単位：ペソ

	2019 年度	2020 年度	2021 年度
運営･維持管理費	808,979	2,148,147	1,657,572
うち発電所職員報酬	600,000	1,201,626	500,000
外部電気技師報酬	0	179,388	239,184
修理･メンテナンス	129,979	570,633	532,888
その他	79,000	196,500	385,500
謝礼	0	60,000	60,000
設備投資	0	140,000	100,000
RTCF 拠出	0	450,000	0
総計	1,617,958	4,946,295	3,475,144

出所：イフガオ州政府提供資料

このように、運営・維持管理の財務は確保されているといえる。

３.４.４ 運営・維持管理の状況

リクッド小水力発電所の運営・維持管理は、「小水力発電所運営マニュアル」どおりに行われ、不具合は都度対応されていることは評価できる。発電施設の状態は「３.３.１.１ 定量的効果」に記したとおりで、事後評価時に解決が必要な不具合はタービンの水漏れ（摩耗したシール材の購入が必要）[17]及び導水路の破損である。前者については、イフガオ州政府によると、日本のメーカーから見積は取得済みだが、発注は IFELCO からの売掛金回収後（売電契約承認が条件とのこと）となる見込みである。

導水路の破損箇所。
過去に修理した箇所が再度破損した。

後者については、導水路の破損はその都度修理してきたが、2020 年 11 月の破損への対応はフォローアップ協力の調査結果待ちである。2021 年 3 月の現地視察時、沈砂池と導水路への土砂流入が多いことが観察された。イフガオ州政府によれば、洪水時に取水口の角落とし[18]が浮き上がり機能しないか水位が上限を超えた際に止水されなかったことと、開放タイプの導水路部分（斜面崩壊が想定されなかった箇所）で崩壊が起こったためである。また、斜面崩壊が発生した箇所に木材で覆いをしているが、その木が腐食して導水路内に落下している箇所もあった（州政府は木材の覆いをコンクリート材に交換すべく検討中）。堆積した土砂は手で取り除いているが、そのために発電所の稼働を一時停止させることもあるとのことであった。一方、水槽の状態は良好であった。

このように、運営・維持管理の状況には一部課題がある。

以上より、本事業の運営・維持管理の状況に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

４.結論及び提言・教訓

４.１ 結論

本事業は、ルソン島北部のイフガオ州において小水力発電所を整備することにより、国産の再生可能エネルギー利用を図り、もって地域の観光資源である棚田の保全及び温

[17] シール材の摩耗は水車内への土砂・塵芥引き込みによるものである可能性もあったが、2021 年 3 月の視察時点では水槽内の堆砂はなく、水圧管路の防塵スクリーンにも損傷はみられなかった。オペレーターによると、タービンランナとガイドベーンも損傷はないとの説明で、シール材は摩擦による摩耗と考えられている。

[18] 水門の両側に縦に設けた溝に落とし込んで止水するための角材。

室効果ガス排出量の削減に寄与することをめざした。このような目的は、フィリピンの開発政策、開発ニーズ及び日本の援助政策に合致しており、妥当性は高い。事業で建設されたリクッド小水力発電所の発電能力はおおむね計画されたレベルで維持されているものの、売電契約が未承認であることや導水路等土木施設の破損により発電所の稼働が不十分であり、事後評価時現在も稼働していない。そのため、売電収入を活用した棚田保全活動も開始されていない。よって、農業面などいくつかの副次効果はあったが、有効性・インパクトは低いと判断した。本事業のアウトプットはおおむね計画どおり産出されたが事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。本事業の運営・維持管理は、一部施設の状況に問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

（1）売電契約が未承認であり発電所の稼働が停止されている。イフガオ州政府は、事後評価時に実施中の JICA フォローアップ協力の機会を最大限に活用し、売電契約承認をはじめとする未取得の許認可をできるだけ早く取得し、発電所の早期再稼働を実現することが望まれる。エネルギー省も引き続き全面的に州政府に協力することが望まれる。

（2） タービンの水漏れに対応するシール材の購入が必要だが、調達は、売電契約の承認後に IFELCO から回収される売掛金（これまでの売電収入）により行う予定となっている。イフガオ州政府は、売電契約の承認にさらなる時間がかかりそうな場合は、シール材の調達を、売掛金回収を待たずに州予算によって行ってタービンの水漏れ対策をできるだけ早く行い、発電所の再稼働後にこの問題によって再度停止することがないようにすることが望まれる。

（3） イフガオ州政府は、フォローアップ協力の調査結果を受けて、破損した導水路を速やかに修理し、発電所の早期再稼働を実現することが望まれる。

（4）イフガオ州政府は、豪雨時の沈砂池と導水路への土砂流入への対策として、角落とし浮き上がりへの対策（老朽化した角落としを高密度で耐久性あるものに交換するなどの案が現場で出されている。技術的な妥当性は今後検討が必要）、斜面崩壊により土砂が流入した箇所では導水路に覆いをつけることを検討するとともに、現在覆いとして用いている木が腐食している部分を交換する計画を進めることが望まれる。なお、それらの箇所では人の通行や滞在を制限して安全を確保する必要がある。また、洪水時、河川の水位が施設の設計放水レベルを超えて上昇し始めたときには、水槽への土砂の侵入を防ぐため、発電所の運転を停止する措置がとれるようにしておく。

（５） エネルギー省は、発電所職員が機械・電気系統のトラブルシューティング技術を向上させるためのトレーニング機会を探し、トレーニング機関をイフガオ州政府に紹介することが望まれる。なお、機械・電気系統の保守を専門会社に外注する場合も、各施設・部品の機能を知り、簡単な修理であれば行える技術を職員がもつことを、州政府は必要としている。

４.２.２ JICA への提言

JICA は、事後評価時現在行っている未解決事項のモニタリングを継続するとともに、フォローアップ協力を通し、売電契約承認に向けたイフガオ州政府の対応及び発電所職員の技術向上を側面支援することが望まれる。

４.３ 教訓

小水力発電所許認可取り付けに係る十分な検討

本事業では、ERC による売電契約承認がいまだ得られておらず、売電（未承認下だが暫定的に稼働した分）による売上の未回収と発電所の停止を引き起こしている。準備調査報告書（概略設計）では、必要許認可事項がリストアップされ必要期間が記載されていたが、それぞれの手続が万一遅れた場合に備えたリスクの分析は見当たらなかった。特に売電契約については、イフガオ州政府と IFELCO による契約締結までがメインで記載されており、その後の ERC による承認という、今回最大の問題となっている部分についての想定が明確ではない。

許認可取り付け遅れの理由は申請手続き中のプロセスの変更といった外部要因もあるが、イフガオ州政府が申請開始当初に必要書類を迅速に準備できず、時間の経過とともに必要手続きが増えてさらなる遅延を招いている状況がみられたことからは、州政府の能力を超えた対応が必要だった面もあると思われる。また、フィリピンは特に各機関の権限が強く、エネルギー省（中央）及び JICA もモニタリングと助言を行ったが承認に至っていない。

小水力発電所許認可取り付けは地方政府が主体となると思われるため、計画段階では、実施主体の能力を勘案した各手続きの現実的な所要期間とリスクを十分に見積もり、実施段階では当該国政府及び JICA による、リスク要因も踏まえたモニタリングと助言等を適時に行うことが重要と思われる。なお、フィリピンのように各機関の権限が強い場合は、実施主体への介入が困難であることも想定されるため、現実的な計画策定が特に重要である。コンサルタントの業務に許認可取り付け支援を組み入れることも検討できるのではないだろうか。

以上