

| | |
|--------------|-----------------------|
| 国名 ホンジュラス | テグシガルパ市内給水施設小水力発電導入計画 |
|--------------|-----------------------|

I 案件概要

| | | | |
|---------|---|-----------------------|----------------------|
| 事業の背景 | ホンジュラスの電力セクターの課題は、①火力発電への高い依存度（57%）、②高い送配電ロス（20%以上）、③発電コストを反映しない電力料金体系等があった。特に①は、90年代後半に民間投資による新規電源開発の大半が火力発電に集中した結果であり、化石燃料の輸入の増大と近年の化石燃料価格の高騰、および電力補助金支出の増大による財政収支の圧迫等を招いていた。 | | |
| 事業の目的 | 本事業は、テグシガルパ首都圏の浄水場2か所（コンセプション浄水場及びピカチョ浄水場）において小水力発電所を建設することにより、再生可能エネルギーの利用促進と当該浄水場の効率的運営（買電量の削減）を図り、もって経済社会開発の向上および温室効果ガス排出量の削減に寄与する。 | | |
| 実施内容 | 1. 事業サイト：テグシガルパ市に位置するコンセプション浄水場及びピカチョ浄水場 2. 日本側：土木工事、機材調達（水車、発電機、制御機器等）、技術指導（浄水場からの配水量と発電に必要な水量の調整・配水計画の運用、保守管理指導） 3. 相手国側：用地の収用、障害物の除去、廃土・廃材処分場の提供、アクセス道路の維持管理等 | | |
| 事業期間 | 交換公文締結日 2013年3月18日 | 贈与契約締結日 2013年3月18日 | 事業完了日 2015年12月15日 |
| 事業費 | 交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：952百万円 | | 実績額：952百万円 |
| 相手国実施機関 | 上下水道公社（SANAA） | | |
| 案件従事者 | 本体：株式会社安藤・間 コンサルタント：株式会社ニュージェック・日本テクノ株式会社 | | |

II 評価結果

【留意点】

・事前評価では、有効性の定量的効果の指標の一つがCO2排出量の削減となっていたが、これは再生可能エネルギーの利用促進というアウトカムの結果である。事後評価ではこれを想定された正のインパクトの一つとして検証した。

【評価の制約】

・新型コロナウイルスの流行を受け、本事後評価では質問票の送付・回収、関係者への電話でのインタビューによって得られた情報を分析し、評価判断を行った。事業対象地の踏査は行っていない。

| |
|--|
| 1 妥当性 |
| <p>【事前評価時のホンジュラス政府の開発政策との整合性】</p> <p>ホンジュラス政府は、「国家ビジョン2010-2038」及び「国家計画2010-2022」において、エネルギー安全保障／一次エネルギー源多様化、地球温暖化ガス排出抑制等の観点から、再生可能エネルギーの導入を積極的に進める政策を示していた。このように、本事業は事前評価時のホンジュラスの開発政策と合致していた。</p> <p>【事前評価時のホンジュラスにおける開発ニーズとの整合性】</p> <p>ホンジュラスでは、火力発電への高い依存度が課題となっていた。それにともない化石燃料の輸入量の増加と、化石燃料価格の高騰に伴い経常収支赤字拡大につながり、また、電力補助金支出の増大による財政収支の圧迫等を招いていた。再生可能エネルギーの利用促進と既存浄水場の効率的運営を目指す本事業は、事前評価時のホンジュラスの開発ニーズに合致していた。</p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】</p> <p>「対ホンジュラス国別援助方針」（2012年）においては、「防災対策」が援助重点分野とされており、再生可能エネルギーの利用促進を通じた当国の気候変動への影響緩和を図る本事業は、同分野に位置づけられていた。よって、事前評価時における日本の援助方針と整合していた。</p> <p>【事業計画やアプローチの適切性】</p> <p>本事業では、発電端電力量の目標値はダム水位や送水量などが一定範囲内にあることが条件として設定されていた。気候変動の影響でダム水位の維持に必要な降雨日数が減少したことや、都市部の人口増加にもなって民生用給水需要が増大したことなどから、これらの条件が満たされなかった。このため、事後評価時点においては、整備した小水力発電設備では当初想定した稼働レベルに達していない。小水力発電所の建設・機材調達による再生可能エネルギーを利用した発電、及び対象浄水場の買電量の削減による運営改善というアプローチ自体は適切であったが、外部条件の変化の想定や目標値の設定等について、協力準備調査時及び事前評価時の分析が十分ではなかったものと思われる。</p> <p>【評価判断】</p> <p>以上より、本事業の妥当性は中程度である。</p> |
| 2 有効性・インパクト |
| <p>【有効性】</p> <p>再生可能エネルギーの利用促進と浄水場の効率的運営という本事業の目的の達成は限定的である。発電端電力量は、コンセプション、ピカチョの両発電所とも目標（2018年の目標値：それぞれ、1,650MWh/年、520MWh/年）に達していない（指標1）。その理由は、テグシガルパ市内の給水需要が拡大する中、ホンジュラス政府による新規水源開発が遅れ、代わりにコンセプション浄水場が継続的に改善・拡張され、この結果、貯水池からの送水量も増加したことで導水管の摩擦損失が</p> |

増加した分、有効落差が減少したためである¹。さらに、気候変動による降雨量の減少によってダム水位が低下したことも、発電可能な有効落差が確保できないことにつながった。また、実施機関である水道公社にとっては、給水事業が第一の優先事業であり、人口増加による給水需要の増加に対応する必要があった。このため、2017年2月以降、同発電所による発電が停止している。ピカチョ発電所では、本事業実施前の週3～4日程度の給水時間に基づいて2018年の発電端電力量の目標値が設定されていた。しかし、事後評価時は、降雨量不足に起因する給水制限により通水が週1日程度であり、発電機の稼働時間が限定的であることから、発電端電力量は75.2MWh/年に留まった(2019年は126.9MWh/年)。このように、両発電所とも発電が計画を下回っているため、電気料金削減も計画に達していない(指標2)。なお、調達機材が仕様どおりの可動範囲になっているかは本事後評価では確認できなかった。

定性的効果として、SANAAの配水設備と発電施設の運転・維持管理の体制は強化されたと言える。その根拠として、第一に、コンセプション発電所は2017年2月まで、ピカチョ発電所は事後評価時点でも稼働しており、設備の保守管理もされていることから、本事業で実施された研修により両発電所の技師は水力発電技術の基礎知識、発電・配電及び配水設備の運転方法に関する知識を得たと判断される。第二に、発電所の運営体制の強化を目的として発電設備の運転・保守を担当する小水力発電チームが形成され、以下のマニュアルや様式等が作成されたことが挙げられる(電気事業運営マニュアル、設備・スペアパーツ・備品の台帳、モニタリング様式、発電設備の運転マニュアル、発電・配電設備の点検保守マニュアル、配水計画、配水設備の運転マニュアル、配水設備の点検保守マニュアル)。

【インパクト】

本事業で促進される再生利用エネルギーの利用により、CO2排出量の削減が想定されていた。しかしながら、既述のとおり両発電所ともに発電端電力量が限定的であるため、これに対応して想定されたCO2排出削減量に達していない(表1)。

その他のインパクトとして、本事業はホンジュラス国内で最初の浄水設備での未利用エネルギーを活用した小水力発電のパイロット事業である。まだ他浄水場への適用には至っていないが、新聞や大学生・高校生による施設見学を通じて同技術が市民に紹介された。またコンセプション浄水場では、摩擦損失を減らす目的で増設された導水管が近年の水道需要の拡大に対応する送水量の増加に貢献したうえ、ブースターポンプの稼働時間が減少して、浄水のための消費電力削減に役立った。

両発電所建設のため、コンセプションでは既設の曝気装置に隣接する空地、ピカチョでは既設の配水管路に沿った斜面の空地の用地取得があった。いずれも私有地であり、SANAAが法令に則って土地所有者と交渉を行ったため、負のインパクトは生じていない。自然環境への負のインパクトも発生していない。

【評価判断】

よって、本事業の目的は達成されていないため、本事業の有効性・インパクトは低い。

表1: CO2 排出削減量

| | 目標値 2018年 | 実績値 2016年 | 実績値 2017年 | 実績値 2018年 | 実績値 2019年 |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| コンセプション | 645 | 79.84 | 6.18 | 0 | 0 |
| ピカチョ | 203 | 11.61 | 19.59 | 29.40 | 49.62 |

出所: SANAA。

注: CO2 発生削減係数は 91g/kWh。

定量的効果

| | | 基準値 2012年 計画年 | 目標値 2018年 事業完成 3年後 | 実績値 2016年 事業完成 1年後 | 実績値 2017年 事業完成 2年後 | 実績値 2018年 事業完成 3年後 | 実績値 2019年 事業完成 4年後 |
|---------------------|---------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 発電端電力量 (MWh/年) | コンセプション | - | 1,650 | 204.2 | 15.8 | 0 | 0 |
| | ピカチョ | - | 520 | 29.7 | 50.1 | 75.2 | 126.9 |
| 電気料金削減額 (US\$/年) | コンセプション | - | 225,967 | 15,823 | 1,227 | 0 | 0 |
| | ピカチョ | - | 71,214 | 2,301 | 3,882 | 5,827 | 9,833 |

出所: SANAA。

3 効率性

事業費は計画どおりであった(計画比:100%)。他方、ピカチョ発電所では試運転期間中に配管の接続に不具合が発生し、漏水によって機材が故障したため、交換パーツをメーカーから取り寄せ、その後の試運転に時間を要したことにより、事業期間が計画を超えた(計画比:142%)。よって、本事業の効率性は中程度である。

4 持続性

【体制面】

事後評価時点で水道事業はSANAAからテグシガルパ市役所に移管準備中であるが、コンセプション浄水場、ピカチョ浄水場は引き続きSANAAの管理下にある。コンセプション発電所は既述のように稼働しておらず、要員は配置されていない。よって体制は継続されていない。運転再開の見通しとして、技術的な代替案を検討中であり、発電条件が整った場合、機材の分解点検後に試運転を検討している。ピカチョ発電所では運転と保守(警備も兼用)にそれぞれ5人、3人の要員が配置されており、24時間連続運転が可能なシフトが敷かれている。

【技術面】

発電所の運転・保守管理には、水力発電技術や発電・配電・排水設備の機能や構造に関する知識が必要である。コンセプション発電所については、施設閉鎖中のため関連マニュアルと様式は使用されていない。ピカチョ発電所は運転・保守管理がされており、職員は必要な知識を維持していると判断される。本事業で作成された発電・配電及び配水の設備運用・保守管理マニュアルは活用されている。台帳は一つにまとめた形に改訂したものを活用している。定期的モニタリング様式も活

¹ コンセプション地点での小水力発電は、貯水ダム水位から曝気装置水位までの落差(高低差)を利用して発電が行われる。本事業では、ダムからの送水路に導水管を増設して管路の摩擦損失を減少させることで、有効落差を増大させることを図った。

用している。他方、電気事業運営に関するマニュアルと様式は、売電が行われていないため利用されていない。要員の技術レベル維持のため新規人員には研修が行われた他、日常業務がOJTとなっている。また、必要があればENEEから技術支援を受けられる。

【財務面】

SANAA の首都圏水道事業は 2019 年まで支出が収入を超えている。しかしながら、SANAA によると、稼働中のピカチヨ発電所の人件費を含む施設・機材の維持管理への支払は適切に行われている。なお、水道事業は市への移管準備期間につき、2019 年は収支ともに減少している。

【運営・維持管理状況】

コンセプション発電所、ピカチヨ発電所ともに、本事業で整備された施設、主要機材（発電所建屋、発電水車、発電機、仕切弁、電動取水弁、変圧器・避雷針等）の状態はよい。しかしながら、コンセプション発電所では既述のとおり、施設が閉鎖中であるため、維持管理がされていない。ピカチヨ発電所では、時間の経過とともに圧力と振動によって送水管の留め具にクラックが発生している。また、当初から発電機軸のベアリングの騒音があり、施工業者が調整を試みたが解決していない。これらの問題は稼働には影響していない。

維持管理については、ピカチヨ発電所では、エネルギー有効利用ユニットが毎日、設備巡視を行っている。分解点検は維持管理部がそれぞれ 5 年毎、10 年毎に実施する予定である。消耗品、スペアパーツは問題なく準備されている。日常運転記録は台帳に記録されている。

【評価判断】

以上より、体制面、財務面、運営・維持管理状況に課題がある。よって、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

表 2：SANAA の首都圏における水道事業の収支

| | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|----|---------------|---------------|-------------|
| 収入 | 776,268,631 | 1,122,304,152 | 794,343,663 |
| 支出 | 1,036,798,931 | 1,185,049,045 | 924,460,166 |

出所：SANAA。

5 総合評価

再生可能エネルギーの利用促進と浄水場の効率的運営という本事業の目的の達成は限定的である。ダム水位や送水量などの発電可能条件が満たされなかったことが原因である。持続性に関して、発電所の一つが稼働していないため、要員配置はそれに対応して縮小された。効率性については、事業費は計画どおりであったが、事業期間が計画を超えた。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は低い。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

- ・SANAA に対し、2 年以上未稼働となっているコンセプション発電施設について、雨季に入りダム水位が発電可能条件を満たした時点で送水量を調整して試運転を行い、機材が使用可能な状態にあるか確認することを提言する（不具合、劣化の有無等）。機材の状態は、今後 JICA と SANAA が対応策を検討する上での重要な情報となる。試運転の準備の際、分解点検にあたっては漏電等の危険を伴うため、メーカーの立会いが必要な場合は JICA ホンジュラス事務所に相談する。

JICA への教訓：

- ・本事業では、意図した定量効果の一つが発電端電力量の増加であったが、実際は目標値を下回った。これはダム水位や送水量などの発電可能条件が満たされず、発電可能日数の減少や稼働停止に至っているためである。したがって浄水設備の未利用エネルギーを活用した小水力発電を導入する事業においては、協力準備調査において、将来の都市人口の増加による水道需要の拡大、先方政府による新規水源開発の計画、降雨量の増減などについて、望ましくないケースも含めて想定し、長期間にわたる変化に対応可能な発電条件を設定し、給水計画を作成することが必要である。それに関連し、小水力発電に使われる機材もそういった条件に対応できる仕様が望ましい。小水力発電であっても、可能な限り通常の水力発電事業と同じ内容の調査・検討がなされるべきである。
- ・浄水施設に小水力発電を導入する場合、水道公社の優先事業は市民への給水であるため、従属事業である発電のために給水を犠牲にするような条件の最適化はできない。したがって対象機関にとって従属的な事業を支援する際には、優先事業（本件の場合は給水事業）の動向により重大な影響を受ける可能性を計画時に確認する。そして、発電可能日数と発電端電力量といった目標値の設定、維持管理を含む費用対効果について、現実的な給水計画を前提とし、浄水施設の附属施設という位置づけの発電所の運用という観点から、複数のシナリオを協力準備調査で検討することが望ましい。



コンセプション発電所 建屋内 全景



ピカチヨ発電所建屋内 全景

