

ベトナム

2023 年度外部事後評価報告書
円借款「ダニム水力発電所増設事業」

外部評価者：オクタヴィアジャパン株式会社 稲澤 健一

0. 要旨

本事業は、ベトナム南部地域のダニム水力発電所において水力発電機器の増設等を通じて、電力供給能力の向上を図り、地域経済成長促進や国際競争力強化を目指すものである。妥当性に関して、本事業は「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」は確認できる。整合性に関して、「日本の開発協力方針との整合性」は整合的といえるが、「内的整合性」「外的整合性」は具体的な連携や相乗効果は確認できない。しかし、国際的な枠組み（SDGs）の目標とは整合的であるといえる。以上より、妥当性・整合性は高い。効率性に関して、アウトプットとしてはおおむね当初計画どおりであった。事業費は当初計画内に収まり、事業期間は当初計画を大幅に上回った。以上より、効率性はやや低い。有効性・定量的効果指標について、実績値は目標値どおりもしくは目標値以上を達成している。同発電所では人為ミスや機械故障による停止時間は確認されていない。インパクトに関して、関係者へのヒアリングや統計データ等を踏まえると、電力供給の安定化と地域経済成長の促進への貢献に本事業が果たす役割は小さくないことを確認した。以上より、有効性・インパクトは高い。持続性に関して、政策・制度面、組織・体制面、技術面、財務面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況に特段懸念はない。以上より、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



事業位置図
(出典：JICA)



増設された発電機（最大出力 80MW）
(出典：評価者撮影)

1.1 事業の背景

電力は、国民の日常生活や経済成長に重要なファクターであり、エネルギーの安全保障にとっても欠かすことのできない存在である。ベトナムでは2007年以降、年平均6%を超える高いGDP成長率を達成した。それに伴い電力需要も年平均12.5%を記録し、将来はさらなる需要増加が見込まれていた。その一方、中央政府は予算不足等に直面し、電源開発が追いついていなかった。とりわけ、同国南部地域の中心都市であるホーチミン市のGDP成長率は全国平均を上回る9.2%と高く、経済成長の牽引役として重要な地域であるが、電力需給状況は逼迫していた。本事業開始前（2012年）、同南部地域の電力設備容量（11,123MW）は電力需要（10,675MW）を上回っていたものの、2013年以降は不足に転じていた。電力需要のピーク時には計画停電も行われ、経済・社会活動への影響も小さくなかった。したがって、電力供給体制の増強を図り、増加する電力需要への対応は喫緊の課題であった。

1.2 事業の概要

ベトナム南部地域のダニム水力発電所¹において80MWの水力発電機器の増設等を行い、電力供給能力の向上を図り、もって同地域の経済成長促進及び国際競争力強化に寄与する。

円借款承諾額/実行額	7,515 百万円 / 5,993 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2013 年 12 月 15 日 / 2014 年 2 月 28 日
借款契約条件	本体： 金利 1.40% 返済 30 年（うち据置 10 年） 調達条件 一般アンタイド コンサルタント部分： 金利 0.01% 返済 30 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	ベトナム社会主義共和国政府 / ダニム・ハムトゥアン・ダーミ水力発電会社（Da Nhim-Ham Thuan-Da Mi Hydropower Joint Stock Company；以下「DHD」という）
事業完成	2021 年 8 月
事業対象地域	ラムドン省、ニントゥアン省
本体契約 （10 億円以上のみ記載）	Construction Joint Stock Company 47（ベトナム）、Alstom Hydro.（フランス）・GE Power India Limited（インド）・三菱商事株式会社（日本）（JV）
コンサルタント契約 （1 億円以上のみ記載）	日本工営株式会社（日本）・Power Engineering Consulting Joint Stock Company 3（ベトナム）・Nippon Koei Vietnam International

¹ ダニム水力発電所はベトナム南部地域で建設された最初の水力発電所である。最初の工事は 1961 年 4 月開始、1964 年 1 月に完成した。同水力発電所の近隣にダニム貯水湖（標高 1,042m）がある。同貯水湖から水圧鉄管等を通じて同水力発電所に水が運ばれている。同発電所からは 220kV や 550kV の送電線を通じて同国南部地域を含め国内各地に送電されている。

	LLC Co., Ltd. (ベトナム) (JV)
関連調査 (フィージビリティ・ スタディ：F/S) 等	・ F/S DHD (2013年4月)
関連事業	【円借款】 ・ 「ダニム電力システム改修事業」 (借款契約調印は 1997年) 【その他国際機関、援助機関等】 ・ 世界銀行「電力セクター改革開発政策借款」 ² (2010年)

2. 調査の概要

2. 1 外部評価者

稲澤 健一 (オクタヴィアジャパン株式会社)

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：2023年11月～2025年1月

現地調査：2024年3月14日～3月31日、2024年5月25日～6月1日

3. 評価結果 (レーティング：A³)

3.1 妥当性・整合性 (レーティング：③⁴)

3.1.1 妥当性 (レーティング：③)

3.1.1.1 開発政策との整合性

本事業開始前、ベトナム政府は「第7次国家電力マスタープラン」(2011-2020年)を策定し、国内全域で設備容量約 50,000MW の電源開発を計画していた。しかし、同政府は資金不足等に直面し、電源開発の工期は大幅に遅れるケースが増えていた。当面の対応として、燃料が不要、かつ、工期の短い特徴を持つ既設水力発電所増設の必要性・緊急性が高まっていた。

事後評価時、ベトナム政府は「第8次国家電力開発基本計画」(以下、「PDP8」という) (2023年5月公布)を策定し、その中で2030年の発電設備容量目標を15万489MWに定めている。2023年の発電設備容量は8万4,495MWであるところ、今後数年間で大幅な増強を目指すものである。その背景に、同政府は2030年までのGDP成長率を年平均7%と予測し、経済成長には電力の安定供給が必要と見込んでいることが挙げられる。また同計画では、2050年には2030年の約3倍となる発電設備容量増強の方針を示している。加えて、2024年4月に公表されたPDP8実施計画では、持続可能で効率的かつ競争力のあるエネルギー

² 競争的発電市場の導入、電力セクター改革、電力料金改定といったベトナム政府の政策努力を後押しする支援を行った。

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

ギー環境を促進するため、電力部門の法的・規制的枠組みの見直しや改善に向けた戦略的構想も打ち出している。

以上より、事業開始前及び事後評価時においてベトナムでは電力設備容量の増強にかかる将来ビジョンが示されている。したがって、本事業開始前・事後評価時ともに国家計画、セクター計画等それぞれにおいて政策・施策との整合性が認められる。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業開始前、ベトナム南部地域の中心都市であるホーチミン市のGDP成長率は全国平均を上回る9.2%を記録していた。同地域は、経済成長の牽引役として重要であると同時に電力需給状況が逼迫していた。2012年の同地域における電力設備容量（11,123MW）は電力需要量（10,675MW）を上回っていたものの、2013年以降は不足に転じていた。電力需要ピーク時には計画停電も行われ、経済・社会活動への影響も小さくなかった。したがって、電力供給体制の増強を図り、増加する電力需要への対応は喫緊の課題であった。

事後評価時、本事業の実施機関であるDHDは気候変動の影響を極力抑えるためにも水力発電への投資は電力の安定供給のためにも不可欠と認識し、電源開発への取り組みは今後必要との見解を示している。ベトナムでは、2021年の再生可能エネルギーの比率は約32%、発電による温室効果ガス排出量の削減を目指している⁵。DHDによると、水力発電所の整備・拡張への期待は高く、ダニム水力発電所に関しても、本事業により発電機器等の増設と電力供給量の増加が実現した一方、将来の電力需要への対応に備える必要性は引き続き高く、同発電所内でさらなる発電機器等の増設も検討されている（ただし、事後評価時点で具体的な方向性は未定である）。

以上より、本事業開始前及び事後評価時において安定した電力の確保はベトナムにとって主要な課題である。DHDは将来の電力需要増加に備えるべく、ダニム水力発電所でさらなる発電機増設も検討されている。したがって、本事業開始前・事後評価時ともに開発ニーズとの整合性が認められる。

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業の事前評価では、「水力発電所では予防保全・定期検査の実施は重要であり、本事業実施に際して、発電所の点検・修理、研修を通じて、適切な予防保全・定期検査を実施する」ことを、本事業への適用を想定した過去の類似案件の教訓に挙げていた。事後評価時、本事業で導入された発電機1基（最大出力80MW）に加え、既存発電機4基（40MW x 4基、計160MW）は不具合なく稼働している。発電機や関連機材の点検や予防保全を含め、DHDは日常的・定期的維持管理を着実にやっている。以上より、本事業開始前に想定

⁵ 事後評価時と将来の設備容量増設との関係、そして再生可能エネルギーに関して、ベトナム政府は2030年まで再生可能エネルギーの比率を47%に、2050年までに67.5%～71.5%を目指す方針を示している。発電による温室効果ガス排出量を2030年にはCO2換算で約2億400万～2億5,400万トン程度に抑制し、2050年には同様に約2,700万～3,100万トン程度に抑制することを目指している。

されていた教訓は事業実施中～事後評価時までにはアプローチとして採用・実施されたといえる。

3.1.2 整合性（レーティング：②）

3.1.2.1 日本の開発協力量針との整合性

本邦外務省は「対ベトナム国別援助方針」（2012年12月）を策定し、その中で「成長と競争力強化」を重点に掲げ、エネルギーの安定供給及び省エネルギーの推進等への支援を提唱していた。同方針では、「経済成長を持続させるためには、新規電源開発や送配電網の整備を通じた電力供給能力の強化、電源構成の多様化を通じた安定的電力供給、一次エネルギーの開発、省エネルギーの推進等の対応が不可欠」と提唱していた。また、同時にJICAが策定した「対ベトナム国別分析ペーパー」では、ベトナムの重点課題のひとつとして電力の安定供給を挙げていた。

本事業は、水力発電機器の増設等を通じて電力供給能力向上、地域経済の成長や国際競争力強化を企図するものであり、「対ベトナム国別援助方針」における電力供給能力の強化や電源開発、「対ベトナム国別分析ペーパー」が掲げる電力の安定供給への対応と合致している。したがって、日本の援助政策としての整合性が認められる。

3.1.2.2 内的整合性

JICAは円借款「ダニム電力システム改修事業」（借款契約調印は1997年）を実施していた。発電施設・送変電施設の操業安定化による電力供給の信頼性を高めるものであった。本事業は「ダニム電力システム改修事業」の後続として実施された。本事業と「ダニム電力システム改修事業」との間には電力供給の安定化に取り組む相互補完関係が成り立つものの、実施された時期は異なる。両事業以外では本事業実施中における連携の構築や相乗効果の発現は確認されない。

3.1.2.3 外的整合性

本事業開始前、世界銀行は「電力セクター改革開発政策借款」等の支援を通じてベトナムの電力セクター改革支援や地方電化に取り組んでいた。アジア開発銀行（ADB）は電力関連の支援として「ソンブン第4水力発電所建設事業」や「大メコン地域国際連系送電線事業」を通じて発電・高圧系統部門の支援を行っていた。しかし、これら国際援助ドナーの事業と本事業の間とは、具体的な連携や直接的な相乗効果の創出はなかったことをDHDへのヒアリングや質問票回答により確認した。

国際的な枠組みとの関連について、本事業は水力発電機器を増設し、電力供給能力の向上を図る観点から、SDGsの「目標7.エネルギーをみんなにそしてクリーンに（すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する）」に整合するといえる。

本事業の妥当性に関して、「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」は確認される。整合性に関して、「日本の開発協力量針との整合性」は整合的といえるが、「内的整合性」「外的整合性」は具体的な連携や相乗効果は確認できない。しかし、国際的な枠組み（SDGs）の目標とは整合的であるといえる。以上より、妥当性・整合性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業は、ラムドン省とニントゥアン省の省境に位置し、ダニム川を取水源とする既設ダニム水力発電所（発電機の内訳は 40MW×4 基の 160MW）内において、80MW（1 基）の水力発電機器等を増設するものであった。

表 1 に本事業のアウトプット計画と実績を示す。

表 1：本事業のアウトプット計画及び実績

審査時計画	実績
1) 土木工事、機器調達等の内容 ・土木工事（発電所（建屋）、導水路トンネル（約 5km）等） ・水力機器（水圧鉄管（約 2km）、水門等） ・電気機器（水車、発電機、変電設備等）	1) 土木工事、機器調達等の内容 ⇒おおむね計画どおり実施された。
2) コンサルティング・サービス ・施工監理 ・環境対策（建設期間中における環境モニタリングの補助及び不具合発生時における対策の助言等）	2) コンサルティング・サービス ⇒おおむね計画どおり実施された。

出所：JICA 資料（審査時計画）、事業完了報告書・質問票回答（実績）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

審査時の計画では総事業費 8,886 百万円（うち円借款対象は 7,515 百万円）であったのに対し、実績額総額は 8,379 百万円（うち円借款対象は 5,993 百万円）と計画内に収まった（計画比約 94%）。収まった理由は、DHD は施工業者の選定にあたって価格競争を働かせるための工夫を行ったことに加え、事業管理の徹底（資金管理含む）等に取り組んだことが挙げられる。

3.2.2.2 事業期間

審査時、事業期間は 2014 年 2 月～2016 年 8 月までの 2 年 7 カ月（31 カ月）と計画されていた⁶。一方、実績は 2014 年 2 月～2021 年 8 月までの 7 年 7 カ月（91 カ月）であり、当初

⁶ 審査時、本事業の完成時期は「施設供用開始時」とされていた。

計画を大幅に上回った（対計画比約 294%）。遅延が生じた理由として、（a）用地取得に関して、対象用地の測定・作図等や補償内容の精査に時間を要し、取得完了まで手続きに時間を要したこと、（b）2019年3月に地滑りが発生し、事業サイト周辺の地層に脆い箇所があることが判明した。その時期に前後して、導水路トンネル建設が順調に進んでいたが（計画延長 4,668.56mのうち 3,739.51mの地点に到達していた）、地滑りにより建設工事箇所の地層が影響を受けた。具体的には、工事中に軟弱な地盤に遭遇した。全断面トンネル掘進機（Tunnel Boring Machine；以下「TBM」という）を用いて導水路トンネルの掘削を進めていたものの、地滑りにより TBM が損害を受け修理が必要になった。修理にはベトナム国外から業者を招き、時間を要することが見込まれた。また、仮に修理できたとしても、軟弱地盤では再度崩落の危険が伴い、TBM 故障の懸念も考えられた。引き続き危険があると判断されたため、また、さらなる事業遅延も防ぐために TBM を用いた掘削工法から発破工法に変更することが妥当と判断されたことが挙げられる。工法の変更、工事完了に至るまでに多くの時間を要した。その他、コンサルタント選定において手続きに当初想定よりやや時間を要したことも理由に挙げられる⁷。

表 2：事業期間の当初計画及び実績

	当初計画	実績
(事業全体)	2014年2月～2016年8月 (31カ月)	2014年2月～2021年8月 (91カ月)
1) コンサルタント選定	2013年12月～2014年4月	2013年12月～2015年7月
2) コンサルティング・サービス	2014年4月～2017年8月	2016年5月～2022年8月
3) 用地取得	2013年6月～12月	2013年6月～2014年7月
4) 入札・契約	2013年12月～2014年6月	2014年11月～2016年8月
5) 建設工事等	2014年6月～2016年8月	2016年5月～2021年8月 *注

出所：JICA 提供資料（当初計画）、事業完了報告書・質問票回答・ヒアリング（実績）

注：工期完了時期について以下のとおり補足説明する。

2018年12月：建設工事の大半が完了した時期。80MWの出力のうち45MWが稼働開始。

2021年8月：残りの35MWが供用開始。

3. 2. 3 内部収益率（参考数値）

財務的内部収益率（FIRR）

審査時、増設分の売電収入を「便益」、増設にかかる設備費及び運転・維持管理費を「費用」、プロジェクトライフを40年として、FIRRは2.52%と算出されていた。本調査で

⁷（補足情報）事業完成のタイミングに関して、本事後評価では「最大出力 80MW 発電機ユニットの稼働開始時を完成のタイミング（=2021年8月）」と認識する。本事業の導水路トンネルの完成が遅れた結果、2021年8月に同トンネルが完成、その時点で出力 80MW の発電ができるようになった。他方、本事業の発電機ユニット自体は 2018 年半ば頃に据付が完了し発電を開始していた。ただし 2018 年半ば頃～2021 年 8 月の間は、同トンネルが未完成であるため出力 45MW 程度での発電に限られていた。ここで、完成時期である「施設共用開始時」を整理する。本事業開始前の JICA 資料では「80MW の水力発電機器等を増設⇒施設共用開始時」と読み取れ、直ちに（その 80MW の出力をもって）発電が行われることが想定される。すなわち、2021 年 8 月が完成のタイミングとすることが妥当と考える。

は、審査時の計算値（2.52%）がどのように計算されたか紐解くことが困難であったため、DHD 保有の財務資料、売上・収入、税金・返済・利払い関連資料を基にした便益を計算したところ、15.88%という数値を算出した。相対的にこの FIRR 値は大きい、要因として発電実績が想定より大きいこと（本事業による発電機増設によるもの）、それにより売電収入が確保されたことが挙げられる。

経済的内部収益率（EIRR）

審査時、代替火力（ガスタービン）設備費及び運転・維持管理費を「便益」、増設にかかる設備費及び運転・維持管理費を「費用」、プロジェクトライフを40年として、EIRRは15.83%と算出されていた。本調査では、審査時と同条件にて事後評価時の再計算を試みたところ、18.85%と審査時の想定を若干上回った。その理由として、事業費実績（増設にかかる設備費）はおおむね計画どおりであった一方、3.3.1.1有効性・定量的効果（運用・効果指標）の項目で説明するとおり、発電量実績が想定より多かったことが影響したことが挙げられる。

本事業のアウトプットはおおむね計画どおり実施された。事業費は当初計画内に収まった一方、事業期間は当初計画を大幅に上回った。以上より、効率性はやや低い。



写真1：ダニム水力発電所全景
（奥側の一段高い建屋が本事業により建設。手前側の建屋は1964年に完成）
（出典：評価者撮影）



写真2：建設された発電所建屋（右側）
と既存の建屋（左側）
（出典：評価者撮影）



写真3：整備された変電設備
(出典：評価者撮影)



写真4：ダニム水力発電所背後の
ダム貯水湖（1964年完成）

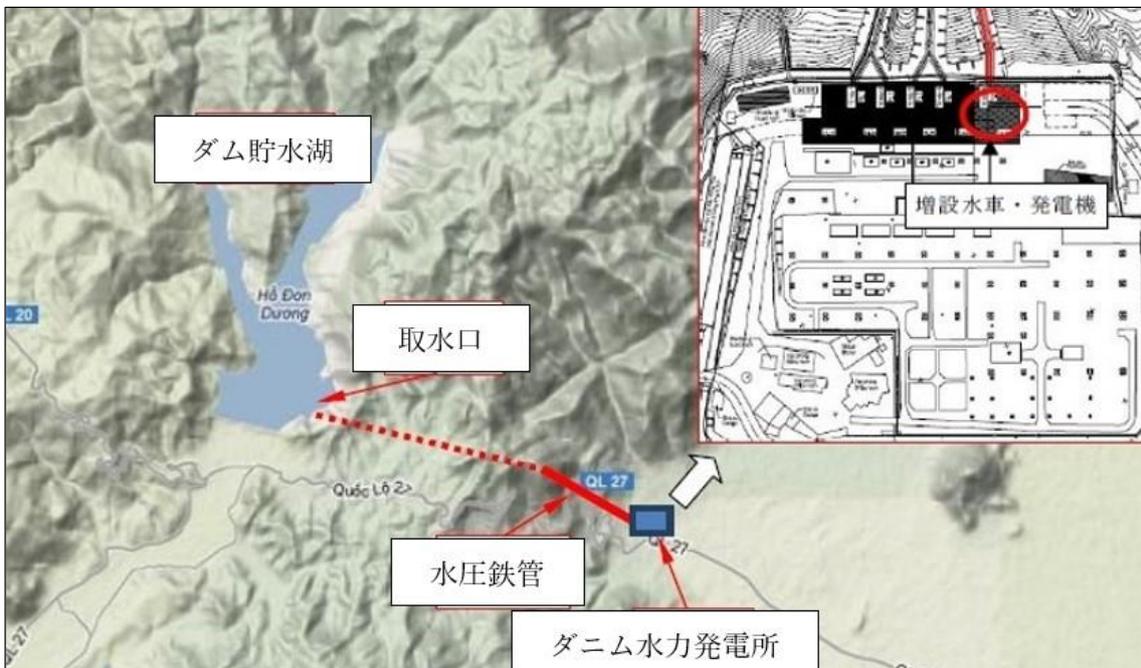


図1：プロジェクトサイト位置図（出典：JICA資料）

3.3 有効性・インパクト⁸（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）

審査時、本事業の効果として、水力発電機器の増設等を通じて、ダニム水力発電所の電力供給能力向上が見込まれていた。表3に本事業の定量的効果指標（基準値・目標値・実績値）を示す。

⁸ 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。

表3：本事業の定量的効果指標（基準値・目標値・実績値）

指標	基準値 (2013年)	目標値 (2018年) 【完成2年後】	実績値 (2023年) 【事後評価時】
1) 最大出力 (単位：MW)	160	240	240
2) 送電端電力量 (単位：GWh/年)	1,018.72	1,110.78	1,350.73 *注1
3) 設備利用率 *注2 (単位：%)	-	31.45	35.50
4) 稼働率 *注2 (単位：%)	-	85	91.5

出所：JICA 資料（基準値・目標値）、質問票回答・ヒアリング（実績値）

*注1：既存発電機（4基）は906.24GWh、本事業の発電機（1基）は444.49GWhの合計値を示している。

*注2：増設分の数値（80MW）にかかる割合のみの目標値が設定されていた。

本事業では完成2年後に目標値の達成を目指していた。本調査では、供用開始時から2年後に当たる2023年の実績値について、質問票、現場視察、DHD維持管理職員へのヒアリングにより確認した。各指標の目標値と実績値について以下に説明する。

1) 最大出力

本事業では、既設ダニム水力発電所（内訳は40MW×4基）内において、80MW（内訳は80MW×1基）の水力発電機器等を増設した。その結果、出力は合計240MWとなった。計画どおりの最大出力が備わった。

2) 送電端電力量

想定した発電が行われているかを測る指標である。当初計画では、本事業完成後に1,110.78GWhの発電量を目標にしていたところ、実績値（1,350.73GWh）は目標値を上回っているといえる。ダニム水力発電所周辺は年間を通じて雨量が豊富であり、4～12月の雨季は十分な降水量を確保でき、後背のダム貯水湖（1964年建設）では十分な貯水が可能である。目標年次の2023年について、特に1～3月の乾季は他の年と比較して雨量が多かった。乾季にもかかわらず十分な貯水ができ、発電には好環境であったことが目標値を上回った要因である⁹。その他の要因として、本事業で水圧鉄管や導水管トンネル等が追加敷設されたことにより、以前にも増して安定的にダニム水力発電所に配水できるようになったことも挙げられる。

3) 設備利用率、4) 稼働率

設備利用率は発電所が適正に運用されているかを測る指標である¹⁰。稼働率は発電所の

⁹ DHD データによると、2013～2022年（10年間）の1～3月（乾季）の3ヶ月間雨量平均は19.29mmであったのに対し、2023年（単年）は30.71mmと多かった。例年、乾季の3ヶ月雨量平均（19.29mm）と雨季の雨量により年間発電量1,110.78GWhの実績が想定されるなか、2023年はこのように乾季にも雨量が多く、想定以上に貯水ができたため発電量実績が伸びた（＝雨量が少ない乾季において凶らずも発電実績が伸びた）。

¹⁰ 設備利用率＝（送電端電力量）÷（最大出力×年間時間数）×100で算定される。

当初運用計画が妥当性かどうかを測る指標である¹¹。両指標とも、審査時の目標値は本事業の発電機（80MW）導入による発電状況を測ることを目指していたため、本事後評価ではその目標値・実績値の比較を行っている。上述 2）と同様の理由であるが、1～3月の乾季において降雨量が多く、発電には良好な状況であったため、両指標の実績値は目標値を上回った。

表4は、ダニム水力発電所における発電停止時間と種別（人為ミス、機械故障、定期検査による停止（計画停止）時間別）を示す。

表4：人為ミス、機械故障、定期検査による停止（計画停止）時間

（単位：時間）

停止時間の種別	事業開始前	事業完成後
	2014年	2023年
人為ミスによる停止時間	0	0
機械故障による停止時間	0	0
定期検査による停止（計画停止）時間	240 *注1	240 *注1

出所：DHD

*注1：全発電機の合計停止時間を示す。

本事業完成後、ダニム水力発電所では人為ミスや機械故障による停止時間は発生していない。定期検査による停止（計画停止）時間は計画どおり実施されている。3.4.7 持続性 運営・維持管理状況の項目で述べるとおり、同発電所では維持管理計画に基づいて点検、定期検査、修繕等が行われている。同発電所職員へのヒアリングでは、「雨季はダム湖で豊富に貯水でき、発電にとって好ましい状況になる。その一方、連続運転による機械トラブルが起りやすくなる場所、着実に定期検査・点検を行うことで年間を通じて安定した発電が実現する。本事業の結果、既存の発電機（4基）の稼働や停止時間の間隔にも余裕ができるようになり、機械故障の防止に作用していると思う」とのコメントも得られた。定期的な検査・点検が着実に行われ、機械トラブルや故障が回避できている。その結果、人為ミスや機械故障にかかる停止時間は皆無といえる。

3.3.1.2 定性的効果

事業開始前、本事業の定性的効果として「安定的な電力供給による同地域の経済成長の促進」が想定されていた。これは、3.3.2 インパクトの項目で扱う内容と考えられるため、本項目では考察・分析は行わない。

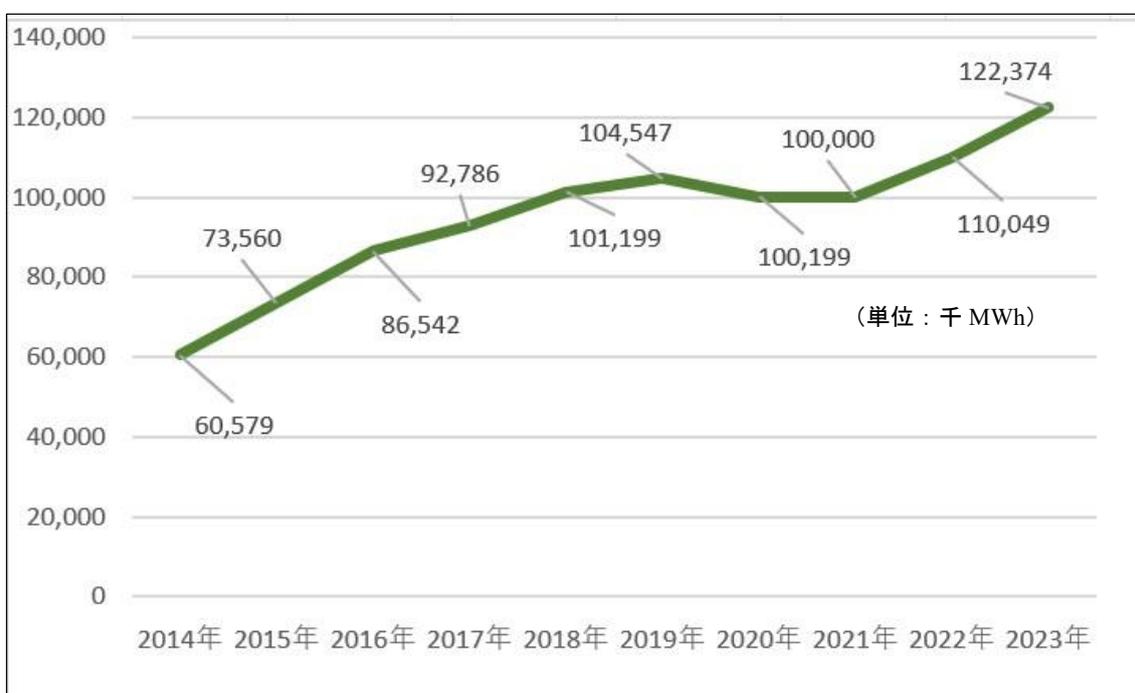
¹¹ 稼働率 = (年間運転時間 ÷ 年間時間数) × 100 で算定される。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

安定的な電力供給による地域経済成長の促進及び国際競争力強化への貢献

国営ベトナム電力会社（EVN）の資料及びDHDによると、2023年時点でベトナム全体の総発電設備容量は84,495.1MWである。そのうち、同国南部地域¹²は38,887MWを占め、これは全国設備容量の46%を占める。直近10年（2014～2023年）でベトナム南部地域の電力需要は2倍以上の伸びを見せている。図2に当該地域の電力消費量の推移を示す。当該地域では工業団地が増え、国内外から多くの企業や工場が操業を行っている。インフラ基盤（電力、上下水道、道路・橋梁等）は、工業団地で操業を行う企業・工場にとって重要な要素であるとともに、経済成長を下支えする存在といえる。

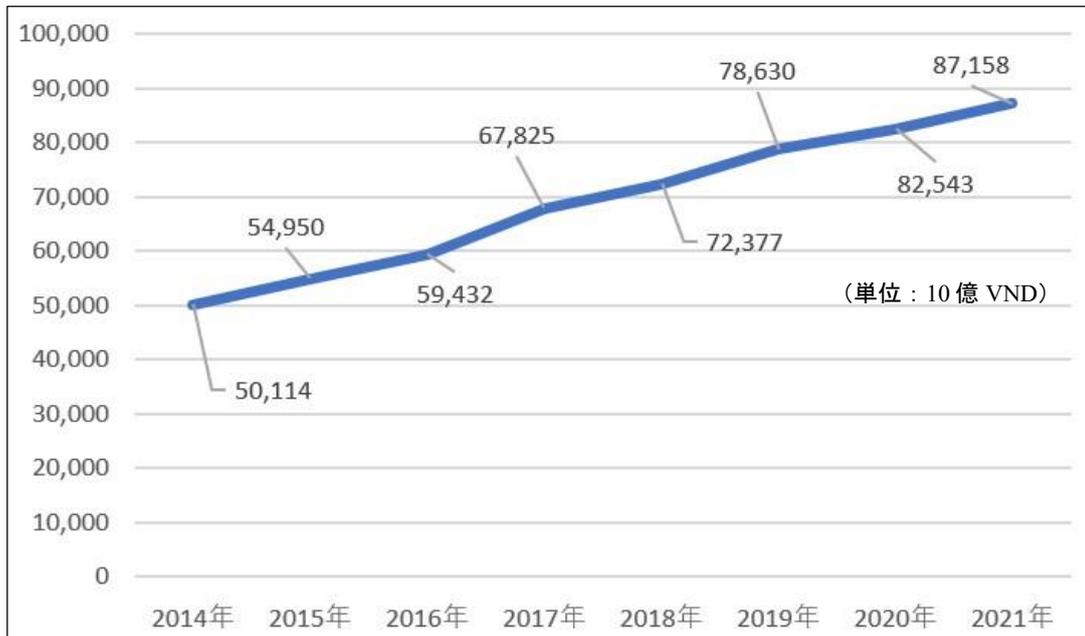


出所：DHD

図2：ベトナム南部地域の電力消費量の推移

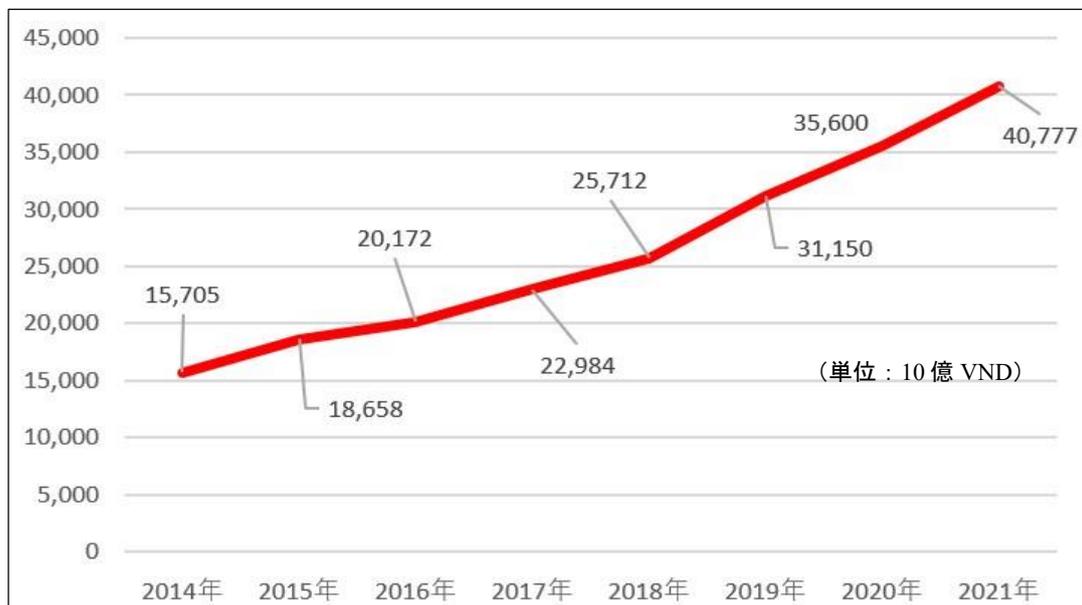
参考として、直近年のラムドン省（人口約161万人）、ニントゥアン省（人口約60万人）の域内総生産額（GRDP）の推移を図3、図4に示す。増加傾向にあることがうかがえる。

¹²一般的には、ベトナム最大都市であるホーチミン市を含む東南部（中央直轄市1市と5省）、メコン川流域のメコンデルタ部（12省）、ラムドン省、ニントゥアン省、ビントゥアン省を含むエリアを指す。



出所：ラムドン省統計資料、質問票回答

図 3：ラムドン省の域内総生産額（GRDP）の推移



出所：ニントゥアン省統計資料、質問票回答

図 4：ニントゥアン省の域内総生産額（GRDP）の推移

ダム水力発電所で生産される電力は全国送電網に供給されている。同発電所周辺地域の電力需要を絶対的に満たす存在とは必ずしもいえないが、本調査では、DHD、ダム水力発電所周辺のラムドン省及びニントゥアン省政府傘下の統計局・産業・商工局、同発電所の下方で発電を行っているハ・ソンファ水力発電所の幹部職員に対し、発電事業と地域

経済・社会を取り巻く状況についてインタビュー調査を行った。以下は得られたコメントの一部である。

<ラムドン省でのインタビュー>

- 「ラムドン省は水資源が豊富な山岳地帯を有する。水力発電により全国送電網に電力供給を行うには最適な環境である。省内には37の水力発電所があり、総発電容量は約2,300MWである¹³。3つの工業団地があり、現在さらに1つが計画段階にある。同省ではアルミニウム製錬が盛んであるが、製造工程では電気を多く使用するため、安定的な電力供給は不可欠である。本事業を含む発電事業はそれらを後押しする存在である」
- 「ラムドン省の農業セクターは38%¹⁴を占める。現在ではハイテク農業が盛んである。ITで管理される自動散水、園芸栽培ハウスでの夜間照明等に多くの電気を使用し、農家は生産効率を上げている。背景のひとつに、安定的な電力供給の実現が挙げられる。近年は国内外からの農業分野への資本の投下も進んでいる」
- 「ダニム水力発電所に後方に位置するダム貯水湖（1964年完成）は、雨季に河川の氾濫を招かないよう洪水制御施設としての機能も有している。雨量が少ない乾季にはダニム川下流に安定的に水を供給している。本事業で整備された水圧鉄管や導水トンネルは下流域での水量調節の機能を高めている」

<ニントゥアン省でのインタビュー>

- 「ニントゥアン省では再生可能エネルギーによる発電、とりわけ昨今は太陽光と風力発電が伸びている。水力発電の発電容量は小さいものの、電力供給の安定を図る上で重要な役割を有している（例：水力発電は、太陽光発電が機能しない夜間に発電を行い、電力供給の安定化に貢献している）」
- 「ダニム水力発電所は全国送電網への送電を優先している。本事業で導入された発電機（80MW）はニントゥアン省全体の電力需要を満たすには規模が小さいが、同省の将来の電力需要は旺盛であることを踏まえると必要不可欠な存在である」
- 「ニントゥアン省には3つの工業団地が存在する。現在さらに1つが建設中である。直近5年間において同省の電力供給状況は安定している。それが要因のひとつになっていると思うが、進出企業数や工場数は増えている」
- 「直近5年間でニントゥアン省の灌漑面積と農業生産量は増えている。その要因のひとつに、本事業により導水トンネルや水圧鉄管が整備され、ダニム貯水湖からダニム水力発電所を通じて下流に流れる水量が増えている。その結果、下流域の同省では灌漑用水⇒農業向け、浄水場での取水⇒飲料水向けに配水量が増えている。副次

¹³ このうち、ダニム水力発電所（最大出力240MW）は約10%弱を構成するといえる。

¹⁴ 次いで工業・建設業が21%、サービス業が41%

的効果の創出といえる¹⁵⁾」

＜ハ・ソンファ水力発電所でのインタビュー＞

- 「ハ・ソンファ水力発電所はダニム水力発電所と同じくダニム川沿いに位置する。ダニム水力発電所の下方で発電を行っている。本事業開始前よりダニム水力発電所から流れる水を利用して発電を行っている。ハ・ソンファ水力発電所の下方にも複数の水力発電所があり、同様に発電を行っている。本事業（80MW の増設、水圧鉄管及び導水トンネルの整備）の計画が持ち上がった際にハ・ソンファ水力発電所では発電機 2 機の増設（2.7MW、2.55 MW）を決定した¹⁶⁾。本事業の結果、ダニム水力発電所から流れる水量が増え、ハ・ソンファ水力発電所への配水量が増加・安定し、発電量も増えている」

以上のインタビュー結果も踏まえると、本事業は電力供給の安定化に寄与しつつ、地域経済の成長を後押しする役割を担っているといえる。国内外から工業団地に進出する企業・工場が増える中、操業に必要なインフラ基盤（電力を含む）の整備が進むことで、国内外から新たな投資を呼び込むきっかけにもなりうるといえる。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 環境へのインパクト

本事業は、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）に掲げる水力発電セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ、同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないと判断された。また、本事業に係る環境影響評価（EIA）は2013年7月にベトナム天然資源環境省より承認された。

事業実施中、大気・水質汚染、騒音・振動、住民の健康被害、生態系への影響がなかったことを質問票、事業関係者へのヒアリング、現場視察により確認した。定期的に作成されており、環境に関する負の影響や問題は発生しなかった工事建設中において、工事車両からの大気汚染・騒音振動、掘削作業による水質汚染等の影響について散水・速度制限を行い、雨季の工事量調整（濁水増防止）等といった緩和対策が行われた。また、事業完了時まで環境モニタリング報告書が定期的に作成されており、環境に関する負の影響や問題は発生しなかった。

事業完成後においても、環境面への負の影響は同様には発生していないことを質問票、DHD へのヒアリング、現地視察を通じて確認した。ダニム水力発電所周辺には住宅密集地域はなく、商業施設等も存在しない。

¹⁵⁾ ただし、同省の社会・経済を変えるような劇的に多量の水が流れているとはいえない。必ずしも大きなインパクトとはいえない点に留意する必要がある。

¹⁶⁾ 国内の銀行（アグリバンク）の融資を活用し整備を決定したとのことである。

DHD では、技術安全部が定期的な環境モニタリングを行っている。同部門には安全担当者が配置されており、環境保護対策からモニタリング報告書の作成（4 半期毎に作成）等を担っている。本事業完成後、環境に関する負の影響や問題は発生していないため、モニタリング結果を踏まえて実施された対策は特にない。DHD によると、大気汚染、水質、騒音・振動、生態系への影響に関するモニタリング指標はベトナム政府の環境基準内に収まっており、住民の健康被害事例や住民からの苦情等は出ていない。

2) 住民移転・用地取得

本事業では住民移転は発生しなかった。用地取得に関して、DHD は 2015 年中に手続きを完了した。表 5 は用地取得実績（対象となった土地所有者数、取得面積、支払済の補償金額）を示す。

表 5：本事業の用地取得（対象土地所有者数、取得面積、支払済の補償金額）

対象者数	取得面積	補償金額
44 名	120,748 m ²	16,235,326 千 VND

出所：質問票回答

本事業開始後、DHD は土地保有者との交渉、取得手続き、補償金の支払いについて、ベトナムの法律（土地法）に則り行った。土地の地目はすべて農地であった。DHD によると、土地保有者は用地取得計画に賛同を示し、取得手続きは「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」の内容にも基づき適切に行われた。手続きに際して、土地価格に加えて、当面の農作物収穫分の代替となる補償金額も含まれた。事後評価時までには補償金の未払いや対象者からの苦情等は発生していないことを DHD へのヒアリングにより確認した。

3) ジェンダー平等、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範、人々のウェルビーイング、人権

本事業は、ラムドン省とニントゥアン省の省境に位置するダニム水力発電所において水力発電機器の増設等を通じて、電力供給能力の向上、地域経済の発展に資するものである。ジェンダーへの影響や平等の実現、公平な社会参加を阻害されている人々への影響、社会システムや人々のウェルビーイング・人権について特筆すべき点は確認できなかったが、ベトナム南部地域では電力需要増加に伴う経済活性化が広がっている中で、広く人々や企業・工場に恩恵をもたらすと考えられる。電力供給の安定化により、企業・工場は生産性を高め、利益拡大、雇用増加を見込むことができる。労働者は所得確保や上昇を通じて、生きる上での選択も増やすことも可能となる。その結果、ウェルビーイングにつながる事象を生成すると考えられる。本事業の結果、ジェンダー平等、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範・人々のウェルビーイング・人権に対して負の影響は見受けられない。

(参考) HIV/エイズ/性感染症予防を目的としたプログラムの実施

本事業開始後、事業関係者（DHD 職員、工事請負業者、建設労働者、事業サイト周辺住民等、計約 200 名）向けの HIV/エイズ/性感染症予防を目的として、DHD は現地 NGO「コミュニティ開発・幼児発達センター」（CDECC）と合意を交わし、HIV/エイズ/性感染症予防プログラムを立ち上げた。プログラムの内容は、HIV/エイズ/性感染症予防に関する研修会の開催（例：HIV の起源、病気の感染経路、予防方法等に関する講座の開催）、避妊具の配布、健康診断等であった。2019 年 6 月末までに同センターは 11 フェーズに亘りプログラムを遂行した。DHD によると、受講者はおおむね研修内容を肯定的に捉え、想定を越える負の影響は特になかったとのことである。

本事業の実施により期待されたアウトカムやインパクトはおおむね計画どおりに達成され、長期的にも社会（人権やジェンダー平等を含む）、環境面や経済面でマイナスのインパクトはほとんどないといえる。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。



写真 5: 整備された水圧鉄管（手前側）
（出典：評価者撮影）



写真 6: ダニム水力発電所と水圧鉄管全景
（出典：評価者撮影）

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 政策・制度

ベトナム政府が策定した PDP8 では、経済成長に即して 2030 年までに発電設備容量の増強が目標とされ、電力供給の安定化が喫緊の課題とされている。本事業は電力供給の安定化に寄与するものであり、事後評価時においても同国政府の政策や方向性に合致するといえる。

3.4.2 組織・体制

実施機関は DHD である。DHD は、2001 年にベトナム電力公社（EVN）傘下のダニム水

力発電所、ソンファ発電所、ハムトアン発電所、ダーミー発電所を管轄する国営企業として設立され、2011年に株式会社化された。DHDは、2013年1月にEVN傘下として設立された発電子会社（Power Generation Company；以下、「GENCO」という）3社（GENCO1、GENCO2、GENCO3）のうちGENCO1の傘下の発電子会社である¹⁷。

DHDの運営職員は、電力マーケティング部傘下の運営管理センター、ダニム及びソンファ運営部、ハム・トゥアン及びダーミー運営部の3部門で勤務している。各部署にはそれぞれ維持管理職員が配属されている。2023年12月末時点の総職員数は244名、このうち、本事業と直接的に関係がある部署はダニム及びソンファ運営部である。同部で勤務する運営職員は46名、維持管理職員は78名である。78名のうち、本事業で整備された水力発電施設の維持管理に直接的に関わっている職員数は36名である。主な運営・維持管理業務として、水力発電タービン（メインバルブ群、タービン駆動部等）や各種設備・機器類の点検、データ計測・運用に関連するモニタリングのほか、故障・不具合が生じた場合の修復業務を担う体制である¹⁸。本調査では、質問票、DHD本部及び現場職員へのヒアリングを通じて、整備された発電所施設（建屋）及び導水路トンネル、水力機器（水圧鉄管）及び水門、電気機器（水車、発電機、変電設備等）の維持管理業務を担う職員数は業務規模に照らして必要十分であると見受けられた。

以上より、本事業の運営・維持管理の体制面には特に問題はないと判断される。

3.4.3 技術

DHDには運営・維持管理の経験が豊富な職員が多く配属されている。過半数以上の職員は15年以上の業務経験を有する。技術・エンジニアリング系（主に電気・電子、電気通信、IT、建設分野）の大卒、専門学校卒業以上の資格を有する職員が大半である。また、運営・維持管理職員は水力発電ユニット、貯水ダム、送電線、配電所設備の運転や保守業務を担当する前に筆記・実技試験に合格する必要がある。試験をパスした職員のみが運転や保守業務に従事している。

職員向けの研修・トレーニングも豊富に行われている。一例として、2023年には「労働安全衛生教育」「感電者応急手当研修」「水力発電所における自然災害防止、保護、捜索、救助のための模範演習」「ISO 9001:2015規格に基づく品質管理システム、リスク管理、内部統制」「電力市場運営に関する深い知識の訓練と育成」等といったテーマの研修・トレーニングが行われた。新規採用職員向けのOJTも行われている。社内での職務経験や指導、e-ラーニングを通じて業務能力向上への取り組みが行われている。

本事業の発電機の運転について、仮に不具合や故障が発生する場合、そのトラブルシューティングの手順をマニュアル化している。水力発電所の運転職員（現場監督、シフトリ

¹⁷ DHDは定期的に運営報告をGENCO1に行い、GENCO1はDHDの監督を行っている。DHDによると、仮に何らかの緊急事態が発生する場合、GENCO1に人的支援を要請する体制が構築されているとのことであるが、これまでそのような事態は発生していない。

¹⁸ 発電用ダム内の水流を制御・調整するための水圧鉄管、送水管、敷地内道路にかかる清掃と塗装は地元企業に委託されている。委託先企業は入札により選定されている。

ーダー、オペレーター等)は手順や指示に従っている。維持管理職員が機器類やトラブルを理解し、効果的に不具合への対応を円滑に行えるよう、模範演習も定期的に開催し、業務能力を確保していることを、質問票やヒアリングにより確認した。

以上より、本事業の運営・維持管理に係る技術レベルに特に問題はないと判断される。

3.4.4 財務

本事業で整備された発電所施設(建屋)及び導水路トンネル、水力機器(水圧鉄管)及び水門、電気機器(水車、発電機、変電設備等)にかかる運営・維持管理予算(計画予算額)と実績額を表6に示す。

表6：本事業の運営・維持管理予算(計画予算額と実績)

(単位：百万 VND)

	2021年	2022年	2023年
計画予算額	22,005	23,911	25,495
実績額	21,901	25,644	22,260

出所：質問票回答

運営・維持管理予算に関して、供用開始以降(2021年)、計画予算額はおおむね増加傾向にある。DHDによると、「毎年、発電設備や機器類の状況を点検し、その状況に見合った管理計画を作成し、保守や修理を行っている。予算作成に際しては、設備の安全性・効率性を優先する運用となるように取り組んでいる」とのコメントが得られた。2022年実績額が計画を上回った理由は、想定以上に維持管理業務が必要となったため、計画を上回る予算額が配賦された。2023年は前年の実績額水準をベースとして余裕をみて計画予算額が組まれている。以上より、維持管理予算作成や配賦状況に大きな問題はないと判断できる。

表7にDHDの税引き後利益(P/Lベース)、表8に貸借対照表(B/Sベース)を示す。

表7：DHDの税引き後利益(P/L)

(単位：百万 VND)

2020年度	2021年度	2022年度
665,296	1,333,992	1,480,120

出所：DHD

表8：DHDの貸借対照表(B/S)

(単位：百万 VND)

	2020年度	2021年度	2022年度
流動資産	1,494,459	2,135,570	2,204,000
非流動資産	6,857,513	6,452,763	6,052,583
資産の部合計	8,351,972	8,588,333	8,256,583
流動負債	413,834	510,510	517,904
長期債務	2,138,092	1,662,733	1,356,120
株主資本	5,800,046	6,415,090	6,382,559
負債の部合計	8,351,972	8,588,333	8,256,583

出所：DHD

DHD の主たる財源は電気料金収入である。支出は運営・維持管理費、減価償却費、税金等の支払いが占める。表7に関して、税引き後利益は、3カ年度とも黒字であり、税引き後利益も増加傾向にある。表8に関して、3カ年度とも特段財務を毀損している状況は確認されない。長期債務の減少は良好な状況を示す。DHD へのヒアリングにより、発電事業からのキャッシュ・フローは安定的であり、債務支払い能力は十分高いことを確認した。DHD によると、「発電施設の運転に際しては、適切にリスクを管理し、今後も様々な状況に対応できるよう、電力供給の方向性と財務面を堅実に準備・運営していく」とのコメントが得られた。DHD 全体の財務状況から推測するに運営・維持管理予算の確保に当面は問題ないと推察できる。

以上より、本事業の運営・維持管理の財務面には特に大きな問題はないと見受けられる。

3.4.5 環境社会配慮

事業完成後において環境面における計画どおりの緩和策が実施され、当面想定される環境への負の影響もないと考えられる。3.3.2.2 その他、正負のインパクト 1) 環境へのインパクトで述べたとおり、事後評価時まで環境面で大きな負の影響は生じていない。

3.4.6 リスクへの対応

3.2.2.2 効率性 事業期間の項目で述べたとおり、導水路トンネルの建設に際して、地滑りが発生しTBMが損害を受け修理が必要になった。修理にはベトナム国外から業者を招き、時間を要することが見込まれた。仮に修理できたとしても、軟弱地盤では再度崩落の危険が伴い、再度 TBM 故障の懸念も考えられた。引き続き危険があったことに加え、TBM を用いた掘削工法から発破工法に変更することが妥当と判断された。これは、さらなる事業遅延を防ぐためのリスクへの対応であったと言及できる。

3.4.7 運営・維持管理の状況

今次調査では、現場視察やDHD維持管理職員へのヒアリングを通じて本事業の発電所建屋及び導水路トンネル、水圧鉄管、発電機等の稼働状況や機能等には不具合がないこと、維持管理状況に問題はないことを確認した。維持管理業務の内容は3.4.2 組織・体制で述べたとおりである。

DHD は毎年、水力発電所内の全設備と工事に関する維持管理計画を策定している。同計画に基づき維持管理が行われている。

スペアパーツは適切に調達・確保されている。DHD によると、特殊なパーツの調達（制御システムの電子回路・基板系）は時間を要することもあるが、調達の遅れによる発電機器の稼働に影響が出るようなことはないとのことである。なお、国外から輸入するパーツは数ヶ月の時間を要することもあるが、半年を超えることはないとのことである。

運営・維持管理職員の勤務体系は3交代制である。365日間、給配電にかかる管理制御、発電機の運転、施設・機材の点検、維持管理等を担っている。

以上より、政策・制度面、組織・体制面、技術面、財務面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況に特段懸念はない。事業によって発現した効果の持続性は高い。



写真7：整備された管理制御システム
(出典：評価者撮影)



写真8：発電機ピッチ設備（80MW）内の水車
(出典：評価者撮影)

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ベトナム南部地域のダニム水力発電所において水力発電機器の増設等を通じて、電力供給能力の向上を図り、地域経済成長促進や国際競争力強化を目指すものである。妥当性に関して、本事業は「開発計画との整合性」「開発ニーズとの整合性」は確認できる。整合性に関して、「日本の開発協力方針との整合性」は整合的といえるが、「内的整合性」「外的整合性」は具体的な連携や相乗効果は確認できない。しかし、国際的な枠組み（SDGs）の目標とは整合的であるといえる。以上より、妥当性・整合性は高い。効率性に関して、アウトプットとしてはおおむね当初計画どおりであった。事業費は当初計画内に収まり、事業期間は当初計画を大幅に上回った。以上より、効率性はやや低い。有効性・定量的効果指標について、実績値は目標値どおりもしくは目標値以上を達成している。同発電所では人為ミスや機械故障による停止時間は確認されていない。インパクトに関して、関係者へのヒアリングや統計データ等を踏まえると、電力供給の安定化と地域経済成長の促進への貢献に本事業が果たす役割は小さくないことを確認した。以上より、有効性・インパクトは高い。持続性に関して、政策・制度面、組織・体制面、技術面、財務面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況に特段懸念はない。以上より、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

長期的視点でインフラ施設整備を考慮し、案件形成を着実かつ丁寧に行うことの重要性

本事業開始以前、「ダム電力システム改修事業」（借款契約調印は1997年）を通じて、ベトナム南部地域における発電事業への支援を通じて、電力需要増加への対応に取り組んでいた。先行事業では水力発電施設が改修され、本事業では発電機の増設等が行われた。DHD 職員は水力発電所の運営に熟知し、運営・維持管理業務の経験・技能も豊富であり、定期的・日常的業務への対応は十分な水準である。すなわち、JICA はベトナムの経済事情を踏まえ、継続してベトナムの電力セクターへの支援を行いつつ、ベトナム側は経験・技能が豊富な職員が継続して発電所の運営を担える環境を備えているが、それは長期的視点でプロジェクトの重要性を理解し、電力供給の安定運用と電力需要増加にかかるニーズを的確に捉えている証左といえる。今後の類似案件の形成に際しても、特に国家経済の成長が著しく、その成長の根幹となる重要なセクターへの支援は、援助国側・被援助国側双方が長期的視点でインフラ施設整備の重要性を考慮しつつ、準備段階からの情報共有を徹底、事業サイトの現地調査の共同実施、資金面を含む案件の進捗管理・モニタリングの徹底等も含め、案件形成を着実かつ丁寧に行うことは有意義と考える。

5. ノンスコア項目

5.1 適応・貢献

5.1.1 客観的な観点による評価

なし。

5.2 付加価値・創造価値

なし。

以上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
1 アウトプット	1) 土木工事、機器調達等の内容 ・土木工事（発電所（建屋）、導水路トンネル（約 5km）等） ・水力機器（水圧鉄管（約 2km）、水門等） ・電気機器（水車、発電機、変電設備等） 2) コンサルティング・サービス ・施工監理 ・環境対策（建設期間中における環境モニタリングの補助及び不具合発生時における対策の助言等）	1) 土木工事、機器調達等の内容 ⇒おおむね計画どおり実施された。 2) コンサルティング・サービス ⇒おおむね計画どおり実施された
②期間	2014年2月～2016年8月 (31カ月)	2014年2月～2021年8月 (91カ月)
③事業費		
外貨	4,788百万円	2,341百万円
内貨	4,098百万円	6,038百万円
合計	8,886百万円	8,379百万円
うち円借款分	(7,515百万円)	(5,993百万円)
換算レート	1USD = 94.8円 1US ドル=20,828VND (2013年5月時点)	1USD=110.49円 1US ドル=22,396VND (2014年～2021年（主な事業コンポーネント実績期間中の IMF の国際財務統計（IFS）の平均値)
④貸付完了	2021年7月	