

国名 ベトナム	(円借款) タクモ水力発電所増設事業
------------	--------------------



プロジェクトサイト



タクモ水力発電所外観

I 案件概要

事業の背景	ベトナムの電力需要は、経済発展に伴い急増しており、1996年から2002年までの全国電力消費量の年平均伸び率は14.6%となっていた。ベトナム電力公社は、ベトナム南部地域で2010年までに毎年13.8%の割合で電力需要が増加すると見込んでおり、特に本事業の対象地域である南部東北地域及び中部高原地域の一部は、毎年16.0%の割合で電力需要が増加すると見込まれていた。具体的には、同地域においては、本事業以外の発電所の新設（126MW）を勘案したとしてもなお、2009年には同地域の電力需給は逼迫すると見込まれていた（534MWの不足）。したがって、同地域の電力需給ギャップを緩和することは喫緊の課題であった。			
事業の目的	本事業は、電力需給が逼迫しているベトナム南東部地域において、既設のタクモ水力発電所に75MWの水力発電所を増設することにより、電力供給事情の改善を図り、もって経済活動の活性化及び住民の生活環境の改善に寄与する。			
実施内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 事業サイト：ベトナムビンフォック省タクモ町 2. 日本側： <ol style="list-style-type: none"> 1) 土木工事・調達機器等 <ul style="list-style-type: none"> ・土木工事：導水路、取水設備、サージタンク等 ・水鋼構造物：水圧鉄管、その他水門機器 ・発電機器：水車（フランシス式×1基）、発電機（75MW×1基）、主要変圧器等 2) コンサルティング・サービス <ul style="list-style-type: none"> ・詳細設計、入札書類レビュー ・入札及び契約補助 ・本体工事施工管理 3. 相手国側： <ul style="list-style-type: none"> ・住民移転等 			
事業実施スケジュール	交換公文締結日	2004年3月31日	貸付完了日 (円借款のみ)	2019年1月31日
	借款契約締結日	2004年3月31日	事業完了日	2018年11月(保証期間終了時)
事業費	総事業費（計画）：7,026百万円 円借款承諾額：5,972百万円		貸付実行総額：4,533百万円	
相手国実施機関	ベトナム電力公社（Vietnam Electricity: EVN）			
借款契約条件	金利：0.75%、償還期間：40年（うち据置期間：10年）、一般アンタイド			
借入人	ベトナム社会主義共和国			
案件従事者	本体：National Research Institute of Mechanical Engineering Narime（ベトナム）/ Lilama 45.4 Joint Stock Company (Lilama 45.4)（ベトナム）(JV)、Alstom Hydro（フランス）/ GE Power India Limited（インド）、Truong Son Construction Corporation（ベトナム）/ Underground Works Construction Joint Stock Company (Vinavico)（ベトナム）(JV) コンサルタント：電源開発株式会社（日本）/ 日本工営（日本）(JV) 調達代理機関：N.A.			

II 評価結果

【要旨】

本事業は、電力需給が逼迫しているベトナム南東部地域における電力供給事情の改善を図ることを目的に、既設のタクモ水力発電所に 75MW の水力発電所を増設した。同地域の電力需給ギャップの緩和に寄与する本事業は、ベトナムの開発政策、開発ニーズに合致し、経済インフラ整備を重点支援分野に掲げた日本の援助政策にも整合しており、妥当性は高い。事業実施面については、事業費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。事業効果については、計画外停止時間及び最大出力は目標値を達成している。送電端電力量は目標値の 8 割をやや下回ったが、これは実際の雨量が想定より少なかったためである。乾季におけるペー川下流¹への水の供給や広域的な観点から電力システムの安全性を確保するため、中央給電指令所が系統・需給運用を調整し、本発電所の稼働を制限したことにより、結果的に目標値に届かなかった。本発電所は変動する電力需要に応じてピーク電力への対応を行っており、電力の安定的な供給に貢献している。またベトナム南東部地域の経済活動の活性化や地域住民の生活環境の改善に寄与していると考えられる。このため、本事業の実施によりおおむね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。自然環境への影響について特段大きな問題は報告されておらず、住民移転・用地取得プロセスはベトナムの関連規則に基づいて適正に実施されており問題はない。運営・維持管理については、制度・体制、技術、財務、状況いずれも問題はなく、発電所の稼働状況も良好で順調に運営されていることから、発現した効果の持続性は高いと考える。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

総合評価 ²	A	妥当性	③ ³	有効性・インパクト	③	効率性	②	持続性	③
-------------------	---	-----	----------------	-----------	---	-----	---	-----	---

【留意点／評価の制約】

本調査では、新型コロナウイルス感染症の世界的な拡大の影響により、外部評価者はベトナム現地に渡航できず、かつ、ベトナム国内での感染対策の影響を受けて現地調査補助員による事業サイト実査等もできなかった。したがって、現地調査補助員を含め完全な遠隔調査となった。このため、外部評価者は直接現地でアウトプットの確認や関係者へのインタビュー調査等を行うことができず、現地調査補助員を活用した遠隔調査で得られた情報及びデータを精査して評価分析・判断を行った。

1 妥当性

【事前評価時のベトナム政府の開発政策との整合性】

審査時におけるベトナム政府の電源開発計画について、「ベトナム電力セクターに係る第 5 次マスタープラン」(2001 年～2010 年)において、ベースロードを受け持つ火力とミドル／ピークロードを受け持つ水力とのバランスを取りつつ、2010 年までに総設備容量を 18,110MW とする新発電所の建設が計画されていた。また、工業省が制定した「Power Sector Policy Statement」に基づいて、安定した電力供給力を確保したうえで、段階的に電力市場を開放する方針に沿って電力セクター改革が進められていた。本事業は、ピークロード対応の水力発電所を増設して電力の安定供給を図ることを目指しており、審査時の開発政策と整合していたといえる。

【事前評価時のベトナムにおける開発ニーズとの整合性】

審査時、ベトナム南部地域では事業背景に記載のとおり電力需給の逼迫が見込まれており、本事業を実施する必要性は高かった。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

審査時、日本政府の「対ベトナム国別援助計画」(2004 年 4 月)や JICA (旧 JBIC) の海外経済協力業務実施方針及び国別業務実施方針において、持続的な経済成長を達成するために電力等の経済インフラ整備が重点支援分野に位置付けられていた。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【有効性】

<定量的効果>

本事業の定量的効果として、事前評価時に「計画外停止時間 (時間/年)」「送電端電力量 (GWh/年)」「最大出力 (MW)」が設定されていた。各指標の基準値、目標値、実績値を表 1 にまとめた。事業完成は 2018 年 11 月 (保証期間終了時) であることから、比較対象となる目標年は完成 2 年後の 2020 年である。

- ・ 計画外停止時間：2020 年の実績値は 5.40 時間で、目標値 (12.39 時間) を下回り、目標を達成している。達成率は 229% である⁴。
- ・ 送電端電力量：2020 年の実績値は 39.2 GWh で、目標値 (52GWh) の目標達成率は 75% である。本事業の運営・維持管理を担当する Thac Mo Joint Stock Company (以下「Thac Mo JSC」という。) によると、目標達成率が 8 割をやや下回ったのは、2020 年の雨量が少なかったためとのことである。Thac Mo JSC によると、当初ベトナム商工省の文書 (No.3733/QD-BCT)

¹ ペー川は本事業が位置するビンフック省タクモ町を流下しており、本水力発電所はペー川の流水を利用して運転している。

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 目標達成率は、目標値/実績値と定義して計算した。

に示された 2020 年の発電計画に従い 46GWh の送電端電力量を計画していた。しかし、実際の雨量が想定より少なかったため、中央給電指令所⁵は、翌年の乾季におけるペー川下流への水の供給及び電力システムの安全性を確保するため、本発電所の稼働を制限した⁶。Thac Mo JSC は指示に従って日々の発電量を調整し、結果として、2020 年の送電端電力量が目標値に届かなかったとの説明があった。また、実施機関によると、2019 年の実績値が 52GWh を下回った理由も雨量が少なかったためとのことである。雨量は事業目的達成のために不可欠な要因であるが、雨量が少なかったことを裏付けるデータや情報を実施機関から得られていないため、次善の策として、日本の JAXA（宇宙航空研究開発機構）の「世界の雨分布統計」のサイト⁷からタクモ水力発電所付近の雨量データを取得して図 1 にまとめた。本データを見る限りでは、2019 年の雨量は前年よりも減少しているように見受けられるが、2020 年の雨量が明らかに減少したとまでは言い切れない。

- ・最大出力：2020 年の実績値は 75MW で、目標値（75MW）を達成している。達成率は 100%である。

表 1：本事業の定量的効果

指標名	目標値（2010年） 運転開始後 2 年	実績値		
		2018 年	2019 年	2020 年
計画外停止時間（時間/年）	12.39	36.46 注	10.57	5.40
送電端電力量（GWh/年）	52	133.7	47.8	39.2
最大出力（MW）	75	75	75	75

出所：事業事前評価表、業務完了報告書、実施機関への質問票回答

注：2018 年の計画外停止は、タービンの水封システム及び水冷却システムのフィルターの初期トラブルが原因。

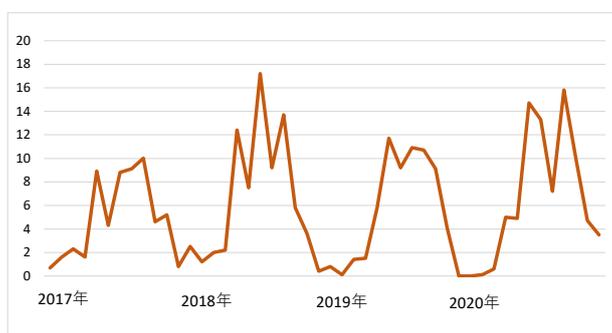


図 1：タクモ水力発電所付近の各月平均降雨量（単位：mm）

出所：JAXA「世界の雨分布統計」サイトより取得したデータをもとに作成

<定性的効果>

本事業の定性的効果として、「発電能力の向上」及び「安定的な電力供給」が想定されていた。タクモ水力発電所はピークロード対応の発電所で、発電された電力はグリッドに送電され、ホーチミン市を含むベトナム南東部地域と広い地域をカバーする。その中でも主要な供給地域は本水力発電所が位置するビンフック省であることから、同省の最大電力需要と電力消費量の実績を表 2 にまとめた。いずれも右肩上がりに推移している。実施機関によると、増設した発電所による追加的な電力供給によりグリッドの安定化に貢献しているとのことだが、本発電所の最大出力は 75MW と、電力システム全体からみると発電量は多くない。ビンフック省には本発電所以外にも複数の水力発電所があり⁸、またグリッド経由で他地域の発電所からも電力供給を受けている。このことから電力の安定供給は、本事業を含め実施機関による継続的な発電能力の向上の成果によるところが大きいと言える。

表 2：ビンフック省における最大電力需要及び電力消費量の推移

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
最大電力需要（MW）注 1	1,562	1,615	1,670	1,726	1,784	1,845
電力消費量実績（MWh）注 2	1,144	1,568	1,646	1,693	2,204	2,500

出所：実施機関への質問票回答

注 1：最大電力需要（MW）はピーク時の瞬間最大需要。

注 2：電力消費量実績（MWh）は実績消費量を時間平均に換算したもの。

【インパクト】

(1) インパクトの発現状況

本事業がもたらすインパクトとして「経済活動の活性化」と「地域住民の生活環境の改善」が想定されていた。

- ・経済活動の活性化：本事業以外の要因も影響していることから直接的な因果関係を検証するのは困難であるが、事前評価時の想定内容を確認するために、ビンフック省と、比較の観点からホーチミン市の工業生産高及び地域総生産（Gross Regional Domestic Product。以下「GRDP」という。）の推移を以下表に示す。増設した水力発電所が運転開始した 2017 年の

⁵ 一般的に、発電所で発電された電力は一旦、各地域のグリッド（送電系統網）に送られ、中央給電指令所もしくは地域の給電指令所が広域的な観点から系統・需給運用を調整し、再びグリッドを経由して各地に送電される仕組みになっている。

⁶ 中央給電指令所より本発電所の稼働制限を指示した公式レター（Ref. 4136/DBQG-TTD）が発出されている。

⁷ https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index_j.htm

⁸ Can Don 水力発電所（77.5MW）や Srok Phumieng 水力発電所（51MW）等の水力発電所がある。

工業生産高は、前年を大きく上回る伸び率で、2017年以降ホーチミン市の増加率を上回る伸び率になっている。また、ビンフック省の2017年のGRDP増加率も前年を大きく上回る伸び率になっており、以降、右肩上りに推移している。また、2019年はホーチミン市を大きく上回る増加率になっている。

表3：工業生産高の推移

(単位：2010年の数値を100として指数化したもの)

	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年 注
ビンフック省	106.8	106.0	116.2	119.9	119.5
ホーチミン市	107.2	107.3	115.7	115.8	115.0

出所：ベトナム統計総局

注：暫定値

表4：GRDP増加率の推移

(単位：% (2010年基準))

	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
ビンフック省	6.37	5.03	6.58	8.27	9.11
ホーチミン市	9.85	8.05	7.76	8.30	8.32

出所：ビンフック省及びホーチミン市の各統計局

また、ビンフック省は13の大規模工業団地（総面積4,686ha）を有し、海外からの投資誘致に力を入れている。2020年12月にタイ大手複合企業チャロン・ボカパン（CP）グループのベトナム法人CPVフードが東南アジア最大の鶏肉加工場を操業している（総投資額2億5,000万ドル、敷地面積10ヘクタール超）⁹。安定した電力供給は投資環境整備の必須条件であり、本事業は経済活動の活性化に一定程度貢献したといえる。

- 地域住民の生活環境の改善：実施機関によると、「世帯電化率」は本事業実施前から既に100%とのことである。既存の調査から、夜間光は経済指標と強い相関関係にあることが分かっており、電化率等の代替指標として、ビンフック省における2014年~2020年の夜間光量を分析した。具体的には、Google Earth Engine を利用し、VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1 の夜間光データを Humanitarian Data Exchange v1.56.0 の行政区域の境界データを用いて抽出し、年平均夜間光量を算出した。（図2）本事業で増設した発電所が運転を開始した2017年は前年に比べて夜間光の強さが大幅に増加しており、2017年以降も右肩上がりに推移している。

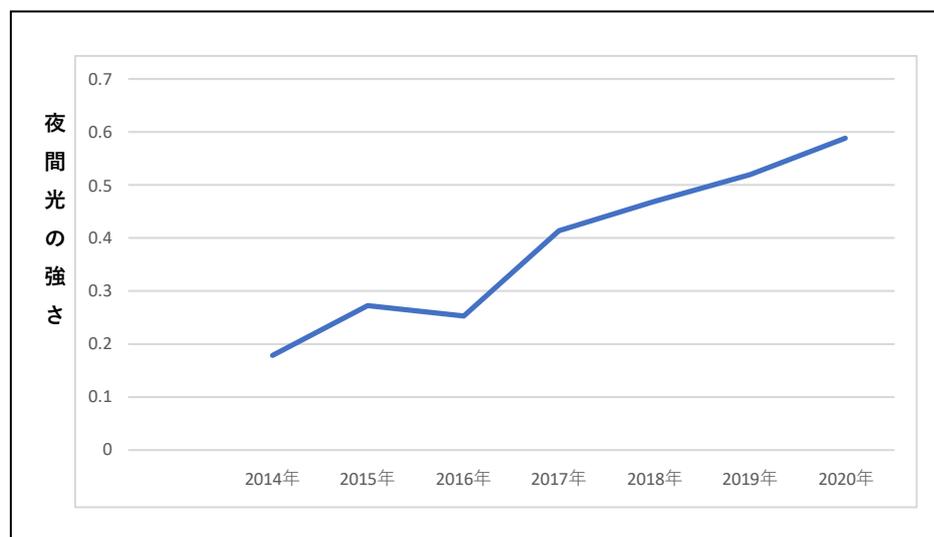


図2：ビンフック省における夜間光（平均値）の推移

出所：VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1, Humanitarian Data Exchange v1.56.0 より作成

また、図3にビンフック省の夜間光の画像を掲載した。本体工事が開始した2014年と事後評価時の2020年を比べると、全体的に見てわずかながらも夜間光が強くなってきていることがわかる。ビンフック省の夜間光の上昇をもたらしたのは本事業だけではないと思われるが、本水力発電所の増設による追加的な電力供給が一定程度貢献したと考えられる。以上より、本事業は、経済活動の活性化及び地域住民の生活環境の改善に貢献していると考えられる。

⁹ 出所：ジェトロ情報より。

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/01/18df94ad59fcf767.html>

<https://binhphuoc.gov.vn/vi/binh-phuoc-portal/plan-projects/security-potilics-economy-and-society-45.html>

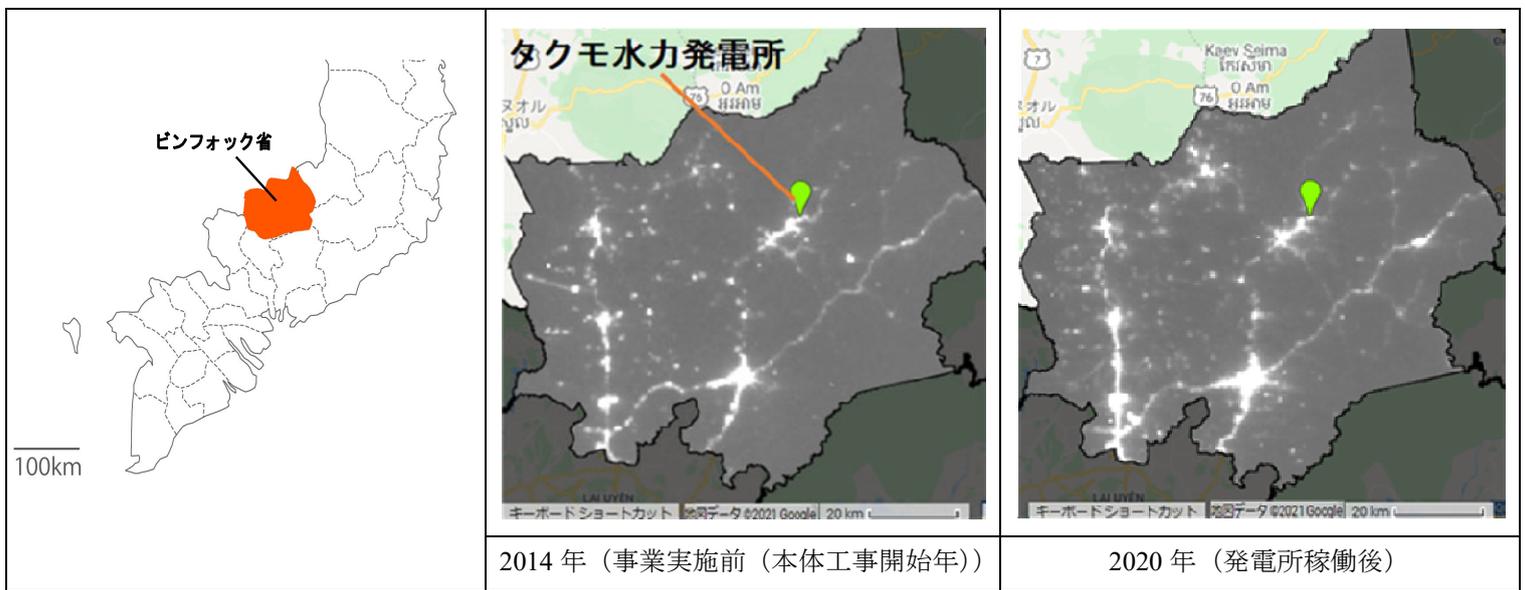


図3：ビンフォック省の夜間光の画像

注：ビンフォック省には本発電所以外にも水力発電所があり、また、グリッド経由で他地域の発電所からも電力供給を受けている。

(2) その他の正負のインパクト

①自然環境へのインパクト

本事業は「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」(2002年4月)上、カテゴリ-Bに該当する。本事業は環境影響評価報告書(EIA)に対するベトナム政府の承認を必要としないため、EIAは作成されていない。実施機関によると、事業実施期間中四半期毎に大気、水質、騒音、振動、魚の生物多様性の各項目について環境モニタリングを実施した。実施機関の環境モニタリングレポートによると、水質、騒音について一時的に基準を上回ることがあったが、実施機関及び施工監理担当の本邦コンサルタントへのヒアリングによると、セメント汚濁水の沈殿池の設置や、民家に近い場所では発破のための薬量を減らす等の対策が講じられた結果、大きな問題には発展しなかったとのことだった。また、モニタリングレポートによると、生活水について、住民から硬度が高いとの指摘があり、実施機関が調査をしたところ、CaCO₃(炭酸カルシウム)が基準値を超えていたことが判明した。しかし、実施機関が検証した結果、水源の水の硬度が高い地域であり、本事業が直接的な原因ではなかったことが確認されている。

②社会環境(用地取得・住民移転)へのインパクト

本事業実施により、53世帯(179名)の住民に対し、非自発的住民移転が発生した¹⁰。実施機関によると、用地取得及び住民移転はベトナム国内手続き及び住民移転計画に沿ってPhuoc Long Townの人民委員会により実施されたとの回答があった。同人民委員会により補償委員会が設立され、用地取得・住民移転手続きが行われている。実施機関によると、補償委員会のメンバーは、天然資源環境局、経済・インフラ局、Duc Hanh コミュニンの人民委員会、Thac Mo JSCの長や専門家により構成され、移転住民の代表は含まれなかったとのことである¹¹。しかし、移転住民の意見や要望は補償委員会にて聴取しており、合理的な意見は受け入れていたとのことだった。

補償委員会は、移転世帯の不動産の算定額や補償額を決定する際など必要に応じて開催されており、土地面積の測量や所有者の確認の後、土地の面積に応じて、ベトナムの国内法に則った補償単価に基づいて補償金が支払われた。住民とのコンサルテーションや補償額の交渉が累次にわたって実施されており、話し合いを通じて合意形成が行われたとのこと、移転住民から苦情は出ず、53世帯すべてが移転及び補償額に同意し、その後補償額が合意どおり支払われた。また、用地取得・住民移転のすべての工程において、移転住民やNGO等から苦情や反対運動はなかった。実施機関によると、移転前と比べて住民の生活水準は少なくとも回復しているとのことだった。

③その他のインパクト：発電のための水量利用による洪水被害の軽減

プラスのインパクトとして、発電所が稼働して発電のために水量が利用されることで、雨季における放水路の流量が減少し、べー川下流の洪水被害を減らすことが可能になるとのことだった。

【有効性・インパクトの評価判断】

本事業の定量的効果として、「計画外停止時間」「送電端電力量」「最大出力」の3つの指標が事前評価時に設定され、事後評価時において、計画外停止時間と最大出力は目標値を達成している。送電端電力量は、実績値が目標値の8割をやや下回った。これは、2020年の雨量が想定より少なく、中央給電指令所が翌年の乾季におけるべー川下流への水の供給及び電力システムの安全性を確保するため、本発電所の稼働を制限したためとのことである。ただし、本事業を含め実施機関による継続的な発電能力の向上の成果によるところが大きいものの、本事業で増設した発電所による追加的な電力供給がグリッドの安定化に一定程度貢献していること、他の2つの指標は目標を達成し、送電端電力量も目標値の75%達成率であることから、同指標の目標未達をもって有効性全体を押し下げる要因にはならないと判断した。主要な電力供給地域であるビンフォック省への大規模投資実績や同省の夜間光の推移等を踏まえると、本事業が経済活動の活性化や地域住民の生活環境の改善に貢献していると考えられる。よって、本事業の実施によりおおむね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。

¹⁰ 事前評価時において、民家12世帯(30名)の非自発的住民移転が想定されていた。移転数が増加したのは事業が大幅に遅延し、その間に人口の自然増や社会増が発生したためである。

¹¹ その理由は、移転住民代表の選定は、ベトナムの国内法で義務付けられていないためとのことである。

3 効率性

<アウトプット>

「I 案件概要」に説明する実施内容はおおむね計画どおり実施された。実際の現場の地質の状況等を踏まえて水圧鉄管の最上流部が斜坑から立坑に変更されたが、この変更による安全性や事業効果への影響はないとのことであり、妥当な変更だったと考える。

<インプット>

本事業の総事業費は当初計画では 7,026 百万円（うち円借款部分は 5,972 百万円）であったのに対し、実際は 5,710 百万円¹²（うち円借款部分は 4,533 百万円）と計画内に収まった（対計画比 81%）。後述のとおり、コントラクター選定方式を当初計画の国際競争入札から国内競争入札に変更して入札が行われたことで事業費が大幅に削減された。

事業期間（借款契約調印から保証期間終了時まで）は、2004 年 3 月～2009 年 12 月（70 カ月）と計画されていたが、実績は 2004 年 3 月～2018 年 11 月（177 カ月）と計画を大幅に上回った（計画比 253%）。このため、2011 年 7 月と 2015 年 11 月の 2 回貸付実行期限の延長が行われた。各工程の計画と実績の比較を表 5 に整理した。

表5：各工程の計画・実績の比較

項目	計画	実績
コンサルタント選定	2004年1月～2004年6月（6カ月）	2005年9月（入札開始）～2006年4月（8カ月）
詳細設計、入札補助（コントラクター選定）	2004年7月～2005年11月（17カ月）	2006年5月～2014年6月（98カ月） *このうち2008年6月からコンサルタント業務が停止され、2011年1月に業務が再開した。（再開の告示は2010年7月に行われた。）
本体工事	2005年12月～2008年12月（37カ月）	2014年7月～2017年7月（37カ月）
運転開始	2008年12月	2017年7月
保証期間終了	2009年12月	2018年11月

出所：JICA提供資料、実施機関への質問票回答、施工監理担当の本邦コンサルタントへのヒアリング

事業期間が計画を大幅に上回った主な理由は、(1) コンサルタント選定開始の遅延と、(2) コントラクター選定手続きの大幅な遅延によるものである。

(1) については、借款契約調印（2004 年 3 月）の後、コンサルタントの選定開始（2005 年 9 月）まで約 1 年半の開きがある。その理由は、用地取得や送電線撤去等の工事前の事前作業が想定より遅延し、更に雨季の工事開始を回避するスケジュールに変更したことで、事業の工程が全体的に後ろ倒しとなったため、実施機関は、目指していた事業開始後早期のコンサルタントとの契約を行う必要がなくなり、コンサルタントの選定方式を変更したためである。実施機関は当初、本事業の案件形成促進調査を実施したコンサルタントと随意契約を締結して効率的に事業を開始しようと計画していた。しかし、上記の理由により、すぐにコンサルタント業務が開始されたとしても、雨季があけるまでは工事が開始できないことが判明した。このため、実施機関は随意契約で事業開始後すぐにコンサルタント業務を開始するメリットが見いだせなくなり、コンサルタントの選定方式を競争入札方式に変更した。

(2) については、2008 年 6 月からコンサルタント業務が一時停止され、再開されたのが 2011 年 1 月と、約 31 カ月間一時停止された。その原因は、当初、2007 年に行われたコントラクターの入札で、入札金額が実施機関の予定価格を大幅に超過し、入札不調になったことに伴い、入札方法の再検討に時間を要したためである。背景には、建設資機材や人件費などの価格が大幅に上昇したことがある。実施機関は、最終的には、土木工事に係る入札ロットを 2 分割し、両ロットとも当初計画の国際競争入札から国内競争入札に選定方式を変更して入札が行われた。

<内部収益率（参考数値）>

審査時の財務的内部収益率（Financial Internal Rate of Return。以下「FIRR」という。）は、売電収入¹³を便益、建設工事費、運転保守費、管理費、税金を費用、プロジェクトライフを 50 年として算出され、数値は 6.6%であった。本事後評価において再計算したところ、4.2%となり審査時の数値を下回った。

審査時の経済的内部収益率（Economic Internal Rate of Return。以下「EIRR」という。）は、代替火力価値を便益、建設工事費、運転保守費、管理費を費用、プロジェクトライフを 50 年として算出され、数値は 15.3%であった。本事後評価において再計算したところ、10.5%となり審査時の数値を下回った。

FIRR、EIRR ともに審査時の数値を下回った主な理由は、実際の発電量が審査時の想定を下回ったためと考えられる。

以上により、事業費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。

4 持続性

【制度・体制面】

本事業で増設した発電所の施設・設備の運営・維持管理は、実施機関の EVN¹⁴と運営・維持管理担当の Thac Mo JSC との間で締結されたオペレーションサービス契約に基づき Thac Mo JSC が実施している。オペレーションサービス契約は毎年更新され、Thac Mo JSC は毎年年初に業務計画と予算見積りを EVN に提出し、EVN の承認を得たうえで運営・維持管理業務を実施している。また、Thac Mo JSC は業務実績を毎月 EVN に報告しており、問題発生時にはその都度 EVN に報告することになっている。

タクモ水力発電所の運営・維持管理担当職員の内訳は表 6 のとおり（外部委託の警備員と清掃員を除く合計 48 名）。

¹² 為替レートは、1VND=0.005518 円、1USD=103.52 円で算出した。（IMF International Financial Statistics（2004-2018 年平均レート）より）

¹³ 売電収入の数値は便宜的なものであり、EVN では本事業で増設した水力発電所の公式な売電収入を算出していない。その理由は、EVN 所有の発電所で産出された電力はすべて EVN の電力ネットワークに合算されるため、個別発電所の売電収入は算出していないため、とのことである。

¹⁴ 事後評価時点において、EVN が既設の発電所を含むタクモ水力発電所の所有権を有している。

表 6：タクモ水力発電所の運営・維持管理担当職員の内訳

	役割・ポジション	人数	備考
1	オペレーションチーフ（中央制御室）	5名	既設発電所と兼務
2	オペレーションリーダー（本発電所）	5名	既設発電所と兼務
3	オペレーター（中央制御室）	5名	既設発電所と兼務
4	オペレーター（機械室）	5名	増設発電所の専任
5	計画・電力市場エンジニア	1名	既設発電所と兼務
6	技術者	1名	既設発電所と兼務
7	消防設備エンジニア	1名	既設発電所と兼務
8	保守点検作業員	25名	既設発電所と兼務
9	警備員	6名	外部委託
10	清掃員	1名	外部委託
	合計	55名	

出所：Thac Mo JSC への質問票回答

Thac Mo JSC によると、現在の人員配置でこれまで運営・維持管理業務を十分かつ円滑に実施してきており特段問題はないとのことである。また、Thac Mo JSC は EVN と常時コミュニケーションをとり、緊密な連携体制が取られている。意思決定プロセスや権限等はオペレーションサービス契約で明確になっており、同契約に基づいて運営・維持管理業務が行われている。

以上より、維持管理の制度・体制面に大きな問題はみられない。

【技術面】

Thac Mo JSC の運営・維持管理担当職員は、十分な技術・知識や経験を蓄積した職員が配置されている。例えば、オペレーターはほぼ全員が大学卒業者で、工学系（電気・電気システム）の専門性を有し、本発電所の運営・維持管理業務に関して十分な技術と経験を蓄積している。また、保守点検作業員も豊富な経験と技術を有したエンジニア部隊で、仮に突然の現場トラブルに見舞われた場合でも、迅速に修理作業を行うことができる。

Thac Mo JSC には独自の研修システムと研修計画があり、すべての運営・維持管理担当職員が計画に沿って研修を受講する。発電所の運転開始前、Thac Mo JSC は運営・維持管理担当職員全員を対象に研修を実施しており、運転開始後は、Thac Mo JSC と中央給電指令所間のトレーニング契約に基づき、毎年中央給電指令所から専門家を招き、オペレーションチーフ及びオペレーションリーダーを対象に、電力系統運用に関する研修を行っている。また、Thac Mo JSC はオペレーターを対象に毎月研修を行っている¹⁵。いずれも研修受講後、認定試験等を経て認定証が交付される。更に、運営・維持管理担当のシニア職員による他の職員向け OJT も実施されている。

日常の運営・維持管理業務については 17 のマニュアルが整備されており、運営・維持管理担当職員はこれらを日常的に活用して業務を行っている。マニュアルは ISO の規定等に基づいて改訂・更新される。マニュアルの他、機器メーカーの取り扱い説明書や EVN の大規模修繕規定も参照して運営・維持管理活動が行われている。

以上より、運営・維持管理に係る技術に関して、特に問題は認められない。

【財務面】

本事業で増設した水力発電所の運営・維持管理費の予算、配賦実績と支出実績は表 7 のとおり。運営・維持管理費は実際に要した費用に基づいて配賦・支出されるため、Thac Mo JSC が EVN に年初に提出する予算見積り（計画額）と一致しない。2018 年は実際に要した運営・維持管理費は計画額よりも少なく、2019 年、2020 年は多かった。必要額が満額手当されており、適時に配賦されている。

表 7：本事業で増設した水力発電所の運営・維持管理費

（単位：百万 VND）

	2018 年	2019 年	2020 年
予算（計画額）	5,117	5,117	5,117
配賦実績	4,246	5,412	5,384
支出実績	4,246	5,412	5,384

出所：Thac Mo JSC への質問票回答

EVN の財務データ（連結財務諸表）表 8 のとおり。売上高、売上総利益ともに堅調に推移している。

¹⁵ 主な研修内容は、発電設備の運転監視・操作・トラブル対応、単線結線図と制御盤の理解、電力系統のオペレーション、機器の修理等である。

表 8 : EVN の連結財務諸表

(単位 : 十億 VND)

	2018 年	2019 年	2020 年
売上高	10,048	44,167	40,367
売上原価	-8,810	-39,105	-35,606
売上総利益	1,238	5,062	4,760
金融収益、企業経費管理費等	-1,978	-3,796	-2,467
事業純利益	-740	1,266	2,294
その他損失	4	-27	-1
税引前事業利益	-736	1,239	2,292
当期法人税	-144	-87	-477
繰延税額	27	-26	-
税引後事業利益	-853	1,125	1,815

出所 : EVN 年次報告書 (2018、2019、2020 年)

注 : 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

EVN の主な財務指標データの推移を表 9 にまとめた。安全性については、2015～2019 年の流動比率及び当座比率はいずれも 1 倍を超えており、2019 年はそれぞれ 1.63 倍、1.38 倍と流動性を安全に確保しつつ、キャッシュフローの管理にもプラスに影響している。活動性については、2019 年は売掛金日数、棚卸日数とも前年を下回り、指標の改善がみられる。固定資産回転数が増加傾向にあり、EVN が資産を有効活用していることがわかる。成長性については、2019 年は売上総利益率、売上高営業利益率、自己資本比税引前利益率いずれも前年を若干下回ったものの、全体的な推移を見ると、引き続き高い収益性を維持していると考えられる。

表 9 : EVN の主な財務指標データの推移

指標	データ	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
安全性	流動比率 (回)	1.32	1.77	1.46	1.63	1.63
	当座比率 (回)	1.06	1.47	1.21	1.37	1.38
	現金比率 (回)	0.1	0.19	0.38	0.22	0.25
活動性	売掛金日数 (日)	46.97	59.98	75.47	78.43	74.04
	棚卸日数 (日)	30.39	31.41	33.24	31.74	27.49
	固定資産回転数 (回)	0.71	0.56	0.64	0.71	0.77
成長性	売上総利益率 (%)	9.16	9.85	11.36	12.54	11.36
	売上高営業利益率 (%) 注	2.78	2.49	4.20	5.39	4.96
	自己資本比税引前利益率 (%) 注	7.76	11.30	17.78	21.49	17.92

出所 : EVN 年次報告書 (2019 年)

注 : 為替差損は含まない

以上より、運営・維持管理の財務に問題はないと判断される。

【運営・維持管理状況】

Thac Mo JSC によると、本事業で増設した水力発電所の施設・設備は、タービン、発電機、ガス遮断器、中圧スイッチギア等の主要設備を含め良好に維持管理され、順調に運営されているとのこと。また、メンテナンス記録は活動の都度作成されており、活動実績を取りまとめて毎月 EVN に報告している。問題発生時はその都度 EVN に報告することになっている。2018 年にタービンの水封システム及び水冷却システムのフィルターの初期トラブルが発生したものの、Thac Mo JSC にて必要な対策を講じており、以降突発的なトラブルは発生していないとのことである。

スペアパーツは、ベンダーとの電気機器契約に基づいて Thac Mo JSC が調達しており、Thac Mo JSC の機材倉庫に保管されている。また、スペアパーツを管理するためのデータベースの構築や検収記録の管理も行われている。現時点で調達の必要はないとのことだが、一部の変圧器、遮断器等は輸入する必要があるため、必要な時に適時に調達できるよう計画的な管理を行っているとのことである。

以上より、運営・維持管理の状況に関して、特に問題はみられない。

【評価判断】

よって、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

III 提言・教訓

実施機関への提言 : なし

JICA への提言 : なし。

実施機関及び JICA への教訓：

本事業が遅延した主要要因の一つはコントラクター選定手続きの大幅な遅延によるものであるが、もう一つの要因はコンサルタント選定開始の遅延によるものである。ベトナム側負担事項である用地取得や送電線撤去等の工事前の事前作業が想定より遅延し、更に雨季の工事開始を回避するスケジュールに変更したことで、事業の工程が全体的に後ろ倒しとなったため、実施機関は目指していた事業開始後早期のコンサルタントとの契約を行う必要がなくなった。このため、実施機関はコンサルタントの選定方式を随意契約方式から競争入札方式に変更し、その結果、コンサルタントの選定開始が遅延した。このことから、借款契約締結後滞りなく業務を開始するためには、実施機関は事業の前提である先方負担事項について、余裕をもって計画的に準備や関係者との調整等を行っておくべきであった。



コントロールルーム



機械室