

ベトナム

2019年度 外部事後評価報告書

円借款「ギソン火力発電所建設事業 (I)(II)(III)」

外部評価者：OPMAC株式会社 宮崎慶司、中川和広

0. 要旨

本事業は、ベトナムのタインホア省のギソン工業団地内において600MW（300MW×2基）の石炭火力発電所及び関連設備を建設することにより、北部の電力供給能力向上を図り、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ことを目的としていた。ベトナムの開発政策は火力発電をベースロードとした新規電源開発を重要課題の一つとして挙げており、ベトナム北部の電力需要も審査時から一貫して増加しており、開発ニーズは高い。日本の援助政策でも発電量の強化は電力分野における重点分野の一つとして挙げられていることから、本事業の実施はベトナムの開発政策、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。事業費は、資機材価格及び人件費等の高騰により発電所建設工事の契約金額が増大したこと、また、第I期計画時には含まれていなかったギソン第二火力発電所及び同発電所用の港湾施設の用地取得が、第II期以降本事業の対象となったことから、計画を上回った。事業期間は、コントラクター選定で流札となったこと、建設工事期間中にさまざまな技術的問題が発生したことから、計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。本事業対象施設の最大出力、送電端電力量、設備利用率などの運用・効果指標は、それぞれの目標値をおおむね達成した。また、北部・北中部地域の電力供給の安定性は毎年改善しており、本事業もその一端を担ったといえる。この電力供給の安定性の改善は、北部・北中部地域を中心とする民間投資の促進、さらにはベトナムの国際競争力の強化に対する下支えなど、一定の役割を果たした。本事業による自然環境へのマイナスのインパクトは認められず、本事業の実施に伴う用地取得及び住民移転も、ベトナム国内の関連法規に則って適切に行われた。よって、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は、体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



ギソン第一石炭火力発電所

1.1 事業の背景

ベトナムでは、2000年以後7%前後の高い経済成長率を記録し、それに伴い、2005年から2009年までの5年間の電力需要は年平均13.5%成長し、最大需要は10,500MWから15,386MWと1.5倍に増加していた。2008年の世界的な金融・経済危機の影響を受けたものの、中長期的なトレンドとしては、ベトナムは再び高い経済成長へと回帰しつつあった。2007年に承認された「第6次国家電力マスタープラン」では、2015年に向けて、毎年約17%の電力需要増を見込んでおり、2008年から2015年にかけて、計30,000MW近くの電源開発を想定していた。しかし、同マスタープランに記載されている電源開発投資計画の多くは遅延しており、このことがベトナムの電力需給バランスを一層逼迫させ、電力需要ピーク時には計画停電を余儀なくされていた。

このようななか、ベトナム政府は、北部・北中部地域の電力需要増に対応するため、民間の独立系発電事業者（Independent Power Producer：IPP、以下「IPP」という）の誘致を含め、タインホア省のギソン工業団地内に1,800MWの設備容量を有する発電基地を建設する計画を立てた。

1.2 事業概要

本事業は、ベトナムのタインホア省のギソン工業団地内において600MW（300MW×2基）の石炭火力発電所及び関連設備を建設することにより、北部・北中部の電力供給能力向上を図り、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。

フェーズ	第 I 期	第 II 期	第 III 期
円借款承諾額 /実行額	20,943 百万円/ 20,941 百万円	29,852 百万円/ 29,776 百万円	40,330 百万円/ 37,855 百万円
交換公文締結 /借款契約調印	2007 年 3 月/ 2007 年 3 月	2011 年 1 月/ 2011 年 1 月	2011 年 10 月/ 2011 年 11 月
借款契約条件	金利 1.3% 返済年 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト	金利 1.2% (コンサルタント: 金利 0.01%) 返済年 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト	金利 1.4% (コンサルタント: 金利 0.01%) 返済年 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト
借入人 /実施機関	ベトナム社会主義共和国政府/ベトナム電力公社 (Vietnam Electricity Holding Company: EVN、以下「EVN」という)		
事業完成	2015 年 5 月		
事業対象地域	タインホア省ティンザー郡		
本体契約	<ul style="list-style-type: none"> 丸紅 (日本) Construction Corporation No. 1 One Member Co., Ltd. (ベトナム) Phu Xuan Consulting & Construction JSC Co. (ベトナム)/Truong Xuan Construction JSC Co. (ベトナム)/Phu Nguyen Hai Co., Ltd. (ベトナム)/Mien Trung Consulting & Construction JSC Co. (ベトナム) Trung Dung Transport And Trade Joint Stock Company (ベトナム)/Bao Linh Limited Company (ベトナム) Vietnam National Coal-Mineral Industries Holding Corporation (ベトナム) 		
コンサルタント 契約	<ul style="list-style-type: none"> 電源開発 (株) (日本)/AF-Consult Switzerland Ltd. (スイス) 		
関連調査 (フィージビリティ ・スタディ:F/S) 等	<ul style="list-style-type: none"> Feasibility Study on Construction Investment Project (Power Engineering & Consulting Company No.3, 2006 年) ギソン火力発電所建設事業 (I) に係る案件形成促進調査 (国際協力銀行、2006 年) ベトナム国主要石炭火力発電所における温室効果ガス排出抑制策検討にかかる案件実施支援調査 (国際協力銀行、2011 年) 		
関連事業	【技術協力】 <ul style="list-style-type: none"> 電力技術トレーニングセンタープロジェクト (2007 年～2009 年) 電力技術基準普及プロジェクト (2010 年～2013 年) 		

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

宮崎 慶司・中川 和広 (OPMAC 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：2019年8月～2020年10月

現地調査：2019年12月1日～12月14日

2.3 評価の制約

新型コロナウイルスの世界的な流行のため、2020年3月に予定していた第二次現地調査を中止し、代わりに現地調査補助員を活用し遠隔にて調査を実施した。

3. 評価結果（レーティング：B¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

第I期審査時における「社会経済開発5カ年計画（2006年～2010年）」、及び事後評価時の「社会経済開発5カ年計画（2016年～2020年）」では、共通してエネルギー資源の開発、電力インフラを含む社会・経済インフラの拡充が目標の一つとして掲げられていた。

また、第I期審査時における「改訂第5次国家電力セクターマスタープラン（2001年～2010年）」から、その後の「第6次国家電力セクターマスタープラン（2006年～2015年）」「第7次国家電力セクターマスタープラン（2011年～2020年）」及び事後評価時の「改訂第7次国家電力セクターマスタープラン（2011年～2020年）」に至るまで、一貫して火力発電をベースロードとした新規電源開発は常に重要課題の一つとして挙げられている。本事業も、同政策に基づいて実施されたものであり、開発政策との整合性は認められる。

事後評価時における「改訂第7次国家電力セクターマスタープラン」では、2020年までにベトナム全体の総発電設備容量を60,000MWまで拡張することをめざしており、そのうち石炭火力発電については全体の42.7%に相当する約25,600MWの新規電源開発を計画している。再生可能エネルギーについては、2020年までに総発電設備容量の9.9%まで割合を引き上げ、2025年には12.5%、2030年には21%へと漸進的に増加させるシナリオを描いている。一方、総発電設備容量に占める石炭火力発電の割合も、2025年の49.3%、2030年の42.6%を想定しており、今後も石炭火力発電が同国における最大の電源であることに変わりはない。

さらに、国及びタインホア省では、本事業サイトのあるギソン工業団地をベトナム国内だけでなく、ラオス南部やタイ北東部のマーケットを見据えた石油化学製品などの供給基地と位置づけており、同工業団地へ投資する企業に対しては、土地・水面使用料の免除や法人所得税の減税などの優遇政策を与えており、これまで同工業団

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

地には 200 を超える投資案件（総額 180 億ドル）が誘致されている。ギソン工業団地は、ベトナム国内で最も発展した沿岸部の工業団地に成長し、ベトナム北中部の工業開発において重要な役割を果たしている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、「1.1 事業の背景」に述べたとおり、ベトナムでは、2000 年以後、7% 前後の高い経済成長率に伴い電力需要が急増していた。増大する電力需要の伸びに対して、短期的には石炭を燃料とする火力発電所の建設が、中長期的には原子力発電所や揚水発電所の開発が計画されていた。なお、ベトナムでは天然資源が偏在しており、北部の発電所は水力と石炭（無煙炭）、南部の発電所は天然ガスを主なエネルギー源としていた。2009 年末の総発電設備容量は 17,669MW（自家発電を除く）であり、その 38.4%を水力発電が占めていたが、同年以降、石炭焚きを中心とする火力発電所の割合が増加し、輸入炭の使用も視野に入れたさらなる開発が見込まれていた。

さらに、ベトナム政府は、2007 年以降の北部・北中部の電力需要増に対応するため、本事業サイトを 1,800MW の設備容量を有する発電基地として開発する計画であり、IPP の参入を見込んでいた。そのため、本事業は第一号機、第二号機（合計 600MW）発電所の建設に際して、冷却水放水路、灰捨て場施設などの発電基地全体の基礎インフラを整備することで、IPP による第三号機以降の事業リスクを緩和し、のちの民間投資の呼び水としての役割が期待されていた。

事後評価時においても、ベトナム北部・北中部の工業開発の進展に伴い、北部においては最大需要が 2018 年の 18,048MW から 2030 年には 46,338MW まで伸びることが想定されるなど、引き続き電力需要の増加が見込まれていた。それに対して 2018 年のベトナム北部の発電設備容量は 22,463MW であり、2018 年時点での電力需要は満たしているものの、将来的には供給不足が懸念されている。事後評価時点のタインホア省及び近隣のゲアン省の電力需要は 1,500MW であり、近い将来 2,000MW に達すると想定されている。このように、事後評価時においても、ベトナム北部・北中部における電源開発の必要性は高く、本事業の開発ニーズは事後評価時も引き続き認められる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時における外務省の「対ベトナム国別援助計画（2004 年）」では、重点分野の一つとして「成長促進」が掲げられており、電力を含む経済インフラ整備が対象とされていた。その後、更新された「対ベトナム国別援助計画（2009 年）」でも、電力分野における重点分野の一つとして「発電量の強化（特に基幹発電施設設備）」が掲げられていた。

JICA の「海外経済協力業務実施方針（2005 年）」においては、「持続的成長に向けた基盤整備」を重点分野として位置づけ、エネルギー等経済・社会インフラを引き続き整備し、持続的成長を促進するための支援を実施することとしていた。また、JICA の「国別業務実施方針（2006 年）」においても、「電源開発支援に関して円借款による支援がエネルギー開発（ガス田等）、または民間資本による隣接発電所建設を促進する場合に支援を検討する」としており、さらには、電力セクターにおいて IPP の参入が進まず電力需給が逼迫する場合などには、基幹発電設備の新增設の支援に重点的に取り組むとされていた。

以上より、本事業は、ベトナム北部・北中部において増大する電力需要への対応を目的として、ティンホア省において石炭火力発電所の建設を行うものであり、審査時の日本の援助政策と整合していた。

以上より、本事業の実施はベトナムの開発政策、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

本事業は、ギソン第一火力発電所 1 号機（300MW）・2 号機（300MW）の建設、将来建設予定のギソン第二火力発電所³との共有施設の整備などを行うものであった。アウトプットの計画及び実績比較は、表 1 に示すとおり。

表 1 計画及び実績事業アウトプット

項目	計画		実績
	第 I 期審査時	第 II 期・第 III 期審査時	
1. ギソン火力発電所の建設			
パッケージ 1: 浚渫及び埋立て (EVN 自己資金分)	<ul style="list-style-type: none"> 浚渫・埋立て (水深-9.0m) 	<ul style="list-style-type: none"> 浚渫・埋立て (水深-9.0m) 	第 II 期・第 III 期審査時の計画どおり
パッケージ 2: 仮設工事 (EVN 自己資金分)	<ul style="list-style-type: none"> 建設用仮設道路 建設用電力供給システム 建設用給水システム 建設用作業場 資機材置き場 サイト事務所 仮設住居などその他の付帯施設 	<ul style="list-style-type: none"> 建設用仮設道路 建設用電力供給システム 建設用給水システム サイト事務所 建設作業員向け宿泊施設 	第 II 期・第 III 期審査時の計画どおり

³ ギソン第二火力発電所（発電容量 1,200MW、600MW×2 基）は、本邦企業等が出資するベトナム法人 Nghi Son 2 Power Limited Liability Company（以下、「NS2PC」という。）により、2018 年 7 月より建設工事が開始され、2022 年 1 月に一基目、同年 7 月に二基目の商業運転開始を予定している。NS2PC は EVN と 25 年間に亘る長期売電契約を結んでおり、IPP としてベトナム北部・北中部の安定的な電力供給の一翼を担うことが期待されている。

項目	計画		実績
	第Ⅰ期審査時	第Ⅱ期・第Ⅲ期審査時	
パッケージ 3: 土木及び建設工事 (EVN 自己資金分)	<ul style="list-style-type: none"> 灰捨て場: 80ha 建屋 	<ul style="list-style-type: none"> 灰捨て場: 49ha 建屋 	第Ⅱ期・第Ⅲ期審査時の計画どおり
パッケージ 4: 発電所 EPC 工事	<ul style="list-style-type: none"> ボイラー及び周辺機器 (300MW x 2) 蒸気タービン及び周辺機器 石炭運搬・加工システム 排煙脱硫装置 (ガスヒーター含む) 220kV スイッチヤード (開閉所) 電気機器 (開閉装置、モーター含む) 計装制御システム 取水口・排水口・冷却水施設 水処理施設 排水施設 栈橋 (石炭、重油、機材用) 及び周辺機器 	<ul style="list-style-type: none"> ボイラー及び周辺機器 (300MW x 2) 蒸気タービン及び周辺機器 石炭運搬・加工システム 排煙脱硫装置 (ガスヒーター含まず) 220kV スイッチヤード (開閉所) 電気機器 (開閉装置、モーター含む) 計装制御システム 取水路・排水路・冷却水施設 → 別パッケージ化 水処理施設 排水施設 栈橋 (石炭、重油、機材用) 及び周辺機器 試運転用燃料 → 別パッケージ化 	第Ⅱ期・第Ⅲ期審査時の計画どおり
パッケージ 5: 取水路	—	<ul style="list-style-type: none"> 取水容量: 80m³/s (ギソン第一火力発電所用: 25m³/s、ギソン第二火力発電所用: 55m³/s) 全長: 785m 	第Ⅱ期・第Ⅲ期審査時の計画どおり
パッケージ 6: 排水路	—	<ul style="list-style-type: none"> 排水容量: 80m³/s (ギソン第一火力発電所用: 25m³/s、ギソン第二火力発電所用: 55m³/s) 全長: 2,700m 	第Ⅱ期・第Ⅲ期審査時の計画どおり
パッケージ 7: 試運転用燃料	—	—	石炭: 633,272トン 重油: 36,814トン 軽油: 2,515m ³ 石灰石: 7,315トン
2. コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> 入札及び契約補助 施工監理 環境対策^(注) 	第Ⅰ期と変更なし	
	(業務量) <ul style="list-style-type: none"> 国際コンサルタント: 259 MM ローカルコンサルタント (支援スタッフ含む): 506 MM 		(業務量) <ul style="list-style-type: none"> 国際コンサルタント: 274 MM ローカルコンサルタント (支援スタッフ含む): 531 MM

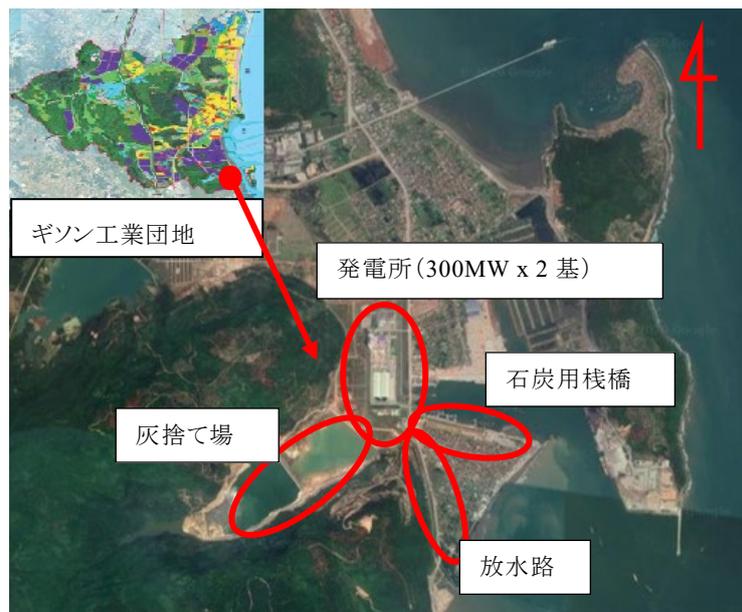
出所: JICA 提供資料、Project Management Board 2 (PMB2)、ギソン第一火力発電所提供資料

注: 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、住民移転手続きのモニタリング補助等。

アウトプットについては、パッケージ4：発電所のEPC⁴工事パッケージにおいて、コントラクターの入札価格が予定価格を大幅に超過したため、EVN とコントラクターとの間の契約交渉を経て、性能・出力自体には影響が生じない範囲で仕様変更を行った。そのため、第II期・第III期審査時では、同パッケージ内で実施されることが計画されていた取水口・排水口の整備、及び試運転用燃料については、別パッケージ（パッケージ7）で調達が実施された。パッケージ3の灰捨て場についても、第I期審査時では第一及び第二火力発電所の灰捨て場として80haの整備を計画していたが、灰捨て場の設計は第二火力発電所で用いられる技術によって異なる一方、第二火力発電所の事業開始時期及び用いられる技術が不明であったため、ギソン第二火力発電所用の灰捨て場については第二火力発電所の建設時に別途実施することで本事業スコープ対象外となり、本事業では第一発電所の灰捨て場の建設と第二発電所の灰捨て場予定地の整地のみを行うこととなった。そのため、第II期・第III期審査では灰捨て場の用地が49haと減少した。また、コンサルティング・サービスの業務量は、本体工事の遅延により、コンサルタントが原契約期間を超えて業務を行うこととなったため増加した。

ギソン第二火力発電所との共有施設（冷却水取放水路、雨水排水路等の発電基地全体の基礎インフラ）も本事業のアウトプットである。EVN とギソン第二発電所の事業会社であるNS2PC との間で締結された25年間の買電契約のなかで、EVN がNS2PC に対して共有施設をEVN 負担で実施することを規定していたためである。なお、共有施設の維持管理はEVN

の責任で行うこととなっている。また、ギソン第二発電所の建設用地（灰捨て場用の土地含む）も、契約上、EVN が整地をしてNS2PC に提供することとなっており、NS2PC は土地収用・住民移転等の手続きも実施していない。ただし、石炭用の栈橋や（ギソン第一火力発電所の灰捨て場との境界の堤防は除く）灰捨て場自体はNS2PC



出所：Google Map、ギソン経済区及び工業団地管理委員会

図 1 ギソン第一火力発電所サイト内地図

⁴ 設計 (Engineering)、調達 (Procurement)、建設 (Construction) を含む、建設プロジェクトの建設工事請負契約。

にて雇用した EPC コントラクターが建設している。ギソン第二火力発電所は、2019 年 12 月現在建設中であるが、これらの共有施設は同発電所の完成後、予定どおり利用される計画である。

本事業と並行して、ベトナム政府により給水管や送電線の整備が行われ、発電所の運営に必要な周辺インフラも完成した。

上述のアウトプットの変更は、事業効果及びインパクトの発現にマイナスの影響を与えるものではなかった。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費は、計画時の総事業費 85,150 百万円（第 I 期審査時）に対して、総事業費の実績は 115,931 百万円であり、計画を上回った（計画比 136%）（表 2）。2006 年 11 月の第 I 期審査時と比し、発電機器や資材、人件費等の価格が上昇したため、パッケージ 4：発電所の EPC 工事パッケージの契約金額が増大したこと、また、第 I 期計画時には含まれていなかったギソン第二火力発電所及び同発電所用の港湾施設の用地取得が第 II 期以降本事業の対象となったことから、第 II 期審査時で用地取得費の見直しを行い、同期の事業費が 119,352 百万円に増額となり、第 III 期審査時では第 II 期と比し、円高の影響もあり 111,461 百万円となった。第 II 期計画総事業費及び第 III 期計画総事業費を実績総事業費と比較した場合、それぞれ 97%、104%となる。

事業費増大の主因は、パッケージ 4：発電所 EPC 工事パッケージにかかる建設工事費⁵である。第 I 期審査時に、ボイラー、蒸気タービン発電装置及び発電機等のベースコストをベトナムのニンビン火力発電建設事業及びファーライ石炭発電所増設事業の事業費実績にプライス・エスカレ補正を行って積算を実施していたものの、その積算額は当時の国際市場価格とは大きく乖離していた。この原因として、2003 年以降の欧米における火力発電所建設費増大に伴い、米国企業製のボイラー価格が上昇したこと、その影響が上述発電所建設時のベトナム市場では少なかったこと、中国メーカーのベトナム進出のため、プラントの建設単価が低い水準であったことが挙げられる（JICA 提供資料）。この結果、予定価格が当時の日本や欧米を中心とする国際市場価格から低く設定され、入札額が予定額を大きく超過し、契約金額の増額や一部の工事スコープを別パッケージで実施することとなった。なお、入札では事前資格審査で 3 者が通過し、うち 2 者が応札しており、競争性はあったと考えられる。

⁵ 同工事に関するプライス・エスカレーションも含む。

表 2 計画及び実績事業費

費目	計画			実績		
	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期	外貨 (百万円)	内貨 (百万円)	合計 (百万円)
	合計 (百万円)	合計 (百万円)	合計 (百万円)			
建設工事費	66,444	92,821	89,001	75,697	13,644	89,341
プライス・エスカレーション	3,643	3,309	1,944	0	0	0
予備費	3,504	4,501	4,547	0	0	0
コンサルティング・サービス	1,383	1,024	1,353	1,018	259	1,277
建中金利(円借款分)	1,573	3,541	2,502	2,045	0	2,045
建中金利(自己資金分) ^(注3)	0	0	0	0	5,918	5,918
用地取得費	340	2,795	2,079	0	2,291	2,291
管理費	6,068	858	786	0	989	989
その他費用	0	0	0	19	2,236	2,255
税金(付加価値税及び関税)	2,195	9,909	8,894	0	11,691	11,691
コミットメントチャージ ¹⁾	0	595	354	124	0	124
合計	85,150	119,352	111,461	78,904	37,028	115,931

出所：JICA 提供資料、PMB2 提供資料

注 1：交換レートは、第Ⅰ期審査時：1 ドン＝0.007 円（2006 年 11 月）、第Ⅱ期審査時：1 ドン＝0.00532 円（2010 年 5 月）、第Ⅲ期審査時：1 ドン＝0.004 円（2011 年 6 月）、事後評価時：1 ドン＝0.00514 円（2007 年～2018 年平均）を使用。

注 2：百万以下の数字を四捨五入したため、計画事業費の費目別、内貨・外貨別の合計が必ずしも合っていない。

注 3：建中金利（自己資金分）は本事業の自己資金分工事を実施する際に、ベトナムの民間銀行から借り入れで発生した金利である。

3.2.2.2 事業期間

事業期間は、計画事業期間 62 カ月（2007 年 3 月～2012 年 4 月）（第Ⅰ期審査時）に対して、実績事業期間は 99 カ月（2007 年 3 月～2015 年 5 月）となり、計画を大幅に上回った（計画比 160%）。なお、事業完成の定義については、第Ⅰ期審査時では「保証期間終了時」であったが、第Ⅱ期及び第Ⅲ期では「施設供用開始時」と異なる定義であった。一方、実施機関では後者を事業完成の定義とみなしていることから、本事後評価でも「施設供用開始時」を本事業の事業完成とみなし、計画及び実績事業期間の比較を行った（表 3）。

表 3 計画及び実績事業期間

項目	計画(第Ⅰ期審査時)	実績
L/A 調印	2007 年 3 月	2007 年 3 月
コンサルタント選定	2007 年 4 月～2007 年 9 月 (6 カ月)	2007 年 4 月～2008 年 1 月 (10 カ月)
コンサルティング・サービス	2007 年 10 月～2014 年 4 月 (79 カ月)	2008 年 2 月～2017 年 5 月 (112 カ月)
コントラクター選定	2007 年 10 月～2008 年 12 月 (15 カ月)	2008 年 2 月～2010 年 6 月 (29 カ月)
第一号機建設工事	2009 年 1 月～2011 年 12 月 (36 カ月)	2010 年 7 月～2015 年 5 月 (59 カ月)

項目	計画(第Ⅰ期審査時)	実績
第一号機保証期間	2012年1月～2013年12月 (24カ月)	2015年6月～2017年5月 (24カ月)
第二号機建設工事	2009年7月～2012年4月 (34カ月)	2010年7月～2014年12月 (54カ月)
第二号機保証期間	2012年5月～2014年4月 (24カ月)	2015年1月～2016年12月 (24カ月)
用地取得・住民移転	2007年4月～2008年6月 (15カ月)	2007年4月～2011年3月 (48カ月)
ギソン第二火力発電所との共有施設	2007年10月～2012年4月 (55カ月)	2010年7月～2014年12月 (54カ月)
事業完成(施設供用開始時)	2012年4月	2015年5月

出所：JICA 提供資料、PMB2 提供資料

コンサルティング・サービスについては、第Ⅰ期計画では、2007年10月からサービス提供開始予定であったが、コンサルタント選定後の契約交渉が長引いたため、実際は2008年2月からの開始となり、4カ月の遅れが生じた。コンサルタントの契約期間は、第Ⅰ期計画では79カ月であったが、本体工事期間が延長したため、実績は112カ月となり、33カ月の遅れが生じた。

コントラクター選定については、パッケージ4：発電所EPC工事のコントラクター選定で、第Ⅰ期計画では15カ月であったが、予定価格を超過していたため流札となったこと、さらに、再入札の代わりに最低評価価格応札者と交渉を行ったことなどが原因で、実績は29カ月となり、14カ月の遅れが生じた。

なお、これらの選定の遅延を踏まえ、入札書類、特に入札指示書の作成や評価対象コンサルタントの評価は、細心の注意をもって行うことの重要性を、EVNは事業完成報告書上で言及している。

建設工事については、第Ⅰ期計画では、40カ月⁶であったが、実績は59カ月となり、19カ月の遅れが生じた。建設工事自体の遅れは1日のみであったが、受電後の試運転期間中に、ボイラーチューブの破裂、飛散灰用サイロの目詰まり、クリンカー（石炭の燃焼に伴い発生する石炭灰が熔融固化した塊状の物質）によるボイラーの目詰まり、水中のドラッグチェーンコンベアーの問題等、さまざまな技術的問題が発生し、そのたびにプラントを停止し、修繕工事を行っていた。結果、受電から信頼性試験に合格してプラントを引き渡すまで、計画の328日に比し、実際には891日要したため、19カ月の遅延となった。

⁶ 第Ⅰ期計画上の工事期間には、保証期間（24カ月）も含まれていたため、同期間は除いた。

本事業により整備されたギソン石炭火力発電所の諸施設



タービン



ボイラー



排煙脱硫装置



石炭貯蔵庫



灰捨て場



取水口
(ギソン第二火力発電所との
共有施設)

3.2.3 内部収益率（参考数値）

(1) 財務的内部収益率（FIRR）

審査時の本事業の財務的内部収益率（FIRR）は、第Ⅰ期審査時が6.2%、第Ⅱ期審査時が6.5%、第Ⅲ期審査時が5.03%であった。一方、本事後評価で行ったFIRRの再計算結果は4.56%となり、審査時を下回った。この理由は、事業費の増大及び燃料である石炭の単価の増大である。なお、FIRR算出の前提条件は表4のとおり。

表4 本事業の財務的内部収益率（FIRR）

項目	第Ⅰ期審査時	第Ⅱ期審査時	第Ⅲ期審査時	事後評価時
財務的内部収益率（FIRR）	6.2%	6.5%	5.03%	4.56%
費用	事業費、運営・維持管理費等	事業費、運営・維持管理費、燃料費、石灰費	同左	同左
便益	売電収入	同左	同左	同左
プロジェクト・ライフ	30年	同左	同左	同左

出所：JICA 提供資料、事後評価時については評価者にて再計算。

以上より、本事業は事業費が計画を上回り、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。

3.3 有効性・インパクト⁷（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）

本事業の運用・効果指標は表 5 のとおり。本事後評価では、施設供用開始年 2015 年 5 月を事業完成とみなしている。

表 5 運用・効果指標

指標名	基準値	目標値 事業完成 2 年後	実績値			
			2015 年 完成年	2016 年 完成 1 年後	2017 年 完成 2 年後 ^{注 1}	2018 年 完成 3 年後
最大出力(MW)	-	600	600	600	600 (100%)	600
送電端電力量(GWh)	-	3232.8	2,518	2,887	2,389 (74%)	2,930
設備利用率(%)	-	68.0 以上	81.36	71.67	77.64 (114%)	82.35
稼働率(%)	-	92.0	91	86.11	90.4 (98%)	89.83
所内率(%)	-	10.2 以下	10.01	9.16	9.45 (107%)	9.09
発電端熱効率(%)	-	39.6	39.5	39.87	39.83 (101%)	39.74
人的ミスによる停止 (時間)	-	0	0	0	0 (100%)	0
人的ミスによる停止 (回数)	-	0	0	0	0 (100%)	0
定期点検による 計画停止(時間)	-	720 以下	821.5	690	737.5 (98%)	747.5

出所：JICA 提供資料、PMB2 及びギソン第一火力発電所による質問票回答

注 1：2017 年実績値のカッコ内の数字は、目標値に対する達成率。

送電端電力量を除くすべての運用・効果指標において、2017 年（完成 2 年後）目標値をおおむね達成した。ギソン第一火力発電所は EVN の子会社である第一発電総公社（Power Generation Corporation 1、以下「GENCO1」という。）に属しており、同公社の発電計画に基づき傘下の各発電所の発電量が決められている。そのため、ギソン第一火力発電所も同公社の発電計画に従って日々の発電量を調整しており、結果として、2017 年の送電端電力量が目標値に届いていない。なお、定期点検による計画停止（時間）については、実績値は目標値から微増しているものの、EVN の社内規定では適正な範囲に収まっている。

⁷ 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。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

（1）北部・北中部地域の電力供給の安定性向上

本事業完成後、北部・北中部地域における予定外（計画停電以外）の停電は減少しており、電力供給は、供給量及び電圧の両面で安定している。ただし、この効果は本事業のみによるものではなく、EVNによる継続的な電源開発の成果によるところが大きい。

この効果により、産業需要、生活需要に応じた十分な電力をギソン工業団地の入居企業に提供可能となっている。一般的に、発電所で発電された電力はいったん、各地域の送電系統網（グリッド）に送られ、中央あるいは地域の給電指令所（ディスパッチセンター）が広域的立場から系統・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。その際、送電距離が長くなればなるほど送電ロスも大きくなるため、効率的な運用の観点から、発電所が大都市等の電力の大消費地に近い場合は、グリッドを経由して他の地域に送電するよりも発電所周辺地域で消費される場合がある。中央給電司令所（National Load Dispatch Center、以下「NLDC」という。）によると、ギソン第一火力発電所の場合は、電力消費の多いギソン工業団地に位置していることもあり、同発電所で発電した電気は、ギソン 220kV 変電所を介し、主にタインホア省及び隣接するゲアン省で消費されているとの見解であった。また、同発電所の稼働に伴い、他の地域からタインホア省及びゲアン省に送電する必要がなくなったことにより、2019 年時点で 94.1 百万 kWh に相当する送電ロスの削減効果があったと NLDC は試算している。ギソン工業団地が属するタインホア省人民委員会及びギソン工業団地入居企業からの聞き取り調査においても、北部・北中部地域で発生する停電の頻度は毎年改善している旨の認識であった。

また、日本貿易振興機構がベトナムに進出している日系企業に対して毎年行っているベトナムにおけるビジネス上の課題についての調査によると、2012 年以降、人件費の高騰化、法制度の不備、不透明な法の運用などが課題として挙げられる一方、電力を含めたインフラについてはベトナム政府により開発が進んでいることもあり、課題として重要性は年々低くなっている。ベトナムの日系企業において、電力不足を不安視する声は少なくなっている。

このことから、本事業は、北部・中北部地域の電力供給の安定性向上の一端を担ったと判断できる。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

（1）ベトナム北部・北中部の経済成長

タインホア省の省内 GDP 成長率は、2015 年より毎年 8% を超えて、特に 2018 年及び 2019 年は約 2 倍の 15～17% 台と高い水準にあり、同省の一人当たり GDP

も 2019 年には 2,000 ドルを超えた（表 6）。同省の計画投資局によれば、このような高い経済成長の背景には、ギソン工業団地内のギソン製油所やギソン食用油工場、ギソン鉄鋼工場などが操業を開始したことが一因と指摘している。

表 6 タインホア省の省内経済成長率及び 1 人当たり GDP

項目	2015	2016	2017	2018	2019
経済成長率(%)	8.39	9.05	8.26	15.16	17.15
1 人当たり GDP(米ドル)	NA	1,544	1,540	1,990	2,325

出所：タインホア省統計局

また、タインホア省人民委員会によると、経済成長とともに投資も増加しており、2019 年 12 月時点において、ギソン工業団地では 200 を超える投資事業があり、計 180 億ドルの投資がなされた。

ギソン工業団地への投資誘致には、安定した電力供給は必須であり、上述の経済活動の活発化に本事業は一定の貢献があったといえる。

（2）国際競争力の強化

タインホア省人民委員会では、ギソン工業団地を国内で最も発展した沿岸部の工業団地と位置づけている。タインホア省及び同省に隣接するゲアン省の電力需要は 2019 年時点で 1,500MW であり、近い将来 2,000MW に到達することが想定されている状況下、本事業で建設されたギソン第一火力発電所の設備容量は 600MW であり、この旺盛な電力需要を支える一端を担っている。本事業の影響もあり、ギソン工業団地では安定的に電力が供給されているため、同工業団地内で民間投資も盛んに行われている。

さらに、3.3.1.2 でも言及したとおり、日本貿易振興機構が毎年実施している日系企業に対する調査結果からも、日系企業がベトナムでビジネスを展開するうえで、電力を含めたインフラが課題として挙げられることが年々少なくなっており、ベトナム北部・北中部において、電力不足を不安視する声はない。

以上より、本事業によって供給されている電力が、ベトナム国内の電力の安定化に一定の貢献があり、さらに、安定した電力インフラがベトナムの投資環境の改善及び国際競争力の強化を進めるうえで下支えする役割を果たしていると考えられる。

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

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 月策定）に掲げる火力発電セクター及び影響を及ぼしやすい特性（大規模非自発

的住民移転)を伴うため、カテゴリ A に該当するとされた。本事業に係る環境影響評価(EIA)報告書は、2005年12月に天然資源環境省により承認された。また、2006年8月に放水路、放水口等の位置が変更されたため、追加EIA報告書が作成され2006年11月に天然資源環境省により承認を得た。

事業実施中の環境モニタリングについては、環境モニタリング計画に従って、コントラクターが大気質、水質、騒音・振動の各パラメータのモニタリングを行い、コンサルタントがモニタリング結果のチェックを行い、四半期ごとに環境モニタリング報告書として本事業の建設を担当したEVNのProject Management Board 2(以下、「PMB2」という。)に提出する手順で行われた。また、環境モニタリング結果は、定期的にタインホア省天然資源環境局にも報告された。

環境モニタリング結果に関しては、淡水中の浮遊物質の量及び海水中の溶存酸素の量や、本事業サイト周辺の発塵、NO₂、SO_xの量については、ベトナムの環境基準に抵触していたものの、それ以外の項目についてはベトナムの環境基準を満たしていた。なお、環境基準に抵触していた項目については、水質検査時のサンプル採取箇所周辺で住民が生活排水を流していたことが確認されており、また、本発電プラントの煙突付近の発塵、NO₂、SO_xの量は環境基準内であり、周辺のプラントからの汚染が一因と考えられ、本事業が直接的な原因ではなかった。

また、JICAが行った「ベトナム国主要石炭火力発電所における温室効果ガス排出抑制策検討にかかる案件実施支援調査」(2010～2011年)において、温室効果ガス排出抑制策の導入案として提案されたボイラーの化学洗浄システムは、ギソン第一火力発電所に採用されている。

事業完成後の環境モニタリングについては、PMB2より事業移管を受けたギソン第一火力発電所によって、四半期ごとに環境モニタリング報告書としてタインホア省天然資源環境局にも報告されている。

(2) 住民移転・用地取得

第I期審査時には、約164ha用地取得及び152世帯の住民移転が想定されていたものの、実際には、ギソン第二火力発電所との共用施設の整備区画と合わせ、230haの用地取得、579世帯の住民移転が発生した。住民移転は、ベトナム国の法律及び省令に基づいて適切に実施された。ティンザー郡(Tinh Gia District)人民委員会議長をトップとするモニタリング・評価委員会が設立され、収用する土地面積の測量や所有者の確認の後、被影響住民に対して、収用される土地の面積に応じて補償金や代替地が提供された。

表 7 住民移転・用地取得

項目	第 I 期審査時	第 II 期審査時	第 III 期審査時	事後評価時
用地取得 (ha)	164	201	230	230
住民移転 (世帯数)	152	579	579	579

出所：JICA 提供資料

本事業で用意された移転地区（事業サイトから 20～25km の距離にあるハイビン (Hai Bin) コミューン内）に移転した住民は、545 人、159 世帯（内訳：ハイハー (Hai Ha) コミューンから移転住民 134 世帯、ハイビンコミュニティ⁸からの移転住民 25 世帯）であった。移転に合意した住民への補償以外の金銭サポートとして、ハイハーコミュニティは、移転先の土地の地盤整備費に対する補助及び、移転に伴う一時的な仮住まいの賃料の負担などを行った。一方、本事業では移転住民に対する生計回復支援プログラムなどは行われていないが、コミュニティによる住民の地元企業への就業斡旋などの支援は行われた。ただし、移転先で新たに就業できているのは若い世代が多く、それまで農業や漁業に従事していた老年世代は工場での勤務など新しい生活様式に順応できていない状況もあった。なお住民からは目立った苦情はない。

（3）エイズ等感染症対策

本事業の建設期間中に EPC コントラクターによって提出、PMB2 によって承認されたプログラム案に沿って、毎日のツールボックス・ミーティング⁹の場や講習会の開催を通じての労働者に対する HIV/エイズ等感染症教育、定期的な健康診断の実施、コンドームの配布などの HIV/エイズ等の感染症対策が講じられた。

（4）建設工事中の事故

本事業では 2012 年 4 月から 2013 年 5 月にかけて、死亡事故 2 件を含む 7 件の事故が立て続けに発生し、2013 年 8 月に実施機関から EPC コントラクターに対して、業務改善指示が出された。1 件目の死亡事故は、仮組中の鉄骨の一端が回転落下し、直下にいた作業員を直撃したものである。2 件目は、クレーンで吊り下げたゴンドラで作業中ゴンドラが落下したものである。それら事故の一因として、メインコントラクターが現地サブコントラクターの作業を適切に管理できていなかった点が、事故の調査報告書で指摘されている。

事故後の安全対策として、EPC コントラクターは安全管理専門家 4 名による安全管理体制の見直しと改善を行い、また各工事区域に安全管理監督者 7 名を新たに配置しするなど体制の強化を行った。コントラクターのプロジェクト・マネー

⁸ 土地収用の対象となった場所と移転先が、同一ハイビンコミュニティの中に存在する。

⁹ 工事現場などで作業前にその日の作業の確認や注意点を全員で共有するために作業前に行われるミーティング。

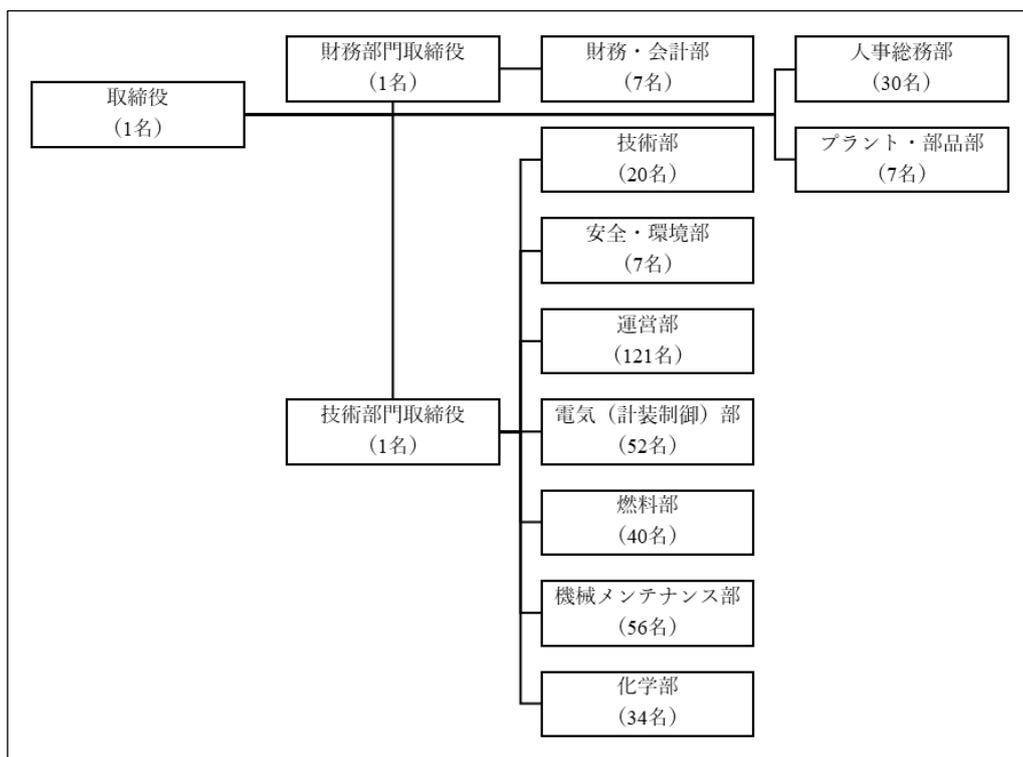
ジャーもサイトに常駐し、率先して安全管理パトロールに参加するなど、現場の安全管理意識の向上に努めた。一方、JICAも日本から安全管理専門家を派遣し、コントラクターの安全管理体制強化のための指導を行うとともに、JICAベトナム事務所も月に1～2回の頻度で職員を事業サイトに派遣し、安全管理の実施状況のモニタリングを行った。

以上より、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。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

本事業にて建設された石炭火力発電の運営・維持管理は、施設共用開始に PMB2 から事業移管を受けたギソン第一火力発電所が担当している。ギソン第一火力発電所は、EVN¹⁰の子会社である GENCO1 の傘下にある 10 カ所の発電所の一つである。ギソン第一火力発電所の組織図は図 2 のとおり。



出所：ギソン第一火力発電所

図 2 ギソン第一火力発電所の組織体制

¹⁰ ベトナム電力公社 (EVN) は、発電会社、給電指令所、送電会社、配電会社、電力卸売会社などを保有・管理する持ち株会社。そのうち発電部門は、EVN 直営の発電所のほかに、地域ごとに複数の発電所を管理・運営する三つの発電公社 (GENCO1、GENCO2、GENCO3) から構成される。

ギソン第一火力発電所の要員は、定数426人に対して、事後評価時点で、392人が雇用されており、定員数を完全には満たしてはいないものの、現状の職員数でも特段の問題なく発電所の運営・維持管理が実施されている。なお、2019年8月の首相決定26号(26/2019/QD-TTg)で、GENCO1は2020年末までに民営化されることが承認された。この民営化に伴い、GENCO1における政府の出資比率は50%以下となる予定である。

よって、運営維持管理の体制面での問題は認められない。

3.4.2 運営・維持管理の技術

ギソン第一火力発電所では、機器の種類毎にメンテナンスプログラムが定められており、日常点検や定期検査(1年に一度、20日間)は、ギソン第一火力発電所の機械メンテナンス部が直営で実施する一方、2年もしくは4年に一度実施されるオーバーホールは、コントラクターへの外部委託で行われる。また、ギソン第一火力発電所及びGENCO1では、運営・維持管理に従事する職員の専門性及び技能に応じた研修プログラムを実施している(表8)

表8 ギソン第一火力発電所及びGENCO1の主要な研修プログラム

研修プログラム名	参加人数	実施頻度	対象者
技術システムに関する集中講義	45	3回/年	技術管理者、 プラント運転者、 維持管理スタッフ
調整用具トレーニング	9	1回/年	
信頼性中心保全トレーニング	50	3回/年	
石炭火力発電の経済的運営	5	1回/年	
石炭の異常燃焼時の対策	10	1回/年	
蒸気タービン異常時の対策	5	1回/年	
供給ポンプシステム異常時の対策	10	1回/年	
高圧装置実験	6	1回/年	
石炭火力発電所ボイラーのテストと調整	5	1回/年	
競争力のある電力取引市場	5	1回/年	
インダストリー4.0テクノロジー ^(注) の適用	5	1回/年	
従業員のリスク評価	7	1回/年	
ボイラー・タービンの熱収支計算	14	1回/年	

出所：ギソン第一火力発電所からの聞き取り

注：インダストリー4.0は、2011年にドイツ政府が採択し産業界とともに推進している、次世代のハイテク技術活用による大規模な産業改革プロジェクトで、一般的には「第四次産業革命」として言及される。インダストリー4.0テクノロジーは、サイバーフィジカルシステム、モノのインターネット(IoT)、クラウドコンピューティング、コグニティブコンピューティングなどが含まれる。

ギソン第一火力発電所では、コントラクター作成の運営・維持管理マニュアルを使用し、また、データベースを活用したスペアパーツの管理が行われている。

よって、技術面での問題は認められない。

3.4.3 運営・維持管理の財務

ギソン第一火力発電所は、財務的に独立しておらず、GENCO1 傘下の発電所とともに GENCO1 一体として財務管理がなされている。そのため、同発電所から送電される電力の売電収入はいったん GENCO1 に入り、同発電所の運営・維持管理費用は、毎年の組織内での予算請求・承認手続きを経て、GENCO1 から同発電所に予算配分される仕組みになっている。ギソン第一火力発電所によると、毎年の運営・維持管理予算の配分については、特段の問題はないとのことである。

GENCO1 は EVN の子会社の電力卸売会社（Electric Power Trading Company、以下「EPTC」という。）との契約に基づいて売電している。なお、2019 年 1 月から競争的卸売市場の運用が始まっており、発電量及び価格はスポット市場で決定される。GENCO1 と EVN の財務実績及び財務指標は、表 9 のとおりであり、収益性の指標である総資本利益率及び売上高純利益率は、2018 年でそれぞれ 0.3%、0.9% と低い。また、売電先は同じ EVN 傘下の EPTC であることから債権回収リスクは少ないものの、ギソン第一火力発電所も含め 10 カ所の発電所を固定資産として所有しているため、流動比率は 100% を大きく下回っている。これらは、GENCO1 が EVN グループ企業であり、企業単体では赤字が出ない範囲に収支を収めて、発電、送電、配電等を含めて EVN グループ全体で財務的に安定するような構造になっていると考えられる。ただし、売上高、純利益ともに毎年安定していることから、ギソン第一火力発電所を含む同社管轄の発電所の運営・維持管理に必要な資金を捻出できている。

表 9 GENCO1 及び EVN の財務実績及び財務指標

単位：10 億ドン

項目	GENCO1			EVN		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
財務実績						
①総資本	106,794	125,996	112,706	692,216	701,580	706,504
②流動資産	7,657	15,095	10,028	99,943	105,285	127,411
③流動負債	24,966	25,604	20,082	121,192	115,557	121,623
④資本	13,882	20,419	23,267	205,235	212,448	217,446
⑤売上高	17,999	25,476	34,480	272,703	294,847	338,500
⑥純利益	208	442	321	4,431	6,593	6,817
財務指標						
総資本利益率(%)⑥/①	0.2%	0.4%	0.3%	0.6%	0.9%	1.0%
売上高純利益率(%)⑥/⑤	1.2%	1.7%	0.9%	1.6%	2.2%	2.0%
流動比率(%)②/③	30.7%	59.0%	49.9%	82.5%	91.1%	104.8%
総資本回転率(回)⑤/①	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
自己資本比率(%)④/①	13.0%	16.2%	20.6%	29.6%	30.3%	30.8%

出所：GENCO1 年次報告書、EVN 年次報告書

一方、EVN の連結決算書での財務実績及び財務指標について、安全性の指標である自己資本比率及び流動比率は、2018年でそれぞれ30.8%、104.8%で、2016年以降改善傾向にあり、また、日本の電力会社と比しても健全な水準であることから¹¹、EVN グループ全体では、安定的な財務基盤を保っている。

以上より、財務面での問題は認められない。

3.4.4 運営・維持管理の状況

3.3.1.1 の運用効果指標が示すとおり、ギソン第一火力発電所は定格出力（600MW）で安定的に稼働している。発電のための主要機材であるタービン、発電機、ボイラーなどについては良好な状態に保たれている。タービンのカバーや配管、煙突などの一部機材については、稼働中に破損が生じたものの、ギソン第一火力発電所自身にて修繕を実施し、必要な対応を講じている。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。さらに、灰捨て場、石炭搬入用港湾施設などの関連施設も、計画どおり利用されており、運営・維持管理状況に問題は見受けられない。

なお、燃料である石炭については、現在、クアンニン省ホンガイ炭鉱及びカムファ炭鉱から産出される国産無煙炭を燃料として調達し使用している。しかし、国内炭の産出量は年々減少しており、ギソン第一火力発電所では、将来的には輸入炭の利用も検討している。

以上より、施設・機材の状況は良好で、運営維持管理の状況には、問題は認められない。

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・体制、技術、財務、状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ベトナムのタインホア省のギソン工業団地内において 600MW（300MW×2基）の石炭火力発電所及び関連設備を建設することにより、北部の電力供給能力向上を図り、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ことを目的としていた。ベトナムの開発政策は火力発電をベースロードとした新規電源開発を重要課題の一つとして挙げており、ベトナム北部の電力需要も審査時から一貫して増加しており、開発ニーズは高い。日本の援助政策でも発電量の強化は電力分野における重点分野の一つとして挙げられていることから、本事業の実施はベトナムの開発政策、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。事業費は、資機材価格及び人件

¹¹ 東京電力ホールディングスの場合、2018年の自己資本比率及び流動比率は、それぞれ21.1%、47.8%である。

費等の高騰により発電所建設工事の契約金額が増大したこと、また、第Ⅰ期計画時には含まれていなかったギソン第二火力発電所及び同発電所用の港湾施設の用地取得が、第Ⅱ期以降本事業の対象となったことから、計画を上回った。事業期間は、コントラクター選定で流札となったこと、建設工事期間中にさまざまな技術的問題が発生したことから、計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。本事業対象施設の最大出力、送電端電力量、設備利用率などの運用・効果指標は、それぞれの目標値をおおむね達成した。また、北部・北中部地域の電力供給の安定性は毎年改善しており、本事業もその一端を担ったといえる。この電力供給の安定性の改善は、北部・北中部地域を中心とする民間投資の促進、さらにはベトナムの国際競争力の強化に対する下支えなど、一定の役割を果たした。本事業による自然環境へのマイナスのインパクトは認められず、本事業の実施に伴う用地取得及び住民移転も、ベトナム国内の関連法規に則って適切に行われた。よって、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は、体制、技術、財務状況ともに問題なく、本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

(1) 事業期間や事業費の超過リスク低減のための調達コンサルタントの雇用

本事業の遅延の一因は、コンサルタント選定（計画比 4 カ月の遅延）及び本体調達（計画比 15 カ月の遅延）の遅延であった。特に、本体調達では入札額が予定額を大きく超過していたため、EVN 内で入札額の妥当性の検討に多くの時間を要し、1 年以上の遅延が生じた。そのこともあり、入札書類、特に入札指示書の作成や評価対象コンサルタントの評価は、細心の注意をもって行うことの重要性を、EVN は事業完成報告書上で言及している。一方、コンサルタントの業務内容には入札補助が入っていたものの、第Ⅰ期審査資料の添付のコンサルタントの人員配置表には、調達コンサルタントが含まれていなかった。実際のコンサルタント契約では、調達コンサルタントは配置されたものの、コントラクターとの契約交渉時における同コンサルタントの EVN に対する支援は限られていた。特に本事業のような建設工事期間が 2 年を超える大型建設工事の国際競争入札に関しては、スムーズな調達の取り進めが、事業期間や事業費の超過リスクを低減させることができる。

以上より、国際競争入札により大型建設工事のコントラクターの選定を行うような事業においては、調達コンサルタントをコンサルタントチームに配置すること、及び同コンサルタントを評価対象コンサルタントとして国際競争入札における JICA 標準入札書類に基づく入札指示書の作成支援経験や契約交渉支援経験を評価するなどの対策を講じることが望ましい。

(2) 建設工事の安全管理確保のための安全管理抜き打ち検査の実施

建設工事中の事故は、被災者のみならず、プロジェクト自体にも大きなインパクト(プロジェクトの中断や中止)を与えかねない。一般的な契約の場合、工事中の事故の責任はコントラクターに帰属するものの、実施機関としても、発注者として、コントラクターが適切な安全管理を行っているか定期的にモニタリングを行うことが肝要である。そのため、大型建設工事を伴う事業においては、コントラクターの安全管理の実態を把握するため、発注者(もしくは事業で雇用するコンサルタント)は、定期的なモニタリングに加えて、抜き打ちでの検査の実施は有効である。それには、雇用するコンサルタントの業務内容に、定期的及び抜き打ちのモニタリングの実施を明記するとともに、コンサルタントによるモニタリングに実施機関も同行することも必要であろう¹²。

(3) 最新のマーケットに応じたコストの積算

本事業の遅延の一因は、本体調達で入札額が予定額を大きく超過し、EVN 内で入札額の妥当性の検討に多くの時間を要したためである。審査時に、JICA がコストを積算する際に、過去の実績や実施機関より入手した単価表のみを基に作成すると、同時点での需給に応じたコストを低く見積もってしまう可能性がある。実際、ボイラー、蒸気タービン発電装置及び発電機等のベースコストは、ベトナムのニンビン火力発電建設事業及びファーライ石炭発電所増設事業の事業費実績にプライス・エスカレーション補正を行って積算を実施していた(JICA 提供資料)。以上より、JICA は、コスト積算時に最近実施された他国の類似案件でのコストの参照や、本体工事に応札可能性のあるコントラクターからも情報を収集することが肝要と考える。そのためには、当該作業を、協力準備調査のコンサルタントの業務内容に明記しておくことも必要であろう。

(4) 民間投資への布石としての ODA 事業の役割

本事業では、ギソン第二火力発電所の建設が民間投資によって実施されることの促進策として、ギソン第二火力発電所との共有施設の建設が案件形成時に本事業のスコープに含まれた。事実、ベトナム商工省より 2008 年にギソン第二火力発電所の建設・運営(BOT 方式)を国際入札で実施することが発表され、民間企業が応札、2019 年 12 月現

¹² モニタリングの結果、コントラクターが適切な安全対策をとっていないことが判明した場合には、契約に基づき発注者はコントラクターに対して改善命令を出すことができる。JICA の標準契約約款では、発注者に改善命令を出す権限が認められている。

在、建設工事中である。このことから、円借款事業の案件形成時に、事業スコープに民間投資案件にも利用可能な施設の建設を含めることで、当該円借款事業のみならず、他の民間投資案件の呼び水としても、円借款事業が利用できることが確認できた。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画(第I期審査時)	実績
①アウトプット 1. ギソン火力発電所 1号機(300MW)・ 2号機(300MW)の建設		
パッケージ 1:浚渫及び埋立て(EVN 自己資金分)	浚渫・埋立て(水深-9.0m)	計画どおり
パッケージ 2:仮設工事(EVN 自己資金分)	<ul style="list-style-type: none"> 建設用仮設道路 建設用電力供給システム 建設用給水システム 建設用作業場 資機材置き場 サイト事務所 仮設住居などその他の付帯施設 	資機材置き場を除き、計画どおり(資機材置き場はスコープアウト)
パッケージ 3:土木及び建設工事(EVN 自己資金分)	<ul style="list-style-type: none"> 灰捨て場:80ha 建屋 	<ul style="list-style-type: none"> 灰捨て場:49ha
パッケージ 4:発電所 EPC 工事	<ul style="list-style-type: none"> ボイラー及び周辺機器(300MW x 2) 蒸気タービン及び周辺機器 石炭運搬・加工システム 排煙脱硫装置(ガスヒーター含む) 220kV スイッチヤード(開閉所) 電気機器(開閉装置、モーター含む) 計装制御システム 取水口・排水口・冷却水施設 水処理施設 排水施設 栈橋(石炭、重油、機材用)及び周辺機器 	以下を除き、計画どおり <ul style="list-style-type: none"> 排煙脱硫装置(ガスヒーター含まず) 取水路・排水路・冷却水施設 →別パッケージ化
パッケージ 5:取水路	—	取水容量:80m ³ /s (ギソン第一火力発電所用: 25m ³ /s、ギソン第二火力発電所用: 55m ³ /s) 全長:785m
パッケージ 6:排水路	—	排水容量:80m ³ /s (ギソン第一火力発電所用: 25m ³ /s、ギソン第二火力発電所用: 55m ³ /s) 全長:2,700m
パッケージ 7:試運転用燃料	—	石炭 633,272トン 重油:36,814トン 軽油:2,515m ³ 石灰石:7,315トン

項目	計画(第Ⅰ期審査時)	実績
2. コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> • 入札及び契約補助 • 施工監理 • 環境対策 (業務量) 国際コンサルタント:259 MM ローカルコンサルタント (支援スタッフ含む):506 MM	(業務量) 国際コンサルタント:274 MM ローカルコンサルタント (支援スタッフ含む):531 MM
②期間	2007年3月～2012年4月 (62カ月)	2007年3月～2015年5月 (99カ月)
③事業費		
外貨	56,832百万円	78,904百万円
内貨	28,319百万円 (4,045,571百万ドン)	37,028百万円 (7,203,891百万ドン)
合計	85,150百万円	115,931百万円
うち円借款分	72,378百万円	88,573百万円
換算レート	1ドン=0.007円 (2006年11月時点)	1ドン=0.00514円 (2007年～2018年平均)
④貸付完成	2019年2月	