

マレーシア

ポートディクソン火力発電所リハビリ事業(2)

外部評価者：OPMAC 株式会社 三島光恵

0. 要旨

本事業は、ネグリセンビラン州に位置するポートディクソン火力発電所において、老朽化した既存の発電機 360MW (Unit 5、6、7) を撤去し、高効率なガスコンバインドサイクル火力発電設備への転換することにより、安定的な電力供給の実現と温暖化ガス排出量の抑制を目指していた。本事業は当初予測と大幅に異なる設備容量の供給予備率の余剰により、実施途中、本事業のニーズの再検討に時間を要したものの、現在においてもニーズが認められ、マレーシア及び日本の政策とも合致していることから妥当性は高いといえる。しかし、このニーズ再検討が事業期間の大幅な遅延の主要因となり、事業実施の効率性は中程度である。一方、本事業の発電設備の運用状況は運転開始以降、良好な実績であり、マレーシア電力会社 (TNB) の発電所の中でベースロード対応として最も効率的運営を行っている発電所として位置づけられている。既存の発電所との比較では CO₂ の減少などで環境面での改善効果も認められ、半島マレーシアにおける電力の安定供給への貢献や電力エネルギー源偏重の回避においても貢献が認められる。したがって有効性・インパクトは高い。また、TNB の組織体制、技術力、財務面の観点から本事業の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



ポートディクソン発電所(本事業発電設備)

1.1 事業の背景

1990 年代の半島マレーシアの電力系統の電力需要は、高い経済成長率や外国企業の進出に支えられて大幅に増加しており、1992 年から 1998 年にかけてピーク需要は約 1.9 倍、売電量は 2 倍以上に増加した。その後のピーク需要は年率約 5~7% で 2005 年までに 12,000MW ~14,000MW、売電量は年率 5%~8% 伸び、同年までに 70,000GWh~85,000GWh に達すると予測されていた。半島電力系統の中でもクアラルンプール首都圏、クアラルンプール南西

のプトラジャヤおよびマルチメディアスーパーコリドー対象地域が主要な需要地で、これらの地域では電力需要の大幅増加が予測されていた。また、情報関連産業投資が期待される中、無停電で高品質の電力供給への需要が高かった。

1998年当時の半島電力系統の総発電容量は12,617MW、うち、マレーシア電力会社(Tenaga Nasional Berhad: TNB)は全体の62%を占め、残り38%が独立系発電事業者(Independent Power Producer: IPP)の発電設備であったが、当時通貨危機の影響からIPPの電源計画の資金調達が非常に困難になっており、計画実施に大幅な遅延が生じていた。このため、マレーシア政府としてはTNB電源の開発を優先的に進める方針であった。

1.2 事業概要

ネグリセンビラン州に位置するポートディクソン火力発電所において、著しく老朽化し、非効率な発電設備を撤去し、高効率かつ温暖化ガス排出量の著しく低いガスコンバインドサイクル火力発電設備へと転換することにより、安定的な電力供給の実現と有害ガス排出量の抑制を図り、もって半島マレーシア電力系統の安定化とエネルギー源の多様化へ貢献するものである。

本事業実施前に「ポートディクソン火力発電所リハビリ事業」(1999年3月に借款契約締結)により、既存の600MWの発電設備のうち、240MWの油焚き発電機1号機～4号機を撤去して新規に750MWのガスコンバインドサイクル発電設備を建設し、2005年6月に運転が開始されている(以下「フェーズ1事業」と言及)。本事業は、残りの既存の360MWのガス・油炊き混焼の発電機(5号機～7号機)を撤去し、フェーズ1事業と同規模の750MWのガスコンバインドサイクル発電設備を建設するものであった。

円借款承諾額／実行額	53,764 百万円／48,984 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2000年3月／2000年3月
借款契約条件 ^{注)}	金利1%、返済40年(うち据置10年)、 一般アンタイド
借入人／実施機関	マレーシア電力会社(TNB)(マレーシア国政府)
貸付完了	2010年3月
本体契約	住友商事(日本)・東芝(日本)・GE Power Systems Sdn. Bhd.(GEPSM)(マレーシア)・General Electric Co.(アメリカ合衆国)・General Electric Power Systems Inc.(GEPSI)(アメリカ合衆国)(JV)
コンサルタント契約	東電設計(日本)
関連調査(フェージビリティ・ステディ:F/S)等	“Report to Economic Planning Unit The Federation of Malaysia: Engineering Services for Tuanku Jaafar Power Station Rehabilitation Project” TEPSCO, October, 1998
関連事業	円借款「ポートディクソン火力発電所リハビリ事業」

注：本事業は、日本タイトの調達条件が通常付与される特別円借款の案件であるが、中進国のマレーシアを対象としていたために一般アンタイドの調達条件となっている。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

三島 光恵 (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：2011年8月～2012年8月

現地調査：2011年10月20日～27日、2012年3月5日～9日

2.3 評価の制約

特段なし

3. 評価結果 (レーティング：A¹)

3.1 妥当性 (レーティング：③²)

3.1.1 開発政策との整合性

本事業は審事時以降、事後評価時までマレーシアの開発政策と整合性がある。評価時点においても本事業の発電所のように環境負荷が低く高効率な発電は引き続き重要である。

第7次5ヵ年計画(1996-2000年)のエネルギーセクター政策目標は(a) 効率的なエネルギー使用、(b) エネルギー源の多様化、(c) 環境影響の最小化、であったが、本事業はいずれにも合致しており、必要性が高かった。特にエネルギー源多様化については石油偏重を避けて天然ガス・水力・石炭を加えた4種のエネルギー源に分散させる“Four Fuel Diversification Policy”が策定され、天然ガスの開発と利用に重点がおかれていた。

第8次5ヵ年計画(2001-2005年)では引き続き、エネルギー源としてガスと再生可能エネルギーの推進、電力供給の生産性と効率性の改善が方針とされ、第9次5ヵ年計画(2006-2010年)においてはエネルギー供給の信頼性や費用対効果等が重視されていた。現行の第10次5ヵ年計画(2011-2015年)や新エネルギー政策(2011-2015年)においても引き続き、同様の方針が引き継がれ、それに加えて環境社会面の配慮も重要であることが述べられている。本事業は高効率で、以前の老朽化した発電所や他の発電所との比較でも費用対効果の面で優れており、加えて以前の設備よりも環境負荷が軽減されるものであることから、マレーシアのエネルギー戦略の主旨に沿っている。

なお、第9次5ヵ年計画以降は電力エネルギー源のガス偏重を緩和すべく、石炭火力が推進されてきている。2002年以降電力セクターへのガス供給量は1,350mmscfd³が目安となったが、2011年11月時点での供給量を確認したところ、1,050mmscfdが実績となっており、900mmscfd以下の供給量となる場合は残渣油(DFO:Distillate Fuel Oil)を用いた発電も増えていた。ただし、TNBによると2011-2012年度は再びガス供給量が増加しつつあり、ガスによる発電は一定程度保持されていくとみられる。

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」

³ million standard cubic feet per day (百万標準立方フィート/日)の略でガスの流量単位。

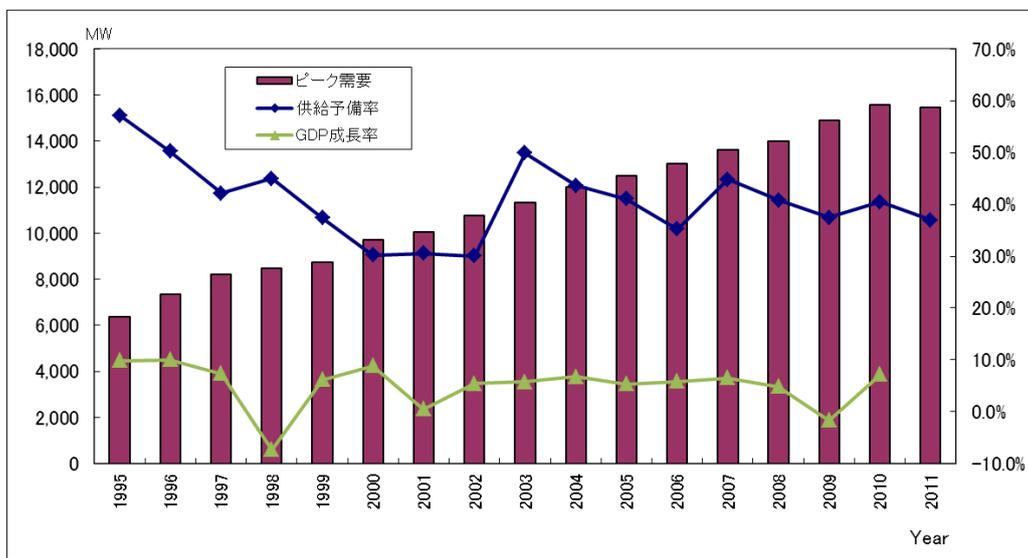
3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業は審査時および現在において開発ニーズに即しているといえる。ただし、本事業の本体コントラクターの入札時に一時供給予備率に余剰が生じたことで本事業のニーズの再検討が図られた。これが「効率性」の項目にて後述するように、著しい着工の遅れを生じる原因となった。

本事業の審査時には電力需要の着実な増加が予想されていた一方、通貨危機の影響で独立系発電事業者（IPP）による新規電源投入計画実施に大幅な遅延が生じていた。電力システムの供給予備率は、2001年には目標値30%を下回り、2004年にはフェーズ1事業実施がない場合は6%未満、フェーズ1事業の完成を考慮した場合でも11%となって安定的電力供給が不可能となることが予測され、電力設備増強が必要とされていた。

しかし、実際の供給予備率は、図1に示すとおり、2001年、2002年と30%を下回らず、2003年は一時的に約50%へ急増、2004年は43%とその後も40%前後で推移していた。一方、ピーク需要は毎年伸びており、審査時の中長期予測である年率約5~7%に対し、1999~2011年の実績では年率約5%の伸びとなっており、予測範囲内である。したがって、2002~2003年の供給余剰の主な原因は、この間におけるIPPの設備容量の急増であったといえる。この供給余剰のために2002年8月に本体工事のコントラクターの入札締切後、マレーシア政府側で本事業を進めるか否かの検討を始め、最終決定までに時間を要し、結果として本体工事の入札から契約までに約2年が費やされた。

事業実施途中で以上の経緯があったものの、事後評価時点では、第10次5ヵ年計画（2011-2015年）において、GDP成長率は年率平均6%が予測され電力需要増も見込まれていることから、本事業のニーズはあると認められる。



出所：TNB 提供データ、マレーシア統計局データ

注：TNB 提供のピーク需要と供給予備率のデータは、TNB の会計年度の9月~8月となっている。したがって毎年のデータは前年9月以降から当該年の8月までのものを含む。実質 GDP 成長率は暦年。

図1：ピーク需要、供給予備率、GDP成長率

3.1.3 日本の援助政策との整合性

本事業は事前評価時（2000年）の我が国の対マレーシア援助方針に整合性があるとみなされる。1999年当時の外務省対マレーシアの我が国開発援助のあり方（我が国の政府開発援助：ODA 白書下巻 1999年）および海外経済協力業務実施方針（平成11年12月）において、対マレーシア援助方針として、同国が国際的に中心国であることを踏まえ、環境保全、貧困撲滅、所得格差是正、中小企業育成及び人材育成に関する支援をすとしていた。本事業は老朽化した火力発電所のリハビリで CO₂ や煤塵等の発生を抑制するものであり、環境保全に貢献するものである。また、同方針では短期的には経済を早期回復すべく生産基盤強化等に関する支援を重点とすると述べられ、本事業は安定的な電力供給で生産基盤強化に資するものであったといえる。

以上より、本事業の実施はマレーシアの開発政策、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 有効性⁴（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

(1) 安定的電力供給の実現

本事業発電設備の ISO 定格出力は 750MW であるが、発電所サイトの温度や湿度等の環境下での年平均可能出力（TAAC:Tested Annual Available Capacity）は 694MW である。月間最大出力の実績をみると、694MW～約 730MW で推移している。表 1 に示すように設備利用率および稼働率は約 8 割以上、発電端熱効率は 55% を超えており、良好な状況である。図 2 で示すとおり、送電端発電量は、2009 年 1 月の商業運転開始以来、年度初めの計画値を越えた実績となっている。



写真 1:ポートディクソン発電所 全景

計画外停止率は 2～4% 前後と比較的低く抑えられており、人員ミスによる計画外停止はゼロと報告されている。特に問題となる機械故障はなく、本事業の定量的効果は高い。

表 1：本事業対象発電設備の稼働実績

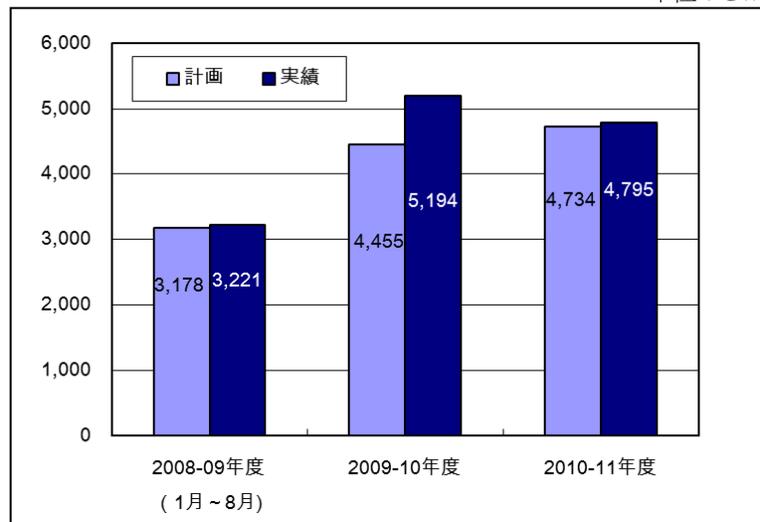
指標	2008-09 年度	2009-10 年度	2010-11 年度
設備利用率 (%)	79.6	85.4	78.9
稼働率 (%)	81.7	91.0	86.3
所内率 (%)	2.0	1.9	1.7
発電端熱効率 (%)	56.45	56.61	55.47
計画外停止率 (%)	2.1	4.0	3.8

出所：TNB

注：TNB の会計年度は 9 月～8 月。上記の設備利用率および稼働率の計算は年平均可能出力をベースに計算されたもの。所内率は発電端発電量に対する所内消費電力量の割合。

⁴ 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。

単位：GWh



出所：TNB

図 2：本事業対象発電設備の発電実績

(2) 温室効果ガスの排出量の抑制

本事業設備による温室効果ガス（CO₂）の抑制効果として、ガス焚きで既存の発電設備と比較した場合、31.4%減少すると審査時に予測されていた。2009年から2011年までの実績数値の平均で計算した結果、予測をやや上回った37.7%の温室効果ガス排出量の削減があった。また、TNBの2011年年報資料によると、ポートディクソン発電所のCO₂排出量については、0.44MT/MWhで、TNBの他の火力発電所と比較して最小値である。

3.2.2 定性的効果

本事業の効果は定量的効果が主となり、定性的効果については特筆すべき点はない。フェーズ1事業と同様、新規の発電設備は既存の発電設備との比較で煙突高が低下するため、審査時に予測される定性的効果として景観が改善されるとされていた。計画どおりに建設されており、同様の効果があったと認められる。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

(1) 半島マレーシア電力系統の安定化への貢献

約2,000万人に電力供給している半島マレーシア電力系統の供給量は、本事業対象設備が電力供給を開始した2008-09年度9.5万GWhであった。2009-10年度は経済成長が下がったことを背景に電力供給は8.9万GWhへ減少したが、2010-11年度には再度増加した。表2に示すとおり、半島マレーシア電力供給のうち、本事業の発電量の占める割合は2010-11年度実績で約5%、ポートディクソン発電所全体では10%であった。TNBによると本事業設備は高効率かつ信頼度が高いベースロード⁵として、夜間においても最優先して稼働させる位置

⁵ 電力供給は、ベースロード対応、ミドルロード対応、ピークロード対応と分かれる。ベースロード対応とは、ある期間内に必要とされる最低負荷を担う電源であるという意味。

置づけにある。したがって、本事業は半島マレーシア電力系統の電力供給の安定化に一定の寄与があったと認められる。

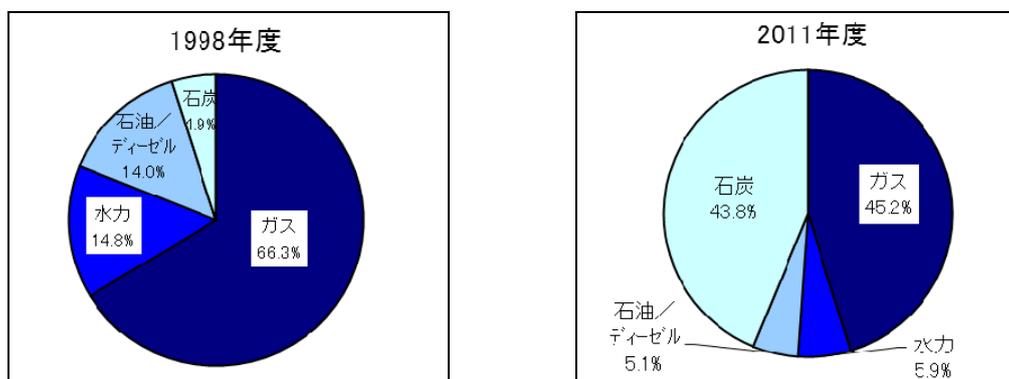
表 2：半島マレーシア電力供給に占めるポートディクソン発電所の電力供給の割合

指標	2007-08 年度	2008-09 年度	2009-10 年度	2010-11 年度
半島マレーシアの電力供給量 (GWh)	82,214.80	95,331.57	89,910.80	98,112.92
うちポートディクソン発電所 電力供給量の割合 (%)	6.3	5.8	9.7	10.0
上記のうち本事業対象分の電力供給量 の割合 (%)	-	0.04	3.6	5.3

出所：TNB

(2) 半島マレーシア電力系統のエネルギー源の多様化への貢献

半島マレーシア系統全体のエネルギー源別シェア（設備容量）をみると、2011 年度ではガスタービンあるいはガスコンバインドサイクルが 45.2%、石炭火力が 43.8%とガスおよび石炭が主なエネルギー源となっており、その他が石油や水力となっている（図 3）。1998 年度時点との比較では石油の火力発電の割合が減少し、価格や供給量の面から 2000 年以降は石炭火力発電が推進されており、全体シェアからみるとガス火力発電の割合は減少している。



出所：TNB

図 3：半島マレーシア電力系統のエネルギー源別設備容量の割合

このような状況下、TNB のガスによる発電量は過去 5 年間年間 2 万 GWh 以上を保持しており、これにはポートディクソン発電所の発電量が貢献している。2009 年度の実績では、TNB 全体のガスによる発電量のうち、本事業によるものは約 22%に相当し、ポートディクソン発電所全体では約 45%を占めていた。

マレーシアではエネルギー源を 1 つに偏重せず、石炭火力発電を推進しつつも環境へのインパクトにも配慮し、CO₂や粉塵等の排出量が少なく、より環境負荷が低いガスによる発電量も一定程度保持してきている。本事業は既存の石油・ガス発電ユニットの更新し、高効率なガス発電の一定の保持に貢献した。以上の意味においてエネルギー源の多様化に寄与しているといえる。

3.3.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境への影響

本事業実施の際に撤去された発電設備は、撤去工事担当業者が引き取り、適宜リサイクルあるいは廃棄処理がなされた。本事業設備の運用後の環境への影響については、環境モニタリング担当者からヒアリングを行い、ネグリセンビラン州政府環境局へ定期的に提出されているデータを確認した。調査時点前の1年間に3回実施した発電所内でのサンプリングによる大気環境モニタリング結果でTSP（全浮遊粒子状物質）、PM10（大気中の10 μ m以下の粒子物質）、NO₂、SO₂は基準値以内であった（表3参照）。発電所から提出されたモニタリングデータについて、ネグリセンビラン州の環境局（Department of Environment: DOE）から問題として指摘された記録はない。年間水質モニタリングデータも問題は見受けられず、現時点で発電所が原因となっている深刻な負のインパクトは生じていないとみなされる。

表3：大気環境モニタリング結果（2010年8月、2011年2月、5月）

項目	汚染物質	基準 ¹⁾	観測結果
大気環境 モニタリング ²⁾	TSP (Total Suspended Particles)	260 μ g/m ³ (24 hours)	≤22
	PM ₁₀ (Particulate Matter 10)	150 μ g/m ³ (24 hours)	≤19
	NO ₂	0.075 ppm (24 Hour)	<0.02 (ppm)
	SO ₂	0.04 ppm (24 Hour)	<0.02 (ppm)

出所：ポートディクソン発電所提供数値

注1：マレーシア国内での参照基準。

注2：発電所内のオイルタンク付近、事務管理ビル付近、PD Gate と Seremban Gate の間付近の3カ所でのモニタリング結果。

(2) 用地取得及び住民移転

本事業は発電所内の既存の用地を利用しており、新規用地取得はなかった。したがって、住民移転も生じなかった。

以上より、本事業実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業のアウトプットは既存の発電機360MW（Unit No.5、6、7）の撤去と750MWのガスコンバインドサイクル発電設備建設であり、概ね計画どおりであった。当初の設計と異なる変更点として、審査時点ではフェーズ1事業サイトから離れた燃料タンク付近に発電設備を建設予定であったが、フェーズ1事業サイトの北の隣接地へと変更になったことにより、廃棄物保管やスペアパーツのための新規建物の建設の追加、また、ガスタービンの予備部品の追加や復水管の延長等もあったが、いずれも必要に応じた妥当な変更であった。



写真 2：左からガスタービン、蒸気タービンジェネレーター、送変電設備

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費（サブレーティング：③）

事業費は計画時点の総事業費 67,864 百万円（うち円借款 53,764 百万円）に対し、実績総事業費は 60,762 百万円（うち円借款 48,984 百万円）と計画比 90%で計画内に収まった。サイトの変更による追加建設工事があつた中、事業費が約 10%減少した主な理由は、計画事業費に見積もられていたマレーシア側の税金・関税費用が約 50 億円減少したことによる。また、既存設備撤去費用の 969 百万円の支払いは、担当業者が撤去資材の販売収入を得ることで相殺され、支出が不要となつていた。

3.4.2.2 事業期間（サブレーティング：①）

借款契約調印から発電設備の保証期間の終了までの事業期間は 63 ヶ月と計画されていたが、実績では 118 ヶ月と計画比 187%と大幅に上回つた。そのため、本事業は貸付期間の期限延長を 2 回行つている。図 4 で事業の各段階の計画と実績を比較すると入札準備段階からそれぞれで遅延があつたが、最大の遅延要因となつたのは、妥当性の項目で述べたように、マレーシア政府側が 2002 年 8 月の入札締切後に予測より高い設備予備率が生じたために事業実施の必要性を再検討するとの理由で、本事業の実施を遅らせたことによる。したがって、本体契約を締結したのはプロポーザル締切から約 2 年後の 2004 年の年末となつた。

既存発電設備の撤去は本体契約締結が見込まれてから開始されており、その跡地に新規発電設備を建設することになったことから、本体工事の開始は契約締結直後ではなく、さらに数カ月延期された。また、本体工事の工期もサイトの変更等の影響で 32 ヶ月から 39 ヶ月へ 7 カ月延長した。ただし、この点に関しては、当時の TNB の工事担当者によるヒアリングでは、本事業完成までには大幅な遅延があつたものの、工期の遅延を最小限に抑えるべく、担当コントラクターは前倒し可能な作業等は調整を行うなど工夫や努力がなされており、これらの尽力がなければ工期はさらに延長していたであろうと指摘している。

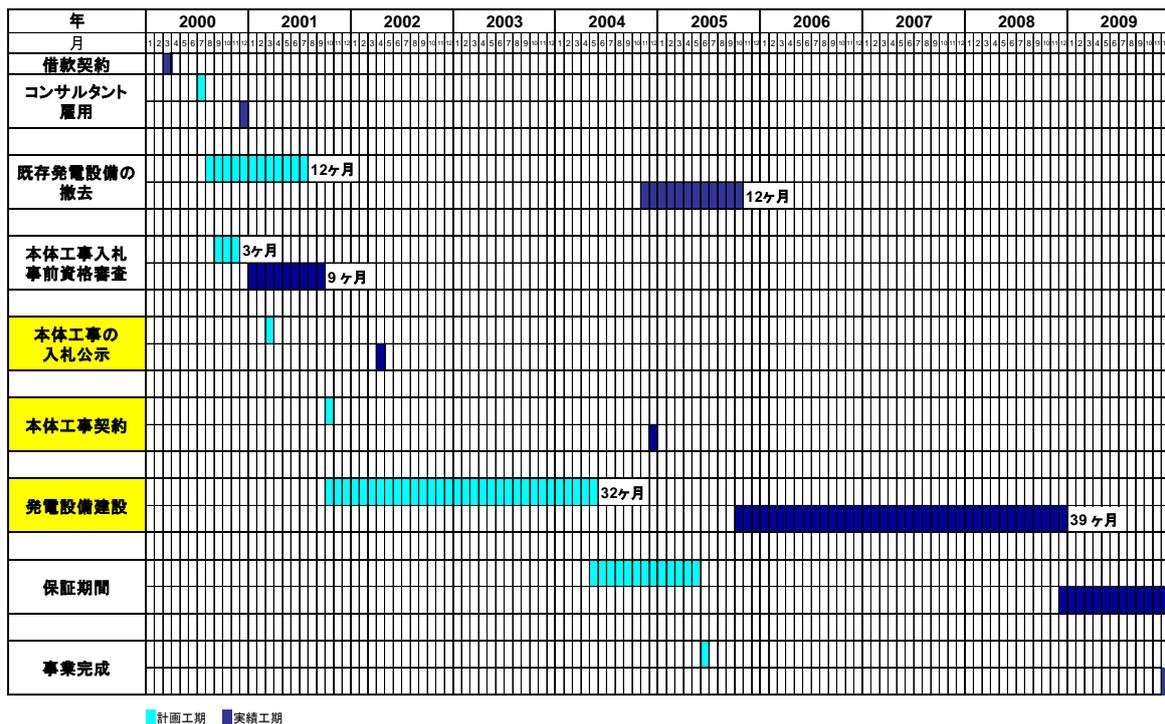


図 4：本事業の計画工期と実績比較

3.4.3 内部収益率（参考数値）

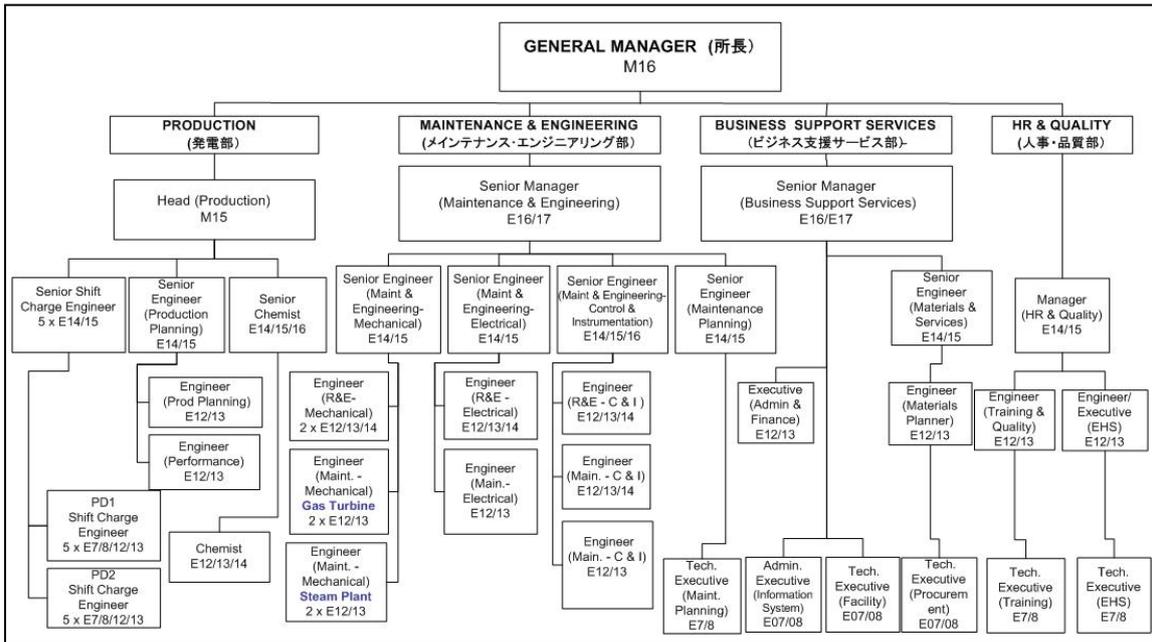
審査時には経済的内部収益率（EIRR）は計算されていなかったが、財務的内部収益率（FIRR）は計算されていたので、同様の項目で再計算を行った。FIRR は審査時には 9.01% と予測されていたが、評価時点の実績数字で計算したところ 12.03% と予測を上回った。その理由は、発電端熱効率が予測を上回り、発電量が予測より上回ったことや送配電ロスが想定よりも実際は低く、売電量が予測よりも増加したこと等があげられる。

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業設備の運営維持管理は、TNB のポートディクソン発電所が直接担当している。同発電所の組織図は図 5 のとおりである。2011 年 10 月時点で全職員 185 名である。発電、メンテナンスとエンジニア、ビジネス支援サービス、人事・品質の 4 部門があるが、うち、本事業設備の運営・維持管理に関連する発電部門職員は 35 名（うちエンジニア 10 名）、メンテナンス部門は 58 名（うちエンジニア 17 名）となっており、100 名近い人員が配置されている。日常点検はポートディクソン発電所のメンテナンス・エンジニアリング部が行っており、日常の運営維持管理体制は整っている。オーバーホール など定期的な維持管理業務については、TNB の子会社の REMACO（TNB Repair and Maintenance Sdn. Bhd）に委託して実施している。



出所：ポートディクソン発電所 提供資料

図 5：ポートディクソン発電所 組織図

3.5.2 運営・維持管理の技術

運営・維持管理に関しては、コントラクターからトレーニングを受けた担当職員が実施しており、マニュアルも整備されている。フェーズ1事業の評価時と同様、発電所における職員の技術研修は毎年、職位別に定期的に行っている。メンテナンス関連を担当する新規職員の技術習得や経験のある技術者やエンジニア向けの再教育が定期的実施されている他、オン・ザ・ジョブ・トレーニング (OJT) によるシステムオペレーションの研修などが実施されている。



写真3：コントロール室

年間業務計画 (メンテナンス、オーバーホールを含む) は、毎年概ね計画どおり実施してきている。予防保守 (PM: Preventive Maintenance) と事後保守 (CM: Corrective Maintenance) を実施し、故障やトラブルを防ぐべく努力がなされている。

なお、TNB は各発電所職員に対して、キー・パフォーマンス指標 による能力評価を行っている。個人および発電所レベルの両方で技術力に関わる部分を評価することで、問題意識を高め、改善を促している。また、オーバーホールを担当する REMACO は、1979年に設立された組織で、国内の各発電所のメンテナンス実績のみならず、インドネシア、パキスタン、サウジアラビアといった海外の発電所の運営維持管理を実施した豊富な実績があり、職員の技術力は問題ない。以上の点から、本事業を通じて移転された技術の持続性はあるとみなされる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

ポートディクソン発電所運営上必要な維持管理費は毎年計画どおり手当てされていることを確認した。TNB 全体の財務（子会社を除く）は、過去 4 年増収傾向、営業利益は一定以上保たれていたが 2010-11 年度は燃料費の値上げ等で支出が増加し、営業利益および税引前利益は減少した。

ポートディクソン発電所へのガス供給は TNB とマレーシア国営石油会社（PETRONAS）との合意書で供給が確保されている。2010-11 年度と同発電所の財務実績は、近年のガス供給量の減少により、DFO の利用を増加させたために、発電所の O&M コストが増加した。2009-2010 年度の発電所単体の売電収入内の売電費用であったが、2010-11 年度は売電収入を超える売電費用がかかった。

ただし、同発電所によると 2011～12 年度には発電所へのガス供給量は再び増加しており、1,050mmscfd 以上確保している。また、PETRONAS では国内の発電に使用するガス不足への対策として、2012 年の稼働を目指してマラッカ州で輸入液体ガス（LNG）の再ガス化プラント建設計画やサバ州西海岸沖の新規ガス田開発計画に取り組んでおり、今後供給量が増加する見込みがある。

ガス価格については、マレーシア政府エネルギー委員会は長期的にはガス価格の補助金を徐々に減少させていく意向を示しており、ガス価格の上昇が予測される。燃料費の変動等が発電所の運営にどのように影響を及ぼすか長期予測は難しいが、本事業の燃料費用の調整は TNB 本社で行っており、現時点で短期的に事業の運営・維持管理に深刻な影響を及ぼす点は見受けられない。

表 4：TNB の主要財務実績

単位：百万リンギット

項目	2007-08年	2008-09年	2009-10年	2010-11年
(1)売上高	23,069.2	26,743.6	28,362.3	30,157.1
(2)その他収入	1,187.4	590.7	350.5	752.9
(3)金融収入	301.0	308.3	356.6	404.6
(4)営業費用	-20,631.4	-24,250.5	-25,416.7	-30,110
うち減価償却費	-2,595.2	-2,899.4	-3,301.1	-3,395.0
(5)金融費用	-811.1	-822.5	-757.6	-594.2
(6)為替差損	-11.1	-882.9	606.9	-208.7
営業利益	3,625.2	3,083.8	3,296.1	800.4
税引前利益/損失	3,104.0	1,686.7	3,502.0	402.1
当期税引後利益/損失	2,663.6	1,070.7	2,703.6	418.6

出所：TNB Annual Report 2008、2009、2010、2011 年

注：売上高は売電および物品・サービスに対するもの。

3.5.4 運営・維持管理の状況

発電所の実査では、設備状況は良好で問題なかった。一部スチームタービン箇所では部品交換が必要とされている箇所があったが、交換部品は調達済みで定期点検時に交換予定であった。スペアパーツについてはフェーズ1事業の評価時と同様、在庫管理が行き届いており、運営維持管理状況は良い。日常メンテナンスは、項目毎に定めた頻度にしたがって行われており、オーバーホールについては、ガスタービンは24,000運転時間毎、蒸気タービンは2年おきに実施されている。



写真4:スペアパーツ倉庫

なお、ポートディクソン発電所は国内で最も高効率な発電所として、国内や近隣アジア諸国などの海外からの見学の訪問者を受け入れている。2009年892名、2010年1,299名、2011年488名と、多い年は1,000名以上の訪問者がある。

以上より、本事業の維持管理は体制、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。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は当初予測と大幅に異なる設備容量の供給予備率の余剰により、実施途中、本事業のニーズの再検討に時間を要したものの、現在においてもニーズが認められ、マレーシア及び日本の政策とも合致していることから妥当性は高いといえる。しかし、このニーズ再検討が事業期間の大幅な遅延の主要因となり、事業実施の効率性は中程度である。一方、本事業の発電設備の運用状況は運転開始以降、良好な実績であり、マレーシア電力会社(TNB)の発電所の中でベースロード対応として最も効率的運営を行っている発電所として位置づけられている。既存の発電所との比較ではCO₂の減少などで環境面での改善効果も認められ、半島マレーシアにおける電力の安定供給への貢献や電力エネルギー源偏重の回避においても貢献が認められる。したがって有効性・インパクトは高い。また、TNBの組織体制、技術力、財務面の観点から本事業の持続性は高い。

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

(1) 電力需給予測の留意点

本事業は、本体工事の入札評価のタイミングで、半島マレーシアの電力系統の設備容量が予測より多くなり電力余剰が見込まれるという理由により事業開始が2年見送られ、工期延長の主要因となるとともにJICA、事業実施機関、応札企業間で調整のため労力がかかることになった。本事業ではIPP事業の進捗が大幅に遅れて実施の目途がたたないことを前提に設備容量が予測され、非常に低い供給予備率が予測されていたが、実際には予測数値と乖離して余剰が生じた。フェーズ1事業と本事業の審査には1年しか間があいておらず、両事業の設備容量の予測にほとんど変化はなかった。しかし、本事業で起こったように入札準備段階の遅延の可能性は高く、その間に状況が変化することは考えられる。

IPP事業推進が見込まれる国においては、その最新の動向に常に留意し、実施が進捗した場合も考慮したより現実的な設備容量予測を行い、それを用いた中長期的電力需給の観点から、事業の電源開発計画上の位置づけと意義について示し、被援助国側と予め十分確認しておくことは、今後、類似の国でODAによる電力事業の支援を検討する上で重要である。

(2) 日系企業技術のデモンストレーション効果

本事業対象のポートディクソン発電所は、国内で最も高効率な発電所として国内外から多くの見学者を受け入れ、モデル発電所となっている。同発電所の2つの発電ユニットは両方とも日本の開発援助で支援を受け、それぞれ日本メーカーが受注して日本の技術が生かされており、広範囲に日本の高効率な火力発電技術のデモンストレーション効果があったといえる。加えて、本事業は実施開始が大幅に遅延した状況で、発電設備建設時のスケジュール管理の点で可能な限り早期に完工できるよう担当コンサルタントとコントラクターの努力がなされた点についても、TNB側から良い評価を得ている。以上の意味で本事業の発電所への支援は日本の援助としてより意義が深いものとなった。

近隣諸国から注目される中進国で円借款案件形成を行う際、「国内の重要な位置付けにある発電所で日系企業の優れた技術が導入されることは国内外における広いデモンストレーション効果もある」ということを念頭におき、こうした副次的効果もねらえるような案件の選択やその内容の検討をするとよりよい。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p>(1) 既存発電設備(360MW:120MW×3)の撤去</p> <p>(2) 750MW級ガスコンバインドサイクル発電設備 <u>発電設備:</u> ガスタービン2機、廃熱回収ボイラー2機、蒸気タービン1機および付属設備 <u>土木工事:</u> サイト準備、基礎工事、道路付け替え、排水工事等) <u>建設工事:</u>メインパワーハウス建屋、事務管理棟、附属発電設備建屋等)</p> <p>(3) 送変電設備 関連送電線新設(発電所～オラランピット変電所、電圧275kV、2回戦、亘長70km)、オラランピット変電所275kV 引出口2回線増設</p> <p>(4) コンサルティングサービス 基礎調査及び詳細設計、プロジェクトマネジメント、施工管理等</p>	<p>(1) 計画どおり</p> <p>(2) 計画どおり</p> <p>(3) 計画どおり (ただし、サイト変更に伴う建物の追加工事、詳細な設計の変更等あり)</p> <p>(4) 計画どおり</p>
②期間	2000年3月～2005年5月 (63ヶ月)	2000年3月～2009年12月 (118ヶ月)
③事業費	<p>外貨 40,641百万円</p> <p>内貨 27,223百万円 (861百万リングिट)</p> <p>合計 67,864百万円</p> <p>うち円借款分 53,764百万円</p> <p>換算レート 1リングिट=31.6円 (1999年8月現在)</p>	<p>33,419百万円</p> <p>27,344百万円 (905百万リングिट)</p> <p>60,762百万円</p> <p>48,984百万円</p> <p>1リングिट=30.2円 (2001年1月～2010年12月平均)</p>