

平成 21 年度円借款事業事後評価報告書 (タイ)

平成 22 年 8 月
(2010 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

OPMAC 株式会社

評価
JR
10-19

序文

政府開発援助においては、1975 年以来個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003 年に改訂された「ODA 大綱」においても「評価の充実」と題して「ODA の成果を測定・分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、主に 2007 年度に完成した円借款事業の事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2010 年 8 月
独立行政法人 国際協力機構
理事 黒田 篤郎

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICA事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICAコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

目 次

「タイ 国家計量基盤整備事業 (I) (II)」

1. 案件の概要	1-1
1.1 事業の背景	1-1
1.2 事業の概要	1-2
2. 調査の概要	1-3
2.1 外部評価者	1-3
2.2 調査期間	1-4
2.3 評価の制約	1-4
3. 評価結果 (レーティング : A)	1-4
3.1 妥当性 (レーティング : a)	1-4
3.1.1 開発政策との整合性.....	1-4
3.1.2 開発ニーズとの整合性.....	1-4
3.1.3 日本の援助政策との整合性.....	1-5
3.2 効率性 (レーティング : b)	1-5
3.2.1 アウトプット.....	1-5
3.2.2 インプット	1-6
3.2.2.1 事業期間	1-6
3.2.2.2 事業費	1-7
3.3 有効性 (レーティング : a)	1-7
3.3.1 定量的効果	1-7
3.3.1.1 運用・効果指標	1-7
3.3.1.2 内部収益率の分析結果	1-8
3.3.2 定性的効果	1-8
3.4 インパクト	1-10
3.4.1 インパクトの発現状況.....	1-10
3.4.2 その他、正負のインパクト.....	1-11
3.5 持続性 (レーティング : a)	1-11
3.5.1 運営維持管理の体制.....	1-11
3.5.2 運営維持管理の技術.....	1-12
3.5.3 運営維持管理の財務.....	1-12
3.5.4 運営維持管理の状況.....	1-13
4. 結論及び教訓・提言	1-13
4.1 結論	1-13
4.2 提言	1-13
4.2.1 実施機関への提言.....	1-13
4.2.2 JICA への提言	1-13
4.3 教訓	1-14
主要計画／実績比較	1-15

「タイ 地方配電網増強事業（5-1）（5-2）」

1. 案件の概要	2-1
1.1 事業の背景	2-1
1.2 事業の概要	2-1
2. 調査の概要	2-2
2.1 外部評価者	2-2
2.2 調査期間	2-2
2.3 評価の制約	2-3
3. 評価結果（レーティング：A）	2-3
3.1 妥当性（レーティング：a）	2-3
3.1.1 開発政策との整合性.....	2-3
3.1.2 開発ニーズとの整合性.....	2-4
3.1.3 日本の援助政策との整合性.....	2-4
3.2 効率性（レーティング：b）	2-5
3.2.1 アウトプット.....	2-5
3.2.2 インプット	2-5
3.2.2.1 事業期間	2-5
3.2.2.2 事業費	2-6
3.3 有効性（レーティング：a）	2-6
3.3.1 定量的効果	2-6
3.3.1.1 運用・効果指標	2-6
3.3.1.2 内部収益率の分析結果	2-8
3.3.2 定性的効果	2-8
3.4 インパクト	2-10
3.4.1 インパクトの発現状況.....	2-10
3.4.2 その他、正負のインパクト.....	2-12
3.5 持続性（レーティング：a）	2-12
3.5.1 運営維持管理の体制.....	2-12
3.5.2 運営維持管理の技術.....	2-12
3.5.3 運営維持管理の財務.....	2-13
3.5.4 運営維持管理の状況.....	2-14
4. 結論及び教訓・提言	2-14
4.1 結論	2-14
4.2 提言	2-14
4.2.1 実施機関への提言.....	2-14
4.2.2 JICA への提言	2-14
4.3 教訓	2-15
主要計画／実績比較	2-16

「タイ 配電網システム信頼度向上事業」

1. 案件の概要	3-1
1.1 事業の背景	3-1
1.2 事業の概要	3-2
2. 調査の概要	3-2
2.1 外部評価者	3-2
2.2 調査期間	3-2
2.3 評価の制約	3-2
3. 評価結果（レーティング：A）	3-3
3.1 妥当性（レーティング：a）	3-3
3.1.1 開発政策との整合性.....	3-3
3.1.2 開発ニーズとの整合性.....	3-4
3.1.3 日本の援助政策との整合性.....	3-4
3.2 効率性（レーティング：b）	3-5
3.2.1 アウトプット.....	3-5
3.2.2 インプット	3-5
3.2.2.1 事業期間	3-5
3.2.2.2 事業費	3-6
3.3 有効性（レーティング：a）	3-6
3.3.1 定量的効果	3-6
3.3.1.1 運用・効果指標	3-6
3.3.1.2 内部収益率の分析結果	3-8
3.3.2 定性的効果	3-8
3.4 インパクト	3-10
3.4.1 インパクトの発現状況.....	3-10
3.4.2 その他、正負のインパクト.....	3-10
3.5 持続性（レーティング：a）	3-11
3.5.1 運営維持管理の体制.....	3-11
3.5.2 運営維持管理の技術.....	3-11
3.5.3 運営維持管理の財務.....	3-11
3.5.4 運営維持管理の状況.....	3-12
4. 結論及び教訓・提言	3-13
4.1 結論	3-13
4.2 提言	3-13
4.2.1 実施機関への提言.....	3-13
4.2.2 JICA への提言	3-13
4.3 教訓	3-13
主要計画／実績比較	3-14

「タイ 国家計量基盤整備事業 (I) (II)」

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



本事業で調達された校正用機材

1.1 事業の背景

タイの製造業部門は 80 年代から経済成長を牽引してきたが、90 年代後半の時点では、輸出競争力強化のため、より高度な付加価値の高い製品を生産する必要性に直面していた。また、国際貿易を促進するため、製品の品質検定手続きを簡素化する国際的な潮流が 90 年代後半には顕著となり、国家計量機関の間で計量標準¹の同等性を高める取り組みが進んでいた。そのため、工業製品の輸出のためには、国際的に許容される計量標準体系を早急に整備する必要があった。タイにおいては、複数の機関が国家計量標準の設定・維持を行っていた上、その分野も限定されており、校正²の精度も不十分な水準にとどまっていた。タイ国内では十分な校正サービスが受けられないため、校正機関や企業は機材の校正を海外にて行っていたが、高いコストや輸送による機材への悪影響という課題があった。

国際的に受け入れられる計量標準体系の確立を目的として、科学技術環境省³の傘下にタイ王国国立計量機関（以下、NIMT という）が 1998 年に設立された。計量標準を設定・維持・供給するため、主要な計量標準分野を網羅する校正用機材、厳しい測定環境を満たすラボラトリー用の建物、機材を活用できる人材育成を NIMT は必要としていた。このような背景の中、2 期にわたる円借款の供与を通じて、本事業は NIMT の校正用機材の調達、ラボラトリー建設を支援した。また、本事業で供与された機材は、連携して実施された技術協力 国家計量標準機関プロジェクト（フェーズ 1）／同（フェーズ 2）（以下、連携技術協力プロジェクトという）において計量工学分野の人材育成に利用された。

¹ 計量標準とは、長さ、質量、時間、電流などを計測するための単位の基準

² 校正 (calibration) とは、測定器の誤差を把握し、正確な値との差と測定の不確かさを証明する作業

³ 審査時点での実施機関名称

1.2 事業の概要

国立計量機関の庁舎を建設し、校正用機材を導入することにより、タイ国内の計量標準体系の確立を図り、もって製造業の国際競争力強化に寄与する。

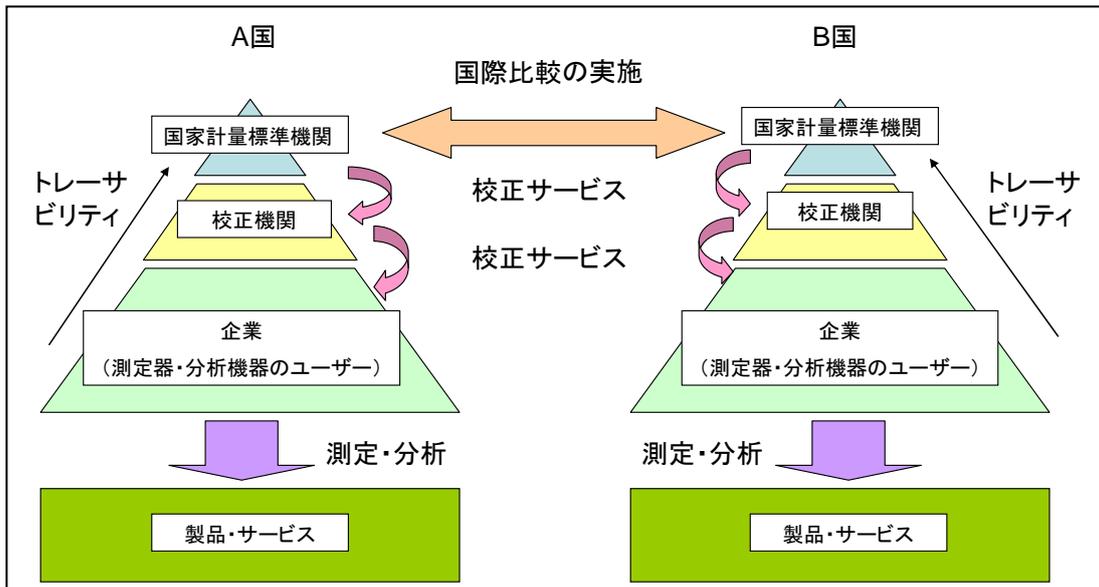
	第1期	第2期
円借款承諾額／実行額	722 百万円／ 691 百万円	2,202 百万円 ／2,201 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1999 年 9 月／ 1999 年 9 月	2000 年 9 月／ 2000 年 9 月
借款契約条件	金利 0.75%、 返済 40 年 (うち据置 10 年)、 部分アンタイド (コンサルタントは 二国間タイド)	金利 0.75%、 返済 40 年 (うち据置 10 年)、 二国間タイド (コンサルタントは 二国間タイド)
借入人／実施機関 ⁴	タイ王国／ 科学技術省 ⁵	タイ王国／ 科学技術省 ⁶
貸付完了	2006 年 1 月	2008 年 1 月
本体契約	—	—
コンサルタント契約	日建設計 (日本)・パデコ (日本)・ ENVIRONMENTAL ENGINEERING CONSULTANTS (タイ)	—
関連調査 (フィージビリティ・スタディ: F/S) 等	なし	
関連事業	JICA: タイ王国 国家計量標準機関プロジェクト (フ ェーズ 1) / 同 (フェーズ 2)	

⁴ 事後評価時点での実施機関名称

⁵ 但し、本事業の実質的な実施・運営・監理は同省傘下の NIMT が行っている。

⁶ 同上

【コラム1】 国家計量制度の概要



国家計量標準機関は、各国の計量標準体系の頂点にある国家計量標準の設定・維持を行う。1999年より、タイを含むメートル条約加盟国間で、国際的な計量標準の相互承認協定が発足している。同協定の基で、国家計量標準機関は相互にその技術能力の比較(国際比較)を行い、各国の計量標準間の同等性の確保に努めている。同等性が確保された技術能力分野については、他国の校正証明書も自国のものと同等に扱われる。

国家計量標準機関は、国家計量標準に基づいて、校正サービス(標準器及び測定器の校正、標準物質の供給、校正証明書の発行)を校正機関に提供している。校正機関は、国家計量標準機関から供給された標準器、標準物質、測定器に基づいて、ユーザーが使用する測定器・分析機器向けに校正サービスを提供する。国家計量基準を基点とし、数次の校正サービスを経て一般に利用される測定器・分析機器の精度が確保され、適切な計量標準体系が構築される。校正の連鎖が最終的に国家計量標準にたどりつく場合、その測定器は国家計量標準へのトレーサビリティがあると判断される。

近年、国際的な商取引では、製造元にISO9001(品質マネジメントシステム認証)の取得を求めるケースが増えてきている。ISO9001では、原則として企業が保有する測定器・分析機器が国際もしくは国家計量基準へのトレーサビリティを有することを要求している。そのため、トレーサビリティのある計量標準体系の構築は、輸出を促進する上で重要な課題となっている。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

小林 信行 (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：2009年11月～2010年8月

現地調査：2010年2月7日～3月4日、2010年5月16日～5月20日

2.3 評価の制約

なし。

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時点では、タイにおいて計量標準体系を確立する必要性は十分認識されており、1997年8月には国家計量制度整備法が制定された。同法に基づき、科学技術環境省の監督下にNIMTが設立された。同法では、①計量分野での調査・研究、②校正サービス提供、③民間校正機関育成を含む15分野をNIMTの活動範囲と規定している。また、国家計量標準整備の中長期的な方向性を示すため、1999年5月には国家計量基盤整備マスタープランが閣議決定された。国家計量標準の整備に向けた基本方針として、NIMTを制度の核とし、民間セクターへの技術移転を図ることとなった。

事後評価時点においても、1997年に制定された国家計量制度整備法は引き続き施行されており、NIMTを計量標準整備の中核とする位置づけには変更はない。これまでの国家計量標準の整備を踏まえて、国家計量基盤整備マスタープラン（第二期）が2009年11月に閣議決定されている。マスタープランの政策目標には、①NIMTとそのネットワークの発展、②校正機関の発展、③校正サービス利用者層の拡大、④他国の国家計量機関との協力体制構築、が含まれている。

審査時点、事後評価時点においてもNIMTを計量標準整備の核とし、民間セクターへの技術の波及を図る点には変更はない。本事業はNIMTが計量工学分野の知見を獲得し、校正サービスを提供する上で必要不可欠な機材の調達を支援するものであり、開発政策との整合性を有している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

1999年10月に、タイを含むメートル条約加盟国は計量標準の相互承認協定（CIPM MRA）を締結している。同協定は相互承認国間での品質検定手続きの簡素化を進め、貿易を促進することを目的としている。CIPM MRAでは、他国の校正証明書を自国でも受け入れるにあたり、他国の計量標準が一定の水準にあることを確保するため、国家計量標準機関がその技術能力を比較（国際比較）する仕組みを構築している。

CIPM MRAの調印後、合意文書の修正は軽微でその目的も維持されている。同協定に基づき、各国の国家計量標準機関は活発に国際比較を実施している。事後評価時点においても、タイはCIPM MRAに引き続き加盟しており、NIMTは計量標準の国際比較に参加している。

案件審査時において、NIMT は国際比較を通じて十分な技能水準があることを示す必要があった。事後評価時点においても、貿易促進のため、国際的に受け入れられる計量標準体系を構築・維持するニーズには変化はない。本事業で調達された機材は国際比較にも使用されており、開発政策との整合性を有している。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

本事業の審査時点において、旧 ODA 大綱（平成 4 年、1992 年）では、日本と東アジア地域（ASEAN を含む）との密接な関係に言及があり、アジア地域への支援に重点がおかれた。また、同大綱では人づくり分野での支援を重視した。1998 年度版の ODA 白書の「タイ（国別援助方針）」では、「我が国の援助の重点分野」として、経済基盤整備がとりあげられており、①産業高度化に対応できる技術分野での人材育成、②産業の裾野を広げるためのサポートインダストリー育成、が強調されている。

本事業は日本の援助政策との整合性を有している。本事業は計量標準の設定・維持を行う人材を育成する技術協力プロジェクトと連携して実施されており、人づくりを側面支援するものである。また、NIMT の顧客である校正機関は、均質な製品を提供する上で必要なサービスを提供しており、幅広くタイの経済活動を支援するものである。

以上より、本事業の実施はタイの開発政策、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：b）

3.2.1 アウトプット

本事業では、①校正用の機材調達、②ラボラトリー用の建屋建設、③コンサルティングサービス、に対して支援を行った。校正用の機材調達では、機材の技術革新、NIMT 職員の能力、技術協力プロジェクトの支援分野などを踏まえて、本事業で雇用した専門家が支援対象分野の調整を行った（表 1 を参照）。調達品目の増加は、主に標準物質の増加に起因している。

表 1：調達機材の変更

	支援対象分野
審査時点 (1999 年 9 月)	<p>調達品目：329 種類</p> <p>機材調達を以下の 41 分野にて行う。</p> <p>時間・周波数/DC 電圧/DC 電流/AC 電圧/AC 電流/パワー/エネルギー/インダクタンス/抵抗/コンデンサー/RF 電圧/RF・マイクロ波パワー/レーザーパワー/質量/温度（3 種類）/湿度/長さ/内径・外径/真球度/直進度/角度/表面粗さ/CMM/平面度/音圧レベル/振動・加速度/マイクロホン感度/標準物質/光束/照度/分光放射照度/磁気/力/液体流量/気体流量/密度/圧力・真空/測光/分布温度</p>

	支援対象分野
事後評価時点 (2010年5月)	<p>調達品目数：397種類</p> <p>機材調達が36分野にて行われた。変更は以下の通り。</p> <p>追加：波長/AC-DC高電圧/硬度</p> <p>調整：光束/照度/分光放射照度は、測光分野機材で対応する。</p> <p>削除：エネルギー/液体流量/気体流量/密度/分布温度*</p>

出所：第I期審査資料、NIMT

注：* 分布温度は、NIMTが別途機材を調達した。

ラボラトリー用の建屋は、当初計画通りパトゥンタニ県（Pathumthani）に建設された。コンサルティングサービスでは、ほぼ当初計画通り、プロジェクトマネジメント、建屋の詳細設計、建屋の施工監理が行なわれ、機材選定・建屋の基本設計に係るアドバイスのため別途専門家が雇用された。但し、NIMTが案件管理ユニットを設立したため、第2期事業ではプロジェクトマネジメントはコンサルティングサービスに含まれなかった。

写真1:本事業で建設されたラボラトリー



3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

本事業の事業期間は、計画を大幅に上回った（計画比 194%）。事業遅延は、主に建屋建設や校正用機材の調達の遅れに起因している（表2を参照）。機材は二国間タイドの調達を条件としていたが、調達予定の機材には日本・タイ以外でのみ生産されるものも含まれていたため、国際競争入札（ICB）での調達を原則とした。しかしながら、機材の単価が予定価格を大幅に超える、特定の機材への入札がない等の理由により、ICBでの調達が行えなかった機材があり、他の調達方式（インターナショナルショッピング、随意契約）での調達が必要となった。調達機材の仕様書作成、見積書の請求・比較に際して、連携技術協力プロジェクトの長期派遣専門家がNIMTの調達を支援した。

表2：事業期間の詳細

	計画	実績
借款契約調印（第1期）	99年9月	99年9月
コンサルティングサービス	00年7月～03年4月	00年7月～05年8月
建屋建設	01年12月～03年4月	03年9月～05年8月
機材調達・据付	00年2月～03年12月	01年5月～08年1月
事業完成（機材調達・据付の完了時）	03年12月（52ヶ月）	08年1月（101ヶ月）

出所：NIMT、第II期審査時調査

3.2.2.2 事業費

本事業の事業費は計画を下回った（計画比 91%）。但し、事業スコープの変化（審査時：機材 329 種類、事後評価時：機材 397 種類）を考慮しても、機材調達の費用は大幅に増加している（表 3 を参照）。その理由としては、調達品目の種類が増加したことに加えて、機材の単価増も挙げられる。審査時の費用見積りには、配送費、据付費用などの追加費用が含まれていない機材もあった。

表 3：事業費の内訳

（単位：百万円）

	計画*	計画（調整後）**	実績
建屋建設	1,118	1,118	899
機材調達	1,266	1,528	1,750
コンサルティングサービス	370	370	243
予備費	170	170	—
合計	2,924	3,186	2,892

出所：NIMT

注 1：* 円借款対象部分が事業費の 7 割強であること、円借款対象部分以外の事業費は適正な比較が難しいことを踏まえて、円借款対象部分のみの事業費を分析の対象とした。

注 2：** 調達品目が 329 種類から 397 種類に増加（約 21%増）したことを踏まえて、事業費を調整した。

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。

3.3 有効性（レーティング：a）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

(1) 校正サービスが可能なパラメーター数

NIMT により校正サービスが可能なパラメーター数は実施期間中に大幅な増加を見せ、実際に事業完成となった時点（2008 年）では審査時に設定された目標値を達成している。事業期間が長引く一方で、その間、NIMT はより多くの分野で校正サービスを提供できる能力を得ている。

表 4：校正可能なパラメーター数

審査時点（第 2 期）		事後評価時点	
実績値（2000）	目標値（2004）	実績値（2008）*	実績値（2010）
53	179	250	261

出所：NIMT

注：* 審査時点では事業完成時点（2004）での目標値を設定しており、適切な比較のため、実際の事業完成時（2008）の実績値との比較を行った。

(2) 外部向け校正サービス

審査時に設定された効果指標はモニタリングされておらず、経年比較が可能で信頼性の

高いデータは入手できなかった。そのため、審査時の効果指標（校正サービス数）の増加率を目安として、経年比較が可能な代替指標（外部向けの校正サービス数）を分析した。外部向けの校正サービスは約 200%の大幅な増加となった（表 5 を参照）。また、同じ期間に NIMT の発行した校正証明書数も著しい増加を記録している。校正サービス数については、厳密な目標達成度の分析は難しいものの、事業の事前事後の比較では校正サービス数の増加は明らかであり、NIMT の提供する校正サービスに対し顧客からの強い需要がある。

表 5：外部向け校正サービス数、校正証明書数

	実績値 (2000)	実績値 (2008)	増加率	目標値*	(参考) 実績値 (2009)
個数 (pieces)	1,156	3,465	199.7%	66.8%	3,991
校正証明書数	1,127	1,765	56.6%	N/A	1,934

出所：NIMT

注：*審査時に想定されていた校正サービス数（一次標準、二次標準合計）の 00 年から 04 年までの増加率

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

財務的内部収益率、経済的内部収益率のいずれとも、本事業に直接起因する便益の正確な推計が難しい。審査時において内部収益率の算出は行われておらず、今次評価でも内部収益率の再計算は行わない。

3.3.2 定性的効果

(1) 機材の使用状況

NIMT のラボラトリー勤務職員に聞き取り調査を行い、高額機材⁷を中心に機材の利用状況を確認した。使用状況を確認した機材は、内部、外部への校正サービスの提供、国際比較に使用されている、もしくは使用されていない機材はその活用が検討されていた。調査を行った機材のうち、ICP/MS、LC/MS/MS は認証標準物質の作成に使用されている。また、時間課金をする業者に正確な時間計測が義務付けられたため、時間/周波数関連機材は顧客からのニーズが高かった。事後評価時点にて、校正サービス提供に直接利用されていない機材の現況は以下の通りである。

写真 2：大気検査用機材



- ① ショア硬度計：硬度の計測方法に変更があり、ショア硬度を計測するニーズがなく、本機材を使う機会がない。ただし、本機材はリーブ硬度に関する校正サービスに利用される予定であり、2013 年以降に関連する研究が実施される計画である。
- ② 分光放射計：この機材を利用して、2008 年から放射装置向けに放射照度分野の校正サービスを開始した。太陽放射や太陽電池セルに関連する分析での需要は大きい、こ

⁷ 予定価額 2,000 万円以上、15 種類

れまでエンドユーザー向けにこの分野の校正サービスを拡充した校正機関はない。そのため、NIMT は線量計や分光放射計に関連する二次校正を拡大する準備を進めており、この2分野を2011年までに開始する案を持っている。

(2) NIMT 職員のフォーカスグループディスカッション

供与機材の効果発現につき、NIMT 職員の意見を得るため、ラボラトリー勤務職員を対象にフォーカスグループディスカッションを行った（コラム2を参照）。供与機材により受益者にもたらされた事業効果として、「校正サービス費用の低下」、「校正可能なパラメーターの増加」、「正確さの改善」を挙げている。上記（「3.3.1.1 運用・効果指標 (1) 校正可能なパラメーター数」）の通り、NIMT が校正サービスを提供できるパラメーター数は増加しており、NIMT 職員はこの増加に供与機材が寄与していると認識している。

【コラム2】フォーカスグループディスカッションの結果

実施日 : 2010年2月23日

実施場所 : NIMT 本部（パトゥンタニ県）

テーマ : 「供与機材で校正機関、民間企業にどのような貢献をしてきたか？」

対象者 : NIMT のラボラトリー勤務職員（1回、5人）

テーマにつき議論を行ったあと、賛同できる意見につき、一人3票まで投票するよう依頼した。投票結果は以下の通りである。

表6：フォーカスグループディスカッション投票結果

意見	得票数
機材や計量標準の校正にかかるコストの低下	3
校正できるパラメーターの増加	3
最高測定能力の改善（正確さの改善）	3
トレーサビリティの確立	2
計量分野での知識と技能の移転	1
計量分野での知見の創造	1
合計（無効票2票を除く）	13

(3) 校正機関へのインタビュー

今次評価では、本事業からの受益が想定される校正機関（民間企業3社）へのインタビューを実施した。校正機関はいずれもNIMTに直接、校正を依頼している。校正機関とのインタビューでは、90年代末に比べてNIMTの提供する校正サービス分野が拡大し、校正サービスの時間短縮が進んだとの意見が一致して見られた。タイ国内での校正サービス分野の拡大により、校正のために国外に機材を送ることが少なくなり、コスト低下につながったとの意見も聞かれた。他方、校正機関は、NIMTに対してさらなる時間短縮を期待して

いる。また、校正機関間で正確さ（不確かさの幅）に大きな差があるため、校正の精度改善に向けて積極的な指導を NIMT に求める意見もあった。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

(1) ISO/IEC17025 の取得状況

ISO/IEC17025⁸の認定をうけた校正機関は、案件審査が行われていた 1999 年は 13 ヶ所となっていたが、2010 年 3 月には 106 ヶ所と大幅に増加している⁹。NIMT は①校正機関に対して、適切な費用・期間で精度の十分な校正サービスを提供する、②計量分野の知見を活用し、セミナー・研修の実施や校正機関同士の比較検査のアレンジを行う、との 2 点を通じて校正機関の育成に寄与している。ISO/IEC17025 の認定を受けた校正機関が発行する校正証明書には認定シンボルを記載でき、民間企業は精度の高い測定器・分析器を使用して操業していることを国際的に受け入れられる形で提示することができる。認定校正機関の増加は、民間企業が適切な校正サービスを受けやすくなっていることを示唆している。

(2) CIPM MRA での相互承認された CMC 数

NIMT は CIPM MRA で規定された国際比較に参加しており、2003 年に 8 パラメーターにおいて校正・測定能力（Calibration and Measurement Capability, CMC）が承認されたのを皮切りに、承認パラメーター数は徐々に増加している（表 7 を参照）。

表 7：CMC の承認数

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
パラメーター	8	8	8	14	14	14	17
細目	313	313	313	343	343	343	356

出所：NIMT

2009 年末の時点では機械（6 パラメーター）、電気磁気（8 パラメーター）、温度（1 パラメーター）、時間（2 パラメーター）の 4 分野で、合計 17 パラメーターにおいて承認を受けている。CMC の承認は、タイの国家計量標準が他国の国家計量標準と同等であることの証明であり、その認知度は国外において高まっていると考えられる。

(3) 校正機関の顧客へのインタビュー

今次評価では、本事業の最終受益者である校正機関の顧客（民間企業 3 社、官庁 1 ヶ所）にもインタビューを実施した。校正機関の顧客からも 90 年代後半に比べて、校正サービス分野が拡大し、校正サービスの時間短縮が進んだとの言及があり、これらの事業効果が校

⁸ ISO/IEC17025 は試験所・校正機関を対象にした国際規格。品質マネジメントに加えて、技術能力も認定時の要求事項に含まれている。

⁹ Thai Industrial Standard Institute 認定する校正機関数

正機関ばかりでなく、最終受益者にも波及しているものと推察される。また、校正機関数の増加により、競争により校正サービスの価格が低下したとの意見もあった。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境・社会環境へのインパクト

NIMTの説明では、ラボラトリーから排出される有害な廃棄物は外部委託で処理を行っており、事業開始時点で用地取得は既に完了し、住民移転は発生していない。サイト調査中にも、自然環境や社会環境に対しての深刻なネガティブインパクトは確認されなかった。

(2) 計量工学分野の知見の波及

NIMTの様々な活動を通じ、タイ国外の政府機関・民間企業に対して計量工学分野の知見が他国へも波及している。NIMTの近年の活動は以下の通りである。

- ①ASEAN 計量標準セミナー/ワークショップの開催 (2004年～2008年)
- ②他国の民間企業を対象とした研修 (2006年～2007年)
- ③JICAの第三国研修の受入機関として研修を支援
 - 寸法容積/化学 (2005年 20人 16カ国)
 - 音響/質量 (2006年 20人、16カ国)
 - 力/圧力/流量 (2007年 28人、16カ国)
 - 形状/硬度/pH/時間・周波数/Wh分野 (2008年、11カ国 19人)
 - 湿度/質量/有機物質/振動/波長分野 (2009年、14カ国 20人)
 - 硬度/Wh分野フォローアップ研修 (2009年、ラオス)
- ④マイクロピペットの校正に関する研修 (2009年、ベトナム、カンボジア)
- ⑤ラオスの時間分野での計量標準設定への支援 (2009年)

計量標準体系を整備することは、製品品質の向上にもつながり、計量標準の相互承認を通じて製品輸出をサポートする。そのため、本事業はタイより技術移転を受ける国の製造業振興にも間接的な寄与があると考えられる。

以上より、本事業は校正サービスの普及や国家計量標準の国際的な認知に寄与する一方、深刻なネガティブインパクトは発生していないものと推察される。

3.5 持続性 (レーティング : a)

3.5.1 運営維持管理の体制

組織再編の結果、事後評価時点では NIMT は科学技術省の監督下にある。国家計量制度整備法は審査時点から大きな変更がないため、同法で定められた NIMT の活動分野にも変化はない。

NIMTは管理部門(2部署)、校正サービス部門(計量分野別、7部署)から成り立っている。職員数は183人(うちパートタイム5人)で、ラボラトリーに勤務する職員はフルタイムの正職員である。NIMTの説明では、職員は定年以外の理由で退職することが稀であり、人材の定着率が高い。

3.5.2 運営維持管理の技術

職員のうち、博士号保有者 18 人、修士号保有者 78 人、学士号保有者 57 人となっており、高等教育を受けた職員が過半数を超えている。新職員は基礎的な研修を受けた後、OJT を通じて担当分野の校正につき習熟する。また、NIMT は外部顧客向けに約 30 コースの研修プログラムを有しており、職員はそのプログラムに参加することも可能である。上記の点から、NIMT 職員はラボラトリーの日常的な運営に必要な資質を有しているものと考えられる。

連携技術協力プロジェクトでは、日本及びタイでの機材操作のトレーニング、機器のセットアップ、国家計量標準の設定支援、校正手順書のレビューなどを通じて、計量工学分野の人材育成を行った。同技術協力プロジェクトは、本事業で供与された機材の効果発現・持続に極めて重要な役割を果たしている。ラボラトリー職員への聞き取り調査（6 分野、9 人）では、各計量標準のコンセプトを理解することに苦労したとの意見が多く、機材の供与のみでは計量標準の設定・維持、校正サービスの提供には不十分だったと推察される。また、職員は調達機材とトレーニング内容は総じて合致していたとの意見が大半であった。但し、機材仕様が当初予定と異なっていたため、日本でのトレーニング実施から実際に機材を使用するまでに 2 年程度期間があいた事例（温度定点セル）もあった。

音響振動部門を除き、校正を行う部門は本事業で建設されたラボラトリー内にある。音響振動部門は無響室を必要とするため、同設備を有する建物内（科学技術省に隣接）にある。ラボラトリーの空調設備、電気設備、防火設備、衛生設備に関しては定期的な維持管理が実施され、空調による温度管理が行われている。

3.5.3 運営維持管理の財務

NIMT の収入については、校正サービス料金が増加傾向であるものの、政府一般予算からの予算割り当てが 9 割を占める（表 8 を参照）。収入は人件費、材料費といったラボラトリーの運営に必要な経費を十分まかなえる水準にある。一方、支出のうち、非資金性の費用である減価償却費の占める割合が高い。そのため、一般予算にある程度の削減があっても、資金繰りには影響が出にくいものと判断される。また、事後評価時点では第二次マスタープランが閣議決定されており、NIMT の運営に関して当面、財政面でのサポートが継続するものと考えられる。

表 8 : NIMT の収支

(単位：百万バーツ)

項目	2006	2007	2008
収入	218.9	220.5	332.9
うちタイ政府一般予算	196.6	194.3	301.7
うち校正サービス料金	11.4	13.8	16.6
支出	186.0	225.7	253.5
うち減価償却費	75.0	88.9	107.8
うち人件費	51.3	62.0	74.6
うち材料費	42.4	55.9	52.5
収入（ネット）	32.9	-5.2	79.4

出所：NIMT

3.5.4 運営維持管理の状況

高額機材¹⁰を中心にラボラトリー勤務職員への聞き取り調査を行い、維持管理状況を確認した。事後評価の時点では、事業効果の発現に影響がでるような深刻な課題はみあたらなかった。

インベントリー管理に関しては、管理部門でインベントリーを記録、保存しており、機材に固有の番号が割り振られ、本事業で調達された機材の識別は容易となっている。校正については、機材に校正記録を示すシールが貼られており、校正実施時期と有効期限が明示されている。使用ニーズのない機材には校正期限を越えているものがあったが、大半の機材は適切と判断される頻度（年 1 度）で校正を受けていた。また、使用ニーズのある機材に関しては、修理が行えない機材はなかった。

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. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業実施の遅延は著しく、特に機材調達に当初計画を大幅に上回る期間を要している。他方、事業内容はタイの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策との整合性を有しており、本事業の実施により計量標準体系の整備が進み、事業効果の発現は明らかである。また、事業効果の持続性に深刻な影響を与える課題は見当たらなかった。

以上より、本事業の評価は、(A) 非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

実施機関 NIMT が校正可能なパラメーターは事業実施後に大幅に増加し、校正機関の育成にも一定の効果があり、事業効果の発現が確認された。他方、校正機関の間で正確さ（不確かさの幅）に大きな差があり、事後評価時点では質を確保する取り組みが必要とされている。タイ製品の競争力を高めるべく、校正機関の提供するサービスの質を改善するため、校正機関間の比較検査を一層促進し、校正サービスの正確さの改善に向けた指導に取り組むことが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし。

¹⁰ 予定価格 2,000 万円以上、15 種類

4.3 教訓

本事業の機材調達には部分アンタイド、もしくは 2 国間タイドであったが、タイ・日本で調達できなかった機材もあったため、機材に関しては ICB での調達を原則とした。予定価格を超えた費目も多く、応札のない機材もあり、数度にわたり調達が行われたため、調達に時間を要した。調達期間短縮のため、調達パッケージの規模及び調達手法の検討、付随費用を含めた正確な費用見積りを審査時に行い、事業実施段階において機材に応じた柔軟な調達方法の選択が望ましい。

本事業の審査時において、事業の有効性を判断するための運用効果指標が設定されていたが、データ収集作業が煩雑なため、事業実施段階ではそれらの指標の一部はデータ収集がなされなかった。モニタリングを充実させるためには、実施機関が審査時点において、運用効果指標が事業の効果を計測する上で適切かを確認した上で、継続的にデータ収集している運用効果指標を利用するなど、定期的な計測が可能な運用効果指標を設定することが望ましい。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	① 機材調達 調達品目：329種類（41分野） ② 建屋建設 ラボラトリーの建設 ③ コンサルティングサービス - プロジェクトマネジメント - 建屋の詳細設計 - 建屋の施工管理 - 機材選定、建屋の基本設計に係るアドバイス	① 機材調達 調達品目：397種類（36分野） ② 建屋建設 計画通り ③ コンサルティングサービス - プロジェクトマネジメント （第1期のみの調達） - 建屋の詳細設計 - 建屋の施工管理 - 機材選定、建屋の基本設計に係るアドバイス
②期間	1999年9月～2003年12月 （52ヶ月）	1999年9月～2008年1月 （101ヶ月）
③事業費		
外貨	1,522百万円	-
内貨	2,451百万円 （857百万パーツ）	- -
合計	3,973百万円	2,892百万円
うち円借款分	2,924百万円	2,892百万円
換算レート	1THB = 2.86円 （2000年4月現在）	-

「タイ 地方配電網増強事業 (5-1) (5-2)」

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



本事業で支援を行った変電設備

1.1 事業の背景

本事業が形成された 1990 年代初頭において、タイの電力セクターは、タイ発電公社（以下、EGAT という）が発電及び第一次変電所までの送電、首都圏配電公社（以下、MEA という）がバンコク首都圏の配電、地方配電公社（以下、PEA という）がそれ以外の地域の配電を担当していた。PEA は、タイ政府の国家社会経済開発計画に対応して、1960 年代以降、電力整備のための 5 ヵ年計画を策定し、配電網の拡充を進めてきた。PEA による配電網の整備を支援するため、1968 年以降、継続的に円借款が供与されていた。

配電網への積極的な投資により、1970 年代末に 20% 台だった電化率¹は 1980 年代末には 80% を超える水準にまで上昇し、より多くの人々が電化の恩恵を受けられるようになった。また、タイ経済が成長軌道に乗るに伴い、1980 年代後半には電力需要は年 10% 以上のペースで拡大していた。しかしながら、その反面、1990 年代初頭には電力の安定供給に関する問題が健在化しつつあった。工業用需要の増大から、電力の安定供給に対しての需要家の要求が強まる一方、配電設備の急激な拡大の結果、回線あたりの配電線巨長が長くなり、停電・電圧降下などの事故が目立つようになった。加えて、電力需要の高い伸びが将来継続することも予想されていた。本事業の審査時点においては、これらの課題を踏まえて、電力需要の増加に対応し、電力の安定供給を確保できる配電インフラの構築が急務となっていた。

1.2 事業の概要

PEA 及び EGAT の保有する各変電所からの送配電設備を増強または新設することにより、地方における電力の安定供給の改善及び電力需要の顕在化を図り、もって地域経済の活性

¹ 村落ベースでの電化率

化に寄与する。

	(5-1) 期	(5-2) 期
円借款承諾額／実行額	12,763 百万円／ 12,101 百万円	21,223 百万円／ 18,196 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1992 年 12 月／ 1993 年 1 月	1994 年 9 月／ 1994 年 9 月
借款契約条件	金利 3.0%、 返済 25 年 (うち据置 7 年)、 一般アンタイド	金利 3.0%、 返済 25 年 (うち据置 7 年)、 一般アンタイド
借入人／実施機関	地方配電公社／同左 (タイ王国政府保証)	地方配電公社／同左 (タイ王国政府保証)
貸付完了	2000 年 11 月	2002 年 1 月
本体契約	—	Mahajak International Electric Co., Ltd. (タイ)、 Oriental Electric Industry Co., Ltd. (タイ)
コンサルタント契約	なし	なし
関連調査 (フィージビリティ・スタディ： F/S) 等	なし	
関連事業	国際協力機構 (JICA) (円借款) : 地方配電網増強 (1) ／同 (2) / 同 (3-1) / 同 (3-2) / 同 (3-3) / 同 (4-2) ／同 (4-3) 世界銀行 : Distribution Automation and Reliability Improvement Project EU : Electricity Network Upgrading Program	

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

小林 信行 (OPMAC 株式会社)

藤澤 篤史 (東電設計株式会社)

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 : 2009 年 11 月～2010 年 8 月

現地調査 : 2010 年 2 月 7 日～3 月 4 日、2010 年 5 月 16 日～5 月 20 日

2.3 評価の制約

本事業はタイ全域を対象としているが、今次評価では、東北部におけるサイト調査は実施されていない。第二次現地調査（2010年5月16日～5月20日）では、政局不安のため、当初予定していた東北部でのサイト調査を中止している。

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時点における「第7次国家経済社会開発計画（1992-1996）」では、「地方開発」を重点政策としており、タイ政府は都市部と地方の均衡ある発展を推進していた。電力セクターでは、①最小コストでのタイムリーかつ安定的な電力供給、②効率的、経済的な電力消費の促進、を含む4つの重点政策が掲げられていた。国家開発計画の重点を踏まえて、PEAは「送配電網開発計画 1992-1996」を策定している。計画期間中に6分野での投資が提案され、本事業は6分野のうち「電力系統増強プロジェクト」に含まれていた。

本事業の事後評価時点における「第10次国家社会経済開発計画（2007～2011）」では、①人的資源の開発、②地域社会ベースの発展、③経済の改革・効率化、④資源・自然環境の保全、⑤行政におけるガバナンスの促進を計画の柱としている。また、同計画では、効率的、安定的、公平な経済の構築を目指すため、開発成果の公正な分配、地域間でバランスのとれたインフラ整備を打ち出している。さらには、生産消費パターンの変更を通じた環境負荷の低減も提言されている。経済の改革・効率化を進める上で、外国投資を呼び込む適切な投資環境整備も掲げられた。現行のセクター政策である「送配電網開発計画 2007-2011」では、計画期間中の投資として8事業が提案されており、うち1事業は本事業の後継プロジェクトである。

国家開発政策では審査時においては地方・都市の均衡のとれた発展を重視し、事後評価時においては開発成果の国民全体での公正な分配が政策ゴールとされ、それを達成する手段として地域間での偏りないインフラ開発が提唱されている。

審査時と事後評価時点において、地域格差縮小というタイ政府の基本方針には変化はな

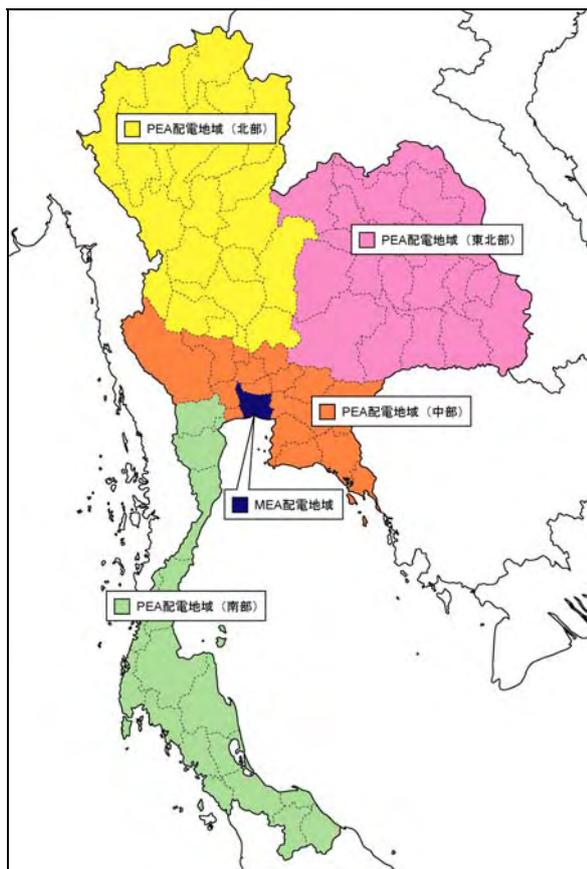


図1：PEAの配電地域

い。事後評価時点の国家開発政策は、審査時に比べて、投資環境整備や環境負荷の低減をより明確に打ち出している。PEA はバンコク首都圏以外に配電しているため、本事業はバンコク首都圏以外でインフラ開発を進めた。また、効率的なエネルギー消費にも貢献するため、国家開発計画との整合性を有している。実施機関は現行のセクター政策でも本事業と類似する投資を継続している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

タイ全土の電力需要は 1987 年から 1991 年にかけて年 14% 台の高い伸びをみせた。PEA 供給地域ではその伸びはさらに高く、年 15% を記録した。1991 年以降の向こう 5 年間での電力需要は、PEA 供給地域では年 11% 増加が予想されていた²。そのため、電力需要の増加に併せて、配電整備増強や効率化を進める必要があった。

本事業の事後評価時点においても、電力需要の増加が継続すると予想されている。PEA の予測では、2011 年の年間電力消費は 115,868GWh (06-11 年：年 6.87% 増)、最大需要は 18,461MW (06-11 年：年 7.15% 増) となっている³。上記の予測を踏まえた上で、PEA は SAIFI (2011 年目標：8.94 回)⁴、SAIDI (2011 年目標：314 分)⁵ のさらなる改善、配電ロス抑制 (2011 年目標：5.2% 以下) を目指している。

タイは近年、安定的な経済成長を記録しており、電力需要の増加が見込まれている。電力の安定供給の向上を目指し、需要増に適切な対応するには、信頼できる配電インフラが必要であり、目標達成に向けた投資を継続している。本事業は実施機関がセクター政策の目標を達成する上で、必要不可欠なインフラ整備を実施した。そのため、本事業に対する開発ニーズは事後評価時点においても損なわれていない。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

旧 ODA 大綱 (平成 4 年、1992 年) では、日本と東アジア地域 (ASEAN を含む) の密接な関係に言及があり、アジア地域への支援に重点がおかれた。また、重点項目としてインフラ整備がとりあげられている。

審査時点において、日本の援助政策では ASEAN 諸国を含むアジア諸国への支援が重視されており、インフラ整備は重点の一つであった。本事業は ASEAN の主要メンバー国であるタイにおいてインフラ整備を支援するものであり、日本の援助政策との整合性を有している。

以上より、本事業の実施はタイの開発政策、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。

² 「地方配電網増強事業 (5-1)」 審査時資料に基づく。

³ PEA 「送配電網開発計画 2007-2011」に基づく。

⁴ 需要家あたりの停電回数

⁵ 需要家あたりの停電時間

3.2 効率性（レーティング：b）

3.2.1 アウトプット

本事業では、配電網の延伸・改修ばかりでなく、電力供給の安定化に寄与する機材の調達に対しても支援を行った。事業実施に際して、配電インフラの全般的な整備状況やニーズの変化を踏まえて、本事業での調達や工事には変更が加えられている（表1を参照）。

写真1：リクローザ



表1：主要なアウトプットの変更点とその理由

変更点	理由
リクローザの増加 (449 個→1,234 個)	電力需要が当初想定よりも大きかったため、電力供給の安定性に配慮する必要があった。リクローザにより、事故発生区間をより短い区間で分離可能となり、SAIFI/SAIDI が改善する。
サービスマーターの減少 (2,008,000 個→1,332,100 個)	本事業以外に類似の資機材を調達できる予算を PEA は有しており、一部のサービスマーターは自己資金で調達した。サービスマーターは国内でも調達ができたため、可能な範囲で自己資金により調達を実施した。

出所：PEA

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

本事業の事業期間は計画を上回った（計画比 141%）。当初計画では（5-1）期の借款契約調印から（5-2）期の事業完成まで 81 ヶ月を想定していたが、実績では 114 ヶ月となった。遅延の理由としては、①1995-1996 年に一部資材の需給が逼迫して入手が困難となり、調達が遅れたこと、②アジア通貨危機後、契約業者が運転資金不足で契約履行が難しくなったこと、③架線が道路に干渉する場合、道路局の認可が必要となるが、その手続きに時間を要したこと、が挙げられる。

表2：事業期間の詳細

(5-1) 期	計画	実績
借款契約調印	1993 年 1 月	1993 年 1 月
調査・設計	1993 年 1 月～1995 年 12 月	1993 年 3 月～1997 年 2 月
調達	1993 年 1 月～1996 年 12 月	1993 年 1 月～2000 年 11 月
工事	1993 年 7 月～1997 年 9 月	1993 年 7 月～2001 年 12 月
事業完成	1997 年 9 月	2001 年 12 月

(5-2) 期	計画	実績
借款契約調印	1994年9月	1994年9月
調査・設計	1994年10月～1998年1月	1994年10月～1999年11月
調達	1994年10月～1998年12月	1995年1月～2002年6月
工事	1995年7月～1999年9月	1995年1月～2002年3月
事業完成 ⁶	1999年9月	2002年6月

出所：PEA、「地方配電網増強事業（5-1）事業完成報告書」「同（5-2）事業完成報告書」

3.2.2.2 事業費

本事業の事業費は計画を下回った（計画比82%）。事業費の減少は、主に為替安に起因している。アジア通貨危機によりパーツが対円で減価したため、現地通貨建ての事業費は円換算では減少した。

表3：事業費の内訳（(5-1) (5-2) 合計）

	計画	計画（調整後）*	実績**
事業費*	84,728 百万円	81,088 百万円	66,861 百万円
うち外貨	36,017 百万円	N/A	30,298 百万円
うち内貨 （現地通貨）	48,711 百万円 （10,756百万円パーツ）	N/A	36,563 百万円 （9,967百万円パーツ）

注1：*アウトプットの増減を考慮し、事業費を調整した。

注2：**「地方配電網増強事業（5-1）事業完成報告書」「同（5-2）事業完成報告書」に基づき算出。外貨部分は百万円以下を切り捨て。

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

3.3 有効性（レーティング：a）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

(1) SAIFI/SAIDI

SAIFI 及び SAIDI の集計は 1996 年に開始され、事業開始直後（1993-1995）のデータは収集されていない。但し、データの入手できる期間内では、1996 年から 2002 年（事業完成時）にかけて、SAIFI 及び SAIDI の改善は明らかである（表 4、表 5 を参照）。SAIFI の改善は本事業により絶縁被覆化した電線の敷設の効果と考えられ、SAIDI の改善は開閉器、リクローザの設置により、事故区間をより短い区間で分離することができるようになったためと推察される。

SAIFI 及び SAIDI の改善は本事業ばかりでなく、世界銀行・EU の支援により導入された配電自動化システム（SCADA/DMS）の効果もあると考えられる⁷。しかしながら、①配電

⁶ 事業完成の定義は、貸付完了時において事業対象であった調達・工事が完了した時点

⁷ 世界銀行の支援で SCADA/DMS が 7ヶ所（本部及び地域事務所 6ヶ所）で、また EU の支援で小規模な SCADA/DMS がプーケット県にて導入されている。

自動化が行われていない東北部でも改善は著しいこと、②SCADA/ DMS の導入にあたっては本事業で建設されたインフラが活用されていることから、本事業が SAIFI 及び SAIDI の改善に寄与していると判断できる。

表 4 : SAIFI の推移

(単位 : 回数)

	1996	2002	変化率	2009	変化率
PEA 全域	19.12	15.04	-21.3%	9.57	-49.9%
北部	19.46	15.73	-19.2%	9.00	-53.8%
東北部	16.07	14.72	-8.4%	10.02	-37.6%
中部	14.98	11.24	-25.0%	7.27	-51.5%
南部	28.91	18.89	-34.7%	12.26	-57.6%

出所 : PEA

表 5 : SAIDI の推移

(単位 : 分)

	1996	2002	変化率	2009	変化率
PEA 全域	1,611.63	849.76	-47.3%	385.93	-76.1%
北部	1,487.20	851.71	-42.7%	313.99	-78.9%
東北部	1,332.53	849.06	-36.3%	452.35	-66.1%
中部	873.66	543.87	-37.7%	213.95	-75.5%
南部	3,122.07	1,179.62	-62.2%	561.49	-82.0%

出所 : PEA

(2) 送配電損失率

送配電損失率は、1993 年（審査時）から 2002 年（事業完成）まで大きな改善はみられなかった（表 6 を参照）。1993 年から 1996 年にかけて送配電損失率は改善傾向にあり、配電線の布設により負荷電流が分散し、通過電流が減少した上、コンデンサ設置による力率改善によりテクニカルロスも低下したものと推察される。しかしながら、アジア通貨危機により料金収入が悪化し、ノンテクニカルロスが増加したため、改善傾向に歯止めがかかり、アジア通貨危機の影響が薄れるにつれ、送配電損失率は再び低下に転じた。現在のセクター政策（「送配電網開発計画 2007-2011」）では、送配電損失率の目標は 5.2% 以下（2011 年）となっており、事後評価時点では目標の範囲内である。

表 6 : 送配電損失率の推移

(単位 : %)

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
5.58	5.45	5.32	5.32	5.70	5.86	5.68	5.67	5.96
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
5.64	5.24	4.96	4.91	4.91	4.75	4.66	4.99	

出所 : PEA

(3) 顧客数及び販売電力

審査時点においては、2003年に契約者数1,195万人、販売電力量66,766GWhが想定されていた。2006年実績では上記の予想を上回る水準となった⁸。1991年（事業実施前）から2008年（事後評価時）にかけて顧客は約2倍、販売電力量は4倍となっており、事業実施前後での顧客数、電力消費の拡大は著しい。

アジア通貨危機により、電力需要は一時低迷したものの、その後は再び高い伸びを記録している。本事業は配電網の増強を通じて、電力供給の安定を損なわずに、電力需要の増加に対応できるインフラの構築に貢献している。

表7：PEAの顧客数及び販売電力

	審査時点		事後評価時点	
	1991（実績）	2003（予想）	2006（実績）	2008（実績）
契約者数（千人）	7,082	11,946	13,844	14,600
販売電力（GWh）	20,812	66,766	83,203	89,602

出所：審査時資料、PEA年次報告書（2008）

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

財務的内部収益率（FIRR）、経済的内部収益率（EIRR）のいずれについても、本事業に帰属する便益（販売電力の増分など）を合理的に推計することが難しいため、再計算は行わない⁹。

3.3.2 定性的効果

(1) 受益者へのアンケート調査

今次評価で実施した製造業分野のアンケート調査の結果、停電は2009年に1-2回以下と回答した企業が合計で6割を超えた（表8、図2を参照）。瞬間停電（瞬停）は停電に比べて頻度が高く、2割以上の需要家が年10回以上の瞬停を経験しており、電力供給において改善すべき点を示している¹⁰。過去との比較においては、瞬停、停電ともに合計で過半数が90年代前半より改善していると回答している（表9、図3を参照）。

表8：瞬停及び停電の頻度（2009年）

		なし	1-2回	3-9回	10-19回	20回以上	合計
瞬停	回答者数	12	20	57	10	16	115
	比率	10.4%	17.4%	49.6%	8.7%	13.9%	100.0%
停電	回答者数	18	53	33	8	3	115
	比率	15.7%	46.1%	28.7%	7.0%	2.6%	100.0%

⁸ 審査時点では完成後4年目（2003年）での予想値を設定しており、適切な比較のため、実際の完成後4年目（2006年）の実績値で達成度を判断した。

⁹ 審査時にはFIRR（（5-1）期：12.9%、（5-2）期：9.58%）を算出しているが、便益の算出根拠が残されておらず、達成されたアウトプットからどの程度の販売電力増分を想定していたのかが明確ではない。

¹⁰ アンケート調査では、瞬停を数秒程度の短い時間の停電、停電をより数分以上の長い時間の停電と定義した。

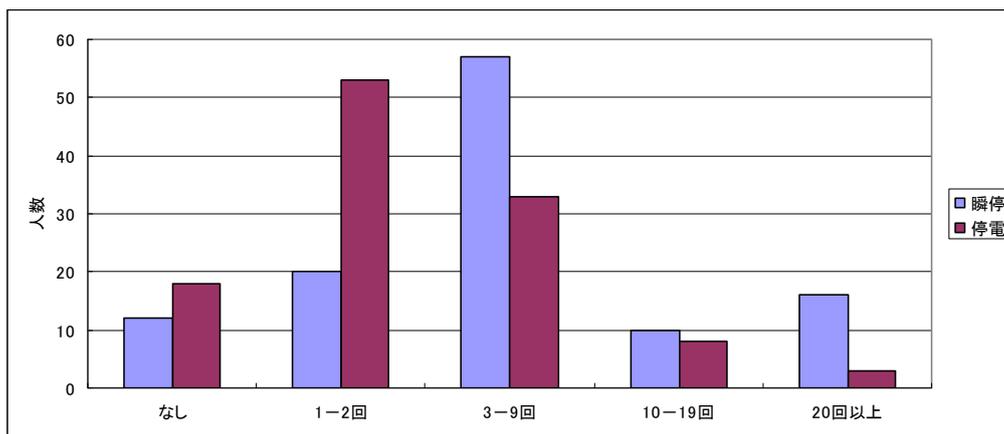


図 2：瞬停及び停電の頻度（2009 年）

表 9：現在と比較した 90 年初頭の停電及び瞬停の頻度

		より頻繁	やや頻繁	変わらない	やや稀	より稀	わからない	合計
瞬停	回答者数	49	39	16	4	0	7	115
	比率	42.6%	33.9%	13.9%	3.5%	0.0%	6.1%	100.0%
停電	回答者数	63	29	13	3	1	6	115
	比率	54.8%	25.2%	11.3%	2.6%	0.9%	5.2%	100.0%

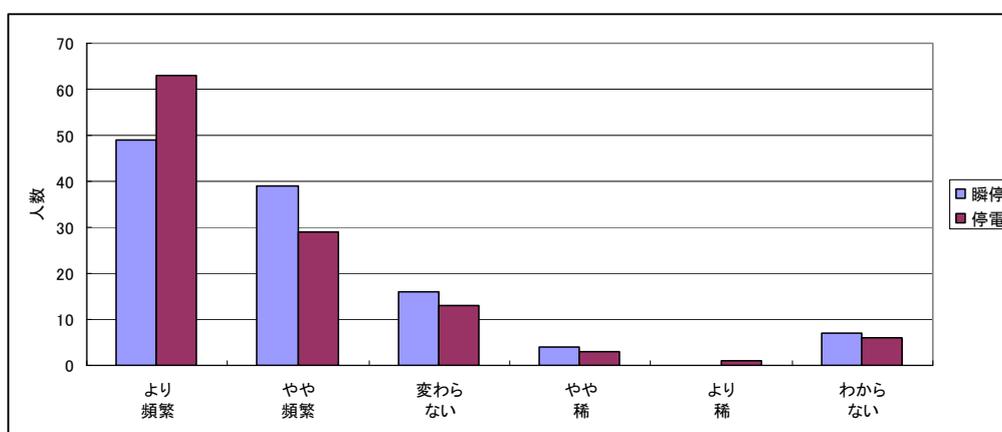


図 3：現在と比較した 90 年初頭の停電及び瞬停の頻度

事後評価時点において、電力供給は比較的安定した状況にあると考えられる。停電は過半数の企業において年 1-2 回以下にとどまっており、また過去と比べても改善が著しい。SAIFI/SAIDI の改善を裏付ける回答となっており、電力供給の安定を需要家も認識していることがわかった。その一方、瞬停は停電に比べて頻度が高い。タイでは生産設備の高度化が進んでいることを考慮すると、瞬停は電子機器に影響を与えるため、さらなる改善が求められる課題である。

【コラム】受益者へのアンケート調査

今次評価では、運用効果指標、各種統計を補完するため、受益者に対してアンケート調査を実施した。電力供給が生産に与える影響を踏まえて、製造業分野の需要家をアンケート調査対象として選定した。アンケート調査の詳細は、以下の通りである。

調査時期 : 2010年3月～4月

サンプル数 : 120企業（北部、東北部、中部、南部 各30票 有効115票、無効5票）

対象地域 : 北部（ランブン県）、東北部（コンケーン県）、中部（アユタヤ県、チョンブリ県）、南部（クラビ県）での事業対象変電所の周辺地域

対象者 : 製造業分野の需要家

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

(1) 製造業生産高の増加

製造業生産高指数、製品別の製造業生産高指数（化学製品）の増加率は、それぞれ年約15%、年約25%となった¹¹。電力の安定供給は製造業の生産活動において重要な条件であり、製造業生産高の拡大は電力の安定供給を示唆している（図2を参照）。電力供給が生産に大きな影響を与える化学製品も高い伸びを見せ、こちらも電力安定供給を裏付けている。製造業生産高は電力供給以外の要因も影響するため、同指標の改善は本事業のみに起因するものではないが、本事業は電力供給の安定を通じて製造業の円滑な操業を支える効果があったものと推察される。

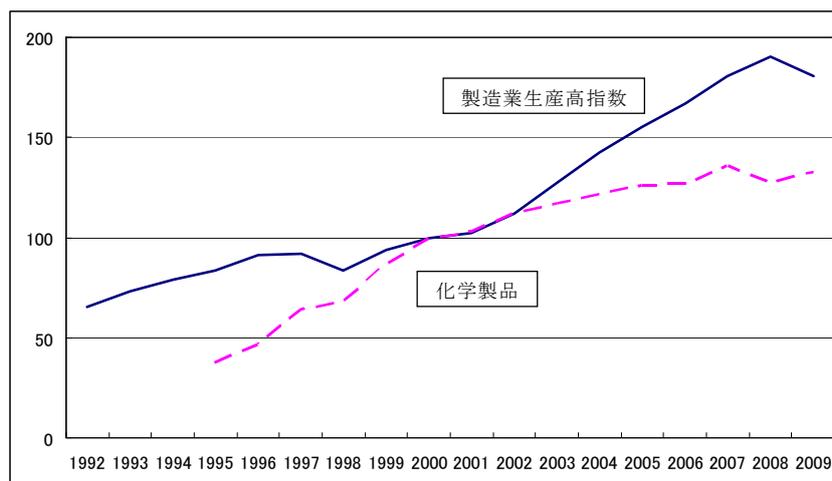


図2：製造業生産高指数の推移

¹¹ 製造業生産高指数は1992年（審査時）～2009年（事後評価時）、同（化学製品）はデータのある1995年～2009年の増加率。

(2) ジニ係数

国家統計局の集計する全国家計調査に基づき、地域別の1人あたり家計所得を推計し、ジニ係数が算出されている¹²。1992年をピークにジニ係数は低下しており、地域間格差は1990年代初めをピークに縮小する傾向となっている（表10を参照）。ジニ係数の低下は、家計所得に影響する他の要因も貢献しているため、本事業のみに起因するものではない。しかしながら、本事業はバンコク首都圏以外で広範に配電網を整備しており、産業基盤の拡充を通じて地方における所得増加に寄与していると考えられる。

表10：ジニ係数の推移

1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006
0.27	0.29	0.25	0.25	0.24	0.25	0.24	0.23	0.22

出所：野崎謙二（2007）「タイにおける地域格差-人口移動が可能な社会での状況-」

(3) 受益者へのアンケート調査

製造業分野のアンケート調査では、生産活動への影響に関しても質問を行った。企業業績への影響に関しては、合計で9割以上の企業が安定的な電力供給が企業業績に貢献していると考えている（表11を参照）。電力供給の安定化により顧客ニーズへの対応が早まったことが具体的な貢献として最も認識されている（表12を参照）。在庫管理の観点から納入業者にリードタイムの短縮が求められるようになっており、電力の安定供給はタイの製造業がより高度な顧客ニーズにこたえる上で貢献が大きいと推察される。また、生産設備への損害減少が次いで評価されている。電子制御する生産設備が増加しており、このような設備は不安定な電力供給により損傷を受ける場合がある。

表11：企業業績への貢献

回答	とても貢献している	ある程度貢献している	あまり貢献していない	まったく貢献していない	合計
回答者数	77	30	8	0	115
比率	67.0%	26.1%	7.0%	0.0%	100.0%

表12：具体的な貢献

	回答者数	比率*
従業員が効率的に働ける	70	60.9%
製品品質が改善した	78	67.8%
顧客ニーズへの対応が早まった	96	83.5%
生産設備への損害がなくなった	80	69.6%

注：* 全回答者数（115人）に占める比率

¹² 野崎謙二（2007）「タイにおける地域格差-人口移動が可能な社会での状況-」in Setsu, J. and Eguchi, T. (eds.) 『Economic Development and Income Disparity in China Proceedings: The 22th Economic Research Center and KITAN International Symposium』, Session 2

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境、社会環境へのインパクト

実施機関の説明では、本事業は既存の配電網の改修であり、新規の用地取得や住民移転は発生していない。そのため、自然環境や地域住民へのネガティブな影響はごく僅少と考えられる。90年代後半に、PEAはPCB¹³を使用しない絶縁油に切り替えている。また、サイト調査では、自然環境への深刻な影響は確認されなかった。

以上より、本事業は製造業の生産活動への寄与があると判断される一方、深刻なネガティブインパクトは発生していないものと判断される。

3.5 持続性（レーティング：a）

3.5.1 運営維持管理の体制

審査時と同様に、事後評価時点においても、PEAはタイ政府の保有する国営企業である。配電分野においては、MEAがバンコク首都圏を、PEAがそれ以外の地域での配電をそれぞれ担当する制度的な枠組みに変更はない。また、配電分野には民間企業の参入を認める具体的な計画はなく、収益性に影響を与える制度上の変更は見当たらない。

PEAは5部門を有しており、本事業で整備した変電所、高中圧の送配電網の運営維持管理はネットワーク事業部門（Network Business）が担当している。同部門は地域事務所（12ヶ所、北部、東北部、中部、南部各3ヶ所）に職員を配置している。

電力セクターでの制度的な枠組みには当面変更はなく、維持管理の管掌は明らかである点を考慮すると、体制面で運営維持管理に影響を与える課題は見当たらない。

3.5.2 運営維持管理の技術

変電所維持管理担当部署（40人、うちエンジニア15人）、リレー¹⁴担当部署（30人、うちエンジニア25人）、変電所集中監視装置担当部署（40人、うちエンジニア30人）、ネットワーク運営部（100人、うちエンジニア40人）が、本事業で導入した設備の運営維持管理に従事している。

維持管理に従事する職員のトレーニングはOJTが基本となっている。新しい機器が導入された際には、新機材に習熟し、作業安全の観点から基礎的な知識を見直すため、職員はトレーニングコースを受講する。本事業の維持管理と関連のあるトレーニングコースは、以下の通り。

活線維持管理：2コース、各年1回、合計100人

フィーダー網変圧器維持管理：1コース、年1回、合計600人

電力系統保護：2コース、各年1回、合計60人

電線地中化工事：1コース、年1回、合計3人

¹³ ポリ塩化ビフェニル。電気絶縁性が高いが、毒性による健康への被害がある。

¹⁴ 電流・電圧の変化を検出し、事故個所送配電網から切り離す装置

絶縁電線、コンデンサはタイ国内でも生産しているので、交換部品の入手は容易である。開閉器、リクローザは輸入品であるが、交換部品の入手は可能であり、在庫も保有している。但し、リクローザは北部では交換部品入手に時間がかかることもある。低圧配電線、メーターなどのフィーダー網末端部分の修理・交換はPEAの支所で対応している。

写真2：コンデンサ



3.5.3 運営維持管理の財務

過去5年間では、手元流動性に関する指標は安定かつ安全と判断される水準にある。負債資本比率¹⁵は低下傾向にあり、債務への依存度は低下している（表13を参照）。収益性に関しても電力会社としては適切な水準にあり、当面は問題ないと考えられる¹⁶。

予算割当は予防保守（preventive maintenance）のみを対象としているが、支出は予防保守と是正保守（corrective maintenance）の双方が入っているため、予算割当を超える支出が発生する年もある（表14を参照）。維持管理費用は、売電収入の0.3～0.4%程度であるため、財務上大きな負担とならない水準と考えられる。そのため、同水準の支出を継続することに支障はないと判断される。

表13：PEAの財務指標

	2004	2005	2006	2007	2008
流動比率	1.31	1.14	1.22	1.21	1.18
当座比率	1.01	0.98	1.00	1.01	0.95
負債資本比率	1.98	1.81	1.75	1.76	1.64
ROA (%)	2.61	6.67	5.93	4.84	4.15

出所：PEA 年次報告書（2008）

表14：維持管理予算

（単位：百万バーツ）

	2006	2007	2008
維持管理予算（割当額）	516.8	641.0	937.2
維持管理予算（実績）（A）	774.3	1,131.5	701.8
売電収入（B）	245,636.8	252,964.1	257,243.2
（A） / （B）	0.3%	0.4%	0.3%

出所：PEA

¹⁵ 債務総額 ÷ 株主資本総額

¹⁶ マレーシアの電力会社 TNB の ROA は 3.7%（2008 年）、東京電力の ROA は -0.6%（2009 年 3 月期）。電力会社は大規模な投資を必要とするため、ROA は 2% を超える水準であれば、十分な収益性があると判断される。

3.5.4 運営維持管理の状況

実施機関の説明では、調達した機材に故障があった場合、配電に支障がでるため、機材の修理・交換は速やかに行なわれている。サイト調査では、損傷して利用されない機材は見当たらなかった。本事業に関連する機材に関して、維持管理活動の頻度は以下の通り。

変電所機材の点検・維持管理：年1回

リレーの維持管理：3年に1回

サーマルビューワーによる変電所点検：年4回

変電所の清掃：年2回

フィーダー網の巡視：年1回

絶縁油の点検（変電器、リクローザ）：年1回

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. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

アジア通貨危機や工事認可の遅れから、事業実施に遅延が発生した。他方、事業内容はタイの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策との整合性を有しており、電力の安定供給を通じて企業の生産活動への貢献も確認された。また、事業効果の持続性に深刻な影響を与える課題は見当たらなかった。

以上より、本事業の評価は、(A) 非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

本事業で整備されたインフラをプラットフォームとして、SCADA/DMS の導入が進んでいる。配電システムの運営が高度化するに伴い、職員の技能を強化するニーズが強まっている。配電システムの自動化を踏まえて、引き続き職員の能力強化を進め、本事業で整備したインフラの一層の活用を図ることが望ましい。

SAIFI、SAIDI の改善は電力供給の安定化を裏付けているが、受益者調査の結果では、瞬停の頻度は停電に比べて高いことが示された。タイの製造業がより高度な顧客ニーズに対応するに伴い、電子制御される生産設備の利用が広がっている。その結果、瞬停が生産活動に与える影響が大きくなっている。瞬停対策のため、配電線の絶縁化を引き続き進める一方、UPS 容量へのアドバイス等の顧客相談を強化することが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

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	(5-1)期、(5-2)期合計 ①高圧配電線：16,100cct-km ②変圧器：1,180,500kVA ③コンデンサ：498,760kVAR ④開閉器：745個 ⑤リクローザ：449個 ⑥低圧配電線：6,100cct-km ⑦サービスマーター： 2,008,000個	(5-1)期、(5-2)期合計 ①15,649cct-km ②929,500kVA ③498,760kVAR ④893個 ⑤1,234個 ⑥5,644cct-km ⑦1,332,100個
②期間	1993年1月～1999年9月 (81ヶ月)	1993年1月～2002年6月 (114ヶ月)
③事業費		
外貨	36,017百万円	30,298百万円
内貨	48,711百万円 (10,756百万パーツ)	36,563百万円 (9,967百万パーツ)
合計	84,728百万円	66,861百万円
うち円借款分	33,986百万円	30,298百万円
換算レート	1THB = 4.53円 ((5-1)期、(5-2)期加重平均)	1THB = 3.67円 ((5-1)期、(5-2)期加重平均)

「タイ 配電網システム信頼度向上事業」

外部評価者：OPMAC 株式会社 小林 信行
東電設計株式会社 藤澤 篤史

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



本事業で建設された 115kV 送電線

1.1 事業の背景

タイの配電分野においては、首都圏配電公社（以下、MEA という）がバンコク首都圏を、地方配電公社（以下、PEA という）がそれ以外の地域での配電をそれぞれ行ってきた。PEA は、タイ政府の国家社会経済開発計画に対応して、1960 年代以降、電力整備のための 5 年計画を策定し、電化事業に重点を置き配電網の整備を続けてきた。PEA による配電網の拡充を支援するため、1968 年以降、継続的に円借款が供与されてきた。電化事業への取り組みの結果、1970 年代に 20% 以下だった電化率は、95 年には 94% まで上昇している¹。

タイの経済成長や電化の進展に伴い、1990 年代に入ってから電力需要は年 10% 近い伸びを見せており、90 年代後半も引き続き拡大することが予想されていた。発電分野では、1990 年代以降規制緩和が進められ、タイ発電公社（以下、EGAT という）の独占市場から独立系発電業者も参入する競争性のより高い市場へと移行しつつあった。EGAT の発電設備への投資や新規参入により発電容量の増加が進められており、それに対応して配電網の容量拡大が必要となっていた。さらには、工業用需要の増加を背景に、需要家は事故の少ない信頼度の高い電力供給を望むようになっていた。拡大する電力需要に対応しながらも、同時に電力供給の信頼性を改善することが PEA には求められていた。本事業の審査時点では、PEA は電化率の向上ばかりではなく、配電網の容量拡大や停電事故の減少も考慮して、配電網整備を進めていた。このような背景を踏まえて、本事業は、電力の安定供給に寄与する機材の調達に対して支援を行った。

¹ 世帯ベースでの電化率

1.2 事業の概要

電線の絶縁化、送電線のループ化、架空地線などの送配電施設の改修により、地方における電力供給の信頼性の改善を図り、もって地方経済の活性化に寄与する。

円借款承諾額／実行額	16,800 百万円／13,025 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1996 年 9 月／1996 年 9 月
借款契約条件	金利 2.7%、返済 25 年（うち据置 7 年）、 一般アンタイト
借入人／実施機関	地方配電公社／同左（タイ王国政府保証）
貸付完了	2004 年 7 月
本体契約	ABB Limited
コンサルタント契約	なし
関連調査（フィージビリティ・スタディ： F/S）等	なし
関連事業	世界銀行：Distribution Automation and Reliability Improvement Project EU：Electricity Network Upgrading Program

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

小林 信行（OPMAC 株式会社）

藤澤 篤史（東電設計株式会社）

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：2009 年 11 月～2010 年 8 月

現地調査：2010 年 2 月 7 日～3 月 4 日、2010 年 5 月 16 日～5 月 20 日

2.3 評価の制約

本事業はタイ全域を対象としているが、今次評価では、東北部におけるサイト調査は実施されていない。第二次現地調査（2010 年 5 月 16 日～5 月 20 日）では、政局不安のため、当初予定していた東北部でのサイト調査を中止している。

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時点における「第7次国家経済社会開発計画（1992-1996）」では、「地方開発」を重点政策としており、タイ政府は都市部と地方の均衡ある発展を推進していた。電力セクターでは、①最小コストでのタイムリーかつ安定的な電力供給、②効率的、経済的な電力消費の促進、を含む4つの重点政策が掲げられていた。国家開発計画の重点を踏まえて、PEAは「送配電網開発計画 1992-1996」を策定している。同計画は94年に改定され、計画期間中の投資として6分野23事業が提案されている。本事業は6分野のうち「電量系統効率化計画」に含まれていた。

本事業の事後評価時点における「第10次国家社会経済開発計画（2007～2011）」では、①人的資源の開発、②地域社会ベースの発展、③経済の改革・効率化、④資源・自然環境の保全、⑤行政におけるガバナ

ンスの促進を計画の柱としている。また、同計画では、効率的、安定的、公平な経済の構築を目指すため、開発成果の公正な分配、地域間でバランスのとれたインフラ整備を打ち出している。セクター政策として、PEAの策定した「送配電網開発計画 2007-2011」では、計画の目的として、電力の安定供給、需要増に対処できる配電システムの構築、社会開発などが挙げられている。同計画では、計画期間中の投資として8事業が提案されており、うち1事業は本事業の後継プロジェクトである。PEAはこの後続事業を通じて、絶縁電線や115kV ループラインなどの整備を進めている。

審査時点及び事後評価時点において、地域格差縮小というタイ政府の基本方針には変化はない。PEAはバンコク首都圏を除いた地域に配電を行っており（図1を参照）、本事業もタイ全土において配電インフラを整備するものである。そのため、本事業は審査時点から事後評価時点にかけての開発政策の重点（地方・都市の格差縮小）との整合性を有していると判断される。セクター政策でも、審査時点から事後評価時点にかけて安定的な電力供給を追求する点では一貫している。本事業は停電頻度・時間の低減を通じて電力の安定供給に貢献することを目的としており、PEAは現行のセクター政策でも本事業と類似する投資

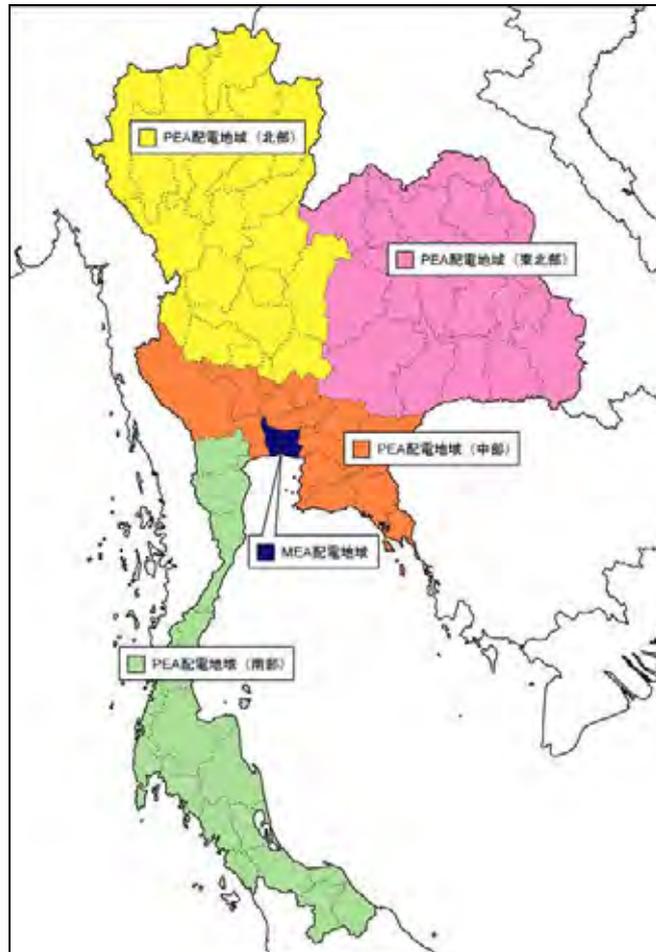


図1：PEAの配電地域

を継続している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

PEA の配電地域では、1990 年代に入り年間電力消費量が年 10%程度の増加を続けていた²。本事業の審査時点においては、1994 年以降も電力需要増の継続が予想されており、PEA の配電地域の年間電力消費量は 1994 年から 2000 年には 9 割増となり、2006 年には 1994 年比で約 3 倍に達することが見込まれていた（表 1 参照）。同様に最大電力需要も大幅な増加が見込まれていた。

表 1：PEA 配電地域の電力需要

	実績値		審査時点の予想値	
	1991	1994	2000	2006
最大電力需要 (MW)	4,253	6,309	11,252	16,327
電力消費量 (GWh)	22,493	34,303	64,428	96,134

出所：「配電網システム信頼度向上事業」審査資料

本事業の事後評価時点においても、電力需要の増加が継続すると予想されている。PEA の予測では、2011 年の年間電力消費 115,868GWh(06-11 年：年 6.87%増)、最大需要 18,461MW (06-11 年：年 7.15%増)となっている³。上記の予測を踏まえた上で、PEA は SAIFI (2011 年目標：8.94 回)⁴、SAIDI (2011 年目標：314 分)⁵のさらなる改善を目指している。

タイは近年、安定的な経済成長を記録しており、電力需要の増加が見込まれている。電力の安定供給の向上を目指し、需要増に適切な対応するには、信頼できる配電インフラが必要であり、本事業に対する開発ニーズは事後評価時点においても損なわれていない。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時点において、旧 ODA 大綱（平成 4 年、1992 年）では、アジア地域への支援に重点がおかれた。同大綱では、日本と東アジア地域（ASEAN を含む）の密接な関係に言及があり、アジア地域の経済成長の重要性が認識されている。また、同大綱はインフラストラクチャーを経済社会開発の基礎条件と位置づけており、インフラ整備を重点項目として取り上げている。

本事業は ASEAN の主要メンバー国であるタイにおいてインフラ整備を支援するものであり、電力の安定供給を通じた経済成長への貢献を目的としている。上記の点を考慮すると、日本の援助政策との整合性を有していると判断される。

以上より、本事業の実施はタイの開発政策、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。

² 「配電網システム信頼度向上事業」審査時資料に基づく。

³ PEA「送配電網開発計画 2007-2011」に基づく。

⁴ 需要家あたりの停電回数

⁵ 需要家あたりの停電時間

3.2 効率性（レーティング：b）

3.2.1 アウトプット

本事業では、配電網の整備、送電線のループライン化などに対して支援を行った。事業実施にあたり、配電インフラの全般的な整備状況やニーズの変化を踏まえて、本事業での調達や工事には変更が加えられている（表2を参照）。

表2：主要なアウトプットの変更点とその理由

変更点	理由
絶縁電線の設置距離を延伸 (16,310cct-km→25,000cct-km ⁶)	経済成長や観光業の活性化に伴い、商業地区、観光地での停電事故を減少させる必要が生じた。
電線地中化の区間縮小 (70cct-km→42cct-km)	工事が道路、歴史的建造物の敷地内に干渉する場合、関係政府機関（運輸省道路局、芸術局など）から認可を取る必要がある。芸術局は歴史的建造物の敷地内での工事を認めなかった。一部区間は認可を得ることができず、事業遅延につながり、当初計画の達成が困難となった。
115kV ループラインの延伸 (510km→1,000km)	変電所数の増加に伴い、変電所間を結ぶ 115kV ループラインの延伸を行った。115kV 送電線のループ化は当初中部、南部の一部にて行う予定だったが、タイ全域において事業を実施した。
力率改善用コンデンサの削減 (1,100 個→150 個)	新設の変電所では力率改善用コンデンサを設置したため、フィーダー網でのコンデンサの設置を削減した。本事業以外の資金により、力率改善用コンデンサが調達できたため、本事業での調達を削減している。
移動用発電機の増加 (24 台→48 台)	災害時の緊急用、病院や政府機関の停電時などに際し、バックアップ電源としてニーズが強かった。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

本事業の事業期間は計画を大幅に上回った（計画比：368%）（表3を参照）。本事業の実施期間中にアジア通貨危機が発生し、契約業者が運転資金不足で契約履行が難しくなり、工事遅延の原因となっている。また、外貨不足に対応するため、政府機関が輸入品を調達する場合には、内閣承認が必要となり、その手続きに時間を要したことが入札の遅れにつながった。

アジア通貨危機に加えて、工事認可の遅れも事業期間に影響している。道路や歴史的建築物の敷地内で、架線や地中化工事を行う場合には関連政府機関の認可が必要となるが、その手続きに時間を要している。本事業は広範囲に配電網を整備しており、審査時に事業対象の全区間を精査し、どの区間で認可取得が必要となるかを予見することは難しかった。

⁶ cct-km は電流が通る回線長距離の単位

表3：事業期間の詳細

	計画	実績
借款契約調印	1996年9月	1996年9月
調査・設計	1996年9月～1996年11月	1996年9月～2004年4月
入札	1996年7月～1997年8月	1997年1月～2006年3月
工事	1996年10月～1999年9月	1997年1月～2007年12月
事業完成 ⁷	1999年9月（37ヶ月）	2007年12月（136ヶ月）

3.2.2.2 事業費

本事業の事業費は計画を下回った（計画比：60%）（表4を参照）。アウトプットの拡大によりパーツ建ての事業費は増加したものの、アジア通貨危機によりパーツが対円で大幅に減価したため、円建てでの事業費は減少した。また、タイ政府が外貨借入を抑制するようになった結果、資機材全般において、タイ製で代替できる機材がある場合は、国内調達に切り替える、もしくは国内で調達できない機材は調達を縮小する対応がとられた。その結果、外貨建て部分の事業費が減少している。

表4：事業費の内訳

	計画	計画（調整後）*	実績**
事業費	70,133百万円	92,610百万円	55,218百万円
うち外貨	26,713百万円	N/A	13,025百万円
うち内貨 （現地通貨）	43,420百万円 （10,338百万パーツ）	N/A	42,193百万円 （15,337百万パーツ）

出所：PEA

注1：*アウトプットの増減を考慮し、事業費を調整した。

注2：** PEA「配電網システム信頼度向上事業 事業完成報告書」に基づく。

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。

3.3 有効性（レーティング：a）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

(1) SAIFI/SAIDI

本事業により、絶縁電線の導入、変電所の屋内化、変電施設の増強、115kV送電線のループ化が進み、SAIFI/SAIDIが改善した。SAIFI/SAIDIは審査時の目標値を達成し、期待された事業効果が発現したと判断される（表5、表6を参照）。

SAIFI/SAIDIの改善は本事業ばかりでなく、世界銀行やEUの支援により導入された配電自動化システム（SCADA/DMS）にも起因している（「3.3.2 定性的効果 (3) 配電自動化

⁷ 事業完成の定義は工事完了時点。括弧内の機関は借款契約の調印から事業完成までの期間。

システムの導入」を参照)。しかしながら、①配電自動化が行われていない東北部でも改善は著しいこと、②SCADA/ DMS の導入にあたっては本事業で建設されたインフラが活用されていることから、本事業が SAIFI/SAIDI の改善に寄与していることは明らかである。

表 5 : SAIFI (需要家あたりの停電回数)

(単位：回数)

	1996	2007	変化率	目標値*	(参考) 2009
PEA 全域	19.12	11.32	-40.8%	-23.9%	9.57
北部	19.46	10.90	-44.0%	N/A	9.00
東北部	16.07	10.81	-32.7%	N/A	10.02
中部	14.98	8.90	-40.6%	N/A	7.27
南部	28.91	15.77	-45.5%	N/A	12.26

出所：PEA

注：* PEA は 1996 年以降 SAIFI/SAIDI を継続的に計測しているが、審査時点の目標値と直接比較が可能なものではない。そのため、審査時に想定していた事業完成時の SAIFI の改善度を目標値とし、実際の事業完成時点（2007 年）の実績値と比較した。

表 6 : SAIDI (需要家あたりの停電時間)

(単位：分)

	1996	2007	変化率	目標値*	(参考) 2009
PEA 全域	1,611.63	508.27	-68.5%	-20.9%	385.93
北部	1,487.20	461.85	-68.9%	N/A	313.99
東北部	1,332.53	544.38	-59.1%	N/A	452.35
中部	873.66	307.01	-64.9%	N/A	213.95
南部	3,122.07	741.10	-76.3%	N/A	561.49

出所：PEA

注：* SAIFI と同様の手法で審査時の目標値と実績値との比較を行った。

(2) 機材故障発生件数

審査時点から事後評価時点にかけて、機材故障件数は大幅に増加している（表 7 参照）⁸。しかしながら、機材故障件数の増加が SAIFI/SAIDI の増加につながっておらず、電力の安定供給には悪影響を与えていない。なお、機材故障件数の増加が、SAIFI/SAIDI の上昇につながっていない理由として、損傷が比較的軽微な段階で発見されていること、SCADA/DMS により停電時間が短くなったこと等、が推察される。

⁸ 故障発生件数には配電線事故に至らないものを含む。

表 7：機材故障発生件数（原因別）

原因	1995		2008	
	件数	比率	件数	比率
碍子	962	29.5%	1,955	13.4%
電線	891	27.3%	3,511	24.1%
ヒューズ	487	14.9%	5,350	36.7%
避雷器	343	10.5%	603	4.1%
電柱	159	4.9%	96	0.7%
その他	424	13.0%	3,058	21.0%
合計	3,266	100.0%	14,573	100.0%

出所：PEA

機材故障増加の要因として、送配電網の延長⁹、配電効率化のための機材の導入¹⁰（「その他」の増加）が挙げられる。本事業で調達を行っていないヒューズなどで事故が増えているが、本事業対象外の既設設備の老朽化が進んだことも一要因と推察される。他方、避雷器の事故割合低下に関しては、本事業で設置した架空地線により、避雷器焼損が抑制されたことも要因として考えられる。

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

財務的内部収益率（FIRR）、経済的内部収益率（EIRR）のいずれについても、本事業に直接起因する便益の正確な推計が難しいため、内部収益率の計算は行わない¹¹。

3.3.2 定性的効果

(1) 受益者へのインタビュー

今次評価では、本事業の受益が想定される需要家¹²（民間企業 7 社、うち製造業 6 社、サービス業 1 社）へのインタビューを行った。需要家はいずれも本事業にて改修した変電所の近隣地域にて操業を行っている。

需要家からは、1990 年代半ばと比較して停電の頻度が減少したとの意見が多く聞かれた。裸電線や屋外型変電所に動植物が接触して停電が発生する例が多かったが、本事業の実施後には、そのような事故は減少したとの回答があった。需要家の認識は SAIFI、SAIDI の低下と整合するものであり、電力供給の安定化を裏付けるものである。

インタビューの結果、停電に備えて、工場の大半ではバックアップ用電源を保有していることがわかった。しかしながら、十分な電源容量がないため、停電が製品品質に深刻な影響をあたえる生産ラインに限定して電力を供給している。そのため、事後評価時点においても、停電が生産活動に与える影響は大きい。

⁹ PEA の配電線の距離は、1995 年から 2008 年にかけて 79%（1995 年：254,559cct-km→2008 年：456,754cct-km）増加している。

¹⁰ より複雑な機材の数が増えたため、機材故障件数の増加につながった。

¹¹ 正確な算出が困難であるため、審査に際して内部収益率は考慮されていない。

¹² インタビューは中部（アユタヤ県、チョンブリ県）、南部（プーケット県）にて実施した。

課題点としては、事故発生時に需要家に速やかに情報提供をすることに言及があった。生産ライン再稼働の準備をしておきたいため、電力復旧のタイミングをもっと早く知りたいとのニーズを需要家は持っている。

(2) 実施機関職員のフォーカスグループディスカッション

本事業で建設したインフラのうち、115kV ループ化の事業効果につき、PEA の給電センター職員を対象にフォーカスグループインタビューを行った（コラムを参照）。作業工数の増加や作業の複雑化など運営上の負担が増加したとの認識がある反面、停電時間の減少には効果が大きいと PEA 職員は受け止めている。

【コラム】フォーカスグループディスカッションの結果

実施日：2010年2月22日

参加者：PEA 給電センター職員（セッション数2回、合計18人）

議題：115kV 送電線ループ化によりどのような影響があったか？

テーマにつき議論を行ったあと、賛同できる意見につき、一人3票まで投票するよう依頼した。投票結果は以下の通りである。

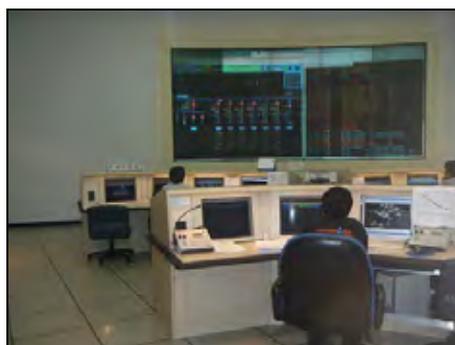
表8：フォーカスグループディスカッション投票結果

第1回目（参加者11人）		第2回目（参加者8人）	
意見	票数	意見	票数
停電時間の減少	11	停電時間の減少	9
顧客信頼度の改善	9	安全機材の追加購入	3
維持管理作業の増加	5	送電線の延伸による電圧低下	3
運営時の作業工数の増加	5	企業イメージ改善	2
停電発生地域への電力融通	3	運営時の作業工程の複雑化	2
		送電容量・サービスエリア拡大	2
		電力供給に影響しない維持管理	2
		電力供給の質の改善	1

(3) 配電自動化システムの導入

世界銀行の支援で配電自動化システム（SCADA/DMS）がタイ7ヶ所（本部及び地域事務所6ヶ所）で、またEUの支援で小規模なSCADA/DMSがプーケット県にて導入された。本事業で整備された変電所にリモートターミナルユニットが設置された。システム導入により、配電センターが配電系統の状況を把握でき、配電線の区間の開閉が遠方からできるように

写真1：配電センター



なったため、事故への対応が早くなり、電力供給の安定化に寄与した。本事業はSCADA/DMS導入のプラットフォームともなっており、他事業との連携により一層の電力安定供給に貢献している。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

(1) 製造業生産高の増加

製造業生産高は事業実施前から事後評価時点にかけて増加傾向となった（表9を参照）。さらには、停電が製品品質に与える影響が大きい化学製品では、その生産高は高い伸びを記録している。製造業の生産高は電力安定供給以外の要因も影響するため、生産高の増加は本事業の実施のみに起因するものではない。しかしながら、電力の安定供給は製造業の生産活動において重要な条件であり、本事業は製造業の円滑な操業に一定の貢献があったものと推察される。特に電力供給が生産に大きな影響を与える化学製品の伸びが高いことは、審査時から事後評価時にかけて電力が安定的に供給されたことを示唆している。

表9：製造業生産高指数

	製造業 生産高指数	うち 化学製品
1996	91.39	46.68
1997	91.95	64.39
1998	83.40	68.26
1999	93.69	86.88
2000	100.00	100.00
2001	102.00	102.94
2002	112.01	111.97
2003	127.73	117.25
2004	142.62	121.76
2005	155.56	126.07
2006	166.98	126.56
2007	180.66	135.98
2008	190.20	127.71
2009	180.33	132.92
増加率/年	15.2%	21.9%

出所：タイ中央銀行

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境、社会環境へのインパクト

実施機関の説明では、本事業は既存の配電網の改修であり、新規の用地取得や住民移転は発生していない。そのため、自然環境や地域住民へのネガティブな影響はごく僅少と考えられる。小型変電設備についても、仮設変電所として使用されており、PEAは新規の用地取得を行っていない。小型変電設備の設置は、①PEAが所有する土地、もしくは②政府機関、地方自治体、地主からのリースで対応している。また、サイト調査では、自然環境や道路交通への深刻な影響は確認されなかった。

写真2：仮設変電所



以上より、本事業は製造業の生産活動への寄与が考えられる一方、深刻なネガティブインパクトは発生していないものと推察される。

3.5 持続性（レーティング：a）

3.5.1 運営維持管理の体制

審査時と同様に、事後評価時点においても、PEAはタイ政府の保有する国営企業である。配電分野においては、MEAがバンコク首都圏を、PEAがそれ以外の地域での配電をそれぞれ担当する制度的な枠組みに変更はない。また、配電分野には民間企業の参入を認める具体的な計画はなく、収益性に影響を与える制度上の変更は見当たらない。

PEAは5部門を有しており、本事業で整備した変電所、高中圧の送配電網の運営維持管理はネットワーク事業部門（Network Business）が担当している。同部門は地域事務所（12ヶ所、北部、東北部、中部、南部各3ヶ所）に職員を配置している。

電力セクターでの制度的な枠組みには当面変更はなく、維持管理の管掌は明らかである点を考慮すると、体制面で運営維持管理に影響を与える課題は見当たらない。

3.5.2 運営維持管理の技術

変電所維持管理担当部署（40人、うちエンジニア15人）、リレー¹³担当部署（30人、うちエンジニア25人）、変電所集中監視装置担当部署（40人、うちエンジニア30人）、ネットワーク運営部（100人、うちエンジニア40人）が、本事業で導入した設備の運営維持管理に従事している。

維持管理に従事する職員のトレーニングはOJTが基本となっている。新しい機器が導入された際には、新機材に習熟し、作業安全の観点から基礎的な知識を見直すため、職員はトレーニングコースを受講する。本事業の維持管理と関連のあるトレーニングコースは、以下の通り。

活線維持管理：2コース、各年1回、合計100人

電力系統保護：2コース、各年1回、合計60人

電線地中化工事：1コース、年1回、合計3人

絶縁電線、コンデンサはタイ国内でも生産しているので、交換部品の入手は容易である。開閉器は輸入品であるが、交換部品の入手は可能であり、在庫も保有している。

3.5.3 運営維持管理の財務

過去5年間では、手元流動性に関する指標は安定的かつ安全と判断される水準にある。負債資本比率¹⁴は低下傾向にあり、債務への依存度は低下している（表10を参照）。収益性に関しても電力会社としては適切な水準にあり、当面は問題ないと考えられる¹⁵。

¹³ 電流・電圧の変化を検出し、事故発生区間を送配電網から切り離す装置

¹⁴ 債務総額÷株主資本総額

¹⁵ マレーシアの電力会社TNBのROAは3.7%（2008年）、東京電力のROAは-0.6%（2009年3月期）。電力会社は大規模な投資を必要とするため、ROAは2%を超える水準であれば、十分な収益性があると判断される。

予算割当は予防保守（preventive maintenance）のみを対象としているが、支出は予防保守と是正保守（corrective maintenance）の双方が入っているため、予算割当を超える支出が発生する年もある（表 11 を参照）。維持管理費用は、売電収入の 0.3-0.4%程度であるため、財務上大きな負担ではない水準と考えられる。そのため、同水準の支出を継続することに支障はないと判断される。

表 10：PEA の財務指標

	2004	2005	2006	2007	2008
流動比率	1.31	1.14	1.22	1.21	1.18
当座比率	1.01	0.98	1.00	1.01	0.95
負債資本比率	1.98	1.81	1.75	1.76	1.64
ROA (%)	2.61	6.67	5.93	4.84	4.15

出所：PEA 年次報告書（2008）

表 11：維持管理予算

（単位：百万パーツ）

	2006	2007	2008
維持管理予算（割当額）	516.8	641.0	937.2
維持管理予算（実績）（A）	774.3	1,131.5	701.8
売電収入（B）	245,636.8	252,964.1	257,243.2
（A） / （B）	0.3%	0.4%	0.3%

出所：PEA

3.5.4 運営維持管理の状況

実施機関の説明では、調達した機材に故障があった場合、配電に支障がでるため、機材の修理・交換は速やかに行っている。工業団地周辺の変電所に設置した中性点接地抵抗器（Neutral Grounding Register, NGR）¹⁶は過負荷がかかりやすく、損傷しやすいが、事故発生後には交換している。サイト調査では、損傷して利用されない機材は見当たらなかった。維持管理活動の頻度は、以下の通り。

変電所機材の点検・維持管理：年 1 回

リレーの維持管理：3 年に 1 回

サーマルビューワーによる変電所点検：年 4 回

変電所の清掃：年 2 回

フィーダー網の巡視：年 1 回

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。

¹⁶ 地絡事故時に対地で大電流が流れることを抑制し、かつ変電所保護リレーの動作に支障をきたさないような抵抗器を備えた装置

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

アジア通貨危機や工事認可の遅れから、本事業は大幅に遅延している。他方、タイの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策との整合性があり、妥当性が高いだけでなく、事業前後で停電が著しく減少しており、有効性は高い。また、事業効果の持続性に深刻な影響を与える課題は見当たらず、事業効果の持続性も高い。

以上より、本事業の評価は、(A) 非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

本事業で整備されたインフラをプラットフォームとして、SCADA/DMS の導入が進んでいる。配電システムの運営が高度化するに伴い、職員の技能を強化するニーズが強まっている。配電システムの自動化を踏まえて、引き続き職員の能力強化を進め、本事業で整備したインフラの一層の活用を図ることが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

本事業では、架線・地中化に際し道路や歴史的建造物との干渉が生じたため、他の政府機関から許認可を必要とし、その取得の遅れが事業遅延の一つの原因となった。

本事業の対象となった区間は極めて長く、審査時に配電網の全区間を精査し、許認可が必要な区間を予め特定した上で、事業スコープを調整することは現実的ではない。しかしながら、実施機関は配電網の整備に十分な経験を有していたことから、既往案件の実際の事業期間を参考に、審査時において、実施スケジュールを見直し、事業遅延をより短くする取り組み¹⁷の検討は可能であった。

以上

¹⁷ 遅延が一定期間を超えた場合、遅延区間の配電ルート変更を検討するなど、が一案として考えられる。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	①絶縁電線・架空ケーブル： 16,310cct-km ②電線地中化：70cct-km ③115kV 送電線のループ化： 510km ④架空地線の建設： 8,300cct-km ⑤ガス開閉器：2,000 台 ⑥力率改善用コンデンサ： 1,100 個 ⑦NGR：30 個 ⑧移動用変電設備：10 個 ⑨移動用発電設備：24 個 ⑩非常用変圧器：5 個 ⑪移動用変圧器：4 個 ⑫ラインポストがいし： 15500cct-km で設置	①25,000cct-km ②42cct-km ③1,000km ④計画通り ⑤計画通り ⑥150 個 ⑦計画通り ⑧小型変電設備：12 個 ⑨48 個 ⑩計画通り ⑪計画通り ⑫計画通り
②期間	1996年9月～1999年9月 (37ヶ月)	1996年9月～2007年12月 (136ヶ月)
③事業費		
外貨	26,713百万円	13,025百万円
内貨	43,420百万円 (10,338百万パーツ)	42,193百万円 (15,337百万パーツ)
合計	70,133百万円	55,218百万円
うち円借款分	16,800百万円	13,025百万円
換算レート	THB1=4.2円 (96年4月現在)	THB1=2.75円 (99年2月～04年7月平均)