

タイ

首都圏配電網拡張・改善事業

報告者：橋本 淳（有めなむアドバイザー）
現地調査：2006年1月

1. 事業の概要と円借款による協力



サイト地図：バンコク首都圏



サイト写真：本事業により設置された変電設備

1.1 背景

1980年代後半からタイは急速な経済成長を続け、経済発展に伴い電力需要も急速に伸びていた。特にタイの経済成長を牽引してきたバンコク首都圏地域（バンコク首都圏行政区、サムートプラカン県、ノンタブリ県）における電力需要は、90年代に入って人口の増加、商工業の発展、高層ビル群の建設、生活水準の向上等に伴って増加し、1990年に最大3,124MWであったものが1996年には5,637MWとなっていた。1992年から1996年にかけてのタイの電力需要の伸びは年平均9.2%であり、特にバンコク首都圏では需要増加が著しく1990年から1996年の年平均伸び率は10.3%を記録していた。この電力需要に対応することはタイの持続的成長に不可欠であった。

1.2 目的

バンコク首都圏の変電所および配電網の拡張・改修を行うことにより、同地域の電力需要への対応を図り、もって同地域の経済発展に寄与する。

1.3 事業範囲

バンコク首都圏における、①一次変電所の改修、②配電用変電所の新設、③配電用変電所の改修および増強、④一次配電線の敷設、改修

1.4 借入人/実施機関

タイ王国/首都圏配電公社(Metropolitan Electricity Authority) (以下「MEA」)

1.5 借款契約概要

JBIC 承諾額／実行額	14,304 百万円／6,617 百万円
借款契約調印	1997 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
貸付完了	2003 年 1 月
本体契約	SRI U-THONG CO., LTD ほか
コンサルタント契約	なし
事業化調査（F/S）等	JICA 首都圏配電システム改善拡張計画 （マスタープラン）

2. 評価結果

2.1 妥当性

2.1.1 審査時の妥当性

タイの第 8 次国家経済社会開発計画（1997-2001 年）（8th NESDP）の重点項目は、①国民の潜在能力の助長・開発、②安定した社会の発展、③安定した持続的経済成長の推進を目指していた。

タイでは電力セクターだけの開発計画は存在せず、資源確保や燃料確保を含めたエネルギー開発計画において電力セクター開発について触れられている¹。エネルギー開発計画の記述の中心は電源開発であり、配電網整備についての特記はないが、8 次エネルギー開発計画では、首都圏の配電を担当する MEA と地方配電を担当する地方配電公社（Provincial Electricity Authority: PEA）に対して信頼度向上の目標値が掲げられている²。

MEA は配電の中期計画を有しており、第 8 次首都圏配電網改善拡張計画（以下「第 8 次配電網計画」）では、①変電所整備・拡張、②送電線の拡大、③送配電網の拡充、④配電線の拡充、⑤公共事業との調整、⑥一次配電線の 24kV 化、⑦配電事業経営とサービスの効率化を目指していた。

本事業は審査時当時（1997 年 5 月）の電力需要の急速な伸び（1990-96 年平均伸び率 10.3%）に対応するために送配電能力の増強・信頼度向上を図ることが目的であった。96 年の電力需要実績は 5,637MW で、2001 年にはこれが 8,290MW となるであろうと予測していた（年平均伸び率約 8%（7.69%））。この需要予測をもとに、一次変電所（Primary Substation）の改修 1 カ所と配電変電所の新設 9 カ所、配電線の敷設・改修を事業スコープとした。新設・改修すべき変電設備は需要の伸びが高い地域が優先的に選ばれている。本事業は安定した持続的経済成長の推進に寄与し、送配電能力の増強・信頼度向上を目指しており、政策・施策面での妥当性があった。

¹ エネルギー開発計画は、8 次計画当時は国家エネルギー政策庁（NEPO）が策定し、現在は新設されたエネルギー省の傘下に改組された NEPO がエネルギー政策計画室（Energy Policy and Planning Office: NEPO）となって策定している。

² 8 次計画では SAIFI の 2001 年の目標値が 3.72、SAIDI が 99.65 となっている。

2.1.2 事後評価時の妥当性

第9次国家経済社会開発計画（2001 -2006年）（8th NESDP）においては「人的、社会経済的、環境資源の観点からバランスの取れた持続的開発」が唱道されており、調和の取れた持続的開発は、天然資源および環境開発の有効活用、エネルギーの効率性および経済性を高めることによってもたらされると述べられている。本事業はバンコク首都圏の配電網の効率化を図るもので第9次国家計画の企図する持続的開発に合致しており、事業には現在でも政策面の妥当性があるといえる。

第9次エネルギー計画にも配電網計画についての特記はないが、第9次国家開発計画の精神を汲んで、第9次エネルギー計画の主眼は、資源の浪費抑制およびエネルギー利用の効率性向上に置かれており、配電についてもその効率性を上げることが政策目標であると考えられる。配電網の整備は効率的な電力供給に資するものであり、エネルギーセクター全体の施策からみても本事業は妥当性があるといえる。

第8次配電計画の実施中にアジア経済危機が起こったため同計画は変更され、変電所、配電網プログラムについては大幅に投資が削減され、既存の設備の信頼度を高めることを重要視する施策になった。第8次配電計画を引き継いだ第9次首都圏配電網改善拡張計画（以下「第9次配電網計画」）の計画年次は2002-07年である。第9次配電網計画の前期である2002-03年の主要事業は、サービスの向上のための事業およびバンカピーチットロム間の230kV高圧送電線の建設であった。当初の第9次配電網計画は、2002年8月の電力需要予測に基づいて策定されたものであったが、2003年の電力需要の伸びは予想を上回るもの（2003-04年の電力需要（MW）の予想増加率4.50%に対し実績は6.34%）であったため計画を修正した。第9次配電網計画の後半は、①配電システムの改善および拡張事業、②地上架線の地中化事業を2本柱としている。第8次配電計画中に政策的転換があり、第9次配電網計画においても計画の修正が行われているが、両者に共通しているのは、配電システムの安定化、受益者へのサービス向上である。本事業はこの一貫した施策に沿っており、妥当性があるといえる。

経済危機（1997年終盤）により電力需要が低下したため、本事業では再審査が行われている。その結果、事業スコープを変更し、建設する変電所数を削減する一方、既存配電設備および配電網の整備を行うこととした（詳細は「2.2.1 アウトプット」を参照）。MEAは8次計画から現在まで一貫して配電網の拡充（量）と配電システムの改善（質）を追求してきている。本事業は当時の状況の変化に対応して、量の拡大より質の充実に転換したが、それがゆえに事業の妥当性が維持されたといえる。

2.2 効率性

2.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットは下表1の通りである。「2.1 妥当性」の項で述べた通り、経済危機の影響で事業計画は変更されている(表1を参照)。当初計画と変更計画で

は、建設する変電所の場所が大幅に変更されている。経済危機により電力需要の地区分布が大幅に変化したため、変電所の負荷率分析を再度行った結果、このような変更になったものである。具体例としては経済危機前の需要予測ではバンコク中心部から比較的離れた郊外の地区の需要の伸びが大きいと予想されたが、経済危機後の分析では郊外の需要は極端に落ち込む一方、バンコクの中心地区ではそれほどでもないという結果になったことが挙げられる。

当初計画と変更計画で重なっているのは、Nanglern 変電所であるがそれ以外は建設地が変更になっている。当初計画から変更になった後に建設が行われた変電設備は、Bangkapi 変電所の改修のみでこれは 2002 年 2 月に完成している。それ以外のほかの変電所は第 9 次あるいは第 10 次以降に建設する予定となっている。これは、当初計画の変電所を整備する緊急性/優先度は低下したと判断して計画を変更したことが、結果的に正しかったことを証明している。

変更計画と実績には変更点は少なく、配電線の延長や各種機器（変圧器、計量器）の増加が行われた。

表 1: アウトプットの計画と実績の比較

当初計画	変更計画	実績
(1) 1 次変電所の改修: Bangkapi 69kV GIS	(1) 1 次変電所の新設: Vihavadi 230/69kV 2x300MVA	同左
(2) 配電変電所の新設 9 カ所: Thakwian, Srithanya, Chalongkrung, Prawet, Taiban, Prompong, Nanglerng, Watyeesai, Saorahong	(2) 配電変電所の新設 3 カ所: Klongmai, Nanglern, Yannawa	同左
(3) 既存配電変電所の改修・ 増強 4 カ所: Bangkapi, Dindaen, Thapyao, Klongparapa	(3) 既存配電変電所の改修 3 カ所: Samsen, Prakanong, Mochit	同左
(4) 1 次配電線の敷設: 新設 500cct.km/改修 150cct.km	(4) 1 次および 2 次線の新設お よび改修、変圧器、計量器の 購入、設置	同左。ただし配線延長、機器 の数は増加

本事業計画を勘案するに、本事業にはセクタープログラム的な要素が強いと考えられる。すなわち、本事業は配電網の拡充と安定性向上という目的に沿って、数多くのサブプロジェクトを実施するというタイプの事業であったといえる。本事業の場合、目的達成のためのサブプロジェクトは、変電所の建設となるが、変電所を建設する場所は必ずしも当初計画に沿っている必要はなく、実情に合わせて適切な場所に建設されることが望ましい。ただし、セクタープログラム的な考え方で、サブプロジェクトの内容の決定や変更を実施機関の裁量に任せるのは、実施機関の現状の分析能力、事業計画能力が十分に備わっていることが必要であろう。上記のように本事業の事業スコープの変更は



写真 1 : 変電所制御板

適切であったことから、MEAには分析能力、事業計画能力が十分備わっていたことが結果的に示された。

2.2.2 期間

1997年9月の借款契約締結直後に経済危機が起こり、電力需要が大幅に落ち込んだため、計画変更を行った。かかる計画変更の結果、調達手続きを開始できたのは2000年に入ってからである。建設中にNanglern変電所で近隣の住宅の取り壊しの補償交渉に時間を要したこと、Yannawa変電所建設予定地に埋没瓦礫が大量にあり、除去に追加の時間がかかったこと、Prakanong変電所の軟弱地盤改良のための工事期間の延長等があり、これらも事業実施遅延の要因となった。しかしながらこれらの工事遅延の要因は、首都圏でのインフラ整備事業として想定されうる範囲内の問題ともいえ、MEAはこれらの問題に適切な対応を行っている。

表 2: 期間の計画と実績比較

	当初計画	変更計画	実績
借款契約調印	1997年9月	同左	同左
建設/機器調達手続き	1998年10月～1999年8月	2000年9月～2001年4月	2000年01月～2000年7月
工事/機器据え付け	1999年4月～2000年8月	1999年12月～2001年12月	2000年1月～2002年10月
検収/事業完了	2000年1月～2000年11月	2001年1月～2001年12月	2001年4月～2003年04月

2.2.3 事業費

事業計画の見直しに伴い事業費も変更になった。当初計画に比較すると変更契約は増額となっているが、これは主に二次配電網整備や計量器、変圧器を加えたことによるものである。事業はほぼ変更計画に沿って実施されたが、事業費実績は大幅に下がった。これは入札価格が予想を大きく下回ったためであるが、経済危機後の公共事業の激減により受注競争が激化していたことが低価格入札につながったものとみられる。

表 3: 事業費の計画と実績比較

	当初計画	変更計画	実績
総事業費（百万円）	23,954	29,485	10,707
外貨額（百万円）	14,304	14,301	6,617
内貨額（百万円）	2,032	4,686	1,486
借款額（百万円）	14,304	14,301	6,617

2.3 有効性

2.3.1 電力供給の安定 （負荷率）

新增設および改修された 7 カ所の一次変電所および配電用変電所の平均負荷率 (Average Load Factor) は次の表の通りである。7 つの変電所の年間平均負荷率は 50%~77% の水準であり、極端に高いあるいは低い負荷率となっている変電所はない。本事業で建設された変電所は変電能力に過剰な負荷がかからない範囲で、十分な稼働率を維持していることから、変電所は満足できる運転状況にあり、安定したサービスを提供していると判断される (表 4 を参照)。

表 4 対象変電所の平均負荷率 (単位: %)

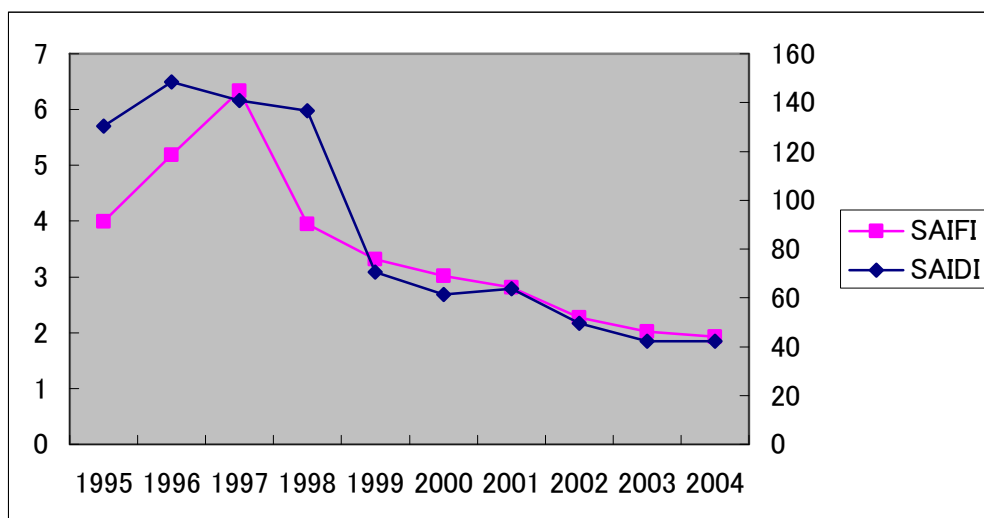
変電所/年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Vibhavadi (230kV)									47.21	49.70
Klongmai	66.58	63.81	63.06	62.82	65.01	59.33	65.49	65.20	71.69	77.23
Mochit	60.88	58.47	57.46	56.53	62.60	46.91	53.19	41.03	48.32	58.64
Nanlerng									59.73	50.08
Prakanong	60.68	61.02	61.04	57.91	55.21	58.89	60.47	56.86	60.62	55.67
Samsen	50.50	53.77	55.62	53.11	53.99	47.15	50.73	51.69	50.85	59.89
Yannawa									35.31	49.10

出所: MEA 資料

(SAIFI/SAIDI)

MEA が配電サービスを行っている地域全体の一契約者当たりの 1 年当たり停電回数 (System Average Interruption Frequency Index: SAIFI) および同 1 年当たり停電時間 (System Average Interruption Duration Index: SAIDI) の推移は下表の通りである。

図表 1: SAIFI および SAIDI の推移



出所: MEA 資料

9次配電計画のSAIFI、SAIDIの目標値は、SAIFIが2004年で2.831、2007年で2.291、SAIDIでは2004年が62.504、2007年では50.404であるが両者とも2004年でこの目標を達成している。

2004年度のMEA全体の配電能力は14,145MVAである。本事業で整備した第一変電所および配電変電所の変圧器総量は1,320MVAであり、全体の9.3%を占める。本事業はSAIFI、SAIDIの計画目標の達成に一定の貢献があったと良い。

(FIRR)

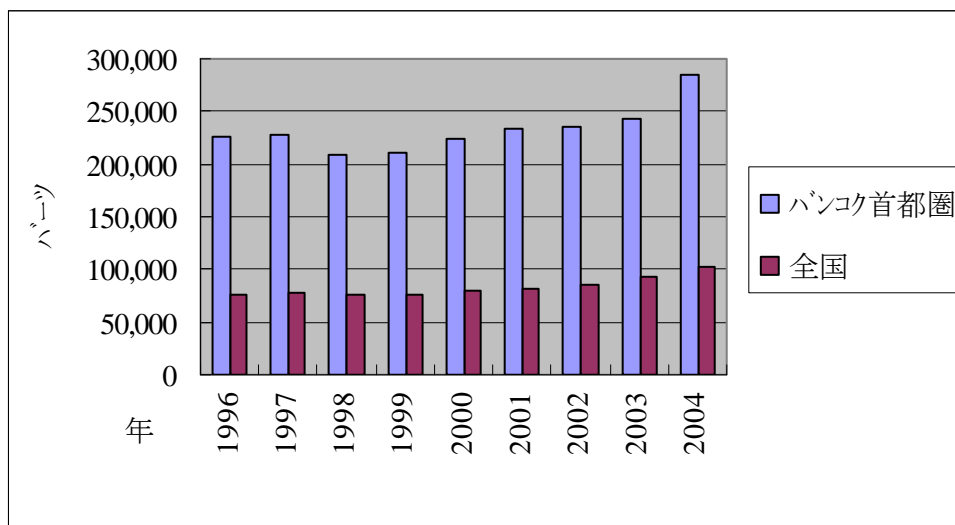
アプレイザル時の計算では本事業の財務的内部収益率(FIRR)は7.3%であった。本事業は配電網の一部への融資事業であり、本事業だけでは収益を生み出すことはできないため、本事業のみのキャッシュフローに基づき審査時のFIRRと比較可能な内部収益率を計算することは不可能である。上記の点を勘案し、本評価では便宜的に以下のような考え方で収益率を計算した。投資コストは円借款と内貨を合わせた総事業費とした。この投資コストが2003年のMEAの固定資産にしめる割合は、5.35%であった。そのため、MEAの経常収益(減価償却を除いた)の5.35%を本事業が生み出した収益と仮定し、期間30年で収益を一定とする前提の元で投資利回りを算出した。すなわちMEAの固定資産収益率を計算したのと同義であるが、収益率は10.0%となった。現在タイの政府保証10年債の利率が5.5%程度であるので、本事業による投資は十分な収益性を確保しているといえる。

2.4 インパクト

2.4.1 経済成長への貢献

1999-2004年にかけてバンコク首都圏の1人当たりGDPは211,609バーツから284,447バーツに上昇した(34.4%増)。1997年の経済危機を克服し経済成長を続けており、この成長に配電網事業も貢献したといえる。

図表 2: 1人当たりGDPの推移



出所: MEA 資料

2.4.2 景観向上

バンコクの繁華街（マーブンクロン、スリウォン地区）で景観向上事業が実施済み。電柱はすべてなくなり景観向上に役立っている（マーブンクロン）。スリウォン地区では電線は地中化されているものの、電話線は地上にあり必ずしも景観向上が実現しているとはいえない。

2.4.3 PCB 処理

変電設備には人体に有害な PCB を含む機材（変圧器等）があり、1991 年から 2～3 年ごとに PCB の処理が実施され、2001 年までに 335.7 トンが処理されている。本事業の実施後不要となり廃棄処分となる変圧器やキャパシターは約 22 トンで現在処理作業の入札中。これまでの処理もすべて入札によって処理業者が決定され処理が行われている。処理業者は英、独、仏の外国業者でタイから PCB を搬送して焼却処分している。タイには特殊焼却炉は存在しない。

2.4.4 その他インパクト

事業実施中に際して、MEA は変電所建設地における近隣家屋の取り壊しやそれによって生じた住民補償に適切に対応し、埋没していた瓦礫の除去や土地整備の問題にも効果的に対処した。

2.5 持続性

2.5.1 実施機関

MEA は内務省傘下の国営企業で、バンコク首都圏行政区および隣接する 2 県(サムートプラカン県、ノンタブリ県)、合計面積 3,192 平方キロメートル地域において配電を行っている。MEA には現在 5 つの部門があり、そのうちのひとつである運営（Operation）部門の下で施設の運転および維持管理が行われている。

2.5.1.1 技術

MEA は配電設備の維持管理に十分な経験を積んでおり、事業計画時から技術的問題はなかったが、事業後完了後にも問題は発生していない。MEA は技術者への研修を定期的、組織的に行っており、技術レベルの維持向上に努めている。

2.5.1.2 体制

運営部門内において、Power System Control Dept. (PCD) が施設の運転を行い、Power System Maintenance Dept. (PMD)が維持管理を行う計画となっており、計画通りに運転、維持管理が行われている。

PCD の職員数は計画数 669 名に対し 594 名、PMD は 432 名に対し 368 名で電気技術者(Engineer)および作業員(Technician)の数が少ない。電力需要の落ち込みによる変更計画の結果であるが、それによって運営維持管理上の問題点は指摘されて

おらず、MEA からも人手不足の問題は報告されていない。

2.5.1.3 財務

MEA は安定的な売上高と営業利益を計上し続けており、EBIT は利払費用の 3~4 倍程度の水準で推移していることから、債務負担に耐えうる十分な収益力があり、財務安定性は高いと判断される。また、自己資本比率も 40% 程度で安定した推移が続いており、バランスシートからみても財務は健全であると考えられる。

表 5: MEA の財務状況³ (単位: 百万パーツ)

	売上高	営業利益	EBIT ⁴	利払費用	自己資本比率
2002	91,389	5,192	6,138	1,625	36.8%
2003	98,011	4,788	4,638	1,051	37.4%
2004	109,901	6,224	6,829	1,267	39.5%

出所: MEA 年報

2.5.2 維持管理

今次評価において確認したところ、本事業により整備された施設・機材の維持管理状況は良好であり、問題は生じていない。

3. 教訓・提言

3.1 教訓

なし。

3.2 提言

なし。

³ 2002 年の決算期間は 2001 年 10 月 1 日から 2002 年 9 月 30 日まで、2003 年の決算期間は 2002 年 10 月 1 日から 2003 年 9 月 30 日まで、2004 年の決算期間は 1 月 1 月から 12 月 31 日までとなっている。

⁴ 利払い前の税引き前当期利益

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット バンコク首都圏の変 電網整備	① 一次変電所の改修(1カ所) - Bangkapi 69kV GIS ② 配電用変電所の新設(9カ所) - Thakwian, Srithanya, Chalongkrung, Prawet, Taiban, Prompong, Nanglerng, Watyeesai, Saorahong ③ 既存配電用変電所の改修お よび増強(4カ所) - Bangkapi, Dindaen, Thapyao, Klongparapa ④ 一次配電線の敷設、改修 - 新設 500cct.km/改修 150cct.km	① 一次変電所の改修(1カ 所) - Vihavadi 230/69kV 2x300MVA ② 配電用変電所の新設(3カ 所) - Klongmai, Nanglern, Yannawa ③ 配電用変電所の改修およ び増強(3カ所) - Samsen, Prakanong, Mochit ④ 一次および二次配電線の 敷設、改修、変圧器、計量器 の購入、設置
④ 期間 借款契約調印 建設/機器購入調達手 続き 建設/機器据え付け 検収/事業完了	1997年9月 1998年10月～1999年8月 1999年4月～2000年8月 2000年1月～2000年11月	同左 2000年01月～2000年7月 2000年1月～2002年10月 2001年4月～2003年04月
⑤ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	143億400万円 96億5,000万円 (20億3,200万バーツ) 239億5,400万円 143億400万円 1バーツ=4.75円	66億1,700万円 40億9,000万円 (14億8,600万バーツ) 107億700万円 66億1,700万円 1バーツ=2.75円

実績の換算レートは、2001年から2003年の平均為替レート (MEAの資料)