

タイ

バンコク上水道整備事業（4-2、5）

バンコク上水道配水網改善事業

外部評価者：藤野 淳史（株コーエイ総合研究所）

タイ大蔵省公的債務管理局

現地調査：2004年12月

1. 事業の概要と円借款による協力



バンコク首都圏



マハサワット浄水場

1.1 背景：

1990年代初頭、バンコク首都圏の人口は、91年の807万3,000人から96年には935万3,000人まで増加すると予測されており、それに伴い、最大水需要は92年の346万 m^3 /日から96年には433万 m^3 /日まで増加すると見込まれていた。首都圏水道公社（MWA）の上水施設の生産能力は、当時378万 m^3 しかなかったため、55万 m^3 の需給ギャップが生じていた¹。このギャップは毎年20万 m^3 のペースで拡大し続け、99年には109万 m^3 に達すると予測されていた。特に人口増加が著しいチャオプラヤ川西岸では、深刻な給水不足に陥ることが予想され、需給ギャップは92年で35万 m^3 、99年には55万 m^3 に達する見込みであった。同首都圏の商業および工業が発展し、生活水準が向上すれば、この傾向にますます拍車がかかると思われた。また、送配水施設の老朽化も進み、無収水率（NRW）が高くなっていた。さらにバンコク首都圏では、地下水の過剰な汲み上げによる地盤沈下の問題が深刻化しており、MWAでは、地下水の使用を抑制するため、水供給面積の拡大が急務であった。

¹ MWA に対する円借款事業としては、第1次、第2次、第3次、第4次(I)上水道整備事業が先行して実施されている。第4次事業(I)(L/A：1991年9月、実行額：5,849百万円)の主なアウトプットは以下のとおり。(i)原水路のサイフォン、(ii)バンケン浄水場の浄水施設、(iii)送水ポンプ場のポンプユニット、(iv)送配水管

1.2 目的：

バンコク首都圏において、浄水場およびポンプ場の新設、配水網の整備等を行うことにより、給水需要への対応、漏水の削減および水質の向上等を図り、もってバンコク首都圏の衛生環境の改善、商工業の活性化および地下水の保全に寄与する。

1.3 借入人 / 実施機関：

首都圏水道公社 / 首都圏水道公社

1.4 借款契約概要：

	バンコク上水道整備事業 第4次(2)、第5次	配水網改善事業
円借款承諾額 実行額	169億6,900万円 116億7,500万円	55億9,900万円 37億3,500万円
交換公文締結 円借款調印	1992年12月 1993年1月	1993年9月 1993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
貸付完了	2000年11月	2001年1月
コントラクター	Summit Grand, Ltd (タイ) アサノコーポレーション (日本) Sino Thai (タイ) その他の企業	ABB Industry Limited (タイ) その他の企業
コンサルタント	日本水道コンサルタント (日本) Sts Engineering (タイ) Safege Consulting (フランス) Team Consulting Engi (タイ)	--
事業計画 (F/S)	M/P (MWA1990)	M/P (MWA1990)

2. 評価結果

2.1 妥当性

2.1.1 審査時の妥当性

タイの第7次国家経済社会開発計画 (NESDP) (1992~1996年) では、都市の給水施設の拡充、および漏水の削減の重要性が強調されていた。当時の深刻な水不足に対応すべく、MWA は 92 年に策定したマスタープランのなかで、給水施設の拡充を提案した²。そのため、首都圏で上水生産・配水施設を拡張し、これらの問題に対処することを目的とした本事業の優先性は高かった。

² 「バンコク首都圏給配水マスタープラン」は、タイの DCI が、Southeast Asia Technology、the Team Consulting Engineers、Safege Consulting と共同で作成した。

2.1.2 事後評価時の妥当性

現行の第 9 次国家経済社会開発計画 (NESDP) (2002~06 年) においても、優先事項として給水施設を改良する必要性が指摘されている。安定した給水サービスに対するニーズは依然として大きく、特に水量、水圧、水質の改善が求められている。こうした問題に対処するうえで、本事業の重要性および妥当性は依然として高い³。

2.2 効率性

2.2.1 アウトプット

審査時に計画されたアウトプットと事後評価時のアウトプット実績を比較すると、主な項目のほとんどにおいて、若干の変更を除いて計画通り実施されている (表 1 および図 1 参照)。

上水道整備事業 (第 4 次-(2)) では、既存水路の改良が中止されたが、これは水路の土手を数カ所高くすれば十分な流下能力が確保されることが後に判明したためである。この土手を高くする作業は、MWA の維持管理作業として実施された。さらに配水網改善事業では、ポンプユニットの運転効率を高めるため、追加分としてコントロールシステムが 5 カ所の配水ポンプ場に設置された。

その一方で、3 事業のすべてにおいて、送水管、配水本管、配水管等の配管部分に変更された。変更理由は、(i) 新たに拡大した供給区域の水需要の増大に対応するため、(ii) 現場の状況に適合させるため、(iii) バンコク首都圏庁 (BMA) や道路局 (DOH) 等の他の政府機関との調整のためであった。

実施過程で加えられたこれらの変更は妥当なもので、事業実施全体の効率に影響を与えるものではなかった。

³ JBIC が一部融資している第 7 次上水道整備事業 (1999~2006 年) が現在進行中である。

表 1 審査時計画および実績（アウトプット）

フェーズ	計画	実績	変更理由
第 4 次 (2)	(1) サムラ原水ポンプ場からバンケン浄水場までの既存原水路の改良：17.8 km (2) バンケン原水ポンプ場のポンプユニット：348 m ³ /分 (3) ラッカバン配水ポンプ場：111 m ³ /分； 受変電設備：7,500 KVA (4) 送水管：20.5 km (5) 配水本管：56.7 km (6) 配水管：600 km (7) 配水管リハビリ：163 km (8) コンサルティング・サービス：a) 入札書類レビュー、入札評価； b) 施工監理（1,662 M/M）	(1) 中止 (2) 計画通り (3) 計画通り (4) 計画通り (5) 18.1 km (6) 819 km (7) 310 km (8) 計画通り	(1) 既存水路について、土手の特定箇所を高くすれば、原水を供給する十分な流下能力があることが後に判明した。MWA が自己資金でこれを行った。
第 5 次	(1) マハサワット浄水場：400 千 m ³ /日 (2) 配水本管：109.5 km (3) 配水管：1,000 km (4) コンサルティング・サービス：a) 浄水場建設 D/D・D/D レビュー、b) 入札書類作成、c) 施工監理（1,720 M/M）	(1) 計画通り (2) 219.5 km (3) 669.3 km (4) 計画通り	
配水網	(1) バンケン浄水場 貯水池：40,000 m ³ ； 受変電設備：7,500 KVA (2) 配水ポンプ：7 基 (3) 配水本管：130 km (4) 配水管：370 km (5) コンサルティング・サービス：a) 詳細設計 D/D； b) 施工監理（329 M/M）	(1) 計画通り (2) コントロールシステム 5 基追加 (3) 216.4 km (4) 296 km (5) 計画通り	(2) 5 カ所のポンプ場で配水ポンプの効率的に稼働させるためコントロールシステムが追加された。



図1 プロジェクトサイト地図（実績）

2.2.2 期間

表2は、審査時の計画と事後評価時の実際の期間を比較したものである。配管部分は大きく遅延したものの、上水生産部分は予定通り完了した。遅延の主な原因は、(i)BMAからの工事許可取得の遅延、(ii)1995年11月の洪水による工事停止、(iii)97年のアジア経済危機によるコントラクターのキャッシュフローの問題等であった。

表2 審査時計画および実績（期間）

フェーズ	計画	実績
第4次-(2)	1993年1月～1996年6月 (42カ月)	1993年1月～2000年6月 (90カ月)
第5次	1993年1月～1996年4月 (40カ月)	1993年1月～2002年1月 (109カ月)
配水網	1993年9月～1998年2月 (54カ月)	1993年9月～2004年9月 (133カ月)

2.2.3 事業費

表3は、審査時の計画と事後評価時の実際の事業費を比較したものである。3事業すべてについて、実績は当初予算の範囲内であった。こうしたコストアンダーランは、主に(i)入札におけるコントラクター間の激しい競争、および(ii)現地通貨の下落によるものである。

表 3 審査時計画および実績（事業費）（百万円）

フェーズ	計画		実績	
第 4 次-(2)	¥ 22,955	外貨 ¥ 8,066	¥ 13,388	外貨 ¥ 6,440
		内貨 ¥ 14,889		内貨 ¥ 6,948
第 5 次	¥ 39,084	外貨 ¥ 16,017	¥ 20,335	外貨 ¥ 5,057
		内貨 ¥ 23,067		内貨 ¥ 15,278
配水網	¥ 20,522	外貨 ¥ 5,599	¥ 12,206	外貨 ¥ 3,319
		内貨 ¥ 14,923		内貨 ¥ 8,887

2.3 有効性

2.3.1 生産量の増加

図 3 に示すとおり、マハサワット浄水場は 1996 年の運転開始以来、順調に稼働しており、平均稼働率は 70% を超えている。⁴2003 年の水生産量は、計画値の 85.8% にまで達している。00 年には、続く第 6 次上水道整備事業により、さらに 40 万 m³/日の生産能力が加わった。

03 年にマハサワット浄水場で処理した水量は、MWA の総水生産量の 14.5% にあたる。バンケン

浄水場への依存度を弱め、バンコク首都圏の西部地区を供給地域とするマハサワット浄水場の設置は、MWA のシステム全体に非常に重要な変化をもたらした。



図 2 マハサワット浄水場

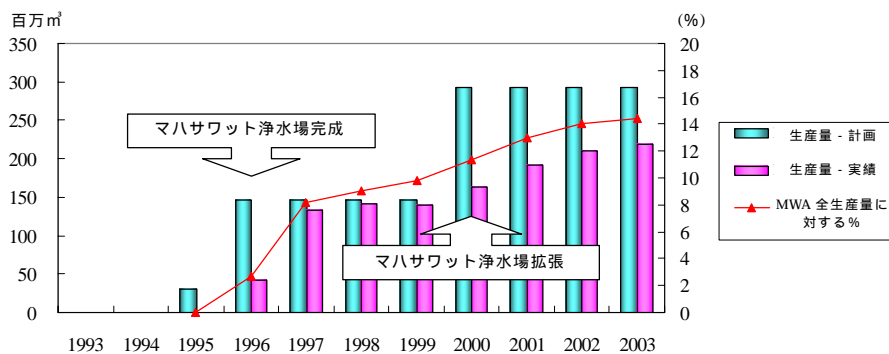


図 3 審査時計画および実績（水生産量）（出典：MWA）

2.3.2 バンコク首都圏の給水サービスの改善

表 4 に示すとおり、MWA は 1993 年の事業開始以来、給水サービス全体の改善を図ってきた。しかしアジア経済危機が、人口増加の流れ（2003 年予測 1,130 万人、実績 780 万人）やバンコク首都圏の商工業活動にマイナスの影響を与えたことが大きな要因となり、給水人口と総販売水量の実績は、当初の計画を下回った。

⁴ 稼働率= 1 日当たり平均生産量 / 設備能力 × 100

その一方で、給水人口割合と給水面積では計画を上回っていることから、MWA が不利な社会経済状況下にあっても、順調に給水能力を増強させたことがうかがえる。

表 4 審査時計画および実績（給水サービス）

年度	事業実施期間*			給水人口 (千)		給水人口割合 (%)		給水面積 (km ²)		総販売水量 (百万 m ³)	
	4	5	NS	計画	実績	計画	実績	計画	実績	計画	実績
1993				6,559.0	5,583.0	76.4	77.7	780.0	784.4	965.8	836.1
1994				6,790.0	5,792.0	76.8	80.0	810.0	822.3	1,071.0	816.1
1995				7,023.0	5,959.0	77.2	82.2	850.0	892.9	1,178.5	870.3
1996				7,258.0	6,124.0	77.6	83.7	890.0	968.9	1,171.6	911.2
1997				7,495.0	6,307.0	78.0	85.7	940.0	1,096.4	1,193.1	944.7
1998				7,789.0	6,369.0	78.7	85.6	1,000.0	1,129.3	1,334.3	914.8
1999				8,088.0	6,232.0	79.4	85.3	1,030.0	1,148.4	1,352.3	856.6
2000				8,390.0	6,345.0	80.1	84.2	1,060.0	1,242.7	1,445.4	880.3
2001				8,697.0	6,500.0	80.8	85.3	1,090.0	1,279.5	1,445.4	929.5
2002				9,007.0	6,703.0	81.5	86.9	1,120.0	1,448.8	1,554.9	969.4
2003				9,322.0	6,931.0	82.2	87.5	1,150.0	1,515.1	1,554.9	1,013.9

* 4 = 第 4 次-(2)、5 = 第 5 次、NS = 配水網

(出典：MWA)

一方、無収水（NRW）率の目標値は達成されていない（図 4）。NRW 率は、93 年の 31.9% から 97 年には 43.1% と急激に増加しているが、これは生産水量の増加に伴って配管の水圧が上昇したことによる。ただし、97 年のピーク後、MWA では数々の対策を通じて NRW の減少に成功している。そうした対策として、本事業の配管部分や最近の水損失改善事業（02～05 年）があげられる。⁵

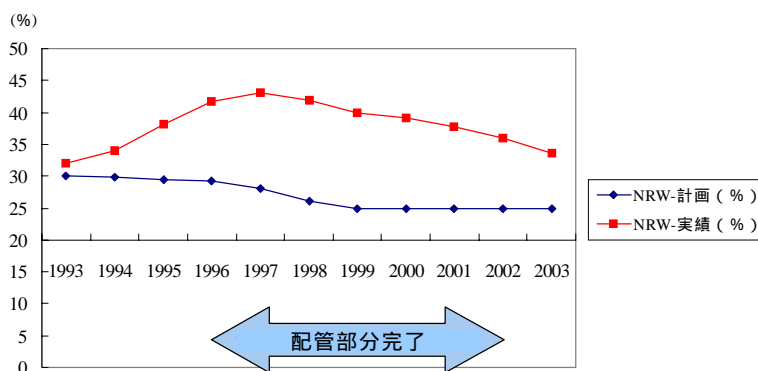


図 4 審査時計画および実績（無収水率）(出典：MWA)

受益者調査の結果によると、受益者は総じて本事業がもたらした変化に満足している（図 5 参照）。⁶ 回答者のうち、水の利用しやすさと水供給の安定性につい

⁵ 同事業は、NRW 率を 2006 年までに 30% 以下にすることを目標にしている。具体策として、配水施設の改良や IT 向上による自動コントロールシステムの導入等が掲げられている。

⁶ 受益者調査は、本評価の一環として、本事業による MWA の給水サービスの改善およびその結果としてのバンコク首都圏の環境改善への寄与を測るために実施された。4 つの地域を選び、それぞ

て、「大きく改善した」または「改善した」と答えた割合は、それぞれ 86.5%と 85.5%にのぼる。

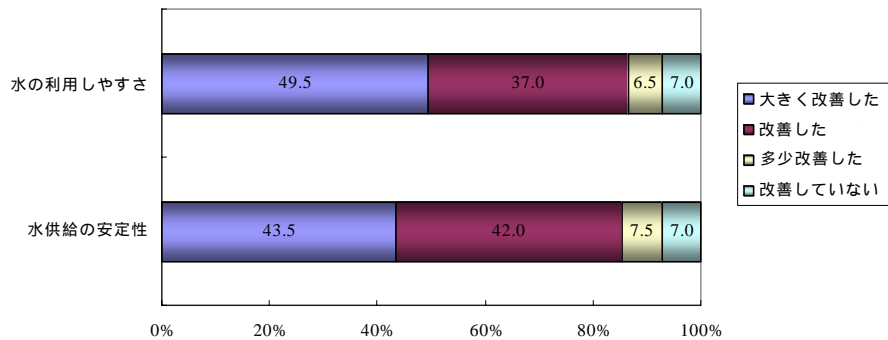


図 5 受益者聞き取り調査（給水サービスの改善）（対象者数 200）

こうした改善は、他の給水セクター事業、たとえば西岸原水路事業（93～02年）、水道管網改善事業（94～03年）、第6次上水道整備事業（95～06年）、同第7次事業（99～06年）の実施によって可能になったことに留意すべきである。

2.3.3 水質の改善

本事業は、MWAの水質改善にも寄与した。現在、水質は1993年のWHO国際飲料水基準に関する勧告に基づいて定められた基準を満たしている（表5参照）。

表 5 MWAの水質基準

項目	MWA
大腸菌	なし
色度	15
濁度	5
ヒ素	0.01mg/l

（出典：MWA）

このことは、受益者調査で回答者の91.0%が水質について「大きく改善した」または「改善した」と評価していることからわかる。

2.3.4 財務の再評価

第4次事業、第5次事業、配水網事業について、財務的内部収益率（FIRR）を再計算したところ、それぞれ12.8%、5.0%、10.7%となった（表6）。⁷ これらの

れ任意に選ばれた50人に対して聞き取りを行った。対象地域は、第4および第5次事業についてはバンコク外環道路とラッカバン、配水網事業についてはパホンヨーティンとスリナカリンドラである。これらはMWAと協議して決定した。

⁷ 審査時のFIRR計算では、建設費および維持管理費（全事業）をコストとし、水販売収入の増分（全事業）および水損失の減少（第4次事業および配水網事業のみ）、エネルギー消費の節約（配水網事業のみ）を便益とした。本評価の再計算に際しては、同じ条件を採用した。第4次事業に関するこれらの評価には、第I期および第II期の両方が含まれている。

数字は審査時に予測された FIRR を上回っているが、主な理由は (i) 事業費の減少、および (ii) 人員削減(すなわち従業員当たり顧客数の増加)と IT 導入による運転効率の向上による維持管理 (O&M) 費の減額である。

表 6 審査時計画および実績 (FIRR)

フェーズ	計画	実績
第 4 次事業	5.4%	12.8%
第 5 次事業	4.7%	5.0%
配水網事業	4.5%	10.7%

2.4 インパクト

2.4.1 衛生面の改善

バンコク首都圏は長い間衛生状態が悪く、したがって水由来の疾病の発生率が高かった。受益者調査の結果は、受益者が本事業の寄与を認識していることを明確に示していないが、10 万人当たりの急性下痢の発生件数は、ピークだった 1998 年の 877.58 件から 2002 年には 676.98 件まで減少している。⁸

こうした傾向は、配水本管および配水管の改修工事と時を同じくして始まっており、したがって本事業はバンコク首都圏の衛生状態の改善に役立ったと考えられる。

2.4.2 商工業活動の振興

本事業は、バンコク都市圏の商工業活動も増進させたと思われる。商工業活動へのプラスのインパクトは、特に第 4 次事業でラッカバン配水ポンプ場が建設された地域で顕著である。この地域では、2000 年から 02 年にかけて年平均 GRDP 成長率 7.48% を記録したが、これは全国平均 3.17% の 2 倍を超えている。



図 6 ラッカバンポンプ場

2.4.3 地下水使用の減少

表 7 に示すとおり、地下水使用量は、1990 年代なかばには 23 万 8,400 m³/日であったものが、2004 年にはゼロになった。これは主に、(i)複数の MWA 事業、特に配水網事業により、中央給水システムの給水面積が広がったことと、(ii) 政府が 03 年に地下水法を改正し、地下水使用に関する規則の適用を徹底したことによるものである。年間 3 cm を超える地盤沈下の発生面積は、大幅に減少した。

⁸ 本事業が近隣の水由来疾病を減少させたかとの質問に対し、回答者の 18.5% が「そう思う」と答えたのに対し、4.5% が「そう思わない」、77.0% が「わからない」としている。

表7 バンコク首都圏の地下水使用量（1000 m³/日）

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
120.3	191.8	238.4	251.8	214.3	109.3	21.0	24.0	12.0	11.4	7.1	0.0

（出典：MWA）

2.5 持続性

2.5.1 実施機関

2.5.1.1 技術

MWA は、事業の有効性を維持させるだけの十分な技術力を有している。個々の従業員の技術力をさらに高めるため、MWA では、水道技術訓練センター（NWTTI）⁹や外部機関において各種研修プログラムを実施している。また MWA は、ISO 9001 認証取得やその他の方策により、管理能力の向上に努めている。

2.5.1.2 体制

本事業の施設および設備の維持管理は、バンケン浄水場局、マハサワットノトンプリ浄水場部、浄水・配水システム局等、生産・送水担当副総裁下の複数の部署が担当している（図7参照）。

水道料金等の重要事項は、理事会が内務大臣と協議のうえで決定する。¹⁰

⁹ NWTTI は、1988年に日本政府の無償資金協力によって設立された。

¹⁰ MWA の料金体系は、家庭用と事業/政府用で異なる。いずれも消費量に比例した料金区分となっており、最低料金は家庭用が 8.50 バーツ/m³（23.3 円）、事業/政府用が 9.50 バーツ（26.0 円）である。クアラルンプールでは家庭用の最低料金が 0.75 リンギット（20.0 円）、工業・商業用が 1.80 リンギット（51.4 円）、ジャカルタでは家庭用の最低料金が 1,335 ルピー（15.2 円）、商業・工業用が 5,200 ルピー（59.4 円）となっている。

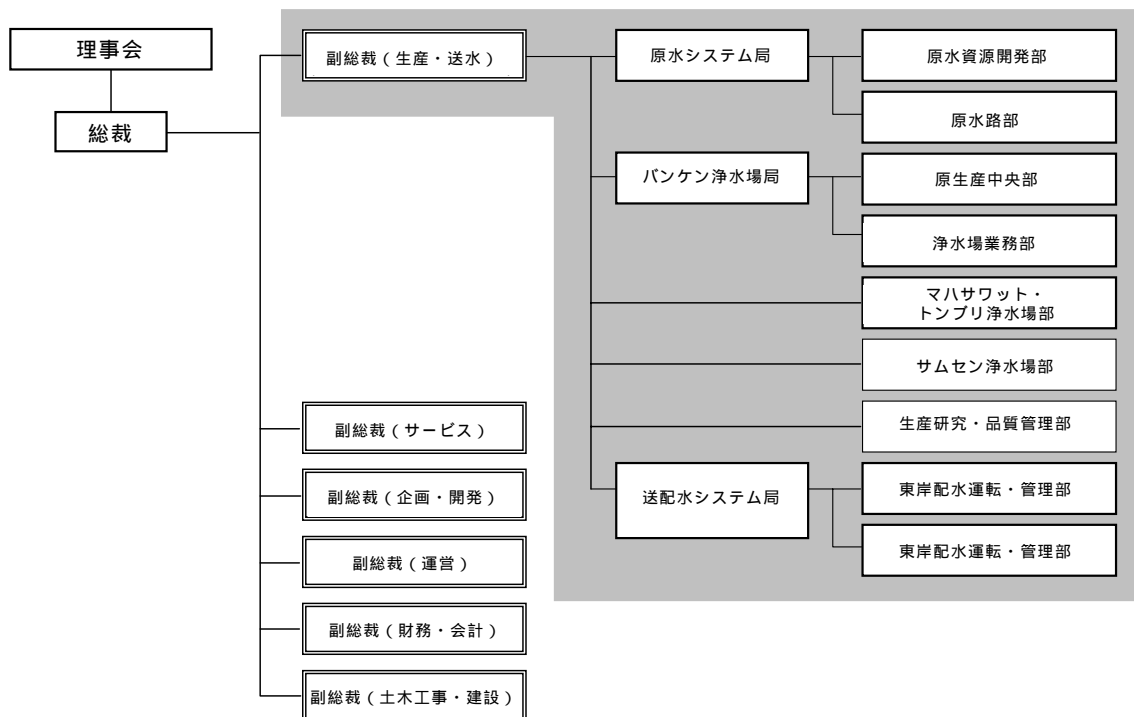


図 7 維持管理組織図

2.5.1.3 財務

表 8 は、MWA の過去 3 年間の主な財務指標を示したものである。全体的に財務状況は安定しており、20%を超える当期利益率と 40%を超える自己資本比率は、いずれも事業施設の持続性を確保できるレベルである。1997 年、98 年、99 年の値上げにより、MWA の実効料金は 94 年の 7.14 パーツ/m³ から 11.88 パーツ/m³ に引上げられたことが、財務実績に寄与している。

表 8 主要財務指標

年度	総収入 (百万パーツ)	営業収入 (百万パーツ)	純利益 (百万パーツ)	自己資本比率 (%)
1992	5,653	1,542	1,670	44.3
2001	12,083	3,142	2,660	37.7
2002	12,766	3,613	3,669	43.0
2003	13,992	4,200	3,536	45.7

(出典 : MWA)

2.5.2 維持管理

本事業により建設された施設の維持管理状況は、おおむね良好である。

3. フィードバック事項

3.1 教訓

なし。

3.2 提言

なし。

主要計画 / 実績比較

項目	計画	実績
(1)アウトプット - バンコク上水道整備事業 第4次-(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原水導水路の拡幅(サムラ原水ポンプ場~バンケン浄水場): 17.8 km ・ 導水ポンプ(バンケン浄水場): 348 m³/分 ・ ラッカバン配水ポンプ場: 111 m³/分; 受変電設備: 7,500 KVA ・ 送水管: 20.5 km ・ 配水本管: 56.7 km ・ 配水管: 600 km ・ 配水管リハビリ: 163 km ・ コンサルティングサービス: 1,662 M/M 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中止 ・ 計画通り ・ 計画通り ・ 計画通り ・ 18.1 km ・ 819 km ・ 310 km ・ 計画通り
- バンコク上水道整備事業 第5次	<ul style="list-style-type: none"> ・ マハサワット浄水場: 400,000 m³/d 日 ・ 配水本管: 109.5 km ・ 配水管: 1,000 km ・ コンサルティングサービス: 1,720 M/M 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画通り ・ 219.5 km ・ 669.3 km ・ 計画通り
- 配水網改善事業	<ul style="list-style-type: none"> ・ バンケン配水ポンプ場(配水池: 40,000 m³; 受変電設備: 7,500 KVA) ・ 配水ポンプ: 7 ・ 配水本管: 130 km ・ 配水管: 370 km ・ コンサルティングサービス: 329 M/M 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画通り ・ 5基(コントロールシステムを追加) ・ 216.4 km ・ 296 km ・ 計画通り
(2) 期間 - 第4次-(2)	1993年1月~1996年6月	1993年1月~2000年6月
- 第5次	1993年1月~1996年4月	1993年1月~2002年1月
- 配水網	1993年9月~1998年2月	1993年9月~2004年9月
(3) 事業費 - 第4次-(2)		
外貨	80億6,600万円	64億4,400万円
内貨	148億8,900万円	69億4,800万円
合計	229億5,500百万円	133億8,800万円
うち円借款分	88億3,600百万円	65億4,800万円
換算レート	(1円 = 0.196 パーツ)	(1円 = 0.399 パーツ)
- 第5次		
外貨	160億1,700万円	50億5,700万円
内貨	230億6,700万円	152億7,800万円
合計	390億8,400万円	203億3,500万円
うち円借款分	81億3,300万円	51億2,700万円
換算レート	(1円 = 0.196 パーツ)	(1円 = 0.370 パーツ)
- 配水網		
外貨	55億9,900万円	33億1,900万円
内貨	149億2,300万円	88億8,700万円
合計	205億2,200万円	122億600万円
うち円借款分	55億9,900万円	37億3,500万円
換算レート	(1円 = 0.226 パーツ)	(1円 = 0.379 パーツ)