

0. 要旨

本事業は、バンコク首都圏のチャオプラヤー川両岸において、バランスの取れた上水道システムを構築するとともに増加する上水需要に対応するため、浄水場や送水トンネル等を整備した事業であった。本事業は審査時及び事後評価時のタイの開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策と合致していることから、妥当性は高い。事業実施面では、事業内容には一部変更が加えられたが、事業効果の発現のためには適切な変更であり、事業費も計画内に収まった。しかし、政策の変更等の影響により事業期間が計画を大幅に超過したことから効率性は中程度である。事業効果に関しては、大部分の定量的な指標が目標値を達成しているほか、定性的効果も十分に達成された。また、インパクト面でも本事業が地下水揚水の抑制に貢献していることや住民の生活が便利になったことが確認された。そのため、本事業の有効性・インパクトは高い。持続性については、本事業の運営・維持管理に係る体制・技術・財務及び運営・維持管理状況全てにわたり問題は見られず、本事業によって発現した効果の持続性は高いといえる。

以上より、本事業の評価は非常に高い。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業で拡張したマハサワット浄水場

¹ 本報告書では、「第7次バンコク上水道整備事業（I）」を「第1期」、「第7次バンコク上水道整備事業（II）」を「第2期」と表記する。

1.1 事業の背景

バンコク首都圏の人口増大に伴い、最大需要量は1999年の426万m³/日から2007年には542万m³/日になることが予想されていた。当時のバンコク首都圏の上水道システムは、チャオプラヤー川東岸地区にあるバンケン浄水場の浄水能力に依存しており、同浄水場で生産された上水は既設の送水トンネル、配水管を経て供給されているが、同送水トンネルについてはその構造・老朽化のために漏水が発生しており、生産された上水の送水能力が十分に発揮されていなかった。また、西岸地区では東岸地区から上水が供給されていたが、同地区では人口成長が見込まれており、それに伴う需要増への対応も求められていた。さらにバンコク首都圏では地下水が過度に利用されている地域において地盤沈下が著しいことから、政府は地下水利用抑制・上水利用への転換を図ってきた。

したがって人口増加、地盤沈下対策のための地下水利用からの転換により上水道給水需要の増加に対応するためには、バンコク首都圏全体としてバランスの取れた浄水・送水・配水ネットワークを構築することが必要であった。首都圏水道公社（Metropolitan Waterworks Authority、以下「MWA」という）は「第7次バンコク上水道整備事業」としてこれを進めており、本事業は同事業を支援するものであった。

1.2 事業概要

バンコク首都圏において、浄水・送水能力を強化することによりバランスの取れた上水道システムを構築するとともに増加する上水需要への対応を図り、もって公衆衛生の向上と生活環境の改善に寄与する。

【円借款】

| | |
|-----------------------|---|
| 円借款承諾額/実行額 | (第1期) 12,608 百万円 / 5,752 百万円 (第2期) 9,601 百万円 / 6,641 百万円 |
| 交換公文締結/借款契約調印 | (第1期) 1999年9月 / 1999年9月 (第2期) 2000年9月 / 2000年9月 |
| 借款契約条件 (第1期・第2期同一) | 金利 1.70% (本体契約) 0.75% (コンサルティング・サービス) 返済 25年 (うち据置7年) (本体契約) 40年 (うち据置10年) (コンサルティング・サービス) 調達条件 一般アントайд (本体契約) 二国間タイト (コンサルティング・サービス) |
| 借入人/実施機関 | 首都圏水道公社 / 首都圏水道公社 |
| 貸付完了 | 2006年1月 (第1期) 2013年4月 (第2期) |

| | |
|-----------------------------------|--|
| <p>本体契約</p> | <p>(第1期) 土木工事：Sino-Thai Engineering and Construction Public Co., Ltd. (タイ)、OTV SA (フランス) / Summit Grade Limited Partnership (タイ) (第2期) 土木工事：Italian-Thai Development Public Company Limited (タイ) 資機材供給：Joint Venture TPS (タイ)</p> |
| <p>コンサルタント契約</p> | <p>(第1期) 日水コン (日本) / TEAM Consulting Engineering and Management Co., Ltd. (タイ)</p> |
| <p>関連調査 (フィージビリティ・スタディ：F/S) 等</p> | <p>バンコク上水道再修正マスター・プラン (1990年 Safege Consulting Engineers (フランス)、Thai DCI Co. (タイ))</p> |
| <p>関連事業</p> | <p>【技術協力】 水道技術訓練センタープロジェクト (1985～1991年) 水道技術訓練センタープロジェクト (II) (1994～1999年) 「第8次バンコク上水道整備事業」円借款附帯プロジェクト (2010～2013年)</p> <p>【円借款】 バンコク上水道整備事業 (1-2) (1979年6月) バンコク上水道改善事業 (2-1) (1984年9月) バンコク上水道整備事業 (2-1-(2)) (1985年10月) バンコク上水道リハビリテーション事業 (1988年11月) バンコク上水道整備事業 (第2期第1次B) (1988年11月) バンコク上水道整備事業第4次-(1) (1991年9月) バンコク上水道整備事業 (第4次-(2)、第5次) (1993年1月) バンコク上水道配水網改善事業 (1993年9月) バンコク上水道整備事業 (第6次) (1994年9月) 第8次バンコク上水道整備事業 (2009年12月)</p> <p>【無償資金協力】 水道技術訓練センター計画 (1985～1986年)</p> <p>【その他国際機関、援助機関等】 世界銀行：バンコク上水道整備事業 1-1 (1974年) アジア開発銀行：バンコク上水道整備事業 1-1 から 2-1 の間に合計3度 (1974～1984年)</p> |

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

西川 圭輔（株式会社日本経済研究所）

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：2015年8月～2016年10月

現地調査：2015年12月15日～29日、2016年3月9日～16日

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査当時の国家開発計画は、「人間中心の開発」を基本コンセプトとした「第8次国家経済社会開発5カ年計画（1997～2001年）」であった。同計画では、経済的な競争力の強化を通じた人間開発及び生活の質の向上、といった戦略を含む7つの開発戦略が掲げられていた。同計画においては、バンコク首都圏の上水道セクターに対して、「経済性、効率性、優先性、公正性をもとに水資源管理を進めること」など、5つの基本方針が定められていた。また、1990年に策定された「バンコク上水道再修正マスタープラン」（再修正マスタープラン）では、2015年までに送水管を全長126.6kmまで延長するとともに、2017年までに配水管網を34,700kmに延長することが計画されていた。地盤沈下の問題についても、地下水の消費を代替するため、管渠網を構築し上水を供給していくとしていた。

事後評価時の開発計画である「第11次国家経済社会開発5カ年計画（2012～2016年）」においては、経済改革を通じた質の高い成長及び持続性の確保という戦略を含む6つの戦略が掲げられている。その中で、水道分野については、都市・農村地域において質・量の両面における上水供給能力の強化を進めることなどが開発の方向性として挙げられている。また、再修正マスタープランは、事後評価時においても引き続き有効であった。

以上のとおり、審査時の「第8次国家経済社会開発5カ年計画」においても事後評価時の「第11次国家経済社会開発5カ年計画」においても、上水供給の改善を目指すという国家計画の方向性には変更はない。上水道セクターの全体計画についても審査時から事後評価時にわたって変更はなく、上水供給網の拡充が一貫して掲げられている。したがって、バンコク首都圏において地盤沈下の解消を含む上水・送水能力を強化した本事業は審査時・事後評価時の開発政策に合致しているといえる。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の審査当時、バンコク首都圏の上水供給においては、既存の浄水システムにおける漏水、チャオプラヤー川西岸地区における需要の増加、地下水から地表水利用への転換による上水道給水需要の増加といった課題に対応するために、バンコク首都圏全体としてバランスの取れた浄水・送水・配水ネットワークを構築することが必要とされていた⁴。

事後評価時に、これらの課題について MWA に確認したところ、チャオプラヤー川を挟んでバンコク首都圏の東西地域の両方でバランスの取れた浄水・送水・配水ネットワークを確立することは、西岸地域の需要の伸びに対応するためのみならず、危機が発生した際に東西間で水を融通し合うという危機管理の観点からも重要な課題であるとのことであった。また、維持管理作業を着実にを行うためには、上水生産能力に余裕を持たせることも必要であり、ネットワークの確立は安定的な上水供給の実現のために不可欠であるとのことであった。したがって、チャオプラヤー川西岸地区の上水生産能力の増強や、東岸・西岸の間の送水トンネルの整備を行った本事業は、審査時・事後評価時の開発ニーズに対応するものであった。

また、バンコク首都圏の水需要、供給能力、水栓接続数は以下のとおり推移している。

表 1 バンコク首都圏の水需要、供給能力、接続数

| | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 水需要量 (百万 m ³ /年) | 1,173 | 1,224 | 1,251 | 1,250 | 1,282 | 1,282 | 1,317 | 1,361 | 1,377 | 1,406 |
| うち東岸 | 792 | 832 | 851 | 846 | 865 | 866 | 893 | 923 | 930 | 949 |
| うち西岸 | 381 | 392 | 400 | 404 | 417 | 416 | 424 | 438 | 447 | 457 |
| 水供給能力 (百万 m ³ /日) | 5.52 | 5.52 | 5.52 | 5.52 | 5.52 | 5.52 | 5.52 | 5.92 | 5.92 | 5.92 |
| 接続水栓数 (千) | 1,743 | 1,804 | 1,860 | 1,920 | 1,965 | 2,018 | 2,060 | 2,114 | 2,171 | 2,227 |
| うち東岸 | 1,016 | 1,051 | 1,081 | 1,115 | 1,138 | 1,167 | 1,191 | 1,218 | 1,252 | 1,282 |
| うち西岸 | 727 | 754 | 779 | 805 | 827 | 850 | 870 | 895 | 920 | 945 |
| バンコク首都圏 人口(百万人) | - | 11.22 | 11.28 | 11.33 | 11.39 | 11.41 | 11.46 | 11.53 | 11.60 | 11.67 |

出所：実施機関提供資料

表 1 に示されるとおり、2006 年から 2015 年にかけての水需要量は 20%⁵、接続水

⁴ JICA 提供資料によると、1998 年に 756 万人だったバンコク首都圏の人口は 2010 年には 1,023 万人に増加することが見込まれていた。それに伴い、上水の日最大需要量も 1998 年の 469 万 m³/日から 2010 年には 612 万 m³/日へと増加することが予想されていた。

⁵ 2008 年から 2009 年にかけて水需要は 30 万 m³ 減少したが、実施機関によると、これは 2008 年 9 月以降に世界的金融危機が継続的に発生した影響を受け、経済成長が鈍化したためとのことであった。

栓数は 28%と、人口の増加を大きく上回る伸びを示している。特に西岸の接続水栓数は 30%と東岸を大きく上回る伸びを示しており、供給能力を増強した本事業は、このような需要の増加に対応した事業であるといえる。したがって、バンコク首都圏の西側地域において上水道網を整備する重要性は、審査時も事後評価時も変わらず高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

国際協力機構（JICA）が 1999 年に策定した「海外経済協力業務実施方針」では 3 つの重点分野が挙げられており、そのひとつに「貧困削減と経済・社会開発への支援」が掲げられていた。また、JICA の「対タイ国別業務実施方針」（2000 年策定）においても、上水道セクターは重点的に支援する分野とされていた。さらに、2000 年 3 月に策定された日本の「対タイ国別援助計画」においても経済基盤整備が重点分野とされ、経済インフラ整備が含まれていた。

このように、上水道の整備は、経済・社会インフラの整備や産業の育成による持続的な経済成長と、貧困対策、社会開発等を通じた経済成長の成果の公正な分配の双方を支援するとされていたことから、本事業にて実施した社会インフラ整備や社会開発はこれらの方針と整合性があるといえる。また、国別援助計画や国別業務実施方針で、上水道分野は経済基盤の整備の観点から重点的に支援する分野とされており、全体として審査時の日本の援助政策との高い整合性が認められる。

以上のとおり、本事業は審査時及び事後評価時のタイの開発計画及びニーズに合致しているほか、審査時の日本の援助政策とも整合していることが確認された。したがって、本事業の妥当性は高いと判断される。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業では、第 1 期及び第 2 期を通じて、西岸のマハサワット浄水場及び東岸のバンケン浄水場の拡張、送水トンネルの敷設・改修及び配水本管の敷設等が行われた。計画・実績内容を整理すると表 2 のとおりであった。

表 2 本事業の計画・実績内容

| 事業内容 | 計 画 | 実 績 |
|--------------------|--|---|
| 【第 1 期】 | | |
| マハサワット浄水場 拡張工事等 | 浄水能力 40 万 m ³ /日 拡張 電力設備関連機器調達・据付 関連ポンプ機器調達・据付（タチン原水ポンプ 場：1 基、マハサワット原水ポンプ場：3 基、マ ハサワット送水ポンプ場：1 基、ペッカセム配 水ポンプ場：1 基） | タチン原水ポンプ場のポン プ機器は設置なし。それ以 外は計画どおり実施 |
| 送水トンネル敷設工 事 | ナコンインドラプロジェクトロード～タブラポ ンプ場間約 3km。口径 2,500mm | 計画どおり実施 |
| バンケン浄水場拡張 工事等 | 浄水能力 40 万 m ³ /日 拡張 サムラエ原水ポンプ場拡張工事 バンケン送水ポンプ場拡張工事 関連ポンプ機器調達・据付（サムラエ原水ポン プ場：1 基、バンケン原水ポンプ場：1 基、バン ケン送水ポンプ場：3 基） | 計画どおり実施 |
| 無収水対策工事 | コンサルティング・サービスに基づいて行われ る無収水対策パイロットプロジェクトに関する 土木工事 | 計画どおり実施 |
| コンサルティング・サ ービス | 浄水場拡張・送水トンネル敷設工事等に係る詳 細設計、入札補助、施工監理、環境モニタリン グ等 無収水対策パイロットプロジェクトに係る調 査、事業計画策定、入札補助、施工監理、環境 モニタリング等 | 計画どおり実施 |
| 【第 2 期】 | | |
| 既存の送水トンネル の改修 | バンケン浄水場からの送水トンネルのうち損傷 している 3 区間の改修（合計 13.6km）にスチー ルライニングを施す工事 | ルンピニ弁室～ルンピニ間 の 0.18km の改修追加。それ 以外は計画どおり実施 |
| 主要配水本管の敷設 | 総延長 161km の配水本管の敷設（新規 106km、 交換 55km） | 計画どおり実施 |
| コンサルティング・サ ービス | 送水トンネル改修に係る入札補助・施工監理・ 環境保全対策に係る助言 | 計画どおり実施 |

出所：JICA 提供資料、実施機関へのヒアリングより作成

第 1 期のタチン原水ポンプ場においてポンプ機器を設置しなかったのは、MWA に
よると、技術的な詳細調査を行ったところ、ポンプを用いて圧力水頭を上げること
なく、上流にあるポンプ場から下流にあるマハサワット浄水場に送水できることが
判明したためであった。したがって、タチン原水ポンプ場からマハサワット浄水場
に送水するためのポンプは当面不要との判断がなされたが、実際にマハサワット浄
水場に送られる水量に問題はないとのことであった。また、第 2 期のルンピニ弁室

～ルンピニ間の送水トンネル0.18kmの追加改修については、詳細設計の段階になり、この区間についても漏水が発生していることが判明し、改修工事の対象として追加されたのが主な理由とのことであった。

第1期、第2期ともに、詳細調査の段階で原水ポンプ場のポンプ機器設置の削除や送水トンネルの追加改修が必要になったものであり、事業効果の発現にとってマイナス影響が生じた変更ではない。そのため、これらの変更には問題はないと判断される。それ以外のアウトプットについては、地下に埋設された送水トンネル以外のサイト訪問をしたところ、全て実施されたことが確認された。



バンケン浄水場（本事業での拡張部分）



本事業で設置したポンプ
(ペッカセム配水場)

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の事業費は、第1期は円借款供与額12,608百万円を含む17,254百万円となること、第2期は円借款供与額9,601百万円を含む15,253百万円となることが計画されていた。それぞれの期について、計画と実績を比較すると表3のとおりとなった。

表3 事業費の計画・実績比較（全体・借款対象額別）

（単位：百万円）

| | 計画 | | 実績 | |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| | 全体 | うち借款対象 | 全体 | うち借款対象 |
| 第1期 | 17,254 | 12,608 | 9,126 | 5,752 |
| 第2期 | 15,253 | 9,601 | 12,041 | 6,641 |
| 合計 | 32,507 | 22,209 | 21,167 | 12,393 |

出所：JICA提供資料、実施機関提供資料

審査時の予定額は予備調査に基づく金額であったが、詳細設計段階で費用が削

減された⁶こと、その後のそれぞれの工事パッケージの入札における企業間の競争があったこと、また当初の想定工事数量に対して実際の工事数量が少なく済んだことにより、全体的に価格は抑制された⁷。

詳細設計や入札の結果、原水ポンプ場のポンプ機器設置の削除や送水トンネルの追加改修があったが、第1期と第2期を合わせた総事業費の実績額は21,167百万円であり、対計画比65%に収まった。

3.2.2.2 事業期間

本事業は第1期が1999年9月～2004年9月の61カ月間、第2期が2000年9月～2006年2月の66カ月間、合わせて1999年9月～2006年2月の78カ月間とすることが想定されていた。表4に計画期間と実績期間を一覧で示す。

表4 事業期間の計画・実績比較

| | 計画 | 実績 | 対計画比 |
|-----|---------------------------|----------------------------|------|
| 第1期 | 1999年9月～2004年9月 (61カ月) | 1999年9月～2007年9月 (85カ月) | 139% |
| 第2期 | 2000年9月～2006年2月 (66カ月) | 2000年9月～2014年3月 (163カ月) | 247% |
| 全体 | 1999年9月～2006年2月 (78カ月) | 1999年9月～2014年3月 (175カ月) | 224% |

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

上表に示すとおり、本事業は第1期・第2期共に計画期間を超過した。その主な理由は以下のとおりであった。

【第1期】

- ・ 2003年12月に、バンケン浄水場の本事業対象外施設である敷地内の干拓堤防が決壊し、汚泥が工事区域に流入した。その結果、復旧作業に18カ月の期間を要し、それに伴う関連工事も遅れたことにより、全体として24カ月の遅延を招いた。

【第2期】

- ・ 本事業実施中にタイ政府がバンコク首都圏南東部において井戸の掘削を禁止したことに伴い、当該地域において上水に対する需要が大幅に増加した。

⁶ 例えば、タチン原水ポンプ場のポンプ削除により、事業費は458百万円削減された。また、ルンピニ地区の送水トンネル改修の追加に関しても、他の工事区間を含む当該契約パッケージは、2,981百万円の計画額に対して、実際は変更命令を含めても工事費は2,203百万円に収まった。

⁷ 後述の通り、2003年12月にバンケン浄水場の堤防が決壊し汚泥が同送水ポンプ場の工事区域に流入したことにより、事業期間は計画を上回ることとなった。また、復旧のための工事等で費用は増加したが、送水ポンプ場への汚泥流入は本事業対象外施設（堤防）の決壊により発生したものであり、修復費用は本事業の事業費には含まれていない。

本事業では、送水トンネルの改修工事に伴い、一部の給水システムを遮断することが計画されていたが、その期間における南東部地域への送水能力の確保と給水システムの安定性に不安が持ち上がった。その結果、本事業対象の送水トンネルを改修する前に、MWA の独自予算で新たな送水トンネルを建設することとなり、それに4年の期間を要した。

- ・ 本事業では国際競争入札が行われたが、その手続きに大幅な遅延が発生した。
- ・ 2012年にバンコク周辺では大規模洪水が発生し、ある契約パッケージを受注していた企業が、建設サイトに水が流れ込まないように防護工事を行ったこと、資材や労働者の確保が困難であったこと、建設サイトへの道路が通行止めになったことなど、様々な影響を受け、当初の契約履行期限を守れなくなる見通しとなったことから、同企業の支援策（2012年3月及び5月の内閣決議）として工事契約期間が計210日間延長された。
- ・ 第8次バンコク上水道整備事業（2010年開始）におけるマハサワット浄水場の建設の遅れにより、本事業の送水トンネル（第2ルート）の改修工事の開始時期も延期の調整を行う必要が生じた。

以上のとおり、事業の遅延には様々な要因が絡んでいるが、第2期中に発生したバンコク周辺での大規模洪水は数十年に1度の規模のものであると言われており、影響が広範囲に及んだものであることから、事業期間の算出においては、210日の延長分は差し引くこととした。

したがって、第1期と第2期を合わせて考えると、計画期間1999年9月～2006年2月（78カ月）に対し、実績期間は1999年9月～2014年3月（175カ月）から7カ月分を引いた168カ月であったと判断される。したがって、事業期間は対計画比215%であり、計画を大幅に上回った。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

財務的内部収益率（FIRR）

本事業審査時、第1期のFIRRは16.2%、日本の支援を含む「第7次バンコク上水道整備事業」全体のFIRRは10.6%となることが想定されていた。一方で、第2期のFIRRは審査時に計算されていなかったことから、本事後評価では、「第7次バンコク上水道整備事業」全体でのFIRRの再計算を行った。審査時の計算と同様に、再計算のための便益としては、水道料金、メーター設置費、設備費（水栓の敷設費）、費用としては建設費用、浄水費用、メーター読取り/料金徴収費用、メンテナンス費用、金利が前提条件とされ、プロジェクト・ライフは30年とした。

事後評価時に「第7次バンコク上水道整備事業」全体のFIRRを再計算したところ9.31%となり、加重平均資本コスト（7.82%）を上回る結果が導き出された。計画値

を下回った主な理由は、水道料金や新規接続費が引き上げられていないという要因が大きい。しかし加重平均資本コストを上回っていることから、適切な投資であったと考えられる。

本事業では、アウトプットは、タチン原水ポンプ場のポンプ機器の削除及び送水管の0.18 kmの延長という一部の変更があったが、前述のとおり、事業効果の発現を損なうような変更ではなく、適切であったといえる。それに伴う実際の総事業費は、対計画比65%となり計画内に収まった。一方で事業期間については、隣接する干拓堤防の決壊による汚泥の流入や、井戸の掘削禁止措置に伴う送水トンネル建設の停止期間が発生したこと等から、対計画比215%と大幅に超過した。

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、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性⁸（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果

本事業では、第1期の審査時には事業効果を測る指標が設定されていなかったが、1年後の第2期審査時には下表に示す運用指標及び効果指標が設定されたことから、事後評価ではこれらの指標の実績値を確認し、達成度を評価することとした。

表5 本事業の運用・効果指標の推移

| | | 基準値 | 目標値 | 実績値 | 実績値 | 実績値 | |
|----------|--|--------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------|
| | | 1999年 審査年 | 2007年 事業完成 1年後 | 2013年 事業完成 1年前 | 2014年 事業 完成年 | 2015年 事業完成 1年後 | |
| 運用 指標 | 平均上水供給量 (百万 m ³ /日) | 3.88 | 4.93 | 4.94 | 4.92 | 5.03 | |
| | 無収水率 (%) | 39.4 | 30.0 | 24.6 | 23.4 | 22.1 | |
| | 漏水率 (%) | 32.0 | 26.0 | データなし | | | |
| | ペッカセム配水場における以下の指標 | | | | | | |
| | 1. 供給量 (百万 m ³ /日) | 0.26 | 0.38 | 0.27 | 0.34 | 0.35 | |
| | 2. 水圧 (m) | 23.0 | 42.0 | 18.9 | 22.3 | 26.2 | |
| 効果 指標 | 上水道普 及率 (%) | 人口ベース | 64.0 | 67.0 | 99.0 | 99.3 | 99.5 |
| | | 面積ベース | 37.3 | 45.6 | 80.0 | 81.3 | データ なし |
| | 3. 供給不十分地域及び 未給水地域 (km ²) | 20.0 | 10.0 | データなし | | | |

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

⁸ 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。

審査時に目標値として掲げた 2007 年の数値は、事業完成 1 年後の目標値であるため、実際の本事業の完成 1 年後である 2015 年の数値と比較することとしたところ、平均上水供給量、無収水率、上水道普及率（人口ベース、面積ベース）は目標値を上回っていることが確認された。漏水率は MWA では記録しておらず、無収水率に含めて捉えているとのことであるが、無収水率が 22.1% であるため、実際の漏水率はそれよりも低い数値であると考えられる。

ペッカセム配水場からの供給量や水圧は計画値よりも低くなっているが、需要に応じて他の配水場からの供給を含めてリアルタイムに供給地域への十分な配水が行われている。給水ネットワーク全体で水の最適な供給を行っていることから、実質的に供給不足は生じておらず、ペッカセム配水場の余剰供給能力は、今後の水需要の増加への対応に用いられることとなる。また、給水地域についても、MWA の管轄範囲であるバンコク首都圏全体の人口ベースの普及率が 99.5%（2015 年）であることから、ほぼ全ての住民の居住区域に配水されていると推察される。

審査時に想定された指標以外に、最大上水供給量及び上水生産能力の推移を把握したところ、以下のとおりであった。

表 6 バンコク首都圏における上水生産・供給状況

| 指標 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 (完成年) | 2015 年 (事業完成 1 年後) |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|-----------------|--------------------------|
| 最大上水供給量 (百万 m ³ /日) | 5.17 | 5.31 | 5.43 | 5.42 | 5.42 |
| 上水生産能力 (百万 m ³ /日) | 5.52 | 5.52 | 5.92 | 5.92 | 5.92 |

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

上水生産能力は、本事業の実施により、バンケン・マハサワット両浄水場ともに 40 万 m³/日ずつ増加し、バンケン浄水場は 360 万 m³/日、マハサワット浄水場は 120 万 m³/日となった。他の小規模な浄水場と合わせて、2006 年以来バンコク首都圏の上水生産能力は 552 万 m³/日となり 2000 年代後半～2010 年代前半までの水需要を安定的に賄った。

なお、本事後評価では受益者調査⁹を実施し、上水供給の安定性や水質等について住民から意見を求めたところ、回答者の 95%が水道供給は「非常に安定」または「安定」と回答した。安定性は事業完成前と比べて「大きく向上」「少し向上」したとする回答者の割合は 81%であった。元々安定的であったため事業の実施前後で変化はないとした回答も別途 12%あった。水質についても、「良い」または「受け入れられる」という回答が 97%、水圧も「良い」または「受け入れられる」という回答が 96%

⁹ バンコク首都圏の 3 地域（各 40 名、有効回答数 120 名）を有意抽出法により抽出し、各地域で 3 つのグループに分かれて住民(75%)・商店(23%)・工場(2%)に対してインタビュー調査を実施した。

であった。このように、受益者調査からも、水道供給の安定性の向上、水質及び水圧に対する利用者の評価は非常に高いことが確認された。

以上のとおり、全体として本事業の審査時の目標値は予定より早く達成されている指標が多く、定量的な効果は概ね発現しているといえる。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

本事業の審査時、事業実施により、「チャオプラヤー川の東西岸のバランスの取れた上水道システムの構築」及び「効果的な無収水対策指針の提示」という 2 つの定性的効果が生み出されることが期待されていた。

1 点目の東西岸のバランスの取れた上水道システムの構築については、本事業の実施によりマハサワット浄水場の供給能力が 40 万 m³/日拡張され 120 万 m³/日の供給能力を有するようになったことにより、チャオプラヤー川西岸地域の需要が賄われるようになり、東岸からの水の融通が最小限になったことにより、水の供給が最適化されたといえる。

2 点目の無収水対策指針の提示については、本事業ではコンサルティング・サービスの一環としてパイロットプロジェクトがサトーン区トゥンマハメック副区で実施され、弁室の建設、漏水の修理、水道管の交換等を行うとともに、情報管理システムを用いて能動的な漏水管理、迅速な修理、水圧管理、インフラ管理を柱とした無収水管理が行われた。実施機関によると、この経験は関係者の無収水管理能力の全般的な向上につながったとのことである。本事業の研修以降は、技術協力プロジェクトや円借款附帯技術支援プロジェクトを通じた日本の自治体の水道局からの支援も受けつつ、独自に無収水管理を実施し、表 5 に示される無収水率の大幅な改善にもつながったと考えられる。その後、2012 年に MWA は「漏水管理マスタープラン」を策定し、国際水協会¹⁰の定めた基準に則った水の管理に努めている。したがって、本事業の審査時に想定した「無収水対策指針の提示」は行われたと判断される。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

審査時には、事業実施のインパクトとして、以下の内容が想定されていた。

- 配水本管の地下水利用地域への新規敷設・上水供給により地下水利用地区の地盤沈下防止が図られる。
- 送水トンネルの漏水防止により地下土地浸食を止め、道路の損傷等の二次的災害の防止が図られる。

¹⁰ 水の効率的な管理と水処理技術の向上を通して世界における安定かつ安全な水の供給及び公衆衛生に寄与することを目的に 1999 年に設立された非営利の国際団体。世界の約 130 カ国が加盟。

バンコク首都圏では地盤沈下が問題となっていた地域があり、その原因は過度な地下水の汲み上げであるとされていた。本事業の実施期間中にも、新規の井戸開設が禁止されたり、地下水揚水に対して課金が行われたりしてきた。地盤沈下対策は MWA ではなく天然資源環境省の管轄事項であるが、上水供給網整備を通じて MWA も課題の解決に貢献しているといえる。また、本事業等で送水トンネルを改修することにより漏水を防止する取り組みが行われており、これにより実際の地下の土地の浸食やそれによる道路陥没などの災害の防止につながるものと考えられる。

MWA によると、水道供給により地盤沈下が起こったという報告は住民からなされていないとのことであった。また、送水トンネルの漏水による道路の陥没といった事態も発生していないとのことであった。受益者調査においても、回答者の 78% が地盤沈下は発生していないと回答した。残りの 22% は、地盤沈下は依然として起こっているとの回答であった。地盤沈下に対するコメントとしては、一部の地域で発生しているが、以前よりは改善しているという意見が多く聞かれた。地下水の揚水が廃止されたわけではないことや、一部の地域では過去の揚水の影響が依然として出ていることが要因として考えられるが、本事業は地下水揚水の抑制に一定の貢献をしたと推察される。

なお、受益者調査では、上記のインパクト以外の「生活面での変化」については、水道供給の改善で生活がより便利になったという意見や、コインランドリーが増加したことなどが便利な点として挙げられており、本事業は、利便性の向上の点でも貢献した事業であったと思われる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

①自然環境へのインパクト

計画段階では、本事業実施の結果、住民の安全な水へのアクセスが可能となり、生活環境の向上が図られるといった、衛生環境や居住環境の改善効果が見込まれていた。

事後評価時に自然環境へのインパクトを確認したところ、MWA によると、本事業の実施中及び実施後に環境にマイナスのインパクトは生じていないとのことであった。受益者調査でも、水道管の敷設工事中に砂埃の発生があったとする回答者が 2% いたが、大多数の 98% からは特段の問題はなかったとの回答が得られた。また、安全でない水により発生するコレラや下痢等の水因性疾病については、回答者全員が発生はないとのことであった。

なお、本事業の実施段階では、アスベストセメント製の水道管は用いられなかったことが MWA から報告されており、この点で自然環境に悪影響は想定されない。

以上より、水因性疾病の発生もなく、自然環境への特段のマイナス影響も事業実施中・実施後ともに見られないことが MWA からの情報及び受益者調査により明らかとなったことから、全体的に問題はなかったと考えられる。

②住民移転・用地取得

本事業では、用地取得や住民移転に関し、

- 第1期：浄水場のための事業用地は既に用地取得済みであり住民移転は生じない
- 第2期：トンネル改修や配水本管の敷設のための用地取得はなく、住民移転等の問題は生じない

とされていた。

MWAによると、浄水場用の土地（約1km²）は1972年に民間所有者より購入しており、本事業ではその土地を用いたとのことであった。購入した土地は既に本事業が計画される以前より将来の拡張を見越して民間所有者より購入されたものであることから、問題はないと考えられる。また、本事業による住民移転は発生しなかったとのことであり、事後評価におけるサイトの状況からも住民移転はなかったと考えられる。

したがって、用地取得・住民移転のプロセスには問題はなかったと判断される。

本事業の有効性を測る運用効果指標は、一部の指標に対する数値が存在しなかったが、他の指標から推察すると、ペッカセム配水場における指標以外の全ての指標は目標値を達成したと判断される。ペッカセム配水場についても、同配水場単体では指標は達成していないものの、他の配水場を含めた一体的な管理の下で安定供給は実現していることから、問題はないと考えられる。また、定性的効果も十分に達成された。

インパクトについても、地下水揚水の抑制に貢献しているほか、住民の生活も便利になったことが確認された。また、環境・社会面でも問題は見られなかった。

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見られ、有効性・インパクトは高いと判断される。

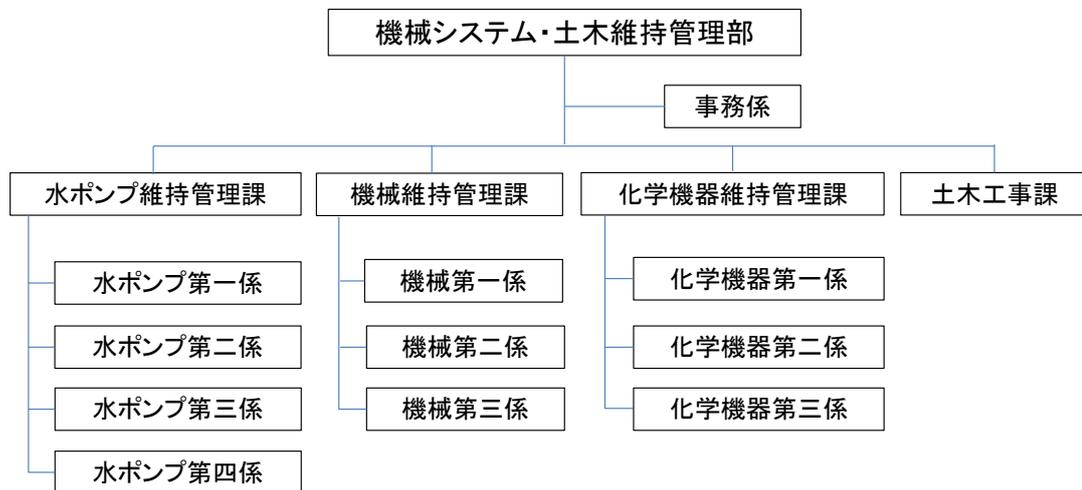
3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関は内務省管轄のMWAであり、総裁局を含め、総務、財務、計画・開発、技術・建設、生産・送水、東部サービス、西部サービス、情報技術の9部局から構成され、職員数は4,137名である（2015年12月時点）。本事業の審査当時からは2,000人以上の減少となっているが、MWAは当時より既に効率的な経営を目指す観点から人員削減を進めていた。新規採用者数が退職者の25%までに制限されていたことや職員数と顧客数の比率が1:400まで効率化できるという分析を行っていたことが背景にあった、とのことであった。事後評価時点ではその比率まで職員数は削減されている。ただし、運営・維持管理の状況から、必要とされる技術者は十分に確保されていると見受けられた。

本事業の運営・維持管理は、生産・送水担当副総裁の下、バンケン浄水場やマハ

サワット浄水場管理部等の各部署が運営管理を行う体制になっている。施設・機材の維持管理には機械システム・土木維持管理部が当たっている。同部は、ポンプ維持管理課、機械維持管理課、化学機器維持管理課等の4課で構成されており、101名の職員により構成されている。



出所：実施機関提供資料

図1 MWA 機械システム・土木維持管理部の組織図

運営・維持管理に係る MWA の体制は、部署ごとの役割が明確であり、実際の運営・維持管理状況からも、十分な運営維持管理を行う体制になっていると思われた。

なお、本事業の審査時に、当時のタイ国内での国有企業の民営化の流れの中で MWA も民営化される可能性があったが、その後政権交代も伴い民営化は結果的に実施されなかった。また、事後評価時点でも民営化は計画されていないことが確認された。

3.5.2 運営・維持管理の技術

水道事業を運営し、施設や設備を維持管理していく能力・技術力については、MWA からは組織内に十分に備わっているとの見解が示された。実際に故障して放置されている施設はなく、既述のとおり受益者調査において回答者の 95%が上水は安定的に供給されていると回答していることから、運営・維持管理状況の技術力は十分備わっていると考えられる。ポンプ、モーター、浄化施設、ろ過施設等の修理やオーバーホールは民間企業に委託しているとのことであったが、最適かつ効率的な維持管理の観点から民間委託に関する課題は見られなかった。また、運営・維持管理に関するマニュアルは、本事業の契約パッケージ毎に作成・提供されており、維持管理に活用されているとのことであった。

維持管理技術者の能力向上については、毎年内部研修としてポンプ設備整備研修等を行ったり、外部機関による研修として振動分析研修を開催したりと、技術者の能力向上が図られているといえる。日本も、「バンコク上水道整備事業」を複数回にわたって支援してきたほか、1980～1990年代及び2010年代前半に、技術者の能力向上に向けた支援を行ってきた。

コラム：MWA の技術者育成に向けた日本の自治体による長年の協力

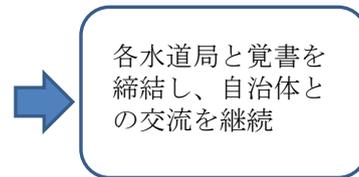
1986年に無償資金協力「水道技術訓練センター計画」により水道技術訓練センター（NWTTI）が建設され、同センターを対象に技術協力「水道技術訓練センタープロジェクト」（1985～1991年、1994～1999年）や「第8次バンコク上水道整備事業」の円借款附帯技術支援プロジェクト（2010～2013年）（以下、「附帯技術支援」という。）が実施され、東京都、名古屋市、大阪府、札幌市、横浜市、埼玉県



等、日本の水道事業体の技術者の協力が得られた。その期間中及びその後も、MWAは水道供給技術や水道供給事業管理といった分野でJICAの第三国研修¹¹を実施し、タイが学んだ水道技術をアジア地域において普及する拠点となっている。

本事業が開始される前に行われていた技術協力プロジェクトでは、水資源管理、浄水処理の高度化技術、無収水量管理などの分野における研修や研究開発が行われ、増大する水需要への対応と安定供給を実現する技術力を有するに至った。しかし、本事業の後続事業である「第8次バンコク上水道整備事業」を実施するに当たり、漏水対策、配水管理・管路設計、浄水処理等の分野でさらなる支援を行う必要性が確認され、東京都、名古屋市、大阪府が附帯技術支援に協力することとなった。

| 第8次バンコク上水道整備事業附帯技術支援 | |
|----------------------|---------------|
| 東京都 | 無収水管理 |
| 名古屋市 | 配水管理 |
| 大阪府 | 上水・送水管理／リスク管理 |



MWAは附帯技術支援を通じて上記の分野における技術力を向上させており、漏水の減少による無収水率のさらなる低下に取り組んでいる。附帯技術支援の終了後には各水道局とさらなる交流を継続するために覚書を締結している。

MWAはJICAとの協力関係も継続させ、JICAの第三国研修員をASEAN諸国を中心に世界各地から受け入れているほか、バンコク日本人学校の校外学習への協力を2004年以降続けるなど、JICAにとって重要なパートナーとなっている。2011年にはJICAから国際協力感謝賞を受賞した。

¹¹ ある途上国（主に過去に日本の技術支援を受けた国）が、援助国・機関の支援のもと、他の途上国の技術者等を受け入れ、優れた開発経験や知識・技術の普及・移転を行うもの。

3.5.3 運営・維持管理の財務

事後評価では、近年の MWA 全体の収支状況及び維持管理予算の推移を把握した。MWA の財務諸表のうち、損益計算書を以下に示す。

表 7 MWA の損益計算書

(単位：百万円)

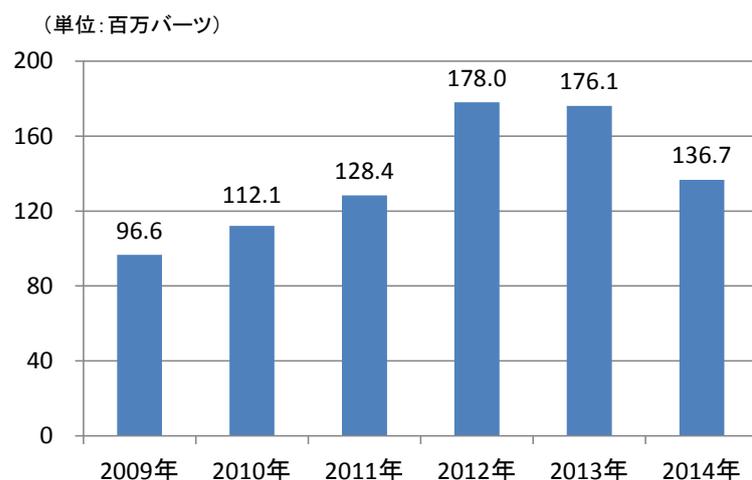
| | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 【収入】 | | | | | | |
| 水道料金 | 14,873 | 15,302 | 15,287 | 15,562 | 16,257 | 16,403 |
| メーター課金 | 783 | 805 | 824 | 844 | 865 | 888 |
| 水道接続料金 | 472 | 471 | 455 | 371 | 425 | 455 |
| 工事契約 | 389 | 471 | 561 | 614 | 742 | 786 |
| その他 | 147 | 137 | 236 | 214 | 579 | 661 |
| 収入計 | 16,665 | 17,186 | 17,363 | 17,605 | 18,867 | 19,194 |
| 【支出】 | | | | | | |
| 材料費・消耗品費 | 1,995 | 1,947 | 2,040 | 2,364 | 2,555 | 2,545 |
| 人件費等 | 3,289 | 3,463 | 3,420 | 3,188 | 3,249 | 3,269 |
| 減価償却費 | 4,880 | 4,573 | 4,427 | 4,665 | 4,411 | 4,674 |
| その他支出 | 1,169 | 1,310 | 1,580 | 1,702 | 2,028 | 2,094 |
| 支出計 | 11,333 | 11,293 | 11,467 | 11,919 | 12,243 | 12,582 |
| 営業利益 | 5,331 | 5,892 | 5,895 | 5,686 | 6,624 | 6,613 |
| 【その他収支】 | -188 | 159 | -26 | 271 | 703 | 329 |
| 【財務費用】 | -641 | -410 | -222 | -165 | -83 | -65 |
| 純利益 | 4,502 | 5,641 | 5,647 | 5,792 | 7,244 | 6,877 |

出所：実施機関提供資料

注：四捨五入の関係上、個別の数値と合計値は必ずしも一致しない。

損益計算書からは、水需要が増加していることを背景として、水道料金をはじめとした収入が増加傾向にあり、純利益も十分に確保できている状況が確認された。貸借対照表やキャッシュフロー計算書を含めた財務諸表全体として、問題はうかがわれず、良好な財務状況であるといえる。

また、水道施設・設備の維持管理に関する支出は図 2 に示すとおりであり、2014 年にはそれまでの増加傾向から減少に転じたが、MWA によると、必要な修理や点検等は問題なく行っており、十分な額が割り当てられているとのことであった。



出所：実施機関提供資料

図2 施設・設備の維持管理支出

なお、水道料金は1992年の首都圏水道公社法の改正によりMWAが自由に決定できることになっているが、1999年12月以来値上げは行われていない。家庭向け料金は最初の30m³までは1m³当たり8.50パーツ、その後徐々に単位当たり水道料金が上がっていく仕組みになっている。水道料金収入の増加を背景に財務状況が良好なため、早急な値上げの必要はないとのことであった。

以上のとおり、財務面での特段の懸念は見られず、全体として問題はないと考えられる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

事後評価時に本事業で整備した浄水場や配水場を確認したところ、全て良好な状態で稼働していた。トンネルは地中に埋まっているため目視確認はできなかったが、MWAによると、全区間問題なく使用されているとのことであった。MWAでは、維持管理計画についても予防的なものと予測的なものの2種類が策定・運用されており、前者は一定間隔で点検を行うことを定めた計画であり、1週間、1カ月、3カ月、6カ月、12カ月、24カ月、36カ月、60カ月ごとに実施すべき項目が定められている。後者は状態の分析を定期的に行う計画である。MWAによると、これらの維持管理計画は定められた頻度で点検を行うなど適切な運用がなされているとのことであった。また、MWAでは浄水場やポンプなどの定期的な大規模補修を行っており、事後評価時にも本事業外のより年数の経った機材が修理中であるのが確認された。

部品の調達については、汎用性のない部品や交換頻度の低い部品の調達には時間がかかることもあるが、交換されずに放置されているような状態はないとのことであり、おおむね問題はないものと思われる。

事後評価時のサイト調査からも、運営・維持管理の状況について、懸念点は確認

されなかった。

以上より、本事業の運営・維持管理は、体制・技術・財務状況とも問題なく、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、バンコク首都圏のチャオプラヤー川両岸において、バランスの取れた上水道システムを構築するとともに増加する上水需要に対応するため、浄水場や送水トンネル等を整備した事業であった。本事業は審査時及び事後評価時のタイの開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策と合致していることから、妥当性は高い。事業実施面では、事業内容には一部変更が加えられたが、事業効果の発現のためには適切な変更であり、事業費も計画内に収まった。しかし、政策の変更等の影響により事業期間が計画を大幅に超過したことから効率性は中程度である。事業効果に関しては、大部分の定量的な指標が目標値を達成しているほか、定性的効果も十分に達成された。また、インパクト面でも本事業が地下水揚水の抑制に貢献していることや住民の生活が便利になったことが確認された。そのため、本事業の有効性・インパクトは高い。持続性については、本事業の運営・維持管理に係る体制・技術・財務及び運営・維持管理状況全てにわたり問題は見られず、本事業によって発現した効果の持続性は高いといえる。

以上より、本事業の評価は非常に高い。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

本事業で整備した施設・設備は、完成後一定期間が経過しており、今後主要な補修が必要になってくるものが多くなると思われる。安定的に上水供給を続けるためにも、これまでどおり、引き続き維持管理計画に基づいて良好な管理を続けていくことが期待される。

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

長年の技術支援を通じた能力強化による事業効果の向上

MWA には円借款事業による上水供給網整備の支援のみならず、1980 年代より水道技術訓練センターの建設及び技術協力を通じて、職員の能力向上も支援してきた。これらの支援の結果、無収水管理や配水管理等に係る技術者の能力の強化を通じた無収水率の低下や水道施設の良好な維持管理を通じた安定供給が実現しており、本事業で整備した

施設が有効に活用されているといえる。長年の技術協力が行われていたことにより、本事業のような施設建設事業の効果が高まったことから、類似事業を実施する際には実施機関の実施能力を的確に把握し、能力向上支援を別途もしくは併せて行うことが有効であると考えられる。

以上

主要計画/実績比較

| 項目 | 計画 | 実績 |
|--|---|---|
| ①アウトプット (第1期) マハサワット浄水場拡張工事等 送水トンネル敷設工事 バンケン浄水場拡張工事等 無収水対策工事 コンサルティング・サービス | <p>浄水能力 40 万 m³/日 拡張 電力設備関連機器調達・据付 関連ポンプ機器調達・据付 (タチン原水ポンプ場：1 基、マハサワット原水ポンプ場：3 基、マハサワット送水ポンプ場：1 基、ペッカセム配水ポンプ場：1 基)</p> <p>ナコンインドラプロジェクトロード～タプラポンプ場間約 3km。口径 2,500mm</p> <p>浄水能力 40 万 m³/日 拡張 サムラエ原水ポンプ場拡張工事 バンケン送水ポンプ場拡張工事 関連ポンプ機器調達・据付 (サムラエ原水ポンプ場：1 基、バンケン原水ポンプ場：1 基、バンケン送水ポンプ場：3 基)</p> <p>コンサルティング・サービスに基づいて行われる無収水対策パイロットプロジェクトに関する土木工事</p> <p>浄水場拡張・送水トンネル敷設工事等に係る詳細設計、入札補助、施工監理、環境モニタリング等</p> <p>無収水対策パイロットプロジェクトに係る調査、事業計画策定、入札補助、施工監理、環境モニタリング等</p> | <p>タチン原水ポンプ場のポンプ機器は設置なし。それ以外は計画どおり。</p> <p>計画どおり</p> <p>計画どおり</p> <p>計画どおり</p> <p>計画どおり</p> |
| (第2期) 既存の送水トンネルの改修 主要配水本管の敷設 コンサルティング・サービス | <p>バンケン浄水場からの送水トンネルのうち損傷している 3 区間の改修 (合計 13.6km) にスチールライニングを施す工事)</p> <p>総延長 161km の配水本管の敷設 (新規 106km、交換 55km)</p> <p>送水トンネル改修に係る入札補助・施工監理・環境保全対策に係る助言</p> | <p>ルンピニ弁室～ルンピニ間の 0.18km の改修追加。それ以外は計画どおり。</p> <p>計画どおり</p> <p>計画どおり</p> |
| ②期間 | (第1期) 1999年9月～2004年9月 (61カ月) | (第1期) 1999年9月～2007年9月 (85カ月) |

| | (第2期) 2000年9月～2006年2月 (66カ月) | (第2期) 2000年9月～2014年3月 (163カ月) |
|--------|---------------------------------|-------------------------------------|
| ③事業費 | | |
| (第1期) | | |
| 外貨 | 10,959百万円 | 5,752百万円 |
| 内貨 | 6,295百万円 | 3,373百万円 |
| | (1,961百万パーツ) | (1,143百万パーツ) |
| 合計 | 17,254百万円 | 9,126百万円 |
| うち円借款分 | 12,608百万円 | 5,752百万円 |
| 換算レート | 1パーツ = 3.21円 (1999年4月時点) | 1パーツ = 2.95円 (1999年9月～2007年9月平均) |
| (第2期) | | |
| 外貨 | 9,601百万円 | 2,892百万円 |
| 内貨 | 5,652百万円 | 9,149百万円 |
| | (1,976百万パーツ) | (2,854百万パーツ) |
| 合計 | 15,253百万円 | 12,041百万円 |
| うち円借款分 | 9,601百万円 | 6,641百万円 |
| 換算レート | 1パーツ = 2.86円 (2000年4月時点) | 1パーツ = 3.20円 (2000年9月～2014年3月平均) |

以上