

0. 要旨

本事業はマレーシア北部ケダ州ムダ川上流にベリスダムを建設し水の需給が逼迫するケダ州およびペナン州のムダ川流域の生活・工業用水および灌漑用水の安定的な確保を目指すものであった。本事業はマレーシアの開発政策と開発ニーズ、そして日本の援助政策に合致しており、妥当性は高い。有効性・インパクトについてもムダ川流域での上水および灌漑用水供給の安定化、特にペナン州において増大しつつあった水需要に対応できており、高いといえる。事業費と事業期間は計画範囲内で効率性は高く、ベリスダムを運用維持管理する機関の実施体制、技術、財務、運営状況は良好であることから持続性も高いとみなされる。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



ベリスダム(メインダム)

1.1 事業の背景

マレーシア国内の増加する生活・工業・農業用水の需要に応じるため、マレーシア政府は従来から需要供給のバランスを重視した水資源の開発や数々の流域における水管理に注力してきた。第6次5カ年計画終了年である1995年には全国で72のダムが稼働し、総容量は250億 m^3 となり、さらに3つのダムが建設中となっていたが、地域によっては急激な人口増や工業開発による水需要の急増に対し、供給量が追いついておらず、特に乾期において水圧不足・水不足が生じていた。

こうした状況下、JICAは「マレーシア全国水資源開発調査(NERS)」(1982年)をはじめとして、数々の水資源開発関連調査を実施してきた。マレーシアの水資源逼迫地域を対象に1993年に終了した「ペルリス・ケダ・ムダ川流域における水需要予測と

これらの水系を統合して実施する広域水管理システムについて検討がなされた。次にムダ川流域に特に焦点をあて、1995 年に「ムダ川流域総合管理計画調査」が実施された。以上の調査ではムダ川水系上流にベリスダムを建設し、ムダ川中流部からケダ川へ水を供給するジェニアン（Jeniang）分流システム（堰、ナオク（Naok）ダム、導水路、レマン（Reman）ダム）の建設についての調査がなされた（位置は図 1 参照）。

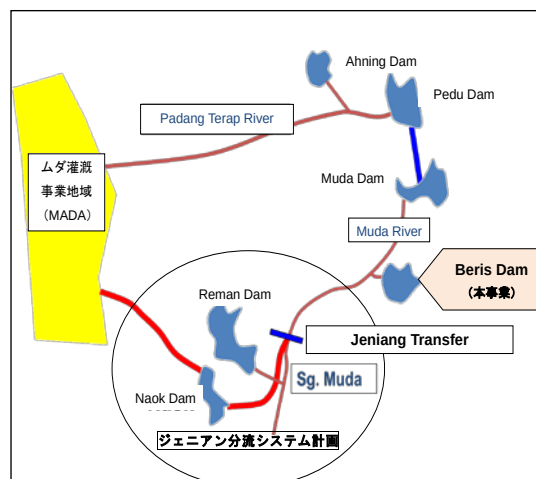


図 1：ベリスダムとジェニアン分流システム事業

ムダ川流域の水需要は灌漑、生活・工業用水を目的としたものであったが、灌漑用水についてはペルリス州およびケダ州にまたがるムダ農業開発庁（Muda Agricultural Development

Authority: MADA）の灌漑事業地域とペナン州のセベラン・プライ灌漑地域、生活・工業用水についてはケダ州およびペナン州のムダ川流域が受益地域であった。MADA についてはジェニアン分流システムの建設によって裨益が見込まれていた。ペナン州は、マレーシア北部の経済中心地であり、農業、工業、商業・観光業が混在しており、コンピュータ関連等の国際的なハイテク産業が進出している。審査当時、ムダ川を主な水源とするペナン州では、1980 年から 1995 年の人口増加と急激な工業開発により、上水・工業用水の不足が生じており、特に乾期においては深刻な水不足が 1978～1983 年、1997 年、1998 年に発生していた。ペナン州の水不足への対応としてはムダ川流域総合管理で検討されたダムと分流システムの中で、まずは先行して水源確保が必要とされ、ベリスダムを建設することとなった。

1.2 事業概要

本事業はケダ州ムダ川の支流にあるベリス川にダムを建設することにより、ムダ川流域の都市用水および灌漑用水を安定的に供給して水不足の緩和を図り、もって事業地域の民生の安定と向上と地域経済の発展に寄与するものである。

円借款承諾額／実行額	9,737 百万円／8,578 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1999 年 3 月／1999 年 3 月
借款契約条件	本体工事：金利 1.7%、返済 25 年（うち据置 7 年）、 コンサルティングサービス：金利 0.75%、返済 40 年 （うち据置 10 年）、一般アンタイド
借入人／実施機関	マレーシア国／農業省灌漑排水局（Department of Irrigation and Drainage Malaysia: DID、マレー語の略称で は JPS、以下 DID とする）、ケダ州経済企画院（UPEN）
貸付完了	2009 年 3 月
本体契約	清水建設（日本）／Muhibbah Engineering Bhd.（マレーシ ア）／Trans Resources Corporation Sdn. Bhd.（マレーシア）

コンサルタント契約	建設技術研究所 (日本)／Wan Mohamed & Khoo Sdn. Bhd. (マレーシア)／Associated Consulting Engineers - ACE (Pvt.) Ltd. (パキスタン)
関連調査 (フィジビリティ・スタディ：F/S) 等	・ マレーシア全国水資源開発調査 (NERS) (JICA、1979-1982 年) ・ ペルリス・ケダ・プラウ・ピナン地域水資源開発計画調査 (PKP 調査) および同二次調査 (JICA、1982-1985 年、開発調査、ベリスダム F/S を含む) ・ ベリスダム詳細設計 (D/D) 作成 (Messrs. Wan Mohamed & Khoo Sdn Bhd, Associated Consulting Engineers (ACE), 1994 年) ・ ムダ川流域総合管理計画調査 (JICA、1995 年、開発調査)
関連事業	なし

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

三島 光恵 (OPMAC 株式会社)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2011 年 8 月～2012 年 8 月

現地調査：2011 年 10 月 10 日～19 日、2012 年 3 月 5 日～9 日

2.3 評価の制約

本事業評価において、審査時のベリスダムのみの運用の目標値や効果の予測数値については単純比較可能な数値が確認できなかったため、運用効果指標については当初の予測数値と実績比較は行えなかった。したがって、今次評価ではダムの運用やムダ川からの取水実績のデータを分析した他、ムダ川から取水を行っている各機関へのインタビューによる定性的な情報に基づいて有効性について評価判断した。

3. 評価結果 (レーティング：A¹)

3.1 妥当性 (レーティング：③²)

3.1.1 開発政策との整合性

本事業は、水不足地域への供給増加のために水源開発を推進していた事前評価時のマレーシア政府政策と整合性があった。また、事後評価時においても第 10 次 5 年計画で述べられているようにペナン州ではベリスダム建設以降、急速な経済成長を遂げており、今後も継続した成長が見込まれるところ、ペナン州の水資源確保は重要といえる。

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

審査当時、マレーシア国内では地域によって乾期に水不足が生じており、水需給が逼迫しているマレーシア北部のケダ州やペナン州は 2000 年以降に水不足に直面すると予測されていた。第 7 次 5 ヶ年計画（1996～2000 年）で、無収水率を低下させて水管理の効率化を図るとともに、これらの水不足に直面するとされていた地域に対する長期的な水資源開発が重視されていた。

現在の第 10 次 5 ヶ年計画（2011～2015 年）においては、国内で水供給できる水源は豊富であるとしながら、依然として地域的な需給のミスマッチがあること、また、将来の急速な経済発展を前提に、長期的な水資源管理戦略を推進していく必要性が述べられている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業審査当時、マレーシア北部のペナン州では人口が 1980 年 91 万人から 1995 年 123 万人と伸び、また、急激な工業開発で都市用水の水不足が生じていた。水不足の状況にある中で、都市用水需要は 1995 年 166 百万 m^3 /年から 2010 年に 300 百万 m^3 /年と将来的には 1.8 倍の増加と予測されていた。ペナン州への用水供給の水源となっているケダ川水系の水利用率（年総流出量に対する年総取水量）は 64%と限界値に達している一方で、ムダ川水系での水利用率は 14%と小さく、ムダ川水系の水利用の推進が必要とされていた。ペナン州に供給される用水の水源の 70%はムダ川に依存しており、ムダ川の水源確保がペナン州において非常に重要であった。ベリスダムは、特にペナン州のムダ川流域の生活および工業用水の将来的な需要に見合った水供給を行う役割を担う点においてニーズがあった。

本事業事後評価時点においてもペナン州灌漑用水および生活・工業用水の水源をムダ川に依存している状況に変化はなく、ムダ川から十分な水量を確保するためにベリスダムが重要な役割を果たしている。最新のマレー半島北部水資源スタディ“Integrated Water Resources Study for Northern Region of Peninsular Malaysia” (August, 2009) では、ペナン州とケダ州の 2010～50 年の 40 年間の水需要予測を行っており、生活・工業用水の需要は増加傾向にある。ペナン州 2010 年 925 百万リットル/日から 2050 年には 1,763 百万リットル/日と約 2 倍に増加し、ケダ州 2010 年 1,130 百万リットル/日から 2050 年 2,799 百万リットル/日と約 2.5 倍増加することが予測されている。下流の上水および工業用水の安定的な供給のために本事業は引き続き重要といえる。ただし、同期間の今後 40 年間の灌漑用水の需要予測については、2010～2050 年についてペナン州では 18%減、ケダ州では 6%減と若干減少傾向となっている。

なお、本事業と関連するジェニアン分流システムについては、農業省によると同システムの詳細調査 (D/D) は実施済みだが、事後評価時点（2012 年 3 月）では事業予算が確保されておらず、事業は建設開始までに至っていなかった。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

1999 年当時の外務省対マレーシアの我が国開発援助のあり方（我が国の政府開発援助：ODA 白書下巻 1999 年）および海外経済協力業務実施方針（平成 11 年 12 月）において、対マレーシア援助方針として、同国が国際的に中進国であることを踏まえ、環境保全、貧困撲滅、所得格差是正、中小企業育成及び人材育成に関する支援をすることとしていた。同方針では短期的には経済早期回復すべく生産基盤強化等に対する支援を重点とすると述べられ

ていた。本事業は水不足が生じている都市部への安定的な水供給という点において生産基盤強化に資するものであり、対マレーシア援助方針に整合性があるとみなされる。

以上により、本事業の実施はマレーシアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高いといえる。

3.2 有効性³（レーティング：③）

2.3 で既述の通り評価の制約があったため、本事業の有効性の評価においては、ダムの実運用状況が良好であり、下流のムダ川の都市用水と灌漑用水の各取水口での取水容量が増加し、取水実績が各地の需要に対して安定的になされていることが検証されれば、事業目標である都市用水および灌漑用水の安定的供給が達成されたとみなされ则认为、これらを検証した。

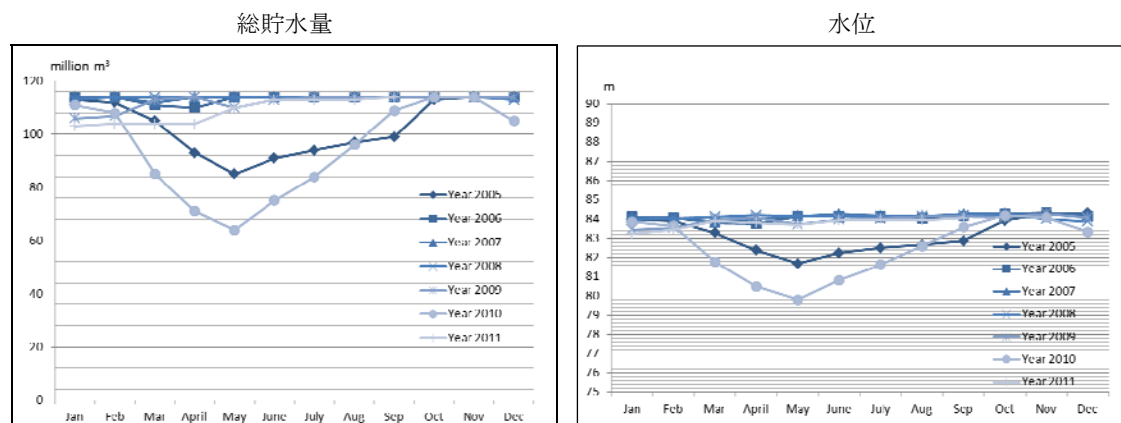
定量的効果としては、(1) ダム自体の実運用状況（ダム総貯水量・水位の変化、放流量の実績⁴）のデータで問題ないかを確認、次に(2) ダム建設前後のムダ川の各取水口の容量の変化と取水量実績を分析した。

(2) についてはダム建設前からのデータについては十分に確認できなかったため、取水量の安定化と水不足の緩和における「ダムによる効果」についてより明確に検証するためにムダ川からの取水を行っている機関からベリスダム建設前後の状況変化とダムによる効果についての情報を収集し、それに基づく定性的分析の結果も十分に加味した上で効果および次項目のインパクトの評価分析を行った。

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

(1) ダムの運用実績

ベリスダムの月間平均の総貯水量と水位は図 2 のとおりである。



出所：ベリスダム管理事務所

図 2：ベリスダムのダム湖総貯水量と水位（2005～2011 年 10 月まで、月間平均）

³ 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。

⁴ ダムへの流入量データも徴求したが、実施機関からはデータがないとの回答であった。

有効貯水容量 114 百万 m^3 、平均水位 84m の設計値と比較すると、ダムが本格運転を開始した 2005 年および 2010 年については 3 月～7 月の平均貯水量は各年と比較して半分近くになっていた月もあったがこれらの年は乾期の雨量が特に少なかったこと等が関連しているとみられる。

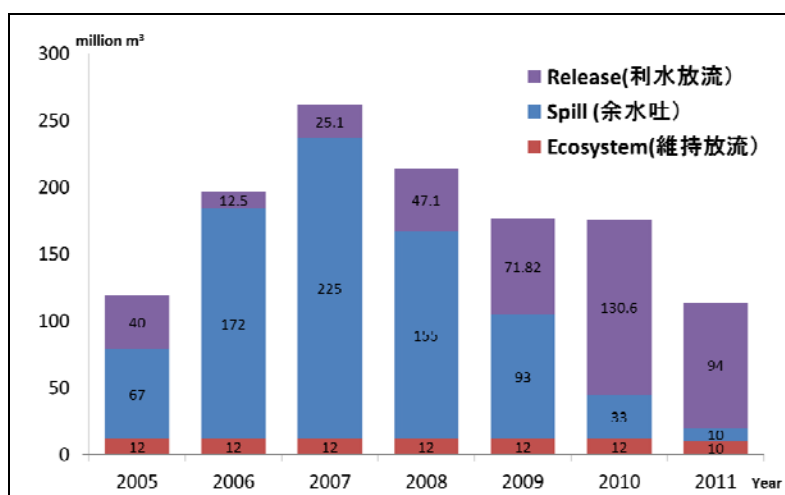
ベリスダムからの年間放流量を余水吐（貯水池の水位が一定以上となったときに余分な水を下流へ放流する設備）、バルブ調節による利水放流、河川環境の維持放流量別に示しているのが図 3 である。ベリスダム管理事務所によるとモンスーンの季節に入る 9 月 20 日頃以降から、洪水制御のために水位を 83m 程度に維持する目的で利水放水を行い、通常 2 月～5 月にかけて乾期の下流の水需要に対応するように利水放流を行っている。ただし、2007 年末以降から他の月の利水放流もあり、図 3 にみられるように利水放流量が増加していた。



写真 1：余水吐と放水路

年間放水量の最大は 2007 年の 262 百万 m^3 、最少は 2005 年の 119 百万 m^3 となっている。特に 2005～2008 年、2010 年は下流で取水しているケダ州、ペナン州の灌漑排水局や水道公社からベリスダムへ放流量の要請の記録があり、実績として対応した放流が行われていたことから、効果があったものと確認した。

なお、2009 年、2011 年の放流要請の記録はなく、ベリスダム管理事務所によるとムダ川の水量は十分であったとのことである。これについては、ベリスダムの水不足の緩和は、10 年 1 度の渇水時期を想定したものであること、また、上流にダムがあるために（図 1 参照）余裕が生じることもあることを勘案し、特に問題はないものと判断した。



出所：ベリスダム管理事務所

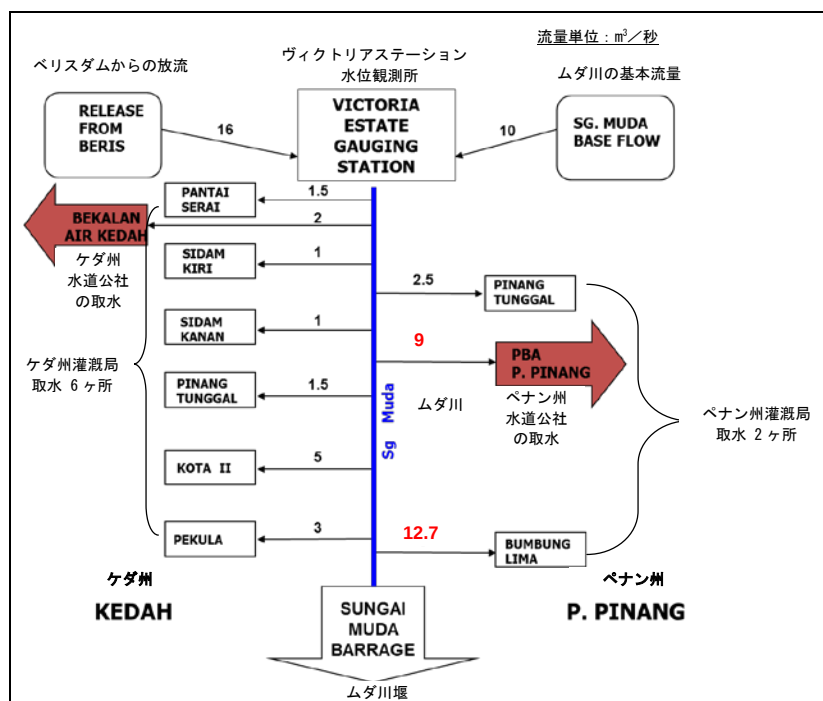
図 3：ベリスダムから年間放流量
(余水吐、利水放流、維持放流別、2005 年～2011 年 10 月まで)

(2) ムダ川からの取水実績

ムダ川からの取水は灌漑と生活・工業用水に使われている。特にペナン州における生活・工業用水需要への対応が期待されていた本事業は、審査時の計画として、ムダ川で10年に1回の確率で発生する渇水時の水供給量約 $8.2\text{m}^3/\text{秒}$ を、事業完成後には $22.7\text{m}^3/\text{秒}$ まで確保することが述べられていた。したがって、事業前後を通じた各取水口での取水実績推移は確認できなかったが、各用途の取水設備は以前と比較し現在どうなっているか、近年の取水実績はどの程度であるかを検証し、水需要対応の効果を判断した。

今次評価調査時に各機関の取水能力の現状を確認したところ、取水容量、取水量ともに近年増大していた。ムダ川からの取水は、図4に示すとおり、ケダ州では灌漑用水の取水口は6箇所で合計 $13\text{m}^3/\text{秒}$ 、ケダ州水道公社の取水は $2\text{m}^3/\text{秒}$ となっている。ペナン州では灌漑用水は取水口2箇所の合計が $15\text{m}^3/\text{秒}$ 、ペナン州水道公社の取水は $9\text{m}^3/\text{秒}$ で、全体で $39.2\text{m}^3/\text{秒}$ の取水容量があることが確認された。

近年の実績においても各機関、年間平均で概ね同量を取水していた。これは2005年以降これらの機関の要請に応じて、ベリスダムの放流が行われた効果であるとみなすことができる。特にペナン州水道公社とペナン州灌漑局のBumbung Limaの取水口の取水容量はベリスダムから入手した以前の数値では、 $6\text{m}^3/\text{秒}$ 、 $8\text{m}^3/\text{秒}$ であったが、今次調査ではそれぞれ $9\text{m}^3/\text{秒}$ 、 $12.7\text{m}^3/\text{秒}$ へと取水能力が拡大し以前と比較して取水量が増加した状況で、年間平均でも概ね同量を取水できていた点は効果として大きい。なお、ムダ川からの取水量についてはこれらの各機関が相互に話し合っており、特に支障は生じていないとのことである。



出所: ベリスダム管理事務所

注: 赤字の数字は今次評価調査で直接先方機関から確認した最新数字。

図4: ムダ川からの灌漑および生活・工業用水の取水容量

3.2.2 定性的効果

本事業の効果であるムダ川流域の水不足の緩和について、事業実施後の状況変化と事業がなければどのようなになったかの観点からのインタビューを行って検証した。ベリスダム運用維持管理を行っている事務所へヒアリングした他、ムダ川下流の取水施設を運用管理し、想定される受益機関であるケダ州灌漑排水局、ペナン州灌漑排水局、ケダ州水道公社、ペナン州水道公社からの情報を元に本事業の効果を分析した（詳細は「囲み」を参照）。

(1) 生活・工業用水の供給

本事業審査時に主目的としてあげられていたペナン州の上水供給については、本事業実施後に取水施設の拡大を行って取水量が毎年増加しており、2005年から2010年にかけて約10%増加していた。ペナン州水道公社からのヒアリングでは、取水量を安定的に確保できたのはベリスダムによる貢献があると指摘している。また、対象地域では給水制限がなされたことはないが、もし本事業がなければ給水制限したであろうという意見であった。以上のことから、本事業の主な効果としてあげられていたペナン州への安定的な生活および工業用水供給の効果があつたと認められる。

なお、ケダ州水道公社にとっては上水供給量の点では変化は特になかったが、年間を通じて安定的に取水できる水位が確保されるようになったことが効果として指摘されている。



写真2：ペナン州水道公社
のムダ川からの
取水ポンプハウス

(2) 灌漑用水供給

ムダ川からの取水で灌漑を行っている地域の生産品は米のみである。ケダ州およびペナン州灌漑地域では灌漑用水の供給が年間を通じて安定的になったことが指摘されているとくにケダ州よりもペナン州灌漑局による取水量は多いが、上水の取水口と同様にここでもベリスダム建設後は水位が安定したことが報告されている。

(囲み)本事業の受益機関への効果・インパクトに関するヒアリング結果

1. 上水供給

1.1. ペナン州水道公社(PBA)

- ◆ 2010年ペナン州の水需要は298百万 m^3 /年。現在、ムダ川を水源とするペナン州の水需要は約80万 m^3 /日、取水量は約90万 m^3 /日。2015年以降、将来的には約127万 m^3 /日の取水を行う予定。ムダ川からの取水は14km離れたSungai Dua上水処理場へ送水している。ムダ川から取水による水供給量はペナン州全体の需要の80%に相当する。特にペナン島地域の水源はムダ川の上に依存している。
- ◆ 2005年以降、増加する水需要に対応し、取水施設は毎年拡大し続けていた。上水処理量も2005年72万 m^3 /日から2010年約80万 m^3 /日となった。今後2015年に向けての設備の拡張計画が進行中である。
- ◆ ベリスダム運転開始の2005年より以前に給水制限は行ったことはない。乾期には水圧が低くなるときもあったが給水制限せずに運営していた。ただし、ベリスダム運営開始以降の水需要に鑑みると、もしダムがなかったら給水制限を行わざるを得なかった状況になったと考えられる。

- ◆ 川の水位は 2.28mより低下したときはペナン州灌漑排水局を通じてベリスダムへの放水を要請している。2008 年以降、乾期の水不足は観察していない。
- ◆ 1 月から 3 月にかけての乾期に水量が減少するが、通常の時期は十分にある。
- ◆ ムダ川の水位が安定したことで、取水ポンプのオペレーションコストに変化は生じていない。
- ◆ ペナン州内の水供給のうち生活用水が 75%、工業用水は 25%である。生活用水の消費者は約 44 万人。
- ◆ 工業の発達で工業用水の需要も増大しつづけている。特に多くの水を消費するセミコンダクターの生産会社が主な受益者である。

1.1. ケダ州水道公社(SADA)

- ◆ ムダ川の取水はケダ州中部から南部にかけての地域に供給されている。本事業によるムダ川からの取水量の変化は特にない。
- ◆ ベリスダムの運用開始前は比較的乾期に水量が少ない時期には水を汲み上げるドライピットポンプを 2 回使用したり、取水に必要な川の水位を維持するために砂袋を川に入れたりしていたが、年間を通じて水位が確保されているのでポンプは 1 回の使用で十分となり、そして砂袋をいれる作業の必要もなくなった。ポンプの使用にはエネルギー費用がかかっていたので、維持管理コストの減少につながった。
- ◆ ムダ川周辺には 11 ヶ所の上水処理施設があるが将来的には Kulim High-Tech 上水処理施設を拡大する計画がある。

2. 灌漑用水供給

2.1 ペナン州灌漑排水局、IADA、農業局からのヒアリング

- ◆ IADA の灌漑地域は 4 つの District 内にあり、全体で 10,305ha。そのうち、Seberan Perai Utara 灌漑地域がムダ川から灌漑用水を供給している。灌漑面積は 6,751.34 ha で 3,553 人の農民がいる。この地域のみでペナン州内灌漑地域全体の約 65%を占める(IADA)。
- ◆ ペナン州内の灌漑用水の取水施設運用維持管理は農業省ペナン州総合農業開発地域(The Integrated Agriculture Development Area ;IADA)の設備も含め、ペナン州灌漑排水局が行っている(IADA)。
- ◆ 灌漑地域では 40%が天水、60%は川からの取水によってまかなわれている。年 2 回作付を行っている。米生産のメインシーズンは 7 月から 12 月頃、オフシーズン(乾期)は 3 月から 7 月。生産量はケダ州よりも多く、平均して 5.5 トン/ha。取水量ポンプの容量もケダ州灌漑地域より大きい(灌漑排水局)。
- ◆ ベリスダムの建設前には水位が 1m へ低下することがあり、取水ポンプで水を汲み上げにくいことがあった。最低でも 1.5m 以上の水位がないとポンプで水を汲み上げることができない。現在水位は 2.49m となっている(灌漑排水局)。
- ◆ 近年対象地域ではベリスダム建設以前(2005 年まで)、単収は 3-4 トン/ha であったが、2006 年以降は 5-6 トン/ha へと約 1 トン増加。メインシーズン、オフシーズンによる単収の違いはない。この間に米の品種の変化、肥料供与の支援、機械化の促進もあったが、水が安定的に供給できるようになったことも貢献している。ベリスダムがなかったら、こうした単収増に至るまで 10 年以上かかったと思う。また、増産による所得増のインパクトもあった(農業局)。
- ◆ ベリスダム運営開始以前は、乾期は作付スケジュールに遅延が生じていたが、水が安定的に供給されるようになってこうした遅延がなくなった(灌漑排水局、農業局)。

2.2 ケダ州灌漑排水局からのヒアリング

- ◆ ムダ川からの取水で灌漑用水供給しているのはケダ州南部の Kuala Muda 地域である。灌漑面積は約 5,800 ha。年二回の作付を行っている。
- ◆ ダムが建設される以前と比較すると、年間を通じ、乾期においても安定的に灌漑用水を供給できるようになった。以前は、年によっては水不足で作付スケジュールを延期する必要があったが、現在はそうした遅延は生じていない。
- ◆ ベリスダム建設前後で灌漑面積の変化はないが、単収が増加した。ベリスダム建設以前は、単収は 2.5-3.0 トン/ha であったところ、ダム建設後は平均 3.5-4.5 トン/ha へと増加している。水供給が安定的になったことの貢献が多少あるかもしれないが、あまり大きなインパクトではなかったといえる。むしろ、ベリスダムのインパクトとしては水量不足により作付不可能になる状況の回避といえる。
- ◆ ムダ川流域で低地である Kula Muda District 周辺では洪水制御のインパクトはあったと思われる。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況（民生の安定化や地域経済発展への貢献）

(1) ペナン州

本事業はペナン州における民生の安定化や地域経済への貢献が一部認められる。審査時のペナン州の水需要予測は 300 百万 m^3 /年と予測されていたが、実績では 2010 年に 298 百万 m^3 /年の水を供給しており、ほぼ予測された量と同じ供給量である。ベリスダム運転開始後、渇水期の水不足による民生や工業活動への負の影響は回避できたといえる。

地域経済への貢献という点においては、ペナン州の GRDP 実質成長率はベリスダム完成後も、2006 年 10.4%、2007 年 6.9%、2008 年 5.8%、2009 年 -10.8%、2010 年 10%と 2009 年を除いて高い成長率を記録していた。これは同時期のマレーシア国全体の経済成長率 2006 年 5.8%、2007 年 6.5%、2008 年 4.8%、2009 年 -1.6%、2010 年 7.2%を上回っていた。経済活動活発化とともに工業用水の需要が年々伸びており、特に大量の工業用水が必要となるセミコンダクター関連企業の需要に対応したといえる。

また、灌漑用水について本事業による効果として作付けが計画通りに実施できるようになった。ペナン州灌漑排水局およびペナン州農業局からの情報によると、ペナン州では灌漑用水の安定供給によりベリスダム運用前後に米の単収が約 1 トン/ha 増加したことに貢献したとの指摘があった。米の単収増は水の



写真 3：ペナン州のムダ川からの
灌漑用水供給と稲作地

安定供給のみならず、作業の機械化、肥料等の要因によるものも大きい。ただし、ペナン州農業局によると、同期間に肥料の変化や農業機械の利用推進があったが、水供給の安定・増加も米の生産増へ一部貢献したと指摘しており、受益地域での単収増に本事業が一部貢献したといえると考えられる。

(2) ケダ州

ケダ州の上水供給においては、ケダ州水道公社によるとベリスダム建設後は乾期においても取水のための水位が確保できるようになり、取水ポンプの使用の減少でエネルギー費用が節約され、維持管理コストの減少につながったとしている。灌漑地域におけるインパクトとしては、安定した水供給の確保で米の収量の減少を回避したという点であるといえる。

また、ケダ州のダム周辺での経済活動が発展したことがインパクトとして確認された。ダム建設後に移転住民の経済的な支援として実施された養殖事業の他、ダム湖周辺にエコツーリズム、ぶどう園建設の等、民間事業活動が新たに展開し、地元の雇用創出につながっている。



写真 4：ベリスダム周辺の養殖業（左）、観光業（真中）、ブドウ園（右上下）

3.3.2 その他、正負のインパクト

審査時点の計画としては、本事業の環境モニタリングについてはダム湛水後 3 年間、住民移転については移転後 5 年間事後モニタリングを行うことが計画され、コンサルタントが実施機関の事後の環境・社会モニタリングについても支援することが計画されていた。実施機関から JICA へ事後の環境および住民移転のモニタリングの報告書を四半期ごとに提出することが述べられていた。

実際には、コンサルタントによるモニタリングは工事完了まで実施され、事後モニタリングまでは行われなかった。ただし、実施機関側で外部委託して実施後の環境および住民移転後の状況を含む社会面の事後調査を行っている。本事業審査当時は現行の JICA 環境社会配慮ガイドラインが施行される前であり、事業後の環境社会モニタリングについてどのように行うか指針が必ずしも明確ではなかった。しかし、いずれにせよ、事業完了後においての四半期毎の報告書提出は、実施機関側にとってはその必要性和作業負担の面からやや過大な要求とみられる。したがって計画どおりに実施される可能性は低かったと考えられる。事後のモニタリングについては①誰が、②どのように、③どのような項目に注視してモニタリング実施すべきか、事業完成前後において再度状況を確認した上で事後モニタリングについて見直す機会を設けた方がより現実的であったと考えられる。

以下では、実施機関による環境社会のモニタリング結果と現地調査結果を踏まえた評価を述べる。

(1) 自然環境への影響

本事業については、通常のダム建設中の環境モニタリングや事業完了報告書（Project Completion Report:PCR）での報告（2010 年）に加え、事業完了前後にかけて DID がマレーシア科学大学（Universiti Sains Malaysia）の会社に委託して、“Beris Dam Environmental, Health and Safety Audit”（EHS Audit、ベリスダム環境・衛生・安全監査報告書）（2005 年 12 月）を行い、自然・社会環境の面で負のインパクトがないか確認していた。またダム完成から 3 年後の 2007 年～2008 年にかけてダムの水質調査を行い、その結果を“ベリスダム水質モニタリングレポート”（2008 年 8 月）としてまとめ、水質の変化を確認していた。

2005 年時点での“Beris Dam Environmental, Health and Safety Audit”の報告書では特に自然環境で懸念される事項は指摘されていなかった。2010 年に作成された PCR では、(1) 貯

水池の植生の処理は環境局により無煙の焼却方法を用いたこと、(2) 絶滅危惧種については確認されていないが、事前調査時に貯水池で発見された植物の固有種数種については、他の場所へ植え替えをしたことが報告されている。なお、鳥、哺乳類、魚について固有種はなかった。ダムの水質については、2008 年の調査結果によると特に問題点は指摘されていない。

今次評価調査では上記の書類のレビューの他に実施機関からのヒアリングやダムサイトの踏査で確認したが、その結果においても特に問題は見受けられなかった。ダムから下流河川への維持放流については、現在 $0.4\text{m}^3/\text{秒}$ で実施されている。評価時点でのインタビューにおいてもその後絶滅危惧種は確認されていなかった。

(2) 用地取得及び住民移転

本事業ではダム建設に伴って 16 村 659 世帯の住民移転を行っており、移転地での住宅建設、移転先のインフラ建設（水道、電気、公共施設等）や移転住民への土地補償（住居、換金作物の農地、ゴム耕作地、店舗地の供与）や生計向上支援事業（養殖業の経済活動等）を含む、一連の経済社会開発事業を行っている。土地補償は 1,915 名に対して行われた。

2005 年 12 月時点の EHS Audit の移転後住民の調査では、手続きの遅れや経済活動支援の遅れに関する不満の指摘があった。しかし、その後 2010 年に提出された PCR の報告、本評価時の DID やケダ州経済企画院（UPEN）からのヒアリング、ケダ州 Sik District の移転先の現地視察および移転住民代表者 18 名へのインタビュー（村落開発委員会メンバー、マレーシア語の略称で JKKK）の結果から総合的に検証したところ、概ね計画内容どおりに補償が実施され、多くの住民の所得向上のインパクトもあったと考えられる。補償手続きや内容については 1 名が「不満」と回答した以外は「やや満足」という回答であった。

今後の課題や問題点としては、まだ土地の所有権が授与されておらず、住宅品質証明書（Certificate of Fitness: CF）も取得できないこと、移転実施の通知がやや急であったこと⁵、苦情処理対応窓口が明確でなかったこと等が住民側からあげられた。

これらの課題については UPEN および土地所有権の手続きの窓口である Land Office（Sik District およびのケダ州都アロースターの州事務所）へヒアリングを行った結果、土地所有権についてはまだ誰にも授与されておらず、2012 年 3 月から土地所有権授与の手続きを行うとのことであった。この背景にはもともと州開発公社が所有していた土地の所有権を一度州政府へ移す手続きに時間を要し、2011 年に漸く所有権の移転が終了したとのことである。2012 年 3 月以降に Sik District Land Office の担当職員が住民全員と連絡をとって現状を確認しつつ、所有権移転の手続きが行われるということである。限られた数の Sik District office の担当職員が 600 世帯以上の手続きを完了するには今後 2～3 年かかると見込まれている。

また、苦情処理については、UPEN が住民移転実施について実施機関とされていたが、各手続きは担当機関が行うものとの認識で、土地所有権の問題は Sik District の Land Office に責任があり、特に UPEN としてのフォローは行っていなかった。住民側から政府機関側の窓口が不明であったため、土地所有権の移転の遅延の苦情を UPEN や Land Office など様々

⁵ 移転を行う日付の通知が移転日の直前であったとの指摘であったが、実施機関側に確認したところ、前もって数カ月前には通知していた、ということであり、どちらが正しいかは検証できていない。

な機関へ訴えなければならず、時間がかかったという指摘があった。苦情受付窓口については、住民移転実施前後は可能な限り一本化し、権限のある代表機関が責任をもって他省庁との調整やフォローするような仕組みがある方が、対応の迅速化を図れると考えられる。



写真 5: ケダ州 Sik District の移転地の様子:

住居(左上)、モスク(右上)、
企業(左下)、病院(右下)

以上により、本事業により、概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：③）

3.4.1 アウトプット

ベリスダムのメインダムおよびサドルサムのダム建設、道路の付替え、住民移転地整備について概ねアウトプットは計画どおりであった。1999 年 3 月に借款契約調印後、同年に事業実施支援調査（Special Assistance for Project Implementation: SAPI）を実施してダム設計の見直しを行い、減勢池の範囲の追加等を行っているが事業費範囲内での変更となっている。



写真 7：ベリスダムサイト全体

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

計画時点の総事業費 14,585 百万円（うち円借款 9,737 百万円）に対し、実績の総事業費は 11,825 百万円（うち円借款 8,578 百万円）と計画比 81%と計画内に収まった。内訳をみると、建設費用は計画比 102%と計画事業費をやや上回ったが、住民補償費用実績が計画比 72%（1,166 百万円減少）減少、コンサルティングサービス費が計画比 58%（502 百万円減少）、管理費用についても計画金額の 5%程度で実際は非常に低かったこと（605 百万円減少）

が費用の減少の主要因としてあげられる。実施機関によると住民補償部分は余裕をもって見積もっていたので、実績では減少したとの指摘があった。

3.4.2.2 事業期間

審査時の本事業完了の定義は「コンサルタントによる事後環境モニタリング終了」とされ、2008 年 6 月とされていた。事後評価での事業期間のレーティングではダム案件の場合は、通常、ダム完工時あるいは湛水終了時となっている、したがって、本案件でも事業の円借款契約調印からダム完工までの計画・実績の差異分析を行った。

以上の定義では、事業期間は 1999 年 3 月から 2005 年 3 月（73 ヶ月）と計画されていたが、実績値は 1999 年 3 月～2004 年 7 月（67 ヶ月）と計画工期内に収まった（計画比 92%）。ダム工事の工期についてはコントラクターの契約時に見直されており、審査時計画よりも早期に完成するように努められていた。

3.4.3 内部収益率（参考数値）

本事業審査で計算されていた経済的内部収益率（EIRR）の根拠が確認できる書類がなかったため、今次事後評価では再計算を行わなかった。

以上より、本事業は事業費及び事業期間ともに計画内に収まり効率性は高い。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業完了後に政府の組織改編があり、本事業の実施機関である農業省灌漑排水局（DID）の一部は資源環境省（Ministry of Natural Resource and Environment: NRE）灌漑排水局（DID）に分割された。事後評価時点では、農業目的の新規ダム建設は農業省灌漑排水局、ダム建設後の運用維持管理は資源環境省 DID が担当している。本事業で付け替えを行った道路についてはケダ州 Public Work Department が維持管理を行っている。

資源環境省 DID の Special Project の部署に所属し、ケダ州にある「水資源開発プログラムオフィス」（マレー語で Pejabat Jurutera Projek Rancangan Pembangunan Sumber Air (Beris)、英語の直訳では Project Engineer's Office of Water Resources Development Programs (Beris)）の運営維持管理課（Maintenance and Operation Section）に所属する人員がベリスダムの運営維持管理を担当している。同オフィスはベリスダムの他、ペルリス州のティマ・タソー（Timah Tasoh）ダムも担当している（同オフィス内でベリスダム担当を指して「ベリスダム管理事務所」と言及する）。

図 5 に示すとおり、ベリスダム管理事務所ではプロジェクトエンジニア（事務所長）以下、1 名のシニアエンジニア、14 名のサポートスタッフが運営している。この組織図上のダム技術者 1 名が配置されていなかったが、特に人員不足による問題は生じておらず、放流要請があった際に対応できる体制となっている。したがって、人員配置体制は概ね適切とみなされる。

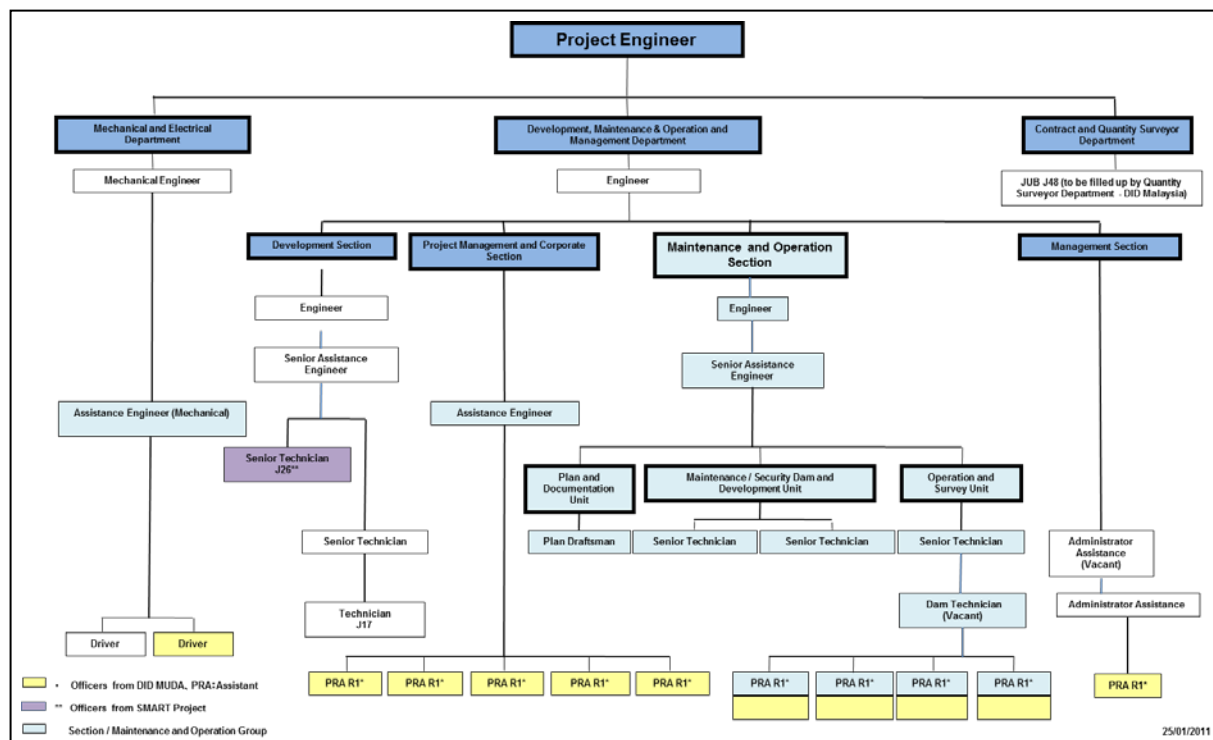


図 5：ベリスダム運営維持管理担当の組織図（2011 年 10 月時点）

3.5.2 運営・維持管理の技術

PCR とベリスダムオフィスの点検レポートを確認し、現地のサイト視察とダム運用担当者へインタビューをした結果、ダム運用に求められる基本的な点検事項は網羅されており、適切に運用・維持管理を行っている。職員はベリスダム運用のための訓練を受けており、ダムを運営維持管理できる十分な技術があるとみなせる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

本事業完了以降現在まで中央政府の DID 本部を通じて運営維持管理予算が手当されている。本事業の審査当時は事業完了後にケダ州からの予算手当が予定されていたが、評価時点では州政府ではなく、中央政府からの予算配分が継続していた。今後の州政府の予算負担についての具体的な予定はなく、しばらくは中央政府から予算配分される予定となっている。毎年、確実に予算確保されている体制にある。

予算は 60 万 RM と予測されていた。現地調査で確認したところ、過去の 7 年間年平均で約 100 万 RM の運営維持管理予算が手当されており、十分な予算が確保されている。

表 1：ベリスダムの運営維持管理費用の実績

単位：1,000RM

会計年度	運営維持管理費用		合計
	予備部品・サービス費等	人件費	
2004	50.0	595.0	645.0
2005	144.0	624.8	768.8
2006	197.5	656.0	853.5
2007	319.5	688.8	1,008.3
2008	483.5	723.2	1,206.7
2009	416.0	780.0	1,196.0
2010	483.5	723.2	1,206.7
2011	416.0	780.0	1,196.0

出所：ベリスダム管理事務所

3.5.4 運営・維持管理の状況

ベリスダムの運用担当からの報告によると、ダム、余水吐、取水塔の各構造物の状況は良好とのことであった。現場での視察においても、ダムの構造に問題は生じておらず、順調に運転されていた。したがって、運営維持管理状況はダム運用担当の報告のとおり、良好であると評価した。

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. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業はマレーシア北部ケダ州ムダ川上流にベリスダムを建設し、水の需給が逼迫するケダ州およびペナン州のムダ川流域の生活・工業用水および灌漑用水の安定的な確保を目指すものであった。本事業はマレーシアの開発政策と開発ニーズ、そして日本の援助政策に合致しており、妥当性は高い。有効性・インパクトについてもムダ川流域での上水および灌漑用水供給の安定化、特にペナン州において増大しつつあった水需要に対応できており、高いといえる。事業費と事業期間は計画範囲内で効率性は高く、ベリスダムを運用維持管理する機関の実施体制、技術、財務、運営状況は良好であることから持続性も高いとみなされる。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関（UPEN）および Land Office への提言

移転住民への土地所有権の供与

移転住民代表者へのインタビューでは、土地所有権を授与されていないとの指摘があり、確認したところ、本来授与されるべき手続きが遅延しており、今年から土地所有権の授

与の手続きに着手する予定であった。

直接的には Land Office が土地所有権移転の手続きの担当である。ただし、本事業の住民移転の実施機関は UPEN とされており、住民移転終了後に発生した住民移転に係る補償の問題についても UPEN は実施機関としての責務があると考えられる。住民移転終了後すでに7年も経過しており、可能な限り速やかな措置を行うように、UPEN は Land Office への働きかけを行うこと、Land Office としても人員を拡充する等手続きを迅速化する取り組みが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

土地所有権の住民への授与状況につきフォローする。

4.3 教訓

(1) 環境・住民移転モニタリング委員会の苦情処理機能の強化

実施機関である DID、UPEN の他、複数の関係政府機関からなる委員会を設置し、問題があれば対応することになっていたが、住民の苦情処理の担当機関が明確でなかったことは土地所有権授与の手続きが遅延した一因にもなったと考えられる。

今後の類似の委員会設置においては、委員会の機能・権限・責務について、苦情処理の受付窓口は一本化するなど、迅速な対応が実施できるシステムを事前に明確に定めること、そして、苦情処理の代表機関の責務の詳細を定めておくことが肝要である。

(2) 事業完了後の環境・住民移転モニタリングのあり方

本事業については事業完了後の環境・住民移転のモニタリングも重視され、計画されていたが、実際に計画したような内容では実施されなかった。

環境社会配慮面でカテゴリーA 案件であり、被援助国の環境社会モニタリング担当機関の実施能力に懸念があり、事後のモニタリングが非常に重要であると考えられる場合は、事業実施前に JICA と実施機関の間で JICA 環境社会ガイドラインに沿って、双方の事後モニタリングの担当部署や実施体制、内容の詳細項目、モニタリング期間の設定について、モニタリングの目的や実施可能性も十分に検討した上で事前に明示して相互に合意を得ておくことが第一に重要である。

ただし、負の影響がでていないかを確認し、問題があった場合により確実に実効性のある処置をとるには、事後評価のタイミングでは遅い場合もある。事業実施後の実施機関の組織改編等で事後のモニタリング担当機関が不明確になる可能性も高い。事後のモニタリングが重要とされるカテゴリーA 案件については、事業完了直後のタイミングなどで、事後のモニタリングが実施される体制にあるか否か、実施中に問題はなかったかについて、JICA 側として一度現場踏査して早期に確認することが望ましいといえる。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
1 アウトプット	(1) ダム建設(コンクリート表面遮水型ロックフィルダム) ・流域面積:116 km² ・有効貯水量:114百万m³ ・平均水位:84m ・メインダム、サドルダム (2) 道路付け替え10.9km (3) 住民移転地整備 ・575世帯の移転先の住居建設 ・移転地の基礎インフラ整備(水道、電気、学校、モスク、その他公共設備) ・移転住民の経済活動支援	(1) 計画どおり (2) 計画どおり (3) 計画どおり (世帯数実績は659世帯)
②期間	1999年3月～2005年3月 (73ヶ月)	1999年3月～2004年7月 (67ヶ月)
③事業費		
外貨	2,796百万円	677百万円
内貨	11,789百万円 (369百万リンギット)	11,148百万円 (366百万リンギット)
合計	14,585百万円	11,825百万円
うち円借款分	9,737百万円	8,578百万円
換算レート	1リンギット＝31.9円 (1999年11月現在)	1リンギット＝30.4円 (1998～2009年平均レート)