

平成23年度  
円借款事業  
事後モニタリング業務

パッケージ1  
(インドネシア・フィリピン・スリランカ・カザフスタン・モンゴル)

平成24年10月  
(2012年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

株式会社 国際開発センター

評価
JR
12-61

## 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、事業の有効性、インパクト、持続性を検証するとともに事後評価時になされた教訓・提言への対応を確認し、事業が将来にわたって継続的に効果を発現するために必要な教訓・提言を導き出すことを目的として、主に事業完成後 7 年（事後評価実施後 5 年）となる円借款事業の事後モニタリング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。

本モニタリング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、今後の類似事業の計画策定や事業実施の際に活用していく所存です。

終わりに、本モニタリング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。

2012 年 10 月  
独立行政法人 国際協力機構  
理事 渡邊 正人

## 本モニタリング結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場でモニタリングを実施するために、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。

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

序文

本モニタリング結果の位置づけ

目次

## インドネシア「スラバヤ都市環境改善事業(1)」

1. 案件の概要	1-1
1.1 事業目的	1-1
1.2 事業概要(借款契約概要等)	1-1
1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由	1-2
2. 調査の概要	1-2
2.1 調査期間	1-2
2.2 モニタリングの制約条件	1-2
3. モニタリング結果	1-3
3.1 有効性	1-3
3.2 インパクト	1-9
3.3 持続性	1-11
4. 結論及び教訓・提言	1-15
4.1 結論	1-15
4.2 提言	1-15
4.3 教訓	1-15
主要計画/実績比較	1-16

## フィリピン共和国「航空保安施設近代化事業(3)」

1. 案件の概要	2-1
1.1 事業目的	2-1
1.2 事業概要(借款契約概要等)	2-1
1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由	2-1
2. 調査の概要	2-2
2.1 調査期間	2-2
2.2 モニタリングの制約条件	2-2
3. モニタリング結果	2-2
3.1 有効性	2-2
3.2 インパクト	2-4
3.3 持続性	2-5
4. 結論及び教訓・提言	2-9
4.1 結論	2-9
4.2 提言・今後のフォローアップ事項	2-9
4.3 教訓	2-10
主要計画/実績比較	2-11

## スリランカ「サマナラウェア水力発電事業(1)(2)(3)、サマナラウェア水力発電改修事業」

1. 案件の概要	3-1
1.1 事業目的	3-1
1.2 事業概要	3-1
1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由	3-2
2. 調査の概要	3-3
2.1 調査期間	3-3
2.2 評価の制約	3-3
3. モニタリング結果	3-3
3.1 有効性	3-3
3.2 インパクト	3-5
3.3. 持続性	3-10
4. 結論及び提言・教訓	3-14
4.1 結論	3-14
4.2 提言	3-15
4.3 教訓	3-15
主要計画／実績比較	3-16

## カザフスタン「イルティシュ川橋梁建設事業」

1. 案件の概要	4-1
1.1 事業目的	4-1
1.2 事業概要	4-1
1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由	4-1
2. 調査の概要	4-2
2.1 調査期間	4-2
2.2 評価の制約	4-2
3. モニタリング結果	4-2
3.1 有効性	4-2
3.2 インパクト	4-5
3.3. 持続性	4-8
3.4. その他	4-12
4. 結論及び提言・教訓	4-12
4.1 結論	4-12
4.2 提言	4-12
4.3 教訓	4-13
主要計画／実績比較	4-14

## モンゴル「バガヌール・シベオボ炭鉱開発事業(1)(2)」

1. 案件の概要	5-1
1.1 事業目的	5-1

1.2 事業概要(借款契約概要等) .....	5-1
1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由 .....	5-2
2. 調査の概要 .....	5-2
2.1 調査期間 .....	5-2
2.2 モニタリングの制約条件 .....	5-3
3. モニタリング結果 .....	5-3
3.1 有効性 .....	5-3
3.2 インパクト .....	5-6
3.3. 持続性 .....	5-8
4. 結論及び教訓・提言 .....	5-12
4.1 結論 .....	5-12
4.2 提言 .....	5-12
4.3 教訓 .....	5-12
主要計画/実績比較 .....	5-13

## 【円借款事業事後モニタリング報告書】

インドネシア

「スラバヤ都市環境改善事業(1)」

外部評価者：株式会社国際開発センター 寺原讓治

### 1. 案件の概要



事業位置図



マルゴムリョ道路

#### 1.1 事業目的

インドネシア国スラバヤ市において都市道路、排水、廃棄物、上水の都市インフラを総合的に整備することにより、都市環境改善を図り、もって同市の経済活性化および住民福祉の向上に寄与する。

#### 1.2 事業概要(借款契約概要等)

円借款承諾額／実行額	11,251 百万円／10,893 百万円
借款契約調印／貸付終了	1993 年 2 月／2004 年 3 月
事後評価実施	2006 年度
実施機関	公共事業省居住環境総局 DG. Cipta Karya, The Ministry of Public Works
本体契約	PT. Hutama Karya(インドネシア)／PT. Pembangunan Perumahan(インドネシア)／CV. Lanang Adhi Daya(インドネシア)／PT. Waskita Karya (インドネシア)
コンサルタント契約	パシフィック・コンサルタンツ・インターナショナル(日)／いであ(日)／PT. Kartika Pradip-taprisma(インドネシア)

### 1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由

東ジャワ州の州都であるスラバヤ市は面積 332k m<sup>2</sup>、人口 276 万人(いずれも 2010 年時点)を擁し、ジャカルタに次ぐインドネシアの第 2 の都市である。スラバヤ都市圏の都市インフラ整備状況は、同国の他の都市と同様に不十分で改善すべき点が多いことから、インドネシア政府は都市インフラの整備及び居住環境の改善の必要性を認識し、スラバヤ市を拠点としたスラバヤ都市圏の都市環境改善計画を進めている。公共事業省は円借款によって計画の一部を実施することとした。

2007 年 3 月の事後評価においては、本事業の実施がスラバヤ市における交通量増加への対応、洪水被害の抑制、廃棄物収集能力の向上、水道の新規コネクション増加に寄与し、概ね計画通りの効果発現が見られ、高い有効性が認められた。しかしながら、主に 1997 年のアジア通貨危機を契機とする経済危機を発端とする経済混乱とインフレの進行、スハルト政権の崩壊とそれに伴う中央から地方に至る大幅かつ頻繁な行政機構の改編等の複雑な要因によって、事業実施が大幅に遅延し、特に事後評価時点においても一部未完成部分(道路:ケンジュラン道路 1A 区間、イースタンミドルリング道路 2A 区間(2007 年 4 月に完成)、上水:イーストサイドリングメインへの導水管接続)、完成後未稼働部分(上水:ウォノチヨロ・ポンプステーション)が残っていたため、効率性が低い結果となった。一方、工事完成後の維持管理体制についても、維持管理の新制度移管に伴い、責任体制に不透明感があったため、持続性についても中程度と評価された。また、事後評価では、用地取得に関する政府規則の厳守、都市道路・排水施設の管理責任の合意の公式化、未完成部分の早期完成、洪水被害の記録が提言された。

したがって、本事業を事後モニタリングの対象とし、特に、本事業の有効性、持続性に関して再度確認することを目的として、今次現地調査等の結果に基づき事業を評価項目別にレビューし、結論を導き出した。

## 2. 調査の概要

### 2.1 調査期間

調査期間: 2012 年 1 月~10 月

現地調査期間: 2012 年 3 月 21 日~4 月 6 日

### 2.2 モニタリングの制約条件

本事業においては、実施機関の公共事業省居住環境総局に、評価およびモニタリングの体制ができておらず、対象事業の現状に関する情報、評価を有していなかった。審査時には、同局を実施機関(Executing Agency)とし、同省道路総局及び水資源総局が、中央政府が所管する都市道路及び排水分野の一部の調達手続きを行うこと、スラバヤ市が実質的な事業実施機関(Principal Implementing Agency)となり、同市が所管する事業の調達及び事業間の調整を行うこととされていた。このため、スラバヤ市計画局(BAPPEKO、当時の調整

機関)と4分野の各担当機関(市及び国の出先機関)にそれぞれにヒアリングする必要があり、モニタリング調査のアプローチ、効率性に制約があり、本事業全体としての責任機関が不在となった状態であった。

### 3. モニタリング結果

#### 3.1 有効性

##### 3.1.1 定量的効果

##### 3.1.1.1 運用・効果指標

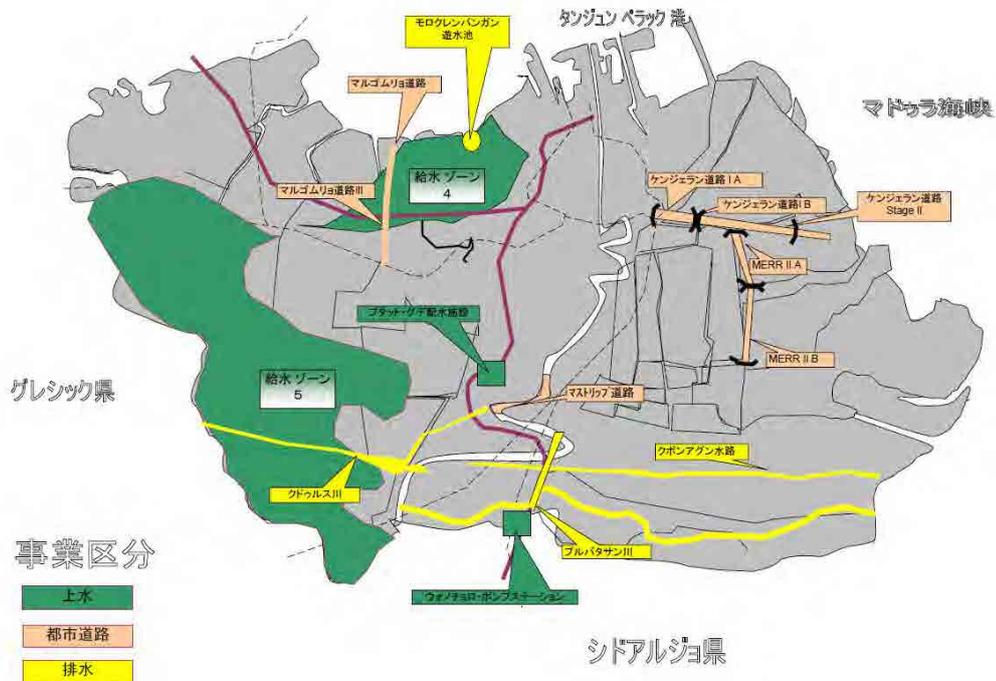
##### (1) 都市道路

##### (a) 事業内容

本事業の都市道路分野においては、4本の道路に対して、以下の6つのコンポーネントが実施された。(斜体の部分は事後評価時に未完成だった区間を示す。図1)

1. ケンジェラン道路の拡幅(Stage 1, **1B**及び 2, 7,590 m)
2. マルゴムリヨ道路第2車線の改善(1,700 m),
3. マルゴムリヨ道路追加整備工事(200 m),
4. マルゴムリヨ道路3整備工事(3,254 m)
5. イースタンミドルリング道路の建設(EMRR **2A&2B**, 5,100 m)
6. マストリップ道路の整備(3,209 m)

総延長は、新設 5,100m、改良 15,843m(事後評価時に工事未完了部分のケンジェラン道路 1B 区間 1,810m を除く)であった。



出所：事後評価報告書

図1 本事業の主な施設位置

(b) 供用状況

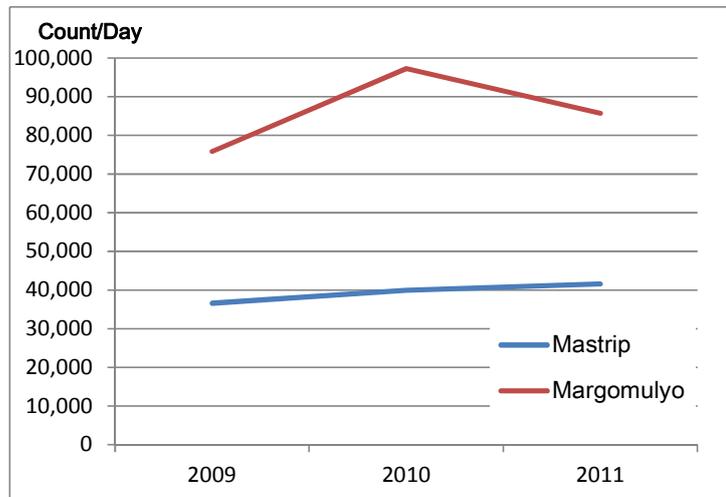
事後評価時において、未完成であった区間を持つ以下の道路は完成し、それぞれ既に供用されている。

ーケンジェラン道路 1B 区間は 2010 年に完成し、全線供用開始された。

ーイースタンミドルリング道路(EMRR) 2A 区間は 2007 年 4 月に完成し、2009 年に全線供用開始された。

(c) 交通量

マストリップ道路、マルゴムリヨ道路の交通量を右図に示す。マストリップ道路は、事後評価時とほぼ同様の基準で比較でき、2011 年では、1993 年の数値(ただし、1993 年は日平均交通量)の 10 倍以上になっており、十分に利用されている。いずれも、非常に多い交通量となっている。ケンジェラン道路及びイースタンミドルリング道路では、公式の交通量を計測していない。



出所：市道路・橋梁局

注：調査日の 5 時～21 時の総台数

図 2 二道路の交通量

(2) 排水

(a) 事業内容

本事業の排水分野においては、以下の 4 つのコンポーネントが実施された(図 1)。

1. プルバタサン川の改修(改修水路延長：14.3 km)

2. クボンアグン水路の改修(水路改修：6.0 km、水路の浚渫：6.4 km)

3. モロクレンバンガン遊水池改修(遊水池面積：80.7 ha)

4. クドゥルス川改修残存緊急工事(クドゥルス川水路の改修：2.7 km 及び クボンアグン水路の構造物の取替)

改修された水路の総延長は、29.4km、建設・改修遊水地面積は 80.7ha であった。

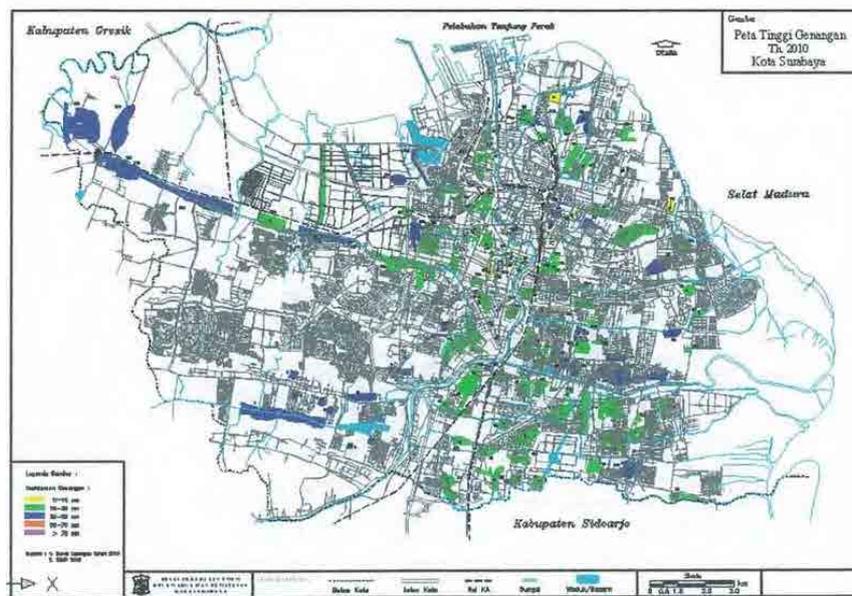
(b) 洪水発生状況

スラバヤ川の河川氾濫による洪水は 2007 年以降発生していない。ただし、内水排除に関しては、現時点でも降雨時に雨水が滞留する地区がある(図 3)。本事業による都市排水対策は主にスラバヤ川上流が増水した際に、上流より右岸に排水させる目的を持ったもので

あり、河川氾濫対策の有効性を十分に発揮している。

(c) 洪水記録

2007 年より公共事業局で洪水、浸水被害を記録(図3)しており、洪水被害記録を継続的に記録すべきであるという事後評価時の提言が実施に移されている。



出所：公共事業局

図3 洪水被害の記録(2010年)

(3) 廃棄物

(a) 事業内容

本事業の廃棄物分野では、トラックなどの機材調達、廃棄物集積場などの建設改修などの土木工事が行われた。表1に、本事業による廃棄物分野の調達機材及び土木工事の調達数、稼働数の推移を示す。

表 1 機材の調達数および稼働状況

品目	調達年	調達数	稼働数		
			2004年 JICA内部資料	2007年 事後評価	2012年 事後モニタリング
機材	トラック	1994-95	43	43	38
	ハンドカート	1994-96	280	0	
	コンテナ	1994-96	219	0	
	ブルドーザ	1994-95	2	準備中1 故障1	1
	エクスカベータ	1994	1	1	1
土木 工事	廃棄物集積場の建設	1994-95	9	9	9
	仮処分場の建設	1994-95	19	19	19
	廃棄物集積場の改修	1994-95	31	31	31
	仮処分場の改修	1994-95	44	44	44

出所：JICA 内部資料、事後評価、市緑化・清掃局

(b) 供用状況

多くのトラックが現在も稼働中である(表1)。2010年では27.1万<sup>3</sup>m(市統計)の廃棄物がスラバヤ全市で収集されており、概ねその2/3以上が本事業により調達されたトラックにより運ばれている(市緑化・清掃局による)。調達されたトラック、集積場は現在でも活用されており、事後評価時に比べ、トラック台数は減少しているが、集積場、仮処分場の数は維持されている。このため、概ね事後評価時と同様の有効性を発揮している。

(4) 上水道

(a) 事業内容

本事業の上水道分野においては、以下の8つのコンポーネントが実施された(主な施設の位置は図1に示す)。

1. 送配水管(1次2次)の調達と下記区間における敷設
  - ① ウォノチョコロ - プタット・グデ
  - ② プタット・グデ- デマック
  - ③ バニユ・ウリップ- タンデス
2. 2次配水管敷設(鋼管)- ゾーン4 + 5(総延長 415 km)
3. 配水池用パイプ機材
4. 3次配水管敷設 - ゾーン4 + 5
5. 各戸への接続 - ゾーン4 + 5
6. ウォノチョコロ・ポンプステーション建設(ただし、事後評価時に未稼働)
7. プタット・グデ配水施設建設
8. 世界銀行プロジェクトの未完成部分の引継ぎ
  - ① ウォノチョコロ・ポンプステーションから既存のイーストサイドリングメイン(ESRM)への接続(事後評価時に未完成)
  - ② ギャラクシーモール近辺のESRMの未完成部分からケンジェラン道路への接続

③ ワドゥンアスリ-ルンクット間の ESRM 未完成部分の接続

(b) 事後評価時の未完成・未稼働施設の現状

カランプラン 3 浄水場(本案件の対象外)が完成したため、事後評価時に稼働していなかったウォノチョロ・ポンプステーションが、2009 年以降稼働している。ESRM への導水管接続についても、工事が終了し、稼働している。

(c) 実現した給水能力、設備

表 2 に本事業により、実現した給水・配水能力、設備を示す。

表 2 実現した給水能力、設備

	単位	本事業によるもの	2011年時点での総量	本事業の割合
(1) 新規貯水池容量	m <sup>3</sup>	13,000		
(2) 新規稼働ポンプ容量	Litter/sec	5,600		
(3) 新規予備ポンプ容量	Litter/sec	1,550		
(4) 第1次送配水管延長	m	31,955	137,700	23%
(5) 第2次送配水管延長	m	68,070	622,500	11%
(6) 第3次送配水管延長	m	226,688	4,503,850	5%
(7) 家計へのコネクション件数	戸	60,000	397,040	15%

注:家計へのコネクション件数は2010年のもの。

出所:スラバヤ市水道公社(PDAM)

本事業により新規のポンプステーション、第1～第3次送配水管が整備された。この結果、本事業により実現された送配水路延長は、2011年の第1次送配水管延長の23%、第2次送配水管延長の11%を占めている。

(d) 顧客数・水使用量の推移

表 3 にスラバヤ市全体における契約数、消費量を示す。契約数、消費量ともに、本事業完成後の 2000 年代後半に大きく伸長した。一住宅当たりの月間使用量は 30 m<sup>3</sup>前後であり、大きく変わっていない。

表 3 水道契約数、消費量の推移

契約数	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年
住宅	116,251	175,863	248,491	312,297	397,040
事務所	12,710	15,023	17,825	24,903	29,769
工業	1,055	795	808	869	872
社会活動	3,493	5,386	6,003	5,972	5,132
政府機関	1,716	898	948	1,131	1,201
小売/給水車				--	--
港湾	2	3	4	4	4
市外	44	46	42	--	--
損失				--	--
合計	135,271	198,014	274,121	345,176	434,018

消費量	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年
住宅	42,507	64,720	83,103	110,961	132,145
事務所	8,005	11,085	10,434	14,672	17,305
工業	4,205	4,562	4,728	4,846	6,057
社会活動	5,253	15,360	18,019	16,637	15,674
政府機関	9,368	5,209	7,585	6,197	6,270
小売/給水車	303	480	112	105	11
港湾	216	389	622	548	397
市外	5,667	1,230	6,809		
損失	48,924	50,096	79,862	92,762	89,793
合計	124,448	153,131	211,274	246,728	267,652

一住宅あたり月間消費量 m <sup>3</sup>	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年
	30	31	28	30	28

出所:PDAM.

表4に、本事業の給水地域の給水ゾーン4及び5における産業用コネクションを、表5に同ゾーンにおける家庭用コネクション数を示す。

表4 スラバヤ市西部地域(本事業の給水地域の給水ゾーン4及び5)における産業用コネクション数の推移

顧客分類		顧客数		
料金コード	分類名	1998	2005	2011
32a & 32c	小企業	4,516	4,692	6,113
33	小工業		157	136
43	大企業		6,310	10,723
44	大工業		44	120
合計数		4,516	11,203	17,092

出所：PDAM.

本事業による給水地域では、全体的に産業用の顧客数が増加した。合計数で見ると、2011年では、2005年の数値(事後評価に参照)より53%増加した。本事業は、給水能力の向上によって、対象地域における水需要に対応し、産業立地の促進に貢献できたといえる。

表5 スラバヤ市西部地域(本事業の給水地域の給水ゾーン4及び5)における家庭用コネクション数及び水使用量の推移

顧客分類		顧客数		
料金コード	分類名	1998	2005	2011
2a.2	貧困家庭	2,884	62,533	2,715
3a	低所得家庭	3,308	47,020	88,635
4a	中所得家庭	80	23,802	55,710
4b.s	大規模家庭	138	14,565	38,818
3c.2	高所得家庭			8,079
合計数		6,410	147,920	185,873

出所：PDAM

2005年と比較し、2011年には、契約数は26%、使用量は13%増となっている。

以上より、本事業で行った給水能力整備は、未利用者及び転入者の上水需要に対応したことから、衛生環境の向上、都市開発の推進に貢献しているといえる。

### 3.1.1.2 内部収益率(IRR)

事後評価時に内部収益率(IRR)は計算されていないが、JCIA内部資料では計算されている。このため、同資料と同様の指標等を用いて再計算したところ、表6のような結果となった。表中FIRRは財務的内部収益率を、EIRRは経済的内部収益率を示す。

表6 内部収益率の比較

分野	IRRの対象	プロジェクト 完成時 (2004年)	事後モニタ リング時 (2012年)	差異の主な理由
排水	ブルバタソ川(EIRR)	16.1%	16.0%	対象地域での人口の微減により、河川改修の便益が、微減した。
	クホソ・アクソ水路(EIRR)	7.4%	7.3%	
	モクレンハンガソ遊水池(EIRR)	16.7%	17.0%	対象となる人口が増えたことにより、微増となった。
廃棄物	廃棄物全体(FIRR)	11.53%	3.4%	機材数の減少による廃棄物運搬量が一部減少したため。また、想定より廃棄物の排出料金を徴収できなかったため。
上水道	上水道全体(FIRR)	8.2%	13.6%	完成時は、プロジェクト完成後の水消費量を一定と設定していた。しかし、実際には、水消費量が拡大したため。

出所：JICA 内部資料及び本モニタリング業務

### 3.1.2 定性的効果

事後評価時に定性的効果については特に認識しておらず、本事後モニタリング時においても記載しない。

以上の事から、本事業によるスラバヤ市のインフラ整備四分野については、事後評価時において指摘された点(未完成部分や完成部分の未稼働)において、未完成部分が完成・供用され、未稼働部分の前段施設の完成により、稼働を開始している。また、都市道路・上水道では利用者も増加しており、事後評価時点よりも有効性が発現している状況にある。

## 3.2 インパクト

### 3.2.1 インパクトの発現状況

#### 3.2.1.1 人口増加

各種インフラの改善、供給により、市全体の人口が増加した。新規の上水供給を行った市の西区では、特に人口が増加している(表7、図4)。

表7 スラバヤ市における人口推移

区	面積 (sq. km)	人口(人)			人口増加率(年間%)	
		1990年	2000年	2010年	1990-2000	2000-2010
中央区	14.79	399,036	320,233	295,938	-2.2%	-0.8%
北区	38.39	458,501	473,562	528,168	0.3%	1.1%
東区	91.18	665,756	745,807	803,204	1.1%	0.7%
南区	64.06	660,780	676,878	677,944	0.2%	0.0%
西区	124.21	289,199	383,318	460,233	2.9%	1.8%
合計	332.63	2,473,272	2,599,798	2,765,487	0.5%	0.6%

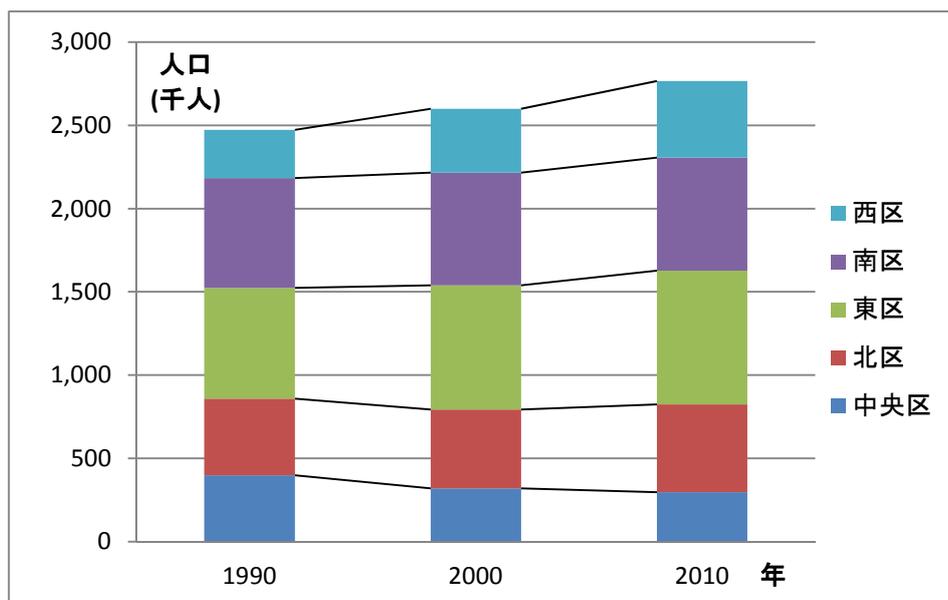


図4 スラバヤ市における人口推移

出所：スラバヤ統計年鑑 2011

### 3.2.1.2 経済活動の活性化

前項の人口増に加え、スラバヤの地域国内総生産(GRDP)は、年間 5~7%程度の成長率である(表8)。2000年以降、スラバヤ市の経済は、着実に成長している。

表8 スラバヤ市の地域国内総生産の推移

年	GRDP (百万ルピア)	一人当たりGRDP (千ルピア)	GRDP 年間成長率(%)	一人当たりGRDP 年間成長率(%)
2000	50,301,846	20,574		
2006	68,817,057	25,659	5.4%	3.7%
2007	73,160,032	27,070	6.3%	5.5%
2008	77,717,874	28,537	6.2%	5.4%
2009	82,014,714	29,885	5.5%	4.7%
2010	87,828,842	31,759	7.1%	6.3%

出所：スラバヤ統計年鑑 2011

注：GRDP は 2000 年価格

### 3.2.2 その他の正負のインパクト

#### 3.2.2.1 自然環境へのインパクト

自然環境へのインパクトは特にない。

#### 3.2.2.2 住民移転・用地取得

廃棄物を除く 3 分野で、必要とされた 109ha の用地取得が円滑でなかった点が、本件事業の実施を遅らせ、効率性を低下させた主な理由であった。特に事後評価では、立退き拒否者の権利関係の不明確さによるスラバヤ市当局の交渉プロセスの遅延(ケンジェラン道

路)、第三者機関も含めた補償金額の算定(浄水施設)を指摘している。その後、スラバヤ市は、公共事業における用地取得について、明確な規則に基づく対応や、住民説明会の頻繁な開催、補償制度の充実など、より慎重な配慮を行っている(BAPPEKOによる)。

以上の事から、本事業により、スラバヤ市の水、道路などの経済インフラの整備、都市環境の改善を通じて、都市経済の活性化に対し、一定のインパクトが認められる。

### 3.3 持続性

#### 3.3.1 運営・維持管理の体制

実施機関である公共事業省居住環境総局は、事業実施時には、複数セクターに跨る本事業の総合的な実施監理を担当としたが、案件終了後の関与がなく、事後評価時、モニタリング時において、本事業の現状につき、情報を有していなかった。同局は、運営・維持管理についても、関与しておらず、インフラ毎に運営管理体制が異なっている。

##### 3.3.1.1 都市道路

道路は、幹線、集散道路、市街地道路などの機能によって、国道、州道、市道に分類されている。

事後評価時におけるフィードバックセミナー(2007年)においては、マルゴムリョ道路及びマストリップ道路は東ジャワ州が、ケンジェラン道路はスラバヤ市が管理し、イースタンミドルリング道路については具体的な言及がなかったものの、国に管理責任があると合意された。さらに、その後、公共事業省令2009年365号によって、以下のように設置者が設定された。

ーマストリップ：州道

ーケンジェラン、マルゴムリョ、イースタンミドルリング：国道

この点において、マストリップ道路及びイースタンミドルリング道路については、フィードバックセミナーの決定通りであるが、ケンジェラン道路、マルゴムリョ道路は国道となっている。しかしながら、これは設置者の決定であり、それぞれの設置者ごとに以下のような管理体制が、原則となっている。

表10 道路の維持管理体制

分類	国道	州道	市道	
設置者	国、公共事業省	州	市	
維持管理 (内容例)	清掃/街灯/緑化	市清掃・緑化局		
	緊急補修(緊急対応、ホットホール)	市道路・橋梁局		
	日常補修(パッチ、ホットホール)	道路実施公社	州公共事業局	市公共事業局
	重補修(オーバーレイ、拡幅)	同上	同上	同上

出所：本モニタリング業務。

公共事業省道路総局のもとに、第5地区道路実施公社(Balai Besar Palaksanaan Jalan

Area 5)があり、市とともに国道の日常補修を行っている。

市道路橋梁局道路橋梁維持課には、20人の職員がおり、外注化によって常に50人が道路補修に従事している状態にある。

#### 3.3.1.2 排水

公共事業省の機関であるブランタス川流域管理事務所 (*Balai Besar Wilayah Sungai* (BBWS) *Brantas*) が、排水路の管理を行っている。同事務所は526人の公務員と、345人の外注職員から構成され、そのうち運営管理には、60人の公務員、17人の外注職員が排水路の管理に従事している。

排水路の管理のうち、浚渫と水生植物の除去とポンプ場の運営は、市排水局も行っている。流域管理事務所に予算があれば、そちらの予算が優先され、その次に市の予算が支出される。市排水局は、市の6人の公務員と375人の外注職員が配置されており、維持管理に当たっている。

#### 3.3.1.3 廃棄物

市清掃・緑化局が本事業の対象となった車両・施設等の運営・維持管理を行っている。同局には、621人の公務員と71人の外注職員がいる。

#### 3.3.1.4 上水

上水道に関しては、スラバヤ市水道公社 (PDAM) が、本事業の実施、維持管理のすべての責任を持っている。また、同公社は市の東西で維持管理の部局 (配水管理課) を設けており、同課が日常の維持管理にあたっている。

以上の点から、各分野の維持管理体制については、責任を持つ機関が明確にされており、特段の問題はない。

### 3.3.2 運営・維持管理の技術

#### 3.3.2.1 都市道路

維持補修の技術に関しては、市は補修要員に対して、明確に技術区分をしておらず、技術レベルの有無を確認できない。道路補修に関しては、市が外注しており、受注先で研修を行っている。

#### 3.3.2.2 排水

水路の維持管理は、主に水生植物の除去、水路の浚渫であり、流域管理事務所及び市では公務員、外注職員の区別なく、研修が行われている。

### 3.3.2.3 廃棄物

廃棄物集積場の常駐職員に対して研修が行われている。

トラックの運転手に対しては、着任時に研修が行われている。

### 3.3.2.4 上水

ポンプの操作について、メーカーが作成したマニュアルを利用した研修が、ポンプ操作員の着任時に行われている。送配水管については、PDAM の配水管理課によって、日常的な維持管理に関する研修が行われている。

以上のことから、一定の研修等がなされていることは確認できたが、外注先も含め、それが現時点での必要とされる技術水準に達しているか否は、確認できなかった。

## 3.3.3 運営・維持管理の財務

### 3.3.3.1 都市道路

市の道路維持予算は全体で毎年 200 億ルピアあり、この予算規模であれば、担当する維持管理業務に支障はないと判断される。ただし、今後交通量の増大によって、維持管理費用が増大する可能性がある。

### 3.3.3.2 排水

排水路整備に関して、利用者からの使用料徴収は行っていない。本事業の水路改修 3 プロジェクトに対して、毎年 4.5 億ルピアの支出が行われている。流域管理事務所は国の機関で、毎年の予算は確保されている。ただし、今後の都市開発の進展等によって、維持管理費用が増大する可能性がある。

### 3.3.3.3 廃棄物

家庭ごみの排出に際し、低所得世帯からは毎月 500 ルピア、それ以外の世帯からは 12000 ルピアを徴収している(市長規則 57/2001)。排出料徴収総額は不明であるが、当初の想定には、達していない。ただし、不足分については、市からも予算を出している(市清掃・緑化局による)。しかしながら、廃棄物のリサイクル等はあまり進んでおらず、今後廃棄物排出量が増大し、市からの財政補助が増える可能性がある。

### 3.3.3.4 上水

運営維持管理にかかる費用負担はすべて PDAM の責任となっている。財務諸表は入手できなかったものの、PDAM によれば、個別の施設ごとの運営維持管理経費は不明だが、水道料収入によって運営維持経費が賄われており、PDAM 自体の財務状況は良好である。

### 3.3.4 運営・維持管理の状況

#### 3.3.4.1 都市道路

現地調査時に確認したところ、いずれの道路も維持管理状況は良好である。本事業によって整備された区間は、いずれも交通量が多いが、路面に問題はない。ただし、一部では日常清掃がされていないところもあった。

#### 3.3.4.2 排水

毎年二回、水生植物の除去、清掃を行っている。本事業の対象プロジェクト対象区域においては、維持管理状況もよい。水路浚渫については必要に応じて行っている。

#### 3.3.4.3 廃棄物

施設、トラック共に良い状態に維持されている(現地での確認による。)

#### 3.3.4.4 上水

ポンプステーション、送水管等の維持管理状態は良好である(現地での確認による。)



写真1 都市道路：ケンジェラン道路



写真2 排水：クボンアグン水路



写真3 廃棄物：廃棄物収集車



写真4 上水：ウォノチョロ・ポンプステーション

以上より、実施機関による関与はないものの、本事業の各コンポーネントに対する運営・維持管理責任は、各事業体によって明確に定められている。審査時よりスラバヤ市の責任

範囲が大きくなっているが、スラバヤ市及び関連機関は明確に責任体制を実行し、現時点で維持管理の予算も措置されており、体制上の持続可能性に関する懸念事項は特に見当たらない。一方で、国及び市の財政負担によって維持されている分野(特に都市道路、排水、廃棄物)については、負担額の増大、財政の悪化によって、予算措置が十分でなくなり、財政上の持続可能性に問題が生じる可能性を有している。

## 4. 結論及び教訓・提言

### 4.1 結論

事後評価時において、未完成だった部分や、完成後未稼働だった部分は、既に供用されており、有効に活用されている。

本事業によるプロジェクトの有効性及びインパクトは、事業が完成したこと自体によって発現し、その後も引き続き発現している。維持管理体制については、責任機関に関し現時点で明確にされており、特に問題はない。道路の維持管理体制の明確化、排水記録の整備などの提言事項は、着実に順守されている。

### 4.2 提言

特になし。

### 4.3 教訓

借款契約当時と現時点では、インドネシアにおける地方分権の在り方が大きく変わっている。特に1999年の地方分権化法、とその改正(2004年)によって、市の責任範囲が拡大したことが本事業に大きく影響した。このため、インドネシア国のみならず、今後、多分野にわたる特定地域のインフラのプロジェクトでは、当該国の国と地方政府の役割分担の状況、事業内容によって、国と地方政府でどのような実施体制を構築するか検討し、国ではなく地方政府を実施機関とすることや、計画時点より地方政府が参加した形とすることを選択肢に入れることが、スムーズな事業実施、フォローにつながるものと考えられる。

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
1. アウトプット		
都市道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>・イスタンミッドリング道路の建設</li> <li>・ケンジェラン道路の拡幅</li> <li>・ハニユリップ道路の拡幅</li> <li>・マルゴムリヨ道路の拡幅</li> <li>・イスタンミッドリング道路と橋の建設</li> </ul> 総延長 新設 15,265m 改良 10,720m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・イスタンミッドリング道路の建設</li> <li>・ケンジェラン道路の拡幅</li> <li>・マルゴムリヨ道路の改善</li> <li>・マストリップ道路の整備</li> </ul> 総延長 新設 2,850m 改良 15,843m
排水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プルバタン川の改修</li> <li>・クボンアグン水路の改修</li> </ul> 改修水路総延長 26.8 km 建設遊水池面積 28ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プルバタン川の改修</li> <li>・クボンアグン水路の改修</li> </ul> 改修水路総延長 29.4 km 建設改修遊水池面積 80.7ha
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・収集運搬機材(トラック他)</li> <li>・埋立処分場用機材</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・収集運搬機材(トラック他)</li> <li>・埋立処分場用機材</li> <li>・土木工事</li> </ul>
上水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・送配水管(1次、2次)の調達</li> <li>・2次配水管敷設(鋼管)</li> <li>・排水池用パイプ機材</li> <li>・3次配水管敷設</li> <li>・各戸への接続</li> <li>・ウォナチヨロ・ポンプステーション建設</li> <li>・プタット・グテ配水施設建設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ほぼ計画通り(ただし、量に違いがある。)</li> <li>・世銀の未完成部分の引き継ぎ ウォナチヨロ・ポンプステーションから既存のイーストサイトリングメイン(ESRM)への接続 ESRMからケンジェラン道路への接続 ワトカンアスリーリンク間ESRM未完成部分の接続</li> </ul>
2. 期間	1993年2月～2001年3月 (8年1カ月)	1993年2月～2004年3月 (11年1カ月)(ただし一部未完成)
3. 事業費		
外貨	4,959百万円	(外・内貨別内訳は不明)
内貨	10,643百万円	
合計	15,602百万円	13,196百万円
うち円借款分	11,251百万円	10,893百万円
換算レート	1ルピア= 0.064円 (1992年時点)	1ルピア= 0.017円 (1994年～2004年の単純平均)

## 【円借款事業事後モニタリング報告書】

フィリピン共和国

「航空保安施設近代化事業(3)」

外部評価者: 株式会社国際開発センター 寺原讓治

### 1. 案件の概要



事業位置図



ラオアグ空港管制塔

#### 1.1 事業目的

フィリピン全域において、航空保安設備を整備することにより、航空輸送の安全性向上を図り、もって輸送量増加と航空産業の成長に寄与する。

#### 1.2 事業概要(借款契約概要等)

円借款承諾額／実行額	6,386 百万円／6,203 百万円
借款契約調印／貸付終了	1995 年 8 月／2004 年 6 月
事後評価実施	2006 年度
実施機関	運輸通信省航空局 Air Transportation Office of Department of Transportation and Communication (DOTC-ATO)(現 フィリピン民間航空庁 Civil Aviation Authority of the Philippines (CAAP))
本体契約	トーメン(現 豊田通商)(日本)
コンサルタント契約	日本空港コンサルタンツ(日本)

#### 1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由

フィリピンの航空セクターは1992年以前までの政治の混乱や経済の低迷により輸送量の

伸びが停滞したが、1992年以降は人口の増加や経済の発展に加え、航空機の大型化、性能の向上および空港の整備により輸送量が伸びている。そのような状況の下、フィリピン政府は航空保安にかかわるマスタープランに基づき航空保安施設の整備を進めてきた。

このため、運輸通信省航空局(DOTC-ATO)は、円借款によって1978年に航空保安施設拡充事業(フェーズ1)を実施し、このなかで長期近代化計画を策定した。1986年には、その計画を見直し、航空保安施設近代化事業(フェーズ2)が実施された。フェーズ2では、1990～2000年の計画(Financial and Technical Management Study)を策定し、同計画で確立されたクライテリアに基づき、他ドナーの援助による航空保安施設整備事業の実施状況、民間航空総合整備計画(CAMP)の需要予測を作成した。これに基づき、本事業(フェーズ3)の事業計画(I/P)が作成され、1995年に本事業の借款契約を締結し、航空保安機材の整備をすることとなった。

本事業の事後評価においては、無線・対空通信カバレッジ(パイロットと航空管制官の間で直接無線通信できる範囲)が拡大したこと、最新の高精度機器の導入によって、交信感度が向上し、より良好な誘導管制ができるようになったことなど、高い有効性が認められた。しかしながら、本事業の実施期間が計画を大幅に上回った(計画比220%)ため、効率性に関して低い結果となった。また、一部スペアパーツの不足が見られ、維持管理予算も十分であるとはいえないため、持続性に関しては中程度の評価結果となった。このため、総合評価が低い結果となった。これらに加え、適切な予算の確保、パーツ供給体制、及び機器修理体制の充実に関して、実施機関に提言がなされた。

したがって、本事業を事後モニタリングの対象とし、今次現地調査等の結果に基づき事業を評価項目別にレビューし、特に持続性に重点を置いて、結論を導き出した。

## 2. 調査の概要

### 2.1 調査期間

調査期間：2012年1月～10月

現地調査期間：2012年4月7日～4月19日

### 2.2 モニタリングの制約条件

特になし。

## 3. モニタリング結果

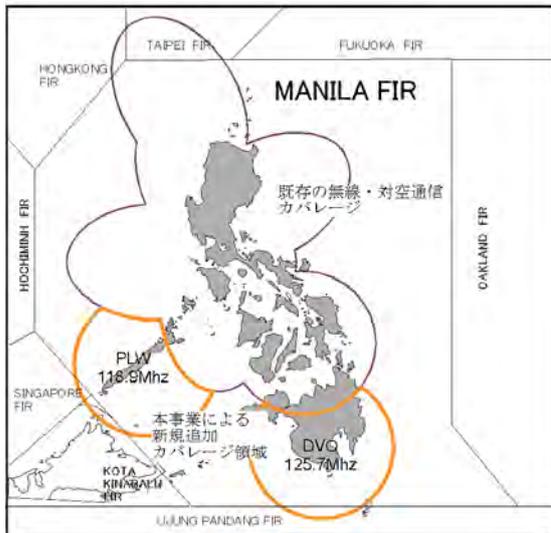
### 3.1 有効性

#### 3.1.1 定量的効果

##### 3.1.1.1 運用・効果指標

(1)地上・航空機間超短波無線通信カバレッジの拡大

図1にフィリピン国が管轄する「マニラ航空情報地域(マニラ FIR)」および超短波(VHF)無線対空通信カバレッジを示す。マニラ FIRは約300万 $\text{k m}^2$ あり、事業実施前のカバレー



出所：CAAP 資料より作成。

図1 マニラ FIR と地上・航空機間 VHF 無線通信カバレッジ

ジが約 120 万  $k m^2$ であった。本事業の VHF による最新の高精度機器<sup>1</sup>の導入により、受信感度が上昇し、エラーが減少した。加えて本事業によるパラワン(図中 PLW)とダバオ(図中 DVO)の通信施設の拡張により、カバレッジが、約 43 万  $k m^2$ 増加した。

この無線対空通信カバレッジは、事後評価時(2006 年)と変更はない。このため、運用・効果において、本事業の有効性は引き続き発現している。

## (2) 安全性・信頼性の向上(航空機事故数)

2000 年の事故を最後に一度に 100 人以上の犠牲者を出す航空機事故は発生しておらず、航空輸送の安全性が向上している。

特に、最近の 10 年間では、ほとんどが、ジェネラルアビエーション<sup>2</sup>によるものであり、航空管制の失敗による事故は起きていない。

表 1 航空機事故数の推移

年	1980	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
事故数	1	0	2	1	2	0	1	3	0	3	4	0	0	1	0	1
死者数	2	0	4	0	4	0	4	67	0	8	40	0	0	0	0	0
年	1996	97	98	99	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
事故数	3	1	2	4	1	0	2	1	2	2	2	2	1	5	1	
死者数	0	2	107	18	131	0	19	3	2	0	0	0	0	11	3	

出所：Aviation Safety Network. (<http://aviation-safety.net>)

注：ハイジャックなど犯罪によるもの、軍用を除く。

### 3.1.1.2 内部収益率 (IRR)

事後評価では内部収益率を算出しておらず、事後モニタリングでも算出しない。

### 3.1.2 定性的効果

事後評価時に定性的効果については特に認識しておらず、本事後モニタリング時においても記載しない。

<sup>1</sup> 主に本文末の主要計画/実績比較表中の①航空管制施設、④固定通信施設による。

<sup>2</sup> General Aviation、航空運送事業以外の用途で行う小型航空機による飛行

以上の事項より、本事業の有効性は、VHF 無線のカバレッジ、安全・信頼性の向上において、事後評価時と同様に発現している。

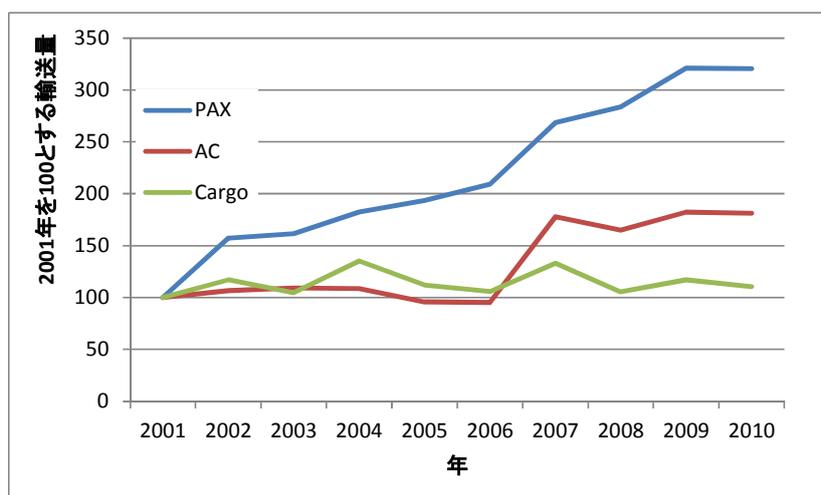
## 3.2 インパクト

### 3.2.1 インパクトの発現状況

#### 3.2.1.1 航空輸送量の増加

本事業の新たな航空保安通信施設<sup>3</sup>の導入によって、既存の航空路において、より高い密度で航空機を運航させることが可能となり、また、新規の航空路を作ることができるようになり、航空路容量が増加し、輸送量を拡大させることが可能になった。

2001 年を 100 とする、2001 年から 2010 年までの旅客数(Passenger, PAX)、航空機発着数(Aircraft, AC)、貨物輸送量(Cargo)を図 2 に示す。2010 年の値を対 2001 年の値と比較すると(2010 年の値/2001 年の値)、旅客数は 321%、航空機発着数は 181%、貨物輸送量は 111% となっている。



出所：CAAP.

図 2 航空輸送量の推移

2010 年の総空港利用者数は、2001 年より 3 倍以上に増加し、年間 4,086 万人に達している。航空機発着数が漸増であることから、一機あたりの旅客数が、増加していると考えられる。空港別にみると、特にカリボ空港では、2011 年には、2001 年の 5.2 倍の利用客が利用するに至っている。これは周辺の観光開発により観光客が増大したためである。

#### 3.2.1.2 国際的な基準への合致(ICAO 基準等との整合性)

フィリピン民間航空庁(CAAP)は、国際民間航空機関(ICAO)基準を守るべく、業務を行っているが、ICAO からの認証はなく、空港、航空管制とも、ランク付けされていない。CAAP

<sup>3</sup>主要計画/実績比較表中の①航空管制施設、③航空保安通信施設、④固定通信施設による。

は ICAO 基準を達成すべく優先的な予算配分、国際会議への積極的な対応をしている(いずれも CAAP による)が、その成果は上がっていない。

2008 年に米国連邦航空局(FAA)によって、フィリピン全体の航空セクターが Category I から、Category II に格下げされた。これは、フィリピン全体で ICAO 基準からの逸脱が見られると判定されたことを意味している。

一方、欧州連合(EU)は、安全上の理由から、フィリピンのすべての航空会社の乗り入れを禁止している(2012 年 4 月時点)。

マニラ FIR の隣接 FIR においては、ADS/CPDLC<sup>4</sup>が導入されており、マニラ FIR だけが取り残された状態である<sup>5</sup> (CAAP による)。

このため、航空会社は国際線市場での事業拡大には制限があり、マニラ FIR の航空管制は、隣接 FIR と比較しても国際的に遅れた状態にある。

### 3.2.2 その他の正負のインパクト

#### 3.2.2.1 自然環境へのインパクト

自然環境へのインパクトは特にない。(CAAP による)

#### 3.2.2.2 住民移転・用地取得

管制塔、通信施設の設置において新規に用地取得を行ったが、いずれも農地の取得であり、住民移転は生じていない。バギオ、ラオアグ、カリボでは用地取得に時間を要したとされるが、収用ではなく、協議の上で解決されており、現時点での問題はない。

以上から、本事業により、フィリピン国の航空輸送の安全性向上、航空路容量の拡大を通じて、航空事業の拡大に対する一定のインパクトが認められる。

## 3.3. 持続性

### 3.3.1 運営・維持管理の体制

運輸通信省航空局(Air Transportation Office of Department of Transportation and Communication, DOTC-ATO または ATO)は 2008 年 3 月にフィリピン民間航空庁(Civil Aviation Authority of the Philippines, CAAP)に組織改革された。これによって、行政部門の一つから、独立した事業体になったことを意味し、ATO 時代との違いは、CAAP が「財務上の独立性」を有していることであり、収入を直接、事業に充てることができることとされている。部局の名称と分掌は ATO 時代と変わっておらず、CAAP の航路管制サービス部(Airways Navigation Service, ANS)が航空管制システムの運営・管理を行っている。航空管制官は航空交通部(Air Traffic Service)に所属している。

---

<sup>4</sup> ADS(Automatic Dependent Surveillance : 自動従属監視)及び CPDLC(Controller- Pilot Data- Link Communications : 管制官パイロット間データ通信)

<sup>5</sup> ただし、ADS/CPDLC の導入は本事業の範囲外である。

2012年時点でANSは、760人の定員があるが、実スタッフが528人しかおらず、定員に比した実スタッフ人数が不足しており、残業や連続シフトで対応している。スタッフ不足は、CAAPへの移行に伴い、新経営陣が退職金の上積み等による早期退職を促したためである。一方で若手の新規採用も行っているが、採用資格が厳格で、着任研修も長いことから、短期間で充足させることは困難である。しかしながら、スタッフの不足が、業務に支障をきたしていることはない。

ANSは、航法援助機器、レーダー、気象観測機器、通信機器などをICAO基準に基づき検査、管理している。空港管制装置の場合は、空港の運用時間に応じて、超短波全方向式無線標識施設(VOR)や距離測定装置(DME)などの航法援助機器の場合は、3シフト、24時間体制で地上からの維持管理体制を構築している。

ただし、ICAO基準では、VOR、DMEを航空機によって空中から較正することが必要であるが、空中検査用航空機の故障により2010年10月を最後に実施されていない。このため、CAAPでは、民間航空会社に委託して2012年中に、空中較正を進めようとしている。



写真1 VOR/DME  
(写真1, 2共にラオアグ空港)



写真2 VOR/DMEの維持管理業務

機器の日常的な保守管理は、日次、週次、月次で定められており、各空港のANS職員が行っている。問題点があった場合は、ANSの運営課(Operations Department)が対応し、マニラメンテナンスセンター(MMC)に機材を送付し、修理を依頼している。現地調査の結果、日常的なメンテナンスは、正確に実施、記録されており、大きな問題はない。通信機器の他に、通信施設の管理もANSの責任範囲となっている。

### 3.3.2 運営・維持管理の技術

航路管制サービス部(ANS)では、主に通信航路管制システム専門官(CNS Systems Officer)と滑走路灯・電力技師(Airfield Lighting and Power Technician)の二つの技術分野があり、それぞれ技術レベルによって前者は5段階、後者は4段階に分けられ、研修が行われている。航空交通部では、航空交通管制官(Air Traffic Controller, ATS-319)と航空路コミュニケーター(Airways Communicator, ATS-205)の区分がある。航空交通管制官と航空路コミュニケーターには、医学的検査の他、空港、アプローチについて各3項目の研修と試験が行われている。

「新 CNS/ATM に係る教育支援プロジェクト」(JICA 技術協力プロジェクト(技プロ)2004～2008 年)、「新航空航法システム安全性・効率性向上プロジェクト」(JICA 技プロ 2009～2014 年(予定)実施中)「次世代航空保安システム整備事業」(JICA 有償資金協力 L/A 締結 2002 年 実施中)は、本事業の上位に位置する航法(衛星利用を前提とした航法)を導入することを目的としているが、何年に導入が完成するか 2012 年 4 月時点で目途が立っていない。この航法が完成、導入された後でも本事業によって導入された機器の必要性和有効性に変わりはない。しかしながら、本事業による機器の維持管理が不十分であった場合には、機材の航空保安の機能を維持できなくなる可能性がある。

### 3.3.3 運営・維持管理の財務

CAAP 移行後は、財務諸表が公開されることになっていたが、2012 年 4 月時点では公開されるに至っておらず、決算状況も不明である。ATO 時代は経常費用を ATO 予算で、投資費用を DOTC 予算で支出していたが、CAAP 移行後は、経常費用・投資費用共に CAAP の予算に組み込まれることとなっている。いずれも、ATO 時代のままであり、ATO から CAAP への移行に伴う財務上の改革は未了である。

CAAP では、年間調達計画(APP)を作成し、予算を立て、DOTC から許可を受けている。この内、航路管制施設(ANF)分野に関しては、個別項目の積み上げで 1 億 907 万ペソ(2011 年 APP)が予算計上されている。

ANS の予算執行状況には、維持管理にかかわる以下のような問題点がある。例えば、CAAP 全体の調達プロセスの問題として、ANS が要求してもパーツなどをタイミングよく調達できない場合がある。その理由としては、部品や機材の調達に関して、国の調達ルールが適用され、製造元が限られるものでも随意契約とできず、一般競争入札とし、CAAP 内の調達委員会を通じて調達しなければならないなど、必要性や実態にそぐわない点がある。

### 3.3.4 運営・維持管理の状況

2012 年 4 月時点では、すべての機器が正常に作動しているが、以下の点について、懸念がある。

#### 3.3.4.1 修理/交換状況

##### (1) 汎用パーツ

当初より消耗品とされているパーツ(電球やヒューズなどの汎用品)は、すべて当初のスペア(2 年または 5 年分を当初より準備)を消費した。しかし、これら汎用品のパーツは入手可能で、修理/交換もされている。

##### (2) 重要な基板など

2010 年代になってからは機器の中心的な回路(周波数変調器などの基板単位)で故障が生じる状況にあり、マニラメンテナンスセンターで修理できる場合とできない場合がある。



写真3 マニラメンテナンスセンター



写真4 送受信機の修理状況

基板単位での修理/交換では、メインとサブの回路を持つ機器の中で、予備がないために片方だけとなっている事例がある。メインの回路がさらに壊れた場合には、他空港の二つある回路を外して持ってくるなどの対応になっている。故障した機器や回路をマニラで修理しているが、一部については、修理できず、日本等の当初のメーカーから調達の準備をしているものの、問題点も生じている。例えば、本事業の VOR のメーカーでは、VOR を既に製造していないが、15 年の部品供給保証期間中なので、注文があれば基盤などのパーツを供給することができ、本事業のコントラクターの豊田通商<sup>6</sup>が調達の窓口になっている。しかしながら、CAAP と豊田通商の間で 2011 年 3 月以降、数度の交渉が行われており、豊田通商から見積書が発行されているものの、2012 年 4 月においても CAAP からの随意契約による正式な発注に至っておらず、調達できない状態である。

### (3) 機器自体の故障

音声記録機(Voice Logging Machine)は故障のため、メインとサブの二台あったものが、一つになっている場合や、全くない場合がある。音声通信の記録とその機器は ICAO の定めるものである。さらに同機のメーカー自体が既に無くなっているため、修理・交換が困難である。無停電装置(UPS)は、壊れている場合が多く、UPS をつけずに機器を作動させていることもあり、停電時、電圧降下時に機器が停波するなど、機器自体に大きな負担がかかっている。

#### 3.3.4.2 施設の撤去、用途変更

タガイタイ通信施設の内、拡張された受信施設及び、送信施設のあった土地は、所有者であるタガイタイ市との貸借契約が終了したため、タガイタイ市は CAAP に返還を要求した。タガイタイ市は、タール湖に面接する観光地で、近年はホテル、リゾートマンションの建設が進められている。このため、同市は CAAP に土地を貸すより、観光開発を進めた方が良く考え、賃貸契約満了に伴い、延長を行わず、返還を求めた。CAAP は、引き続き使用すべく、タガイタイ市と交渉したが、返還を余儀なくされ、次善の策として、機器を再稼働させるべく努力をしている。このため、設備はすべて他の場所に移動して、再稼

<sup>6</sup>コントラクターであったトーメンは、豊田通商と合併し、豊田通商となっている。

働を準備中であり、建物はすべて解体されたが、建具の一部は再利用している。また、同通信施設の機能には影響が出ないように配慮している(CAAP による)。マニラメンテナンスセンター(MMC)の建物の一部は 2010 年より ANS のオフィスとして使われるようになった。ただし、MMC の機能に問題はない。

#### 3.3.4.3 施設の管理・修理

管制塔等の施設管理において、エレベーターの故障(カリボ空港。予算措置済み)、雨漏り(ラオアグ空港)などの問題点があった。各空港の ANS 職員から本部に連絡があれば、ANS として、適切な措置を取ることとなっているが、連絡不足、予算執行状況の問題などがあったものと、考えられる。

以上より、運営・維持管理は、基本的に CAAP の ANS によって確保されており、現時点で運行そのものに支障をきたすような事態はない。パーツの調達に関し、汎用品では、十分にパーツが供給されており、マニラメンテナンスセンターでも必要な修理がなされている。しかしながら、調達可能な大型機材(UPS 等)・非汎用品のパーツ(当初メーカーのみが供給できる基盤単位のパーツなど)でも調達がなされていない面もあり、パーツ供給、機器修理体制を充実させるという事後評価時における提言が必ずしも十分には実行されていない。

## 4. 結論及び教訓・提言

### 4.1 結論

本事業による航空保安に対する有効性、航空セクターに対するプラスのインパクトは引き続き発現している。しかしながら、ICAO 基準からの後退、国際航空市場の動向などから、フィリピンの航空セクターは、国際レベルで比較すると遅れつつある。

新たな管制システム(新 CNS/ATM 等)が導入されたとしても、本事業による航空管制システムは、今後 10 年以上にわたって必要とされるが、部品の調達等が適切に行われなかった場合に、機材の機能を現状のまま持続できなくなる可能性があり、懸念される。

### 4.2 提言・今後のフォローアップ事項

DOTC:ATO から CAAP への移行にともなう改革が終了しておらず、CAAP の業務に対する責任を明確にするために、予算作成・同執行に関して、広範な裁量権を当初予定通り認めることが望まれる。

CAAP：本事業で調達した機材本体は多岐にわたっており、適切な維持管理、部品の適切な供給が不可欠である。まず、汎用部品(主に消耗品)供給に関して予算計上、執行を確実にすべきである。また、消耗品ではないパーツについては、汎用性が低く、修理不能の場合には、国の定める一般入札での入手は困難であり、随意契約での調達を認める、当初のコントラクター/メーカーと長期の維持管理契約を結ぶなどして、部品の調達、供給をより円

滑にすべきである。

#### **4.3 教訓**

機材を中心とする円借款事業では、維持管理段階においても、当初のメーカーの関与が不可欠の場合が多い。経常費用を途上国政府が負担するとしても、円滑な補修部品供給をどのように行うか、事業実施段階において、実施機関と合意しておくことが望ましい。

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
1.アウトプット	(対象：29 空港及びステーション)	(対象：25 空港及びステーション)
①航空管制施設	・航空路管制施設の改善(VHF 対空通信のカバレッジを主として西側および南側に拡大、2 サイトの RCAG) ・ターミナル管制施設の改良(8 つの空港)	計画通り  ほぼ計画通り
②管制通信施設	・FSS 施設の整備：カウアヤン、プエルトプリンセサ	ほぼ計画通り
③航空保安通信施設	・空港間の固定通信網の確保のため、Automatic Telex Message Switching System の整備：14 空港 ・航空路用および空港用の航空保安無線施設(VOR/DME)の更新・新設	実施されず  ほぼ計画通り
④固定通信施設	・地上通信施設の拡充(ダバオ空港、タガイタイーマニラセンター間)	ほぼ計画通り
⑤衛星通信施設	・衛星通信施設の改善(14 空港、マウントマジック送受信所、マニラ AFC)	実施されず
⑥メンテナンスセンター	・マニラ空港内に整備し、各空港の機器のスペアパーツを中央留置し、供給体制を整える。	計画通り
コンサルティング・サービス	インターナショナル： 184M/M ローカル： 182M/M	計画通り
2.期間	1995 年 8 月～1999 年 8 月 (4 年 1 カ月)	1995 年 8 月～2004 年 6 月 (8 年 11 カ月) 工事完了：2004 年 3 月
3.事業費		
外貨	6,386 百万円	6,203 百万円
内貨	738 百万円(179 百万ペソ)	1,419 百万円(354 百万ペソ)
合計	7,124 百万円	7,622 百万円
うち円借款分	6,386 百万円	6,203 百万円
換算レート	1 ペソ= 4.13 円 (1995 年 1 月時点)	1 ペソ= 4.01 円 (1995 年～ 2004 年の加重平均)

## 【円借款事後モニタリング報告書】

スリランカ

「サマナラウェア水力発電事業(1)(2)(3)、サマナラウェア水力発電改修事業」

外部評価者：株式会社国際開発センター 桑原 準

### 1. 案件の概要



事業位置図



サマナラウェアダム

#### 1.1 事業目的

コロンボの南東約 160Km のワラウェ川上流部において、最大出力 120MW のダム貯水池式発電所を建設することにより、スリランカの電力供給不足への対応を図り、もって同国の国民経済及び福祉の向上に寄与する。

#### 1.2 事業概要

円借款承諾額／実行額	(1) 14,500 百万円 / 14,500 百万円 (2) 13,920 百万円 / 13,920 百万円 (3) 3,264 百万円 / 3,264 百万円 (改修) 5,282 百万円 / 3,134 百万円
借款契約調印／貸付完了	(1) 1986 年 7 月 / 1992 年 9 月 (2) 1987 年 7 月 / 1994 年 4 月 (3) 1991 年 1 月 / 1995 年 3 月 (改修) 1995 年 7 月 / 2005 年 3 月
事後評価実施	2006 年度
実施機関	セイロン電力庁 (CEB: Ceylon Electricity Board 以下 CEB)
本体契約	熊谷組 (日本)、間組 (日本)、鹿島建設 (日本) (JV)

### 1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由

本事業が計画された当時の1980-1985年、スリランカでは、経済成長の持続に伴って、電力販売量が年間平均8.2%という急速なペースで増加していた上に、引き続き需要の増加が見込まれていた。これに対応するために、スリランカ政府は大規模石炭火力発電を稼働させる予定としていたが、大幅に遅れる見通しとなり、1990年代前半の電力需給が逼迫することが予想された。本事業はその電力需給の逼迫を緩和すべく計画されたものである。

本事業は英国との協調融資で実施された。円借款の対象となったのは、仮排水トンネル、ダム、発電水車、水門鉄管及び施工監理である。英国の担当は、取水口・導水路・発電所建屋及び設計であった。ダムの工事中の1988年に右岸地山に透水性の高い地層が確認されたために、右岸遮水工事（カーテングラウチング）等を追加することとして、計画の見直しが行われ、第3次の円借款の残額がこれに融資された。ダム工事完成後の1992年の試験湛水時には、ダム右岸地山からの大量の漏水が発生した。この対策として、設置した国際委員会の提言にそって、水中ブランケット工法による対策工事の実施を決定し、この改修事業に対して1995年から円借款が融資された。

2006年度に実施された事後評価では、総合評価をDと判定された。これは主に以下の理由による。

- ・漏水対策に関する追加工事を実施したために、事業期間が超過し、効率性が中程度と判断された。
- ・降雨量の減少や灌漑放水量の増加に伴い、発電用の放水量が減少したことから、年間発電量が計画値よりも下回った。そのため、有効性が中程度と判断された。
- ・事後評価調査中に右岸地山からの漏水が急激に増加し、その原因把握が出来なかった。そのため、長期的な安定性の確保が課題とされ、持続性が低く判断された。

その後漏水は貯水池の水位低下とともに減少したことを踏まえて、事後評価ではCEBに対する提言を行った。その内容は、「水位低下を継続するとともに、漏水量や濁り、貯水池水位及び右岸地山地下水位の観測を継続し、専門家による検討・必要に応じた追加調査・計測及び解析を踏まえ対応を検討すること」であった。

このような理由から、本事業を事後モニタリングの対象とし、とりわけ本事業の持続性を確認すること及び有効性やインパクトを再確認することを目的として今次現地調査等の結果に基づき本事業を評価項目別にレビューし、結論を導き出した。

## 2. 調査の概要

### 2.1 調査期間

調査期間：2012年1月～2012年9月

現地調査：2012年7月4日～7月16日

### 2.2 評価の制約

特になし。

## 3. モニタリング結果

### 3.1 有効性

#### 3.1.1 定量的効果

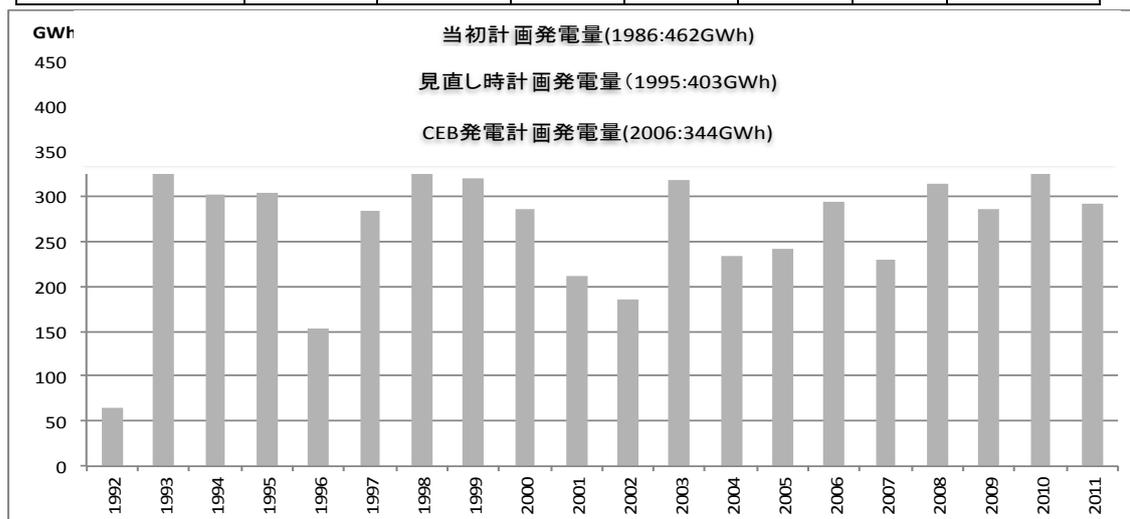
##### 3.1.1.1 運用効果指標

#### (1)実績年間発電量

運用効果指標として、2006-2011年の実績年間発電量及び最大出力を表1に示した。2011年までの年間平均発電量は、事後評価時点(2006年)の年間平均量271GWhに比べて298GWhと若干高い値となっているものの、当初の計画発電量462GWh、見直し計画時の発電量403GWh、CEBによる中期計画年間発電量344GWhのいずれも下回ることとなった。

表1 サマナラウェアダムの年間発電量及び最大出力(2006-2011)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	1996-2011 平均
年間発電量(GWh)	294.5	229.3	312.8	285.4	375.4	292.2	298
最大出力(MW)	120以上	120以上	128	128	130	128	120以上



出所：CEB資料より作成

図1 サマナラウェア年間発電量と計画値の比較

事後評価では、発電量が計画時に比べて低くなった理由を、流域内への降雨量及び貯水池への流入量の減少と灌漑用放流量の増加が影響していると考察していた。2006-2011年の最新データを用いて事後評価時の情報も更新した。流入量及び降雨量の結果を図2・図3に示す。年間平均流入量は事業実施以前(1959-1979)の実測値は18.5m<sup>3</sup>/sであり、発電計画には17.9 m<sup>3</sup>/sの値を採用していた<sup>1</sup>。それに対して、1996-2011の実績は14.2 m<sup>3</sup>/sであり、計画値の79%に留まっている。概略の試算では年間90GWh程度の発電量減少につながっていると見積もられる。これらの流入量の低下をもたらしたのは、降雨量の減少である。図3に示すとおり、事業実施以前(1959-1979)の年間平均降水量が2,320mmであったのに対して、発電所運転後(1996-2011)までの年間平均降水量は1,940mmであり<sup>3</sup>、事業実施前の83%程度に減っている。

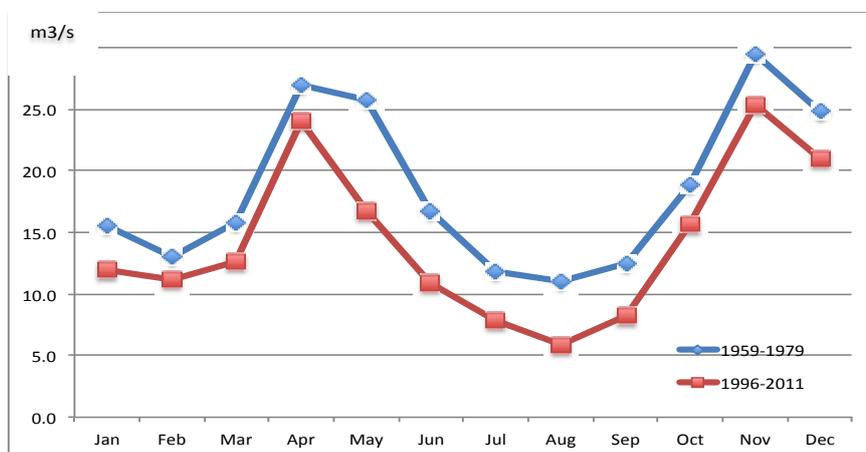


図2 事業実施以前と以降の貯水池平均流入量の比較

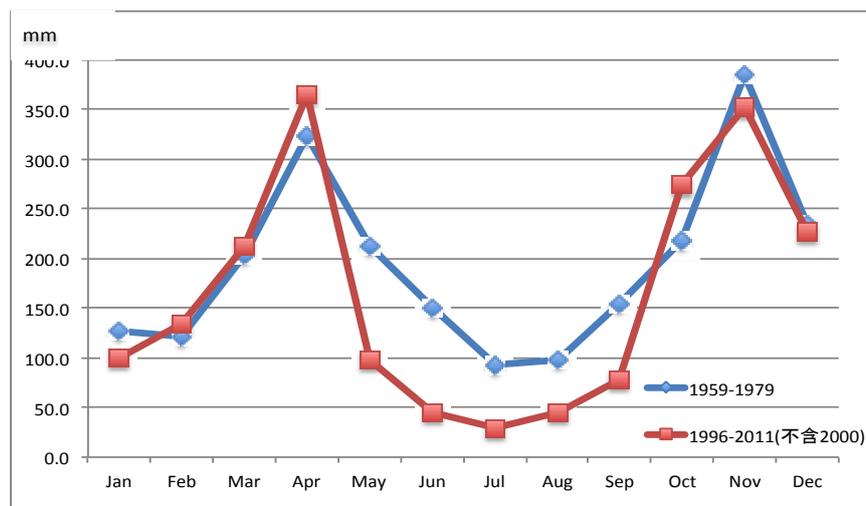


図3 事業実施以前と以降の流域月間降雨量の比較<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 降雨量・流入量とも事業実施前の「実測値」及び「計画値」は事後評価報告書による

<sup>2</sup> 2000年度は2月の降雨量が欠測のため、データに含めなかった。

また、サマナラウェアダムからは、発電所を経由せずにカルトタ地区への灌漑放流がなされている。これは右岸地山からの漏水とダム経由の放流を合わせたものであり、1996-2011年の平均では、年間9,200万 $\text{m}^3$ (平均2.9 $\text{m}^3/\text{s}$ )であり、当初計画の5,000万 $\text{m}^3$ を大きく上回っている。この放流により、概略試算では40GWh程度の発電減少量が生じていると見積もられる。

## (2)最大出力

最大出力は表1に示した通り、2006-2011年の全年で120MW以上の出力実績がある。120MW以上での発電時間は限られているものの、電力需要のピークに対して、最大出力を有効に活用している。

### 3.1.1.2 内部収益率

内部収益率を算出するにあたり、2005-2011年の実績データを収集したところ、事後評価時に試算した基礎となる資料(1992-2004)の実績データに信頼性がない<sup>3</sup>ことが判明した。さらに、その期間の資料の収集は不可能であったことから、事後モニタリングでは、財務的内部収益率と経済的内部収益率の試算を行わなかった。事後評価までの本事業の経済内部収益率は火力発電に代替した場合のものであり、水力発電の価格優位性を示すものであった。また、現在でもスリランカの水力発電による電力は一般的にディーゼルによる火力発電によるものよりも発電単位量あたりの運用コストが安いことは間違いない。よって、火力発電に対する価格優位性は現在も確保されていると推察できる。

### 3.1.2 定性的効果

定性的な効果は特に確認されなかった。

以上から、降雨量の減少等から、発電電力量は目標の発電計画値を達成できていないものの、2006-2011年には事後評価時点までの平均発電量を超過している。また、発電量の向上、廉価な運用コストの観点からは、事後モニタリングの時点においても事業の効果は引き続き発現していると判断される。

## 3.2 インパクト

### 3.2.1 インパクトの発現状況

#### 3.2.1.1 電力の安定供給

表2に1986年から2011年のスリランカの主要電力指標をとりまとめた。この間の

---

<sup>3</sup> 2005年以降の実績データと比較した所、2004年以前の運営維持管理費と10倍以上違っていた。発電実績があり、運用が始まっていた1992年の運用コストが全く計上されていない。さらに運営維持管理費が発電量をパラメーターに計算されており、実績ではなく計算値であることが判明した。

スリランカ国内の電力需要の拡大は著しく、2011年の年間発電量は、1986年の約4.3倍、ピーク時電力需要量は約4.0倍に伸長した。2011年のサマナラウェア発電所の平均発電量(298GWh)は、スリランカの総発電量(10,714GWh)の2.8%を占める。また、ピーク発電能力(120MW)はピーク時電力需要量(2,163MW)の5.5%を占めている。スリランカ全体の電力需要・発電量が増加していることから、サマナラウェア発電所の割合は相対的に減少しているものの、同国の電力安定供給に果たしてきた役割は大きい。

表2 全国の電力各指標の経年変化

	1986年 (事業着手時)	2004年	2011年 (事後モニタリング)
発電設備容量(MW)	1,065	2,280(2.1倍)	3,141(2.9倍)
年間発電量(GWh)	2,652	8,159(3.1倍)	10,741(4.3倍)
ピーク時電力需要量(MW)	540	1,563(2.9倍)	2,163(4.0倍)
世帯電化率(%)	17	71(4.2倍)	91(5.4倍)

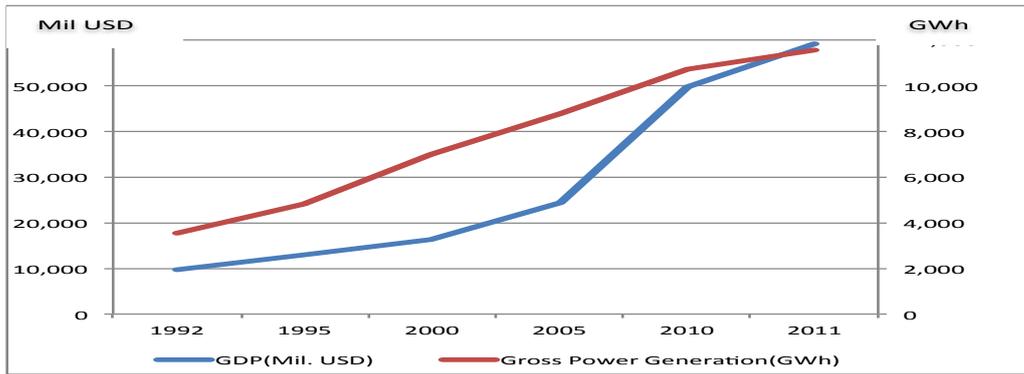
出所：CEB 統計資料等より 表内の ( ) は対 1986 年比

### 3.2.1.2 経済成長に伴った電力消費量の増加と経済成長への貢献

スリランカの GDP と経済成長率、一人あたりの GDP 及びその成長率を表3に示した。1992年の発電所の運用開始以降、GDPは2001年の内戦・テロ・旱魃による農業不作や停電などに起因する不況や2009年のリーマンショックによる一時的な落ち込みを見せたが、全体的に良好である。一人あたりのGDPもおおよそGDPと同様な傾向であり、1992年に557USDであったものが、2011年には、2,835USD/Capitaに達している。図4に示したように、これらの伸びと合わせるように発電量も順調に増加し、それに本事業も貢献してきた。

表3 GDPと実質経済成長率の推移

	1992	1995	2000	2005	2010	2011
GDP (Mil. USD)	9,703	13,030	16,331	24,406	49,568	59,172
GDP 成長率 (%)	-	5.6	5.0	4.0	6.4	8.3
GDP Per Capita(USD)	556.8	718.4	854.9	1242.4	2400.0	2835.4
平均成長率(%)	-	4.3	4.0	3.4	5.3	7.1



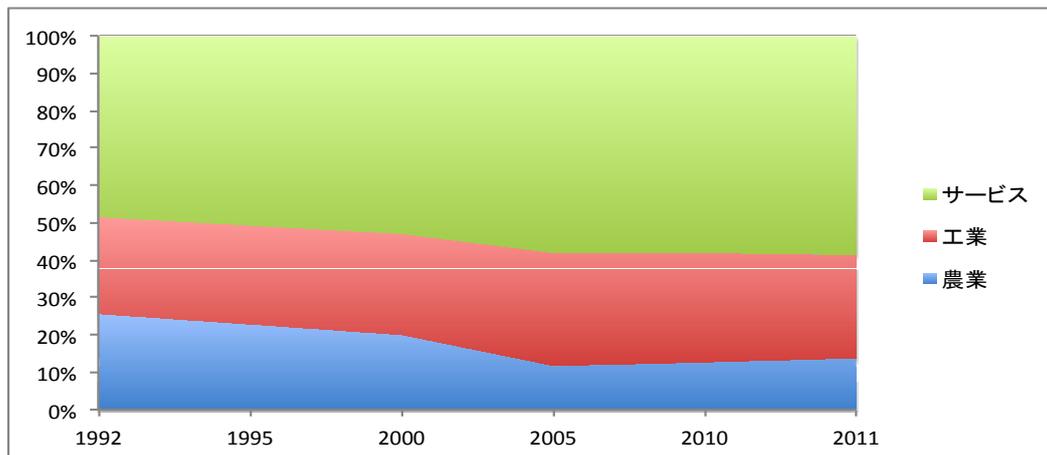
出所：World Bank, World Indicators, 2012, CEB 資料より作成

図4 GDPの成長と電力生産量の比較

国内総生産の構成では、表4に示したとおり、農業の割合に対して、2005年までは工業セクター及びサービスセクターの割合が増える傾向にあった。2005年以降、工業セクターの伸びは鈍化した。生産高は増えている。これらの2つのセクターの発展には、安定的な電力供給が不可欠である。本事業はこうしたニーズにも対応しており、ひいては、スリランカ経済の発展に対してプラスのインパクトを与えてきたといえる。

表4 国内総生産の構成（単位：％）

分野	1992	1995	2000	2005	2010	2011
農業	23.5	20.6	17.8	11.8	12.8	13.7
工業 (製造業)	23.3	23.8	24.4	30.2	29.4	27.8
サービス	44.1	45.2	47.3	58.0	57.8	58.5



出所：World Bank, World Indicators, 2012 より作成

図5 国内総生産の構成

以上より、本事業は、事後モニタリング時点においても、スリランカの電力供給の安定及び国民経済及び福祉の向上に寄与するべく重要な役割を担っていることが確認された。

### 3.2.1.3 自然環境へのインパクト

事後評価では、ダム事務所職員・現地での聞き取りの範囲で貯水池周辺の植生への影響はないことが確認されている。

2006年12月に取得したISO14001に伴い、発電所では、施設・機器の運営上、自然環境への影響を及ぼす恐れのあるものを場所・運営別に672項目を設定し、2ヵ月毎に確認している。その中でも102項目については、特に影響を大きく与えるものとして、注意を行なって運用している。

CEBはモニタリングポイントを、ダム湖・上流4地点、下流2地点の計7箇所に設けて、水質モニタリングを行っており、2011年までの結果では、いずれも国の環境基準値内である。ISOを取得した2006年12月以降は、植生についても変化や異常を毎月モニタリングしており、その結果これまでに問題は確認されていない。

### 3.2.1.4 住民移転・補償

支払・移転補償ともラトナプナ県及びその下位行政機関である Divisional Secretariat (DS) が実施し、CEBはその補償資金を提供している。対象地域が広く行政区域が分割されるため、3つのDSが担当しており、CEBはそれらからの報告を受ける立場である。

移転補償が進んでいないものとして、2世帯を確認した。事後評価時にはハンダギリヤ地区の49世帯で移転補償が進展中であったが、2012年7月現在ではこのうちの48世帯については完了している。さらに、反対理由は未確認であるが、インブルペ地区の1世帯は頑なに反対しているため、今後もさらに相当時間を要すると推測される。この世帯は貯水池満水位(MSL460m)より上に位置するために、事業継続への影響はない。移転補償の進展に伴って、住民の利用がなくなったことから、CEBが行っていたボートの提供は終了した。

現地の移転住民への簡易ヒアリングでは、土地の権利書が譲渡されていないことに不満を持つ世帯が多いことなどの情報を得た。移転は事業を開始した1980年代後半から開始されており、年月が経過していること、もう一方の当事者であるDSへのインタビューを行っていないため、経緯等の詳細は不明であるものの、移転プロセスについては、未完了であることが確認された。



出所：事後評価報告書

図6 サマナラウエアダム周辺地図

### 3.2.1.5 その他正負のインパクト

#### (1) 灌漑への影響

CEBは、灌漑局の要請に基づき、Water Management Boardとの合意により、下流カルトタ地区へ灌漑用水をサマナラウエアダムから放流している。ダム右岸からの漏水はダムからの放流の一部として計上される。サマナラウエアの建設前後では、農業技術の革新等の要素と相まって、稲の収量が増加したとの聞き取り結果も得られた。



写真1 カルトタ灌漑地区（全景・近景・水路）

ダムを経由しない発電所からの放流は下流のカツバスオヤ農業地区で灌漑用水として用いられている。

これら2つの灌漑地区よりもさらに下流での灌漑での貢献として、ワラウエ川下流での灌漑へのインパクトが事後評価で記述されている。しかしながら、ウダワラウエ発電所（貯水池）は、カバスオヤ農業地区の下流約2kmに位置しており、航空写真から判読すると、そこまでには他の灌漑地区はない。そのために、2つの灌漑地区以外

での灌漑への貢献は限定的であると思われる。

## (2)地域開発

事後評価では、本事業により建設された工事用アクセス道路は地域での利用がなされているとのことであった。この道路はサマナラウェア発電所が維持管理を行っていたが、2006年に道路公社（Road Development Authority：RDA）に引継がれた。維持管理をしている発電所所長は、道路の管理状況は以前より向上したとの意見であった。2012年の日あたりの通行量は車両50台である。

また、本事業の仮設工事事務所であった場所にサバラガムワ大学が設置された。この大学はその後学部を増やし、規模を拡張して、2010年末現在170名のスタッフ、2900名の学生が在籍している。

導水トンネル取水口付近にあった青年研修センターも工事事務所を転用したもので、同センターでは、現地調査時点でも研修プログラムが実施されていた。発電用水路のサージチャンバーへのアクセス道路近くにあった建設時の建物は、農業局に引き渡された。こちらの建物も研修と研究のために用いられている。



写真2 アクセス道路



サバラガムワ大学



青年研修センター

以上から、電力の安定供給や国民生活の福祉や経済成長、地域開発への一定程度のインパクトが認められる。一方、移転住民に対する補償は大きく進展したものの、まだ完了していない。

## 3.3. 持続性

### 3.3.1 運営・維持管理の体制

CEBは電力エネルギー省の監督下にある100%政府出資の公社であり、職員数は16,192名(2011年末時点)を有している。電力分野では、電力セクターの改革として、発電事業の自由化による独立発電会社の設立などがなされ、部分的に民間の参画が進められてきた。今後のセクター改革の進展は未定であり、CEBは当面はスリランカの発電・送電・配電を担いつづけていく見込みである。

サマナラウェア発電所はCEBの発電事業部に属しており、事業所の職員数は2012年7月時点で122名である。発電所の要員数は事後評価時の106名に比較して16名

増員しているが、組織図上の変更はなく、これまで欠員とされていた職員を雇用したことによる増員とのことであった。

### 3.3.2 運営・維持管理の技術

職員の学歴・経験年数は発電所を運営する上で十分である。CEB 及び発電所は、外部研修及び内部研修を計画的に行なっており、特に内部研修は ISO9001 にも準じて、中期のビジョンに従って研修計画を策定し、年間 20 以上のプログラムを組んで実施している。内容も緊急時の運転・操作、公衆衛生から日常の車両点検等、多岐にわたっており、広範な内容を含むものとなっている。

### 3.3.3 運営・維持管理の財務

2011 年度財務報告書によると CEB の 2011 年の経常収支は 180 億ルピーの赤字となっている。収支は年度によるばらつきがあるものの、財務体質は良好とはいえない。これには、コストの安い水力発電割合が減少したこと、石油価格の上昇、IPP（独立発電所）への電力への支払増加等が事後評価時点以降も引き続き影響している。公益事業委員会による売電単価の設定が行われ、収支改善の一步とされたが、渇水年等水力発電の能力が落ちる年には大きく赤字になっている。

財務上はこのように赤字であるものの、本事業を含む発電事業については、売電に影響をすることで CEB の上層部は、優先的に必要な費用を配分する意思決定をしており、管理上の支障は生じていない。

### 3.3.4 運営・維持管理の状況

#### 3.3.4.1 他水系との連携状況

スリランカの主要な水力発電所が存在するマハベリ水系、ラクシャパーン水系の発電所とは、別プロジェクトで整備されたコロombo市にあるモニタリングシステムからの指示により、各ダム水位やメンテナンス状況に応じた発電を行なっている。この調査では明確な運用効果を数値で確認できなかった。ダムの自然条件・運営条件は各々異なっており、例えば、マハベリ水系は灌漑への割当が多いなどの制約もある。さらにダムの間では貯水率が異なっている場合もある。これらを踏まえた上で、発電量を水系別にコントロールできるため、スリランカ全体での効率的な水資源の有効利用に効果はあるものと思われる。

#### 3.3.4.2 組織の運営状況

ISO9001 に加え、2006 年 12 月には ISO14001 の認証を受けた。これらを定期的に更新している。書類の整備や情報の共有化が進み、複数要員での対応ができるようになったことから、迅速な運営が可能となった。

#### 3.3.4.3 スペアパーツの入手

事後評価では、スペアパーツの調達に時間を要することが課題になっていた。その後、スペアパーツの調達先メーカーがインドに事務所を開設したことから、納期が早くなり、以前に比較して問題は低減したことが聞き取り調査により確認された。

#### 3.3.4.4 機器の劣化状況

1992年の稼動開始から約20年が経過しているために、経年劣化が進んでいる。新たに課題となっているのは以下の4つの施設・機器である。

##### (1)発電機モニタリング・コントロールシステムの故障

4系統あった発電機モニタリング・コントロールシステムの3系統が故障しており、残る1系統を使って発電機をモニター・制御している。マニュアル運転も可能であるが、水温などの幾つかの指標を踏まえた細かな制御は不可能になる。故障した機器のスペアパーツは既に生産完了しているために修理は不可能であり、入替えを検討している。使用されている機器のメーカーに価格等を問い合わせた所、全部を入れ替えるには500百万Rsのコストがかかるとのことであった。そこまでの予算を確保することは難しいため、現在、技術委員会で少額のコストで可能な方策を検討中である。

##### (2)ロックフィルの岩盤の変質化

これは、岩盤が日光や気温の変化による膨張・収縮等を通じて、酸化して劣化したものである。岩盤の広い範囲にわたって、砂に近い状態になっており、想定強度を発揮できない状態にあるため、入替えなどの方策が必要である。近隣の岩盤を用いるにしても、同様な性質を持つ岩を選定しては将来再発することが予想されるので、適切な岩質をもった地域のものを選定することを考えている。岩の組成等を含めて、ペラディニア大学と連携して方策を検討中である。

##### (3)PLC (Programmable Logic Controller:以下 PLC)

洪水吐のゲートシステムのPLCが故障した。洪水吐のゲート操作は降雨確率からすると、そもそも同システムの使用頻度は4-5年に一度のことであり、さらに現在は後述するように貯水池水位を最高より5m下げて運用を行なっているために、殆ど使用する可能性はない。交換費用は20-30百万Rsと見込まれており、予算措置可能な範囲である。



写真 モニタリングシステム



変質化した岩



PLC

#### (4)ガードバルブ（使用頻度は年に1回程度）

灌漑用放流バルブにつながるバルブである。絶えず灌漑用水を放流しているため、開閉するのは、バルブの点検・維持管理を行う時期のみで、年に1-2回程度である。現在はマニュアルでの操作を行なっている。現在、機器の供給業者と代替可否・費用について交渉中である。



写真 ガードバルブ

### 3.3.4.5 漏水の経過

#### (1)漏水の経緯

2006年12月にCEBは漏水量急増の原因に関して初期調査を行った。2007年10月には、ダムの経済的な運用を保ちながら、事後評価に示された提言を実施することをCEBは承認した。



写真 漏水湧出部

2006年12月に最大で時間あたり4.6m<sup>3</sup>/sを記録した漏水量は2007年6月以降落ち着きを見せた。2008年以降は漏水増加前1996-2006年の5年間の平均漏水量1.8m<sup>3</sup>/sよりも量が若干高い2.5m<sup>3</sup>/sで安定している。

#### (2)安全措置

CEBは漏水が継続している状況では、ダムの長期的構造的安全性が確保されていないことを再認識した。そのため、漏水部の水圧を減少させるために、最高水位を455mと5m低減することとし、マニュアルを改訂して運用している。さらに、緊急時の下流への警報体制を構築し、また下流の自治体に対して災害計画の策定と実施支援を行い、有事への対応能力を強化した。

#### (3)漏水の原因特定に関する調査

漏水対策としては、事後評価調査以降、2つの調査結果が明らかになっている。CEB職員L.B.Kamal Laksiri氏による博士論文とそれを発展させた調査と、W.B Atkins社が行ったものである。概要を以下に示す。

表 5 追加調査の概要

	ラクシリ氏論文	W.B Atkins 社調査
調査時期	- 2007 及び追加調査（継続中）	2008-2009
調査方法	井戸と貯水池の水位の変化を比較	水流などを磁気・電気を用いた調査
調査範囲	モニタリングを行なっている全ての井戸（右岸側全域）	右岸側のグラウト未設置部・断層部
漏水箇所の特 定	右岸湖底標高 415m 近辺	右岸グラウト未設置部標高 439m 付近
今後の調査	アイソトープによる位置特定調査	大規模な追加調査（再調査と同様）
対策工の方向性	ドライもしくはウェットブランケット	未設置部への追加グラウト (事業費高い)

#### (4) 今後の方針

CEB としては、次段階の調査・対策方針及び策工の実施にかかる意志決定を行っていない。ただ、漏水そのものが複雑なメカニズムであり、確実性に疑問が残ることから、コストが安い方法から着手するのが妥当との考えも CEB 発電事業部にはある。

本件に対する電力・エネルギー省の関心も高く、2011 年にはラクシリ氏の主張に従って、大臣勅命で、放射性同位体を用いた漏水地域の確認に関する追加調査が行われた。漏水箇所はダム堤体より 100m 以内の右岸側標高 415m 近辺で、右岸地山内の複数のルートをとどって、出水地点につながっていると推定している。さらに場所を特定するための詳細な調査も予定されている。

事後評価の時点で、技術・体制・財務の観点の問題もなく、一定程度以上の持続性があることは確認されていた。技術面においては、更なる研修の実施も行われ、体制面では人数の充足や ISO の追加取得にみられるように、運営システムの強化も行われた。また財務面でも発電所の運用に必要な経常予算は重点的に配分された。これらの 3 つの側面での持続性は継続もしくは強化していることを確認できた。

運営開始から 20 年が経過したこともあり、通常の維持管理のみでは対応できない劣化が一部の施設については進んでいるものの、問題は把握され、対応策も検討されている。予算面での課題はあるものの、今後これらの劣化への対応がなされることを期待する。

発電所の運営当初より存在し、2006 年に一時的な増加をみた漏水問題については、現在も継続しているものの、事後評価後、安全性に配慮した運営が行われ、さらに問題を解決するための調査も進展中であることが本モニタリングで確認された。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

サマナラウェアダム・発電所は、事後評価以前に比べると、ダムへの流入水量が増加していたことから、当初の計画値には及ばないものの、1992-2005 年の平均を上回る量の電力を事後評価後も供給し、またピーク電力需要に対応すべく運転

を行なっている。ダム・発電所から安定した放流を行なっていることから、下流の灌漑への貢献も継続している。さらに、建設した施設は地域の発展にも貢献していることが確認された。新たな自然環境や社会環境に関する問題は発生しておらず、発電所はそれへのモニタリング・対応能力も高めている。一方、地方政府が実施している移転住民への補償問題は大きく進展したものの、まだ全ての問題が解決したわけではなく、不満も残っているために、今後とも継続して対応する必要がある。

サマナラウェア発電所は ISO9001、14001 の取得、要員の増加、トレーニングプログラムの実施を通じて、運営管理体制を強化した。CEB の財務体質は良好ではないものの、運営に必要な予算は十分に割当てられている。一方でダム・発電所は運営開始より 20 年が経過し、経年劣化により稼働できない施設・機器も生じている。

2006 年に発生した突発的な漏水増加後、発電所はより安全性に配慮した発電所運営を行なっている。また漏水に関する調査も 2 種類のもので実施・継続されているものの、メカニズム・対策手段を明らかにするまでには至っておらず、長期的な構造的な安定性は保証されていない。

## 4.2 提言

地方政府・CEB

地方政府（ラトナプナ県・DS）、引き続き移転補償問題への対応を続ける。また CEB はその活動をモニタリングすることが適当である。

CEB

経年劣化をして補修もしくは交換が必要となった機器や施設について、技術的・経済的に適切な代替案を検討し、必要な措置をとることが望ましい。

漏水問題については、右岸地山からの漏水が継続している状況では、長期的な安全性は確保されていない。従って、これまでの調査結果をレビューし、必要となる計測・調査・解析を継続し、具体的な対策を検討・実施することが望まれる。

JICA

今後とも CEB と連絡をとりつつ、漏水に関する調査や対策の進展を確認する。さらに必要であれば関係者への働きかけを行うことが望ましい。

## 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		
<b>【水力発電事業】</b> 仮排水トンネル(2本) (日本) ダム(日本)  導水路トンネル(英国) 発電水車(日本) 発電機(英国) 水圧鉄管(日本) 送電線(他)	<b>【水力発電事業】</b> 延長 520m および 545m 堤高 103.5m、堤長 529m 有効貯水容量254 百万 m <sup>3</sup>  長さ 5,150m 使用水量 42.0 m <sup>3</sup> /s 120MW (60MW×2 基) 延長 648m 17km (発電所～ハランゴダ)	<b>【水力発電事業】</b> 延長482m および 502m 堤高100m、堤長530m、 有効貯水容量218.2万 m <sup>3</sup> 右岸遮水工 一式 長さ 5,159m 計画通り 計画通り 延長 670m 19km (発電所～ハランゴダ) 39km(発電所～エンビリビティチャ)
<b>【改修事業】</b> メインブランケット(日本) フォローアップ・ブランケット(日本)	<b>【改修事業】</b> 投入量 500,000 m <sup>3</sup> 投入量 500,000 m <sup>3</sup>	<b>【改修事業】</b> 投入量 426,030 m <sup>3</sup> 中止
②期間	<b>【水力発電事業】</b>	<b>【水力発電事業】</b>
<b>【水力発電事業】</b>	1986年9月～1991年7月 (59 カ月)	1986年9月～1992年12月 (76 カ月)
<b>【改修事業】</b>	<b>【改修事業】</b> 1995年8月～2001年5月 (70 カ月)	<b>【改修事業】</b> 1995年8月～1999年6月 (47 カ月)
③事業費		
<b>【水力発電事業】</b> 外貨 内貨  合計 うち円借款分 換算レート	<b>【水力発電事業】</b> 431 億 3,900 万円 170 億 3,700 万円 (24億3,380万 Rs) 601 億 7,600 万円 284 億 2,000 万円 1Rs=7 円 (1986 年 4 月現在)	<b>【水力発電事業】</b> 481 億 1,200 万円 222 億 1,700 万円 (56億6,000万 Rs) 703 億 2,900 万円 316 億 8,400 万円 1Rs=3.93 円 (1986～1995 年)
<b>【改修事業】</b> 外貨 内貨  合計 うち円借款分 換算レート	<b>【改修事業】</b> 50億6,100万円 11億5,300万円 (5億6,800万 Rs) 62億1,400万円 52億8,200万円 1Rs=2.03 円 (1995 年 2 月現在)	<b>【改修事業】</b> 23億5,900万円 9億500万円 (4億5,300万 Rs) 32億6,400万円 31億3,400 万円 1Rs=2.00 円 (1996～1999年)

注)計画の各値は、水力発電事業は第 1 期審査時(1986 年)、改修事業はこの事業の審査時(1995 年)のもの。

## 【円借款事後モニタリング報告書】

カザフスタン

「イルティシュ川橋梁建設事業」

外部評価者：株式会社国際開発センター 桑原 準

### 1. 案件の概要



事業位置図



イルティシュ川橋梁

#### 1.1 事業目的

カザフスタン国第4の都市であるセメイ市において、イルティシュ川にかかる新橋を建設することにより、主要幹線道路における安全かつ円滑な道路交通の確保を図り、もって地域経済の活性化に寄与する。

#### 1.2 事業概要

円借款承諾額／実行額	21,530 百万円 / 21,237 百万円
借款契約調印／貸付完了	1997 年 3 月 / 2004 年 6 月
事後評価実施	2006 年度
実施機関	セミパラチンスク州政府（1997年に統合し、東カザフスタン州政府）
本体契約	石川島播磨重工業（日本：以下 IHI）
コンサルタント契約	片平エンジニアリング（日本）

#### 1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由

本事業はセメイ市（2007年に「セミパラチンスク市」から改称、以下セメイ市）で実施された。セメイ市はカザフスタンの北東部に位置する同国第4の都市であり、重要工業都市の一つであり、さらに同国とロシア中央部を結ぶ道路、鉄道交通の要衝に位置している。セメイ市は、カザフスタンの主要河川であるイルティシュ川の両岸で発展した都市である。カザフスタンの重要幹線道路の一つは、同市でイルティシュ川

をわたり、ロシアの中央部及び中国国境に向かっている。しかしながら、同市内を結ぶ道路橋は、1960年代に建設された鉄筋コンクリート橋（以下「既存橋」）が唯一であり、厳しい気候、維持管理不足のために老朽化しており、倒壊の危険性も指摘されていた。審査当時(1996年)の既存橋の交通量は3万3,000台/日であり、さらに増加することが見込まれていた。しかし、上述した老朽化のため車線規制がなされ、円滑な交通が阻害されていた。このような状況に対応するために、本事業では市内北部に既存橋に並行して、吊橋を新設し（以下「新設橋」）、主要幹線道路を確保した。

事後評価時点で、総事業費が計画された約283億2,100万円であったのに対して、実績は299億6,400万円と計画比106%であり(円借款は当初計画以内)、想定を超えていたことから、効率性は中程度と判断された。また、施設の引渡しが行われず、維持管理機関が設立されていなかったことから、そのための予算措置・技術的な引継等もされておらず、持続性が確保されていないことが懸念されていた。こうした状況から、事後評価では、東カザフスタン州に対して以下の4つの提言を行っていた。

i)事業施設の引渡し、ii)維持管理機関の設立と予算の確保、iii)建設機械・維持管理機器の引き取り・管理、iv)維持管理マニュアルの引き取りと使用。さらにこれらが短期におこなわれない場合は暫定的な保守体制を検討すること。

このような状況を鑑みて、JICAは本事業を事後モニタリングの対象とした。モニタリングではとりわけ、本事業の持続性に関する再確認を目的として、今時現地調査等の結果に基づき、本事業を評価項目別にレビューし、結論・提言・教訓を導き出した。

## 2. 調査の概要

### 2.1 調査期間

今回の事後モニタリングは、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2012年1月～2012年9月

現地調査：2012年4月6日～4月13日

### 2.2 評価の制約

特になし。

## 3 モニタリング結果

### 3.1 有効性

#### 3.1.1 定量的効果

##### 3.1.1.1 運用効果指標

安全かつ円滑な幹線道路交通の確保として、交通量・所要時間・平均速度・安全性の向上に関わる指標を事後評価時と比較した。

#### (1)交通量の比較

事後モニタリング時の交通量は、表 1 に示すように、事後評価時点に比べて増加している。今回の調査では既設橋に関する詳細なデータを得ることができなかったが、新設橋のみで 2006 年をおよそ 2 倍上回っている。

表 1 交通量の推移

	事後評価時 (2006 年)	事後モニタリング時 (2012 年)
新設橋通過台数(両方向：台/日)	44,402	88,840
既設橋通過台数(両方向：台/日)	34,887	10,000 (推定 <sup>1</sup> )
合計	79,287	88,840 (既存橋含まず)
通過台数割合		
普通車	83%	74%
大型車	16%	26% (既存橋含まず)

出所：イルティシュ川橋梁維持管理多目的公社の提出データ及び聞き取り調査より作成

## (2) 所要時間と平均速度の向上

イルティシュ川橋梁の所要時間を事後評価時・計画時と比較した。比較にあたっては、簡易の走行試験を行い、その通過時間を計測した。試験結果は表 2 のとおりである。季節・計測時刻や計測方法には違いがあり、単純な比較はできないものの、通過台数が増加した現在でも時間短縮が継続していると考えられる結果が得られた。本調査の調査時刻は最も交通が混雑すると思われるラッシュアワーを外れているため、複数のドライバーへの聞き取り調査を行った。それによると、朝夕の時間帯では多少混雑しているものの、深刻なものではないとのことであった。従って、全ての時間で時間の短縮効果は継続していると思われる。

上記の走行試験より、平均時速を算出すると新設橋ルートは時速 48km/h、既存橋ルートの時速は 36km/h であり、新設橋の速度は計画値(開通時)には及ばない。しかしながら、大幅に交通量が増大していることからすると、事後評価時(2006 年)の平均時速を概ね維持できていることから、十分な効果が継続しているといえよう。

表 2 橋梁の通行時間と平均時速

		計画時(開通時)	2006 年	2012 年
計測結果 (所要時間)				
	新設橋	8.5 分	11 分	9.7 分
	既存橋	17.1 分	21 分	15.0 分
計測結果 (平均時速)				

<sup>1</sup> 市役所交通課聞き取り調査による。

		計画時(開通時)	2006年	2012年
	新設橋	60km/h	47km/h	48km/h
	既存橋	32km/h	26km/h	36km/h
計測条件				
	日時	-	2006年10月4日9時頃 (平日)	2012年4月12日11時頃 (平日)
	新設橋 距離	8.5km	7.0kmの走行試験より推 定8.5km	計画に準じたルート 7.8km
	既存橋 距離	9.0km	6.0kmの走行試験より推 定9.1km	計画に準じたルート 9.1km
	計測方法	-	不明	制限速度に準じる。

出所：F/S 報告書、事後評価報告書・簡易走行試験調査結果より作成

### (3) 安全性向上

2008-2011年の新設橋における交通事故件数を表3に示す。

2005-2006年の平均事故件数3.5件に対して、過去4年間では、平均2.5件である。交通量の増加を踏まえると、事故件数は少ないといえる。事後評価時の質問票調査では、冬季の事故が多いとの報告を受けたが、この4年間の交通事故10件のうち、冬季の凍結路でおきた事故は2件であり、この期間のデータからは、必ずしも冬季の危険性が高いとはいえない。

表3 新設橋上での事故概要

	2008	2009	2010	2011	計	年平均
件数	2	5	0	3	10	2.5
負傷者	2	4	0	4	10	2.5
死者	0	1	0	0	1	0.25

出所：セメイ市交通警察資料より作成

事後評価時点では、新設橋は市の管理下になかったことから、安全措置も取られておらず、制限速度は導入されていなかった。2008年4月より市の管理下におかれたことから、制限速度の導入に追加して、降雪時の除雪などの安全に関わる維持活動も実施されるようになった。制限速度は、夏季(4月-10月)60km/h、冬季(11月-3月)40km/hとなっている。さらに、セメイ市交通警察では、定期的にパトロールカーによる巡回も行なっており、運転者の制限速度遵守への意識は高くなっているものと推察される。これらが、交通量が増加している一方で、冬季も含めて事故件数が安定している理由の一因になっていると考えられる。

#### 3.1.1.2 内部収益率

事後評価時では、通行料が無料化されたためにFIRRの計算は行なっていない。よって、本モニタリング調査においても同様の理由によりFIRRの計算は行ななかった。

事後評価時点の EIRR は以下の通りである。

EIRR:21.4%

費用:事業費（税金を除く）・運営維持管理費

便益：走行時間の短縮（通行量・車種内訳、一人当たりの GDP）

本モニタリング調査では EIRR の再計算を行わなかった。理由は以下の2点である。

- ・便益に関する指標はいずれも増加しており、結果、便益は大きく増加している。
- ・運営機関では本来的に必要となる施設の運営維持管理費を十分に確保していない。その結果もたらされると思われる橋梁の価値損耗は、この調査枠組では推測できない。

以上より、本事業は、交通量・所要時間・平均速度、交通の安全性向上等の観点から、事後モニタリングの時点においても概ね想定された効果を発現していると判断される。

## 3.2 インパクト

### 3.2.1 インパクトの発現状況

#### 3.2.1.1 地域経済の活性化

##### (1)広域交通量の増加

図 1 に示すように、カザフスタン国では道路整備も着実に進められている。世界銀行の Country Index によるとカザフスタンの貨物輸送量は 2004 年から 2009 年の 5 年間に年間平均 8.7% ずつ増加している（下表参照）。セメイ市の本橋梁を通過する、オムスクー中国国境間の国道(延長 1,060km：図 1 参照)は 2005 年の年平均日交通量 4,403 台から 2011 年には 3,000 台に減少した（運輸交通省資料）。理由は不明確であるものの、1993 年の 1999 台からすると、大幅に増加している。経年データがないことから、明確ではないが、橋梁開設の効果によるものの蓋然性が高い。新設橋がなければ、特に大型車両の全線通行は不可能であったことから、本事業の広域交通量増加への一定のインパクトは認められる。

図1 カザフスタン広域道路交通計画(2011-2014)



出所：運輸交通省資料より作成

表4 カザフスタンの貨物輸送量 単位：百万トン・km

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
貨物輸送量	43,910	47,123	53,816	61,444	63,481	66,254

出所：世界銀行 World country Index より作成

(2)経済指標：

カザフスタンの実質 GDP は 2008 年のリーマンショックの影響を受けたが、それでも、2009 年の 1.2%を底に、2010 年には 7.3%までに回復した。

表5 カザフスタンの経済成長率 単位%

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
経済成長率	9.7	10.7	8.9	3.3	1.2	7.3	7.5

出所：世界銀行 World country Index より作成

セメイ市の工業生産高もやや低迷したものの、2010 年以降は回復基調にある。

セメイ市に対する投資額でも、2011 年はセメイ市全体への投資が 347 億テンゲであり、2010 年と比較すると 51%増加している。そのうち、鉱工業への投資は 164 億テンゲであった。既存橋では禁止されている大型車の通過交通が増加していること、原材料や製品を道路輸送する場合、どの都市へ輸送するにしてもイルティシュ橋を利用することになるため、本事業は、産業発展へも寄与しているといえる。

表6 セメイ市の経済指標(工業生産高・投資(合計・工業分野)) 単位 百万テング

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
工業生産高	33,678	38,185	60,165	78,682	82,553	94,953	109,517
成長率(%)	-	13.4	57.6	30.8	4.9	15.0	15.3
投資(合計)	13,694	9,832	14,631	19,819	20,942	22,984	34,777
成長率	-	-28.2	48.8	35.5	5.7	9.7	51.3
投資(工業)	2,734	4,657	7,057	7,834	12,623	14,295	16,432
成長率(%)		70.3	51.5	11.0	61.1	13.2	14.9

出所：セメイ市統計資料より作成

経済指標や投資額は世界経済の停滞の影響を受けたものの、成長に向かっている。広域交通量については減少しているものの、事業実施前よりは増加している蓋然性が高い。よって、事後調査時と同様に事業のインパクトが発現していることが確認された。

### 3.2.2 その他正負のインパクト

#### 3.2.2.1 自然環境へのインパクト

事後評価時と同様に本事業での自然環境には特に問題はみられない。

アクセス道路からの排水は、地下タンク経由で汚水処理場に送られるのに対して、橋梁からの排水は河川に直接放流されている。イルティシュ川の水質検査はセメイ市衛生局、環境省セメイ市事務所が実施している。河川下流 1km で 2010 年 8 月のモニタリングでは、国の環境基準にある 18 項目を全て満たしていたことが確認されている。大気・騒音については橋梁近辺にモニタリングポイントは存在していないが、通報・苦情などもないことから、問題はないものと判断される。

#### 3.2.2.2 住民移転・用地取得

本プロジェクトでは計 414 戸と 7 法人が移転した。セメイ市では、移転住民のその後を把握しておらず、本モニタリング調査でも、事後評価時と同様に移転住民へのアクセスは不可能であった。市役所からの聞き取りでは、特に苦情などは受けていないとのことであった。

#### 3.2.2.3 市のシンボル

イルティシュ川橋梁は、市のシンボルとして認識されており、絵葉書や市を紹介する資料に登場する機会も多い。現地の土産物店では、キーホルダーやペーパーウェイト等にも採用されている。



写真1 ペーパーウェイト等の土産品

#### 3.2.2.4 観光客の立寄り

アジアハイウェイが整備されたことにより、欧米からの通過交通の観光客が立ち寄る機会が増えている。聞き取り調査では、結婚式の写真を撮影するカップルもあり、本事業は観光資源としての効果も確認できた。



写真2 橋を訪問した観光客

以上のように、本事業のインパクトは、広域交通量の増加や地域経済の活性化などが継続していることを確認した。さらに、観光や市のシンボルとしての位置づけなど、新たにインパクトととられる事項も確認することができた。自然環境・社会環境に関するネガティブなインパクトは確認されなかった。

### 3.3. 持続性

#### 3.3.1 運営・維持管理の体制

審査時には、本事業の実施機関はセミパラチンスク州とし、その下に設置された PIU が事業完成後に維持管理機関に移行することが計画されていた。セミパラチンスク州は 1997 年に東カザフスタン州に統合し、PIU も東カザフスタン州の管轄下となった。しかしながら、事業完了後も PIU は維持管理機関への移行措置はとられなかった。そのため、事後評価時は、維持管理の責任・実施体制が不明確であった。その為、事後評価では引渡し手続きが滞っている原因を明らかにして、施設の引渡しと維持管理機関を設置し予算を確保すること、さらに維持管理機器の引渡しと適切に管理・使用することが提言されていた。

2008 年 4 月、セメイ市は、東カザフスタン州の指示（2008 年 4 月 15 日 No K-86）により、新設橋に関する資産をセメイ市に移転するとともに、「イルティシュ川橋梁維持管理多目的公社」を設立した。州の PIU (Project Implementation Unit 以下 PIU) はそれと同時に解体し、維持管理機材・マニュアル等の引渡しを行った。しかしながら、維持管理公社の聞き取り調査によると、維持管理機材等に関わる引継は秩序だっていなかった。

市へ移管された理由は、橋梁が州道にアクセスしていないこと、東カザフスタン州では、維持管理のための予算措置に関する予算コードを得られないことによる。

設立された維持公社の組織と人員は以下のとおりである。

・財務部	5 名
・人事部	1 名
・総務部	10 名
・吊橋グループ	5 名
・既存橋	5 名

- ・生産技術部 25名
- ・エンジニアリング部 4名（電気・照明などを担当）

吊橋グループには大学の土木学科卒業の要員を確保するなど、可能な限り能力の高い要員を確保している。しかしながら、そもそも大型の吊橋自体が CIS 諸国唯一（建設当時）であることもあり、同国の大学教育・専門教育で身につけることができないレベルの技術であることから、十分な知識をもった要員を確保できない状況にある。また、引継ぎに時間を要したこともあり、プロジェクト時に維持管理に関する研修を受けた PIU の職員は維持管理公社にはおらず、技術的な引継ぎもなされなかった。そのため、維持管理の方法を最初から模索しなければならなかった。

施設の所有者も明確になり・維持管理公社の設立により、維持管理を行うための体制は確立された。公社の要員も技術レベルの不足はあるものの、一定程度確保され、事後評価時に比較すると一定以上の進展があったといえる。

### 3.3.2 運営・維持管理の技術

事後評価時には簡易な日常的な保守管理しかおこなっていなかった。事後評価の提言では、維持管理マニュアルを引き取り、適切に使用することがあげられていた。今時調査では、維持管理の実施内容では進展があった。

橋梁部材の健全性などの検査は日次・月次・季次（冬季・春季）によるものがある。検査計画では冬季・夏季の運営計画も作成されている。プロジェクトによって提供されたマニュアルは、維持管理の種類・項目・フロー・維持管理体制等を示したものである。事後評価時の提言にあるとおり、これらを用いて管理計画等を策定している。しかしながら、このマニュアルには、検査などを行った際の個々の状況の判断基準、材料、補修材料のスペック等までを示しておらず、これのみで全ての維持管理業務を網羅できる十分なものではない。伸縮装置に関しては修繕時に委託されたロシア企業により、マニュアルが作成されており、これが利用されている。

公社によると人数は十分であるものの、現在の活動を行う上で、技術レベルに不安を持っている。研修を実施するために、吊橋の管理に係わる技術者を日本から派遣し、欲しいとの希望をもっている。特に以下の点を課題と認識している。

- ・吊橋特有の技術検査
- ・アスファルト-コンクリート舗装
- ・ケーブルの張力検査
- ・伸縮装置の修繕

プロジェクト開始時より、このような運営維持管理に関わる技術ギャップが存在しているこ



写真3 路面補修状況

とは認識されており、維持管理技術の移転に係わるコンポーネント等も実施されてきた。一度トレーニングが実施された後、ギャップは埋まったものと思われ、事後評価時には、技術レベルが不足していることは認識されていたものの、具体的な内容は明確ではなかった。一方で本モニタリングでは、技術レベルの課題内容が明確化されたという点での進歩はあるものの、未だに技術レベルのギャップは埋まっていない。これらは、州から市へ維持管理の主体が変更され、維持管理体制の構築に時間を要したことから、技術移転された技術者が維持管理公社に残らなかったこと、マニュアルが不十分だったこともその一因となっていると推測できる。このような技術面での能力の不足は、年間の維持管理活動の内容を理解しておらず、予算請求をする際の資料作成ができないことにもつながり、財務面での能力確保の困難さにつながっている。

JICA による有償資金協力専門家派遣「イルティシュ川橋梁維持管理支援業務」が2012年4月現在進行中であり、今後、現地での研修が行われる予定である。本研修は、課題の全てカバーするものではないと思われるが、部分的に解決されることが期待される。

### 3.3.3 運営・維持管理の財務

運営維持管理会社は市内の他の道路の維持管理も担当している。市全体の道路予算は、2009-2012年の間で、11.4-31百万テンゲ(約7-17百万円)を費やしており、そのうちの新設橋の維持管理の予算実績は、以下のとおりである。

表7 新設橋に割り当てられた予算

年次	維持管理予算 (千テンゲ)	円換算 (千円)
2008	3,345	2,960
2009	3,373	2,192
2010	3,270	2,044
2011	3,457	1,956
2012	3,716	2,022
合計	17,161	11,174
平均	3,432	2,235

出所：セメイ市財務課・多目的維持管理公社 資料より作成

本事業の計画時には、イルティシュ橋の年間維持管理予算を、1.62百万USドル(約136.9百万円：計画時の換算レート)と想定していた。表7に示した2008-2012年の平均維持管理予算は2,235千円であり、計画の2%未満にすぎない。2010-2012年の市独自予算は、7,700-10,144百万テンゲ(=約4,812百万円-5,518百万円)で、そのうち運輸セクター(市内道路分も含む)への割当は、525-1,008百万テンゲ(約328-548百万円)である。精査は必要であるが、セメイ市副知事へのヒアリングによると、現在の財源の

割当では、橋梁への予算割当を行うのは困難との認識であった。連邦運輸・交通省では、市の財政規模では予算の確保ができないことを認識しており、2010年までに2百万USドルの予算を割り当てることを財務省に要請したが2012年まで回答はない。

### 3.3.4 その他運営・維持管理の状況

2010年に国際建設技術協会による新設橋に対する調査がなされており、コントラクターのIHIインフラシステム社（元IHI）及び本州四国連絡高速道路株式会社による検査が行われている。検査結果の要約を以下に示す。

- 1)アンカレッジ・メインケーブル・ケーブルバンド、ハンガーロープ・主塔：内部に水が流れた跡などがあり、将来的に錆の発生などが懸念される。一部塗装が劣化している箇所もある。
- 2)ウインドシュー・ロッカーベアリング：一部に塗装ハガレが確認できた。補剛桁端部が西側に偏心（問題のない範囲）
- 3)補剛桁：確認できず。
- 4)伸縮装置：2001年に補修工事を行った。滑動面は一部清掃不足。
- 5)橋面舗装・ガードレール：クラックが多い。毎年の補修が必要。一部でフェンスワイヤーが固定されていない。
- 6)歩道；車道の積雪が全て堆積する。下が公園のため、除雪ができない。
- 7)アプローチ道路・アクセス道路は、概ね良好な状態にある。



写真4 未固定のロープ

この調査に基づくと、橋梁の物理的な健全性は事後評価時と比較して、以下のように変化した。

1) 吊橋特有のアンカレッジ・メインケーブルなどは、現状では大きな課題とはなっていないが、水による錆が進行する可能性がある。また一部で塗装ハガレや砂・滑動面の埃の堆積等が見られ、今後これらへの対策が必要となる。

2) 橋面の舗装などはクラックが多く入り、フェンスワイヤーの固定が不足していたりする状況も見られ、対策が必要となる。

一方、既存橋では、老朽化による危険があることが認識されており、1998年以来となる健全度調査を2012年中に実施する予定である。

以上のように、運営維持管理機関が定まり、技術スタッフを雇用し、予算割当もなされるようになったこと等を鑑みると、運営維持管理の体制・技術・財務のいずれの面についても、事後評価時点に比較すると、大きな進展があり、提言された内容もほぼ実施されたといえよう。しかしながら、いずれの内容も新設橋を維持管理するため

には、十分なものとはいえない。幸いなことに、2010年の橋梁に関する目視検査では大きく健全度を損なっている点は確認されなかったものの、今後とも体制・技術・財務の点について、改善していくことが望まれる。

### 3.4. その他

事後評価時では、さらに施設引渡しに時間を要する場合はセメイ市と協議し、暫定的な措置をとることを提言していた。具体的には、セメイ市が行なっている点検・保守費用への負担や安全確保のための速度規制の導入などである。事後モニタリング調査時点では、既に施設引渡しと維持管理機関が設立され、安全措置等もとられていることから、暫定的な措置は不要である。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

イルティシュ川橋梁は、事後モニタリング時点でも、通過交通量の増大や時間の短縮効果、安全性の確保等の側面において、事後評価時と同等もしくはそれ以上の効果をあげている。また、セメイ市の主要幹線道路における安全かつ円滑な道路交通の確保を図り、地域経済の活性化にも寄与していることから、正のインパクトも引き続き確認することができた。

持続性に関しては、事後評価時点に維持管理体制の資産等の引継、予算措置の点で大きな課題となっていた。これまでに、責任機関を明確にして、機器などの引渡を行い、維持管理機関を設置される等、大きな進展があったものの、事後モニタリング時点で新たな課題があることを確認した。

それらは、引き継がれたマニュアルの内容に関して、彼らが維持管理を行う上で実用的ではなかったことや、必要となる技術管理を教える機関がカザフスタンに存在しないことから、維持管理に係わる技術力が大きく不足する等の課題である。さらに、年間の維持管理活動が把握できていないことは、市役所や州・国に予算請求を行う際に必要となる資料作成ができないなどの課題につながっている。予算面でも、資産の保有者で維持管理の責任をもつセメイ市の予算規模からは、必要となる資源を割り当てる余裕が無いなどの課題も残っている。

### 4.2 提言

(維持管理機関に対する提言)

セメイ市：引き続き維持管理に必要な予算として補助金の確保を第一に、場合によっては維持管理会社の国への再移管等も含めた選択肢の中から、最も適した維持管理の方策を選定し、国や州と交渉を行うべきである。

(実施機関に対する提言)

財務省・運輸交通省へさらに適切な維持管理体制を確保し・予算確保を働きかける。  
また、実施中の維持管理に関わる支援の中で、可能な技術支援を行う必要がある。

#### 4.3 教訓

結論に示したように、維持管理に関わる技術面に関するギャップは大きい。それはプロジェクト当初より認識されており、維持管理技術移転のための活動もプロジェクトでなされたものの、結果埋められていない。プロジェクトの実施に際しては、維持管理技術移転で達成できること、国内や周辺国からの技術移転の可能性、民間への委託可能性等も検討した上で、適正技術を導入することがのぞましい。

事業開始後の自治体への施設の移管に際しては、形式的な移管のみならず、施設の維持管理を十分に行えるような能力（人員・技術・財務等）を自治体が備えているのかを確認し、十分でない場合には中央政府等からの追加的な支援が十分得られるように留意する必要がある。

以 上

## 主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット		
1) 新設橋建設	鋼製吊橋式 延長880m、幅34.27m	鋼製吊橋式 延長1,086m、幅35m
2) アプローチ道路建設	延長750m、幅35.77m	延長1,564m、幅38.5m
3) アクセス道路改善	延長6,900m (右岸側3,400m、左岸側 3,500m)	延長6,837m (右岸側3,855m、左岸側 2,982m)
4) その他の工事	N. A.	追加：駐車場、立体交差、 左折車線、河川敷整備等
5) コンサルタンティン グ・サービス	外国人 439MM 自国人 1,026MM	外国人 370MM 自国人 1,258MM
②期間		
1) L/A 締結	1997年2月	1997年3月
2) 住民移転	1997年 3月～1998年2月	1997年3月～1998年5月
3) コンサルタント選定	1996年12月～1997年3月	1996年12月～1997年3月
4) サービス選定	1997年4月～2002年10月	1997年4月～2002年10月
5) 入札	1997年4月～1997年12月	1997年5月～1997年12月
6) 契約	1998年1月	1998年1月
7) 詳細設計	1998年1月～1998年6月	1998年1月～2002年6月
8) 建設工事	1998年4月～2000年2月	1998年4月～2001年11月
9) 橋梁部分完成・開通	2001年10月	2000年11月
③事業費		
外貨	21,530百万円	21,236百万円
内貨	6,791百万円 (42億7,100万テンゲ)	8,728百万円 (101億4,800万テンゲ)
合計	28,321百万円	29,964百万円
うち円借款分	21,530百万円	21,236百万円
換算レート	1テンゲ=1.59円 (1996年10月)	1 テンゲ=0.86円 (1997-2006年平均)

## 【円借款事業事後モニタリング報告書】

モンゴル

「バガヌール・シベオボ炭鉱開発事業(1)(2)」

外部評価者: 株式会社国際開発センター 寺原讓治

### 1. 案件の概要



事業位置図

#### 1.1 事業目的

モンゴル国最大のバガヌール炭鉱の改修およびシベオボ炭鉱の増強を行うことにより、同国の石炭需要に対応する石炭生産能力向上および発電所の要求に対応する石炭品質向上を図り、経済発展に寄与する。

#### 1.2 事業概要(借款契約概要等)

円借款承諾額／実行額	(1)フェーズ1 5,827 百万円/5,820 百万円 (2)フェーズ2 4,298 百万円/4,218 百万円
借款契約調印／貸付終了	(1)フェーズ1 1997年2月/2002年5月 (2)フェーズ2 1998年2月/2005年3月
事後評価実施	2006年度
実施機関	バガヌール炭鉱公社 Baganuur Joint Stock Company(BJSC)・シベオボ炭鉱公社 Shivee-Ovoo Joint Stock Company (SOJSC)
本体契約	(1)Montechmash JVC (モンゴル), Neyon Co. Ltd. (Mongolia), Burvodservice Co. Ltd. (モンゴル), 鴻池組 (日本), Wagner Asia Equipment Co. Ltd. (モンゴル), 伊藤忠商事(日本), ECS International PTY Ltd, Bowral NSW (オーストラリア)(JV)(2)伊藤忠商事(日本)、鴻池組 (日本), AGT Trade Co. Ltd. (モンゴル)(JV)

コンサルタント契約	<p>(1)太平洋炭鉱(日本)・日本エネルギー経済研究所(日本)(JV)</p> <p>(2)太平洋炭鉱(日本)・日本エネルギー経済研究所(日本)(JV)</p>
-----------	---

### 1.3 事後モニタリングの対象となった背景・理由

石炭はモンゴルにおける重要なエネルギー源であるが、旧ソ連の崩壊に伴い、資金援助が途絶し、審査時には採炭・剥土機器の老朽化が目立ち、生産率も低下していた。社会生活の安定と経済の発展支援のため、品質の高い石炭の増産が求められていたが、実際には石炭生産能力が低く、基幹エネルギーである電力・熱の安定供給に支障をきたすようになっていた。また、国内の民間セクターは脆弱であり、かつ同国経済が不安定であったため、海外投資などを活用した民間資金による炭鉱開発は困難な状況にあり、公共投資による炭鉱開発がすすめられ、日本の円借款と世界銀行の融資により、設備投資が進められることになった。

審査時には、予測された需要量に対応するため、バガヌール炭鉱の生産量を 300 万トン/年から 400 万トン/年に、シベオボ炭鉱の生産量を 30 万トン/年から 200 万トン/年にそれぞれ拡充する必要があるとしたが、資金的な制約とシベオボ炭鉱が必要とする掘削機調達には長期間を要することから、事業実施を 2 フェーズに分けた。フェーズ 1 では、バガヌール炭鉱の改修とシベオボ炭鉱の運営・維持のため緊急に必要な資機材を購入する計画とし、シベオボ炭鉱の年間石炭生産能力を 100 万トンへ増強した。フェーズ 2 では、シベオボ炭鉱の年間石炭生産能力を 200 万トンへ拡張することを目的に必要な資機材を導入した。

しかしながら、本事業の事後評価時には、期間が計画を大幅に上回った(バガヌールは計画比 183%、シベオボは同 207%)ため、効率性は中程度と評価された。両炭鉱においては、計画通り石炭ハンドリング・プラント(CHP)や採炭機器が整備されたが、需要が伸びず、両炭鉱の年間石炭生産量実績値(合計 401 万トン、2005 年)は当初計画値(600 万トン)に達しないものの、1998 年に見直された修正計画値(420 万トン)をほぼ満たしており、有効性は中程度とされた。さらに、両炭鉱公社とも財務状況に不安が残り、持続性についても中程度と評価された。このため、総合して、事後評価の結果が低くなった。加えて、両炭鉱に対しては、石炭生産量と販売量の拡大の早期実現及び販路拡大、売掛金の早期回収などの経営努力を行うことが事後評価で提言された。

したがって、本事業を事後モニタリングの対象とし、今次質問票による回答等の結果に基づき事業を評価項目別にレビューし、特に持続性に焦点を置いて、結論を導き出した。

## 2. 調査の概要

### 2.1 調査期間

調査期間：2012 年 1 月～10 月

現地調査期間：なし。

## 2.2 モニタリングの制約条件

現地調査を実施していない。

## 3. モニタリング結果

### 3.1 有効性

#### 3.1.1 定量的効果

##### 3.1.1.1 運用・効果指標

##### (1) 調達機材の稼働状況

本事業においては、採炭機器及び石炭ハンドリング・プラント等の調達を行った。その稼働状況はそれぞれ以下のとおりである。

##### (a) バガスール炭鉱

表1 バガスール炭鉱の機材稼働状況

機器	調達数	稼働数(2012)	状態など
1. 採炭機器			
ブルトーザー	17	10	故障/消耗
トラック(40t)	10	5	故障/消耗
ダンプトラック (90t)	20	8	故障/消耗
トレーラー	2	1	消耗
クレーン	3	2	消耗
他機器	6	3	消耗
2.石炭ハンドリング・プラント	2	2	稼働中
3.スペアパーツ	3年分		
4.その他の機械、機材	4		

注:調達数には世銀資金分を含む。

出所:BJSC

本事業において調達した採炭機器のうち車両はおおむね半分が現在でも稼働中である(表1)。これは、日本における鉱山用車両の法定耐用年数が7年であることを考慮すると、十分に活用されていると言える。石炭ハンドリング・プラントは2基とも稼働中である。

## (b) シベオボ炭鉱

表2 シベオボ炭鉱の機材稼働状況

機器	調達数	稼働数(2012)	状態など
1 採炭機器			
ブルドーザー	4	3	消耗
トラック	16	16	稼働中
グレーダー	2	2	稼働中
クレーン	1	1	稼働中
水力掘削機	2	2	稼働中
ホイールローダー	1	1	稼働中
ホイールブッシャー	1	1	稼働中
道路散水機	1	1	稼働中
削岩機	2	2	稼働中
ローダー(小)	1	1	稼働中
電力掘削機	1	1	稼働中
掘削機	1	1	稼働中
石炭運搬機	1	1	稼働中
散水車	1	1	稼働中
2 排水処理システム	1	1	稼働中
3 石炭ハンドリング・プラント	1	1	稼働中
4 その他関連機器・設備修理施設、送電線設置など含む	1	1	稼働中
5 スパアパーツ	3年分		

出所:SOJSC

ほとんどの機器が、稼働中である。特にブルドーザーは供与4台中の3台が、トラックは全数の16台が良好に稼働中である。車両は、法定耐用年数(7年、前述)から考え、十分に活用されていると言える。

## (2) 石炭生産量と販路

表3 両炭鉱における主要生産指標

バガヌール炭鉱	単位	1997 (事業前)	2000	2001	2002	2003	2004	2005 (事後評価時)	2006	2007	2008	2009	2010	2011
石炭生産量	1,000t/年	2,972	3,069	2,874	3,093	3,046	2,711	2,811	2,761	2,741	3,000	3,007	3,395	3,253
CHP処理量	1,000t/年			1,107	2,294	2,532	2,254	2,549	2,804	2,828	2,986	3,018	3,408	3,264
CHP処理率	%			39%	74%	83%	83%	91%	102%	103%	100%	100%	100%	100%
含水率	%		34.0	34.7	35.1	35.0	34.1	35.2	35.5	35.4	35.6	36.9	37.1	37.4
シベオボ炭鉱	単位	1997	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
石炭生産量	1,000t/年	222	603	857	932	941	1,309	1,254	1,304	1,379	1,478	1,418	1,671	1,578
CHP処理量	1,000t/年			272	897	902	1,241	1,243	1,307	1,416	1,451	1,403	1,767	1,586
CHP処理率	%			32%	96%	96%	95%	99%	100%	103%	98%	99%	106%	101%
含水率	%		47.1	47.1	46.9	45.8	45.4	41.8	42.2	42.1	42.0	42.0	42.1	42.7

出所:両炭鉱公社

本事業前は、両炭鉱では機器の老朽化や不足により、石炭生産量が低下していたばかりでなく、発電所が要求する量、質の石炭を供給することができなかった。事業実施後には、生産能力は上がったものの、審査時の計画値(バガヌール400万トン/年、シベオボ200万トン/年)に達するほどに、需要が伸びていないが、他方で両炭鉱とも、1998年に下方修正された計画値(バガヌール300万トン/年、シベオボ120万トン/年)に達する生産量となっている(表3)。

#### (a) バガヌール炭鉱

本事業の完成により、年間生産能力は 300 万トンから 400 万トンに上がっており、2008 年以降の生産量は 1998 年に下方修正された計画値(300 万トン)に達している。

バガヌール炭鉱からは、2012 年時点で、ウランバートル第 2～第 4 石炭火力発電所、エルデネット、ダルハン両石炭火力発電所を含むモンゴル中央エネルギーシステムに石炭を供給している。

#### (b) シベオボ炭鉱

本事業の完成により、年間生産能力は 30 万トンから 200 万トンに上がっており、2005 年以降の生産量は 1998 年に下方修正された計画値(120 万トン)に達している。

シベオボ炭鉱は、2012 年時点で、ウランバートル第 4 石炭火力発電所及び地元ユーザーに石炭を供給しており、これらの需要の増加に伴い、年間生産量は微増し、年間 160 万トン前後で推移している。

事後評価では、石炭の販路の拡大を含む経営努力が提言されたが、両炭鉱からは、2012 年時点では、上述のようにウランバートルの火力発電所を中心に販売しており、明確な販路の拡大はないものの、建設予定の第 5 火力発電所(後述)が完成した際には、同発電所に販売する予定がある。

#### (3) 石炭ハンドリング・プラント処理量

表 3 より、生産量の増加に従って、両炭鉱における CHP の処理量も増加している。近年は処理率がほぼ 100%となっている。

#### (4) 含水率

石炭の含水率が高くなると、燃焼時の熱量が下がり、炭価の低下にもつながるため、品質管理上重要な指標となっている。表 3 より、バガヌールの含水率は事業実施前(2000 年)の 34.0%より、2011 年では 37.4%に上昇している。バガヌールでは、地下井戸と排水路によって、含水率を下げる努力をしているが、実効性は上がっていないものの、含水率は適切な範囲である(事後評価報告書による)。シベオボでは、一般にバガヌールより含水率が高く、事業実施前(2000 年)の 47.1%より、2011 年では 42.7%にわずかに低下しており、地下水除去の徹底、貯炭場での乾燥時間の延長などの効果が表れている。

#### (5) 石炭サイズの小型化

バガヌール炭鉱では、石炭粉砕機が老朽化し、発電所の要求するサイズの石炭を供給できないという問題があったが、本事業によって調達した石炭粉砕機を使って、200 mm以下の石炭を出荷し、モンゴルの国家標準に合致している(BJSC による)。

### 3.1.1.2 内部収益率 (IRR)

審査時、事後評価時の財務的内部収益率(FIRR)の計算においては、新規および更新投資(投資費用については世界銀行の協調融資分、内貨分も含む)、運営費、税金を費用、石炭販売収入を便益、プロジェクトライフを 20 年として計算されている。経済的内部収益率(EIRR)は、以上の費用項目より、税金を除いたものと設定している。同様の項目を用いて、計算を行った。

表 4 内部収益率の推移

炭鉱		審査時 (1997年)	事後評価時 (2006年)	事後モニタリング時 (2012年)
バガヌール	FIRR	6.8%	5.8%	ネガティブ
	EIRR	33.1%	29.8%	ネガティブ
シベオボ	FIRR	5.8%→5.2%	ネガティブ	1.1%
	EIRR	15.2%→13.7%	4.3%	1.1%

出所：事後評価報告書、本モニタリング業務

注：審査時の「→」はフェーズ1審査時点からフェーズ2審査時点の変化を表す。

石炭価格が実質的に上昇せず、石炭生産量も審査時の想定よりも大きく下回り、運営費も高いため、いずれも低い結果となっている。

### 3.1.2 定性的効果

事後評価時に定性的効果については特に認識しておらず、本事後モニタリング時においても記載しない。

以上の事から、石炭生産量と CHP 処理量については、事後評価時より有効性の発現にさらなる改善が見られる。一方で、石炭の含水率については、事後評価時とほぼ同様の有効性が継続して発現している。

## 3.2 インパクト

表 5 両炭鉱の事故・疾病数の推移

バガヌール炭鉱	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
事故数	15	3	4	2	0	0	1	1	0	2	1
死亡事故数	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
肺疾患数	10	8	10	8	7	6	4	6	5	4	4

シベオボ炭鉱	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
事故数	0	0	0	2	6	1	1	1	0	3	2
死亡事故数	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
肺疾患数	1	0	0	2	1	1	0	2	1	1	0

出所：両炭鉱公社

### 3.2.1 インパクトの発現状況

#### 3.2.1.1 事故の減少

バガヌール炭鉱では死亡事故が 2007 年以降も発生している(表 5)。シベオボ炭鉱では、2002 年を最後に死亡事故は発生していない。事故は一部発生しているものの、事業実施後の事故数は最大でも年間 2 件(バガヌール、2010 年)と低い数値に抑えられている。本事業による新規設備の導入によって、作業の安全性向上に貢献している。

#### 3.2.1.2 肺疾患の減少

バガヌールでは肺疾患が、事業実施前(2001 年)に比して、事業実施後の 2006 年以降、減少しており、低い数値(4~6 人)を維持している。バガヌールでは、本事業による新規設備の導入により、作業環境の向上に貢献している。

シベオボでは、年間約 0~2 人と事業実施前後で大きく異なっていない。

#### 3.2.1.3 発電所における石炭使用量と石炭需給動向

鉱物資源エネルギー省は、石炭の総需要が、発電、輸出において、伸長すると計画している。その内でも、ウランバートルにおける火力発電所は、両炭鉱の需要の多くの部分を占め、両炭鉱からの石炭供給量は徐々に増加している。

電力需要の増加に伴い、既存の発電所だけでは、将来的にウランバートルに電力不足が生じると考えられており、新設発電所として、第 5 火力発電所が検討されている。同発電所は、アジア開発銀行(ADB)の技術援助(TA)によってフィージビリティ調査(FS)が終了し、民間からの独立発電事業者(IPP)を、政府が募集した。政府は 2012 年 2 月に政府決定 44 号を定め、同発電所の建設を進める決定をした。2012 年 5 月には第二段階の選定が行われ、7 月に双日(日本)、インターナショナルパワー・ジーディーエフ・スエズ社(International Power GDF Suez、フランス)、ポスコ・エナジー社(Posco Energy、韓国)、ニューコム社(NEWCOM、モンゴル)の 4 社のコンソーシアムが優先交渉権を獲得した(双日プレスリリース 2012 年 7 月 6 日)。第 5 火力発電所が完成すれば、両炭鉱から石炭を供給することが想定されている。

両炭鉱の生産能力は現在の供給量より大きく、需要が増大すれば、さらに増産することができる。ウランバートルでは、火力発電所の故障による停電があるものの、石炭供給量は十分であり、電力の安定供給に両炭鉱の本事業が貢献している。

### 3.2.2 その他の正負のインパクト

#### 3.2.2.1 自然環境へのインパクト

モンゴルでは、1995 年に自然環境保護法が、1998 年に自然環境アセスメント法(2001 年に改正)が公布され、環境対策の基礎とされている。自然環境保護法は、石炭分野において、採掘時の環境影響低減、露天採掘跡地の復元など厳しい環境対策を課している。しかし、自然環境アセスメント法は、石炭炭鉱を対象としていない。

両炭鉱会社の環境対策は自然環境保護法に基づき実施している。バガヌール炭鉱では、トラック運搬道に散水を行い、粉塵防止に努めている。また、採掘跡の埋戻しを 1999 年以降行っており、2009 年までに 127.5ha の埋戻しを実施し、その内 109.1ha には、植林を行っている。シベオボ炭鉱では毎年環境保全計画を作成し、これに沿って対策を実施している。2010 年には、路面散水による粉塵防止、粉塵濃度と騒音測定レベル計測、大気中の二酸化硫黄、二酸化窒素濃度の計測、3ha の植林など、全 17 項目で、1,280 万 MNT の予算が計上されていた。シベオボ炭鉱では、2003 年～2009 年で 9.5ha の採掘跡地の植林を実施した。

これらのことから、自然環境への負のインパクトに対しては、現時点で十分な緩和措置がなされているものと判断される。

### 3.2.2.2 住民移転・用地取得

本事業は既存炭鉱への機器の導入であり、住民移転、用地取得の問題は発生していない。

### 3.2.2.3 その他の正負のインパクト

なし。

以上の事から、本事業によって、発電エネルギー源としての石炭の安定的な供給によって、インパクトは、引き続き発現している。また本事業による事故・肺疾患については、事後評価時と同様に、低い数値を維持しており、問題はないと判断される。

## 3.3. 持続性

### 3.3.1 運営・維持管理の体制

事業実施機関は、審査時にはインフラストラクチャー開発省(Ministry of Infrastructure Development)であったが、2002 年にインフラストラクチャー省(Ministry of Infrastructure)に変わり、2004 年に燃料・エネルギー省(Ministry of Fuel and Energy)となった。さらに現在の担当の鉱物資源エネルギー省(Ministry of Mineral Resources and Energy)となった。同省内の担当は、燃料政策局(Fuel Policy Department)となっている。

バガヌール炭鉱の運営維持管理機関は、バガヌール炭鉱公社(BJSC)で、政府 75%、民間 25%の株式会社である。シベオボ炭鉱の事業実施機関は、シベオボ炭鉱公社(SOJSC)であり、政府 90%、民間 10%の株式会社である。両社の株式はモンゴル証券取引所に上場されている。

モンゴルの法律では、政府が炭鉱の株式の 51%以上を保有する必要があり、鉱物資源エネルギー省のワーキンググループでは、両公社の政府持ち株比率を法律上最低限の 51%まで減らす検討を行っている(同省からの回答による)。

2012 年 4 月には、600 億 MNT の新規公募増資で BJSC の政府持ち株比率を 51%まで下げするための引受人(underwriter)の募集が、国家資産委員会(State Property Committee)に

より行われた<sup>1</sup>。

したがって、政府が両炭鉱の持ち株比率を増資によって、51%まで下げる方向で改革が進められており、BJSC に関しては、既に決定され、実施プロセスに着手されている。その一方で、石炭供給義務、石炭価格の政府による決定は変更されていない。

### 3.3.2 運営・維持管理の技術

両炭鉱公社では定期的に職員のスキルを計るための試験を実施している。現在の両炭鉱要員数については、以下のとおりである。

BJSC では、9 人の技師が配置されている。1,070 人の鉱員がいる。

SOJSC では、95 人の技師がいて、409 人の鉱員がいる。技術レベルで以下のように分類されている。

技師：A grade 8 人、B grade 36 人、C grade 27 人、D grade 12 人、E grade 12 人。  
 鉱員については以下のように分類されている。

A grade 21 人、B grade 36 人、C grade 120 人、D grade 227 人、F grade 5 人  
 (各公社からの回答による)

技術レベル分類に関して、十分な情報はないが、技術者、鉱員の水準に関して、各公社の明確な規定があり、適用されている。このため、引き続き事後評価時と同様な技術レベルが維持されていると判断される。

### 3.3.3 運営・維持管理の財務

#### 3.3.3.1 財務概況

##### (1) バガヌール炭鉱公社

表 6 バガヌール炭鉱公社の損益の推移

		単位：1,000MNT									
		2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	
営業収入	Sales Revenue	28,076,564	25,848,357	31,827,540	31,936,659	34,308,076	43,174,035	49,483,138	62,545,947	66,040,550	
営業費用	Cost of Sales	24,630,645	24,417,580	26,380,062	27,512,982	34,781,409	40,732,263	44,226,970	55,304,095	61,018,121	
諸経費	Other Cost	4,065,135	-4,332,013	5,928,564	4,955,416	-7,656,273	-8,634,641	-3,864,812	15,353,957	105,170	
(内為替差損)	Foreign Exchange Gain/Loss	-4,831,623	-2,946,103	-8,937	-5,010	-210,415	-5,762,953	-8,537,161	9,847,714	-7,822	
税前損益	Pretax Profit/Loss	619,216	-5,762,790	481,086	531,739	-7,182,940	-11,076,413	-9,120,980	8,112,105	-4,917,259	
税金	Tax	400,000	0	272,974	265,177	1,343	131	0	19,388	3,182	
最終損益	After Tax Profit/Loss	219,216	-5,762,790	208,112	266,562	-7,184,283	-11,076,544	-9,120,980	8,092,717	-4,920,441	

出所：BJSC。

表 6 より、石炭の収入に対して、その 90%以上の営業費用がかかっている。それらに加え、毎年大きく変動する為替差損を含む諸経費があり、最終損益がプラスになったり、マイナスになったりで、大きく変動している。

2010 年度及び 2011 年度は、それぞれ 80.9 億 MNT の黒字、49.2 億 MNT の赤字となった。経費の内訳では、為替レート変動損益が 2010 年に 98.5 億 MNT の黒字で最終損益が

<sup>1</sup> ビジネスウィーク businessweek.com 2012 年 4 月 16 日記事。

黒字となる原因となったが、2011年は同じく為替損益<sup>2</sup>が0.08億MNTの赤字である。また、為替差損を除外したとしても、税引き前利益が黒字になる年と赤字になる年がある。

BJSCでは、毎年410万～2,606万MNTの維持費用が支出されている。(2003年～2011年実績。)

## (2) シベオボ炭鉱公社

表7 シベオボ炭鉱公社の損益の推移

		2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
収入	Revenue	5,898,335	5,474,746	7,801,844	9,464,151	11,269,007	11,176,397	15,142,094	16,982,358	36,860,761	24,653,718
営業費用	Sales Cost	5,148,076	5,921,729	7,766,420	10,290,983	10,813,256	10,476,728	13,586,193	14,614,953	21,799,030	25,374,378
経常費用	Operating Cost	116,031	142,342	171,892	170,569	232,242	276,049	425,986	533,603	732,161	1,057,155
その他費用	Other Cost	383,972	444,301	501,276	699,591		990,078	7,404,715	12,881,451	1,761,487	625,980
税引前損益		250,256	-1,033,626	-637,744	-1,696,992	223,509	-566,458	-6,274,800	-11,047,649	12,568,083	-2,403,795
税金		5,464								42,860	
最終損益		244,792	-1,033,626	-637,744	-1,696,992	223,509	-566,458	-6,317,660	-11,047,649	12,568,083	-2,403,795

単位：1,000MNT

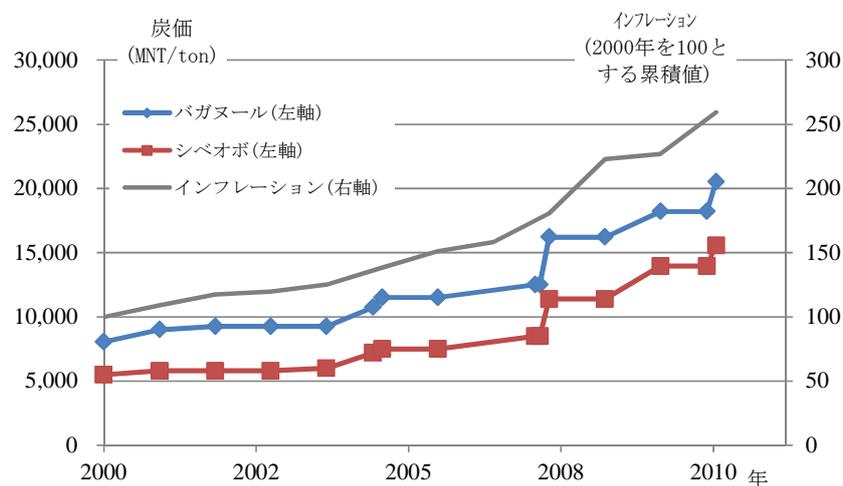
出所：SOJSC.

表7より、収入(石炭販売収入)に対して、営業費用が大きく、2005年や2011年は収入自体を上回っている。さらに、経常費用(為替差損もこれに含んでいる)、その他費用が大きく、BJSC同様に最終損益が安定しない。

SOJSCでは、維持費用が営業費用に入っており、具体的な数値は不明である。

したがって、両公社では、営業収入は両公社で伸びているものの、為替損を含む経費も上昇しており、最終的な損益の向上、安定にはつながっていない。ただし、必要な維持費用については、十分支出されているものと判断される。

### 3.3.3.2 炭価



出所：石炭価格：両炭鉱公社 インフレーション：IMF Economic Outlook

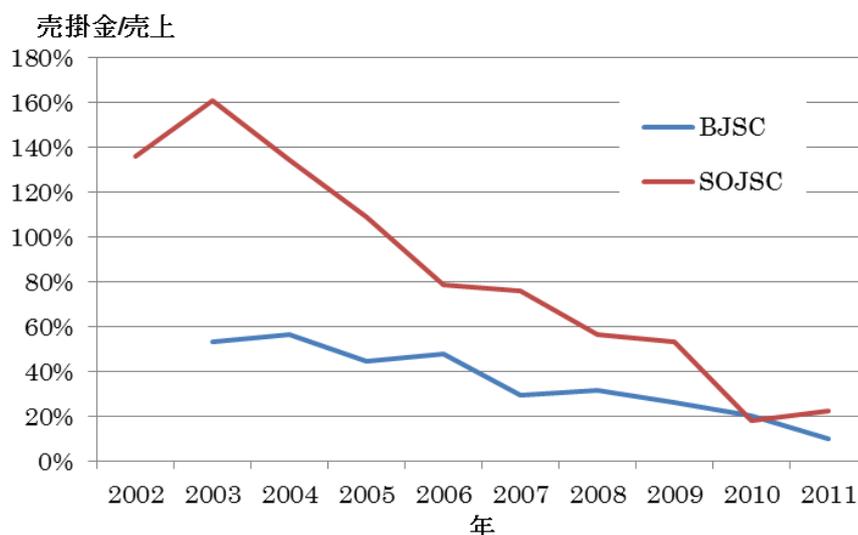
図1 石炭価格の推移とインフレーション

<sup>2</sup>為替差損の原因、対策については、両炭鉱公社より回答がなく、不明。

図1のように、この10年間で、石炭価格は2.5倍程度になっている。しかしながら、この10年間のインフレーション(右軸。2000年を100とする累積値。)に追随する形となっており、インフレの影響を除外すると、石炭価格の実質的な価格は上がっていない。また、含水量は大きく下がっていないため、熱量も上がっておらず、熱量ベースでの炭価も上がっていない。

事後評価時に比べ、生産量・炭価の増加(ただし、炭価はインフレ率にほぼ追随している。)により、両公社の営業収入の増加につながっている。また、審査時には、炭価が自由化される想定であったが、2012年時点でも政府の決定事項となっている。

### 3.3.3.3 売掛金



出所：両炭鉱公社。

図2 売掛金/売上金の推移

売掛金の回収に関しては、図2に示すように着実な進展がみられる。特に BJSC においては、2003年には年間の売上の161%の売掛金があったが、2011年には20%程度(約2.5カ月分)にまで減少している。これらは、契約の見直し、売掛金の回収などの努力によるもの(BJSCからの回答による)であり、両炭鉱公社の経営努力(売掛金の早期回収)という事後評価時の提言が着実に実施されている。

### 3.3.4 運営・維持管理の状況

両炭鉱共に維持管理は定期的に両公社が実施している。ただし、設備購入時から年月が経過しているため、機器の耐用年数を超えており、故障やトラブルが少なくない。現在少ない投資金額から機器の更新を行うことになっているが、資金不足のため進んでいない。SOJSCでは、今後必要となる機材のリストを作成している。ただし、調達資金計画については不明である。

このような状況でありながらも、生産量が維持、拡大されていることから、運営維持管理状況は両炭鉱でも良好であると考えられる。

以上より、運営・維持管理は、基本的に両炭鉱公社によって確保されており、体制及び技術上、特段の問題がないものと確認される。一方で、営業費用(維持管理費を含む)のコスト高が最終損益の悪化につながっており、また、新規・更新投資の余裕がないものと考えられ、財務上、持続可能性について懸念される点が残っている。

## 4. 結論及び教訓・提言

### 4.1 結論

本事業による有効性は、石炭産出・販売量、CHP 処理量の推移からして、事後評価時よりも大きく向上している。事故、肺疾患は、低い数値を維持し、有効性が持続している。炭価の上昇(ただし、インフレにほぼ比例)、売掛金の回収など、事後評価時の提言の実施が行われた。両炭鉱公社には引き続き政府の支援があるものの、政府の持ち株比率を下げる検討もあり、最終利益が赤字になる年度も確認されている。このため、財政状況は改善されたとは言えず、持続可能性に関して引き続き懸念が残る。

### 4.2 提言

(鉱物資源エネルギー省)

エネルギーセクターへの民間活力導入とエネルギーの安定供給などについて、より長期的、具体的な見通しを示すべきである。

審査時には石炭価格を自由化する方針を掲げていたが、炭価が低く抑えられてきたため、両炭鉱公社の財務状況は改善されて来なかった。今後持ち株比率の低下等により、両炭鉱公社への政府の関与を下げる場合には、その一方で、炭価(価格自体及び価格設定方法)の改革、販路の自由化を進めるべきである。

(両炭鉱公社)

生産量の増大が、最終利益の増大につながっておらず、経営を安定すべく、生産費用の削減、炭価を上げる交渉、輸出などの販路拡大、を進めるべきである。

### 4.3 教訓

なし。

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
バガヌール炭鉱		
①.アウトプット		
1.採炭機器		
ブルドーザー、トラック等	55	計画通り
2. 石炭ハンドリング・プラント (CHP)	2	ほぼ計画通り デザイン変更あり
3. スペアパーツ	1.5 年分	計画通り
4. その他関連機器・設備検査機器 など	4	計画通り
5. コンサルティング・サービス	36MM	58MM
②期間	1997年2月～1999年12月 (2年11カ月)	1997年2月～2002年 5月(5年4カ月)
シベオボ炭鉱		
①.アウトプット		
1.採炭機器		
ブルドーザー、トラック等	35	計画通り
2. 排水処理システム	1	計画通り
3. 石炭ハンドリング・プラント	1	ほぼ計画通り デザイン変更あり
4. その他関連機器・設備修理施設、 送電線設置など	1	計画通り
5. スペアパーツ	3 年分	計画通り
6. コンサルティング・サービス	38MM	38MM
②期間	1997年2月～2001年9月 (4年8カ月)	1997年2月～2005年 3月(8年2カ月)
両炭鉱		
③事業費(総事業費)		
外貨	139億75百万円	128億86百万円
内貨	6億97百万円	8億34百万円
合計	146億72百万円	137億20百万円
うち円借款分	101億25百万円	100億39百万円
換算レート	1円= 4.83MNT	1円= 8.48 MNT