

スリランカ

ククレ水力発電事業

評価者：株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン

菌田 元

現地調査：2007年11月

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地



ククレ水力発電所調整池ゲート

1.1 背景：

スリランカは石炭・石油・天然ガス等の燃料資源に恵まれないものの、経済的に有利な水力開発地点に恵まれているため、従来から同国政府は積極的な水力開発を実施し、安価なエネルギーを国民生活や国内産業に供給してきた。しかし、同国においては 1990 年代初頭、経済の拡大、発展に伴い平均 8% を超える急激な電力需要の増加がみられ、1990 年代後半には電力需給が逼迫し、渇水年には危機的な状況に陥ることが予想されていた。

本事業は、同国にとって重要な水力資源を活用し安価な電力を供給することでこのような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 1989 年当初、国連開発計画(UNDP)の資金により実施された予備的なフィージビリティ調査では、多目的ダムを備えた出力 144MW の貯水池式水力発電所として構想された。その後 1992 年に世界銀行の資金によるフィージビリティ調査が行われ、貯水池式では多数の住民移転が必要とされることを考慮して、出力を抑えた調整池付き流れ込み式水力発電所が計画された。

1.2 目的：

スリランカの多降雨地帯（年間平均降水量 3750mm）であるカル川支流ククレ川に調整池付きの流れ込み式発電所（35MW×2 基）を建設することにより、同国の電力の安定供給をはかり、もって逼迫しつつある電力需給への対応および社会経済の発展に寄与する。

### 1.3 借入人／実施機関：

スリランカ民主社会主義共和国政府／セイロン電力庁（Ceylon Electricity Board：CEB）

### 1.4 借款契約概要：

円借款承諾額／実行額	212 億 2700 万円 / 194 億 1500 万円
交換公文締結／借款契約調印	1994 年 6 月 / 1994 年 7 月
借款契約条件	金利 2.6%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド （コンサルタントは部分アンタイド）
貸付完了	2005 年 6 月
本体契約	SKANSKA INTERNATIONAL CIVIL ENGINEERING A.B. （スウェーデン）、VA TECH TRANSMISSION & DISTRIBUTION GMBH & CO. KEG（オーストリア）・VA TECH HYDRO GMBH & CO.（オーストリア）（JV）、三井物産、間組・熊谷組・鹿島建設 （JV）、等
コンサルタント契約	ELECTROWATT ENGINEERING SERVICES LTD（スイス）・ LAHMEYER INTERNATIONAL GMBH（ドイツ）・日本工営 （JV）
事業化調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	92年 世界銀行資金による F/S 93年 世界銀行資金による D/D

## 2. 評価結果（レーティング：A）

### 2.1 妥当性（レーティング：a）

#### 2.1.1 審査時点における計画の妥当性

スリランカの電力・エネルギーセクターに対する資金配分は、公共投資計画（1993-97年）全体の中で約8%を占めており、特に送電・配電部門の比重は大きかった。同国では電力の80%以上を水力に依存していたため、渇水年・渇水期における安定した電力供給が課題であった。また、工業化政策や地方電化策では2000年までに全村電化が目標とされ需要の増大が見込まれていたことから、電源開発を早期に進めることが重要と認識されていた<sup>1</sup>。以上から、審査時点における本事業の妥当性は高いと判断される。

<sup>1</sup> 審査時においては、従来の水力電源開発が行われてきた水系とは降雨時期がずれるカル川水系の電源開発は渇水年における電力供給の安定化に効果的であると考えられていたが、本事業の発電能力は小さいため、全体に対する効果は軽微である。（後出図1を参照）

## 2.1.2 評価時点における計画の妥当性

2005年に誕生した現政権は産業開発等による経済発展を推進しているが、電力不足が重大なネックであると認識している。2006～2016年の国家インフラ開発プログラムにおける電力セクターへの資金配分の比重は18%で、運輸セクターに次いで大きい。また、審査時に比べてスリランカの電力需給は大きく改善しておらず、発電能力増強の必要性は現在も大きいとされ、残された水力資源の開発および石炭火力発電所等による安価な発電能力の確保が急務とされている。

また、事後評価時点の電力政策では主要政策の一部にエネルギー安全保障と国内資源活用がうたわれており、水力を利用する本事業はこれに該当する<sup>2</sup>。また、コスト高のディーゼル発電への依存が電力セクターの財務を著しく逼迫するなか、発電コストの安い水力発電事業はさらに重要性を増したと考えられる<sup>3</sup>。したがって、事後評価時においても本事業は高い妥当性を保持しているといえる。

以上を総合すると、本事業の実施は審査時および事後評価時ともに、国家計画等と合致しており、事業実施の妥当性は高い。

## 2.2 効率性（レーティング：b）

### 2.2.1 アウトプット

本事業ではほぼ計画どおり、出力70MWの調整池付き流れ込み式水力発電所および既存電力グリッドに接続するための132kV送電線が建設された。CEBはコンサルタント雇用後、約1年かけて基本設計の技術的な見直しを行い、計画の最適化を行った<sup>4</sup>。これらの変更はいずれも技術的、経済的に妥当と判断される。また、建設開始後、貯水池サイトの岩盤が予想より深かったことからダム右岸の護岸の設計が変更された。

なお、建設工事のために約20kmのアクセス道路と5カ所の住宅施設が建設され、アクセス道路は事業終了後も生活道路として活用できるように計画された。

---

<sup>2</sup> National Energy Policy and Strategies of Sri Lanka, Ministry of Power and Energy, October 2006

<sup>3</sup> 「長期発電増強計画：Long-term Generation Expansion Plan (CEB, Dec 2005)」 「開発10年計画：Ten-year Horizon Development Plan (2007-2016, discussion paper)」は、いずれ本事業の最大活用を計画するとともに、あらたな水力発電事業についてのF/Sを2008年に開始する予定である。

<sup>4</sup> 土木工事量を減らすため、地下発電所のための空洞容積を約3割削減した。建設用トンネルをそのままサージタンクに使えるように計画を変更した。岩盤試験・横坑掘削の結果、地質条件が当初の想定よりよいことが判明したため、導水路、放水路の円形コンクリート巻き立てを最小限にとどめた。また、当初計画には中規模の流れ込み発電所では不要なものが含まれており、電気機械設備も絞り込んだ。



地下発電所最上階



地下発電所下層階（建設中）

### 2.2.2 期間

本事業の実施期間は計画を大幅に上回り、審査時計画より 44 カ月遅れて 2003 年 9 月に稼働開始した。コンサルタントの調達方式を巡って政権交代の際、政府（CEBではない）が前政権下で一旦JBICと合意した方式を覆し、その意見調整と調達実施に約 21 カ月間を要した。また、詳細設計の見直しを行ったことが約 10 カ月の遅延に結びついた。さらに、発電機等の電気設備の調達手続きの遅れが約 13 カ月の遅延に結びついた<sup>5</sup>。

### 2.2.3 事業費

土木工事は計画変更により工事量が減少したものの、物価上昇およびダム左岸の追加工事で増大した。一方、電気設備は各設備の適切な規模への絞り込みと競争入札の結果、計画を大きく下回った。（また、税金や用地取得・補償にかかるコストが計画よりも抑えられた。）この結果、本事業の総事業費は計画を下回ることとなり、円建ての総事業費は 221 億 7300 万円にとどまり、計画 262 億 4400 万円の 85%に収まった。

表 1 事業費の計画および実績

（単位：百万円）

項目	計 画			実 績		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
準備工事	0	1,012	1,012	0	1,047	1,047
土木工事	6,614	1,945	8,559	8,148	2,563	10,711
水力・電気設備	5,821	506	6,327	4,064	367	4,431
コンサルティングサービス	1,568	504	2,072	1,987	59	2,046
管理、税金、用地取得・補償	0	4,561	4,561	0	2,481	2,481
物的予備費	1,319	937	2,256	0	0	0
建中金利	1,457	0	1,457	1,457	0	1,457
合計	16,779	9,465	26,244	15,656	6,517	22,173

（出典：CEBによる事業完了報告書）

<sup>5</sup> 発電機についての入札評価の意見調整に時間を要したこと、および、Switch Gearに有資格者の応札がなく再入札となったことにより調達が 2 年以上遅れたが、土木工事の進捗に合わせた施工方法を工夫することにより、建設段階で 1 年以上遅れを取り戻した。

以上から、本事業は、アウトプットおよび事業費についてはほぼ計画どおりであったものの、実施期間が計画を大幅に上回ったため、効率性についての評価は中程度と判断される。



発電所制御コンソール（地上）



火災後の現場検証

## 2.3 有効性（レーティング：a）

### 2.3.1 発電所の運用

発電所の運転はすべて地上の事務所棟にあるコントロール・ルームから遠隔操作で行われる。コロンボの中央制御室からの指示により、夕方 6 時半～9 時半のピーク時を中心に発電している。標準的な降雨があった 2004～06 年は、各発電機が 1 日あたり約 12 時間稼働し、計画された発電量をほぼ達成した。2007 年は降雨が少なく年間発電量は計画の 85%にとどまった。2004～2007 年の平均年間発電量は 306GWh となり計画の 97%であった。なお、貯水池の容量が限られているため、河川流量が最大出力時の発電流量を超える雨季には河川流量を使い切ることができない。これまでに、河川流量の約 1 割は発電に利用されず放流された。

2005～2006 年には電気機械の故障・不具合が多く、計画外停止時間が増大した。2005 年に第 2 発電機付近で火災が発生し、第 2 発電機が 1 カ月間停止したが、乾期であったため発電量には影響しなかった。調査の結果、原因はプラスチック・カバーによる蓄熱であることが判明し、必要な設計変更が行われて解決した。また、2004～2006 年に第 1 発電機防水シールの給水管詰まりが頻発したが、その後、部品の交換と調整により問題は解決した。

表 2 ククレ水力発電所の運用実績

	2003 Oct-Dec	2004	2005	2006	2007
最大出力 (MW)	80	80	80	75	75
年間発電電力量 (GWh)	79	318	317	319	270
年間運転時間 (2 基合計 : hr)	2,098	8,865	8,797	9,003	7,665
計画外停止時間 (2 基合計 : hr)	125	141	513	435	70

(注) 年間発電電力量の審査時計画値は 317GWh

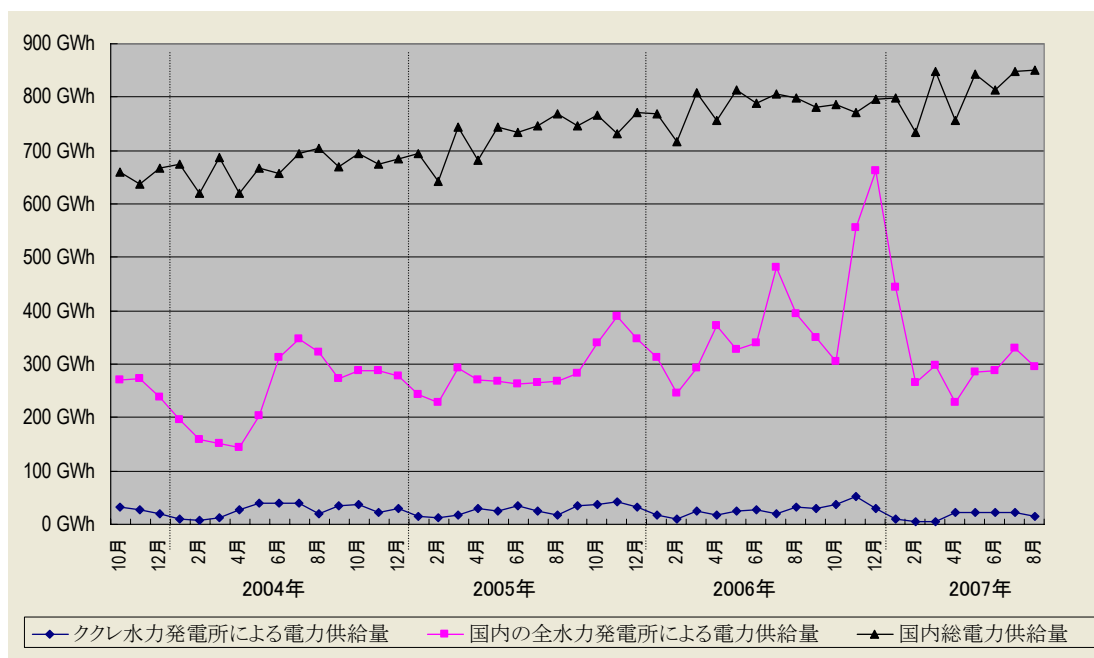
(出典 : CEB への質問票回答結果)

発電所の定格出力は 70MW であるが、設備能力上、最大で 80MW の発電が可能である。河川流量をできるだけ無駄にしないため、2005 年までは 80MW で発電してきたが、2005 年に第 2 発電機付近で火災が発生してからは、安全のため 75MW 以内で運用されている。降雨量の推移など外部要因が若干懸念されるが、発電所の運営状況は発電量も十分であり問題ないレベルである。

### 2.3.2 電力の安定供給への貢献

本事業の電力は全国送電網を通じて全国に供給されている<sup>6</sup>。2006 年にはスリランカのピーク時電力供給の約 4.0%、年間電力供給量の約 3.4%を供給した。本発電所は貯水容量が限られるもののピーク時を中心に運用されており<sup>7</sup>、主にピーク時の供給安定に貢献している<sup>8</sup>。

図 1 電力供給量の推移（国内全体分・国内全水力発電分・本事業分）



(出典：CEB への質問票回答結果)

スリランカの電力消費は 2000 年以降、年率 7%で増加を続けてきた。しかし、2000 年までに完成予定であった本事業を含む 4 つの発電所（計 675MW）の建設がいずれも 2002 年以降に遅れたことから、CEBは 2000 年以降、100～300MWの供給能力を可動式ディーゼル発電機による民間からの緊急買電でしのいできた。

<sup>6</sup> 内戦のため電力網が分断されている北部の一部地域を除く。

<sup>7</sup> 本事業の 2003～2006 年における利用率（実際の発電電力量／定格運転時の発電電力量）は、ピーク時（午後 6 時 30 分～9 時 30 分）で約 83%、非ピーク時で約 41%である。

<sup>8</sup> 本事業以外に、2002-2003 年に完成した 2 つの火力発電所（合計 300MW、1 つは円借款）も電力供給の安定に貢献している。

しかし緊急買電のコストが高いことから、2001、2002年は不足をすべて緊急買電で補うことができず、電力需要の4～8%に相当する計画停電が行われた。本事業が発電を開始した2003年9月以降もしばらく緊急買電は続けられた。もし本事業が当初の計画どおり2000年3月に発電を開始していれば2000-2003年の緊急買電と計画停電の一部を避けることができたと考えられる。試算によると、完成が遅れなければ約53億ルピー（約70億円、総事業費のほぼ3割に相当）の買電費用を節約できたと考えられる<sup>9</sup>。

表3 ククレ水力発電所の発電電力量と緊急買電量・計画停電量の対比

(単位：GWh)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
本事業の発電電力量 (計画)	76	317	317	317	317	317	317	317
(実績)	0	0	0	79	318	317	319	270
緊急買電量	485	471	939	442	0	0	0	0
計画停電量	0	289	525	0	0	0	0	0
全国総電力供給量	6,686	6,520	6,810	7,612	8,043	8,769	9,388	9,814

(出典：CEBへの質問票回答結果)

### 2.3.3 経済分析

審査時に以下の前提で財務的内部収益率 (FIRR) および経済的内部収益率 (EIRR) を算出したところ、それぞれ7.3%、11.7%と算出された。本評価において同様の前提で再計算したところ、11.4%、15.5%となった。審査時の値を上回った主な理由は、ディーゼル発電の燃料費の高騰およびそれに応じた売電価格・代替発電費用の上昇により便益が増加したためである。

表4 経済分析の前提条件

費用： 発電所建設費用、維持管理費用  
 便益： 財務分析 (FIRR)：売電収入 (売電価格×発電電力量)  
 経済分析 (EIRR)：代替発電設備建設費用、代替発電費用  
 プロジェクト・ライフ：50年

(注) 本発電所の電力は他の発電所の電力とともにグリッドを通じて販売され区別されないため、売電価格はCEBの平均売電価格を採用した。経済分析では本事業がなかった場合、2011年まではディーゼル火力発電所が、2012年からは建設中の石炭火力発電所が本発電所を代替すると仮定した。

以上を総合すると、本事業はおおむね計画どおりの効果を発現しており、有効性は高いと言える。

<sup>9</sup> 本事業が計画どおり完成した場合に見込まれる発電量と各年の緊急売電の発電原価を用いて算出した。

## 2.4 インパクト

### 2.4.1 産業振興へのインパクト

スリランカの産業部門は 2001～02 年の先進国経済の減速や政権交代などの影響による経済の一時的な低迷を経験したが、サービス・セクターの振興に支えられてそれ以後は年間 6～8%の成長を続けてきた。また、2001年に 15 億ドルだった外国直接投資額は 2007 年には 55 億ドルに達すると見られ、スリランカの産業振興に貢献している。しかしながら、スリランカの産業にとって電力供給の不安定さは、最大の制約ではないものの、依然として課題のひとつであるとされている<sup>10</sup>。

前述のように本事業は電力の安定供給に貢献し、間接的に産業振興を支えていると考えられる。しかし、その発電電力量が全国総供給量の 5%に満たないことを考えると、本事業の産業振興へのインパクトは限定的である。

### 2.4.2 電化による民生向上へのインパクト

審査時（1994 年）に約 35%だった世帯電化率は、2006 年には約 78%に上昇した。本事業による総電力供給量はスリランカ全体の 5%に満たないが、電化率増加に間接的に貢献していると考えられる。



### 2.4.3 自然環境へのインパクト

本事業では審査に先立ちCEBによる環境影響評価(EIA)が実施された。建設にあたっては、土木工事のコントラクターは工事による大気汚染の軽減と廃棄物管理のための各種施策を実施し、大気汚染、土壌・水質汚染、廃棄物処理について十分なモニタリングを行い、環境へのインパクトが最小にとどめられた<sup>11</sup>。

現在は河川水質以外のモニタリングは行われていないが、水力発電所による環境への重大なインパクトは確認されていない。アプローチ道路の建設により木材の不法伐採が増加した可能性が住民などにより指摘されているが、今次調査では確認できなかった。

<sup>10</sup> セイロン商工会議所によると、コロンボでは電力供給は安定しているが、コロンボ以外の地方では停電が多い。最新の各種経済・投資環境分析においては、「産業・サービス部門は不安定な電力不足と良質な労働力の不足に悩まされている」(HSBC Global Research, Jan 2008)、「スリランカの電力供給はおおむね安定しているが降雨が少ない年はピーク電力が不足する。発電所建設が遅れば 4 年以内に電力不足が深刻化するだろう」(Invest Climate Statement, 2008, USA) と述べられている。

<sup>11</sup> 本事業における環境マネジメントは世界銀行により優良事例であると認定された。

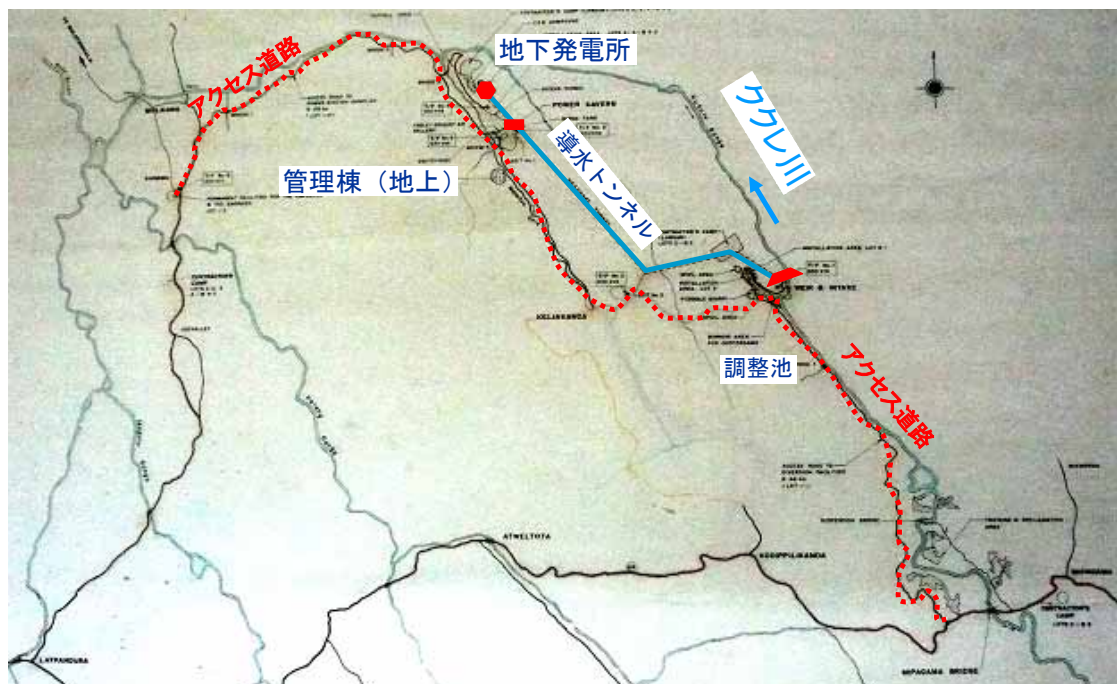


#### 2.4.4 発電所周辺の社会経済インパクト<sup>12</sup>

発電所周辺の農民の多くは0.5～1ha程度の耕作地を持つ零細・小規模農家である。半数の農家は茶葉の栽培をおもな所得源としているほか、賃労働、ゴムなどがおもな所得源である。米作は少ない。

本事業により約2000世帯が耕作地の一部または全部を失い賃労働に依存するようになった。一方、約20kmに及ぶアクセス道路が山間地における交通の利便性を飛躍的に高め、さまざまな好ましい社会経済インパクトをもたらした。本事業周辺地域の住民を対象としたインタビュー調査で「事業後暮らしがどう変わったか」という質問では、耕作地を失った世帯の74%、その他の世帯の90%が「よくなった」と回答していることから、発電所周辺では総じて肯定的なインパクトがあったと考えられる。

図2 ククレ水力発電所周辺の地図



##### 2.4.4.1 住民移転と補償

本事業により51世帯が移転の対象となったが、42世帯は金銭補償で移転に応じ、残る9世帯はCEBが用意した居住地に移転した<sup>13</sup>。移転した9世帯は貯水池予定地で茶を栽培する小規模農家であったが、代替耕作地は与えられず、今は不安定な賃労働

<sup>12</sup> 評価者による現地視察に加え、現地コンサルタントに委託して住民を対象としたグループインタビュー（計111名が参加）、質問票を用いた世帯調査（耕作地を失った80世帯、失わなかった20世帯）、地方自治体の補償手続き関係者へのインタビュー、補償関連記録文書の精査を行った。

<sup>13</sup> 住民の話によると、このほかに建設工事用キャンプの予定地において住宅に対する補償を全く、あるいは十分に受け取らず立ち退いた農家が40世帯前後あったとされる。

に依存せざるを得ず生活水準が下がっていると考えられる<sup>14</sup>。

他方、貯水池やアクセス道路の建設により耕作地を失った農民のうち、貯水池上流地域を中心に約 2000 世帯が約 200haの耕作地における耕作物の損失に対する補償を要求している<sup>15</sup>。しかし、一部の地域については補償の範囲などを巡り住民側と CEBの間で完全な合意ができてお



移転地の住宅

らず、約半数の世帯はまだ補償を受けていない。耕作地を失った農民の中には交通の利便性が高まったことで地域外に通勤する者が現れたが、これは少数で、多くの農民は賃労働への依存が高まったと考えられる。

用地取得に対する補償は、地方自治体が行っている所有権の確認・評価額の確定が未完了で、未だほとんど支払われていない。また、一部に公式な用地取得が行われないまま補償もなく事業が完了した土地がある。

補償が遅れていることについて、住民の一部は不満と不信を増大させている。補償を受け取った住民においても、その 7 割は補償額に満足していない。補償額の算定から支払いまでに何年も経ち、その間の物価上昇を考えると補償額が大幅に目減りしたことへの不満も多い。また、多くの住民が、なぜ補償が遅れているかをよく知らない。



調整池の水により被害を受けた茶畑

CEBによる補償手続は今も進行中である。事業完成までに補償を完了できなかった大きな理由は、地方自治体などにおける土地所有権の精査、補償額算定などの手続きが人員不足などにより進まなかったことである。CEBは、これらの手続きを促進するためのCEBの努力が必ずしも十分でなかったことを認めている。また、本事業はCEBが補償を実施した 2 例目の水力発電事業であり、CEBには十分

<sup>14</sup> 井戸が設置されたが住民はポンプの電気代を払えず、稼働していない。また、あらたな居住地は家屋間の間隔が狭く住民は不満を感じている。

<sup>15</sup> 法的土地所有権を持たない多くの住民は通常の法的手続きでは補償の対象から外れてしまうこと、通常の法的補償は支払いまでに長期を要することに対して住民が組織的な反対活動を行ったことなどから、本事業では土地取得後の補償という通常の法的手続きに先立ち、CEBによる特別補償 (Ex-Gratis Payment) が実施された。これは、土地所有権や用地取得の有無にかかわらず、失われた耕作地 (耕作物) に対して補償するものである。なお、一部地域の農民は、道路が新設され便利になることが見返りになるとのCEBの説得に応じ、耕作物への補償を行わなかった。

な体制と経験がなかったと考えられ<sup>16</sup>、JBIC現地事務所も事業実施中にこのような事態を十分把握できていなかった。

#### 2.4.4.2 その他の社会経済インパクト

本事業の建設工事が地域住民に多数の短期雇用をもたらした。CEBによると、約150名が4年間雇用されたとされる。完成後は、発電所では10名の地域住民が警備・清掃などに雇用されている。

事業実施前の発電所周辺は車両が通行できる道路がなく孤立した地域であったが、アクセス道路の建設により交通利便性が高まり、以下のようなさまざまな社会経済インパクトが見られるようになった。地域住民への調査では97%の住民がこれをおもな便益に挙げた。裨益住民は約2000世帯にのぼると推定される。



- ・ バスなど公共交通サービスが開始された。(写真)
- ・ 茶葉などのマーケティングが進み、価格競争面で有利になった。(写真)
- ・ 生活用品が容易にかつ低価格で入手可能になった。
- ・ 住民の行政・社会サービスへのアクセスが進んだ。
- ・ 親族訪問の増加など社会的交流が増加した。
- ・ 建材の運搬が容易になったため、補償金を利用するなどして道路沿いの家屋の多くが恒久的な構造に建て替え、改善された。
- ・ 川砂利採取が開始された<sup>17</sup>。

発電所周辺の村落の多くは事業実施前には電化されていなかったが、アクセス道路沿いに電化が進み、過半数の住民はこれをおもな便益のひとつに挙げた。ただし一部の道路区間沿いで150世帯が電化されておらず、一部の世帯は不満を感

<sup>16</sup> スリランカでは大規模な補償を必要とする水力発電事業が多数行われたが、ほとんどの事業は建設を担当する別組織が実施し、CEBは完成後の運営維持管理のみを担当し補償問題には関与してこなかった。

<sup>17</sup> 30～40の業者が合法・違法な砂利採集を行い、地域住民約1500名がこれに従事していると考えられる。

じている<sup>18</sup>。なお、この電化は本事業の範囲で行われたものではない。

事業実施のためにキャンプ（CEB、建設業者、コンサルタントのための宿舎）が5カ所建設されたが、事業完了後はそのうち2カ所については国軍がCEBから借り受け、リゾート施設および国連平和軍訓練施設として利用している。もとは欧米コントラクターのキャンプとして建設されたリゾート施設は、レストラン、プールなどを完備し64客室、約200名の収容能力をもつが、国内観光客の人気を集め、一年を通じて週末および学校の休暇期はほぼ満員である。約60名の地域住民が雇用されている。



キャンプ跡を利用したリゾート施設



改善された道路沿いの住宅

## 2.5 持続性（レーティング：a）

### 2.5.1 実施機関

#### 2.5.1.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関はセイロン電力庁（CEB）であり、事業の実施運営はCEB発電部門が行っている。本発電所の職員数はエンジニア5名、管理・監督者10名、その他職員42名（事務員、技師・維持管理要員など）、安全管理要員20名の合計77名である。遠隔地のため単身赴任者が多いが、運用上特に問題はない。

近い将来CEBが分割あるいは民営化される見通しはない<sup>19</sup>。本発電所の運営管理体制は、現在検討されている新電力法においても基本的に変わらないと考えられ、新電力法のもとで本事業の運用効率が大きく改善されることは期待できない。

#### 2.5.1.2 運営・維持管理における技術

本事業の実施に携わった人材は、CEBの建設部隊として、現在、多くが他の事業実施に携わっており、発電所に残った人材はほとんどいない。本事業のコンサルティング・サービスにより運用を訓練された人材もほとんど残っていないが、

<sup>18</sup> 未電化世帯の一部は補償を要求せずに耕作地を手放した世帯であり、「国の電力供給のために耕作地をあきらめたのに自分たちには電気が来ない」との不満がある。

<sup>19</sup> JBIC、世界銀行、アジア開発銀行の支持のもと2002年に成立した電力改革法が目指したCEBの分割による構造改革は、2004年以降、現政権に参加した左翼政権の反対により中断した。現在電力省が準備している電力法ではCEBの各部門を独立採算（Strategic Business Units）とし、公共事業委員会（Public Utilities Commission）による電力業界への規制を強化する予定である。

CEBは水力発電所の運用に長年の実績があること、本発電所がこれまで適切に運用されてきたことから、技術面に特に心配はないと考えられる。運用維持管理マニュアル、維持管理作業や事故・故障の記録などは適切に保管されている。

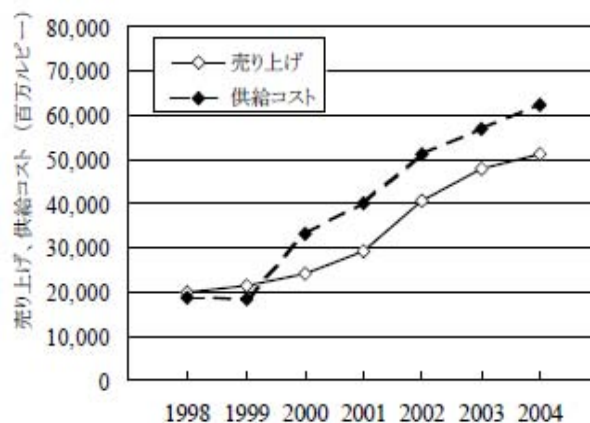
本発電所の主任技師によると、コンピューター制御システムの設計改善についての海外研修に参加できれば、より効率的な運用を継続することが可能になると考えられるとの話があった。また、若手エンジニアの上級研修が発電所運用の持続性に貢献すると考えられる。

### 2.5.1.3 運営・維持管理における財務

CEBにとって発電コストの低い水力発電は貴重であるため、水力発電所の運用維持管理に必要な予算は優先され、毎年申請額がほぼ全額承認されてきた。本発電所の運営・維持管理予算は2004年度が2680万ルピー、2005年度が3460万ルピー、2006年度が3440万ルピーであった。CEBは2000年以降、電力供給コストが売上げを上回っており資金繰りが厳しいが<sup>20</sup>、本発電所の運用に影響する場合は優先的に予算が確保されるので、今後も運用に問題が生じるような予算不足は生じないと考えられる。

なお、CEB財務の長期的な持続性を確保するためには、高価な買電への依存を減らし、安価な電力を得られるような電力構成とすることが急務であり、建設中・計画中の石炭火力発電所が計画通り完成することが重要である<sup>21</sup>。

図3 CEBの電力売上げ・電力供給コストの推移



(出典：スリランカ国「電力マスタープラン調査」最終報告書、2006年2月、国際協力機構)

### 2.5.2 運営・維持管理状況

<sup>20</sup> CEBの売上げは過去10年間、年率15%と高い伸びを示し、送配電費、管理費、減価償却費は低く抑えられてきた。しかし、コスト高のディーゼル発電への依存が増大したため、燃料費・買電費が大幅に増加し、2000年以降は電力供給コストが料金収入を上回るようになった。

<sup>21</sup> 石炭火力発電所は、ようやくスリランカで最初のものが2012年の完成を目指して建設開始された。

現地調査で視察では、本発電所の施設は全般的に、適切に維持管理がなされていることが確認できた。各発電機について年間 2 週間のオーバーホール、毎月 2 日間のメンテナンス、週毎の点検が行われる。このような作業の日程は、なるべく無駄な放流をしないように調整されている。

本事業により 5 年分のスペアパーツが調達された。その後も必要な補充が行われ、調達に時間と資金のかかる大きなものについては必要な在庫が確保されている。ただし、政府の定めたスペアパーツの調達手続きは厳しく、特に随意契約によりオリジナルのスペアパーツを調達する場合は長期間を要する。

地下発電所の床に、1 年前に小さなクラックが多数見つかった。原因は調査中であるが、クラックの急速な拡大は見られず、特に差し迫った問題ではないと考えられる。

なお、アクセス道路は道路開発庁に移管される予定であるが、現在はまだ CEB の管理下にある。小さな斜面の崩壊が放置されるなど、あまり適切に維持されておらず、移管を急ぐ必要がある。

以上を総合すると、本事業は実施機関の能力および維持管理体制ともに問題なく、高い持続性が見込まれると評価される。



予備のタービン部品

### 3. 結論および教訓・提言

#### 3.1 結論

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

#### 3.2 教訓

- ① 電力需給が逼迫している状況における発電事業においては、完成の遅れが大きなコストをもたらすことを認識し、進捗管理に十分な努力を払うべきである。本事業では、もし完成が遅れなければ、総事業費のほぼ 3 割に相当する額の買電費用を節約することができた。
- ② アクセス道路や建設工事用キャンプは水力発電事業において副次的なアウトプットであるが、発電所周辺に重要な社会経済便益をもたらす可能性があることから、これを適切に計画・活用すべきである。
- ③ 実施機関とドナーは補償の遅れや不完全さを防ぐため、そのプロセスと進捗を

注意深くモニターする必要がある。審査時には、実施機関が補償について十分な体制・実績をもつかどうか確認することが重要である。

- ④ 経済的に脆弱な小農にとっては、事業により蒙った経済的損失を補う上で現金による補償だけでは不十分なことがあるため、対象者の社会経済状況に応じた補償内容の検討が必要である。

### 3.3 提言

<CEB に対して>

- ① CEB は残された補償問題について関係者全員が合意に達するように、建設的な対話を始めるためのイニシアチブをとる必要がある。ついでには、CEB と関連政府機関は人的制約により業務処理能力が限られており、関係者間の信頼関係が失われていることから、外部からの支援を求めることが推奨される。さらに、移転地住民の生活安定（土地建物の所有権授与、耕作地提供、水道施設整備など）への支援とともに、関連する中央・地方政府機関との連携による地域開発の推進に努力すべきである。
- ② CEB は発電所周辺の電化を急いで完了させる必要がある。
- ③ CEB はあらたな道路が適切に維持管理されるように、その RDA(道路開発庁)への移管を急ぐ必要がある。
- ④ CEB が本事業の運営効率をさらに高め、かつ運用管理情報システムを改善するために、本事業に従事する技術者への上級研修、コンピューター制御システム（SCADA）の設計・運用についての研修を実施することを提案する。

## 主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	調整池付き流れ込み式水力発電所:70MW(35MW×2基) ① 取水施設 ② 調整池 ③ 導水路 ④ サージタンク ⑤ 水圧鉄管 ⑥ 放水路 ⑦ 発電所 ⑧ 水車 ⑨ 発電機 □ 送電線	ほぼ計画どおり  (導水路、サージタンク、水圧鉄管、放水路、発電所、発電機の一部に設計変更あり。)
②期間  コンサルタント調達 準備工事 土木工事 電気機械工事 送電線工事 稼働開始	1994年7月～ 2000年3月(69カ月間) 1994年4月～1994年12月 1994年10月～1996年10月 1995年3月～1999年12月 1995年5月～2000年1月 1997年1月～1999年11月 2000年3月	1994年7月～ 2003年11月(112カ月間) 1994年4月～1996年9月 1997年3月～2000年9月 1998年6月～2003年11月 1998年7月～2003年11月 1999年10月～2003年4月 2003年11月
③事業費  外貨 内貨  合計 うち円借款分 換算レート	167億7900万円 94億6500万円 (42億6300万ルピー) 262億4400万円 212億2700万円 1ルピー＝2.23円 (1994年2月現在)	156億5600万円 65億1700万円 (48億6700万ルピー) 221億7300万円 194億1500万円 1ルピー＝1.34円 (1997年～2005年平均)