

## 1. 事業の概要と円借款による協力



サイト地図：ネパール王国クリカニ



サイト写真：カニ川の砂防ダム

## (1) 背景

ネパール中部における急激な電力需要増加に対応するため、1980年代初めに日本政府援助でクリカニ第1、第2発電所を建設する計画が策定された。60MWと32MWの計画設備容量をもって両方の発電所ともにネパールの電力システムにおいて重要なコンポーネントであった。クリカニ第1発電所の完成後、クリカニ第2発電所の建設中の1984年と1986年に豪雨がプロジェクト周辺地域の傾斜地部分の崩壊と土砂崩れを引き起こした。道路や橋は被害を被り、住居は流され、死者をだした。降雨、洪水、土砂崩れはプロジェクト設備に深刻な被害をもたらしただけでなく、クリカニ電力発電所の安全な運営の脅威となった。緊急の対応策が被害に対処するためにとられたが、将来の豪雨に備えるためにはさらなる対策が必要とされている。

## (2) 目的

本格的な防災工事等を実施することによりクリカニ第1、第2発電所の安全、かつ効率的な運営を確保する。

## (3) 事業範囲

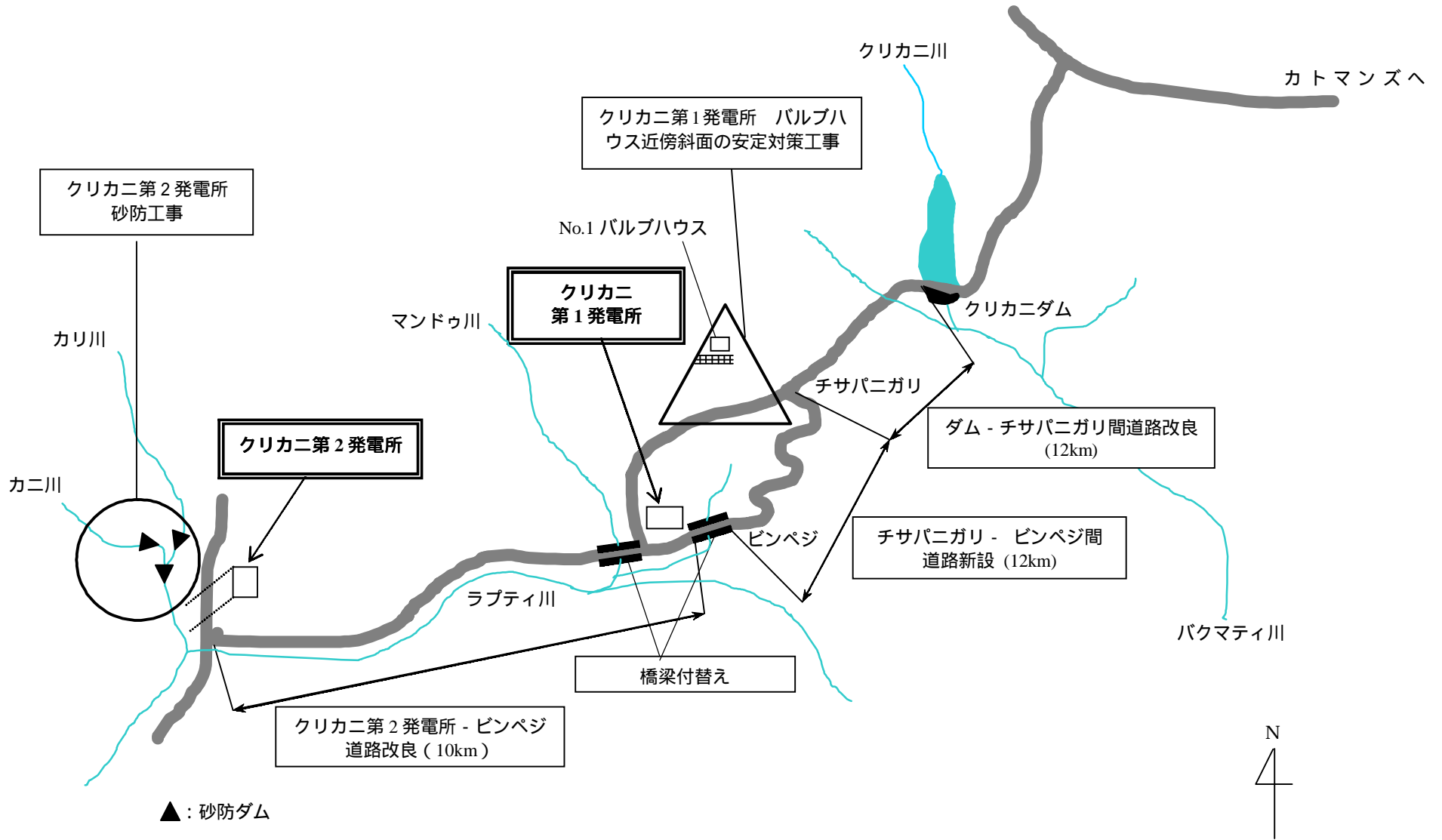
- クリカニ第1発電所のバルブハウス付近の緊急対策工事
- 建設機械調達
- クリカニ第2発電所付近の砂防ダム建設
- バルブハウス近傍斜面安定化工事
- クリカニダムとクリカニ第2発電所間のプロジェクト道路改良と崩壊部分の浸食コントロール（プロジェクト道路のリハビリ）

## (4) 借入人/実施機関

ネパール王国/ネパール電力庁(NEA)

プロジェクトサイトの地図はページ2を参照

# プロジェクトサイト地図



## (5) 借款契約概要

円借款承諾額 / 実行額	2,710 百万円 / 2,630 百万円
交換公文締結 / 借款契約調印	1990 年 8 月 / 1990 年 10 月
借款契約条件	金利 1.0% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 一般アンタイト
貸付完了	1995 年 11 月

## 2. 評価結果

### (1) 計画の妥当性

自然災害が起こりやすい環境である上、1984 年と 1986 年の豪雨による実際の被害で、本事業は緊急かつ優先プロジェクトであった。プロジェクト実施中においても天候によってさらに被害があり、本事業がなければ被害がさらに大きくなったであろうことは明確である。

クリカニ電力発電所はネパールの電力システムにおいて重要な位置を占めており、国内電力設備容量全体の約 30% を占めている。発電所の円滑かつ効率的運営は現時点においても必要とされている。

### (2) 実施の効率性

#### 事業範囲

本事業の概要はプロジェクト実施中の 1993 年に生じた洪水のために変更を余儀なくされた。その時、降雨量は時間降雨量 80mm、24 時間降雨量は 540mm まで記録した。水圧鉄管、発電所の発電機は深刻な被害を受け、発電は停止した。このような状況下、日本政府は発電機のオーバーホールの緊急無償支援を実施した。発電の正常化が優先され、水圧鉄管やマンドゥ頭首工の復旧作業が事業範囲に追加され、道路改良プロジェクトの一部はキャンセルされた。ダム の完全普及、そして、より一層の災害対策強化のため、追加でエンジニアリング・サービスも供与された。被害を受けた設備は発電の要であり、これらの変更は必要かつ適切であると考えられる。

#### 工期

事業完成には追加で 2 年を要した。これは主に事業範囲で述べた災害によるものである。1993 年の洪水でアクセス道路が遮断され、プロジェクトサイトは完全に孤立した状態になった。NEA によるとアクセス道路の復旧にはプロジェクトサイトで利用できた建設機械を利用して、1 ヶ月で回復した。発電機が復旧するまでには 104 日間 (作業日数) かかった。これらの状況を考えると、発電を再開するため、本事業の残りの作業の遅延を最小限にするために、最大限の努力が払われた。実施機関はコンサルタントとコントラクターのパフォーマンスは迅速で非常に良かったと報告している。災害による困難な状況を考慮すると、計画工期に従うべく、遅れを最小限に抑えるための努力していた点で良かったと判断される。

#### 事業費

総事業費は計画が 2,991 百万であったのに対し、実績では 2,730 百万円であった。計画と実績の差はいくつかの絡み合った要因によるものである。事業範囲の変更、入札の激しい競争、そして、為替レートの変動である。事業範囲の変更については、既述の緊急工事によるものである。被害は非常に膨大で発電機のオーバーホールなどについては日本の無償資金協力 (7.48 億円) で実施された。いくつかの道路改良はキャンセルされ、事業資金は他の緊急工事に利用された。クリカニ防災事業 ( ) にて本事業でキャンセルされた部分を実施した。建設費用は激しい入札競争の結果積算価格よりも低くなった。しかも、ネパールルピーの対円為替レートが事業実施期間中に 2.48 ルピーから 5.99 ルピーと大きく変動したことが、事業費にも影響を

及ぼした。

### (3) 効果

#### プロジェクト防災設備の効果

本事業で建設された全ての防災設備は現在まで適切に機能している。プロジェクトの一部として建設された発電所前の川の流路は 1993 年の洪水で完全に埋没したが、他の災害前に完成した工事はその防災能力を災害時に証明している。例えばクリカニ第 2 発電所近くのチェックダムと流路からなる砂防工事は、クリカニ第 2 発電所の放水路が塞がれるのを防いだ。堤防は土砂や瓦礫を押さえ、クリカニ第 2 発電所の前に堆積するのを未然に防ぎ、ゆえに放水路前の川の流れが悪くなるのを回避した。バルブハウス付近斜面安定化工事も、水圧鉄管が洗い流されてバルブハウス一帯が振動した 1993 年の洪水時の間にその効果を証明した。バルブハウス直下のアンカーやコンクリート枠工を施した部分は、この付近が崩壊するのを防いだ。これらの設備がなかったら、被害はもっと大きくなっていったと考えられる。

防災構造強化工事と本事業でキャンセルされた工事は、本事業に続いてクリカニ防災事業（ ）にて実施された。1995 年の事業完了年から現在におけるまで 1993 年の洪水のような規模の自然災害はない。1995 年以降の降雨記録では、一日 100mm<sup>1</sup>を超える雨量があったときもあったが、現在までプロジェクト設備が保持されている状況がその効果を示している。

クリカニ第 1、第 2 発電所の運営は、事業完成以降（1995 年）自然災害による被害を受けなかった。表 1 はクリカニ第 1、第 2 発電所の運用状況を示している。1995 年以降、年間発電量は高いレベルを保っている。実施機関は、稼働率と年間発電量の落ち込みは、発電所設備のメンテナンスやオーバーホールによるものと述べている。実施機関はまた災害による故障停電の記録はないと述べた。したがって、本プロジェクトはクリカニ第 1、第 2 発電所における発電の安定に貢献した。

表 1：クリカニ第 1、第 2 発電所の運用指標

項目			1993年	1994年	1995年 完成年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
稼働率 (単位: %)	KL-1	Unit No. 1	Approx. 65	56.20	80.55	75.68	58.55	87.58	100.00	86.20
		Unit No. 2	Approx. 65	54.65	75.85	75.33	62.93	83.55	96.56	73.97
	KL-2	Unit No. 1	Approx. 65	Approx. 80	99.88	99.83	99.86	99.68	99.88	97.23
		Unit No. 2	Approx. 65	Approx. 80	99.88	99.92	99.97	99.81	99.48	99.57
故障による停電時間 (単位: hr)	KL-1	Unit No. 1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4:99	1:32	9:91
		Unit No. 2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4:99	2:06	5:3
	KL-2	Unit No. 1	N/A	N/A	10:17	14:22	11:26	27:22	10:31	241:56
		Unit No. 2	N/A	N/A	9:58	6:44	1:49	15:48	45:22	37:23
年間発電量 (単位: Gwh)	クリカニ発電所全体		112.3	160.2	189.6	245.9	180.2	291.6	372.5	254.6

出所：ネパール電力庁（NEA）

注：会計年度。

1993 年、94 年の稼働率は NEA による推計。

#### 経済的内部収益率（EIRR）の再計算

アプレイザル時に、EIRR は以下の仮定で 21.7% と計算された。

プロジェクトライフ：15 年

便益：本事業がなかった場合の 1 年間におけるクリカニ第 1、第 2 発電所の推定損失

費用：プロジェクトコスト + 維持管理費用

<sup>1</sup> 指標は一日ベースで実施機関独自で計ったもの。実施機関によると経験上、このレベルに降雨量が達すると周辺の斜面が道路側に崩れ始めるという。このような斜面の崩れがときに大規模な土砂崩れにつながる。故に降雨量がこのレベルに近づくと、人々は被害をさけるべく、必要な予防策をとらされることになる。

アプレイザル時と同じ前提に基づいた評価時の再計算結果は、23.5%であった。日本の無償資金協力のコストを含めたため投資費用が増えたが、主に売電料金が上昇したため、クリカニ第 1、第 2 発電所の売電収入が増加した。ゆえに EIRR の再計算では 2% 近く高くなっている。

#### (4) インパクト

##### 電力供給の安定への貢献

本事業が 1995 年に完了して以来、災害による故障停電は記録されていない。クリカニ発電所の安全性は高まり、ゆえに本事業はネパールの電力供給の安定に貢献したといえる。ネパールでは、近年、全国的に年間 40-50MW のピーク需要ギャップがある(1998-2000 年)。クリカニ発電所は全体の設備容量の 30%、全体の電力供給実績の 10-15% に貢献している (表 2 参照)。

表 2 : ネパールの電力セクター全体とクリカニ発電所の位置づけ

	単位	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
1.設備容量合計											
(ネパール全体)	MW	288	288	288	288	288	288	300	319	319	319
(KL P/S)	MW	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
KLの全体への割合	%	31.9%	31.9%	31.9%	31.9%	31.9%	31.9%	30.7%	28.8%	28.8%	28.8%
2.電力供給											
(ネパール全体)	GWh	906	981	963	1,031	1,117	1,262	1,369	1,373	1,475	1,701
(KL P/S)	GWh	132	163	117	71	108	110	168	122	196	250
KLの全体への割合	%	14.6%	16.6%	12.1%	6.9%	9.7%	8.7%	12.3%	8.9%	13.3%	14.7%

出所：ネパール電力庁 (NEA)

注：KL P/S = クリカニ発電所 (第一、第二)、会計年度

##### その他間接的インパクト (社会・環境面)

事業の一部として実施された斜面保護と砂防工事は森林保護に明らかに貢献した。さらに、バルブハウス付近固定工事はその周辺の土砂崩れを防止し、ゆえに森林保護にも役立った。川岸の保護は、事業で建設されたインフラの間接的便益である。本事業のインフラは、また、発電所職員と川の下流地域の住民に対して、人々の生活環境や畑を洪水被害から保護したことで、より安心をもたらした効果があった。

ビンペディとクリカニ第 2 発電所間の道路改良は道路を利用する車両の増加をもたらした。本事業実施以前においては、1日に2台のバスしか道路を通っていなかったが、今日では6台のバスが通行している。また、この道路通過に4時間かかっていたのが現在では1時間になり走行時間の節減効果もあった。雨季の間、人々はしばしばこの道路を利用できなくなっていたが、道路改良後は年間を通じて利用できるようになった。道路周辺の住民約 20,000 人は村からでる際には、この道路を利用しており、彼らにとっても便利になった。

アクセス道路建設のための土地は補償をして取得されており、実施機関によると、本事業に関して住民移転などはなかった。

#### (5) 持続性・自立発展性

本事業の防災設備はクリカニ第 1、第 2 発電所の土木工事部によって管理されている。土木工事部の職員は毎日設備をモニターしており、全体的な設備管理を担当するカトマンズにある NEA 本部の設計・土木工事部へ報告している。本部の職員も雨季が始まる前に少なくとも年に一度はプロジェクトサイトの設備を検査している。

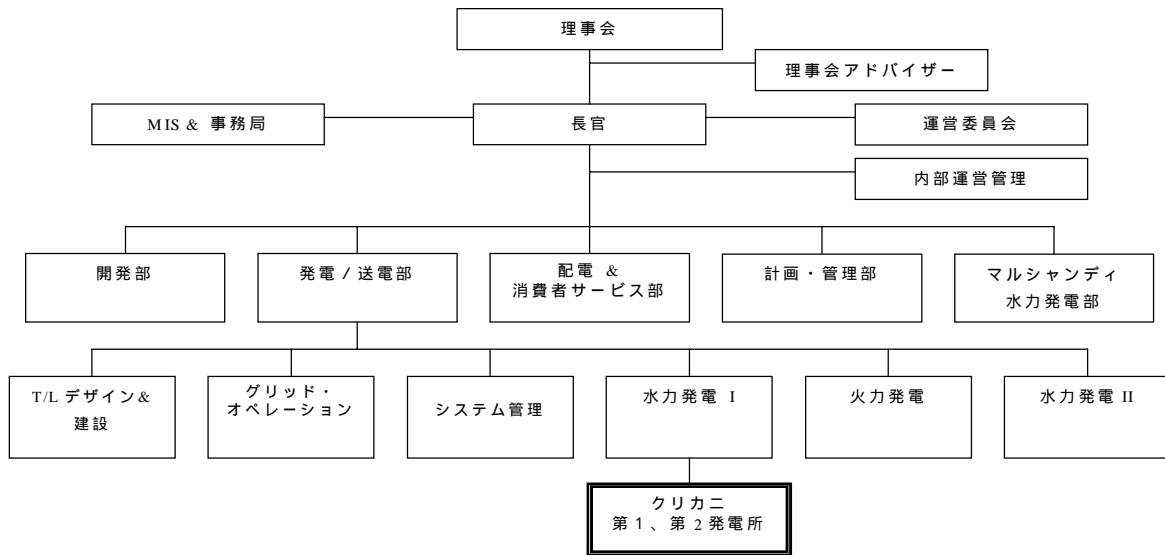
プロジェクトの防災設備は、基本的にあまり維持管理業務を必要とするものではない。例えば、マンドゥ頭首工はクリカニ防災事業 ( ) で強化されたので、現在のシステムでプロジェクト設備を管理するには適切である。

将来的に自然災害で深刻なダメージを負わないかぎりには、設備運営・維持管理には財務的負担

は強いられない。NEA によると、中には水圧鉄管やマンドウ頭首工など今では地下に設置されているものは維持管理予算が不要であるという。NEA の財務指標の記録では、維持管理費用は収入によって賄われる範囲である。

以上の点から考察すると、プロジェクト防災設備は現在のところ、ダメージがなく、維持管理業務は、費用・人員面の重い負担がない点から持続性があると考えられる。しかしながら、最終的結論はクリカニ防災事業（ ）によって実施された工事の結果の観点からも再考されるべきである。

図 1：ネパール電力庁（NEA）組織図



主要計画 / 実績比較

項 目	計 画	実 績
事業範囲		
(1) クリカニ第1発電所のバルブハウス近くの緊急防災工事		同左
(2) 建設機材の購入	・ブルドーザー1台 ・4輪駆動車4台	同左
(3) 建設工事	・クリカニ第二発電所付近の砂防工事  ・バルブハウス付近の斜面安定化  ・プロジェクト道路の改修	同左 ただし、川床の流路の工事は1993年の洪水の影響で埋没し完成しなかった。  同左  チサパニガリ ピンペジ間の道路新設とクリカニダムーチサパニガリ間の道路改良はキャンセル
(4) コンサルティングサービス	560.7M/M	640M/M
工期	1990 - 1993年	1990 - 1995年
事業費		
外貨	2,424百万円	2,430百万円
内貨	567百万円	300百万円
合計	2,991百万円	2,730百万円
うち円借款分	2,710百万円	2,630百万円
換算レート	1 NRs = 5.1 円 (1989年12月)	1NRs = 1.69 円 (1995年6月)