

1 章 予備調査総論

1.1 調査の背景・経緯

ネパールでは、人口増加、生活形態の変化、経済活動の活発化に伴い、電力需要は年々増加してきており、既存の発電施設の容量を上回るものとなっている。特に、夕刻における電力消費量に対する供給不足は顕著であり、カトマンズでは夜間の計画停電が日常化しており、不規則な停電と併せ、生活や経済活動に対する大きな障害となっている。そのため、新たな発電所を計画・建設し、安定的な電力供給が図られることが望まれている。

ネパールでは、暖房の必要性から冬季に電力需要がピークとなる一方で、雨季と乾季が明確に分かれており、乾季である冬季には殆ど雨が降らない。従って、乾季の後半は河川流量が激減し、発電所の取水量が減少するため、流れ込み式水力発電所が主流である同国においては、どうしても乾季電力が不足することになる。

ネパールで貯水池を持つ発電所はクリカニ第1発電所（以下、「KL-1」）のみであり、ネパール政府は安定した冬季の電力供給のため、クリカニ第3水力発電所（以下、KL-3）の早期開発を切望しており、2000年10月、日本政府に対し同発電所に係るF/SおよびD/Dの実施を要請した。

これに対し日本側は、ネパール唯一の貯水池式水力発電所である本発電所の開発は需要が高いことに加え、同発電所はネパール最大の需要地であるカトマンズに近く、事業実施の意義は極めて大きいと判断し、2001年2月、本件F/SとD/Dの実施が採択された。

1.2 プロジェクトの概要

本クリカニ第3水力発電所は、既設のクリカニ第3発電所からの放流水を利用したピーク用発電所として計画されている。サイトはネパール中央部のマクワンプル県に位置する。ネパール政府は既に独自に流れ込み式発電所の建設を想定したF/Sレポートを完成させているが、設備容量の設定については、年間発生電力量につき十分なオルタナティブの検討が行われているとは言えず、再度、適切な発電形式、発電容量等の検討を行うことが必要である。また、環境、地質等についても十分な調査が必要と考えられる。

従って、本開発調査では調査を2つのフェーズに分け、第1フェーズでF/S、第2フェーズでD/Dを実施する。本調査では先に述べたネパール側のF/Sをレ

ビューした上で、プロジェクトの規模やフィージビリティを検討することが第1フェーズの目的となる。

第1フェーズ(F/S)では、特に環境影響評価(EIA)及び地盤(地質)調査に重点を置いて実施する。電力需給分析による第3発電所の位置づけについての検討、上流での森林伐採による表土流出の発生に対する防災対策の観点から、貯水池以外は全て埋設式とすることについての検討、当初、本計画に関する環境影響評価報告書を、現在ネパール側が改めて作成中であり、これに関する評価と必要に応じて追加的な環境調査を実施すること等が主とした調査の重要課題となる。

これらの結果、フィージビリティが確認され、日本政府及びJBICのコミットが得られた場合に、第2フェーズに移行し円借款連携D/Dを実施する。

1.3 予備調査の目的

今回予備調査は、関連情報の収集、調査対象サイトの踏査および先方関係機関との協議を通じて、本格調査の方針や範囲等をより具体化することと、5月のネパール側EIA最終報告書の提出され次第、これの検討を行い、直ちに事前調査・S/W締結へと展開するための必要情報を収集することを目的とする。

1.4 調査団構成

- | | | |
|-----------|---------|----------------------|
| (1) 丹羽 顯 | 団長 | JICA 国際協力専門員 |
| (2) 高田 裕彦 | 副団長 | JICA 鉱工業開発調査部計画課長代理 |
| (3) 荒井 浩 | 技術協力行政 | 経済産業省資金協力課経済協力専門職 |
| (4) 梅津 径 | 調査企画 | JICA 鉱工業開発調査部資源開発調査課 |
| (5) 山川 精一 | 水力発電計画 | (株)アイ・エヌ・エー |
| (6) 川原 恵 | 地質/地盤工学 | (株)ニュージェック |
| (7) 川田 晋也 | 環境 | 国際航業(株) |

1.5 調査日程

(1) 調査期間：2000年3月12日 (月2000年3月23日(日)

但し、団員(2): 17 23日

(2) 調査行程 :

月日	曜	活動	宿泊
3/12	月	移動 (東京 10:30-Bangkok 15:30 [TG641])	Bangkok
3/13	火	移動 (Bangkok 10:30-Kathmandu 14:30[TG319]) 14:30 JICA 打ち合わせ 16:00 大使館表敬、	Kathmandu
3/14	水	10:00 Ministry of Water Resources (MWR) 表敬・協議 11:00 Nepal Electricity Authority (NEA) 表敬・協議 14:00 Ministry of Population & Environment(MOPE) 表敬・協議 15:00 Nepal Electricity Authority (NEA) 技術的事項に係る協議	Kathmandu
3/15	木	9:30 Nepal Electricity Authority (NEA) E I Aに係る協議 [GroupA] 14:00 Nepal Electricity Authority (NEA) [GroupB] 14:00 Ministry of Finance 表敬・協議 15:00 ADB 協議・情報収集 16:00 WB 協議・情報収集	Kathmandu
3/16	金	現地踏査 (クリカニ砂防ダム、クリカニ貯水池、 クリカニ第 1 発電所)	Site (Nibuwatar)
3/17	土	現地踏査(クリカニ第 2 発電所、クリカニ第 3 発電所予定地、 Hetauda 変電所・ディーゼル発電所)	Kathmandu
3/18	日	資料整理、団内打ち合わせ	Kathmandu
3/19	月	10:00 NEA 現地踏査報告、本格調査に係る協議 14:00 M/M 案作成に係る団内打ち合わせ	Kathmandu
3/20	火	10:00 M/M に係る協議 (NEA) 14:00 M/M 案作成に係る団内打ち合わせ、M/M 案作成	Kathmandu
3/21	水	10:00 M/M 協議、署名(NEA) 14:00 ADB 協議 15:00 JICA 報告 16:30 大使館報告	Kathmandu
3/22	木	移動 (Kathmandu 13:50 - Bangkok 18:15 [TG320])	Bangkok
3/23	金	移動 (Bangkok 08:20-東京 16:00[TG772])	

1 . 6 対処方針

(1) 要請内容確認と本格調査の内容について

要請の内容につき、背景経緯、緊急性、調査の目的、主要調査事項及び範囲の確認等確認する。特に、本件については、ネパール側が再三にわたり代替案を検討しており、これについて経緯や意図を確認する。とりわけ需給予測との関連で本計画が適切なものであるかどうか検討する。

本格調査の Scope のうち、本予備調査で必要情報を収集の上、次回事前調査

時に S/W が結ぶことができるように、特に技術的事項については可能な限り具体的にネパール側と協議を進める。

また、NEA の技術レベルを十分評価した上で、本格調査の遂行に必要な業務内容、業務量及び、機材等を確認する。同時に NEA の協力がどの程度得られるか確認するとともに、どのような技術移転が可能か検討する。

(2) 環境影響評価について

本格調査における、環境調査の実施のあり方については、まず EIA プロセスに関する NEA や関係機関の認識を確認する。将来の円借款供与を念頭に置いた場合、JBIC の環境配慮ガイドラインを満たすとともに、世界ダム会議の提言も視野にいたした EIA を実施する必要がある、先方実施の EIA が不十分であれば本格調査の中で追加の EIA を実施する必要がある。

そこで、ネパール側に日本側のかかる認識を示し、時間をかけて EIA を実施する必要性につき理解を得る。

また、ネパール国内における EIA の手続、関係機関の関与のあり方、環境法規等について情報収集する。現時点で既に実施されている EIA の内容と、JBIC 環境ガイドライン等を比較し、公聴会の実施など予想される本格調査でなされるべき EIA の追加調査項目・プロセスについて、検討する。

なお、ネパール側 EIA の最終報告書案が、予備調査期間中にほぼ完成している可能性がある。これを入手し、本格調査における追加的 EIA のあり方について検討する。

(3) 地質調査について

ヒマラヤ山脈の成因は、プレート・テクトニクス理論で知られているように、インド大陸が北進してチベットなどの大陸に衝突し、両者間での褶曲・逆断層及び片麻岩の貫入により隆起したものと考えられている。

特に、MCT(Main Central Thrust : 主中央衝上断層)、MBT(Main Boundary Thrust : 主境界衝上断層)及び HFT(Himalayan Front Thrust : ヒマラヤ前縁衝上断層)の 3 構造線のヒマラヤ造山作用に果たした役割は大きい。

ヒマラヤ山脈の隆起は、第 3 紀中新世(約 1,000 万年前)位から始まっており、更新世(洪積世)中期(50 万年前)頃が最盛期であった。この間、両大陸に堆積しつつあった堆積物(シワリク層群、Siwalik Formation)が褶曲等により隆

起してシワリク山地となったものである。

クリカニ第3水力発電計画における水路トンネル及び地下発電所は、新しい時代に褶曲や逆断層等の構造運動を受けた地域にあり、特に水路トンネルはこれらの断層を横断し、また発電所もこの断層から比較的近い位置にあり、これらの点について留意する必要がある。尚、現在の隆起量は年4mm程度と言われており、地滑りや山地崩壊の一因にもなっており、ひいては堆砂量の多い理由でもある。このため、これらの地質構造との関係についても把握する必要がある。

(4) フェイズ分けについて

ネパール側からの要請は、F/S と D/D の実施である。調査団としても将来の円借款に連携させたい意向は持っており、そのためには以下のようなプロセスを取る必要がある旨、ネパール側に説明し、理解を得る。

本格調査を第1フェイズでEIAの見直しを含むF/Sを実施する第1フェイズと、D/Dを実施する第2フェイズに分ける。第1フェイズの終了後、フィージビリティが確認され、日本政府及びJBICのコミットが得られた場合にのみ第2フェイズに移行し、D/Dを実施する。

(5) S/W 締結の時期について

現在、ネパール側がEIAを実施しており、この最終報告書は5月に完成される予定である。本格調査のScopeはこのネパール側EIAの完成度により影響を受けるために、現時点でS/Wを結ぶことは適切ではない。従って、本予備調査ではS/Wを締結せず、5月のEIA提出を待って、日本国内でこれを検討し、JBICの意向も踏まえScopeを決定する。そこで、7月頃に事前調査団を派遣し、S/Wを締結することとしたい。

この7月頃にS/W締結というスケジュールにつき、ネパール側の了解を得る。

(6) 治安状況の確認

本調査の対象地域については、JICAネパール事務所より、特にマオイスト等の危険が殆どない地域との情報を得ている。

本格調査の実施を踏まえ、調査対象地域における治安状況、特にマオイストの動向及びについて、JICAネパール事務所や世銀、ADB等からより詳しく情報を収集する。

本予備調査においてもサイト調査を行うので、常時通信手段を確保するとともに、対象地域の治安状況を確認しつつ、現地の大使館、事務所、先方政府等関係機関と十分相談しながら実施することとする。

1.7 予備調査結果

3月21日(水) 本予備調査団と NEA との間で M/M が取り交わされた。M/M における確認事項は以下の通り。

(1) F/S のレビュー

調査団はネパール側で実施したクリカ二第 3 水力発電所 (KL-3) 開発計画の F/S 調査における地質、環境、経済評価に重点をおいた見直しを提言した。

ネパール側は見直し調査実施の必要性に同意し、この調査の実施に先立ち、地形図作成・地質調査の一部を実施することに同意した。

(2) 地形図作成

調査団はプロジェクトエリアの縮尺 1/5000 の地形図、及び発電所の縮尺 1/1000 の地形図の作成を以下の調査の円滑な実施のため、提言した。

(3) 地質調査

調整池ダムサイト、発電所サイト、MBT 断層の走るケサデ川を横断する水路線上において、まだいくつかのボーリングが必要である。調査団は特に MBT 調査についてはボーリングによるのが最も良い方法であるとして提案した。

トンネルルートや調整池、周辺の地質調査及び集水域の地すべり地や土石流堆積物調査を 1/5000 地形図を用いて行う必要につき提案した。

JICA チームは目下地下発電所地点の調査のために掘削されている横坑の進行がかなり遅れているのに大きな関心を示した。調査団は、工事の進行を早める方策として早く良好なドロマイト層に到達するよう横坑の方向を 30° 程度北に振ること及び、トンネルの断面を 2.0m x 1.7m の台形にすることを提案した。

(4) 補足 EIA 調査

NEA (Nepal Electricity Authority) は本事業に係る EIA 最終報告書(案)に係る説明を調査団に対して行うとともに、調査団は同 EIA 最終報告書(案)を入手した。報告書(案)はネパール国内の EIA に係る規則に適合しているが、国際援助機関の環境ガイドラインの視点からは、以下のような補足調査が必要であるといえる。

- 1) 下流域の生態系を追加調査する
- 2) 環境影響低減対策及びモニタリング計画をさらに具体化する
- 3) モニタリングの評価基準を明確化する

(5) 調査実施の概略想定

調査団は今後の調査の概略工程を説明し、ネパール側はこれに同意した。'Upgrading Feasibility Study' の結果を踏まえ、日本政府が JBIC を通じての融資に同意した場合は、JICA による連携 D/D が実施される。

1.8 今後の課題と対応

(1) 事前調査の実施について

上述の通り、ネパール側の強い要望に応えるため、可及的速やかに事前調査団を派遣し、S/W を締結することとしたい。本格調査の Scope を決定し、S/W を締結するために、事前調査時には以下のような課題を解決する必要がある。

(2) 水力発電計画

電力需要予測については、ネパール側で実施した F/S レポートの中の予測について説明を受けたが、カリガンダキ A の乾季における出力等のとり方について明確な回答を得られなかった。また、ネパール側の KL-3 のもう一つの目的は、ディーゼル発電所の代替ということであったが、これらの発電所の設置年、廃止計画等の資料が時間の関係で入手できなかった。

KL-3 発電計画については、全体的な配置には大きな問題はないが、発電所が地下発電所となり、地質条件が非常に厳しいため場合によっては、配置計画の変更も考慮する必要がある。また、1993 年の大災害の教訓が十分に反映されておらず、特に調整池及びダムにおいては上流域からの堆砂、及びこれらの排砂

方式についての検討が若干不足している。

更に、構造物にしても、形式に関する代替案が考慮されておらず、必ずしも経済的な設計となっていない。

一方、カリガンダキ A については、一年近く工期が遅れているようであり、工事実施に当り若干の問題が生じているようであった。

今後の課題としては(1)電力需要予測：既存情報を収集し、カリガンダキ A 完成後の需要予測について確認する。(2)カリガンダキ A 等先行プロジェクトの設計・実施に係る資料収集：作業量、設計のレベル等を検討の上、S/W に反映させる。

(3) 地質・地質工学分野

本計画において地質分野で問題となる個所の一つに地下発電所地点があったが、NEA で行われている試掘横坑の進行が大幅に遅れており、未だ目指す地層に到達できないままであった。このため今少しの掘削で現れるとされる岩盤確認が今回の調査ではできないままであった。しかしこの試掘横坑では今後数百メートルに及ぶボーリングをはじめ、各種岩盤試験が計画されているため、その岩質如何によっては提案されている全体計画の数量の大幅見直しも必要になる恐れがある。次回事前調査団は横坑の岩盤状況を確認の上、NEA 側と協議して全体の調査工事および各種試験の数量決定が必要である。

また、現地再委託時に必要な会社の規模、能力、経験等についての資料収集と共に予算積算に必要な調査工事および各種試験の適正単価をつかむ必要がある。

(4) 環境分野

環境省 (Ministry of Population & Environment) EIA 局の歴史は浅く、過去に認可したプロジェクトは 13 件に過ぎない。しかし、EIA 報告書の品質は比較的良好で、特に住民移転等の社会環境に係る配慮には我々が見習うべき部分も多い。一方、環境影響を最小限に抑える対策については、建設実績が少ないこともあり十分な効果が期待できない状況にある。従って、本件プロジェクトの環境分野に係る Scope を決めるに当たっては、EIA が承認済みで現在建設中のプロジェクトを仔細に視察し、EIA 報告書に記載された内容に対し、その実態を認識しておくことが重要である。

また、JICA の F/S に並行して、送電線建設のための EIA が NEA によって実施される予定であるが、本来、この EIA は水力発電事業の一環として本件プロジェクトに含まれるべきものであるため、JICA 本格調査団は、C/P が実施するこの EIA を指導することによって実現性の高い EIA 調査を実施させることが可能である。従って、この点に関する Scope についても具体的な協議が必要である。

1.9 団長所感

予備調査団は、3月13日から3月21日までの9日間にわたったネパール国の大蔵省(MOF)、水資源省(MWR)、電力庁(NEA)、環境省(MOPE)関係者との濃密な協議を通じて、要請のあったクリカニ第3水力発電所の開発計画調査について背景、経緯、緊急性について確認するとともに、特に需給予測との関連で本要請計画が適切なものであるかについて検討した。

本計画は、既設のクリカニ第一、第二発電所下流に直結するカスケード開発の仕上げにあたる。第三発電所の運転は既設の第一、第二に100%依存する計画であるから、既設発電所の視察もあわせて現地調査を行なった。

ネパール側の実施した F/S 調査は2000年7月に終了しており、その環境影響調査報告書(EIA)が来る5月に終了する見込みである。わが国の資金援助による D/D と引き続き建設の早期実現を希望しているが、本計画において要となる日調整池における土石崩壊に対する安全性や、地質的に複雑な箇所における地下式発電所の大規模地下空洞の設計など、ネパールにおいて特有の地質/地盤工学的問題に根ざした課題を依然としてかかえたままであることが判明したので、JICA の F/S によって本計画の妥当性の再検討が必要と判断した。また、調査団として NEA に対して提示した F/S 調査項目については、先方の全面的な了解を得たのでそのむねを M/M に明記した。

以下に、本調査における成果と今後の課題について述べる。

(1) 要請内容について

ネパールはヒマラヤ山脈を北辺にもつ急峻な地形とともにモンスーンがもたらす多雨によって膨大な包蔵水力を有する。東西800キロをカバーする基幹送電線網が完成して久しく、今後の国の電化はそれぞれの地方の水力資源を個別

に開発することによって順次進めることが可能であり、これが最も経済的な方法ではある。しかし、これからの一層の電力消費増を満たしていく上で、流れ込み式発電だけでは不十分である。流れ込み式発電は乾季の流量が雨季に比べて極端に減少し、雨季の最大出力に比べて乾季の出力は大きく低下する。そのためクリカニ第一発電所のような貯水池方式の役割は今後ますます大きくなり、乾季の夕方のピーク供給に雨季の余分な水をまわして発電することが可能となる。

本計画は、既設のクリカニ第一、第二水力発電所に直結した第三発電所の建設によって夕方の最も電力消費の大きい 4 時間についてピーク電力供給をねらったものである。圧倒的に流れ込み式発電所の多いネパールにおいては、今後はある割合での調整池方式の水力開発を優先していく必要にせまられており、その点で本計画は妥当といえる。

(2) ピーク供給力不足の現状について

1999/00 年度においては夏場のモンスーンが雨をたっぷりもたらしたために火力発電所は乾季のピーク時間帯の供給以外はほとんど運転の必要がなかった年である。流れ込み式のマルシャンディ水力発電所では、年間設備利用率が 0.70 を超えることとなり、また、貯水池式発電所のクリカニ第一発電所においても、平水年の設備利用率 0.30 程度に比較して極端に大きい 0.48 に跳ね上がった年となった。

ネパールの発電設備状況 (MW)

主要な水力発電所出力合計	319.350
小水力発電所出力合計	13.368
ディーゼル発電所出力合計	56.756
発電設備全合計	389.574

(1999 年 NEA 年報より)

しかし、このような豊水年はむしろ例外的でさえあり、通常の年は乾季に起こる電熱需要等による年間最大電力に対しての電力供給不足が絶えず懸念されることが続いている。すなわち、乾季の流れ込み式発電所の出力は雨季の 1/2 程度に低下するため、現在建設中の各水力発電所 (カリガンダキ A 等、合計出力 289MW) が予定通り 2004/05 年度に投入されるとしても、将来にわたって

乾季の夕方のピーク需要を水力発電だけでまかなうことが出来ないことに留意する必要がある。

(3) 需給予測と 42MW 出力の背景について

過去 10 年間の NEA の発生電力量と最大電力は、それぞれ年率 7.63%、8.25% で伸張してきた。今後も年率 8 % 程度の伸びが十分に見込まれる。消費電力を、一般家庭需要家、工業、その他の分類別に見ると、比率ではそれぞれ 40%、43%、27%(1999/00 実績)となっており、過去 10 年間でこの関係に全く変動がない。現在のネパール全国大の電化率は未だ 15%にとどまっており、今後 10 数年間は電力消費パターンに大きな変化は起こりそうもなく、今後の発電の伸びに当座の鈍化はないものと推察される。

なお、クリカニ第 3 発電所の開発計画に関して JICA や NEA による様々な代替案検討がこれまでに実施されている。JICA による 1988 年の開発調査後、わが国の設計コンサルタントが自前で最大出力 38MW の 4 時間ピーク運転方式の提案を NEA に対して 1993 年に行なっている。同 1993 年に、クリカニ流域において未曾有の土石流災害が発生し、鉄管路流出や貯水池内の堆砂による問題が生起し、一時発電は停止することとなった。

NEA ではこの災害の教訓を得て、翌年に 38MW 出力オプションに対する見直し検討を行い、日調整池が土石崩壊災害に対して安全保持が難しいなどの理由から 1996 年に出力 14MW の流れ込み式発電所計画の F/S を実施した。発電所は、基盤の支持力不足等を考慮し半地下式を予定した。この NEA 案は災害による影響回避を優先として、単純な構造設備形式を採用したため経済性に優れたものとはなかったが、流れ込み式発電であるためネパールとして最も必要とされる乾季のピーク供給にはならないことが嫌われて、着工には至らなかった。

その後 1997 年度になって、JBIC によるクリカニ流域の堆砂保全対策と貯水池の取水方式の変更工事が大掛かりに実施されることとなり、NEA としては既往の 38MW 案に光を見出すこととなり、ピーク対応案としての 42MW 案を検討した。これは 38MW オプションと基本的レイアウトは変更ないものの、地下発電所の空洞位置をさらに深くし、かつ放水路を MBT 帯の下を通すアラインメントにより新たに 20 メートル程度の落差を上乗せして出力増を図ったためである。

(4) 本格調査の内容について

42MW 案では、落差を出来るだけ大きくとることによって水のエネルギーを最大限に活用したい意思が伺える。つまり、川の水は有効利用せずに下流のインド国へ一滴も流さないというつもりだ。しかしながら、ネパールにおいては特別な地形/地質条件があり、そのために水資源の効率性追求には施設安全確保のための大規模な対策の実施が必要となる。38MW 案よりさらに深くされた地下発電所の空洞位置確保や現在も活動中の MBT 断層帯を貫通する放水路のアーラインメント等、42MW 案はきわめて大きな課題をかかえているといわざるを得ない。しかし、NEA が自前で掘削中の地下発電所への試掘横坑において地質/地盤工学担当の専門家の指摘の通り、NEA には本計画の D/D を実施する技術的裏づけに欠けるようである。

調整地における山地崩壊によって有効容量が簡単に損なわれることになれば、クリカニ第一発電所における 1993 年の災害の再来となろう。クリカニ第一貯水池は、運開時の有効容量が 73.3 百万トンあったが、1993 年の土石流災害により 8.1 百万トンの減少があった。不慮の災害とはいえ、設計の段階から堆砂を考慮した死水容量の設定に慎重な配慮が欠けていた傾向が見られる。貯水池内の堆砂は、年あたりに換算して 1 万トン/km²/年となっており、今後の調整池の設計における死水域の容量設定検討において参考としてもらいたいものだ。

クリカニ第一水力貯水池容量 (単位：百万トン)

	運開時 (1982 年)	1993 年災害後 (1998 年計測)	減少分
総容量	85.3	62.6	22.7
有効容量	73.3	55.2	18.1
死水容量	12.0	7.4	4.6

42MW 計画の日調整地は有効容量がわずかに 6 百万トン程度であり、不慮の土石流の流れ込みの防止対策のみならず、いったん発生した場合の回復機能としての排砂機能を備えるなど全体として 2 重の備えが必要とされる。ここにおいては、水資源の効率追求にともなう設備の安全性に対するリスクと同時に投資資金の増大が懸念されるので、本格調査における慎重な検討が望まれる。

(5) 環境影響評価について

環境保護法と環境影響評価手法がネパールで導入されたのが 1990 年代の半ばのことであり、モニタリングにおける水質や騒音などの許容値の整備やミティゲーションの実施面では掛け声だけにとどまっている点も見受けられる。過去においては、環境影響評価がらみで工事進捗が滞った開発計画の事例はないとの説明を受けており、ミティゲーションについても、あくまで建設段階に履行されれば良しとの立場をとっていることが、他の低開発国における環境問題とは根本的に異なることに留意する。

現地調査で訪れたクリカニ第一、第二発電所地域の村落において、ちょうど JBIC 支援による災害対策事業として砂防ダム工事やアクセス道路建設が行なわれているところであった。地元住民はそれらの工事に積極的に雇用されている。また、河床の自由な骨材採取権利であるとか、貯水池内の養魚事業の便宜など、地域住民は NEA の発電事業と密接に生活しており、「地元民には NEA から様々な恩恵が与えられている」との NEA の説明に全く違和感がなかった。戦後の成長期の日本でみられた「おらが村の電力会社」という一体意識がしっかり浸透しているようだ。

団内環境専門家の指摘の通り、EIA においては生物や昆虫の生息調査と影響調査が欠けているが、社会的影響調査などについてはほぼ満足できる内容となっている。

(6) フェーズ分けについて

ネパール側の要請は、NEA が F/S をすでに終了し、一部 D/D レベルの調査工事に着手していることを理由に、わが国の D/D に直接つなげたいという趣旨であった。出発前の対処方針会議においても、先方に対してフェーズ分けの理解を求めることが最重要課題と位置付けられている。すなわち、NEA の実施した F/S など過去の代替案検討結果をできるだけ活用すれば、フェーズ 1 の F/S においては主に環境影響評価の補足検討に限定できるので 1 年前後の期間で十分であろう。さらに、フェーズ 2 の連携 D/D は国際入札図書作成などの作業に限定できるから半年程度で十分との見込みであった。

NEA 社長に面会したときにも同様な要望が繰り返された。しかし、その後の現地調査において、NEA の実施した F/S ならびに進行中の現地調査工事には多

くの課題を残しているままであり、計画の技術的背景には極めて乏しい状況が明らかとなってきた。NEA 側は、日本の技術に頼ればどんなに難しい課題も簡単に解決を図れると安易に考えている傾向にある。日本の技術を適用すればある程度合理的な対策を行なうことも可能と考えるが、最大出力 42MW を絶対に確保するため大規模な資金投入をして万全な対策とすべきか、あるいは、出力をある程度犠牲にして発電施設の安全性を増すことが良いのか、きわめて広範な観点からの比較検討が必要となってくるだろう。NEA の実施した代替案検討の多くはこの視点をないがしろにしているといつてよい。F/S 調査においては、発電出力の最適規模決定において対策工法、施工法との関係が重要なポイントとなる。

JICA の F/S は、先方の強い希望があって NEA の F/S の改良(Upgrading)と称することに同意したが、実際のところ、その内容のほとんどは最初からやり直すことになるかと理解している。また、フェーズ 2 の D/D の効率的実施のためには相当の調査工事の実施が必要となる。

(7) 今後の予定について

S/W ミッションにおいて検討すべき課題については、各団員の個別の記述にあるとおり、次ステップの D/D を見据えた F/S のスコーピングのためのカリガンダキ地点現地調査など、建設中の水力発電計画地点を調査して EIA の実施面ならびに施工図書などのレベルについて確認するために NEA、コンサルタント、コントラクターとの面談を用意する必要がある。

1 . 1 0 主要面談者

(1) Nepal Electricity Authority(NEA)

Mr.Bishnu Bam Malla, Managing Director

Mr.G.N.Mishra, Project Manager of KL-III

Mr.P.M.S.Pradhan, Chief, System Planning Administrations

Mr.D.B.Thapa, Chief, Development

Mr.B.R.Regmi, Chief, Civil Design

Mr.U.D.Bhatta, Chief, Environment Division

Mr. R.Chaudhary, Assistant Manager, Environment

Mr.K.N. Kafle, Assistant Director, Eng.Geology

(2) Ministry of Water Resources (MoWR)

Mr.S.P. Shalma, Joint Secretary

(3) Ministry of Population and Environment(MOPE)

Mr. Janak Raj Toshi, Joint Secretary

Mr. Er. Ashok K. Sharraf, Senior Division Engineer

(4) Ministry of Finance (MOF)

Mr. Madhav P. Ghimire, Joint Secretary

Mr. Mahesh K. Karki, Under Secretary

(5) Asian Development Bank (ADB)

Dr.Chong Chi Nai, Head, Project Administration Unit

Mr.Krishna R.Panday, Project Implementation Officer

(6) The World Bank (WB)

Dr.Rajendra Dhoj Joshi, Senior Education Specialist

(7) 在ネパール日本国大使館

豊口 佳之 二等書記官

Mr. Kailash M.Pradhan, Program Manager

(8) JICA ネパール事務所

長谷川 謙 所長

矢部 哲夫 次長

萩原 律子 所員

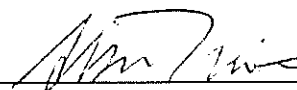
1. 11 署名した M/M

**MINUTES OF MEETING
BETWEEN
NEPAL ELECTRICITY AUTHORITY
AND
THE PRELIMINARY TEAM
OF
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
ON
THE DEVELOPMENT OF KULEKHANI-III
HYDROPOWER PROJECT
IN
THE KINGDOM OF NEPAL**

**21 March 2001
Kathmandu**



**Mr. Bisnu Bam Malla
Managing Director
Nepal Electricity Authority (NEA)**



**Dr. Akira NIWA
Team Leader,
Japan International Cooperation Agency**



Introduction

The Preliminary Team (hereinafter referred as the Team) for the Study on the Development of Kulekhani-III Hydropower Project in the Kingdom of Nepal (hereinafter referred to as “the Study”), headed by Mr.A.Niwa, was dispatched by the Japan International Cooperation Agency(JICA) from 13th of March through 22nd of March, 2001. The Team had a series of discussions with the authorities concerned of the Kingdom of Nepal (hereinafter referred to as “Nepalese side”), especially with Nepal Electricity Authority (NEA) regarding the Study.

Discussions were conducted in a friendly and cordial atmosphere and both sides agreed to record the following points.

A list of those who participated in the discussions is attached herewith (See **Annex 1**).

Urgent needs of Implementation of the Project

The Nepalese side requested to the Team the earliest commencement and efficient coordination of the Study because of the immediate needs to contain peak demand of power supply. Though the Team regards the situation, however, they suggest making a precise study in order to introduce successful implementation of the Project.

Necessity of Upgrading Feasibility Study

1. The Team recommends upgrading an existing Feasibility Study of Kulekhani-III Hydropower Project which had been conducted by NEA. The outline of the study which particularly focuses on geological and environmental issues as well as economic evaluation of the project is shown as Annex 3.
2. Nepal side has agreed the necessity of upgrading the Feasibility Study and to carry out topographic survey and geological investigation prior to the commencement of the Study by themselves.



Handwritten signature or mark.

Outline of Upgrading Feasibility Study

1. Topographic survey

The team suggested preparing detailed geological maps covering all the project area with the scale of 1:5,000 and as for powerhouse area with the scale of 1:1,000 for an efficient conduct of following study works.

2. Geological survey

- 1) Some drillings are required at regulating dam site, powerhouse site and tailrace alignment of Kesadi Khola across MBT (Main Boundary Thrust). Particularly, the team expressed the importance of drilling investigation at MBT.
- 2) Surface geological investigation on tunnel route and catchment area of regulating pond, and investigation of landslide and debris flow on the catchment area.
- 3) The team showed a great concern of the delay on the progress of exploratory adit, which is now under construction as a part of the geological investigation of underground powerhouse cavern. To cope with this situation, JICA team proposed to divert the direction of adit towards north by about 30 degrees and to change the dimension of the adit to a 1.7m x 2.0m rectangular section.

3. Supplemental EIA Study

The Team was provided a draft final EIA report of Kulekhani-III Hydroelectric Project and staff of NEA explained major environmental issues of the project. The report conforms to requirement of EIA Regulation in Nepal. From the viewpoint of environmental guidelines, of international financing agencies, however, supplemental study should be conducted as follows:

- 1) Ecosystem in downstream area should be surveyed additionally;
- 2) Mitigation measures and monitoring plan should be more concretely defined;
- 3) Criteria for monitoring should be also clearly defined.

4. Conceptual Schedule to the Implementation of the Project

The team explained a provisional idea of study plan and its schedule. In this regard, if the Government of Japan (GOJ) agreed to provide a loan for implementation of



B

the project through JBIC based upon results of upgrading feasibility study , a detailed design study would be conducted by JICA. The study work should be done with consultation with JBIC and other related agencies of GOJ. A conceptual schedule to the implementation of the project shown as annex 2 and 3 was agreed by the both sides.

B. Malika



List of Members

Nepalese Side

Nepal Electricity Authority (NEA)

Mr. Bishnu Bam Malla, Managing Director

Mr. P.M.S. Pradhan, Chief, Planning and Administrations

Mr. D.B. Thapa, Chief, Development

Mr. B.R. Regmi, Director, Civil Design

Mr. G.N. Mishra, Project Manager of KL-III

Mr. U.D. Bhatta, Chief, Environment Division

Mr. R. Chaudhary, Assistant Manager, Environment

Mr. K.N. Kafle, Assistant Director, Eng. Geology

Japanese Side

JICA Study Team

Dr. A. Niwa, Senior Advisor (Power Development), JICA

Mr. H. Takata, Deputy Director, Planning Division, Mining & Industrial Development
Study Dept., JICA

Mr. H. Arai, Specialist for Economic Cooperation, Financial Cooperation Division,
Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)

Mr. K. Umetsu, Program Officer, Energy & Mining Development Study Division, JICA

Mr. S. Yamakawa, Consulting Department, INA Corporation.

Mr. M. Kawahara, NEWJEC Inc.

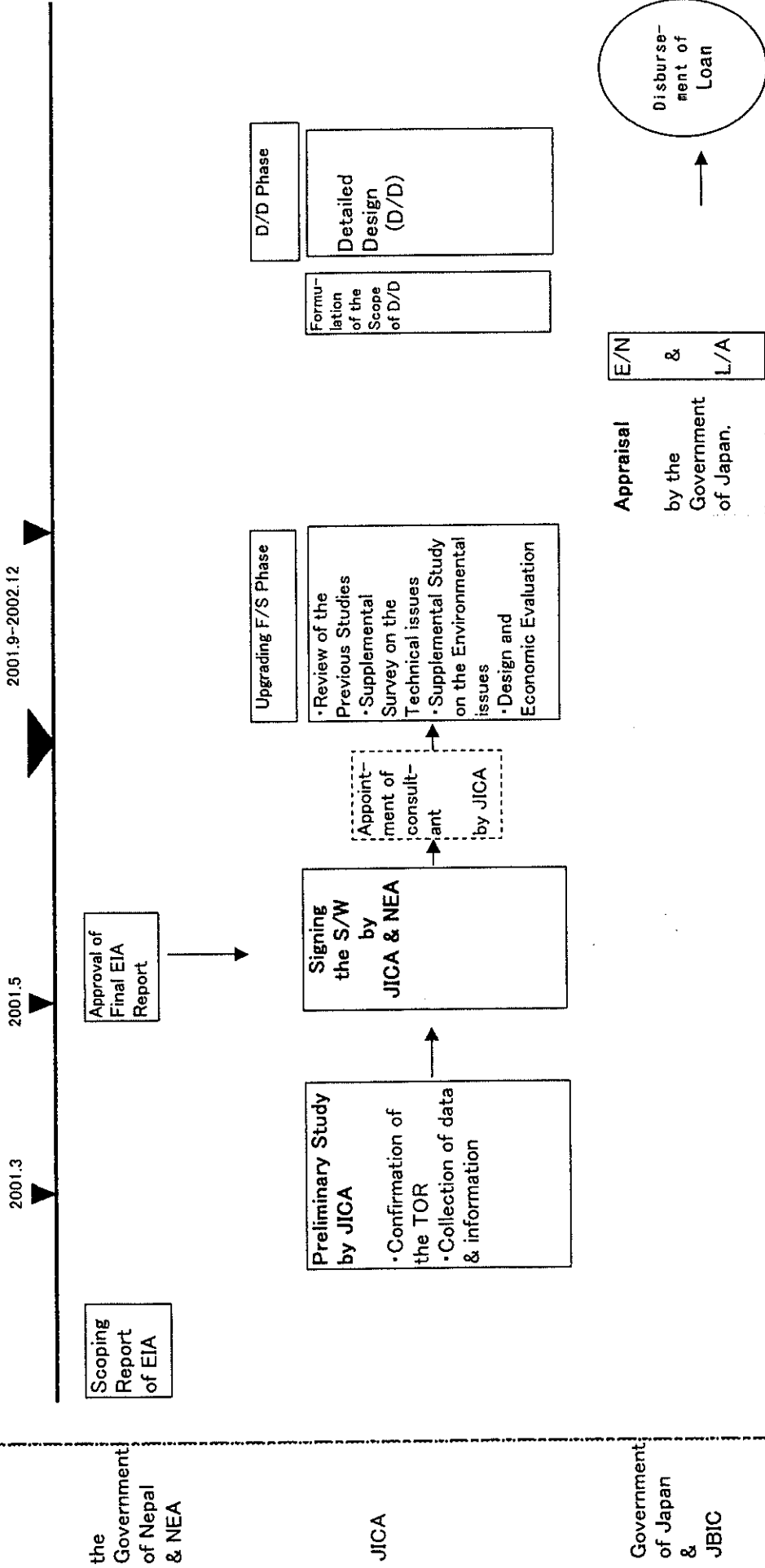
Mr. S. Kawada, Kokusai Kogyo Company Ltd.

Ms. R. Hagiwara, Assistant Resident Representative, JICA Nepal Office

B



Provisional Schedule of Kulekhani-III Hydropower Project



the Government of Nepal & NEA

JICA

Government of Japan & JBIC

* S/W: Scope of Work, * F/S: Feasibility Study * E/N: Exchange of Notes, * L/A: Loan Agreement, * D/D: Detailed Design



Handwritten signature/initials

2 章 事前調査概要

2.1 事前調査の目的

本事前調査は、関連情報の収集、調査対象サイトの踏査および先方関係機関との協議を通じて、本格調査の方針や範囲等をより具体化し、合意に至った場合に S/W を締結することを目的とする。

2.2 団員構成

- | | | |
|-----------|---------|-----------------------|
| (1) 大竹 祐二 | 団長 | JICA 鉱工業開発調査部資源開発調査課長 |
| (2) 丹羽 顯 | 副団長 | 国際協力専門員 |
| (3) 田口 琢也 | 技術協力行政 | 経済産業省通商金融・経済協力課 |
| (4) 梅津 径 | 調査企画 | JICA 鉱工業開発調査部資源開発調査課 |
| (5) 井上 和則 | 水力発電計画 | (株) ニュージェック |
| (6) 川原 恵 | 地質/地盤工学 | (株) ニュージェック |
| (7) 渡辺 幹治 | 環境 | (株) 建設企画コンサルタント |

2.3 調査日程

(1) 調査期間：2001年5月7日(月) 2001年5月19日(土)

但し、団員(1)(2)(3)は5月12日から現地参加(11日本邦出発)

団員(4)は5月10日から現地参加(9日本邦出発)

(2) 調査行程：

月日	曜	活動	宿泊
5/7	月	移動(東京 10:30-Bangkok 15:30 [TG641])	Bangkok
5/8	火	移動(Bangkok 10:30-Kathmandu 14:30[TG319]) 14:30 NEA 打ち合わせ	Kathmandu
5/9	水	クリカニ第3水力発電所踏査(カトマンズ クリカニ)	Kulekhani
5/10	木	クリカニ第3水力発電所踏査(クリカニ カトマンズ) 団員(4) 14:30 JICA 打ち合わせ	Kathmandu
5/11	金	9:30 S/W 説明(NEA) PM カトマンズ 15:40 ポカラ 16:40	Pokhara
5/12	土	カリガンダキ現地踏査 (発電所見学、コンサルタント・NEA 環境担当面談等)	Kali Gandaki

5/13	日	カリガンダキ現地踏査 10:30 カリガンダキ 16:50 ポカラ 17:30 カトマンズ [全団員集合]団内打ち合わせ	Kathmandu
5/14	月	9:30 S/Wに係る協議 14:00 MoWR 表敬 15:00 大使館表敬 16:00 NPC 表敬・協議 17:00 JICA 表敬・打ち合わせ	Kathmandu
5/15	火	9:30 S/Wに係る協議 (NEA) 14:00 WB 協議 15:00 NEA 総裁表敬 16:30 ADB 協議	Kathmandu
5/16	水	9:30 S/W,M/M 協議 (NEA) PM S/W,M/M 最終案作成、現地報告書作成	Kathmandu
5/17	木	10:00 S/W,M/M 署名 (NEA) 15:00 JICA 報告 16:00 大使館報告	Kathmandu
5/18	金	移動 (Kathmandu 13:50 – Bangkok 18:15 [TG320])	機内
5/19	土	移動 (Bangkok 23:10-東京 07:30[TG642])	

2.4 対処方針

(1) フェーズ分け、第2フェーズへの移行

本格調査第1フェーズの終了後、フィージビリティが確認され、日本政府及びJBICのコミットが得られた場合にのみ第2フェーズに移行し、D/Dを実施する。D/Dの内容についても本事前調査期間において一定の検討を行うものの、本S/Wでは第1フェーズのみ具体的な調査内容・期間等を記載する。また、第2フェーズについては、実施が決定した後、D/D調査に先立ってネパール側と改めて協議し、調査のScopeを決定するものとする。ネパール側の理解を得る。

また、第2フェーズのD/Dに移行するためには、第1フェーズでフィージビリティが確認されること、瑕疵担保責任について、口上書ベースで確認がなされること、円借款に関する日本政府の意思決定がなされることが必要だということにつき、調査団から説明を行い、ネパール側の理解を得る。

(2) 電力需給予測等の再確認

前述の通り、予備調査の段階では必ずしも電力需給予測に基づくクリカニ第3水力発電所(KL-3)の必要性につき明確な説明がなされなかったため、改めてネパール側に今後の電力需給予測資料の提出と説明を求める。

(3) 地質調査に係るネパール側作業の進捗状況の確認

クリカニ第 3 水力発電所予定地を現地踏査し、予備調査時の M/M においてネパール側が実施することとして確認された地質調査の進捗状況につき、確認する。

これらの調査の進捗が遅れている場合、本格調査の期間や範囲の見直しが必要となってくる可能性がある。従って、これについては S/W 協議に先立って確認する。

(4) 送電線に係る EIA の実施予定の確認

NEA が既に完成させ国内審査を受けている本計画に係る EIA には、送電線に係るものが含まれていない。これについては、NEA が自前で実施することで予備調査の協議時に合意を得ており、本年 7 月からの新年度で予算措置を行う旨発言がなされていたが、現在の進捗状況、計画状況につき確認する。

(5) 本格調査における追加的 EIA 事項の確認

本格調査期間内に行われる追加的環境調査については、現時点で自然環境に係る調査、環境影響低減策・モニタリング計画が検討されているが、これにつき事前に JBIC からのコメントを踏まえ、JBIC のガイドラインにかなうように必要に応じて EIA 項目を追加する。

(6) 本格調査に係る安全対策の検討

本調査の対象地域については、JICA ネパール事務所より、特にマオイスト等の危険が殆どないとの情報を得ており、予備調査でも現地踏査を実施している。直近のマオイスト等の動向につき変化があるかどうかを在ネパール日本国大使館や JICA 事務所から確認し、本格調査を実施する際の安全対策について検討する。

(7) 現地踏査に伴う安全確認

本事前調査では KL-3 予定サイト及びカリガンダキ-A 発電所への踏査を予定している。このうち KL-3 については、前回予備調査時にも踏査を実施しており、治安上の問題がないことを現地で確認している。また、カリガンダキ-A についても、予備調査時点で特に治安上の問題がないとの情報を口頭にて確認している。

しかし、実際の現地踏査に際しては、INMARSAT を常時携帯し、現地大使館、事務所、先方政府等関係機関と対象地域の治安状況につき十分相談しながら実施することとする。

(8) その他

ネパール側との協議によっては、より効果的な調査を行うために、項目や内容を変更する可能性がある。本質的な変更若しくは調査経費に多大な影響を及ぼすような変更がある場合には、本邦に請訓して対処することとするが、それ以外の軽微な変更については調査団の判断で対処しうることとする。

2 . 5 事前調査結果と今後の課題

5月17日(木) 本事前調査団とNEA との間でS/W 及びM/M が取り交わされた。本事前調査の主な結果と本格調査に向けての留意事項は以下の通り。

(1) 本格調査のスケジュールについて

本格調査のスケジュールは、2001年11月着工として、提出レポートの正式承認を含め2002年末に終了するまでの16ヶ月工期とした。ネパール側が希望するクリカニ第3発電所の2005/06年運開については、その実現の可能性は薄い。本格調査の終了後、連携D/Dによる詳細設計と建設工事期間を勘案すると、運開は2008/09年以降にずれ込んでしまう可能性があるが、ネパール側は運開の時期が少しでも早まれば発電の便益が大きいとの理由から本格調査期間の短縮について最後まで強く主張した結果、工期16ヶ月で合意した。

(2) ネパールの電力事情について

ネパールでは、電力の需要と供給の季節アンバランスがネックとなっている。雨季には、モンスーンによってもたらされた豊富な降雨と河川流量によって、全需要を水力発電のみでまかなうことも容易である。従って、ピーク供給用ディーゼル発電機は休止される。逆に乾季においては、特に雨量の極端に少ない渇水年では典型的に、火力を動員したとしても十分な供給量を確保することができない。すなわち、乾季のピーク需要(kW)供給に支障を生じていること。さらに、エネルギー需要(kWh)の最近数年の急激な伸張に応じ切れないな

ど二重の問題を抱えている。このためもあり、年間平均して 80MW～100MW 規模のピークカットを余儀なくされている。

将来的に、エネルギー需要 (kWh) の規模がある程度成長して、ベース供給力としての火力発電の建設を推進すべき時期が到来するだろう。しかし、ネパールの需要規模は国内需要だけではきわめて小規模で、現状は 480MW 規模である。2005 年度の予想でも 560MW 程度にとどまることから、ここ当分は水主火従の現体制が持続されることとなるだろう。しかしながら、ピーク対応のスタンバイとして火力発電を運用する現状の供給形態はきわめて不経済なことであり、いずれ貯水池式水力発電所の増設が強く望まれる。

アッパーカルナリ、アルン 3 水力計画などの貯水池式大型水力発電所建設計画は 15 年以上前から議論されてきたものだが、最近になって、その復活を望む声が NEA 内部で強くなってきている。しかし、貯水池の築造にともなう住民移転をはじめとする環境問題等についての社会受容性の確保は困難であり、また、環境対策費が膨大化するなどの問題がある。また、発生電力の消費先を確保することは、インドへの売電交渉が政治問題がらみで長年停滞していること等により、貯水池式大型発電所の新設は依然として大きな障害があることに留意する必要がある。

(3) カリガンダキ A 水力発電所について

カリガンダキ A 水力発電所は 2002 年初頭の運開を予定している。流れ込み式発電所でありながら、流量の日調整機能を付加することで、ピーク供給発電所の役割を持たせている。つまり、河川流量の極端に減少する乾季においても流量の日調整により運転時間を 6 時間以下に制限すれば定格 144MW 出力を通年維持できるとしている。カリガンダキ-A 水力発電所の完成により、当面はピーク需要を賄うことができると想定されている。

なお、カリガンダキ A 水力発電所は、乾季の最低流量にあわせた発電設備の規模設計を行なうので、降雨時の豊富な河川流量のほとんどは発電に利用されることなくそのまま下流へ、無効放流されてしまうという欠点も有している。

(4) クリカニ第 3 発電所の必要性について

新規の大型水力発電計画や火力発電増設に比べて、クリカニ第 3 水力発電計画は既設の第 1、第 2 の下流に位置して建設され、両発電所からの放流水を再度

取り入れて発電することから、地上環境への影響は極小と見られる。また、第 1 発電所による流量の季節調整の効果を活用出来るので、乾季におけるピーク対応としては経済的な発電方式といえる。さらに、クリカニ第 3 発電計画はクリカニ水系におけるダム一貫開発の仕上げにあたるものであり水の効率的運用の点で望ましい。第 1 と第 2 発電所とあわせて、わが国援助のシンボリック的存在である貯水池式ダムの便益を一層高めることに貢献するものである。

(5) 最適化検討の必要性について

要請書の説明資料として、NEA が実施した 2007 年までの電源開発計画立案がある。5 年前の 1997 年に実施したものであり、需要予測にもとづきクリカニ第 3 発電所の適切な投入時期について代替電源との経済性比較によって検討した。運開可能な時期は早くて 2008/09 年頃となる見込みであるから、その点を考慮し、2007 年よりさらに先までにらんだ電源開発計画の再検討が必要な時期になっている。そのなかで、クリカニ第 3 発電所の最適な投入時期とその規模の詳細に検討するべきである。その際、NEA の保有する需給解析ソフトを活用しながら、カウンターパートへの技術移転を計画することが望ましい。

また、本格調査ではその冒頭において、クリカニ第 3 発電所のピーク供給発電所としての概略設計を実施することとなる。NEA による既往検討結果のレビューにもとづき、調整池の斜面崩壊に対する安定性、地下発電所の立地可能性、放水路施工などがフィージビリティ設計において主要な問題となるが、NEA 側ではこれらの問題について実質的な検討を行なっていないことに留意する。すなわち、最終的な発電所等の位置、落差、出力の決定は、現地調査結果を踏まえた今後の検討に依存するので、すでに NEA が提案している出力 42MW に限定する必要はないと思われる。

(6) 地下発電所の立地確認検討について

先方協議における最も中心的な問題は、NEA が実施している試掘横坑掘削作業の大幅な後れと、それによる本格調査への悪影響をいかにして避けるかの対策であった。問題の所在は、地下式発電所の立地の可能性について、NEA が未だに確定できていないことである。数多くの F/S を実施したとはいえ、肝心な問題に係る確認が取り残されてきた。

発電所空洞が位置するドロマイト層(苦灰岩)について NEA は岩盤物性とそ

の分布形状について全く把握できていない。ドロマイト層に隣接して、強剥離性の千枚岩体が分布しているために地下空洞の一部がこの千枚岩層にかかるようでは空洞の安定性の上で問題が生じる。また、発電所中心位置の変更は発電所出力の低下に関わり、好ましいことではない。今後、本格調査の開始までの4ヶ月間にNEAが終了を約束した試掘横坑掘削については、よくよく進捗の確認をするとともに成果の質について慎重に対処する必要がある。結果によっては、本格調査における現地調査工事につき急遽方針変更する事態も考えられる。

また、NEA側の試掘横坑掘削ならびに地質調査については、NEAからJICA側にNEA側の作業に対するアドバイスと進捗管理を直接行う地質専門家の派遣に対する要望が表明された。NEA側におけるトンネル掘削技術、地質解析技術には多くの懸念材料があることが判明しており、進捗の妨げとなりそうな事項について早め早めに手を打っておくことが望まれる。従って地質専門家の現地への派遣は有意義と考えられ、出来るだけ早期の派遣につき検討する。

(7) カウンターパート配置計画について

本格調査に数多くのカウンターパートを配置したいとの希望がNEAから出された。S/W添付資料の作業分担表に、現地調査工事、追加的環境調査、設計・経済評価など合計8の検討項目にカウンターパートの配置が予定されている。なお、カウンターパートの配置分野ならびに人数についての最終決定は着工時の実施計画書(インセプションレポート)提出時に先方との再度の協議を踏まえて決定することとなるが、以下に留意事項について述べる。

カウンターパートは、地質分野、環境分野、設計分野の経験者をそれぞれ一人もしくは二人ずつ配置するのが望ましい。地質分野は地表踏査と地質解析中心とし、環境分野はミティゲーション(対策)計画と管理(モニタリング)について、また、設計分野は各種構造物の比較設計と施工計画について重点的に技術移転を図るべく努力することが有効だと考えられる。

2.6 団長所感

(1) 総括

本事前調査は、2001年3月に実施された予備調査の結果に基づき、早期の本格調査の開始のための準備作業を含め、S/W及びM/Mの協議・署名を目的とし

て実施されたものである。本調査においては、予備調査により明らかになった主要課題（ピーク需要対応としてのクリカ二第3水力発電所の必要性の確認、十分な地質調査の実施・分析の必要性とそれに伴う本格調査期間の確保、ネパール側 E I A の内容評価とそれに伴う追加的調査項目の検討）を中心に、カリガンダキ A 水力発電所建設現場を含む現地踏査及び NEA 側との協議を行った結果、概ね所期の目的を達成したと考える。

（2）援助としての本件調査の意義

本格調査の対象であるクリカ二第3水力発電所開発計画は、日本の技術協力及び資金協力によって結実したクリカ二第1・第2水力発電所下流でのカスケード開発の一環として位置づけられるプロジェクトであり、JBIC の資金により最近実現したクリカ二地域の堆砂保全対策等と合わせて、ネパールの社会経済発展に大きな貢献を果たしている総合的な開発援助の好例とも言え、ネパール国内の評価も高い。NEA 総裁（Mr.B.B.Malla）の言に代表されるように、JICA の F/S 及び D/D の実施による技術協力、それに続く JBIC による円借款の供与によるクリカ二第3発電所建設の実施に関し、ネパール側の強い期待が表明されたゆえんでもある。

本件は、JICA と JBIC を含む関係者の緊密な協議・調整の下で、エネルギー分野では二例目の連携 D/D 案件として実施されることが期待されており、プロジェクトの実現に向けて、関係者のさらなる連携が必要となる。

更に、クリカ二第3水力発電所開発計画を含めて、クリカ二流域での総合的な開発事業がネパールの社会経済発展に果たした役割と貢献度を評価することは重要であり、セクターアプローチのあり方を検討する際の好事例となる可能性があることから、電力セクターの開発調査事業のモデルケースとして本格調査の実施と併せて分析することも一考であろう。

（3）本格調査のフェーズ分け

3月に実施した予備調査において、本格調査を第1フェーズ（F/S段階）及び第2フェーズ（D/D段階）に分け実施することが基本的に合意されていることから、今回の調査においては特段議論の焦点とはならなかった。

また、第1フェーズから第2フェーズへの移行に際しては、少なくとも3つの条件（第1フェーズにおいて、技術的・経済的・財務的フィージビリティ

が確認されること、 瑕疵担保責任の免除が口上書ベースで確認されること、
円借款供与の日本政府の意志決定がなされること)が必要となることを、NPC、
水資源省及び NEA 総裁との面談の際に説明し、了解を得ていることから、第 2
フェーズの調査内容の協議・確認はその時点で十分行う必要はあるものの、移
行に際しての事務手続き上の支障はないと考える。

第 1 フェーズにおいては、NEA の主張にも配慮し、NEA の F/S レポート
の"Upgrading"を行うこととしているが、中長期的な需要想定・電源開発計画に
基づくプロジェクトの必要性・妥当性の検証、代替案の十分な検討、最適開発
計画案の多面的検討など、"Upgrading"としてではなく、新たにデータ取得・解
析から取り組む必要のある項目が多い。

さらに、本件は連携 D/D として第 2 フェーズを実施する予定であることを併
せて考えれば、第 1 フェーズにおいて、D/D レベルでの効率化を十分考慮した
調査工事の実施及び主要調査項目分析結果の精度確保が求められる。

(4) 本格調査期間 (第 1 フェーズ)

予備調査時の M/M においては、第 1 フェーズの調査期間を 16 ヶ月と想定し
ていたが、その後の検討により、当方の S/W 案では 19 ヶ月を技術的に望まし
い調査期間として変更の上、NEA に提示したところ、NEA 側はプロジェクト
の早期の実現の観点から、16 ヶ月とすることを強く要望したため、結果的には
プロジェクトの経済・財務分析等の期間を工夫し、予備調査時に合意した調査
期間を確保した経緯がある。

このため、本格調査の実施にあたっては、前項 (3) で述べたように、調査
の精度の確保を行う一方、調査工事や作業工程を工夫し、調査期間を短縮する
よう努力する必要もあろう。また、現在 NEA 側が実施している横坑試掘 (Test
Adit) の作業の進捗状況及び分析結果によっては大幅な調査期間の見直しが必要
となる場合も想定される。いずれにしろ、NEA との十分な調整が求められる。

(5) 技術移転

NEA 側が実施している地質調査工事や各種資料等の質から判断すれば、様々
な分野での技術力の向上と人材育成は NEA にとっての課題の一つといえる。

NEA 側からは、本邦研修による技術移転の要請があったが、充当できる枠が
極めて限られていることから、本格調査の作業を可能な限りネパール国内で実

施し、カウンターパートとの共同作業を通じて技術移転を図ることが必要である。

このため NEA は、異例ではあるものの、本社内に調査団のための執務スペースを用意する予定である。

また、実際の技術移転にあたっては、カウンターパートの能力の的確な評価、能力向上の目標設定及び技術移転手法の検討等、より効率的・効果的な技術移転を行う工夫が望まれる。

また、本格調査に先立ち NEA 側が実施している横坑試掘作業への助言及び技術指導のために地質担当団員を先行して派遣して欲しいとの NEA 側の強い要望があったが、本格調査の効率的実施の観点から NEA 側の地質作業への支援は重要であると判断されることから、柔軟な対応を検討したい。

(6) 安全管理

本格調査対象地域であるクリカニ流域は、現時点では治安上の懸念は少ないとの情報を、在ネパール日本国大使館、JICA ネパール事務所及びネパール政府関係者から得ている。本格調査実施にあたっては、マオイストの動向等の直近の治安情報を入手・分析する必要はあるが、むしろ日常的に想定される事故・病気等に即応できるよう、緊急連絡体制整備を含めた安全管理の徹底が重要である。

(7) 電力セクター構造改革

ネパールにおいても、電力セクターの行政的、財政的健全化及び効率化を目指した構造改革は不可避であり、世銀を中心としてその具体化が進められている。電力事業の中核を担う NEA の組織・機能についても主要な改革対象の一つとして取り上げられている。

また、ADB は、地方電化プロジェクトへの資金供与にあたって、電気料金改定と料金徴収システムの改善による NEA の財務の改善を含めた経営改善を強く求めており、ネパール政府の対応によっては、今後 ADB 等からの資金援助が得られない状況となることも想定される。電気料金体系や IPP の導入促進を含めた電力セクターの動向は、本件調査にも直接関係してくることから、関連情報の分析と関係者との協議等により、その方向性を的確に把握し、プロジェクトの分析・評価に反映させる必要がある。

2.7 現地踏査結果概要

クリカニ第3水力発電所計画地点(5月9日・10日)

- 調査項目：
- ・ネパール側が実施中している試掘横坑工事の進捗状況の確認
 - ・クリカニ第3水力発電所建設予定地の地形・地質状況の確認
 - ・既存クリカニ発電施設の現状把握
 - ・建設予定地周辺の環境状況の確認
 - ・関係者からの情報収集

主な踏査場所：取水施設建設予定地、試掘横坑工事現場（発電所建設予定地）
ダム建設予定地、水没予定地、クリカニ第二発電所、クリカニダム、
ヘタウダ市街地

同行 CP： Mr. G. N. Mishra, Kulikhani III Hydroelectric Project, Project Chief
面談者： Mr. I. P. Tiwary (Deputy Manager, Kulekhani Second HPG 1, NEA)

(1) 調整池の踏査

この発電計画のポイントの一つである調整池の計画地点は、小さい川ながらかなり荒れた川にある。また、調整池終端の右岸には、幅60～70m、高さ50mにおよぶ大きな地滑り堆積物の存在が確認された。また、河床中央部には上流部からの砂礫が大量に流出してきている。堆砂を緩和する案として底部に排砂ゲートを設ける案が考えられているが、現地調査の結果その効果は疑問視され、斜面安定化とともにチェックダムおよび砂防ダムの計画が必要になると思われる。

(2) 地形図の整備状況

予備調査(2001年3月)時に要求した取水口から放水口までカバーする1/5,000の地形図が完成していることを確認した。また、各主要構造物をカバーする1/500地形図も作成済とのことである。これで地質調査と設計に必要な地形図はほぼ揃ったことになる。

(3) 調査横坑の進捗

前回の訪問時は、横坑の深度は計画の420mに対して243m地点で、地下発電所が予定されるドロマイト層到達は遅々として進まぬ状況であった。そこで進

行を早めるために、横坑方向をやや北に振ることと掘削断面を 3m x 3m から 2m x 1.7m に縮小することを提案したが、提案通り掘削は行われていた。

5月10日現在の深度は269mで、まだドロマイト層には到達していないが、岩質は良くなり、掘削はようやく軌道に乗ってきたところである。ただ、横坑掘削は約束の期日（8月末）までの完了はほとんど不可能と判断された。

カリガンダキ A 建設現場での調査（5月12日・13日）

同行 C / P : Mr.S.S.Shrestha, Deputy Director of KL-III

主な面談者 : Mr.Bahadur Shah, Asst.Administrative Officer, Kali Gandaki A Project

Dr.Mohan Deo Joshi , Manager Kali Gandaki Environmental Management Unit

Mr. Jim McLean (Morrison Knudsen International, INC)

（ 1 ） 工事遅延の原因

約 1 年の工事遅延の原因は何かの質問に対して、米国コンサルタントは以下の予期できなかった地質的原因をあげた。

サージ タク地点の地質の悪さ

トンネル部の地質の悪さ

Desander Basin 山側斜面（左岸側高さ 200m）の地質の悪さ

特に問題であったのは Desander Basin 山側斜面の掘削と法面安定化であったようにこれは地質調査不足というより、むしろ複雑な地質帯での流れ盤斜面における掘削の難しさに対する経験不足からくる楽観が災いしたと見られる。

（ 2 ） 堆砂対策

HWL と LWL を貯水池の高い位置に設定し、一見不経済であるが、堆砂の影響を小さくしようとしている。また、河床より約 15m ある取水堤、2 段構えの沈砂池により河川水に含まれる砂利、砂、粘土、シルトを取り除く工夫をしている。いずれもカリガンダキ川の流砂量が大きいことを見越しての対策である。クリカニ第 3 調整池にも地点の性状に合った堆砂対策が必要である。

2 . 8 主要面談者

(1) Nepal Electricity Authority(NEA)

Mr.Bishnu Bam Malla, Managing Director

Mr.G.N.Mishra, Project Manager of KL-III

Mr.P.M.S.Pradhan, Chief, System Planning Administrations

Mr.D.B.Thapa, Chief, Development

Mr.B.R.Regmi, Chief, Civil Design

Mr.U.D.Bhatta, Chief, Environment Devision

Mr.R.Chaudhary, Assistant Manager, Environment

Mr.M.P.Pradhan, Manager, LDC

Mr.S.S.Shrestha, Deputy Director of KL-III

Mr.K.N. Kafle, Assistant Director, Eng.Geology

Mr.Shyam Sundar Shrestha, Deputy Director, Kulekhani III Project

Mr.Bahadur Shah, Asst.Administrative Officer, Kali Gandaki A Project

Dr.Mohan Deo Joshi , Manager Kali Gandaki Environmental Management Unit

(2) Ministry of Water Resources (MoWR)

Mr.S.P. Shalma, Joint Secretary

(3) National Planning Commission(NPC)

Ms.Sharada Basracharya, Under Secretary

(4) Asian Development Bank (ADB)

Dr.Chong Chi Nai, Head, Project Administration Unit

Mr.Krishna R.Panday, Project Implementation Officer

(5) The World Bank (WB)

Dr.Rajendra Dhoj Joshi, Senior Education Specialist

(6) Morrison Knudsen International, INC.

Mr. Jim McLean

Salil Devkota , KGEMU

Rajendra Prasad Thanju ,KGEMU

(7) 在ネパール日本国大使館

豊口 佳之 二等書記官

Mr. Kailash M.Pradhan, Program Manager

(8) JICA ネパール事務所

矢部 哲夫 次長

萩原 律子 所員

2. 9 署名した S/W・M/M

**SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY
ON
THE DEVELOPMENT OF KULEKHANI-III
HYDROPOWER PROJECT IN THE KINGDOM OF NEPAL
AGREED UPON BETWEEN
NEPAL ELECTRICITY AUTHORITY
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

17 May 2001

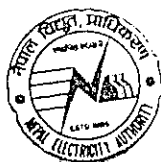
Kathmandu



Mr. Bishnu Bam Malla

Managing Director

Nepal Electricity Authority



Mr. Yuji Otake

Team Leader,

Preparatory Team,

Japan International Cooperation Agency

3/8

I. INTRODUCTION

In response to the request of His Majesty's Government of Nepal (hereinafter referred to as "HMG/N"), the Government of Japan has decided to conduct the Study on the Development of Kulekhani-III Hydropower Project in the Kingdom of Nepal (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the concerned authorities in Nepal in accordance with the relevant laws and regulations in force both in Nepal and Japan.

This document sets forth the scope of work for the Study as following.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are:

- (1) to formulate the optimum plan and to assess technical, economic and financial, and environmental feasibility (the first phase Study) of the Kulekhani-III Hydropower Project (hereinafter referred to as "the Project") and to formulate the Detailed Design of the Project if required conditions are fulfilled after the first phase Study, and
- (2) to carry out the technology transfer to Nepalese counterpart personnel in course of the Study.

III. SCOPE OF THE STUDY

The Study shall be carried out in the following two (2) phases.

In the first phase, upgrading feasibility study will be carried out. If the Government of Japan agreed to provide a loan for implementation of the project through Japan Bank for International Cooperation based on the results of upgrading feasibility study, a detailed design study would be conducted by JICA.

40



4/18

-First phase (Upgrading Feasibility Study)

The Study of this phase will be carried out in the following three (3) stages.

In the first stage, review of the previous studies will be carried out. In the second stage, field investigation work and supplemental environmental studies are to be conducted. In the third stage, design and economic evaluation will be made.

(1) Review of Previous Studies

This stage consists of the following major work items;

1) Review of previous studies

- Power demand and supply plan will be reviewed and updated.
- Review the previous study results with reference to the following items;
 - *Review and study of the design of regulation pond for its sedimentation, sediment-scoring method, and costs of these countermeasures.
 - *Study of the results of the surface geological reconnaissance around the terrain where the underground power station is proposed and check the location is suitable or not.
 - *Study of the alternative route of the tailrace tunnel and/or crossing at the MBT.

2) Justification of Kulekhani-III Project

- Carry out the necessary study to justify the Project.

3) Provisional conceptual designs

- Prepare provisional conceptual designs based on the studies mentioned above.

4) Planning of site investigation works

- Planning and preparation of contractual work of the site investigation works based on the conceptual design.

(2) Field Investigation Works

This stage consists of the following major work items;

1) Topographic Mapping



y.o

5/19

-Topographic Mapping shall be done by Nepal Electricity Authority (hereinafter referred to as "NEA") in advance of the commencement of the Study.

2) Geological reconnaissance

-In order to obtain geological information for the preparation of provisional conceptual design, geological reconnaissance is to be carried out especially for the catchment area of the regulation pond and the terrain of the proposed tunnels and underground power station.

3) Geophysical Survey

-Geophysical survey consisting of seismic refraction survey and/or electrical profiling will be carried out in order to investigate the geological condition of the tailrace and its outlet portion.

4) Drilling

-Drilling will be carried out for the investigation of rock types and properties for the various structures, such as tunnels, dam, underground powerhouse and bridge foundation.

5) Test adit

-Test adit shall be done by NEA in advance of the commencement of the Study.

6) In-Situ Rock Test

- In-Situ Rock Test shall include standard penetration test, permeability test, dilatometer test and observation of rocks by bore-hole camera and plate loading test and block shear test in test adits.

7) Construction material survey

- Construction material survey will be carried out for the investigation of availability, location, quantity and quality of material suitable for use in construction.

B

9.0



6/2

8) Laboratory Test

- Laboratory Test will be composed of unit weight measurement, ultrasonic measurement, uniaxial compressive test and tensile strength test of rock specimens from drilled cores.

(3) Supplemental Environmental Studies

1) EIA on Transmission Line

- EIA on Transmission Line shall be conducted by NEA.

2) Review of EIA (Environmental Impact Assessment) conducted by NEA

- EIA conducted by NEA shall be reviewed.

3) Planning of eco-system survey

- Prepare survey planning for eco-system.

4) Field investigation for eco-system

- Carry out the additional EIA field investigation on eco-system.

5) Assessment of Impact

- Impact shall be assessed and additional EIA report on eco-system shall be made.

(4) Design and Economic Evaluation

1) Optimization study

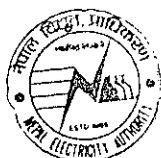
- Carry out optimization study.

2) Design of various components of the Project, Construction Method and Schedule

- Review of the provisional conceptual design and carry out the design.
- Review the previous construction works carried out in Nepal.
- Carry out F.E.M. stability analysis of underground powerhouse.

B

7.0



3) Cost estimation

- Estimate construction costs taking into account of environmental mitigations.

4) Financial and economic analysis

- Carry out financial and economic analysis.

-Second phase (Detailed Design)

The Scope of the second phase (Detailed Design of the Project) of the Study will be discussed after the Government of Japan decided the commitment of the loan for the Project and before the commencement of the second phase.

IV. STUDY SCHEDULE

The Study of the first phase shall be carried out in accordance with the attached tentative schedule in approximately sixteen (16) months (Refer to Annex 1).

V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports to NEA during the first phase:

- (1) Inception Report (Ic/R) (10) copies
- (2) Progress Report (Pr/R) (10) copies
- (3) Interim Report (It/R) (10) copies
- (4) Draft Final Report (Df/R) and its summary (15) copies

NEA will provide JICA with written comments on the Df/R, within one (1) month after the receipt.

- (5) Final Report (F/R) and its summary (30) copies

JICA will submit Final Report to NEA within one (1) month after receiving the comments from NEA.



8/10

VI. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING

The division of technical undertakings by NEA and JICA of the first phase Study is detailed in the annex 2.

VII. UNDERTAKING OF NEPALESE SIDE

(1) To facilitate smooth conduct of the Study, Nepalese side shall take the following necessary measures:

1) To secure the safety of the Japanese Study Team (hereinafter referred to as "the Team");

2) To permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Nepal for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees;

3) To exempt the members of the Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery, and other materials brought into and out of Nepal for the conduct of the Study;

4) To exempt the members of the Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowance paid to the member of the Team for their services in connection with the implementation of the Study;

5) To provide necessary facilities to the Team for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Nepal from Japan in connection with the implementation of the Study;

6) To secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study after having necessary consent from the concerned authorities and individuals;

7) To secure permission for the Team to take all data and documents (including maps and photographs) related to the Study out of Nepal to Japan as per the Nepalese law; and

8) To provide medical services as needed. However, those expenses will be chargeable to the member of the Team.

(2) Nepalese side shall bear claims, if any arises against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of



7.

3/10

their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.

(3) NEA shall act as the counterpart agency to the Team and also as a coordinating body in relations with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

(4) NEA shall at its expense provide the Team with the following in cooperation with other related organizations concerned:

- 1) Available data and information related to the Study;
- 2) Counterpart personnel;
- 3) Suitable office space in Kathmandu
- 4) Suitable accommodation at the Site at Kulekhani ; and,
- 5) Credentials and identification cards.

VIII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

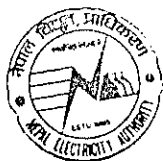
- (1) To dispatch, at its own expense, the Team to Nepal; and
- (2) To pursue technology transfer to the Nepalese counterpart personnel in course of the Study.

IX. CONSULTATION

NEA and JICA shall consult with each other in respect of any matters that may arise from or in connection with the Study. They can make some changes, additions, and deletions after mutual consent, if necessary. However, such changes, additions, and deletions shall not affect the objectives of the Study.

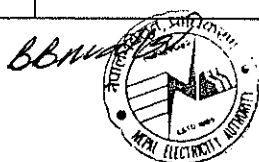
BBmalla

y. o



Technical Undertakings by NEA and JICA

		NEA	JICA	Remarks
1	Review of Previous Studies			
(1)	Review of Previous Studies	Reports, documents, data	Carry out the works	NEA's previous F/S & D/D
(2)	Justification of Kulekhani III Project	Provide necessary reports, documents, data	Carry out the works	Power demand & supply plan, economical viability peaking option in comparison with alternative power source
(3)	Provisional Conceptual Designs	Provide necessary reports, documents, data	Carry out the works	Optimum peak capacity, technical viability with respect to geological aspects (flood, sediment, stability)
(4)	Planning of Site Investigation Works	Provide necessary reports, documents, data	Carry out the works	Contractual works for site investigation works at underground powerhouse, regulating dam, waterways
2	Field Investigation Works			
(1)	Topographic Mapping	Carry out the works	Review	Scale 1/5,000 for Project Area + scale 1/500 for structure components
(2)	Geological Reconnaissance	Carry out the works + Counterpart personnel	Review and Carry out	Analysis by areal photo + surface reconnaissance, mapping works for underground powerhouse, waterway, dam site
(3)	Geophysical survey	Provide previous data	Carry out the works	Tailrace & outlet
(4)	Drilling	Provide previous data	Carry out the works	Dam axis, underground powerhouse, tunnels, bridge
(5)	Test Adit	Carry out the works		Access to underground powerhouse + branch to dropshaft and transformer gallery
(6)	In-Situ Rock Test	Provide previous data	Carry out the works	Underground powerhouse and dam site
(7)	Construction material survey	Counterpart personnel	Carry out the works	Concrete aggregates
(8)	Laboratory Test	Provide previous data	Carry out the works	Underground powerhouse and dam site
3	Supplemental Environmental Studies			
(1)	EIA on Transmission Line	Carry out the works	Review and advise	Confirmation of EIA implementation
(2)	Review of EIA Conducted by NEA	Provide necessary data	Carry out the works	Ecosystem, river flow, land acquisition and compensation
(3)	Planning of Eco-System Survey	Provide necessary data	Carry out the works	Aquatic life, vegetation, terrestrial fauna
(4)	Field Investigation	Counterpart personnel	Carry out the works	Two times (Dry season and rainy season)
(5)	Assessment of Impact	Counterpart personnel	Carry out the works	Impact assessment, mitigation measures, monitoring plan
4	Design & Economic Evaluation			
(1)	Optimization Study	Counterpart personnel	Carry out the works	Project scale, optimum power development plan
(2)	Design of Various Components of the Project/Construction Method	Counterpart personnel	Carry out the works	Intake, tunnel, dam, penstock, underground powerhouse, tailrace & outlet, switch yard, interconnection line / construction schedule
(3)	Cost Estimate	Counterpart personnel	Carry out the works	Estimation of work quantities
(4)	Financial and Economic Analysis	Counterpart personnel	Carry out the works	Project evaluation from economic and financial viewpoints



**MINUTES OF MEETING
BETWEEN
NEPAL ELECTRICITY AUTHORITY
AND
THE PREPARATORY TEAM
OF
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
ON
THE DEVELOPMENT OF KULEKHANI-III
HYDROPOWER PROJECT
IN
THE KINGDOM OF NEPAL**

**17 May 2001
Kathmandu**

B. Malla

**Mr. Bishnu Bam Malla
Managing Director
Nepal Electricity Authority**

Yuji Otake

**Mr. Yuji Otake
Team Leader,
Preparatory Team,
Japan International Cooperation Agency**



13
/16

Introduction

The Preparatory Team (hereinafter referred to as "the Team") for the Study on the Development of Kulekhani-III Hydropower Project in the Kingdom of Nepal (hereinafter referred to as "the Study"), headed by Mr. Y. Otake, was dispatched by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") from 8th through 18th of May, 2001. The Team had a series of discussions with the authorities concerned of the Kingdom of Nepal (hereinafter referred to as "Nepalese side"), especially with Nepal Electricity Authority (hereinafter referred to as "NEA") regarding the Study.

Discussions were conducted in a friendly and cordial atmosphere and both sides agreed to record the following points.

A list of participants in the discussions is attached herewith (See **Annex 1**).

1. JUSTIFICATION OF KL-III

NEA provided daily load curves for the Team, which were recorded at 13 selected days from 1998 to 2000, as a recent sample record in the winter season. According to NEA, crucial power shortage in capacity and energy has arisen recently because of rapid increase of demand in the winter season as depicted in the record. The record also suggests that the annual growth rate of energy demand in the winter season is more than 15% between the year of 2000 and 2001.

NEA made presentation in the meeting on 15th of May to explain their power development plan (PDP) by the fiscal year of 2007 based on their forecasted demand. According to PDP, shortage of peak and energy supply is expected from the winter season in 2007 although the first unit of Kaligandaki A project is planned to be put into operation in December 2001. The key points of NEA's PDP are the followings;

- 1) The demand forecast was made based on the demand forecast in base case made in "Power System Master Plan for Nepal" in 1997, considering recent rapid increase of demand in the winter season.
- 2) Planned hydropower projects listed in PDP are the projects that are under construction or committed at present.
- 3) Firm capacity in peak time of Kaligandaki A is planned as 144 MW even in the winter season, which is same as installed capacity of the project.
- 4) The total installed capacity of existing thermal power stations is 51MW. However, only 32MW is assumed to be available in PDP up to the fiscal year of 2007 because 2 of 6 units of



the Duhabi Multi-fuel Thermal Station (39MW) are out of order and 22MW is now available. Other small stations also seem not to be functioning at full capacity at present. New thermal projects are not planned and no station is planned to be out of operation in PDP.

- 5) Some 50MW could be imported from India and import tariff is cheaper than average NEA selling price. However, period, timing and quantity to be transmitted to the Nepal national grid from India are not reliable and transmission capacity is limited. Therefore, no import of power is planned in PDP except 26MW which is contracted amount to be imported from India.

The Team suggested that the optimum development plan of Kulikhani-III should be made on the basis of demand forecast and supply plan for longer period. NEA agreed that simulation analysis for that reason would be carried out in the Study, in which commencement period of project operation is optimized.

2. TEST ADIT WORK

The Team strongly requested NEA to complete test adit work before the end of August 2001, as previously agreed upon in the Minutes of Meeting of 21 March 2001. NEA, by referring to some obstacles experienced lately and expected to rise ahead in the work, indicated various difficulties to accomplish the original target date. NEA then proposed a new target date of end of November 2001, and promised to fulfill the requirement by all means. It was agreed that further delay in the test adit work shall result in serious consequences in the progress of the upgrading feasibility study.

For NEA's new proposal, the Team explained that the Study will not be able to start until substantial completion of NEA's test adit work, and indicated postponement of the commencement date, namely of starting the Study from December 1, 2001. NEA agreed in principle on the Team's proposal on the schedule change, and requested the Team to make further effort to start on the earlier date. The Team eventually agreed to start the Study from the beginning of November 2001.

According to the division of technical undertakings mutually agreed upon, NEA is required to carry out before the end of November 2001 geological reconnaissance, preparation of geological observation chart of test adit, and preparation of geological map of powerhouse area on Scale 1:500 topographical map. NEA has to conduct geological analysis on dolomite layer distribution to fix alignment of test adit for the planned underground caverns. NEA requested the Team to dispatch an engineering geologist to the site as soon as possible for the purpose of giving advice and monitoring of the progress of site investigation work.

B

Y.C.D



15
18

The Team stated that NEA shall make all the efforts to accelerate the progress of test adit work, and indicated that site investigation work for the transformer gallery might be omitted this time. NEA understood this idea, and promised to reconsider the work schedule.

3. STUDY SCHEDULE

The Team presented a new Study schedule with span of nineteen(19) month including report submission. NEA requested that the first phase study including report submission shall be sixteen (16) months and completed within year 2002, as previously agreed in the Minutes of Meetings of 21 March 2001.

It was agreed that two (2) months reduction will be accomplished by shortening of work duration for cost estimation and financial and economic analysis, and finally the study schedule for the first phase study will be sixteen months including report submissions as agreed on the tentative study schedule in the Scope of Work.

The Team stated that implementation for the next phase study could be materially started after submission of draft final report, and agreed to recommend Japan Bank for International Cooperation to take a special consideration for the next phase as soon as possible.

4. COUNTERPART PERSONNEL

NEA requested the Team for consideration of counterpart personnel training in Japan to be a part of the Study. The Team agreed to convey the request to the Government of Japan. The Team also agreed to advise the Japanese Study Team to stay in Nepal as long duration as possible. The tentative schedule of the Study as attached to the agreed Scope of Work will be finalized for the appropriate number of counterpart personnel and duration of stay in Nepal at the time of submission of the Inception report. The tentative schedule of stay in Nepal and in Japan is attached herewith (See Annex 2).

5. SUITABLE OFFICE SPACE

The Team explained that office spaces are essential for the Japanese Study team to carry out the work in close collaboration with counterpart personnel and other concerned officials, and requested NEA to allocate office space both in Kathmandu and at the Kulekhani site with suitable space to accommodate the Japanese Study Team at the site. NEA agreed to provide at its expense the office space with basic facilities from November 2001 for the Japanese Study Team both in Kathmandu and the site.

Y.c.o



6. EQUIPMENT

NEA requested the Team to provide two vehicles for the smooth implementation of the Study.

7. EIA ON TRANSMISSION LINE

NEA explained that Kulekhani-III power will be connected to the Nepal Central Grid System via the redundant space in the existing double circuits transmission between Kulekhani-II and Hetauda Substation. The Team expressed concerns for the possible requirement of EIA, and requested to include in the scope of work. NEA agreed to this request, and further necessary study on this matter will be carried out by NEA.

8. PUBLIC NOTICE

Both sides agreed on the importance of including public notice during the Study. NEA will take necessary steps to inform the public well about the project during the Study period and the Japanese Study Team will support and advise NEA on this matter. The detail of the public notice will be finalized at the time of submission of the inception report.

BBM/alk

YCO



17/12

Annex 1

List of Members

Nepalese Side

Nepal Electricity Authority (NEA)

Mr. Bishnu Bam Malla, Managing Director

Mr. P.M.S. Pradhan, Chief, Planning, Finance and Administrations

Mr. D.B. Thapa, Chief, Development

Mr. B.R. Regmi, Director, Civil Design Department

Mr. G.N. Mishra, Project Manager of KL-III

Mr. U.D. Bhatta, Chief, Environment Division

Mr. A.N. Chaudhary, Joint Director, System Planning

Mr. M.P. Pradhan, Manager, LDC

Mr. S.S. Shrestha, Deputy Director of KL-III

Mr. K.N. Kafle, Assistant Director, Eng. Geology

Mr. R. Chaudhary, Assistant Manager, Environment Division

Japanese Side

JICA Study Team

Mr. Y. Otake, Director, Energy & Mining Development Study Division, JICA

Dr. A. Niwa, Senior Advisor (Power Development), JICA

Mr. T. Taguchi, Trade Finance and Economic Cooperation Division, Ministry of Economy, Trade
and Industry (METI)

Mr. K. Umetsu, Program Officer, Energy & Mining Development Study Division, JICA

Mr. K. Inoue, NEWJEC Inc.

Mr. M. Kawahara, NEWJEC Inc.

Mr. K. Watanabe, Construction Project Consultants Inc.



9/10

3章 発電計画

3.1 エネルギー事情

ネパールのエネルギー消費量は、燃料用木材、農業廃棄物、家畜糞などのような伝統的エネルギーの消費が、石油、石炭、電気などの商業エネルギーの消費量に比較し圧倒的に多い。商業エネルギーの消費の伸びにより差は徐々に小さくなってきているが、1997/98年度で伝統エネルギー消費量は商業エネルギーの約8倍の大きさとなっている。中でも燃料用木材の消費量は多く、1997/98年度の全国におけるエネルギー消費量の約80%を占めている。都市部以外の家庭用燃料は薪炭で、依然、燃料用木材の需要が多く、森林面積の減少、土壌流出などの問題の主要な原因の一つになっているものと考えられる。

単位：石油換算千トン

Energy Sources	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98
Traditional	5,234	5,329	5,478	5,640	5,776	6,008	6,154	6,131	6,259	6,390
Fuelwood	3,986	4,031	4,128	4,236	4,315	4,504	4,604	5,484	5,598	5,716
Agri.Waste	753	798	844	893	945	969	1,007	244	249	254
Animal Dung	495	500	506	511	516	535	543	403	412	420
Commercial	289	293	346	493	580	509	547	662	743	770
Petroleum	204	242	248	384	458	389	414	511	515	536
Coal	45	7	48	54	65	61	67	71	160	166
Electricity	40	44	50	55	57	59	66	67	68	68
Others								13		
Total	5,523	5,622	5,824	6,133	6,356	6,517	6,701	6,793	7,002	7,160

出典：Federation of Nepalese Chambers of Commerce and Industry (FNCCI)が作成している"Nepal and the World A Statistical Profile 1999"というホームページから編集した。

ネパールの鉱業・精練産業のGDPに占める割合は5%で、石灰岩産出地域でのセメント製造以外、鉱山資源の開発はほとんど行われていない。ネパールは山岳国であるから鉱山資源が期待されるが、調査技術が未熟なことから調査・開発にともなう莫大な資金が必要となるため、本格的に行われていないのが現状である。

このようなエネルギー状況のもとで、貴重な森林の枯渇を防ぐため、ネパール政府は豊富に存在する水資源開発を優先する政策を取っている。このため、電力分野の開発予算は年々増加傾向にあり、現在、政府予算の開発支出のうちで最も高い比率となっている。

3.2 電力関係機関

ネパールの電力エネルギーに係る政策に関与する機関は以下の3機関であり、

NPC が最終的な決定機関である。

Water & Energy Commission (WEC)

水・エネルギー開発に関する評議会で、関連の各省庁の代表者から構成されている。1978年から CIDA の援助を受け、事務局 (WECS) が 1982 年に設立され、MOWR 大臣が議長を勤める。

Ministry of Water Resources (MOWR)

電力供給計画の策定、NEA の管轄等を実施する。

National Planning Commission (NPC)

5 ヶ年開発計画の策定に必要な範囲内で、電力エネルギー部門の計画・プロジェクトのレビュー等を実施する。

この他、大蔵省 (Ministry of Finance) が電力エネルギー部門の資金協力全般、投資効率の把握、エネルギー関連産業の財務状況の把握、価格政策等に関与している。

直接電源開発に係る主要機関は二つあり、いずれも水資源省 (MOWR) に属す。一つは、現在 Department of Electricity Development (DOED) と呼ばれる機関と、MOWR 所管の電力庁 (NEA) である。DOED は 1993 年 7 月に Electricity Development Center として MOWR の一組織として設立され、民間デベロッパーの実施する電源開発、多目的水資源開発及び二国間援助の一部を管轄している (現在では DOED と名称変更)。NEA は、発送電、配電業務を計画・運営する実施機関で Private Company Act に基づいて設立されているものの、会長は MOWR 大臣で、ほぼ国営独占企業体の形態を有している。

この他、政府の積極的な受入れ政策を受け、民間企業が電力部門に参入してきている。政府系の民間デベロッパであるバトワール電力公社 (Butwal Power Company) が Andhi Khola & Jhimruk (設備出力: 16 MW) を、また、ヒマールパワー社は Khimti Khola 発電所 (設備出力: 60 MW) を開発し、現在運転を行っている。その他、3 地点の水力発電所が民間企業により建設中である。民間企業と NEA との区分は、前者が発電所と近隣の NEA の変電所までの総電線に係る建設、管理を行うのに対し、後者は発生した電力をすべて買い取る役目を担っている。

3.3 電力政策

ネパールでは、伝統的エネルギーから商業エネルギーへの移行が必要とされており、商業エネルギーとして国内唯一の賦存エネルギーである水力は、石油・

石炭と比べ経済的で供給が安定しているベースエネルギーとしての役割を担うべく、その早期開発が迫られている。

このため政府は、電力事業への民間企業の参入を積極的に進め、1991年には Butwal Power Company が電力の卸供給を開始し、更に 1993 年には水力発電プロジェクトへの外資参加が許可され、民間資金による水力開発が進められてきた。

一方、農村電化については商業ベースで進めることが困難なため、NEA は 1992 年末、農村電化部門を設け、他部門との会計分離を図るとともに農村電化を進め、料金収入と生産コストとの差額は政府より補填されることになった。また、最近では新設発電所の収益の 2%まで周辺の農村電化に充当する規定ができたようであるが、実施は中々難しいようである。

3.4 電力開発の現状

(1) 需給動向

NEA 発行の Annual Report (FY1999/00)より、近年(1992～2000年)の電力供給量(GWh)と最大電力需要(MW)を図3-1に、また販売電力量(GWh)を図3-2に示す。図3-1より、電力供給量及び最大電力需要は1993年に若干落ち込んだものの、順調な伸びを示しており、1993年以降は各々の8.6%及び7.4%の平均年成長率となっている。また、2000年1月20日には最大電力需要351.86MWを記録し、前年比で最大電力需要は7.8%及び電力供給量は15.4%の伸びを示した。図3-2に示すようにネパール国内の販売電力量は着実に伸びており、1993年以降は平均7.7%の伸びとなっている。また、インドへの供給を含めると2000年には前年比で14%の伸びを示している。

図3-2より各分野の電力消費を見ると、1992～2000年間の間の家庭用及び商業用については各々約7%、8%前後で殆ど変化はなく、工業用が約10%と徐々に増える傾向を示している。

電力の供給源(図3-1参照)は2000年には水力72.5%、ディーゼル3.9%、購入23.6%となっており購入電力はインド13.7%、ネパール国内9.9%となっている。これらの購入量は徐々に増える傾向を示しているが、インドからの電力購入量は年によってばらつきがある。

一方、電力の日負荷曲線を見ると電力のピークは、朝方の4時頃から11時頃までの緩い負荷(約240MW)と夕方5時から10時までの尖頭負荷(最大約350MW)であるが、雨期には若干負荷が落ちるようである。図3-3に、NEAのSystem Planning Departmentから入手した2000年1月7日金曜日の日負荷曲線を示す。

この日負荷曲線で判るように、最大負荷に対し国内外からの購入電力、ディ

ーゼル発電、クリカニ第 1 及び第 2 発電所を含めた水力発電所のピーク発電及び通常の水力発電施設の出力を総動員しても追いつかず、計画停電、節電の措置を取らざるを得ない。また、雨期においては、流れ込み式の水力発電所が大勢を占めるネパールにあって、国内の民間企業による水力発電所からの電力購入が優先されるため、場合によってはベース負荷に対し NEA 所有の水力発電所を止めざるを得ない状況もあるとのことであった。

送電線網は東西に長い国土に沿って伸びており、75 の district のうち 57 の district をカバーしている。他の 16 district は小水力、また、2 district は太陽光発電で電気を供給している。こうしてネパールの全人口の 15%が電気の恩恵を受けている。

(2) 既設発電施設

Annual Report (1999/00) によるネパールの既存発電施設の設備容量は、主要水力発電所合計 319.35 MW , 小水力発電所合計 13.37 MW , ディーゼル発電所合計 56.76 MW で、設備容量の合計は、389.48 MW である。一方、NEA が作成している「Corporate Development Plan FY2000/01-FY2004/05、December 2000」には冬期ピーク時の可能出力が掲載されている。このレポートによると、2000 年 1 月当時の総設備容量は、378MW でこの内の 86%が水力であり、乾季である冬期のピーク時の可能出力は 298MW と総設備容量の 80%弱に落ちている。

ネパールの主たる電源は水力であるが、主要水力発電所の中で貯水池を持つのはクリカニ第 1 発電所だけである。その他は流れ込み式発電所なので河川水を調整することがほとんどできず、乾季である冬期は水が不足し、水力の出力が落ちるのである。

Annual Report に掲載されているネパールの発電所一覧を表 3-1 に示す。

3 . 5 発電計画

(1) 電源開発計画

建設中の発電施設

Annual Report によると、現在建設中の発電施設は 6 水力発電所 (合計出力 289 MW) で、中でも Kaligandaki-A が設備容量 144 MW と大きい。また、Kaligandaki-A を除いて他は全て民間企業による開発プロジェクトである。

将来計画

NEA が建設の予定あるいは計画している水力発電所は表 3-1 に示すように 24 箇所（合計出力 21,599 MW）ある。この中にクリカニ第 3 発電所計画があり、「Corporate Development Plan FY2000/01-FY2004/05、December 2000」によると 2005 年 7 月の運開予定となっている。

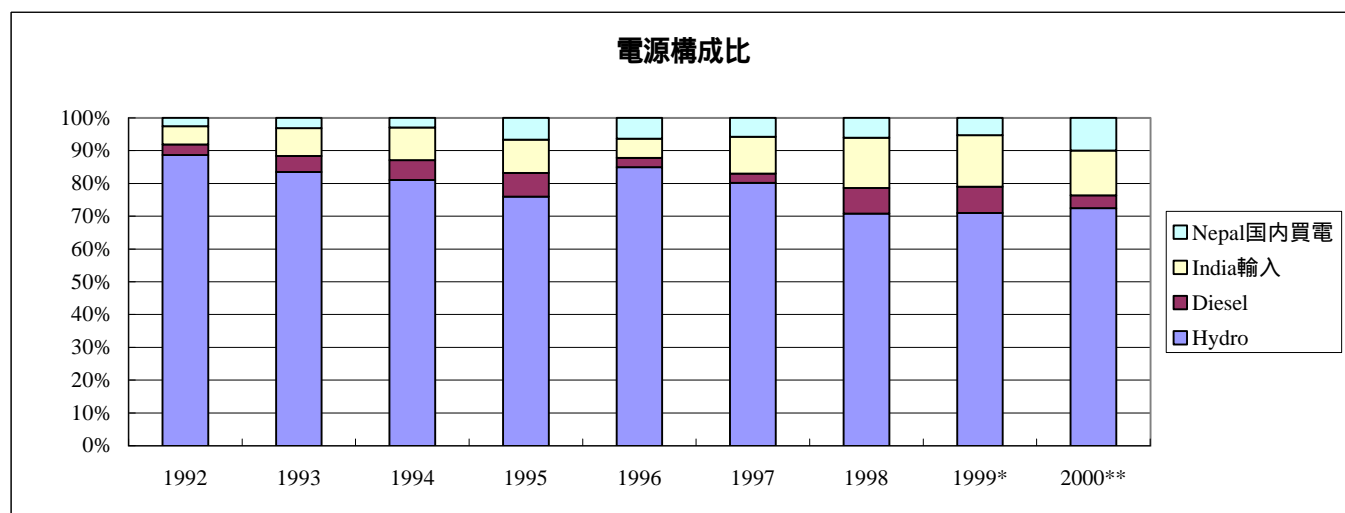
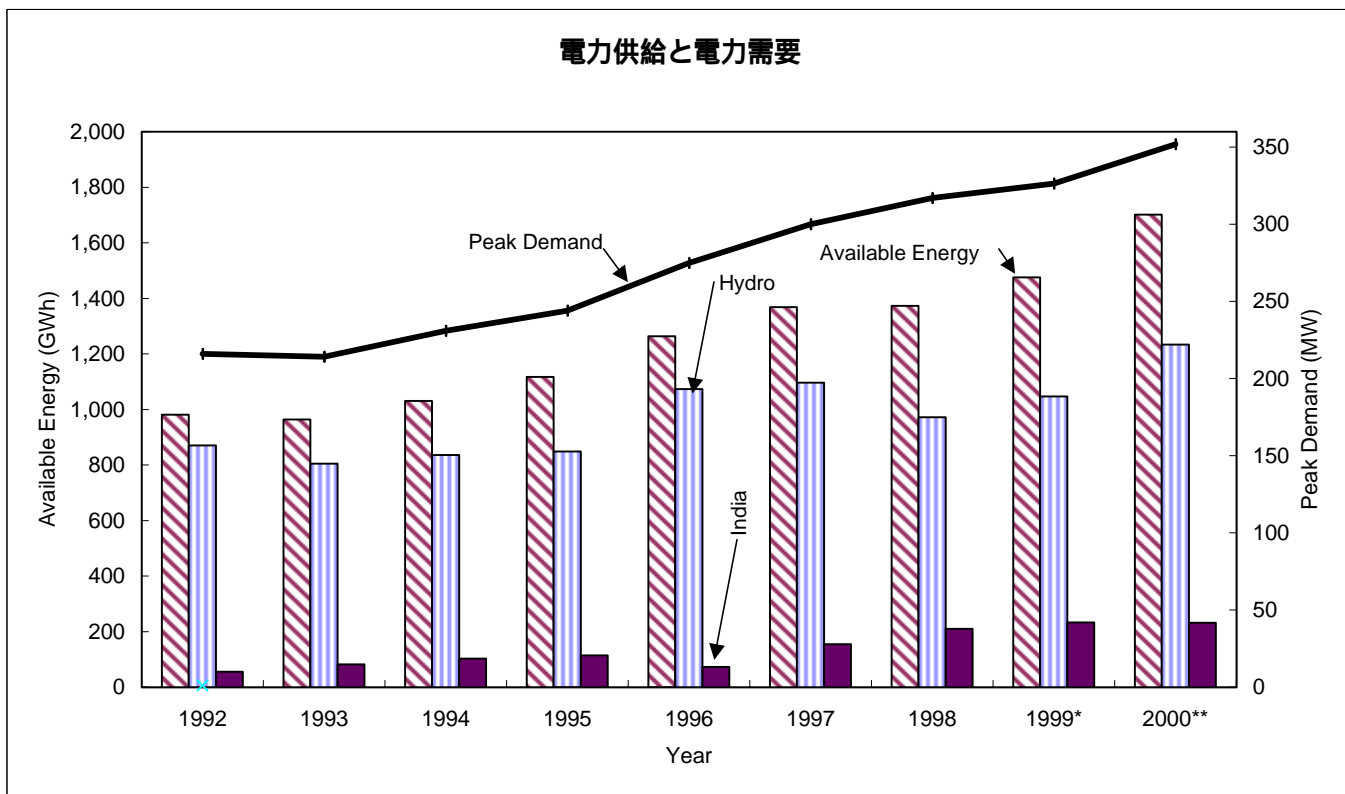
NEA の System Planning Department で入手した 2007/08 年度までの需給計画によると、2000/01 年度から新規に投入されるのは水力発電所だけで、しかも、Kaligandaki-A を除いて全ての発電所は民間資金により開発されるものばかりである。この結果、2007/08 年度の設備容量は、火力発電所（32MW）とインドからの輸入（26MW 契約ベース）を含め、655MW となり、このうち民間により運転される発電所は 214MW と総設備容量の 30%以上となる。

（ 2 ）維持・管理

60 MW の設備出力を持つクリカニ第 1 発電所と 32 MW のクリカニ第 2 発電所は、現在国内の電力需要の約 30%を分担している重要な発電所である。しかし、1993 年 7 月に発生した大災害によりクリカニ第 1 発電所の主要施設は大きな被害を受けた。このため、JBIC の融資を受けてクリカニ貯水池の取水口の改良，水圧管路の復旧，上流域の砂防ダムの建設が Kulekhani Disaster Prevention Project として実施されている。なお、クリカニ貯水池では毎年一回堆砂調査を実施しており、これらの結果は報告書として取り纏められている。

（ 3 ）エネルギー・ロス

ADB の Kaligandaki-A の融資の一環として 1996 年から開始され、1998 年には米国のコンサルタントが入り、その指導の下に実施され、今年度に完了する予定である。しかしながら、ADB ネパール事務所の話では盗電の比率が高い地域がまだ存在しており、実効には時間を要するとのことであった。NEA の「Corporate Development Plan FY2000/01-FY2004/05、December 2000」によると、1999 年の実績値 22.9%の送電ロスを 2007 年には 16%に減らす計画としている。



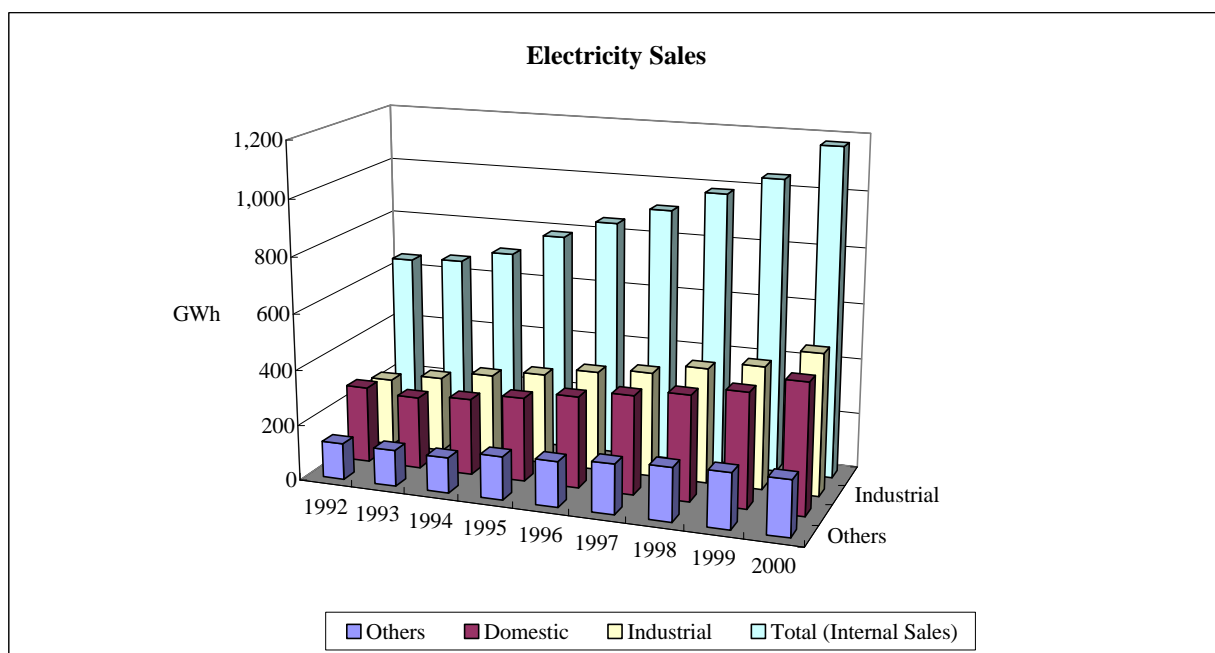
Particulars	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999*	2000**
Peak Demand (MW)*	216.000	214.040	231.000	244.000	275.000	300.110	317.000	326.400	351.860
Available Energy (GWh)	981.105	963.314	1,030.890	1,117.460	1,262.960	1,368.580	1,373.170	1,475.000	1,701.450
1. Hydro	869.980	804.050	835.480	848.740	1,072.750	1,096.640	971.960	1,046.510	1,233.220
2. Diesel	31.540	47.290	62.200	80.920	36.640	39.730	107.450	118.820	66.730
3. Purchase from	79.585	111.974	133.210	187.800	153.570	232.210	293.760	309.670	401.500
(a) India	54.938	82.223	102.770	113.840	72.960	153.980	210.290	232.390	232.200
(b) Nepal	24.647	29.751	30.440	73.960	80.610	78.230	83.470	77.280	169.300

Note : Peak demand is for all areas covered by integrated system including supply to India.

* Subject to final audit

** Provisional figures

図3-1 電力供給量 (GWh) と最大電力需要 (MW)



	(in GWh)								
Category	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999*	2000**
Domestic	275.248	259.833	275.050	301.611	328.730	355.118	378.778	410.566	467.049
Non-Commercial	46.684	47.607	47.148	53.225	53.464	57.991	60.227	62.931	63.592
Commercial	45.200	47.607	48.988	58.574	62.916	67.606	71.471	77.343	81.822
Industrial	246.374	273.753	303.991	328.316	358.672	376.742	413.738	440.996	508.357
Water Supply & Irrigation	27.705	24.113	19.401	27.636	25.091	27.978	29.045	22.831	15.742
Street Light	7.802	8.068	8.857	12.173	16.720	20.929	26.585	29.405	31.741
Temporary Supply	1.003	0.924	0.561	1.225	1.154	0.844	0.711	0.766	0.927
Transport	1.506	1.395	1.338	1.455	1.432	1.483	1.663	2.598	2.678
Temple	0.419	0.460	0.658	0.892	1.503	1.691	1.801	1.982	2.366
Total (Internal Sales)	652	663.760	706	785	850	910	984	1,049	1,174
Bulk Supply (India)	85.411	46.137	50.514	39.479	87.014	100.218	67.410	64.158	95.000
Grand Total	737	710	757	825	937	1,011	1,051	1,114	1,269

Note : * Subject to final audit ** Provisional figures

图3-2 販売電力量

Load Dispatch Center
 System Load Curve
 Peak Load of Month
 Poush 23, 056 (Jan 7, 2000) Friday

Peak load 350.52 MW at 18.40 hr

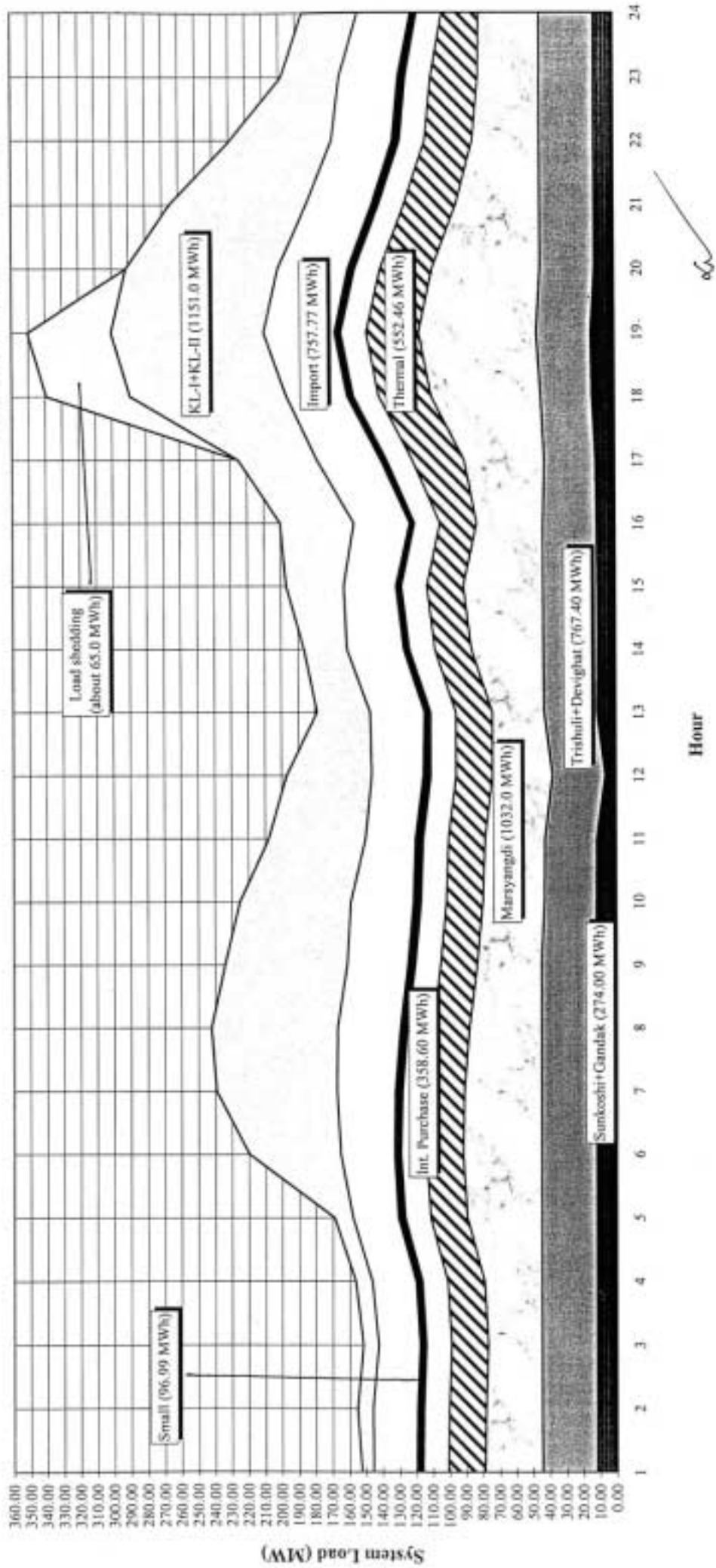


図 3-3 日負荷曲線 (2000年1月7日)

LEGEND FOR POWER DEVELOPMENT OF NEPAL



MAJOR HYDRO PROJECT	
EXISTING	
1. PANALUTI	2,400 KW
2. TRISULI	24,000 "
3. SUNKOSI	10,050 "
4. GANDAK	15,000 "
5. KULEKHANI NO. 1	60,000 "
6. DEVIGHAT	14,100 "
7. KULEKHANI NO. 2	32,000 "
8. MARSYANGDI	75,000 "
9. ANDEHI KHOLA (BPCI)	5,100 "
10. JHIMRUK PIUTHAN	12,300 KW
11. CHATARA	3,200 "
12. PUWA KHOLA	6,200 KW
13. KHEMTI KHOLA (HPLI)*	60,000 KW
TOTAL	319,350 KW
UNDER CONSTRUCTION	
14. MODI KHOLA	14,000 KW
15. CHILIME (PCPI)*	20,000 KW
16. KALI GANDAKI "A"	144,000 KW
17. BHOTEKOSHI(BKPCI)*	36,000 KW
18. INDRAWATI (INHPCI)*	5,000 KW
19. MIDDLE MARSYANGDI	70,000 KW
TOTAL	289,000 KW
PLANNED & PROPOSED	
20. SETI (WEST)	750,000 "
21. ARUN 3	402,000 "
22. BUDHI GANDAKI	600,000 "
23. KALI GANDAKI No 2	660,000 "
24. LOWER ARUN	308,000 "
25. UPPER ARUN	335,000 "
26. KARNALI (Chisapani)	10,800,000 "
27. UPPER KARNALI	300,000 "
28. CHAMELIA	30,000 "
29. PANCHESHWAR	6,480,000 "
30. THULO DHUNGA	25,000 "
31. TAMURMEWA	100,000 "
32. DUDH KOSHI (Storage)	300,000 "
33. BUDHI GANGA	20,000 "
34. RAHUCHAT KHOLA	27,000 "
35. UKHU-4	40,000 "
36. KABELI "A"	30,000 "
37. UPPER MARSYANGDI "A"121,000 "	
38. UPPER MODI (GITICI)*	14,000 "
39. KULEKHANI NO. 3	42,000 "
40. ANDEHI KHOLA (Storage)	180,000 "
41. KHEMTI II	27,000 "
42. DARAM KHOLA (GHP)*	5,000 "
43. PILLUWA KHOLE (AVHP)	3,000 "
TOTAL	21,599,000 KW

SMALL HYDRO PROJECT	
EXISTING	
1. PHARPING***	500 KW
2. SUNDARIJAL	640 "
3. PHEWA (Pokhara)	1,088 "
4. DHANKUTA	240 "
5. TINALI (BLUTWAL)	1,024 "
6. JHUPRA (Surbhel)	345 "
7. BAGLUNG	200 "
8. DOTI	200 "
9. PHIDIM**	240 "
10. GORKHE***	64 "
11. JOMSOM**	240 "
12. JUMLA**	200 "
13. DHADING***	32 "
14. SYANGJA***	80 "
15. SETI (POKHARA)	1,500 "
16. HELAMBU	30 "
17. SALLERI (SECO)P	400 "
18. DARCHULA (I) & (II)**	300 "
19. CHAME	45 "
20. TAPLE JUNG**	125 "
21. MANANG	80 "
22. CHAUJHARI** (Rukum)	150 "
23. SYARPLUDAHA** (Rukum)	200 "
24. KHANDBARI **	250 "
25. TERHA THUM**	100 "
26. BHOJPUR **	250 "
27. RAMECHHAP	150 "
28. BAJURA	200 "
29. BAIHANG**	200 "
30. ARUCHAT GORKHA	150 "
31. TATOPANI/MYAGDI (a+m)	2,000 "
32. OKHALDHUNGA**	125 "
33. RUPALGAD (Dadeidhera)	100 "
34. SURNAYAGAD (Bairadi)	200 "
35. NAMCHE*(KBCI)	600 "
36. ACHHAM	400 "

SMALL HYDRO PROJECT	
EXISTING	
37. KALIKOT	500 KW
38. DOLPA	200 KW
TOTAL	13,368KW
UNDER CONSTRUCTION	
39. GAMGAD	400 "
40. HELDUNG	500 "
TOTAL	900 KW

PLANNED & PROPOSED	
1. CHAKU KHOLA (APCOI)*	910 KW
2. RAWAKHOLA (Khotang)	2300 "
3. MOLUNGKHOLA	1200 "
4. NAUGARGAD (Darchhulal)	1800 "
5. GANDIGAD (DOTI)	1800 "
6. PHOIGAD (DOLPA)	150 "
7. KULTI (BAJURA)	150 "
TOTAL	8310 KW

DIESEL POWER STATIONS	
EXISTING	
1. MAHENDRA	1,728 KW
2. BIRATNAGAR	1,028 "
3. HETAUDA	12,750 "
4. MARSYANGDI	2,250 "
5. DUHABI MULTIFUEL-1	26,000 "
5. DUHABI MULTIFUEL-2	13,000 "
TOTAL	56,756 KW

SOLAR POWER STATIONS	
EXISTING	
1. SIMIKOT	50 KW
2. GAMGADHI	50 "
TOTAL	100 KW

TRANSMISSION LINE LENGTH	
1. 132 K. V. Single Circuit	1171.80 KM
2. 132 K. V. Double Circuit	198.10 KM
3. 66 K. V. Single Circuit	165.76 KM
4. 66 K. V. Double Circuit	161.30 KM
5. 66&132 K.V. Double Circuit	22.00 KM
6. 66 K.V. Four Circuit	2.50 KM
7. 33 K.V. Single Circuit	1505.70 KM

SUB-STATION CAPACITY	
132/11	KVA - 28.50 MVA
132/33	KVA - 210.00 MVA
132/66	KVA - 220.10 MVA
66/11	KVA - 330.00 MVA
66/33	KVA - 25.00 MVA
TOTAL	813.60 MVA

NOTE
 * Private & Others
 ** Leased to the private sector
 *** Not in normal operation

Installed Capacity in Nepal Electricity Authority System : 389.574 MW
 (including private & others)

表 3-1 ネパールの発電所 (出典 : Annual Report FY 1999/00)

4 章 地 質

4.1 地形・地質概要

チベットは東西に 885 km、南北 145 ~ 41 km の細長い国土をもっている。地形的には南北の典型的な断面において、南から タライ平原、 シワリク山脈で代表される標高 1,500m 以下の亜ヒマラヤ帯、 ミッドランドとよばれる標高 3,500m 以下の低ヒマラヤ帯（この中にはマハバラード山脈、ポカラおよびカトマンズ盆地がある）、ヒマラヤ主稜のある高ヒマラヤ帯、標高 3,500 ~ 5,500m をもち、チベット周辺山地からなるチベットヒマラヤ帯、の 5 帯に区分されている。

地質的には のタライ平原はガンジス沖積帯、 の亜ヒマラヤ帯はヒマラヤ造山運動に関連して形成されたモラス層^{*1}からなるシワリク堆積物帯、の低ヒマラヤ帯は Gondwana 大陸^{*2}の地殻上部を構成していた先カンブリア紀の堆積物が中心をなし、一部ヒマラヤを造る地質体がのし上がったナップ^{*3}やクリッペ^{*4}からなるミッドランド堆積物帯、 と の高ヒマラヤ帯、チベットヒマラヤ帯はヒマラヤ片麻岩帯とテーチス^{*5}堆積物帯からなっている。

これらの地質帯の境界はそれぞれヒマラヤフロント衝上断層（HFT、 との間）、主境界衝上断層（MBT、 との間）、主中央衝上断層（MCT、 との間）、となっている。

今回のプロジェクトエリアは東西に走る主中央衝上断層(MBT)を跨いでおり、その北側に位置する取水口、導水路、調整池、地下発電所と放水路上流部は、古生層の片岩、ドロマイト、珪岩、大理岩から成り、断層の南側に位置する放水路下流部はシワリク層（新第三紀中新世層）の砂岩から成っている。

*1 浅海から陸成層に至る種々の環境で形成された厚い堆積物の岩相に対する記載的な用語。

*2 古生代後期から中生代にかけて南半球に広がっていたと考えられている大陸。現在の南米、アフリカ、オーストラリア、南極大陸のほかマダガスカル、インド半島の一部を含む。

*3 衝上断層や横臥褶曲によって初成地から押し出され、基盤上をある程度の距離を滑動し、その原地成基盤を被うシート状の大きな異地性岩体をいう。

*4 ナップの浸食された残りの異地性岩体。

*5 テーチス海のこと。テーチス海は古生代後期に出現し、北のローラシア大陸と南の Gondwana 大陸とを隔てる東西に伸びた海。

4.2 現在の調査状況と問題点

(1) 調査状況

入手あるいは入手可能な地形・地質資料は入手資料リストにまとめた通りである。また、現在までに行われた地質調査工事の数量は表 4-1（NEA 資料）の通りである。

地形図の整備状況

予備調査が行われた 13 年 3 月時点では、プロジェクトエリアをカバーする

地形図は 1/10,000 のものしかなく、また 1/500 地形図は取水口、調整池ダム、地下発電所地点の一部をカバーする範囲のものがあっただけである。しかし現在では 1/5,000 地形図が完成しており、1/500 地形図も主要構造物を十分カバーする範囲のものが作成されていた。

地下発電所試掘横坑の進捗状況

予備調査時(2001年3月)の横坑の深度は、計画の420mに対して243m地点で、地下発電所の予定されるドロマイト層到達からはほど遠く、進捗は大幅に遅れている状況であった。その原因は地質が悪いだけでなく、掘削が過大な断面で行われていたことと、横坑の進行方向が劣化した地層に影響されて地層の走向方向に向かっていったことにある。

そこで予備調査時に進行を早めるために、まず地質のよいドロマイト層に早く到達できるよう方向をやや北に振ることと、掘削断面を3m×3mから2m×1.7mに縮小することを提案したのであるが、この提案に沿って現在掘削が行われているところである。

現在の深度は269m(5月10日現在)で、まだドロマイト層には到達していないが、岩質はかなり良くなり支保工なしの進行が可能で、掘削はようやく軌道に乗ってきたところであった。ただ、当初予定の8月末までの横坑掘削完了は不可能な状況である。

調整池周辺の地質状況

ダムサイトの直上流部には直径4mにも及ぶ巨レキが点在し、川は小さいながらもかなり荒れた様相をもっている。

貯水池末端に近い右岸部には幅60~70m、高さ50m、奥行き100m程の大きな地すべり堆積物の存在が確認されたが、これは将来貯水によって脚部が洗われて不安定化するおそれがあるものである。また、河床中央部には、上流部からの砂礫が大量に流出してきている。

(2) 問題点

本プロジェクトの問題点は以下に整理する通りである。

プロジェクト全域をカバーする地質調査は1/10,000スケールで実施されているだけで、水路、地下発電所を含む計画としては(精度が)粗すぎる。全体の地質図は少なくとも1/5,000精度のものが必要である。これまでの地質図(1/10,000)は、ラプテコーラ川やヤングリンコーラ川など大きな川沿いに歩いただけで、十分に地表調査を行って作成されたものでなく、極めてラフなものと思受けられる。

トンネル部、地下発電所空洞部については、さらに詳しい1/1,000ないし1/500の地形図を基にした地質調査が必要である。幸いこの部分をカバーする1/500地形図はすでに整えられており、これを利用することができる。

コネクショントンネルにはMT(マハバラート衝上断層)が横断すると見られている。この断層の規模、性状についてはほとんど何も判っていない。

表 4.1 Quantity of Previous Geological Investigations for KL-3 HEP

Project Structure	Year	Core Drilling		Seismic Refra		In-situ T.		Test Adit		Note
		No	Length (m)	No	Length (m)	Item	Nos.	No	Length (m)	
Khani Intake		B1-1								
Headpond										
Adit-1								TA-1	70	
Adit-2										
Regulating Dam	1988	BD-1	35	SD-1	300	PMT	3			
	1988	BD-2	21.5	SD-3	100	PMT	5			
	1988	BD-3	25	SD-4	75	PMT	4			
Headrace Tunnel					-					
Vertical Drop Shaft					-					
Penstock Tunnel					-					
Powerhouse					-			TA-2	215	
Transeformer Galley					-					
Tailrace Surge Tank					-					
Tailrace Tunnel (up/s)	1988				-	PMT	2			
Vertical Adit (Shaft)	1988				-					
Tailrace T. (dw/s)	1988				40					
	1988				260					
	1988				260					
	1988				115					
	1988				345					
Access Tunnel					-					
Another Area	1988				595	PMT	1			Rapti Intake
	1988				100					Rapti Intake
	1988				200					Rapti Intake
	1988				350					Penstock Tunnel
	1988				100					Powerhouse
Total					2840		15		285	

地下発電所の計画されているドロマイト層の分布位置が想定された所よりかなりずれている可能性があり、計画の位置では発電所空洞は一部粘板岩にかかる恐れが出てきている。また、頼みのドロマイト層の岩盤状況はかなり良好と楽観されているが、その根拠としているのは川沿いの地表露頭からの推定だけで、ボーリングあるいは横坑等で確かめられたものではない。

トンネルや地下発電所空洞部のボーリングによる調査はまだ行われていない。大規模な地下空洞の計画されるドロマイト層の岩質と分布範囲については、計画のもっと早い段階に調査が必要であった。これまでの調査においてQ値^{*1}やGSI値^{*2}を使って岩盤を判定したり、空洞のFEM解析を行っているが、これは岩質や地層の分布が十分把握された段階で行えるものである。すなわち必要な基本データが、実際に岩盤試験を行って得たものではなく、現地踏査と文献資料から推定したものである。地下構造物に対する物性値の判断は、ボーリングや横坑調査のあと各種原位置試験を終えてから可能である。

*¹ 1974年 Barton, Lien, Lunde によって提唱された岩盤強度に関する値。トンネル内の岩盤を支保工タイプと関連付けて評価。

*² 1980年 Hoek-Brown によって提唱された岩盤強度に関する値 (Geological Strength Index)。

ケサディコーラ (Kesadi Khola) に沿って走る MBT (主中央衝上断層) は、弾性波探査 (5 測線、1,380m) とボーリング (3 本、119,75m) によって調査が行われている。弾性波探査での低速度帯 (2,000 ~ 2,250m/sec) は幅が 225m と読みとられているが、断層の実際の厚さはつかんでいない。また 3 本のボーリングでは一部断層部をつかんでいるが、いずれも断層を完全に貫いたものはないので、断層の規模、性状の把握は十分ではない。ケサディコーラ川における河床堆積物は、厚さが 12 ~ 15m で、トンネルの標高は着岩後約 20m 下である。従って、断層部の粘土化が進んでいるとしたら掘削は相当難航することが予想される。MBT についてはさらに電気探査やボーリングによる調査が必要である。

調整池ダムに流入する土石の量を想定する必要があるが、貯水池周辺の地質調査はまだ十分に行われていない。また、航空写真を用いての流域全体の地形解析も行われていない。

調整池ダムの排砂対策は本腰を入れて取り組む必要がある。計画ではダムに排砂ゲートを設ける設計であるが、これがうまく機能するかどうか問題がある。総貯水量が 50 万トンしかない貯水池であるので、一度の大きな水害でもあればそれだけでダムの機能は失われる恐れがある。

4.3 今後の調査方針

(1) MT断層

コネクシオントンネルの上流側坑口から 1.6km 付近の谷部に MT(マハバラート衝上断層)が想定されている。断層の規模、性状を確認するために、少し長めのボーリング(100m程度)が必要である。

(2) 調整池ダム(Regulating Dam)

地質は珪質千枚岩からなるが、岩盤は塊状で良好である。これまでに3本(左右両岸各1本、河床部1本)のボーリングが行われている。

NEA側の計画では、ボーリング6本(230m)、試掘坑2坑(60m)、ブロックせん断試験4個が提案されているが、地質状況が良いのでダムの規模を考え試掘横坑とブロックせん断試験は割愛可能と見られる。

参考：

- 1) 主としてボーリングによる調査が可能とみられ、横坑調査がどうしても必要かどうかは十分検討すべきである。
- 2) ダム軸におけるボーリングはダム天端(EL.598m)より15~20m高い位置から行いたい。
- 3) ダム軸下流20m位の位置のボーリングは、EL.570m~585m付近から行いたい(計4本、120m)。
- 4) 堤し部付近はトレンチによつての岩盤状況確認が可能である。
- 5) ダムの規模から見てブロックせん断試験は必要ないと思われる。

(3) 試掘横坑(Exploratory Adit)

地質図 GEO-201 によれば、計画の地下発電所予定位置は珪質ドロマイトとその下位の千枚岩質粘板岩の境界面から、ドロマイト層側に僅か30~40m入った所と推定される。このため地層の傾斜が70度より緩くなると、地下発電所および地下変電所(設置レベル EL.461m)の地質は、一部問題となる千枚岩質粘板岩にかかる恐れが出てくる。したがって、これらの構造物が岩質良好と期待される珪質ドロマイトの中に完全に収まるかどうか地質分布の再検討が必要である。

参考：

試掘横坑内と地表地質精査のデータから、千枚岩質粘板岩の一般走向および傾斜を出して、横坑掘削中に発電所敷(およそ EL.460m)におけるドロマイト層と粘板岩層の分布状況を掴んでおく。発電所空洞が良好な珪質ドロマイト層中にうまく収納されるかどうか横坑掘削中に逐次チェックする。

(4) 地下発電所

試掘横坑レベルと地下発電所敷レベルの間には約 100m の差があり、発電所の調査は、試掘横坑内からボーリングで行われる。計画では長さ 115m(鉛直)の 3 本のボーリングを、空洞の長軸方向に開かれた横坑に配置して、岩質の良いドロマイト層にうまく発電所が収まるよう検討される。

この 3 本のボーリング孔を利用した調査としては、透水試験、孔内載荷試験 (OYO エラストメーター 200)、ボアホールカメラによる観察が考えられている。

初期地圧 (Initial Stress) 測定については、地下発電所の位置が試掘横坑レベルからおよそ 100m 下であること、空洞の大きさが高さ 24m、幅 12m 程と比較的小さいこと、および発電所地点の両サイドが Rapti 川と Yangrin 川の切れ込みがあるので、初期地圧が単純に地山被りによるものが支配的と見なすことができると考えられること、等からあえて試験を行うことはないとする。

岩盤の物性値 (弾性係数、変形係数) は、ボーリング孔を使った孔内載荷試験 (たとえば OYO エラストメーター 200)、原位置載荷試験、ブロックせん断試験および室内岩石試験から求める。

(5) MBT 断層

MBT は放水路トンネルが Rapti 川支流 Kesadi Khola 川を横断する位置に現れる。トンネルの岩盤被り厚さを確保するために川を横断する区間では、12.3m 下げられている。このトンネル敷 (EL.446m) での破碎幅 (弾性波探査での見かけ幅) は 225m、トンネルの被りは 40m (うち 10~15m が河床砂礫層) と推定されている。

トンネルの実際の被り厚さが 20~25m で、河床面下であることを考えると、断層を貫くトンネル工事はかなりの難航が予想される。これを避けるためにオープン掘削によるカルバートンネル案があるが、両者のコスト比較が必要である。

参考：

トンネル経過地の正確な基盤岩線を掴む必要がある。これにはボーリングが最も確実な方法であるが、電気探査も有効と見られるので、合わせて実施する。ボーリングは重要な個所では断層を十分掴める長さが必要である。なお、断層を掴んでいるボーリング孔では孔内載荷試験 (例えば Oyo Elasto200) を行うと共に、試料を採取して断層材料の鉱物分析も行っておく。

(6) 地質調査全般

計画地の全般的な地質調査は $S=1/10,000$ で行われているが、少し精度が粗過ぎる。 $S=1/5,000$ 程の調査が必要である。

Yangrin Khola 川から導水路トンネル、地下発電所を経て Rapti Khola 川にかけての区域は、少なくとも $S=1,000$ の地質図作成が必要である。

5 章 環 境

5.1 調査結果の概要

(1) ネパール国における EIA の実施プロセス

正式な EIA を実施する場合、住民意見聴取、EIA 実施計画書承認、影響評価調査実施、公聴会開催、縦覧等の一連の手続きを伴い、全体で一年以上の期間が必要である。本件調査で F/S の見直しを行った場合、正式な EIA の手続きを再度実施する必要があるかどうかは、設計変更の規模によるが、最終判断は MoPE (Ministry of Population and Environment) EIA 局による。

(2) クリカニ第 1 発電所(KL-I)およびクリカニ第 2 発電所 (KL-II) の当時の環境問題と現況

MoPE の EIA 局が設立されたのは 1995 年 9 月であり、それ以前に実施された事業については EIA が行われていない。従って、EIA で示される環境影響削減対策 (Mitigation Measures) と実際の現象を比較して、EIA の効果を評価することは困難であった。

(3) NGO の動向

ネパール国の NGO は 6,000 組織を超えている。主要な活動は、住民の教育訓練、シンクタンク及び政府への圧力等であり、基本的には不十分な政府機能を補完することを使命としている組織が多い。

本件調査クリカニ第 3 発電所 (KL-III) の事業実施を伝える新聞公告には、国内だけではなく世界中から意見を寄せることが可能であるが、実際はゼロであり、NGO の関心が低いことを示している。2001 年 2 月 17 日に地元で実施した公聴会には 2 名の NGO が参加しているが、発言はなかった。

本件事業が、KL-II の排水を利用した発電施設であり、本件施設を含めて一体の事業という見方をしている可能性がある。MoPE によれば、NGO の関心は生態系保全よりも、影響を受ける関係住民とその住民が受ける Mitigation Measures に集中しているといい、アクセス道路の整備、地方電化、十分な補償、養殖施設整備、植林の推進のような、住民にとって有効な Mitigation Measures を採択すれば問題はないと言っている。

(4) 送電線の EIA

ネパールの環境保護法では 66KV を越える送電線の建設には環境影響評価 (EIA) が必要となる。現時点でクリカニ第 3 発電所の送電線に係る EIA が未実施である。

一般的にネパール国では EIA の実施からその承認まで 1 年以上を要する。NEA (Nepal Electricity Authority) 側は既設の鉄塔に新たに 132KV の送電線を追加し、送電する計画であり、環境保護法の定める「66KV を越える送電線の建設」には当たらないと考えている。また、発電所から既設の送電線に接続するために新設する約 500m の電線についても発電施設の一部であると考えており、送電線に係る EIA は必要ないとの判断である。ただし、EIA 法に係る細則については MoPE にも確認が必要であることから、NEA は本格調査の段階で送電線に係る EIA が必要か否かを明確にする予定である。

(5) 情報公開

本プロジェクトは、NEA が実施した EIA の段階で関連住民に情報公開されているが、NEA および日本側ともに更なる情報公開が重要であるとの認識から、JICA 調査時においても随時、NEA 主導で情報を公開していく予定である。

(6) 世界ダム委員会報告との整合

NEA のみならず、環境省もネパール国世銀事務所も報告内容を容認していない。世界ダム委員会 (WCD: World Commission on Dams) が 15m 以上のダムを「大型ダム」と規定し大規模ダムと同一に論じていることに反対している。特に、ネパールでは小規模な水力を今後も数多く建設したいと考えており、その点で WCD の考えは受け入れがたいとしている。NEA は WCD フォーラムのメンバーであり、マニラ本部での会議に出席して反対の意見を述べている。

しかし、JICA 及び JBIC としては、WCD の報告を完全に無視することは出来ない。特に、Ecosystem に対する影響については予測・評価の必要がある。その点、本件事業に係る EIA では、生態系分野の影響予測がほとんどなく、特に昆虫や水生生物の調査・影響予測・評価はほとんど実施されていない。

(7) 本件事業 KL-III のドラフトファイナル EIA 報告書

影響予測 (Potential Environmental Impact)

社会・経済環境と文化 (Socio-economic and Cultural Environment) 及び物理的環境 (Physical Environment) については良く書かれているが、生物環境 (Biological Environment) については十分ではない。植物については、コドラート法を採用して現地調査を実施しているが、動物については資料調査が多い。また、哺乳類、鳥類、魚類、両性・爬虫類の調査結果はあるが、昆虫類や水生生物類の調査は行われていない。

影響削減計画 (Mitigation Measures)

ただ書いているだけではないかと疑われる部分もある。たとえば、工事中の dust の問題では、建設機材リストに散水車や水槽トラック等の記載がないし、工事中の濁水対策についても具体的な記述はない。

影響監視計画 (Monitoring Plan)

モニターするには、影響がどの程度になったら、対策を実行するのかを判断すべき基準が必要である。例えば、ある基準を超えた場合には工事を中断する等の基準である。しかし、当該 EIA 報告書には一切の基準がない。ネパール国には環境基準に類するものがないが、モニターには基準が不可欠であり、EIA の中で設定すべきであろう。

(8) 現地踏査結果

取水施設予定地 (カニ川 Khani Khola)

現在の計画では、取水施設からラプティ川 (Rapti Khola) までの約 200m の河床は乾期には干上がることになり、この間の水生生物は壊滅的な影響を受ける可能性がある。しかしながら、影響を受ける水生生物は、周辺地域全体の生息数に対して極めて僅かであると考えられる。現状でも乾期のカニ川の流量は少なく、また、予定地上流には砂防ダムが建設されており既に魚類の遡上が妨げられている。したがって、この約 200m の間に貴重な生態系が存在している可能性は極めて薄く、この地帯が上・下流の生態系と密接に関連している可能性も少ないと思われる。

表 5 - 1 カニ川の概要

流域面積	平均流量	90%超過流量	最大流量	計画維持流量
23 km ²	0.78 m ³ /s	0.23 m ³ /s	1.50 m ³ /s	0 m ³ /s

出所：KL-III ドラフトファイナル EIA 報告書

ダム建設予定地および水没地 (ヤンラン川 Yangrang Khola)

ダム建設予定地および水没地は、1) 植生のない河床、2) 畑、3) 灌木または疎林で構成されている。ダム建設に伴い失われる植物資源の量は僅かであると考えられる。また、水没地内に貴重な生態系が構成されている可能性も極めて薄い。ヤンラン川は乾期の流量が極めて少なく、この河川独自の貴重な水界生態系が構成されている可能性も少ないと思われる。計画地周辺の土地利用は傾斜が緩やかなところでは畑、急なところではサ

ラソウジュの混合林であり、この地域のもっとも一般的な土地利用パターンである。乾期の維持流量として NEA による環境影響評価報告書では、0.05m³/s が推奨されている。この数値については本格調査の段階で十分に検討される必要がある。

表 5 - 2 ヤンラン川の概要

流域面積	平均流量	90% 超過流量	最大流量	計画維持流量
7.6 km ²	0.35 m ³ /s	0.07 m ³ /s	0.50 m ³ /s	0.05 m ³ /s

出所：KL-III ドラフトファイナル EIA 報告書

放水施設（ラプティ川 Rapti River）

放水施設建設予定地は主に畑である。放水施設下流の川幅は十分に広く、放水を知らせる警報装置などが設置されれば、放水による人的災害は防止できると思われる。

（9）ローカルコンサルタントの調査実施能力

KL-III 及び Kaligandaki-A の EIA 報告書の内容からみて、ローカルコンサルタントの調査実施能力は十分にであると判断される。尚、ネパールの環境専門家（コンサルタント）の多くは特定の会社に所属しておらず、複数の会社に登録し、業務単位でその会社に採用され、報酬を受けている。

5 . 2 ネパール国における EIA 制度

ネパール国の EIA は、環境保護法(Environmental Protection Act, 1996, amended in 1997)、環境保護規則 (Environmental Protection Rules, 1997) 及び EIA ガイドライン(National Environmental Impact Assessment Guidelines, 1993)に基づいて実施されている。特に、環境保護規則に EIA の詳細が規定されている。

（1）EIA 対象事業

環境影響評価は、事業規模によって IEE (Initial Environmental Examination) だけで完了するものと EIA を実施しなければならない事業に区分されている。因みに水力発電関連の事業については以下のように規定されている。

IEE 対象事業

- 1) 3KV から 66KV の送電線建設
- 2) 1MVA から 6MVA の地方電化事業

3) 1MW から 5MW の発電事業

EIA 対象事業

- 1) 66KV を超える送電線建設
- 2) 6MVA を超える地方電化事業
- 3) 5MW を超える発電事業
- 4) 1MW を超えるディーゼル発電及び火力発電事業

(2) EIA 手続きの特徴

事業者は、まず第一に事業の内容を全国紙に掲載し、環境影響に係る各方面の意見を募ると同時に、地元の村落開発委員会 (Village Development Committee: VDC)、地方自治体、学校、病院、保健所、その他関連施設に対して、15 日の期限を切って意見を募る義務がある。これを Public Notice と呼んでいる。意見を述べられるのは、関係者のみならず、国内はもちろん国外在住者も可能である。

次に、事業者は、寄せられた意見を基に予測される環境影響を考慮して、EIA の SCOPE を決めるための申請書を MoPE へ提出する。MoPE は EIA 調査の SCOPE と TOR を審査するために、各省庁職員及び専門家からなる「EIA 審査委員会 (EIA Review Committee)」を召集する。SCOPE あるいは TOR に問題があれば修正を指示するが、承認されると、事業者は本格 EIA (Final EIA Study) に着手することが出来る。本格 EIA の過程で事業者は地元説明会 (Public Hearing) を実施して住民の意見を求めなければならない。本格 EIA が完了し報告書が提出されると再度 EIA 審査委員会が召集され審査が行われる。EIA の内容が専門的で審査が困難な場合には、大学や研究所或いは個人の専門家を集めて審査を行う。

MoPE は、審査後に全国紙に EIA 報告書が提出されていることを公告し、30 日の期限付きで一般の意見を募る。MoPE は、これらの意見を反映しても重大な影響がないと判断した場合に事業実施を承認する。この承認は、本格 EIA 報告書の提出から 60 日以内に実施されなければならない。以上の手続きは、法的には数ヶ月で完了することになっているが、実際は、概ね一年を要するので注意が必要である。

当該プロジェクトの場合は、既に諸々の手続きを完了し、最終的な EIA 報告書も完成しているので、これを MoPE に提出すれば、制度上は約 2 ヶ月で事業実施の認可がおりる予定である。しかし、実際には 2 ヶ月で事業認可が

おりるケースは少なく、6ヶ月程度、要する場合もある。今後、JICAによるF/Sの見直しが行われた場合、大幅な計画変更がなければEIAの手続きは不要であるが、重大な変更（例えば、計画予定地の一部が現在の予定地以外の場所に変更される等）があった場合には、EIA手続きのやり直しを要求される可能性がある。その判断はMoPEが行うため、設計変更内容が明確になった時点で、早めにMoPEに相談する必要がある。

5.3 当該プロジェクト「クリカニ第3発電所」のEIA

当該プロジェクトのために計画されたEIAのTORによると、以下のような環境影響項目が選定されており、項目数が多い。社会・経済・文化に係る影響評価は比較的具体的に実施されているが、自然環境分野に関しては、一般的な記述が多い。例えば、事業を実施する予定区域内で哺乳類が目視されているが、これらの哺乳類は本来、別の山中に生息し、餌を捕るために計画地に出現したものであるから事業実施による影響は少ないとしているが、「別の山中」の調査は実施されていないため、実際にその哺乳類が別の山中に生息しているかどうかは確認されていない。

(1) 社会的・経済的・文化的環境

工事中

健康 ・
 労働者の健康と
 飲料水供給
 利害 ・ 法 ・ その
 文化財へ 影響
 情報伝
 ジェン
 酒 ・ 賭博 売春
 土地収用 補償と
 地元民の経済現
 雇用と経済の活
 人口流
 住民意識 (既存I,KL-II発電所に対する)
 KL-I、KL-II発電開発事業の補償と移転の評価
 教育

供用中

農産物生産

水 利 用 溉 施 設 ・ 水 利 権)
放 流 水

(2) 物 理 的 (天 然) 環 境

工 事 中

局 地 気 象 大 気
土 壤 悪
土 地 利 用 喪
採 石
残 土 処
地 す べ り ・ 斜 面
廃 棄
水 質 変
表 層 土 壤 侵

供 用 中

流 域 状
水 文 と 土 積
Indrasarowar 貯 水 池 (KL-I 発 電 所)
洪 水 ・ 自 然 害

(3) 生 物 環 境

植 物 ・ 森 林 資 源

a. 工 事 中

用 地 の 伐 採 に よ る 植
薪 炭 ・ 木 材 の 需
木 材 目 的 以 外 の

野 生 生 物 ・ 生 物 多 様 性

a. 工 事 中

生 息 地 の 喪
工 事 喧
労 務 者 獵 と 密 獵

魚 類 ・ 水 生 生 物

a. 工 事 中

工 事 喧
水 文 と 土 積
漁 業

b.供用中

魚 類 移
水 量 の
魚 類 の
漁 民

(4) プラスの影響

地 方 電

Sanutar へのアクセス道路による経済便益

集 落 開 発 画

集 落 森 林 画

IndraSarowar 貯水池と養殖開発

将 来 発 展 可 能

職 業 訓

また、EIA 報告書の構成は以下のとおりであるが、代替案、環境影響削減対策、環境管理計画、モニタリング及び環境監査に係る記述が義務付けられており、特に環境管理計画を策定して工事の管理を行い、モニタリングを実施する部分が特徴的である。

EIA 報告書作成者

要 約

前 書

事 業 内

環 境 の

影 響 内

代 替

環 境 影 響 削 減

環 境 管 理 画

関 連 法 規 免 責

モ ニ タ リ ング

環 境 監

結 論 と

参 考

別 添 資

要 約 (ネ パール

5.4 JICA 及び JBIC の環境ガイドラインとの比較

(1) JICA 開発調査環境配慮ガイドライン(ダム建設)

JICA ガイドラインの環境項目は表5-4に示すとおりであるが、NEA が実施している EIA の内容をこれと比較すると、生物圏の「水生生物」及び「生態系の破壊」に係る分野の調査が十分ではないように見受けられる。また、社会環境の「景観」や保健状況等の「水域関連の疾病等の発生・伝播」の予測項目も加える必要がある。

(2) JBIC の環境ガイドライン

JBIC のガイドラインの概要は下表に示すとおりであるが、特徴は、影響に対する「環境保全計画」や影響を軽減する「所要の措置」を講じなければならない点である。例を挙げれば以下のような計画が F/S の過程で検討されなければならないとしている。NEA が実施している EIA の内容をこれと比較すると、各種の「計画策定」の部分が十分ではないと見受けられる。例えば、NEA の EIA で述べられている Mitigation Measures は、一般的な留意事項が多く、やや具体性に欠けている。実際に影響が低減出来るように計画を設計に反映させることが必要である。

水	質	悪	化	を	防	止	す			
植	生	保	全	策						
緑	化	計	画	策						
貴	重	種	保	護						
維	持	放	流	量	設					
文	化	財	保	護						
水	を	媒	介	と	す	る	防	病	気	の
工	事	中	の	濁	水	防				
モ	ニ	タ	リ	汚	染	等	t.c.			

表 5 - 3 JBIC 環境ガイドライン

公害	1. 貯水池及び下流の水質(水温を含む)の悪化
自然環境問題	1. 施設の設置及び利用による生態系への影響
	2. 景観への影響
社会環境問題	1. 施設の設置による歴史的・文化的遺産への影響
	2. 既設インフラストラクチャーへの影響
	3. 住民移転等
	4. 交通への影響
	5. 他の下流水利用への影響
	6. マラリア等の虫及び水を媒介とする病気の発生
その他	1. 建設工事中の環境影響
	2. 環境モニタリング

5.5 世界ダム委員会報告が指摘する環境問題との比較

世界ダム委員会報告では、生態系への影響を事業者が最小限に抑えるための方策として以下の5原則を挙げている。

(1) ダムによる影響が予測される場合のダムに代わる事業の選定

大型ダムによる生態系への影響を避けるためには、まず第一にダムを建設しないという代替案の検討が必要であり、オーストリア、フィンランド、フランス、ノルウェイ、スウェーデン、スイス、アメリカ、ジンバブエは原則的にダムを建設しない方向で考えている。

(2) ダム建設が決定した後の設計内容の変更によって影響を最小限に抑える対策の検討

良いサイトを選定すること(例えば河川の本流に大型ダムを建設しない等)、及びより良い設計をする等で影響を最小化できる。

(3) 設計や運転計画に導入して、生態系への影響を許容できる程度まで削減できる対策の検討

各国がEFR (Environmental Flow Releases 維持放流量：年平均流量の10%確保)方式を採用している。時々洪水を起こさせることも必要である。これまでの例では、環境対策の20%が効果をあげ、40%が機能せず、残り40%が幾分効果を挙げている程度である。結論的には効果が少ないと言える。

(4) それでも避けがたい影響の代償として、ダム上流域や他の場所での生態系の特性を強化する対策の検討

“ in-kind(同種類の対策)”、“ out-of kind(異なる種類の対策)”、“ in-basin(同流域内で実施する対策)”、“ out-of basin(流域外で実施される対策)”の4種類がある。

(5) 水辺の生態系を復元する対策の検討

アメリカやフランスのダム撤去の例があるが、堆砂の処理が難しい。

以上のように、世界ダム委員会の基本的な姿勢は、ダムの建設を極力避ける方向で検討されており、これと整合を図るのは相当に困難を伴う。

幸い、当該プロジェクトで建設される貯水池は、ダム委員会が危惧するような地球温暖化に影響を与える大規模なものではない。また、既に発電水力として利用した排水の再利用であり、新規の開発と比べれば影響の程度は小さい。さらに、各種施設が地下式になるため現地形の大幅な改変も避けられる。しかし、JICA 及び JBIC のガイドラインとの比較の項で既に述べたように、現在 NEA が実施している EIA は生態系への影響に十分な配慮がなされているとは言い難い。例えば、現在の水量がほとんどなくなると予測される、計画貯水池の下流河川では、現在、昆虫や水生生物が多く見られるが、その現地調査は行われていない。これを実施しておくことが必要である。

5.6 環境予備調査結果

JICA 環境影響ガイドライン「XVIダム建設」に従い、環境予備調査を行った。環境予備調査は本来、環境影響のスクリーニングおよびスコーピングを行う目的で事前調査段階に実施される環境調査であるが、本プロジェクトについては現時点ですでにネパール側 (NEA) の環境影響評価 (EIA) が終了していることから、この EIA 報告書の評価結果、現地踏査や関係者からの情報などを JICA ガイドラインの環境項目別に整理および再評価し、環境予備調査結果とした。環境予備調査結果を表 5 - 4 に、また NEA による EIA 報告書の中で環境影響を総括的にまとめている環境影響マトリックス(日本語訳)を表 5 - 5 に示す。

表 5 - 4 環境予備調査結果

1/2

環 境 項 目			評 定	根 拠	
社会環境	人口	1	地域内人口分布の変化(少数民族問題を含む)	B	建設時に工事労働者が流入する。
		2	移転	B	生活基盤である農地が失われることにより、移転が必要となる世帯が発生する可能性がある。但し、所有地の50%以上を失う世帯はない。
	産業	3	農林業	B	40世帯、10haの農地が買収され、穀物生産量が年間約29.2トン減少する。
		4	水産業	C	建設工事が水生生物へ影響を与え、また、工事労働者により魚類捕獲量が増加する可能性がある。但し、周辺住民に専門の漁民はいない。
		5	2次産業(鉱業、鉱山資源を含む)	D	プロジェクトサイト近くにヘタウダ・セメント工場の採掘場がある。
		6	3次産業(観光、レクリエーション含む)	×	プロジェクトサイト周辺に観光施設はない。
	コミュニケーション	7	地域分断(少数民族問題を含む)	D	プロジェクトから利益(用地買収費、雇用、電力)を得る住民と利益が得られない住民が発生する。
	交通	8	陸上交通への影響	C	工事現場は幹線道路に隣接しているため、工事車両により渋滞が発生する。
		9	水上交通への影響	×	水上交通は行われていない。
	水域とその利用	10	水利権・漁業権等への影響	C	Saunutar地区の灌漑施設が消失する。その他の水利権や漁業権については調査が必要である。
	保健状況等	11	水域関連の疾病等の発生、伝播	D	マラリアなどの水性・昆虫媒体の疫病が増加する可能性がある。
		12	工事中の衛生環境の悪化	C	建設キャンプからの廃棄物や排水により衛生状態が悪化する。
	景観	13	景観の悪化	×	環境配慮の対象となる景観はない。
	文化財等	14	文化財への影響	×	環境配慮の対象となる文化財はない。

		環境項目		評価	根拠		
自然環境	地	地象	15	誘発地震等への影響	×/D	誘発地震を引き起こすような大規模な貯水池は発生しないが、地質の確認は必要である。	
		地形	16	斜面崩壊	B	アクセス道路や調整池で発生する可能性がある。特に調整池については十分な調査が必要である。	
			17	背水領域堆砂	B	調整池となる河川の通常の流量は僅かだが、豪雨後は濁流となることが予測される。	
			18	下流河道への影響	C	河川の流況は変化するが、それに伴う下流域の明確な地形変化は発生しないと想定される。	
			19	海岸への影響	×	海岸からは遠く離れている。	
		地質	20	土壌侵食	B	傾斜地であり、降雨強度も大きいことから、工事に伴う植生除去や切土工により浸食が進む可能性がある。	
			21	土壌汚染	C	建設キャンプからの廃棄物や排水により土壌が汚染される可能性がある。	
		水	水象	22	流域変更	D	クリカニ計画全体についての水文解析が必要である。
				23	地下水への影響	D	導水トンネル建設が帯水層に影響を与える可能性がある。
	24			流況変化	D	ヤンラン川(2km)、カニ川(200m)で流量が大きく変化する。詳細な水文解析が必要である。	
	水質		25	水温変化	×/D	調整池の温度成層は発生しないと思われるが、確認の調査が必要である。	
			26	富栄養化	×/D	調整池の富栄養化は発生しないと思われるが、確認の調査が必要である。	
			27	濁水	B	工事に伴い濁水が発生する。	
	底質		28	底質組成変化	C/D	調整池、ヤンラン川(2km)、カニ川(200m)で底質組成変化が発生する可能性がある。底質変化が及ぼす影響について調査が必要である。	
	生物		植物	29	植物への影響	C/D	影響を受ける植生は、疎林およびブッシュ地帯の1.66haである。更なる調査が必要である。
			動物	30	動物への影響	C/D	影響を受ける動物相は限られている。更なる調査が必要である。
		水生生物	31	水生生物への影響	B/D	影響を受ける水生生物の範囲は限られている。更なる調査が必要である。	
		生態系	32	生態系の破壊	C/D	影響を受ける生態系は範囲も限られている。更なる調査が必要である。	
	気	大気	33	大気汚染	B	工事車両の通行によりダストが発生する。重機やコンクリートプラントの稼働により排気ガスが発生する。	
			34	小気候変化	×	気候の変化をもたらすような大規模な施設は発生しない。	
		悪臭	35	悪臭物質の発生	×	悪臭を引き起こすような行為はない。	
		騒音・振動	36	騒音、振動の発生	C	建設工事に伴い騒音や振動が発生するが、工事現場は住宅地から離れているため影響を受ける住民は限られている。	

A：重大なインパクトがある B：中程度のインパクトがある C：小程度のインパクトがある

D：不明（検討する必要あり） ×：インパクトは考えられない

表5 - 2 NEA による EIA 報告書の環境影響マトリックス

プロジェクト フェーズ/活動	影響	評価			ミチゲーション	責任者
		規模	範囲	期間		
建設時：社会・経済環境						
用地取得	10 ha の土地の減少および影響世帯への身体的ストレス	M	L	L	影響世帯へのより良い補償 (NRs. 5,410,860)	プロジェクト・マネージャ (PM)
借地	収入・農業生産量の減少	L	S	M	灌漑耕作地の最小限の利用	PM
地元住民の雇用	地域に対するプラスの影響	H	L	M	影響世帯、地元住民の優先的な雇用	PM、コントラクター
建設労働者の流入	人口構造変化	L	L	S	地元住民の優先的な雇用	PM、コントラクター
情報の流出	情報流出に係る影響および法律・秩序的問題	L	L	M	インフォメーション・センターの設立および情報公開	PM、環境ユニット (EU)
ジェンダー問題	主に下請け業者による雇用や賃金差別	L	L	M	同種作業における男性と同等な賃金	PM、EU
職業上の健康・安全	事故に由来する建設現場の危険性	M	S	M	ヘルメットやメガネ、ブーツ、耳栓などの安全装備の提供	PM、コントラクター
稼働時：社会・経済環境						
地方電化	地域に対するプラスの影響	M	L	L	未電化地区への電力供給	PM
プロジェクトの実行	年間 Rs. 56,460 万の資金の発生	H	N	L	スケジュールにそった計画の実施	NEA
地元住民の雇用	稼働時における一部地元住民の雇用	M	L	L	稼働時における可能な限りの地元住民の雇用	PM
Saunutar 灌漑水路	Saunutar 地区の灌漑施設消失による農業生産への影響	H	L	L	ヤンラン川水の流用に先立って代替用水を提供	PM
用地取得・耕作地の減少	穀物 29.2 トンの減少	M	L	L	灌漑耕作地の最小限の取得	PM、EU
建設時：自然環境						
斜面切土および掘削工事	土木工事による脆性斜面の不安定化	M	S	M	特にアクセス道路における最低限の切土工事	コントラクター、PM、EU
車両の移動・コンクリートプラントの稼働	大気汚染の増加	L	L	M	乾燥した地表への散水、車両などの機械の適切な維持管理	コントラクター、PM、EU
廃棄物	管理されずに放置された建設資材やキャンプからの廃棄物による土地や水質の悪化	L	L	M	廃棄物管理計画の作成と実施	コントラクター
掘削工事に伴う 150,000m ³ の捨土の発生	約 75,000m ³ の捨土砂処理に伴う水質汚濁の増加	H	L	M	捨土砂の建設工事への利用、侵出防止のための蛇籠や保護システムの設置、捨土砂処理のための適切な土捨て場や採石場の利用	PM、コントラクター

プロジェクト フェーズ/活動	影響	評価			ミチゲーション	責任者
		規模	範囲	期間		
稼働時：自然環境						
自然災害	自然災害発生によるプロジェクト構造物への影響	L	N	L	各種自然要素に対処した構造物・施設の設計	PM
発電所の稼働・水文	急激なピーク放水による水文的な影響、歩行や水浴、釣りなどの活動の侵害	M	L	L	警報サイレンによる下流の利用者への通知	PM
建設時：生物環境						
サイトの植生伐採	1.66haの植生の消失	M	S	L	植林計画の実施	コントラクター、PM、EU
間接的な活動	燃料や木材のための森林資源の採取や樹木の伐採	L	L	M	共同の炊事場やキャンプ施設の提供	コントラクター
プロジェクト構造物・施設の建設	生息地の減少、移動の妨害、攪乱	M	L	M	Bokedaha 森林管理計画の実施、攪乱した地域への植林	EU、NEA
膨大な労働力による影響	狩猟や密漁の増加	L	L	S	環境保護に対する意識改革、プロジェクトサイトにおける狩猟・密漁の禁止	コントラクター、PM、EU
ヤンラン川のダム建設およびカニ川の取水施設建設のための一時的な転流	一時的な河川流況の変化と巨礫除去による産卵場所と安住性・準安住性種の回遊への影響	L	L	M	採石のための河床巨礫の最小限の利用	PM、コントラクター
労働力の雇用	釣りの増加	L	L	S	労働者による釣りの禁止	PM、コントラクター
稼働時：生物環境						
施設の稼働	永久的な周辺動物層への悪影響	L	S	L	最小限の車両使用および夜間照明	PM、コントラクター
ダムと発電施設の稼働	水位変動による下流の魚類・水生生物への影響	L	L	L	(必要としない)	PM
	ヤンラン川(2km)、カニ川(200m)の河川生態系に対して大きな影響を与える流量の減少	M	L	L	ヤンラン川における0.05m ³ /sの維持流量	PM

規模

M：中程度

H：重大

L：小程度

範囲

S：サイト限定

L：プロジェクト・エリア内

N：プロジェクト・エリア外まで

期間

S：短期間（サイト限定）

M：中期間（建設期間）

L：長期（稼働期間）

6章 本格調査の概要

6.1 本プロジェクトに係る NEA の計画

クリカニ第 3 発電所開発計画はクリカニ川にあるクリカニ第 1 貯水池で調整された水を、流域の異なるラプティ川に位置するクリカニ第 1、第 2 の発電所を経て、取水し発電しようとするもので、カスケードによる水力開発の最後を締めくくるプロジェクトと位置付けられる。クリカニ第 1 発電所はネパールで唯一貯水池を持つ発電所で年間の流量調整が可能な発電所であるが、調整池を持つ第 3 発電所により、更に、このカスケードプロジェクトの流量調整能力は増加し、ネパールのピーク電力供給に大いに寄与することが期待される。

NEA によるこの地点の計画検討は、1988 年から始まり、当初は第 2 発電所と同様の考えで上流の発電所の既に調整された放流水を直接取水し、流れ込み式で発電した後ラプティ川へ戻す計画であった。しかし、冬期ピーク時間帯の電力不足が逼迫してきていることから、発電出力を上げるため水路途中に調整池を設け、また、放水路を伸ばしヘッドを稼ぐなどの変更を加えた。さらに、1993 年の洪水による第 1 発電所貯水池が被害を受けたことから、将来の自然災害からの被害を軽減する意図で構造物を地下式とする現在の案が 1997 年に策定された。現在の計画は 42MW の設備出力であるが、これまでに 14MW、16 MW、38MW の案が計画されている。

NEA の最新計画である 42MW 案は、クリカニ第 2 発電所に繋がる取水口、長さ 3,470m の連絡トンネル、堤高 45m の調整池ダム、長さ 350m の導水路トンネルと落差 118m のドロップシャフト、地下発電所、長さ 2,100m の放水路の構造物からなる。また、電力は既設送電線でヘタウダ市へ送られる計画である。

第 3 発電所の調整池は、約 50 万 m^3 の容量を持ち、総延長約 4 km の水路途中に調整池を持つ。すなわち、第 2 発電所の放流水を 24 時間取水し貯留することによりピーク時間帯に一挙に水を供給することができ、より大きい出力の電力をピーク時間帯に供給することができる。NEA の計画では、ピーク時間を 4 時間とし、最大取水量 $15.3m^3/s$ を調整池で調整し、最大 $40.14m^3/s$ をピーク時間帯に発電のため放流することができるとしている。調整池は、流域面積約 $7km^2$ の小さな荒れ川にあり、また、地滑り地帯があることから、他の流域と同様、堆砂が問題になるであろう。堆砂対策として、NEA は高さ 45m の重力式ダムに排砂門を設ける計画としているが、効果については疑問が残る。

地下式発電所の計画されている山の基盤岩はドロマイト、粘板岩質千枚岩、および、珪質粘板岩で構成されており、特に粘板岩質千枚岩は岩質が劣ってい

る。発電所は岩質が良好とみられるドロマイト層に計画されているが、その分布位置を正確に知る必要がある。このため、NEA は試掘横坑を発電所位置まで計画している。本格調査団はその横坑においてボーリング、原位置試験を実施することによりドロマイト層の分布と性状を把握する計画である。しかし、平成 13 年 5 月末現在、NEA による試掘横坑は、発電所位置まで到達していない。

地下式発電所に隣接する放水路サージタンクから続く放水路は、発電水頭を約 20m 得るためキセリ川底を横断し、約 2 km 下流に延ばされている。キセリ川に沿って主境界衝上断層 (MBT) が走っており、横断に際しては慎重な施工計画が必要である。

以下にカスケードで開発されているクリカニの各発電所の主要諸元を示す。

諸元	単位	第 1 発電所	第 1 発電所	第 3 発電所 計画
流域面積	km ²	126		
平均河川流量	m ³ /s			
可能最大洪水量 (PMF)	m ³ /s	2,720		
設計洪水量	m ³ /s	1,380		
貯水池総容量	m ³	85.3 x 10 ⁶	1,800	500,000
貯水池有効容量	m ³	73.3 x 10 ⁶		
貯水池水面積(HWL 時)	km ²	2.2		
HWL	EL. m	1,530	911	598.00
LWL	EL. m	1,476	907	580.00
最大使用水量	m ³ /s	13.1	13.3	40.1
相対落差	m	550	284.1	120.0
最大設備出力	MW	60	32	42
年間発生電力量	GWh	165	104.6	49.965
ユニット数	ユニット	2	2	3
水車タイプ		縦軸ペルトン	縦軸フランシス	縦軸フランシス
ダム高さ	m	114		45
導水路 (径 x 長さ)	m	2.5 x 6,233	2.5 x 5,848	3.25x3,470:connection 4.5x475:headrace
サージタンク (内径 x 高さ)	m	3 x 92	3 x 44 :Shaft 5 x 45(L):Chamber	地下式 放水路サージタンク 38x10x14.5
ペンストック(DxL)	m	2-1.5 x 1,324	2.1-1.5 x 843	ペンストック・トンネル 3.25-1.4 x 100
放水路 (W x H x L)	m	3.1x2.64x1,013	2.9x2.9x261	放水路トンネル 4.5 x 2,100

6.2 水力発電計画

(1) 計画の妥当性評価

当計画は、夜間の電力の負荷に対してピーク発電を行う計画である。中央給電所における実績データによれば、近年、冬期ピーク時間帯において電力の需給状況が、計画停電を実施するなど、逼迫してきている。一方、NEA の System Planning Department による 2007 年度までの電力需給計画では、現在のこの電力需給状況は、2002 年初頭に投入が予定されているカリガンダキ A 水力発電所により一時的に小康状態となるが、この間に需要が伸び 2007 年度冬期には、再び、供給が需要に追従できない状況となることを予想している。これらのデータより、現在の状況からピーク対応の電源が必要であることは理解できるが、この電力需給計画が 2007 年度までの計画と短期であることから、カリガンダキ A 完成後の需給バランスからなぜクリカニ第 3 水力発電所が必要になるか説得力に欠ける。収集した既存のデータを整理・分析し、また、新に電力需要予測を実施し、調査の初期段階で本計画の必要性を検証し、計画の妥当性を明らかにしなければならない。

(2) 計画案の検討

クリカニ第 3 水力発電所は 1988 年以降、NEA により 14MW、38MW、42MW の案が計画された。この内の最新の計画案は 42MW 案で、水路途中に調整池を設けてピーク時の出力増を図っている。しかし、この計画案は以下に挙げる 3 つの大きな問題を持っている。したがって調査の初期段階において、NEA が過去に実施した計画案を比較検討し、42MW 案が最適な案かどうかを検討する必要がある。最適案でないと判断された場合には、案の見直しを行い適切な計画案を提案しなければならない。

調整池についての検討

42MW 案の計画は、1993 年の土石流災害の経験から、調整池以外の施設を地下に配置している。さらに、調整池のコンクリート重力式ダムに 2 門の排砂門を設けるなど、堆砂に対する工夫がなされている。しかし、総貯水容量 70 万 m³ の調整池は、例えばクリカニ貯水池と同じ比堆砂量 (約 10,000 m³/km²/年) として単純に算定した場合、10 年未満で満砂することになる。そのために排砂門が設けられているが、予想される堆砂材料の粒径分布とその量を考えると、機能するかどうか疑問である。ダム直上流には、排砂門の形状 (矩形: 3m x 3.5m) に匹敵する巨石が散在しており、また、調整池上流右岸には地滑り地帯が存在する。これらの現地の状況を考慮し、調整池としての機能を維持できる確実な対策

の検討が必要である。また、排砂および地滑り対策等に要するコストを建設費に計上し、計画全体の経済性に配慮する必要がある。

地下発電所の位置について

地下発電所は、発電所本体のみでなく放水路サージタンク等の空間も必要となる。このため、地下発電所地点周辺の岩質と分布の状況把握が重要となる。現地踏査時における発電所予定地点上部の調査横坑の視察ではドロマイト層と粘板岩の互層が観察されている。特に後者は岩質が劣るため、構造物の空間としては適していないと考えられる。したがって、調査の初期段階において地質地表踏査を実施し、調査横坑の掘削結果と併せて地下発電所地点周辺における岩質と分布の予測が必要である。

放水路ルート of 検討

NEA 計画の放水路ルートは主境界衝上断層 (MBT) を横断することになっている。しかし、トンネルにしる蓋渠にしる大規模工事となることから、調査開始時に MBT を横断しないルート (放水路トンネル吐口を上流に移設) また別ルートでの横断案等との比較検討を実施し、最適放水路ルートを確認する必要がある。

(3) 最適水力発電計画の策定

上記の検討を行い最適な計画案を策定し、それに基づいた地質調査を実施する。発電計画は、地中構造物が多いことから地質条件を十分に考慮した計画とし、Kaligandaki-A の運開の遅れについての事例も参考にした実施計画を策定する。

さらに、取水量、最大使用水量、調整池規模、ピーク時間など主要諸元をパラメータとした水力発電シミュレーション・スタディにより、クリカニ第 3 水力発電開発計画の最適開発規模を決定しなければならない。

(4) 最適電源開発計画とクリカニ第 3 発電所の最適投入時期の検討

日間の負荷変動を含めた電力需要予測、IPP、隣国からの電力融通、および、自家用を含む既設および計画中の発電所のデータ (設備出力、事故率、設備利用率、発電コスト等) を収集し、需要予測に合致し、かつ、最も経済的となる最適電源開発計画を策定する。策定に際し、シミュレーションモデルを導入し、これにより、クリカニ第 3 水力発電所の最適投入時期を求める。

6.3 地質

(1) 調査地点概要

計画ではクリカニ第2発電所より放出された水は直下流に設ける取水口で受けて、長さ3,470mの連絡トンネルを経て堤高45mの調整池ダムへ導水される。一旦ダムに貯留された水は長さ350mの導水路トンネルと落差118mのドロップシャフトを経て地下発電所へ送られる。発電を終えた水は長さ2,100mの放水路によって、ラブティ川へ排出される。発生電力は長さ約6kmの送電線でヘタウダ市へ送られる計画である。したがって、地質調査の対象となる箇所は取水口地点、連絡導水路トンネル、ダムサイト、貯水池およびその流域、導水路トンネル、ドロップシャフト部、地下発電所地点、放水路トンネルおよび一部送電線鉄塔基礎である。

(2) 調査の内容

1) 事前に調査確認すべき点

貯水池周辺および集水地域山腹の安定性と土砂の排出問題

流出土砂の推定にはダム流域の航空写真による地形解析と地質調査が必要である。航空写真は1/40,000のものがあるようであるが、さらに精度のよいものがないかどうかを確認する。

ダム流域部の広域地質調査は地質分布、地質構造と地すべり地や崩壊地の関係が十分判るように1/10,000スケールの地形図を用いて行う。このスケールの地形図は既にあるということであるが、ダム流域全体をカバーしているかどうか確認が必要である。また、不足している所があればNEA側で図化してもらえるかどうかを確認する。だめな場合は市販の1/25,000地形図を拡大して使う。

地下発電所地点の試掘横坑の進捗状況管理と枝坑設置位置の決定

地下発電所地点に対する本格調査はボーリング工事、原位置試験等からなり、これらはNEAで行われる試掘横坑の完成を待って始められる。そのためトンネル地質専門家が試掘横坑の完成前1~1.5ヶ月前(2001年9月半ばから10月末)に現地入りし、横坑が順調に掘り進んでいるかどうかを確認後、必要なら掘削の方法、方向・位置、調査の方法などについて指導する。また本坑からブランチされる枝坑の位置決めに係わるとともに、坑内からのボーリング調査の位置決めや、横坑の天井拡幅についても指導する。その他、この期間を利用してNEA側による試掘横坑調査とともに地下発電所計画地点周辺の地表地質精査の指導に当たる。

地質調査工事（ボーリング）および各種試験数量決定

本格調査ではボーリング調査工事、原位置試験（ジャッキ試験、せん断試験、透水試験、ポアホールTV観察、篩い分け試験）岩石の室内試験などが行われ、それらの数量は予め決められている。しかしその後の新しい地質情報を基に、今一度それぞれについて見直しを行い、必要な数量について現地で確認のうえ、不足があれば提案を行う。

放水路に現れる主境界衝上断層（MBT）の規模と岩質

MBTについては現在トンネルで抜ける計画であるが、オープン掘削の可能性も考えられるので、両者の案が比較できるよう最適な調査計画の立案を行う。

調査工事および試験を行う現地業者の情報入手と単価入手

すべての調査工事および試験については現地業者に再委託されるので、再委託業者の選定に必要な資料（規模、能力、経験等）と見積もり単価の入手を行う。

2) 調査業務の内容

地形・地質調査

- a. ダム流域部の地形、地質調査 縮尺 1/10,000（約 10km²）
- b. 取水口から放水口に至るプロジェクト範囲の地表地質調査 縮尺 1/5,000（約 10km²）
- c. ダムサイトおよび貯水池周辺地表地質調査 縮尺 1/500

地質調査工事および原位置、室内試験

これらの概要は表 1 にまとめた通りである。ただし、前述の通り不足があれば追加を考える。

地質解析

地表地質調査、調査工事および諸試験の結果を用いて各構造物の基礎あるいは経過地の地質状況を解析して必要な地質断面図を作成する。また設計に必要な岩盤の物理力学定数（特性値）については、試験値をもとに評価する。

技術指導

現場では地質調査に係わる事項について技術指導を行う。また、現地調査で入手した地質資料の図化、解析においても指導を行う。

6.4 環境

(1) EIA 全体の見直し

JICA 調査で実施する EIA は、EIA 審査を通過させるための調査ではない。従って、環境項目ごとに予測・評価・保全対策が述べられていればそれでよいというのではなく、実際の工事や稼働時に重大な環境問題を惹き起こさないことが大切である。従って、例えば、EIA で記述されていることが設計や施工計画に反映されていないことがないよう EIA と設計・施工計画の整合性をとる必要がある。

(2) 実効を伴う計画策定

JBIC で要求しているのは、環境影響を削減するために策定された「保全計画」を実行すれば、影響が大幅に削減されるような実効力のある「計画」である。そのために、事業計画担当及び設計担当と詳細な協議を行って具体化を図る。当然、経済性にかかわる問題になるので、慎重な対応が要求される。例えば、維持放流量の確保等の課題がある。

(3) 情報公開

本プロジェクトは、NEA が実施した EIA の段階で関連住民に情報公開されているが、NEA および日本側ともに更なる情報公開が重要であるとの認識から、JICA 調査時においても随時、NEA 主導で情報を公開していく。JICA 調査団は NEA の情報公開に対して必要な協力を行う。

(4) 追加環境調査（現地再委託）

NEA 実施の環境影響評価（EIA）を補完するため、現地再委託により補足環境調査を実施する。追加調査の内容は以下の通り。

イ．生態系調査

a) 河川生態系調査

事業実施によってカニ川とヤンラン川の一部で河川水量がほとんどなくなるため、昆虫や水生生物を含む生態系の現状を把握し、影響の程度を予測・評価する。

b) 類似した河川環境の調査

カニ川（K L-II 発電所下流）とヤンラン川では現在の生態系が大き

く変化する可能性がある。これらの生態系が重要性を有する場合、類似した河川環境が他所にあれば、これらの生態系を失う代わりにその類似した生態系を保全する計画を策定することが必要になる。そのために、近隣河川の類似環境を調査する。また同時にK L-III 放流予定地点下流の生態系の現状を把握し、放流による影響の程度を予測・評価する。

c) 動植物調査

事業実施によってヤンラン川の自然環境が変化するため、貴重な動植物種の生息・自生状況とこの地域に生息している動物種とヤンラン川との関わり合いを把握し、影響の程度を予測・評価する。

ロ．社会影響調査

NEA 実施の EIA 段階で社会影響に係る基礎的な調査は終了しているが、更に詳細かつ最新の情報を得るため、事業実施により影響を受ける地域の社会環境の追加調査を実施する。また、ミチゲーションおよびモニタリング計画などを策定する際の資料とするため、現在ネパールで実施されている類似案件において発生している社会影響問題や実施された解決策について調査し、最終段階として本事業の社会影響に係るミチゲーションおよびモニタリング計画（案）を作成する。

ハ．水質分析

カニ川、ラプティ川、ヤンラン川、ケサディ川、クリカニ第 2 発電所の放水路において温度、pH、電気伝導度、溶存酸素、SS、BOD、総リン、総窒素などの水質分析を行う。