

ネパール王国

カトマンドゥ地域給電指令・配電網整備計画

基本設計調査報告書

昭和60年4月

国際協力事業団

無償設

85-30



JICA LIBRARY



1031390[6]



ネパール王国

カトマンドゥ地域給電指令・配電網整備計画

基本設計調査報告書

昭和60年4月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 7. 23	116
	644
登録No. 11772	GRB

SURKHET DEVELOPMENT REGION (FAR WESTERN REGION)

DARCHULA  
Darchula  
BAITADI  
Baitadi  
BAURANG  
Baurang  
MUGU  
Mugu  
KARNALI  
Karnali  
JUMLA  
Jumla  
DAILERH  
Dailerh  
ACHHAM  
Achham  
SUKRKHET  
Sukrkheta  
BHERI  
Bheri  
BARDIYA  
Bardiya  
BANKE  
Banke  
KAILALI  
Kailali  
DANG  
Dang  
DANG-DEUKHURI  
Dang-Deukhuri

POKHARA DEVELOPMENT REGION (WESTERN REGION)

MUSTANG  
Mustang  
DOLPA  
Dolpa  
DHULAGIRI  
Dhulagiri  
GANDAKI  
Gandaki  
PARABAT  
Parabat  
MAGDI  
Magdi  
BAGLUNG  
Baglung  
GULMI  
Gulmi  
SAYANA  
Sayana  
TANAHU  
Tanahu  
LAMJUNG  
Lamjung  
GORKHA  
Gorkha  
DHADING  
Dhading  
NARAYANI  
Narayani  
PARSA  
Parasa  
RUPANDEHI  
Rupandehi  
KAPILBASTU  
Kapilbastu  
CHITAU  
Chitau

KATHMANDU VALLEY

KATHMANDU DEVELOPMENT REGION (CENTRAL REGION)

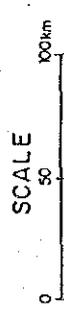
KATHMANDU  
Kathmandu  
BHAKTAPUR  
Bhaktapur  
LALITPUR  
Lalitpur  
(PATAN)

DHANKUTA DEVELOPMENT REGION (EASTERN REGION)

SANKHUWASABHA  
Sankhuwasabha  
TAPLEJUNG  
Taplejung  
PACHTHAR  
Pachthar  
SOLUKHUMBU  
Solukhumbu  
DOLAKHA  
Dolakha  
RAMECHANG  
Ramechhang  
SINCHU  
Sinchu  
DHANUSHA  
Dhanusha  
SIRAHA  
Siraha  
SAPTARI  
Saptari  
SUNSARI  
Sunsari  
MORANG  
Morang  
JHAPA  
Jhapa  
BHADRAPUR  
Bhadrapur



- LEGEND
- ZONAL HEAD QUARTER
  - DISTRICT HEAD QUARTER
  - LIMIT OF DEVELOPMENT REGION



プロジェクト位置図



## 序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、カトマンドゥ地域給電指令・配電網整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1984年10月30日より12月2日まで、外務省経済協力局無償資金協力課 野口 裕之氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、ネパール国関係者と協議を行うとともに、プロジェクトサイトの調査及び資料収集等を実施し、帰国後の国内作業、ドラフトファイナルレポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ネパール国の電力事業の充実に成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和60年4月

国際協力事業団

総裁 有田 圭輔



## 要 約

ネパールはその国土の大半が急峻な山岳地で、豊富な水資源に恵まれており、その包蔵水力は83,000MWと言われている。他の天然資源に恵まれていないため、ネパール政府は、唯一の資源とさえ言えるこの水資源の開発とその有効利用を重視している。外貨不足に悩み石油や石炭の輸入が不自由なネパールにとって豊富な水力発電の有効利用とその安定供給は社会・経済開発及び民生向上において最も重要な要素である。さらに、ネパールは、総エネルギー供給の94%を薪炭に頼っているが(1980/81年度)、最近、森林資源の減少とその保護が深刻化しており、今後のエネルギー需要増は薪炭では対応できない状態になっている。従って薪炭を補完していく形での電力開発の必要性も生じている。

1970年代後半のカトマンドゥ盆地の電力供給事情は、最悪の状態にあった。発電力の不足と送・配電網の不備のために、停電は頻発し、極端な電圧降下などにより正常な市民生活は大いに阻害されていた。このような中で日本政府は1978年にネパール政府の要請に応じて1990/91年度までに必要となる送・配電線の拡充と給電指令システムにつきフィージビリティ・スタディを実施した。この結果、クリカニ第1発電所の建設にあわせて1980年、82年の2度にわたり無償資金協力による配電網整備が実施された。これによって盆地内の電力供給事情は大いに改善されている。

しかし、ネパール政府は今後1990/91年度頃までの需要増に対応するために、クリカニ第2(32MW、1986/87年度完成予定)及びマルシャンディ(66MW、1988/89年度完成予定)の2水力発電所を現在建設中である。これらの発電力増強に呼応してカトマンドゥ盆地の増え続ける需要を安定的に充たしてゆくためには前述のフィージビリ

ティ・スタディでも指摘された給電指令所設置及び配電網整備の拡充が急務になっている。

このため、ネパール国政府は給電指令所設置及び配電網整備を計画し、その実施につき我が国に無償資金協力を要請してきた。

これに応えて、日本国政府は本計画についての基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団は1984年10月30日から12月2日の間基本設計調査団を同国へ派遣した。調査団はネパール政府の担当者との協議並びに現地調査を通じて、計画内容の確認及び計画の妥当性を検討すると共に、基本設計調査を実施した。

この報告書は現地における打合せの結果を基に、現地調査中に収集したデータ及び情報を分析して作成した基本設計をまとめたものである。

## 基本設計

### ① 給電指令所の設置

ネパール政府は現在諸外国の援助を受けて、長期計画に基づく発電、送電、変電、配電に亘る開発計画を進めているが、多数の発電所を有効に運転し、電力系統を円滑に運用するために、中央に給電指令所を設置して、中央からの指令に従って発電電力調整及び電力系統運用を行なうことが必要になってきている。

今回の調査によって給電指令所はカトマンドゥ市内の現在の電気局の敷地内に建設されることが決定され、給電指令所内には電力系統監視を行なうための系統監視盤と、給電指令の各発・変電所への伝達及びデータ伝送に使用するための通信網が整備されることとなった。系統監視盤上の主要表示は遠方自動で行うものとし、他は電話連絡による手動表示とする。また通信網は送電線を利用する電力線搬送（PLC）回線および多重UHF回線を主系統とし、ケーブル回線、VHF回線及び公衆電話を併用するものとする。なお、今回の給電指令の対象はカトマンドゥへの電力供給を行なう発電所及び関連の送・変電設備であるが、将来の拡張余地についても考慮されている。

給電指令所はネパールにとって初めての施設なので、技術者の能力を考慮に入れた運転マニュアルの作成もこの計画に含まれている。

給電指令所の建屋は2階建てとし、各階には以下の部屋を配置する。

1階・・・K2変電所機械室（後述する②の配電網整備で更新するK2変電所の開閉機器を収容 148.5㎡）

通信所長室、通信関係事務室、会議室、休養室等

計 297㎡

2階・・・給電指令室（系統監視盤を中心にデスク等を配置 118.8㎡）

主機室（無線機、電話交換器、遠方監視親局装置等を配置42.8㎡）

給電指令所長室、給電関係事務室等

計 297㎡

この給電指令所設置計画実施に要する工期は交換公文締結後約21.5ヶ月と見込まれる。

## ② カトマンドゥ盆地配電網整備

前述のように、1980年度、1982年度の2回にわたり日本政府の無償資金協力による配電網整備計画が実施され、クリカニ第一発電所の完成（1982年3月）とも相俟ってカトマンドゥ盆地内の電力供給事情は大いに改善された。

しかし、盆地内電力需要のその後の急激な伸びと供給能力の増加に伴う電力系統の容量増等により以下のような問題点が出てきている。

- (1) 1987/88年以降に盆地内の66/11kv変圧器の総容量の不足が予想されること。
- (2) 古い11kv機器の容量不足及び回路方式が不適当なことにより、増大する需要に高い信頼度で供給するのが困難になってきていること。
- (3) 需要増に対応するため、配電網の改善及び容量増が必要となっていること。

これら諸問題を解決するために今回の計画では、緊急性が高く、かつネパール側の優先度も高い下記の項目を実施することとした。

- (1) バネスワル変電所の新設 盆地内の66/11kv 変圧器の全容量を増加させ、バネスワル地域への電力供給を目的としたバネスワル変電所及び関連送電施設の建設。
- 変圧器……6MVA 4 台（予備器 1 台を含む）
- 変圧容量…18MVA
- 建屋………平屋建て 200㎡（開閉機器および配電盤を収納する主制御室 170㎡等）
- (2) K2変電所の更新 カトマンドゥウ市中央地域への電力供給を確保するためのK2変電所の更新。具体的には11KV開閉機器の容量増加と回路構成の改善。
- 更新されるK 2 変電所の機器は給電指令所の建屋内に収容
- (3) 市部の配電網の整備
- i)バネスワル変電所新設に伴う配電線の建設及び市内の電力需要増に対応した配電線の新・増設（計27km）
  - ii)地区毎の負荷増に対応するための配電用変圧器の供給（62台）
  - iii)供給信頼度の向上、及び必要な時の接続替えを容易にするための区分開閉器の供給（20台）
  - iv)ネパール側で行なう維持管理に必要となる機材の納入（積算電力計4200ヶ及びVHF 通信機 6セット）

この配電網整備計画実施に要する工期は交換公文締結後約20.5ヶ月と見込まれる。

本計画に要する事業費用は、日本側負担分約 1,594百万円、ネパール側負担工事約 28百万円と見込まれる。

本計画実施に係る、ネパール側の担当機関は現在の電気局とネパール電力公社が合併して1985年に新設されるネパール電力庁になる予定である。給電指令所の運転・保守はネパール政府の技術者により行なわれる予定であるが、そのためには適切な組織の設立と人員訓練がネパール側により実施されることが必要である。給電指令所完成後、運転・保守に必要とされる費用は要員の給料及び予備品購入費等を含めて1年当り 1,500万円程度と算定される。

一方配電網については、ネパール電力公社は永年に亘り送電線、配・変電系統の運転、保守の経験があり、今回計画された配電網を自力で運転・保守・管理することに問題はないと判断される。今回整備される配電網の運転・保守費用は、1年当り 1,000万円程度と推定される。

本計画の実施により、給電指令所で電力系統全体の管理が可能となり、水資源の有効利用と電力設備の補修等計画の実施体制が確立され、又適切な運用が計られる事により、停電回数の減少及び停電時間の短縮に寄与することができる。

言い換えれば、給電指令所の有効利用により電力系統全体として電力供給の量（需要に対応した供給の確保）、質（電圧及び周波数の安定化）及び信頼度（最小の供給支障での電力供給）の維持を計ることができる。

今回の給電指令所設置はカトマンドゥ盆地への電力の安定供給確保を主目的とするがこのシステムは将来カトマンドゥ盆地のみならず全国系統用に拡張可能である。

バネスワル変電所の新設は単にバネスワル地区への電力供給に役立つだけでなく、市中央部及びチャベル変電所の供給地域の負荷を分担することになり、究極的には盆地全体の66/11KV 変圧器の総容量の近い将来に於ける不足を解消することに貢献する。K2変電所の更新はカトマンドゥ市中央部への電力供給を安定化させるだけでなく、この地域の将来の負荷増への対応を容易にする。市部の配電網の整備は、需要増に対応したサービスの向上と供給信頼度の確保に寄与することになる。

こうした基本的インフラである電力のカトマンドゥ盆地への供給の安定化は国家の中心としての機能の充実、商・産業の振興に役立ち、又社会生活の安定にも貢献することになる。またネパール国の電力開発計画ひいては経済開発計画の達成を支援することにもなる。

又、本計画はOECF等の援助により建造されたクリカニ第1発電所の有効利用、および同じくOECF援助により建設中のクリカニ第2発電所が完成したあと、その発生電力のカトマンドゥ盆地への供給にも役立つことになる。

このように本計画を我が国の無償資金協力によって実施する意義は高く、多大なる援助効果が期待されるものである。

略 語

- HMG/N : ネパール王国政府 (His Majesty's Government of Nepal)
- GOJ : 日本国政府 (Government of Japan)
- ED : 水資源省電気局 (Electricity Department)
- NEC : ネパール電力公社 (Nepal Electricity Corporation)
- NEA : ネパール電力庁 (Nepal Electricity Authority)
- JICA : 国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency)
- OECD : 海外経済協力基金 (Overseas Economic Cooperation Fund, Japan)
- ADB : アジア開発銀行 (Asian Development Bank)
- CNPS : 中央ネパール電力系統 (Central Nepal Power System)
- PLC : 電力線搬送 (Power Line Carrier)
- CPU : 中央演算装置 (Central Processing Unit)
- LDC : 給電指令所 (Load Dispatching Center)
- DPI : 送出電力指示 (Dispatching Power Indication)
- PAX : 局内自動交換機 (Private Automatic Exchange)
- CCITT : 国際電信電話諮問委員会 (Consultative Committee of the  
International Telegraph and Telephone)

# 目 次

	ページ
プロジェクト位置図	
序 文	
要 約 .....	i
第1章 緒 論 .....	1
第2章 計画の背景 .....	2
2.1 一 般 情 勢 .....	2
2.2 経 済 開 発 計 画 .....	4
2.3 水 資 源 開 発 と 電 力 部 門 .....	5
第3章 電力系統の現状と問題点 .....	7
3.1 電力供給の現状 .....	7
3.1.1 ネパールの電力事業 .....	7
3.1.2 発電設備の現状 .....	8
3.1.3 送電設備の現状 .....	10
3.1.4 カトマンドゥ盆地配電網の現状 .....	10
3.1.5 系統運用の現状 .....	13
3.1.6 通信系統の現状 .....	14
3.2 電力需給の現状 .....	14
3.2.1 電力需給のデータ .....	14
3.2.2 各変電所の負荷状況 .....	17
3.2.3 電 化 率 .....	18
3.3 需要予測 .....	19
3.4 電力系統の問題点 .....	22

3.4.1	現在の開発計画	22
3.4.2	電力系統運用システムの問題点	23
3.4.3	カトマンドゥ盆地の送・配電網の問題点	24
3.5	電力料金体系及び電力会社の収支	27
第4章	給電指令所の基本設計	28
4.1	給電指令所設立計画の内容	28
4.1.1	給電指令所設立の目的	28
4.1.2	給電指令所の位置付け	28
4.1.3	給電指令所の対象範囲及び指令所の構成	29
4.1.4	給電指令所の業務	30
4.1.5	給電指令所の組織	33
4.1.6	給電指令系統の施設	34
4.2	給電指令所の基本設計	35
4.2.1	基本方針	35
4.2.2	給電指令所の建設計画	35
4.2.3	通信設備	36
4.2.4	給電指令システムに必要な機器	40
4.2.5	運転規則及び手順書の作成	41
4.2.6	要員計画	42
4.2.7	要請規模との比較	42
4.2.8	その他の機材	43
4.2.9	概算事業費	44
4.3	事業実施体制	44
4.3.1	実施主体	44
4.3.2	施工計画	44
4.3.3	維持監理計画	46
4.3.4	調達輸送計画	46

第5章	カトマンドゥ盆地配電網整備の基本設計	48
5.1	計画の概要	48
5.1.1	計画の目的	48
5.1.2	計画の内容	48
5.1.3	配電用機材の供給	49
5.2	基本設計	51
5.2.1	バネスワル変電所の基本設計	51
5.2.2	k2変電所の基本設計	54
5.2.3	市内配電網整備の基本設計	54
5.2.4	概算事業費	57
5.3	事業実施体制	58
5.3.1	事業主体	58
5.3.2	施工計画	58
5.3.3	維持管理計画	61
5.3.4	調達・輸送計画	61
第6章	事業評価	62
6.1	本計画の必要性	62
6.2	本計画の効果	64
6.3	建設後の保守・運転費用	65
第7章	結論と提言	66
付	表	
付	図	
付	録	

付 表 リ ス ト

	ページ	
第 2.1表	ネパールにおける水力発電所候補地点	T-1
第 2.2表	ネパールの国際収支(1979/80年度-1982/83年度)	T-2
第 2.3表	ネパールの国内総生産(1978/79年度-1982/83年度)	T-2
第 3.1表	カトマンドゥ盆地配電網保守要員人数	T-3
第 3.2表	既設主要水力発電所月間発電能力	T-4
第 3.3表	中央地域以外の地域の発電所出力(1982年現在)	T-5
第 3.4表	送電線の詳細	T-6
第 3.5表	PLC電話装置の現状	T-7
第 3.6表	地域別電力需要の推移(1975/76-1983/84)	T-8
第 3.7表	CNPS内分類別電力消費データ(1975/76--1982/83)	T-9
第 3.8表	カトマンドゥ盆地の分類別消費者数(1983/84年)	T-10
第 3.9表	ネパール全国電力需要予測(1983年電力局作成)	T-11
第 3.10 表	系統事故統計	T-12
第 3.11 表	現行の電力料金(1983年 4月15日発効)	T-13
第 3.12 表	電力公社の収入・支出内訳(1982/83年)	T-15

## 付 図 リ ス ト

- 第 3.1 図    ネパール政府組織図
- 第 3.2 図    ネパール電気局組織図
- 第 3.3 図    ネパール電力公社組織図
- 第 3.4 図    ネパール電力庁組織図（計画）
- 第 3.5 図    全国電力系統図
- 第 3.6 図    カトマンドゥ盆地電力供給システム主幹系統図
- 第 3.7 図    11KV 主幹線電線接続方式
- 第 3.8 図    PLC 電話装置系統図
- 第 3.9 図    月別発電端最大電力
- 第 3.10 図    月別発電端電力量
- 第 3.11 図    電力潮流図(1984.12.21)
- 第 3.12 図    日負荷曲線
- 第 3.13 図    電力量需要予測比較
- 第 3.14 図    最大需要電力予測比較
- 第 4.1 図    送 電 系 統 図
- 第 4.2 図    給電システムの運用方式
- 第 4.3 図    給電指令所位置図

- 第 4.4 図 給電指令所平面図
- 第 4.5 図 通信系統図
- 第 4.6 図 給電指令システム
- 第 4.7 図 系統監視盤正面図
- 第 4.8 図 計画実施工程
- 第 5.1 図 カトマンドゥ盆地、送電線、変電所、主配電線位置図
- 第 5.2 図 バネスワル変電所 単線結線図
- 第 5.3 図 バネスワル変電所 機器配置図
- 第 5.4 図 パタン変電所 単線結線図
- 第 5.5 図 パタン変電所 機器配置図
- 第 5.6 図 66KV送電線 パタン～バネスワル平面図(1/2)
- 第 5.7 図 66KV送電線 パタン～バネスワル平面図(2/2)
- 第 5.8 図 66KV送電線 鉄塔・がい子図
- 第 5.9 図 K2開閉所 単線結線図
- 第 5.10 図 市街地内工事実施予定地地区配置図(1)
- 第 5.11 図 市街地内工事実施予定地地区配置図(2)
- 第 5.12 図 11KV 鋼管柱装柱図
- 第 5.13 図 11KV 変圧器柱装柱図

## 付 録 リ ス ト

- 付録Ⅰ： ネパール側要人及びJICAチームの人名 ・・・・A-1
- 付録Ⅱ： 調査団のメンバーリスト ・・・・A-3
- 付録Ⅲ： 基本設計調査団のスケジュール ・・・・A-5
- 付録Ⅳ： 議 事 録 ・・・・A-8
- 付録Ⅴ： 第7次5ヵ年計画電力部門 ・・・・A-30
- 付録Ⅵ： 電力系統運用規則（給電指令所） ・・・・A-34
- 付録Ⅶ： 配電網設備の設計条件 ・・・・A-35
- 付録Ⅷ： 配電線工事の詳細 ・・・・A-38

## 第1章 結 論

ネパール王国の首都であるカトマンドゥを擁するカトマンドゥ盆地は政治、経済、産業、文化、全ての点で国の中心であり、最も重要な地域である。しかしながら1970年代には電力供給に関しては、発電容量の不足と配電網不備のために、停電が頻発し、電圧降下は大きいという状態にあった。しかし、1980年及び82年の2回に亘って、日本政府からの無償資金協力によって配電網の整備が行われ、円借款も一部利用した60MW容量のクリカニ第1発電所の完成（1982年 3月）と相俟って、カトマンドゥ盆地への電力供給の状況は大いに改善された。

しかし、その後の盆地内の高い人口の伸びと年率10%を越える旺盛な電力需要の伸びにより、更に配電網の拡充が必要になってきている。同時に電力系統が大きくなってきた為、全系統を体系的に管理・運用するシステムが必要になってきている。

このような背景のもとに、ネパール政府は、日本政府に対して給電指令所の設置及びカトマンドゥ配電網整備計画の実施を要請してきた。この要請に応じて、日本政府は国際協力事業団（JICA）を通じて外務省経済協力局無償資金協力課、野口裕之氏を団長とする基本設計調査団を1984年10月30日より同年12月 2日までの間ネパール王国に派遣して、1978年にJICAが実施したフィージビリティ・スタディーの見直し、系統運用の状況の問題点とその改善策、カトマンドゥ地域送・配電網の現状（系統的な弱点の明確化）等の調査を行ない、基本設計を行なうのに必要な資料を収集した。（調査団の構成、日程、Minutes of Discussionsは付録Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳを参照）

本レポートの構成は以下の通りである。第2章で計画の背景として、ネパールの一般情勢、経済開発の長期計画とその中に占める電力開発の位置づけについて述べている。第3章で電力系統の現状と問題点を明らかにし、第4章で給電指令所設置について第5章ではカトマンドゥ盆地配電網整備についてそれぞれ基本設計を行なっている。更に第6章では事業評価を、第7章ではこのレポートの締めくくりとして結論と勧告について述べている。

## 第2章 計画の背景

### 2.1 一般情勢

ネパール王国は内陸国でインドと中国の間、ヒマラヤ山脈の南麓に位置している。全国土の総面積は 147,180平方キロメートルで、東西方向約 800km、南北方向に 130kmから 240kmの幅を有し、おおむね矩形状をなしている。ネパールはその自然地形に従い南部のテライ平原、中部の丘陵地帯及び北部のヒマラヤ山脈地帯に分けられる。テライ平原は比較的平坦な帯状地帯でネパールの全耕作面積の65%以上を占め、最も農業生産の豊かな地域である。中部の丘陵地帯には、河川の峡谷に比較的肥沃な盆地が点在しており、首都であるカトマンドゥもこれらの盆地の一つであるカトマンドゥ盆地に開かれた都市である。カトマンドゥ盆地は標高 2,000から 2,500mの山脈で囲まれており、盆地中央部の標高は約 1,300mである。

北部のヒマラヤ地帯は年間を通じて雪に被われており、開発が非常に遅れている。天然資源としては水資源が最大かつ唯一のものと言える。主要河川の多くはヒマラヤ山脈に源を発し、急傾斜面を南へ向けて流れ落ちて、最終的にガンジス河に流入する。これらの河川は、約 1,800mmの年間降雨量やヒマラヤにおける天然貯水池としての氷河の存在などによって水量に恵まれており、また、水力発電所の建設に適した地点が多い。その推定発電ポテンシャルは理論上は83,000MW、となっているが、確認されているポテンシャルは約20,000MWである（第 2.1表）。そのうち既開発分は120MW 余りであり、確認ポテンシャルの約 0.6%に過ぎない。\*1

---

\*1 UNDP/World Bank, "Nepal: Issues and Options in the Energy Sector "

Aug. 1983

ネパールの1984年の推定人口は約1,620万人であり、1971年と1981年の国勢調査間の平均人口成長率は年率2.7%であった。人口密度は1984年で110人/㎢<sup>2</sup>である。又、カトマンドゥ盆地には首都であるカトマンドゥ及びパタン、バクタブルの3市があり、1984年の推定人口は、盆地全体で836,000人、増加率は年平均3.5%と全国平均より高くなっている。1983年の国民総生産(GNP)は26億2,000万ドル、国民一人当たりGNPは170ドルであり、後発開発途上国(LLDC)の中でも最貧国に属する。また、農業部門の国内総生産(GDP)構成比が1982年で55%を占めていることから、ネパールは典型的な農業国であり、労働人口の90%(1976年)がその生計を農業に依存している。しかし、山岳地帯が多いため耕地は全国土面積の16.5%、約2,326,000ヘクタールに過ぎない。そのため、かんがいによる土地生産性の上昇が重要な課題となっている。主要農産物は、米・麦・とうもろこしなどで、特に米(水稲)は穀物総生産の50~60%を占めている。一方製造業はGDP構成比で約4%(1982年)、就業労働人口構成比で約0.7%(1976年)を占めるに過ぎない。基幹生産財は全て輸入で賄われ、製造業部門は主として農業関連の家内工業その他小規模工業から成る。しかし、近年の工業生産の成長率は高く、1981/82年度は14.8%、1982/83年度は18.8%となっている。

主要輸出品はジュート、ジュート製品、米、木材などであり、また主要輸入品としては製造業品、機械、運輸機器、食糧などがある。主要取引国はインドで1981/82年度における総輸入額に占める同国からの輸入額は46.3%、同輸出額は66.7%に達する。貿易収支は長期にわたり、赤字を記録し、同時に赤字額は増大傾向にある。最近年をみても1979/80年度に2億ドルであった赤字額は1982/83年度には3億6,000万ドルに膨れ、わずか3年間で約1.8倍になっている。一方総合収支は、外国資本流入によって黒字を保ってきたが1982/83年度には貿易収支の赤字額をカバーしきれずついに赤字に転じ、先進国ならびに国際機関からの種々の形式の援助の必要性が増大している(第2.2表)。

実際、1982/83年度の政府総支出に占める外国援助の割合は52.2%、開発支出に占める割合は75.4%にも達している。また、ネパールへの外国政府開発援助(ODA)

は、1983年で約2億ドルであり、そのうち2国間援助が54.8%、国際機関の援助が45.2%となっている。2国間援助ではDAC加盟国中日本が最大の供与国であり、全体の26.3%を占めている。

## 2.2 経済開発計画

ネパール王国政府は、1956/57年度より長期開発計画を実施している。1971/72年度から1981/82年度までの10年間でネパールの国内総生産（GDP）は年平均3%の伸びを示したがこの間に人口も年率2.7%で増加しており、一人当りGDPの伸びはきわめて小さかった。現行の開発計画は第6次5ヶ年計画（1980/81～1984/85年度）であり、GDPの年成長率4.3%を目標とし、以下の重点開発政策が提示されている。

- (1) 農業部門の最重視
- (2) 低所得者層の雇用拡大の為に小規模工業の開発
- (3) 輸出拡大及び観光開発による外貨収入の増大
- (4) 水資源を中心とした天然資源の開発と森林資源の保全

第6次計画の最初の2年間は良好な気象条件により農業生産が順調に増加し、GDPの伸び率もほぼ目標値を達成した。しかし、1982/83年度には厳しい早魃による農業生産の大幅減少のために、GDPは1.4%のマイナス成長となり、この3年間のGDP平均伸び率は年3.5%にとどまっている（第2.3表）。

農業が中心のネパール経済にとって、早魃の影響は農業部門のみならず物価上昇、輸出不振による国際収支の悪化等経済全体に大きな打撃を与えている。この為ネパール政府は1983年11月に新経済計画を発表、以下の重点項目を取り上げている。

- (1) 水資源導入（かんがい）による農業生産の安定化と拡大、雇用の増大
- (2) 民間投資の奨励
- (3) インフレの抑制（公共財の価格抑制を含む）
- (4) 森林資源の保護

又、1985/86 年度からの第7次5ヶ年計画(1985 年 7月からスタートの予定)では、経済成長率は年 4.5%に設定されている。

### 2.3 水資源開発と電力部門

ネパール王国は農業国として位置付けられるが、農業の生産拡大、安定の為にはかんがいシステムの充実が必要であり、かんがい用水の供給のみならずポンプかんがい Tubewellかんがい等の為の農村電化において、水資源開発は重要な分野となっている。又、電力供給の増大は、農産加工を中心とした中小工業の育成、旅客業の発展、地方電化による住民の基本的ニーズの充足にも寄与する。以上の様に電力を中心とした水資源開発は、他の天然資源をもたないネパール王国の発展にとって重要なものとなっている。

一方、下表に示す通りネパールのエネルギー消費量は1980/81 年度で約 298万T O E (石油換算トン)に達するが、その94%に当たる約 281万T O Eは薪炭(バイオマスを含む)が供給源となっている。水力による電力供給は14,000T O Eで 0.5%を占めるにすぎない。

ネパールの総エネルギー消費構造(1980/81年度)

(単位：1000TOE)

利用目的	薪及びその他のバイオマス	石油	石炭	電力 <sup>*1</sup>	合計
家庭	2,760.1	30.3	-	6.6	2,797.0
輸送	-	64.5	3.0	-	67.5
商工業	45.9	8.2	45.0	6.5	105.6
農業	-	4.7	-	-	4.7
その他	-	-	0.4	0.4	0.8
	2,806.0 *2	107.7	48.4	13.5	2,975.6

(注) \*1 販売量

\*2 2,723,000T O Eの薪、残りは動物、作物の残滓

しかしながらネパールの森林資源は1963/64年度には面積として640万haあったものが乱伐採のため1980/81年度には430万haに減少しており、今後のエネルギー需要増を負担しきれない状態となっている。UNDPと世界銀行の調査でも今後2009/2010年度までの新炭エネルギー供給は約2%しか増加せず、電力供給が大幅に増加する事が期待されている。(上表ともNepal: Issues and Options in the Energy Sector, 1983より)

ネパール政府は1981年に“Water, The Key To Nepals Development”を作成して、水資源開発の具体的方針を提示した。そのうち発電プロジェクトに関しては現在以下の3計画が進行中であり、いずれも第7次5ヶ年計画中には稼働開始の予定であると共に、他に6件のプロジェクトが同計画期間中に調査もしくは設計される計画となっている。(付録-V)

- 1) クリカニ第2発電所(32MW) 日本(OECF)の融資による
- 2) アンディ・コラ発電所(5.1MW) 国連Missionary基金による
- 3) マルシャンディ発電所(66MW) 世界銀行、ドイツを中心とする多国間協調融資による

又、送配電網の整備に関しては、日本政府が1978年に1990/91年度までのカトマンドゥ盆地の需要予測に対応して発電計画を考慮した送配電網整備計画を作成、それに基づいて1980年、1982年の2度にわたり無償資金協力によってカトマンドゥ地域の配電網の整備を行なっている。その他アジア開発銀行を中心にフランス、フィンランド等の国からも送配電網整備の為の資金協力が行なわれている。

### 第3章 電力系統の現状と問題点

#### 3.1 電力供給の現状

##### 3.1.1 ネパールの電力事業

ネパールにおける電力事業及び電気エネルギーに関する計画と建設は現在下記のような組織の管轄下にある。

###### (a) 水資源省の電気局 (ED)

電気局はネパールにおける電力開発計画の作成と実施を担当している。通常電気局は運転開始後、完成した物件を電力公社に引き渡している。しかし、極西部地域にあるいくつかの施設は電気局が完成後も保有して運転を行なっている。

###### (b) ネパール電力公社 (NEC)

電力公社は政府機関の1つで、電力設備の運転および、全国的な電力供給業務を行なっている。東部地域の東部電力公社は1982年7月に電力公社に合併され、西部地域のプトフル電力会社は既に営業を止めておりその供給地域は電力公社に引き継がれている。

電気局及び電力公社は共にネパール王国政府の水資源省の管轄下にある。政府全体、電気局及び電力公社の組織図は第3.1図、3.2図及び3.3図に示す通りである。

1985年中には電気事業をより効率的に運用するために電気局と電力公社が合併してネパール電力庁 (NEA) が設立される予定で既に政府の承認を得ており、その組織は第3.4図に示すごとく提案されている。

カトマンドゥ盆地内の配電網の保守は電力公社の送・配電部で行なってきた。盆地をカトマンドゥ、パタン、バクタブルの3つの行政区分に従って分割してそれぞれの区域内の配電網の保守を行なっている。パタン及びバクタブルでは配電線の保守のみを行なっているが、カトマンドゥでは盆地内及び周辺地域の送電線の保守も行なっている。

現在この配電網の保守に従事している人員の数は第3.1表に示す通りで総人

数はカトマンドゥ 210人、パタン 120人、バクタプル96人である。

電力公社は永年によって配電網の保守を実施してきており、又、配電網計画に関する部・課もあり、配電網に関して独力で維持・管理を行なう力を保有していると判断される。

### 3.1.2 発電設備の現状

カトマンドゥ盆地で消費される電力は現在主に盆地周辺の水力発電所から供給されている。それら発電所の出力は下記の通りである。

#### カトマンドゥ周辺の水力発電所

発電所名称	据付容量(KW)
クリカニ第1	2 × 30,000
トリスリ	7 × 3,000 (出力は 6×3,000)
デビガット	3 × 4,800
スンコシ	3 × 3,350
ガンダク	3 × 5,000
パナウティ	3 × 800
スندگانリジャル	600
ファルピン	400
ゴダワリ	30
合計	120,880

クリカニ第1, トリスリ, スンコシ, ガンダクの4発電所は66KV及び132KVの中央ネパール電力系統(CNPS)に接続されており、デビガット発電所からカトマンドゥに送電する系統は66KVの単独系統になっている。

更にパナウティ, スندگانリジャル, パルピン, ゴダワリの4発電所はカトマンドゥ盆地内の33KV及び11KVの電力系統に接続されている。

主要な水力発電所のうちでは、クリカニ第1発電所だけが大規模な貯水池を有

している。この貯水池は雨期の間に水を貯留し、他の発電所の出力が落ちる乾期に、貯えられた水を利用して雨期より多くの発電を行なう季節調整用発電所として利用することができる。現在、この発電所はネパールで最大容量の発電所であり需給調整に大きな役割を果たしている。

トリスリ発電所は乾期の河川流量を基にして出力が決められており、日調整用の調整池を利用することにより年間を通して全出力運転が可能である。

スンコシ発電所も日調整用の貯水池をもっているが、ガンダク発電所は流れ込み式発電所である。これら2発電所の出力は第3.2表に示す通り最も雨の少ない冬期には定格出力の約半分程度に下がる。ガンダク発電所はスクリーン上に付着するごみを除去するために1日1回運転を停止せざるを得ない実情にある。

火力発電所は下表のとおりであるが、ひどい渇水や発電所の脱落により水力発電所の供給能力が低下し、その不足分を充当する必要がある時に運転される。

#### カトマンドゥ周辺の火力発電所

発電所名称	発電所形式	据付容量(KW)
ヘタウダ	ディーゼル	14,470
バタン	”	1,490
カトマンドゥ	”	1,728
バラトプル	”	600
種々の自家用発電所	蒸気力	2,400
合計		20,688

クリカニ第1発電所完成後、ここ2,3年間は電力会社の保有しているディーゼル発電所が運転された例は非常に少なく、第3.6表に示す通り、1983/84年度の中央地域でのディーゼル発電機の発電実績は無い。

中央地域以外の地域の1982年現在の発電所出力は第3.3表に示す通りである。出力の合計は東部地域が8,019KW,西部地域が5,564KW,極西部地域が1,602KW

になっている。現在建設中の中央部地域から東部、西部及び極西部地域への132KV送電関係を期待してその後の発電力増強は殆んど行われていない。このため、各地域内の需要量に対応することができず、不足分はインドからの輸入に頼っている。

### 3.1.3 送電設備の現状

中央ネパール電力系統(CNPS)はネパールにおける唯一の連係された電力系統である。CNPSはカトマンドゥ、ヘタウダ及びビルガンジなどの中央部地区の主要都市とクリカニ第1、トリスリおよびスンコシ等の主要水力発電所を66KV送電線で結んでいる。1970年代末にヘタウダ変電所とインド国境に近いガンダク発電所の間にバラトプル変電所を経由して132KV送電線が運転を開始した。更に1982年にはバラトプル変電所からボカラ変電所への132KV送電線延長工事が完成した。現在デビガット～ニューチャベル間の66KV電力系統は単独系統として運転されていて、CNPSとの連係はない。

各送電線の詳細は第3.4表の通りで送電線の総延長は132KV送電線249km、66KV送電線220kmで合計469kmであり、殆んどが中央部地域内にあるが、ごく一部のみ西部地域に入っている。これらの他に、東部及び西部向けのヘタウダ～ジャナクプル～ピラトナガル間及びダムキバス～プトワル～ネパールガンジ間の132KV送電線が現在建設中である。

現存及び現在建設中の送電線の系統図は第3.5図に示す通りである。

### 3.1.4 カトマンドゥ盆地配電網の現状

#### (a) 主幹系統

カトマンドゥ盆地の電力供給システムの主幹系統は第3.6図に示す通りである。シューチャタル、バラジュ、パタン、ニューチャベルの66/11KVの4変電所以外に11KV幹線に接続された11KV変電所があり、11KV電線がこれらの変電所から出ている。11KV幹線はほとんどが1960年代に建設されたもの

で、2回線装柱で電線はACSR 200mm<sup>2</sup> (Panther)を使用している。前2回の無償資金援助で施工したシューチャタル〜テク間はACSR 240mm<sup>2</sup>、テク〜タパタリ間は200mm<sup>2</sup>の銅ケーブルを使用している。11KV幹線の総延長は43Kmである。

この11KV幹線のうち、パラージュ〜マハラジュガンジ〜チャベル〜ニューチャベル〜バクタブル〜ティミ〜パタン間は通常関係されて運用されているが、他は樹枝状給電方式で、2変電所からの関係は避けて運用されている。現在の正常時の電線接続方式は第3、7図に示す通りである。

(b) 11KVき電線

過去2回に亘って行なわれた日本からの無償資金協力による配電網整備計画により、カトマンドゥ盆地内の11KV配電線は大いに延長され、盆地内の平地部には殆ど行き亘っている。1984年末現在の高圧配電線総延長は約440Km、配電用変圧器の総容量は約86,000KVAである。この間の拡充状況は下表の通りである。

カトマンドゥ盆地配電設備拡充状況

	<u>1978年現在</u>	<u>第1期整備</u>	<u>第2期整備</u>
	(1980年実施)		(1982年実施)
<u>高圧配電線 (Km)</u>			
11 KV線	250	342	422
3.3KV線	64	39	20
合計	314	381	442
<u>変圧器容量 (KVA)</u>			
11KV/400-230V	31,640	57,260	84,330
3.3KV/400-230V	8,820	4,000	2,000
合計	40,460	61,260	86,330

各変電所からのき電線の供給地域は区分開閉器を使用するなりして切換可能なため、各変電所の供給範囲は流動的である。1984年末現在の各変電所別の設備の状況は概略下記の通りである。

カトマンドゥ盆地内変電所別配電設備

変電所名	き電線数 (回線)	長 (Km)	変圧器総容量 (KVA)
K2	6	21( 2.0)	7,500( 400)
テク	9	46(16.0)	13,100(1,200)
タパタリ	4	9	3,200
ラインチャウル	5	10	9,700
シューチャタル	2	47	3,900
バラージュ	4	36( 2.0)	9,600( 400)
マハラジガンジ	3	23	3,200
チャベル	5	70	11,000
ニューチャベル	-	-	-
パタン	7	120	16,930
バクタプル	5	50	7,200
ティミ	2	10	1,000
合 計	52	442(20.0)	86,330(2,000)

註：括弧内の数字は 3.3KV系統のものを示す。

市内のき電線は全長は3km程度が多く、長くても5kmくらいまでである。しかし、郊外のき電線は10kmから15kmに及ぶものが多い。カトマンドゥ盆地内のき電線の総数は52であるが、それらの最大負荷状況は下記の通りである。

0-2	HVA	.....	38線
2-3	HVA	.....	6線
3-4	HVA	.....	8線

ネパールには定額電灯の制度が無く、全ての需要家への供給は積算電力計を通して行なわれている。しかし、計器の不足から2つの需要家へひとつの積算電力計で供給しているところもある。

#### (c) 電力供給管理

現在配電用変圧器の負荷状況の測定、管理は定期的には行なわれていない。何か問題が予想される場合、問題が発生した場合、需要家からの不平、訴えがあった場合にのみ負荷状況の測定を行なって改善策を講じている。

11KV側の電圧の管理は66/11KV 主変圧器の負荷時タップ切替器で行なっている。これら切替器は一般に11KV側電圧を一定に保つよう自動的にタップ切替えを行なえる形式のものであるが、ネパールでは自動装置は使用せず手動で切替えを行なっている。2次側電圧は定格電圧の11KVより低めの10.5KV程度で運用されている。配電用変電所の高圧側電圧は電圧降下があるので一般に10.5から10KV程度である。

各配電用変圧器には外部操作の無負荷時切替えのタップ切替え装置が付いていて、低圧側供給電圧が正規でないとは判断される時に操作している。低圧側電圧は一般にマイナス側であるが電圧降下は殆どが10%以内で、蛍光灯が点灯しないと云うことはなく、需要家からの苦情は殆ど無いとのことである。

#### 3.1.5 系統運用の現状

現状では、各発電所の月毎の発電電力の指示は、電力会社の本部で作成されており、各発電所の各時間毎の発電電力を規定している。そのような計画は指示書の形式で毎月各発電所に配布されている。

しかしながら調査団が調査した限りにおいては、そのような指示はよく守られているとは言えない。実際、或る発電所は指示値より少ない発電をしており、又、或る発電所は指示値より多い発電をしていた。中央からの指示よりは各発電所

の機器の状態に即した発電をしているように見受けられた。

又、機器の保守計画、電力系統全体の運転方式等についてもはっきりした手順書はできていないようである。

### 3.1.6 通信系統の現状

CNPS内の発・変電所間の通信は66KV及び132KVの送電線を利用した電力線搬送(PLC)電話装置を使用して行なわれている。これらPLC電話装置の現状は第3.5表の通りである。合計12対向中良好に作動しているのが5対向、状態は良くないが通信可能なものが3対向で、4対向は通信不能である。なお、良好に作動しているもののうち4対向はクリカニ第1発電計画で設置されたものである。又、PLC装置の系統を現在建設中のシステムを含めて第3.8図に示してある。これらのPLC電話装置は各計画毎に別の仕様で製作されていて、他系統との相互通話はできない。これらPLCの通信系統には無線等によるバックアップの通信系統が無く、通話不能な区間では呼び出し時間がかかる公衆電話の使用を余儀なくされている。

各端局には電話交換機が設置されているが、クリカニ発電計画で設置された管理回線のリレーグループ式自動交換器を除き他の共電式電話交換器は全て使用不能である。

## 3.2 電力需給の現状

### 3.2.1 電力需給のデータ

ネパールの電力需給データで利用可能なものは発電端の発電力(MW値)及び発電電力量(MWh値)、それに最終需要端での販売電力量、地域間融通電力量(中央部地域と西部地域の間)及びインドとの間の売買電力量のみであって、中間の変電所等でははっきりしたデータはとられていない。発電端電力量と販売電力量との差が損失として記録されている。

電気局がまとめた1975/76年度から1983/84年度までのネパール全国の電力需

要のデータは第3.6表に示す通りである。非連係電力システムを含む1983/84年度現在の最大需要は発電端換算で約90MWで電力量は365GWhである。ネパールの1983/84年度期央の人口は約1,620万人と見積られており、従って、人口一人当り最大電力需要は5.6W、電力量は22.8KWhである。この間の、消費電力量の平均伸び率は年率11.7%であった。

全国の電力消費に占める中央部地域の比重は高く、1983/84年度のこの地域のエネルギー需要は全国の約75%に達している。更にカトマンドゥ盆地は1982/83年度の販売実績で、中央部地域の約79%を占めている。このデータからカトマンドゥ盆地は全国合計の60%近い電力を消費していることになる。

1983/84年度のカトマンドゥ盆地の最大電力及び消費電力量は60MW及び216GWhと推測される。人口を836,000人とすると人口1人当りでは最大電力72W、消費電力量258KWhで全国平均値の10倍余りになっている。しかし、消費電力量の平均伸び率は年率11.0%で全国平均よりも低い値になっている。

1983/84年度の中央部地域の月別の発電端電力及び電力量は第3.9図及び第3.10図に示す通りである。カトマンドゥ盆地では冬期、電熱が使用されるので、年間の最大電力は冬期の12月、1月頃に発生する。データによると夏期の需要は冬期の70-80%に下がることがわかる。

1970年代の後半以後、電力需要は発電力不足と、配電網設備の不備のために中央部地域の伸び率は低く抑えられていた。しかし、1982年3月に第1回目の配電網整備計画とクリカニ第1発電所が殆んど同時に完成して上記の抑圧要素が取り除かれ、需要は急激に伸びて1983/84年度の最大電力で推定約60MWになっている（CNPSの最大電力は第3.6表の通り76MWで、カトマンドゥ盆地の最大電力はその79%と推定した）。1981/82年度の負荷率が一時的に下がったのは、年度終期に上記の2計画が完成して最大電力が急激に大きくなったにも拘わらず年

度終期だったため、実績としての電力量は余り伸びなかったことによる。

但し、1982/83 年度から1983/84 年度の間電力エネルギー消費の伸び率は、2.8%にとどまった。これは、3、5節に述べてある1983年4月の約58%の電力料金値上げに起因するものと思われる。この間最大電力は年率10%を超える伸びを示したが、エネルギー消費については電気料金を節約する為に節電傾向が働いたものと思われる。

1975/76 年度から1982/83 年度の間中央部地域の分類別の電力消費（実際は販売電力量）の実績は第3.7表に示す通りである。1983年4月の料金改定の際にそれまで商業用の分類に入っていた非商業、灌漑及び水供給、運輸が別の分類となった。損失電力量を各分類に割り振ってそれぞれの電力消費の伸び率を求めると下記のようなになる。

家庭用	8.1 (年率：%)
工業用	17.8
商業用 *1	17.9
その他	15.7
全体	12.2

\*1：商業用の分類は従来のものに従った。

これによると工業用及び商業用の電力消費の伸びが非常に大きいことがわかる。

中央部を除いた、東部、西部、極西部の3地域の1983/84年度の電力需要の合計は約92GWhで全国の約25%であるが、1975/76年度からの平均伸び率は14.4%で全国平均値を大幅に上廻っている。全体的に需要の伸びが不規則だが、これは発電力の不足から、電力供給を、同じく電力不足に悩んでいるインドからの輸入に頼らざるをえない実情と、供給の不確実さに起因しているものと思われる。1982/83年度から1983/84年度の間電力需要の伸びは、中央部地域程には料金値上げの影響を受けておらず依然好調である。

### 3.2.2 各変電所の負荷状況

カトマンドゥ盆地の変電所には一部を除き電力計は付いていない。11KV変電所の計測は日本からの納入分を除き電流計と積算電力計のみである。電流値は各変電所で記録しているため、各変電所とも力率85%、電圧は定格値であると推定して電力を算出した。

1984年の典型的な重負荷日である12月21日の午後6時30分のカトマンドゥ盆地の各変電所の負荷状況及び各線の電力潮流は第3.11図に示す通りである。1980年に実施した基本設計調査時の各変電所のピーク需要予測値と比較すると次表のようになる。

各変電所負荷の比較

変電所名	今回の測定値		ピーク需要予測値	
	1984/85	1983/84	1984/85	1985/86
K2 S/S	4,900	16,860	18,490	19,130
テク S/S	8,700	14,190	15,550	17,250
ラインチャウル S/S	6,800	—	—	—
タパタリ S/S	2,100	—	—	—
パタン S/S	11,100	7,110	7,790	8,640
シューチャタル S/S	2,500	—	—	—
バラージュ S/S	6,000	5,670	6,210	6,890
マハラガンジ S/S	2,100	3,990	4,370	4,980
チャベル S/S	7,100	6,450	7,070	7,850
バクタプル S/S	4,700	1,780	1,950	2,170
ティミ S/S	300	1,060	1,160	1,290
合計	56,300	57,110	62,590	68,220

全体の需要値については予測された値とそれ程顕著な違いを見せていないが、各変電所について検討するとカトマンドゥの中心部は、新変電所が建設されたことにより負荷配分が大きく変わったのがわかる。南部のパタンは工業需要がふえたためか予想以上に消費が伸びている。

各主要変電所の66/11KV主変圧器の負荷状況は次頁の表の通りである。

### カトマンドゥ盆地内主要変圧器負荷状況

変電所名	変圧器容量 (MVA)	通過電力 (MVA)	百分率 (%)
シューチャタル	36	13.2	36.7
パタン	36	22.7	63.1
バラージュ	22.5	22.7	100.9
ニューチャベル	18.9	7.4	39.2

この結果からバラージュ変電所は殆んど全負荷で運転されているが隣接のシューチャタル、ニューチャベル両変電所は軽負荷運転をしていることがわかる。

各変電所の負荷の合計による日負荷曲線は第 3.12 図に示す通りである。これからカトマンドゥ盆地の負荷曲線は典型的な夕方ピークであることがわかる。

### 3.2.3 電化率

カトマンドゥ盆地の分類別の1983/84年度の需要家数は第 3.8表に示す通りである。各地区毎の家庭用電灯需要家数及び電化率は下記の通りである。

#### カトマンドゥ盆地内の電化率

地区名	人口(人)	戸数(戸)*1	需要家数(戸)	電化率(%)
カトマンドゥ	461,000	82,300	63,782	77.5
パタン	200,000	35,700	19,750	55.3
バクタプル	175,000	31,300	11,701	37.4
全体	836,000	149,300	95,233	63.8

\*1: 1戸当り 5.6人と推定

カトマンドゥ盆地の電化率は全体で64%と相当に高く、中でもカトマンドゥは78%と最も高く次いでパタン、バクタプルの順に低くなっている。

### 3.3 需要予測

一般にある地区の需要予測を行なうには、(1)経済開発計画及至はGDPの予測値から将来の予測を行なう方法、(2)過去の需要の伸びの傾向から将来の需要の伸びを推定する方法、それに(3)分類毎の細かい需要想定を行って積み重ねる方法がある。ネパールの場合、GDPは3~4%と低いながら比較的着実な伸びを示しており、それに従って電力需要もほぼ一様に伸びている。発展途上国の一般的傾向としてGDPの伸びに対する電力需要の伸びの比は高い。発展途上国における基礎データの不足、細かい分析の難かしさから、国際機関では一般的に過去の需要伸びの傾向から将来の電力需要を推測する方法をとっている。本検討でも分類毎の細かい需要想定を行なうには、データが不足しているため、過去の需要の伸びの動向から将来を予測する方法をとることとした。

電気局は1983年度の需要予測を発電計画用に使用している。ネパール全国の需要の1975/76年度から1983/84年度の8年間の平均伸び率は年率11.7%であった。しかし、カトマンドゥ盆地以外の消費レベルが極端に低い地域では今後電力供給が潤沢になり今後よりも高い伸びになる事が予想されるため全国の伸び率を12-13%と予測している。

インドとの電力の売買は現在まで、輸出はビルガンジュ1ヶ所だけで行なわれているのに対して輸入は国境沿いの15ヶ所で行なわれていて大幅にネパール側の輸入超過である。これらの地域では送・配電網の整備と共に逐時ネパールの電力系統に切り替えられていく予定である。一方、インド側のネパールとの国境に隣接した地域は電力不足に悩んでいて、ネパールからの電力輸入に対する要望は強い。確約済みのものはビルガンジュからの5MW(22GWh)だけであるが、ガンダクからの輸出(最大5MW)も一部始まっている。需要予測では、最大輸出電力は1988/89年度には25MWになるものと想定している。

ネパールの連係系統について最近行なわれた種々の需要予測の比較は第 3.9表、第 3.13 図及び第 3.14 図に示す通りである。東部、西部及び極西部との連係が完成する1985年から1987年にかけて、これらの地区の負荷が新規に接続されるために需要が急速に伸び、第 3.9表の需要動向に基づく予測（電気料金の影響は考えない）のケースではその後は年率 12-13%の着実な伸びで推移するものと予想されている。

カトマンドゥ盆地の家庭用電灯需要を考える場合、家庭用需要家の平均月当り消費を60KWh から65KWh とすると電力料支払が約60ルピーとなり平均的月収の10%を超えることになり、当然電力料金値上げの消費への影響は避けられない。1982/83 年度から1983/84 年度の間の電力消費の伸びはCNPS地域で年率 2.8%と低くなっている。1985年 3月14日には更に平均35%の料金値上げが発表されており、料金値上げによる電力消費の伸びの低下は避けられないだろう。

以上勘案の上、カトマンドゥ盆地の今後1990/91 年度までの消費の伸びは以下のように予測される。

#### マクロ的な予測

世界で最も安い料金制度に支えられ順調に伸びてきた電力消費は、人口1人当りの消費レベルが都市としては相当に低い水準にあることも考えると、今後しばらくの間は相変わらず高い伸びで増えることが予測される。1983/84 年度から1984/85 年度にかけて料金値上げによる影響を考えて8%、それ以後は年率11%の割合で伸びるものと仮定すると電力需要は次表の様になる。この予測は1978年のフィージビリティ・スタディーによる予測に比べて、ほぼ1年遅れの値となっている。

カトマンドゥ盆地の電力需要予測（マクロ）

<u>年 度</u>	<u>エネルギー需要</u> (GWh)	<u>最大電力</u> (MW)	<u>負荷率</u> (%)
1983/84	215.8	54.6	45.1
1984/85	233.1	58.6	45.4
1985/86	258.7	64.6	45.7
1986/87	287.1	71.2	46.0
1987/88	318.7	78.6	46.3
1988/89	353.8	86.7	46.6
1989/90	392.7	95.6	46.9
1990/91	435.9	105.4	47.2

ミクロ的な予測

ここで、参考までに、従来からの電力需要の分類である家庭用、工業用、商業用、その他の各分類について過去の伸び率から将来の伸び率を推定して、これらの合計として全体の電力需要を推定することにする。

- (a) 1982/83 年度及び1983/84 年度のカトマンドゥ盆地の電力消費は電力会社の情報によると、CNPS全体の79%と推測されている。
- (b) 家庭用は料金値上げの影響を一番受けるので1982/83 年度から2年間は伸びずその後、過去の伸び率よりも低い年率 7%で伸びると想定する。
- (c) 工業用は料金値上げにより節電の傾向は出るが、その後は平常の伸びに戻ると想定する。最初2年間の伸び率は節電の傾向を考慮して12%、その後は15%と想定する。
- (d) 商業用も余り大きな節電は考えられず、工業用と同じ伸び率を想定する。
- (e) その他については節電は余り期待できない。最初2年間は節電の傾向を考慮して11%、その後は13%と想定する。

1990/91 年度までのミクロ的な需要予測の結果は下表の通りであり、1990/91 年度の最大電力においてマクロ予測の 105.4MW に対し、107.3MW とほぼ等しくなっている。したがって本調査では、前述のマクロ予測を採用するものとする。

#### カトマンドゥ盆地の電力需要予測（ミクロ）

年 度	エネルギー需要 (GWh)					最大電力 (MW)	負荷率 (%)
	家庭用	工業用	商業用	その他	合 計		
1982/83	103.7	66.0	32.6	7.5	209.8	49.2	48.7
1983/84	103.6	69.8	34.6	7.8	215.8	54.6	45.1
1984/85	103.6	78.2	38.8	8.7	229.3	57.7	45.4
1985/86	110.9	89.9	44.6	9.8	255.2	63.7	45.7
1986/87	118.6	103.4	51.2	11.1	284.3	70.6	46.0
1987/88	126.9	118.9	58.9	12.5	317.2	78.2	46.3
1988/89	135.8	136.7	67.8	14.1	354.4	86.8	46.6
1989/90	145.3	157.2	77.9	16.0	396.4	96.5	46.9
1990/91	155.5	180.8	89.6	18.0	443.6	107.3	47.2

### 3.4 電力系統の問題点

#### 3.4.1 現在の開発計画

1983/84 年度に 54.6MW であったカトマンドゥ盆地の電力需要は、3.3 節に示す様に、クリカニ第 2 発電所完成予定の 1986/87 年度には 78.6MW、1990/91 年度には 105.4MW と増加する様に予測される。これに対し、現在 157MW (21MW の火力も含む) の発電所総据付容量は、1986/87 年度にはクリカニ第 2 発電所 (32MW)、1987/88 年度にはアンディ・コラ発電所 (5MW)、1988/89 年度にはマルシャンディ発電所 (66MW) が完成予定で計 260MW となる為、カトマンドゥ盆地への供給比率を約 60% と仮定すると 1990/91 年度の需要に充分見合った計画となっている。

又、送・配電網に関しては、全国を結ぶ 132KV の送電網、33KV の 2 次送電網及

び全国の30近い地方都市の配電網，それに小水力発電による僻地電化もアジア開発銀行（ADB）を中心とした経済協力により現在進行中である。しかし、今回の基本設計の対象になっているカトマンドゥ盆地を中心とした地域の電力系統運用及びカトマンドゥ盆地内の配電網整備については他の計画は無い。

### 3.4.2 電力系統運用システムの問題点

#### (a) 発電所運転方式の問題点

第 3.1.5節に述べた通り、現在各発電所の運転出力に関してはNEC本社で月別の運転計画を作成して指示書を送っているが、基本設計調査時に見た範囲ではそれらの指示は余り守られていなかった。これは各発電所の運転員に本社の発電指示を尊重しようとする考え方が徹底していないのか、又は各発電機器の現状を考えずに指示書を作成したためと考えられる。実際の需給運用は、各発電所が独自に運転して、電力需要と他発電所の出力合計との差をクリカニ第1発電所が埋めることによりバランスを保っていた。発電出力全体で十分な余裕がある限り、現状の発電方式をとっていても特に重大な問題はない。しかし、需給関係が逼迫してくると体系的な全体運用が必要になってくる。今回の調査では周波数がしばしば 1.5Hz程度変動していた。周波数の変動は回転機類の運転に支障をきたすので、現在同様の手動調整でも $50 \pm 0.5\text{Hz}$ ぐらいには管理すべきであろう。

又、機器の点検の計画、実行に関するはっきりした考え方が欠如しているように見受けられた。

#### (b) 通信系統の不備

第 3.1.6節に述べた通信系統の不備により各発・変電所間の相互連絡は困難なことから、中央からの指示の伝達はスムーズに行なわれず、各発・変電所の状態変更、操作等への早急な対応を不可能にしている。

#### (c) 系統事故

1980/81年度から1982/83年度の3年間の系統事故の統計は第 3.10表に示

す通りである。そのデータから下記の事が云える。

(i) クリカニ第1発電所の運転開始後、10分から1時間に亘る系統全体事故の発生回数は大幅に減少した。

(ii) 年間10回に近い系統全停事故が発生している。この大半は系統全体の運転状態を適切にすることにより回避できる性質のものである。

(iii) 事故時間10分から1時間の変電所事故が1982/83年度に大幅に増加したが、これは132KVボカラ線の運転用にバラトプール変電所に新設されたリアクターの加熱によりこの線がトリップするためである。

(iv) 11KV線の配電線事故の回数についてはこの3年間目立つほどの変化はない。全国で年平均2,000回をこえる事故があることから、その大部分を占めるカトマンドゥ盆地では1日平均6回の配電線事故が発生していることが推察される。

### 3.4.3 カトマンドゥ盆地送・配電網の問題点

#### (a) 送電網の問題点

現地調査の際に、カトマンドゥ盆地へ電力を供給する送電線でクリカニ第1～シューチャタル間の送電線は事故率が低いが、バラージュヘトリスリ、ニューチャベル～デビガット、パタン～スンコシ、のカトマンドゥ周辺の3送電線(66KV)が事故により供給支障に陥りやすいということが判明した。現地で事情聴取したところによると、風が吹く季節及び雨期には、月数回の割合で事故、供給停止が発生するとのことである。これは立木の送電線への接触又は接近に起因しているようである。線路の巡視と、事故が多発する季節に入る前の支障木伐採を行う必要がある。カトマンドゥ盆地の系統全停事故はその殆どが、これらの送電線事故及びそれに伴う発電所の脱落、更に系統崩壊へと進展することに起因している。

変電所は2重母線方式を採用しているところが多いが、母線連絡用の回路の機器が故障しているものが多くうまく機能していない。又、現在主変圧器用の負荷時タップ切替え装置を手動操作しているが、自動操作に比較して系統電圧

の保持機能は低い。

(b) 変電所総容量増加の必要性

カトマンドゥ盆地の66/11KV 主要変圧器の総容量は下記の通りである。

ニューチャタル変電所	単相6MVA× 3× 2バンク	36.0 (MVA)
パタン変電所	上記と同じ	36.0
バラージュ変電所	単相 3.75MVA× 3× 2バンク	22.5
ニューチャベル変電所	3相 6.3MVA × 3台	18.9
合 計		113.4

注：パタン変電所に設置されている中国製の6MVA 2台はパネスワル変電所新設計画で撤去されるので考慮されていない。

負荷の力率 ( 0.85)、不等率 ( 1.2) を考慮に入れると上記の変圧器でまかないうる需要は約80MWである。これは1987/88 年度の予想需要に相当する。又、ニューチャベル変電所はCNPSから分離されていて、主要変圧器の容量を全部利用することは難しいと言うことを考慮する必要がある。従って遅くとも1987/88 年度までには66/11KV の主要変圧器を増設する必要がある。なお、同じ力率と不等率を仮定すれば、1990/91 年度までには 105.4MWの需要に対し、148.8MVA の総容量が必要となり、約36MVA の増加が為されなくてはならない。

(c) 11KV遮断器の容量不足

カトマンドゥ盆地の古い11KV開閉機器は1960年代に据付けられたもので、その遮断容量は150MVAである。電力系統容量の増加を考慮に入れて最近の遮断容量は 400MVA になっている。しかし、K2、パタン、テクなどの古い11KV系統の主要変電所の開閉機器は未だに定格150MVAのままである。

1986/87 年度のクリカニ第2、1988/89 年度のマルシャンディの両発電所完成後は、11KV機器の遮断容量150MVAでは明らかに不足である。従って既設機器はこの時期までに遮断容量の大きい機器と交換する必要がある。

全発電機並列運転と云う条件でのシューチャタル変電所2次側での短絡容量は現状で約140MVA、クリカニ第2計画完成後約160MVA、更にマルシャンディ完成後は約200MVAとなる。

(d) その他の配電網の問題点

カトマンドゥ盆地の市部はカトマンドゥ、パタン及びバクダブルの3市からなっている。この地区の配電網拡充は1980年及び1982年に日本政府からの無償資金協力を利用して、2回に分けて実施された。その結果、配電網は盆地平野部の殆んど全体に行き亘っている。しかし、その後の電力需要の大幅な増加により更に改善すべき問題点が下記のようにいくつかある。

- i) 運転状態によってはバラージュ変電所の主変圧器の負荷が過負荷気味になる。変電所負荷のシューチャタル変電所への移転、トリスリ発電所の発電力をふやし、それにより下流のデビガット変電所の出力をふやし、相対的にバラージュ変電所の負荷を減らすこと、チャベル変電所との関係の切り離しなどが必要と考えられる。
- ii) カトマンドゥ市中央部の3.3KV供給地域の供給電圧の11KVへの転換が望まれている。
- iii) 供給信頼度と質の向上のため配電線の分離、接続換え等を必要とする箇所が多数ある。
- iv) ピーク負荷時の配電用変圧器の平均利用率(最大負荷/変圧器総容量)は約60%で、適正と思われる50%以内(日本では一般に30~40%)に比較して相対的に高い。従って、配電用変圧器の容量不足で変圧器の温度上昇、需要家への供給支障、供給電圧降下等を起している所が多数ある。
- v) 既設設備が損傷していながら修理されずに放置されているものがある。
- vi) バクダブル及びカトマンドゥの中心部で、通常の柱上設置の変圧器と古い歴史的景観との不調和が問題になっている。
- vii) 盆地の周辺部の村で、電力供給の申し込みをしたのにも拘らず、未だ配電線が建設されていない地域が多数あり、住民の電化への要求は強い。

### 3.5 電力料金体系及び電力公社の収支

1984年末現在において施行されている電力公社の電力料金体系は第 3.11 表に示す通りである。諸外国及び国際機関から借りた開発資金に対する返済分を確保するために、1983年 4月15日に電気料金が平均約58%引き上げられた。1985年 3月14日には更に平均35%引き上げられることが発表されている。又ネパールでは全国均一の料金方式をとっている。

電力公社の1982/83 年度の収支の詳細は第 3.12 表に示す通りである。償却の値は約 180万米ドルでNECの総資産 3億ないし 3億 5,000万米ドル(概算見積り)から考えて十分な値ではない。

又、支出の中でローンに対する返却金も明示されていない。

1978/79 年度から1983/84 年度の間の収支の米ドル換算値は下表に示す通りである。

電力公社の収支一覧表

(単位：千米ドル)

年 度	収 入	支 出	差 異
1978/79	3,136	3,550	- 414
1979/80	3,990	2,944	+ 1,046
1980/81	4,921	4,734	+ 187
1981/82	5,283	5,477	- 194
1982/83	8,480	8,091	+ 389
1983/84 (推定値)	12,087	8,288	+ 3,799

## 第4章 給電指令所の基本設計

### 4.1 給電指令所設立計画の内容

#### 4.1.1 給電指令所設立の目的

安定かつ良質な電力を供給するためには、発電・送電・変電などの各設備の現状、需要の動向などを常に的確に把握し、効率的かつ安定した運用を行なうと共に、万一事故発生の場合はその波及防止並びに早期復旧を図らなければならない。このような電力システムの体系的な管理運用を行なうために、カトマンドゥに給電指令所を設置して、電力システムを集中的に監視し、操作指示（給電指令）を各発電所及び変電所（遠方電気所）へ送るシステムを作ることが計画された。

本計画での給電指令所の管理する範囲は、ネパール最大の電力消費地であるカトマンドゥ盆地及びヘタウダ～ビルガンジュ地区に限ることとし、給電指令所に設置する設備もこの系統規模に見合った必要最小限のものにとどめた。

給電指令所は電力システムを一貫した考え方で集中管理し、電力の安定供給と共に全体としてバランスのとれた系統運用を行ない、唯一の自国産のエネルギーである水資源の効率的運用に資することになる。

#### 4.1.2 給電指令所の位置付け

第 3.1.5 節に述べた通り、現在ネパールには統一的に給電指令を行なう施設はなく、電力システムをカバーする通信網の不備と相俟って、各発電所が独自の運転を行なっているのが現状である。

クリカニ第1発電所（出力60MW）は大きな貯水池を持っており、カトマンドゥ地域への電力供給に関する需要調整に大きな役割を果たしている。クリカニ第2発電所（出力32MW）は第1発電所の放水を利用して運転され、第1発電所に追従して運転されるよう計画されている。従って、この発電所群の調整能力は60MWから92MWに増加したのと同様な効果がある。

又、カトマンドゥ盆地に電力供給を行なう送電線は、1970年代にはトリスリ及びスンコシの両発電所とカトマンドゥ盆地内の変電所を1対1で結ぶ66kV送電線

が別々に存在していた。しかしクリカニ水力発電計画で、クリカニ第1発電所とシューチャタル変電所がパラージュとハタウダの間に建設され、更に新設のシューチャタル変電所を通じてパタン変電所との関係線も建設された。その他に西部地域のインド国境に近いガンダク発電所もハタウダからの132kV送電線に接続されている。この様にクリカニ第1発電所の完成と送電線の関係で最近の供給系統の信頼度は、第3.10表の年間全系統事故発生回数によく表われている様に大いに向上した。しかし、更に信頼度を向上させ、又、今後の発送電設備の増強に対応する為には、全体の電力系統の運転状態に基づいて中央から統一的な指示を出すシステムが必要である。

#### 4.1.3 給電指令対象範囲および指令所の構成

今回設置する給電指令の対象となる発・変電所はCNPS内のものにより下記の通りとする。

発電所名	出力(MW)	変電所名	出力(MVA)
クリカニ第1(水力)	60	シューチャタル	36
クリカニ第2( )	32	パラージュ	22.5
トリスリ( )	18	パタン	36
デビガット( )	14.4	ニューチャベル	18.9
スニコシ( )	10.05	ハタウダ <sup>*1</sup>	6.0
ガンダク( )	15	バラトブル	10.5
ハタウダ第1(ディーゼル) <sup>*1</sup>	14.47		

\*1: ハタウダのディーゼル発電所と変電所は同一構内にある。

以上7発電所と6変電所が給電指令の対象となるが、ハタウダは発・変電所が同一構内にある為、計12ヶ所が遠方電気所としての機能を備える事になる。

上記のうち主要な設備であるシューチャタル変電所、クリカニ第1、第2発電所及びヘタウダ変電所（ディーゼル発電所併設）の運転データは電力線搬送(PLC)及び無線回線により自動的に給電指令所に送付されるが、その他は当面電話連絡によることとする。

給電指令所の位置は、PLC系統の中心的位置にあるシューチャタル変電所とカトマンドゥ電気局敷地内とを比較検討した結果、運転保守の便利さ、非常時の対応の便利さから管理の中核機関である電気局敷地内に施設することが決定された。給電システムに関連した電力系統の結線方式は第4.1図に示す通りである。

#### 4.1.4 給電指令所の業務

給電指令所の業務は下記の5項目である。

##### (a) 需給調整業務

##### (1) 翌日の需給運用計画の作成

過去の日負荷曲線、翌日の気象条件などより、経験的、統計的に翌日の負荷曲線を想定し、これと河川の流量、各発電所の運転方式（流れ込み式、調整池式、貯水池式）などを総合的に判断して、翌日の各発電所の運転台数、運転出力、運転順序などを決定し指令を出す。

なお、水力発電所のみでは対応出来ない場合は補給用ディーゼル発電所の運用もこの指令の中に含まれる。

電力需要の想定は、中央部地域の需要のみでなくビルガンジ及びガンダクからのインドへの電力輸出、東部地域と西部地域への電力送出についても考慮に入れる必要がある。

##### (2) 当日の需給調整業務

当日については朝、夕のピーク時等の前日の予測と当日の実需要との差及び需要の不規則変動などを吸収するように前日の予定を時々刻々修正する必要がある。又系統周波数を監視し、変動がある場合には調整用発電所の調速

機の設定値を変更して周波数調整を行なう様指令を出す。

(b) 系統運用

(1) 電力潮流監視

各送電線の潮流を常時監視していて、異常がある場合は線路切り替え、発電電力調整、無効電力調整等を行って設定値以内に入るよう調整する指示を出す。

(2) 系統電圧調整

電力系統上の主要点の母線電圧を系統監視盤上で監視し、その値が設定値を外れる場合には、発電機端子電圧、無効電力発生装置、連絡変圧器のタップ設定等を調整して設定値内に入れるよう指示する。

(3) 高圧供給需要家工事予定の把握

大容量需要家である高圧供給需要家の予定停止状況及び工事予定を把握して、需要予測及び電力供給者側の作業予定作成の参考にする。

(4) 系統操作

送電系統上の主要な開閉機器の操作、連絡変圧器のタップ切替え、無効電力調整装置等の操作は全て給電指令所の指示により行なうものとする。故障及び需給状況等から回路状態を変える必要がある場合はしかるべく変更指示を発する。

(5) データ伝送

電力系統の運転状態は給電指令所の系統監視盤上に表示させる。CNPSの主要部であるシューチャタル変電所、クリカニ第1発電所（クリカニ第2発電所分を含む）及びヘタウダ変電所（ディーゼル発電所分を含む）からのデータはスーパービジョン（主要遮断器の開閉状態）及びテレメーター（計測値）により自動的に送られ、他は定時間間隔又は変化発生時の電話連絡により伝達される。

(c) 水系運用

各水力発電所の水系の特性、需要の負荷曲線、豊渇水等を判断して時々刻々の使用水量を決定する。また、大雨等による水位の上下を監視して水資源の有効利用を図る。

トリスリ、スンコシ等の日間調整池付きの発電所の場合は日間ベースで検討すれば良いが、クリカニ第1発電所の場合は貯水池水位を監視して年間の水の利用計画を作成する必要がある。

(d) 系統保護

給電指令所は各発・変電所の主要継電器の整定値を常に把握し、事故時の継電器動作状況からみて変更が必要と判断された場合は変更指示を出すものとする。

(e) 記録収集

毎日の運転記録の整理収集も給電指令所の重要な業務の1つである。収集する記録は発電記録、水系の流量又は水位、潮流状況、需要記録、気象記録、操作記録、事故記録などである。

なお、運転開始後の運転・保守は1985年の設立が計画されている電力庁により行われる予定である。しかし、電力庁の設立が予定より遅れた場合は、建設工事は電気局の協力を得て電力会社により行われ完成後は電力会社により運用されることになろう。

給電指令所の運転・保守の円滑な遂行には、4.1.6項に述べられている適切な組織と事前の要員訓練が必要欠くべからざるものである。

電力庁の要員だけで保守作業を行うためには、プリント板等を含む予備品を十分に製造者に供給させ、保守員による運転マニュアルに従った下記の定期点検を行うことが必要である。

(a) 日常点検

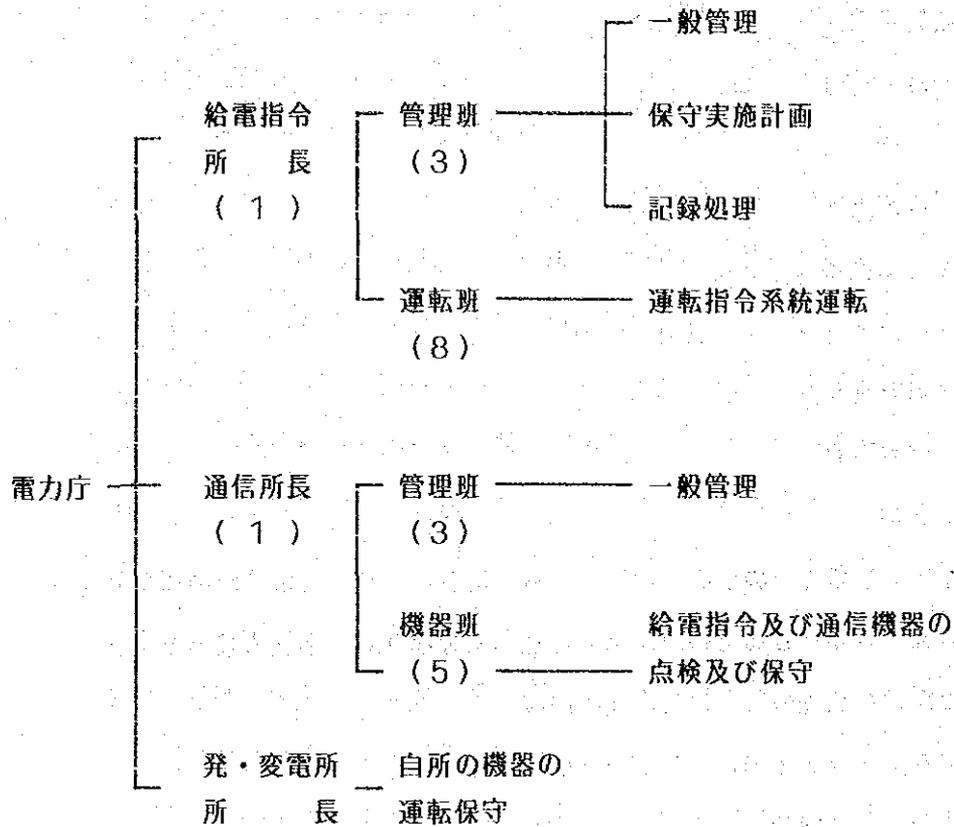
(b) 毎月の点検

(c) 1年1回の点検

このような点検は各発・変電所の協力のもとに行なわれるものとする。

#### 4.1.5 給電指令所の組織

給電指令所の運転・保守を行なう為には、給電指令班と通信班から成る下記の様な組織を電力庁内部に設置し、電力庁本部はこれを統轄する必要がある。



注：括弧内の数字は各班の構成人数の1案を示す

種々の業務の流れの1案は第4.2図に示す通りである。給電業務を円滑に行うためには、給電所と電力系統構成要素である発電所、送電線及び変電所との有機的結び付きが不可欠である。

#### 4.1.6 給電指令系統の施設

給電指令系統を構成する施設には下記のようなものがある。

##### (a) 給電指令所用建物

給電指令所はカトマンドウの電気局の敷地内に設置するものとし、建物も本計画で建設するものとする。

##### (b) 給電指令用機器

給電指令用に必要とする機器は下記の通りである。

###### (1) 給電指令所

- －親局装置
- －系統監視盤
- －電源装置

###### (2) 遠方電気所

- －インターフェイス装置
- －遠方局装置
- －電源装置

##### (c) 通信設備

給電指令業務を実施するためには、給電指令所と発・変電所間の通信の確保が必要不可欠なものである。用途別に分類すると下記の通りである。

###### (1) 給電指令伝達のための音声通信回線

###### (2) 必要データ収集のためのデータ伝送回線

###### (3) 業務用電話回線

#### 4.2 給電指令所の基本設計

##### 4.2.1 基本方針

給電指令所はネパールにとって初めての施設でありながら、運転・保守に比較的高い技術力を必要とする。今回はむしろテスト・ケースとして単純なシステムを設計して、ネパール人独自で維持、管理可能な方式とする。むしろ、給電システムを受け入れる考え方と素地をネパールに作り上げることに主眼をおくものとし、将来の拡張にも対応できる様な設計とする。従って、4.2.7節で述べる様に当初の要請内容よりはるかに簡単な設計となっている。

#### 4.2.2 給電指令所の建物計画

##### (a) 敷地計画

給電指令所建屋の建設予定地は電気局本部ビル裏の現在修理工場及び倉庫がある場所を選定された。現存の建造物は事前にネパール側で解体し整理しておく必要がある。現地の位置図は第 4.3図に示す通りである。

##### (b) 建屋の配置計画

この建屋は給電指令所の機器を収納するだけでなく、4.1.5節に示した組織の人員を収納する必要がある。又、この建屋には同じ無償資金協力で建設されるK2変電所の機器も収納することになっている。建屋は2階建てとし、K2変電所関係の11kV開閉装置はケーブル引込み用のケーブルダクトを設置しなくてはならないので1階に設置する。従って、キュービクル室は1階に、給電指令所関係は2階に配置してある。建屋内の室の配置は以下の通りである。

－1階、K2変電所機器室、通信所長室、事務室（通信担当の8人用）、休養室（宿直等の仮眠用）、会議室（運転計画等の打合わせ用）および給湯室、便所で計 297 *m*<sup>2</sup>

－2階、給電指令室、主機室、事務室（給電関係の11名用）、給電指令所長室、および給湯室、便所で計 297 *m*<sup>2</sup>

なお、主要な部屋であるK2変電所機器室、給電指令室、主機室にはそれぞれ以下の機器類を収容する。

K2変電所機器室(148.5 <i>m</i> <sup>2</sup> )	……	11kVキュービクル、配電盤、監視机等
給電指令室(118.8 <i>m</i> <sup>2</sup> )	……	系統監視盤を中心にコントロールデスク等
主機室(42.8 <i>m</i> <sup>2</sup> )	……	VHF無線機、電話交換器、遠方監視親局装置等の通信施設

建屋の配置は第 4.4図に示す通りである。

### (c) 建物建築計画

建屋に使用する材料は全てネパールで調達可能なもののみとし、建築はネパールの業者が行なうものとする。建屋の仕様は下記の通りである。

#### 構造材料

- 1) 基礎：鉄筋コンクリート
- 2) 柱，梁，床，階段：鉄筋コンクリート
- 3) 壁：レンガ積み
- 4) 屋根：木製トラス

#### 外面仕上げ

- 1) 屋根：波型アスベスト板
- 2) 壁：セメントモルタル上に現地製ペンキ塗り
- 3) 扉及び窓：木製，オイルペンキ仕上げ

#### 内面仕上げ

- 1) 床：テラゾ・タイル，セメント・モルタル，モザイク・タイル
- 2) 壁：セメント・モルタル，セメント・モルタル上現地製ペンキ塗り，セラミック・タイル
- 3) 天井：合板上油ペンキ塗り，アスベスト板上油ペンキ塗り

### 4.2.3 通信設備

#### (a) 通信網の構成

給電指令所と遠方電気所を結ぶ通信網は、給電指令所とシューチャタル変電所を結ぶ多重UHF回線とシューチャタル変電所と各電気所を結ぶ66KV及び132KVの送電線を利用した電力線搬送(PLC)通信回線により構成される。

UHF回線、PLC回線共バンド幅は4kHzのものを適用する。この4kHz幅のうち300から3,400Hzを音声通信及びデータ伝送の両方に使用する。

既設のPLC回線は可能な限りそのまま利用するものとする。クリカニ水力発電計画で納入されたPLC装置はバンド幅3kHzのものであるが、音声通信には使用可能である。他にデビガット～ニューチャタル間のPLC装置は状態が良くこれもそのまま使用可能である。(3.1.6通信系統の現状参照)。

以下、各発・変電所と給電指令所を結ぶPLC回線について述べる。

－クリカニ水力発電計画で納入した給電用PLC回線中シューチャタル～バラージュ及びシューチャタル～パタン間はそのまま使用する。

－シューチャタル～クリカニ第1及びクリカニ第1～ヘタウダ間の給電用PLC装置はパタン～スンコシ及びトリスリ～バラージュ間に移設して使用する。

－シューチャタル～クリカニ第1及びクリカニ第1～ヘタウダ間にはデータ伝送を兼ねる4kHzバンド幅のPLC装置を新設する。

－ヘタウダ～バラトプール～ダムキバス～ガンダック間及びヘタウダ～ビルガンジ間には4kHzバンド幅の新しいPLC装置を設置する。

－クリカニ水力発電計画で納入した業務用PLC回線(バラージュ～シューチャタル～クリカニ第1～ヘタウダ間及びシューチャタル～パタン間)及びリレーグループ式交換機はそのまま使用する。

－クリカニ第2水力発電計画で納入されるシューチャタル～クリカニ第2～ヘタウダ間の2回線、給電用及び業務用各1回線、は4kHzバンド幅のものなのでそのまま使用する。

UHF回線の機器は将来の拡張を考慮に入れて24回線セットを採用するものとしそのうちに12回線分は実装とする。

給電指令所とシューチャタル変電所を結ぶ通信回線は、UHF無線方式とケー

ブル搬送方式を比較検討の上、下記の理由で無線方式を選択した。

- i) 無線回線はケーブル外傷、車の衝突、線路近傍の火災等の外部的原因による妨害の影響を受けない。
- ii) 通信ケーブルを配電線柱に架設した場合に所要地上高の 5mをとることができない。カトマンドゥの市部では、ケーブル高が 4mから 4.5mになる。新規に建設するポールに架設するには追加費用が必要である。

給電指令所とデビガット発電所間の直接通話の為に、トリスリ～デビガット間に通信ケーブルを布設する。この通信ケーブルは両発電所間の発電所運転に必要な相互通話用にも利用可能である。

給電指令所とニューチャベル変電所間の通信は公衆電話回線を利用するものとし、パタン変電所とパネスワル変電所間にはパタン変電所のリレーグループ式交換機から 1回線を延長する。

ハタウダ変電所からビルガンジへの66KV線に接続されているアムレクガンジ、シムラ、パラワニアルの 3つの小規模変電所への通信には経費を節約するために建設費が最低なVHF回線を使用する。

全体の通信系統図は第 4.5図に示す通りである。

#### (b) 給電指令用通信網

給電指令用通信網の使用目的は下記の通りである。

- i) 給電指令用の音声通信
- ii) 給電指令に必要なデータ伝送

300から 3,400Hzの周波数帯の中に音声回線 1組と 200ボアのデータ伝送回線 2組を収納することができる。300から 2,000Hzを音声帯域とし、残りの 2,160から 3,400Hzの間をデータ伝送に使用する。国際規格(CCITT) に準拠して 200ボアのデータ伝送用に中心周波数として 2,520Hzと 3,000Hzを割り当てる。

給電指令に必要なデータを送る遠方電気所は、給電指令所から呼び出し信号を送って呼び出す。それに応えて、遠方電気所から給電指令所へ自動的にデータが送られる。

給電連絡をする場合の音声通信の給電指令所から遠方電気所の呼び出しは、運転制御卓に取り付けてある押釦式トーン周波数送出器を操作して行う。遠方電気所から給電指令所の呼び出しは電話機に付いている押釦スイッチを操作して行う。この回線は給電専用で使用し、給電指令所から遠方電気所への給電指令の伝達及び両者の情報交換に使用される。

#### (c) 業務用電話通信網

クリカニ水力発電計画で納入されたシステムでは、各PLCセットに付属しているリレーグループ式交換機を通して5回線容量の内線間のダイヤル通話が可能である。既設システムの加入者数はバラージュ、シューチャタル、クリカニ第1、ヘタウダ、パタンの5局であるが、それに今回給電指令所を追加してありこの6局間の通話を可能にする。

他に、クリカニ第2水力発電計画でクリカニ第2発電所に設置する交換機を通して、シューチャタル〜クリカニ第2〜ヘタウダ間のダイヤル通話が可能である。

#### (d) VHF通信

ヘタウダ変電所からビルガンジへの66KV送電線に接続されているアムレクガンジ、シムラ、パラワニブルの3つの小変電所間との通信確保のために各所1台ずつのVHF無線通信装置が必要である。

VHF無線方式は最小費用で必要最小限の通信を行うために150MHz帯を使用した単信、プレストーク通信方式のものが適当である。

#### (e) 電源装置

PLC装置及びUHF無線装置に必要な電源は直流48Vとし、充電器と共にアルカリ電池が供給される。

#### 4.2.4 給電指令システムに必要な機器

給電指令システムは第 4.6図に示す構成機器から成立っている。

##### (1) 給電指令所

###### (a) 親局装置 (MU)

親局装置は遠方電気所からのデータの収集及びデータを系統監視盤及びデータ処理装置へ送るためのデータ処理を行なうことにある。

###### (b) 系統監視盤 (SDB)

遠方電気所から送られてくる遮断器の開閉状態や主要計測値等の主要データは系統監視盤に表示される。パネスウル、ビルガンジ、ポカラの各変電所への送出電力及びジャナクプルへの送電線の電力潮流は送電端の値を表示する。系統監視盤はモザイク盤を使用して将来必要となる系統の拡張、変更に対応できるようにしておく。

###### (c) 電源装置

上記のMU及びSDBの操作用の直流110V電源は併設のK2変電所から供給されるものとする。

##### (2) 遠方電気所

###### (a) インターフェイス装置

各遠方電気所内の必要情報をデータ伝送用に変換する装置で、遮断器の開閉はON、OFF信号に、計測値は直流電圧に変換してデジタル符号への変換に適した信号をRTUに送る。

###### (b) 遠方局装置 (RTU)

この装置の機能は給電指令所からの呼出し信号を受信した時に各遠方電気所のデータを給電指令所に送る時の装置で、この装置により遮断器の開閉状態及び遠方計測項目の測定値は給電指令所への送付を容易にするよう

に 2進法で符号化される。

(c) 電源装置

RTUの操作電源は直流110Vとし、電源は各発電所及び変電所の所内電源（直流110V）から供給されるものとする。

4.2.5 運転・保守規則及び手順書（運転マニュアル）の作成

給電指令所の実際の運転・保守に入る前に、運転・保守に関連した規則と手順書を作成して全ての関連発・変電所に配布する。この様な規則及び手順書は少なくとも下記の規則などを含むものとする。

- (a) 電力系統運転規則（付録－Ⅵ参照）
- (b) 電力系統機器の運転規則
- (c) 給電指令発行に関する規則
- (d) 電力機器の計画的点検及び保守の手順
- (e) 各発・変電所の運転規則
- (f) 継電器整定規程
- (g) 通信設備の運転規程
- (h) 通信設備の保守規程
- (i) その他

#### 4.2.6 要員計画

ここに計画されている給電指令所はネパールにとって全く新しい設備で比較的新しい技術を必要とするので、完成後給電指令所をスムーズに機能させるためには事前に運転・保守要員の訓練を行う必要がある。

この目的の訓練は下記の 2つの段階で行うのがよいと考えられる。

##### (a) 据付け及び試験期間中の訓練

この期間中、運転・保守に携わる人員全員が、完成後に運転・保守すべき機器についての知識を修得し、同時に機器に慣れるための訓練を受ける。

そのためにはネパール側要員を据付班に編入して実際に据付・試験を行わせることにより、訓練を行わせるのが効果的である。

##### (b) 実証試験期間中の訓練

給電指令所の据付終了後、商用運転初期の 3ヶ月の間、実証試験を行う必要がある。運転保守訓練の最終段階としてこの実証試験への参加およびこの期間の実運転を行うこととする。この実証試験は給電指令所の契約に含まれるものである。

#### 4.2.7 要請規模との比較

前述の様に、当初ネパールからの正式要請書に添付されていた方式に比べ今回の納入機器の仕様はネパール人技術者のみで問題無く運転保守することを考慮して、簡単な方式になっている。主要機能の比較は下記の通りである。

<u>項 目</u>	<u>正式要請</u>	<u>決定方式</u>
(1) 指令所位置	シューチャタル変電所	電気局敷地内
(2) コンピューター	2台	なし
(3) 系統監視盤	自動表示	自動、手動併用
(4) RTUの数	16	3
(5) 対象範囲	1986年完成範囲	CNPS内のみ
(6) 指令所電源	無停電電源装置	電池のみ
(7) 給電用電話	1回線(1部 2回線)	1回線
(8) 管理用電話	主要部 4回線 (1部 2回線)	既設流用 (主要部のみ 1回線)

#### 4.2.8 その他の機材

運転保守を行なうに当って必要となる試験器具や特殊工具類は納入して常備しておく必要がある。

給電指令システムの構成要素はその殆んどがプリント板であるから、プリント板に故障が発生した際は直ちに入れ替えて故障したものは修理して、予備として再度保管することが必要である。これはネパール側の費用で行なうことになる。

#### 4.2.9 概算事業費

上記の計画を実施するのに必要な工事費（無償資金負担分）は総額で 5億 2,420万円と見積られている。又、5章で述べる配電網整備計画との共通経費として、コンサルタント料が、1億 1,237万円見積られている。なおこの計画実施に当たって、給電指令所建屋建設地に現在建っている建物の取壊し及び後片付けを、ネパール側で行なうことになっている。そのための費用は概略3百万円と推定される。

### 4.3 事業実施体制

#### 4.3.1 実施主体

3.1.1節に述べたように1985年には現在の電気局および電力公社が合併され電力庁が発足することになっており、電力庁発足後は電力庁が本計画の実施を担当することになる。しかし、電力庁の発足が遅れる場合は電気局の協力を得ながら電力公社が行うことになる。

#### 4.3.2 施工計画

本計画は交換公文締結後下記のような順序で行なわれることになる。

- 交換公文締結
- コンサルタント契約の締結
- 詳細設計及び入札仕様書作成
- 入札及び契約締結
- 契約者による設計及びコンサルタントによる承認
- 製作及び検査
- 現地への輸送
- 給電所建屋の建設
- 機器の据付け及び検査

業者は、契約後直ちに電波伝播試験を行なって無線通信を行なう条件につき確

認しなければならない。

施行管理は主としてコンサルタントが担当することになる。日本では設計審査、承認業務及び製作された機器の出荷前の検査を行なう。現地に於ける建屋建設工事、機器据付け及び試験の期間中コンサルタントが現地に滞在して電力庁スタッフの協力のもとに施行管理を行なう。

この現地工事期間中に 4.2.6節で述べた要員訓練を行なう。

交換公文サイン後、事業実施のための必要月数は下記のように計21.5ヶ月と推定される。

交換公文

コンサルタント契約 : 1ヶ月目

入札招請 : 3ヶ月目

入札及び評価 : 4ヶ月目

工事契約 : 4.5ヶ月目

第1回船積 : 12.5ヶ月目

最終船積 : 16.5ヶ月目

現地据付 : 12.5～21.5ヶ月目

計画実施の工程表は第 4.8図に示す通りである。

#### 4.3.3 維持管理計画

給電指令所の維持管理に必要な人員は、4.1.5節の組織図に示した通りで合計約20人程度と考えられる。そのうち、実際の運転に当るのはシフト当り2人、4シフトで8人であるが、各シフトの長は電力系統運用について大きな権限をもつことになるので、選別および訓練に留意する必要がある。

給電指令所の維持・管理は電力庁の技術者のみで行なうことになるが、コンサルタント及びメーカーが作成したマニュアルに従って各作業を着実に実施していく必要がある。

この運転・保守に要する費用は要員の給料、予備品購入費等を含めて年間1,500万円程度と思われる。この金額は3.7節記載の電力公社の電気料金収入からみてネパール側で十分まかないうる金額と思われる。

#### 4.3.4 調達輸送計画

この計画に使用する機器及び工事用機材工具は原則として日本調達とし、カルカッタまで海上輸送してそこから工事現場まで陸上輸送するものとする。但し土木建築用の資材は現地にて調達することとする。

日本からのすべての機材は、インドのカルカッタで陸揚げされる。日本からの海上輸送には約3週間かかると推定され、又カルカッタでの荷上げおよび通関にかなりの時間がかかることがある。沖待ちさせられる時間をある程度見ておかななくてはならない。

カルカッタからカトマンドゥまでの陸上輸送には、鉄道輸送とトラック輸送の2通りが考えられるが、鉄道輸送は途中で積替えがあるため時間が不定期なうえ、盗難の危険性が高い。従って、今回の基本計画ではトラック輸送を前提とするが、この場合も隊列を組むなどして、まとまって輸送するよう心がけるべきである。

このトラック輸送には約2週間が見込まれる。

以上総合すると、日本からの資機材輸送には1ヶ月半から2ヶ月程度かかると想定される。なお、この輸送計画は乾期を想定したもので、雨期に輸送する場合にはより長時間かかる上に、道路の状態によっては通行不能になる場合もあるので、作業工程を考える際には十分な考慮が必要である。

## 第5章 カトマンドゥ盆地配電網整備計画の基本設計

### 5.1 計画の概要

#### 5.1.1 計画の目的

1978年に実施したフィージビリティ調査報告書(1979年1月付)記載のカトマンドゥ盆地送・配電網計画の第1次分が実施され、それによりカトマンドゥ盆地の配電網は非常に改善された。しかし、カトマンドゥ盆地の電力需要は年率3.5%の人口の伸び及び、工業生産の伸び等による1人当り消費量の伸びと対応して年率10%強で伸び続けており、近い将来の需要増に対応するために更に施設の増強が必要となってきた。ネパール側からの要請はこのような現状を背景に提出された。

ネパール国内の電力需要増に対応するために、現在、クリカニ第2(32MW、1986/87年度完成予定)及びマルシャンディ(66MW、1988/89年度完成予定)の2発電所が建設中である。カトマンドゥ盆地に対しても電力需要増に対応して質の良い電力を近い将来に亘って安定的に供給するためには配電網の整備が必要になってきている。本計画の目的は、予想される電力需要増とネパール側からの要請を考慮に入れてカトマンドゥ盆地の配電網の整備計画を策定することにある。

#### 5.1.2 計画の内容

ネパール側から要請のあった各項目につき電気局及び電力会社の協力を得て現地調査を行った。更に各項目の緊急性及びネパール側から提出された優先順位を考慮に入れて計画内容を下記の通り決定した。

##### (a) 変電所工事

###### i) バネスワル変電所の新設

この変電所は盆地全体の66/11KV変圧器総量不足を解消すると共にバネスワル地区の電力需要増に対応するためのものである。現状の変圧器の総容量は1987/88年度までの需要に対応できるが、それ以降の需要増に対してはバネスワル変電所(18MVA)ならびにマルシャンディ水力発電計画で建設される

予定のラインチョール変電所(10MVA)の新設により1990/91年度ぐらいまでの電力需要増に対応することが出来る。

#### ii) K2変電所の更新

カトマンドゥ市中央部地域の電力需要増に対応して電力の安定供給を図るものである。クリカニ第2及びマルシャンディ発電所完成による系統容量の増大によりK2変電所の11kV開閉機器は遮断容量の不足をきたす為、これを更新する。又変電所全停等を予防し、全体として供給信頼度を向上させる為に、現在単一ブス方式となっている11KV開閉機器を4分割してこれに対応させる。

#### (b) 市部の配電網の整備

##### (b-1) 配電線の建設

i) バネスワル変電所の新設に関連した11KV配電線の建設

ii) 電力需要の伸びに対応する11KV配電線の建設及び配電線の電圧変更

iii) 供給の信頼度を向上させるための11KV線の建設及び修復

##### (b-2) 地点ごとの需要増に対応するための配電用変圧器の供給

##### (b-3) 供給信頼改善のための、区分開閉器の供給

#### 5.1.3 配電用機材の供給

ネパール側から要請のあったもののうち、本計画では下記のを供与する。

##### i) 積算電力計

3.1.4節で述べた様に、ネパールには定額電灯の制度が無く、全ての需要家への供給は積算電力計を通して行なわれている。しかし、計器が不足気味の上、将来の需要家増に対応するには、積算電力計の供与が必要である。

供与される積算電力計は必要最小限にとどめ以下の通りとする。

単相、2線式、230V、15/60A	1,000ヶ
” 10/40A	1,000ヶ
” 5/20A	2,000ヶ
3相、4線式、400V、15/60A	100ヶ
7.5/30A	100ヶ

## ii) VHF無線機装置

現在、カトマンドゥの電力会社の本社にはVHF無線機が装備されているが、今回新たにバクタブルの電力会社事務所に1台、自動車搭載の移動局を5台配置することにより、区分開閉器切替え等の作業時に本部と現場の通信が可能となる。この為、事故区間の早期切離し、停電区間の短縮、停電時間の短縮を通じて、供給信頼度の向上を図ることができる。供与されるVHF無線機装置は以下の通りである。

VHF無線機（3チャンネル）	6セット
直流電源装置（固定局用）	1セット

注： 整流器付きの直流電源装置を装備するのは、固定局のみで移動局用には現地調達の手動車用バッテリーを使用する。

## 5.2 基本設計

### 5.2.1 バネスワル変電所の基本設計

#### (a) 変電所位置の選定

カトマンドゥ盆地の66/11KV 変圧器の総容量は第 3.4.3節(b) に述べた通り近い将来不足することになるので、遅くとも1987/88 年度までには66/11KV 主要変圧器を増設する必要がある。その方法としては、変電所を新設する方法と既設変電所を増容量する方法がある。しかし、既設変電所に関してはシューチャタル変電所は重負荷地区から離れすぎており、また、パタン、バラージュの両変電所には用地の制約がある。一方、バラージュ変電所にはマルシャンディ水力発電計画で拡張改変する計画もある為、今回は変電所の新設案を採用した。本調査において、バネスワル及びラインチョールの2地点が市中心部に比較的近く、また、他の変電所とも数キロメートル離れていて変電所間隔としても適当なため、変電所新設予定地に適していることが判明した。

しかしながら、電気局の説明により、ラインチョール変電所はマルシャンディ水力発電計画の一部として10MVA 容量で建設する計画があることを明らかになった為、ラインチョール変電所は本計画で建設する必要が無いということが確認された。

従って今回変電所を新設すべき地点としてはバネスワル地域が適当であると結論に達した。又、バネスワル地域は新興住宅地域として成長中であり、電力需要が急増すると予測され、しかも飛行場やトロリーバス等の重要負荷の付近であることから、それらへの供給を確保するという意味でもこの地域に変電所を新設することは大いに意義がある。

#### (b) 変電所容量の選定

バネスワル地点で新設変電所が分担すべき負荷は当面5-6MW 程度と考えられるが、この地域は住宅新築が多く平均より高い年率10パーセントを上回る負荷の増加が見込める。変電所の単位容量は既設変圧器との互換性を考慮してシユウ

チャタル、パタンと同じ18MVA(单相 6HVAX3)が適当と考える。変電所からの供給地域は区分開閉器の切替えにより容易に変更可能で、又両地点共カトマンドゥ中央部に近いためタパタリ又は、K2変電所までケーブルを布設してこの方面の負荷を分担することが十分可能であり、将来、市中心部の供給力増強にも対応することができる。

このパネスワル変電所の新設により、カトマンドゥ盆地内の変電所総容量は131.4MVAとなり、1989/90年度までの需要にほぼ対応できると予測される。従って、1989/90年度にマルシャンディ発電所に付随したラインチャウル変電所が完成すれば、合計で1990/91年度までの需要は、現在のサービスレベルにおいてほぼ満たされと考えられる。

#### (C) パネスワル変電所新設とそれに伴う関連工事

パネスワル変電所への電力は、既設のパタン変電所から分岐して約4.8kmの送電線を通して送られるものとする。従って、パネスワル変電所の新設に伴って、パタン変電所における工事、及び送電線の新設が必要となる。

##### 1) パネスワル変電所の新設

—変圧器は非常の場合を考慮して予備器1台を含めて单相66/11KV、6MVAを4台設置するものとする。

—屋外変電所は当初引込線1回線、変圧器1バンクであるが、将来の計画として引込線2回線、変圧器2バンクに拡張可能な様に設計する。

—66KV送電線の保護はパイロット・ワイヤー・リレーで行なうものとし、パタン変電所とパネスワル変電所の間既設配電線に添架して通信ケーブルを架設するものとする。このケーブルは両変電所間の電話連絡にも利用可能である。

—11KVき電線の数は将来分も含めて8回線とする。他に主変圧器2次キュービクル、所内変圧器キュービクル及び直流盤を装備するものとする。

一 所要設備は下記とする。

- ・主変圧器、単相、66/11KV、6MVA… 4台
- ・66KV開閉機器：遮断器（変流器付き）1台、断路器 3台、避雷器 3台
- ・66KV開路用配電盤
- ・キュービクル：11KV用 9面（1-主変圧器 2次、8-き電線）  
補助用 2面（1-所内回路、1-直流回路）

パネスワル変電所の建屋は 200㎡の平屋建てとし、170㎡の主制御室を含むものとする。又、建築の仕様は 4.2.2(c) に記述された給電指令所の仕様と同一のものとする。

パネスワル変電所の結線図及び配置図は第 5.2図及び 5.3図に示す通りである。

## 2) パタン変電所における関連工事

一 パタン変電所から分岐用の屋外開閉機器は既設のスンコシ発電所の屋外変電所の位置に建設するものとし、パネスワル変電所向け及びスンコシ発電所向けの 2回線分の引出し設備を同じ場所に建設する。なお、スンコシ発電所向けには既設の機器をそのまま使用するものとする。

一 これら機器の制御用配電盤はクリカニ計画で建設した配電盤室に配置する。

一 所要設備は下記の通りである。

- ・66KV引出し用開閉機器……遮断器（変流器付き）1台、断路器 2台
- ・66KV2 回線分鉄構及びブス設備
- ・配電盤……一式

パタン変電所の結線図及び配置図は第 5.4図及び 5.5図に示す通りである。

## 3) 66KV送電線の新設

一 パタン変電所から架空送電線を引き出すルートとしては既設のスンコシ送電線のルート以外に無い。従って、環状道路まで約 1km は既設の送電線敷地をそのまま利用し、この区間に 2回線鉄塔を建て、1回線はパネスワル向けの送電線に、他回線はスンコシ線に使用するものとする。

一環状道路からバネスワル変電所迄の間は、将来の増架を考慮して2回線片側架線とする。

一送電線設備は下記とする。

・鉄塔は2回線鉄塔とする。

・電線は予備の互換性を考えてクリカニ系統と同じBSサイズの鋼心アルミ燃線、 $150\text{mm}^2$  (Wolf)とする。

・碍子連も同様にクリカニ系統と同じIECサイズの碍子5ヶ連を使用する。

送電線ルート図及び送電線鉄塔図面は第5.6図、5.7図及び5.8図に示してある。

### 5.2.2 K2変電所の基本設計

K2変電所の機器は電気局の構内に建設される給電指令所の建屋内に収容されるものとし、機器配置は第4.4図に示す通りである。

遮断器の定格遮断容量は3.4.3節で述べた様に、最近設置されたクリカニ計画等の他容量に合わせて、現在の150MVAから400MVA(20KA)に変更する。

現存のキュービクルは母線連絡用遮断器なしの単母線方式を採用しているが、これに母線連絡用遮断器3台を設置して4回路引込みが可能な構造とし、それぞれを分離運用することにより事故時の供給障害を最低限にするようにする。

主要な工事項目は下記の通りである。

一11KVキュービクル18面及び補助キュービクル2面の設置(引込み用4面、母線連絡用3面、線路用11面、所内用1面、直流盤1面)

一既設変電所から新設変電所へのケーブル接続替え。

K2変電所の結線図は第5.9図に示す通りである。

### 5.2.3. 市内配電網整備の基本設計

配電網に使用する電気設備の設計は原則として1980,82年の配電網整備に使用されたものと同様の条件を適用するものとし、詳細は付録Ⅶに示す通りである。

今回この計画で施行する各工事項目ごとの概要は下記の通りである。

(a) ハネスワル変電所新設に伴う新線の建設

この地区には既に多数の配電線が建設されているので、変電所の電力はこれら既設の配電系統に接続するための新線を建設し、その線を通して電力を既設配電線に送り込むことにする。

新設する配電線は $95\text{mm}^2$  ACSRの架空線を合計 2.6Km及びAl  $200\text{mm}^2$  の地下ケーブル 0.4Kmとする。

(b) カトマンドゥ市中心部の配電電圧変更

カトマンドゥ市内の中でも電力需要が大きく伸びており現在変圧器が過負荷状態になっている地点の供給能力を増大させる為以下の工事を実施する。

ーチャバガオン線(11KV)の2回線柱への1回線増架 ( $200\text{mm}^2$  ACSR)

ー現在 3.3KV供給をしているスーパー・マーケット地域への11KV線 2ルートによる電力供給。テク変電所からのピムセンスタン線の地下ケーブルによる延長及びK 2変電所からのマハ・パウダ線の延長(マハ・パウダ開閉所から架空線及び地下ケーブルを使用)

(c) 供給の信頼度を向上させるための11KV線の建設及び修復 (変電所間の負荷の再配分および配電線の分割など)

ーシューチャタルからのスワヤンプ線の建設 (ACSR $95\text{mm}^2$ )

バラジュ負荷のシューチャタルへの移行及び配電線分割による信頼度向上及び電圧安定度の向上

ーカリマチ線へのシューチャタルからの供給 (ACSR $95\text{mm}^2$ )

テクの負荷のシューチャタルへの移行による、供給信頼度の向上

ータンコット線のシューチャタルへの接ぎ込み (Al  $200\text{mm}^2$  地下ケーブル)

配電線分割、テクの負荷のシューチャタルへの移行

ーニューチャベルからパウダ線への供給 (ACSR $95\text{mm}^2$ )

地方面向けの長距離配電線と空港線の分離。これによりチャベル負荷のニュ

- チャベルへの移行及び空港線の信頼度向上
- パネパ線及び地方向けのディワコット線に接続するためのバクタプル変電所からの2配電線の建設、配電線分割及び供給信頼度の向上
- トロリーバス線とパネスワル線の相互接続（AI 200mm<sup>2</sup> 地下ケーブル）  
パネスワル地区への供給容量の増強及びこの地域への供給信頼度向上のための損傷ケーブルの修復
- シャヒド門路の現存地下ケーブルの更新（AI 100mm<sup>2</sup>）  
供給力増強及び供給信頼度の向上
- パタン動物園近くの道路横断ケーブルの修復  
テク変電所からパタン市へ供給している配電線負荷の一部をパタン変電所からの供給へ転換すること及びこの地域への供給強化

(d) 配電用変圧器の追加

現在、配電用変圧器の負荷が殆んど定格いっぱいになっている地域への供給容量を増やすため、配電用変圧器を追加するよう計画されたものである。なお、追加する数量は将来の需要増に対応するものではなく、現在緊急に必要とするものにとどめる事とした。又、変圧器の追加に伴ない11KV線の延長および低圧線の新設が必要になる。

(e) キュービクル内の収納の変圧器の供給

バクタプール及びカトマンドゥの古い歴史的建造物に囲まれた街の景観を保つことは、バクタプール市当局からも要望されており、ネパールにとっての観光の重要性を考慮し、寺院に近い3ヶ所の変圧器は鋼製キュービクルに収納することとする。

(f) 11KV配電線への区分開閉器の取付け

手動操作の区分開閉器を延長の長い11KV配電線の適当な地点、配電線の分岐点、別系統との接続個所、その他必要と思われる個所等に設置し、故障発生時の事故区間の切り離し、別系統への切替などを行ない、供給信頼度の向上を図るものとする。

配電線工事の位置図は第 5.10 図及び第 5.11 図に示してあり、又、標準的な装柱図は第 5.12 図及び第 5.13 図に示してある。

配電線整備工事の工事数量の概要は下記の通りである（詳細については付録Ⅶ参照）

i )	11KV配電線新設		24.89 Km
	- 架空線		18.90 Km
	- 地下ケーブル		5.99 Km
ii)	供給電圧の変更		2.32 Km
	- 架空線		0.50 Km
	- 地下ケーブル		1.82 Km
iii)	配電用変圧器		8,450KVA
	- 3相、100KVA	44台	4,400KVA
	- 3相、250VA	15台	3,750KVA
	- 3相、100KVA	3台（キュービクル入り）	300KVA
iv)	400/230V配電線		16.70 Km
	- 架空線		14.70 Km
	- 地下ケーブル		2.00 Km
v )	区分開閉器		20 nos
	- 400A 定格		5 nos
	- 200A 定格		15 nos

#### 5.2.4 概算事業費

上記の計画を実施するのに必要な工事費（無償資金負担分）は総計 9億 5,725 万円と見積られている。又、4 章でも述べた通り、給電指令計画との共通経費として、コンサルタント料が 1億 1,237万円見積られている。なお 変電所工事実施にあたり、用地取得、用地造成、門・扉及び外欄工事、パタン変電所の中国製機器の取り外し再据付け等はネパール側で行なうことになるが、その費用約 2,500万円と見積られている。その内訳は下記の通りである。

ーパネスワル変電所用地の取得費	1,600	(万円)
ーパネスワル変電所関係道路、土地、門、外柵等の整備費	300	
ー送電線工事補償	200	
ーパタン変電所機器移設費	200	
ー予備費	200	
合 計	2,500	

### 5.3 事業実施体制

#### 5.3.1 事業主体

3.1.1節に述べたように1985年には現在の電気局及び電力公社が合併され電力庁が発足することになっており給電指令所と同様に、電力庁発足後は電力庁が実施を担当することになる。しかし、電力庁の発足が遅れる場合は電気局の協力を得ながら電力公社が行うことになる。

#### 5.3.2 施工計画

計画は交換公文締結後下記のような順序で遂行されることになる。

- ー交換公文締結
- ーコンサルタント契約の締結
- ー詳細設計及び入札仕様書作成
- ー入札及び契約締結
- ー契約書による設計及びコンサルタントの承認
- ー機器の製作及び検査
- ー海上及び陸上輸送
- ー現地建設工事

現地建設工事に関する特記事項は下記の通りである。

#### (1) 変電所工事

先ず屋外変電所基礎工事とパネスワル変電所の建屋の建設工事から着手する。これら工事は全て現地の業者が施行することになる。引続き、屋外鉄構の建設、屋外架線工事、および変圧器及び屋外機器の据付けを行う。建屋はこの時期までに完成させる必要がある。最後に屋内の配電盤及びキュービクルの据付け、制御配線、試験を行なって完成引き渡しを行う。

パタン変電所工事の場合、既設機器との取り合い、停電工事があり、又、送電線工事との関連もあるので詳細は現地で電力公社とよく打ち合せて工事工程を決定する必要がある。

#### (2) 送電線工事

建設業者は工事に先立ち、検測及び土質調査を行って鉄塔位置及び土質状況の確認を行なう必要がある。基礎工事、次いで鉄塔組立てを行ない最後に架線工事を行なう。

パタン変電所と環状道路の間は既設66KV線の送電線敷地内に建設するので、基礎工事及び鉄塔下部の組立てを行い、停電作業で既設送電線の解体、鉄塔上部の組立て及び架線を行う。この作業は変電所の停電工事と同時期に行なう必要がある。

#### (3) 配電線工事

建設業者は工事開始前に計画路線の測量を行ない、電柱位置の決定、工事の詳細計画を作成する。

配電線工事は小さな部分的工事の積み重ねなので、各区分の完成ごとにその部分は引渡して使用を開始することになる。配電線工事は路線区間が近くであり停電作業も数多くあるので、工事の安全確保には特に注意を払う必要がある。

現地の施行管理は日本のコンサルタントとネパール側の電力庁の技術者との協力体制で行なうことになる。過去2回の配電線工事の実績もあり、特に問題は無いものと判断される。

バタン変電所及び送電線の停電切替は、最大負荷の時期を避けること、他の発電所の機器の状態に注意を払うなど制約があるので工程作成に当っては注意する必要がある。

送電線工事及び配電線工事には用地立入りの問題があり、特に配電線工事には既設線の停電計画の作成、道路使用の問題、埋設された上・下水道の問題など電力局内部、対公衆、対他政府機関などとの交渉を必要とする場合が多く、これらはコンサルタントの協力のもとに電力局側が交渉に当ることになる。

交換公文以降、事業実施に必要な月数は下記のように20.5ヶ月と算定される。

交換公文

コンサルタント契約	: 1ヶ月目
入札招請	: 3ヶ月目
入札及び評価	: 4ヶ月目
工事契約	: 4.5ヶ月目
第1回船積	: 9.5ヶ月目
最終船積	: 14.5ヶ月目
現地工事	: 9.5~20.5ヶ月目

工事工程は第 4.8図に示すとうりである。

### 5.3.3 維持管理計画

現状の電力公社の送・配電網の維持・管理の体制は第 3.2 図に示す通りであり、本計画で建設される送・配電線の維持管理はこの組織で行われることとなる。

変電所の運転には 1 直 3 人、4 直合計 12 人程度の間が必要であるが送電線及びカトマンドゥ市内の配電線はカトマンドゥの、パタン市内およびバクタプール市内の配電線はそれぞれの市の保守班により維持管理が行われることになり、今回の配電網工事完成による増員は主任クラス 1 名、フォアマン 2 名、電工クラス 5 名程度になると考えられる。

この計画による維持・管理要員の増加分の給料、予備品購入費等を含めて年間 1,000 万円程度の費用が必要になると思われる。この金額は 3.5 節に記載してある電力局の電気料金収入から考えるとごく僅かなものなのでネパール側で十分まかないうる金額と思われる。

### 5.3.4 調達・輸送計画

この計画に使用する機器及び工事用機材工具は原則として日本調達とし、カルカッタまで海上輸送して現地に陸上輸送する。但し、土木建築用の資材は現地にて調達することとする。詳細は 4.3.4 節に記述した通りである。

## 第6章 事業評価

### 6.1 本計画の必要性

日本政府は1978年に「カトマンドゥ盆地送配電網フィージビリティスタディ」を実施して以来、カトマンドゥ盆地の配電網整備に関しては、1980年、82年の2回に亘り無償資金協力を行ってきた。その結果、カトマンドゥ盆地の電力事情が大いに改善された事は、第5章で述べた通りである。一方、発電設備に関しても、世銀・OECF等の協調融資でクリカニ第1発電所が建設され、現在OECFの融資でクリカニ第2発電所も建設中である（1986/87年度完成予定）。以上の様に日本政府はネパール王国、中でもカトマンドゥ盆地の電力事情改善に援助を続けている。

発電設備の増強は、それに対応した末端での配電網の整備無しにはその効果の完全なる実現は期待できず、その意味において、1980年、82年のカトマンドゥ盆地配電網整備は、1982年3月完成したクリカニ第1発電所と一体となって大きな効果を上げてきた。しかしながら、現在建設中のクリカニ第2発電所が稼働を始めれば、カトマンドゥ盆地の配電網の現状では種々の問題点が出ることは第5章で指摘した通りであるが、下記に要約する。

- 1)1987/88年度以降に予想されるカトマンドゥ盆地内の66/11kv変圧器の総容量の不足
- 2)古い11kv機器の容量不足及び回路方式が不適当なことにより、増大する需要に高い信頼度で供給するのが困難なこと
- 3)需要増に対応するための配電網の改善及び容量増の必要性

本計画では1)の問題の対策として、バネスワル変電所の新設を採用しているが検討段階ではラインチャワ変電所の新設も候補に上がっていた。しかし、バネスワル変電所が直接クリカニ第2発電所にリンクするのに対し、ラインチャワ変電所はマルシャ

ンディ発電所とリンクするものである事からラインチャワ変電所の新設はマルシャンディ計画に含まれ1988/89年度以降必要になると判断され、本計画では考慮していない。

2)で問題となる変電所は、150MVAの遮断容量の11kV開閉機器を有する変電所で、K2を始めとしパタン等いくつかの変電所がこれに該当する。これらは、いずれも400MVAの機器と置き換えられるネパール側の計画であるが、主変電所から離れているK2変電所が最も更新の必要性及び母線分離の必要性が高いとの判断で本計画の対象に選んだ。

3)に関しては、未だに3.3KVで電力を供給している地域を11KVにする事、スーパーマーケットや飛行場等重要負荷への考慮を行なって設計されている。

一方、第3章で述べた通り、送電線の拡充、発電設備の増加に伴い、発電電力調整及び電力系統運用を中央からの指令に従って行なうために、中央に給電指令所を設置することが必要となってきた。これが本計画の中に給電指令所の建設が含まれた理由であるが、その規模は、ネパールの電力系統の状態、ネパール人技術者の能力等を考慮して、必要最小限のものを計画した。具体的には主要4発・変電所以外からのデータは自動化せず手動表示とした事、通信方法も必要最小限の電話回線とした事、無停電電源装置は備えず1～2時間用のバッテリーを備えた事、そしてコンピューターの導入を見送った事などが挙げられる。この事により、当初予定されたネパール技術者の日本での研修等が不要となり、運転マニュアルを供与するだけでネパール人のみによる保守、運転が可能となると共に、給電指令所建設費用を適正なものとする事が可能になった。

なお、本給電指令所は、現在のところ、カトマンドゥ盆地周辺のみ存在する配電網が将来において他地域にまで拡充された場合も、それに対応できる設計となっている。