

ネパール王国

カトマンズ地区送配電網拡張整備計画調査

ファイナル・レポート

平成3年12月

国際協力事業団

ネパール王国

カトマンズ地区送配電網拡張整備計画調査

ファイナル・レポート

JICA LIBRARY



1095300(8)

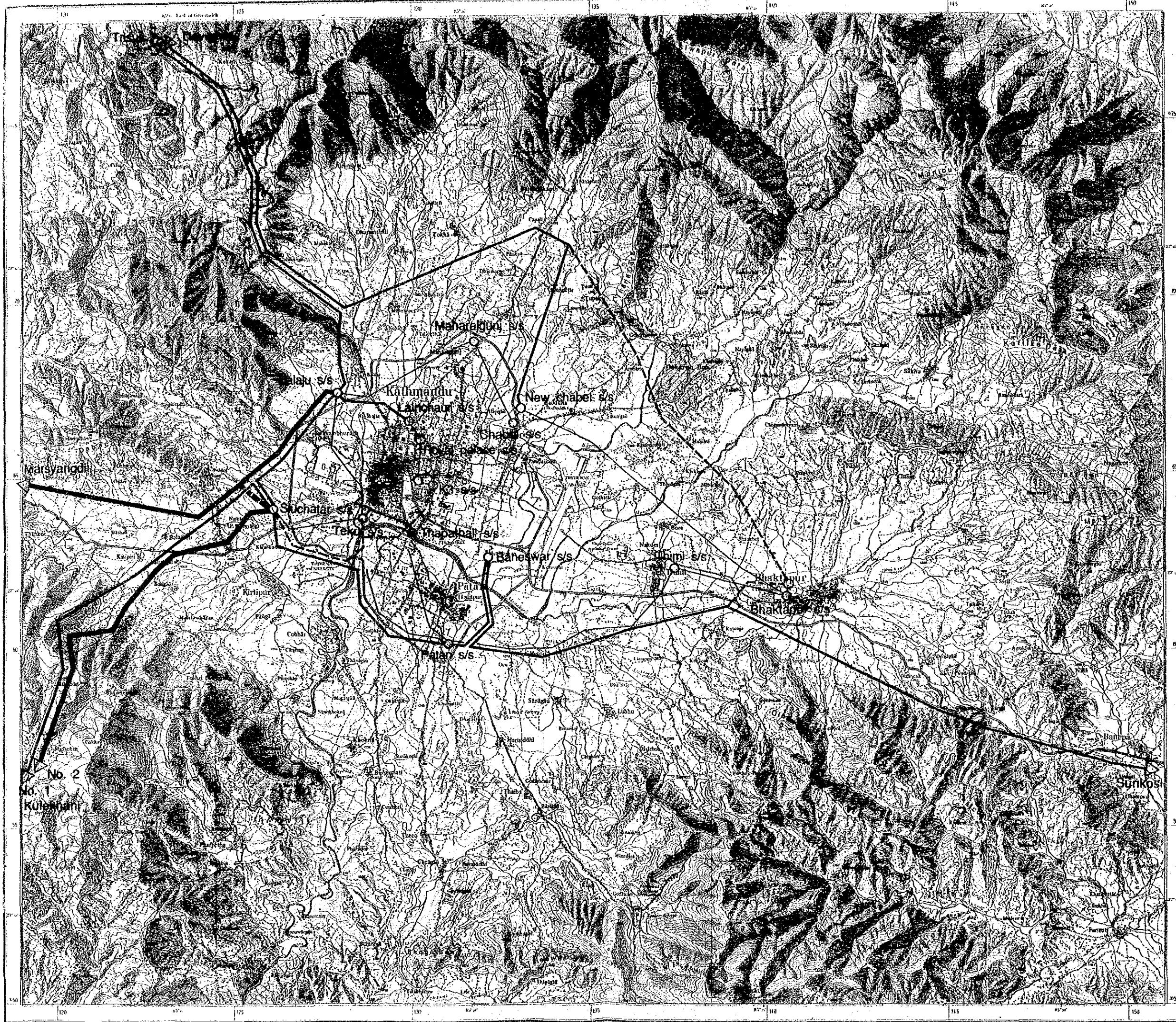
23206

平成3年12月






国際協力事業団


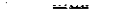
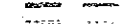





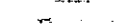
国際協力事業団




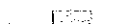


23206

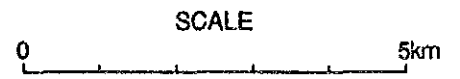


LEGEND

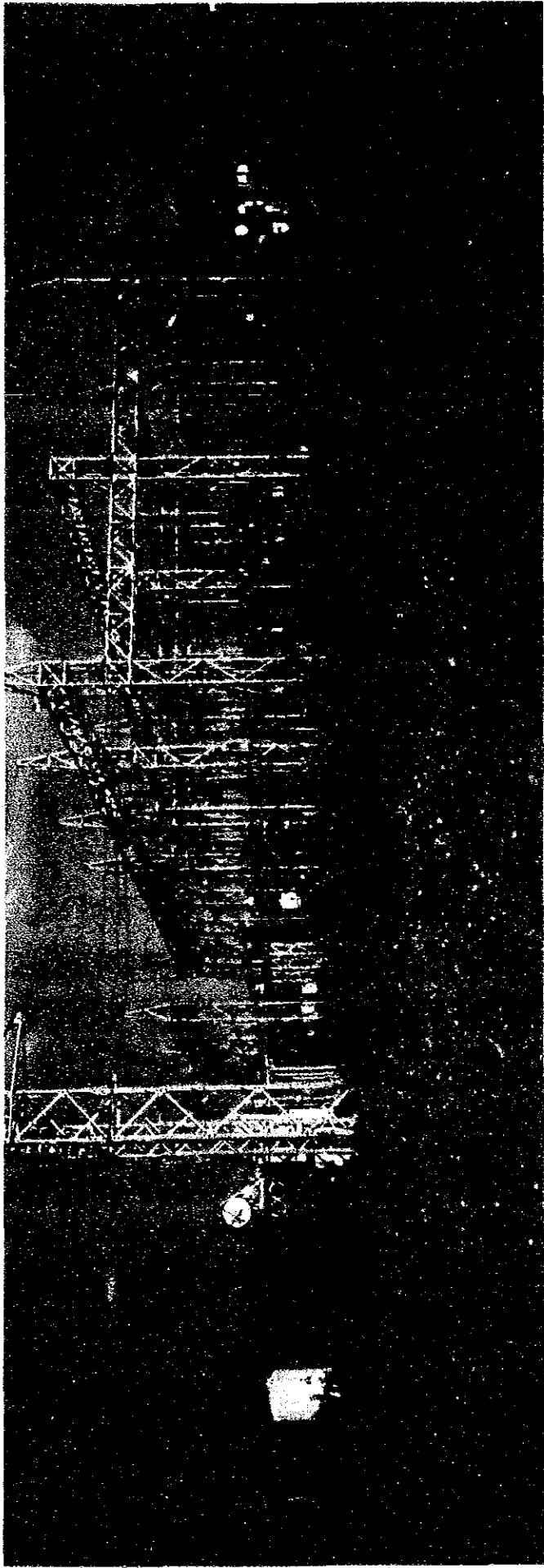
-  132KV LINE
-  66KV LINE
-  11KV LINE
-  132KV LINE (PLANNED BY 1995)
-  66KV LINE (PLANNED BY 1995)

-  Motorable roads
-  Jeepable roads
-  Farms, orchards, etc.
-  Roads under construction
-  Forests
-  Monuments (steeple, etc.)
-  Power lines with pylons
-  Water logs
-  Bridge, footbridge, passage

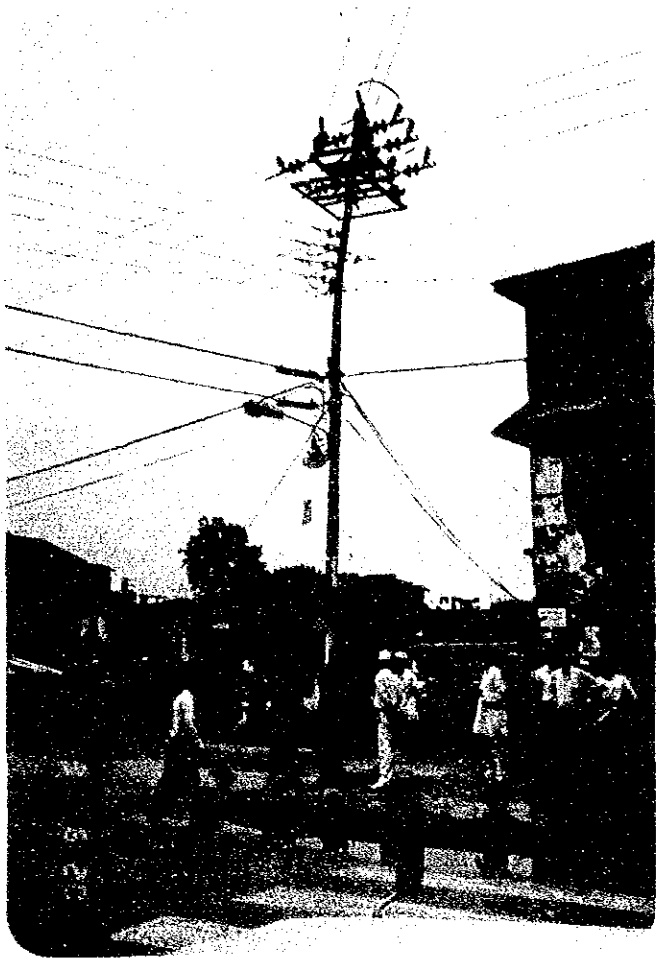
-  200 m = 656 ft
-  40 m = 131 ft
-  20 m = 66 ft
-  Contours
-  Scarp terrace
-  Woodland



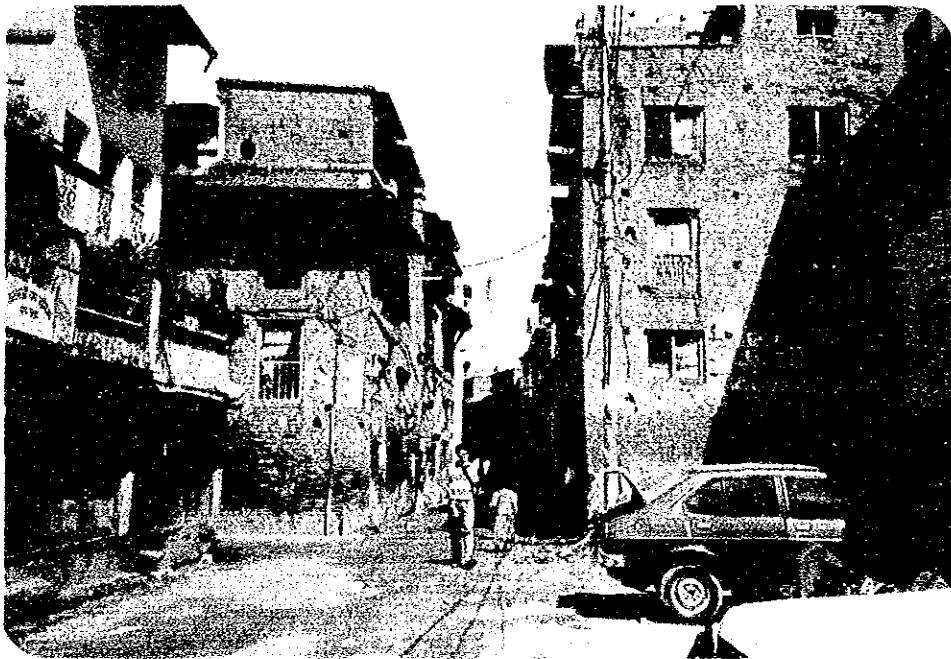
KATHMANDU VALLEY



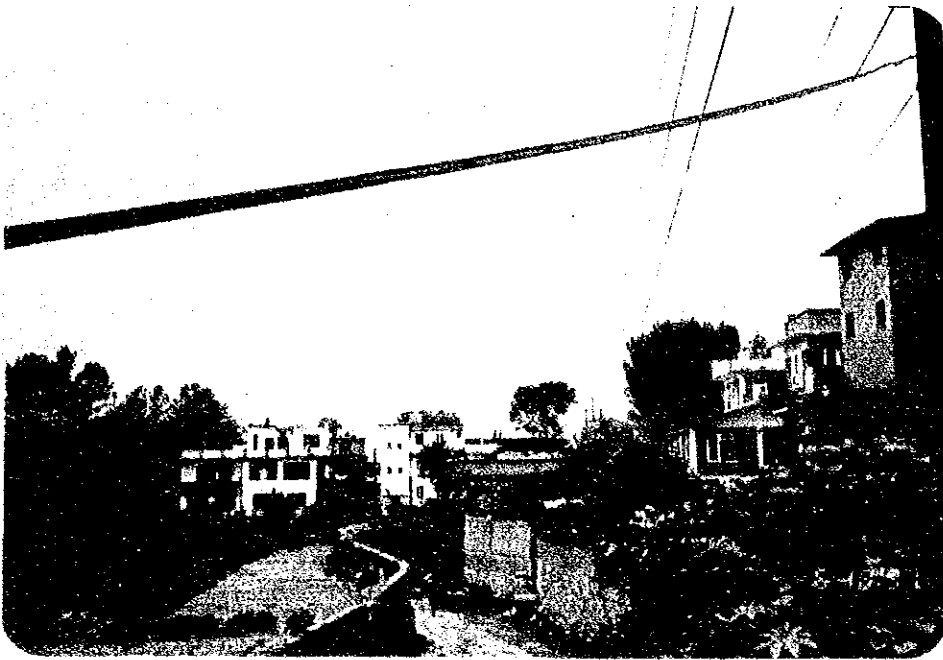
シウチャタール変電所全景



パネスワール・フィーダーの
劣化ボール



カトマンズ中心街の壁取付低圧配電線



パターン-K2 11kVリングメインライン
(テクー-K3 66kV送電線予定ルート)



K3変電所予定地

序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のカトマンズ地区送配電網拡張整備計画にかかる開発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いたしました。

当事業団は、平成2年10月から平成3年12月までの間、3回にわたり、日本工営(株)の宮川喜章氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ネパール政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成3年12月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

目次

	頁
第1章 序	
1.1 計画の背景及び目的	1-1
1.2 調査内容	1-1
第2章 調査対象地域の概要	
2.1 調査対象地域	2-1
2.2 国土の構成	2-1
2.3 気候	2-2
2.4 人口	2-2
第3章 経済的背景とエネルギー事情	
3.1 経済活動	3-1
3.2 国家収支	3-2
3.3 開発計画	3-2
3.3.1 開発計画の現状	3-2
3.3.2 第7次5ヶ年計画とその実現の度合	3-2
3.4 国際収支	3-3
3.5 ネパールのエネルギー消費事情	3-4
第4章 ネパールの電力系統	
4.1 現在の電力系統	4-1
4.1.1 ネパールの電力供給事業	4-1
4.1.2 発電設備	4-1
4.1.3 電力輸送設備	4-2
4.1.4 電力設備の運用	4-3
4.2 カトマンズ地区の電力設備	4-4
4.2.1 カトマンズ地区への電力供給	4-4
4.2.2 配電設備	4-4
4.3 カトマンズ地区の送配電システムの問題点	4-6
4.3.1 序	4-6
4.3.2 送変電設備	4-6
4.3.3 変圧器容量	4-9
4.3.4 11kVリングメインシステム	4-9
4.3.5 11kV配電線	4-10
4.3.6 その他の設備	4-11

第5章 電力市場

5.1	ネパール全体	5-1
5.2	カトマンズ盆地 (バグマティ・ゾーン)	5-4
5.3	カトマンズ盆地の負荷密度	5-5
5.4	電力料金体系	5-6

第6章 需要予測

6.1	過去の需要予測	6-1
6.2	全国レベルの需要予測	6-1
6.2.1	序	6-1
6.2.2	家庭用需要	6-2
6.2.3	その他の需要	6-5
6.2.4	電力損失	6-8
6.2.5	年負荷率	6-8
6.2.6	需要予測の結果	6-9
6.3	カトマンズ盆地の地域別電力需要予測	6-10
6.3.1	序	6-10
6.3.2	各地域、各電気所毎の需要実績	6-11
6.3.3	地域別需要予測	6-11
6.3.4	変電所、開閉所別電力需要予測	6-13

第7章 リングメイン・システムを含む送電システムの整備、拡張総合計画

7.1	計画基準	7-1
7.2	電力潮流解析の為の基本条件	7-1
7.3	系統解析のための電源拡充計画	7-2
7.4	整備拡張計画のための代替案	7-3
7.4.1	序	7-3
7.4.2	修復計画	7-3
7.4.3	新設計画	7-4
7.4.4	増強整備計画	7-5
7.5	電力系統解析の結果	7-6
7.6	選定された整備、拡張計画	7-9
7.7	短絡計算	7-9
7.8	整備、拡張計画の評価	7-11
7.8.1	建設費	7-11
7.8.2	送電システムの整備、拡張計画の評価	7-12
7.8.3	結論	7-13

第8章 11kVカトマンズ盆地配電網拡張・補強対策の総合計画調査

8.1	概要	8-1
8.2	既設配電線の2000/01年迄の問題点	8-2
	8.2.1 概要	8-2
	8.2.2 既設設備の検討	8-2
8.3	増強計画	8-3
	8.3.1 11kV配電線	8-3
	8.3.2 配電用変圧器	8-6
	8.3.3 多回路開閉器	8-7

第9章 カトマンズ地区の実施、計画中の送配電網整備計画

9.1	一般	9-1
9.2	電力セクター効率化計画(Power Sector Efficiency Project)	9-1
9.3	損失逡減計画	9-2
9.4	その他	9-2

第10章 設計指針

10.1	気象条件	10-1
10.2	設計風圧	10-1
10.3	弛度計算の条件	10-1
10.4	安全率	10-1
10.5	許容最少間隔	10-2
10.6	機器の絶縁強度(BIL)	10-2
10.7	適用される規格	10-2

第11章 リングメイン・システムを含む高圧送電システムのフィージビリティ調査

11.1	フィージビリティ調査のためのサブ・プロジェクトの選定	11-1
	11.1.1 選定基準	11-1
	11.1.2 系統解析結果	11-2
	11.1.3 変圧器の利用率	11-4
	11.1.4 11 kV開閉機器	11-4
	11.1.5 Lainchaur-K2間の11 kV地中線	11-5
11.2	11 kV遮断器の定格遮断容量	11-5
11.3	Lainchaur-K2間の地中線	11-6
11.4	Siuchatar変電所の変圧器増強	11-7
	11.4.1 一般	11-7
	11.4.2 設備	11-7

11.5	11kV開閉所	11-8
11.5.1	概要	11-8
11.5.2	開閉機器盤	11-9
11.5.3	盤内の主要な機器	11-10
11.5.4	11kV盤の取替	11-10
11.6	K3変電所及び66kV送電線	11-11
11.6.1	K3変電所	11-11
11.6.2	Teku-K3間の66kV送電線	11-14
11.6.3	地質試験	11-15

第12章 11kVおよび低圧配電線整備・拡張計画に係るフィージビリティ調査

12.1	概要	12-1
12.2	11kV幹線フィーダーの拡張・増強計画	12-2
12.2.1	カトマンズ中央電力地区	12-2
12.2.2	カトマンズ東部電力地域	12-3
12.2.3	カトマンズ西部電力地域	12-4
12.2.4	ラリトプール電力地区	12-5
12.2.5	バクタプール電力地区	12-7
12.2.6	必要資機材の総量	12-8
12.2.7	NEAの便宜供与	12-8
12.3	その他の11kVフィーダーと低圧配電網の拡張・増強計画	12-8
12.3.1	カトマンズ中央電力地区	12-8
12.3.2	カトマンズ東部電力地区	12-9
12.3.3	カトマンズ西部電力地区	12-9
12.3.4	ラリトプール電力地区	12-10
12.3.5	バクタプール電力地域	12-11
12.3.6	必要資機材の総量	12-11
12.3.7	保守用工具・機器	12-12
12.4	低圧配電網改良計画	12-13
12.5	改良・増強計画の効果	12-15
12.5.1	カトマンズ中央電力地区	12-15
12.5.2	カトマンズ東部電力地区	12-15
12.5.3	カトマンズ西部電力地区	12-17
12.5.4	ラリトプール電力地区	12-18
12.5.5	バクタプール電力地区	12-19
12.5.6	低圧配電網	12-20

第13章 事業費及び建設工程

13.1	概要	13-1
13.2	概算事業費	13-1
13.2.1	積算額の根拠	13-1
13.2.2	高圧送電系統	13-1
13.2.3	配電系統	13-2
13.2.4	事業費総額	13-3
13.3	計画の分割実施	13-3
13.3.1	計画実施期間	13-3
13.3.2	計画の分割実施	13-4
13.4	実施スケジュール	13-5

第14章 経済および財務的評価

14.1	序	14-1
14.2	経済的評価	14-3
14.3	財務的評価	14-4
14.4	感度分析	14-4
14.5	結論	14-5

表

- 2.1 ネパール国内総生産
- 2.2 絶対最高温度
- 2.3 最低温度
- 2.4 降雨量
- 2.5 相対湿度
- 2.6 地域別人口及び世帯規模
- 2.7 地帯別人口及び人口密度

- 3.1 1981年に於ける地域別、主要工業別労働人口
- 3.2 1981/82年に於ける土地利用状況
- 3.3 主要食料農産物の耕作面積、生産高、収量
- 3.4 主要工業の生産額
- 3.5 全国およびカトマンズ地区製造業の総産出量、総投入量および付加価値
- 3.6 地域別工場及び従業員数
- 3.7 観光統計
- 3.8 国家収支
- 3.9 第7次5ヶ年計画のGDP目標値 (1984/85価格)
- 3.10 第7次5ヶ年計画のGDP実績値 (1984/85価格)
- 3.11 第7次5ヶ年計画で計画されたGDP、投資、貯蓄予測値 (1984/85価格)
- 3.12 第7次5ヶ年計画で計画されたGDP、投資、貯蓄実績値 (1984/85価格)
- 3.13 貿易先別輸出入状況
- 3.14 月別輸出入の動向 (1988-1990)
- 3.15 セクター別エネルギー消費実績
- 3.16 エネルギー種別消費実績
- 3.17 セクター別電力消費実績

- 4.1 連けいシステムの既設発電設備
- 4.2 連けいシステム外の既設発電設備
- 4.3 既設送電線
- 4.4 既設変電所(132kV/66kV)
- 4.5 発電に関する日報
- 4.6 既設11kVリングメインシステム
- 4.7 既設11kV配電線
- 4.8 既設配電用変圧器
- 4.9 11kV配電線に於ける過負荷、電圧降下検討結果 (1989/90) (1/3)
- 4.9 11kV配電線に於ける過負荷、電圧降下検討結果 (1989/90) (2/3)
- 4.9 11kV配電線に於ける過負荷、電圧降下検討結果 (1989/90) (3/3)
- 4.10 11kV配電線用遮断器の動作回数 (1/4)
- 4.10 11kV配電線用遮断器の動作回数 (2/4)
- 4.10 11kV配電線用遮断器の動作回数 (3/4)
- 4.10 11kV配電線用遮断器の動作回数 (4/4)

表

- 4.11 Lalipur地区に於ける配電用変圧器の利用率 (1989/90) (1/3)
- 4.11 Lalipur地区に於ける配電用変圧器の利用率 (1989/90) (2/3)
- 4.11 Lalipur地区に於ける配電用変圧器の利用率 (1989/90) (3/3)
- 4.12 132kV及び66kV遮断器の定格
- 4.13 11kV遮断器

- 5.1 発電所別発生電力量 (1/2)
- 5.1 発電所別発生電力量 (2/2)
- 5.2 地域別、電力料金別販売電力量 (1989/90)
- 5.3 過去5年間の需要家数の推移
- 5.4 電化率の推移
- 5.5 1990年1月5日の時間別発電所出力
- 5.6 カトマンズ盆地内の支店別、電力料金別の月別販売電力量 (1/3)
- 5.6 カトマンズ盆地内の支店別、電力料金別の月別販売電力量 (2/3)
- 5.6 カトマンズ盆地内の支店別、電力料金別の月別販売電力量 (3/3)
- 5.7 1990年1月5日午後5時に於ける各変電所の最大負荷
- 5.8 現行の電力料金体系

- 6.1 NEAの1986年の需要予測結果 (全国)
- 6.2 EDFの需要予測結果 (連けい系統)
- 6.3 経済成長率 (1974/75価格)
- 6.4 1989/90~2010/11の経済成長率の予測値
- 6.5 確定している工場開発計画 (200kW以上)
- 6.6 既設及び確定している大規模工場
- 6.7 灌漑用電力需要
- 6.8 電力損失の推移
- 6.9 年負荷率の推移
- 6.10 全国の需要予測: 1989/90~2010/11
- 6.11 地域別需要予測
- 6.12 変電所別需要予測

- 7.1 既存系統における発電機定数
- 7.2 既存系統における変圧器定数
- 7.3 既存系統における送電線およびリングメイン配電線定数
- 7.4 拡張整備計画案
- 7.5 既存11kV遮断機の定格遮断電流および短絡計算結果
- 7.6 11kV遮断器の取り替えおよび新設計画
- 7.7 送電システムの建設費 (シナリオ-A)
- 7.8 送電システムの建設費 (シナリオ-B)
- 7.9 送電システムの建設費 (シナリオ-C)
- 7.10 kWおよびkWh価値

表

- 8.1 11kV配電線、電圧降下と電流容量 (1/3)
- 8.1 11kV配電線、電圧降下と電流容量 (2/3)
- 8.1 11kV配電線、電圧降下と電流容量 (3/3)
- 8.2 既設配電用変圧器
- 8.3 年度別配電用変圧器増設容量

- 9.1 電力セクター効率化計画の計画内容
- 9.2 電力損失軽減対策第3次計画の資材および機器

- 11.1 主要機器の仕様 (1/3)
- 11.1 主要機器の仕様 (2/3)
- 11.1 主要機器の仕様 (3/3)

- 12.1 配電用資材および機器 (11kV幹線フィーダー)
- 12.2 配電用資材および機器 (その他の11kVフィーダー)
- 12.3 低圧配電線用資材および機器

- 13.1 11kVフィーダーの計画実施優先順位

- 14.1 カトマンズ盆地内での拡張整備計画の支出計画
- 14.2 経済的内部収益率
- 14.3 財務的内部収益率

図

- 3.1 月別輸出入の動向
- 4.1 NEAの組織図
- 4.2 中央電力系統の系統図
- 4.3 月別遮断器動作回数
- 4.4 配電用変圧器の利用率分布
- 5.1 時間別発電所出力（1990年1月5日）
- 5.2 負荷持続曲線（1990年1月5日）
- 5.3 地域別負荷曲線（1990年1月5日）
- 5.4 変圧器容量より算定した負荷密度分布
- 5.5 電力料金徴収地域別負荷密度分布（1989/90）
- 6.1 電化率の予測曲線
- 6.2 発生電力量予測
- 6.3 最大負荷予測
- 6.4 電力料金徴収地域別負荷密度分布（1995/96）
- 6.5 電力料金徴収地域別負荷密度分布（2000/01）
- 7.1 送電線およびリングメイン配電線の既存系統図
- 7.2 シナリオAの1995/96年系統図
- 7.3 シナリオAの2000/01年系統図
- 7.4 シナリオBの1995/96年系統図
- 7.5 シナリオBの2000/01年系統図
- 7.6 シナリオCの1995/96年系統図
- 7.7 シナリオCの2000/01年系統図
- 11.1 送電線およびリングメイン配電線の単線結線図
- 11.2 カトマンズ地区の予想される将来の電力供給系統
- 11.3 ラインチョール、K2間の11kV地中線のルート図
- 11.4 ケーブル布設図
- 11.5 シウチャタル変電所の単線結線図
- 11.6 (1) シウチャタル変電所屋外開閉機器配置図
- 11.6 (2) シウチャタル変電所屋外開閉機器配置図
- 11.7 ロイヤルパレス開閉所の単線結線図
- 11.8 ロイヤルパレス開閉所の11kV屋内盤配置図
- 11.9 オールドチャベル開閉所の単線結線図
- 11.10 オールドチャベル開閉所の11kV屋内盤配置図
- 11.11 オールドバタン開閉所の単線結線図
- 11.12 オールドバタン開閉所の11kV屋内盤配置図
- 11.13 K3変電所の単線結線図
- 11.14 K3変電所の配置図

図

- 11.15 66kVテク～K3線のルート図
- 11.16 66kV2回線送電線用鉄塔
- 11.17 66kV送電線用支持物

- 12.1 カトマンズ盆地内の11kV配電システム
- 12.2 カトマンズ中央電力区の補強計画
- 12.3 カトマンズ東部電力区の補強計画
- 12.4 カトマンズ西部電力区の補強計画
- 12.5 ラリトプール電力区の補強計画
- 12.6 バクタプール電力区の補強計画
- 12.7 11kV1回線用支持物
- 12.8 11kV2回線用支持物
- 12.9 柱上変圧器用および低圧配電線用支持物

- 13.1 実施スケジュール

添付

- 添付-1 S/W及びS/W協議議事録
- 添付-2 変電所、開閉所における11kVフィーダーの日負荷曲線
- 添付-3 変圧器の日負荷曲線
- 添付-4 系統の電力損失 (BEI - 1987年12月 : System Loss Study報告書の抜粋)
- 添付-5 各電力区の低圧配電網の主要改良・増強計画
- 添付-6 地質試験記録
- 添付-7 ラインチャール、K2間の11kV地中線の詳細ルート図
- 添付-8 66kVテクー-K3線の詳細ルート図
- 添付-9 協議議事録

第1章

序

第1章 序

1.1 計画の背景及び目的

首都カトマンズをとりまくカトマンズ盆地は、政治、経済、行政、文化等あらゆる点においてネパールの中心的役割をになっている。しかしながら、1970年代より1980年代初頭に於けるカトマンズ盆地の電力事情は非常に悪い状態にあった。即ち送配電設備の不備及び電源不足等による頻繁な停電及び電圧降下等により人々の日常生活が妨げられていた。

このような事態を改善すべく、ネパール政府の要請に応じて、日本政府は1990/91年迄の需要増を考慮した送配電網の整備及び給電指令所の設置のためのフィージビリティ調査を1978年に実施した。又、その調査に基づき、送配電網整備計画が1980、1982及び1986年の3回に亘って日本政府の資金援助で実施された。これら供給系統の整備計画の実施、及びKulekhani No. 1 (60MW)、Kulekhani No. 2 (32MW)、Devighat (14.1MW)及びMarsyangdi (69MW)発電所の完成によって、カトマンズ地区の電力供給は改善され、信頼度の高いものとなっている。

これらの整備計画によって、電力供給系統が改善されたと言っても、実際の需要は1978年のフィージビリティ調査で想定した値を上回って増加しており、改善されたシステムも間もなく過負荷状態になると予想される。

以上のような状況下で、ネパール政府は日本政府に対して、当該地区の送配電網整備、拡張のためのマスタープランの策定及びマスタープランで確認された整備、拡張が緊急に必要な送配電設備のフィージビリティ調査の実施を要請した。

1.2 調査内容

本調査の内容(S/W)は1990年3月にネパール電力公社(NEA)と日本政府の機関である国際協力事業団(JICA)との間で合意され、調査はJICAにより指名されたコンサルタントが実施することになった。

合意されたS/W及びS/W協議議事録を添付-1に示す。

本調査の目的は、

- (a) カトマンズ盆地の需要増に見合った送配電系統の拡張、整備のための1991年から2000年迄の10年間の総合計画を策定すること、及び
- (b) 策定された総合計画の内、今後5年間に実施すべき緊急性の高い、重要な整備対策の対象として選定された送配電施設のフィージビリティ調査を実施することである。

コンサルタントにより実施される調査はマスタープラン調査とフィージビリティ調査の2つの部分より成っており、その調査内容は次の通りである。

フェーズ I : マスタープラン調査

- (1) 既存資料、調査報告書及び諸情報の収集
- (2) 現地調査

- (3) 電力需要想定
- (4) 配電網整備計画の策定
- (5) 実施スケジュールの作成
- (6) 建設コストの算定

フェーズⅡ：フィージビリティ調査

- (1) 建設予定地の現地詳細調査
- (2) フィージビリティ設計
- (3) 実施スケジュールの作成
- (4) 建設コストの積算
- (5) 経済評価及び財務分析

上記調査は以下の2段階に分けて実施された。

- マスタープラン調査 : 1990年9月～1991年3月
- フィージビリティ調査 : 1991年6月～12月

第2章

調査対象地域の概要

第2章 調査対象地域の概要

2.1 調査対象地域

ネパール王国は、北は中国領チベット、東・西・南をインドと国境を接する内陸国であり、国土面積は約147,200km²である。人口は1990年の推定値で1,890万人、1981年の人口調査では1,502万人となっており、過去10年間の年平均増加率は約2.6%であった。

ネパール王国の国内総生産(GDP)は1989/90年の現行価格で849億ネパールルピー(NRs)と推定されている(表2.1参照)。これは1974/75年価格では379億NRsであり、過去10年間、年平均5.9%で増加してきている。ネパールは農業国であり、1974/75年価格でみると1990年時点でGDP全体の約57.6%が農林水産業で、工業はわずか2.6%を占めているに過ぎない。尚、人口の90%が農林水産業で生計を立てている。

ネパール王国では、石油、天然ガス、石炭等の化石エネルギー資源の埋蔵が確認されるに至っていないが、世界でも有数の水力資源に恵まれた国の一つである。しかしながら、急峻な山岳地内の道路網の整備が極端に遅れていること、河川流出量が大幅に変動すること、流砂が多いこと及び開発可能規模に比較して少ない電力需要などの要因により、未だ、その水資源の開発がほとんどなされていない。包蔵水力は83,000MWと推定されており、このうち技術的、経済的に開発可能な水力資源は、同国の水資源省によると約25,000MWとなっている。そのうち、小水力を含め、229MW(約1%弱)が現在まで開発されたに過ぎない。

国産の商業エネルギーが少ない上、内陸国なるが故の輸入燃料の輸送費が高いことにより、非農業生産活動が抑制されている。商業エネルギーの国民一人当たりの消費量は石油換算で年間7kgである。商業エネルギーは輸入石炭、石油製品、コークス及び自国産の水力発電による電気であるが、1987/88年時点で全必要量の5%を供給しているだけである。残りは薪炭、モミガラ等の農産物の残さい、動物のふんなどバイオマスである。ネパールは豊富な森林資源に恵まれており、薪の供給が十分になされているが、最近、乱伐による土地、環境の悪化が著しい。

2.2 国土の構成

ネパールは生態学的に東から西に走る3つの地域に分類されており、それらは、山岳地帯、高原地帯、テライ(平原)地帯と呼ばれている。

山岳地帯

山岳地帯は標高4,877mから8,848m(エベレスト山)に亘って広がっている地域である。この地域は全国土の約35%を占めており、その約2%が耕作可能であるに過ぎない。1990年時点で全人口の7.2%がこの地域に住んでおり、主に羊やヤクの放牧で生計を立てている。

高原地帯

この地帯は国の中央部分に位置し、標高610mから4,877mに亘って広がっており、ポカラ、カトマンズ、ヘタウダ等の山あい、谷、盆地で構成されている。これらの地域は全国土の約42%という大きな部分を占め、その10%が耕作可能であり、全人口の45.9%を支えている。

標高の高い地域では放牧、家内工業及び高地に適した穀物の生産等で生計を立てており、比

較的低い地域では穀物や換金作物の栽培で生計を立てている。

テライ地帯

この地帯は国の南側に沿って広がっている地域で、国土の23%を占めている。おおむね平坦で、肥沃な土地と厚い森林があり、その40%が耕作に適している。この地帯の人口は1990年時点で全体の46.9%と大きく、しかも高原地帯よりも高い率で増加している。

2.3 気候

カトマンズ盆地は標高1300mに位置しており、快適な、安定した気候である。同国の気候は地域毎に大巾に異なる。春の終わり及び夏の温度はテライ平原では40°以上であり、高原地帯では28℃前後となっている。冬は、平均最高、最低温度はテライ平原では23℃から7℃の範囲であるが高原地帯では平均最高温度は12℃、平均最低温度は零下を記録している。それよりさらに高い標高の地域ではさらに低い温度となっている。カトマンズ盆地の気温は過去11年間（1976-1986）で、-3.5℃と34℃の間で推移しており、この11年間の年平均温度は17.4℃から18.5℃の間にある。最低気温は1月に多く記録され、最高気温は6月に多く記録されている。

カトマンズ飛行場にある測候所で観測された1976年から1986年までの11年間の気温の概要は次の通りである。

最高温度	34.0℃
最低温度	-3.5℃
月平均温度：最高	24.4℃
平均	18.0℃
最低	11.7℃

盆地の湿度は高くなく、4月に40%、8月に85%がそれぞれ記録されている。

カトマンズ飛行場にある測候所での1976年から1986年までの年平均降雨量は1,420mmであった。尚、その内80%ないし90%は5月から9月までの雨期の5ヶ月間に集中している。

カトマンズ盆地の最高温度、最低温度、降雨量及び湿度の詳細を表2.2、表2.3、表2.4及び表2.5に示す。

2.4 人口

近年の人口調査は1971年と1981年に実施されている。これによると、1981年の人口は1,502万人であり、これは1971年調査時の1,156万人に対し年平均2.66%で増加したことになる。又、1990年の人口は1,890万人と推定されており、又同年のラリトプール及びバクタプールを含むカトマンズ地区の人口は96万人と推定されている(表2.6参照)。人口密度は全国平均で128人/km²である。又、カトマンズ地区の人口密度は以下のように推定される。

	カトマンズ	ラリトプール	バクタプール	合計
面積 (sq.km)	395	385	119	899
人口				
- 1981年人口統計	422,237	184,341	159,767	766,345
- 1990年 (推定値、注1)	514,547	224,292	217,434	956,273
人口密度				
- 1981年	1,069	479	1,343	852
- 1990年	1,303	583	1,827	1,064

(注1) 表2.6参照

本章2.2節で述べたように、テライ地帯の人口増加率はネパール全土の平均増加率より高い値を示している。各地域別の1971年、1981年及び1990年における人口及び人口増加率を表2.7に示す。

中央統計局は1981年の人口調査（センサス）の結果を基に、4つのシナリオ（高、低、中間、至当）に分けて人口予測を実施している。その結果を年平均増加率で見ると次の通りである。

中央統計局の人口の年平均増加率予測 (%/年)

シナリオ		1981-86	1986-91	1991-96	1996-2001
シナリオ-1	(高)	2.71	2.76	2.76	2.85
シナリオ-2	(低)	2.53	1.92	1.28	1.00
シナリオ-3	(中間)	2.62	2.46	2.12	1.82
シナリオ-4	(至当)	2.64	2.57	2.39	2.25

出典：Statistic Year Book of Nepal 1989, by Central Bureau of Statistics

第3章

経済的背景とエネルギー事情

第3章 経済的背景とエネルギー事情

3.1 経済活動

1990年現在、総人口1,890万人の内、45%の約860万人が経済活動に従事している。一方、1981年度の統計資料に現われた経済活動人口は685万人で、この9年間に経済活動人口は25%の増加をみている。

1981年度の経済活動人口の産業別の内訳は表3.1の通りであるが、これによるとネパール全土では農業従事者が624万人と91%を占めている。首都カトマンズ地区においても農業従事者は同地区の経済活動人口に対して72%を占めている。以上のようにネパールは農業立国であるが、国土はいまだ十分に活用されているとはいえない。表3.2は1981/82年度における土地利用状況を示したものであるが、ネパール全土で83%の土地が未開墾地域として残されている。カトマンズ地区、バクタプール地区、ラリトプール地区など大都市圏域においてさえそれぞれ36%、22%、60%の未開墾地域を残している。しかしながら、徐々にではあるが土地の開発は進んでいる。表3.3は1974/75年から1989/90年までの米、トウモロコシ、小麦、大麦、キビ等の主要食料作物(Principal food crops)の耕作面積、総収量、単位収量を示したものであるが、年平均で2.5%と年々耕作面積が増えている。

表3.4はネパール全土の総工業生産額中に占める割合が5%以上のものを示したものである。これによると、総工業生産額中20%を超えるジュートの生産量は1987/88年度で17,200トンとなっているが、1984/85年度以降漸減傾向を示している。一方、砂糖、セメント、タバコについては1981/82年から1987/88年度にかけて上昇してきている。特に、1987/88年度のセメント生産量は1981/82年度のその約6倍を記録している。1986/87年度の総工業生産額及び付加価値はネパール全土でそれぞれ135.4億NRs及び44.9億NRsであるが、カトマンズ盆地ではそれぞれ28.1億NRs(総額の21%)、11.3億NRs(同25%)となっており、さらに首都カトマンズ地区におけるそれらは盆地全体の約2/3を占めている(表3.5参照)。

一方、企業の従業員数の伸びを見てみると、ネパール全土で1964/65年から1986/87年の22年間で8.2倍にまで増加してきており、1976/77年以降の11年間に約3倍と急激な伸びを見せている。特にカトマンズ地区においては1964/65年度2,250人、1976/77年度4,500人、1986/87年度30,750人と、1964/65年からでは13.7倍、1976/77年からでは6.8倍の伸びを示しており、他地区を圧倒している(表3.6参照)。

企業数の伸びは1964/65年度から1976/77年度にかけて7.4倍、1976/77年度から1986/87年度にかけて2.7倍となっている。又、カトマンズ地区の企業数は、同じ期間に、それぞれ4.2倍、2.2倍となっている。これは企業規模が次第に大きくなっていることを意味していよう。カトマンズ地区など主要都市を含む中央開発地区(Central Development Region)が企業数において47%、従業員数において57%を占めている。

世界の屋根と言われるエベレスト等の高峰、森林、湖沼、河川などを有するネパールは世界でも有数の観光立国のひとつである。その他、歴史的な名所旧跡、ヒンドゥ教を背景とした各種文化・芸能等もネパールの重要な観光資源となっている。表3.7は同国の観光統計であるが、これによると1987年度には248,000人の観光客がネパールを訪れており、その数は1980年度以降、平均年率6.5%の割合で増加してきている。特に1985年から1987年の二年間ではそれまでの最大の10%以上を記録している。その75%が一般観光客であり、15%がトレッキングなど登山目的である。ネパール観光省の情報によると観光分野における外貨獲得額は1987年度で6千万US\$であ

り、1980年度以降年平均3.8%の伸びを示している。観光客数の伸びは、ホテル業の振興にもつながる。1987年度の客室数及びベッド数はそれぞれ23,194室及び45,385台で、その82%がカトマンズ盆地に集中している。その数量は1981年度以降ほぼ横ばいであるが、その使用率は1981年以降10%の伸びを示している。1987年における観光客の内訳はインドが24%、アメリカが11%、イギリスが8%、日本が7%となっており、そのほとんどは航空機で入国している。

3.2 国家収支

ネパールの国家財政を見てみると、1979/80年から1988/89年までの10年間に歳出が35億NRsから180億NRsと5.2倍、同じ期間の歳入が27億NRsから95億NRsと3.5倍の伸びにとどまり、歳出よりも歳入が低い伸びで推移している(表3.8参照)。このように、もともとの歳入不足は一層その度合を強め、1979/80年の8億NRsが1988/89年には85億NRsと10.9倍にまで膨らんできている。歳入不足の大部分を補っているのが外国からのローンで、1979/80年の5億NRsが1988/89年には57億NRsと10.6倍にも増大している。

歳出の大部分は開発予算で、1988/89年度で全歳出の70%、123億NRsを占めており、それまでの10年間で5.3倍になっている。通常の歳出(regular expenditure)も同様に増大を続けており、同じ期間に4.9倍になっている。

一方、歳入の大部分は税収であるが、これも1979/80年の15億NRsが1988/89年には63億NRsと4.1倍になっており、国民の納税能力も大きくなってきている。税収以外の歳入についても1979/80年の4億NRsから1988/89年の15億NRsへと4.2倍の伸びを示している。

3.3 開発計画

3.3.1 開発計画の現状

1990年は1985/86年度を始年度とする第7次5ヶ年度計画の終年度に当たる。現在、第8次5ヶ年度計画の素案が検討されているとの情報もあるが、1990年4月にそれまでのパンチャヤト(村落会議)制度を廃止し、また同年11月9日に新憲法が公布されて象徴王国制を導入するなど政治機構にも変化がみられ、1991年5月12日には複数政党制に基づく32年ぶりの自由選挙が実施されて新政権が誕生したこともあり、新しい開発計画はこの新政権のもと、変化する諸情勢を盛り込んで確定されるものと考えられている。

3.3.2 第7次5ヶ年度計画とその実現の度合

第7次5ヶ年度計画(1985—1990)は様々な形で(金額、増加率、あるいは構成比で)1990年までの目標値を設定している。

まずGDPであるが、表3.9に示すように計画ではこれを農業と非農業とにわけて、農業GDPについては始年度(1985年)の221億NRsを終年度(1990年)には1984/85年価格で262億NRsと設定しており、伸び率を年平均3.5%とした。一方、非農業GDPについても同様に始年度の201億NRsを終年度には263億NRsと設定、年平均伸び率を5.6%とした。そして、1990年度末には総GDPにおける農業と非農業のGDPの割合をそれぞれ50%と設定した。

実際には始年度の値が計画策定時に最終値が出ていなかったこともあって、農業、非農業とも設定値より高いGDPからスタートしている。すなわち農業GDPは始年度242億NRsからスター

トして、終年度の1990年には303億NRsに達するものと推定されている。又、非農業GDPにおいては始年度203億NRsで、終年度には237億NRsと推定されている。その伸び率は農業部門が4.7%、非農業部門が3.2%と計画よりも農業が高率を示し、構成比においても6割、4割と農業部門が大半を占める結果となった(表3.10参照)。なお、表3.10は、この計画と実際の比較においては同計画にあわせ1984/85価格に換算したので、デフレータの関係で、表2.1に比べ末尾の数値に若干の食い違いがみられる。

また表3.11及び表3.12に示すように計画では1990年におけるGDPに占める消費の割合を設定値525億NRsの92%即ち482億NRsと設定したが、これは1988/89年までに、つまり計画終年度に1年を残して、493億NRs、すなわち終年度における推定GDP総額531億NRsの93%と計画よりも若干高い値を示した。18%と設定した投資額も20%とやはり高い伸びを示したが、貯蓄については8%の設定値が実際には7%にとどまった。但し、基準年の1984/85年の値が計画策定時に最終値が出ていなかったこともあって、想定値よりも相当高い値からスタートしたことを考慮する必要があろう。

財政面においては、歳入・歳出とも1988/89年までにいずれも大幅な伸びを示している。終年度における歳出計画規模103億NRsが計画終了に1年残した時点ですでに124億NRsにもなっており、その年平均増加率は設定値3.7%に対して10.1%の高率を示している。又、歳入においては計画額74億NRsに対して計画終了に1年残した時点ですでに65億NRsに達しており、設定年平均増加率6.7%は7.6%となっている。但し、この4年間における歳出総額は5年間の計画歳出総額に対してすでに87%に達しているが、歳入のそれは77%にとどまっており、歳入と歳出の開きはますます大きくなっている。その歳出増のもっとも大きな要因はやはり開発部門であり、1989年時点ですでに5年間の計画総額290億NRsの95%に相当する275億NRsに達している。

3.4 国際収支

国際収支

表3.12に示した通り、1988/89年時点で輸入総額は1984/85年価格に換算して133億NRs(役務含む)、輸出総額(役務含む)は68億NRsとなっており、65億NRsの輸入超となっている。すなわち、この4年間で年率13.3%の割合で輸入超が続いている結果となっている。

この傾向は貿易一般についても、1974/75年以降一貫して変わっていない。表3.13に過去14年間の輸出入の趨勢を示したが、輸出が年平均増加率11.7%で増加しているものの、輸入がこれを上回る17.0%で推移しており、1988/89年現行価格で輸出が42億NRs、輸入が163億NRsとなっており、1988/89年時点で121億NRsの輸入超となっている。

対外貿易に関するインドとの国内通過協定の期限切れの影響

ネパールは典型的な内陸国であり、対外貿易を行なうためにインドと国内通過協定(Treaty for Trade and Transit)を締結して、貿易品のインド国内通過を実施している。1977年以降、同協定を同じ内容で延長してきたが、これが1989年3月28日に期限切れとなった。そこで、この国内通過協定期限切れがネパールの貿易に与えたであろう影響を検討するため、表3.14に示す1987年8月から1990年4月までの月別輸出入の趨勢を図3.1に図示した。

図によると、1989年4月に輸入額が落ち込んでいる。しかし、翌月ただちに盛り返し始めている。又、この変動のパターンはそれ以前、または以後にみられるものと同様の変動パターン

である。一方、輸出額については、約半年にわたって低迷を続けるなど、上記協定の期限切れの影響を受けたかに見える。しかし、これも1989年10月には上昇に転じ、それ以前と同様か、もしくはそれ以上に盛り返してきている。結果として、協定の期限切れによる格別の影響はみられなかったと言える。

尚、新政権発足後もこの協定は若干の改訂はあるものの、ほぼ従前通りに継続されるであろう。

3.5 ネパールのエネルギー消費事情

ネパール全土のエネルギー消費の実態をみると、1987/88年現在、原油換算で総量で593万トンであった。この内、一般家庭が94.8%の562万トン、工業が2.0%の12万トン、商業が0.9%の5万トン、道路・輸送が2.2%の13万トン、農業が0.2%の1万トン、その他となっている（表3.15参照）。しかしながら、その年平均増加率は一般家庭が8.3%、工業が12.0%、商業が16.3%、交通関係が9.2%、農業が6.8%、その他が20.7%となっている。

エネルギー消費のうち、電力消費の占める割合は1980/81年から1987/88年までの8年間で0.4%から0.6%に増加したに過ぎず、いまだ電力消費は低率である。1987/88年時点での種類別エネルギー消費構造は薪炭が75.5%、糞、モミガラ等の農産物の残滓が10.9%、動物の糞など、いわゆるバイオマスが8.3%、石炭が0.9%、石油製品が3.9%、電力が0.6%といった状況である。1980/81年から1987/88年までの種類別エネルギー消費構造の詳細を表3.16に示した。

表3.17は1980/81年から1987/88年までのネパール全土の電力消費をセクター別に示したものである。表に示すとおり、この8年間における年当り電力消費増加率は消費量全体で14.2%である。この年当り電力消費増加率をセクター別にみると一般家庭が13.0%、工業が18.7%、商業が1.1%、街灯など交通関係が6.2%、農業が14.5%となっており、農業が高い傾向を見せている。

これらの総消費電力量のセクター別の消費構造をみると、1987/88年度で一般家庭が44.8%の185GWh、工業が40.2%の166GWh、商業が6.1%の25GWh、交通が0.4%の9GWh、農業が2.1%の9GWh、その他6.4%の26GWhとなっており、一般家庭、工業が高く、農業の占める割合はさほど高くない。

第4章

ネパールの電力系統

第4章 ネパールの電力系統

4.1 現在の電力系統

4.1.1 ネパールの電力供給事業

ネパールの電気事業は、水資源省(Ministry of Water Resource, MWR)の下部機構であるネパール電力庁 (Nepal Electricity Authority, NEA) により運営されている。NEAは、1984年の条例 (NEA Act)により、1985年8月に、それまでの水資源省内の電力局(Electricity Department, ED)、ネパール電力公社 (Nepal Electricity Corporation, NEC)及び、小水力開発局 (Small Hydro Development Board, SHDB)が合併して設立された。

NEAはネパール内の連系系統のみならず、その連系系統に接続されずに単独に運営されている電力系統を含む全ての電力システムの発電、送電、配電設備の計画、建設、運転、保守及び電力の販売に責任を持っている。但し、1990年に完成したMarsyangdi発電所は別途設立されたMarsyangdi水力発電開発局により建設された。

NEAの理事会は水資源大臣を会長とする10人の理事により構成されており、総裁の下、総務、計画、技術、建設、運転・保守及び配電・サービスの6局に分かれている。現在の組織図を図4.1に示す。

4.1.2 発電設備

ネパールにおける1990年現在の総発電設備容量は257MWで、その可能発生出力は228MWである。これらの発電設備の殆んど(98%)が132kV及び66kV送電線で中央系統(Central Nepal Power System, CNPS)に接続されている。

1981年から1990年の10年間に合計176MWの水力が開発された。その結果、水力と火力の割合が大幅に変化して現在に至っている。即ち、主要な発電所であるKulekhani No.1発電所(60MW)は1982年に、Kulekhani No.2発電所(32MW)は1986年に、Marsyangdi発電所(69MW)は1990年に夫々運開され、1980年に水力の占める割合が67%であったものが、1990年には89%という、圧倒的に水力が多い構成となっている。

既設発電設備の内訳を下表に、又、その詳細を表4.1及び表4.2に示す。

既設発電設備

発電設備	中央系統	その他	合計
水力	227.2MW	1.9MW	229.1MW
ディーゼル	25.0MW	3.1MW	28.1MW
合計	252.2MW	5.0MW	257.2MW

上記既設発電設備に加え、以下の発電所が建設中である。

- (a) 総設備容量26MW(4台)のディーゼル発電所(1992年完成予定)、東部地域のBiratnagar、FINNIDA (フィンランド)の資金援助。
- (b) 設備容量5.1MW(ベルトン水車2台)のAndhikola水力発電所(1991年完成予定)、西部地域のSyangja, UMN (United Mission to Nepal) 及びNORAD(ノルウェー)の資金援助
- (c) 設備容量12MW(フランス水車3台)のJhimruk水力発電所(1995年完成予定)、中西部地域のPyutan、UMN及びNORADの資金援助。

尚、上記両水力発電所の建設の実施主体はブトワール電力会社(Butwal Electricity Company Ltd.)である。

又、総設備容量15MW (ディーゼル及び火力)の自家発電設備が運転されている。

4.1.3 電力輸送設備

同国の送電電圧は132kV, 66kV, 33kVの3種類で構成されている。アジア開発銀行 (ADB)により、Gandak発電所とHetauda変電所を接続するために採用された132V送電系統はその後拡張されて来ている。即ち、その132kV系統は、日本政府の援助(OECF)により、1986年にKulekhani No.2発電所とカトマンズ盆地のSiuchatar変電所間に建設された。東方向にはADBの第3次計画で、東地域の中心であるBiratnagarまで1985年に、Biratnagar～Anarmani間はADB第5次計画で拡張された。西方向には仏国の資金援助でDumkibasとButwalの間に、ADBの第4次計画でButwalからNepalganjまで拡張された。尚、Marsyangdi水力発電所の建設と併行して、同発電所よりカトマンズ(Balaju)及びBharatpurに総延長、110kmの132kV 1回線送電線が建設されている。この132kV系統はさらに極西地域の中心であるMahendranagarまで建設中であり、これらの完成によりネパールの主要な需要地が完全に連系されることになる。

現在の送電系統を図4.2に、電圧別送電線巨長及び変圧器容量を以下に示す。

	送 変 電 設 備		
	送電線 (回線Km)	変圧器容量(MVA) /1	
		全 体	バグマテ地区
132kV	1000	213.8/2	82.8
66kV	379.5	188.7	153.9
合計	1379.5	402.5	236.7

(注) /1: 発電所の昇圧用変圧器を含まない。
/2: 132/66kV変圧器を含む。

尚、既設送電線及び変電所の詳細を表4.3及び表4.4に示す。

4.1.4 電力設備の運用

(I) システム運用

ネパール中央系統の運用は1986年に日本の無償資金協力によりカトマンズ市内に設置された給電指令所よりの指令に従って行なわれている。

供給力の調整

中央系統の殆どどの需要をまかなっている水力発電所（表4.1）の内、貯水池式発電所はKulekhani No. 1のみであり、他は日又は時間調整が可能な調整池をもった流れ込み式である。

現在のところ、各発電所毎の発電計画が作成されておらず、Kulekhani No.1及びNo.2、さらに日間調整能力を有するMarsyangdi発電所の出力調整を給電指令所より需要に合わせて指令している。尚、その他の発電所は水量に応じたフラット運転を行なっている。

電圧調整（カトマンズ盆地）

カトマンズ盆地内の各変電所、開閉所の11kV母線の電圧が10.5kV（ピーク時）から11.5kV（オフ・ピーク時）の範囲におさえるように管理されている。実際の電圧調整は給電指令所よりの指示に基づき、各変電所の主変圧器（132/66kV及び66/11kV）のタップを手動操作により行なっている。

開閉操作

原則として、66kV以上の開閉機器の操作及び無効電力調整用コンデンサー及びシャント・リアクターの投入、解列操作は、給電指令所よりの指示に従い、11kV機器及びそれ以下の開閉機器の操作は現場の判断で行なわれている。但し、負荷制限又は事故時の開閉機器操作は全て、給電指令所よりの指示に従って行なわれる。

報告業務

現在、定期的に以下の報告がなされている。

(a) 給電データ

給電指令所にて毎日、表4.5に示すフォームの報告書を作成し、各理事に提出している。

(b) 最大電力

各変電所、開閉所におけるフィーダー毎に、一週間の最大電力及び発生時刻が給電指令所に報告されている。

(c) 遮断

各変電所、開閉所における事故遮断について毎日給電指令所に報告され、さらに毎月1回集計された報告が行なわれている。

4.2 カトマンズ地区の電力設備

4.2.1 カトマンズ地区への電力供給

カトマンズ地区への電力供給は、Marsyangdi及びKulekhani No.2発電所より、132kV送電線を通して、Kulekhani No.1、Trisuli、Devighat、Sunkosi発電所より66kV送電線を通して行われている。

132kV送電線で送られてきた電力は、Siuchatar、Balaju両変電所にて66kVに降圧され、66kV 2次送電線を介して市内の配電用変電所に分配される。

カトマンズ地区の配電用変電所（66/11kV変圧器）は以下の通りであり、New Patan変電所以外は、カトマンズ市内にある。

a) Balaju	20.0MVA	(2×10MVA)
b) Lainchaur	20.0MVA	(2×10MVA)
c) New Chabel	18.9MVA	(3×6.3MVA)
d) Siuchatar	36.0MVA	(2×18MVA)
e) New Patan	36.0MVA	(2×18MVA)
f) Baneshwar	18.0MVA	(1×18MVA)

Lainchaur及びBalajuの両変電所は、最新のGISを採用しているが、他は従来型の屋外変電所である。なかでもNew Patan変電所のSunkosiフィーダーは非常に古い型の開閉装置が設備されている。

4.2.2 配電設備

配電設備は11kV、3.3kV及び400/230kVで構成されている。

リングメイン・システム

カトマンズ盆地では、ACSR 200mm²の電線を用いた11kV配電線（2回線構成）と開閉所を組み合わせたリングメイン（Ring Main）と呼ばれるループ供給システムが構築されており、供給信頼度の高いシステムとなっている。さらに、各変電所、開閉所より11kV一次配電線により配電され、11kV/400-230V柱上変圧器を介して需要家に供給されている。

カトマンズ地区の11kVリングメイン・システムを含む電力供給系統を図7.1に示す。又、リングメイン・システムを構成する11kV配電線の詳細を表4.6に示す。

配電網整備実績

1980/81年以降、日本政府の無償資金協力を得て、同地区の送配電網の整備が、1980年、1982年及び1986年の3回に亘って実施され、下表に示すように配電設備が急速に充実されて来た。

カトマンズ盆地の配電線及び配電用変圧器の推移

	1978	第1期第1次 1980	第1期第2次 1982	第2期 1986
a) 配電線 (回線km)				
11kV	250	342	422	450
3.3kV	64	39	20	0
合 計	314	381	442	450
b) 配電用変圧器(MVA)/L				
11/0.4-0.23kV	31.64	57.26	84.33	93.23
3.3/0.4-0.23kV	8.82	4.00	2.00	2.00
合 計	40.46	61.26	86.33	95.23

(注) /L: 病院、工場等需要家によって設置された変圧器は含まず。

以上の3回に亘る整備事業の完成によって、1990年現在、カトマンズ地区の人口の84%が電気の供給を受けるようになった(全国8.9%)。又、上記整備計画の結果、11kVは、古い3.3kV系統の11kV系統への切り換えも含めて、大巾に拡張、整備された。

11kV配電線

カトマンズ盆地内の一般需要家に電力を供給するため、現在、以下の設備がある。

- 132/66/11kV変電所2ヶ所 (Siuchatar及びBalaju)
- 66/11kV変電所4ヶ所 (New Patan, Baneswar, Lainchaur及びNew Chabel)
- 11kV開閉所9ヶ所 (Teku, Royal Palace, Maharajgunj, K2, Old Patan, Old Chabel, Thapathali, Thimi及びBhaktapur)
- 総亘長560km、68ファイダーよりなる11kV系統

詳細は表4.7に示す。

配電線路はすべて樹枝状方式で構成されており、ほとんどが3相3線式の架空線である。需要密度の高い市街地では、多くの配電線は複数の変電所あるいは、開閉所より供給できるように接続されており、常時は1ヶ所の電気所より供給されているが、バックアップとして、これを接続する区分開閉器の操作あるいはジャンパーの切り換えで他開閉所からの供給が可能になっている。

都市中心部の道路狭あい地区においては、架空電線の所定の絶縁距離を保つことができないために地中ケーブルが布設されている。地中ケーブル系統には、ケーブル区分用として油入開閉器が一部の区域で導入されている。しかし、一般には、柱上変圧器装柱の母線を利用してケーブルは分岐されている。

都市部における配電線のファイダー当たりの亘長は数km程度であるが、郡部に伸びる配電線の亘長は数十kmにのぼるものもある。

配電用変圧器

1989/90年現在、カトマンズ盆地に設置された配電用変圧器 (11kV/400-230V) は、数

量で1371台、容量で182MVAである。これらの詳細を表4.8に示す。容量は10kVAから2250kVAにわたり、都市中心部で250kVA、市街地で100kVA、郡部では50kVAが多い。設置されている変圧器のほとんどは3相であるが、郡部の限られた地域では、電灯負荷のみへの供給のため、単相変圧器も利用されている。

柱上に設置されている配電用変圧器からは一般に配電用遮断器を通して低圧線に電気を供給している。しかし、一部の地域では、変圧器は開閉装置を介さず直接低圧線に接続されている。また、変圧器は一般に11kV側に設けられたヒューズ付の開閉装置によって保護されている。

低圧配電網

低圧配電網は配電用変圧器の低圧側に接続され、3相4線式の400/230Vで電気を低圧需要家に供給している。配電線路は一般に樹枝状方式であり、種々のサイズの架空電線が用いられている。市街地では街路灯用の低圧線を共架している場合が多い。

又、絶縁電線やケーブルは人口密度が高く、家屋や建物の密集している町の中心部の地域に、電柱に添架されたり、建物の側面に布設されたりしている場合が多い。

4.3 カトマンズ地区の送配電システムの問題点

4.3.1 序

Marsyangdi発電所の完成により、供給力に余裕ができたので、以下に示すようにいずれの発電機1台が事故停止しても、問題ない状態にある。

— ディーゼルを含む発電設備の可能出力 (表4.1参照)	225.3 MW
— 発電機の最大単機出力	30.0 MW
— 最大電力 (1990年1月5日)	176.2 MW
— 電力システムの余剰電力	19.1 MW

又、カトマンズ地区の送配電システムは配電システムの一部に電圧降下による問題が見受けられるだけで定常時の電力供給に重大な弊害が出ていない。しかしながら、電力の安定供給上、いくつかの問題点が顕在化してきている。それらの主なものについて以下に説明する。

4.3.2 送変電設備

(1) Siuchatar-Patan送電線

Patan変電所への電力は、Siuchatar変電所より66kV1回線送電線 (51MVA/回線) 及びSunkosi発電所よりBaneswar変電所経由で、66kV ACSR 120 sq.mm 1回線送電線 (44MVA/回線) を介して供給されている。Patan、Baneswar変電所及びThimi開閉所の負荷の全部及びK2、Bhaktapur開閉所の負荷の半分がPatan変電所より供給されており、これら変電所及び開閉所の1990年1月5日における最大負荷は以下に示すように、31.5MWであった。

K2開閉所	6.20 MW
Patan変電所	7.22 MW
Baneswar変電所	13.50 MW
Thimi開閉所	1.78 MW
Bhaktapur開閉所	2.81 MW
合計	31.51 MW

Siuchatar-Patan送電線の故障停止はもちろんのこと、Sunkosi発電所（有効出力5.8MW）及び送電線の事故停止によっても、重大な供給支障が発生する。このような事態を回避するためには、当該区間の2回線化又は、それらの開閉所の負荷を他の開閉所に移すことが効果的である。

(2) Patan-Baneswar送電線

上述の如く、Baneswar変電所の負荷(13.5MW)はSunkosi及びPatan-Baneswarの両送電線により供給されている。このPatan-Baneswar送電線が故障停止した場合、当該地区への供給はSunkosi発電所のみからとなり、同発電所のその時点における可能出力に合わせて供給力が制限されるので、広範囲な負荷制限が必要となる。

このような、厳しい負荷制限を避けるために、以下の対策が考えられる。

- (a) Patan、Baneswar間にもう一回線追加する。
- (b) Baneswar、New Chabel 間に66kV送電線を建設し、環状システムを構成する。

(3) 132kV Marsyangdiシステム

Marsyangdi発電所（3×23MW）は132kV 1回線送電線によって、カトマンズ市内のBalaju変電所及び西部地区のBharatpur変電所に接続されている。尚、Balaju変電所では45MVA、132/66kV変圧器を介して既設66kV系統に連けいされている。そのため、Marsyangdi-Bharatpur送電線が故障停止した際、Marsyangdi発電所の出力がBalaju変電所の変圧器容量45MVAに制限されていることになる。従って、供給力の低下のみならず、貴重な水の無効放流を増大させることになる。

この対策として、以下の3案が考えられる。

- (a) Balaju変電所の132/66kV変圧器増設。
- (b) Siuchatar、Balaju間に132kV送電線の新設
- (c) Marsyangdi-Balaju送電線のSiuchatar変電所への引込み

(4) Trisuli-BalajuおよびDevighat-New Chabel 66kVシステム

Devighat-New Chabel 66kVシステムはカトマンズ66kV系統より孤立しており、11kV系統を介して連けいされていたが、11kV系統の事故によるDevighat発電所の運転停止を避けるため、1990年1月Trisuli-Balaju線のNo.1回線とDevighat-New Chabel線のNo.2回線の里側の一部をジャンパー接続し、Balaju変電所と、New Chabel変電所が連けいされた。

この変更により、カトマンズ盆地内の66kV系統が全て、一つのシステムとして連けいされ

たが、半面、Trisuli、Devighat両発電所は夫々、66kV 1回線送電線のみで接続されることになり信頼度が低下した。

特に、Trisuli、Devighat両発電所はカスケード運転されており、Trisuli-Balaju送電線の故障停止はTrisuli発電所のみならず、Devighat発電所の運転も不可能になり、需給バランス上重大である。この問題を解決するためには、両発電所を山側で連けいする必要がある。

(5) Lainchaur変電所

66kV変電所は1989年完成した。開閉機器は屋内型GISであり、Balaju変電所と同じ仕様、製造業者である。しかしながら、1990年7月に11kV開閉装置盤の火災事故により変電所が損壊し、現在に至っている。現在（1990年10月17日以降）、66kV開閉装置を省略して、直接66/11kV変圧器を介して電力の供給を実施している。

(6) 132kV開閉設備

Siuchatar変電所の開閉設備は従来型（屋外）を採用しており、用地上将来の拡張にも問題ない。しかしながらBalaju変電所は屋内型のGISを採用しているが、将来の拡張のためのスペースのみならず、拡張のための設備が施されていないので、将来の変電所拡張計画に対しては特別の考慮が必要である。

(7) 66kV開閉設備

Balaju及びLainchaur変電所は屋内型のGISであるがそれ以外の変電所は従来型（屋外）である。現在の所、問題になる事項はないが、将来の増設に対し以下の点に注意を払う必要がある。

(a) 機器定格

既設の遮断器の定格を表4.12に示す。この表より明らかなごとく機器定格は不統一であり、今後の増設に際しては順次改善が必要である。

(b) Balaju変電所

屋内型GISに将来の増設のための準備が施されており、問題がないが、変圧器を増設する場合、CTの取替えが必要である。尚、既設CTの変流比は次の通りである。

—132/66kV変圧器2次側	400/1A
—ブス・タイ	400-200/1A
—その他（T/L及び変圧器）	200-100/1A

送電線の容量は上記CTにより22MVAに制限されているので、Lainchaur変電所の負荷が増大し、変圧器を取替える際に、CTを新しいものに取替える必要がある。

(c) New Chabel変電所

現在のCTの変流比は以下の通りであり、負荷の増大、変圧器の増設に際し、取替え

が必要である。

-66/11kV変圧器 1次側	40-20/1A
-66kV送電線	200-100-50/1A

(d) Patan変電所

Sunkosiプロジェクトにて設置した中国製の開閉機器の一部が現在Patan-Baneswar線に使用されている。機器は既に20年近く使用されており、詳細な仕様等不明なものが多く、技術資料も残っていないため保守上問題が多い。老朽化している事もあり取替えが必要と判断される。

4.3.3 変圧器容量

カトマンズ地区の66/11kV変圧器に於ける1990年1月5日及び10月10日の最大電力は以下の通りである。

変圧器負荷

変電所	設備容量 (MVA)	5/1/1990 (MW)	10/10/1990 (MW)
Balaju	20.0	13.0	14.0
Siuchatar	36.0	15.3	17.0
Patan	36.0	23.2	23.4
Baneswar	18.0	13.0	11.5
New Chabel	18.9	6.9	14.6
Lainchaur	20.0	17.9	4.9 ^{L1}
合計	148.9	89.3	84.4

(注) L1: 変圧器1台(10MVA)のみ運転再開

上表より、次のことが明らかである。

- (a) 現時点では、いずれの変圧器においても過負荷が発生していない。
- (b) New Chabelの負荷が急増していて、近い将来、過負荷になる恐れがあるが、急増の原因はLainchaur変電所事故による影響と考えられるので、Lainchaur変電所を復旧すれば負荷急増が緩和されるものと考えられる。

4.3.4 11kVリングメインシステム

(1) Lainchaur、K2間の地下ケーブル

Lainchaur、K2間の地下ケーブルは25年以上前に布設されたものであり、1990年11月の現地調査時、断線事故により使用されていなかった。その結果、K2の負荷の大部分がPatan、K2間

の11kV 2回線で供給されることになり、近い将来過負荷になる恐れがあるだけでなく、4.3.2節(1)項にて説明したごとく Siuchatar-Patan送電線の重負荷の原因ともなっている。尚、損傷したケーブルは1991年にNEAによって修復されている。

(2) Bhaktapur地区への供給

Bhaktapur地区へはNew Chabel及びPatan変電所より夫々11kV 2回線にて供給されている。しかしながら、両系統共10km近い長距離であり、ピーク時の電圧降下が大きく、限界に近づいている。その上、同地区内の工場建設の計画は盆地内で最も多く、66/11kV変電所の早期新設が必要である。

(3) Teku、Patan間11kV線

Teku、Patan間の11kV 2回線は以下の理由により、現在使用されていない。

- (a) Patan側における地下ケーブルの事故
- (b) Teku側 Thapathali線用のキュービクル過熱のため、Patan向けキュービクルのThapathali線への流用

4.3.5 11kV配電線

配電網の問題点を明確にするため、以下の5項目について、各フィーダー毎に検討した。

- (a) 電圧降下
- (b) 電線の許容電流
- (c) 遮断器の動作回数
- (d) 柱上変圧器の利用率
- (e) 多回路油入開閉器の容量

電圧降下

11kV配電線に於ける電圧降下は7.5%を許容するものとして検討した結果を表4.9に示す。計算は90年1月5日の各配電線の負荷電流のデータを基に、負荷が配電線幹線に均等に分布しているものと仮定して行なわれた。

上記検討の結果、Baneswar変電所より引き出されているGodawari-2線およびOld Chabel開閉所からのSundarijal線が既に許容値を上回っており、早急な負荷の切替えが必要である。

電線の許容電流

表4.9に各セクション毎の電線の最大許容電流と負荷電流を併せて示してある。これによると、90年1月時点では全てのフィーダーに於いて、最大負荷電流は電線の許容電流の範囲内にあり問題ない。

遮断器の動作回数

1989年4月から1990年3月までの一年間の各変電所、開閉所に於ける配電用遮断器の短絡及び地絡故障による動作回数を表4.10に示す。

この表によると、動作回数が年間100回以上の配電線は以下の通りである。

- (a) Tankot線 (Siuchatar変電所)
- (b) Godawari-1線 (Baneswar変電所)
- (c) Godawari-2線 (Baneswar変電所)
- (d) Pharping線 (Old Patan開閉所)
- (e) Kirtipur線 (Teku開閉所)
- (f) Tahachal線 (Teku開閉所)
- (g) Boudha-Jorpati線 (Old Chabel開閉所)

図4.3にカトマンズ盆地内に設置された配電用遮断器の月毎の動作回数の頻度を示す。図より、事故の半数以上が地絡事故であり、雨期に急増していることがわかる。原因としては、不十分な保守により樹木が電線に接触するためと考えられる。

柱上変圧器の利用率

現在、損失通減プロジェクトの一環として、柱上変圧器の利用率調査が実施されている。

ラリトプール電力地区での調査結果を表4.11に、その利用率の分布状況を図4.4に示す。この表及び図より、8%の変圧器が現在、130%以上の過負荷で運用されていることがわかる。

多回路油入開閉器

多回路油入開閉器は、地中線のMahabauda線 (K2開閉所) 及びMint線 (Teku開閉所) に設置されているが、その機器の定格電流及び定格短時間電流は夫々400A及び13kAである。一方、1989/90現在の同線の最大負荷電流及び短絡電流 (計算値) は夫々200A、9kAであり、問題となっていない。

4.3.6 その他の設備

(1) 11kV開閉設備

カトマンズ地区の11kV開閉設備は全て屋内型の閉鎖盤型である。11kVキュービクルの遮断器は油入型、小油量型、真空型の3種類があり、その詳細を表4.13に示す。

(a) 油入型 (English Electric社製)

25年以上前の製品であり、全部で49面使用されている。定格電流は、400A、短絡容量は7.88kAで、現在の系統構成から判断して既に取替時期にある。

(b) 油入型 (Yorkshire社製)

設置は1980年であり、全部で18面使用されている。短絡電流 (20kA及び13.1kA) は現在問題ないが、一部のキュービクル (Teku) に過熱現象が見受けられる。又、1990年7月に損焼したLainchaur変電所のキュービクルはこのタイプであったことを考えると取り替えが望ましい。

(c) 油入型 (インド製)

New Chabel変電所に14面使用されており、定格的に問題はない。しかしながら、変圧器回路の遮断器の定格電流は800Aであり、変圧器増強時取替が必要である。又、操作構造 (スプリング式) のトラブルが多いと報告されている。

(d) Lainchaur変電所

既に説明したごとく、Yorkshire社製の油入型は全て損焼して、中国製のキュービクルを一次的に移設して使用しているが、製造業者による技術資料が用意されていなく実際の性能が不明である。

(e) 小油量型

Kulekhani No. 1プロジェクト、カトマンズ地区の配電網整備計画及びMarsyangdiプロジェクトで47面の小油量型の盤が設置されている。定格短絡容量は20kAかそれ以上であり、問題ない。

(f) 真空型

カトマンズ地区の配電網整備計画でBaneswar変電所及びK2開閉所に合計28面の盤が設置されている。機能上及び25kAの定格短絡電流にたいし、問題がない。

(2) 保護装置

カトマンズ盆地内の11kVリング・メインを含む送電線の保護はパイロット・ワイヤ継電器が中心であるが、特に11kVシステムではパイロット・ワイヤが各所にて切断されており、11kV線の保護装置の殆どが現在使用されていない。

(3) 測定機器

English Electric社及びYorkshire社製の油入型遮断器を搭載した古い盤は電流計だけが設備されており、その他は電流計、電力計、電力量計、無効電力計又は力率計が設備されている。又、CTの変流比の選定に不備なものが多く見受けられる。

第 5 章

電力市場

第5章 電力市場

5.1 ネパール全体

過去10年間の連けいされた系統の発生電力量、最大電力、販売電力量、損失の実績値を以下に示す。

ネパール全体の電力市場

	発生電力量 (GWH)	最大電力 (MW)	販売電力量 (GWH)	損 失 (GWH)	失 (%)
1980/81	235.4	59.5	164.4	71.0	30.2
1981/82	275.2	75.1	186.4	88.8	32.3
1982/83	347.0	83.7	235.6	111.4	32.1
1983/84	382.4	96.8	252.3	130.1	34.0
1984/85	420.8	104.5	293.0	127.8	30.4
1985/86	488.5	113.7	341.4	147.1	30.1
1986/87	571.0	123.0	402.6	168.4	29.5
1987/88	627.0	135.2	465.2	163.3	25.8
1988/89	672.3	149.5	496.2	176.1	26.2
1989/90	769.7	176.2	548.1	221.6	28.8
平均増加率					
80/81-85/86	15.7	13.8	15.7	15.7	
85/86-89/90	12.0	11.6	12.6	10.8	
80/81-89/90	14.1	12.8	14.3	13.5	

- (注) (1)発生電力量はインドからの輸入を含む
 (2)販売電力量はインドへの輸出を含む
 (3)損失率 = (発生電力量 - 販売電力量) / 発生電力量

上記の表より以下の事が言える。

- (a) 過去10年間電力需要は14.3%という非常に高い率で増加してきている。
 (b) 特に、前半5年間の増加の割合が大きい。これはKulekhani No.1及びDevighat発電所の完成に伴い、それまでの供給力の不足により抑えられてきた需要（潜在需要）が顕在化したためと考えられる。

(1) 発生電力量

最近10年間の発生電力量、インドからの輸入及びインドへの輸出電力量を以下に示す。

ネパールの電力需要

(GWh)

	水力	小水力	ディーゼル	輸入	輸出	電力需要
1980/81	161.9	13.1	15.8	44.6	3.8	231.6
1981/82	196.1	11.8	10.5	56.8	5.2	270.0
1982/83	266.0	12.1	5.6	63.3	6.0	341.0
1983/84	290.1	12.3	14.2	65.8	10.0	372.4
1984/85	323.3	12.0	3.3	82.1	10.6	410.2
1985/86	415.4	12.9	2.1	58.1	21.5	467.0
1986/87	515.3	17.7	5.4	32.6	20.5	550.5
1987/88	540.0	18.4	3.4	65.2	16.0	611.0
1988/89	527.9	21.1	9.3	113.9	17.6	654.7
1989/90	686.2	19.4	0.1	64.0	23.3	746.4

又、主要水力発電所の1983/84年から1989/90年の月別発生電力量を表5.1に示す。

(2) 販売電力量

1989/90年に於ける地区別、電力料金別の販売電力量を表5.2に示す。この表より次のことが明らかである。

- (a) 地区別では、中央地区が最も大きなシェアを占めており、全体の70.3%である。その中でもカトマンズを含むバグマティ・ゾーンは特に大きく、全体の47.8%を占めている。次いで、西部地区（14.1%）、東部地区（11.9%）の順序となっている。
- (b) 電力料金別需要では、家庭用部門が最も大きく、全体の42.0%であり、次いで工業部門（32.6%）非商業部門（8.6%）、商業部門（6.2%）の順序となっている。
- (c) カトマンズ地区を含むバグマティ・ゾーンでは、地区全体の家庭用需要の占める比率が最も大きく、57.7%となっている。
- (d) 工業需要の大きな地域は中央地区のNarayani地域が最も大きく、全工業需要の33.8%を占めており、次いで、東部地区（Biratnagar地域）29.8%、西部地区のLumbini地域8.2%の順序となっている。
- (e) 非商業需要では、バグマティ・ゾーンが全国の非商業需要の58.7%を占めている。
- (f) 商業需要（ホテル・レストラン）では、バグマティ・ゾーンは80.3%と圧倒的に大きな比率を占めている。

連けい系統の電力料金別の過去10年間の需要増加率を以下に示す。

電力料金別需要増加率

	1980/81 (GWh)	1989/90 (GWh)	増加率 (%)
家庭用需要	79.0 (48%)	231.4 (42%)	12.7
工業用需要	53.8 (33%)	178.3 (33%)	14.2
その他	31.6 (19%)	138.4 (25%)	17.8
合計	164.4 (100%)	548.1 (100%)	14.3

上表に於いて、その他の需要の増加率が大きいのは、1983年、1985年に行なわれた需要家群分類の大幅な変更が原因である。

(3) 需要家数及び電化率

現在の電力料金体系が確立された1985年以降の電力料金別需要家数を表5.3に示す。又、ネパール全体及びバグマティ・ゾーンの電化率の変遷を表5.4に示す。この表より、ネパール全体では約8.9%の人々が電力の供給を受けている事がわかる。

カトマンズ地区に関しては、地域別の1989/90年に於ける電化率は次のように推定される。

1989/90年に於ける電化率

	カトマンズ	ラリトプール	バクタプール	合計
人口 (注1)	514,547	224,292	217,434	956,273
家族数 (注2)	85,758	37,382	36,239	159,379
需要家数	83,637	29,598	19,591	132,826
電化率 (%)	97.5	79.2	54.1	83.3

(注-1) 表2.6参照

(注-2) 6人/家族と想定した。

(4) 負荷曲線及び負荷率

最大電力を記録した1990年1月5日の負荷曲線を図5.1に、各主要発電所の発電実績と共に示す。又、同日の負荷持続曲線を図5.2に、各発電所の発電の時間毎の詳細を表5.5に示す。尚、この日の負荷率は62.2%であった。図5.1に示すように、日負荷曲線は通常2つのピークを持つ。即ち、高い方のピークは夕方6時から7時の間に発生し、低い方のピークは朝8時前後に発生する。

過去5年間の年負荷率を示すと次のようになる。

年負荷率の推移

		1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
発生電力量(A)	(GWH)	488.5	571.0	627.0	672.3	769.7
輸 入(B)	(GWH)	21.5	20.5	16.1	17.6	23.3
総発電量(A-B)	(GWH)	467.1	550.6	610.9	654.7	746.4
最大電力	(MW)	113.7	123.0	135.2	149.5	171.6 (注1)
年負荷率	(%)	46.9	51.1	51.6	50.0	49.6

(注-1) 表5.5参照

1989/90年の各月毎の夜及び昼の最大電力を以下に示す。

月別最大電力(MW)

月	夜ピーク	昼ピーク	月	夜ピーク	昼ピーク
7/8	128.9	84.9	1/2	170.3	139.8
8/9	127.9	90.2	2/3	150.9	114.4
9/10	135.0	90.9	3/4	150.7	109.9
10/11	146.6	110.4	4/5	149.6	109.3
11/12	167.7	125.7	5/6	153.3	108.7
12/1	171.6	137.5	6/7	153.4	104.5

ネパールの需要の特長は、暖房の必要な冬期に年間を通じた最大電力が発生し、夏場のピークは冬期の70～80%と低いことである。冬期は水力発電所にとって渇水期に当たり、特に流込み式発電所の出力が大幅に低下する。これは、典型的な水主火従の電源構成であるネパールにとって、その分多くの発電設備容量が必要となる事を意味し、電源開発上この事実を十分に考慮する必要がある。

5.2 カトマンズ盆地 (バグマティ・ゾーン)

最大電力を記録した1990年1月5日のカトマンズ地区の負荷曲線を図5.3に示す。日負荷率は全体で62.2%、バグマティ・ゾーン62.3%、その他の地域61.4%であった。

バグマティ・ゾーンの1989/90年の販売電力量は次の通りである。

地域別販売電力量

バグマティ・ゾーン	面積(km ²)	販売電力量(GWH)
中央カトマンズ)		112.89
東カトマンズ)	395	34.55
西カトマンズ)		43.23
ラリトプール	385	44.23
バクタプール	119	14.55
カブレ	1,396	4.76
ラスワ/ヌワコット	2,665	3.62
ヒンドウ/ドルカ	4,468	3.61

カトマンズ盆地は、以上の内、カトマンズ、ラリトプール及びバクタプールにより構成されている。それ等の1989/90年に於ける、電力料金別、月別販売電力量を表5.6に示す。

カトマンズ市内の各変電所及び開閉所の1990年1月5日17:00に於ける最大電力は表5.7に示す通りである。電流計と電圧計しか設備されていない11kV配電盤が多いので、これらの数値は各フィーダーの電流値から計算したものである。

又、各変電所、開閉所に接続される負荷及び各変圧器(132/66、66/11kV)の1990年1月5日及び10月10日の日負荷曲線を添付-2及び3に示す。

5.3 カトマンズ盆地の負荷密度

カトマンズ盆地内の1989/90年に於ける負荷密度を把握するために、以下の2つの調査を実施した。

- (a) 配電用変圧器の分布及び各変圧器の容量
- (b) 各電力料金徴収地域毎の販売電力量実績

尚、電力料金徴収地域毎の販売電力量実績は調査期間に限られていたので、1989年12月16日から1990年2月15日(Poush及びMagh)のデータのみの収集であった。収集したデータを集計した結果を以下に示す。

販売電力量実績

	地域数	販売電力量(MWh)		
		(Poush)	(Magh)	(合計)
中央カトマンズ	31	11,636	10,733	22,369
東カトマンズ	13	3,171	3,148	6,319
西カトマンズ	33	4,060	3,861	7,921
ラリトプール	31	4,027	3,919	7,946
バクタプール	23	1,352	1,423	2,775

単位面積当たりの配電用変圧器容量より求めたカトマンズ盆地内の負荷密度分布を図5.4に示す。これは負荷の不等率を1.0として、1990年のラリトプール地区の実績値を参考に、変圧器の平均利用率94%として求めたものである。

又、図5.5に電力料金徴収地域別負荷密度を示す。これは、1989/90年の販売電力量より年負荷率45%として算定した。

5.4 電力料金体系

NEAの収入は、国内販売及び輸出による販売収入とその他の収入とに大別される。その他の収入としては次のものがある。

- a) 需要家に提供される保守サービス料金
- b) メーターの移設、取り替え等による手数料
- c) 申込み料金
- d) 加入手数料
- e) 電柱の移設等その他サービスに伴う手数料

電力料金の変更は政府の認可事項であり、1980年以来、1983年に43%、1985年に44%、1988年に18%の値上げが行なわれた。

現在の料金体系は家庭、工業、商業（ホテル、レストラン等）、非商業、水道、農業、運輸（トロリーバス、ケーブルカー等）、寺院、街灯、臨時及びインド向け輸出の11種類に分類されている。電気料金は一般に契約容量によって定められた基本料金と消費した電力量に応じた従量料金の2本建てであり、その他にメーター使用料金が加算される。

1989年5月現在の電力料金表を表5.8に示す。

第6章

需要予測

第6章 需要予測

6.1 過去の需要予測

コンサルタントの支援を得て、いくつかの需要予測がNEAによって行なわれてきた。予測方法の妥当性及び需要予測の結果は、1986年のNEAの需要予測報告書（以降、1986需要予測と言う）の中で詳細に分析されている。

最新の全国レベルの需要予測は、世銀の資金援助でコンサルタントEDF(Electricite de France International)によって、1989年12月に実施された。（以降、EDF需要予測と言う）。

1986需要予測及びEDF需要予測（中庸値）の概要を以下に示す。

需要予測比較

	NEA1986		EDF1989		Actual	
	GWh	MW	GWh	MW	GWh	MW
1985/86	473.3	107.1	-	-	488.5	103.0
1986/87	557.5	124.0	-	-	571.0	123.0
1987/88	635.5	141.1	611.0	141.0	627.0	135.2
1988/89	709.7	157.7	656.0	150.0	672.3	149.5
1989/90	787.0	177.4	691.0	160.0	769.7	176.2
1995/96	1,281.3	286.5	1,176.8	269.0	-	-
2000/01	1,705.4	381.2	1,910.0	436.0	-	-
2005/06	2,225.7	501.3	2,822.8	632.0	-	-

(注) GWh: 発生電力量、MW: 最大電力

1986需要予測の詳細を表6.1に、EDF需要予測の詳細を表6.2に示す。

6.2 全国レベルの需要予測

6.2.1 序

カトマンズ地区の送配電網の整備、拡張計画を策定するためには、将来のカトマンズ地区の各地域毎又は変電所、開閉所単位の需要の伸びを想定することが重要である。一方、カトマンズ地区の細分化した地域の需要想定はそれを含むより大きな地域の需要想定と整合性がなければならない。

従って、カトマンズ地区の送配電網の整備、拡張計画に必要な需要想定を次のステップで行なう。

- (1) カトマンズ盆地を含むバグマティ地区とそれ以外の地域に分けて、全国レベルの需要想定を行なう。

(2) (1)で求めたバグマティ地区の需要想定の結果を使って、各地域、即ち中央カトマンズ、東カトマンズ、西カトマンズ、ラリトプール及びバクタプール支店別の需要想定を行なう。

(3) (2)で求めた地域別の需要の伸び率を基に、各変電所、開閉所毎の需要想定を行なう。

本節では(1)の全国レベルの需要想定の方法及び想定の結果について説明する。検討対象期間は20年間（2010/11年まで）で、想定基準となる年は1989/90年（ネパール暦2046/47年）とする。

全国をバグマティ地区及びその他の地区の2つに分けて実施する理由は、検討対象期間に亘って各地区別に実施された信頼のおける人口予測値が入手出来なかったためである。

需要想定はNEAの電力料金の分類に従い、次の5つのグループに対して実施する。

- a) 家庭用需要
- b) 工業用需要
- c) 商業用需要（主にホテル）
- d) 農業用需要（灌漑用ポンプ）
- e) その他

尚、ここで実施する需要想定の対象はネパール国内の需要家が対象であって、インドへの電力輸出は考慮しない。

6.2.2 家庭用需要

この需要想定はカトマンズ地区の送配電網の整備計画に供することであり、細分化された地域の需要想定を別途行なうので通常行なわれている都市部と農村部に分ける方法は採用しない。

ある年の家庭用需要は、(i)既に供給を受けている需要家の消費量、及び(ii)新規に、加入した需要家の消費量によって、構成されている。従って、年*i*の家庭用消費電力量*D_i*は次の式によって求められる。

$$D_i = D_{i-1} * (1 + A_i) + V_i * (C_i - C_{i-1}) / 2$$

ここで、
D_{i-1} : 年*i-1*に於ける家庭用消費電力量
A_i : 年*i*に於ける旧需要家の消費電力量の年伸び率
V_i : 年*i*に於ける新需要家の単位年消費電力量
C_{i-1} : 年*i-1*に於ける需要家数
C_i : 年*i*に於ける需要家数
即ち (*C_i - C_{i-1}*) は年*i*に於ける新需要家数である。

尚、新規需要家への接続は全てその年央に行なうものと仮定した。

(1) 人口予測

WECS報告書"District-Specific Energy Supply/Demand" No. 4/4/270488/1/1 Seq. No. 282では地域別の2000年迄の人口予測を実施しているが、人口増加率が以下に示すように、中央統計局の全国レベルの予測（参照2.4節）と大幅に異なり、増加率がだんだん大きくなると想定している。

地域別人口増加率の予測（中央統計局）

	1981-85	1985-90	1990-95	1995-00
東部地区	3.06%	2.49%	2.87%	3.47%
中央地区	2.35%	2.07%	2.41%	2.94%
西部地区	3.01%	1.96%	1.91%	1.74%
中西部地区	3.09%	2.41%	2.90%	3.19%
極西部地区	3.29%	2.41%	2.59%	2.84%
全国	2.84%	2.23%	2.51%	2.87%

本調査では上記WECSの予測値を参照せず、全国の人口増加率は1989/90年の2.66%（1971年から1981年の平均増加率）から2000年に2.5%、2010年に2.3%迄低下すると仮定した。又、バグマティ地区に対しては、1971年から1981年迄の平均年増加率実績値1.76%を基に1989/90年の1.8%から、2000年に1.7%、2010年に1.6%に低下すると仮定した。

(2) 家族構成

1981年の人口統計では全国平均が5.8人/家族、バグマティ地区5.9人/家族であった。

しかしながら、NEAの1986需要予測では、需要家が必ずしも1家族単位でないとの理由で家族構成を6人/家族と仮定しており、本調査でも6人/家族とし、バグマティ地区及びその他の地域の両方に適用した。

(3) 電化率

NEAの1986需要予測では、1985/86から1994/95の10年間は新規需要家を毎年20,000ずつ、その後10年間はさらに4,000/年ずつ増加させ、2004/05には60,000/年の率まで高めると想定している。その結果として20年後（2004/05）には全人口の18%が電気の恩恵を受けられるとしている。

一方、EDF需要予測では中庸又は、高シナリオでは電化率の目標値を2000/01年に20%、2010/11年に25%と想定している。その結果として、新規需要家が1995/96年迄平均41,000/年、2000/01迄58,000/年、それ以後51,000/年増加するものとしている。

本調査ではEDFの仮定に準じて、以下のように仮定した。

全国	: 1989/90 実績 8.9%、2000/01 目標 20%
バグマティ地区	: 1989/90 実績 42.5%、2000/01 目標 70%

新規需要家への接続は、ニーズのみならず、送配電系統の拡充に大きく左右される。通常、電力系統の初期の段階では発電設備、送配電設備も小さく、ある特定の都市部の狭い地域のみが供給の対象となり、全国平均の電化率も非常に低い値となる。これが、電源開発と送電系統の拡充に伴い、徐々に電化率の増加割合が増大し、全人口の50%程度が電気の供給を受ける時点では電化率の増加率が最大となる。その後、山岳地や過疎地への送配電系統の拡充の困難さ、未電化家庭の電力料金の支払能力等の関係で増加率は低下してゆく。以上のような関係は通常、ゴンベルツ曲線で近似される。

本調査で仮定した電化率の変化の状態と過去10年間の全国レベル、バグマティ地区の電化率実績を基にゴンベルツ曲線で近似した結果を図6.1に示す。

(4) 単位消費電力量

単位消費電力量は、2つの要素によって変化する。即ち需要家の収入の変化により増加し、反面電気の供給を受けている地域の新規需要家の増加によって減少する。後者はつまり新規需要家は一般的に既に電力供給を受けている需要家に比較して貧乏であり、単位消費電力量が少ないということによる。

本調査では、単位消費電力量に対し、以下の仮定をおこなった。

- (a) 既に電力供給を受けている需要家の単位消費電力量は、1995/96年迄GDPに対する弾性値2.0、2000/01年迄1.75、2005/06年迄1.5、それ以降は1.2で増加する。
- (b) 新規需要家の年消費電力量は前年の年平均消費電力量の半分とする。

(5) GDPの伸び率

過去9年間のGDPの1974/75価格換算値及び増加率を表6.3に示す。又、過去9年間及び5年間の年平均増加率は次の通りである。

	GDP	農業	非農業
1981/82-1989/90 (9年間)	4.09%	4.22%	3.89%
1985/86-1989/90 (5年間)	4.00%	4.54%	3.18%

本調査では、EDF需要予測が採用している次の値を使用する。

1990/91	2.3%	(農業：3.2%、非農業：1.0%)
1991/92-1995/96	4.3%	(農業：3.2%、非農業：6.0%)
1995/96-2010/11	5.2%	(農業：3.5%、非農業：7.3%)

しかしながら、EDFの農業関連のGDP増加率3.2%は、過去の実績値に比較して小さすぎるので、本調査では、4.2%を仮定する。その結果、仮定された経済成長率は次のようになる。

	全体	非農業	農業
1990/91	2.3%	1.9%	3.2%
1991/92-1995/96	4.3%	4.5%	4.2%
1996/97-2010/11	5.2%	6.7%-6.3%	4.2%

尚、農業、非農業GDPの構成比率の変化を考慮に入れた各年の増加率を表6.4に示す。

6.2.3 その他の需要

家庭用需要以外の部門に対しては、工業部門、商業部門（主にホテル）、農業部門、その他の部門の4つのグループに分けて需要を算出する。

(1) 工業用需要

工業需要は以下の2つに分けて想定する。

- a) 既存の工業の自然増を含めた需要及び比較的小さな工場の新規接続に伴う需要。
- b) 現在建設中又は建設が確定している比較的大型の工場による需要。

既存の工場及び比較的小型の新規プロジェクト

既存の工場及び比較的小型の新規プロジェクトの需要は過去の工業部門の電力消費量と非農業GDPの関係、及び長期に亘る非農業GDPの増加率の予測より推定する。

過去9年間(1981/82-1989/90)及び5年間(1985/89-1989/90)の非農業GDP、及び工業用需要の年平均増加率及び弾性値は次の通りである。

	1981/82-89/90	1985/86-89/90
非農業GDP増加率	3.89%	3.18%
工業用需要増加率	12.90%	12.74%
弾 性 値	3.29	4.00

上表に於いて、過去5年間の弾性値が過去9年間のそれより高くなっているのは、132kV系統が1985年にBiratnagar迄拡張された結果、インドより供給を受けていた東部地区の工場がNEAの供給に切換えられたためである。上記実績増加率の中にヘタウダセメント工場のような比較的大型の新規工場による需要も含まれていることなどを考慮して、本調査では、工業用需要の非農業GDPに対する弾性値を次のように仮定した。

1990/91 及び 1991/92	3.0
1992/93 - 1995/96	2.5
1996/97 - 2000/01	2.0
2001/02 - 2010/11	1.5

1995/96年頃迄は、テライ平原のより広い地域が電化される予定なので、高い弾性値が続くものと仮定した。

尚、簡略化のため、上記弾性値をバグマティ地区及びその他の地域の両方に適用する。

現在建設中又は建設が確定している工場の需要

EDF需要予測では、NIDC(Nepal Industrial Development Corporation)の1989年3月の報告書を基に200kVA以上の設備容量を持つ、建設が確定している工場を選び出し(表6.5参照)、その内、大型の6つの工場について以下の需要を特別需要として別途見込んでいる。詳細を表6.6に示す。

年	需要(GWh)
1990/91	8.16
1995/96	62.90
2000/01	111.20
2010/11	190.00

本調査では、EDF需要予測で仮定した上記値を新型大型工場の需要として採用した。

基準年に於ける需要

1989/90年に於けるネパールの工業用需要は178.3GWhであり、その内、バグマティ地区のそれは43.08GWhであった。

(2) 商業用需要

商業部門の電力需要は、過去に於ける同部門の電力消費量と非農業GDPの関係、及び長期に亘る非農業GDPの増加率の予測より推定する。

過去9年間(1981/82-1989/90)及び5年間(1985/86-89/90)の非農業GDP及び商業部門需要の年平均増加率及び弾性値は次の通りである。

	1981/82-89/90	1985/86-89/90
非農業GDP増加率	3.89%	3.18%
商業用需要増加率	8.28%	14.91%
弾性値	2.13	4.68

本調査では、上表より、以下の弾性値を仮定した。

1990/91 - 1995/96	2.5
1996/97 - 2000/01	2.0
2001/01 - 2010/11	1.5

尚、新規ホテルの開発等上記増加率でカバーされるものと考え、特別な負荷は考慮しない。

基準年(1989/90)に於けるネパール全体の商業部門の需要は33.71GWhであり、その内約80%(27.15GWh)がバグマティ地区に集中している。

(3) 農業用需要

農業用部門の需要は電気を動力とした新規地下水灌漑プロジェクトの開発動向及び既存灌漑プロジェクトの電化のみならず、気候にも大きく左右される。浅井戸、深井戸を使用した地下水灌漑はテライ平原を中心に行なわれており、現在、揚水の動力としては、ディーゼルエンジンが主に使用されている。又、同平原内の生産性向上のため、いくつかの地下水灌漑プロジェクトが計画されている。

NEAの1986需要予測では計画されているプロジェクトを基に需要の伸びを予測している。ADBの第7次電力計画でも地区別の農業部門の需要を予想している。一方、灌漑局(水資源省)は2000年迄に浅井戸の25%及び全深井戸の動力を全て電気に切替えるとして合計339GWh/年の需要を予測している。上記調査結果の地区別予測値を表6.7に示す。

灌漑用電力料金は1985年の料金体系変更の際に設定された。過去の需要を以下に示す。

	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
灌漑用需要(GWh)	0	9.36	15.63	11.97
増加率 (%)	-	-	67.0	-23.4

本調査では、以下の仮定で需要予測を行った。

- 既存の需要家の需要及び下記の特別需要以外の新規プロジェクトによる需要の増加率は農業GDPの増加率と同じとする。
- 特別需要として、EDF需要予測の想定より1989/90年の需要実績(12.0GWh)を差引いた以下の値を用いる。

即ち、

1991/91	1.0GWh
1991/92	5.0GWh
1995/96	23.0GWh
2000/01	49.0GWh
2010/11	農業GDPと同じ増加率

基準年(1989/90)に於けるネパール全体の灌漑用の需要は、11.97GWhである。そのうち、1.7%(0.21GWh)がバグマティ地区に存在する。

(4) その他の需要

その他の需要として、非商業、輸送、水道、寺院、街灯等の部門の需要がある。これらの需要の殆どはGDP(収入)または家庭用需要の増減と密接な関係がある。過去9年間(1981/82-1989/90)及び5年間(1985/86-1989/90)のGDP、家庭用需要及びその他の需要の年平均増加率及び弾性値を以下に示す。

	1981/82-89/90	1985/86-89/90
GDP増加率(%)	4.09	4.00
家庭用需要増加率(%)	12.43	13.27
その他需要増加率(%)	39.98	8.73
弾性値 - 対GDP	9.77	2.18
- 対家庭用需要	3.22	0.66

上表に於いてその他の需要の過去9年間の平均増加率が過去5年間の平均増加率より極端に大きいのは、1985/86年の電力料金体系の改定により、その時点で同部門の需要が7.2倍に増加した事による。

従って、本調査では、電力料金体系の変更の影響の少ない過去5年間の実績値を使用し、その他の需要の増加率は、家庭用需要の増加率の0.7倍と仮定した。

基準年(1989/90)に於けるネパール全体のその他の需要は69.39GWhである、その内57.8%(40.13GWh)がバグマティに集中している。

6.2.4 電力損失

NEAの電力システムの損失は、収集したデータによると1988/89年に26.9%、1989/90年に29.7%と増加している。尚、システム全体の損失は次のように算定した。

$$\text{損失} = 1 - \frac{\text{国内消費電力量}}{\text{国内発生電力量} + \text{輸入} - \text{輸出}}$$

$$= \frac{\text{送配電損失} + \text{所内消費電力量} + \text{NEA消費電力量}}{\text{国内発電電力量} + \text{輸入} - \text{輸出}}$$

1989/81年から1989/90年の10年間の年損失率を表6.8に示す。

本調査では、テライ平原においてADB援助に基づく送配電整備計画が実施中であること、及びカトマンズ地区を中心として実施されている損失低減計画の効果を考慮して、18%迄毎年1%ずつ低減するものと仮定した。

6.2.5 年負荷率

過去10年間(1980/81-1989/90)の年負荷率を表6.9に示す。この表によると、1986/87年に急激に増加し、それ以降殆ど変化がなく、1989/90年にはむしろ低下している。1989/90年の低下、即ち最大負荷(1990年1月5日に最大値を記録)の急増はインドとの貿易、運輸協定の失効によって料理用ケロシンの供給が低下し、電気による料理及び気温変化に伴う暖房の急増によるものと考えられる。

ネパールでは、年負荷率を増加させる要因として、工業、輸送、非商業、水道、農業等の昼型の需要の増加がある。反面低下させる要因として家庭、商業(ホテル、レストラン等)、街灯需要等夜型の需要が考えられる。

以上の要因のうち、工業需要は負荷率の増大に寄与する度合いが大きく、又将来大型の工場が建設されるであろうが、いぜんとして家庭用需要の比率が高く、年負荷率は長期に亘って大きく変化しないものと予想される。

基準年(1989/90)に於ける年負荷率は次の如く推定される。

		全 国	バグマティ	その他地域
消費電力量	(GWh)	524.8	261.5	263.3
損失 (注-1)	(%)	29.7	29.7	29.7
発生電力量	(GWh)	746.5	371.9	374.6
最大電力 (注-2)	(MW)	171.7	96.2	75.5
年負荷率	(%)	49.6	44.1	56.6

(注-1) : バグマティ地区、その他の地域に全国平均を共通に適用

(注-2) : 1990年1月5日午後6時の電力 (176.2MWは1990年1月5日6時半の電力)

バグマティ地区及びその他の地域の家庭用及び工業需要の比率は次の通りである。

	バグマティ地区		その他地域	
	消費電力量	比率	消費電力量	比率
家庭用	150.9GWh	57.7%	80.5GWh	30.6%
工業	43.1	16.5	135.2	51.3
その他	67.5	25.8	47.6	18.1
合計	261.5	100	263.3	100

以上の2つの表を比較すると、家庭用及び工業需要の構成比率の違いが年負荷率に影響している事が判る。従って、本調査では、年率0.2%の割合で、バグマティ地区は50%まで、その他の地域は60%迄変化するものと仮定した。

6.2.6 需要予測の結果

20年間(1989/90-2010/11)の需要予測の結果を以下に示す。又、その詳細を表6.10に示す。

発生電力量予測

	(GWh)				
	1989/90	1995/96	2000/01	2005/01	2010/11
バグマティ	371.9	600.0	925.8	1,378.4	1,986.3
その他地域	374.6	719.0	1,208.1	1,829.0	2,736.6
全 国	746.5	1,319.0	2,133.9	3,207.4	4,722.9

最 大 電 力 予 測

(MW)

	1989/90	1995/96	2000/01	2005/06	2010/11
バグマティ	96.1	150.8	227.8	332.0	468.5
その他地域	75.5	142.0	234.5	349.1	520.7
全 国	171.6	292.8	462.3	681.1	989.2

消 費 電 力 量 の 部 門 別 構 成 比

(%)

	1989	1995/96	2000/01	2005/06	2010/11
バグマティ					
一家庭用	57.7	57.9	57.9	58.6	57.8
一工業	16.5	18.4	20.3	21.1	22.9
一その他	25.8	23.7	21.8	20.3	19.3
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
その他地域					
一家庭用	30.6	28.7	28.6	30.6	30.9
一工業	51.4	54.3	56.3	56.5	58.0
一その他	18.0	17.0	15.1	12.9	11.1
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

上表より明らかな如く、現在、約50%を消費しているバグマティ地区の電力消費の比率は2000/01年に43%、2010/11年に42%に低下する。

EDFの需要予測の結果（高及び中庸）及び本調査の需要予測の結果を図6.2及び6.3に示す。これより明らかな如く、本調査により求められた予測値はEDFの高予測値及び中庸予測値のほぼ中間に位置している。

6.3 カトマンズ盆地の地域別電力需要予測

6.3.1 序

カトマンズ地区の送配電網の整備、拡張計画を策定するために、各地域毎の詳細な需要想定が必要である。前節6.2.1で説明した如く本節では、

- (a) 6.2節で求めたバグマティ地区の需要予測の結果を用いて、各支店別、即ち中央カトマンズ、東カトマンズ、西カトマンズ、ラリトプール、バグタプールの需要予測を行う。
- (b) 90年1月5日の最大電力実績及び(a)で求めた各支店別の需要増加率を用いて、各変電所、各開閉所毎の需要予測を行う。

検討対象期間は10年間（2000/01年迄）で、予測のための基準となる年は1989/90年とする。

6.3.2 各地域、各電気所毎の需要実績

各支店別の1985/86年及び1989/90年の12月6日から2月15日迄（ネパール暦Poush及びMagh）の販電電力量実績は次の通りである。

	販 売 電 力 量 実 績						(MWh)
	1985/86			1989/90			増加率 (%)
	Poush	Magh	合計	Poush	Magh	合計	
中央カトマンズ	7,772	8,059	15,831	11,636	10,733	22,369	9.03
東カトマンズ	1,593	1,671	3,264	3,171	3,148	6,319	17.95
西カトマンズ	2,237	1,938	4,175	4,060	3,861	7,921	17.36
ラリトプール	2,546	2,387	4,933	4,027	3,919	7,946	12.66
バクタプール	723	772	1,495	1,352	1,423	2,775	16.71
合計	14,871	14,829	29,700	24,246	23,084	47,330	12.36

上表より次のことがいえる。

- (a) 過去5年間の増加率の最も大きいのは東カトマンズで次いで、西カトマンズ、バクタプールの順になっている。
- (b) 最も需要密度の高い中央カトマンズは、増加率が最も小さく、特にカトマンズ市中心部の需要増が頭打ちになって来ている事が理解出来る。

最大の需要が記録された1990年1月5日のカトマンズ地区の各変電所及び開閉所の最大需要は第5章の表5.7に示してある。

6.3.3 地域別需要予測

(I) 方法

地域別需要想定に比率法(Ratio Method)を適用する。これは、主に人口予測に用いられている方法であり、以下の仮定に基づいている。

- (a) 殆どの地域及び生活共同体の人口（又は需要）の増加率はそれ等を包含する州及び国の人口（又は需要）の増加率に密接な関係を有する。
- (b) 即ち、小さな地域の増加率は既に実施されているより大きな地域の予測値より推定される。

即ち、次の関係式より推定する。

$$P_i / P_t = k_i \quad \text{又は} \quad P_i = k_i * P_t$$

ここで、 P_i = 調査対象地域 i の人口 (又は需要)

P_t = 調査対象地域を含む州又は国の人口 (又は需要)

尚、本調査では、上記比率の時間的変化の要素を取込んで予測している。即ち

$$k_{i,t_j} = k_i(t_j)$$

ここで、 k_{i,t_j} = 調査対象地域 i の時間 t_j に於ける需要の全体に対する比率

カトマンズ盆地内の各支店別のバグマティ地区の需要 (販売電力量) の比率の推移は次の通りであった。

負 荷 比 率 の 推 移

	(%)	
	1984/85	1989/90
中央カトマンズ	50.97	45.19
東カトマンズ	10.51	12.77
西カトマンズ	13.45	16.00
ラリトプール	15.88	16.06
バクタプール	4.82	5.61
カブレ	1.73	1.73
ヒンドウ/ドルカ	1.28	1.28
ラスワ/ヌワコット	1.36	1.36
合計	100.00	100.00

上表において、カトマンズ盆地以外の地域、即ちカブレ、ラスワ、ヒンドウ地区は、1984/85のデータが入手出来なかったので1989/90年と同じ比率を占めるものと仮定した。

(2) 需要予測結果

各調査対象地域のバグマティ地区の総需要に対する比率及び需要の予測値の概要を以下に、10年間の詳細を表6.11に示す。