第 3 章
プロジェクトの内容

3 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトは、カトマンズ地区送配電網拡張整備計画開発調査（1991 年、JICA）で作成されたマスタープランの中で提言されたものである。マスタープランでは、2000 年までを対象に、カトマンズ地区の電力供給能力増強、供給信頼度の向上、電力損失の低減を目標とした送配電網整備の具体的な計画が提言されている。本プロジェクトはこのマスタープランの中で、カトマンズ市中心部において上記目標を達成するため策定された計画のひとつで、カトマンズ中心部に 66 kV 変電所（K3 変電所）を建設しようとするものである。

マスタープランに沿った計画の実施は、主に日本の無償資金協力により、カトマンズ地区でも整備の遅れていた地方部から優先的に進められ、現在残された計画は本プロジェクトのみとなっている。

本プロジェクトの実施も当初、無償資金協力の第 2 次計画（1994 年～1997 年）に含まれていた。しかし、電源側の開発が予定通り進まなかったことから、当時電源不足の状態の中で、本プロジェクトが実施された場合カトマンズ中心部の潜在需要を喚起し、電源不足の問題をさらに深刻化させる可能性の高いと考えられたため実施は見送られた。

その後ネパールの電源開発は順調に進捗し、電源側の不安はほぼ解消されたといえる。その反面、電力需要の増加に伴う送電・変電・配電設備の容量不足が、カトマンズ市への電力供給における新たなボトルネックとなっている。このような状況の中、本プロジェクトは上記マスタープランで示した目標中、特にカトマンズ中心部での電力供給能力増強および供給信頼度の向上を目指したものである。

(2) プロジェクトの概要

カトマンズ中心部への電力供給は、現在主に複数の 11 kV 開閉所より行われている。本プロジェクトは、上記目標を達成するために 11 kV に比較し送電容量が大きく、供給信頼性の高い 66 kV 送電線でカトマンズ中心部に電力を供給し、それを受けた K3 変電所から中心部への配電を実施することとしている。これにより、カトマンズ中心部での電力供給能力の大幅な増強と供給信頼度の向上が期待されている。

本プロジェクトの協力対象事業は以下の通りである。

1) K3 変電所の建設
2) 66 kV 地中送電線の敷設（K3 - Teku）
3) Teku 変電所での改修工事
4) Siuchatar 変電所への 66 kV 開閉機器据付
5) RTU (Remote Terminal Unit)の K3 変電所への据付
6) 送電線保護および遠隔操作用光ファイバー・ケーブルの敷設（K3 - Siuchatar）

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

3.2.1.1 基本方針

(1) 協力対象範囲

本プロジェクトの協力対象範囲は、以下の項目を判断基準とし決定した。

a) 基本的効果の発現
b) 相手国による代替実施の困難さ
c) 持続的・効率的な運営・維持・管理への貢献
d) プロジェクトとしての完結性

「基本的効果の発現」は、本プロジェクトが目標とするカトマンズ中心部への電力供給能力増強および供給信頼度の向上に直接的に貢献する機材・施設であるかどうかを検討する項目である。

「相手国による代替実施の困難さ」では、本機材・施設をネパール側の予算で購入または建設するとした場合、財政的・技術的にその実現の困難さを考慮した。

「持続的・効率的な運営・維持・管理への貢献」では、本機材・施設がプロジェクト全体の持続的かつ効率的な運営・維持・管理に大きく貢献するかどうかを評価した。

「プロジェクトとしての完結性」とは、本機材・施設が、仮に主要機材でなくともプロジェクトの効果発現に不可欠であるかどうかを検討する項目である。

上記に述べた「効果の発現度」、「運営・維持・管理への貢献度」、「完結性」の度合いが高く、「代替実施の困難」な機材・施設ほど協力対象範囲に優先的に含むこととした。

評価結果を表 3-21 に示す。結論は 3.2.2.節で述べる。

(2) サイト選定

本プロジェクトにおいて、選定の必要となるサイトは K3 変電所予定地と 66 kV 送電線ルートの 2 点である。

いずれのサイト選定においても以下の項目を判断基準とした。

a) 用地取得の実現性
b) 環境に与える影響
c) 運営・維持・管理の容易さ
d) セキュリティの確保
e) 施工の容易さ

f) プロジェクトの目標達成における効果

サイトの選定経緯は 3.2.2 節にて述べる。

(3) 設備規模と機器選定の判断基準

設備規模

本プロジェクトにおいて規模の選定を第一に行わなければならない主要な設備は、K3 変電所の変圧器と Teku – K3 間の 66 kV 送電線である。その他の設備・機材の規模はこれら主要設備の規模に合わせて選定される。

＜K3 変電所の変圧器容量＞

容量設定は次の条件で行う。

a) K2 開閉所[4]の 2001 年のピーク容量を基準容量とする
b) カトマンズ地区の年間需要増加率を採用する
c) 目標とする需要を 10 年後程度の需要とし、上記規準容量と増加率から目標需要を算定する[5]
d) 目標需要を 1 台の変圧器で賄える変圧器容量とし、2 台設置[6]する。

実際の据付け完了までの時間差を考慮すると、約 7 年後の需要を目標とすることになる。その後の容量増強は、ネパール側の自助努力に任せる。

＜Teku – K3 間の 66 kV 送電線のサイズ＞

送電線のサイズは、1 回線で K3 変電所の変圧器容量および Teku 変電所[7]の変圧器容量を賄うサイズとする。また、送電線は変圧器のように将来の需要増加に合わせて容易に増設できるものではない。従い、将来の K3 変電所の変圧器増設にも対応することも考慮する。

機器選定

機器の選定において最も検討を必要としたものは、66 kV 送電線である。送電線として架空送電線か地中送電線のどちらかを選定することになるが、以下の点を主要な判断基準とした。

[4] 本プロジェクトによる電力供給対象地域は、現在ほぼ K2 開閉所より電力供給を受けており、K3 変電所完成後、K2 への電力供給も K3 より行われることになる。

[5] カトマンズ地区の需要増加は 1996 年のピーク値 119.03MW から 2001 年には 147.87MW となっており、年間の増加率は 4.4%。K2 開閉所の 2001 年のピーク容量 12MW にこの増加率を 10 年間考慮すると 18MW となる。変電所の完成を 2004 年と仮定すると、目標である 2011 年までに 7 年の期間がある。なお、上記のピーク値の出展は、NEA 保有のログシートである。

[6] 電力設備の数・容量決定に際し、一般に N-1 基準が適用される。これは、電気は途切れることなく供給する必要があるため、故障や定期的な保守によってある設備が動作していない状態においても、通常の電力供給が行えるよう、設備の数と容量を決定するための基準である。

[7] 既設の Siuchatar - Teku 66 kV 架空線が故障した場合、Teku 変電所は K3 変電所から電力供給を受けることになる。

a) 土地収用の実現性
b) 環境に与える影響

地中線を選定した理由は、3.2.2 節で述べる。

その他の機器の選定基準については、保守管理の容易性、信頼性および変電所機器については、街の中心部であることからコンパクト性を選定基準とした。

3.2.1.2 自然条件に対する方針

(1) 気温

カトマンズは温暖な気候で、月間平均気温は表 3-1 に示す通りである。一日の最高気温は 1994 年 5 月に記録した 35.2°C、同最低気温は 1998 年 1 月に記録した-3.0°C である。

表 3-1 カトマンズの月平均最高、最低気温 (単位：°C)

	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		年間平均	
	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低	最高	最低
1991	17.7	2.1	22.9	3.8	25.3	8.2	27.5	10.7	28.6	15.5	27.8	19.0	28.2	20.3	27.9	19.7	27.8	18.4	26.7	12.5	22.1	5.7	19.1	2.5	25.1	11.5
1992	17.6	2.4	19.1	3.1	27.8	7.4	30.5	11.1	27.5	14.1	29.4	17.9	28.2	19.2	28.5	19.5	28.4	17.8	25.9	12.7	23.4	6.5	19.7	2.5	25.5	11.2
1993	18.5	2.8	21.8	5.4	23.1	5.9	26.8	10.6	27.9	15.4	28.7	18.7	28.3	20.3	27.9	20.1	27.5	18.1	27.1	13.2	23.4	8.1	21.1	3.9	25.2	11.9
1994	20.0	2.7	20.7	3.4	25.3	9.4	28.3	10.7	29.6	15.5	29.3	19.4	29.1	20.2	28.9	19.8	28.2	18.5	26.8	11.5	23.5	6.3	20.4	2.2	25.8	11.6
1995	17.8	1.1	19.6	4.2	25.4	7.5	29.3	10.4	31.5	16.4	27.8	20.1	27.7	19.8	28.2	19.5	27.6	18.1	27.0	13.2	23.2	8.0	19.5	4.7	25.4	11.9
1996	18.4	2.4	21.1	4.8	25.8	9.7	28.5	10.6	30.7	15.8	27.6	18.7	27.6	20.4	27.8	19.7	27.7	18.6	26.1	13.6	24.4	8.2	21.0	3.2	25.5	12.1
1997	18.0	1.7	19.5	3.0	25.0	7.6	24.6	10.6	28.5	13.8	29.4	18.0	28.6	20.2	28.6	19.9	28.0	18.2	25.2	10.6	22.9	7.1	18.5	3.8	24.7	11.2
1998	19.2	1.6	21.6	4.5	23.4	7.4	27.0	11.4	28.6	17.0	30.2	20.0	27.8	20.2	28.3	20.2	29.2	18.8	29.0	15.3	25.4	9.2	22.2	3.3	26.0	12.4

これは IEC で定める常規使用温度（高圧屋外開閉器で-10.0°C から 40.0°C）の範囲内であり、本プロジェクトで調達する機器は特殊仕様とはしない。

(2) 湿度

カトマンズは比較的湿度は高く、3 月～5 月を除いた約 9 ヶ月間は 80%を超える日が多い。月平均湿度を表 3-2 に示す。

表 3-2 カトマンズの月平均湿度 (単位：%)

	1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		年間平均	
	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕	朝	夕
1991	96	65	88	44	84	47	72	48	78	60	82	74	85	80	88	81	87	79	91	70	93	68	95	64	86	65
1992	98	69	92	57	71	36	56	35	75	63	77	65	81	76	85	83	85	82	90	73	91	67	96	70	83	65
1993	97	71	91	55	80	44	72	53	74	66	79	73	85	82	87	82	89	84	89	75	95	72	95	68	86	69
1994	96	67	92	56	83	56	61	42	69	57	83	73	83	78	85	80	87	84	89	67	90	69	96	67	85	66
1995	96	69	93	63	77	45	62	41	60	48	87	77	83	81	85	82	86	80	91	78	94	74	97	84	84	68
1996	98	75	94	63	77	54	64	44	63	55	81	78	86	79	87	83	87	80	90	76	93	75	96	66	85	69
1997	97	68	94	73	78	53	77	64	72	54	76	64	83	82	89	81	86	77	91	72	93	69	97	74	86	69
1998	96	63	93	58	81	58	73	54	79	71	77	68	88	81	90	85	86	81	88	78	91	74	98	59	87	69

湿度は高いが、機器が潮風や水蒸気にさらされることがない限り、特殊仕様の採用の必要はない。

(3) 降水量

カトマンズ盆地の降水量はネパール国の平均的な値で年間約 1,000～1,700mm 程度である（東京は 1,400mm 程度）。月降水量は 5 月～9 月が多く、100mm～500mm 程度である。

日降水量は、最大で 100mm 程度である。月降水量を表 3-3 に示す。また、1991 年から 1998 年の平均月降水量を図 3-1 に示す。

表 3-3 カトマンズの月降水量 (単位：mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
1991	21	11	45	106	145	114	190	281	128	0	0	25	1,068
1992	6	17	0	45	70	233	224	220	209	51	16	3	1,093
1993	10	15	42	87	185	204	296	294	156	15	2	0	1,306
1994	27	19	14	8	142	414	254	446	243	0	12	0	1,579
1995	3	29	40	3	61	591	336	404	101	38	62	7	1,674
1996	71	15	7	47	58	338	319	486	207	52	0	0	1,600
1997	16	6	14	100	90	245	511	371	71	12	5	87	1,528
1998	0	21	67	43	117	194	292	302	51	60	9	0	1,155
平均	19.3	16.6	28.6	54.9	109	292	303	351	146	28.5	13.3	15.3	1,375

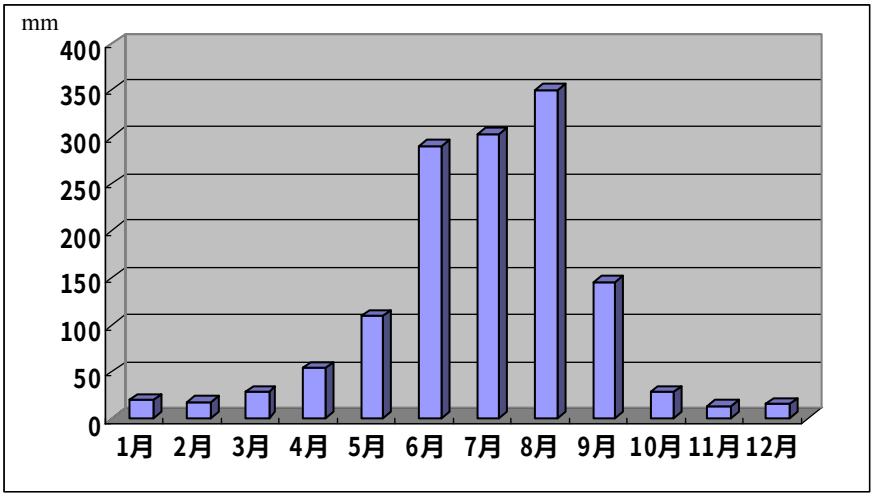


図 3-1 1991 年～1998 年におけるカトマンズの平均月降水量

この降水量が、機器の設計に影響を与えることはないが、3.2.4 節、調達計画／施工計画で述べる通り、雨期にカルカッタからの陸送が出来ない、道路掘削が出来ない、といった制約がある。

(4) 風力

カトマンズ空港測候所で観測された風速は、1994 年の時点での最大値が 26.75m/s であり、台風のある日本の最大風速より小さい。

以上の自然条件より、本プロジェクトにて採用される材料・機器に対し特殊仕様は考慮しない。

3.2.1.3 社会経済条件に対する方針

建屋の建築工事はローカルの建設業者で十分対応可能なため、ローカルの建設業者を活用する前提で設計・積算を行なう。こうすることでローカル企業に無償案件へ参画する機会を与えるとともにローカルマーケットにて入手可能な材料を極力採用させる、といった、地域経済へのプラスの効果を狙う。

ネパールの国民は全般的に穏健な性格であるが、最近マオイスト（反政府武装組織）がテロ活動を活発化させている。従って、機材の輸送、保管、施工についてはセキュリティーの確保に十分留意する。具体的には、カルカッタから搬入した機材の保管は、極力直接 K3 変電所建設用地の Singha Durbar や Siuchatar 変電所構内へ直接搬入する。また NEA を通し、地元警察などに輸送時の安全に対する協力依頼を試みる。

3.2.1.4 建設／調達事情に対する方針

(1) 事業実施に係る許認可

変電所用地の取得

変電所を合同庁舎の敷地内に建設することについては、相手国側実施機関である NEA が既に政府の許可を取りつけていることをミニッツにて確認している（資料 5 参照）。政府の書面による許可証を添付した（資料 8 参照）。

道路掘削許可の取得

地中線を埋設する場合には、道路の掘削を行うため公共事業省の道路局（DOR）の許可が必要となる。許可申請の手順は右の図 3-2 の通りであるが、詳細な工事計画を NEA に提出し、NEA より DOR に許可申請を行うことになる。掘削許可取得には、DOR が申請を受理してからおよそ 1 週間を要するが、事前に DOR 及び NEA 間で詳細な計画について打ち合わせを行う必要がある。また、掘削を行うに当たり、保証金として 1m^2 あたりおよそ NRs1,500 を支払う必要がある。これは工事終了後、元通りに舗装されたことを DOR が確認の上、返却される。

また雨期である 6 月～8 月は道路掘削許可が下りないため、実施工程策定にはこの点を十分考慮する必要がある。

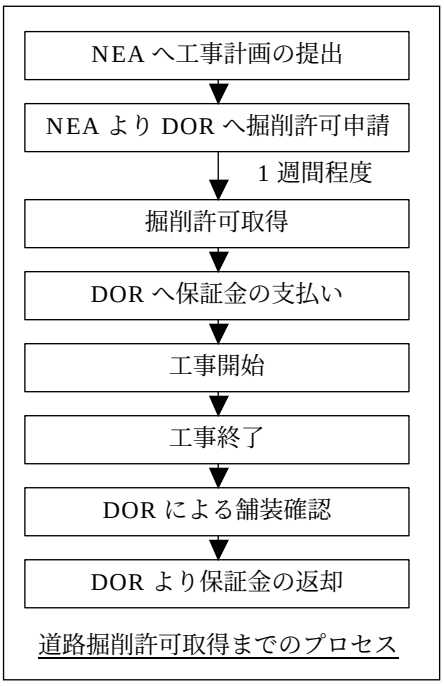


図 3-2 道路許可申請プロセス

環境影響評価

1997 年 6 月の環境保護法（Environmental Protection Act, 2053）の制定により、各種計画の実施に先立ち、初期環境調査（Initial Environmental Examination: IEE）または環境影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）を実施することが義務付けられた。

一般の送変電プロジェクトでは送電線がその対象となり、電圧が 33 kV と 66 kV の送電線では IEE を、66 kV を越える送電線（現在のネパールで対象となるのは 132 kV 送電線）では EIA を実施する必要がある。ただし、33 kV と 66 kV の送電線の場合でも、ルートが公園や特別な地区にかかる計画では EIA を実施することになる。

EIA の場合、計画の実施機関以外のコンサルタント等がこれを実施し、その結果を住民環境省（Ministry of Population and Environment）が審査する。環境への影響が大きいと判断された場合には、計画実施機関は利害関係者との個別の協議を行い、問題を一つ一つ解決していくことになる。

IEE の場合、計画実施機関がその調査を実施する。本プロジェクトであれば、NEA の開発局環境部が調査を実施し、その審査は水資源省が行うことになる。図 3-3 に示すように、この調査結果より環境への影響が大きいと判断されると EIA を実施することになり、影響が小さいと判断されれば、それ以上の環境調査は必要なく、計画の実施が可能となる。

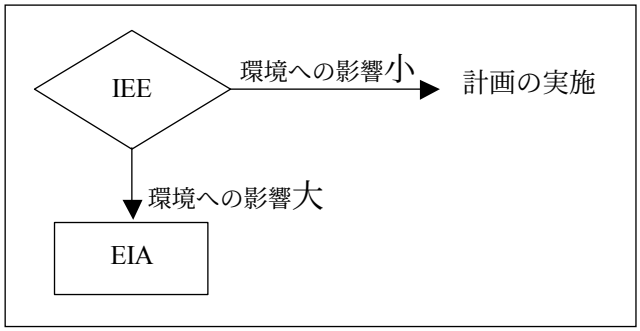


図 3-3 IEE 以降の手続き

NEA 環境部は過去の経験から、架空送電線の EIA は、およそ 2 年はかかり、IEE であれば、6 ヵ月程度で完了するとしている。本プロジェクトについていえば、66 kV 送電線を架空線とした場合 EIA の実施が必要となり、地中線とすれば IEE のみで十分であろうとのコメントを NEA 環境部から得ている。ただし、表 3-22、架空線と地中線の比較、項目 9 に有る通り、EIA が実施されてもカトマンズ中心部、しかも Singha Durbar に向けて 66 kV 送電線を建設すること自体、不許可となるのが間違いないというのが NEA の見方である。

(2) 現地規格

基本的には、世界的に認められている規格、すなわち IEC、JIS、BS、ASTM などを採用する。しかし IEC のような世界的な規格は可能な限り多くの国の合意を得る必要があるという性格上、あまり詳細な項目まで規程していないという特徴がある。電気関係の機材については、IEC にて定められていない詳細事項でさらに NEA からも仕様の指定がない場合、例えばキュービクルの構造や盤の鋼鈑の厚み、といった事項は日本のメーカーの規準である JEM を採用することにより、IEC を補足する。

以下に代表的な採用規格を、その対象項目とともに示す。

表 3-4 代表的な採用規格

規程対象項目	主な適用規格
変圧器・GIS・屋外用開閉器	IEC
制御盤・キュービクル	IEC、JEM
ケーブル・電線	IEC、BS、JCS
光ファイバーケーブルなど通信関係機器	IEC、ITU
建築・土木設計および材料 現地再委託による地質調査	BS、ASTM、JIS、IS
その他雑材料（架台用アングル、碍子など）	ANSI、ISO、BS

(3) 現地労働力の水準・現地調達資機材

現地労働力の水準については、日本人技術者の指導があれば所要の作業を行えるレベルの労働力が十分にあることは、過去の類似案件での経験から判断出来る。施工計画においてはこの点を反映させ、現地労働者で人工の算定を行う。

現地にて調達可能な資機材は、品質・信頼性の面から土木建設材料に限定する。

3.2.1.5 現地業者の活用に係る方針

土木・建築作業、および配電網関連の電気工事に関しては、適切な指示・管理を行えば技術的には信頼できるレベルに達している業者があるので、可能な限り活用する方針である。ネパールにおいて日本の業者の下請けとして、日本の業者が満足し得る仕事をしているゼネコン業者を、最低 4 社確認している。

本プロジェクトの K3 変電所の建屋建設については、日本の業者の監理下、完全に現地業者が工事を行う方針で計画する。

また、機材の据付については、日本人が各施工班、例えば変電機器据付班・66kV ケーブル敷設班などの作業指導と、66kV ケーブルの接続作業および変電所制御盤の制御ケーブル配線の配線チェック、といった重要作業のみ行い、その他の作業は現地の人間が行う方針とする。

3.2.1.6 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

本プロジェクトの工事実施時の担当部署は、送電・系統制御局の下部組織である送変電建設部（Transmission Line/Substation Construction Department）である。プロジェクト完成後、施設の運営・維持管理を行うのは同局のグリット運用部となる。グリット運用部も、先に 2.1.3 節にて説明した送変電建設部と同等な技術水準を持った組織であり、すでに K3 変電所と同等の変電所をいくつも運営維持している。本プロジェクトの完成後運営・維持管理で、特に懸念される点はない。

ただし、注意すべき点として、本プロジェクトにおいては K3 変電所より既設 11kV 配電線への接続は、NEA 側の分担作業となっていることが挙げられる。

実質的に作業を実施するのは、配電・顧客サービス局カトマンズ中央部で、技術レベルとしては過去に同等の作業を行っているので、作業実施そのものに問題はないが、日本側が行う作業の速さと同程度を望むことは出来ない。さらに、予算的には相当大きな金額となるため、NEA 内での予算措置、機材の調達も NEA の規定に従い入札を行うなど、工程上不確定な要因を含む。従って、日本側のケーブル埋設作業工程に NEA によるケーブル敷設作業の工程を極力反映させるよう試みる方針とするものの、NEA 側分担作業の品質や安全性を犠牲にしてまで無理に急がせることはしない。

3.2.1.7 施設・機材等のグレードの設定

K3 変電所の主要機器、すなわち変圧器、GIS、11kV キュービクル、また送電線材料である 66kV 用電力ケーブル、更に、Siuchatar 変電所の開閉機器については通常のグレードのものを採用する。日本製品であればこれらの機器は特にハイグレードまたはローグレードといった格付けは無く、適切なメンテナンスを行えば 20～30 年以上の使用は十分可能である。

Siuchatar 変電所の従来型屋外開閉機器は、既設の機器とメンテナンス工具・手順を極力共通にするため、既設の型と同様のものとする。

本プロジェクトは、建築物である変電所建屋の建設も含むが、これは屋内変電機器を収納する補助的な役割を果たす施設であり、建屋建設にあたっては全ての材料を現地調達としてコスト縮小に努める方針である。

3.2.1.8 工法／調達方法、工期

66 kV 地中線工事と変電所の土木工事は、雨期の間の道路掘削禁止期間（毎年 6～8 月）を避ける方針とする。また、禁止期間を挟んでこれらの工事を行うことも、土工や工具の調達に無駄が出て工事費がかさんでしまうため避ける。

掘削は、可能な限り施工期間のかからぬ機械掘りを考慮するが、地中送電線工事箇所で、道路上に十分な重機用スペースが確保出来ない所では人力による掘削も併用する。交通量の多い道路での地中ケーブル敷設、特に道路横断箇所の掘削は過去の配電網拡張整備計画に習い基本的に夜間工事とする。

本プロジェクトは、材料・機器の設計・製作に約半年、これら機材の輸送に約 1.5 ヶ月、さらに施工においては雨期の間の道路掘削禁止期間があるなどの制約から約 10 ヶ月を必要とし、各々の作業を効率的にラップさせても業者契約認証から完了までに 12 ヶ月かかる（3.2.4.8 節参照）。

3.2.2 基本計画

3.2.2.1 全体計画

(1) 概要

1.2 節、無償資金協力要請の背景・経緯及び概要にて、要請内容について述べた。要請の後、現地調査時ネパール側から新たに提出された要請内容も含め、要請内容と最終的な協力対象事業をその選定理由も含め以下、表 3-5 に示す。

この選定結果を得るまでの評価方法については、3.2.1.1 節、基本方針の（1）項で述べた通りである。

表 3-5 要請内容と協力対象事業

要請内容	最終協力対象事業
(1) K3 変電所の建設	○
(2) 66 kV 送電線の敷設 （Teku 変電所－K3 変電所）	○
(3) Teku 変電所での改修工事	○
(4) Siuchatar 変電所への 66 kV 開閉機器据付	○
(5) RTU の K3 変電所への据付	○
(6) 光ファイバー・ケーブルの敷設 （Siuchatar 変電所－K3 変電所）	○
(7) 11 kV 地中配電線	除外

註）1　　○：協力対象に含める

＜選定理由＞

(1)－(4)

最終協力対象事業として選定された(1)から(4)は、本プロジェクトが目標とするカトマンズ中心部への電力供給能力増強および供給信頼度の向上に直接的に関係する機材・施設である。即ち、これらの施設・機材は本プロジェクトの基本的効果の発現に無くてはならないものとして協力対象事業に選定された。さらに、K3 変電所の建設および 66 kV 送電線の敷設は、技術的にも財政的にも相手国による代替実施が困難であると判断でき、これも選定理由となっている。

(5)－(6)

最終協力対象事業の(5)と(6)は、これら機材が本プロジェクトの持続的・効率的な運営・維持・管理に大きく貢献するのもとして選定された。

ネパール電力系統の運営・維持・管理は現在、給電指令所（Load Dispatching Center; LDC）[8]より各発電所および変電所を集中的に監視・制御することにより行われている。RTU（Remote Terminal Unit）は、LDC から監視・制御される発電所や変電所側に設置される機器で、所内の情報を LDC に送信し、また LDC からの制御指令を受信する機能を持つ。

NEA は今後、効率的かつ信頼性の高い系統運営を実現するため、LDC の機能強化を進めており、現在ドイツの無償で、Siuchatar 変電所敷地内に新たな LDC の建設が進められている。2003 年 2 月の完成を予定しているこの LDC により、系統に連系された 5 MW 以上の発電所と 66 kV 以上の変電所全てを監視・制御することになっている。K3 変電所も、この LDC から監視・制御されることにより、系統の一部として効率的に運用されることになる。このように、RTU は K3 変電所の効率的な運用、さらに恒常的に監視されていることから同変電所の持続的な維持・管理に対しても大きく貢献するものといえる。

[8] 現在の LDC は日本の無償資金協力により、1987 年 NEA 本店敷地内に建設されたのもである。

光ファイバー・ケーブルは上記監視・制御を目的とした LDC と K3 間のデータ通信に使用されるとともに、Siuchatar - K3 間 66 kV 送電線の保護用データの通信にも使用される。LDC による監視・制御は上述のとおりである。また、光ファイバー・ケーブルによる送電線の保護は、高い信頼性で送電線の事故を検出でき、本プロジェクトの運営・維持・管理に大きく貢献するといえる。光ファイバケーブルを使用した、電流差動継電方式による送電線保護の概念図を図 3-4 に示す。

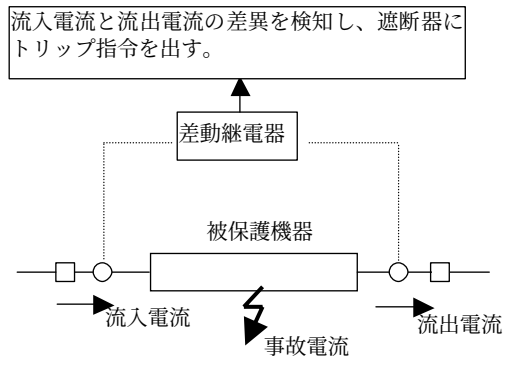


図 3-4 電流差動継電方式

11 kV 地中線

11 kV 地中配電線の協力対象事業としての実施は、ネパール側の強い要請であった。しかし、無償資金協力を実行するにあたり、ネパール側の自助努力を促すため、本項目はネパール側実施作業とすることとした。

11 kV 地中線の建設費は、2000/2001 年度の NEA の運営維持管理における総年間予算の 0.1%であり、この建設のための政府レベルでの特別な予算処置の必要はないと考えられる。

11 kV 地中線は、K3 変電所と既設配電線を接続するためのもので、この部分が完成し、初めて本プロジェクトの効果が発現される。重要な部分ではあるが、技術的・財政的にも、若干時間の余裕を見る必要はあるもののネパール側による実施も十分可能であると判断できる。

本プロジェクトの主要設備の計画位置は、巻頭の施工地域概念図に示した通りである。

(2) 要請書からの変更点

本プロジェクトは、1991 年に策定されたマスタープランの中で計画されたものであり、2000 年 6 月付の要請書も、このマスタープランの考え方をもとに作成されている。従い、現在におけるサイトの状況など、当時と比べ大きく変化しており、見直しを必要とするものが多かった。

要請内容と協力対象事業内容を、変更理由も含め表 3-6 に示す。

表 3-6 要請内容と協力対象事業内容

要請内容	協力対象事業内容
1. K3 変電所の建設	
(1) 建設サイト Tukucha 川川原の空き地	（変更） **政府合同庁舎（Singh Durbar）内** 変更理由および代替案との検討結果を（変更理由 1）に示す。
(2) 66/11 kV 変圧器 2 x (3 x 6 MVA) + 6 MVA 単相変圧器 7 台（内 1 台スペア）	（変更） **2 x 18 MVA** 単相変圧器構成を 3 相一括型に変更。マスタープラン時の候補地と比べるとスペースは限られ、変電設備をコンパクトにする必要があった。また、変圧器の信頼性は向上しているため経済性を優先させ、スペアは省略した。
(3) 66kV 開閉装置 GIS タイプ 66kV 回路： 4 回線 66kV 母線： 単母線方式	（変更なし）
(4) 66 kV 回路リレー盤・制御盤 11 kV キュービクル（閉鎖型配電盤） 所内低圧盤	（変更なし）
2. 66 kV 送電線の敷設 送電線種類： 架空送電線 ルート： Bagmati 川・Tukucha 川沿い	（変更） 送電線種類： **地中送電線** ルート： **公道沿い** 変更理由および代替案との検討結果を（変更理由 2）に示す。
3. Teku 変電所での改修工事 必要であれば要請内容に含める。	（要請内容に含める） 送電線の地中線化にともない、改修工事は必須の作業となった。
4. Siuchatar 変電所への 66 kV 開閉機器据付 必要であれば要請内容に含める。	（要請内容に含める） Siuchatar 変電所が K3 変電所の電源となるため、開閉機器据付は必須である。
5. 新規追加事項 要請書では記載がなく、新規に追加要請された事項。	（追加） **RTU の K3 変電所への据付** **光ファイバー・ケーブルの敷設** 追加理由は本節（1）概要で述べた通り。

現地調査時、11kV 地中配電線の既設配電線への接続工事も協力対象事業に含めるよう追加要請が出たが、これは除外した。

＜変更理由 1＞

変電所予定地

変電所予定地は、要請書記載の Bagh Bazaar 地区を含め、図 3-5 に示す通り 3 ヶ所の候補地が比較検討された。

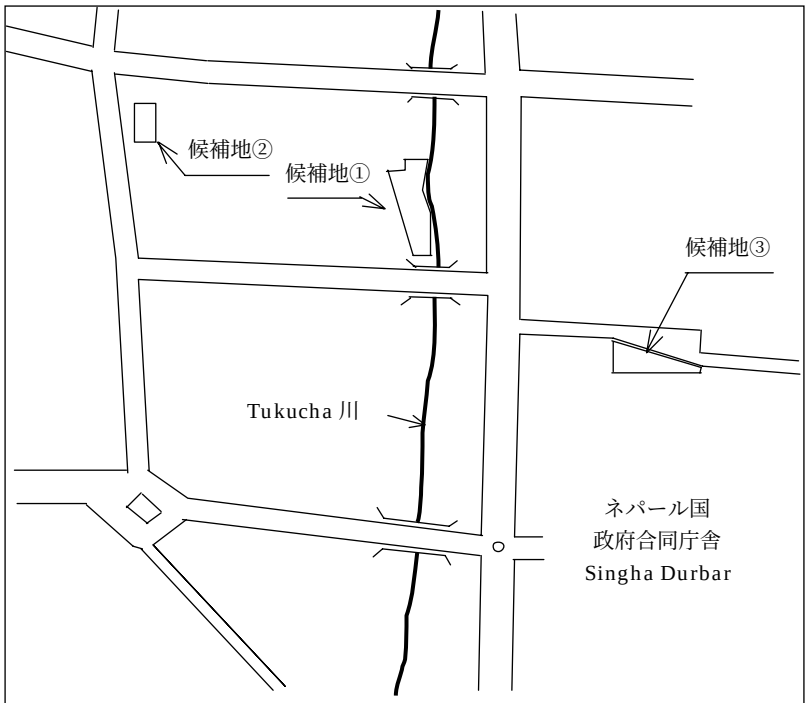


図 3-5 変電所建設候補地

① 要請書案：Bagh Bazaar

要請書では、K3 変電所は Bagh Bazaar 地区 Tukucha 川沿いの一角に建設される予定であった。しかし現在同敷地にはカトマンズ市内でも有数の市場が開かれており、土地収用が困難であることから、同敷地に建設することが不可能となった。

② NEA 敷地

上記①の代替案として、NEA 敷地内の土地が提示された。K2 開閉所もこの敷地内にある。しかしこの場所は、さらに変電所を建設するには狭く、また一般人の立入りが可能なため反政府勢力のテロの対象ともなり得る。

③ Singha Durbar（政府合同庁舎）

さらなる代替案で、本計画地は以下の長所がある。

- 建設中および引渡し後テロ攻撃に対する安全性が確保される
- 近隣する既設 11kV 配電線への引渡し後の接続が容易
- 近年特に電力需要の増加している Putalisadak および Kalikasthan 地区などに隣接しており、変電所新設による他の変電所の負荷低減、送電ロスの低減等の効果が大きい
- 変電所周囲にネパール政府所有の空地が残されており、将来の電力需要に会わせ NEA が拡張整備を行うことが可能

3 つの変電所予定地の比較検討結果を、表 3-7 に示す。

表 3-7 各変電所予定地の比較検討

比較対象サイト / 比較項目	**要請書案** **Bagh Bazaar** 註 1)	**NEA 敷地** **Durbar Marg** 註 1)	**最終決定サイト** **Singha Durbar** 註 1)
用地取得の実現性	× 不可能と思われる。	○	○
環境に与える影響	○	△ 既存の駐車場削る必要	○
運営・維持・管理の容易さ	○	× 狭く、将来の拡張不可能	○
セキュリティの良さ	×	△	○
施工の容易さ	△	○	○
プロジェクトの目標達成における効果	○	○	○
検討結果	×	×	○

註 1) **評価**
×： 不利または困難 ○： 非常に有利または容易
△： やや有利または普通

＜変更理由 2＞

地中送電線

要請書に記載された 66 kV 送電線ルートは、架空線を主体としたものであったが、要請書作成時から現在にいたるまでの周囲状況の変化、すなわち当初の架空線ルートにおける住居の密集状況などを勘案し、地中線案が選択された。

要請書の架空線案と、比較検討された地中線案 2 案を図 3-7 に示す。

① 要請書での送電線ルート
- 架空線：図 3-1 中の青色点線

② 地中線案 A
- 最終地中線ルート：図 3-7 中の赤色実線

③ 地中線案代替案 B
- 地中線ルート代替案：図 3-7 中の赤色実線と一部点線

＜地中線選定理由＞

架空線と地中線の一般的な長所・短所の比較を表 3-22 に示す。本表より、金額が高くなるものの地中線の方が長所が多いことは明確である。さらに、要請書に記載された架空線ルートでは、送電線は Bagmati 川沿いに延びるが、この川原を公園化しようとする UN パーク計画[9]があるため、土地収用は困難と考えられる。さらにその後 Tukucha 川にそって北上する部分は、住宅が密集し鉄塔・鉄柱の建設は不可能である。これら地中線の一般的な長所および本プロジェクトの架空線ルート固有の問題点を考慮し、地中線を採用する。

[9] UN パーク計画は、公共事業省都市開発住宅局により、4 年ほど前から計画されているものである。

＜最終地中線ルート選定理由＞

地中線ルートの比較検討として、代替案 B（図 3-7 赤色点線）も考えられるが、Tukucha 川の横断でスペース上困難を伴う。一方、最終ルート案 A では、Tukucha 川の横断も容易で地中線ルートも短くなる。このため最終ルートとして地中線案 A を選定した。他に通り沿いのルートを選ばず、軍隊用地や住宅地をショートカットする案も考えられるが、将来ありうる都市再開発や保守・運用の観点から、主要道路沿いをルートとすることが好ましく、ショートカット案は排除した。

当初要請案からの変電所予定地および送電線ルートの比較検討の経緯を更に詳細に図 3-8 として 1/3 から 3/3 までに示した。

図 3-8（3/3）に示す「第 3 案」では、送電線ルートを Bhrikutimandap Marg 通りを通過する、即ち図 3-7 の B 案が述べられているが、最終案は Tukucha 川横断の技術的困難さの問題から、一段下った 1 ブロック南側の Prithvi 通りの側道を通す図 3-7、A 案とした。

3.2.2.2 変電設備機材計画

変電設備に使用する主要機器の概略仕様を各サイト毎に表 3-8 から表 8-10 までにまとめた。

(1) K3 変電所

表 3-8 K3 変電所･主要機器の概略仕様

機器名	数量	主要スペック	使用目的
1) 3 相、66/11kV 主変圧器 **註）1**	2 台	18/22.5MVA (ONAN/ONAF) 3 相 定格電圧 66/11kV 油入型 付属品： ｺﾝｻﾍﾞｰﾀ 放熱器 OLTC（ﾀｯﾌﾟﾁｪﾝｼﾞｬｰ） BCT（ﾌﾞｯｼﾝｸﾞ型変流器）	送電電圧 66kV を、配電電圧 11kV に変換。 変電所において最も重要な役割を果たす。
2) 72.5kV GIS	1 セット	定格電圧 72.5kV 定格電流 800A 遮断電流 20kA 構成： 送電線ﾍﾞｲ 2 回路 変圧器ﾍﾞｲ 2 回路 断路器のみのﾌﾞｽﾀｲ（母線の分割）1 回路	66kV の特別高圧の電力を安全に開閉したり、送電線・変圧器などの事故の際に安全に事故電流を遮断する。
3) GIS 送電線ベイ制御盤	2 面	構成： 上記 GIS に内蔵されている送電線ﾍﾞｲ分の開閉機器の操作に必要なｽｲｯﾁ及びﾒｰﾀ 地中送電線保護のためのﾘﾚｰ類	上記 GIS の、送電線ﾍﾞｲの運転操作、さらに送電線の保護を行う。

4) 変圧器制御盤	2 面	構成： 上記 GIS の変圧器ﾍﾞｲの開閉機器と、変圧器本体、さらにﾌﾞｽﾀｲの操作に必要なｽｲｯﾁおよびﾒｰﾀ 変圧器保護のためのﾘﾚｰ	上記 GIS の、変圧器ﾍﾞｲと変圧器本体、またﾌﾞｽﾀｲの運転。 変圧器本体の保護も行う。
5) 11kV 開閉器（キュービクル）	1 セット	定格電圧 12kV 遮断電流 25kA、 構成： Incoming 遮断器盤 2 面 Outgoing 遮断器盤 2 段積 6 面 ﾌﾞｽﾀｲ遮断器盤 1 面 11/0.4-0.23kV,100kVA 変圧器盤 1 面	変圧器で 11kV に降圧された電力を安全に開閉したり、配電線などの故障の際に安全に事故電流を遮断する。
6) 交流低圧配電盤	1 式	自立閉鎖型	GIS、制御盤、ﾘﾚｰ、11kV 開閉器などへの低圧所内電源、さらに建屋の照明電源などの開閉操作および保護
7) 直流配電盤	1 面	定格電圧 110V 構成： 充電器 配電盤 別置ｱﾙｶﾘ蓄電池	GIS、制御盤なとを停電時でも操作可能とするための直流電源の供給とその保護
8) 光通信端末装置	1 面	波長 1.31μm コア 8 芯 2Mbps 構成： 光ｹｰﾌﾞﾙの端末 光・電気信号の変換装置 多重変換装置	Teku 変電所からの光通信用ケーブルの端末（送電線保護・遠隔操作・通信用）。
9) RTU	1 面	ﾊﾞｲﾅﾘ-信号約 130 点、 ｱﾅﾛｸﾞ信号約 30 点	K3 変電所の、Siuchatar 制御所からの遠隔操作用端末。
10) 電話システム	1 式	有線によるｲﾝﾀｰﾌｫﾝと外線	制御室・所長室・ｷｭｰﾋﾞｸﾙﾙｰﾑの連絡および外線との連絡。
11) 66kV CV ケーブル	150m	線間電圧 66kV 用 単芯 500mm^2 銅導体	GIS と変圧器との接続。
12) 66kV ケーブル用ガス終端接続部	6 個	66kV CV ｹｰﾌﾞﾙ用 SF6 ｶﾞｽ用 単芯 500mm^2	GIS から変圧器へ向かうｹｰﾌﾞﾙの GIS 側の端子。
13) 66kV ケーブル用油中終端接続部	6 個	66kV CV ｹｰﾌﾞﾙ用 絶縁油用 単芯 500mm^2	GIS から変圧器へ向かうｹｰﾌﾞﾙの変圧器側の端子。
14) 11kV CV ケーブル	400m	線間電圧 11kV 用 単芯 325mm^2 2 条/相敷設 銅導体	変圧器 2 次側から 11kV ｷｭｰﾋﾞｸﾙへ向かうｹｰﾌﾞﾙ。

15) 11kV ケーブル用屋内用端末	24 個	11kV CV ｹｰﾌﾞﾙ用 気中・屋内用 単芯 325mm^2 2 条/相敷設	上記ｹｰﾌﾞﾙの両端分の端子。
16) その他、雑材料	1 式	低圧制御ｹｰﾌﾞﾙ ｹｰﾌﾞﾙﾗｯｸ 接地用銅線など	上記全ての機器を据付し、運転させるための補助的材料。

註）1

（電圧選定理由）

66/11 kV という電圧は、以下の理由で決定された。

ネパールの送配電電圧は、132kV、66kV、33kV（33kV は一部の限定地域）、11kV で、この中から選択する。採用できる電圧を限定し、電力機器の標準化を図り、保守にかかる経費を抑えるためである。これらの電圧階級は、IEC の標準電圧にも含まれている。

ここで、初期投資と送電ロスとが最少となる電圧を選択する。すなわち、本プロジェクトのような比較的短距離の送電線で 132kV といった高い電圧を選択すると、初期投資が過大となる割にロスの低減効果は小さく、33kV 以下では初期投資は低くともロスが過大となり、経済設計とならない。設備規模が同等な既設 Teku 変電所や既設 Baneswar 変電所の送電電圧が 66kV であるように、K3 変電所でも、66kV 送電が最適である。配電電圧についても、既設の配電線が 11kV で同じ電圧を採用すれば運営上有利なことからこれが選択された。

(2) Siuchatar 変電所

Siuchatar 変電所は従来型の屋外機器で構成された変電所であり、本プロジェクトで据付る開閉機器も屋外型とする。

表 3-9 Siuchatar 変電所･主要機器の概略仕様

機器名	数量	主要スペック	使用目的
1) 72.5kV ガス遮断器	1 台	定格電圧 72.5kV 定格電流 800A 遮断容量 20kA 架台含む	故障時の大電流を安全に遮断する。
2) 72.5kV フィーダ用断路器	1 台	定格電圧 72.5kV 定格電流 800A 接地装置付 架台含む	遮断器で遮断した回路を、停止状態で確実に開放する。送電線回路用で、誘導電流の接地装置を有する。
3) 72.5kV 母線用断路器	2 台	定格電圧 72.5kV 定格電流 800A 架台含む	遮断器で遮断した回路を、停止状態で確実に開放する。
4) 72.5kV 計器用変流器	3 台	定格電圧 72.5kV 変流比 600-300/5A 50VAx2 ｺｱ 架台含む	大電流を計測可能な小電流に変換する変換器。
5) 計器用変圧器	1 台	定格 66/√3kV:110V 200VAx2 ｺｱ 架台含む	大電圧を計測可能な小電圧に変換する変換器。
6) 避雷器	3 台	定格 60kV 放電電流 10kA 架台含む	変電機器を雷などの異常電圧から保護。

7) 72.5kV 開閉器制御盤及びリレー盤	1 台	既設盤に並べるため、既設盤同様、前面に制御機器・背面にﾘﾚｰ盤を配置	従来型の屋外開閉機器を運転・制御する。
8) 光通信端末装置	1 式	波長 1.31μm ｺｱ 8 芯 2Mbps 構成： 光ｹｰﾌﾞﾙの端末、 光・電気信号の変換装置 多重変換装置	Teku 変電所からの光ｹｰﾌﾞﾙの端末（送電線保護・遠隔操作・通信用）。
9) その他、雑材料	1 式	低圧制御ｹｰﾌﾞﾙ ｹｰﾌﾞﾙﾗｯｸ 架空電線 碍子装置など	上記全ての機器を据付し、運転させるための補助的材料。

(3) Teku 変電所

表 3-10 Teku 変電所･主要機器の概略仕様

機器名	数量	主要スペック	使用目的
1) 避雷器	3 台	定格電圧 60kV 放電電流 10kA	変電機器を雷などの異常電圧から保護。
2) 送電線保護リレー盤	1 式	自立型 電流差動型送電線保護ﾘﾚｰ	K3 変電所への送電線を対向で保護するための片端側装置。
3) 光通信端末装置	1 式	波長 1.31μm ｺｱ 8 芯 2Mbps 構成： 光ｹｰﾌﾞﾙの端末 光・電気信号の変換装置 多重変換装置	K3 変電所および Siuchatar 変電所からの光通信用ｹｰﾌﾞﾙの端末を接続する（送電線保護・遠隔操作・通信用）。
4) 計器用変圧器	3 台	定格 66/√3kV:110V 200VAx2 ｺｱ 架台としての既設の鉄構の改造含む	大電圧を計測可能な小電圧に変換する変圧器。
5) その他、雑材料	1 式	低圧制御ｹｰﾌﾞﾙなど	上記全ての機器を据付し、運転させるための補助的材料。

3.2.2.3 送電線機材計画

送電線に使用する主要材料・機器の概略仕様を図 3-11 に示す。

表 3-11 送電線の主要材料･機器の概略仕様

機器名	数量	主要スペック	使用目的
1) 66kV CV ケーブル	23km （亘長 3.5km 分）	線間電圧 66kV 用 単芯 500mm^2 銅導体	送電線として電力を Teku 変電所から K3 変電所へ送電する。
2) 66kV ケーブル敷設用フレックスパイプ	22.7km （上記ケーブル分）	ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ可とう管 125mm 径	道路を長期間掘削したままの状態とすること無しに、ｹｰﾌﾞﾙ敷設を可能とするためのﾊﾟｲﾌﾟ。
3) 66kV ケーブル用気中終端接続部	6 個	66kV CV ｹｰﾌﾞﾙ用 気中用 単芯 500mm^2	Teku 変電所直前にて、既設架空線を地中線として引出す端子。
4) 66kV ケーブル用ガス終端接続部	6 個	66kV CV ｹｰﾌﾞﾙ用 SF6 ｶﾞｽ用 単芯 500mm^2	K3 変電所の GIS への接続用。
5) 66kV ケーブル用直線接続部	84 個	66kV CV ｹｰﾌﾞﾙ用 単芯 500mm^2	66kV CV ｹｰﾌﾞﾙを接続する。
6) Tukucha 川横断用ケーブルトラフ	1 式	66kV ｹｰﾌﾞﾙ x6 本 光ｹｰﾌﾞﾙ x1 本	ｹｰﾌﾞﾙﾄﾚﾝﾁで Tukucha 川を横断する。
7) 地中埋設光ケーブル	3.9km （水平距離 3.5km 分）	SM 8 芯	Teku 変電所～K3 変電所間の通信用。
8) 架空光ケーブル	5.0km	SM 8 芯 自己支持型（ADSS）	Siuchatar 変電所～Teku 変電所間の通信用 第三国調達とする。 **註）2**

註）2

（第三国調達の理由）

光ケーブルを送電線に共架する場合、日本では OPGW（光ファイバ複合架空地線）を採用する。配電線への共架用光ケーブルは日本でも製造されているが、送電線の長径間架線による大きな張力に耐える光ケーブルは日本では製造されていない。このため、架空光ケーブルは第三国調達とする。

3.2.2.4 変電所建築設備計画

(1) 敷地・施設配置計画

K3 変電所の予定地となった Singha Durbar は、ネパール政府の各省庁など国の行政機関が集められた合同庁舎で、カトマンズ地区を囲むリングロードのほぼ中央、文字通りカトマンズの中央に位置している。縦横それぞれ 1 km 程度の正方形の敷地が高い塀で囲まれ、出入り口は厳しく警備されており内部の安全が保たれている。合同庁舎であるため、電気・電話・上下水などのインフラはよく整備されている。

K3 変電所予定地を、以下に示す。カトマンズ地区全体における予定地の位置は、図 3-7 に示されている。

図 3-6 K3 変電所最終予定地

K3 変電所はこの Singha Durbar 北側塀のほぼ中央に、塀に沿って約 70 m の敷地に建設を予定しいる。塀の外側は、Singha Durbar 西側を南北に走る主要道路である Ram Shah 通りからの分岐道路が面しており、この道路の交通量は比較的少ない。

敷地は東に向かって狭くなる三角形の形で、東側が高く西側が低く、更に変電所建屋建設予定地中央部分が窪んでおり、最高地と最低地の高低差は約 3 m である（基本設計図、図 C-1 参照）。

敷地内の全体計画としては、西側の広い部分に建屋を、その東側をパーキング・エリア、最も狭くなる東端を植栽に利用する予定である（基本設計図、図 C-2 参照）。

既設のアクセス道路は敷地のすぐ南側にあるが、建設予定地との間に高低差があるため、予定地を埋戻し整地する必要がある。

①塀の外側から内側を望む

②塀の内側から外側を望む

写真 3-1 K3 変電所敷地

(2) 建築計画

変電所建屋は、基本的に変電所機器を収納し、その周辺にメンテナンススペースを考慮した広さを確保した。また 1 階キュービクルルームなど必要箇所には、将来の最小限の拡張スペースも考慮した。1・2 階のフロア高さは GIS および制御盤のメンテナンスを考慮して決定したため変圧器室の高さには余裕があるが、建屋構造をシンプルにするため変圧器室の屋根の高さも他の部分に合わせた。

建築面積約 394m2、延床面積約 629m2 である。以下に、K3 変電所建屋に備えられるおもな部屋の広さと用途を示す。

表 3-12 K3 変電所建屋･部屋構成

部屋名	用途･規模	補足
1 階	（基本設計図 C-3 参照）	
1) 変圧器室	変圧器 2 台の収納。（約 143 m^2）	変圧器は屋外設置も可能であるが、視覚上の違和感防止と、騒音防止、また最近はネパール政府機関が、反政府勢力による重要施設への攻撃を危惧しており重要設備を隠すために屋内配置とした。
2) GIS およびキュービクルルーム	GIS およびキュービクルの収納。（約 170 m^2）	メンテナンス、および将来の拡張スペースを確保した。
3) ミニワークショップ	GIS およびキュービクルの修理用スペース。（約 12 m^2）	GIS およびキュービクルルームと区画なしで隣接させ、全てを共用する。
4) ストアルーム	スペアパーツ、工具の倉庫。（約 28 m^2）	
5) バッテリールーム	バッテリー収納スペース。（約 9 m^2）	
6) トイレ・ロビー等	（約 32 m^2）	
2 階	（基本設計図 C-4 参照）	
6) コントロールルーム	制御盤、通信関係と低圧盤の収納。（約 65 m^2）	
7) マネージャールーム	所長室。（約 30 m^2）	
8) オフィス	事務所。（約 35 m^2）	3 人のオペレータ（x 3 交代）と、さらに 2～3 人のエンジニアを想定。
9) ミーティングルーム	会議室（約 25 m^2）	所長、エンジニア達の打合せを想定。
10) キッチン、ダイニングその他	キッチン、ダイニング、ロビー、トイレなど。（約 80 m^2）	

(3) 地質調査結果

サイトの地質調査が現地再委託にて行われた。その結果によると 2.5 m の深度における許容地耐力を、12 t/m^2 程度期待できる。従い基礎には杭などは採用せずにフーチング基礎とする。

3.2.3 基本設計図

本計画の基本設計図を表 3-13 の通り巻末に添付する。

表 3-13 基本設計図･図面リスト

1	図C-1	K3変電所	建設用地付近・地形図
2	図C-2	K3変電所	建設用地平面図
3	図C-3	K3変電所	１階平面図（GIS・ｷｭｰﾋﾞｸﾙｰﾑおよび変圧器室）
4	図C-4	K3変電所	２階平面図（ｺﾝﾄﾛｰﾙﾙｰﾑ・事務所・所長室）
5	図C-6	K3変電所	正面（南側）および背面（北側）図
6	図C-7	K3変電所	側面図（東側・西側）
7	図C-8	K3変電所	断面図（図C-3・図C-4におけるA-A断面）
8	図C-12	K3変電所	１階照明器具配置図
9	図C-13	K3変電所	２階照明器具配置図
10	図C-14	K3変電所	ACおよびDC配電盤・結線図
11	図KS-1	K3変電所	単線結線図
12	図SS-1	Siuchatar変電所	新設開閉装置
13	図TS-1	Teku変電所	新設変電機器（図TS-2におけるA-A断面）
14	図TS-2	Teku変電所	平面図
15	図TL-1	送電線	66kV地中送電線埋設ルートおよびケーブル接続部
16	図TL-2	送電線	コンジットおよびケーブル接続部（ｼﾞｮｲﾝﾄｽﾍﾟｰｽ）

3.2.4 調達計画／施工計画

3.2.4.1 調達方針

(1) 調達先・輸送経路

本プロジェクトの調達対象資機材は、変電所・送電線建設に必要な資機材であり、後で述べる第三国調達の架空光ケーブル以外、すべて日本から調達される。調達された資機材は、下記経路でカトマンズに輸送される。

日本 － 海上輸送 －インド（カルカッタ）－ 陸上輸送 － ネパール（カトマンズ）

本プロジェクトで採用する型の架空光ケーブルは日本では製造しておらず、第三国調達品となる。この調達先は EU が想定され、この場合は EU からカルカッタまでの海上輸送となる。

ネパール側の関税手続きはネパールとインドの国境、ビルガンジにて行われる。カルカッタからカトマンズまでの陸路は険しい山岳道路であり、雨季には土砂崩れや落石によりたびたび道路が長期間に亘り通行不可能となるので、乾期である 10 月～3 月に陸上輸送を行う。

(2) 現地業者の活用分野

変電・地中送電設備に関する資機材については、現地メーカーは存在しない。現地にて調達可能な材料は、変電所建屋建設に使用する土木工事資材、建築材料（窓枠、照明器具など）である。

3.2.4.2 施工方針

(1) 現地業者の活用分野

K3 変電所建屋の施工は、日本の業者の管理のもとで現地建設業者を活用することが可能である。また、変電機器および送電機器の据付工事も、以下に述べる高度な技術を有する作業以外は、基本的に日本の業者の管理の下、現地業者を活用することが可能である。

(2) 技術者派遣の必要性

本プロジェクトで扱う 66kV 地中ケーブルは、外国業者によって納入されたものがネパールの数ヶ所の発・変電所で採用されているものの、通常現地の業者が敷設しているのは配電線用の 11kV までのケーブルである。

一方 66kV ケーブルでは、敷設時のわずかな損傷が高価なケーブルの致命的不具合につながる。特に 66kV ケーブルの接続工事では、作業時に接続部分に混入する不純物が直ちにケーブルの地絡事故につながるため、日本人技術者（地中線工事技師・ケーブル工事接続監督・ケーブル端末処理接続工）の派遣は必須事項となる。

変電機器とくに変圧器や GIS では、組立て時の不純物混入が機器の寿命に密接な関係を持っているばかりでなく、メーカー独自のノウハウも内蔵するためメーカーからの派遣技術者（変電所工事技師・機器組立て調整工）が必要となる。

通信用光ケーブルについても、光ファイーバーのコアの接続作業など、現地技術者では対応不可能な作業であるため、メーカーの技術者（通信工事技師・光ケーブル端末処理接続工）を派遣する。

納入メーカーの責任において、据付け完了時の試験を行うため、メーカーからの試験員も派遣する。

(3) 相手国側実施体制

本プロジェクトのネパール側実施機関は NEA で、担当部門は送電・系統制御局の送変電建設部（Transmission Line /Substation Construction Department）である。

送変電建設部の組織については、2.1.3 節、技術水準にて述べた。本プロジェクトの実施が始まれば、2.1.3 節で述べた 11 名の技術職の内 1 名が担当エンジニアとして任命され、さらに少なくとも数名のアシスタントがカウンターパートとして働くことになるものと考えられる。

3.2.4.3 調達上の留意事項

第三国調達の架空光ファイバ・ケーブル以外の資機材は、日本製であり、特に留意するべき事項はない。

架空光ファイバ・ケーブルは、ドイツ資金による LDC プロジェクトで納入されているシンプルなものと整合させ、調達国は EU とする。3.2.2.3 節、送電線機材計画で述べた通り、日本製品で同等の物は無く、代替品として考えられる日本の OPGW やメッセンジャワイヤ付き光ケーブルでは材料・施工とも大掛りでコストが大きくなり、上記 EU 製のものと比較した場合、費用対効果の面で、非常に劣ったものとなる。

3.2.4.4 施工上の留意事項

(1) 道路掘削禁止期間

6 月～8 月の期間は雨期のため、ネパール政府道路局が道路の掘削を許可しない。また、ケーブル敷設用管路を埋設後に 66kV 地中ケーブルを敷設する工事も接続工事をともなうため、雨期を避けて終了させることが不具合を防ぐ上で望ましい。そこで道路の舗装の復旧、地中ケーブル敷設は 6～8 月を避ける。

(2) 既設電力システムとの取合い

K3 変電所は新設設備であるため、建設工事中の既設設備の停電（停止工事）を必要としない。

Siuchatar 変電所は、施工対象ヶ所が屋外機器の外れ部分にあたり、既存の 2 つの母線を交互に停止することにより、工事中の長期間の停止工事は必要ないものと考えられる。

Teku 変電所も、もともと使用していない送電線を改修するため、何日にもわたる停止工事は必要としない。

停止工事のスケジュールは、施工業者の要請をコンサルタントが検証し、スケジュールが妥当であればそれに従い NEA に停電を依頼する。過去の 1 次、2 次配電網拡張整備計画の際にも NEA は積極的に停電工事に協力した。

(3) 安全作業

地中ケーブル敷設工事は公衆の往来のある公道で行われる。工事が原因となる事故が公衆に及ばぬよう、掘削区間の区画柵や誘導員、誘導看板の配置を行い、可能な限り通行量のほとんど無くなる夜間に作業する。

3 ヶ所の変電所における工事は、公衆とは隔離された範囲内にて行われるため、施工側内部の事故防止策を十分にとることにより事故防止が可能である。工事車両の交通事故や作業員の怪我防止といった通常の安全管理に重点を置く。

(4) Singha Durbar への入出制限

Singha Durbar への入出構は軍により厳しく管理されており、事前に許可証（写真付き）の取得が必要である（外国人はパスポートの提示により入構可能）。また、夜間（22:00 – 06:00）の Singha Durbar 構内への入出構は禁止されている。

入構許可申請時に要求される提出物は、以下の通りである。

- 身分証コピー1 部（ネパール人：ID カードおよび Citizenship Certificate, 外国人：パスポート）
- 写真 2 枚（パスポート用写真と同様の物）
- 監督官庁（今回は NEA）に対する許可申請手続き依頼状
- 入構に使用する車両のナンバー（許可証のない民間車両は入構不可）
- 作業用機器材リスト（入出構検問時にリストと現品の照合を行う）

3.2.4.5 施工区分／調達・据付区分

日本側とネパール側の施工区分／調達・据付区分を表 3-14 に示す。

表 3-14 日本側とネパール側の施工区分／調達･据付区分

作業項目／調達品名		日本側	ネパール側
K3 変電所			
	1. 変電機器（RTU 含む）	○	
	2. 建屋建設	○	
	3. 変電所敷地埋立て （土の用地内搬入と仮整地）		○
Siuchatar 変電所			
	1. 変電機器	○	
Teku 変電所			
	1. 変電機器	○	
66kV 送電線			
	1. 66kV 地中ケーブルおよび光ケーブル	○	
11kV 配電線			
	1. 11kV 地中線（既設配電線への接続）		○

本プロジェクトにおける日本側とネパール側との据付区分点（負担区分点）は、K3 変電所に据付けられた 11kV キュービクル内部の端子である。ネパール側の施工範囲である 11kV 配電線（既設配電線への接続）工事は、11kV キュービクルの端子と既設 11kV 配電線とを地中ケーブルにて接続する作業で、実施機関である NEA も自己の設備において何度も経験しており、技術的には容易な作業である。

なお、66 kV ケーブルが Singha Durbar の正門付近から K3 変電所に至るまでの区間で、ネパール

側の施工範囲である 11 kV ケーブルと同じルートを通っている。このためこの作業は、日本側、ネパール側がそれぞれ個別に行った場合、日本側が 66 kV ケーブル埋設用管路を据付け、埋め戻し、舗装の補修を完了した後、ネパール側が再び 11 kV ケーブル工事のために道路掘削を行わねばならず、非効率的な工事となる。現場は合同庁舎前の交通量の非常に多い所であり、日本側の工事では掘削した部分はその日のうちに埋戻す計画である。日本側とネパール側との施工能力・施工速度の差異を考えると、日本側の 66 kV ケーブル管路敷設工事にタイミングを会わせてネパール側が 11 kV を手配し、敷設することはかなり難しいと考えられる。

しかしながら、合同庁舎前の上質な舗装を二度も掘返すことを避けるため、ネパール側が日本側のスケジュールに沿ってケーブル手配、埋設を行う計画とする。

3.2.4.6 施工監理計画

(1) 施工監理基本方針

本プロジェクトで建設される施設および機材の据付場所は変電所 3 ヶ所、送電線 4 ヶ所（4 班編成による同時施工）と、施工箇所が 7 ヶ所に分かれることが特徴となる。コンサルタントは施工監理を通し、この 7 ヶ所に分かれたサイトでの進捗、日常の問題点を把握し、日本側での機器製造作業も含め各班の作業の流れを調整し、最終的にプロジェクトを遅延無く完成に導く必要がある。

上記施工監理業務をスムーズに進めるために、コンサルタントの現場責任者は、関係各所との連絡を密にとりつづける必要がある。また、これら関係各所との合意事項を守りながら終始一貫した姿勢で調整する必要がある。

例えば、工事開始に伴い業者作業員が合同庁舎へ入構する許可取得のアシストに始まり、道路局に対する道路掘削申請のアシスト、そして工事が本格的に開始された後、とくに地中送電線工事においては公衆とのトラブルや事故防止のため、常に先を見越したトラブル防止策を当事者である業者に提言しなければならない。これと同時に、変電所・送電線両方の施工の品質に関するチェックを日々行う。

また、Weekly Meeting を行うことにより、プロジェクトの進捗・問題点・今後の予定などの情報を NEA、施工業者、コンサルタント間で共有していく。

(2) 監督者の専門性

K3 変電所建設の施工監理にあたり、少なくとも以下の４分野に対しコンサルタントから監理要員が投入される必要がある。

① 変電機器据付け

変圧器、GIS などの機器それぞれの構造に精通しており、さらにこれらの制御システムについて的確な判断が下せるよう、シーケンス図面や結線図について専門的知識を有する監理員が必要である。

② 変電土木・建築工事

変電機器の、特に重量物の基礎、および建築設備の専門的知識を有する監理員が担当する。特に日本と異なる施工方式で現地業者が工事を担当する想定であるため、日本の規格、慣例にとらわれることなく技術的に現地業者の施工に対する良否の判断が下せる能力・経験が必要となる。

③ 地中送電線工事

66kV クラスの地中ケーブルの敷設は、変電とは異なり、特異分野である。電気の分野での技術的能力もさることながら、長径間をケーブルに損傷を与えること無しにメッセンジャーワイヤーを使用して管路に引きぬく作業や、接続作業の品質管理、また安全管理に対する知識も重要となる。

④ 通信機器工事

通信設備の専門家で、なおかつ変電設備の遠隔制御設備の知識を有する、いわゆる SCADA 分野の専門家が必要である。

3.2.4.7 資機材等調達計画

(1) 納入資機材の品質管理

調達資機材の品質監理のため、機器製作図チェック・承認作業、出荷前検査、施工中における日常の立会い、および竣工検査を行う。

第三国調達の光ファイバ・ケーブルについては工場での出荷前検査は省略し、図面、形式検査報告書のチェックと現地据付け時の検査をもって製品の良否の判断手段とする。

(2) 予備品の範囲

本プロジェクトの効果を継続的に維持するために必要不可欠な予備品を供給する。予備品は消耗品と交換部品に分類される。本プロジェクトでは、ランプ、ヒューズ、遮断器のトリップコイルなどの消耗品と、故障時に敏速に補充する必要がある緊急性を有する交換部品である SF6 ガス、リレー、メーターなどを納入する。

予備品の供給数量は、おおよそ運転時間 2 年分までとする。

(3) 瑕疵保証

本プロジェクトにて調達される機材に対する瑕疵保証の期限は 1 年とする。

3.2.4.8 実施工程

本プロジェクトは、その案件規模の大きさから単年度完了は不可能である。また期分けにより案件を分割すると、各々の期毎に案件の実施効果を発現させることが出来ないため、国債案件とすることが望まれる。

実施設計（詳細設計承認まで）に 4.5 ヶ月、調達・施工に 15 ヶ月を要する。雨期の道路掘削は禁止であり、6～8 月の 3 ヶ月間は道路掘削が禁止されるので、地中線である送電線の工事はこの期間を避けなければならない。また、国内の道路事情が悪くなるため、雨期の国内輸送も避けるべきである

事業実施工程表を表 3-23 に示す。

3.3 相手国側分担事業の概要

本プロジェクトにおいて、次の作業はネパール側（NEA）の負担事業とする。

(1) 11kV 配電線

K3 変電所に設置される 11 kV キュービクルから既設 11 kV 配電線への接続は NEA の負担事業となる（3.2.2.1 節参照）。

計画されている既設 11kV 架空配電線への接続は、以下の 7 フィーダー、9 回線が対象となり、地中ケーブルにより接続される。

表 3-15 K3 変電所と接続される既設 11kV フィーダー

	フィーダー名	回線数	ルート長
①②	K2 側 Ring Main	2 回線	700 x 2 m
③④	Patan 側 Ring Main	2 回線	650 x 2 m
⑤	Bhrikuti Mandap Feeder	1 回線	300 m
⑥	Putalisadak Feeder	1 回線	300 m
⑦	Anam Nagar Feeder	1 回線	50 m
⑧	Singha Durbar Feeder	1 回線	20 m
⑨	Babarmahal Feeder	1 回線	450 m
	合計		3,820 m

（上記ルート長は概略水平距離であり、ケーブル長とは異なる。）

各地中ケーブルのルートを図 3-9 に示す。

(2) 変電所敷地埋立て

変電所予定地は周辺の地盤高さに比較して低くなった地形となっており、降雨時に周辺から

の雨水が集中するおそれがある。そこで工事に先立ってこの用地の埋立てに必要な土をネパール側が K3 変電所用地に搬入する。埋立用土の量がおよそ 1,800 m^3 と多量なため、いったんネパール側が仮整地を行い、日本側の基礎工事の際には再度必要部分を掘削することとする。

(3) 通関

輸入に関する通関手数料の負担と所要手続きは、ネパール側負担事項とする。

(4) 建設工事許可の取得

変電所設計案がまとまった時点で、NEA から Singha Durbar 再開発計画委員会に対して建物設計図面を提出し承認を受ける。建物の外観などについて他の合同庁舎構内建築物との調和が保たれているかが主にチェックされる。その他官庁（カトマンズ市当局、建設省など）の建築許可申請など許認可は不要である。

(5) 初期環境調査の実施

66 kV 送電線および必要であれば K3 変電所の建設について、初期環境調査（Initial Environmental Examination: IEE）を NEA が実施する。これにより、本プロジェクトの実施に係わる環境面からの許可を、本プロジェクトの E/N 締結前に取得することが望ましい。[10]

(6) その他の作業・手続き

上記の他、以下の点がネパール側負担事業となる。

- 上下水道の K3 変電所サイトまでの敷設
- 電話回線の K3 変電所サイトまでの敷設
- K3 変電所での机・椅子・家具類
- 変電所塀・植栽工事（ネパール側が必要と判断した場合）
- 銀行取極・支払授権書の発給等
- 各種機材に対する免税措置
- 本プロジェクトに係わる日本人に対する各種免税措置

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

(1) プロジェクトの運営

本プロジェクトが完工し、設備の運営・維持管理の段階に入ると、66 kV 送電線および変電

[10] 本報告書作成中の最新情報として、NEA は IEE 申請の際、新たに環境影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）の実施要求を受けた。環境省から、EIA に関する TOR への承認が 2003 年 1 月頃に出る見通しである。その後に EIA が実施されるが、本プロジェクトにて建設される設備が全て公共用地内にあるため、EIA と平行して工事に移ることが可能とのことである。

所は送電・系統制御局グリット運用部バグマティ送電課により、また 11 kV 配電線部分は配電・顧客サービス局バグマティ西地域部カトマンズ中央支店により運用される。

K3 変電所では 2～3 人の運転員が 3 シフトで常駐し、さらに 2 人ほどの予備要員が確保される。主な作業内容は以下の通りである。

- ログ・シートへのデータ記録： 30 分毎に所定 Form のログ・シートに電圧・電流・電力など決められたデータを記録する。
- 日常系統操作： LDC からの指示に従い変電所回路の操作を行う。
- 事故への対応： K3 変電所、送電線および K3 変電所より供給される配電線に事故が起こった場合、その復旧のための緊急操作を行う（送電線事故の場合は LDC からの指示に従う）。
- 設備の日常的な維持管理： 設備に要求される日常的な保守・点検作業を行う。

上記の運転員については、NEA 内部で十分対応可能であり、運転員確保について特に問題はない。

(2) 維持管理

上記で述べた設備の日常的な保守・点検作業項目について以下に述べる。

保守・点検作業は、毎日行われる巡視と、3 ヶ月～6 年程度の周期をもって行われる点検とで構成される。例えば巡視によりガス絶縁機器から発生する異音を見つけ出すだけでも、絶縁劣化によるコロナ発生を発見することが可能となる。以下に巡視と点検項目を列挙する。

表 3-16 巡視と点検項目

保守･点検対象機器	巡視 (毎日)	点検 (特に記載なきものは 3 ヶ月周期程度)
GIS	・ 異音の有無 ・ 端子部加熱の有無 ・ 碍管の亀裂の有無 ・ その他外観チェック	・ SF6 ガス圧チェック（3 年周期） ・ 動作チェック（1 年周期） ・ 清掃
主変圧器	・ 異音、振動の有無 ・ 温度上昇の状態 ・ 絶縁油量チェック ・ 油漏れチェック	・ 吸湿剤の点検取替え ・ 窒素圧力のチェック ・ 絶縁油劣化試験（1 年周期）
制御盤	・ 計器、表示灯などの状態	・ 清掃 ・ リレー試験（5～6 年周期）
11 kV キュービクル	・ 異音、振動の有無 ・ 計器、表示灯などの状態	・ 清掃 ・ 遮断器動作試験 ・ リレー試験（5～6 年周期）
アルカリ蓄電池	・ 端子、本体の損傷の有無	・ 比重測定 ・ 電圧測定 ・ 均等充電

光ケーブルによる遠方監視、通信設備は、GIS などと異なり常時運転している機器であるから、万が一事故が発生した場合にはその時に対応する事後保全の考え方が基本である。

これらの業務は、事後保全作業も含め技術的にも財務的にも NEA 自身で十分対応可能である。

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

本プロジェクトを無償資金協力により実施する場合に必要となる事業費総額は、14.17 億円となり、先に述べた日本とネパール国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件の下、次の項目(1)および(2)のとおりと見積られる。

(1) 日本側負担経費

表 3-17 日本側負担経費

（億円）

事業費区分	経 費
1) 建設費	**0.50**
ア 直接工事費	0.25
イ 共通仮設費	0.02
ウ 現場経費	0.19
エ 一般管理費	0.04
2) 機材調達費	**12.57**
ア 機材費	11.55
イ 据付工事費等	1.02
3) 設計監理費	**0.90**
合 計	**13.97**

(2) ネパール側負担経費

表 3-18 ネパール側負担経費

負担項目	負担経費	
① 11 kV 配電線	US$ 115,000	(約 15 百万円)
② 変電所敷地埋立て（埋立て用土準備）	US$ 13,020	(約 1.7 百万円)
③ 塀工事	US$ 9,105	(約 1.2 百万円)
④ 電話・水道接続、家具類	US$ 2,500	(約 0.3 百万円)
⑤ B/A (20 万ﾙﾋﾟｰ)	US$ 2,600	(約 0.3 百万円)
⑥ A/P (支払い金額の 0.1%)	US$ 10,700	(約 1.3 百万円)
合 計		約 20 百万円 （0.2 億円）

ネパール側負担費用 20 百万円は、NEA の運営維持管理における 2001/2002 年度の年間総支出額（10,137.9 百万ルピー 17 十億円）のおよそ 0.12%に当たり、NEA の財政を圧迫するものではないと判断できる。

(3) 積算条件

① 積算時点　　平成 14 年 10 月末

② 為替交換レート　　US$ 1 = 121.92 円
NRs. 1 = 1.58 円

③ 施工期間　　詳細設計、工事の期間は、3.2.4.8 節で述べた事業実施工程に示した通り。

④ その他　　本プロジェクトは、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

3.5.2 運営・維持管理費

本プロジェクトにおいて必要とされる年間の運営・維持管理費の内訳は、表 3-19 の通りと予想される。

表 3-19 年間の運営･維持管理費内訳

（NRs）

機器保守費（スペアパーツ購入）	人件費	合 計
1,400,000	1,200,000	2,600,000

機器保守費は、予想されるスペアパーツ（消耗品含む）の 1 年分の購入費である。本プロジェクトで 2 年分のスペアパーツを調達するため、引渡し後 3 年目より NEA は機器保守費を準備する必要がある。

引渡し後の運営・維持管理費は表 3-20 のようになるものと予想される。

表 3-20 引渡し後の運営･維持管理費

（NRs）

引渡し後の年度	1 年目	2 年目	3 年目以降毎年
運営・維持管理費	1,200,000（人件費のみ）	1,2 00,000（人件費のみ）	2,600,000（機器保守費および人件費）

2.1.2 節、財政・予算に NEA の運営維持管理における年間総支出実績を 5 年間分示した。

これによれば、引渡し後 3 年目となっても本プロジェクトで据付けられる設備の年間運営・維持管理費は、NEA の 2001/2002 年度の総年間予算の 0.03%、また設備の運営維持管理を担当するグリッド運用部バグマティ送電線課の 2001/2002 年度予算の 4%としかならない。従い、予算の拠出は十分可能と判断される。

3.6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施に直接影響を与えると考えられる留意事項は、相手国側負担分事業を協力対象事業の進行に合わせタイムリーに実施させることである。3.3 項に述べた相手国側負担事業のうち、以下の項目は本プロジェクトの成果発現に直接関係するため特に重要である。

(1) 11kV 配電線

11kV 配電線への接続工事が本プロジェクト完了時に完成しないと、せっかく建設された K3 変電所からの電力も、需要家への配電線がないため供給不可能となる。しかし、3.5.1 節 (2)項で述べた通り費用面で決定的に大きな負担とはならないと考えられること、またネパール側でも本工事の重要性をよく認識しており、適切な時期での工事完了を約束しているため、問題はないと判断できる。

しかし、本プロジェクト実施時に本接続工事の進捗状況はモニタリングする必要がある。

11kV 配電線以外の相手国側負担分事業については、その作業量、金額、過去の無償資金協力における NEA の働きぶりから、問題なく処理されるものと考えられる。

表3-21　協力対象範囲の評価

分類番号		品 名	評価（◎、○、△による3段階）				優先順位
			項目 a)	項目 b)	項目 c)	項目 d)	
A.		Substation Equipment					
A.1		K3 Substation Equipment	◎	◎	△	◎	**1**
	1)	3-Phase, 66/11 kV Transformer, oil immersed, outdoor type, 18MVA(ONAN)/22.5MVA(ONAF),					
	2)	66 kV GIS					
	3)	Control panel, Relays & Other miscellaneous materials					
	4)	11 kV cubicles (2-incoming feeder, Bus-tie, STR & LV/DC cubicles)					
	5)	11 kV cubicles (6-outgoing feeder cubicles)					
A.2		K3 Substation Building Works with Electrical/mechanical Equipment	○	△	◎	◎	**2**
	1)	Building Works with Electrical/mechanical Equipment					
A.3		Siuchatar Substation	◎	○	△	◎	**2**
	1)	66 kV Outdoor switchgear					
	2)	Control & Protection equipment					
A.4		Teku Substation	◎	△	○	◎	**2**
	1)	Lightning arrester, Gantry arrangement & Protection equipment					
B.		66 kV Transmission Line					
B.1		Teku～K3 Underground Line 500mm2、Cu、1 core、2 circuit	◎	◎	△	◎	**1**
	1)	66 kV XLPE Cable, Cu - 500 mm2 (1 core, 2 circuits)					
	2)	Bushings, Terminations and Other accessories					
B.2		Self Supporting Optic Cable; Siuchatar～Teku Substations	△	○	◎	◎	**2**
	1)	Self Supporting Optic Cable (8 fibers)					
	2)	Fittings, Closures and Terminal equipment etc.					
C.		RTU					
C.1		K3 Substation	△	○	◎	◎	**2**
	1)	RTU for K3 Substation					
D.		11 kV Distribution Line					
D.1		11 kV Distribution Line with Accessories					
	1)	Ring Main to K2 (2 circuits)	◎	○	△	◎	**2**
	2)	Ring Main to Patan (2 circuits)	◎	○	◎	△	**2**
	3)	Babarmahar Feeder	◎	△	△	○	**3**
	4)	Bhrikuti Mandap & Putalisadak Feeders	◎	△	△	○	**3**
	5)	Singha Durbar-Wall & Singha Durbar-Inside Feeders	◎	△	△	○	**3**
E.		Consultant Fee					
		(Grand Total)					

註釈　項目a)　基本的効果の発現　　発現度：高 ◎ - ○ - △ 低
　　項目b)　相手国による代替実施の困難さ　　困難度：高 ◎ - ○ - △ 低
　　項目c)　持続的・効率的な運営・維持・管理への貢献　　貢献度：高 ◎ - ○ - △ 低
　　項目d)　プロジェクトとしての完結性　　完結性：高 ◎ - ○ - △ 低

表 3-22　架空線と地中線の比較

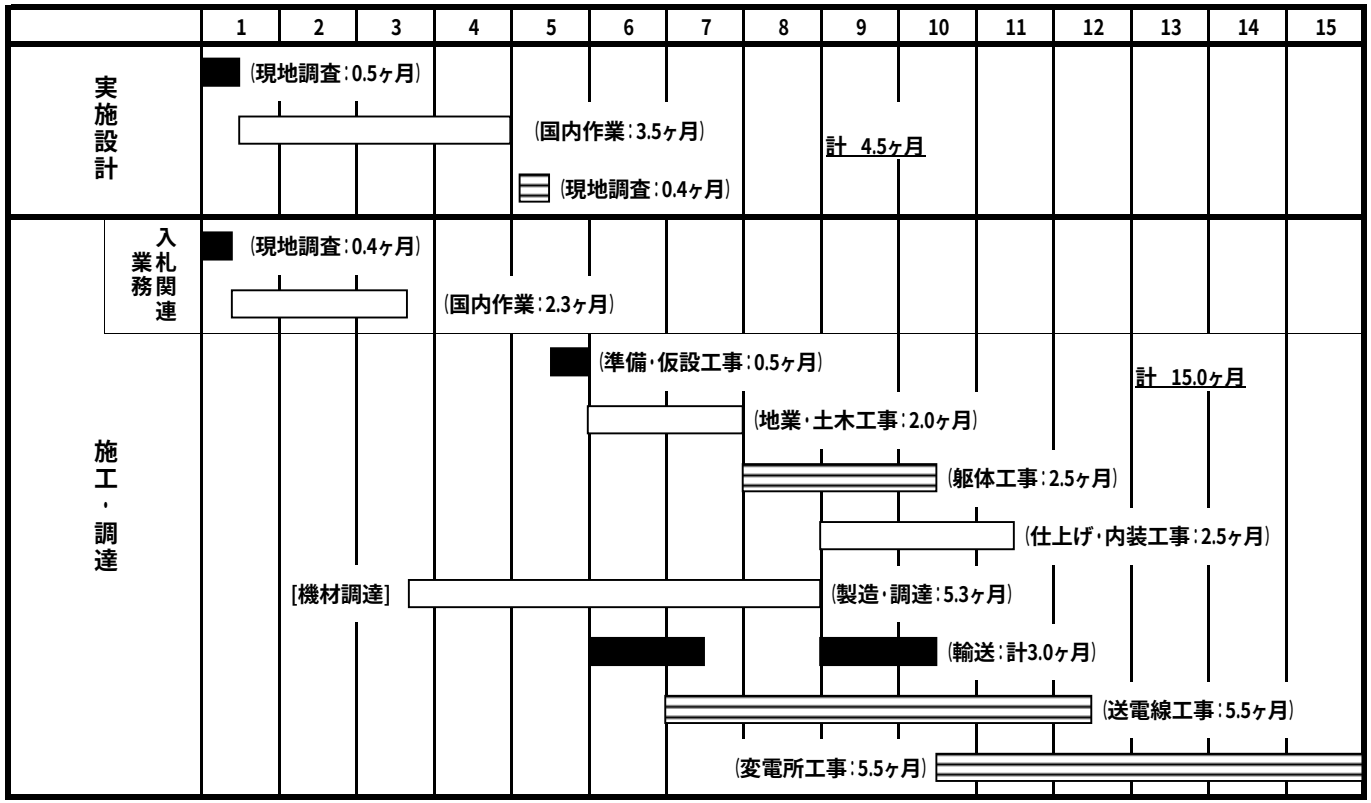
比較項目	比較評価[註 1)]		補足説明
	地中線	架空線	
コストの大小（コスト小が優れる）			
1.　機材費		◎	地中線の材料費は架空線のそれの２～３倍程度。
2.　工事費		○	地中線の工事費は架空線のそれの２～３倍程度。ただしネパールでの価格は人件費が安いため少額。
3.　土地収用費	◎		地中線は公道に沿って敷設されるため、土地収用費は不要。架空線は、鉄塔建設用地が私有地に入ることが避けられず、その買収費がかかる。鉄塔用地のみならず、線路下の補償も必要となる。
環境負荷の大小（負荷小が優れる）			
4.　住民移転の可能性	○		地中線の場合無し。架空線の場合有り。
5.　景観への影響	◎		地中線の場合無し。架空線の場合影響は極めて大きい。
6.　電波障害（テレビ・ラジオなど）	◎		地中線の場合無し。架空線の場合影響の可能性は大きい。
7.　路線下住民への影響	◎		地中線の場合無し。架空線の場合、上記の他、健康への電磁波障害、安全上の問題、土地の価格低下の問題などから、住民から建設反対意見の出る可能性が高い。
工期の長短（短が優れる）			
8.　土地収用まで	◎		地中線の場合、道路局より道路掘削の許可を得るのみ。架空線の場合は土地所有者との交渉が必要となり、過去の実績から多大な時間（半年から数年）を要すると考えられる。
9.　環境影響評価承認まで	◎		地中線の場合 Initial Environmental Evaluation (IEE)のみで終了する可能性が大きく、架空線の場合、IEE に加え Environmental Impact Assessment (EIA)を実施することは必至である。さらに NEA によれば、EIA において架空線建設が不許可となるのが間違いないとのこと。
10.　施工期間			送電線距離が短く、架空・地中とも同等。
施工の容易性（容易が優れる）			
11.　安全確保	◎		地中線では問題ないが、架空線では住宅密集地帯での 20～30m ほどの高さの鉄塔建設、家屋上での架線作業など、安全確保には周到な準備と労力が必要となる。
12.　作業の難易度		△	地中線では、道路沿いでの工事となるため、夜間作業が必要となるが、ケーブル布設そのものは難易度の高い作業ではない。ただし、ケーブル接続には高度な技術が必要となる。架空線は住宅密集地での作業となるため、安全確保上は難易度が高くなるが、純技術的には容易な作業である。
運転・保守の容易性（容易が優れる）			
13.　運転上での安全確保	◎		地中線は露出部分が無く、重機などでの重大な過失による事故以外は安全確保は容易である。架空線は全線露出しているため、地絡・感電事故の危険に常にさらされている。特に、線路下または線路脇でのビル建設などには十分注意する必要がある。
14.　故障復旧		○	両者、とくに地中線は故障確率が低いが、故障した場合は修理のための材料入手および修理工事ともに、架空線の方が容易である。
15.　拡張性		△	線路途中からの分岐を考えた場合、架空線の方が優位であるが、今回の計画線路は、距離が短く、またカトマンズ中心地での変電所計画は、K3 変電所のみであり、線路分岐の必要性そのものが低い。
運転の信頼性（高いが優れる）			
16.　電力供給の信頼性	◎		露出部分の無い地中線と比べ、架空線は常に外部からの障害物からの脅威にさらされている。例えば倒木や落雷などによる地絡・短絡事故である。
無償援助としてのアピール性			
17.　視覚的な認識		◎	地中線の場合、その存在をケーブル埋設個所を示すマーキングにより認識できる程度で、架空線に比較し、視覚的認識度は非常に低い。
18.　与えるイメージ	◎		架空線は確実に認識できるが、カトマンズ中心街の景観を考えると、一般庶民および外国から訪れる観光客に与えるイメージは非常に悪いものになると考えられる。
評価結果	優れる	劣る	

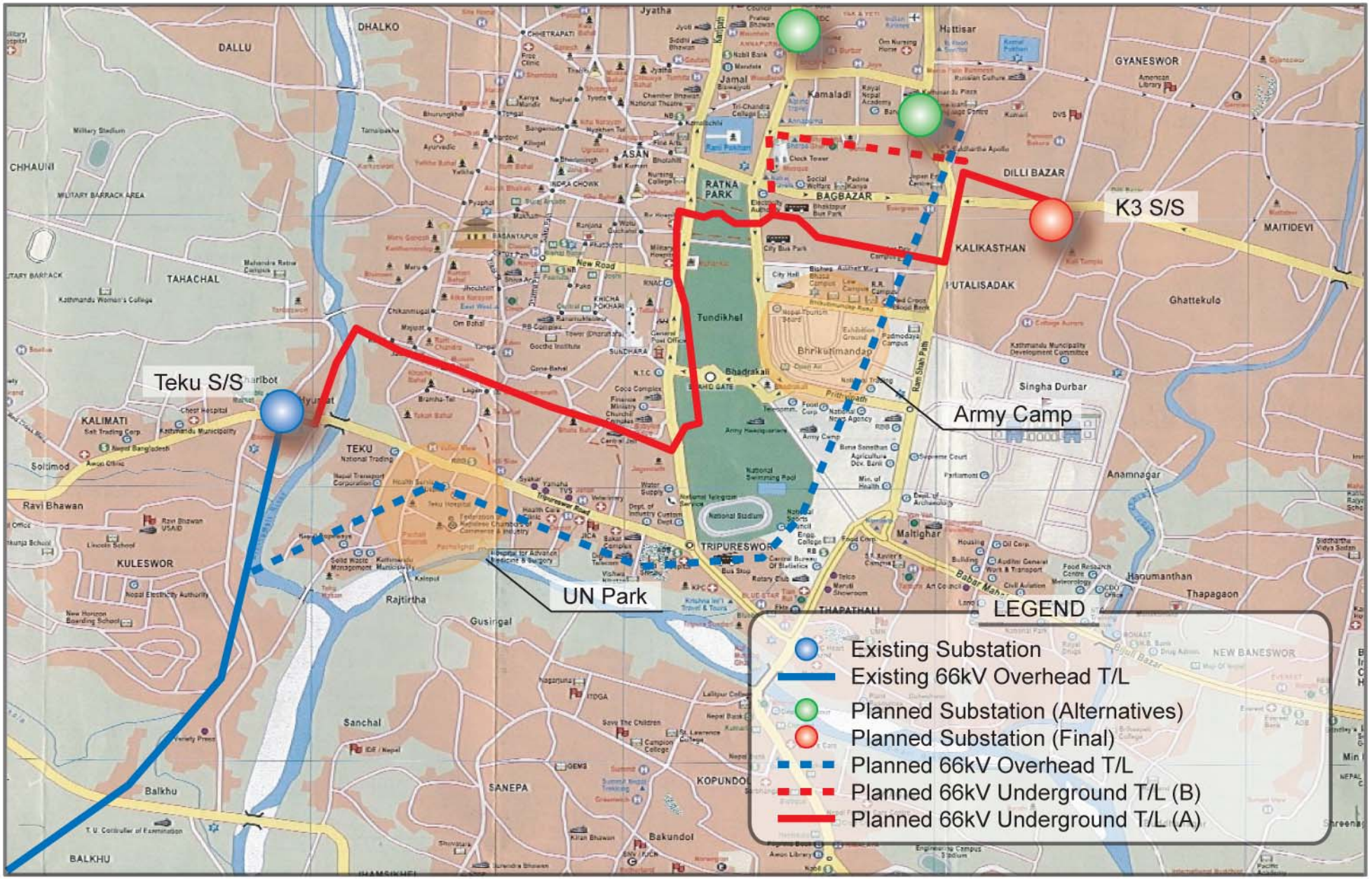
註 1)　**評価**

△：　やや優れている　　◎：　非常に優れている

○：　優れている　　空欄：　同等

表3-23 事業実施工程表




K3 S/S
Teku S/S
Army Camp
UN Park
LEGEND
Existing Substation
Existing 66kV Overhead T/L
Planned Substation (Alternatives)
Planned Substation (Final)
Planned 66kV Overhead T/L
Planned 66kV Underground T/L (B)
Planned 66kV Underground T/L (A)
DHALKO
DALLU
CHHAUNI
TAHACHAL
KALIMATI
TEKU
KULESWOR
Ravi Bhawan
Soltimod
Rajtirtha
Gusingal
Sanchal
Balkhu
BALKHU
SANEPA
KOPUNDOL
Bakundol
TRIPURESWOR
THAPATHALI
Maitighar
Anamnagar
Hanumanthan
Thapagaon
NEW BANESWOR
Singha Durbar
Ghattekulo
MAITIDEVI
KALIKASTHAN
PUTALISADAK
DILLI BAZAR
BAGBAZAR
GYANESWOR
Hattisar
Kamaladi
Jamal
Jyatha
ASAN
RATNA PARK
Tundikhel
Bhadrakali
Bhrikutimandap
National Stadium
National Swimming Pool
Military Stadium
MILITARY BARRACK AREA
Kathmandu Women's College
Chest Hospital
Kathmandu Municipality
Nepal Bangladesh
Ravi Bhawan USAID
Lincoln School
Nepal Electricity Authority
New Horizon Boarding School
Nepal Transport Corporation
Teku Hospital
Hospital for Advanced Medicine & Surgery
Kathmandu Municipality Development Committee
Nepal Tourism Board
Exhibition Ground
Supreme Court
Parliament
Min. of Health
Dept. of Archaeology
Central Bureau Of Statistics
Food Research Centre
Civil Aviation
Meteorology
Rotary Club
Telco
Maruti Showroom
Bus Stop
Nepal Tourism Board
Rani Pokhari
Tri-Chandra College
Kathmandu Durbar Marg
Ram Shah Path
Tripureswor Road
Babar Mahal
Bijuli Bazar
Kanti Path
New Road
Ring Road
Tribhuvan Rajpath
Bhaktapur Bus Park
City Bus Park
City Hall
Chief Crown Blood Bank
Padmodaya Campus
Bhaktapur Campus
Kathmandu Municipality
Kathmandu Municipality Development Committee
Nepal Bangladesh
Nepal Tourism Board
Nepal Transport Corporation
Nepal Electricity Authority
Nepal Bank
Nepal Rastra Bank
Nepal Telecom
Nepal Telecom Service
Nepal Tourism Board

第１案：当初要請案（開発調査の結果より）

①既存 66kV 架空送電線

②バグマティ川

③バグマティ川左岸

・K3 変電所建設予定地：Bagh Bazaar 地区　・新設 66kV 送電線延長：約 3.2km（架空線）

Teku 変電所から既存送電線沿い（写真①）に一旦南下し、Bagmati 川左岸（写真②・③）を東進して Tukucha 川沿い（写真④・⑤）に建設予定地（写真⑥）まで至る経路。

Bagmati 川沿いは空地があるものの、現在国連公園（UN Park）建設計画が策定されており、公共事業省により土地収用が進められているとのこと。

Tukucha 川沿いには３～４層の住宅が密集しており、架空線を設置する場合、大規模な範囲の土地収用が避けられない状況である。

また架空線は環境影響評価(EIA)の審査において確実に「実施にはふさわしくない」との結論に至る旨「ネ」側より言及あり。

④Tukucha 川南端

⑤Tukucha 川沿いに密集する住宅

⑥変電所建設予定地

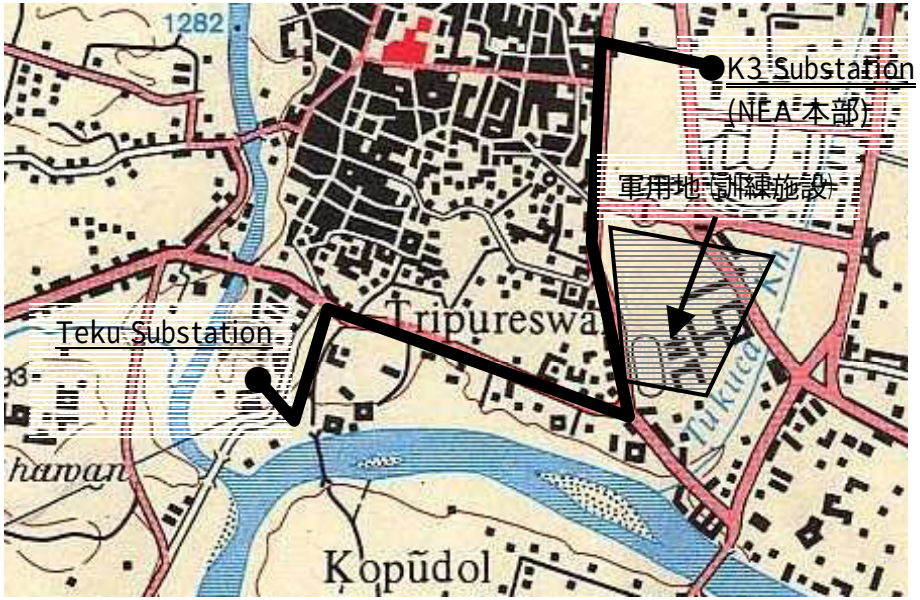
図 3-8（1/3）　第 1 案：当初要請案

第 2 案：担当コンサルタント独自調査の結果から提案された経路

①Teku 変電所前の通り

②Lagantol 地区

③Tripureshwar Marg 通り



・K3 変電所建設予定地：NEA 本部内　・新設 66kV 送電線延長：約 2.8km（地中線）

Teku 変電所前の通り（写真①）を北上し、Tripureshwar Marg 通り沿い（写真③）に東進、交差点（写真④）を経由して再び Kanthi Path 通り沿い（写真⑤）に北上。Ratna 公園内にある歩行者専用道路（写真⑥）を通り NEA 本部内の建設予定地に至る経路。ほとんどの区間が幹線道路であり、歩道下に埋設することにより埋め戻し後の強度確保および埋め戻し費用の低減が可能。なお幹線道路上数箇所を横断するため、一部区間の埋め戻しに道路舗装が必要となる。

Tripureshwar Marg 通り北側の Lagantol 地区（写真②）は、道路幅員が狭く、また今後の区画整備により道路配置が変更する可能性が大きいため、送電線を埋設するには不向き。また Tukcha 川左岸には軍用地（訓練施設）があり、送電線の通過は困難。

Ratna 公園西側沿いのルートは公園境界の内側に敷設することが可能とみられ、許可が取得できれば公園を斜めに横断することも可能である旨「ネ」側より言及あり。

④交差点

⑤Ratna 公園西側

⑥NEA 本部前歩行者専用道路

図 3-8（2/3）　第 2 案：NEA 構内の K3 変電所に地中送電線で電力供給する案

第３案：「ネ」側より最終的に要請された経路

①Prithvati 通りに入る交差点

②Radna 公園南側

③Durbar Marg 通り

④Singha Durbar 前交差点

⑤K3 変電所建設予定地

・K3 変電所建設予定地：Singha Durbar 内　・新設 66kV 送電線延長：約 3.3km（地中線）

Kanti Path 通りを北上するまでは第 2 案に同じ。Kanti Path 通りから Prithvati 通りに入り Bahdarakali 交差点からさらに Durbar Marg を北上。Bhrikutimandap Marg 通りに入り Singha Durbar 北側の建設予定地へ至る経路。

本案における留意事項は第 2 案と基本的に変わらないが、突起すべきは Singha Durbar 正門前は現在実施中の「カトマンズ市交差点改良計画」の対象交差点であり、道路整備範囲が Singha Durbar 北側まで延びていることから、埋設経路計画時に注意する必要がある。

図 3-8（3/3）　第 3 案：ネパール側より最終的に要請された案

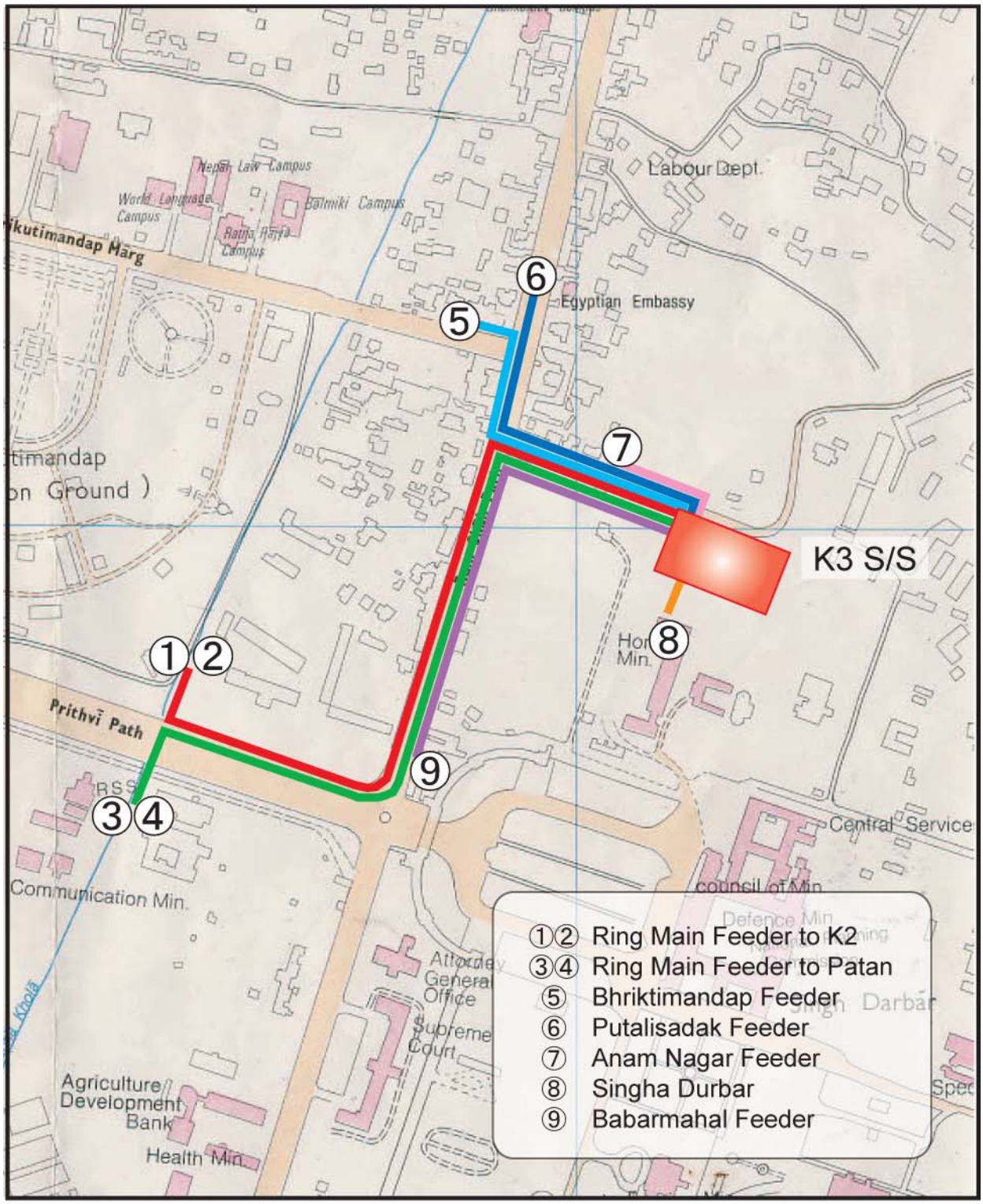


図3-9　11kV地中線の既設線への接続位置

第 4 章
プロジェクトの妥当性の検証

4. プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

本プロジェクトは、カトマンズ中心部への電力供給能力増強達成のために、新設 K3 変電所および送電線を建設することを目的としている。本プロジェクトの実施による直接・間接効果を現状の問題点とともに整理する。

(1) 直接効果

① K2 開閉所への電力供給線の容量不足による広域停電の可能性の内蔵

問題点

1.2 節、無償資金協力要請の背景・経緯及び概要、にて述べた通り、カトマンズ中心部の現在最も重要な電力供給の要である K2 開閉所への 11 kV 供給線が、送電容量不足の状態となっている。

Patan 変電所からの 2 回線および Lainchaur 変電所からの 2 回線のうち、どれか 1 本でも故障すると、広域停電が発生することを意味する。さらに Lainchaur 変電所からの地中線は過去に故障の多い地中線であり、また、Patan 変電所からの供給線も極めて地上からの離隔が少ない架空線であるため、将来の故障の可能性は高いと言わざるをえない。

本プロジェクトによる対応策

K2 開閉所近傍の Singha Durbar に K3 変電所を建設し、この電源の供給線として 66 kV 地中送電線を 2 回線建設する。

効果

この送電線の電線サイズは、3.2.1.1 節（3）項に述べた通りの容量を持つので、Siuchatar 変電所～Teku 変電所間の既設架空送電線および Teku 変電所～K3 変電所間の地中送電線それぞれ 2 回線の内のどの回線が故障しても、そのために送電が不可能となり長期停電を引き起こす危険は解消される。地上高の十分高い 66 kV 架空線と地中線との組合せによる送電線の故障確率は、既設 11 kV 給電線に比べはるかに低くなることが期待できる。

② Patan 変電所の変圧器容量不足による広域停電の可能性の内蔵

問題点

1.2 節で述べた通り、Patan 変電所における冬期のピーク時には変圧器容量に対する電力負荷が逼迫している。実際には 100%を超える前に負荷制限されるため、記録の上で変圧器の負荷が容量を超えることはほとんどないが、現状では 1 台でも変圧器の故障があれば広域停

電となる。過負荷解消のための計画停電も問題である。

本プロジェクトによる対応策

変圧器も、3.2.1.1 節（3）項に述べた通りの容量で K3 変電所に新たに 2 台設置する。

効果

Patan 変電所の変圧器が故障した場合はもちろん、万が一 K3 変電所の変圧器 1 台が故障した場合でも、長期停電の危険は回避される。

(2) 間接効果

また、本プロジェクトの実施により、次の間接効果が期待できる。

① カトマンズ中心部における電力安定供給に伴う社会経済活動の活性化。

② 本プロジェクトの BHN への貢献（病院、学校等への信頼度の高い電力供給）。

参考までに、本プロジェクト完成後に、K3 変電所から電力供給を受ける病院、学校は以下の通りである。

-大病院	約 15	（Bir Hospital、Army Hospital、Maternity Hospital、Eye Hospital、Model Hospital、 Norbic（Heart）Hospital、Himal Hospital、OM Nursery など）
-小規模医院	約 100	
-大学・短大	約 25	
-その他の学校	約 75	

③ 本プロジェクトの建設を通じ習得された点検・修理技術の、ネパール独自による K3 変電所、その他ネパール全国の変電所に対する利用。

4.2 課題・提言

本プロジェクトの効果を発現させ、維持し、設備の今後の長期連続運転を実現するためには、本プロジェクト実施後、以下の 2 点がネパール側により実施されることが必要である。

① 11 kV 地中ケーブルによる K3 変電所と既設配電線との接続作業が、K3 変電所完成後速やかに行われることが前提である。NEA がそのための予算を遅滞なく確保し、作業を遂行することが不可欠となる。

② 設備の性能維持、設備障害の早期発見、事故の未然防止を目的として NEA が保守点検を計画的に実行することが不可欠である。

4.3 プロジェクトの妥当性

本プロジェクトの内容、プロジェクトの効果および外部要因リスク等は資料－6 の事業事前評価表に取りまとめた。その結果、本プロジェクトの無償資金協力による協力対象事業の実施の妥当性は以下のように評価される。

① 本プロジェクトの裨益対象地域は、K3 変電所から電力が供給されるカトマンズ市内、北は現王宮から南の Tripureswor 付近まで、西は旧王宮から東の Dillibazar・Maitidevi 付近までの範囲となる。これらの地域における需要家人口は約 26 万人であり、これが直接裨益人口となる。

② さらに、変電所を政府中枢機関である Singha Durbar（合同庁舎）に新設し、そこへの安定した電力供給を確保するため、間接受益者はネパール全国民とも言える。

③ 本プロジェクトにおいては、変電所は政府用地内に建設され、送電線は公道に地下敷設される。従い、新たな土地収用の問題が発生することがない。また、周辺住民ならびに周辺環境へ特別な影響を与えることもないと考えられる。

4.4 結論

本プロジェクトは、4.1 節、プロジェクトの効果に述べられたような多大な効果が期待されると同時に、26 万人の需要家の基礎的生活条件向上に寄与し、さらに政府中枢機関への電力の安定供給を確保するものであることから、我が国無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。

4.2 節、課題・提言で述べられた本プロジェクトにおける外部要因リスクについても、相手国側体制は人員面・資金面ともに問題ないと考えられる。