No. 06

インド鉱工業プロジェクト選定確認調査
(グジャラート州配電網改良計画等)
報告書

1998年5月

JICA LIBRARY
J 1143188[9]

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

鉱調計
JR
98-117

インド鉱工業プロジェクト選定確認調査
（グジャラート州配電網改良計画等）
報告書

1998年5月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

1143188 (9)

インドプロジェクト選定確認調査
(グジャラート州配電網改良計画等)
報告書目次

1．調査の概要

（1）調査の目的 …… 1

（2）要請案件の背景、概要 …… 1

（3）団員構成 …… 1

（4）調査日程 …… 2

（5）対処方針 …… 2

（6）主要面談者 …… 4

（7）調査結果 …… 6

（8）団長所感 …… 8

2．対インド経済協力の現況

（1）日本のODAの実施状況 …… 11

（2）他ドナーの取り組み …… 12

（3）要請案件の国家開発計画における位置づけ …… 14

（参考）インド電力研究会活動の概要 …… 15

3．グジャラート州配電事業の概要

（1）GEBの概要 …… 19

（2）サイト視察結果 …… 19

（3）今後重点的に協力すべき分野の検討 …… 22

資料集

1．TOR …… 31

2．質問票および回答 …… 35

3．署名済M/M …… 52

4．写真集 …… 55

１．調査の概要

（１）調査の目的

既に我が国に要請提出がなされている電力部門の開発調査案件（別紙表参照）について、その背景及び国家開発計画における位置づけ等を調査し、今後の我が国の協力の可能性・範囲等を協議する。

特にグジャラート州配電網改良計画については同州電力関係者との協議、サイト視察等を通じ、協力の内容につき合意を形成することを目的とする。

（２）要請案件の背景、概要（グジャラート州配電網改良計画）

インドは慢性的な電力不足の状況にあり、発電所の建設、送配電システムの効率化、適正な料金システムの導入等を通じた電力供給の拡大、需要の抑制の必要性が指摘されている。

かかる背景の下、アジア開発銀行（ADB）はグジャラート州を援助重点州に取り上げ、Gujarat Electricity Board（GEB）をカウンターパートとして電力部門の改革支援を行っているが、その一環として、我が国が配電部門の改善に係る技術協力を実施することを期待している。本件はADBのかかる意向を受け、インド政府が我が国に対し要請越したものである（なお、グジャラート州は、ADBが協力を進めていること、州政府として電力部門の改革に対する意欲が認められること等の理由により、我が国の官民合同で開催されている「インド電力研究会」においても対象州として取り上げられている。）。

具体的には、配電設備および配電事業運営上の問題点の把握、改善策の提案を開発調査で行い（フェーズ１）、調査で提案された改善策をプロジェクト方式技術協力を通じて実践すること（フェーズ２）が期待されている。

調査の対象地域としてはRajkot、Kheda、Mahesanaの３カ所が提示されており、前２地域については中立的な「プロフィットセンター」を設置し、独立採算により配電事業を行うことが検討されている模様である（Mahesanaについては農業関係の消費者が多いことから自主採算性は取らないものの同様のセンターの設置を考えている模様）。

（３）団員構成

１）団長・総括	辻　義信	JICA鉱工業開発調査部計画課長
２）技術協力政策	小泉　崇	外務省開発協力課課長補佐
３）技術協力行政	長谷川　和久	通商産業省資金協力室企画官
４）電力（配電）	伊藤　良平	東京電力配電部部長（配電担当）
５）電力（DSM）	篠原　典史	東京電力配電部配電企画ｸﾞﾙｰﾌﾟ副長
６）調査企画	山田　実	JICA鉱工業開発調査部計画課

（4）調査日程

1月15日（木）　羽田発　7:50　（JL113）→大阪着　09:05
　　大阪発　12:00（JL473）→デリー着　17:40
16日（金）　JICA事務所、OECF事務所、日本大使館、大蔵省、ADB、電力省表敬
17日（土）　デリー発　05:50（CD415）→ヴァドダラ着　07:15
　　GEB、ADB協議
18日（日）　団内打ち合わせ
19日（月）　サイト（Kheda）視察
20日（火）　GEB協議、ミニッツ署名
21日（水）　GEB協議、移動（ヴァドダラ→アーメダバード）
22日（木）　団内打ち合わせ、資料整理
23日（金）　グジャラート州政府表敬・協議
24日（土）　アーメダバード発　08:20（IC818）→デリー着（09:45）
25日（日）　団内打ち合わせ、資料整理
26日（月）　団内打ち合わせ、資料整理　（インドの休日のため）
27日（火）　電力省、ADB、大蔵省報告・協議
28日（水）　日本大使館、JICA事務所、OECF事務所報告、
　　デリー発　21:30（AI304）→
29日（木）　→成田着　08:00

（5）対処方針

A．グジャラート州配電網改良計画

1）調査実施の正当性確認

ADB主導で、本件要請が上がってきた経緯もあり、インド中央政府及びグジャラート州政府が国家（州）開発計画の中で本件をどのように位置づけているのか、あるいは電力部門（特に配電事業）の現状に対しどのような問題意識を抱えているのかが不明確であるところ（TOR中にもこのような記述は全くない。）、これらの点につき先方の意向を聴取し、本件実施の正当性を確認することとする。

2）電力事情等についての情報収集

別添の質問票（すでにインド側に送付済）を用いて、グジャラート州の配電部門にかかる技術的な基礎情報を収集する。あわせて日本の現状を紹介することで、先方の意識を喚起する。

同時にグジャラート州の電力事情一般、設置が検討されているプロフィットセン

ターの概要（期待される機能、事業運営方法、実施スケジュール等）、メインカウンターパートとなるGEBの概要、受入能力等についても調査する。

3）調査内容に係る合意形成

TORを受けて開発調査の実施を希望する範囲、内容について確認する。現段階で想定される枠組みは以下の通り。

○TORにおいては、フェーズ1として開発調査、フェーズ2としてプロジェクト方式技術協力の実施が要請されているが、当方としてはプロ技の実施を前提とした開発調査は行わない方針である。従って開発調査を通じても一定程度の技術移転を行える旨を説明し、理解を求めることとする。

○調査の対象は、純粋に配電事業の技術的な側面に限定することとし、一般的な事業運営の改善提案などは、範囲が広くなりすぎることから、行わないこととする（ADBが財務管理についての技術協力を行っているという事情もある。）。

上記2点を大枠で確認した後に、2）に示した質問票を用いた情報収集を通じて、現状の問題点を把握することで、調査の方向性をより明確にしていくこととする。具体的には配電網の設計、配電設備、メインテナンス、情報管理システム、料金収集体制といった配電事業の各コンポーネントのどれに重点をおいた調査を行うのかにつき、先方との合意を形成することとする。

4）サイト視察

プロフィットセンターの設置が予定されているサイトを1、2カ所視察し、特に①変電所、②配電線および関連機器、③需要家設備、④研修センター、⑤工事現場に注目して、現況にかかる情報を収集する。

5）他ドナー（特にADB）との調整

上述の通り、本件はADBがグジャラート州を対象に実施している、一連の電力部門に対する改革支援プログラムの一環として位置づけられているので、調査の内容を確定していく際には、インド側関係者のみならずADBとの調整が不可欠である。従って、ADBが実施しているプログラムの全体像を確認し、ADBがJICAに期待している協力の中身をより明確化するとともに、当方として協力が可能な範囲についてもADBに対し知らせることとする（サイト視察にあたってはADBのミッションも同行する予定。）。

ADBは現在、グジャラート州に対し、①電力システム全般にかかるマスタープラン策定、②電力料金体系の構築、③電力セクターの機構、規制にかかる見直し、④Kheda、Rajkotの「プロフィットセンター」に対する財務管理面からの支援の4つの

技術協力プロジェクトを進めており、これらの動向につき留意が必要である。特に、④の「プロフィットセンター」の財務管理支援プロジェクトと、JICAによる実施が期待されている開発調査とのデマケにかかるADB側の意向を聴取することとする。

またOECFおよび輸銀もやはりADBの要請を受けてグジャラート州の電力部門に対する支援を検討しており、今後留意が必要である（OECFは既存発電所の環境がらみのリハビリ計画。輸銀は送電設備に対するパッケージローン。）。

6）開発調査スキームの説明

GEBをカウンターパートとして開発調査を実施するのは前例のないことであり、スキーム全般、アンダーテイキング条項について説明し、理解を求める。特にインドにおいては過去、地形図の国外持ち出しが認められず、調査を中途で終了せざるを得なかったケースもあるところ、このようなことが起きないように事前に合意を形成しておく必要がある。

B．その他案件

中央政府における協議において、当方としては、グジャラート配電網改良計画にプライオリティを有している点を明らかにした上で、１０年度案件として要請の上がっている、下記各電力関係案件に係る情報を収集する。

○沿岸部石炭火力発電所環境調査
○ディクロン水力発電所建設計画
○オリッサ州送電網拡充計画
○チリカ揚水発電所建設計画
○バイタラニ水力発電所建設計画

（6）主要面談者

<u>Ministry of Finance</u>

Rama Murali	Joint Secretary
Gurdev Singh Grewal	Under Secretary

<u>Ministry of Power</u>

P. I. Suvrathan	Jpint Secretary
Vijay Lakhanpal	Dy. Advisor

<u>Gujarat Electricity Board</u>

Pramod K. Mishra	Member (Finance)
N. M. Shah	Member (Tech.)
S. M. Trivedi	Chief Engineer (P & P)

R. G. Jani	Chief Finance Manager (IA)
S. A. Shah	Executive Engineer (ADB)
M. S. Patel	Executive Engineer (Transmission)
B. M. Patel	Supdt. Engineer (Transmission)
R. M. Panchal	Dy. Engineer (ADB)
G. V. Parikh	Supdt. Engineer (O & M), Anand
A. H. Dhebar	Officer on Special Duty (Distribution)
V. N. Vyas	Accounting Officer, Anand
M. C. Patel	I/C COA
V. P. Dixil	Supdt. Engineer
C. D. Menan	Dy. Engineer

Government of Gujarat

K. N. Shelat	Secretary, Energy & Petrochemical Department
Shri M. I. Khumri	Commissioner of Electricity Duty
Shri Rajesh Kishor	Dy. Secretary (Expenditure)

Asian Development Bank

Shigeko M. Asher	Resident Representative, India Resident Mission
S. Chander	Senior Project Engineer, Energy Division (West)
Hiroshi Nakajima	Project Engineer, Energy Division (West)
Hiroki Kobayashi	Project Engineer, Energy Division (West) Infrastructure, Energy and Financial Sectors Department (West)
Ajay S. Guha	Project Implementation Officer, India Resident Mission

在インド日本大使館

谷野　作太郎	特命全権大使
駒野　欽一	参事官
川上　良	参事官
谷内　純一	一等書記官
高木　誠司	一等書記官

OECF

越智　直哉	業務第２部業務第２課課長代理
高橋　良友	業務第２部業務第２課

原　昌平	ニューデリー駐在員事務所駐在員

JICAインド事務所

熊野　秀一	所長
田中　俊昭	次長
中林　ちえこ	Overseas Development Specialist

（7）調査結果

1）署名したミニッツの内容

1月17日にメインカウンターパートであるGujarat Elctricity Board（GEB）及び本調査団と時期を同じくしてグジャラート州を訪問したADBミッションと総括的な協議を行い、その結果をミニッツ（別添1）に記録した（署名者はGEBの財務担当メンバーであるP. K. Mishra氏、ADBミッションのリーダーS. Chander氏及び辻調査団長。）。その内容は以下の通り。

ア）本件は未だ正式採択されていない段階であり、調査の実施を確約することはできないこと、従って本調査団が行った調査の内容についての議論はすべて、本件の実施が各省との協議を経て承認された場合の前提として捉えられるべきであることを確認した。

イ）インド側より提出されたTORが、開発調査とプロジェクト方式技術協力の実施を同時に要請するものであったことを踏まえ、JICAの協力は当面は開発調査に限定して行うこと、プロ技実施の妥当性については、インド側より別途正式に要請がなされれば、（前段階である開発調査の結果を踏まえ）、JICAの担当部署が検討することになることを説明した。

ウ）ADBがグジャラート州を対象として実施している、包括的な電力部門の改革支援とJICAによる協力との関連については、ほぼ当初当方が対処方針にて想定していたとおりの理解を共有することが出来た。すなわち、本件は、ADBの協力の中でも、とりわけ技術協力（TA）プログラムの一つである「Financial Management Support to Kheda and Rajkot Distribution Centers of the Gujarat Electricity Board」との関連が強く、JICAは純粋に技術的な側面から、ADBは財務面、商業面から調査を行うことで、相互補完的に協力を行うべきであることが確認された。

2）技術的調査

グジャラート州の配電事情について、当方より事前に送付しておいた質問票に基づく協議、調査対象地区として提案されている地区の一つであるKhedaの各設備の視察

を通じ詳細に調査した。技術的な内容は付属資料に譲るが、質問票については調査団の日本出発前に回答が寄せられ、サイト視察にあたっては熱心に説明がなされるなど先方の協力的な姿勢が印象的であった。

また今回の調査においても、グジャラート州の配電事情を踏まえ、配電設備、事業運営に係る改善点を、先方に対し、指摘しおいた。

3）その他関連情報

○ADBより、技術的に配電事業にかかる改善点を指摘するのみならず、改善に必要とされる設備の積算を通じて、ADBがグジャラート州の配電セクターに対し有している54millionUS$の融資枠の使途を示して欲しい旨の意向が表明された。

○TORにはKheda、Rajikotの他にMahesana地区についての記載があるが、ADBとしては同地区は融資の対象ではあるが、JICA調査の対象とする必要はないと考えているとのことであった。（ADBが実施している上述TAにおいてもMahesanaは対象として取り上げられていない。）。

○ADBとしては（農業セクターも工業セクターもあるという意味で）バランスの取れ以上たDistribution CircleであるKhedaとRajikotを対象に、自主採算による配電事業の運営が可能かを調査し、その結果をベンチマークとして、より長期的な観点から他の地区も含めた配電事業のあり方を、民間部門への売却等も含め、検討したいとのことであった。

○本件TORが上述の通り、開発調査とプロジェクト方式技術協力を同時に要請するという異例のものであったことに関連し、遅ればせながら定型のTORの様式が州政府からGEBに対し届けられていることが判明した。形式的な話として、再度（所定の様式による）TORの提出を促したほうがよいものと思われる。

○プロ技を前提とせず開発調査を実施することについて、GEBからは何ら異論は出なかったが、グジャラート州政府とのミーティングにおいて、調査の成果を踏まえ、人材育成等をどのように行っていくのかといった、プロ技の実施を期待する発言がなされた。

○S/Wの署名は、GEBの他、グジャラート州政府、（中央政府の）電力省、大蔵省の4者が行うことを提案し合意を得た。ただし、電力省については、あまり当事者意識を有していない模様（電力部門の来年度新規案件のうち2件は地方政府から直接大蔵省に要請が上がっており、調査団表敬時に電力省は詳細を把握していなかった。）。

○アンダーテイキング条項についても説明し、（ADB等他のドナーと同様であり）受入れに問題ない旨確認した。

○電力省にて、電力分野の来年度要請案件にかかるインド側のプライオリティを確

認したところ、優先度の高い順に、「グジャラート州配電網改良計画」、「ディクロン水力発電所建設計画」、「オリッサ州送電網拡充計画」とのことであった。オリッサ州の２案件（チリカ揚水発電所建設計画及びバイタラニ水力発電所建設計画は州政府から直接大蔵省に要請が上がったため、協議の時点では電力省は詳細を把握していなかった。沿岸部石炭火力発電所環境調査についても、前年度からの継続要請案件であるにかかわらず、電力省としては情報を有していなかった。またアンドラプラデシュ州の送配電網改良計画については近く正式要請がなされる見込みであり、その場合グジャラート配電網改良計画、ディクロン水力発電所建設計画に次ぐプライオリティが与えられるであろうとのことであった。なお、ディクロン水力発電所建設計画については、サイトのあるアルナーチャルプラデシュ州に行くために、治安の悪いアッサム州を通過しなければならないため、慎重に対応すべきとのコメントが事務所側よりなされている。

4）今後の検討・留意事項

○調査対象として挙げられている、Kheda、RajikotといったDistribution Circleはグジャラート州の19にのぼる行政単位の名称であることからも分かるとおり、かなり広範な範囲を占めることが明らかになった。従って本格調査の実施に当たっては調査対象地域、設備をさらに絞り込む必要がある。

○送配電部門の民営化を検討するなど、改革に積極的に取り組んでいる旨、グジャラート州政府関係者自身の口からも述べられたが、選挙を控えていることも踏まえ、今後の改革の進捗状況（加えてADBにより課せられたコンディショナリティの履行状況）には引き続き留意が必要である。

○GEBは当方の情報提供依頼に積極的に応じるという意味では非常に協力的であったと言えようが、自身の配電事業にどのような問題意識を抱えているか、ひいてはJICAに対しどのような協力を期待するのかは、いまだ明らかでない。今回の調査で行ったような、日本の現状についてのプレゼンテーションを通じ、日印の差異を明確にし、インド側の課題を掘り起こしていくといった地道な作業が今後とも必要であると思われる。

5）今後の予定

○平成１０年度案件として正式採択の上、本年５、６月を目処にS/Wの署名を目的とした事前調査団を派遣。

○その場合、秋口から本格調査を開始。

（8）団長所感

1）グジャラート州配電網改良計画

今回のプロ確調査では、グジャラート州電力公社（GEB）の配電部門の技術レベル、設備状況、管理状況等の現状把握をすることを主な目的とした。さらに、GEBとの議論が単なる理屈だけの議論に終わらないために、日本の電力会社における配電部門の技術を披露して、より具体的な議論ができるよう取り計らった。調査の効率性を上げるために事前にGEBに対して現状把握に必要な質問票を送り、東京電力の現状と比較しつつGEBの状況を記入してもらったが、質問票の回答は調査団の日本出発前に送られてくるなどJICA調査に対するGEBの前向きな様子が感じられた。GEBとの議論では返送された質問票の内容の確認とKheda地域において変電所から送り出された配電線が需要者に届くまでを追いかけつつ現状把握を行った。Kheda地域は、ADBが既にプロフィット・センターの一つとして経済的・商業的な観点からの技術協力（TA）を行っている地域である。調査の結果、GEBの工学的レベルは高くそれに比較して設備が貧弱であること、よりきめ細やかな電圧管理をすることで電力損失を減少させることができることが判明した。特に、農業分野において低圧配電が長距離に渡って引かれていることが技術的な理由による電力損失の大きな部分を占めていると考えられる。政治問題となっている農業用灌漑ポンプの電力料金であるが、その使用について変電所で利用時間をコントロールするために強制的に三相を二相に変えてポンプを停止させており、そのことがポンプの劣化をまねき電力損失の増大につながっているようである。事故率の低減についても、発生原因のデーター収集や絶縁線の採用、開閉器の取り付け等でかなり改善することができる。

しかしながら、今回のGEBとの議論においてGEB側から日本の協力に期待する具体的な内容が明示されなかったことは、GEBがいまだ改善の具体的目標を持っていないことを示しているのではないかと思慮される。従って、開発調査の実施が決まり次第早急にS/W案をGEBに提示し、内容のすり合わせを行う必要がある。また、本件は農業用電力料金の問題、頻発する盗電などインドの政治的、慣習などが関係する分野であり、開発調査の実施に当たってはインドの国情に合わせながら段階を踏んだ技術の移転をしていくことが肝要である。

本件の調査では、東京電力の技術的現状についてのプレゼンテーションに加え、現地踏査及びGEBとの議論の後、考えられる改善案について寸評を行ったことがGEBから高く評価されたと考えられる。工学的にも高い知見を有しているインドに対し日本の技術レベルが高くインドへの技術支援をするドナーとして欠かせない存在であることを理解させたことは、今後の技術協力にとって意義あることと考える。さらに、本格調査に入る前の段階で今回のような簡便な技術支援を行うことは、相手国の日本に対する信頼感を高めるとともに、本格調査で行うべき調査内容を的確なものにすることができる有効な手法である。

本件はADBと連携して行うプロジェクトとして位置付けており、開発調査の対象とする地域も既にADBが実施しているTAが対象としているKheda地域とRajkotお地域を採択することがふさわしいと考える。今回の調査に合わせてADBミッションが派遣され、JICAとともにGEBとの議論に参加したことは本調査の成果を更に大きなものにしたと言える。ADBからは54百万ドルに及ぶ同地域への融資枠の使途を開発調査によって示して欲しいとの意向の表明と共に、モデルとしての改善配電網の評価に必要な機材の一部についてADBローンの使用可能性も示唆されており、今後ともADBとの連携を密にする必要があると共にグジャラート州に課せされているADBによるコンディショナリティの履行状況についても十分な留意が必要である。

2）その他電力案件について

電力省においてその他電力案件の概要につき尋ねたところ、開発調査のプライオリティとして、（イ）グジャラート州配電網改良計画、（ロ）ディクロン水力発電所建設計画、（ハ）オリッサ州送電網拡充計画、を示した。沿岸部石炭火力発電所環境調査については昔から要請している案件ではあるが、詳細は承知していないとのことである。また、オリッサ州から出されているチリカ揚水発電所建設計画、バイタラニ水力発電所建設計画は、州政府から直接大蔵省に提出されたもので詳細を把握しておらず、必要な資料が入手できたところで日本に送付するとのことであった。さらに来年度新規案件としてアンドラ・プラディッシュ州から送配電網の改善計画要請が電力省に提出されており近々大蔵省を通じて日本に正式要請をする予定であるとのコメントがあった。

しかし、一般的に電力省は当事者としての意識が希薄で詳細情報についても州政府からの情報を取り次いでいるだけのようである。インド国は州政府の力が強いとのことであり、関心のある案件についてはそれぞれの州政府、関係機関に直接アプローチしたほうが実質的な情報収集ができると思われる。

２．対インド経済協力の現況

（1）日本のODAの実施状況

1）我が国は、インドが南西アジア地域において政治・経済上重要な地位を占める国であること、人口の約3割が貧困状態に置かれ援助需要が高いこと、経済自由化、規制緩和に積極的に取り組んでおり市場指向型経済の推進を図っていること等を踏まえ、インドに対しては従来より円借款を中心として積極的な援助を行っている。

我が国は、インドにおける開発の現状と課題、開発計画等に関する調査・研究及び「インド国別援助研究会」の成果をもとに、95年3月に派遣した政府ベースの経済協力総合調査団等におけるインド側との政策対話を踏まえ、対インド援助方針として、次の分野を重点分野としている。

ア）経済インフラ整備

5カ年開発計画の優先目標である電力、運輸を中心としたインフラ整備支援を進める。但し、民間企業のイニシアティブを第一義とするインド政府の方針を尊重し、民間のみでは対応が困難な経済インフラ整備への支援を重視する。

イ）貧困対策

インドは人口の3分の1という巨大な貧困層を抱えており、同国の社会セクターへの直接的支援は重要である。具体的には、①保健医療（基礎保健医療の改善と共に人材育成、安全な飲料水の供給等）、②農業・農村開発（人口増に対応した食料自給維持を図るための農業生産性向上、農業インフラ整備等）、③人口・エイズ対策、④小企業支援（輸出振興及び雇用創出の促進）に対する協力を重視する。

ウ）環境保全

人口増加等による環境悪化への対応を強化していくことが肝要。特に公害防止対策、水質改善、水供給、植林、都市環境改善等への協力を推進する。環境分野の協力を積極的に進めていくため、93年1月に環境ミッションをインドに派遣して政策対話を行い、これまでに、公害防止、水質改善、水供給、植林に関する協力を実施し成果を上げてきている。

2）無償・技協、円借款に関してはそれぞれ年次協議を行っている（最近では97年1月に無償・技協年次協議を行い、DAC新開発戦略の実施につき協議、また、97年4月に円借款調査団を派遣）。

ODA大綱との関連では、我が国は、無償・技協年次協議、核不拡散に関する二国間協議（93年3月第1回、93年1月第2回、95年8月第3回）等各種政策対話の機会をとらえ、軍事支出の動向、ミサイルの開発・製造への関心を申し入れている他、核開発の可能性に関する内外の懸念を踏まえ、NPTへの加入、CTBTへの署名・批准を引き続き働きかけるとともに、核関連プログラムの透明性を高めるよう求めて

きている。

対インド援助を実施する上での留意点としては、実施体制の強化、行政手続きの迅速化等援助吸収能力の一層の向上、多くの貧困層の存在に鑑みこれまで要請の少なかった基礎生活分野への協力を充実させることが必要である。

3）我が国のインドに対する援助を96年までの支出純額累計でみると、インドは我が国二国間ODAの第５位の受け取り国となっており、また86年以降90年を除いてインドにとって我が国は最大の二国間ODA供与国となっている。

有償資金協力は、58年に我が国初の円借款をインドに供与して以来、我が国のインドに対する援助の中心となっている。特に、87年以降は毎年度約1,000億円規模の供与を行っている。従来、電力、肥料工場等を中心に供与してきたが、近年供与対象事業の多様化を図っており、貧困対策、環境案件も多く実施している。

無償資金協力については、近年は医療等の基礎生活分野に対する協力の他、債務救済、食料増産援助、文化無償、草の根無償等を行っている。

技術協力については、インドは人口衛星を打ち上げることができる程の技術を有し、近隣諸国等へ自ら技術協力を行う等、既に技術的には、相当進んでいる分野もあるため、我が国技術協力に対する要請（特に専門家派遣、開発調査等）はあまり多くない。91年度より開始された青年招聘を含め、人的資源、運輸・交通、行政等の分野での研修員受け入れを行っている他、近年、農業及び保健・医療等の分野においてプロジェクト方式技術協力を実施している。

（２）他ドナーの取り組み

１）国際機関の動向

ア）世銀グループ

1996年６月３０日までの世銀グループの貸付金総額は13,842百万ドルである。(数字は世銀資料、1996年）このうちIDAのODA純額は1990年に540.0百万ドル、91年814.0百万ドル、92年1,033.4百万ドル、93年495.2百万ドル、94年772.5百万ドルと推移し、94年は国際機関中第１位であった。（数値はOECD資料、1996年）

道路、発電、農業、通信等の分野を中心に有償資金協力を行っている。

イ）国連児童基金（UNICEF)

ODA純額は1990年79.2百万ドル、91年40.9百万ドル、92年63.4百万ドル、93年57.3百万ドル、94年68.1百万ドルと増減を続け、94年は国際機関中第４位であった。（数値はOECD資料、1996年）

母子協力、教育等の分野を中心に無償資金協力・技術協力を行っている。

ウ）国連開発計画（UNDP）

1994年12月31日現在行われているプロジェクト数は86件であり、プロジェクトコストの合計は219.6百万ドル程度である。援助重点分野は工業、農林水産業、天然資源等である。

ODA純額は1990年23.0百万ドル、91年21.7百万ドル、92年19.6百万ドル、93年34.1百万ドル、94年27.6百万ドルと推移し、94年は国際機関中第７位であった（数値はOECD資料、1996年）。

エ）欧州共同体委員会（EC）

ODA純額は1990年58.4百万ドル、91年37.5百万ドル、92年77.7百万ドル、93年33.6百万ドル、94年56.8百万ドルと推移し、94年は国際機関中第５位であった。（数値はOECD資料、1996年）

オ）アジア開発銀行（ADB）

① 民間投資の促進とインフラ整備を通じた経済成長を目指している。重点援助分野としては発電、運輸、通信、都市開発、貧困軽減、新規エネルギー開発、環境保護などが挙げられる。

1994年度は公共部門に対し150百万ドル、民間部門に対し16.1百万ドルの貸付を承認した。また８件の技術援助を承認した。（数値はADB資料、1995年）

ODA純額は1990年3.9百万ドル、91年2.7百万ドル、92年4.4百万ドル、93年4.2百万ドル、94年3.2百万ドルと増減を続けた。（数値はOECD資料、1996年）

② ADBは特に発電分野に力を入れているが、現在グジャラート州に対し、a）電力システム全般にかかるマスタープラン策定、b）電力料金体系の構築、c）電力セクターの機構、規制にかかる見直し、d）Kheda、Rajkotの「プロフィットセンター」に対する財務管理面からの支援の４つの技術協力プロジェクトを進めている。

2）主要先進国の動向

ア）ドイツ

ODA純額は1991年262.7百万ドル、92年274.4百万ドル、93年157.0百万ドル、94年123.1百万ドルと、92年まで増加傾向にあったが、93年以降は減少に転じた。94年は主要先進国中日本に次いで第２位であった。有償資金協力（純額）も92年まで増加傾向をたどり、93年以降は減少した。（数値はOECD資料、1996年）

重点分野は工業開発、公害対策、社会開発である。

イ）英国

ODA純額は1991年146.6百万ドル、92年150.3百万ドル、93年79.2百万ドル、94年100.4百万ドルと、92年まで増加傾向にあったが、93年は前年より大きく減少し、94年には再び増加へと転じた。94年は主要先進国中第３位の実績であった。有償資金協力（純額）は91年から94年まですべて回収超過で推移した。（数値はOECD資料、19966年）

重点分野は経済基盤整備、工業・農業生産向上、環境保全、医療である。

ウ）スウェーデン

ODA純額の内訳はすべて贈与で、1991年64.4百万ドル、92年64.6百万ドル、93年65.8百万ドル、94年91.9百万ドルと、92年まで増加傾向で推移した。94年は主要先進国中第４位であった。（数値はOECD資料、1996年）

重点分野は貧困軽減、環境保全、インフラ整備である。

３）援助機関の連携

世銀が主催する対印援助ドナー会合（Aid India Consortium)は毎年、６月前後にパリで開催されている。参加国はインドをふくめ１３ヶ国であり、この他ADB、EC、IMF、UNDP、IFAD、OECD、NIB（北欧投資銀行）も出席している。

（３）要請案件の国家開発計画における位置づけ

１）1992～97年に実施された第８次５カ年計画は、インドが抱える人口・貧困問題等を解決するために、①経済自由化と財政の建て直し、②インフラ整備、③農業開発、④工業開発と輸出促進、⑤雇用機会の創出等を開発重点分野として策定された。

このうちインフラ整備に関しては、1950年代後半以降に公営企業を中心とする重化学工業が推進されたため、公共部門における開発投資の多くが製造業部門へ配分されるという傾向があった。このため、今までにインフラ部門へつぎ込まれた投資総額は極めて小さく、経済開発のペースほどインフラの整備は進んでいない。特に電力セクターに関しては資本の制約の問題があり、今後民間の参入の促進が大きな課題となっている。

民間投資に関する基本的な障害は、各州電力公社（SEB）が財政的に弱いことである。ほとんど全ての公社が損失を出しており、幾つかは全国火力発電公社（NTPC）、全国水力発電公社（NHPC）のような中央セクターから買った石炭や電力への支払いができないでいるような状況が見られる。

2）電力省は、こうした背景の下にセクター改革レビューの結果として、1995年10月、既存の電力プラントの更新と近代化への民間セクターの参加に焦点を当てた新しい政策ガイドラインを公表した。この新政策は第9次5カ年計画（1997～2002）案にも明確に反映している（注：第9次5カ年計画はインドの内政上の事情により未だ採択されていない）。

州レベルでは、オリッサ州の電気改革法が1996年4月1日に発効し、インドの電力セクターにおける最初の立法委員会であるオリッサ州電気立法委員会を創設する等、州独自のイニシアティブによる改革の動きがある。右委員会は最初の仕事として新料金の決定を通報し送配電会社へのライセンスを発給したが、こうした動きは、他の州における将来の立法委員会の類似の料金手続き及び規則に影響を与えることになると見られている。

3）ADBは現在、グジャラート州に対し、①電力システム全般にかかるマスタープラン策定、②料金体系の構築、③電力セクターの機構、規制にかかる見通し、④Kheda、Rajkotの「プロフィットセンター」に対する財務管理面からの支援の4つの技術協力プロジェクトを進めている。本案件はグジャラート州におけるADBのこうした一連の電力部門に対する改革支援プログラムの一環として位置づけられており、電力セクターの国家レベルの計画及び州レベルの改良計画に資するものであって、その重要な一部をなすものと思料される。

（参考）「インド電力研究会」活動の概要（本件との関連）

1）活動の概要

・発展途上国における民活インフラ整備の動きが最近、活発化している中で、通産省では、インドの電力セクターの民活による開発のための問題点と対応策を検討するため、９６年７月に、官民合同の研究の場として、「インド電力研究会」を設置し、検討を開始した。

・インドの中央、州政府及び民間事業者のみならず、世銀、アジア開銀及び欧米諸国の政府、民間事業者とも意見交換を行い、９７年３月末に最終報告書を取りまとめた。その後、当該報告書を踏まえ、4つの協力対象州それぞれにワーキンググループを設置し、協力のアクションプランを検討中である。

・当該報告書のポイント

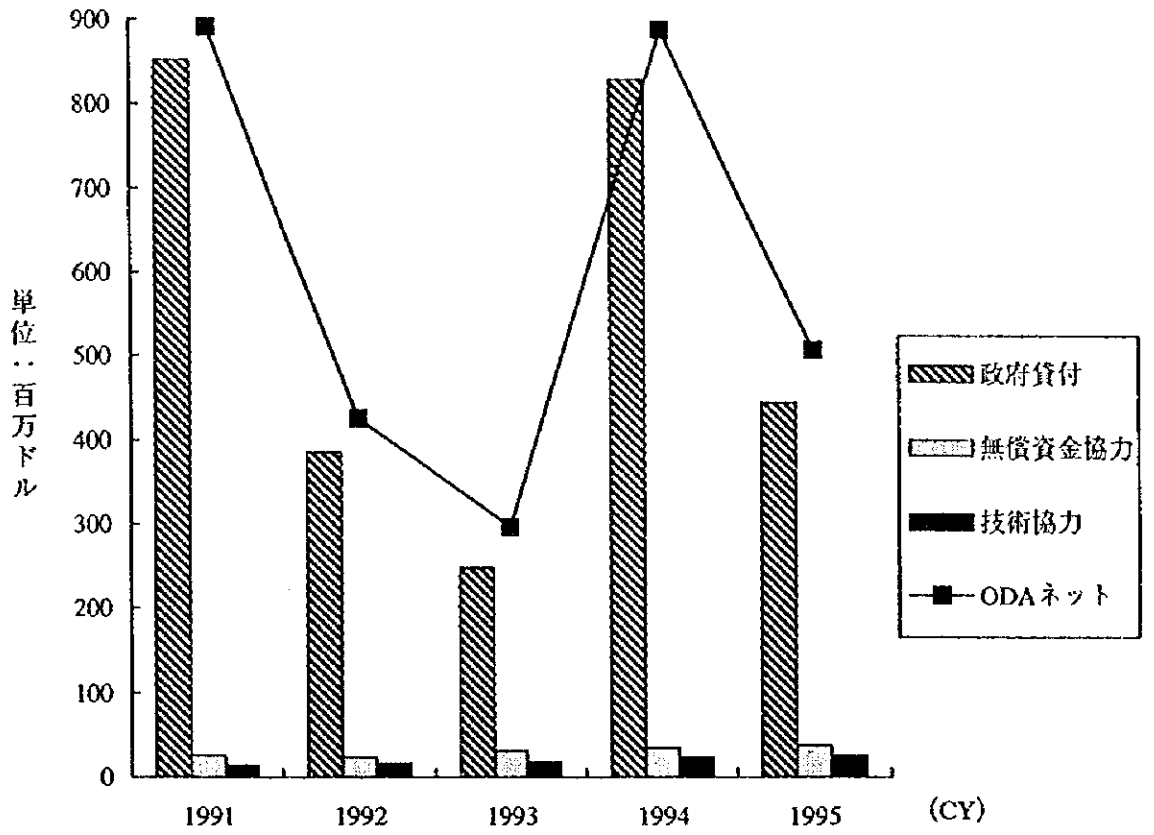
電力セクターの構造改革に対する州政府の意欲等から、グジャラート州、アンドラプラデシュ州、ラジャスタン州、カルナタカ州を主たる協力対象州とした。協力にあたっては、発電のみならず、送配電も対象とし、世銀、アジア開銀、米国、英国、カナダ等との国際的な協調を重視していく方向である。具体

的には、①マスタープラン策定等のソフト面、送配電設備の増強・拡充等のハード面の双方から各州の電力セクター改革を支援するとともに、②発電を始めとする事業への実施主体としての取り組みを強化していくことを検討している。

2）本件との関連

・本件で対象とする州及び技術協力内容は、上記1）で説明した「インド電力研究会」の最終報告書の内容と合致するものであり、グジャラート州の配電部門の改革を通じて、我が国の官民協調によるインド電力セクターへの開発協力に貢献するものと期待できる。

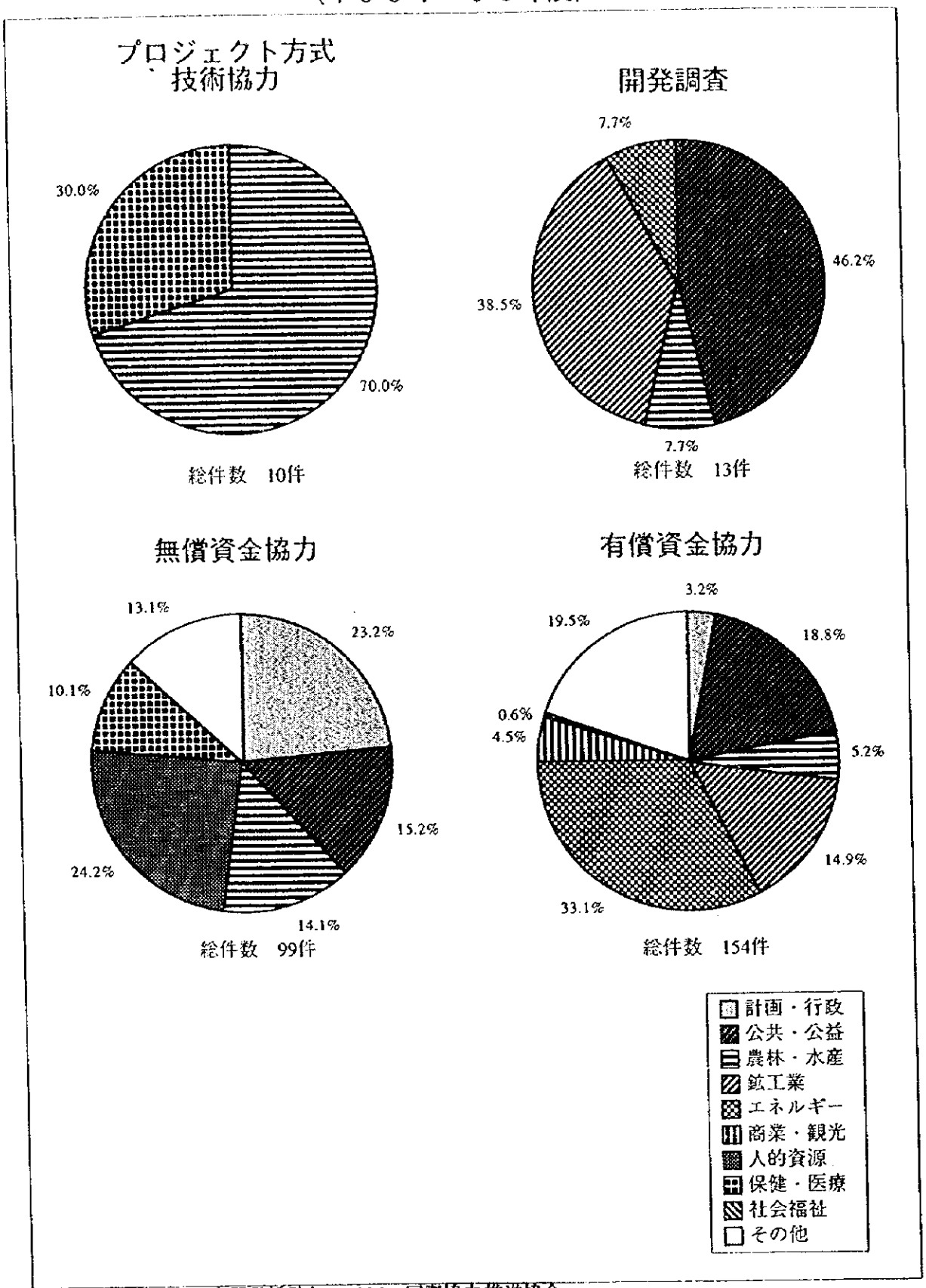
我が国の対インドODA実績



	1991	1992	1993	1994	1995	96
政府貸付	852.09	384.64	247.18	828.28	443.62	822.26
無償資金協力	25.79	23.94	31.03	34.64	37.41	26.12
技術協力	13.17	16.59	17.73	23.61	25.39	21.82
ODAネット	891.05	425.17	295.94	886.53	506.42	879.26

出所　『我が国の政府開発援助』　1997　国際協力推進協会

分野別・形態別の累積実績（インド）
（１９５４～９５年度）



出所　『我が国の政府開発援助』　1996　国際協力推進協会
『国際協力事業団年報』　1986-1995　国際協力事業団
『国際協力事業団年報』作成用資料　1996　国際協力事業団
「ファクトシート」（国際協力事業団資料）　1996

３．グジャラート州配電事業の概要

（1）GEB の概要

以下に、グジャラート州並びに GEB の基礎的なデータを示す。

・人　　口：4,100 万人（1997 年）

・面　　積：196,024ｋｍ2

・販売電力：24,696 万 kWh（以下数値は 1995-6 年実績）

・最大電力：4,717MW（負荷制御がなければ 6,444MW の想定）

・契約口数：約 600 万口

・電源設備：4,345MW（主な内訳は水力 9%、火力（石炭）85%、火力（ガス）6%）

・電力消費の内訳：商業 14.6%、工業 48.8%、農業 32.25%、その他 4.3%

・一人当たりの消費量：６２２ｋＷｈ

・需要の伸び：７．８％（1980-1993 年平均）

・組織

・ヘッドオフィス（発電・送電・配電）

・サークル（グジャラートを１９のサークルに分割。なお、今回のプロフィットセンター設置予定のケッダとラジコットはこの 19 のサークルのうちの２つ）

・ディビジョン（一つのサークルが７つのディビジョンを持つ）

・サブ-ディビジョン（一つのディビジョンが６つのサブ-ディビジョンを持つ）

・職員数：約 45,000 人

・送変電設備

電圧階級	変電所の数	送電線の亘長（ｋｍ）
400kV	6	1,314
200kV	４７	7,961
132kV	４４	4,153
66kV	４８７	11,802
33kV	5	150

（2）サイト視察結果

a) 事前の質問表への回答とケッダにおけるサイト視察で判明した配電設備に関する主な調査結果を表１に示す。（詳細は資料６，７を参照）

表１　主な調査結果

調査項目	グジャラート州の現状

電圧・周波数基準と管理方法	・230,400V,11kVが定格であり、電圧変動は±8%以内 ・周波数は 47.5-51.5Hz。ただし、周波数が低下すると、以下のように負荷を開放していく。 47.9Hz：農事用負荷の開放 47.8Hz：11kV高圧需要家負荷の開放 47.7Hz：６６ｋＶ需要家、さらに11kV配電線の開放 47.5Hz：発電機系統解除 ・サンプリング測定にて適正電圧を維持（？） ・変圧器にタップはない。配電用変圧器はタップを持っており、オペレータが手動で電圧調整
設備形成の考え方	・都市部の重要需要家がある場所についてはリング系統を使用しており、事故時も停電はない。（この地域は都市部であり、今回の調査対象外） ・その他（今回の対象地域）は放射状系統であり、連系がないため事故が発生すると当該配電線すべてがとまる。なお、幹線に開閉器はない。
系統構成	・架空の放射状形状。幹線に開閉器はほとんどなく、他配電線との連系もなし ・地中系統はない
供給電圧・電気方式と契約	・高圧：11kV（主）/22kV３相３線式（中性点直接接地：抵抗　は１Ω以下）　契約容量は100kVAから2,500kVAまで ・低圧：230V/400V、３相４線式　契約容量は100kVA未満
配電用変電所・配電線の容量	・10MVAＸ３台が標準、負荷によって5,15MVAのオプションもある ・配電線は150,250A/回線、稼働率は80%以下で、それを超過すると配電線新設を計画する。
契約状況	業種別（例えば、居住者・商業・高圧(11kV 受電)工場・低圧（400V 受電）工場・農業・水道・街路灯等）
需要想定	過去のトレンドから
系統及び区間の負荷把握方法	系統の負荷は、現状の負荷＋新設需要家の契約容量から推定。なお供給待ちの需要家リストがあり、それにより新設需要家の容量が推定できる。なお需要率は35%を使用。新設数は１年間でおよそ、高圧需要家350件、低圧需要家：電灯25万件、工場１万件、農業３万件である。
信頼度の考え方と現状	・都市部の病院・鉄道等の重要需要家についてはリング方式のため事故停電なし。 ・一般の需要家は放射系統のため事故により2-8時間停止する。
電力損失の現状と対策	送配電ロス：19%(1996-97年)
電力量計の施設状況と封印	検針員が見やすい場所に設置。封印を使用している。
機材の標準化	標準化されており、メーカー検査にGEB職員も立ち会い、納入している。
機器の管理	すべての配電線機器容量・製造者・設置年度については登録されている。変圧器の系統図は保持している。
配電線保護	配電用変電所・柱上変圧器・低圧配電線・引き込み線・屋内配電線それぞれに過電流ヒューズが設置されており、変電所には地絡リレーも設置されている。ただし、保護協調については考慮されていないと思われる。

配電線事故対応	配電線の短絡・地絡事故で変電所のＣＢが動作し、配電線は全停となる。30-60 秒後、オペレータが手動にて再送電を行う。再び事故が発生した場合は、作業員が現地に出動し、分岐の開閉器をすべて off とする。その後送電し、事故が発生しなければ開閉器を順に on としていく。 なお、事故数は再送成功事故８．８回 / 月・回線、再送不成功事故は１．７回 / 月・回線

b）調査結果へのコメント

配電設備作成のための基本的な考え方あるいはデータ収集・管理等の基本的な部分は非常にまじめに実施されていた。しかしながら、いくつか改善すべき点としては以下のような事があげられる。

・設備全体へのコメント（信頼度向上）

・配電線の幹線に開閉器がほとんど設置されていないため、ひとたび事故が発生すると事故点が判明するまで配電系統全体が停止し、事故が幹線または開閉器がない分岐線にあった場合には、事故点が分離されるまで配電線全体が停止してしまう。そのため、信頼度の向上・設備有効利用のために、幹線への開閉器設置が検討すべき第一点と思われる。

・電線がすべて裸線であり、かつ、樹木が多くその中を配電線が通過していたり、また、凧上げが非常に盛んな地域のため多くの凧が配電線に引っかかったままとなっている事から、安全性・信頼度を考慮した場合、絶縁電線を使用する事が検討すべき第二点と思われる。

・ロス低減へのコメント（電圧変動の減少）

・現在ＬＤＣは変電所の送り出し電圧を一定とするようにオペレータにより、マニュアル操作が実施されている。負荷中心点での電圧が一定となるようにプログラミングをする事により、配電線の電圧変動をより少なくするような、よりきめ細かい制御が可能となる。

・配電線の末端における電圧は管理されていない。（電圧降下の計算はしているそうだが、測定はしていない）そこで、これを管理し、電圧降下が大きければ SVR を使用する等して電圧を一定以内に保つことが必要である。

・現在柱上変圧器にはタップがない。そこで、タップ付の変圧器を使用する事により、的確な電圧で供給が可能となる。

・ 400V 系統については管理していないが、供給範囲が柱上変圧器を中心として 1km 四方もあるため、この系統の管理も 11kV と同様に行う事でロス低減が可能と思われる。また、変圧器を小容量とし、400V 系統のスパンを短くする事も一つの案である。

・農業用のポンプにタイムスイッチを設定する事も一つのオプションであると思われる。

・ノンテクニカルロス低減へのコメント

・電力会社と需要家との責任分界点を明記する事が必要と思われる。これによって、盗電した場合に明確に判断が可能となる。

・設備管理へのコメント

・現在のデータ管理はしっかり行われている。しかしながら、今後の需要増加（現在 7-8%/年の需要の伸び）に伴った管理対象設備は飛躍的に増加するものと思われる。そこで、コンピュータを使用する事も一つの考え方と思われる。

（3）今後重点的に協力すべき分野の検討

a) 基本的な考え方

今回の実施予定プロジェクトの特徴としては、GEB 側からの要求が明確になっていない点である。通常、信頼度をこの程度にして欲しいあるいは事故数をこの程度に減少させて欲しい等の明確な目標が示されるが、今回はいっさいこのような目標は示されていない。そこで、配電業務について設備形成から工事・要員教育まで調査した結果、

○ GEB が現在考えているプロジェクトのマンパワー（１年間、２５人・月）を考慮した場合、コンサルトの内容を計画から保守・運用にわたる配電業務全般からプライオリティを付け、ある程度絞り込む必要がある事

○ 現状では電源設備が不十分であり、電灯ピークに併せて、農業用ポンプ負荷を制限している状況にあるため、ロス低減対策は GEB としては是非とも解決したい問題である事。

○ 現状の設備から、開閉器を幹線に取り付ける・低圧系統を短くする等比較的容易な対策にて配電線の信頼度向上・ロス低減が可能な事。

より、「配電系統電力損失改善・信頼度向上のための配電設備計画」という部分に焦点を絞り、その波及効果として改善が可能な設計・保守面への提言も行い全体的なレベルアップを図っていく事、が現実的であると考えられる。

b) 具体的な実施方策

あるエリアを選定し、その地域における現状の配電線を基本とし、いくつかの対策（幹線開閉器の設置、絶縁電線への張り替え、ＬＤＣのプログラム化等）を実施した場合の、費用（機器コスト、建設コスト）対効果（電力損失の低減、信頼度向上等）の評価より、最も有効な対策の順位付けを行う。その後、その順位付けに従い、実際の機器を取り付け（モデルエリアの一部）、検討結果の正当性を検証すると共に、評価結果を設計・保守等の他業務へと取り込み、配電業務全般のレベルアップを図っていく。併せて、GEB 職員への２－３週間の設備形成・管理、運転・保守、サービス等についての研修を実施し、日本における設備・仕事のやり方への理解を深め、プロジェクト実施のためのカウンターパー

トナーとする。以上をまとめると、

・モデル地区において、現状の配電線をベースとし、改善方法（開閉器の設置、電線の被覆化等）毎に、電力損失・信頼度・建設コスト等についてシミュレーションを実施し、評価を行う。

・評価に基づき、実線路に機器を取り付け（モデル地区の一部）その効果を検証する。

・評価に基づき、改善が可能な部分（例えば、設計基準の変更、保守体制の変更）についてマニュアル等の変更を実施する。

・日本の電力会社において、２－３週間の研修を実施し、GEB 職員の日本の電力設備・運用方法への理解を深める。

この内容は、グジャラート州からの要請内容(TOR)における第一ステップの一部と内容が重複するため、グジャラート州側も受け入れやすい内容と思われる。

インド・グジャラート州における調査結果

具体的調査項目

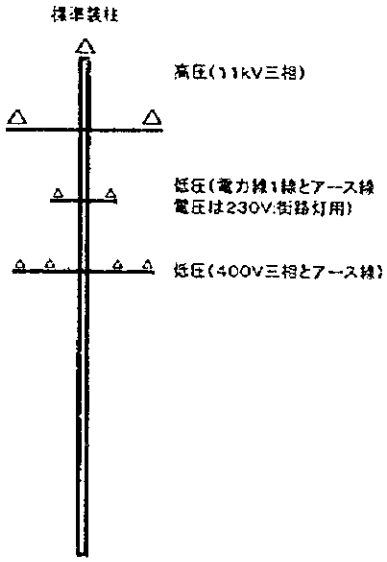
(配電の受け持ち電圧範囲は 66kV 未満)

調査項目			グジャラート州の考え方・実態
設備形成	系統構成と容量	供給電圧（電気方式）と契約kW	230（単相二線式）400V（三相四線式）契約は 100kVA 以下 11kV（三相三線式、中性線直接接地(1Ω以下)）契約は 2,500kVA 以下 66kV、132kV（三相三線式）2,500kVA 超過
		系統構成（電圧・地中・架空別）	架空の放射状系統、連系はない。また、幹線開閉器はほとんどない。 地中系統はない
		設備形成の前提となる事故発生状況	リングシステム（一部の都市）では停電なし。それ以外の放射状系統は連系がないため事故が発生すると長時間の停電となる（幹線開閉器がないため事故が発生すると配電線全体が停止する）。
		変圧器の容量と供給範囲	・22/11/0.4kV 三相変圧器 柱上：25,50,63,100,200kVA 台座に設置：200,300,500kVA ・66/11kVA 三相変圧器 台座に設置：5,10,15MVA ・供給範囲は 1km 四方、供給前に電圧降下の計算は実施している。
		低圧系統は標準化されているか	三相四線式の架空系統が基本。電線はアルミの裸線。標準装柱は別紙
	負荷の把握	系統及び区間の負荷把握	供給待ちリストがあり、そこから各配電系統の増加需要が把握できる。（年間の工事軒数は、高圧：350 件、低圧：電灯 25 万件、工場 1 万件、農業 3 万件）
		系統・区間の電流値の把握	変電所のオペレータが 1 時間毎に 2 4 時間電圧・電流を台帳に記録している。区間はない。
	設備形成・設計方針	変圧器の電流把握	柱上変圧器のピーク電流測定は実施している。（方法・機器については今回調査できず）
		ピーク値の換算	需要率は 35%を使用
		配電用変電所・配電線の容量	10MVA 三相変圧器 3 台が標準。しかし、負荷状況におおじて 5,15MVA を使用。配電線容量は 150,250A であり、通常 80%以下の稼働率で運用。80%を超過すると配電線の新設や分割を考える。
		電圧管理の実施状況	配電用変電所に off-load タップチェンジャーを使用 柱上変圧器はタップなし 66kV 以上の変電所には on-load タップチェンジャーを使用

		機材は標準化されているか（サイズ）	されている
		スペックは設定されているか	もちろん
		購入機材の品質管理方法	品質管理基準により工場で GEB 職員の立ち会いの基、検査と試験が実施される。
設備管理	設備管理の考え方	機器の製造・施設年、製作メーカーの管理	すべての配電線機器容量、製造者、設置年については登録されている。配電用変圧器系統の場所の図面は登録されている（メータの場合、すべての機器について製造者・製造番号・試験結果等が台帳に記録されて保管されている。）設備間の連系については１１ｋＶ系統はお客様も把握しているが、それ以外は把握していない。
		設置場所の管理	
		需要家と設備の関連の管理	
	マップの管理手法	管理手法	紙で管理されている。（電子化はされていない）
保守・管理	巡視・点検	基本的考え方	TEPCO と同じ
		周期	年間を通して、実施されており、さらにモンスーンの季節の前後に実施されている。
	保安規定		安全についての考え方は、規定・安全手順・研修・安全機器の使用等を通じて示されている。
	不良の実態と改修状況	実態	巡視者と工事者が組みとなって巡視を行っており、不良個所を見つけ次第改修をしている。
		改修状況	
	巡視者のスキル		
	劣化診断		劣化診断は実施していない。
投資管理	設備予算	工事目的別予算を実施しているか	予算はそれぞれの計画別に供給している。
		投資目標（単金）管理をしているか	
	損益予算	修繕工事・改良工事等の投資管理をしているか	
	工事負担金	新設需要家への工事負担金請求の例はあるか	必要とされる設備コストはお客さま負担。
供給信頼度・サービス	電圧・周波数	電圧・周波数の維持基準について	電圧は定格の±８％ 周波数は 47.5-51.5Hz の間。ただし、周波数が低下すると、以下のように負荷を開放する。 47.9Hz：農事用負荷の開放 47.8Hz：11kV 高圧需要家負荷の開放 47.7Hz：66kV 需要家、さらに 11kV 配電線の開放 47.5Hz：発電所系統解除

		電圧維持の確認手法について	TEPCO と同様
	信頼度	考え方と現状	・都会の重要需要家（病院・鉄道等）はリング系統で送っているので停電はしない。 ・地方系統では工事停電は新聞で通達し、事故時には要求によってはジェネレータを用意している。 ・放射状の系統では通常事故時 2-8 時間停電する。
		電力損失の現状	１９％　(1996-1997)　送電端電力から販売電力まで
		電力損失への対策	系統の改善、機器の検査、故障変圧器の交換
	事故統計	事故は統計的に処理しているか	事故停電の記録は件数と原因分析結果について管理されている。
		対策は設備形成・作業等に反映されているか	発生頻度が高い事故については、TEPCO と同様に解析されている。
収入確保	設備区分	引き込み線と内線の区分	メータの１次側までが電力会社の資産、メータは電力会社が需要家に貸し出しをしており、メータ以降は需要家の資産
		電力量計の施設場所と封印	メーターは検針員が見やすい場所に設置。シールは使用される。
		電流制限器の設置	ＭＣＢが使用される。
	申し込みから供給までの日数	標準処理日数の考え方はあるか	仕事の残量と資材の手配時間による。 供給停止は優先基準に基づき行われる。
		各工程の管理	供給申し込みから供給停止まですべての工程は違う記録により管理されている。
	計量器	精度	法的な規制はない。ただし、大口需要家については６ヶ月に一回程度標準器にて精度を確認している。
工事	工事体制	工事は外注 or 直営	TEPCO と同じ
	装備	安全面	安全性は機器製作時に十分に検討されている。
		工事効率面	TEPCO と同じ
	工事実施班の構成		構成は線路点検者、線路工事者、協力者、見習い工事者からなる
要員教育	研修センター	研修の対象職種	すべてのエンジアは GEB 入社後研修を受ける。すべての線路工事者は定期的に研修を受ける。
		研修期間	エンジニア：２ヶ月 線路工事者：１．５ヶ月
		研修設備	エンジニア用に１カ所、線路工事者用に８カ所の設備が整った研修施設がある。
	技能認定制度	対象職種	すべての研修において試験があり、それに通った研修者は認定をもらえる。
		認定方法	
その他	契約形態		業種別に A-1 フォームというのがある。その業種とは、居住者・商業・ＨＴ産業・ＬＴ産業・農業・水道・街路灯等

	需要想定の方法		過去の傾向から
	配電線の保護方式		高圧配電線：過電流・地絡リレー 柱上変圧器：過電流ヒューズ 低圧配電線：過電流ヒューズ 引き込み線：過電流ヒューズ 屋内配電線：過電流ヒューズ 保護協調までは考慮していない
	配電線事故対応方法		事故発生により変電所のＣＢがトリップ。オペレータが 30-60 秒後に手動にて再送電。再事故が発生すると、工事者が現地に出向。枝線にある開閉器をすべて off にして再送電、事故がなければ開閉器を一個づつ投入して事故区間を発見する。



サイト見学結果

1．日　時　　1月19日（月）　8時30分　―　17時

2．場　所　　ケッダサークル　アナンド変電所（ヴァドダラの80km北）

3．結　果

1）変電所設備

・ 変圧器の結線はΔ―Yで、接地抵抗は1Ω以下の直接接地

・ ＬＤＣにて電圧制御。ただし、制御方式はオペレータが電圧を確認し、手動にて変更する。

・ バンク2次側に母線があり、3つの変圧器を接続している。（バンキング方式）なお、この母線にて11ｋＶの電圧を測定している。

・ ＶＣＢがあり、ここにて短絡・地絡事故配電線を分離している。

・ 配電箱があり、ここで配電線電流を測定している。

・ 地絡リレーの感度は負荷電流の最大想定値の 20%に設定しており、感度時間は0.03秒である。

・ 変電所には24時間オペレータが駐在しており、各バンク・配電線の負荷電流・電圧については1時間おきに台帳に記録している。

・ ピーク負荷（午後6時から 10 時）カットのために、この時間帯には、農業用のポンプが動作しないように、農業地域には2Φで送電。さらに、農業地域を2つに分けて、それぞれ12時間のみの3Φ送電をしている。（例：農業用A配電線は午後 10 時から午前 10 時まで3Φで送電し、それ以外は2Φで送電、一方、農業用B配電線は午前6時から午後6時まで3Φで送電し、それ以外は2Φで送電）

2）配電設備（11kV ライン）

・ 標準装柱（別紙）

・ 電線は鋼芯入りアルミ6芯の裸線、容量は 150A と 200A。なお、電線の接続には、圧着端子を使用。（専用の器具で圧着）

・ 電柱はコンクリート柱と鉄柱を使用しており、その使用クライテリアはない。高さ28－32Feet、4角柱で末端は一辺11inch、上部は一辺4inch。電柱の間隔は 50-60m（もう少し短く感じた）であり、風力加重を計算して距離を決めているとの事（？）

・ 碍子は使用されており、インパルス耐電圧 28kV、耐通電電圧 16kV（すべての 11kV 機器は Indian Standard Specification によって、この値に決められている。）

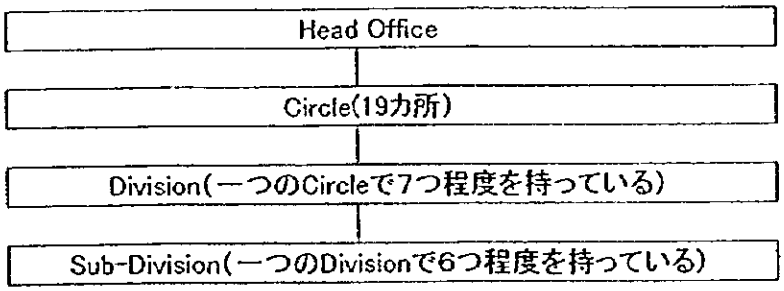
・ 避雷碍子も柱上変圧器使用カ所に使用されている。
・ 開閉器はほとんどなし。分岐カ所にスイッチ（歯形スイッチの大きい物箱なし）がある。
・ 通信線は同じ電柱には添架していない。

3．ポールトランス
・ 変圧器は３Φ変圧器を使用しており、H柱に乗っている。
・ １次側・２次側共にヒューズが設置されている。

4．低圧配電線
・ 使用電線は鋼芯なしのアルミ７芯裸電線。種類は 34,50,55mm 2
・ 街路灯用に２線(230V)が別に設置してある。その理由は、街路灯の電源の重要性と街路灯用の料金は市が支払うため（変圧器柱に街路灯用のメータが設置されている）である。

5．引き込み線並びに内線
・ 農業用灌漑ポンプへの供給点にはメータがない（定額料金）
・ メータは電力会社所有であり、それをお客さまに貸し出している。財産分界点はメータへの電源線までが電力会社、メータを含めた負荷側はお客さま。計量器の回転部分には封印があったが、計量器の端子部分がむき出しのままであった。（この点について質問したところ、「工事中なのでむき出しのままとなっている。通常はここにもカバーがあり封印をしている」との事？）

6．その他
・ 組織は、



・ Sub-Division はサービスセンター・コンプレインセンター・収入センターから構成され、それぞれの役割は、

サービスセンター：メンテナンスオペレータが常駐しており、事故発生時にはコンプレインセンターからの指

示で現場に出向する

コンプレインセンター：お客様からの苦情や、配電線事故の情報を変電所から受けサービスセンターへ出動を要請する

収入センター：低圧受電のお客様はここにお金を払いにくる

- 高圧受電のお客様は Division で料金を支払う。
- GEB 管内には４つの資材センターがある。Head Office で注文・精算した資機材を資材センターで管理している。
- すべての Circle に１つのトレーニングセンターがある。
- サービスセンターにはジープが一台あり、事故時・苦情時等にはこれで対応している（無線なし）
- 配電線事故は

  再送成功事故：１０５回/月（８．８回/月・回線）

  再送不成功事故：２０回/月（１．７回/月・回線）
- 力率は変電所で約７０％
- 需要のピークは５月から７月頃の非常に暑い時期

以上

資 料 集

1．TOR
2．質問票および回答
3．署名済M/M
4．写真集

1. TOR

AN ND13338DB (平) P.02 取扱注意

ND: 13338-2

GUJARAT POWER SECTOR DEVELOPMENT PROGRAM
TECHNICAL ASSISTANCE TO DISTRIBUTION PROFIT CENTERS

TERMS OF REFERENCE FOR PHASE-1

A. Background

1. The Gujarat Electricity Board (GEB) has decided to improve its distribution activity through (i) greater delegation of powers to staff at the local level; and (ii) greater consumer orientation. To this effect, GEB initially proposes to convert two of its distribution Circles at Kheda and Rajkot into independent profit centers. A third Circle at Mahesana will be similarly positioned, although it will not be declared a profit center at this point in time on account of its consumer mix which has a predominance of agriculture consumers whose tariffs are way below costs of service. It is the intention of GEB to change the business practices in these Circles to improve (i) technical efficiency and reduce losses; (ii) reliability and quality of power supply; (iii) consumer services such as billing, collection, maintenance of accounts, conservation of power and fault reporting.

2. The Asian Development Bank (the Bank) is assisting GEB in improving its distribution activities based on the above strategy. The Bank is providing technical assistance for upgrading the financial management in Kheda and Rajkot Circles and is proposing to finance procurement of goods and services for upgrading and extension of the distribution network in the three Circles as well as for a pilot project involving water and energy conservation measures in Mahesana Circle.

3. In order to instill modern business practices on the technical and commercial side of distribution operations, GEB is interested in obtaining "twinning" services from an international utility of repute (the Consultant) for each of its three identified Circles. These services would comprise two Phases. Phase-1 will comprise of a development study where the Consultant will dispatch short-term experts to review various systems and procedures in the Circles and provide short-term visits for exposure of GEB technical staff to modern utility practices. Phase-2 will consist of a project style assistance where the Consultant will implement the recommendations of the Phase-1 development study. This will include more specific consulting services, dispatching of experts on a medium-term or long-term basis, procurement of computers, office equipment and training facilities and training of GEB staff through medium-term or long-term deputation.

B. Scope of Services For Phase-1

4. The Consultant shall examine existing systems and procedures in GEB's distribution operations and suggest all measures, technical and managerial that may be necessary to upgrade the distribution operations in the Circles to have a target of achieving nearly the same levels of reliability, quality of power supplied, distribution loss, manpower to consumers ratio, and consumer orientation that its own distribution activity has. This change will be effected over a period of five years. The Consultant will also organize short-term visits by GEB counterpart staff to its own facilities to expose GEB staff to modern practices. The recommendation of the Consultant will lay the basis

取扱注意

ND: 13338-3

for more detailed project style assistance to implement the recommendations made in this Phase.

5. Specifically, the Consultant will :

a) Study the existing distribution network with reference to its design criteria and suggest modifications in the overall criteria as well as in the detailed specifications of any network component so as to reduce losses, reduce theft, improve maintainability with less manpower and improve quality and reliability of power supply.

b) Study the operations and maintenance procedures currently being used, and recommend the possibility of using more efficient and effective operation and maintenance procedures and identify the tools and other facilities required to adopt these procedures.

c) Study the current management information systems (MIS) in use in GEB at the Circle level and devise a modern, computer-based information system for use by the Circle management at each executive level in the network. Prepare specification for procurement of the computer hardware and software required.

d) Prepare a detailed manpower projection for the Circles, outlining the skills required at each level. Prepare a detailed training program for GEB's staff at each level corresponding to the manpower plan with the existing manpower or alternatively provide suggestions for recruiting manpower from outside the Circles or outside GEB. Training could include exchange of manpower between the Circles and an operating group in the Consultant's distribution activities.

6. The expected effort of the Consultant over the one year cooperation period is expected to be 25 person-months. The work will be performed by Consultant experts who will come for short visits of about one month each to Gandhinagar, Baroda and the Circles. The cost of the assistance for Phase-1, including consulting services, minor procurement of office equipment and provision for short-term visits of GEB staff is expected to be $1.5 million.

C. Reports

7. The Consultant shall submit an inception report within one month after fielding his experts, outlining the strategies proposed to be adopted for the Phase-1 study. There will be tripartite meeting after submission of this report involving the Consultant, GEB and donor agencies, the conclusion of which will determine further course of activities to be taken by the Consultant.

8. The Consultant shall submit a detailed report at the end of his work which shall give the recommendations of the study, including a detailed plan for implementing the Phase-2 of the study and a terms of reference for the consulting requirements under Phase-2. The draft of this report will be circulated to all concerned agencies for comments and a tripartite meeting will be held in Baroda to discuss the report. Based

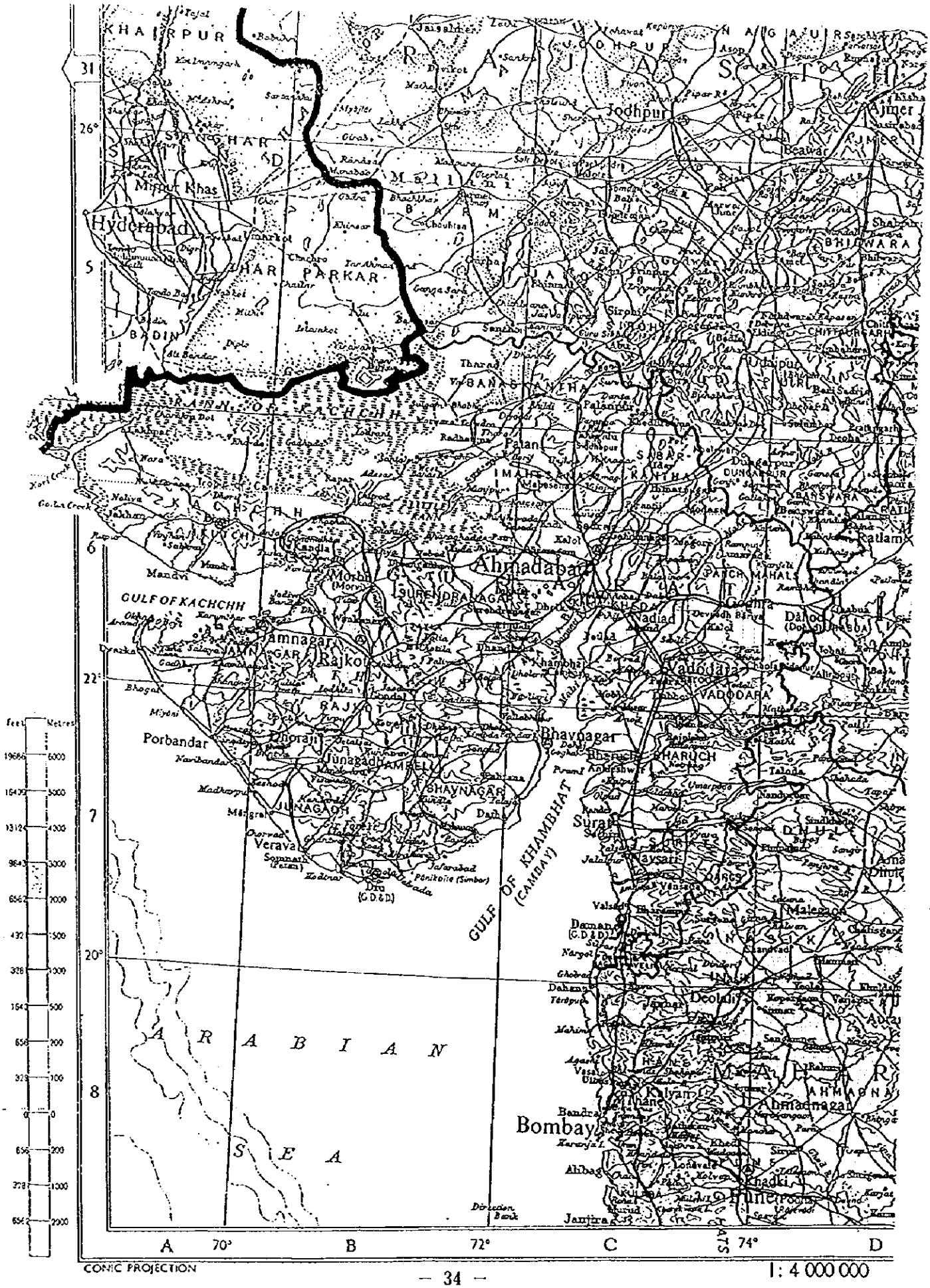
取扱注意

ND: 13338-6

on the comments and suggestions received, the Consultants shall prepare the final report which shall become the basis for Phase-2 of the assistance.

D. Counterpart Assistance

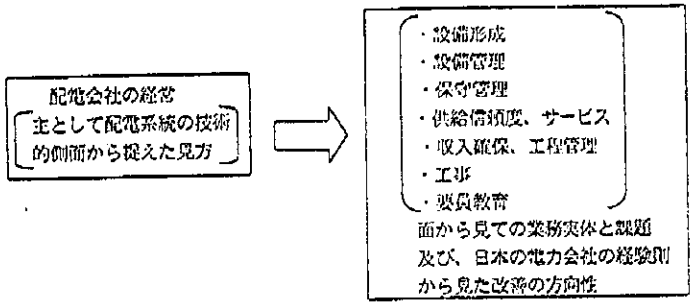
9. GEB shall provide counterpart staff to work with the Consultant so as facilitate understanding of the present systems used by GEB. GEB will also provide transport and international communication facilities to the Consultants during their stay in Gujarat.


KHAIRPUR
Jodhpur
Ajmer
Beawar
Mirpur Khas
Hyderabad
THAR PARKAR
BADIN
Sirohi
Udaipur
Palanpur
Patan
Ahmadabad
Godhra
Dahod
Patlam
Nadiad
Vadodara
Jamnagar
Rajkot
Porbandar
Dhoraji
Junagadh
Bhavnagar
Bharuch
Surat
Navsari
Valsad
Daman
Deoladi
Kalyan
Thane
Bombay
Ahmadnagar
Khadki
Pune
Janjira
Verava
Diu
GULF OF KACHCHH
GULF OF KHAMBHAT (CAMBAY)
A R A B I A N
S E A
Feet
Metres
70°
72°
74°
A
B
C
D
CONIC PROJECTION
1: 4 000 000

平成9年12月19日
鉱工業プロジェクト選定確認調査団

インド・グジャラート州における事前調査項目表

1．基本的な考え方
下記のフローを基本として調査分析し、改善策の立案をはかる事としたい。



2．具体的調査項目

調査項目			グジャラート州の考え方・実態	東京電力（株）における考え方・実態	備考
設備形成	系統構成と容量	供給電圧（電気方式）と契約ｋＷ		100（単相二・三線式）,200V（三相三線・V結線三相四線式）：50kW未満 6.6kV（三相三線式、中性点非接地系統）：50－2,000kW 22kV（三相三線式、中性点中抵抗接地系統）：2,000－10,000kW	
		系統構成（電圧・地中・架空別）		6.6kV：架空は３分割３連系、地中は４分割２連系の樹枝状系統。なお、地中系統は都市部の高需要地区に適用 22kV：スポットネットワークまたは本線・予備線方式	
		設備形成の前提となる事故発生状況		n-1 を前提として設備形成を行う。6.6kV 系統については単一設備事故の場合、事故区間を除く健全区間に対して短時間で供給回復。22kV 系統においては単一事故時供給支障を生じない事。	
		変圧器の容量と供給範囲		柱上変圧器は、単相が基本であり、動力の場合には単相変圧器を組み合わせて使用する。容量は,10kVA から 100kVA まである、供給範囲は負荷の分散状況と電圧降下によって決定されるが、通常は、２－３間本である。一方地中供給の場合には、三相四線式が基本であり、(30+80)kVA と(50+120)kVA がある。供給範囲は、負荷状況による。	
		低圧系統は標準化されているか		地中と架空の一部地域では３相４線式を標準パターンとしているが、一般的には電灯・動力の負荷にあわせて供給している。	

	負荷の把握	系統及び区間の負荷把握		高圧需要家の契約容量と柱上変圧器容量と数から推定	
		系統・区間の電流値の把握		・配電線自動化の導入により、配電用変電所の各変圧器の電流と、各配電線の電流はリアルタイムで把握可能 ・区間電流は区間内の需要家の契約容量から推測	
	設備形成・設計方針	変圧器の電流把握		需要家の使用電力量と契約電力より、換算(Lo-dics)	
		ピーク値の換算		各需要家の最大値に需要率を乗じて求めている。需要率は地域毎に異なり、0.2-0.65 まで幅がある。また、各変圧器のピーク発生時間帯が異なるため、不等率（1.1 程度）を使用し、系統のピークへと換算している。	
		配電用変電所・配電線の容量		配電用変電所は最終 20MVA x 3 台を標準とするが、需要の状況により、30MVA x 3 台や 10MVA x 3 台のオプションもある。また、架空配電線は一般容量として 230A/回線をまた、高密度地域に対しては 450A/回線を使用しており、地中配電線は 400A/回線を使用している。	
		電圧管理の実施状況		電圧は変電所の送り出し箇所において調整されている。また、柱上変圧器のタップにより、電圧の調整も可能である。一方、配電線が非常に長く、末端に大きな負荷があり、電圧降下が大きい場合は、SVR を設置し、配電線の電圧を一定幅以内に維持する。	
		機材は標準化されているか（サイズ）		機材はすべて仕様を作成し、それに基づき、メーカーが製作する。購入時には、製品が仕様書どうりに作成されているかの型式審査を行い、品質を試験する。また、その後の購入については、抜き取り検査を行い、品質の維持を管理している。	
		スペックは設定されているか			
		購入機材の品質管理方法			
設備管理	設備管理の考え方	機器の製造・施設年、製作メーカーの管理		すべての配電設備については、電柱別に、容量・製造年・施設年・製作メーカーがコンピュークに入力されていて、それぞれの関係（どの変圧器がどの電柱に設置されている。（設備管理データ）。一方、そのデータと系統管理(Lo-dics,セミハイ)等においては、それらのデータの関係（どの電柱から需要家へ引き込み線が接続されているのか）がわかるようになっている。	
		設置場所の管理			
		需要家と設備の関連の管理			
	マップの管理手法	管理手法		従来、配電設備図や高圧配電線図等の各種図面は紙により管理していたが、配電設備図については電子化を図り、オンラインによる検索・図面補正等を実施している。 電子化による図面補正は 100%の精度で実施されている。	

保守・管理	巡視・点検	基本的考え方		事故を未然に防止する事が目的であり、 ・巡視は配電線路及び引き込み線と他物との相対関係の良否を主体に配電線をもれなく見て回る。 ・点検は巡視では目の届かない電気工作物の機能の良否を主体に外部から目視や装置等により、詳細に調査する。	
		周期		周期は地域・機材によって異なり、1回 / 2月 ― 1回 / 2年と幅がある。	
	保安規定			規定により、保守の基本的考え方を示し、マニュアルにて詳細部分を示してある。	
	不良の実態と改修状況	実態		巡視においては、35.6カ所/100カ所の不良が摘出された。	
		改修状況		緊急を要する箇所については1週間にて改修、その他は6ヶ月で改修	
	巡視者のスキル			配電業務に長年携わった者が各機器毎の着眼点を十分理解し、実施している。	
	劣化診断			ケーブルについては、いくつかの手法を用いて、定期的に劣化状況を測定し、事故を未然に防止している。	
投資管理	設備予算	工事目的別予算を実施しているか		工事目的別に予算を管理する事により、予算全体の把握が容易になると共に、状況の変化に対応しやすくなる。	
		投資目標（単金）管理をしているか		単金管理をする事で、過大な設備作りを抑制できる。	
	損益予算	修繕工事・改良工事等の投資管理をしているか		設備状況を見ながら、項目毎に管理をしている。	
	工事負担金	新設需要家への工事負担金請求の例はあるか		架空設備で 1km、地中設備で 150m を超過する供給に対しては負担金を請求。また、お客さまが標準設備以外を求めた場合（例えば地中供給）標準設備との差額を請求する。	
供給信頼度・サービス	電圧	電圧の維持基準について		101V±6V、202V±20V（電気事業法による）	
		電圧維持の確認手法について		上記電圧維持確認のために、定期的な電圧・電流のサンプリング測定を実施している。	
	信頼度	考え方と現状		・最大停電時間を需要家の重要性を考慮し、６０分・９０分・１５０分以内の３段階に区分している。 ・一件あたりの停電回数（延べ停電回数/お客様軒数）：０．１９回/年 ・一件あたりの停電時間（延べ停電時間/お客様軒数）：５分/年	

		電力損失の現状		電力損失は5.1%（1996年）。計算方法は、（各電圧別の損失電力量の合計）/（発電所の送電電力量）各電圧別の損失電力量：配電の場合は、（配電線の送り出し電力－販売電力）		
		電力損失への対策				
	事故統計	事故は統計的に処理しているか		事故は発生件数毎に、原因別（1次原因：発生要因別、2次原因：発生工作物別）に分類し、統計資料として残している。		
		対策は設備形成・作業等に反映されているか		統計資料により、原因を分類し、 ・設備に問題があれば仕様を変更 ・作業上の問題があれば、研修の実施やスキルレス機材の開発を行い、再発防止につとめている。		
収入確保	設備区分	引き込み線と内線の区分		分界チューブを使用して、電力側と需要家側とを明確に区分している。		
		電力量計の施設場所と封印		屋内用と屋外用がある。一般住宅では、屋側に屋外用を取り付けている。		
		電流制限器の設置		一般住宅等の需要家の使用電流を電力会社と契約した値以下に制限するために用いる物で、制限値以上の電流が流れると回路を自動的に遮断する自動遮断器である。		
	申し込みから供給までの日数	標準処理日数の考え方はあるか		工事規模により、標準処理日数が決まっており、その日数以内で供給を実施する。（引き込み線のみ：2-3 日、電柱を新道などに建設し供給する場合：50 日程度）		
		各工程の管理		供給申し込みから送電までの各工程について on-line により管理しているため、一件毎の申し込みが現在どこまで処理されているかが把握できる		
	計量器	精度		負荷電流毎の許容誤差限度が設定されており、また、一定期間毎に精度の確認（検定）を行う。 普通：誤差±2%以内（500kW 以内の契約）、精密：±1%以内(10000kw 契約未満)、特別精密±0.5%以内（10000kW 以上）		
工事	工事体制	工事は外注 or 直営		工事は 100%外注で行っている。ただし、工事が設計書どうりに行われている事等を確認するために、施工品質・安全等について管理・指導している。なお、この結果から工事会社のシェアを変更させている。		
	装備	安全面		安全面を十二分に考慮し、装備を作成している（作業車から防護服まで：活線作業対応可能）		
		工事効率面		効率化向上のため常に工具・車両等の改良を実施している		
	工事実施班の構成			標準的には班長1名、副班長1名、A,B,C 級それぞれ1名の計5名で構成される		
	研修センター	研修の対象職種		技能認定対象者	系統運用G員他（自動化研修）	

		研修期間		4-5日の集中研修と現場でのOJT	習得技能レベルを設定し、その取得まで実施	
		研修設備		各支店に1カ所研修に必要な設備が整った 研修センターがある	4支店で1カ所の研修センターがある。	
	技能認定制度	対象職種		すべての配電部門新入社員を対象としA級から初めてB,C級へと全体的な技能を向上させていく。(入社一10年)		
		認定方法		実技の確認、関連知識の確認(ペーパーテスト)、面接により、取得技能を確認し、認知していく。		
その他	契約形態			電灯、電力(業務用、小口、大口)と分類されている		
	需要想定の方法			契約種別(電灯、業務用電力等)別の過去からのトレンドから増分を想定し、それに個別の新規需要(大型団地の新設等)を加えて、全体の需要を想定する。		
	配電線の保護方式			高圧配電線:過電流リレー、地絡リレー 柱上変圧器:高圧ヒューズ 低圧配電線:低圧ヒューズ 引き込み線:電線ヒューズ 屋内配電線:低圧ヒューズ、配電線用遮断器、漏電遮断器		
	配電線事故対応方法			事故発生時、変電所のCBが動作し、配電線が停止するが、1分後の再送電時に、配電線の開閉器についている時限式事故操作器により、事故区間が判明する。健全区間については、電源側あるいは負荷側から供給する。その後、事故区間内の事故点を探査し、事故点を除去した後に、事故区間に送電が行われる。 なお、事故点探査には、配電線の停止区間にパルス電圧を加え、事故点に流れるパルス電流の流れをアンテンにより探査し、事故点を発見する。		

Dec.24.1997
Mining &Industrial Project
selecting and confirmation investigation committee

Pre-investigation heads table for Gujarat India

1. Basic Concept
The flow chart below is studied and analyzed as a basis to plan measures for improvements.

Management of Distribution Company
Viewed mainly from the technical aspect of distribution network

⇒

- Network Planning
- Facilities Management
- Operation & Maintenance
- Power Supply Reliability, Services
- Income Securing, Process Control
- Construction Works
- Staff Training

Present business realities and problems in view of the above aspects and possible ways of improvements based on experiences of Japanese power companies

1. Actual Study Items

Study Item			Opinions & Realities of Gujarat	Opinions & Realities of TEPCO	Remarks
Network Planning	Network Configuration and Capacity	Supplied voltage (electric system) and contract demand (kW)		100 (single phase 2&3-wire system) , 200V (3-phase 3-wire system, V connection 3-phase 4-wire system) : less than 50kW 6.6kV (3-phase 3-wire system, neutral point no-grounding system) : 50 – 2,000kW 22kV (3-phase 3-wire system, neutral point medium resistance grounding system) : 2,000 – 10,000kW	
		Network configuration (Separately: Voltage, Underground, Overhead)		6.6kV : Overhead System is a 3-dividing 3-interconnecting type, Underground System is a 4-dividing 2-interconnecting type. Both systems are radial system. The latter is applied for high demand density areas of cities. 22kV : Spot Network System or Main & Reserve System	
		Conditions of accident occurrence as prerequisite		Network is planned with n-1 as a prerequisite. As for 6.6KV network, in case of an accident of a single facility, sound sections except the section where the accident occurred will have power back in short time. In 22kV network, power supply shall not be hindered by a single facility accident.	

		Transformer capacities and supply range		A pole transformer has basically a single phase, and is paired with a single phase transformer for power use. Capacities range from 10kVA to 100kVA. The supply range is decided by conditions of load distribution and voltage drop; usually it is between 2-3 poles. Underground supply is basically done in 3-phase 4-wire system with (30+80)kVA or (50+120)kVA. The supply range is determined by load conditions.	
		Is the low voltage network standardised?		In underground and certain areas of overhead systems, a 3-phase 4-wire type is used as a standard pattern. In general, supply depends on lighting and power loads.	
	Scope of Loads	Scope of loads in systems and sections		Estimated from contract capacities & number of high voltage supplied customers and capacities and number of pole transformers	
		Scope of current values in systems and sections		• By introducing the distribution automation system, the current of each transformer at distribution substations and the current of each distribution line are obtained real time. • The current of each section is estimated from contract capacities of customers of that section.	
	Network Planning and Design Policies	Scope of currents in transformers		System(Lo-dics) which shows peak value converted from used electricity and contract demand of customers is used..	
		Conversion of peak values		Obtained from the maximum value of each customer multiplied by a load factor. The load factor differs in each area with a range of 0.2-0.65. As a peak is reached in a different time zone for each transformer, a diversity factor (about 1.1) is applied for the network peak conversion.	
		Distribution substation, distribution line capacity		Distribution substations will eventually have 20MVA x 3 units as standard. Depending on demand situations, 30MVA x 3 units or 10MVA x 3 units are offered as options. An overhead distribution line has 230A/line as general capacity, and 450A/line for high density areas. An underground distribution line has 400A/line.	
		Status of voltage control		The voltage is adjusted at a substation output. Taps of pole transformer can also adjust the voltage. When the distribution line is extremely long with big loads at ends and the voltage drop is high, an SVR is installed to maintain the voltage of distribution lines within a specified range.	

		Are equipment and devices standardised? (size)		All the equipment and devices have specifications prepared for each of them, based on which manufacturers produce them. When purchasing an item, a type test will be done to check if the product is made according to the specifications and test its quality. As for later purchases, the quality is maintained and controlled by sampling tests.	
		Are specifications defined?			
		Quality control method for purchased equipment			
Facilities Management	Concept on Facilities Management	Management of equipment: year of manufacturing and installing, manufacturer		For all the distribution facilities, capacity, manufactured year, installed year, and manufacturer per pole are input in a computer. Their relationship - which transformer is installed on which pole (facilities management data), and in these data, system management (Lo-dics, semi-high), etc., interrelation of these data(which pole is connected to a customer service line) are indicated.	
		Management of places for setting up			
		Customer & facility-related management			
	Map Management Method	Managing method		Drawings such as distribution facilities figures and high voltage distribution network diagrams used to be managed on paper. Now distribution facilities figures are electronically managed and can be searched or modified on-line. Electronic modification of drawings has 100% accuracy.	
Operation & Maintenance	Visual & Other Inspections	Basic concept		The aim is to prevent accidents to happen. ・Visual inspection will be done thoroughly for all the distribution lines, paying particular attention to the co-relational conditions of distribution lines, service lines and other objects. ・Inspection will be done for details externally by checking appearance or using devices, mainly for functions of electric appliances which cannot be covered by visual inspection.	
		Cycles		Cycles vary according to each area and each equipment, ranging from every other month to every other year.	

	Safety Regulations			The regulations show the basic concept of safety and the manuals illustrate details.	
	Status of Failures and Repairs	Realities		Visual inspection found 35.6 failures/100places.	
		Repair status		Urgent failures were repaired in a week; others in 6 months.	
	Skills of Inspector			Performed by staff with many years of experience in distribution work and full understanding of important points in each equipment.	
	Aging Diagnoses			Cables are inspected regularly for aging conditions by several methods to prevent accidents.	
Investment Management	Facilities Budget	Is a budget made for each of construction purposes?		Managing budget per work purpose makes grasp of the overall budget easier, and enables to cope with the changing situations flexibly.	
		Are investment targets(unit price per subject) managed ?		Management of unit price per subject checks excessive facilities development.	
	Profit-and-Loss Budget	Is investment managed for repair construction and improvement construction?		Each item is managed according to the facility status.	
	Construction Fee Charged to Customers	Has any construction fee charged to a new customer?		Costs were charged in cases of supply with overhead facilities over 1km and underground facilities over 150m. When a customer requires facilities other than standard ones(e.g. Underground supply), the difference from the standard cost is charged.	
Supply Reliability & Services	Voltage	On voltage maintaining standards		101V ± 6 V, 202V ± 20V (By Electric Utility Industry Bylaw)	
		On checking method for voltage maintenance		To maintain and ensure the above voltage, sampling measurement of voltage and current is done regularly.	
	Reliability	Concept and status		· With consideration to the customers' necessity, the maximum outage time is classified into 3 stages: within 60 minutes, within 90 minutes, and within 150 minutes. · Outage frequency per customer (total number of outage occurrences/number of customers) : 0.19/year · Outage time per customer (total minutes of outage/number of customers) : 5 min/year	

		Status of power loss		There was power loss of 5.1% in 1996. Calculating formula is: (Total power loss of each voltage) / (Transmission from the power station) In case of Power loss per voltage : Distribution, (Power at distribution line of substation — Electricity sales)	
		Measures against power loss			
	Forced Outage Statistics	is forced outage handled statistically?		Forces outage is classified at each occurrence for cause (primary cause : for each factor which caused the outage, secondary cause : for each object from which it occurred), and the information is kept as statistics data.	
		Are measures reflected in network planning, works, etc.?		The cause is analyzed based on the statistics data, ・ If the facility has any problem, its specification will be changed. ・ If the problem is found in working, staff training and development of skillless equipment are done in efforts to prevent the same kind of accidents to happen.	
To Secure Income	Facilities Division	Division of service lines and internal lines		By using dividing tubes, the power side and the customer side are clearly indicated.	
		Set-up places and seals of watt-hour meters		There are those for interior use and for exterior use. For ordinary houses, those for exterior use are set outside the building.	
		Current limiter installation		Used to limit the current used by customers of ordinary houses under the value in the contract with the power company. It is a automatic breaker that breaks the circuit automatically when a current over the limit flows.	
	Number of Days from Application to Supply	Is there an average supply time?		The scale of construction decides the standard handling days, and the power is supplied within the specified number of days. (Service line only : 2-3days, Pole has to be constructed on a national road, etc., for supply : about 50 days)	
		Management of stages for supply		All the stages from application for supply to transmission are managed on-line; each application can be checked to see how far its process has progressed.	
	Watt-hour meter	Accuracy		An allowable error limit is set for each load current and accuracy is checked(verified) regularly. Ordinary : error ± 2% or less (contract for 500kW or less) Accurate : ± 1 % or less (contract not exceeding 10000kw) Specially accurate : ± 0.5% or less (10000kW or more)	
Construction Works	Works System	Are works done by contracting them out or under the direct management?		Construction is done 100% by contracting out. However, to confirm that the construction is going on according to the design, management and instruction are provided for implementation quality, safety and other matters. The results could change the share of the concerned construction company.	

	Equipment	Safety factor		Safety is fully considered in preparing equipment. (From working vehicles to protective clothing : hot-line work is supported)		
		Work efficiency factor		For higher efficiency, efforts are continuously made for improvements in tools, vehicles, etc.		
	Structure of Working Force			A standard team consists of 5 people: a leader, a sub-leader, and a person from each of Classes A, B, C.		
Staff Training	Training Centre	Applicable occupation for training		Staff who need skill certificate	System operation G personnel and others (Automation training)	
		Training period		Extensive training for 4-5 days and OJT at the actual site	A skill achievement level is set and the training continues till this level is reached.	
		Training facilities		Each branch office has a training centre equipped with necessary facilities for training.	4 branch offices share a training centre.	
	Construction and Repair Skill Certification System	Applicable occupation		All the new employees in distribution department are subject; starting from Class A, overall technique is achieved with promotion to Classes B and C. (From joining the company to 10 years)		
		Certifying method		Verifying the skills and related knowledge by written test and interview, the achieved skills are acknowledged and certified.		
Others	Contract Form			Classified as lighting, power (commercial, small industrial, large industrial power).		
	Demand Estimation Method			Based on the trend of the past in each contract category (lighting, commercial power, etc.) with expected increase, and individual new customers (such as big scale apartment houses) are added to estimate the overall demand.		
	Protective Methods of Distribution Network			High voltage distribution line : overcurrent relay, earth fault relay Pole transformer : high voltage fuse Low voltage distribution line : low voltage fuse Service line : wire fuse Indoor distribution line : low voltage fuse, distribution line breaker, earth leakage circuit breaker		

	Measures against Distribution Network Faults			At forced outage, the substation CB activates and stops the distribution line, but at re-transmission 1 minute later the fault section is found by a time-delay switching provided at a distribution switch. The sound sections will be supplied from the power source side or the load side. Afterwards the fault point is searched for in the fault section, and when it is removed, transmission starts for the fault section. Searching the fault point is done by applying pulse voltage in the section where the distribution is stopped, and the pulse current flowing at the fault point is looked for by an antenna to find the fault point.	

Study Item			Opinions and Realities of Gujarat
Network planning	Network configuration and capacity	Supplied Voltage (Electric System) and Contract Demand (KW)	230 (1ϕ 2W), 400 (3ϕ 4W) Up to 100 KVA/KW. 11KV (3ϕ 3W) Up to 2500 KVA. 66KV, 132KV (3ϕ 3W) For more than 2500KVA.
		Network configuration (Separately Voltage, Underground, Overhead)	LT/HT overhead lines with radial system.
		Conditions of accident occurance as prerequisite	Back feeding of 66KV power is possible and existing while for 11/22KV sectionalizing through switches are provided.
		Transformer Capacities and Supply range	(i) 22/11/0.4KV 3-ϕ transformers – -Pole mounted – 25,50,63,100,200KVA -Plinth mounted – 200,300,500KVA (ii) 66/11KV 3-ϕ transformers – -Plinth mounted –5,10,15 MVA
		Is the low voltage network standardized?	3ϕ 4W overhead network is standardized.
	Scope of Loads	Scope of Loads in systems and sections	It is done in same fashion.
		Scope of current values in systems and sections	-The current at each transformer center is measured during the peak hours and recorded. -The current of each section is estimated from its contract demand
	Network Planning and Design Policies	Scope of currents in transformers	As above.
		Conversion of peak values	-100% capacity utilization of the transformer is used. -Voltage regulation at the far end is maintained within 8% of the rated voltage.
		Distribution substation, distribution line capacity	In 66KV distribution sub station we use 10MVA 3ϕ units, depending on demand we augment by replacement with 15MVA or adding the required capacity in parallel.
		Status of voltage control	-We use Off load tap changer for voltage regulation at distribution sub station only. -Now a days the new batches of pole mounted transformer are without tap changer and voltage regulation is done through n

			On load tap changers at 66KV sub station and above.
		Are equipment and devices standardized? (size)	It is done in similar fashion for specification and testing.
		Are specifications defined ?	Yes.
		Quality control method for purchased equipment	It is done at manufacturer's end as per quality control norms. Inspection and testing are carried out.
Facilities Management	Concept on Facilities Management	Management of equipment, year of manufacturing and installing manufacturer	For all the distribution facilities capacity, manufacturing , installed year and manufacturer are recorded in registers. Site sketch of distribution transformer net work is being maintained in registers.
		Management of places for setting up	As above.
		Customer and facility related management	As above.
	Map Management Method	Managing method	It is maintained on paper, Electronic management is not existing.
Operation & Maintenance	Visual & Other Inspection	Basic concept	The same concept is under use.
		Cycles	Pre/post monsoon maintenance as well as periodic/shut dawn maintenance is being carried out over the entire year.
	Safety Regulations		The concept of safety is being followed through regulations/safety procedures/training/providing safety equipment's.
	Status of Failures and Repairs	Realities	Fault register is being maintained for distribution line faults.
		Repair status	Faults are attended immediately.
	Skill of Inspector		It is in similar fashion.
	Aging Diagnosis		Preventive/shutdown maggerring of cable is being carried out.

Investment Management	Facilities Budget	Is a budget made for each of construction purposes ?	Budgetary provision is made for each scheme.
		Are investment targets (unit price per subject) managed ?	As above.
	Profit and Loss Budget	Is investment managed for repair construction and improvement construction?	As above.
	Construction Fee Charged to Customers	Has any construction fee charged to a new customer ?	The actual cost of line/equipment is recovered from the consumers.
Supply Reliability & Services	Voltages	On voltage maintaining standards	± 8 % of Rated voltage.
		On checking methods for voltage maintenance	It is done in same fashion.
	Reliability	Concept and status	Outage as per system requirement.
		Status of Power loss	The T & D losses for the year 1996-97 is on an average 19 %.
		Measures against Power loss	System improvement, installation checking, replacement of faulty transformers.
	Forced Outages Statistics	Is forced outage handled statistically?	Recording of forced outages are maintained.
		Are measures reflected in Network planning, works etc. ?	The cause of the frequent outages is analyzed in the same fashion.

To Secure Income	Facilities Division	Division of service lines and internal lines	No such division.
		Set up places and seals of watt hour meters	Energy meters are easily accessible to the meter readers, seals are provided.
		Current limiter installation	Current limiting MCBs are being provided.
	Number of Days from Application to Supply	Is there an average supply time?	Depending on the pending works and availability of materials, connections are released on priority basis.
		Management of stages for supply	All the stages from application for supply to release of connection are maintained in different registers.
	Watt-hour meter	Accuracy	
Construction Works	Working System	Are works done by contracting them out or under the direct management?	It is done in the same fashion.
	Equipment	Safety factor	Safety is fully considered for equipment procurement.
		Work efficiency factor	It is done in the same fashion.
	Structure of Working Force		Working force consist of a team of Line-Inspector, Lineman, Helpers and Apprentice Lineman.
Staff Training	Training Center	Applicable occupation for training	All Engineers are being trained after joining GEB. All line staff are being trained regularly.
		Training period	Engineers – 2 months Line staff – 1 1/2 months
		Training facilities	One training center for engineers and eight training centers for line staff with required facility.
	Construction and Repair Skill Certification System	Applicable occupation	All trainees have to undergo test examination and successful trainees are given certification.
		Certifying method	

Others	Contract Fonn		Standard A-1 form for all different categories – Residential, Commercial, LT Industrial, HT Industrial, Agricultural, Water works, Public lighting etc.
	Demand Estimation Method		Based on the past trends.
	Protective Methods of Distribution Network		HV line : Over current & Earth fault relay Pole mounted transformer : D. O. fuse (O/C) LV distribution line : Over current Kitket fuse/MCB Service line : Over current Kitket fuse Indoor line : Over current Kitket fuse/MCB
	Measures against Distribution Network Faults		In case of over current fault trial is being taken twice but in case of earth fault line is thoroughly checked and attended and then charged.

3．署名済ミニッツ

MINUTES OF MEETING ON THE PROJECT
IDENTIFICATION STUDY FOR THE IMPROVEMENT
OF DISTRIBUTION SYSTEM IN THE GUJARAT STATE
OF INDIA

A project identification study team (the Team) organized by the Japan International Cooperation Agency (JICA) and headed by Mr. Yoshinobu TSUJI visited the Gujarat State of India for the purpose of discussing the scope and the contents of the proposed Study for the improvement of power distribution system in Gujarat (the Study) with the authorities concerned.

A meeting was held among the Gujarat Electricity Board (GEB), a mission from Asian Development Bank (ADB) headed by Mr. S. Chander and the Team on January 17. The participants of the meeting is shown in the Appendix. This document is to confirm that each party has come to share a common view on the Study as shown below through the said meeting.

1. The appropriateness of the implementation of the Study is to be finalized through the consultation with the ministries concerned of Japan based on the report made by the Team. Thus, following items (2. and 3.) shall come into effect only after the implementation of the Study is formally approved.

2. Even though the Terms of Reference of the Study requested the implementation of both Development Study (Phase 1) and Project-type Technical Cooperation (Phase 2), JICA shall conduct its cooperation for GEB only for the Development Study scheme at this stage. The possibility of further cooperation in the Project-type Technical Cooperation scheme can be examined by the relevant section of JICA based on the result of the Development Study if a request is duly made by the Indian side.

3. The Study can be positioned as a part of the Gujarat Power Sector Development Program proposed to be undertaken by ADB. Especially, the Study has a close relation with "Financial Management Support to Kheda and Rajkot Distribution Centers of the Gujarat Electricity Board" which is one of the ADB's technical assistance programs (the TA). The Study and the TA shall complement each other in that the former will be exclusively devoted to improving distribution system of GEB from the technical point of view while the latter focuses on the financial and commercial aspects of the distribution Circles of GEB.

VADODARA, JANUARY 20, 1998

PRAMOD K. MISHRA
MEMBER (FINANCE),
GUJARAT ELECTRICITY BOARD,
GUJARAT STATE,
INDIA

辻 義信
YOSHINOBU, TSUJI
LEADER,
PROJECT IDENTIFICATION
STUDY TEAM,
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

S. CHANDER
SENIOR PROJECT ENGINEER,
ENERGY DIVISION (WEST)
ASIAN DEVELOPMENT BANK

The List of Participants

Gujarat Electricity Board

Pramod K. Mishra	Member (Finance)
N. M. Shah	Member (Tech.)
S. M. Trivedi	Chief Engineer (P & P)
R. G. Jani	Chief Finance Manager (IA)
S. A. Shah	Executive Engineer (ADB)
M. S. Patel	Executive Engineer (Transmission)
B. M. Patel	Supdt. Engineer (Transmission)
R. M. Panchal	Dy. Engineer (ADB)
G. V. Parikh	Supdt. Engineer (O & M), Anand
A. H. Dhebar	Officer on Special Duty (Distribution)
V. N. Vyas	Accounting Officer, Anand
M. C. Patel	I/C COA
V. P. Dixil	Supdt. Engineer
C. D. Menan	Dy. Engineer

Asian Development Bank

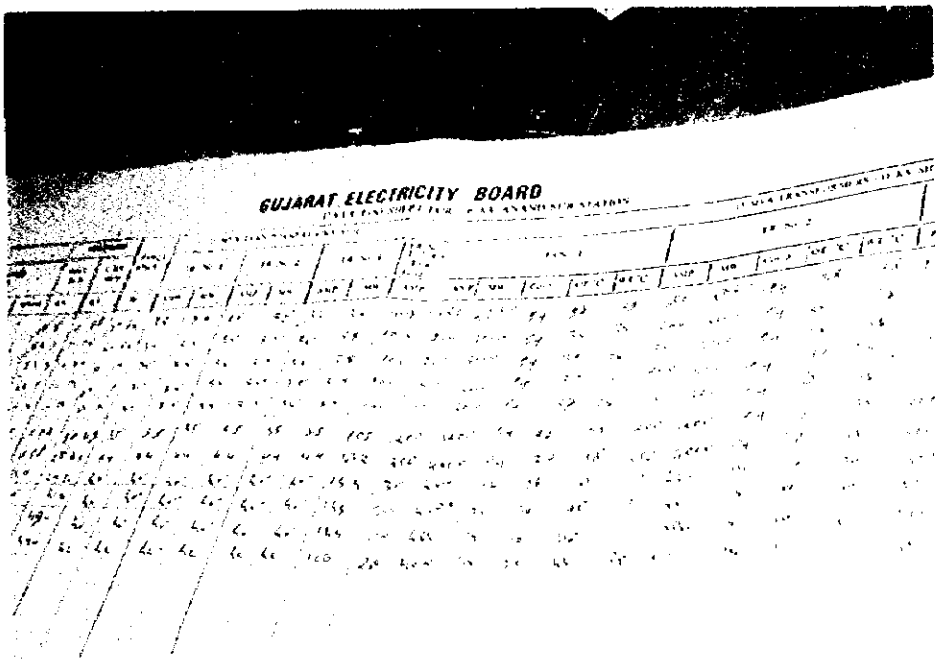
S. Chander	Senior Project Engineer, Energy Division (West)
Hiroshi Nakajima	Project Engineer, Energy Division (West)
Hiroki Kobayashi	Project Engineer, Energy Division (West)
	Infrastructure, Energy and Financial Sectors Department (West)
Ajay S. Guha	Project Implementation Officer, India Resident Mission

JICA Study Team

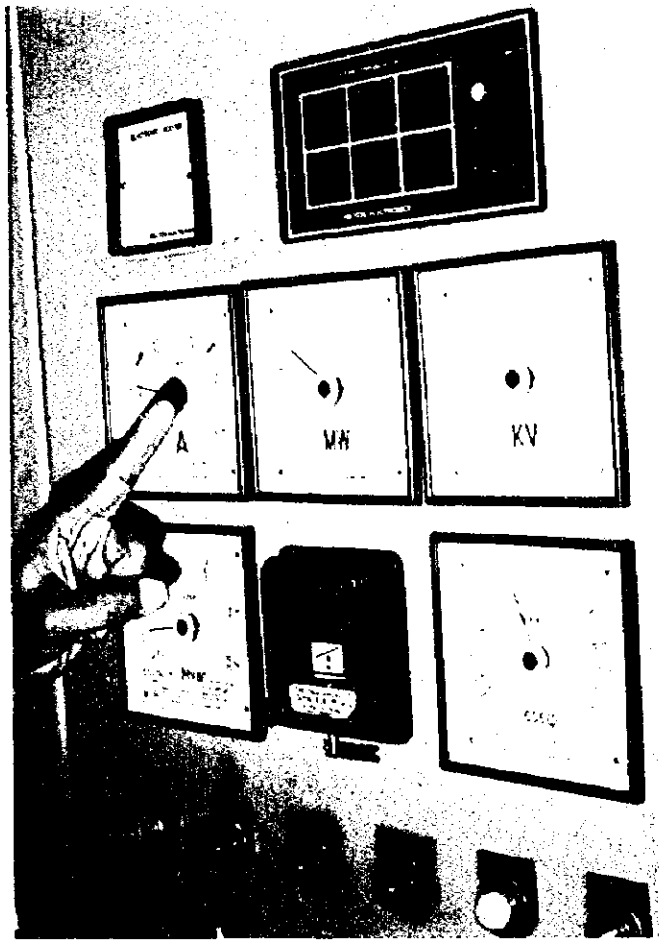
Yoshinobu Tsuji	Leader
Takashi Koizumi	Technical Cooperation Policy
Kazuhisa Hasegawa	Technical Cooperation Administration
Ryohei Ito	Power Distribution System
Noribumi Shinohara	Demand Side Management
Minoru Yamada	Study Planning
Toshiaki Tanaka	Deputy Resident Representative, JICA India Office

4．写真集

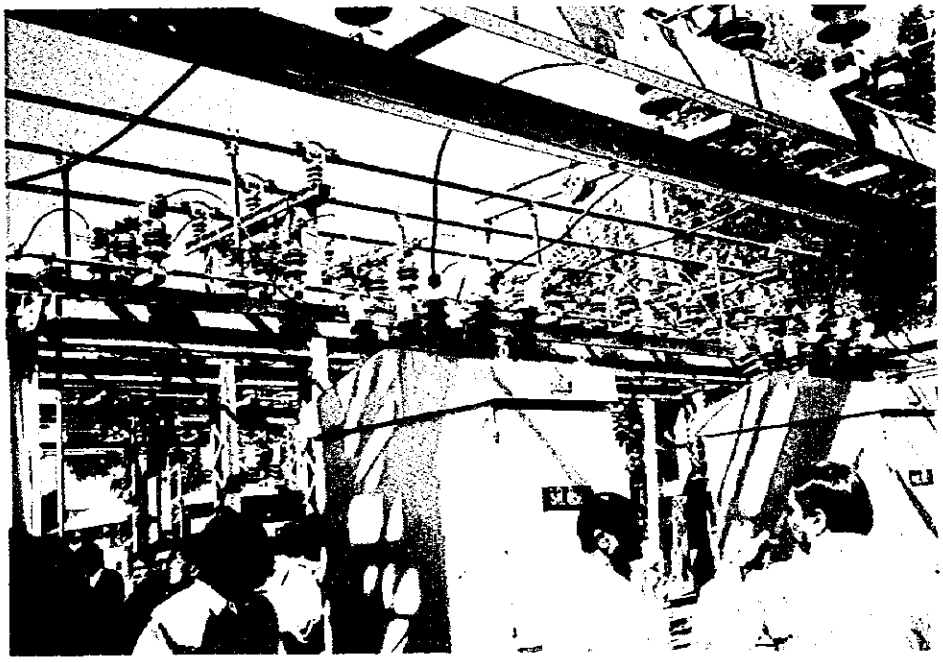
15MVA変圧器（ANAND変電所）



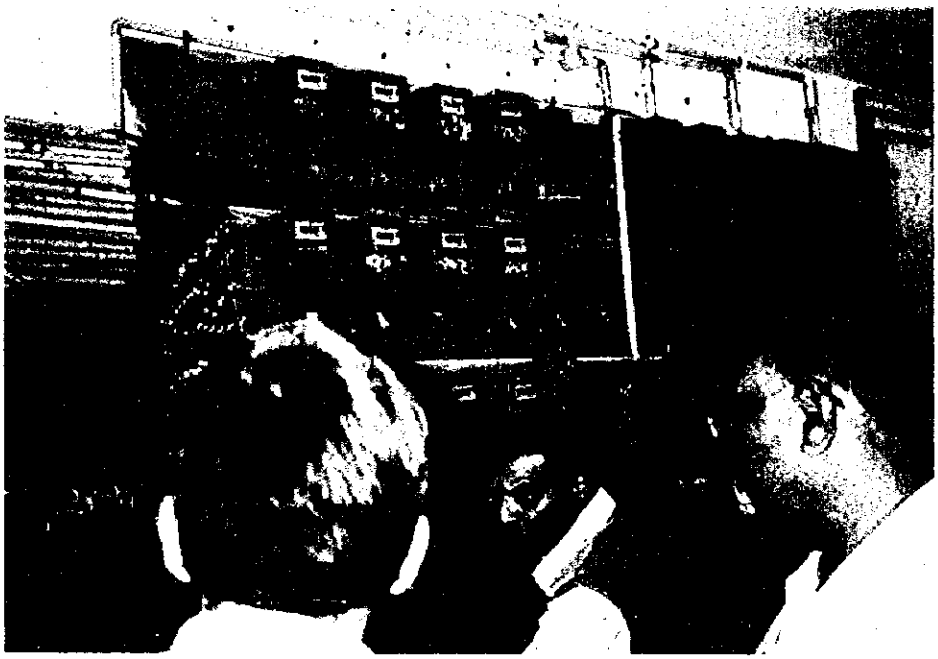
変圧器の測定記録台帳



変圧器の計器

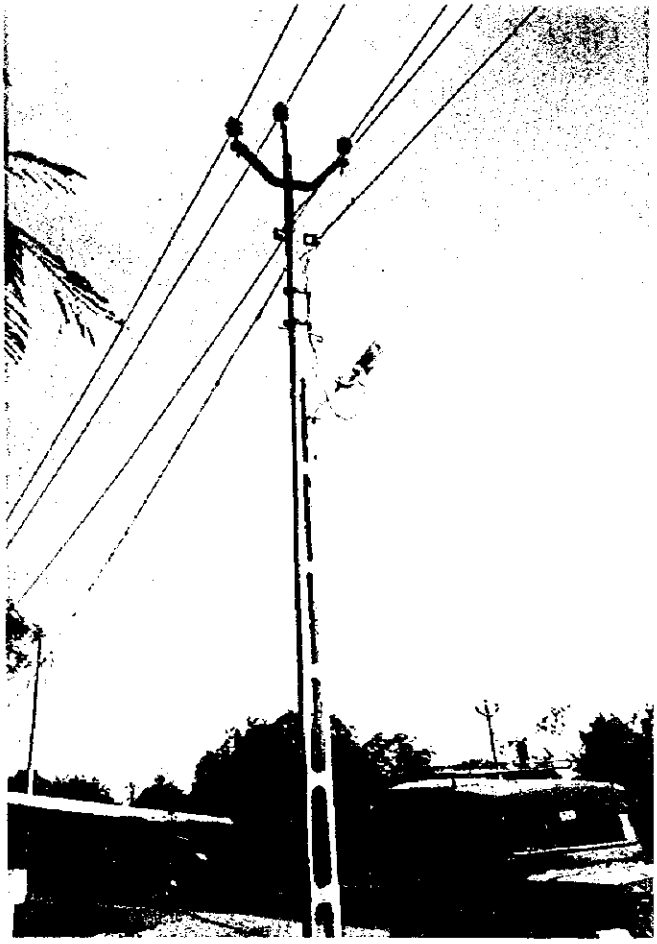


変流器

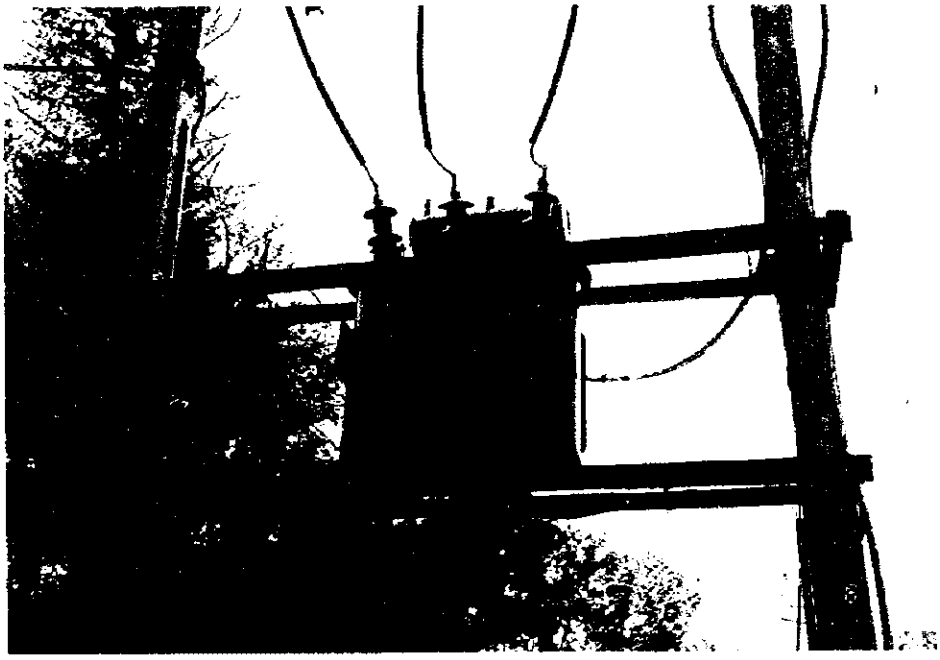


電力量計

変電所から出る配電線

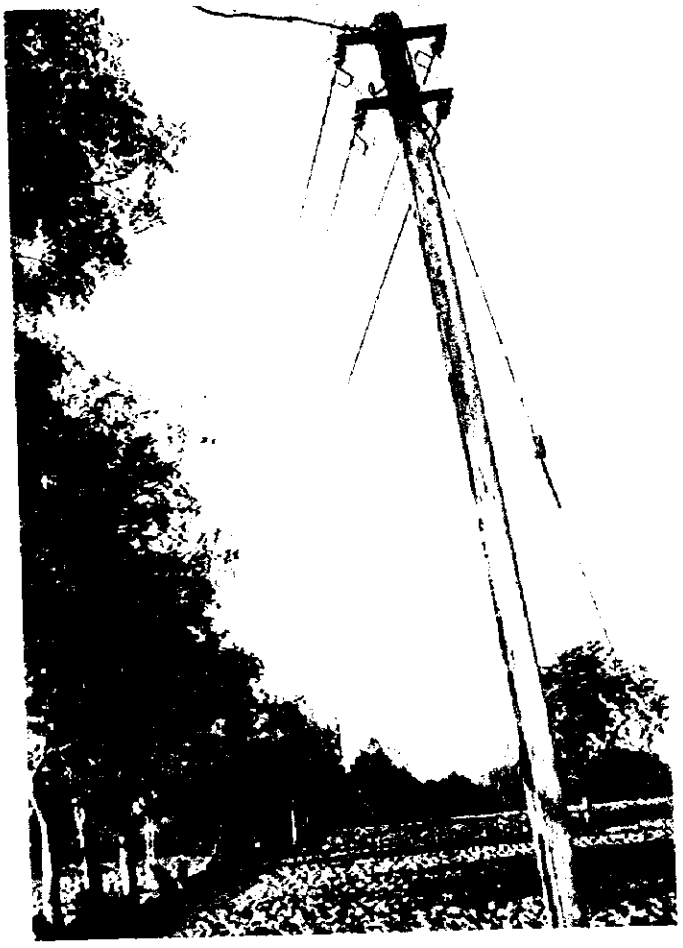


標準装柱（11KV 3 本、230V 2 本）

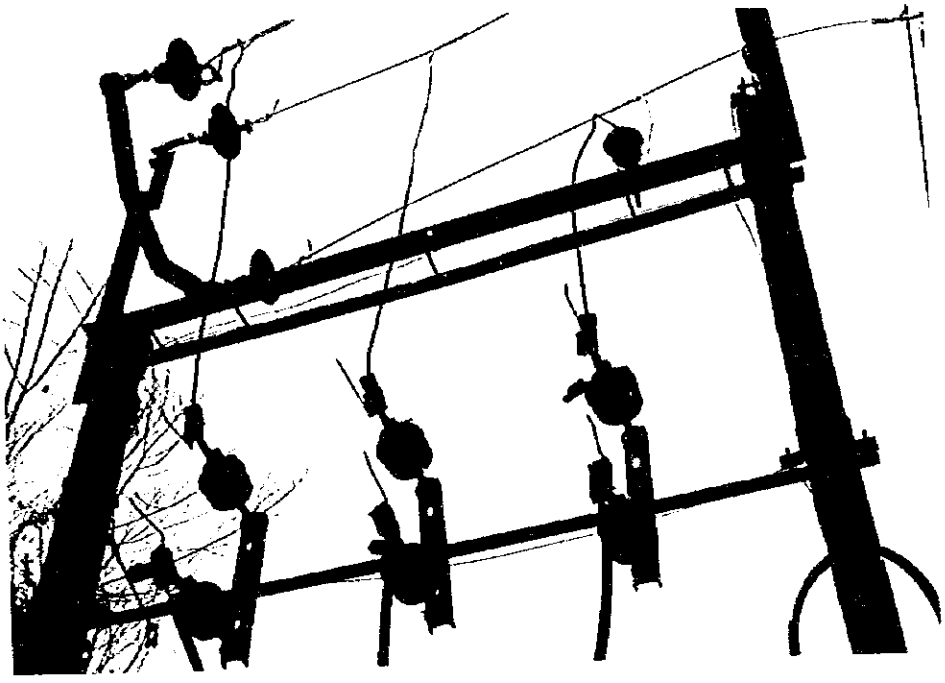


柱上変圧器（11KV／400V）

開閉器

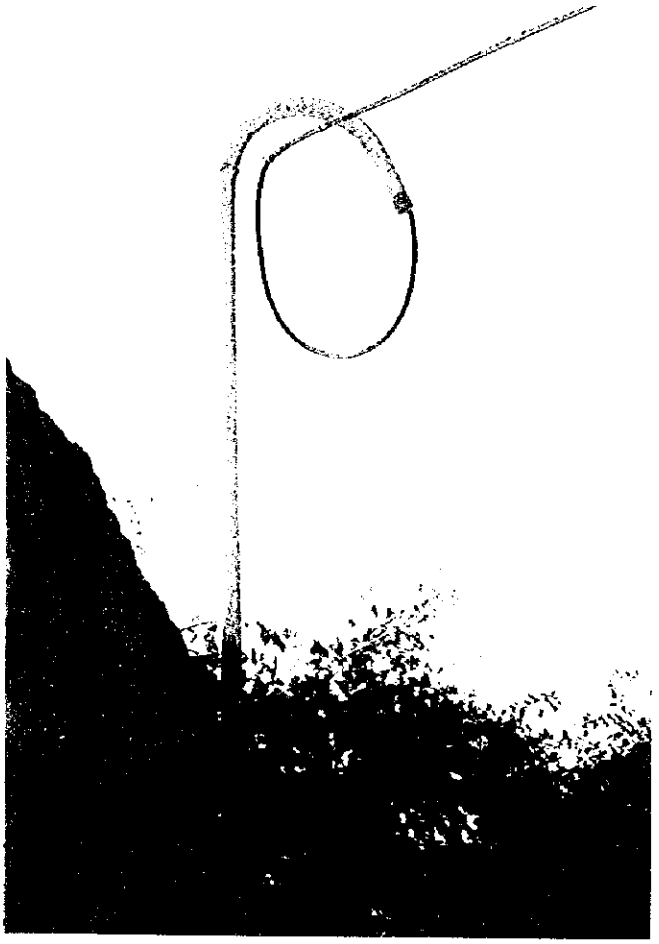


400V系統

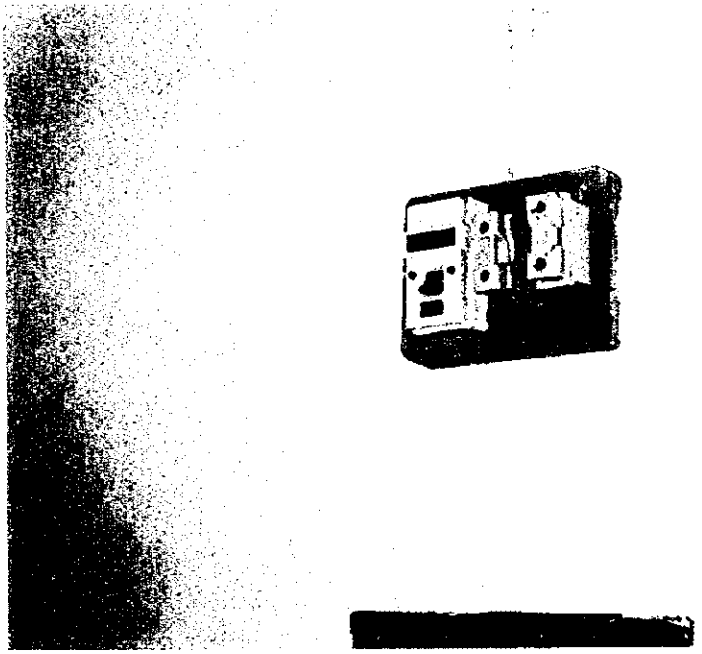


ヒューズ

碍子



農業用ポンプへの引込線



室内ブレーカー

JICA