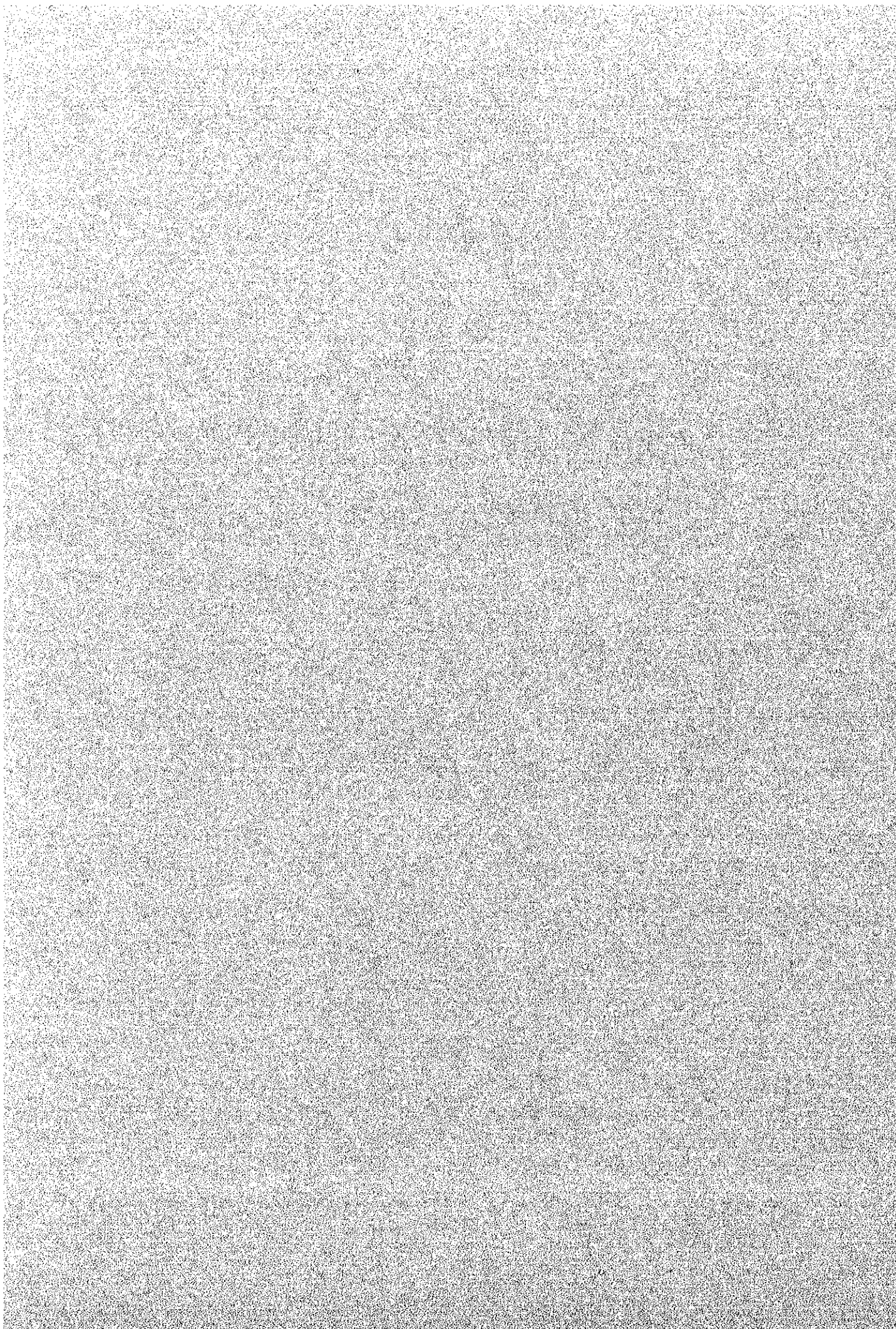


## 第3章 プロジェクトの周辺状況



## 第3章 プロジェクトの周辺状況

### 3.1 ブータン王国の社会・経済事情

添付資料-5にブータン王国の社会・経済事情を示す。

### 3.2 通信セクターの開発計画

#### 3.2.1 上位計画

##### (1) 国家開発計画

王国では1961年に策定された第1次国家開発5ヶ年計画以来、7次にわたる国家開発計画が策定・実施され現在に至っている。第1・2次では主として「基本的インフラの整備」、第3・4次で「産業基盤の整備」が行われ、第5・6次にいたって「国家経済の自立」、「電力・観光等を中心とした開発計画の立案と実行」へとその形態を移行してきており、現在は第7次国家開発5ヶ年計画(1992年～97年)が実施されている。

第7次国家開発5ヶ年計画実行においては、以下の基本的戦略が掲げられている。

- ・国内資源の動員に重点を置いた経済的自立
- ・環境保全と人口抑制計画に重点を置いた持続的経済発展
- ・資源の効率性と民営部門の開発
- ・国民の開発計画への参加と地方分権化
- ・人的資源の開発
- ・均衡のとれた地域開発

こうした戦略に基づき部門別にそれぞれ目標が策定され、通信部門では、「国内経済の発展および海外からの投資を呼び起こすために、電気通信網の整備は不可欠であるから、引き続き国内通信網の建設を推進する。」という目標が策定された。この目標に基づく西部地域および無電話の新県都の電気通信網整備計画が第7次国家開発5ヶ年計画の最優先プロジェクトと位置づけられ、これの完成によって次の効果が期待でき、王国の政治・経済・社会の発展に大きく貢献することとなる。

- ・情報伝達の迅速化による行政の効率化、商・工・鉱・農林業等各産業の活性化
- ・全国統一網の構築による政治・経済・社会的地域間格差の是正
- ・各地域間での情報の共有化による地方分権の促進

## (2) 国内電気通信網整備計画のマスタープラン

王国における電気通信網の開発に関しては1970年代にその必要性の検討が開始され、80年代初頭にインドによるマスタープランが策定されている。その後87年8月にITUの専門家により電気通信網整備計画の策定が開始され、87年11月には国際通信についての整備計画がITUより王国政府に提出された。首都圏の電気通信を含む国際通信サービスの改善については王国の自己資金により建設が行われ、90年3月に稼働を開始している。国内電気通信網整備計画に関しては、88年から89年にかけてマスタープランがITUによって策定され、90年に王国政府に提出された。ITU策定のマスタープランはUNDPの資金で電気通信の専門家により策定されたものであり、王国の政治・経済・社会開発を促進するため、最終的には王国全土をカバーする電気通信網を整備することを目的としている。このマスタープランに基づき、電気通信部門の開発が着実に進められて今日に至っている。

### 3. 2. 2 財政事情

国家開発計画において、電気通信部門の予算が組まれたのは第3次国家開発5ヶ年計画(1971年～76年)からであり、第7次国家開発5ヶ年計画に至るまでその配分額を急激に増やしている。

第7次国家開発5ヶ年計画では計画全体として合計15,590百万Nu。(経常支出8,610百万Nu.、開発投資6,980百万Nu.)の予算が組まれており、そのうち電気通信部門に対して全体比6.2%にあたる970百万Nu.が計画されている。電気通信部門においては特に国内電気通信網の構築に係わる開発投資が大きな比重を占めている。

### 3. 3 他の援助国、国際機関等の計画

インド政府の援助により全国各地に合計13局の小容量のアナログ交換局が建設されたが、その後インドからの援助はなくなり今日に至っている。

1990年にITU/UNDPの協力により、全国国内電気通信網整備計画のマスタープランが策定された。

また現在ITUよりDOTトレーニング・ユニット(DOT内にある40m<sup>2</sup>程度の講義室で3名のスタッフが活動している。)に対し専門家1名が派遣されており、1993年より継続して人材育成を行っている。現在までに実施された訓練内容を次に示す。

コース名	開講数	受講者計
電気通信の基礎	4回	34人
電気通信の法則	3	25
デジタル伝送装置の基礎	4	27
デジタル無線装置の基礎	4	28
伝送装置の応用	1	9
無線装置の応用	2	20
交換設備の応用	1	8
交換機の応用	1	9
通信電源設備の応用	1	9

各コース共ITUが準備した教材を使用して講義を行う形式をとっている。既往案件で新規に導入した装置の講義は納入された各装置のハンドブック、カタログ等を利用している。

### 3.4 わが国の援助実施状況

#### (1) 既往案件

ITU作成のマスタープランに基づく王国の要請を受けて1991年にJICAが基本設計調査を行い、同年9月に中央部および東部の電気通信網整備に関する報告書を取りまとめた。この調査結果に基づき日本国政府は王国中央部および東部の電気通信網整備を同年より無償資金協力で実施し、1994年12月に竣工した。その内容は無線伝送路網の構築、交換機設備（独立交換機（Local Switch：以下LSと呼ぶ）および遠隔制御電子交換装置（Remote Switching Unit：以下RSUと呼ぶ））の建設、DRCS網の構築およびOSP設備の資材供与であり、対象地は以下のとおりである。

無線端局 : テインプー、トンサ、ジャカール、モンガール、タシガン、  
シエムガン、ダンブー、ベマガッツエル、ゲレフ、  
サムドラップジョンカール

LS局 : トンサ、タシガン、ゲレフ、サムドラップジョンカール

RSU局 : ジャカール、モンガール、シエムガン、ダンブー、ベマガッツエル

DRCS加入者局 : ルンツイ、サルバン、ダガ、ヨンブーラ

既往案件のE/N額は3,842百万円である。

## (2) 既往案件の評価

既往案件の完成により王国中央部および東部の電気通信設備が質量共に飛躍的に改善され、王国内地域間通話、国際通話、ファクシミリの使用が可能となった。

既往案件の評価・検討の目的でトンサおよびジャカール両局の維持運用状況の調査を行った。その結果、施設の施工上の問題は特に見当たらず、かつ開局後今日に至るまで障害は発生していないとのことであった。利用頻度については特に公衆電話の利用頻度が高く、次いで官庁、商店、ホテル等の業務用の利用頻度が高い。業務連絡については特にファクシミリの利用が多く、事務処理効率に寄与する面が特に評価されている。

またトンサ、ジャカールの利用者の国内通信は予想以上にブンツォリンとの通信が多く、「ブンツォリンとなかなかつながらない。やっとながっても音質が悪く聞き取れない。更に通話中に切れてしまう。」という意見も聞かれ、西部地域の通信網の改善についての強い要望があることを感じた。

以下にアンケート結果に基づく具体的効用を述べる。

### 1) 公的機関への効果

- ・中央官庁と地方自治体との連絡に関しては即時に正確な情報を伝えることができ、各自治体で重要な情報を同時に共有することが可能となった。特に、ファクシミリの効用が大きい。
- ・警察組織の定期連絡が迅速に行えるようになり王国の治安維持が向上した。
- ・雨季における幹線道路の損壊状況、復旧作業の進捗等の状況把握が迅速にできるようになり、的確に道路メンテナンスができるようになった。
- ・地方駐在の国連やその他諸外国の援助団体職員から関連団体および母国への緊急連絡が可能になった。

### 2) 一般国民への効果

- ・遠く離れた家族や親戚、友人等への連絡が随時、頻繁にできるようになった。
- ・病気、怪我等の病院への緊急連絡が可能となり、迅速かつ適切な処置が施せるようになった。
- ・商店での生活必需品の受発注が円滑になり経済活動が活発になった。
- ・輸送業者が仕事先と頻繁に正確な連絡がとれるようになり流通産業が活性化した。
- ・海外からの観光客のための地方のホテル予約が容易になり観光産業が活発かつ効率化した。

### 3) 既往案件の収益

既往案件の加入者は徐々に増えている段階であるが、DOTの収入として1994年度において64.12百万Nu.の料金収入が見込まれている。今後加入者の増加に伴い更に料金収入が増加すると予想され、収益増が期待される。収益は国庫に納付することになるが、予算策定に当たってDOTの発言権が増大し、これによりDOTの設備投資や人材育成への再投資が可能となる。

上述のように、既往案件の完成により王国中央部および東部地域の電気通信施設が整備され、官民を問わず多くの国民が電気通信サービスを利用できるようになった。王国のように道路事情が悪い国では情報伝達が非常に困難であり、既往案件完成以前は情報伝達を郵便あるいはトラック運転手による託送に頼らざるを得なかった。それが王国の発展を制約しているのみならず、緊急災害時には人命の存亡に係わることすらあった。既往案件の完成により、厳しい山岳地形が王国に与えていた不便さは軽減された。一方、王国中央部および東部地域の電気通信網がこのように整備されたことにより、西部地域の電気通信網の信頼性との格差が目立つようになり、その改善が強く望まれるようになった。

### (3) 青年海外協力隊隊員の派遣

1990年度より下記青年海外協力隊隊員が派遣され、現場に密着した技術協力 (On the Job Training : O J T) を通して人材育成が行われ、王国側より評価されている。現在までの隊員の派遣実績は次のとおりである。

派遣年度	分野	派遣者数
1990~92	O S P	1
91~93	衛星地球局	1
	交換	1
92~94	D R C S	1
93~	伝送無線	1
	O S P	1
	交換	1

### (4) J I C A研修員の受け入れ

1989年度より毎年2名程度DOT職員が日本での技術研修を受講し、帰国後、既往案件の保守・運用任務に従事している。近年の受け入れ実績は次のとおりである。

派遣年度	分野	派遣者数
1992	OSP	1
	伝送無線	1
93	交換	3
94	OSP	1
	伝送無線	1

### 3. 5 プロジェクト・サイトの状況

#### 3. 5. 1 自然条件

##### (1) 地形、地質

王国の地形は急峻な山と深い谷によって形成されており、市街地に計画されている電話交換局といえども平坦地でなく、無線中継局および反射板予定地はその山頂或いは急斜面に立地せざるをえない状況である。

対象地の地質は全体として硬い粘性土あるいは砂礫を含む粘性土であるが、無線中継局および反射板の建設予定地の中には岩盤のところもある。地滑りの起こりやすい地質であり、雨季には道路の決壊や崖崩れが多い。

##### (2) 気象

王国の季節は以下のとおりで日本と同様に四季がある。

春	3～5月
夏（雨季、モンスーン）	6～8月
秋	9～11月
冬	12～2月

王国農業省調査局が月別の平均気温と降水量をそれぞれ全国71箇所と52箇所記録し公表しており、これが唯一の全国規模の気象統計データである。その他ブータン都市開発公社が内部資料として、月別の日照時間、風速、湿度を国内4箇所（ティンブー、パロ、プムタン、プンツォリン）について報告している（1979年より1982年の間）。なお積雪についての公式記録は存在しない。

電話交換局、DRCS加入者局、無線中継局、反射板の予定対象地の気象状況は前述のデータと現地での聞き取り調査によると次のとおりである。



対象地	標高 (m)	積雪 (m)	気温 (°C)		年間降水量 (mm)
			最高	最低	
電話交換局および DRCS加入者局					
ブンツォリン	225	—	40	10	2,500 ~ 5,000
ベンデン セメント	370	—	35	10	2,500 ~ 5,000
タラ	1,440	—	30	5	2,500 ~ 5,000
ゲドゥ	1,540	—	25	0	2,500 ~ 5,000
パサカ	260	—	40	10	2,500 ~ 5,000
サムチ	405	—	35	10	2,500 ~ 5,000
パロ	2,280	—	25	-5	500 ~ 1,000
タシヤンツェ	1,770	—	25	0	500 ~ 1,500
ガサ	2,780	—	20	-5	500 ~ 1,000
チマコテイ	2,245	—	25	0	1,000 ~ 1,500
ワンディフォドラン	1,240	—	30	0	500 ~ 1,500
ブナカ	1,220	—	30	5	1,000 ~ 2,000
ハ	2,729	—	25	-5	1,000 ~ 2,000
無線中継局および反射板					
タクテイ	3,329	0.5	25	-10	—
タクテイパッシヴ	3,388	0.5	25	-10	—
ベプチュ	1,759	—	30	0	—
カブダネ	1,550	—	30	0	—
サウレニ	1,080	—	30	5	—
ジャブジェカ	3,440	0.5	25	-10	—
パロパッシヴ	2,316	—	25	-5	500 ~ 1,000
ランシカール	2,080	—	20	0	—
サムチリンゴンパ	2,520	—	20	-5	—
ガンガドゥン	2,080	—	20	0	—
ドブチュ	3,880	1.0	20	-10	—
ドチュラ	3,129	0.5	25	-10	—
リムテイ	1,930	—	25	0	—
チェレラ	4,110	1.0	20	-20	—
シスニ	1,340	—	30	0	—
タラレピータ	2,460	—	20	-5	—

### (3) 地震

王国はアジアの地震地帯に属しているが、地震規模に関する公式記録は存在しない。

### 3. 5. 2 社会基盤整備状況

#### (1) 市外地形成状況および特色

電話交換局およびDRC S加入者局の予定対象地の市街地形成状況および特色は現地踏査時の聞き取り調査によると次頁のとおりである。

また、各対象地の概略地図、重要加入者の概略位置は図4-5対象都市の概況調査結果に示すとおりである。

対象地	人口*1	ゾン	警察	病院	ホテル	消防署	学校	特 色
ブンツォリン	23,000	-	3	1	5	1	6	インド国境沿いの商・工業都市で、王国経済の中心地
パンデン	3,000	-	1	1	2		2	セメント工場のある重要地域
タラ	2,500	-	1	1	1		2	製材工場のある地域
ゲドゥ	2,500	-	1	1	1		2	木材加工工場のある地域
パサカ	4,000	-	1	1*2			2	最新鋭の化学工場、フエロシリコン工場のある工場地域
サムチ	7,000	1	2	1	2		1	サムチ県の県都であり、国内陸路のないインド国境沿いのセメント・食品加工等の工業都市
パロ	16,000	1	2	3	7	1	6	パロ県の県都であり、王国唯一の国際空港がある農産品の集産地
タシヤンツェ	2,000	1	1	1*2			1	タシガン県より新たに分割されたタシヤンツェ県の県都
ガサ	1,500	1	1	1*2			1	ブナカ県より新たに分割されたガサ県の県都
チマコティ	4,000	1	1	2	7		3	チマコティ県の県都であり、インドへの売電、西部地域への給電を行うチユカ発電所のある地域
ワンディフォドラ	20,000	1	2	2	5	1	4	ワンディフォドラ県の県都であり、東西ルートをつなぐ交通の要衝である、農業生産地
ブナカ	20,000	1	2	2	10	1	5	ブナカ県の県都で旧首都でもあり、宗教並びに農業で重要な地域
ハ	5,000	1	1	1	2	1	6	ハ県の県都で、政府要人を多数輩出している農業生産地

\*1 : 人口はカバレージ・エリアの人口を示している。

\*2 : Basic Health Unit (BHU)

## (2) 道 路

ガサを除く全ての電話交換局およびD R C S加入者局の予定対象地は舗装道路に近接しており、本案件の建設工程および保守・運用に問題はない。ガサへは、車両の利用できる地域から、徒歩で2日かかる。また、サムチに関しては王国内の他県と結ぶ国内幹線道路がなく、他県への移動にはインド領内の道路を利用する必要がある。無線中継局および反射板についてはタクティ、タクティパッシヴ、ペプチュ、パロパッシヴを除きアクセス道路はない。これらアクセス道路のない無線中継局および反射板の予定地までは給電無線中継局の局所では公道より約3km（ジャブジェカ局）離れており、無給電無線中継局および反射板の局所では公道より2～16km離れている。

ほとんどの道路は切り立った崖沿いの曲がりくねった高低差の激しい山岳道路となっており道路線型が悪いため、車両の平均走行速度は20～30km/h程度である。また、曲がり角での衝突事故や転落事故が多く、雨季には土砂崩れや落石により通行不能となることが多い。

## (3) 電 力

発電は水力またはディーゼルエンジンによって行われており、各県の主だった市街地には送電されているものの、電圧変動・周波数変動が大きく、停電も多く、その信頼性は低い。本計画の無線中継局予定地についてはほとんどの局に電力供給が行われていない。一方、電話交換局およびD R C S加入者局の対象地についてはガサおよびタシヤンツェを除きインドの援助によるチュカ発電所（出力336MW）が西部地域へ電力供給を行っているため、この電力を利用できる。また同発電所はその発電電力の大部分をインドに売電しており、重要な外貨獲得源となっている。なおガサおよびタシヤンツェはD R C S加入者局であり電気通信設備の電力容量が小さく商用電力を使用せずに済むので、電力供給が行われていないことは問題とならない。

## (4) 上下水道

主要都市には上水道が敷設されているが、簡易水道であるため給水状況は不安定である。電話交換局は市街地に立地しているので局舎建設に支障はないが、無線中継局および反射板予定地は山頂あるいは山の斜面に立地しており、局舎建設の際、必要な水を確保するためアクセス道路途中の湧水の利用あるいは最寄りの水源よりの運搬等の工夫が必要となる。なお下水道については、現在ティンブー、プンツォリンでオランダの援助による工事が進捗中である。

### (5) 燃料

王国における一般的な燃料は薪であるが、ティンブー等都市部ではインドから供給されるLPガス・石油・軽油・ガソリンが使用可能である。またインドより供給される軽油類はパラフィン分が多く、冬季に自動車や発動発電機等の使用の際、燃料供給系統の目づまりを起こしやすい。

### (6) 教育

王国の発展は人口の少なさにより制約されている。1994年時点の学校数は、小学校145（この他に小学校分校100）、中学校18、高校8、大学1、各種学校6である。各学校の卒業時に資格試験があり、公務員はその資格により身分が決まる。王国の人口が少ないだけでなく有資格者の絶対数が少ないため、通信省を含む諸省庁は入省後の人材育成に努めている。

### (7) 保健衛生

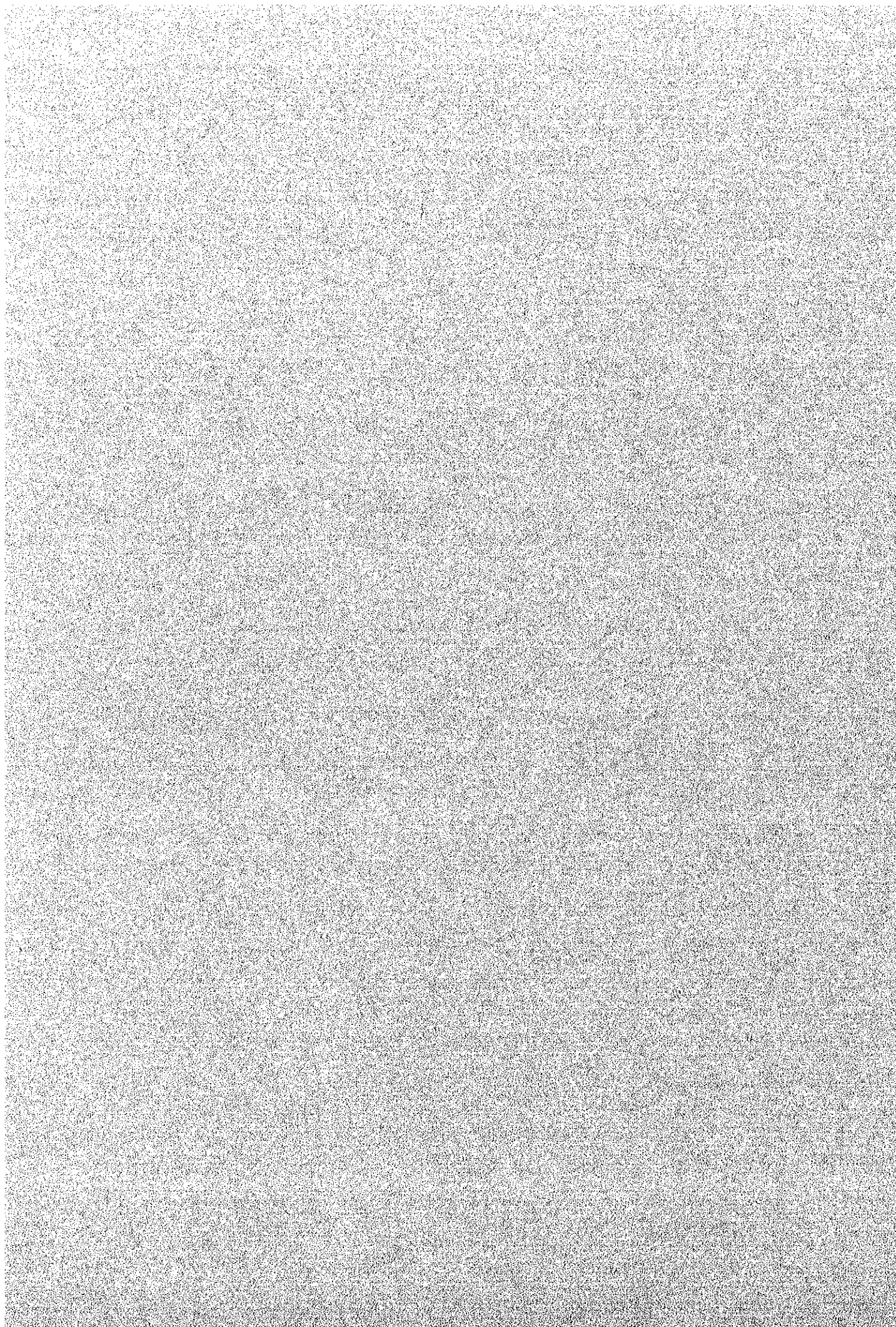
王国における病気としては各種寄生虫症、肝炎、腸チフス、赤痢があり、南部ではマラリアが心配される。病院は全国の主要都市のみにあり、その他は簡単な施薬が行える程度の保健所とも言うべきBHUが各地に設置されているのみである。

## 3. 6 環境問題等

王国の国教は仏教であり、仏教は王国の歴史に大きな影響を与え、国民生活の重要な部分を占めている。山頂、峠、岩、樹木等には鬼神・精霊が宿り、彼らを怒らせると不幸や災いをもたらされると考えられている。そのため人口密集地はもちろんのこと、民家のない山頂などにも宗教的な建造物が設けられており、人間以上の力をそなえた鬼神・精霊とうまく調和して日々の生活を送ろうとする王国国民の厚い信仰心がうかがえる。また、国土の71%を占める広大な森林を有しており、国の政策としても自然保護に重点が置かれている。本計画では山頂に無線中継局（400m2程度）とそこまでのアクセス道路を建設するのみで、環境に大きな影響を与えることはないが、王国の意向を十分に加味したうえで、文化遺産や自然保護を最優先して無線伝送路等を設計することにより、環境への影響を最小限にすることが望まれる。



## 第4章 プロジェクトの内容





## 第4章 プロジェクトの内容

### 4.1 プロジェクトの基本構想

#### 4.1.1 協力の方針

第7次国家開発5ヶ年計画は「均衡のとれた地域開発」、「地方分権化」、「持続的経済発展」を目標としている。この目標達成に必須の基本的通信網を政治・経済の中心である西部地域並びに新県都（ガサおよびタシヤンツェ）に構築し、既往案件と合わせて王国の全国国内電気通信網を完成させる。

#### 4.1.2 構成要素の検討結果

##### (1) デジタル交換機

交換機設備に関する王国側の当初の要請はブンツォリン、サムチ、チマコティ、パロ、ハ、プナカ、ワンディフォドランであるが、現地調査および王国側との協議を踏まえ需要数の比較検討を行い、ブンツォリン、サムチ、パロについては独立交換機（LS）、需要数の少ないプナカおよびワンディフォドランについては遠隔制御電子交換装置（RSU）とし、更に需要数の少ないチマコティおよびハについてはデジタル無線集線網装置（DRCS）とする。（検討の詳細は4.4.2(1)、2)交換機方式の検討参照）

中継（タンデム）交換機については既往案件では市外通話の需要はそれ程多くなく、また国際通話も既存の市内・市外・国際中継併合交換機でまかなえると予測し、増設せずに対応したが、王国側の現地調査時の要望および現地調査の結果、西部地域が完成すると市外呼および国際呼の需要急増が予測されるため、その対応としてティンブー局に中継（タンデム）交換機を設置する。

##### (2) DRCS

王国側は需要数の極めて少ないガサおよびタシヤンツェへのDRCSの導入を要請しており、現地調査および王国側と協議した結果、小規模需要地域の通信としてはDRCSが最適のシステムであり、前述のチマコティおよびハに加えガサおよびタシヤンツェに要請どおりDRCSの導入を行うこととする。なお、チマコティおよびハの基地局をパロに、ガサの基地局をティンブーに、タシヤンツェの基地局をタシガンとする。また、ブンツォリン周辺のベンデンセメント、タラ、ゲドゥ、バサカの工場地区はブンツォリン加入区域であるが、電話交換局からそれぞれ約20km離れた位置に存在し、地形上、ケーブルによってブンツォリン局に収容することは技術的に困難であり、経済的でない。したがって、D

RCSにより各工場地区をブンツォリン局に收容することが望ましい。但し、これら対象地区はそれぞれ外貨獲得の主力工場が立地しており、ワンディフォドラン、プナカおよびパロより撤去できる既存DRC S設備を王国の自助努力によって移設することが期待される。

### (3) デジタル無線伝送路

ティンブーより下記電話交換局間にデジタル無線伝送路を構築する。

ティンブー ～ ブンツォリン、パロ、サムチ

ティンブー ～ プナカ、ワンディフォドラン

### (4) OSP

電話交換局およびDRC S加入者局の対象加入区域にOSPを整備する。なお、OSPの工事についてはDOTにて工事経験があり、既往案件でもDOTが工事を行った結果出来高が優れているので既往案件同様DOTにて工事を実施することとし、日本側の協力は基本的な資材の供給にとどめる。

### (5) 電源設備

交換機、無線伝送機器等の電気通信設備を瞬断なく、かつ安定的に動作させるために電力を供給する設備であり、本計画対象の電話交換局、DRC S加入者局、無線中継給電局およびDRC S中継局に設置する。

### (6) トレーニングユニットの補強

現在、ティンブー局内にはトレーニングユニットが設けられており、ITUの専門家およびDOTの技術職員が保守・運用要員を育成している。しかしながら十分な設備がないため、教材を使って電気通信システムの基礎を教える程度に留まっている。このため、現地調査時に王国側より要望が出され、トレーニングの現状、必要性の調査および王国側との協議の結果、新規導入施設の保守・運用に即した訓練を行えるよう基本的な訓練機材（交換機シュミレータ）をトレーニングユニットに導入する。

### (7) 電話料金精算システムの補強

現地調査の結果、電話料金の精算システムはティンブーの料金センターにのみ設置されており、同所で一括処理している。同料金センターには磁気テープ読み取り機ならびに料金印刷機がそれぞれ1台設置されているのみで、これら機器の障害の際、隣国のインドに磁気テープを送り印刷する等の対応を行っており、信頼性に欠けるシステムと言わざるを得ない。

えない。このため王国側より現地調査時に、新たな精算システム導入の要望があった。これに対し、西部地域の電気通信網が拡充されることにより電話料金の精算処理も増大することから、王国側と協議の結果、事務処理量の増大への対応ならびに信頼性を確保するため精算処理システムを料金センターに1セット追加導入することとした。

#### (8) 宅内設備

既往案件では王国側が宅内設備を準備し特に問題は生じていないので、本計画でも同様にドロップワイヤ、屋内配線および端末機器（電話器、ファクシミリ等）等の宅内設備は王国側準備とする。

#### (9) アクセス道路

既往案件ではほぼ所定のスケジュールで王国側がアクセス道路を建設しており、十分な施工能力があると判断できるので、本計画でも既往案件同様王国側で施工する。

#### (10) 局舎

無人局とする無線中継局の立地条件は厳しく、堅牢な無線中継局局舎が要求される。また電話交換局は市街地に立地するため、王国の従来工法による建物で十分である。既往案件でも同様の思想で実施しており、全て問題なく今日に至っている。従って既往案件同様、日本側は無線中継局の局舎建設は実施するが、電話交換局の建設は王国側施工とする。

### 4. 2 プロジェクトの目的・対象

本計画の目的は第7次国家開発5ヶ年計画の目標達成に必須の基本的電気通信網を政治・経済の中心である西部地域ならびに新県都（ガサおよびタシヤンツェ）の構築し、既往案件と合わせて王国の全国国内電気通信網を完成させることにある。

プロジェクトの対象については、ブータン王国電気通信網整備計画概念図、電話交換網計画および無線伝送路網計画を、図4-1、2および3に示す。

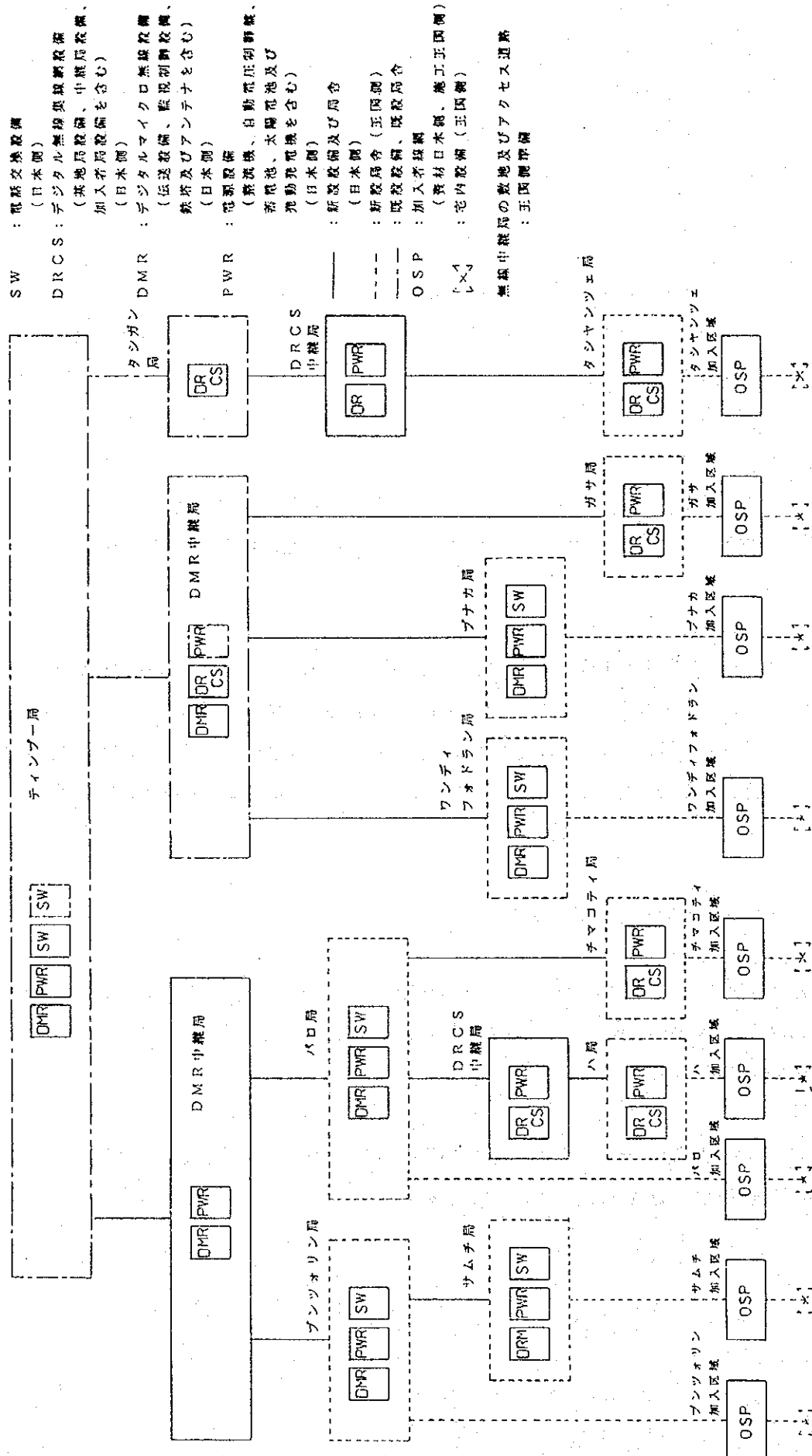
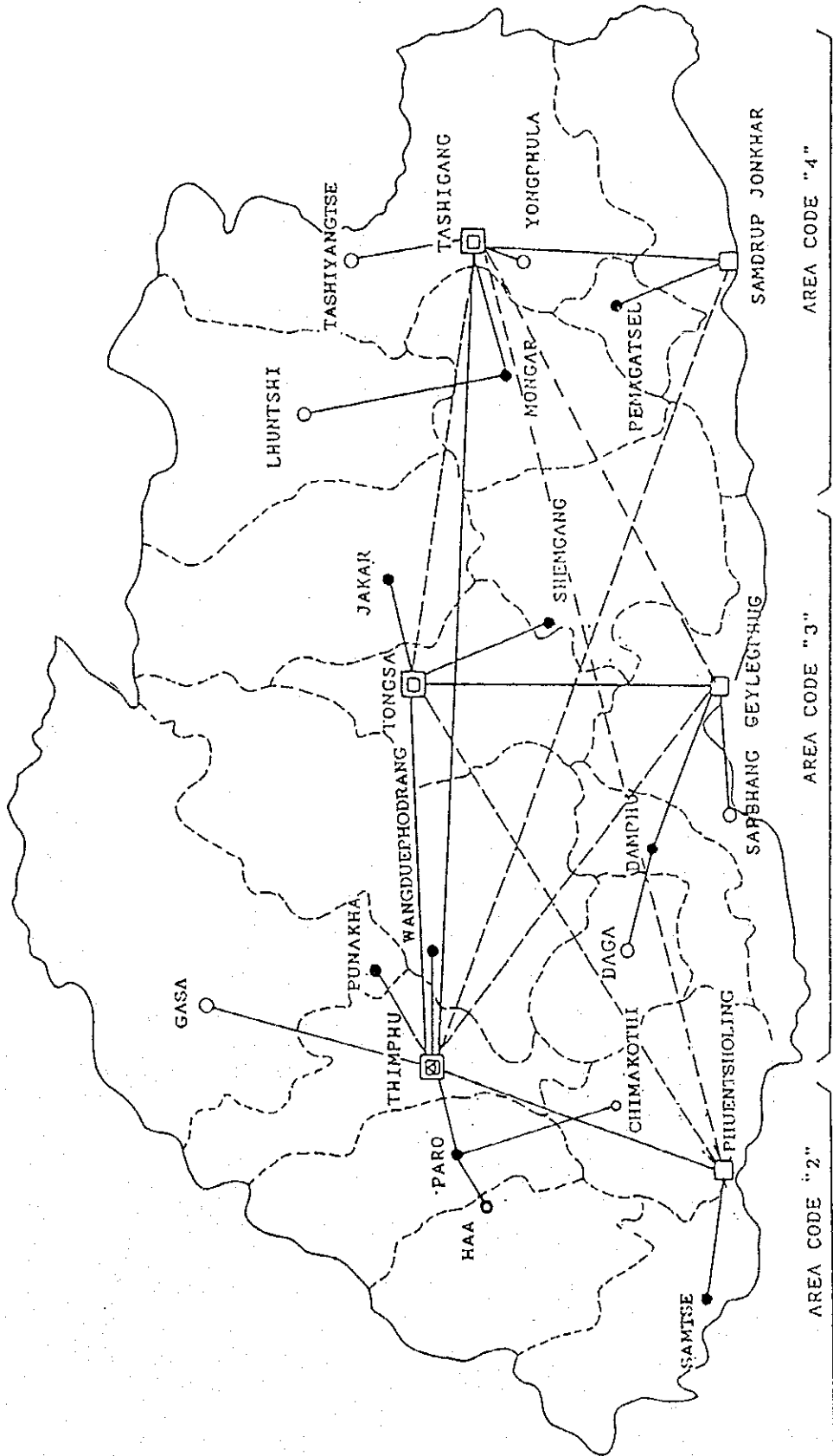


図 4-1 ポート英国電気通信網整備計画概念図



- SECONDARY CENTER (S.C.)  
 COMBINED WITH INTS., P.C AND L.E.
- SECONDARY CENTER (S.C.)  
 COMBINED WITH P.C AND L.E.
- PRIMARY CENTER (P.C)  
 COMBINED WITH L.E.
- LOCAL EXCHANGE (L.E)
- DRCS SUBSCRIBER STATION
- FINAL ROUTE
- HIGH USAGE ROUTE

图 4-2 電話交換網計圖

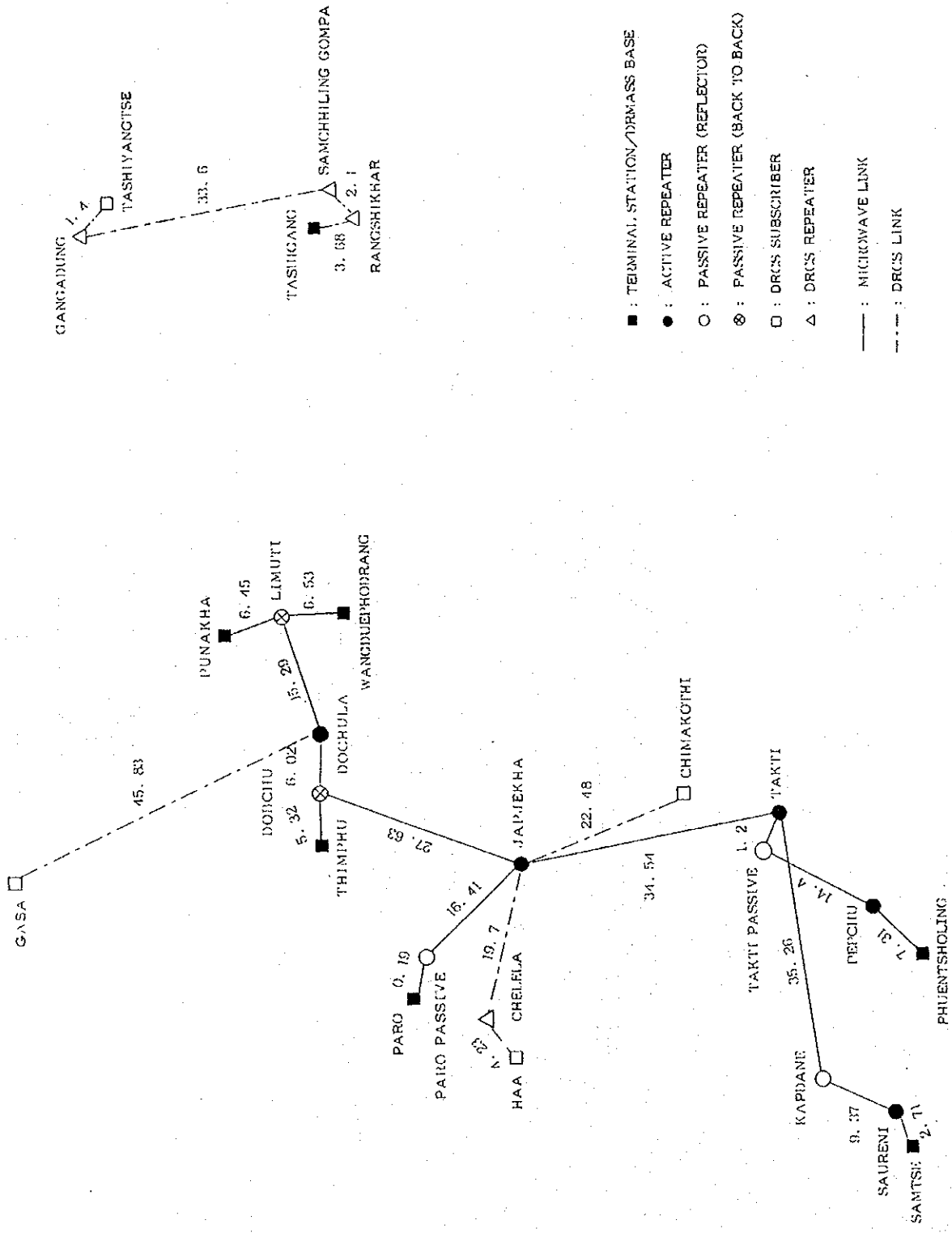


图 4—3 無線伝送路網計画

#### 4. 3 プロジェクトの実施体制

##### 4. 3. 1 組織・要員

本計画の実施機関であるDOTの組織は図1-2に示すように本部機構が計画・保全・料金の3部、現場機構が6地域部から構成されており、職員数は374人であるが、そのうち電気通信システムの保守・運用を十分適切に行える技術や知識を持った職員（技術者）数は32人である。かかる状況下、DOTは既往案件完成後、既成の技術者を重要局へ配備し、既存電気通信システムを保守・運用しており、更に後進の育成に努力している。

##### 4. 3. 2 予算

DOTの収入（電話料金収入）は一旦国庫へ納付し、支出（経常支出および開発投資）は国庫より支出される形態となっているが、既往案件による加入者増に加えて本計画完成後は更に施設が大幅に増え、更なる収入増、予算の増額が期待されるので、今後の保守・運用に十分対処できる。

第7次国家開発5ヶ年計画による電気通信局の1992年から5年間の各年度の支出計画は以下のようになっている。

（単位：百万NU.）

年度 (7月～6月)	経常支出	開発投資(主要用途)	計
1992/93	5.0	345 (既往案件7ヶ所ロード,局舎建設及び 施設建設の外貨分)	350.0
1993/94	10.0	108 (既往案件 〃 )	118.0
1994/95	17.51	241 (本案件 〃 )	258.51
1995/96	34.66	85 (本案件 〃 )	119.66
1996/97	45.0	78 (ル-ラル地域開発)	123.0

一方、1991/92年度以降のDOTの収支の実績は次のとおりである。

（単位：千NU.）

年度 (7月～6月)	電話料金収入	支出			収支
		経常支出	開発投資	計	
1991/92	37,981	140	6,192	6,332	+31,649
1992/93	51,310	1,010	21,049	22,059	+29,251
1993/94	75,235	1,125	13,095	14,220	+61,015

電話料金収入は1990/91年度以前はほぼ一定して数10万Nu.の収入であったが、ティンブーのデジタル交換機、地球局、ならびにD R C S完成後、18百万Nu.のレベルに達した。また既往案件の完成による加入者増、更に1991/92年度の施設増に伴う料金制度の改訂もあり、1991/92年度以降料金収入が大幅な伸びを示している。

経常収支については1991/92年度に公務員給与の大幅引き上げが実施されたことと、既往案件の維持管理の要員増のため大幅に上昇しているが、現在は百万Nu.をやや超えたレベルで緩やかな上昇の推移となっている。

上表の開発投資は既往案件の対象地へのアクセスロード建設および局舎建設が主要なものであり、この中には施設の購入建設のための外貨分は含まれていない。1994/95年度には34,726千Nu.の開発投資が予定されており、これは西部地域開発のためのアクセスロード建設および局舎建設費用が主要部分を占めている。

#### 4. 3. 3 運用および維持管理計画

##### (1) 保守区域および要員

既往案件に本計画の対象地域を含めた全国統一網の保守・運用体制の整備について、DOTは次に示す保守区域の設定を計画している。(図4-4 DOT保守区域参照)



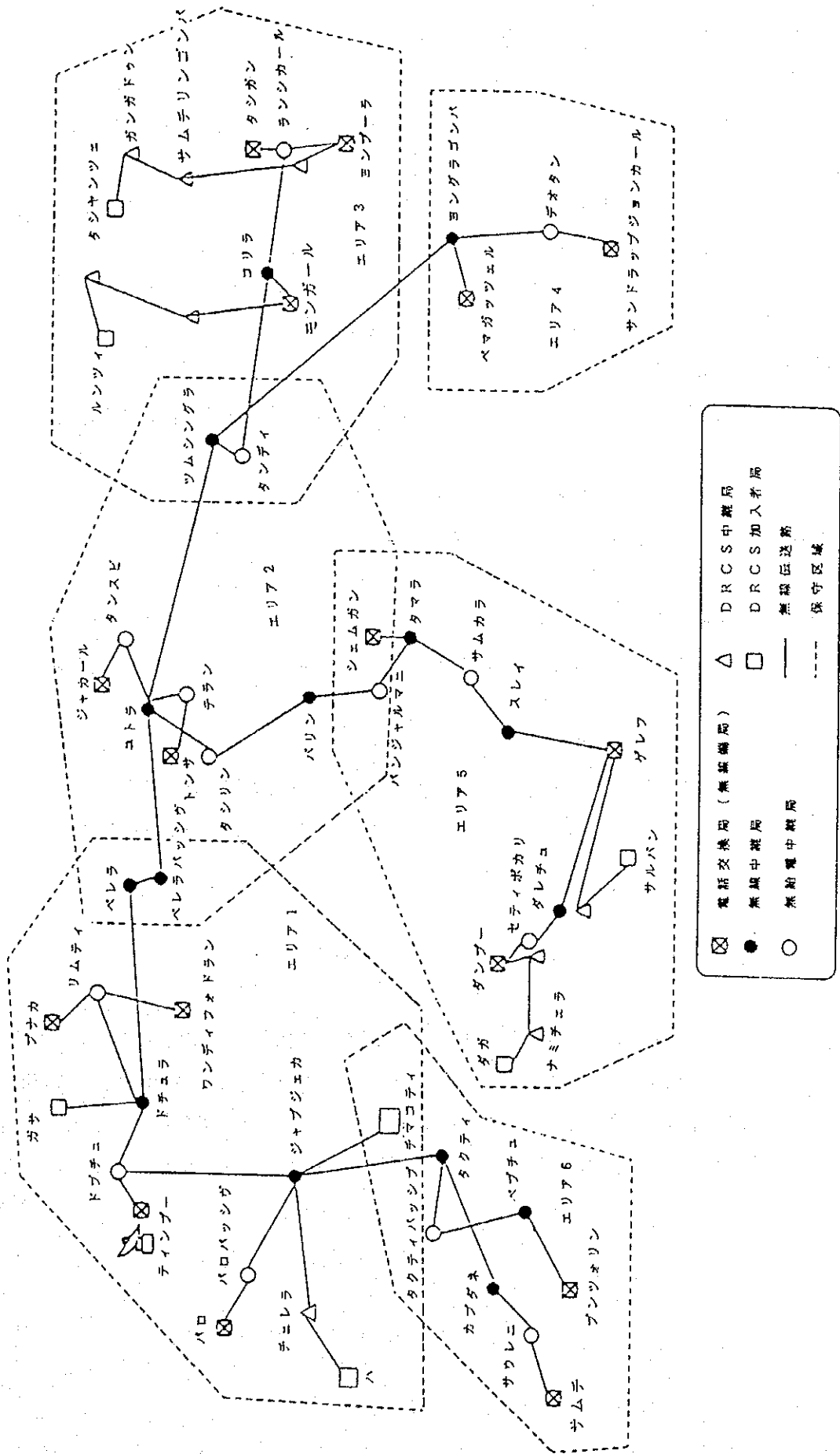


図 4-4 DOT 保守区域

- エリア1： 保守・運用局 ティンブー  
 管轄対象局 ドブチュ、ドチュラ、リムテイ、プナカ、ワンディフォドラン、  
ジャプジェカ、バロバツシヴ、バロ、チェレラ、ハ、ガサ、  
チマコテイ
- エリア2： 保守・運用局 トンサ  
 管轄対象局 ジャカール、ベレラ、ベレラバツシヴ、ユトラ、タンスピ、  
 テラン、ツムシングラ、タンダイ、タシリン、バリン、  
 バンジャルマニ、シエムガン
- エリア3： 保守・運用局 タシガン  
 管轄対象局 コリラ、モンガール、ティンムン、ワンプール、ヌムグン、  
 ルンツイ、ランシカール、ヨンプーラ、サムチリンゴンバ、  
ガンガドゥン、タシヤンツエ
- エリア4： 保守・運用局 サムドラップジョンカール  
 管轄対象局 デオタン、ヨングラゴンバ、ベマガッツエル
- エリア5： 保守・運用局 ゲレフ  
 管轄対象局 タマラ、サムカラ、スレイ、ダレチュ、セティボカリ、ダンプー、  
 ナミチエラ、ダガ、サルバン
- エリア6： 保守・運用局 ブンツォリン  
 管轄対象局 タクテイ、タクテイバツシヴ、ベプチュ、カプダネ、サウレニ、  
サムチ、シスニ、ペンデンセメント、タラレピータ、タラ、  
ゲドゥ、バサカ

(注) アンダーラインは本計画の対象局である。

王国の地勢・道路状況を考慮すると、上記6区域で保守・運用することにより技術者や装置の予備品を効率よく配置でき、システムに障害が発生した場合にも、その復旧に要する時間を短縮できるので、DOTの計画は極めて妥当なものであり、本計画においてこの保守区域計画の具体化が期待される。

前述の保守区域設定に従い、適切かつ効率的な保守・運用体制を確立するための保守区域別職員配置計画は次のとおりである。

	エリア1	エリア2	エリア3	エリア4	エリア5	エリア6	計
<b>保守・運用担当者</b>							
地域責任者	1	1	1	1	1	1	6
交換機技術者	12	4	3	3	3	6	31
無線伝送技術者	11	3	2	2	2	3	23
OSP技術者	6	3	2	2	2	2	17
DRCS技術者	6		4		3		13
技術者計	36	11	12	8	11	12	90
<b>その他</b>							
OSP保守要員	36	6	8	4	8	5	67
交換手	17	4		4	8	12	45
料金請求要員	1				1	1	3
フレックス保守要員						2	2
警備員	7	3	4	2	4	2	22
その他計	61	13	12	10	21	22	139
総計	97	24	24	18	32	34	229

本要員計画の実現によって運営組織自体は合理化され、現在の現場機構職員数331名を229名に削減させることが可能になる。また施設完成後、全体の適切な保守・運用のための技術者は90人必要であり、本計画の施設運用にはエリア1の約半数およびエリア6の計28名の技術者を必要とする。現在、既往案件による施設は完成して間もないため大きなトラブルもなく、コントラクタからの支援もあり、保守・運用に問題はない。3.3他の援助国、国際機関等の計画で述べたように現在DOTではITU/UNDPの支援下に要員を育成中ではあるが、本計画完成後の保守・運用のために更なる技術者の育成が必要である。本計画で構築する交換、DRCS、無線伝送、電力、OSPの各設備の実際的な保守・運用のため、既存技術者を補佐している技師補クラスの職員に対し充実した研修を実施することが望まれる。更に本計画では現在トレーニング・ユニットで最も必要としている交換機のシュミレーション装置の提供、クラスルーム・トレーニングの提供、および本計画の施工、調整、試験を通じてのOJTによるDOT職員育成の支援を行う。

## (2) 予備品および測定器

王国における道路事情およびDOTの保守体制を考慮して、各保守地域単位で修理用予備物品および必要な測定器を所要数配備する。その数量として、予備品は竣工後2年分相当を用意する。測定器は既往案件と共用できるものについては、極力既存測定器を利用することとする。

## (3) 補助電源装置

王国の商用電源異常および異常天候等の非常時を考慮し、本計画の全局を対象に車載形発動発電装置および可搬形発動発電装置・整流装置を所要数保守・運用局（ブンツォリン局）に配備する。

## (4) 計画の収支

### 1) 収入

本計画完了後全局の設備容量見合いで加入者が実装された場合、予測される各局の事業収入は次表のとおりとなる。

(単位：千NU)

電話交換局	収容加入者	収入
ティンブー	3,640	61,741
ブンツォリン	2,200	37,316
トンサ	616	13,774
ゲレフ	480	10,927
タシガン	834	18,955
S. ジョンカール	816	18,289
サムチ	400	9,029
パロ	900	20,315
合計		190,344

上記収入のうち、本計画の対象地域であるブンツォリンを始めとするサムチ、パロの各局の収入は、100%が本計画において生み出される収入である。ティンブー局の収入のうち同局に収容されるワンディフオドラン局、ブナカ局およびガサ局の計640加入分は本計画で生み出される収入であり、更にタシガン局に収容されるタシヤンツェ局の50加入分も同様に本計画の収入となる。したがってこの収入はそれぞれの局の加入者数比率を局総収入に乗じて計上する。またティンブー局の中継（タンデム）交換機の新設分についてはITU発行のCCITT (Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique：国際電信電話諮問委員会) G A S (Special Autonomous Study Group：

特別自主研究委員会) 3の通信網計画概論に従えば、通信設備に対する資金の投資比率は交換設備30%、伝送設備30%、加入者線路設備40%であるので、収入の比率も同様とした。ティンブー局では今回市外交換設備および関連する伝送設備が新增設されるので、交換設備および伝送設備の収益の一部が本計画を実行することにより生じたと考えられ、ティンブーの市外交換設備の収入として交換設備および伝送設備のそれぞれ半分の合計30%を予測収入として計上する。計画対象地域外の各局については本計画の波及効果として全体の10%を収入として計上する。

以上から、本計画が完成し設備容量見合いで加入者が実装された場合、DOTが得る収益は全体収入190.3百万Nu.の約53%、約100.0百万Nu.となる。

なお、電話事業収入を計算するに当たっては次の条件を設定した。

- 1電話加入者の最繁時トラヒックは0.1アーラン  
(後述の4.4.2(1)、3)加入者発信呼率参照)
- トラヒックの最繁時集中度は20%
- 通話完了率は50%(\*注)
- 平均通話時間は  
市内 90秒  
市外 120秒  
国際 180秒
- 料金収納率は85%

(\*注) 1人当たりのGDPがブータン王国と同程度の諸外国では通話完了率の実態は40%程度であるが、本計画では全体的にバランスの取れた施設が建設されるので、50%と想定した。

## 2) 支 出

本計画によって建設される通信設備に関する運用・保守並びに補修部品費等の必要経費は次表のように67.8百万Nu.となる。

(単位：百万NU.)

項 目	金 額
人件費	2.2
運用・保守費 燃料、備品等費	40.3
減価償却	21.8
その他	3.5
合 計	67.8

人件費については前項(1)で述べた保守エリア1の約半数およびエリア6の要員が保守・運用に従事することとなり、次表に示すように局長を含めた技術者28名、技師補54名、合計82名の保守要員を想定した。

(単位：人)

電話交換局	局長	技術者	技師補
ティンプー	1	4	1
ブンツォリン	1	6	12
サムチ	1	4	8
パロ	1	4	10
ワンディフオドラン	1	2	6
プナカ	1	2	6
合計	6	22	54

職員の給与は次の月額を想定し、ボーナス等の経費は見込まない。

局長 : 7,000 Nu./月

技術者 : 4,000 Nu./月

技師補 : 1,000 Nu./月

運用・保守費用については計画の5%を想定した。

減価償却費は次式による。

$$D_t = (c - s) \times \frac{i}{(1+i)^{n-1}}$$

$D_t$ ：減価償却費用

$c$ ：プロジェクト現価

$s$ ：残存価格（5%）

$i$ ：年間利率（8%）

その他は全体の予備費として収入の3%を計上した。

### 3) 本計画の収支

本計画が完成し、設備容量見合いで加入者が実装された場合、収入100.0百万Nu.、支出67.8百万Nu.となり、年間 32.2百万Nu.の収益が予測される。本収益により今後の運用・保守経費は十分その事業収入にて賄うことができる。

また、全体設備容量見合いの加入者の収容には時間を要するため、サービス開始初年度の料金収入を予測の50%と仮定しても減価償却費を除けば初年度より保守・運用費を十分賄うことができる。

## 4. 4 基本設計

### 4. 4. 1 基本設計方針

基本設計方針は次のとおりとする。

#### (1) 規模・内容

マスタープランの2002年の電話の需要予測を基礎とし、現地踏査の概況調査結果の需要数を策定し、それにより交換機の端子数、加入者線路の設備容量を決定する。更に交換機端子数により最適な交換機の方式（DRCSを含む）を決定し、その容量と加入者発信呼量を基にトラヒック予測を行い、これを充足する伝送路容量を決定する。

#### (2) 自然条件

本計画の対象地は既往案件と比較して標高の低い場所が多いので、積雪はほとんどの局所では心配ないと考える。一方、インド国境沿いの地域における雨期の降雨量は非常に多く、資機材運搬とアクセス道路建設、構造物の基礎建設等の土木工事、シェル

ターおよび鉄塔の組立等の屋外作業に与える影響を配慮する必要がある。資機材の陸揚げ地がインドのカルカットであり、主保管場所を既往案件におけるティンブーからインド国境沿いのブンツォリンへ移設することにより資機材の運搬距離を短くし、雨による影響を最小限とする。また、資機材運搬、土木工事、屋外での組立工事を極力雨季を避けて実施できるスケジュールとする。

### (3) 社会条件

王国は敬虔な仏教国であり、山や川はブータン人にとって神聖な場所となっており、山頂に数多くの寺院が設けられている。また、国の政策として、広大な森林の自然保護に重点を置いている。本計画は無線伝送路設備が主要設備の一部となっており、技術的、経済的観点から、山頂等に無線中継局や反射板を設置することが多く、必然的にそれらの建設工事やアクセス道路建設のために森林の伐採、敷地の掘削等が必要となってくる。設計時において宗教上特に重要な山への置局は極力避ける、アクセス道路の道路長を極力短くする、無理な掘削を避ける等、置局選定に十分留意するとともに局舎や無線用鉄塔等の構造物が極力目立たないようにする。また、王国の意向を加味したうえで文化遺産や自然の保護を最優先して無線伝送路を決定する。

### (4) 現地業者、現地資機材の活用

既往案件では局所予定地の整地、局舎建設およびアクセス道路建設等の土木工事で現地業者を採用し、施工技術上の問題はなくコストも大幅に削減できたため本計画でも引き続き採用することを検討する。

セメント、砂、砂利、鉄筋については既往案件工事着工前に調査した結果、十分仕様に耐え得る品質であり、かつ実績としても全く問題がなかった。本計画においても引き続き現地産材料の使用を検討する。

### (5) 実施機関の維持管理体制

資金面については前述のとおり十分な予算措置が講じられており問題はない。要員計画については前述のトレーニング・ユニットの補強により更なる人材の育成に努め、将来はDOTの職員が更に若い人材を自ら育成できるよう計画する。また、電話料金精算システムを強化することにより、料金徴収業務の信頼性を高め効率化を図る。



## (6) 施設、資機材等の範囲、グレードの設定

王国全土に信頼性の高い統一電気通信網を構築し国際通信網とも接続する観点から、主要装置は既往案件同様、ITU-T (ITU-Telecommunication Standardization Sector: ITU-電気通信標準化部門)、ITU-R (ITU-Radiocommunication Sector: ITU-無線通信部門) に準拠したものと同等の品質であることを基本とする。主要施設・資機材の範囲はデジタル無線伝送装置、デジタル交換機、DRCS、電源装置、OSP設備、ならびにこれに関連する建築・土木施設である。また冬季に積雪が予想され低温となる局所ではアンテナ、プレハブ局舎、発動発電装置、燃料タンクに積雪対策・低温対策を施すものとする。南部地域では特に雨季に高湿度が予想されるため、湿度対策が必要となる。

## (7) 工程

王国側負担工事分についての予算措置は既に講じられており、局舎建設、アクセス道路建設等の施工能力もあるので、日本側の工事についての工程は王国側負担工事による制約を受けずに済む。しかしながら、王国の自然環境は厳しく、詳細設計、本体工事に当たっては6月から9月の雨季、12月から2月の厳冬季に屋外作業とならないよう配慮する必要がある。

詳細設計に当たっては約6ヶ月を要し、雨季明けの9月後半より現地踏査実施とする。

詳細設計に続く本体工事は約24.5ヶ月を要し、特に屋外工程の実施は雨季および冬季の低温下での土木工事を避けるため、極力この時期にかからないよう工事線表を工夫するとともに関連資機材を優先して輸送する。従って、土木工事着工と資機材輸送開始が雨季明けの10月となるよう工程を調整する。

### 4. 4. 2 設計条件の検討

構成要素各々の設計条件は以下のとおりとする。

#### (1) 交換設備

##### 1) 加入者端子数

要請された交換機の設備容量についてマスタープランおよび現地踏査の結果を基に検討を行い、本計画としての最適容量を算出した。

マスタープランの需要予測に基づく需要端子数の明示されているブンツォリン (要請端子数の約半数) については、要請端子数とマスタープランにおける需要端子数を比較

検討し、更に現地踏査において、下記の主要点につき検討を加え、最適容量数を算出した。

- カバレッジ・エリアの人口および重要加入者数  
(3.5.2(1)市街地形成状況および特色を参照)
- 顕在需要数(既存加入者数+積滞加入者数)と要請容量の比較
- 対象都市の概況調査

概況調査の具体的方針は下記のとおりである。

原則的に既存のケーブル・ルートに沿って既存キャビネットを中心にキャビネットへの収容区域を想定し、各収容区域における重要加入者数、住宅数等を調査検討し、需要数を積算した。現況調査における電話機設置想定台数は次のとおりとした。

官庁支局および銀行 : プンツォリンは都市としての規模が大きいにもかかわらずゾーンはなく、ゾンの機能を果たすのが各支局である。各支局および銀行は平均8課に分かれているので、支局長、副支局長を含め、各支局および銀行に各10台とした。

他の都市ではゾーンにその機能が集中しており、県知事、副県知事に各1台、職員の事務用として5人に1台とし、その規模に応じて5~30台とした。

警察署 : プンツォリン警察はインド国境に位置するため、3本部編成の大規模組織である。各本部は平均約50人の事務官および警察官を擁しており7機能に分かれている。従って、緊急用1台、署長、副署長に各1台、各機能に1台とし、各本部は計10台とした。

他の都市は規模もそれほど大きくなく、緊急用1台、署長、副署長に各1台、警察官(10~15人)の事務用に2台とした。

- 消防署 : 緊急用1台、署長、副署長に各1台、署員の事務用として2台の計5台とした。
- 学 校 : 校長、教頭に各1台、教職員に2台、寄宿舎用に1台の計5台とした。
- 病 院 : 大型病院については院長、副院長に各1台、医師用に3台、看護婦室に1台、受付に2台、薬局および緊急用に各1台の計10台とした。
- 中・小型病院については大型病院の半分の5台とした。  
なお、B H Uについては、医師1名であり、1台とした。
- 大型ホテル : ホテル長に1台、スタッフ用として3台、受付に3台、食堂に1台、売店に2台、客室用として10台の計20台とした。
- 小型ホテル : ホテル長に1台、スタッフ用として2台、受付に1台、食堂に1台、客室用として5台の計10台とした。なお、客室規模が20室以下のホテルについては、その規模に応じて現地で判断のうえ2～5台とした。
- 商 店 : 業務用として各店1台とした。
- 工 場 : 工場長に1台、業務用として1台、受付に1台の計3台とした。
- 工業団地(小規模工場) : 工場長に1台、受付および業務用として1台の計2台とした。

## 住 宅

：マスタープランの2002年の需要予測では、政府職員14%、農業従事者1.3%、労働者0.6%、商店20%、その他30%という指標で各家族数に基づき電話機設置台数を算出しているが、現地踏査時、各家の職業の判別が難しく、更に今回の対象エリアは各県の県庁周辺に限られているところから、これに代わる方法としてサンプリングでインタビューを試みた結果、対象地のいずれも約1/3の家で「電話をつける」との回答であった。この結果と既設局にある積滞加入者リストとを比較したところ、いずれの対象地においても約5軒に1軒の家で電話を設置するのが妥当との結論に到った。従って住宅電話については5戸につき1台とした。

なお、住宅戸数についてはブンツォリンではアパート形態の家がほとんどであり、1フロア当たり4戸、5階建てを平均値とし、アパート1棟当たり20戸入居しているものとした。

その結果、要請容量2,000とマスタープランの需要予測に基づく需要端子数2,000およびブンツォリン市内の概況調査結果2,045（図4-5対象都市の概況調査結果参照）がほぼ一致している。従って、ブンツォリンについては要請端子数は妥当なものであると判断した。なお、マスタープラン策定後にブンツォリン周辺に建設された新工場4地区の計200端子をブンツォリンに収容するため、最適端子容量を2,200とした。

ブンツォリン以外の対象局のうち、マスタープランに需要端子数が明示されている対象局については要請端子数、マスタープランの需要端子数および概況調査により想定される必要容量を比較検討し、概況調査によるものが最も妥当であると判断されるので概況調査の結果を基に最適端子容量を決定した。

更に、マスタープランに明示されていない対象局についても要請端子数と概況調査結果により想定される必要容量を比較検討し、概況調査によるものが最も妥当であると判断されるので、概況調査の結果を基に最適端子容量を決定した。

なお、概況調査結果の端数については端数を四捨五入して最適容量とした。

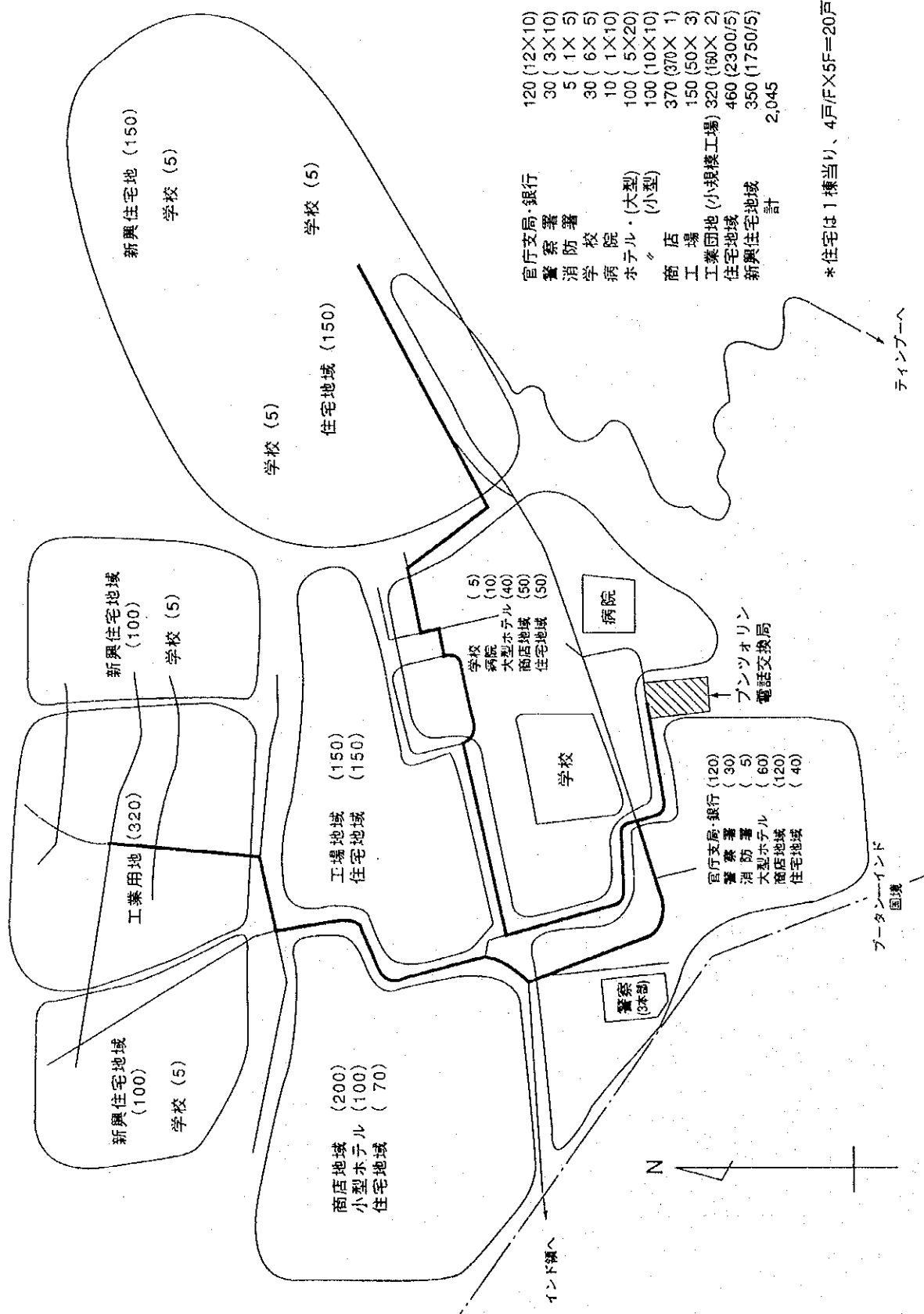
次頁に各対象局の要請数とマスタープランおよび概況調査結果の比較を示す。

概況調査結果表

対象局名	要請容量	マスタプラン(2002年)		現在需要数			概況調査結果	最適端子容量	交換機タイプ	成端ケーブル対数*2
		需要予測	端子数	既存加入者	積滞*1加入者	計				
ブンツオリン	2,000	1,801	1,000 +1,000	764	1,216	1,980	2,045	2,200	独立交換機	1,800 +1,200
ペンデンセメント	-	-	-	-	-	-	50	50	-	-
タゲトウ	-	-	-	-	-	-	50	50	-	-
バサカ	-	-	-	-	-	-	50	50	-	-
サムチ	1,000	1,293	500	76	306	382	402	400	独立交換機	400
パロ	500	595	300	236	249	485	509	900	独立交換機	650
タシヤンツエ	-	-	-	-	38	38	48	50	D RCS	60
ガサ	-	-	-	-	32	32	44	40	D RCS	60
チマコチイ	200	-	-	37	147	184	206	200	D RCS	300
ワンデイフオドラン	300	273	-	75	213	288	301	300	R SU	350
ブナカ	200	192	-	40	244	284	310	300	R SU	400
ハ	200	221	-	45	138	183	213	200	D RCS	250

\*1積滞加入者 : 既設局での電話架設申込の積滞リストならびに聞き取り調査に基づく。

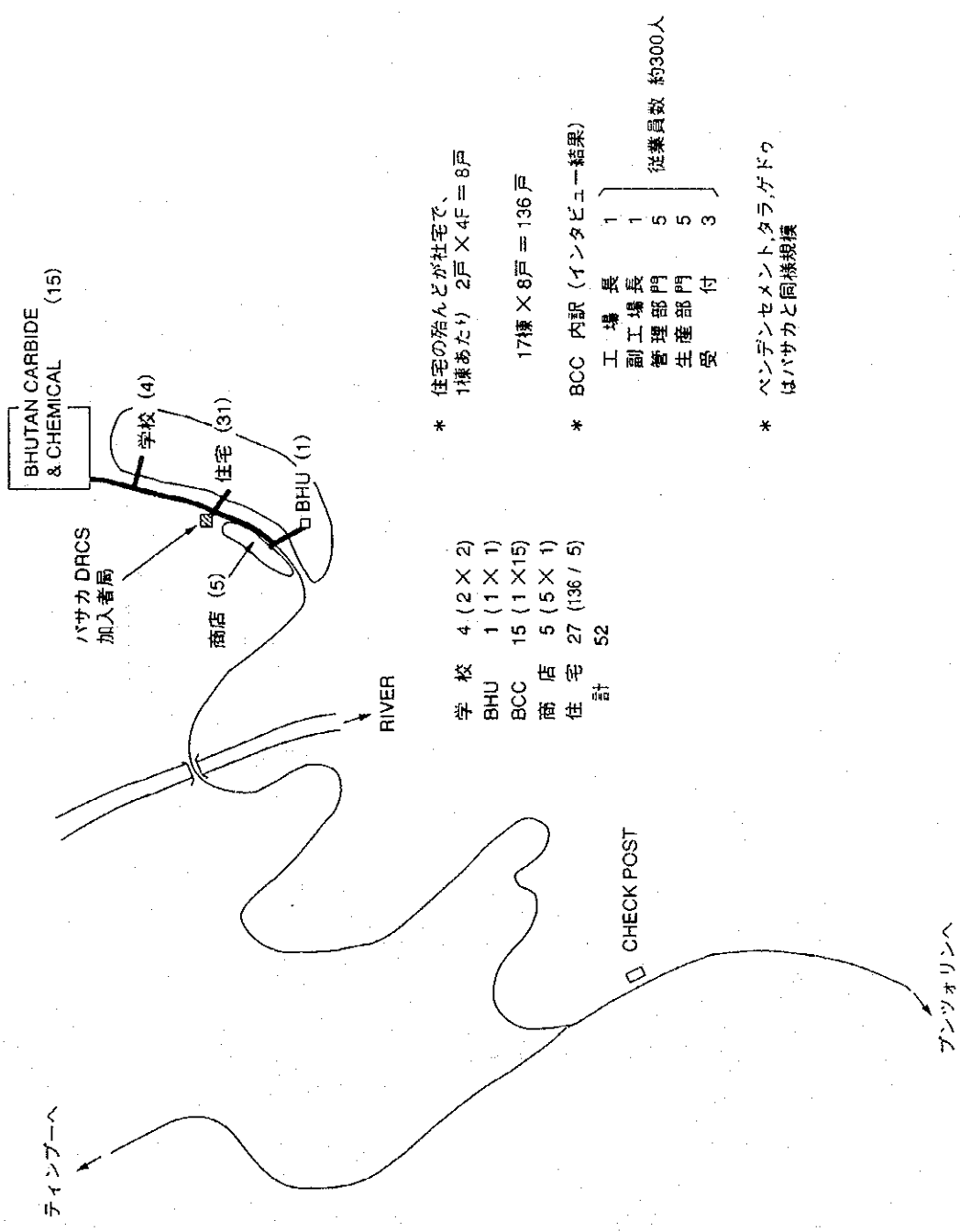
\*2ケーブル立ち上げ対数 : 現地踏査の結果に基づく。



官庁支局・銀行	120 (12X10)
警察署	30 (3X10)
消防署	5 (1X5)
学校	30 (6X5)
病院	10 (1X10)
ホテル (大型)	100 (5X20)
ホテル (小型)	100 (10X10)
商店	370 (370X1)
工場	150 (50X3)
工業団地 (小規模工場)	320 (160X2)
住宅地	460 (2300/5)
新興住宅地	350 (1750/5)
計	2,045

\*住宅は1棟当り、4戸/FX5F=20戸とした。

図4-5 対象年の概況調査結果 (1/10) プンツオリン



- \* 住宅の殆んどが社宅で、1棟あたり 2戸 X 4F = 8戸
- 17棟 X 8戸 = 136戸
- \* BCC 内訳 (インタビュー結果)

工場長	1	従業員数 約300人
副工場長	1	
管理部門	5	
生産部門	5	
受付	3	

- \* ペンデンセメント、タラ、ゲドゥはパサカと同様規模

学校	4 (2 X 2)
BHU	1 (1 X 1)
BCC	15 (1 X 15)
商店	5 (5 X 1)
住宅	27 (136 / 5)
計	52

図 4-5 対象年の概況調査結果 (2/10) パサカ

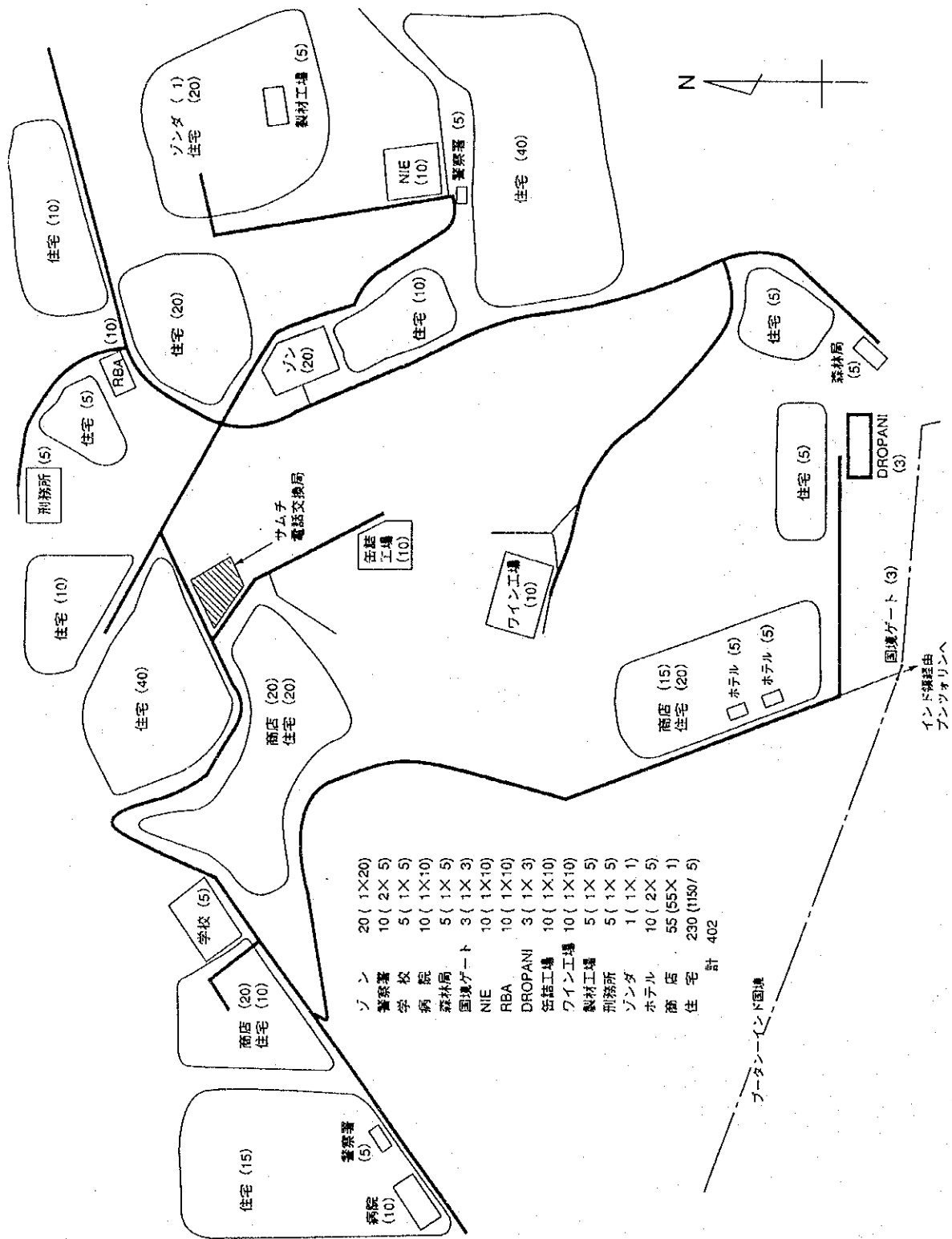
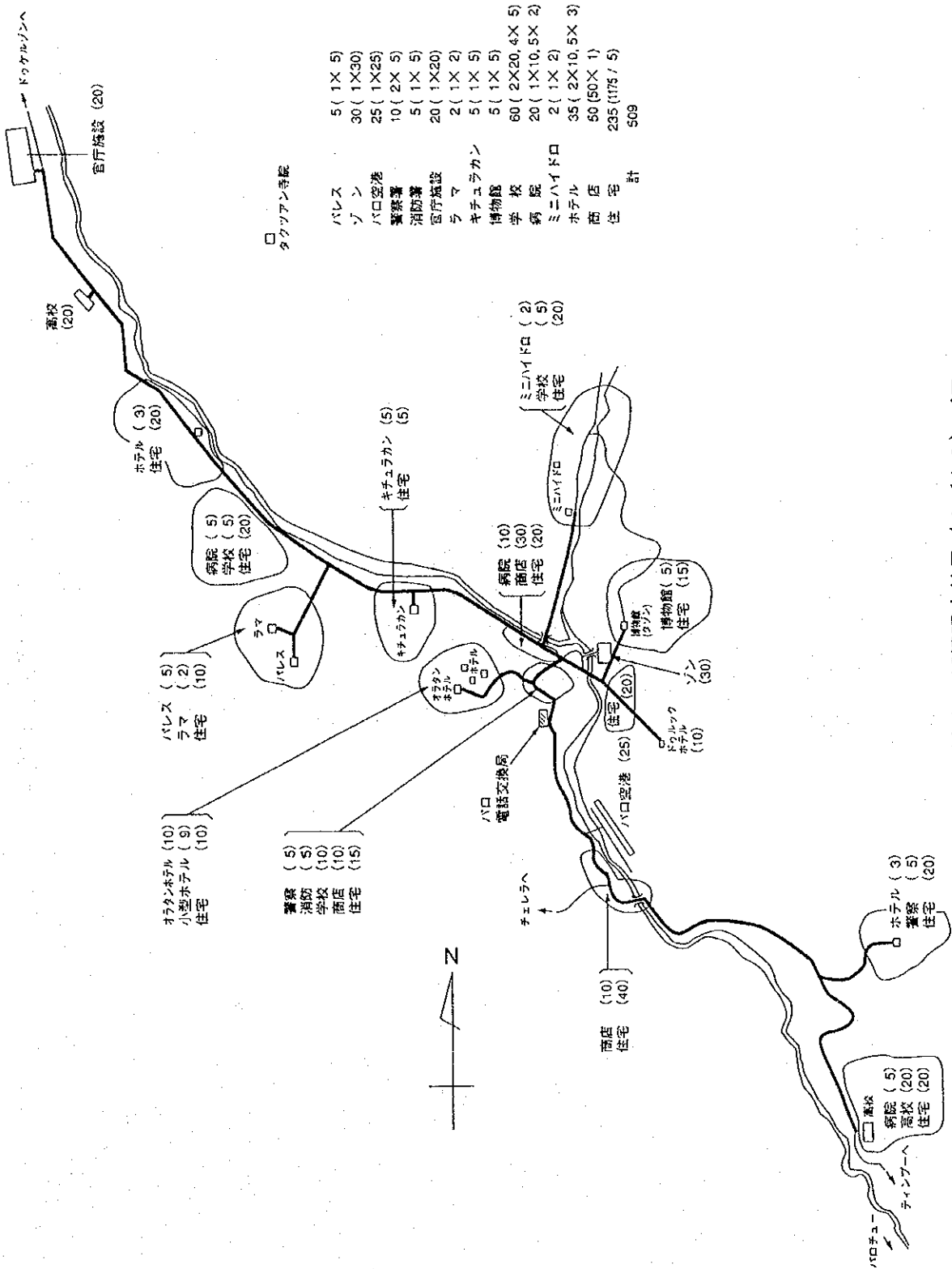


図4-5 対象年の概況調査結果 (3/10) サム子

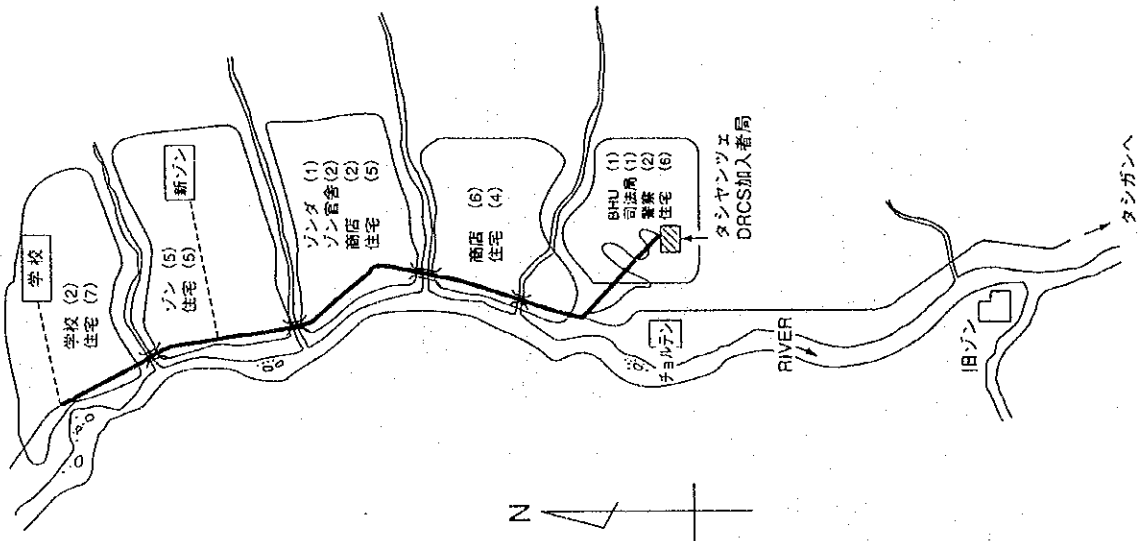




□ タクワアン寺院

パレス	5 (1X 5)
ゾン	30 (1X30)
パロ空港	25 (1X25)
警察署	10 (2X 5)
消防署	5 (1X 5)
官庁施設	20 (1X20)
ラマ	2 (1X 2)
キチュラカン	5 (1X 5)
博物館	5 (1X 5)
学校	60 (2X20, 4X 5)
病院	20 (1X10, 5X 2)
ミニハイド	2 (1X 2)
ホテル	35 (2X10, 5X 3)
商店	50 (50X 1)
住宅	235 (1175 / 5)
計	509

図 4-5 対象年の概況調査結果 (4/10) パロ



ゾン	5 (1X5)
警察署	2 (1X2)
司法局	1 (1X1)
BHU	1 (2X1)
学校	2 (1X2)
商店	8 (8X1)
ゾンダ	1 (1X1)
ゾン管舎	2 (2X1)
住宅	27 (45/5)
計	49

図4-5 対象年の概況調査結果 (5/10) タンヤンツェ

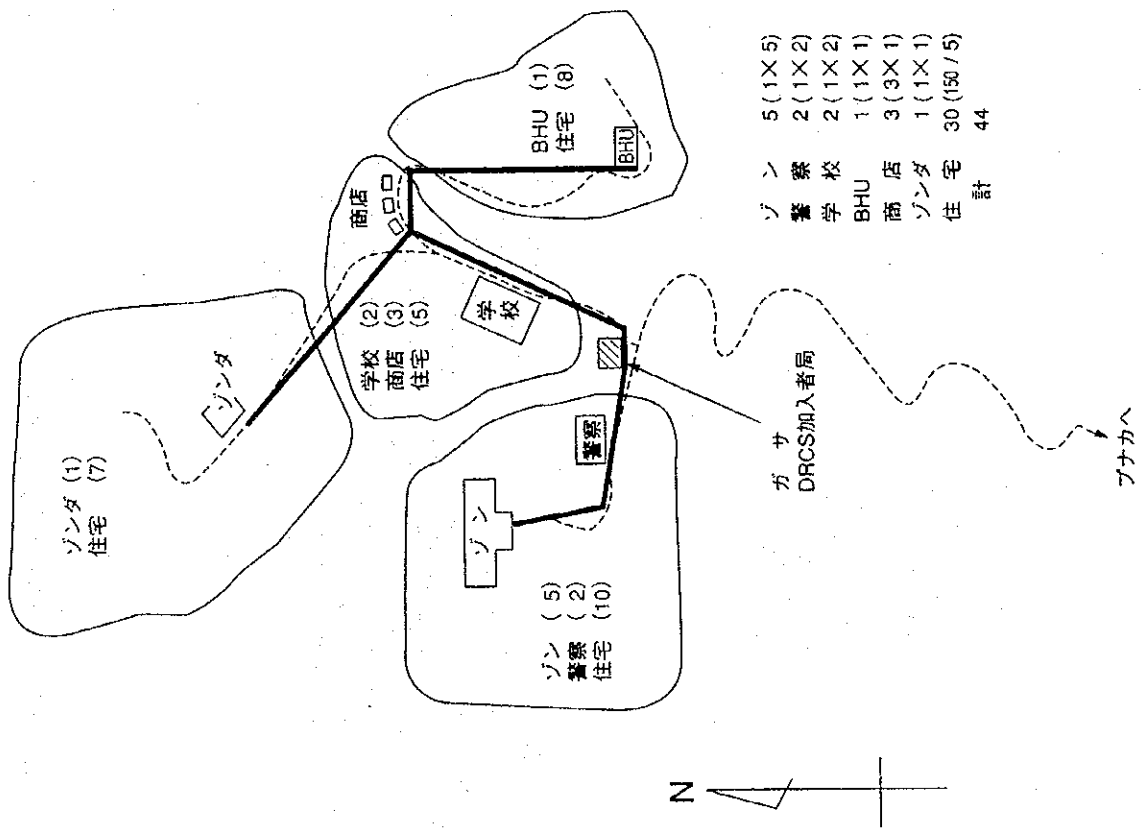


図4-5 対象年の概況調査結果 (6/10) ガサ

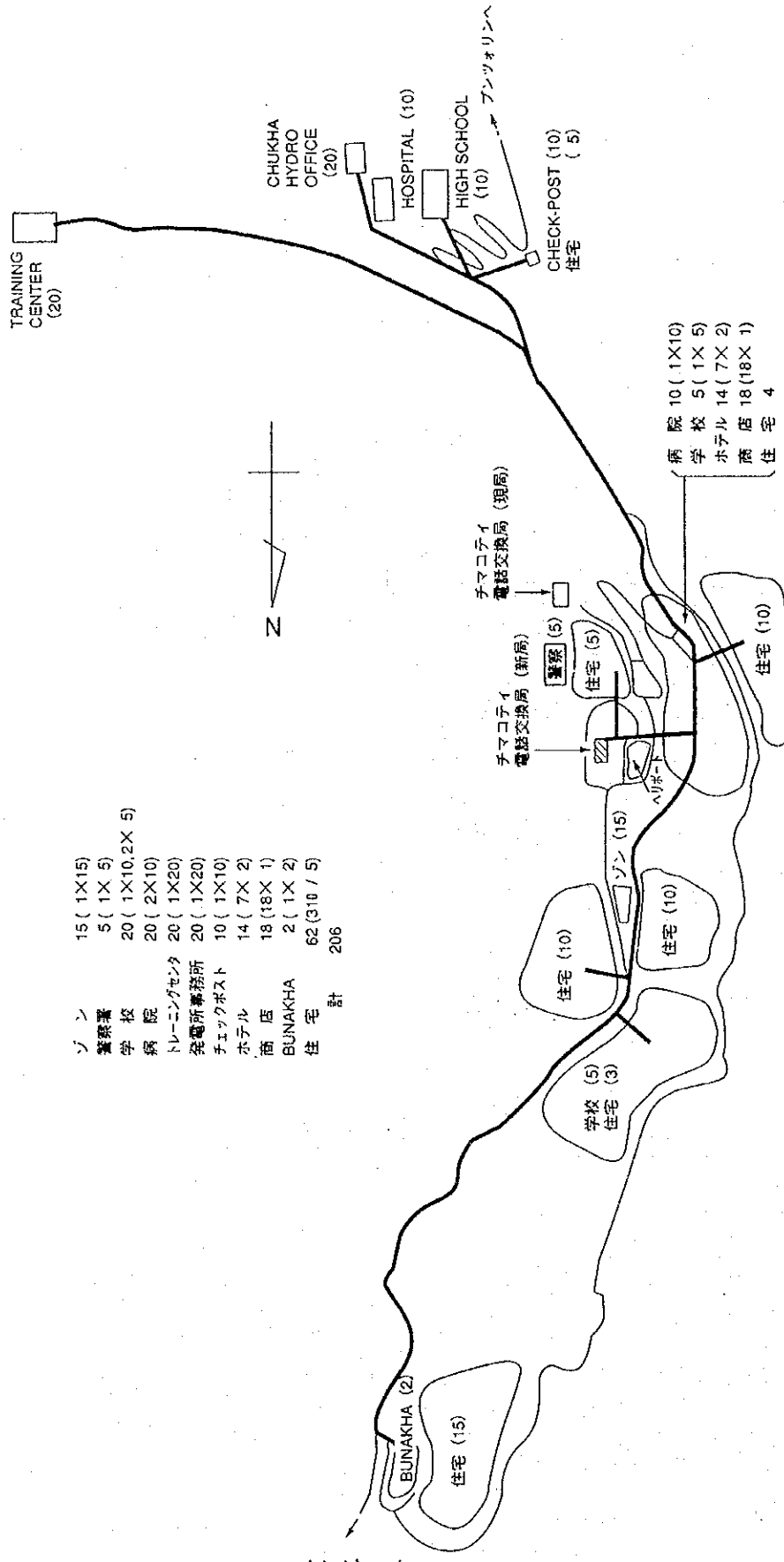


図4-5 対象年の概況調査結果 (7/10) チマコテイ

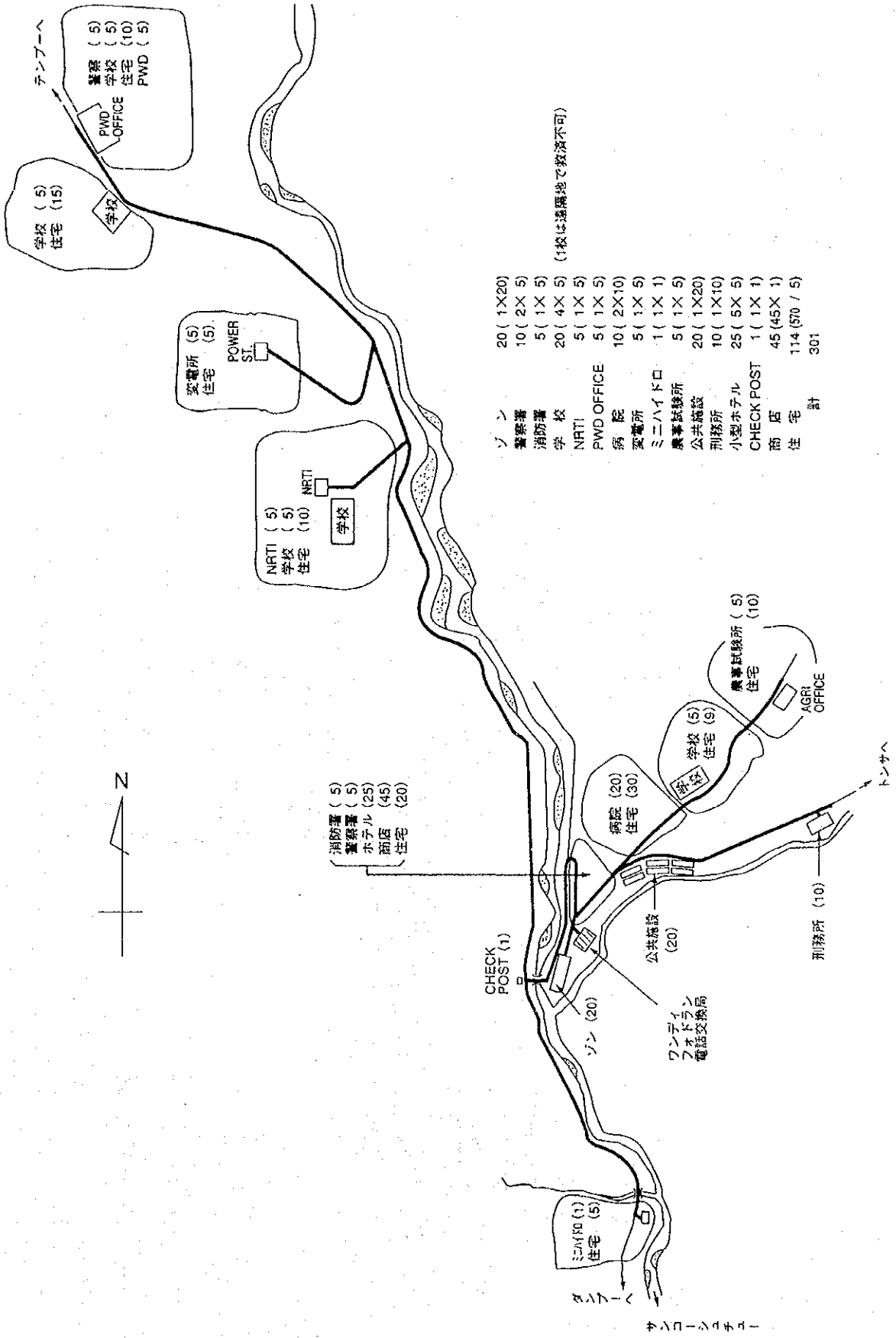


図4-5 対象年の概況調査結果 (8/10) ワンディアオドラ

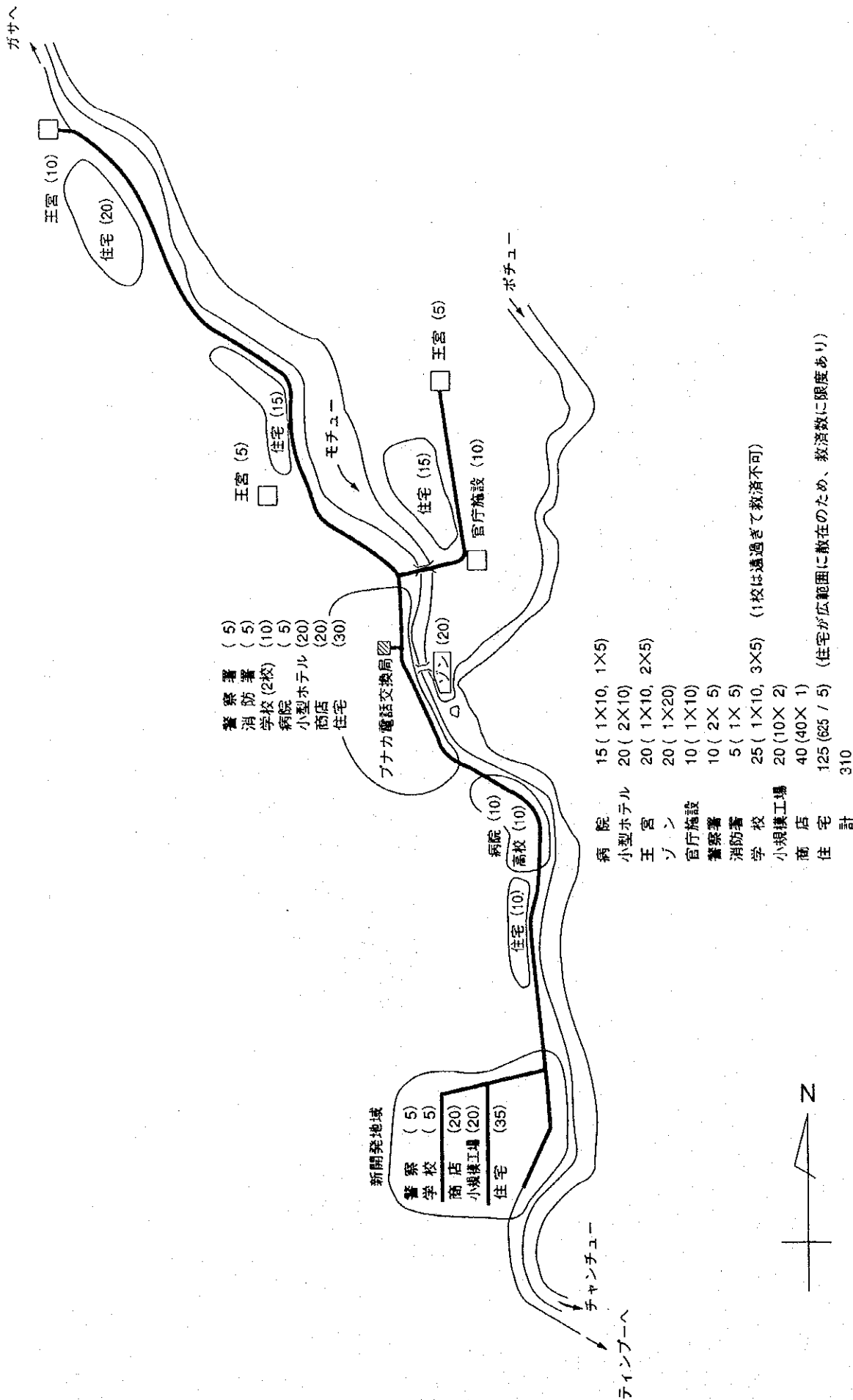


図4-5 対象年の概況調査結果 (9/10) バナカ

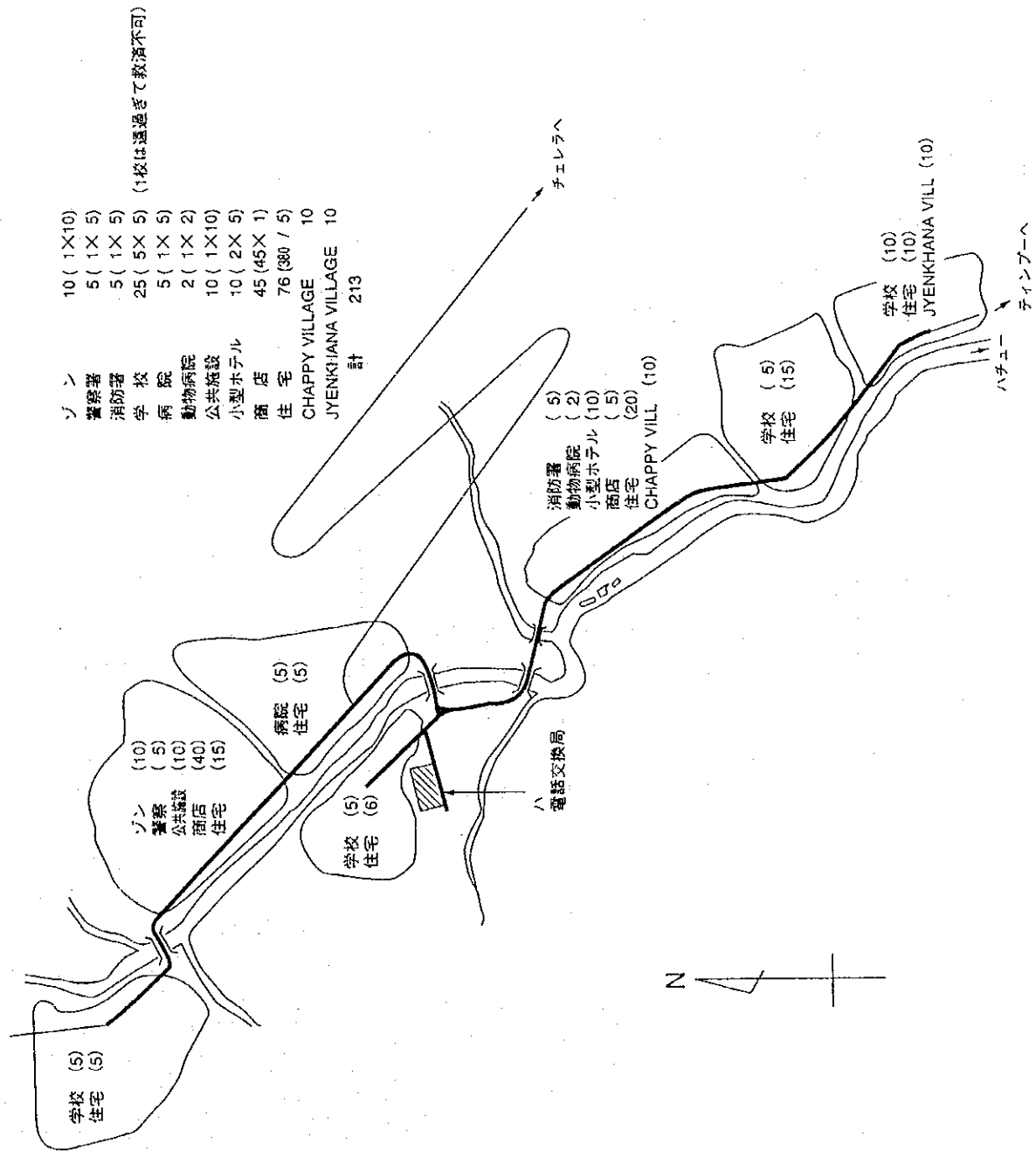


図4-5 対象年の概況調査結果 (10/10) ハ

2) 交換機方式の検討

前頁の検討結果の最適端子容量ならびに図4-6交換機システム区分よりブンツォリン、サムチおよびパロについてはLS局、ワンディフオドランおよびプナカについてはRSU局、タシヤンツェ、ガサ、チマコティおよびハについてはDRCS局とする。

加入者数

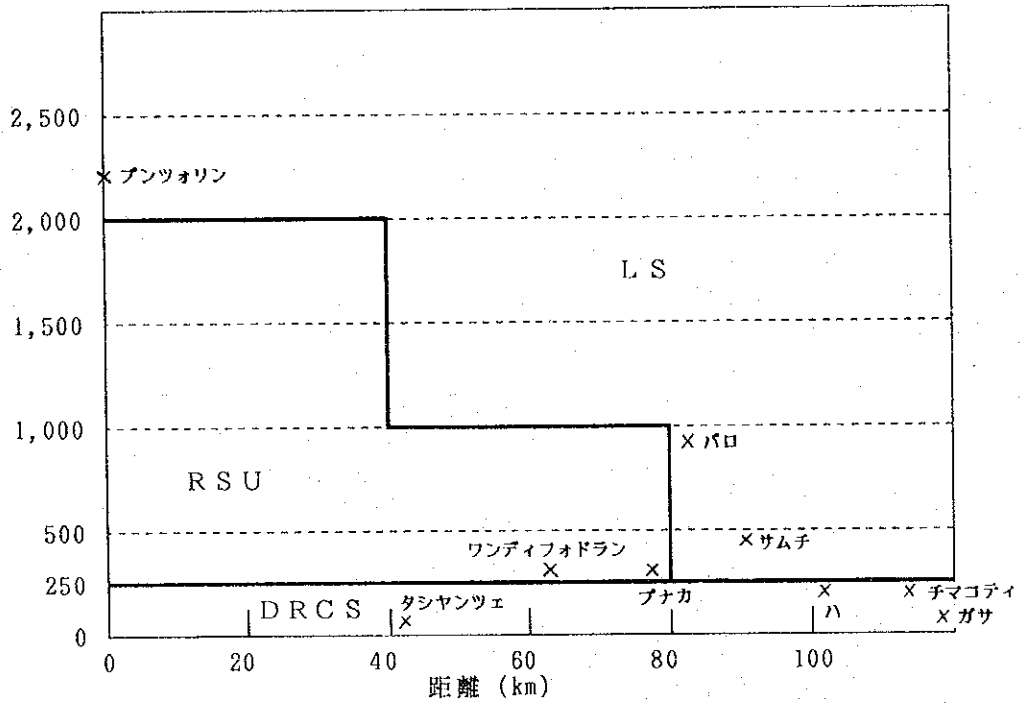


図4-6 交換機システム区分



### 3) 加入者発信呼率

本計画完成後における最繁時の1電話加入者当たりの発信呼率は現地調査で収集したデータ、ITU作成のマスタープランおよびCCITT GAS ハンドブック等を参考として、以下の検討を加えた。

- 既往案件で完成したトンサ局（総加入電話回線数：120）におけるトラヒック現地調査の結果は次表のとおりである。

(単位：呼数/日)

調査日	総発信呼数	完了呼数
1994/10/29	3,624	1,013
1994/10/31	3,764	1,125
1994/11/1	3,705	1,106

この結果を基に次の仮定を想定し、工事完了時における発信呼率の推定を行った。

呼の種別	呼数比率	平均保留時分/完了呼	最繁時集中度
市内	60%	90秒	20%
市外	38%	120秒	20%
国際	2%	180秒	20%

1994年10月31日の例をとると1日当たりの総発信呼数3,764に対し、完了呼数は1,125である。従って、1日当たりの平均通話完了率は約30%となる。この

ように通話完了率が低いのは、加入者ダイヤル習性と王国西部地域の既存設備不足に起因しているものと推定される。本計画による新設備の導入により、最繁時間帯の通話完了率は50%以上に改善が見込まれる。この改善により、1加入者当たりの発信呼率は総発信呼数を一定と仮定して、最繁時の通話完了率が50%および60%の場合、それぞれ0.080アールンおよび0.107アールンと推定される。（\*注）

なお、ITU発行の世界電気通信開発報告書（1994年）には王国の市内通話完了率（市外呼は含まず）は56%と報告されている。

（\*注）  $CR = TC \times BCR \times CCR \times MT \times CD / 3,600 / TS$

ここで、

- CR : 加入者発信呼率 (アーラン)
- TC : 総発信呼数/日 (呼)
- BCR : 最繁時集中率 (%)
- CCR : 最繁時通話完了率 (%)
- MT : 平均保留時分/完了呼 (秒)
- CD : 呼数比率 (市内・市外・国際) (%)
- 3,600 : 1回線が1時間 (3,600秒) 間断なく専有されるときにの呼量が  
1アーラン
- TS : 総加入電話回線数 (回線)

— マスタープラン策定時のトラヒック予測 (1990年) によれば、

- ・ 既存データが皆無である。
- ・ 既存通信設備が各々の地域で孤立しており、ネットワークの形態を呈していない。

という事情により、次の条件を仮定して、0.1アーラン/加入者と推定している。

- ・ 現時点では住宅用電話の普及は少なく、業務用電話が主である。
- ・ 公衆電話の利用が多く、一般加入電話も公衆電話的な目的で使われることが多い。またこの利用は業務用電話の利用時間帯と重なる。
- ・ 行政通信も業務用電話と利用時間帯が一致する。

— ITU発行のCCITT GAS 9 ハンドブックB (1988年) によれば、発信トラヒックの呼率として地域により1加入者当たり0.08アーランに達するとの記述もある。

— 日本の郵政省と民間の多くの電気通信関連会社とが合同で実施した「開発途上国向けルーラル電気通信システムに関する研究会」の報告書 (1986年3月) によれば、「ルーラル地域は初期の段階では一般的に公衆電話 (呼率は業務用電話の3倍) などが多く、都市部より1加入者当たりのトラヒック量が高い。」との記述がある。

— ルーラル通信に関するITU発行のCCITT GAS 10 ハンドブック (Planning Data and Forecasting Methods - Case Studies, 1987年) のパプア・ニューギニアのケース・スタディによると、王国の対象局の需要数に近いKiunga局 (184加入) の発信呼率は0.102アーラン/加入者、Tabubil局 (516加入) の発信呼率は0.110アーラン/加入者となっており、加入者数が少ない場合、発信呼率が高くなる傾向がうかがえる。

各対象局の現地踏査の結果より、本計画の各対象局は行政機関、銀行、警察等の公共機関、商店主、工場の事業主、公衆電話、発信数の多い一般加入者（近隣住民が公衆電話的な使い方をすると想定できる）が主たる利用者である。

従って、上記検討ならびに踏査結果に基づき、良好な通話接続品質（通話完了率50%以上）を確保することを前提として、発信呼率0.1アーラン/加入者を想定した。

また、市外発信呼量としては、ティンブーおよびブンツォリン電話交換局は総発信呼量の20%、その他の地方都市に設置される電話交換局は総発信呼量の40%と推定した。なお、特番サービス呼率として一律0.001アーランを、国際発信呼率として一律0.002アーランを推定したが、これらは前記の0.1アーランに含まれるものとした。

#### 4) 各電話交換局間トラヒック・マトリクス

57頁に各電話交換局間のトラヒック・マトリクスを示す。このトラヒック・マトリクスの作成には、ITU発行のCCITT GAS 3 ハンドブック（General Network Planning、1983年）の「網計画のための予測法」で示されている重力モデルの計算方法が用いられている。この計算には(1)式の「交換局間の親密係数C(i,j)」が局間の距離から計算され、更に(2)式により「交換局間のトラヒックの流れf(i,j)」が算出される。

$$C(i,j) = \frac{1}{da(i,j)} \quad \text{————— (1)}$$

$$f(i,j) = \frac{C(i,j) \cdot D_i \cdot D_j}{\sum_j C(i,j) \cdot D_j} \quad \text{————— (2)}$$

ここで、 C(i,j) : 局iと局jとの間の親密係数

da : 局間の距離 (km)、aは定数であり、本計算ではa=1とする。

f(i,j) : 局iと局jとの間のトラヒック

Di : 局iの市外発信トラヒック

(加入者発信呼率×電話加入回線数×市外呼数比率)

Dj : 局jの市外発信トラヒック (同上)

(単位：7-ラン)

	ライプルー	フンツォリン	サムチ	ハ°ロ	トンサ	ケブレフ	タジガ°ン	S.ジ°モンカー	計
ライプルー	16.61	14.91	4.47	34.17	6.88	4.34	4.17	3.87	72.80
フンツォリン	4.01	6.87	8.52	8.84	3.03	2.79	2.42	1.80	44.00
サムチ	23.21	5.40	1.82	2.41	0.75	0.67	0.64	0.65	16.00
ハ°ロ	8.46	3.34	1.02	3.39	1.87	1.28	1.27	1.16	36.00
トンサ	5.37	3.10	0.92	2.32	2.72	2.71	3.14	2.58	24.64
ケブレフ	7.24	3.78	1.23	3.24	4.43	3.15	2.25	2.53	19.20
タジガ°ン	7.03	2.93	1.32	3.09	3.81	3.71	10.75	10.28	33.36
S.ジ°モンカー									32.64
計	71.94	40.34	19.29	57.46	23.49	18.64	24.62	22.86	278.64

発

信

着 信

前頁のトラヒックデータをもとアーランB式の呼損率1/100を使用し、電話交換局間の所要回線数を求めると次表のようになる。

		局 間 回 線 数						
	ティンブー	ブンツォリン	サムチ	パロ	トナ	ゲレフ	タシガン	S/ジ'ヨソカール
ティンブー	--	24	11	46	14	10	10	10
ブンツォリン	26	--	--	7	4	4	4	4
パロ	34	12	6	--	6	5	5	5
トナ	16	9	5	9	--	8	9	8
ゲレフ	12	8	5	7	8	--	7	8
タシガン	14	9	5	9	10	9	--	18
S/ジ'ヨソカール	14	8	5	8	10	9	19	--

上表により、ティンブー～ブンツォリン・ルートの所要回線数はティンブー～ブンツォリン、パロ～ブンツォリン、パロ～サムチ、ティンブー～サムチ間の市外呼がティンブー並びにブンツォリンの交換機を経由するので、次のように112回線となる。

ティンブー	～	ブンツォリン	：	24	回線
ブンツォリン	～	ティンブー	：	26	
パロ	～	ブンツォリン	：	12	
パロ	～	サムチ	：	6	
ティンブー	～	サムチ	：	11	
ブンツォリン	～	パロ	：	16	
サムチ	～	パロ	：	7	
サムチ	～	ティンブー	：	10	

ブンツォリン～サムチ・ルート、ティンブー～パロ・ルートについても同様の方法で算出すると対象交換局間の所要回線数は次のとおりになる。

ティンブー	～	ブンツォリン	112	回線
ブンツォリン	～	サムチ	100	
ティンブー	～	パロ	175	

## 5) 中継（タンデム）交換機

現在、ティンブーの既存の交換機には市外交換・国際交換機能と市内交換機能が併用されている。本計画において、新たに西部地域と接続する市外中継交換機能を増設するには物理的に困難であるため、新たに市外中継専用として中継（タンデム）交換機を設置する必要がある。また、システムの運用上から、国際電話交換処理をティンブー市内交換機により実施することは全く性質の異なる交換機能（加入者交換機能と中継交換機能）をひとつの交換機に行わせることになり、保守・運用上諸々の混乱を生じ、強いては電話サービスに悪影響を及ぼすことが考えられる。他方、新設する市外中継交換機は国際交換処理と同質な中継交換処理を行う交換機である。従って実際の交換機の保守・運用ならびにティンブー局の将来を考慮した場合、既設国際交換機能を新設する市外中継交換機に移設することが最もふさわしいものと考えられる。また国際交換機能の移設に係わる経費は市外中継交換機の新設費用にて賄うことが出来るので、本計画においては交換機の保守・運用性ならびに局自体の将来性を考慮し、既設国際交換機能を新設市外中継交換機に移設することとする。

## 6) 信号方式

加入者線信号方式は王国内の既存電話機、機種との整合性により、ダイヤルパルス（Dial Pulse：DP）及びプッシュボタン（Push Button：PB）方式とする。局間信号方式は既存設備がITU-T R2方式を導入しており、他方式の導入は既存設備の変更が必要となり得策でない。従って本計画においても、ITU-T R2方式を採用し、将来はNO.7方式の導入を可能とする。

## 7) 番号方式

既往案件にて策定されたDOTの番号計画を満足するものとする。また王国の人口も考慮し、王国国内の番号計画は次のとおりとする。

国際呼プリフィクス	:	00
国内市外呼プリフィクス	:	0(+Y)
Y	:	地域番号、1数字
西部地域	:	02
中部地域	:	03
東部地域	:	04
加入者番号	:	ZZXXXX、6数字
ZZ	:	局番号、2数字
特別番号	:	1XX（救急車、警察、その他）

## 8) 課金方式

DOTは加入者への詳細課金通知(市外呼、国際呼)を行っており、加入者への課金は標準的な課金方式である自動詳細課金方式(Automatic Message Accounting:AMA)を採用する。各電話交換局の課金情報は磁気テープ(Magnetic Tape:MT)に記録され、ティンパーへ送付される。情報処理され請求書の形式となった課金情報を印刷して、各電話交換局に返送する。

## 9) 加入者サービス

交換機を構成する上で必要不可欠である一般構内交換設備(Private Branch Exchange:PBX)および公衆の各加入者の収容が可能なものとする。

## 10) 既存交換設備の整備

本計画によりルート変更、番号の追加が必要となるので、既往案件にて設置された交換機と本案件による新設交換機の相互接続のため、既往案件で設備した全ての交換機のソフトウェアの変更を行う。

11) 交換機の構成は設計資料の14~20頁に示す。

## (2) DRCS

- 1) DRCSの回線品質はITU-R勧告のローカルグレードに準拠する。フェージングの発生確率はITU-Rに準拠する。
- 2) DRCSは1.5~2.6GHzの周波数帯が使用可能である。既往案件時に2.4GHz帯を使用しており、王国の周波数管理および周波数の有効利用を考慮して、本計画においても2.4GHz帯を使用する。
- 3) アンテナ地上高はITU-Rレポートにより、次のA、B二つの条件で算出したアンテナ高のうち、いずれか高い方を所要アンテナ高とする。  
A:  $K=4/3$  クリアランス係数 $\geq 0.6$   
B:  $K=2/3$  クリアランス係数 $\geq 0.3$
- 4) 監視・制御は各基地局より、それに所属する中継局、加入者局の遠隔集中監視、制御が可能とする。

5) 設計諸元は既往案件同様、下記諸元を前提に基本設計を行う。

無線周波数	2.4GHz
送信出力	31.5dBm
最低受信入力 (10 <sup>-3</sup> BER)	-92dBm
無指向性アンテナ利得	10dB
ホーンアンテナ利得	20dB
チャンネル周波数間隔	4MHz
送・受信周波数間隔	94MHz
変調方式	4PSK

6) D R C S の構成は設計資料の11~13頁に示す。



### (3) 無線伝送設備

1) 前述(1)の4)項で得られた対象電話交換局間の所要回線数(発着信)を交換機と伝送装置との接続速度である2Mbit/s(30回線)単位に換算すると、次のようになる。

ブンツォリンおよびパロの両局の回線は上位局のティンブーに接続するので、

ティンブー ～ ブンツォリン 4 × 2 Mbit/s

ティンブー ～ パロ 6 × 〃

サムチ局は上位のブンツォリン局に接続するので、

ブンツォリン ～ サムチ 4 × 2 Mbit/s

ブナカおよびワンディフォドランの両局はティンブー局を親局とするRSU局であるので、

ティンブー ～ ブナカ 3 × 2 Mbit/s

ティンブー ～ ワンディフォドラン 3 × 〃

チマゴティおよびハの両局はジャブジェカ局を経由し、パロ局を基地局とするDRCS加入者局であるので、

パロ ～ ジャブジェカ 4 × 2 Mbit/s

更にガサ局はドチュラ局を経由し、ティンブー局を基地局とするDRCS加入者局であるので、

ティンブー ～ ドチュラ 2 × 2 Mbit/s

となる。これを基に設計した結果、各局間の最適伝送速度は次のようになる。(図4-7多重化装置設備計画参照)

ティンブー ～ ジャブジェカ ～ タクティ ～ ブンツォリン 34Mbit/s

ジャブジェカ ～ パロ 34Mbit/s

タクティ ～ サムチ 8Mbit/s

ティンブー ～ ドチュラ 34Mbit/s

ドチュラ ～ ブナカ 8Mbit/s

ドチュラ ～ ワンディフォドラン 8Mbit/s

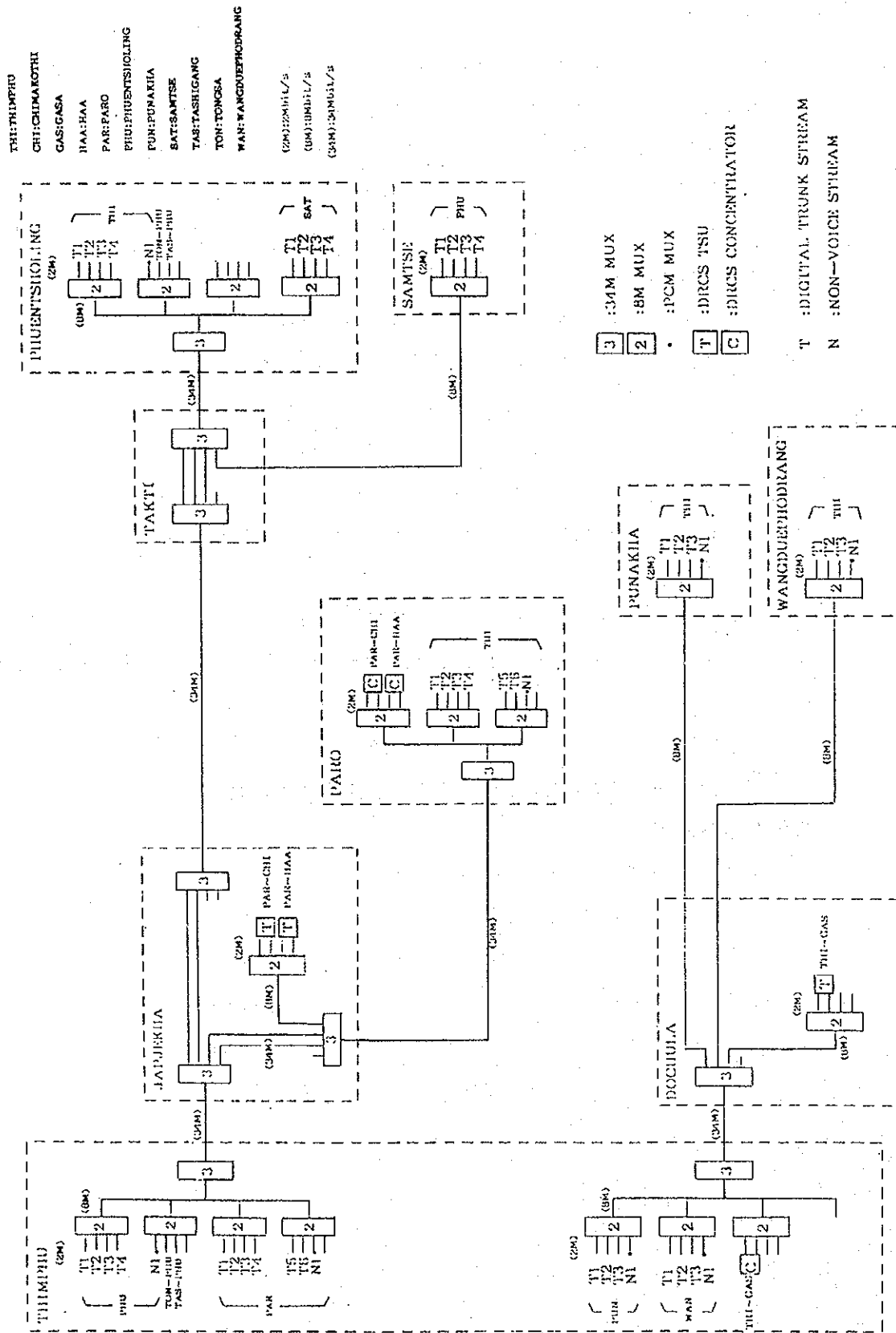


图 4-7 多重化装置设计图

- 2) 伝送方式はデジタル方式の見通し内無線方式とする。
- 3) デジタル無線回線の回線品質はITU-R勧告に準拠する。フェージングの発生確率は、ITU-Rレポートに準拠する。
- 4) 空中線地上高（反射板を含む）はITU-Rレポートにより、等価地球半径計数 $K=4/3$ においてクリアランス係数が1.0以上を満足する。

5) 設計諸元

既往案件同様、下記諸元を前提に基本設計を行う。

無線周波数	基幹伝送路8GHz
	スパー区間8.3GHz
伝送容量	基幹伝送路34Mbit/s
	スパー区間 8Mbit/s
変調方式	4PSK
送信出力	+30dBmまたは+20dBm
最低受信入力 (10 <sup>-3</sup> BER)	-83dBm (8GHz、34Mbit/s)
	-89dBm (8.3GHz、8Mbit/s)

- 6) 無人局の通信設備の遠隔監視制御の目的で無線中継局、DRC S局等の被監視局に無線装置、電源装置等の運転状況信号を発信できる機能をもたせ、既往案件にて監視制御装置を設置したティンブー局（マスター監視局）および本計画にて設置するブンツォリン局（サブマスター監視局）にて被監視局の無線装置、電源装置等の遠隔監視を行うとともに、無線回線の現用・予備回線切り替え、発動発電機の起動等の遠隔制御を行う。

7) 設計資料に以下の内容を示す。

内 容	設計資料 (頁)
無線伝送路装置構成	3 ~ 6
多重化装置設備計画	7
非音声回線設備計画	8
監視制御システム構成	9
オーダワイヤシステム構成	10
局舎位置	54 ~ 55
アンテナの詳細情報	56 ~ 57
伝送解析	58 ~ 62
バスプロファイル	63 ~ 85
サイト位置	6 ~ 101

#### (4) OSP

- 1) OSPの必要設備数として、ケーブルは、10、20、30、50、100、150、200対と段階的になっており、需要家数と必ずしも一致しない。また障害時の対策として余裕を取らねばならない。このため交換機容量の1.2~1.5倍を最適容量の目安とし、各対象局の成端ケーブル対数は4.4.2(1)、1)加入者端子数の項の表で示したように決定した。なお加入者線路計画の検討結果を設計資料の102~110頁に示す。
- 2) 既往案件同様OSPについては資材供給であり、ケーブル品質はITU-T勧告に準拠する。
- 3) 現在、資材輸送を含めた工事および保守・運用作業に当たり資材の搬送手段、備品が不足しており、安全性に欠ける非効率的な方法により作業が行われている。その作業方法の問題点の改善のため、本計画では必要最低限の輸送手段および備品等の配備を含めることとする。

#### (5) 電源設備

電源設備は各電気通信設備を瞬断無く、かつ安定に動作させるために電力を供給する設備であり、以下にその設計条件を述べる。

置局が予定されている各地域の商用電力の受電状況から、電力供給方式および電源機器の構成は次の3方式とする。これら3方式の電源装置の構成は設計資料の21～25頁に示すとおりである。

#### 方式1 - 商用交流電力を主電源とした全浮動方式

本方式は商用交流電力が受電でき、電気通信機器の消費電力容量が大きい電話交換局を対象とし、次の装置により構成される。

- ・ 自動電圧調整装置
- ・ 発動発電装置
- ・ 整流装置
- ・ 蓄電池設備

#### 方式2 - 太陽電池と発動発電装置とを併用するハイブリッド方式

本方式は商用交流電力を受電できない局所のうち電気通信機器の消費電力容量が500W以上の無線中継局を対象とし、次の装置により構成される。

- ・ 太陽電池設備
- ・ 発動発電装置
- ・ 整流装置
- ・ 蓄電池設備

#### 方式3 - 太陽電池のみを主電源とした太陽電池方式

本方式は商用交流電力の受電の可否にかかわらず、電気通信機器の消費電力容量が500W未満のDRCS加入者局およびDRCS中継局を対象とし、次の装置により構成される。

- ・ 太陽電池設備
- ・ 蓄電池設備

上記方式の非常時対策用として、次の補助電源装置を用意する。

- ・ 車載形発動発電装置
- ・ 可搬形発動発電装置、整流装置

上記各方式を構成する各電源機器の設計条件は以下のとおりとする。尚、王国の商用交流電力の供給規格（公称）は、415V、50Hz、3相4線、又は240V、50Hz、単相2線である。

#### 1) 自動電圧調整装置

負荷設備は電気通信設備のほか、照明等の付帯設備とし、通信機負荷の最大入力容量を満足するものとする。

#### 2) 発動発電装置

空冷タイプとし、出力は、AC415V、50Hz、3相4線、または、AC240V、50Hz、単相2線とする。発電容量は通信施設の消費電力のほか、照明等の付帯設備の容量も考慮する。

#### 3) 整流装置

制御盤については電気通信設備の将来増を見込んだ容量を考慮する。また整流器ユニットは予備1台を含むN+1台方式とし、予備を除く各ユニットの合計容量は初期見合いの設備容量とする。

#### 4) 蓄電池設備

蓄電池は安全性を考慮し、鉛蓄電池24個組の2組構成とする。蓄電池の保持時間は通信機器の最繁時の電力消費量を連続供給できるものと仮定する。また基本的に保持時間は保守・運用局よりの駆けつけ時間と発動発電装置、整流装置等が障害となった場合の修理時間を合計した時間および最悪の日照条件（無日照時間）を考慮し、各方式ごとに次のとおりとする。

##### ・電話交換局（商用交流電力＋発動発電装置1台）

商用電力停電時に発動発電装置が起動できない場合（オーバーホール等の点検、または故障した場合）、整流装置の故障時、商用電力の急激な電圧変動により自動電圧調整装置が追従できない場合、および車載形発動発電装置の手配時間を考慮し12時間とする。

##### ・無線中継局（商用交流電力＋発動発電装置2台）

発動発電装置1台オーバーホール中に稼働中の発動発電装置に障害が発生した場合等の修理時間、商用電力の急激な電圧変動により自動電圧調整装置が追従できない場合、可搬形発動発電装置の手配時間を考慮し10時間とする。

##### ・無線中継局（太陽電池設備＋発動発電装置1台）

日照不足および発動発電装置が起動できない場合、オーバーホール等の点検または故障した場合等の修理時間、可搬形発動発電装置の手配時間を考慮し、8日間とする。

##### ・DRC S 中継局・加入者局（太陽電池設備のみ）

雨季における連続無日照時間、霧の発生による無日照時間を考慮し12日間とする。

## 5) 太陽電池設備

王国には公式の日射量データがない。1994年7月より既往案件のユトラ無線中継局において自動計測器を用いた日射量測定が実施されており、詳細設計策定時には、設計条件についての有効なデータのの一つとして利用できると考えられる。現時点では既往案件で採用した下記日射量をもとに容量算出を行うものとする。

単位：ワット/㎡ (Cal/cm<sup>2</sup>)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
日射量	216	224	256	304	344	320	296	304	272	272	248	224

## 6) 車載形発動発電装置

王国の商用交流電力異常及び発動発電装置のオーバーホール対策として、複数局を対象とした車載形発動発電装置を用意する。

## 7) 可搬形発動発電装置・整流装置

商用電力の利用できないサイトにおける保守作業に必要な電力供給を行うため、複数局を対象とした可搬形で小容量の発動発電装置を用意する。また、太陽電池のみを一次電源とするサイトにおいては必要により蓄電池の充電が可能なよう整流装置を含むこととする。

## (6) 土木・建築設備

土木・建築設備は主としてアンテナ用構造物および局舎である。既往案件の実績に鑑み、以下にその設計条件を述べる。

### 1) アンテナ用構造物

#### － アンテナ用構造物のタイプ

アンテナ用構造物はDRC Sアンテナ用を除き、各局所の調査結果から、支線式のものとは適切でないと判断されたので、自立式とする。これらの自立式構造物は全て地上設置とする。DRC Sアンテナ用の構造物はアンテナサイズが小型・軽量のうえ、近傍の樹木等の障害物を避け、見通しを確保するのみでアンテナ地上高が10m程度と低いこと、また施工性を考慮して、組立式鋼板柱とする。

#### － アンテナ用構造物の高さ

アンテナ用構造物の高さは無線伝搬路システム解析により得られたアンテナ地上高にアンテナのサイズおよび避雷針効果を考慮して、DRC Sアンテナ用を除

き、一律に2m加えた高さのものとする。反射板については反射板近傍の局所の地形、反射板の前面における積雪が電波伝搬障害を引き起こさぬよう、反射板下部の地上高を標高3,500m以上の局所においては3mとする。

－ アンテナ用構造物の構成

アンテナ用構造物は鉄塔本体のほか、フィーダーラック、作業用梯子、プラットフォーム、避雷針および地気線を設備する。DRCSアンテナ用の組立式鋼板柱は作業用足場ボルトおよび避雷針、地気線のみとし、フィーダーラック、作業梯子は設けない。

2) 局舎

－ 対象とする局舎

本計画で日本側が対象とする局舎は中継局装置を収容するための中継局局舎とする。尚、電話交換局およびDRCS加入者局の各局所の設備は王国側が用意する局舎（新築あるいは増改築）に設置することとする。

－ 無線中継局局舎タイプおよび局舎面積

施工が容易で、かつ工期短縮に有利なプレハブタイプの局舎を設置することとする。プレハブ局舎の床面積は所要設備が設置でき、かつ保守・運用に必要な十分なスペースを配慮する。

3) 空中線用構造物の設計条件

－ アンテナの変位

デジタル電気通信網の性能維持のため、無線伝搬路システム解析の結果により、伝送損失は風速90km/h (25m/s) 時で3dB、150km/h (42m/s) 時で20dB未満におさめる必要があり、許容変位はこれを満足するものとする。尚、風・雪の影響を少なくするため、アンテナにはラドームを装着する。

－ 風圧荷重

王国は風に関する気象データを保有しておらず、王国内における最大瞬間風速も不明である。また日本の気象庁においても、王国の気象データはない。そのため近隣国であるネパールの最大瞬間風速すなわち160km/h (44.4m/s) を本計画の設計基準風速とする。この値は各計画地の自然状況、地形条件、風害による既存建物の状況および既往案件の経験からも、また上記アンテナの許容変位の規定からも十分安全であり、適切な数値であると判断される。

－ 積雪荷重

積雪荷重は標高2,500mを越える局所に適用することとし、基礎設計には積雪荷重の70%程度を見込む。局所が山岳地帯であるため着雪荷重と斜面移動圧には特



に注意が必要である。しかしながら、積雪に対する観測データは王国に存在しないため、既往案件の実績、現地調査の結果より、積雪は湿型、また標高3,000m以上の局所は積雪量が多いことなどから判断して、着雪10mm、密度0.6g/cm<sup>3</sup>（日本の北海道、本州内陸部、湿型着雪基準）と設定する。斜面移動圧は積雪量2m以上となる山岳地（斜面）について適用する。局所は可能な限り平坦に造成するよう王国側に依頼することとする。

#### － 地震荷重

王国はアジアの地震地帯に属しているが、地震規模に関するデータはない。このため本計画においては、建設省建築研究所発行の「世界地震活動地域における地震危険度Map、1980.2」を用いて評価する。すなわち、弾性設計用の水平震度はアンテナ用建造物の使用年限を30～50年、地震の再現期間をその2～3倍として、再現期待値100年で100galを基に、応答倍率、弾性と終局の強度比等を考慮し、水平震度K=0.1を設定する。

#### － 地耐力

本計画における各局所の地質は硬い粘性土あるいは砂礫を含む粘性土が主である。また既往案件の経験によると山頂は岩盤で形成されている場合が多い。日本の建設省建築基礎構造設計基準によれば、地耐力は13～15ton/m<sup>2</sup>と算出される。王国の地形は急峻であるため地滑りしやすいと考えられ、各局所付近や幹線道路沿いで多くの地滑り跡を見ることが出来る。これらを考慮すると各敷地地盤の地耐力の期待値は最小10ton/m<sup>2</sup>程度と考えられるので、これを設計地耐力と設定する。

#### － コンクリート強度

王国のセメントは同王国の西端に近いプンツォリン郊外のペンデンセメント工場より主として供給されている。道路や輸送事情が良くないため、各局所への搬入までに日数がかかり湿気を帯やすくなる。また既往案件の実績によると保管状況や品質について問題はなかったが、計画対象局所は高地が多く各現場において碎石を造りコンクリートねりを行うため、コンクリート強度のばらつきが予想される。従って日本同様の強度は期待できない。本計画のコンクリート圧縮強度は、既往案件同様150kg/cm<sup>2</sup>（28日強度）とする。

#### － 気温・湿度

本計画の局所は王国各地に点在し、自然環境が局所毎に異なる。南部のインド国境近くの局所は高温多湿であり、使用材料・機器等は耐湿性を要求される。一方、標高3,000mを越える局所では冬季に-10℃となり、地盤凍結が予想される局所では基礎を深くするほか、密実なコンクリートを打設することが必要である。

#### － 設計基準

王国では地理的、経済的にインドの影響力が強く、設計手法・基準もインドの設計基準が多く使用されている。しかし、既往案件同様、性能・調達の両面より多くの資機材が日本からの調達となることから、インド・スタンダードの基となっているBS (British Standard) を使用するほか、外国向け日本製品で多く用いられているEIA (Electronic Industries Association) スタンダードも適用することとする。

#### 4) 構造物の部材仕上げ

鋼材の部材仕上げはコーティング重量500g/m<sup>2</sup>以上の溶融亜鉛メッキ仕上げとする。搬送中、施工中に損傷した部材は亜鉛含有量80～90%の亜鉛塗装にて補修を行う。尚、王国は塩害の恐れがないので上塗りの塗装は必要ない。また最高鉄塔高が32mと低く、航空障害灯・航空障害標識の設置は不要である。

#### 5) プレハブ局舎

プレハブ局舎に使用する部材は局所の自然条件が厳しいことなどから、耐候性鋼板またはアルミ板 (いずれも塩ビ仕上げ) を使用する。積雪が予想される局所においては局舎基礎を高くし、積雪地でも局舎内部の保守・運用が容易に行えるようにする。また各パネルの接合部には十分な耐候性をもつシーリング材を充填し、雨水や雪解け水等の浸入防ぐこととする。

#### 6) 配置計画を設計資料の26～53頁に示す。

### 4. 4. 3 基本計画

主要機材はデジタル交換設備、デジタル無線伝送路設備、デジタル無線集線網装置、加入者線路資材、プレハブ式局舎および鉄塔で構成され、その内容は次の通りである。但し、加入者線路資材は資材供与のみであり、建設は王国側により実施される。

#### (1) デジタル交換機設備

##### － 市内電話交換機設備

加入者からの呼を交換・接続するための設備で、対象局および端子数は以下のとおりである。

電話交換局	端子数
ブンツォリン	2, 200
サムチ	400
パロ	900
ワンディフオドラン	300
ブナカ	30
合計	4, 100

－ 中継（タンデム）交換機設備

局間の中継回線の交換処理を行う設備で、ティンブー局に設置する。

－ 磁気テープ読み取り機・電話料金印刷機

交換機設備内蔵の磁気テープに記録された電話度数を読み取り、料金精算書を印刷する設備で、ティンブー局料金部署に設置する。

－ 交換機シュミレータ

交換機の運転動作を模擬的に理解でき、交換機の保守・運用、障害復旧の訓練ができる設備で、ティンブー局トレーニング・ユニットに配備する。

(2) DRCS

遠隔地の少数加入者を収容する交換機能と伝送機能を備えた無線設備で、基地局、中継局、加入者局で構成され、基地局名、加入者局名、中継局数および加入者端子数は以下のとおりである。

基地局	～ 加入者局	中継局数	端子数
タシガン	～ タシヤンツエ	3	50
ティンブー	～ ガサ	1	40
パロ	～ チマコテイ	1	200
パロ	～ ハ	1	200
合計		6	490

(3) デジタル無線伝送路設備

無線により呼を局間中継する設備で、局数は以下のとおりである。

ルート名	無線端局 (電話交換局内)	無線中継局		反射板	合計
		給電局	無給電局		
ブンツォリン～ティンブー	2*	3	1	1	7
サムチ ～タクティ	1	1	—	1	3
パロ ～ジヤジヤ	1	—	—	1	2
ワグ(ワグ)～ティンブー	1	1	1	—	3
プナカ ～リムテ	1	—	—	—	1
合計	6	5	2	3	16

\*ブンツォリン局およびティンブー局

無線方式は8GHz帯および8.3GHz帯のデジタル方式とし、伝送容量はブンツォリン・ルートおよびパロ・ルートを34Mbit/s、1+1システム(1システム予備)、それ以外のルートを8Mbit/s、1+1システム(1システム予備)とする。

(4) OSP

加入者と交換機とを接続する資材(ケーブル)であり、本計画で資材供与されるケーブルの加入区域別成端ケーブル対数およびケーブル対数延長は以下のとおりである。

電話加入区域	成端ケーブル対数 ( $\times 7$ )	ケーブル対数延長 ( $\times 7$ km)
ブンツォリン	1,800 +1,200 (既設)	2,691
サムチ	400	502
パロ	650	3,264
タシヤンツェ	60	20
ガサ	60	20
チマコティ	300	957
ワンディフォドラン	350	467
プナカ	400	1,459
ハ	250	975
合計	4,270 +1,200 (既設)	10,355

(5) 電源設備

一 電力供給方式（設備）

電気通信設備を瞬断なくかつ安定に動作させるために電力を供給する設備であり、電力供給方式（設備）別対象局は以下のとおりである。

供給方式（設備）	対象局	局数
全浮動方式 （自動電圧調整装置、発動発電装置、整流装置、蓄電池設備）	ティンプー、プンツォリン、サムチ、パロ、ワンディフォドラン、ブナカ、タクテイ	7
ハイブリッド方式 （太陽電池設備、発動発電装置、整流装置、蓄電池設備）	ジャプジェカ、ベプチュ、サウレニ	3
太陽電池方式 （太陽電池設備、蓄電池設備）	タシヤンツェ、ガサ、チマコテイ、ハ、ガンガドゥン、サムチリンゴンパ、チェレラ	7
合 計		17

一 補助電源装置

商用電力異常、気象異常、電源設備異常等の非常時対策用として、本計画の全局を対象に次の補助電源装置をプンツォリン局（西部地域の保守局）に配備する。

項 目	台数
車載形発動発電装置	1
可搬形発動発電装置	2
可搬形整流装置	2

(6) その他

項目	用途	対象局	局数
中継局用プレハブ式局舎 (7.3m <sup>2</sup> ~20.3m <sup>2</sup> )	・無線中継局およびデジタル無線集線網装置の中継局の設備を収容する	ジャブ'ジエカ、クティ、バブ'チ サレ、チレラ、ガン'ド'ラ、 サム'リン'ゴ'ン'ハ	7
鉄塔 (12m~27m)	・無線用アンテナを支持する	ブン'ツ'オリ'ン、サム'チ、バ'ロ、 ワン'デ'イ'ド'ラ、ブ'ナカ、 ジャブ'ジエカ、クティ、バブ'チ サレ、リ'ア'ティ	10
反射板 (2.4m×3.0m~ 3.7m×4.9m)	・電波伝搬路においてマイクロ波を反射させる	クティ'バ'ツ'グ、バ'ロ'バ'ツ'グ、 カ'フ'タ'ネ	3
マスト (10mおよび20m)	・デジタル無線集線網装置用アンテナを支持する	ク'ヤ'ン'ツ'エ、ガ'サ、チ'マ'コ'ティ、ハ、 ガン'ド'ラ、サム'リン'ゴ'ン'ハ、 チレラ	7

#### 4.5 施工計画

##### 4.5.1 施工方針

本計画は無線、伝送、交換、電源、加入者線路および土木建築の諸技術が有機的に関連する総合電気通信プロジェクトであり、国際標準の通信品質が要求される。また、対象地域がそれぞれ移動に時間を要する地域に拡散しているため、効率的施工を考慮すると技術者数は土木・建築15名、無線9名、伝送5名、交換8名、電源7名、その他3名の計47名を要するものと想定され、規模の割に多分野の技術者を多数派遣することになり、類似プロジェクトの施工実績がある施工業者を選定することが望ましい。

本計画の王国側の施工機関は電気通信局のプロジェクト部、運用責任機関はティンブー地区部およびブン'ツ'オリ'ン地区部（図1-2電気通信局組織図参照）となるので、施工を通して、これら責任機関職員への技術移転が望まれる。

#### 4. 5. 2 建設及び施工上の留意事項

計画地のうち数局の無線中継局の標高は3,000mを越える。これらの局は12月から2月の冬季において積雪が予想される。また、6月から9月にかけての雨期にはインド国境沿いの地域でかなりの降雨量が予想される。これら気象条件は土木、建築工程および資機材運搬等に及ぼす影響が大きいと考えられる。本計画では綿密な工程計画と効率的な実施体制を検討し、予定工期限内に安全に工事が実施できるようにする。現地には電気通信施工業者がないため、鉄塔の基礎工事、プレハブ局舎の組立等の簡易作業については農繁期の労働力集約の工程を避け、日本人技術者の監督のもとに現地傭人を利用する。また、鉄塔組立、配線等の熟練作業の補助については、近隣第三国より労働力を移入する等の措置をとる。

#### 4. 5. 3 施工監理計画

本計画の対象地域は主として西部地域であるが一部東部を含んでおり、かつ道路事情が悪く、局間の移動に長時間を要する。したがって常駐監理とスポット監理を併用して施工監理を行なうことが望ましい。また、技術分野が多岐にわたっているため、常駐監理者は各技術分野の有機的関連において、総合的な調整・監理能力を有する技術者を派遣する。スポット監理者は、無線、伝送、交換、電源、加入者線路および土木の各分野の技術者それぞれ1名を工事の進捗に応じて、着工時および受け入れ試験の時期に派遣し、監理する必要がある。

#### 4. 5. 4 資機材調達計画

王国では電気通信設備は勿論、建設資機材、設備機器類はほとんど生産しておらず、その多くをインドから輸入している。インドからの輸入資機材の性能・品質は必ずしも良いとは言えず、本計画に使用することは、信頼性の高い通信網を構築する上で避けることが望ましい。既往案件では現地業者を主として土木工事等の労働集約的行程のみに導入していたが、徐々に現地業者を育成し技術移転できる体制での雇用が望まれる。また既設電気通信設備のほとんどが日本製であることから、王国内で容易に調達でき、かつ比較的品質の高いセメント、砂、砂利、鉄筋等の産品を除き、特に高品質が要求される通信機器は既設電気通信機器との整合性、保守・運用の容易性、スペアパーツの互換性を考慮した調達が容易である日本からの調達が望ましい。但し、通信ケーブルの調達については第三国調達も十分可能である。

輸入資機材はインドのカルカッタ港で陸揚げした場合は、インド経由の陸路で王国に輸送しなければならない。この場合の王国の通関手続きは、国境にあるブンツォリンで行われ、全ての資機材の積み下ろすことになる。通関後これらの資機材はブンツォリン局において一時保管され、その後各局へ分散する。

#### 4. 5. 5 実施工程

本プロジェクトに係わる設備のうち、日本側および王国側で負担するものを以下に示す。

<u>日本側負担</u>	<u>ブータン王国側負担</u>
資機材調達・運搬	加入者線路設備工事
無線・伝送設備工事	局舎敷地確保・整地ならびに付帯工事
交換機設備工事	アクセス道路建設工事
電力設備工事	電話交換局局舎建設工事
中継局局舎建設工事	宅内設備の購入および施工
加入者線路設備資材供給	

上述した負担工事を実施するための王国側の資金面、技術面から見た能力は4.3.2予算および4.4.1基本設計方針に述べたとおり十分である。

事業実施工程表を次頁に示す。



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
実施設計		＝																									
施工・調達																											

(計6.0ヶ月)

(調達・製造)

(輸送)

(基礎工事)

(鉄塔・シエルター組立)

(据付、配線、調整、機能試験)

(受入試験)

△引き渡し  
(計24.5ヶ月)

工程表

#### 4. 6 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は約24.3億円となり、先に述べた日本と王国との負担区分に基づく双方の経費内訳は下記に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。

##### (1) 日本側負担経費

事業費区分	合計
1) 機材費	20.74億円
2) 設計・監理費	1.99億円
合計	22.73億円

##### (2) 王国負担経費 51.7百万Nu. (約151.5百万円)

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1) 土地取得費             | 0.2百万Nu. (約 0.6百万円)   |
| 2) アクセス道路建設          | 21.4百万Nu. (約 62.7百万円) |
| 3) 敷地整備費             | 1.3百万Nu. (約 3.8百万円)   |
| 4) 局舎建設費             | 6.5百万Nu. (約 19.0百万円)  |
| 5) 局舎改修費             | 0.9百万Nu. (約 2.6百万円)   |
| 6) 加入者線路資機材購入費および工事費 | 12.2百万Nu. (約 35.7百万円) |
| 7) 加入者電話購入費          | 9.2百万Nu. (約 27.0百万円)  |

##### (3) 積算条件

- 1) 為替交換レート : 1US\$ = 92円  
1Nu. = 2.93円
- 2) 施工期間 : 実施設計、調達・施工の期間は事業実施工程表に示したとおり、実施設計6.0ヶ月、施工・調達24.5ヶ月である。
- 3) その他 : 本計画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。

#### 4. 7 技術協力・他ドナーとの連携

3.3他の援助国、国際機関等の計画で述べたITUの協力によって行われているトレーニングユニットでの要員訓練は近い将来ITU専門家の任期が終わり、その後の専門家派遣の予定は今のところ無い。従って以降はDOT独自の運営となる。前述のように本計画の実施に当たってのOJT訓練ならびに本計画で導入される交換機シュミレータの有効活用、さらにはDOTの収益を訓練にも利用することによって、適正な施設の保守・運用が望まれる。

また、青年海外協力隊隊員が1990年以降継続して派遣され、現場に密着して無線伝送、交換、加入者線路等多岐に亘る技術協力を通じて人材育成が行われており、王国側より評価されている。

