No. 7

イエメン・アラブ共和国
地方電気通信網整備計画
フィージビリティ調査報告書

昭和60年3月

国際協力事業団

開 二
[redacted]
85 — 058

イエメン・アラブ共和国
地方電気通信網整備計画
フィージビリティ調査報告書

JICA LIBRARY
1051234[1]

昭和60年３月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入月日 '85. 5. 23	316
	78
登録No. 11467	SDS

序　　文

日本国政府は，イエメン・アラブ共和国政府の要請にこたえ，同国の地方電気通信網整備計画についてフィージビリティ調査を行うことを決定し，国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は，日本通信協力株式会社・木村重人氏を団長とする７名の調査団を昭和５９年９月１１日から同年１２月１０日まで現地に派遣した。

調査団はイエメン・アラブ国政府の関係者と協議の後，対象地域の現地調査を実施した。同調査団は帰国後，引続き検討作業を行うとともに，調査内容についてイエメン・アラブ国関係者と充分な調整を図った結果，今般すべての作業を終了し，ここに報告書提出の運びとなった。

本報告書が，このプロジェクトの推進に寄与するとともに，日本及びイエメン・アラブ両国の友好親善関係の増進に役立つことを願うものである。

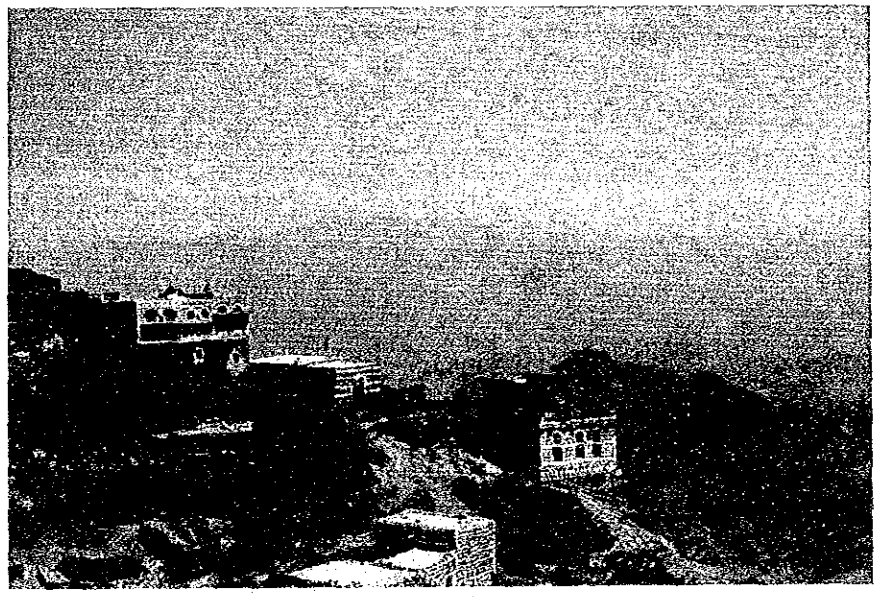
終りに，調査団に多大のご協力を頂いたイエメン・アラブ共和国政府並びに終始ご支援頂いたわが国関係各位に対し，厚くお礼申し上げる。

昭和60年３月

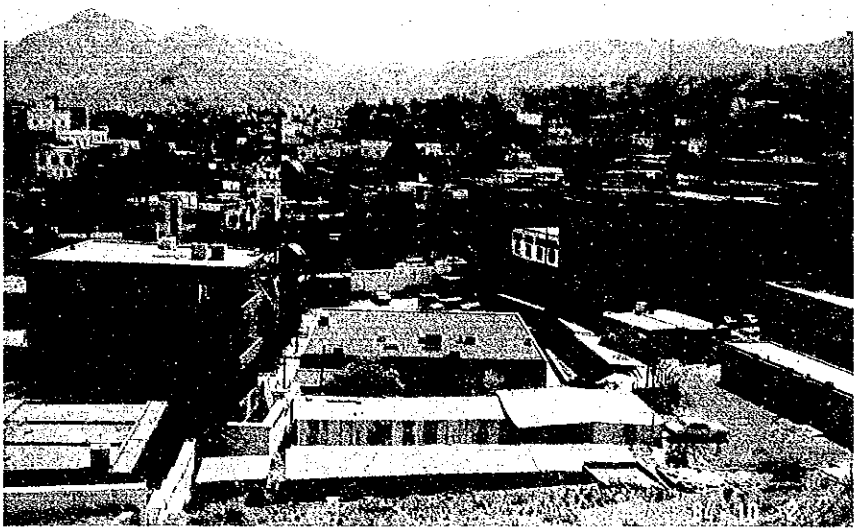
国際協力事業団
総裁　有田圭輔

インセプション・レポート説明(TTI／SANA'A)

MASAR既設中継所における現地調査(SANA'A地区)



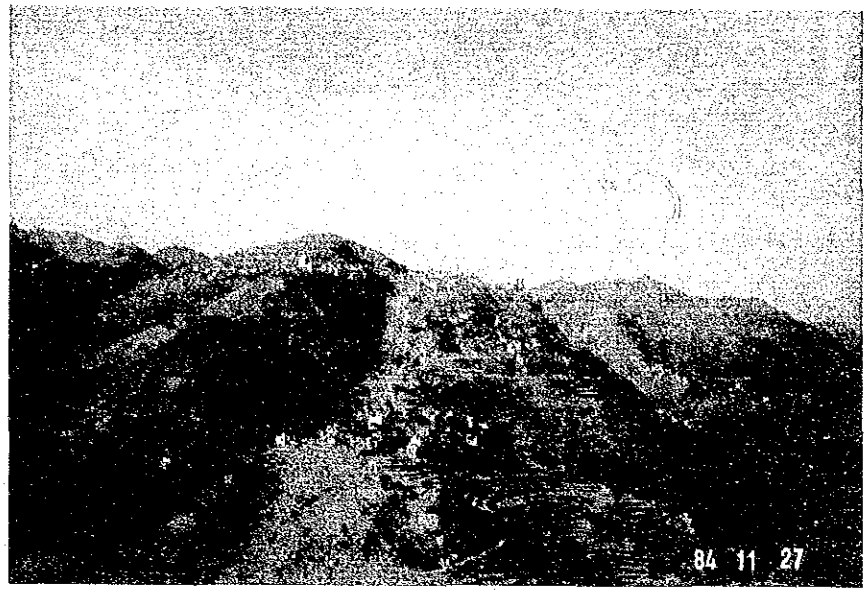
MASAR既設中継所付近の村落(SANA'A地区)



TAIZZ電話局(新局)全景

AL AKHTUR中継所予定地付近の村落(TAIZZ地区)

J. KIBAH中継所予定地付近の村落(DHAMAR地区)



AD DANN中継所予定地付近の村落(DHAMAR地区)

DAYR MAKHRASH中継所予定地(HUDAYDAH地区)

AL BULAYH中継所予定地の現地調査(HUDAYDAH地区)

目　　次

要約と提言 …… 1

第1章　序　論 …… 7

1－1　調査実施に至る経緯 …… 9

1－2　調査の目的と概要 …… 9

1－2－1　調査の目的 …… 9

1－2－2　調査の範囲 …… 9

1－2－3　調査団の構成 …… 10

1－2－4　調査日程 …… 11

第2章　プロジェクトの背景 …… 13

2－1　北イエメンの一般事情 …… 15

2－1－1　自　然 …… 15

2－1－2　人種・言語・宗教 …… 16

2－1－3　社　会 …… 16

2－1－4　経　済 …… 16

2－2　北イエメンの電気通信事情 …… 17

2－2－1　電話交換設備の現況 …… 18

2－2－2　伝送路設備の現況 …… 19

2－3　電気通信開発計画 …… 20

2－4　本プロジェクトの位置づけ …… 21

第3章　地方電気通信需要予測 …… 33

3－1　人口分布の現状 …… 35

3－2　計画対象村落の選定 …… 36

3－3　計画対象村落の電話需要 …… 37

第4章　地方電気通信網整備計画 …… 41
4－1　地方電気通信網の構成概要および設計標準 …… 43
4－1－1　概　要 …… 43
4－1－2　交換網 …… 44
4－1－3　無線集線電話網 …… 47
4－1－4　ローカル・ケーブル網 …… 51
4－2　設備概要 …… 52
4－2－1　交換設備 …… 52
4－2－2　無線設備 …… 54
4－2－3　線路設備 …… 59
4－2－4　宅内設備 …… 59
4－2－5　電力設備 …… 60
4－2－6　局　舎 …… 61
4－2－7　敷地および道路 …… 62
4－3　プロジェクトの実施スケジュール …… 62
4－3－1　実施の分担 …… 62
4－3－2　資材およびサービスの購入 …… 64
4－3－3　プロジェクトの実施予定線表 …… 64
4－4　保守・運用 …… 65
4－4－1　保守・運用業務 …… 65
4－4－2　訓　練 …… 66

第5章　建設費用の見積り …… 81
5－1　建設費用 …… 83
5－2　建設費用見積りの範囲 …… 84

第6章　財務・経済評価 …… 89
6－1　収入の見積り …… 91
6－1－1　現行の料金体系 …… 91
6－1－2　収入見積り …… 92

6－2　費用の見積り …… 95
6－2－1　操業費用 …… 95
6－2－2　その他の費用 …… 97
6－3　総所要資金 …… 98
6－4　資金計画 …… 98
6－5　減価償却費 …… 98
6－6　税　金 …… 99
6－7　運転資本 …… 99
6－8　財務・経済分析 …… 99
6－8－1　諸前提条件 …… 99
6－8－2　財務分析 …… 100
6－8－3　経済分析 …… 104
6－8－4　総合評価 …… 106

図　表　目　次

図１	調査対象村落の分布	6
図１－１	調査対象地域（Governorate）	12
図２－１	北イエメンの地勢	23
図２－２	北イエメンの人口密度	24
図２－３	北イエメンの人口分布	25
図２－４	ＭＯＣの組織	26
図２－５	ＰＴＣの組織	27
図２－６	既存の長距離伝送路	28
図３－１	電話機密度と１人当りＧＤＰの相関々係（56ケ国，１９８１年）	40
図４－１	地方電気通信網の構成（Ａ案）	67
図４－２	地方電気通信網の構成（Ｂ案）	68
図４－３	代表的なＤＲＣＳの構成	69
図４－４	無線伝送路のシステム構成（Ａ案）	70
図４－５	無線伝送路のシステム構成（Ｂ案）	71
図４－６	基地局および中継局の鉄塔高	71
図４－７	ローカル・ケーブル網の構成	73
図４－８	実施予定線表	74
図６－１	感度分析	108

表２－１	アーバン網における交換機設備状況	29
表２－２	ルーラル網における交換機設備状況	30
表２－３	アーバン網における伝送路設備状況	31
表２－４	ルーラル網における伝送路設備状況	32
表４－１	対象村落数および加入者数	75
表４－２	無線周波数使用計画	77
表４－３	ＤＲＣＳ回線設計（例）	78
表４－４	電力供給方式	79
表４－５	敷地取得とアクセス道路の建設	80

表６－１　北イエメンの電話料金 …… 109
表６－２　所要資金の見積り …… 110
表６－３　財務的内部収益率（Ａ案） …… 111
表６－４　財務的内部収益率（Ｂ案） …… 112
表６－５　損益計算書（Ａ案） …… 113
表６－６　損益計算書（Ｂ案） …… 115
表６－７　貸借対照表（Ａ案） …… 117
表６－８　貸借対照表（Ｂ案） …… 119
表６－９　資金繰り表（Ａ案） …… 121
表６－１０　資金繰り表（Ｂ案） …… 123
表６－１１　経済的内部収益率（Ａ案） …… 125
表６－１２　経済的内部収益率（Ｂ案） …… 126

付 属 資 料 目 次

付属資料Ⅰ　調査団日程表 …… 129

付属資料Ⅱ　対象村落リスト …… 137

付属資料Ⅲ　取消し村落リスト …… 173

付属資料Ⅳ　加入者収容計画図 …… 181

付属資料Ⅴ　サイトの緯度・経度および標高 …… 199

付属資料Ⅵ　パス・プロファイル …… 203

付属資料Ⅶ　気象データ …… 213

－日射量，日照時間，風速，気温，相対湿度，降水量－

付属資料Ⅷ　面談者リスト …… 233

付属資料Ⅸ　収集資料リスト …… 237

付属資料Ⅹ　A案・B案の技術的比較・検討 …… 241

要約と提言

要 約 と 提 言

1 調査の経緯

イエメン・アラブ共和国（北イエメン）の電気通信網は，国家開発第1次5ケ年計画（1977～1981）により，3大都市SANA'A（サナア），TAIZZ（タイズ），HUDAYDAH（ホデイダ）間を結ぶ幹線伝送路，および3大都市とそれぞれの近郊都市を結ぶ伝送路，並びにそれらの各都市の市内通信網が整備された。しかし，全人口の90％近くを占める地方村落については，ほとんど通信設備がないのが現状である。これら地方村落は丘陵・山岳地域に広く分布しており，中央や他村落等への連絡が困難である。

そのため，同国は，第2次5ケ年計画（1982～1986）において，ルーラル地域の社会・経済開発を補完するため，地方電気通信網の整備を重要かつ緊急施策として位置づけ，日本国政府に対し，その技術協力を要請した。

日本国政府は，この要請を受けることに決定し，国際協力事業団は，昭和59年5月に5名からなる事前調査団を同国に派遣し，本格調査の範囲と内容について協議した。

国際協力事業団は，引続き昭和59年9月11日より同年12月11日までの間，7名の本格調査団を同国に派遣し，同国の地方電気通信網整備計画についてフィージビリティ調査を実施，計画案の策定を行った。本書は，この調査結果をとりまとめ，報告するものであり，以下のとおり要約する。

2 調 査 結 果

北イエメン11州（Governorate）のうち，人口の約88％を占める6州を計画対象として調査を実施した。6州の中から比較的人口が多い村落，重要な位置にある村落を計画対象村落として選出し，各地域の社会・経済状況より加入者需要予測を行い，対象村落数と初期加入者数を次のとおり設定した。

村 落 数	456
加 入 者 数	2,453（普及率 0.5％）

ルーラル通信網の基本設計は，既設交換機を利用する場合（A案）と，新たにルーラル通信網用の交換機を設置する場合（B案）の両方について行った。これらの基本設計に基づき，建設費・操業費・収入等の見積りを行い，財務・経済分析を行った結果，A案（ただし，電話料金体系の一

部手直しを含む）は投入資本の償却が充分できるものであって，かつ地方の社会・経済開発に与えるインパクトが大であると判断されるもので，充分な評価が得られるものとの結論を得た。すなわち，本案の財務的内部収益率は7.43％であり，初期投資額が20％増加，または収入が15％減少したとしても資本の機会費用を上回る。また，計画実施のために資金を借入れても，その返済に支障はないと考えられる。経済的内部収益率は少なくとも11.91％が期待できるほか，それ以外にも定量化できない社会的・経済的便益があると考えられる。A案の概要は以下各項のとおりである。

(1) 通信網の構成概要

a) 6サブ・ルーラル通信網で構成する。(各サブ・ルーラル通信網はおおむね州に対応する)

b) 各サブ・ルーラル通信網に対して，経済性，システムの拡張性および将来の技術動向を考慮し，ディジタル無線集線システム（Digital Radio Concentrator System ：DRCS）を適用する。

c) 各サブ・ルーラル通信網の加入者線は，サブ・ルーラル通信網ごとに既存の交換機に収容する。

(2) 通信設備の概要

基地局	6ケ所（23基地局装置）
中継局	38ケ所（55中継局装置）
加入者局	436ケ所

なお，建設工事を円滑に進めるため，各局装置はシェルター内に収容することを原則とする。ただし，作業スケジュールに支障のない範囲で，通常の局舎も考慮すべきであり，局舎のタイプについては，詳細設計の段階で最終的に決定することとする。また，保守を容易にするため，既存の中継所・電話局の敷地を使い，既設電源設備の容量に余裕のある場合を除き，装置の電源は太陽電池を使用する。

(3) 建設費用の概要

1984年12月時点の価格を基に，物価上昇率を年平均5％，工事着工を1987年7月と仮定して，建設費を次のように見積った。交換レートは，1YR＝41.42円としている。

	外貨(百万円)	内貨(百万YR)
1) ルーラル通信網建設 資機材の購入，建設サービス， 敷地・道路の購入・建設を含む	5,083	40.1
2) 保守・訓練サービス	60	—
3) コンサルタント・サービス	400	1.7
4) 予備費	554	4.2
合計	6,097	46.0

3 提　言

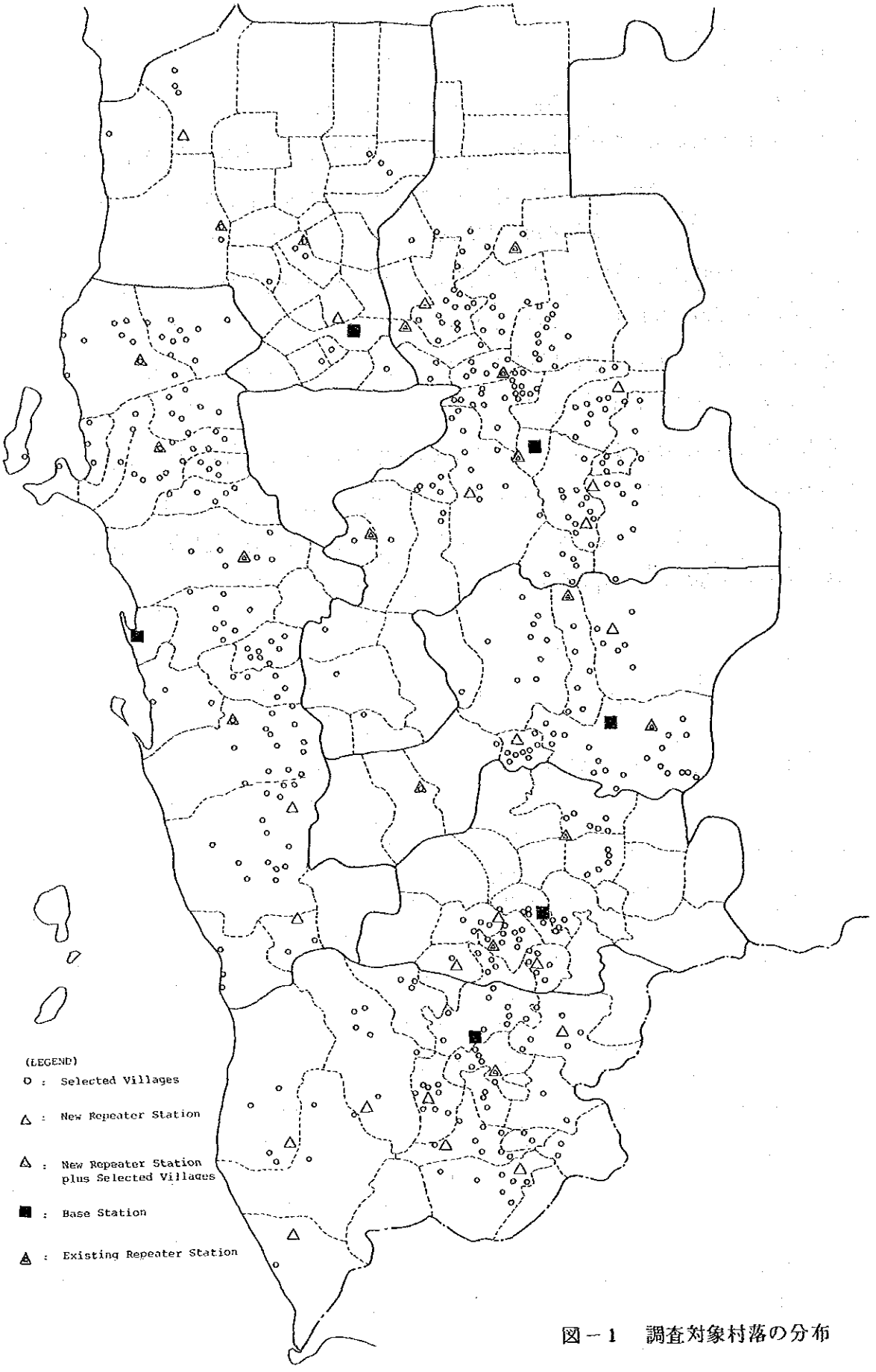
１９９０年を目途に，電話料金体系を次のように改定されるよう提言する。

(1) 現行の都市部加入者に対する電話機設置料および課金体系をルーラル通信網加入者にも適用し，料金体系の全国統一を図る。ただし，委託公衆電話機はその設置目的に公共性があるので，その設置料を免除する。

(2) ルーラル通信網加入者(委託公衆を含む)の基本料金は，健全な事業運営を図るとともに，電話需要の成長を阻害しないよう６００ＹＲに改定する。

(3) 公衆電話の委託費は委託業務量に応じた額に改定する。すなわち，委託電話機の通話料収入の１０％とする。

なお，上述の料金体系は，本プロジェクトの対象村落に対して0.5％の電話普及率を目指すためのものである。換言すると，この料金設定では0.5％以上の普及率を期待することは難しいと言うことである。従って，今後同国の電気通信施設のより一層の普及を図るためには，アーバン網をも含めた全国的料金体系を見直す必要があろう。



図－1　調査対象村落の分布

第1章　序　　論

1 序　　論

1－1　調査実施に至る経緯

イエメン・アラブ共和国（北イエメン）における電話サービス網は，主要都市を結ぶ幹線が整備されているのみであり，全人口の約８７％が地方村落に居住するため，その受益者の割合が極めて低い。また，これら地方村落は丘陵・山岳などを含む全土に広く分布しており，地勢的にも中央や他村落との交流が困難なため，地方電気通信網の整備が急務となっている。このため，同国は，地方電気通信網の整備を第２次５ヶ年計画（1982～1986年）の中の主要課題として位置づけ，それにかかわる技術協力の要請が日本国政府になされた。

日本国政府は，この要請に応え５８年度に２名の短期専門家を派遣した。短期専門家が現地でとりまとめのうえ提出した技術報告書は，北イエメン政府から高く評価されるところとなり，同国政府は，その報告書に基づき地方電気通信網整備計画を緊急に推進したいとして，日本国政府に対しフィージビリティ調査の実施を要請した。

日本国政府は，上記要請に基づき，全国１１州（Governorate）のうち，SANA'A（サナア）州を含む６州の主要な地方村落を対象として，地方電気通信網整備計画にかかわるフィージビリティ調査を実施することを決定した。これを受けて国際協力事業団は，昭和５９年５月事前調査団を派遣し，引続き建設計画の技術的・経済的フィージビリティを調査するために，昭和５９年９月本調査団を派遣した。

1－2　調査の目的と概要

1－2－1　調査の目的

本調査は，北イエメン政府の要請に基づき，ほぼ無電話状態にある地方村落のうち，ＳＡＮＡ'Ａ州等６州内の主要な村落に対し，電話網を整備・拡充するための地方電気通信網整備計画について，技術的・経済的フィージビリティを調査することを目的とする。

1－2－2　調査の範囲

本調査の対象地域は，北イエメン全１１州※のうち，ＳＡＮＡ'Ａ州を含めた６州であり，その名称は以下のとおりである。また，対象地域を図１－１に示す。

(1) SANA'A（サナア）州

(2) DHAMAR（ダマール）州

(3) IBB（イブ）州

(4) TAIZZ（タイズ）州

(5) HUDAYDAH（ホデイダ）州

(6) HAJJAH（ハッジャ）州の一部

調査項目は，対象地域における地方電気通信網整備計画作成のための現地調査，関連資料の収集および帰国後の調査報告書の作成等である。

※ 最近MARIB（マリブ）州よりAL JAWF（アル ジャウフ）州が分離・独立して１１州となった。

1－2－3 調査団の構成

本調査団は下記の人員で構成された。

(1) 国際協力事業団作業監理委員会

担当業務	氏名	所属
委員長（総括）	加藤正美	郵政省通信政策局国際協力課国際協力調査官
委員（通信網）	鷲巣栄一	日本電信電話公社国際局調査役
委員（地方通信）	赤堀敏	日本電信電話公社国際局調査員
委員（通信方式）	牧野修	国際協力事業団国際協力専門員
業務調整	立松稔	国際協力事業団社会開発協力部参事

(2) 調査団

担当業務	氏名	所属
団長（総括・通信網）	木村重人	日本通信協力株式会社海外事業部
団員（無線）	山形進	日本通信協力株式会社海外事業部

団　　員 （伝　送・無　線）	黒　野　宗　雄	日本通信協力株式会社 海外事業部
団　　員 （線　路・土　木）	八　木　英太郎	日本通信協力株式会社 海外事業部
団　　員 （交　　換）	駒　田　順　一	日本通信協力株式会社 海外事業部
団　　員 （局　舎・鉄　塔）	原　　雅	日本通信協力株式会社 海外事業部
団　　員 （財務・経済評価）	小　杉　芳　雄	日本通信協力株式会社 海外事業部

1－2－4　調査日程

本調査団が1984年9月11日東京を出発して，同年12月10日に帰国するまでの91日間の概略日程は以下のとおりである。

1984年　9月	通信運輸省／公共電気通信公社（Ministry of Communications and Transport：MOC／Public Telecommunications Corporation Headquarters：PTC）と諸打合せおよび現地調査のための作業。
10月	現地調査およびプロジェクトの基本条件の検討。
11月	現地調査およびプログレス・レポートの準備。
12月	プログレス・レポートの作成とそれに関するMOC／PTCとの打合せ。

概略は以上であるが，詳しい日程については別紙付属資料Ⅰの調査日程に示す。

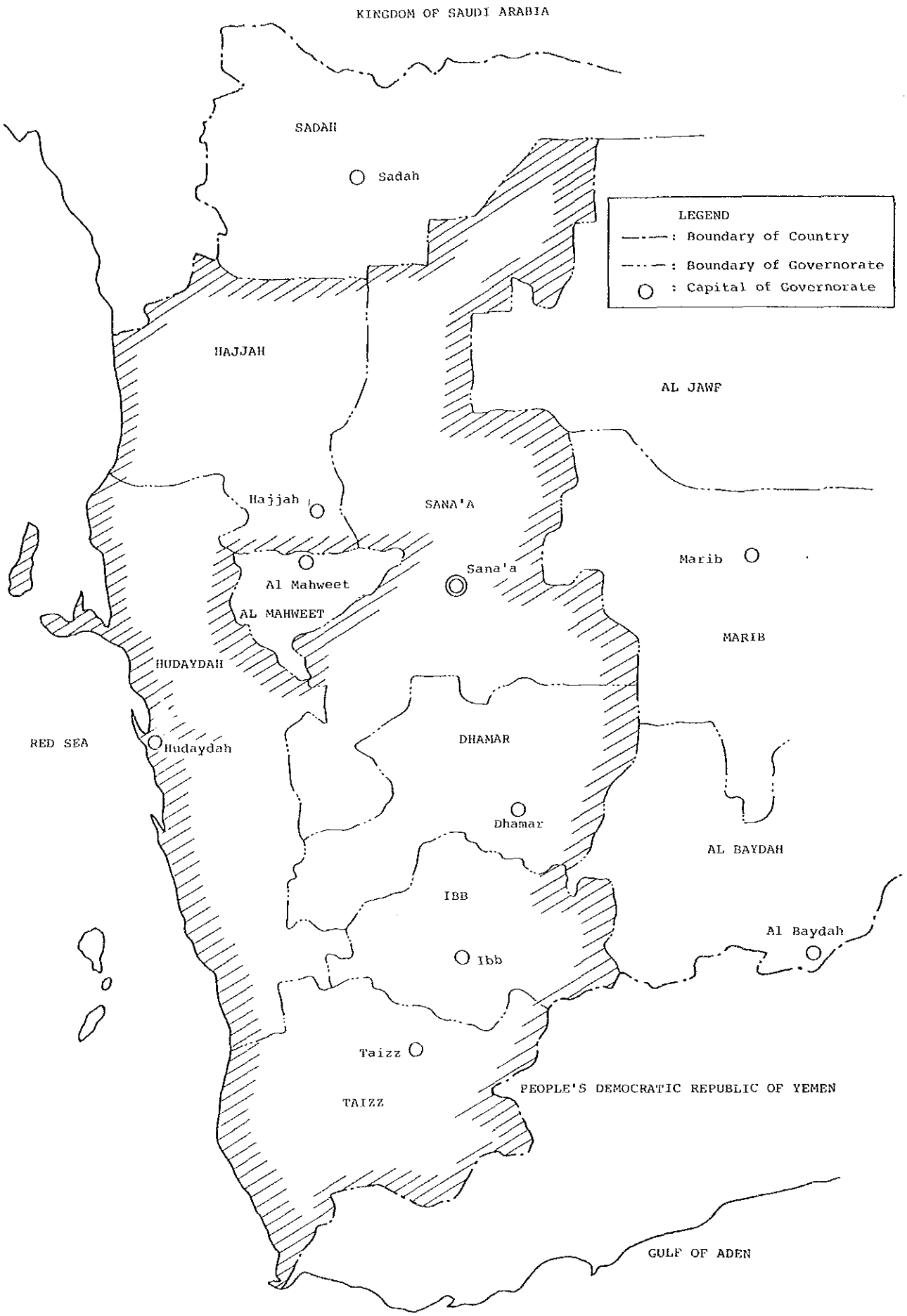


図1－1　調査対象地域（Governorate）

第2章　プロジェクトの背景

2 プロジェクトの背景

2－1 北イエメンの一般事情

正式国名：イエメン・アラブ共和国（The Yemen Arab Republic）

政　　体：共和制

独立年月：１９１８年（イエメン王国）

１９６２年9月２６日（共和国成立）

首　　都：ＳＡＮＡ'Ａ

総 面 積：１９５,０００㎢

総 人 口：７２５.１万人（１９８１年，在外イエメン人を除く）

通　　貨：イエメン・リアル（ＹＲ）

１米ドル＝ 4.５６２５ＹＲ（１９８２年）

１米ドル＝ 5.８６００ＹＲ（１９８４年１１月１５日）

現在変動相場制を採用

ＧＤＰ：１２,９４９百万イエメン・リアル（１９８１年）

１人当り　３９７米ドル（１９８１年）換算レート：1米ドル＝ 4.5 ＹＲ

ＧＮＰ：１人当り　４５６米ドル（１９８１年）　〃　：　〃

2－1－1 自　　然

北イエメンは，アラビヤ半島の南西部に位置し，南北に長い矩形を成している。国境は，北はサウジアラビヤ王国，南はイエメン人民民主共和国（南イエメン）と接し，西は紅海に面している。地形は，図２－１に示すように海岸沿いの平野から内陸にはいるにつれて山岳地となり，４つに大別される。第１は紅海に面し，幅３０～４０Kmで南北に広がる標高０～～２００ｍのティハマ平野であり，第２はこの平野と中央高原地帯との中間にある山岳地帯である。第３は標高1,５００～2,５００ｍの中央高原地帯であり，この地帯にはいくつかの3,０００ｍを越す山脈が東西に延びている。第４はこの中央高原地帯より東方にある東部砂漠地帯である。

気候は年により大きく変化することもあるが，一般的に言って，平野部と高原地帯では異なる。平野部の夏季気温は４０℃近くまで上昇することもあり，冬季は２０℃以下に下ること

もある。一方，中央高原地帯は冬は涼しく，夏は温和である。首都SANA'Aの夏季気温は13～30℃の間で変化し，冬季は0～25℃で変化する。年間降雨量は，砂漠地帯の0㎜から山岳地帯の900㎜とまちまちである。首都SANA'Aは年に2回の雨期(4月と8月)があり，降雨量は年間400㎜前後であり，南西端では約900㎜前後を記録している。

地政学的にみると，北イエメンは紅海の出入口にあり，紅海とインド洋を結ぶ戦略的な要衝となっている。

2－1－2　人種・言語・宗教

人種は大多数がアラブ人（ヨクタン・セム族)で，古代（西暦前12世紀頃）からこの地域に居住し，農耕民族として生活を続けている。公用語はアラビア語であるが，現代イエメンのアラビア語はイスラム以前の王国時代の影響をうけ，古代の言語が強く残存している。宗教については7世紀以降イスラム教を信奉している。宗派的には海岸部および中央高原地帯の南部が主にスンニー派系列のシャーフィ派であるのに対し，中央高原地帯の北部および中部はシーア派のザイード派である。

2－1－3　社　　会

北イエメンは，アラビヤ半島の中では比較的降雨に恵まれ，古代から農業国として繁栄し，西暦前12世紀頃から強力な統一国家を形成した。しかしながら農耕地に恵まれたとはいえ，周期的に降雨量が少なくなる時があり，飢餓が発生すると数多くの住民が外部へ移動せざるを得なかった。移動地はアラビヤ半島全域に広がったほか，メソポタミヤやシリヤにまで及んでいる。このようにして北イエメンはセム民族の西南アジアへの拡散の原地点となった。今日でもその多数の住民がアラビヤ半島の産油国に広がっている。

一方，北イエメンに残った住民は，外部勢力の侵略が及ばない自然の要害地である中央高原地帯の山間部に数多くの村を形成し，農業に従事して現在に至っている。

北イエメンの人口分布をみると，降雨に恵まれ農業の発達している中央高原地帯において人口密度が高く，降雨量の少ないティハマ平野や東部砂漠地帯では低くなっている。また，山間・山頂部の村落は，耕地として山岳の傾斜面を利用しているため，大規模農業とはならず，その人口が500人以下のものが圧倒的に多くなっている。（図2－2，図2－3参照）

2－1－4　経　　済

北イエメンは比較的人口が多く，降雨にも比較的恵まれているなど，他のアラブ諸国に比べ，有利な条件を備えている。ところが，国民1人当りのGNPは456米ドル（1981年）にすぎず，1975年以来LLDC（後発開発途上国，36ケ国）に認定されている。こう

した経済停滞の背景には，共和制政権樹立以来の内戦のため，経済開発のスタートが遅れたこと，熟練労働者が不足していること，天然資源の開発が遅れていること，インフラストラクチャの整備の遅れ等がある。しかしながら近年は徐々に経済開発が進められるようになり，１９７４年から１９７６年の３ケ年開発計画，それに続く第１次５ケ年計画（１９７７～１９８１年）が完了し，さらに意欲的な第２次５ケ年計画（１９８２～１９８６年）が現在進行している。

近年，首都ＳＡＮＡ'Ａの東部ＡＬ　ＪＡＷＦにおいて発見された油田は，１９８１年７月に生産が開始され，今後の北イエメンの発展につながるものとして期待されている。

２－２　北イエメンの電気通信事情

北イエメンにおける電気通信サービスは，ＭＯＣおよびＰＴＣにより提供・維持されている。ＭＯＣは電気通信事業の主管庁として機能し，電気通信に関する開発計画の策定等を実施している。一方，ＰＴＣは１９８２年にＭＯＣより分離・独立し，電気通信事業の運営組織として設立され，設備の保守・運用を担っている。（それぞれの組織については図２－４，図２－５を参照）

同国の電気通信サービスは，電話・電信・テレックスおよびファクシミリより成立っているが，このうち国際電話，電信およびテレックスはイギリスのＣ＆Ｗ社（Cable & Wireless Limited）にその運用が委託されている。

国内電話網は大きく分けてアーバン網とルーラル網より成り，今のところ自即ベースのサービスが提供されているのは，アーバン網の加入者に限られている。また，付加サービスのファクシミリ通信が許されるのも，アーバン網のみである。一方，ルーラル通信は以下に述べる２つのシステムのうちいづれかにより，または双方を併合することにより電話サービスが提供されている。

- 小容量市内専用交換機
- アナログ／ディジタルＭＡＳ（Multi-Access System）

このうち小容量交換機は，設置されている村落内の通話を自動接続するのみで，北イエメンにおける主電話網であるアーバン網とは完全に分離された市内専用網を形成している。これに比してＭＡＳの端末は主要都市より離れた村落に設置されているものの，アーバン網を構成する交換機あるいは集線装置に収容されており，その加入者は呼接続上では，アーバン網加入者と同等のサービスを享受している。

伝送路網としては，SANA'A，TAIZZ，HUDAYDAHの主要3都市間はアナログ・マイクロウェーブ・システムで接続され，アーバン網を構成する交換機および集線装置間の接続は，ディジタル技術により実現されている。このほか，地方都市・村落用として，トロポスキャタ（Troposcatter）・システムおよびUHFシステムが運用されている。なお，ルーラル網における非常時のバック・アップ用として，ルーラル電話局には単側帯波（Single Sideband：SSB）伝送方式を利用した端末が併設されている。

同国の電話機数をみると，アーバン網加入者は表2－1に示すように52,602加入に達している。一方，ルーラル網加入者は市内専用交換機に収容されたもので1,990加入（表2－2参照），また，アナログ／ディジタルMAS収容分が約200加入と推定される。従って，アーバン網加入者の総電話機数に占める割合は96％に達する。

北イエメンでは，前述したように近隣諸国への居住者が多いのが特徴であり，これを除く国内居住者は，1981年の国勢調査によると725.1万人である。第2次5ケ年計画によると，1981～1986年の人口成長率を2.8％に設定し，1984年の国内居住者を787.9万人と予測している。従って，1984年における人口100人当りの電話普及率は0.7と推定される。

2－2－1 電話交換設備の現況

(1) アーバン網

アーバン網における電話交換設備は，CIT－Alcatel（フランス）製のディジタル交換機が3大都市（SANA'A，TAIZZ，HUDAYDAH）に設置され，これらを親局とする集線装置が3大都市内，あるいは地方都市に配置されている。このほか，ドイツ製のステップ・バイ・ステップ（S×S）交換機が一部の都市に残存している。これら交換設備の現況は，表2－1に示すとおりである。

北イエメンにおける電話交換網は，番号計画上，次の6つのエリアに区分される。それぞれのエリアは，行政区分（州別）とは必ずしも一致しないが，これは電話サービスの初期普及段階で，より経済的なシステムの導入を図ったためと考えられる。

市外番号	地　域	行政区分（州）
02	SANA'A	SANA'A，DHAMAR およびAL BAYDAHの一部
03	HUDAYDAH	HUDAYDAH
04	TAIZZ	TAIZZおよびIBB

市外番号	地　域	行　政　区　分　（州）
051	SADAH	SADAH
061	AL BAYDAH	AL BAYDAH
07	HAJJAH	HAJJAHおよびSANA'Aの一部

上記6地域の市外呼は，SANA'A，TAIZZおよびHUDAYDAH の3局で処理されている。

(2) ルーラル網

ルーラル網における交換設備としては，小型の市内専用交換機が挙げられる。機種としては，200端子の容量をもつカナダ・MITEL製のディジタル交換機であるが，一部にはLM. Ericsson製のクロスバ（XB）交換機も残存している。なお,このクロスバ交換機はアーバン網にディジタル交換機を導入した際，不要設備となったものを利活用したものである。設備概要を表2－2に示す。

これらの市内専用交換機の加入者は，アーバン網への自動アクセスが不可能である。従って，各電話局にアナログ／ディジタルMASの端末を併設し，オペレータの介入によるアーバン網へのアクセスを実現している。なお，MITEL製ディジタル交換機の方は，アーバン網へのダイレクト・アクセスを可能とすべく，ソフトウエアの変更を推進中である。

一方，既設MASでカバーされている加入者は，アーバン網の交換機またはその集線装置に収容されている。

2－2－2　伝送路設備の現況

(1) アーバン網

アーバン網における伝送路設備は，SANA'A，TAIZZおよびHUDAYDAHの市内・市外交換機を結ぶ基幹ルートと，これら3局のディジタル交換機とその集線装置間を接続する地方伝送路に大別される。基幹ルートはアナログ・マイクロウェーブ・システム，地方伝送路はディジタル・マイクロウェーブ・システム，ケーブルPCM（同軸ケーブルの介在対ケーブル使用）またはトロポスキャタ・システムで構成されている。各伝送路の配置を図2－6に，設備概要を表2－3に示す。

(2) ルーラル網

現在運用されているルーラル通信用伝送路設備は，400MHz／2GHz 帯を使用したイタリア・ITALTEL製のアナログ・システムが主流となっているが，1.5GHz帯のアナログ・

ＴＤＭＡ・システムも導入済みである。これは，カナダ・ＳＲＴ製の機器であるが，ディジタル・システムとしては1.5GHz帯を使用したフランス・ＴＲＴ製のものが現在工事中である。これら設備の概要を表２－４に示す。

２－３　電気通信開発計画

北イエメンにおける本格的な国家計画は，３ケ年計画（1974～1976年），第１次５ケ年計画（1977～1981年）を経て，現在第２次５ケ年計画（1982～1986年）を鋭意推進中である。

電気通信に関するプロジェクトは，特に第１次５ケ年計画中に，フランスの援助を得て精力的に実施され，結果として現在の全国電話網の根幹を成すアーバン網の構築をみている。主な設備としては以下のものが挙げられる。

－ＳＡＮＡ'Ａ，ＴＡＩＺＺおよびＨＵＤＡＹＤＡＨの３大都市相互間を結ぶ大容量基幹アナログ・マイクロウェーブ網

－３大都市およびそれら周辺主要都市のディジタル交換機および集線装置

－ディジタル交換機，集線装置間のディジタル・マイクロウェーブ網

この結果，電話の設備端子数は１９７６年の１５,９１５端子から１９８１年の９０,３５０端子へと飛躍的な伸びをみせている。これは，各種インフラストラクチャ整備の中でも，フィーダ道路（Feeder Roads）建設に次ぐ伸び率を示しており，同国の電気通信網整備・拡充への意欲をうかがわせるものであろう。一方，１９７６年から１９８２年までの電話機数は次のように推移している。

年	電話機数	年平均伸び率(%)
１９７６	９,０２２	－
１９７７	１２,６８７	４０.６
１９７８	１４,０９９	１１.１
１９７９	１６,０７２	１４.０
１９８０	１７,７３４	１０.３
１９８１	２７,３７４	５４.４
１９８２	４１,１２５	５０.２

上表によれば，１９８０年から１９８２年までの電話機数は，５０％以上という驚異的な伸びを示している。この時期はちょうどアーバン網の完成直後にあたること，１９８２年以

降の伸び率の鈍化（正常化）の２点を考慮すれば，その異常な伸びは，第１次５ヶ年計画によるアーバン網形成の大きな成果であろう。

一方，現在推進中の第２次５ヶ年計画では，以下に示す１３の電気通信プロジェクトが計画されている。

1) Completion of Underground Telephone Network （５９百万ＹＲ）
2) Telephone Lines for New Subscribers （５百万ＹＲ）
3) Strengthening Main Internal Networks
   - SANA'A, DHAMAR, IBB and HUDAYDAH （１６０百万ＹＲ）
4) Long-Distance Rural Telephone Network （１５百万ＹＲ）
5) Local Rural Telephone Network - Near Cities （９０百万ＹＲ）
6) Inter-City Microwave System - All Regions （７０百万ＹＲ）
7) National Trunk Call Services （５百万ＹＲ）
8) Regional Project - The Arab Plan （４５百万ＹＲ）
9) International Telephone Exchange （１８百万ＹＲ）
10) International Telex Exchange - SANA'A （２４百万ＹＲ）
11) Technical and Administrative Buildings
   - Various Cities （３６百万ＹＲ）
12) Central Warehouses - SANA'A and HUDAYDAH （１０百万ＹＲ）
13) Telecommunications Institute - SANA'A （３０百万ＹＲ）

（注） 括弧内数字は計画額を示す。

この中で，加入者線（Local Network）を含むアーバン網の整備・拡充は当然として，ルーラル網の整備・拡充が計画に組み込まれている（プロジェクト番号４と５）のが大きな特徴と言えるであろう。地方村落を対象としたプロジェクトのうち，プロジェクト番号４はアーバン網よりかけ離れた地域をその対象とし，一方，プロジェクト番号５は，ルーラル網とは言っても，アーバン・エリアに比較的近い地域を対象としている。

２－４ 本プロジェクトの位置づけ

前項で記したように，北イエメンが地方電気通信網の整備・拡充に目を向け始めたのには，

以下のような背景が考えられる。

- アーバン網の整備・拡充が一応の成果をあげたこと。
- 全人口のうち約８７％が地方村落に居住していること。
- 地方村落は小規模であり，広く分散していること。
- 地形的にみて，隣村との交流も困難な村落が多いこと。
- 地方村落の主産業である第一次産業の振興を開発計画の１つの柱としていること。
- 地方村落はほぼ無電話状態にあること。

このように，当国の経済発展に対して，地方電気通信網の果たす役割は大きいものと考えられ，その重要性は，諸外国に先がけて，アナログ／ディジタルＭＡＳを導入し，電話サービスを提供している現状からも裏付けられる。

一方，第２次５ヶ年計画におけるルーラル網プロジェクトへの計画額は，前項に述べた２つのプロジェクトで１０５百万ＹＲであり，より緊急性の高いと思われるプロジェクト番号４ではわずかに１５百万ＹＲにすぎない。従って，本プロジェクトで地方の通信網を整備・拡充することは意義深いことと思われる。

更に，アーバン網よりはなれた地方の通信網整備が関連地域の社会・経済開発に与えるインパクトは，アーバン網または，それに近い地域のものよりも大きいと思われる。

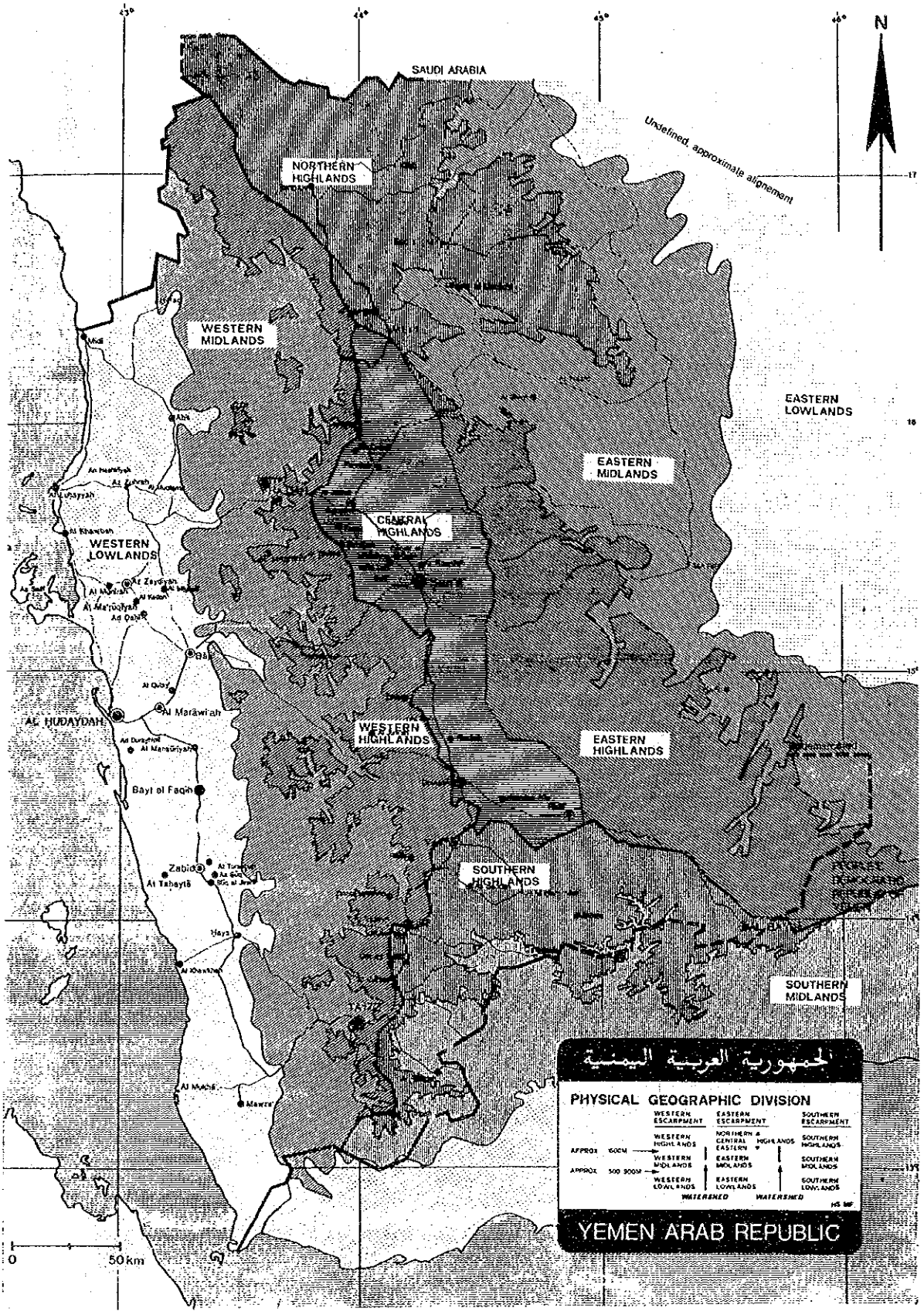


図２－１　北イエメンの地勢

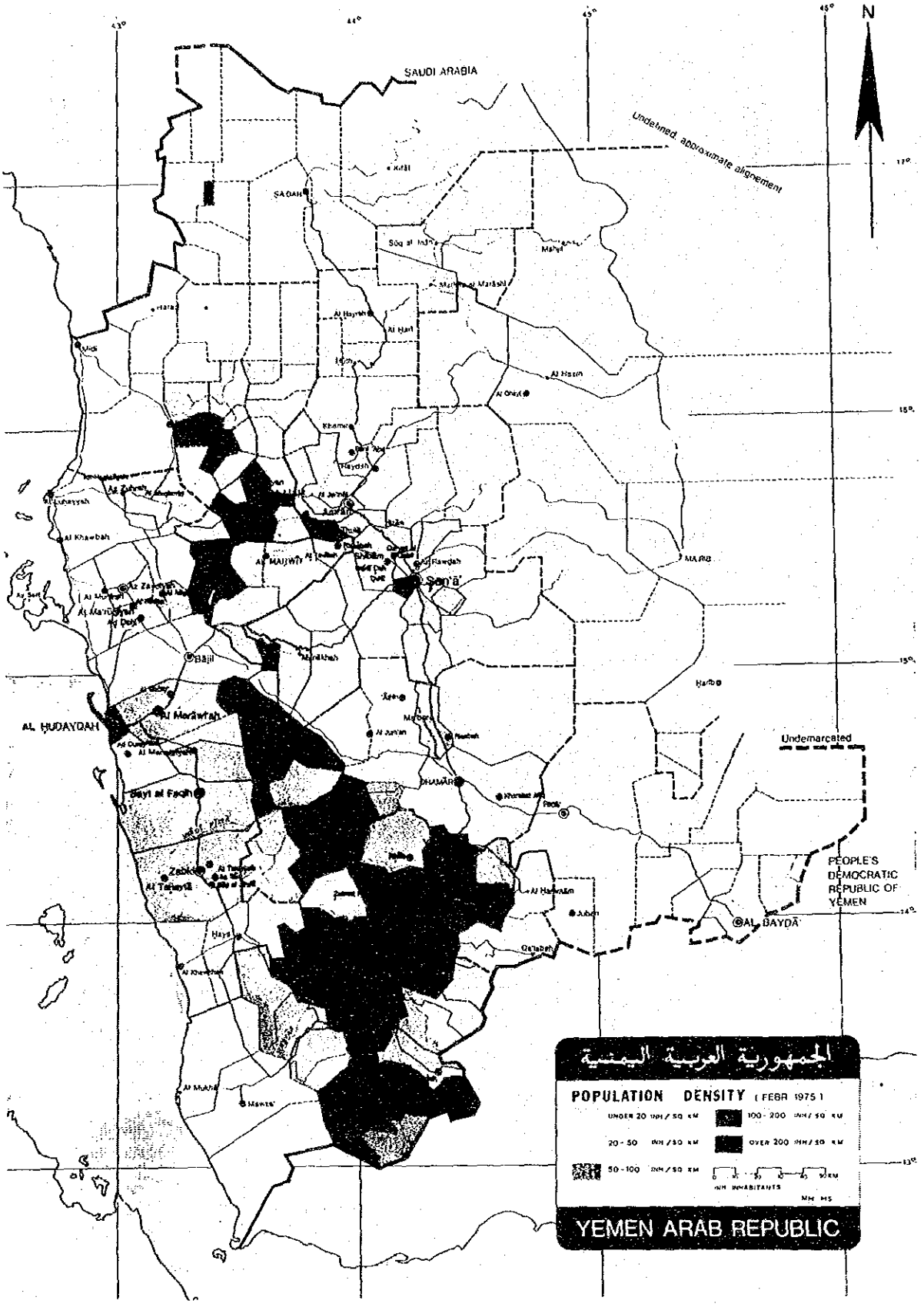


図２－２　北イエメンの人口密度

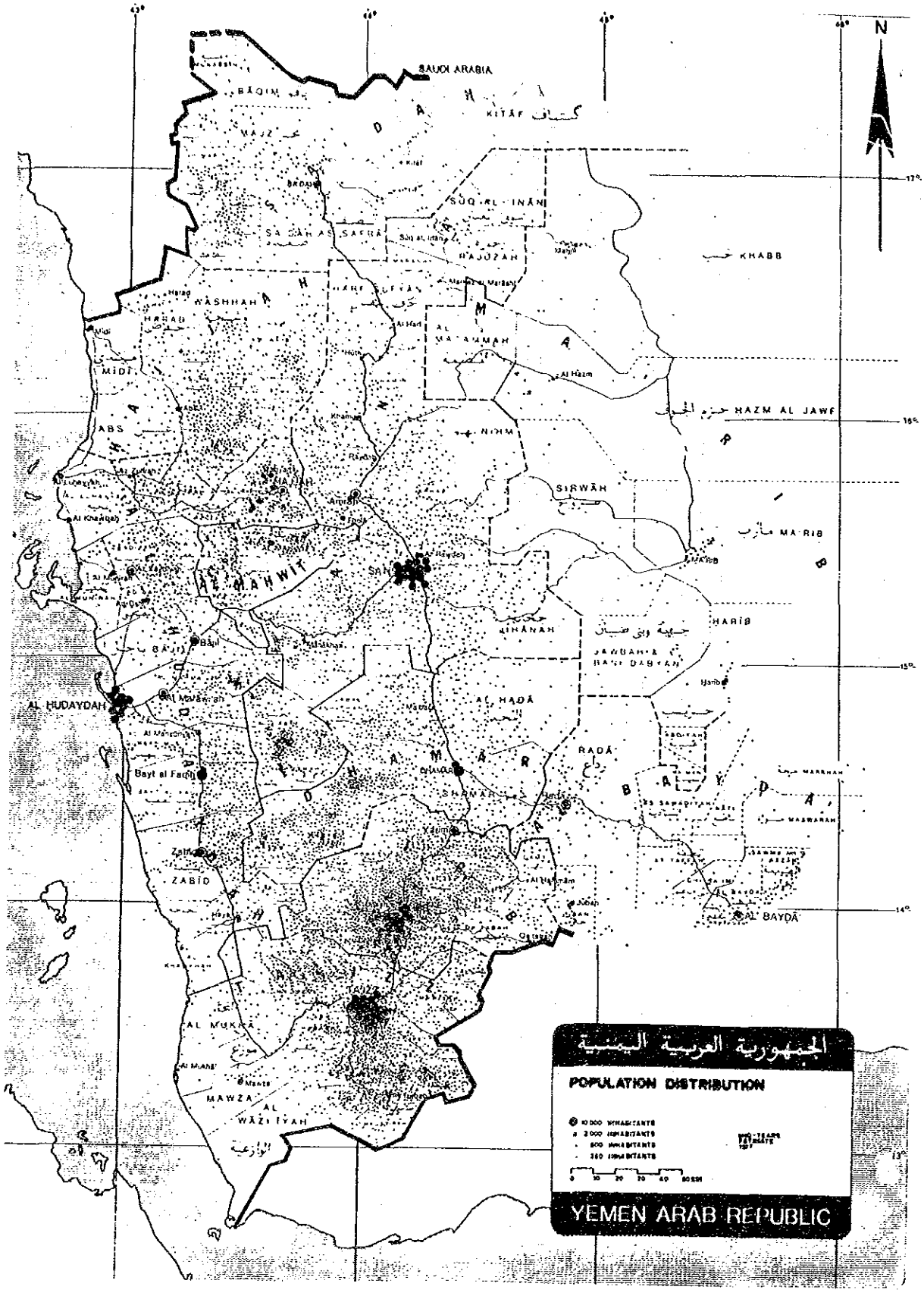


図２－３　北イエメンの人口分布

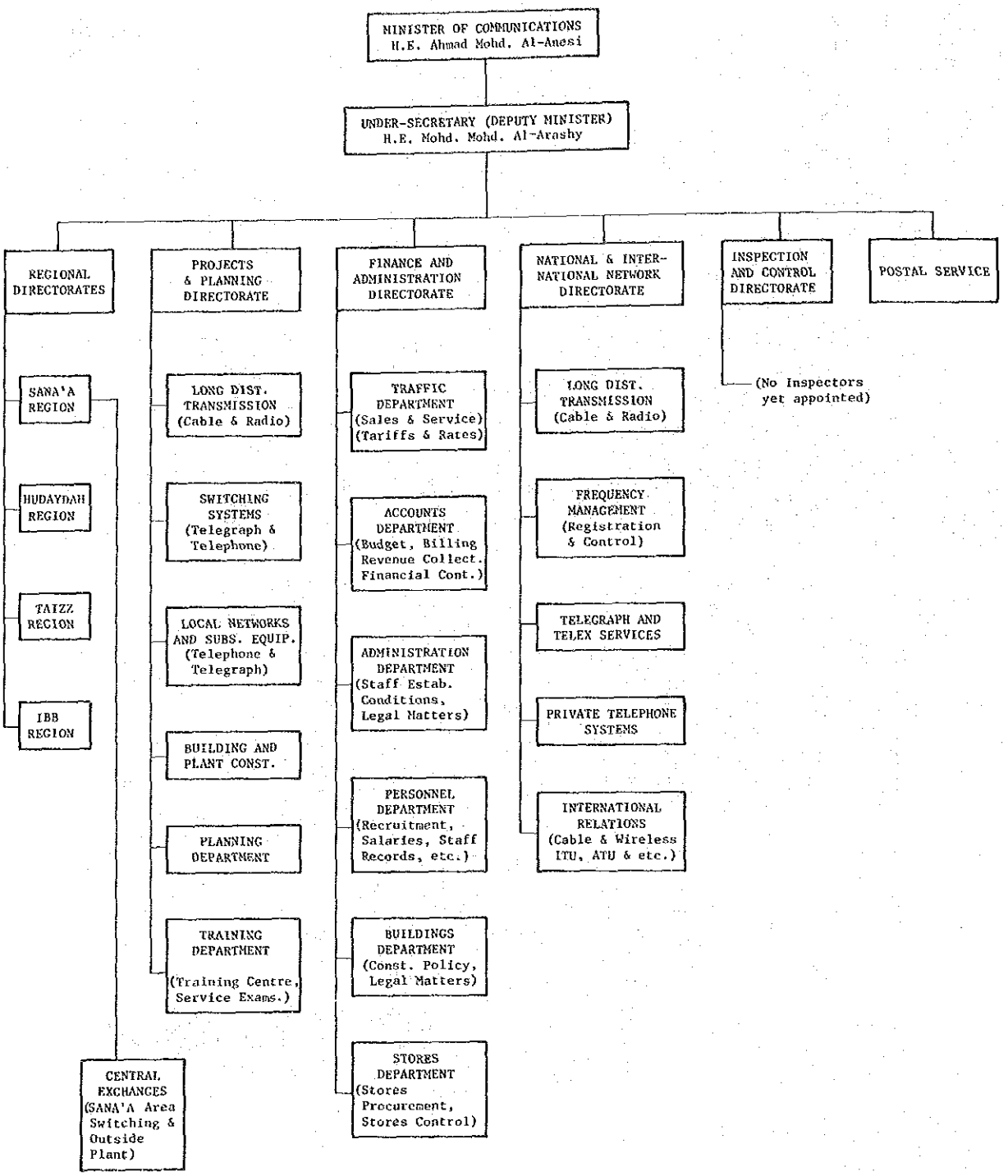


図２－４　　ＭＯＣの組織

Ministry of Communications and Transport

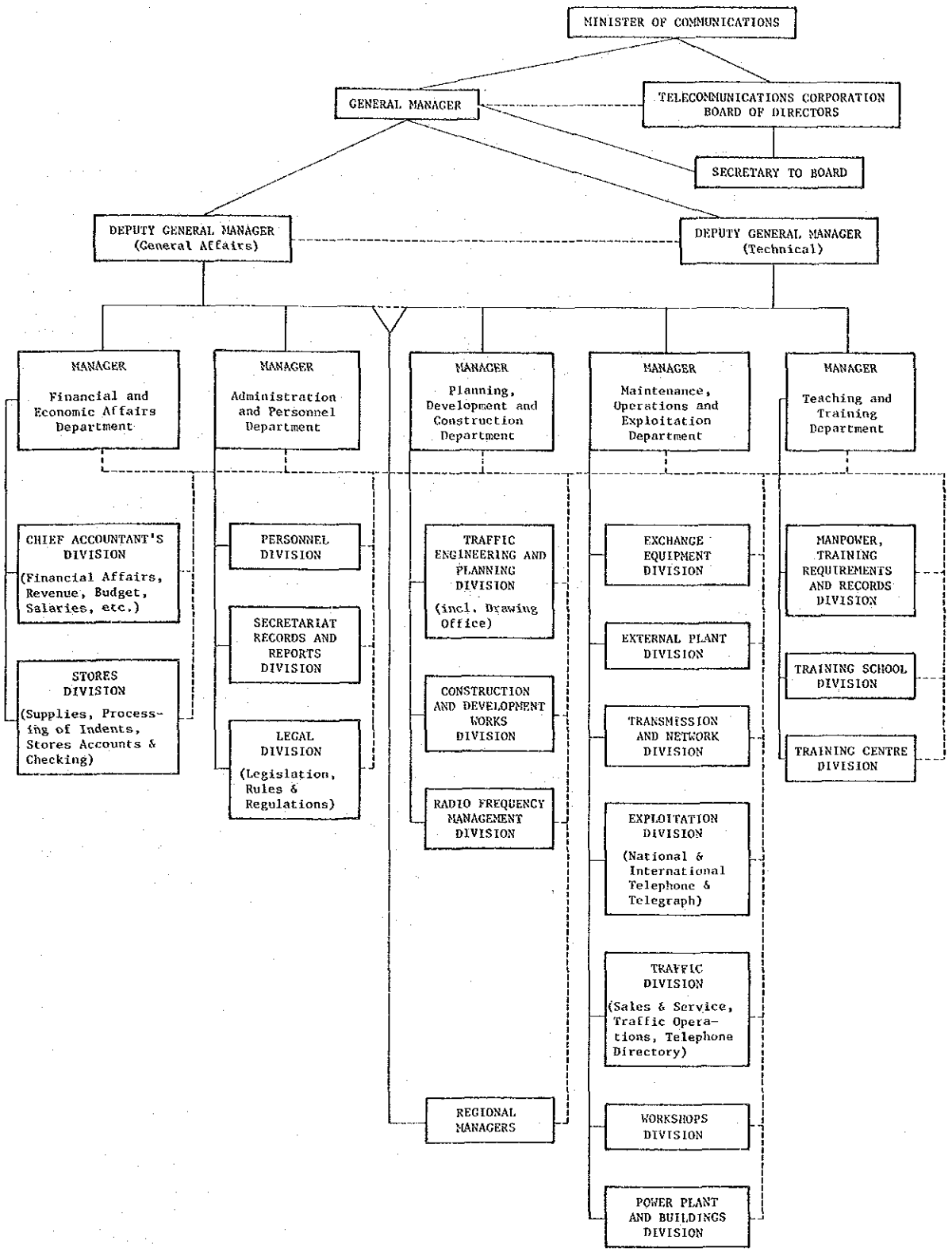


図２－５　　ＰＴＣの組織

Public Telecommunications Corporation Headquarters

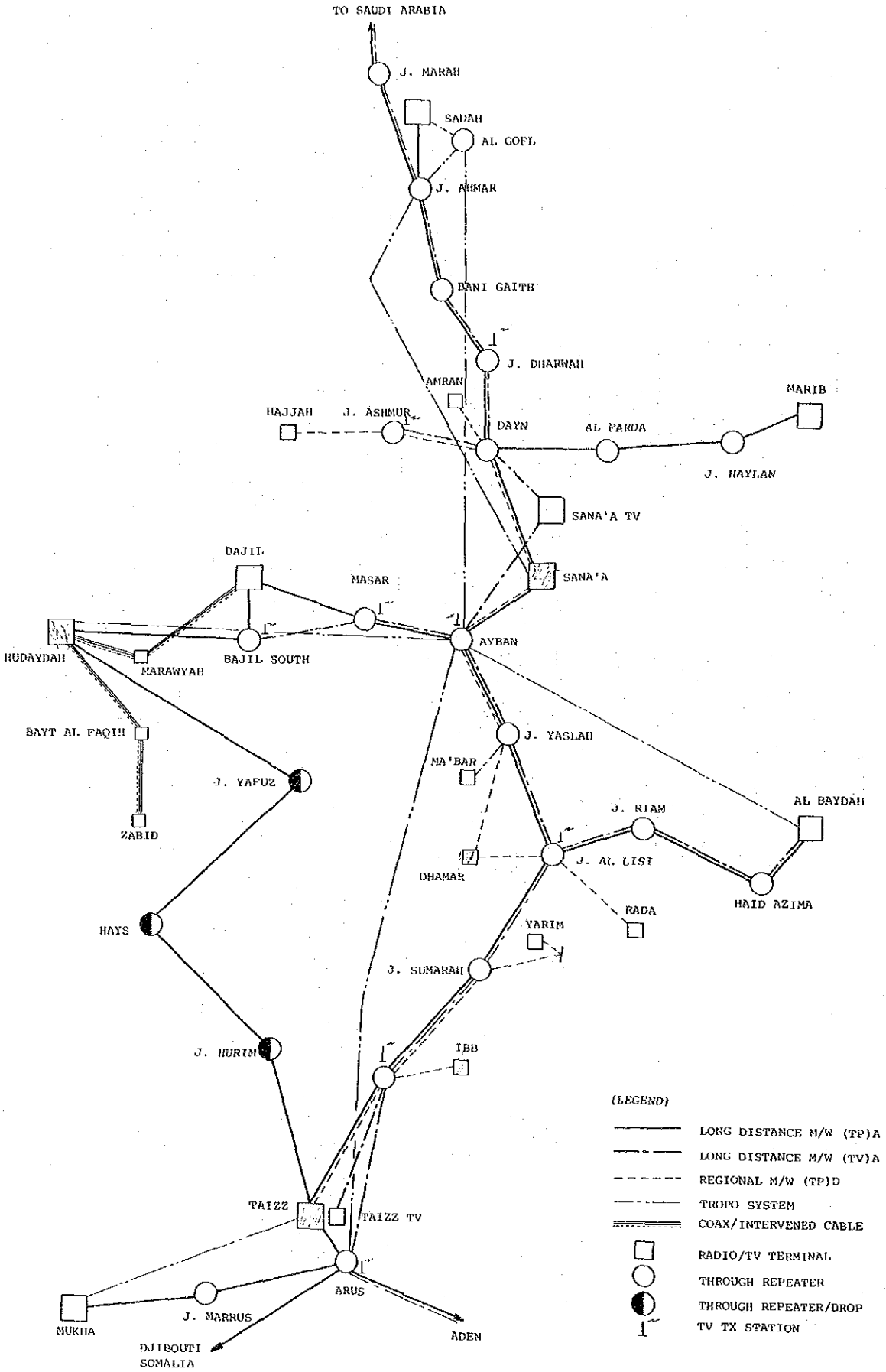


図２－６　既存の長距離伝送路

表2－1　アーバン網における交換機設備状況

Exchange	Type	Function	Line Capacity	No. of Sub. (As of Oct, 84)	Supplier
SANA'A D	E-10B (TD)	Local/Trunk	11,000	6,750	CIT-Alcatel
RAWDAH		Concentrator	1,500	512	-do-
AIR PORT		-do-	500	95	-do-
HAJJAH		-do-	1,000	635	-do-
DHAMAR		-do-	2,000	1,335	-do-
RADA		-do-	1,000	662	-do-
MA'BAR		-do-	500	181	-do-
AMRAN		-do-	1,000	700	-do-
SANA'A C	E-10B (TD)	Local	8,000	5,030	-do-
SANA'A A		Concentrator	3,000	935	-do-
SANA'A B		-do-	6,000	3,700	-do-
SANA'A E		-do-	2,000	660	-do-
SANA'A F		-do-	2,000	680	-do-
SANA'A	EMD (SxS)	Local	6,000	4,700	Siemens
SANA'A	RFT (SxS)	-do-	2,000	900	E. Germany
TAIZZ	E-10B (TD)	Local/Trunk	7,000	9,100	CIT-Alcatel
IBB		Concentrator	4,000	2,600	-do-
YARIM		-do-	1,000	412	-do-
AL QAIDAH		-do-	1,000	497	-do-
TAIZZ	EMD (SxS)	Local	2,000	1,700	Siemens
TAIZZ	RFT (SxS)	-do-	1,000	600	E. Germany
HUDAYDAH	E-10B (TD)	Local/Trunk	21,000	4,411	CIT-Alcatel
BAJIL		Concentrator	2,000	411	-do-
ZABID		-do-	2,000	217	-do-
BAYT AL FAQIH		-do-	1,000	262	-do-
MARAWYAH		-do-	1,000	52	-do-
HUDAYDAH	EMD (SxS)	Local	4,000	3,100	Siemens
HUDAYDAH	RFT (SxS)	-do-	1,000	630	E. Germany
SADAH	EMD (SxS)	-do-	1,000	730	Siemens
AL BAYDAH	EMD (SxS)	-do-	1,000	405	-do-
Total			107,500	52,602	

表２－２　ルーラル網における交換機設備状況

Exchange	Type	No. of Sub.	Supplier
AL MAHWEET	TD	180	MITEL
MAHABISHAH	XB	210	LM. Ericsson
MANAKHAH	TD	160	MITEL
AS SADDAH	-do-	90	-do-
AN NADIRAH	-do-	50	-do-
QA'TABAH	-do-	50	-do-
AL TALF	-do-	160	-do-
DAWRAN	-do-	50	-do-
AS SALIF	XB	50	LM. Ericsson
MUKHA	TD	90	MITEL
HAGDAH	-do-	50	-do-
KHAMIR	XB	210	LM. Ericsson
AL HAJRIEH	TD	160	MITEL
AL RAZMAH	-do-	160	-do-
JABLEH	-do-	160	-do-
DHI SUFAL	-do-	160	-do-
Total		1,990	

Source: STATISTICAL YEAR BOOK 1982
Central Planning Organization, April 1983

表２－３　アーバン網における伝送路設備状況

Route	Type	Configuration	Channel Capacity
SANA'A - TAIZZ	MW ANALOG	1+1	960 TPH
SANA'A - BAJIL	-do-	1+1	960 TPH
*TAIZZ - HUDAYDAH	-do-	1+1	960 TPH
TAIZZ - MUKHA	-do-	1+1	120 TPH (On MEDARABTEL spur)
SANA'A - MA'BAR	MW HYBRID	1+1	120 TPH
SANA'A - DHAMAR	-do-	3+1	360 TPH
DHAMAR - RADA	-do-	1+1	120 TPH
SANA'A - AMRAN	-do-	1+1	120 TPH
SANA'A - HAJJAH	-do-	1+1	120 TPH
TAIZZ - IBB	-do-	4+1	480 TPH
TAIZZ - YARIM	-do-	1+1	120 TPH
HUDAYDAH - BAJIL	-do-	0+1	120 TPH
*SANA'A - MARIB	MW DIGITAL	1+1	480 TPH
*DHAMAR - AL BAYDAH	-do-	1+1	480 TPH
*SANA'A - SADAH	MW ANALOG	-	120 TPH (On MEDARABTEL spur)
SANA'A - SADAH	-do-	1+1	TV
SANA'A - ASHMUR	-do-	1+1	TV
SANA'A - TAIZZ	MW ANALOG	1+1	TV
SANA'A - BAJIL SOUTH	-do-	1+1	TV
*SANA'A - MARIB	-do-	1+1	TV
*SANA'A - AL BAYDAH	-do-	1+1	TV
HUDAYDAH - BAJIL	Composite small tube coax. quad. cable	-	2700 TPH
HUDAYDAH - BAYT AL FAQIH	-do-	Coax. cable	Junction ccts on
HUDAYDAH - ZABID	-do-	not utilized	quad
MEDARABTEL			
*SANA'A - MARAH (To SOUDI ARABIA)	MW ANALOG	2+1	TV + 960 TPH
*SANA'A - TAIZZ	-do-	2+0	TV + 960 TPH
*TAIZZ - ARUS	-do-	2x(1+1)	960 TPH + 960 TPH
TAIZZ - ARUS	-do-	1+1	TV
ARUS - PICDELONCLE (FOR DJIBOUTI AND SOMALIA)	-do-	1+1	960 TPH + NP TV
ARUS - DUBBAYYAT (FOR ADEN)	-do-	2+1	960 TPH +TV

TROPOSCATTER (TPH)

Route	System Capacity	Equipped Capacity
HUDAYDAH - SANA'A	120 CHs	60 CHs
SANA'A - AL BAYDAH	24 CHs	12 CHs
SANA'A - TAIZZ	120 CHs	60 CHs
SANA'A - SADAH	60 CHs	24 CHs
TAIZZ - ADEN	24 CHs	10 CHs
TAIZZ - MUKHA	24 CHs	6 CHs

Note　*: Under Construction

表２－４　ルーラル網における伝送路設備状況

Main Exchange	Concentrator	Base Station	Repeater Station	Analog or Digital	Frequency Band	Modulation	Transmission Capacity	System Capacity	Supplier	Remarks
SADAH (EMD)	-	SADAH	AL GOFL	Analog	400 MHZ	FM	6 CH	60 Sub.	ITALTEL	
SANA'A (E-10B)	-	SANA'A	AYBAN	-do-	2 GHz 400 MHz	-do-	-do-	-do-	-do-	
	-	SANA'A	J. HAYLAN	-do-	2 GHz	-do-	-do-	-do-	-do-	Before Commissioning
	HAJJAH	HAJJAH	ZAFIN	-do-	400 MHz	-do-	-do-	-do-	-do-	
	DHAMAR	DHAMAR	DAMIGH	Digital	1.5 GHz	PCM	15 TS	128 Sub.	TRT	Under Construction
TAIZZ (E-10B)	-	TAIZZ	QABRAIN	Analog	400 MHz	FM	6 CH	60 Sub.	ITALTEL	
	-	TAIZZ	ARUS	-do-	2 GHz 150 MHz	-do-	-do-	-do-	-do-	
	IBB	IBB	SHAMAHI	-do-	400 MHz	-do-	-do-	-do-	-do-	
	AL QAIDAH	AL QAIDAH	ARUS	Analog (TDMA)	1.5 GHz	PWM*	15 TS	94 Sub.	SRT	
	AL QAIDAH	AL QAIDAH	AT TURBAH	-do-	1.5 GHz	-do-	-do-	-do-	-do-	
HUDAYDAH (E-10B)	-	HUDAYDAH	-	Analog	2 GHz	FM	6 CH	60 Sub.	ITALTEL	
	-	HUDAYDAH	MASAR	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-	

* PWN: Pulse Width Modulation

第３章　地方電気通信需要予測

3 地方電気通信需要予測

3－1 人口分布の現状

(1) 1975年の地勢別の人口密度は，次のとおりであって高地が濃い。(図2－1，2－2，2－3参照)

地勢区分	人口密度（人／km²）
Western Escarpment	58
Highlands	96
Midlands (＊1)	57
Lowlands (＊2)	32
Southern Escarpment	69
Highlands	76
Midlands	40
Eastern Escarpment (＊3)	14
Northern Highlands	11
Eastern Highlands	9
Eastern Midlands	3
Eastern Lowlands	0
Central Highlands (＊4)	59
全北イエメン	35

(注) ＊1：TAIZZ市を除く

＊2：HUDAYDAH市を除く

＊3：SANA'A市および中央高地を含む

＊4：SANA'A市を除く

(2) 州別の人口密度は次のとおりであって，TAIZZおよびIBBが格別濃い。

州	人口密度（人／km²）
SANA'A	40.1
TAIZZ	83.0
HUDAYDAH	49.6
IBB	122.8
DHAMAR	52.5
HAJJAH	41.4
SADAH	12.4
AL MAHWEET	80.9
AL BAYDAH	14.2
MARIB＊	1.0

（注） ＊：AL JAWF 州を含む。

(3) 村落は次のように分布している。

人口	村落数	割合(%)	居住者数	割合(%)
50以下	28,000	53.1	681,613	14.5
50～ 499	24,000	45.5	2,986,192	63.5
500～ 999	600	1.1	403,098	8.6
1,000～ 1,999	83	0.2	110,026	2.3
2,000～ 4,999	34	0.1	99,723	2.1
5,000～49,999	14		122,334	2.6
50,000以上	3		302,250	6.4
合計	52,734	100	4,705,336	100

3－2 計画対象村落の選定

(1) 人口300以上の村落のうち，社会的・経済的・地政的に重要な村落を計画対象とする。

300人以上の村落を選出すると次のとおりである。

州	300人以上	500人以上	700人以上	800人以上	900人以上	1,200人以上	1,500人以上
SANA'A	960	380	198	137	97	38	18
HUDAYDAH	600	241	122	82	48	41	23
IBB	794	270	116	79	55	22	8
DHAMAR	409	136	79	56	38	15	8
TAIZZ	396	115	48	37	25	7	4
HAJJAH	234	101	48	28	18	11	9
(小 計)	(3,393)	(1,243)	(611)	(419)	(281)	(134)	(70)
AL BAYDAH	172	61	33	28	20	12	8
SADAH	144	45	14	8	7	5	5
AL MAHWEET	82	23	8	7	6	2	2
AL JAWF	54	29	24	20	18	10	7
MARIB	33	12	7	6	4	2	1
(小 計)	(485)	(170)	(86)	(69)	(55)	(31)	(23)
合 計	3,878	1,413	697	488	336	165	93

(2) MOCの要請に基づき，計画対象候補として490村落を選出した。これらの村落について技術的・経済的検討の結果，456村落を計画対象とする。これらの村落名は付属資料Ⅱに示すとおりである。残りの34村落については，次の理由により計画から除外した。

- 1または2村落をカバーするために中継局の追加が必要となる
- 地図が不備のため技術的検討が不可能
- 既に都市部よりケーブルが敷設されている

これら計画から除外した村落名を付属資料Ⅲに示す。

3－3 計画対象村落の電話需要

(1) 現在，村落の人口が1,000～2,000程度の一部村落にルーラル電話（自動式，20加入で6チャンネル共用，無線アナログMAS）が架設されている。その総数は約200である。高額な電話料を払っているにもかかわらず，電話の需要は旺盛であって，単独電話の増設に対する要望が強い。

計画対象村落は，各地域の社会・経済活動の中心的位置を占め，開発のプライオリティが高い。従って，政府関係を含む公共施設，流通関係者に対する配慮が必要であろう。また，領袖・地主等の各村落における社会的・経済的役割は大きい。

人口の都市集中化が進んでおり，１９７５年より１９８１年の地方の人口伸び率が年平均2.5％であったが，都市部では3.8％であった。また，北イエメンから中近東近隣諸国への出稼ぎが多く，１９８１年で約1,390,000人を記録している。これら移動する人口の大部分は地方からのものであり，需要に対する考慮が必要である。

以上の観点から，少なくとも次の需要を満たすように計画する。

a）一般の公衆も使うことのできる加入電話（一般公衆に対しては発信呼の場合の料金収納，着信呼では被呼者への連絡等を委託する）を，村落当り最少で１回線，大きな村落では２回線とし，平均で人口1,０００人当り1.５回線とする。（需要率0.１５％）

b）政府関係者を含む政府・公共出先，領袖，地主，流通関係者を対象に，小村落で２～３回線，大村落で４～５回線，平均で人口1,０００人当り3.５回線とする。（需要率0.３５％）

ここに計画した需要率は過少なものではない。ちなみにインドネシアのルーラル網計画では，１９９２年で0.５％，ネパールでは１９８５年で0.５１％となっている。

(2) 計画対象村落の平均人口は約1,０７０人と推定される。従って，村落当り，すなわち加入者局当り5.３５回線となる。ただし，DHAMAR州内のＵＴＭＡＨ村は，山の両側に広く分布しているため，加入者局を両側に設置し，約２倍の回線を架設する。

初期需要率を0.５％として，地域別の需要数を次のように設定する。

地　　域	計画対象村落数	初期電話需要数（1989年）
HAJJAH	１６	８６
SANA'A－NORTH	６８	３６４
SANA'A－SOUTH	６９	３６９
DHAMAR	７０	３８６
IBB	３１	１６６
TAIZZ	８２	４３９
HUDAYDAH－NORTH	６９	３６９
HUDAYDAH－SOUTH	５１	２７４
合　　計	４５６	2,４５３

(3) 将来の需要を，ＧＤＰと普及率の相関々係からマクロに予測する。１９８１年の世界５６ケ国の１人当りＧＤＰと普及率の関係を回帰分析して得た関係式は次のとおりであって，グラフに示すと図３－１のとおりである。

$$（電話普及率）= 0.000113 \times （1人当りGDP）^{1.372}$$

相関係数　：　0.952

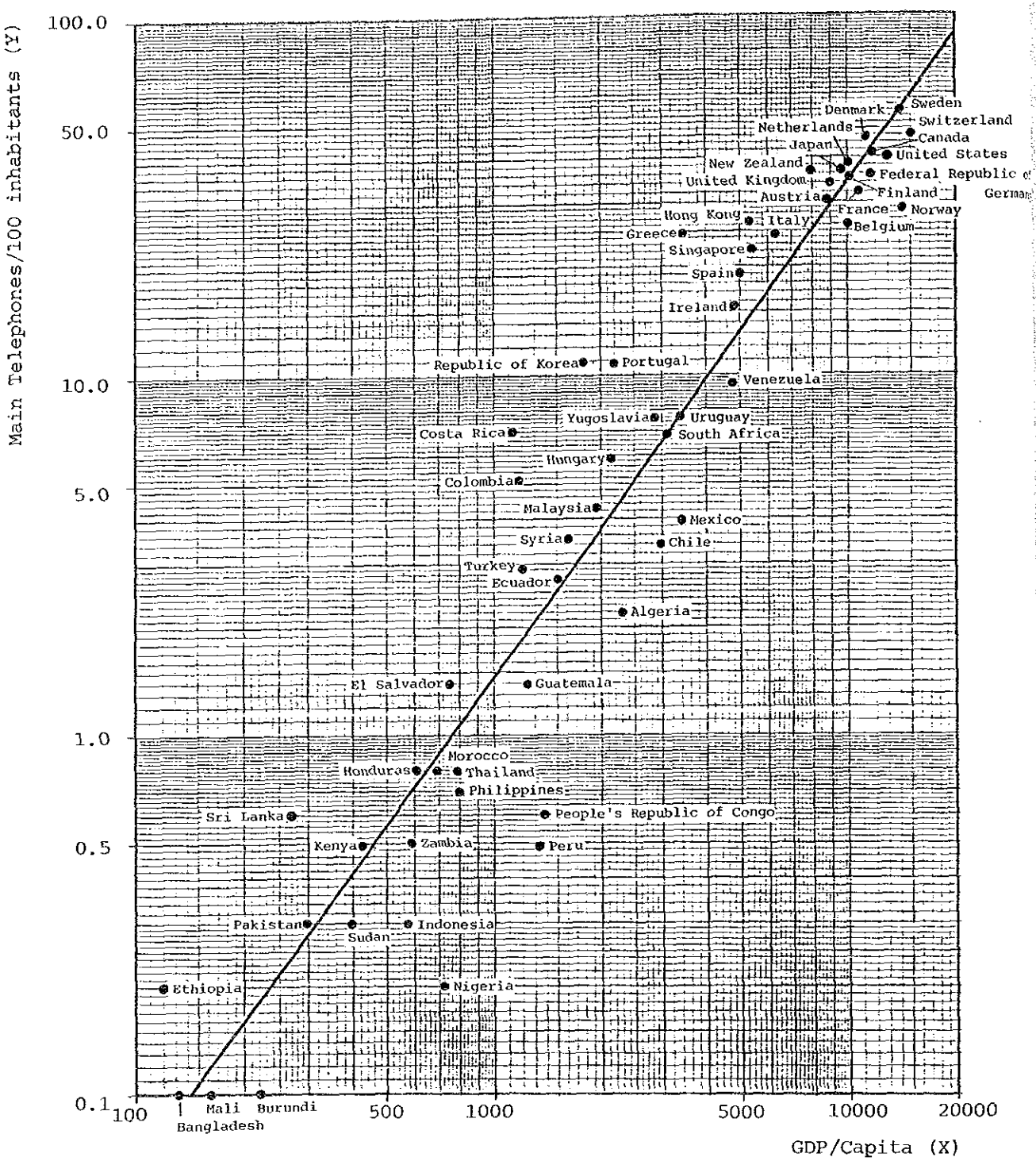
この相関々係は，都市部を中心とするアーバン網の需要予測に有効な手段である。しかし，一般に各国とも電話の大半は都市部で占められており，都市と地方の普及率の格差は際立っているので，地方の普及率に対し，この相関々係をそのまま適用することは現実的ではない。一方，ＧＤＰは地方の電話需要にも影響を与えることは確かなので，ここでは，上記回帰分析の結果によって北イエメン全体の将来普及率を推定し，この普及率の伸び率を地方電話需要の伸び率とする。

第２次５ケ年計画によれば，１９８６年の１人当りＧＤＰは，2,181 YR（485米ドル）に達するとしている。この成長率は，１９８１年を基準年として年平均4.2％である。将来の伸びを同率とすると，１人当りGDP，普及率およびその倍率は次のとおりである。

年	１人当りＧＤＰ（米ドル）	普及率(%)	倍　率
１９８９	$485 \times 1.042^{3} =$ 549	0.65	1
１９９４	$549 \times 1.042^{5} =$ 674	0.86	1.32
２００４	$674 \times 1.042^{10} =$ 1,017	1.51	2.32

倍率を使って，対象村落の需要を次のように推定する。

地　　域	１９８９（1）	１９９４（1.32）	２００４（2.32）
HAJJAH	86	114	200
SANA'A−NORTH	364	480	844
SANA'A−SOUTH	369	487	856
DHAMAR	386	510	896
IBB	166	219	385
TAIZZ	439	579	1,018
HUDAYDAH−NORTH	369	487	856
HUDAYDAH−SOUTH	274	362	636
合　計	2,453	3,238	5,691



$$Y = 0.000113\ X^{1.372} \quad \text{(Correlation Factor: 0.952)}$$

Source: World Development Report 1983 (Data as of 1981)
The World's Telephones 1982 (Data as of Jan. 1, 1982)

図３－１　電話機密度と１人当りのＧＤＰとの相関々係（５６ケ国，１９８１年）

第４章　地方電気通信網整備計画

4 地方電気通信網整備計画

4－1 地方電気通信網の構成概要および設計標準

4－1－1 概　要

(1) 北イエメンの特色のある地勢と村落の分布状態，通信需要の見通し，既存電気通信施設の状況等を考慮し，地方通信網を次の3要素で構成する。

a) ディジタル無線集線システム（Digital Radio Concentrator System：DRCS）

b) ローカル・ケーブル網

c) ディジタル電話交換機

(2) 本報告書では，ルーラル電気通信網を既存の 通信網と平列，独立に構築するよう計画している。これは，いわゆる網の重ね合わせ構成（Overlay Network）である。しかしながら，下記の点に関しては，詳細設計の段階で検討を加えることとする。

1) 既存の伝送路の利用

2) 本プロジェクトとは別の電気通信網整備計画の中で，本プロジェクトのサイトの使用が予定される場合は，鉄塔高および強度，シェルターの大きさ，電源設備の容量等を他プロジェクトの要求条件を考慮して決定する。

本計画では，将来の網構成および既設交換機の設備状況を考慮したルーラル通信網を構築することとし，次の2案について検討を行う。

A案 ： 6サブ・ルーラル通信網構成

各州の行政都市には既存の都市用交換機がある。すなわち，HAJJAH，SANA'A，DHAMAR，IBB，TAIZZおよびHUDAYDAHには，ルーラル網をカバーするのに充分な交換機容量があるので，これを利用し州ごとにサブ・ルーラル通信網を構築する。

B案 ： 3サブ・ルーラル通信網

3大都市，SANA'A，TAIZZおよびHUDAYDAHにルーラル用交換機を新設する。既存の交換機は，それぞれの都市部の加入者増設に当てる。各サブ・ルーラル通信網は，本計画の対象となる6州を次のようにカバーする。

SANA'Aサブ・ルーラル通信網 ： SANA'A，HAJJAHおよびDHAMAR

TAIZZ 〃 ： TAIZZおよびIBB

HUDAYDAH サブ・ルーラル通信網 ： HUDAYDAH

(3) ＤＲＣＳ網は，基地局，中継局および加入者局により構成される。基地局は交換機に隣接して設置する。基地局と中継局の配置計画を図４－１（Ａ案）および図４－２（Ｂ案）に示す。

各中継局と加入者局の接続構成を付属資料Ⅳに示す。各中継局がカバーする対象村落数と加入者の配分計画を表４－１に示す。

(4) 加入者種別

新しいルーラル通信網は，初期の段階では，電話サービスのみを対象とする。しかしながら設置されるＤＲＣＳは，装置に手を加えることなしにテレックスおよび電信回線も追加できる機能を持つことが要求される。

加入者種別は次の３種を考慮する。

- 一般加入者
- ＰＡＢＸ加入者
- 委託公衆電話

本計画では，ＰＡＢＸは一般用として，すなわち文字どおり，あくまでも個人（企業）等の使用を前提とする。従って，もしＰＡＢＸが公衆による使用を目的として，ＤＲＣＳに接続される場合は，他のルーラル電話加入者に対する接続基準に重大な影響を及ぼさないよう配慮することが必要である。

４－１－２ 交 換 網

(1) 局 階 位

現在の全国電話網は，集中局（Primary Centre）以下の階位で構成されている。集中局はＳＡＮＡ'Ａ，ＴＡＩＺＺおよびＨＵＤＡＹＤＡＨの３局のみであって，市内・市外併合形の交換機である。ＳＡＮＡ'ＡはＨＡＪＪＡＨおよびＤＨＡＭＡＲの集線装置の加入者，ＴＡＩＺＺはＩＢＢの集線装置の加入者をそれぞれ収容している。

サブ・ルーラル通信網の交換機は，市内・市外呼とも取扱うので集中局の階位で計画する。集中局として既存の３局を利用する場合（Ａ案）と，ルーラル網用の集中局を新設する場合（Ｂ案）の両案を計画する。Ａ案の場合，既存交換機の市外呼料金処理機能の範囲で単位料金区域を調整するような運用上の措置を取ることとし，ＨＡＪＪＡＨ，ＤＨＡＭＡＲおよびＩＢＢの集線装置は，対応するルーラル網加入者を収容する。Ｂ案の場合は，経済的観点より，ＳＡＮＡ'Ａ，ＴＡＩＺＺおよびＨＵＤＡＹＤＡＨに市内・市外併合交換機を新設する。ＨＡＪＪＡＨ，

DHAMARおよびIBBに市内・市外併合交換機を新設することは，伝送路の増設を伴い，かつ集中局数が増えるので経済的でない。一方，既存の交換機はそれぞれの都市部の加入者増設に向けられる。新集中局交換機はルーラル網の各種トラヒックに対する充分な処理能力，特に課金機能を備えるものとする。

(2) 番号計画

現在の番号計画は，第2章で述べたように全国を6つの区画に分け，それぞれに1桁または2桁の市外局番（Trunk Code）を与えた開放番号方式（Open Numbering System）を採用している。なお，市外識別番号（Trunk Prefix）には"0"を使用している。一方，加入者番号（Directory Number）は，収容される交換機種により，次に示すように4～6桁を符与している。

市外局番	加入者番号	交換機種	備考
2	2××××× 3××××× 4××××× 5×××××	E-10B または集線装置	SANA'A市 SANA'A州 DHAMAR州 DHAMAR州と AL BAYDAH州の一部
	7××××	EMD/RFT	SANA'A市
3	2××××× 3××××× 5×××××	E-10B または集線装置	HUDAYDAH市 HUDAYDAH州
	7××××	EMD/RFT	HUDAYDAH市
4	2××××× 3××××× 4××××× 5×××××	E-10B または集線装置	TAIZZ市 TAIZZ州 IBB州
	7××××	EMD/RFT	TAIZZ市
51	××××	EMD	SADAH市
61	××××	EMD	AL BAYDAH市
7	2×××××	集線装置	HAJJAH市と SANA'A州の一部

また，特殊番号サービスとして，次のサービスが提供されている。

番号	サービス	備考
１０	国内通話受付	
１１	警察	無料
１２	消防	無料
１３	苦情申告	無料
１５	国際通話受付	
１７	苦情申告	無料
１８	番号案内	

なお，将来の新サービス用として，１４Ｘと１６Ｘが予定されている。

対象村落の電話番号の付与を，次のとおり計画する。なお，特殊番号サービスは現行どおりとする。

サブ・ルーラル通信網	市外局番	加入者番号
SANA'A	2	２××××× ３××××× ７××××
HAJJAH	7	２××××××
DHAMAR	2	５××××××
TAIZZ	4	２××××××
IBB	4	４３××××
HUDAYDAH	3	２××××××

(3) 信号方式

1) 加入者線信号方式

押しボタン・ダイヤル式電話機による多周波信号方式を使用する。

2) 局間信号方式

Ｂ案において交換機を新規導入する場合は，既設交換機との間に新たなインタフェイス回線を必要とする。この場合，適用する局間信号方式としては，監視信号にディジタル，選択信号にはＲ２－ＭＦＣ信号方式を使用する。

(4) 課金方式

現行の料金体系を準用することとする。すなわち，市内呼には３６０秒課金を，市外呼には距離別時間差法による課金を行う。

(5) 接 続 標 準

ＤＲＣＳ網におけるサービス・グレードは，呼損率0.０１とする。

(6) 加入者呼率（Traffic Intensity）の推定

ＣＣＩＴＴマニュアルは，ルーラル網における加入者呼率（発着信）のガイドラインとして呼率が0.０１～0.1アーランの間に分布し，加入者の種別により変化するとし，例外的な値として，0.3アーラン程度に達することもあると述べている。

本調査において，既設ルーラル網加入者に対する実測トラヒック・データが得られた。これはHAJJAH地域に設置された7村落8電話機を対象としたものである。この8電話機は，ＭＯＣ／ＰＴＣの施設（局）に設置されたもので，使用形態としては，委託公衆電話に近いと言える。収集データは，１９８４年１０月３１日の１日分であり，統計的価値は低いものの，加入者呼率の推定には大いに参考になると思われる。これによれば，発信有効呼における最繁時呼率は0.０３２～0.２４９アーランの間に分布しており，その平均値は次のとおりである。

電 話 機 平 均 ： 0.１２１アーラン

村 落 平 均 ： 0.１３９アーラン

ルーラル網におけるトラヒックは，一般的に着信呼よりも発信呼の方が多いと言える。今，発着信比率を６：４と仮定すれば，１村落当り0.２３アーランの トラヒックがあることになる。従って，１村落当りの電話機数が増加すれば，この村落当りのトラヒックが各電話機に分散されるであろう。と同時に，村落全体のトラヒックは増加するであろう。

本調査では，以上のことをふまえて，平均加入者呼率を0.０６～0.０４アーランと推定した。

４－１－３ 無線集線電話網

(1) 適用伝送方式

ＣＣＩＲ Report ３８０－１には，無線集線電話方式として，周波数分割マルチ・アクセス（ＦＤＭＡ）および時分割マルチ・アクセス（ＴＤＭＡ）の２種類が提案されている。前者は，通称アナログＭＡＳ方式，後者はディジタルＭＡＳまたはDigital Radio Concentrator System（DRCS）と呼ばれる。本計画では，以下の理由によりDRCSを採用する。

1） 対象地域内に数多くの村落が散在し，かつ村落当りの需要は，初期で数回線である。アナログＭＡＳの場合は，加入者ごとに無線電話装置が必要であるが，ＤＲＣＳは１ン

ステムの無線加入者局設備で最大２０加入者まで収容できるので経済的であり，かつ，加入者増設が容易である。

2) 加入者局からの通話信号は，中継局を経由して，基地局の交換機へ接続されるが，アナログＭＡＳの場合には，中継局から基地局までの無線多重リンク（アプローチ・リンク）が必要である。一方，ＤＲＣＳでは，下位中継局（基地局より遠い局）は，上位中継局の１加入者局として機能するので，中継専用のアプローチ・リンクが不要となる。

3) 従って，将来，新たなルーラル・エリアに通信需要が発生した場合，既存の中継局設備に手を加えることなく，必要なエリアに中継を延長することができる。

4) 中継局で使用する無線周波数は，システム当り１対の電波を使用するのみなので，装置数が少なくてすむ。従って，電源設備の小規模化が期待でき床面積が少なくてすむ。アナログＭＡＳの場合は，複数対の電波が必要である。

(2) ＤＲＣＳの概要

ＤＲＣＳは，ルーラル地域における電話サービスを経済的，効率的に提供するための無線集線方式として，新しい概念に基づいて生み出されたものである。この方式は，基地局(Base Station)，中継局(Repeater Station)および加入者局(Subscriber Station)で構成される。図４－３に代表的なＤＲＣＳの構成を示す。

基地局には，電話交換機が設置される。加入者電話機は，ケーブルで加入者局に接続されたのち，サービス・エリアにある中継局を経由して，ディジタル無線リンクで交換機と接続される。中継局は，自局サービス・エリア内の加入者からの発呼信号および通話信号を上位の中継局（基地局に近い中継局）へ順次転送し，基地局の交換機を作動させる。

発射される電波は送・受信用としてシステム当り１対の波を使用する。この電波を時間的に分割して１５通信回線を構成し，サービス・エリア内の全加入者局は，回線を共通に使用する。つまり，１２７の加入者局が１５回線を共用することになる。各呼に対する回線の対応は，基地局に備えつけられたＴＤＭ制御装置により自動的に行われる。

中継局で受信した加入者局からの電波は，上位の中継局へ送られるが，この電波の周波数は，上位中継局のサービス・エリアで使用されている周波数と同一なので，上位中継局では，１つの無指向性アンテナで下位中継局からの電波と，自局サービス・エリア内の加入者からの電波を同時に受信することができる。すなわち，下位の中継局は上位中継局の加入者局とみなされる。従って，中継局相互間に別のアプローチ・リンクを設ける必要がない。これは，ＤＲＣＳの大きな特徴の１つである。

(3) ＤＲＣＳの方式諸元

方式諸元は次のとおりである。

• 使用無線周波数帯	８５０MHz（７９０MHz～８７９MHz）
• 無線周波数配置	CCIR Rep. 380−1, Annex 1, Figure 5
• 変　調　方　式	時分割（TDM）
• タイム・スロット数／システム	１５
• 収容加入者数／システム	１２７＋１（保守用）
• 中継局のサービス・エリア半径	３０Km以内（標準）
• 中継区間距離	４５Km（標準）
• 送信機出力	１W，５Wまたは１０W
• 無指向性アンテナ利得	１０dBi～１３dBi
• 指向性アンテナ利得	１１dBi～２０dBi
• 送・受信アンテナ共用器損失	２共用：　７dB
	４共用：１０dB

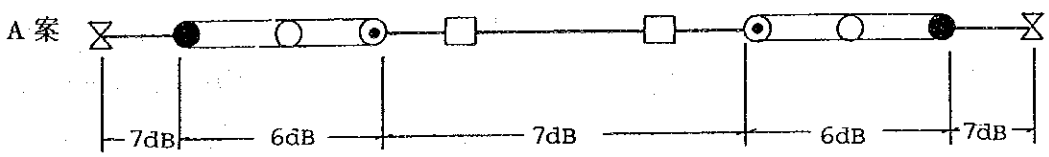
(4) 無線周波数使用計画

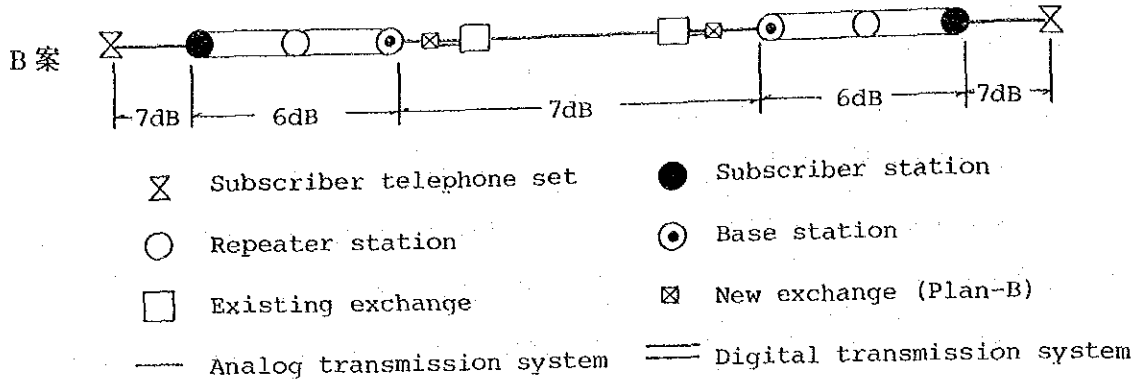
ＭＯＣの周波数管理部と協議した結果，本計画で使用する無線周波数帯は，７９０MHz～８７９MHz（バンド幅：８９MHz）である。ITUのRadio Regulation（RR）によれば，この周波数帯はRigion 1（欧州，アフリカ，アラビア半島およびソ連）において放送および固定無線局で使用するように規定されている。

上記の周波数帯をCCIR Rep. 380−1, Annex 1で述べている周波数プランに従って表４－２に示すように配置する。なお，個々の基地局および中継局に割り当てる具体的な無線周波数は，電波干渉に関する調査を行ったうえ決定する必要がある。

(5) 伝送損失配分

Ａ案およびＢ案における伝送損失配分を下記に示す。





Transmission Loss Distribution

(6) 置 局 選 定

候補地は，中継局と加入者局間の距離が約１５Km未満の場合を除きすべて見通し伝ぱん路が得られるように計画する。中継局と加入者局間の見通しがなくとも受信機入力が充分得られる場合は候補地とする。候補地の緯度・経度および標高を付属資料Ⅴに示す。中継局相互および中継局・基地局間の見通し図（Path Profile）を付属資料Ⅵに示す。

(7) ＤＲＣＳ回線設計

1) 目標回線品質

無線ディジタル回線の符号誤り率（Bit Error Ratio：BER)に対する許容目標値は，ＣＣＩＲ勧告５９４に準拠して次のとおり設定する。

— いかなる1ケ月の１％以上の時間について，ＢＥＲが1.1×10^{-8}（$= 1 \times 10^{-7} \times 280/2500$）を越えないこと。（積分時間は１分）

— いかなる１ケ月の0.0056％（＝0.05％×２８０／2,５００）以上の時間について，ＢＥＲが1×10^{-3}を越えないこと。

2) 設 計 条 件

中継局相互間および中継局と基地局間の回線設計に当り，下記のフェージング・マージンの推定値により所要受信機入力を算定した。

ここで，アンテナ共用器の損失は，当初設備が３またはそれ以下のシステム数については，将来増設１システム分を見込んで見積る。当初４システムの場合は，増設システム用の別アンテナ系を将来において付加することとする。

中継区間距離	フェージング・マージン	所要受信機入力
２０Km以下	７ dB	－８０ dBm
２０Km～２５Km	９ dB	－７８ dBm
２５Km～３０Km	１０ dB	－７７ dBm
３０Km～３５Km	１１ dB	－７６ dBm
３５Km～４０Km	１２ dB	－７５ dBm
４０Km～５０Km	１３ dB	－７４ dBm

3）回 線 設 計

計画した方式諸元に基づき，ＤＲＣＳの概略設計を行い，所要鉄塔高，適用するアンテナの型式，フィーダのタイプ，送信機出力等を各局別に設計する。表４－３に回線設計の計算例を示す。アンテナの型式およびフィーダの諸元については4－2－2項を参照のこと。

４－１－４ ローカル・ケーブル網

(1) ローカル・ケーブル網は，加入者局 ― 架空ケーブル ― 端子函 ― ドロップワイヤ ― 加入者保安器 ― 屋内線 ― 電話機の要素で構成する。

(2) 架空ケーブルは１０対を標準とする。ただし，村落内加入者数の分布状況，将来における需要の増加等を考慮して，２０対を使用する場合もある。

(3) ケーブルおよびドロップワイヤの各心線径は，ローカル・ケーブル網に配分する伝送損失の維持，および加入者局と電話機間の確実な信号の送受等を考慮し選定する。すなわち，以下の値を標準とする。

伝 送 損 失 ： ７ dB

ル ー プ 抵 抗 ： ８００オーム（電話機抵抗を含む）

(4) ケーブルおよびドロップワイヤは鋼管柱に架渉される。ただし，ドロップワイヤの場合は，鋼管柱に代替できるような適当な建造物があれば，それを利用する。

(5) 鋼管柱間隔の標準は約５０ｍとする。

(6) 村落内に１０対容量の端子函を鋼管柱上に設置する。端子函間隔の標準は約２００ｍとする。

(7) 加入者に対して，押しボタン付電話機（多周波信号）を設置する。委託公衆電話の場合は，通話料金の計算を容易にするため，宅内度数計を付加する。

4－2 設備概要

4－2－1 交換設備

本プロジェクト・B案にて新規導入されるルーラル交換機は，技術面での世界的すう勢および既存アーバン網との親和性を考慮して，蓄積プログラム制御（Stored Program Control：SPC） 方式の時分割（Time Division：TD）交換機とする。

交換機設置対象局は，前節で記したようにSANA'A，TAIZZおよびHUDAYDAHの3局であるが，いずれも新ルーラル網専用交換機とし，一般加入者は収容しないものとして計画する。これは北イエメンの地理的条件，村落分布状況，電話普及率等から判断して，ルーラル通信の必要性はかなりの長期にわたって存続すると考えられ，その期間の需要変動に備えるためである。

なお，ルーラル専用交換機は，網構成上課金処理機能を有する市内・市外併合交換機（Combined Local/Trunk Switch）とし，以下に述べる容量・機能を具備するものとする。

(1) 加入者容量

交換機容量の決定には，本プロジェクトの対象村落のみを対象とせず，各交換機がカバーする地域に散在する人口300人以上の村落を対象とした。各サブ・ルーラル通信網ごとの需要率0.5％における電話機数は以下のように推定される。

サブ・ルーラル通信網	村落数	推定人口	需要数	対象村落需要数
HAJJAH	234	134,000	670	86
SANA'A	960	539,000	2,695	733
DHAMAR	409	223,000	1,115	386
IBB	794	417,000	2,085	166
TAIZZ	396	201,000	1,005	439
HUDAYDAH	600	349,000	1,745	643
計	3,393	1,863,000	9,315	2,453

A案においては，対象村落の加入者は，各サブ・ルーラル通信網ごとに既設の交換機または集線装置に収容される。一方，B案では，次の容量をもつ3つの新設交換機に収容するよう計画した。

交　換　局	加入者容量	サブ・ルーラル通信網
SANA'A	4,500	SANA'A, HAJJAHおよびDHAMAR
TAIZZ	3,000	TAIZZ およびIBB
HUDAYDAH	2,000	HUDAYDAH

(2) 中継線容量

新電話交換局と既設網とのインタフェイス・ポイントは，前述したように3局ともE－10B親局（Parent Exchange）との間に設ける。従って，このインタフェイス・ポイントには，新たに出入り中継線が必要となる。

出入り中継線算出は，下記のルーラル網加入者のトラヒック条件で行う。

－ 最繁時発着信呼率　：　0.05アーラン

－ 発　着　信　比　：　6：4

更に，総発着信呼量のうちの大部分はアーバン網あるいは既設ルーラル網との交流であると推定される。本計画では，それぞれの交換機に収容される加入者の総発着信呼量の90％が既存網との交流であると推定し，回線算出を行う。呼損率（Grade of Service：GOS）0.01での算出結果は以下のとおりである。なお，実際の回線設定においては，伝送路の有効利用を考慮して30回線単位の設定が望ましい。

交　換　局	出回線	入回線
SANA'A	140	97
TAIZZ	97	68
HUDAYDAH	68	48

(3) インタフェイス条件

1) 加入者線インタフェイス

DRCSとは通常加入者と同じ2線式加入者線インタフェイスとする。また，委託公衆電話用の宅内度数計に対する課金度数登算用信号の転送を考慮する。

2) 中継線インタフェイス

既設E10－Bとの間に設ける中継線の伝送方式は，CEPTの30チャンネル・PCMとし，新設交換機とは2Mbit／sのディジタル・インタフェイスとする。

(4) 課金・料金処理

3つの新交換局が分担するルーラル加入者からの発信呼については，それぞれの交換局において課金処理を行う。課金情報の記録方式については，積算方式（Bulk Billing

System）を採用するほか，必要に応じて詳細記録方式（Detailed Billing System）の導入が容易に行えるよう拡張性を持たせる。なお，特殊番号呼の課金処理については，現行の料金体系に準ずることとする。すなわち，警察（コード"11"），消防（コード"12"）および苦情申告（コード"17"）についてのみ非課金扱いとする。

課金情報の処理については，既存システムに従うこととする。すなわち，月ごとに磁気テープ（Magnetic Tape：MT）に出力させて，これをSANA'Aにある料金センタに運び，機械処理することとする。ただし，将来形態としては，データ回線を利用した自動転送に変更すべきであろう。

(5) 保守・運用

3局それぞれに保守・運用体制を設ける。すなわち各局とも必要な要員と保守用資材を備えることとする。交換機は，最低限下記の保守用の機能を具備する。

- マン・マシン・インタフェイス
- 各種試験
- システム監視
- 過負荷制御
- 障害探索
- トラヒック測定

また，現在提供されている特殊番号サービスのうち，新ルーラル加入者の苦情申告のみ新局において受付けることとする。

保守形態としては，有駐在とする。交換機局舎はシェルター・タイプで既設局と同一敷地内に設置するので，保守者は，シェルター内に常駐しないこととする。従って，苦情申告受付線とアラーム表示は既設局にも転送する。

(6) 網同期

既存のE－10B交換機をマスタ局とするマスタ・スレーブ方式とする。

4－2－2 無線設備

(1) 無線伝送路の構成

A案およびB案に対する無線システムの構成を図4－4および図4－5に示すように計画する。

B案の場合は，基地局に従属する中継局数が増加するので基地局に至るまでの中継器数が，A案よりも多い。

(2) DRCSの計画規模

AおよびBの各案に対する回線設計の結果，DRCSの計画規模は次のとおりである。

	A 案	B 案
基地局	6	3
中継局	38	33
加入者局	436	436
DRCS数	23	23
中継器数	55	68
新設交換機	—	3
中継区間亘長（Km）	1,065.4	1,143.6
村落数	456	456
加入者数	2,453	2,453

(3) 無線局設備

前節で述べた通信網構成に基づいて，DRCSを構成する鉄塔，アンテナ，フィーダおよび無線局内装置等の設備概要を下記に述べる。

1) 鉄塔

a) 既存鉄塔の有効利用

プロジェクトの工事期間の短縮およびコストの低減を図るために，既設局と同一敷地内にDRCS施設が置かれる場合は，できる限り，既存の鉄塔を有効利用することとした。既存の鉄塔利用を予定している局は下記のとおりである。

局名	既設鉄塔高(m)	DRCSアンテナ塔載高(m)
J. ASHMUR	80 支線式（G）	20
HAJJAH	20 自立式（S）	20
J. DHARWAH	32 自立式（S）	15
DAYN	32 自立式（S）	20
SANA'A	50 自立式（S）	20
AYBAN	126 支線式（G）	18
MASAR	66 支線式（G）	30
J. YASLAH	15 自立式（S）	15
J. AL LISI	48 支線式（G）	40
J. SUMARAH	30 支線式（G）	20
BAJIL SOUTH	80 支線式（G）	25

これらの鉄塔を本プロジェクトで共用する場合，必要に応じてプラットフォームまたはアンテナ架台の追加を行う。また，ＤＲＣＳで用いるアンテナの搭載位置は，既設アンテナのパフォーマンスに影響を与えない位置を選ぶ。

b) 新鉄塔の建設

ＤＲＣＳで使用するアンテナは，塔側形アンテナを除き比較的軽量で，風圧荷重も少ないものを選択する。加入者局で使用する鉄塔は，工事の簡単な６～２０ｍ程度のマストあるいは軽量鉄塔を用いる。中継局および基地局は，搭載されるアンテナの形状とアンテナ数および敷地の広さを考慮して，自立式鉄塔，支線式鉄塔または鋼板組立柱の中から選定する。すべての鉄塔には，避雷針と接地を設け，更に鉄塔高４５ｍ以上のものには航空標識を取付ける。

鉄塔の設計条件は，概略，下記のとおりである。

- ＪＩＳ規格を適用する。
- 許容風速は１５０Km／時とする。
- 地耐圧

砂質シルトの場合	：	１０トン／m^2
砂礫土の場合	：	２０トン／m^2
岩の場合	：	５０トン／m^2

基地局および中継局の所要鉄塔高は図４－６のとおりである。

2) アンテナ

無指向性および指向性の２種類のアンテナを使用する。無指向性アンテナは，原則として塔頂に据付ける。しかし，既設鉄塔の頂点部分にテレビジョン放送用アンテナ等が搭載されている場合は，鉄塔側面に取付けることができるマルチフィード・タイプのアンテナを使用する。

無指向性・指向性アンテナのタイプ別諸元を下記に示す。

1) 無指向性アンテナ	利得（900MHz）	重量(Kg)
― アンドリュー・タイプ	10.0dBi	１５
― コリニア・タイプ（　８素子）	11.0dBi	５０
（１６素子）	13.5dBi	１２０
― マルチフィード・タイプ	13.0dBi	５００

2) 指向性アンテナ

		利得(900MHz)	重量(kg)
— グリッド・パラボラ	(口径 1.2 m)	16.0 dBi	40
	(口径 1.8 m)	20.0 dBi	65
	(口径 2.4 m)	22.5 dBi	100
	(口径 3.0 m)	24.5 dBi	120
— ヤ ギ	(8 素子)	11.0 dBi	
	(12 素子)	13.0 dBi	
	(14 素子)	14.0 dBi	
— ヤギ・マルチスタック	(8 素子×2)	13.5 dBi	
	(12 素子×2)	15.5 dBi	
	(14 素子×2)	16.0 dBi	

アンテナは，経済上複数のシステムで共用する。しかし，その反面アンテナ共用器のロスが増加する問題が生ずる。例えば，2共用で4.5 dB，3共用で8 dB（いずれもケーブル・ロスを含む）の減衰が生ずるが，送信機出力およびアンテナ利得を増加し対処することとする。

3) フィーダ

フィーダは同軸タイプあるいは，低損失タイプを適宜使用する。アンテナ地上高が高く，送・受信機とアンテナ間の距離が長くなる場合は低損失タイプを採用する。フィーダの種類および減衰量は下記のとおりである。

	減 衰 量(900MHz)
a) 同軸タイプ	
— 4／8インチ・フィーダ	9.5 dB／100 m
— 7／8インチ・フィーダ	5.2 dB／100 m
—10／8インチ・フィーダ	4.5 dB／100 m
b) 低損失タイプ	
— 4／8インチ・フィーダ	7.7 dB／100 m
— 7／8インチ・フィーダ	4.3 dB／100 m

4) 無線集線電話装置

基地局には，時分割変調・制御装置（TDM Controller）ならびにDRCS専用の集線装置（Concentrator）を設置する。

TDM Controllerは，無線送・受信機（1＋1セット予備方式），タイム・スロッ

ト制御盤（Time Slot Control Unit），ディジタル変復調器（Voice CODEC），データ制御盤（Data Control Unit），障害監視盤（Supervisory Unit）および保守用打合せ回線等で構成する。テレックス回線が必要な場合は，テレックス用の変復調器（Telex CODEC）を付加する。送・受信機の出力は最大１０ワットとする。

集線装置は，システム当り１５チャンネルのCODEC出力を１２７加入者線に広げて交換機に接続する。一方，交換機側からの127の加入者線は集線装置で１５チャンネルに縮小される。

中継局には１システム当り，２台の無線送・受信機（1＋1セット予備方式），再生中継器（Regenerator），および加入者線ユニット（Subscriber line Unit：SLU）を設ける。ＳＬＵはディジタル変復調器および加入者信号変換器から成る。更にテレックス用のＳＬＵを付加することにより，テレックス加入者に接続できる。なお，ＳＬＵは２０回線まで増設できるものとする。

加入者局用機器（Subscriber Unit）は，無線送・受信機（セット予備はなし），再生中継器，ＳＬＵ等で構成する。ＳＬＵは中継局の場合と同様の機能を持つ。

(3) 無線設備の保守・運用

広い地域に広がるＤＲＣＳの中継局および多数の加入者局設備を正常に運転させ，信頼性の高い回線を維持するため，全基地局に自ＤＲＣＳ網に対する集中警報・監視システムを設置する。

保守要員を基地局のみに配置し，中継局は無人とする。従って，最低限下記の機能を満たす設備を設ける。

1) 保守用打合せ回線は，基地局，中継局および加入者局相互間に持つこと。基地局相互の打合せ回線は，既存のものを使用する。

2) 警報および監視機能として少なくとも下記ユニットの動作状態の良否が判別できること。

中継局	加入者局
電源ユニット	電源ユニット
共通制御ユニット	送信機
中継ユニット	加入者線ユニット
送・受信機	
変復調器	

4－2－3 線路設備

(1) 加入者局から村落内の端子函までの区間は１０対または２０対の架空ケーブルで接続する。（図４－７参照）

使用する架空ケーブルは全心線着色ポリエチレン絶縁アルミしゃへい付ポリエチレン被覆自己支持形とし，つり線は，工事の際梯子が掛けられる強度を有するものとする。このケーブルをCCP－AP－SSまたはCASケーブルと称する。

このケーブルを使用する理由は次のとおりである。

1) 全心線着色のため誤接続が少なく，線番対照が容易であること。

2) 絶縁体・被覆ともにポリエチレンを用い，耐候性・耐水性にすぐれ，可とう性もあり軽量であること。

3) アルミニウムしゃへい付きであり，誘導防止効果があること。

4) 自己支持形であり，つり線を別に架設する必要がないこと。

(2) 中継局と加入者局間は電波伝ぱん上の技術的な観点から，加入者局を対象村落より離れて設置する場合があり，本調査では，その村落の数は約９０と判断された。

これらの村落と加入者局間もＣＡＳケーブルで接続する。そのケーブル架設長は合計約１４０Kmと推定する。このケーブルを引込みケーブル（Entrance Cable）と称することとする。

代替案として，このような電波伝ぱんの悪い区間に，無線方式の採用を考えた場合，リッジ損失による回線品質の劣化が問題となる。本代替案の可能性についての検討は，詳細設計の段階で行うこととする。

(3) 村落内の端子函の数は１村落当り平均３個として計画する。

３個の端子函の間を連絡するケーブルはＣＡＳ形とし，その架設長は，１村落当り平均４００ｍとして４５６の全対象村落に対して，合計約１８４Kmと推定する。このケーブルを配線ケーブル（Distribution Cable）と称する。

(4) ケーブルは鋼管柱に架渉し，ケーブルの地上高を約６ｍに設定する。柱の標準間隔は50ｍとする。

(5) ケーブル架設の具体的ルート，すなわち，柱，支線および端子函の実際の位置は，今後の詳細設計の段階で，現地調査のうえ最終的に決定されることとする。

4－2－4 宅内設備

(1) 端子函と加入者電話機間は，ドロップワイヤにより端子函より加入者保安器に引込ま

れ，そこで屋内線と接続されて，電話機に至る。（図4－7参照）

(2) ドロップワイヤは鋼心入りとし，その引込み長は1加入者当り平均150mとして計画する。

(3) ドロップワイヤは鋼管柱に架渉することとし，もし鋼管柱に代替できるような適当な建造物があれば，それを利用することとする。そのため，宅内設備上の柱の数は1加入者当り1本を見込むことで計画する。

(4) 加入者保安器はドロップワイヤと屋内線を接続するほか，接地線を経て接地棒と接続される。加入者保安器および接地棒とも1加入者当り1組を見込むこととする。

(5) 加入者用電話機はその用途に応じて2種類使用する。

1) 一般加入者用 ： 押しボタン付自動電話機　1,723個（約70％）

2) 委託公衆用 ： 宅内度数計，押しボタン付自動電話機　730個（約30％）

4－2－5 電力設備

(1) 各通信設備に対する電力供給方式は次のとおりである。

1) 交換機および基地局

－ 完全浮動方式

既存電話局用交流電力供給設備（220V，50Hz）より分岐・受電する。一次電力は商用交流，非常の時は予備エンジン交流発電機。

2) 中継局（既存マイクロウェーブ中継所のサイト内）

－ 完全浮動方式

既存マイクロウェーブ中継所用として運転中のエンジン交流発電機（220V，50Hz）より分岐・受電する。

3) 中継局（新サイト）および加入者局

－ ソーラー電源方式

各基地局，中継局に対する電力供給方式は，表4－4に示すとおりである。

(2) 北イエメンの商用交流電力の諸元は次のとおり。

1) 電　　圧　　180V～220V

2) 周 波 数　　49.5Hz～50Hz

3) 信 頼 度　　80％

(3) ソーラー電源方式の設備容量は，日射量の変動状況，加入者に対するサービス（電源設備の容量不足を原因とする障害の頻度），保守・運用条件および設備の信頼性を考慮して

設定する。日射量は地域によって異なり，一般に，SANA'A地域は高く，HUDAYDAH地域は低い。TAIZZ地域はその中間と言えよう。

過去3ケ年に気象台が記録した日射量，日照時間（連続記録でなく，記録のない月が含まれていた）を検討した結果，次の設備標準でソーラー電源方式を計画する。

日　射　量	SANA'A地域	：590mW
	TAIZZ地域	：505mW
	HUDAYDAH地域	：377mW
ソーラー電池の初期設備	初期消費電力に見合う容量で，容易に増量可能な構造	
蓄電池の初期設備	初期消費電力の20％増の容量で，容易に増量または より容量の大きいものと取替え可能 中継局は2組，加入者局は1組の蓄電池 保持時間（Autonomy）は中継局が48時間，加入者 局は13日分とする。	

なお，調査団の入手した気象データは，記録の期間，連続性の点で，必ずしも充分なものとは言えない。今後更にデータを追加し，検討を加える必要がある。

4－2－6　局　舎

(1) 全基地局および全中継局（ARUS（O/H）を除く）の装置をシェルターに収納する。しかしながら，従来型の局舎の建設についても詳細設計の段階で検討を行う。一方，ARUS（O/H）中継局の装置は既設局舎内に設置する。

加入者局装置はできるだけ公共的な建物，例えば政府機関の出先，学校，病院等のほか，一般民家に設置する。適当な建物がない場合および電波伝ぱん上建物のない場所に設置しなければならない場合は，シェルターを使用する。

(2) シェルターの大きさは，将来の増設装置のための若干のスペースをとるとともに，シェルターの輸送を円滑に行うことも考慮し，次のように計画する。

シェルター種類	大体の大きさ
交換機用	2.4 m × 12 m
基地局無線装置用	2.4 m × 12 m
〃　電源装置用	2.4 m × 6 m
中継局無線装置用（既設中継所設置）	2.4 m × 2.2 m
〃　電源装置用（　〃　）	2.4 m × 2.2 m
〃　無線・電源装置用	2.4 m × 2.2 m
加入者局無線・電源装置用	0.8 m × 0.6 m

4－2－7　敷地および道路

(1)　本調査の結果，基地局（含交換機）に必要な土地は，すべて既存の電話局敷地内に確保できる。また，既存のマイクロウェーブ中継所の敷地も，ARUS（O／H）を除き，新DRCS中継局を設置するのに必要な余裕が充分ある。ARUS（O／H）マイクロウェーブ中継所の敷地は，新中継局用のシェルターを設置するための余裕がないので，DRCSの全装置を，既設建物内に収容することとする。

(2)　その他の中継局は，新しく土地を購入し，整備（造成，フェンス設備）する必要がある。中継局ごとの所要敷地面積を表4－5に示すように計画する。合計27局，約62,000m^2が必要であろう。

(3)　新中継局に対しては新アクセス道路の建設を必要とする場合がある。調査の結果，50m以上の道路距離のものが16ケ所ある。中継局名と計画道路長を表4－5に示す。格別長いアクセス道路は，以下のとおりである。

J. KIBAH	:	約3.5Km
J. AN NAR	:	約2.2Km
J. AL QULBY	:	約2.0Km

(4)　実際の敷地の位置選定とサイズ，道路のルートは，今後の詳細設計の段階で，現地調査のうえ，最終的に決定するものとする。

4－3　プロジェクトの実施スケジュール

4－3－1　実施の分担

(1)　プロジェクトを円滑，かつ経済的に達成するため，次の3者が分担する。

- 外国コントラクター
- 外国コンサルタント
- MOC

それぞれの分担概要は次のとおり。

1)　外国のコントラクター

宅内電話機の取り付けと電話機と端子函の間の配線，既存電話局内の問題，敷地および道路の問題，加入者に関すること等を除き，ターン・キー・ベースで請負う。その内容は，以下のとおりである。

a)　サイト確認を含む現地調査

b) 装置の製造設計，および各サイト施設の工事設計（注）

c) 装置の製造，資材の調達，各サイトへの輸送

d) 組立て・据付け，配線，調整および試験

e) 受け渡し試験

f) 保守用予備品，同計測器，装置取扱説明書，およびシステム・ハンドブックの供給

g) 保守要員に対する訓練

h) 施設受け渡し後における保守業務の技術的な協力

（注）加入者局ー端子函間のケーブル敷設に必要な工事設計を含む。

2) 外国のコンサルタント

外国のコンサルタントは次の業務を分担する。

a) サイト候補地の選定，通信網の詳細設計（注）

b) 前項に示した外国コントラクターを選ぶために必要な国際競争入札仕様書の作成

c) 応札者から出される入札仕様の問合せに対する回答の用意，応札図書等の審査・評価，落札者に関する勧告を含む報告書の作成

d) 契約交渉のアシスタンス

e) コントラクターの準備する工事設計図等のチェック

f) コントラクターの工場における試験の立会い

g) 施工監理

h) 受け渡し試験の立会い

i) その他プロジェクト進捗上必要な調整事項についてＭＯＣへのアシスタンス

（注）既存電話局の局内施設，ローカル・ケーブル網については，基本的事項について概略設計を行い，実際の工事設計はコントラクターおよびＭＯＣ（ローカル・ケーブル網に対し）が行う。

3) ＭＯＣ

ＭＯＣは次の業務を分担する。

a) 敷地および道路の購入（または借用契約）

b) サイトの測量，および整地・造成

c) 既存電話局に対する増設（Ｂ案の場合）および必要な再整備の工事設計・施工

d) 村落ごと，加入者種別ごとの回線数の決定および加入者の選出

e) 電話機の取付け，端子函より電話機に至るまでの配線設計・施工

(2) 敷地，道路等の基礎施設の整備の遅れは，プロジェクトの完成時期に直接影響する。

従って，敷地，道路等の位置の選定および地主との接衝は，すべてのプログラムに先立って行われることが最も望ましい。プロジェクト実施に先立ち，北イエメンの諸事情（地主，測量，施工能力）を考慮したうえ，間違いなく工事の進捗が期待できる方法を設定することが要望される。

4－3－2 資材およびサービスの購入

(1) 前項の外国コントラクターは，次の所要施設の工事を一括ターン・キー・ベースで請負う。

- 既存電話局の本配線盤端子とルーラル通信網装置間の施設（ルーラル通信網とアーバン通信網間のタイ・ケーブルの成端）
- 村落内の端子函の間の一切の施設

ただし，

a) 端子函と電話機間の所要資材のうち，北イエメンでは入手困難な資材は，この外国コントラクターが供給する。

b) タイ・ケーブル成端用端子板は，その取付け方法上の障害をなくすため，既設端子板の供給者よりＭＯＣが購入する。

(2) 既存電話局の増設に必要な資材は，ＭＯＣが源供給者と直接契約し，購入する。

資材を使った施工およびソフトウエアの整備は，源供給者の技術協力の下に，ＭＯＣが行う。

4－3－3 プロジェクトの実施予定線表

外国コンサルタントの雇用契約時を基準として，プロジェクトの完成までの所要期間は約4年と見積られる。その場合の実施予定線表を図4－8に示す。サイトの位置に関する最終調査は，従来，コントラクターの全責任でなされていた。一方，責任をコンサルタントとコントラクターに分割する方法がある。例えば，サイトの候補地選定をコンサルタントの責任で行い，候補地の確認を含む全責任をコントラクターが持つ。後者の方が，プロジェクトの実施期間の短縮ができるので，図4－8はこの方法によっている。なお，この問題については，プロジェクト開始に先立って最終調整されるよう要望する。

4－4　保守・運用

4－4－1　保守・運用業務

ルーラル網の保守・運用組織について，次のように計画する。

1) 中継局および加入者局には保守・運用要員は常駐させない。SANA'A，TAIZZ およびHUDAYDAHの基地局を保守統括局として要員を配置し，それぞれの基地局に従属する基地局，中継局，加入者局の保守・運用を行う。

主要業務は次のとおりとする。

- 遠隔監視方式による保守領域内のシステム全体の監視
- 中継局および加入者局の巡回・点検
- 障害部分の発見，原因の究明および必要な復旧作業
- サービス監査
- 車輛の整備
- 電話料金に関する業務

2) SANA'A局には，上記の保守統括局に加えて，保守総括局および中央修理センタを設け，次の業務を行う。

- 測定器，保守用部品等の集中常備・分配
- 標準実施方法，施設記録の整備
- 保守・運用要員の訓練・育成

3) 委託公衆電話の被委託者は，次の運用業務を行うものとする。

- 申し込み受付けと回線設定
- 通話料金の徴収
- 着信呼の受信者への内容伝達

一方，蓄電池の容量監視，太陽電池受光素子面の清掃等は，PTC職員の巡回保守を原則とする。

4) 各基地局に下記の保守・運用要員を増員する。

A案に対して，

保守統括局	交換	伝送／電源	線　路	計
SANA'A	0	4～ 5	2～ 4	6～ 9
TAIZZ	0	3～ 4	1～ 3	4～ 7
HUDAYDAH	0	2～ 3	1～ 3	3～ 6
計	0	9～12	4～10	13～22

B案に対して，

保守統括局	交換	伝送／電源	線　路	計
SANA'A	3	4～ 5	2～ 4	9～12
TAIZZ	3	3～ 4	1～ 3	7～10
HUDAYDAH	3	2～ 3	1～ 3	6～ 9
計	9	9～12	4～10	22～31

4－4－2　訓　　練

本計画の建設工事中に，保守要員の訓練を下記のとおり実施することを計画する。

1) 設備納入業者の工場における訓練

ルーラル網を構成する各設備の概要とシステム全般の知識を習得させる。この訓練は，機器製造期間中に行う。訓練修了者は，保守業務全般にわたる管理責任者となることが望ましいので，保守統括局に配置予定の要員の中から上級技術者を選定する。

派遣要員数は，A・B案に対して下記のとおりとし，期間は3ケ月とする。

A案に対して，

- 現場保守責任者　：3名
- 中央修理センタ責任者　：2名
- 保守統括局責任者　：2名

B案に対して，

- 現場保守責任者(交換を含む)：6名
- 中央修理センタ責任者　：2名
- 保守統括局責任者　：2名

2) 現場訓練（On-the-job-training）

保守要員は，全員建設工事に参加し，これを通じて試験方法，計測器類の取扱い方法等，事後の保全業務に必要な知識を習得させる。

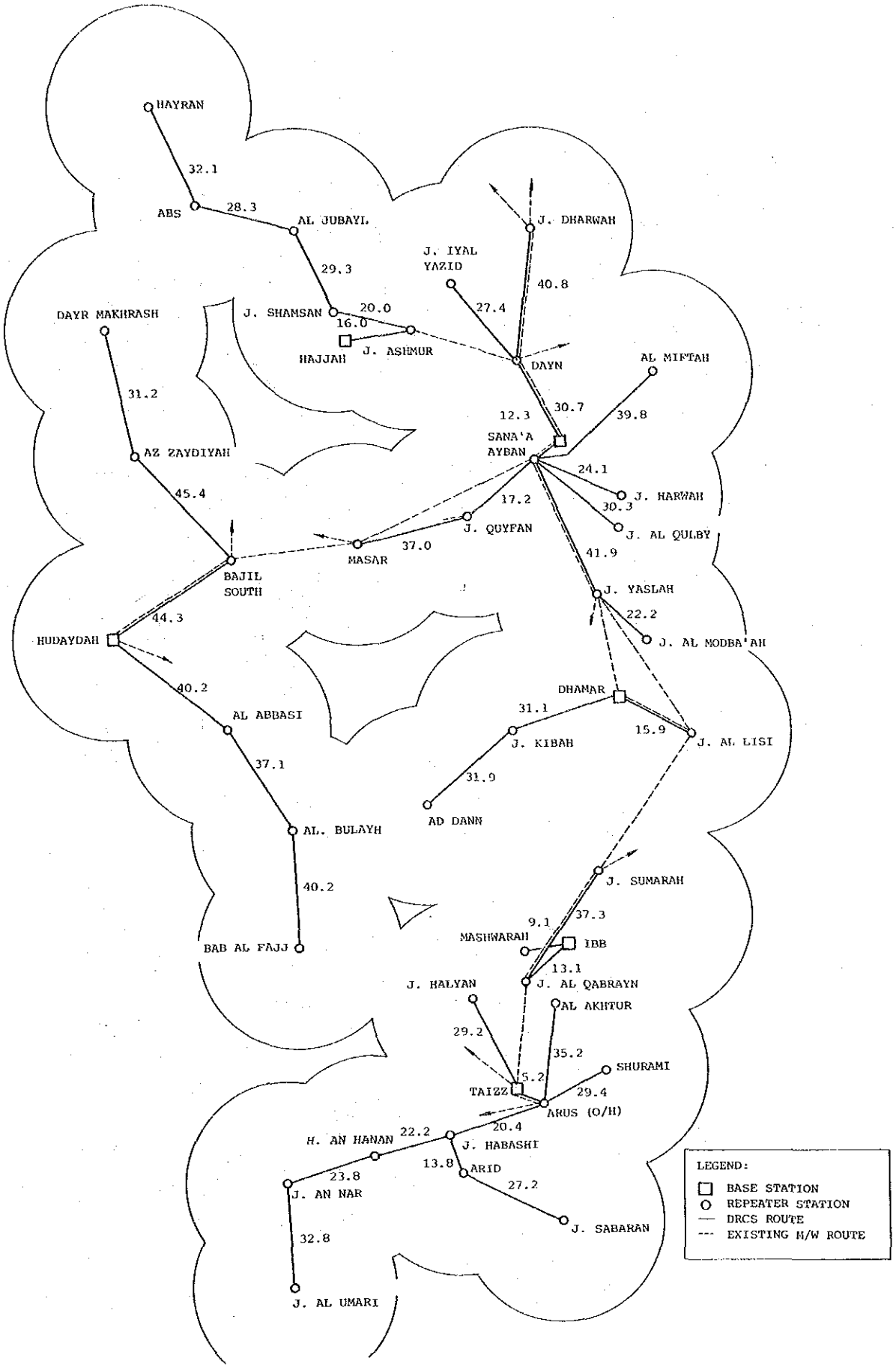


図４－１　地方電気通信網の構成（Ａ案）

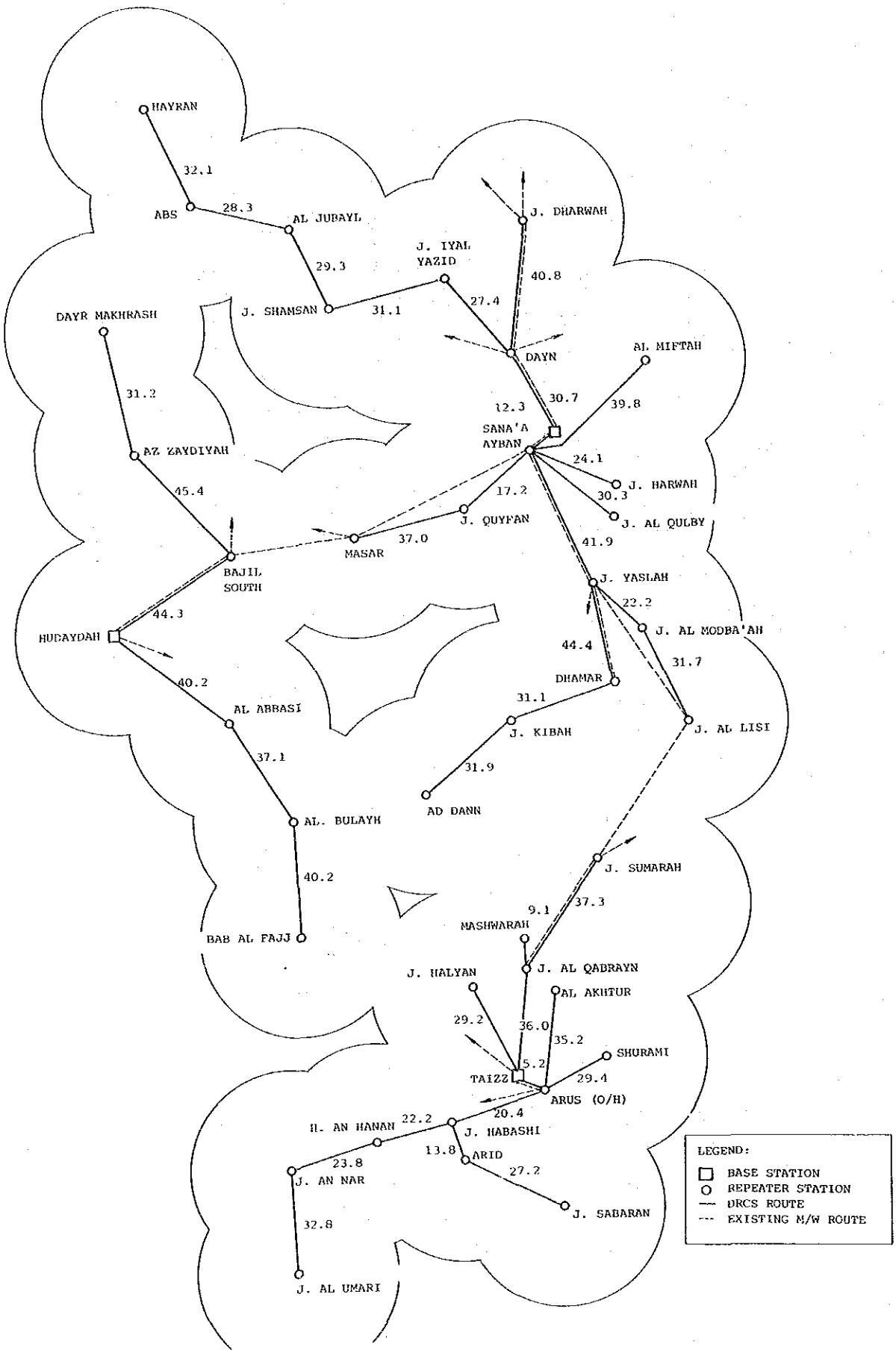


図４－２　地方電気通信網の構成（Ｂ案）

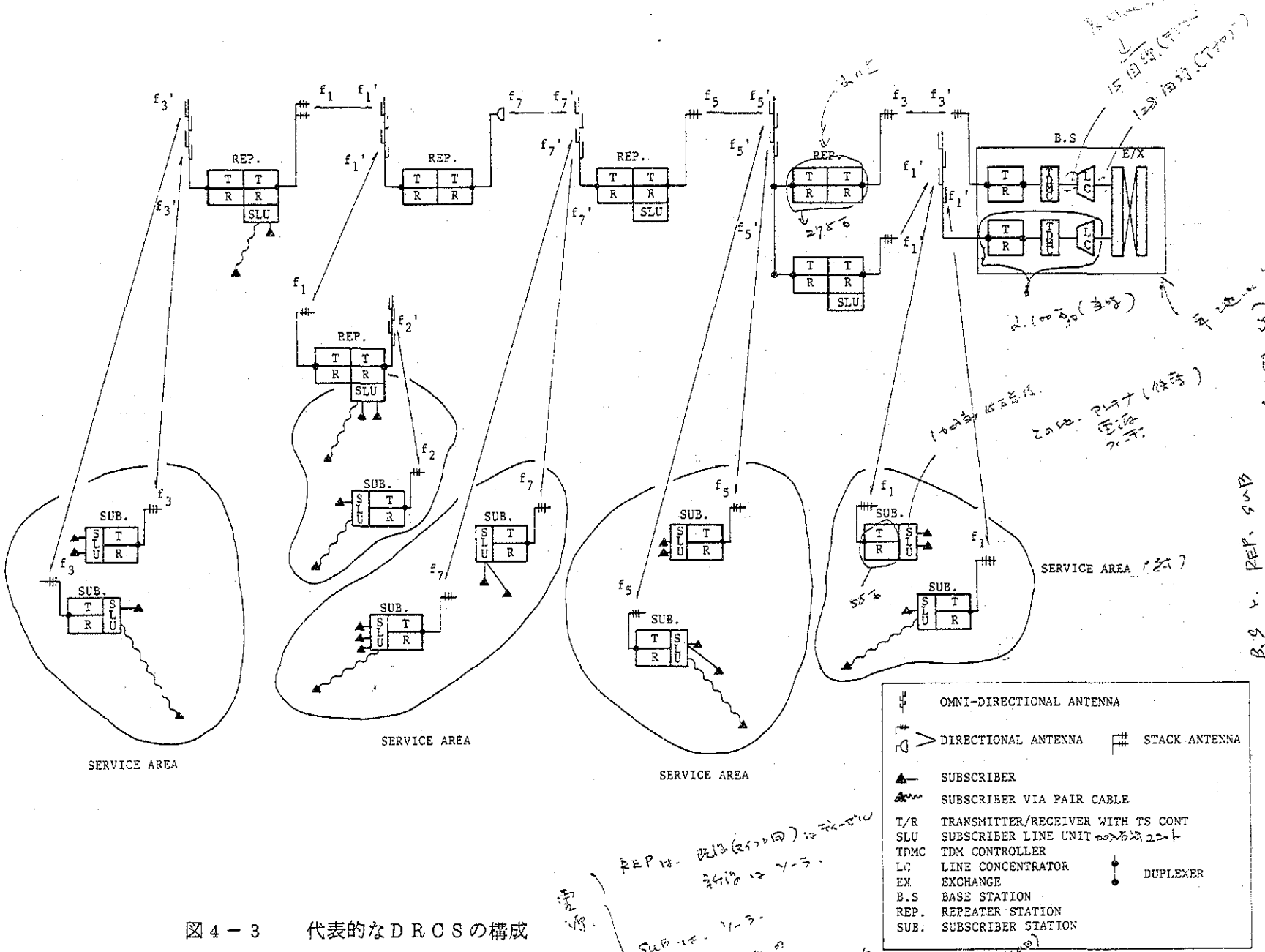


図４－３　代表的なＤＲＣＳの構成

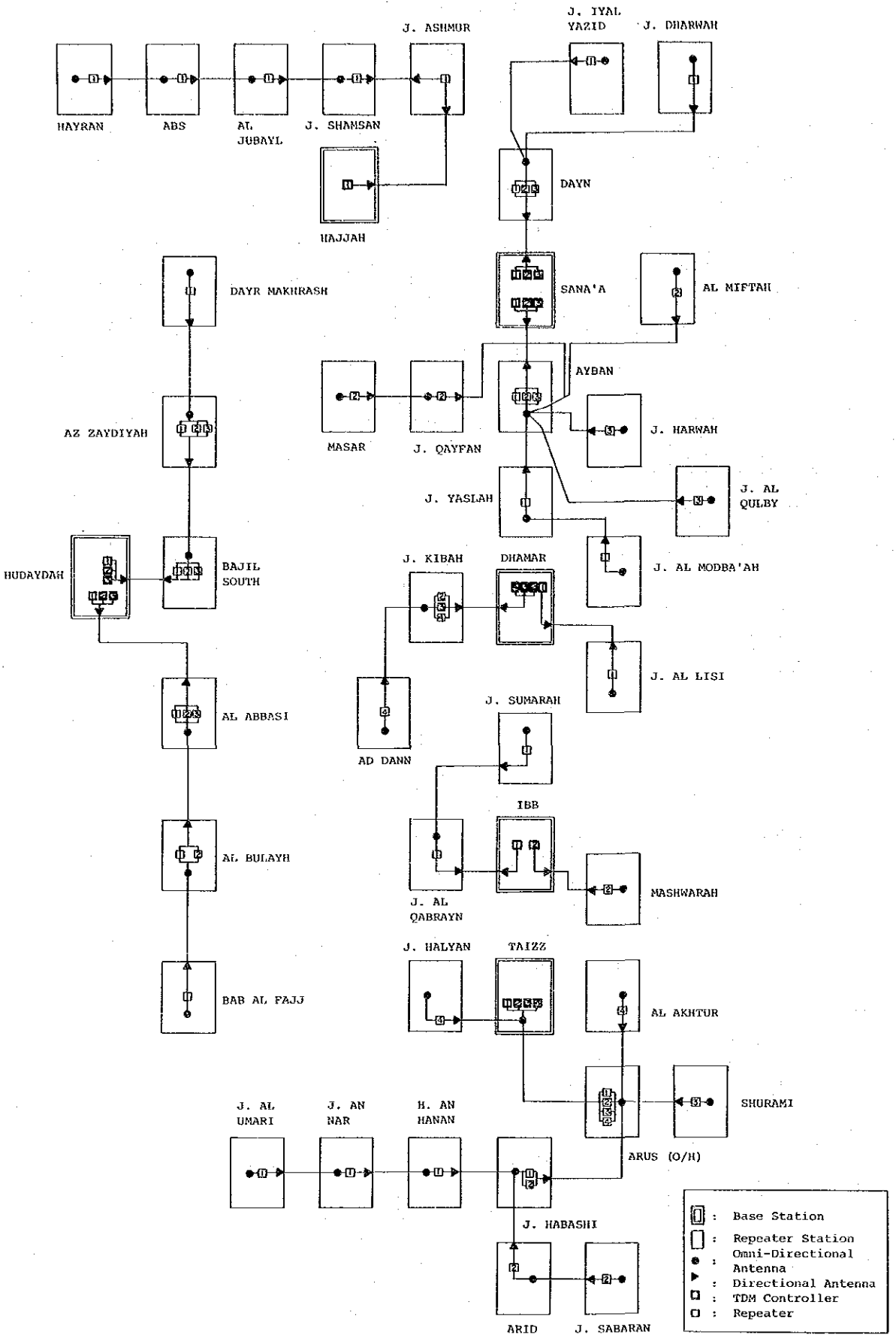


図４－４　無線伝送路のシステム構成（A案）

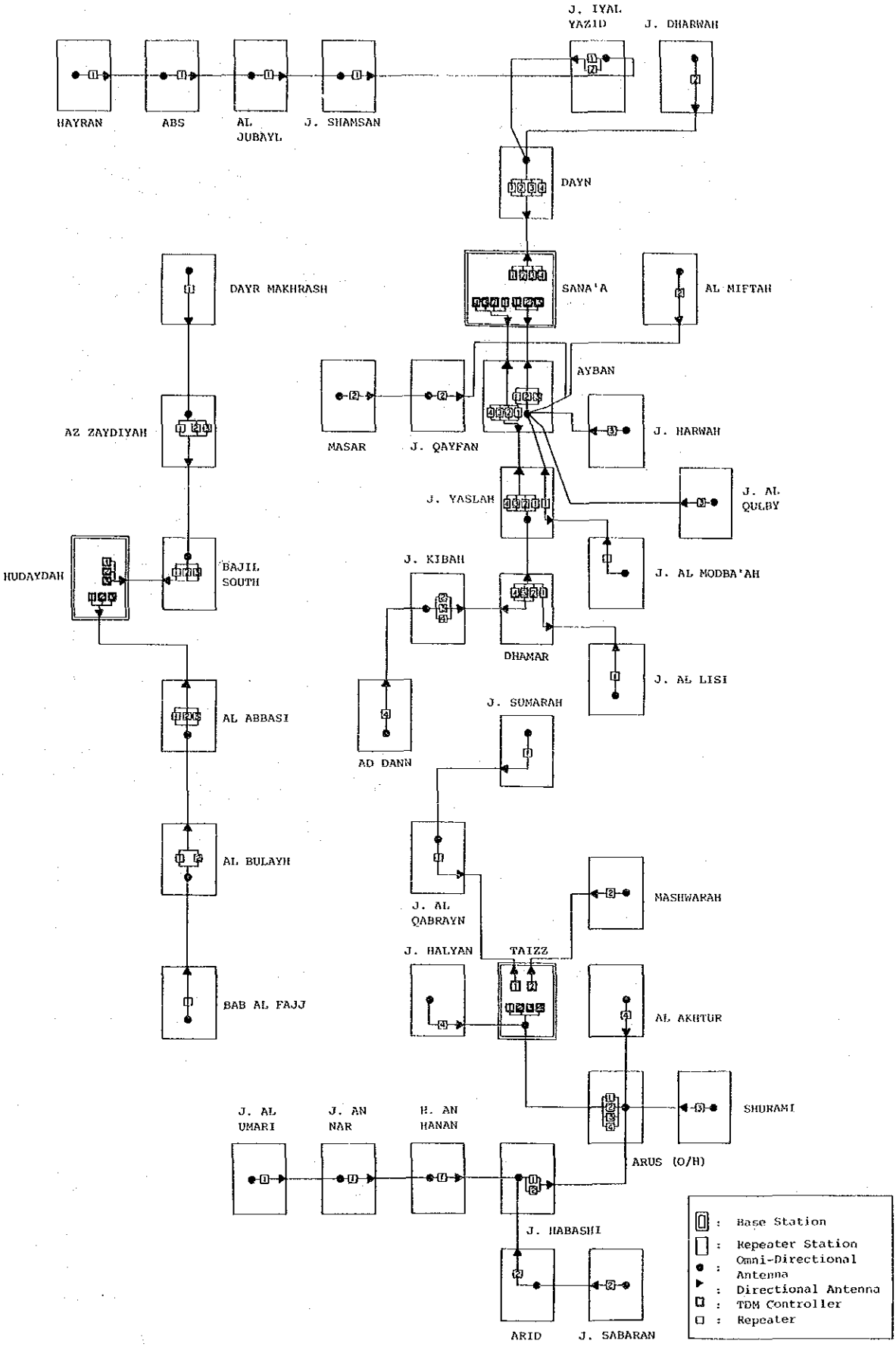


図４－５　無線伝送路のシステム構成（B案）

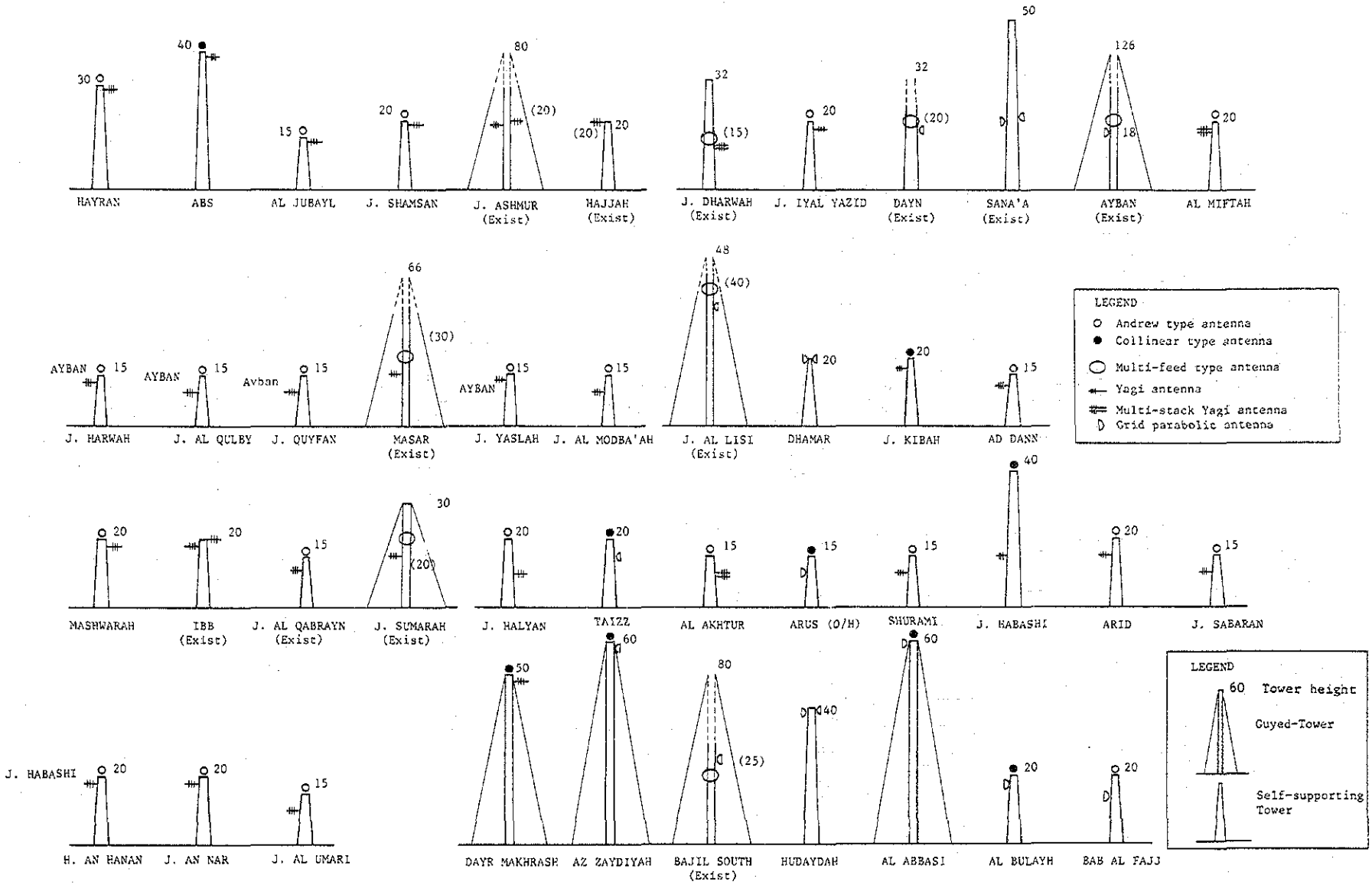


図４－６　基地局および中継局の鉄塔高

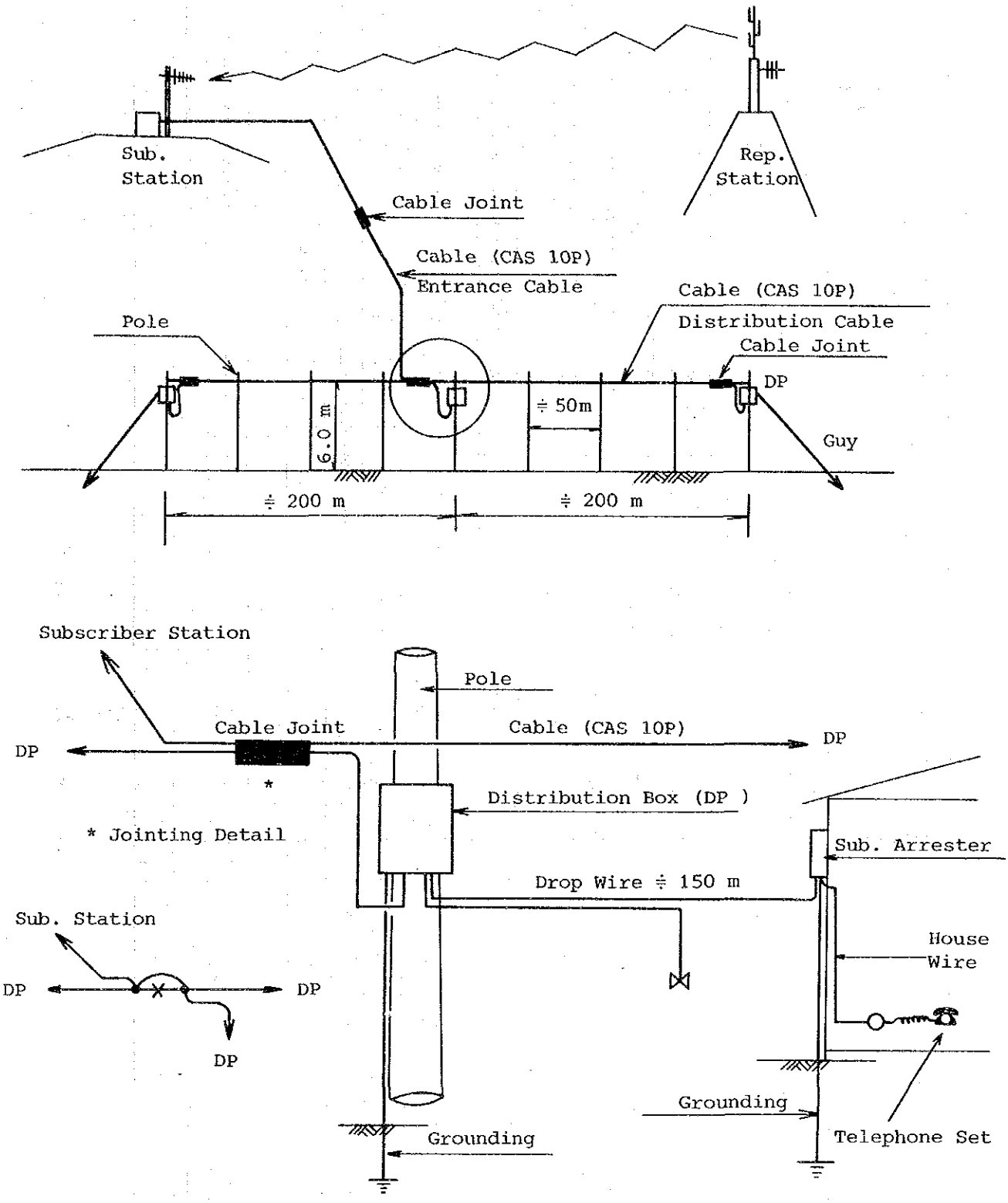


図4－7　　ローカル・ケーブル網の構成

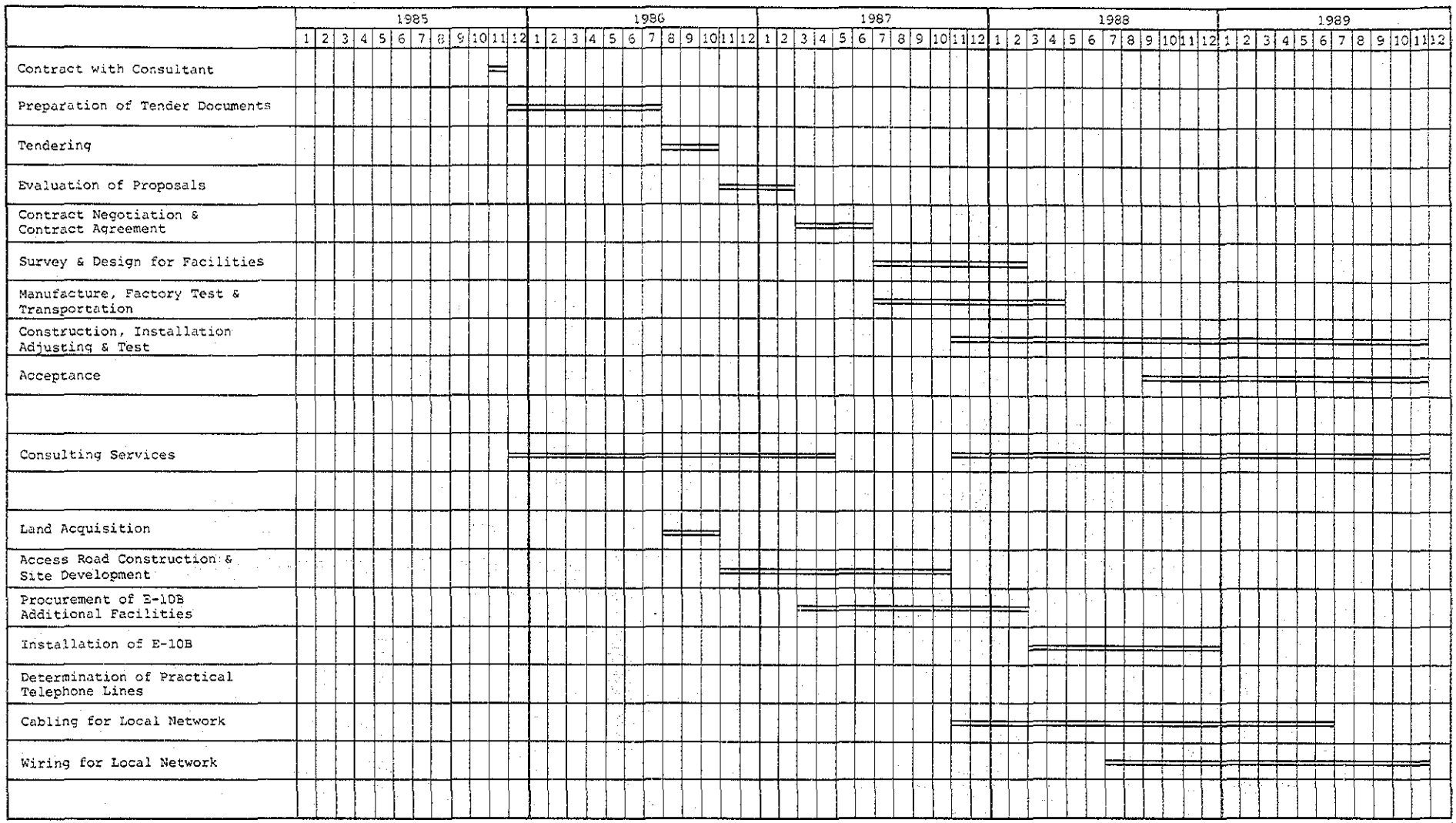

1985
1986
1987
1988
1989
Contract with Consultant
Preparation of Tender Documents
Tendering
Evaluation of Proposals
Contract Negotiation & Contract Agreement
Survey & Design for Facilities
Manufacture, Factory Test & Transportation
Construction, Installation Adjusting & Test
Acceptance
Consulting Services
Land Acquisition
Access Road Construction & Site Development
Procurement of E-10B Additional Facilities
Installation of E-10B
Determination of Practical Telephone Lines
Cabling for Local Network
Wiring for Local Network

図4－8　実施予定線表

表４－１（１／２）　対象村落数および加入者数

Governorate	Repeater Station	No. of Villages To be covered	Total No. of Subscriber Lines
HAJJAH	HAYRAN	4	
	ABS	2	
	AL JUBAYL	5	86
	J. SHAMSAN	5	
	J. ASHMUR	0	
Total		(16)	
SANA'A - NORTH	J. IYAL YAZID	12	
	J. DHARWAH	5	123
	DAYN	6	
	DAYN	23	123
	DAYN	22	118
Total		(68)	(364)
SANA'A - SOUTH	J. AL MODBA'AH	6	
	J. YASLAH	7	123
	AYBAN	10	
	J. QAYFAN	3	
	MASAR	9	
	AL MIFTAH	5	123
	AYBAN	6	
	AYBAN	1	
	J. HARWAH	14	123
	J. AL QULBY	8	
Total		(69)	(369)
DAHMAR	J. AL LISI	20	107
	J. KIBAH	17	91
	J. KIBAH	17	91
	AD DANN	16	86
Total		(70)	(375)

表４－１（２／２）　対象村落数および加入者数

Governorate	Repeater Station	No. of Villages To be covered	Total No. of Subscriber Lines
IBB	J. SUMARAH	10	
	J. AL QABRAYN	8	96
	MASHWARAH	13	70
Total		(31)	(166)
TAIZZ	J. AL UMARI	2	
	J. AN NAR	6	
	H. AN HANAN	2	118
	J. HABASHI	12	
	J. HABASHI	3	
	ARID	9	123
	J. SABARAN	11	
	ARUS (O/H)	15	
	SHURAMI	13	96
	AL AKHTUR	6	
	J. HALYAN	8	102
	TAIZZ	5	
Total		(82)	(439)
HUDAYDAH - NORTH	DAYR MAKHRASH	21	
	AZ ZAYDIYAH	2	123
	AZ ZAYDIYAH	23	123
	AZ ZAYDIAH	5	
	BAJIL SOUTH	18	123
Total		(69)	(369)
HUDAYDAH - SOUTH	BAB AL FAJJ	5	
	AL BULAYH	17	118
	AL BULAYH	4	
	AL ABBASI	18	118
	AL ABBASI	7	38
Total		(51)	(274)
Grand Total		456	2453

表4－2　無線周波数使用計画

CH \ Band	A	B	C	D	E
1	790.6 MHz	808.6 MHz	826.6 MHz	844.6 MHz	862.6 MHz
2	791.8	809.8	827.8	845.8	863.8
3	793.0	811.0	829.0	847.0	865.0
4	794.2	812.2	830.2	848.2	866.2
5	795.4	813.4	831.4	849.4	867.4
6	796.6	814.6	832.6	850.6	868.6
7	797.8	817.0	833.8	851.8	(869.8)*
1'	800.2	818.2	836.2	854.2	872.2
2'	801.4	819.4	837.4	855.4	873.4
3'	802.6	820.6	838.6	856.6	874.6
4'	803.8	821.8	839.8	857.8	875.8
5'	805.0	823.0	841.0	859.0	877.0
6'	806.2	824.2	842.2	860.2	878.2
7'	807.4	825.4	843.4	861.4	(879.4)*

* Not to be used

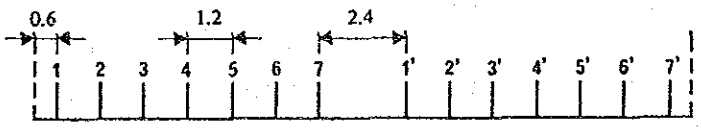


FIGURE 5 — *Frequency plan for a DRCS*
(All frequencies are in MHz)

Source: CCIR Rep. 380-1 ANNEX I Figure 5

表4－3　D R C S 回線設計(例)

	Unit	AZ ZAYDIYAH BAJIL SOUTH	J. HALYAN TAIZZ	ARID J. HABASHI	BAJIL SOUTH AS SUKHNAH (Village)
Distance	Km	45.4	29.2	13.8	29.8
Antenna Height	m	60.0	10.0	20.0	20.0
TX Output Power	dBm	+37.0	+37.0	+30.0	+37.0
TX Combiner Loss	dB	10.0	7.0	7.0	7.0
TX Feeder Type		7/8" (Low Loss)	4/8" (Normal)	4/8" (Normal)	7/8" (Low Loss)
TX Feeder Loss	dB	3.0	1.9	2.4	1.3
TX Antenna Type		G.P. 2.4 mø	Yagi 12 el.	Yagi 12 el.	Multi-Feed
TX Antenna Gain	dBi	+22.5	+13.0	+13.0	+13.0
Free Space Loss	dB	124.2	120.4	113.8	120.5
Ridge Loss	dB	0	0	0	0
Antenna Height	m	20.0	20.0	40.0	15.0
RX Antenna Type		Multi-Feed	Col. 8 el.	Col. 8 el.	Yagi 8 el.
RX Antenna Gain	dBi	+13.0	11.0	11.0	11.0
RX Feeder Type		7/8" (Low Loss)	7/8" (Low Loss)	7/8" (Low Loss)	4/8" (Normal)
RX Feeder Loss	dB	1.3	1.3	2.2	2.4
Duplexer Loss	dB	7.0	7.0	7.0	3.0
Fading Margin	dB	13.0	10.0	7.0	10.0
RX Input Power	dBm	-73.0	-76.5	-78.4	-73.2
Required RX Input Level	dBm	-74.0	-77.0	-81.0	-76.0

NOTE　Col.: Colliner Type Antenna

G.P.: Grid Parabolic Antenna

表4－4　電 力 供 給 方 式

Name of Site	Solar Power System by Solar Cell and Storage Battery	Full Floation System by Rectifier and Storage Battery	
		Prime A.C.	Standby A.C.
HAYRAN	x		
ABS	x		
AL JUBAYL	x		
J. SHAMSAN	x		
J. ASHMUR	x		
HAJJAH BS		A.C. Mains	Existing E.G.
HAJJAH EX		A.C. Mains	Existing E.G.
J. IYAL YAZID	x		
J. DHARWAH		Existing E.G.	Existing E.G.
DAYN		Existing E.G.	Existing E.G.
SANA'A BS		A.C. Mains	Existing E.G.
SANA'A EX		A.C. Mains	Existing E.G.
AYBAN		Existing E.G.	Existing E.G.
AL MIFTAH	x		
J. HARWAH	x		
J. AL QULBY	x		
J. QUYFAN	x		
MASAR		Existing E.G.	Existing E.G.
J. YASLAH		Existing E.G.	Existing E.G.
J. AL MODBA'AH	x		
DHAMAR BS		A.C. Mains	E.G. for New Ex.
DHAMAR EX		A.C. Mains	E.G. for New Ex.
J. AL LISI		Existing E.G.	Existing E.G.
J. KIBAH	x		
AD DANN	x		
J. SUMARAH		Existing E.G.	Existing E.G.
MASHWARAH	x		
IBB BS		A.C. Mains	Existing E.G.
IBB EX		A.C. Mains	Existing E.G.
J. AL QABRAYN		Existing E.G.	Existing E.G.
J. HALYAN	x		
TAIZZ BS		A.C. Mains	Existing E.G.
TAIZZ EX		A.C. Mains	Existing E.G.
ARUS (O/H)		Existing E.G.	Existing E.G.
AL AKHTUR	x		
SHURAMI	x		
J. HABASHI	x		
ARID	x		
J. SABARAN	x		
H. AN HANAN	x		
J. AN NAR	x		
J. AL UMARI	x		
DAYR MAKHRASH	x		
AZ ZAYDIYAH	x		
BAJIL SOUTH		Existing E.G.	Existing E.G.
HUDAYDAH BS		A.C. Mains	Existing E.G.
HUDAYDAH EX		A.C. Mains	Existing E.G.
AL ABBASI	x		
AL BULAYH	x		
BAB AL FAJJ	x		

表 4 － 5　敷地取得とアクセス道路の建設

Name of Site	Land Acquisition and Development	Construction of Access Road to Site
HAYRAN	approx. 24 m x 35 m	approx. 200 m
ABS	" 24 m x 35 m	
AL JUBAYL	" 24 m x 30 m	
J. SHAMSAN	" 80 m x 80 m	
J. ASHMUR		
HAJJAH BS		
HAJJAH EX		
J. IYAL YAZID	approx. 80 m x 80 m	approx. 300 m
J. DHARWAH		
DAYN		
SANA'A BS		
SANA'A EX		
AYBAN		
AL MIFTAH	approx. 24 m x 30 m	
J. HARWAH	" "	
J. AL QULBY	" "	approx. 2,000 m
J. QUYFAN	" "	" 50 m
MASAR		
J. YASLAH		
J. AL MODBA'AH	approx. 24 m x 35 m	approx. 700 m
DHAMAR BS		
DHAMAR EX		
J. AL LISI		
J. KIBAH	approx. 24 m x 30 m	approx. 3,500 m
AD DANN	" "	
J. SUMARAH		
MASHWARAH	approx. 24 m x 30 m	
IBB BS		
IBB EX		
J. AL QABRAYN		
J. HALYAN	approx. 24 m x 30 m	approx. 50 m
TAIZZ BS		approx. 50 m
TAIZZ EX		
ARUS (O/H)		
AL AKHTUR	approx. 24 m x 30 m	
SHURAMI	" "	approx. 100 m
J. HABASHI	" 24 m x 35 m	approx. 100 m
ARID	" 24 m x 30 m	approx. 400 m
J. SABARAN	" "	
H. AN HANAN	" "	approx. 50 m
J. AN NAR	" "	approx. 2,200 m
J. AL UMARI	" "	
DAYR MAKHRASH	" 95 m x 95 m	
AZ ZAYDIYAH	" 110 m x 110 m	
BAJIL SOUTH		
HUDAYDAH BS		
HUDAYDAH EX		
AL ABBASI	apporx. 110 m x 110 m	
AL BULAYH	" 24 m x 24 m	approx. 800 m
BAB AL FAJJ	" "	apporx. 600 m

第５章　建設費用の見積り

5 建設費用の見積り

第4章で述べた設備概要に基づき，本プロジェクトの建設費用を見積った。見積りは，1984年現在のODA諸プロジェクトを参考にし，1987年時点の価格として算定した。すなわち，外貨・内貨に対して，1985年以降3年間の物価上昇率を年間5%としたプライス・コンティンジェンシーを含んでいる。更に，建設費用の外貨・内貨に対して約10%分をフィジカル・コンティンジェンシーとして見積った。

なお，内貨分費用も円価で計算，計上しているが，この場合の換算レートは，次のとおりである。

1米ドル＝242.75円＝5.86YR（1984年11月15日現在）

建設費用の見積り額は，詳細設計の結果により変更があり得る。その要因として，以下のものが考えられる。

(1) 既存の伝送路の利用が可能となった場合

(2) MOC／PTCが予定している他の総合電気通信網整備計画を考慮して，鉄塔，シェルター，電源設備の規模を変更した場合

(3) シェルターに替えて従来型の局舎を適用した場合

(4) ローカル・ケーブル網に替えて無線方式を採用した場合

建設費用が変更となった場合の財務評価への影響は，感度分析図によって判断することができる。

5－1 建設費用

建設費用の見積り結果は以下のとおりである。

（単位：百万円）

区分	A案 外貨	A案 内貨	B案 外貨	B案 内貨
(1) ルーラル通信網建設				
a 資機材購入				
― 自動電話交換機	―	―	651	―
― 無線・伝送機器	1,579	―	1,609	―
― 電力機器	511	―	571	―
― 各種機器収容箱	296	25	296	25
― 鉄塔・マスト	99	37	99	37
― ケーブル架設機材	311	―	311	―
― 加入者宅内機材	81	29	81	29
― 保守用機材	200	―	250	―
計（FOB）	3,077	91	3,868	91
CIF	3,292		4,139	

区　　分	A　案		B　案	
	外　貨	内　貨	外　貨	内　貨
b　建設サービス	1,791	1,192	1,940	1,222
c　敷　　地	—	184	—	184
d　道　　路	—	163	—	163
e　既設通信網整備	—	30	100	30
小計（a＋b＋c＋d＋e）	5,083	1,660	6,179	1,690
(2)　訓練・保守サービス	60	—	95	—
(3)　コンサルタント・サービス	400	72	440	72
合計（(1)＋(2)＋(3)）	5,543	1,732	6,714	1,762
合計（外貨＋内貨）	7,275		8,476	
(3)　予　備　費（フィジカル・コンティンジェンシー）	554	173	671	176
総合計（(1)＋(2)＋(3)＋(4)）	8,002		9,323	

5－2　建設費用見積りの範囲

建設費用は外貨ならびに内貨から成る。

(1)　外貨により購入する資機材は次のとおりである。

1）自動電話交換機（B案のみ）

- 2,000～4,500端子市内・市外併合形ディジタル交換機

2）無線・伝送機器

- 無　線　装　置
- 集　線　装　置
- 加入者線ユニット
- アンテナおよびフィーダ
- アンテナ共用器
- 工　事　材　料

3) 電　力　機　器

- 太　陽　電　池（架台，制御盤を含む）
- 蓄　　電　　池
- 整　　流　　器

4) 各種機器収容箱

- 基地局用シェルター（交換機・無線機器・電力機器用）
- 中継局用シェルター（無線機器・電力機器用）
- 加入者局用シェルター（無線機器・電力機器用）

5) 鉄塔・マスト

- 自 立 式 鉄 塔
- 支 線 式 鉄 塔
- 鋼 板 組 立 柱

6) ケーブル架設機材

- ケーブルおよび接続材料
- 電柱および支線
- 端子函および接地材料

7) 加入者宅内機材

- ドロップワイヤおよび屋内線
- 加入者保安器および接地材料
- 加入者用電話機および宅内度数計

8) 保 守 用 機 材

- 各種保守用計測器
- 各 種 予 備 部 品

9) 既設通信網整備のための機器（B案のみ）

(2) 内貨により購入する資材は次のとおりである。

1) 各種機器収容箱（シェルター）関連物品

- 基礎工事に必要なセメント，砂，砂利，鉄筋等，現地で購入する資材

2) 鉄塔・マスト関連物品

- 基礎工事に必要なセメント・砂，砂利，鉄筋等，現地で購入する資材

3) 加入者宅内機材関連物品

• 電　　柱

(3) 外貨により実施するサービス等は次のとおりである。

1) 自動電話交換機（B案のみ），無線・伝送機器，電力機器，各種機器収容箱および鉄塔・マストの工事

• 組立て，据付け，配線，調整および試験に必要とされる外国人の作業
• サイト確認を含む現地調査に必要とされる外国人の作業
• 工事実施中の外国人による作業管理
• 工事に必要な持込み工具および試験機器
• 内陸輸送費

2) ケーブル架渉工事

• サイト確認を含む現地調査および設計に要する外国人のサービス
• 工事実施中の外国人による作業管理
• 工事に必要な持込み工具および試験器
• 内陸輸送費

3) 海上輸送費および保険料

4) 既設通信網整備のために必要とされる外国人の作業（B案のみ）

5) 保守・訓練

• 保守要員に対する訓練に必要な外国人のサービス
• 装置取扱いに必要な説明書およびハンドブック等
• 施設受け渡し後における保守業務の技術的な協力

6) コンサルタント・サービス

• 外国人を必要とするコンサルタント・サービス
• コンサルタント・サービスに必要な持込み車輛および機材

(4) 内貨により実施するサービス等は次のとおりである。

1) 自動電話交換機，無線・伝送機器，電力機器，各種機器収容箱および鉄塔・マストの工事

• 組立て，据付け，配線，調整および試験に要する現地人の作業
• サイト確認を含む現地調査に要する現地人の作業
• 工事実施における現地人による作業管理
• 工事に必要な車輛，運転手および車輛維持費
• 内陸輸送費

2) ケーブル架渉工事

- サイト確認を含む現地調査および設計に要する現地人の作業
- ケーブル架渉，接続，建柱，支線，端子函取付けおよび接地工事等すべての工事
- 工事に要する車輛等
- 内陸輸送費

3) 加入者宅内工事

- ドロップワイヤ架渉，接続，加入者保安器取付け，建柱，接地，屋内配線および電話機取付けを含むすべての工事
- 工事に要する車輛等
- 内陸輸送費

4) 敷　　地

- 基地局，中継局および加入者局用敷地の購入

5) 道　　路

- 中継局用アクセス道路の建設（用地購入は含まない）

6) 既設通信網整備に必要な現地人のサービス

7) コンサルタント・サービス

- 現地人を必要とするコンサルタント・サービス
- 事務所の経費

第6章　財務・経済評価

6 財務・経済評価

6－1 収入の見積り

本プロジェクトによるルーラル通信網は，第4章でふれたように，システムとしては，テレックス・サービスも可能となるように設計されているものの，当面は電話サービスの早期普及を目指したものである。従って，その収入見積りにおいては，電話サービスのみを対象として算出することとする。ちなみに，既存のルーラル網では，電話サービスのみが提供されている。

6－1－1 現行の料金体系

電気通信サービスの提供による料金収入は，設置料（Installation Charge），基本料金（Monthly Rent）および通話料／通信料（Calling Charge／Message Charge）の3つに分類できる。

設置料は電話機／端末機の新設あるいは移転時に徴収される料金であり，基本料金は使用頻度に関係なく毎月一定額徴収されるものである。一方，通話料／通信料は，加入者の通話量／通信量に応じて支払われる料金である。北イエメンにおける現行の料金体系を表6－1に示す。

同国の料金体系の大きな特徴として，アーバン網加入者とルーラル網加入者（ただし，アナログ／ディジタルＭＡＳ収容加入者のみ）では，設置料，基本料金に関して全く異なった体系を採用していることが挙げられる。表6－1が示すように，アーバン網加入者に対する基本料金は低額（３０ＹＲ／月）に抑えられており，設置料を加味しても，加入者負担は比較的軽い。これに反し，ＭＡＳ収容加入者に対しては，設置料は免除されている反面，基本料金は2,５００ＹＲ／月と異常に高額である。言うまでもなく，これはＭＡＳ加入者の1端末当り投資コストが，アーバン網のそれを，はるかに凌ぐ結果であろうが，ためにこの料金体系が地方村落における電話普及を阻害する第一の原因となりかねない。

また，アーバン網加入者に関する特徴としては，行政使用分に対し優遇措置が講じられていること，端子函より遠隔地に位置する加入者に必要となる柱およびドロップワイヤに対し，一定限度を越えた場合の割増し設置料の徴収が挙げられる。

一方，電話通話料は，市内料金と市外料金に分けられる。市外料金は，３６０秒の通話時分単位に1度数登算となっているが，市外料金設定には，距離別時間差法（Periodic Pulse

Metering Method ）が採用されている。距離別の度数登算間隔は以下のように設定されている。

料金段階	距　離 (km)	度数登算間隔(秒)
Ⅰ	２５以下	３６０
Ⅱ	２５～５０	１８０
Ⅲ	５０～１００	９０
Ⅳ	１００以上	９

ただし，ＭＡＳ収容加入者は，収容されている交換機の機能上の制約により，市内・市外料金とも一率９秒課金となっており，この点でもアーバン網加入者に比し不利となっている。

６－１－２　収入見積り

(1)　前項で述べたように，現行の料金体系では，加入者がアーバン網，ルーラル網のいずれに属するかによって，その電話料金が極端に異なる。すなわち，

	アーバン網加入者	ルーラル網加入者
月額基本料金	３０ＹＲ	2,５００ＹＲ
通　話　料	４段階の距離別時間差法 ３６０／１８０／９０／９秒	９秒一率

(2)　現在のルーラル電話の架設数，すなわち村落当り１～２回線で平均0.０５％の普及率であれば，そのように高額な電話料金も問題にならないと思われる。しかし，0.5％の普及率を必要としている村落の全加入者がそれ程の負担力を持っているとは考えられない。

地方の電話を架設するための建設費は，一般に加入者当りで都市部の７～８倍から１０倍にも達する。そのため，地方の電話料を割高にすることによって，その建設費の回収を図ることも必要であろう。一方，電話料が高すぎると電話の普及を阻害する。従って，電話料金体系は，通信施設の収益性を満足するばかりでなく，目標とする普及率が達成されるものでなければならない。

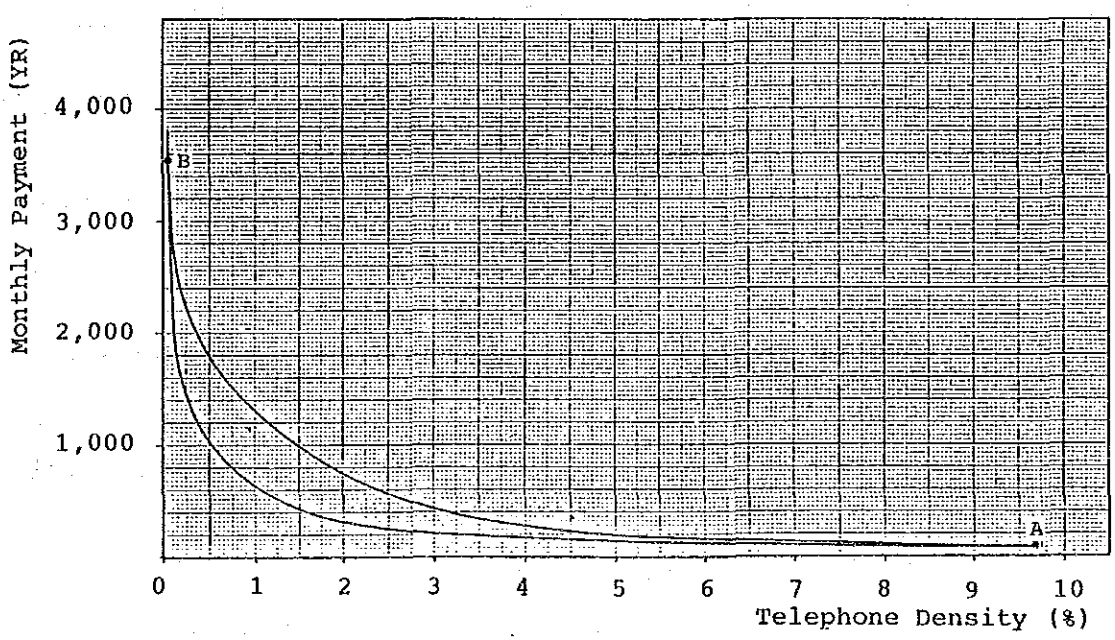
そこで，本プロジェクトの収入見積りに関し，次に述べる新料金体系を代替案として検討することとする。

(3)　現行の電話料金体系は，アーバン網とルーラル網とで大幅に異なっているため，両地域での１加入者当り月額電話料金には大きな格差がある。本調査の収集資料によれば，両地域におけるこの格差は次のように推定できる。

地　域	基本料金	通話料	合　計
アーバン	(30)	(81)	111YR
ルーラル	2,500	1,070	3,570YR

この大きな料金格差は，当然のことながら加入者の負担能力を反映し，両地域における電話普及率に多大の影響を及ぼしている。11都市よりなるアーバン地域での電話普及率は9.7％に達している。これに反し，ルーラル地域では，村落の平均人口1,000人，1村落1電話機として，0.1％程度にすぎない。

一般的に電話普及率と月額電話料金の関係は，需要曲線に従うと考えられる。従って，北イエメンにおける両者の関係を図示すると，下図のA点（アーバン網の場合），B点(ルーラル網の場合）を通る曲線となろう。この需要曲線を定量的に求めることは一般的に難しいが，曲線にある幅をもたせて，定性的に表わすことは可能である。すなわち，北イエメンにおける両者の関係は，一般的需要曲線に幅をもたせ，下図に示すような関係にあると推定できる。



本プロジェクトでは，対象村落当り0.5％の電話普及率を目指している。この普及率を実現させる月額負担能力は，上図の関係より1,000～1,700YR程度と考えられる。従って，新料金体系を検討する場合，この負担能力を目途とすることも必要であろう。

仮に，0.5％普及率における上限の月額負担能力（1,700YR）を前提に新料金体系を設定すると，実際の需要曲線が下側の曲線だった場合には，建設した施設が過剰投資となる恐れがある。これを避けるためには，月額負担能力を下限（1,000YR）程度と見積る方が安全である。

ルーラル加入者からの月額電話料収入を1,000YR程度とする方法として，次の2つの方法が考えられる。

- 基本料金の変更
- 通話料計算の基礎となる課金体系の変更

課金体系，すなわち課金段階または単位度数料金は，アーバン地域をも含めて統一されることが望ましい。従って，本検討では基本料金のみで調整する方法を採ることとする。

本項で述べるように，現行の課金体系を適用すると，新ルーラル加入者の月額通話料収入として，約320YRが期待できる。従って，本プロジェクトで提案するルーラル用新基本料金を600YRに設定する。

(4) 前項で提案した代替案を含め，次の3つのケースについて，収入見積りを行った。

	ケース1 （ルーラル料金）	ケース2 （アーバン料金）	ケース3 （アーバン料金，代替）
設置料	免　除	一般加入：2,500YR 委託公衆：免　除 行政用：1,168YR	ケース2とおなじ
基本料金	2,500YR	30YR	600YR
通話料（注）	0.3YR／1度数／9秒	0.3YR／1度数／360，180，90または9秒	ケース2とおなじ

（注）年間通話料の計算は次式により算出する。

年間通話料 ＝ 単位度数料金（0.3YR）×平均最繁時発信呼量
×3,600秒×完了呼率÷最繁時集中率÷度数間隔
×300日×電話機数－免除度数×単位度数料金
×12ヶ月×電話機数

ただし，

平均最繁時発信呼量 ： 平均最繁時呼率（0.05アーラン）×
平均発信呼率（0.6）＝0.03アーラン

完了呼率　：　呼量ベース通話完了呼率（85%）

（完了呼平均保留時間110秒，不完了呼平均保留時間20秒，

呼数ベース通話完了呼率50%として）

最繁時集中率　：　10%

度数間隔と割合　：　ケース1の場合，　9秒（100%）

ケース2，3の場合，　9秒（37%）

90秒（21%）

180秒（37%）

360秒（5%）

電話機数　＝　2,453

(5) 前項の条件で電話料金の収入を見積ると，次のとおりである。

（単位：百万円）

区分	ケース1	ケース2	ケース3
初年度			
ー 設置料	0	171	171
ー 基本料金	3,048	37	732
ー 通話料	932	391	391
計	3,980	599	1,294
次年度以降			
ー 基本料金	3,047	37	732
ー 通話料	932	391	391
計	3,980	428	1,123

6－2 費用の見積り

6－2－1 操業費用

(1) 操業費用として，保守費および運用費を計上する。保守費は，ルーラル網の保守に必要な人件費，物件費，動力費等の直接費用であり，運用費は営業・料金関係を中心とする間接要員の費用である。

1) 保守費は，建設費用に対する保守費率により見積る。保守費率は，日本電信電話公社の例をベースに，下記のとおり設定する。

自動電話交換設備	7％
無線・伝送設備	4％
電　力　設　備	4％
架空ケーブル設備	3％
加入者宅内設備	10％
局舎（シェルター）設備	3％

(2) 運用費は，公衆電話委託費および間接要員増の人件費を計上する。

1) 現行の委託費は，電話機当り月額1,200YRの定額制である。この額は決して安いものではない。また，電話機ごとに使用頻度が異なるので，委託者の業務量は一定ではない。従って，定額制は合理的とは言いがたい。AおよびBの各案について，次の2つのケースについて検討する。

ケースⅠ　：　電話機当り，1,200YR／月 ― 定額制

ケースⅡ　：　電話機当り，その電話機による通話料の10％ ― 歩合制

ちなみに，日本における委託料は，1度数当り1.5円（15％）の歩合制である。

2) ルーラル電話加入者が2,453増えることによるMOCの要員増は40名前後と推定する。そのうちの15～16％が間接要員として必要であるので，7名の要員増を計画する。月額人件費は，現行の平均人件費をベースとし，3,220YRとして検討する。

(3) 操業費の年額は次のとおりである。

（単位：百万円）

ルーラル網計画	委託費計画	操業費内訳	電話料金体系		
			ケース1	ケース2	ケース3
A　案	(ケースⅠ)	保守費	231	231	231
		運用費	11	11	11
		委託費	435	435	435
		計	677	677	677
	(ケースⅡ)	保守費	231	231	231
		運用費	11	11	11
		委託費	28	12	12
		計	270	254	254

ルーラル網計画	委託費計画	操業費内訳	電話料金体系		
			ケース1	ケース2	ケース3
B 案	(ケース1)	保守費	300	300	300
		運用費	11	11	11
		委託費	435	435	435
		計	746	746	746
	(ケースII)	保守費	300	300	300
		運用費	11	11	11
		委託費	28	12	12
		計	339	323	323

6－2－2 その他の費用

(1) 予備費

1) プライス・コンティンジェンシー

将来のインフレによる値上りに備える費用である。

積算時である1984年12月から本プロジェクトが実施段階に入って出費が実際に生じるまでの期間を3年間と仮定し，インフレ率を外貨・内貨とも年5％の複利で計算する。積算結果は表6－2に示すとおりである。

2) フィジカル・コンティンジェンシー

本積算のための概念設計の精度，現地の気象条件および地質条件等の未知ファクターによって生じる実際の建設時における所要資金の超過に備える費用である。

本プロジェクトでは，本費用は後述する感度分析で考察することとして本所要資金額より除外した。

(2) 初期運転資本

操業開始時に必要となる初期運転資本は，1990年の年間営業収入額の1ケ月相当分を計上することとする。積算結果は表6－2のとおりである。

(3) 建設中金利

本プロジェクトにおける総所要資金は，6－4節で述べるような融資条件を基に全額借入れにより調達されるものと仮定しているので，建設期間中に支払うべき金利は初期投資費用として計上することとする。積算内訳は表6－2に示すとおりである。

6－3　総所要資金

建設中金利を含む総所要資金額は下記のとおりである。

（単位：百万円）

	ケース1	ケース2	ケース3
A　案	8,224	7,926	7,987
B　案	9,532	9,234	9,296

6－4　資金計画

前節の総所要資金のうち，外貨支払い分については，外国政府または援助機関から長期借入れ金により調達することとし，内貨部分については国内金融機関からの借入れにより調達されるものとする。

外貨分の長期借入れ金の資金源が確定していない現在，融資条件も未定である。本調査の仮定として返済条件については，元本は10年間据置き後20年均等分割返済とし，金利については年5％を採用する。

国内借入れ条件は，金利・年4％で毎年払い，元本は外貨分と同様の返済条件を仮定する。

建設中金利の計算上前提とした借入れスケジュールは，下記のとおりである。

	外貨分	内貨分
初年度	－	11％
第2年度	40％	13％
第3年度	35％	27％
第4年度	25％	49％
計	100％	100％

なお，資金不足が発生した場合は，国内金融機関からの短期借入れにより調達するものとする。借入れ条件は金利・年4％で，金利・元本とも翌年一括払いとする。

6－5　減価償却費

土地代を除く固定資本の減価償却費は，残存簿価を零とし，15年間の定額償却法により計上することとする。

各ケースの減価償却費は次のとおりとなる。