

マダガスカル民主共和国  
南部マイクロ回線建設計画  
フイージビリティ調査報告書

昭和53年 2月

国際協力事業団

南二  
78



マダガスカル民主共和国  
南部マイクロ回線建設計画  
フィージビリティ調査報告書

JICA LIBRARY



1062954C13

昭和53年 2月

JICA

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 17	409
登録No. 03556	647 SDS



木下団員

郵政省次官，電気通信局長と団員



右より

中村日本大使

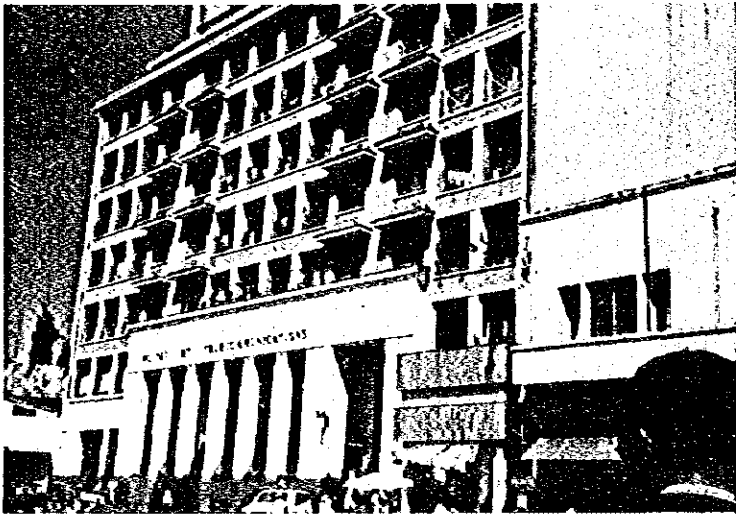
RATOVONDRAHONA 次官

佐藤団長，出口団員

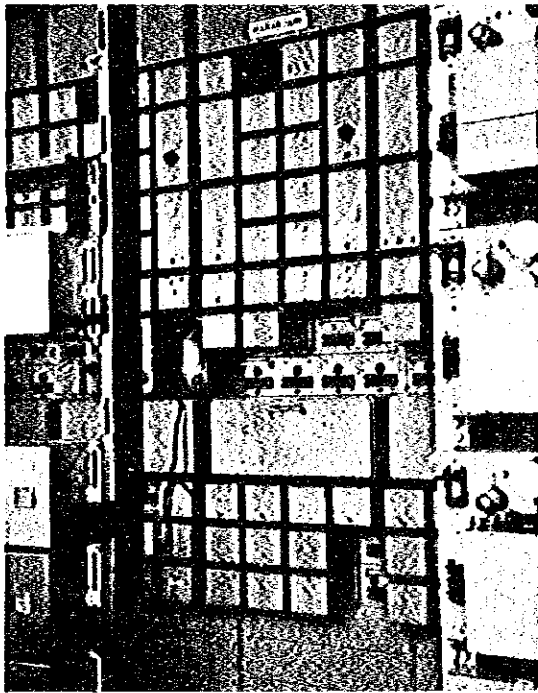


計画財務省，郵政省，情報省のスタッフと調査団員（報告書説明）

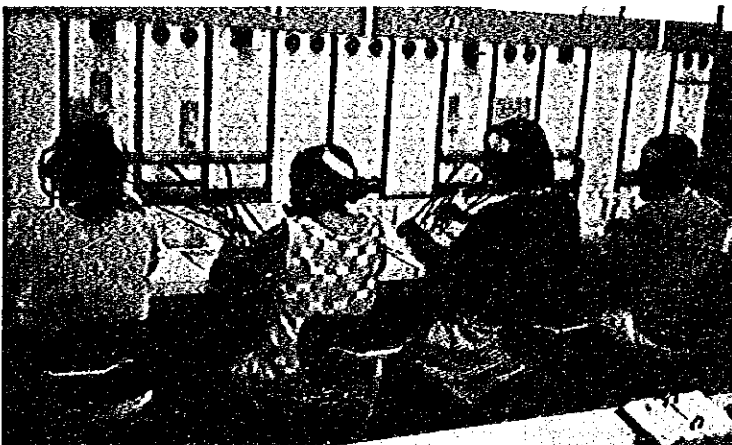




タナナリブ  
アナラケリ局  
前 面

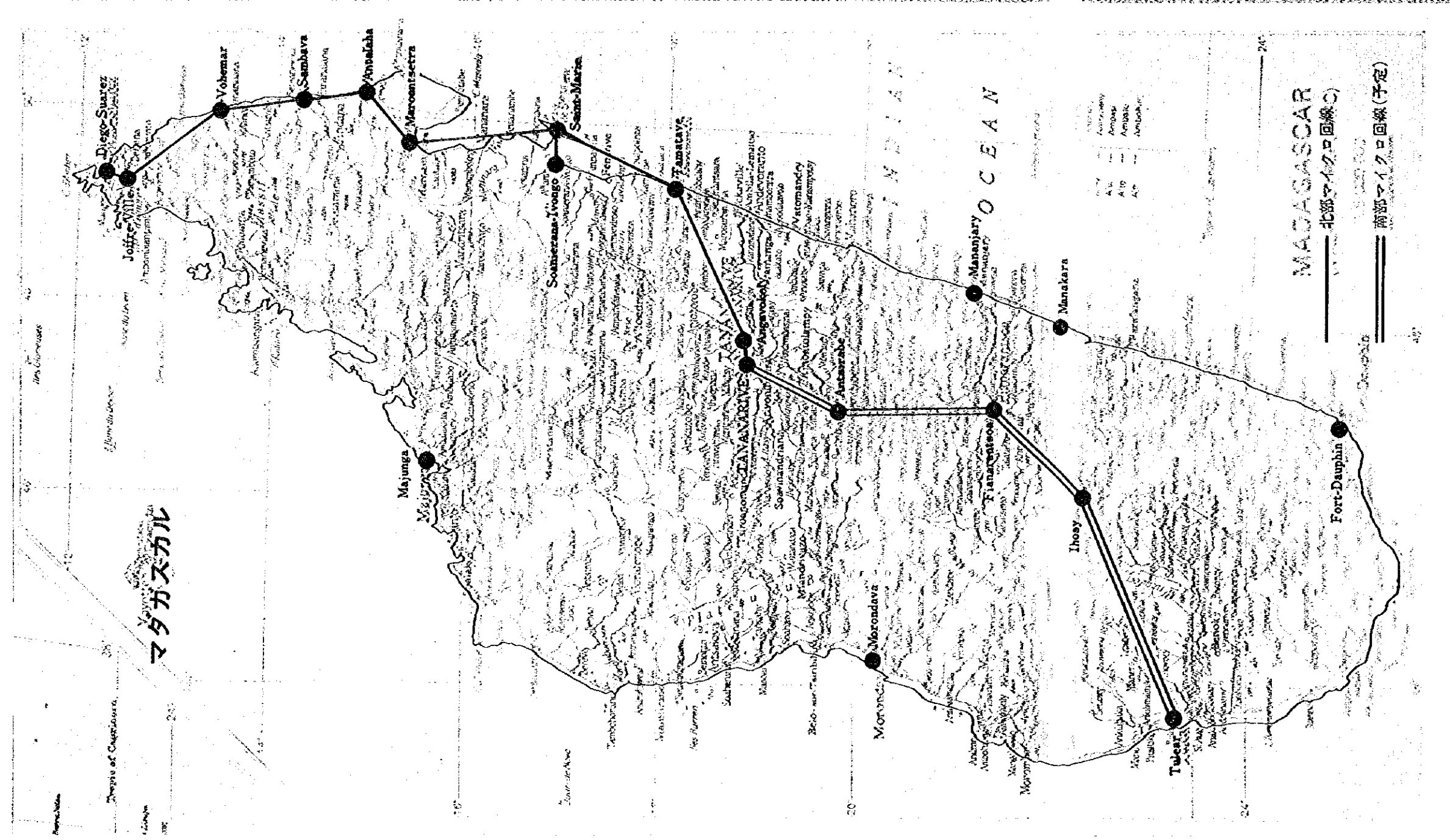


裸搬装置  
Fianarantsoa 局



交 換 台  
Tulear 局

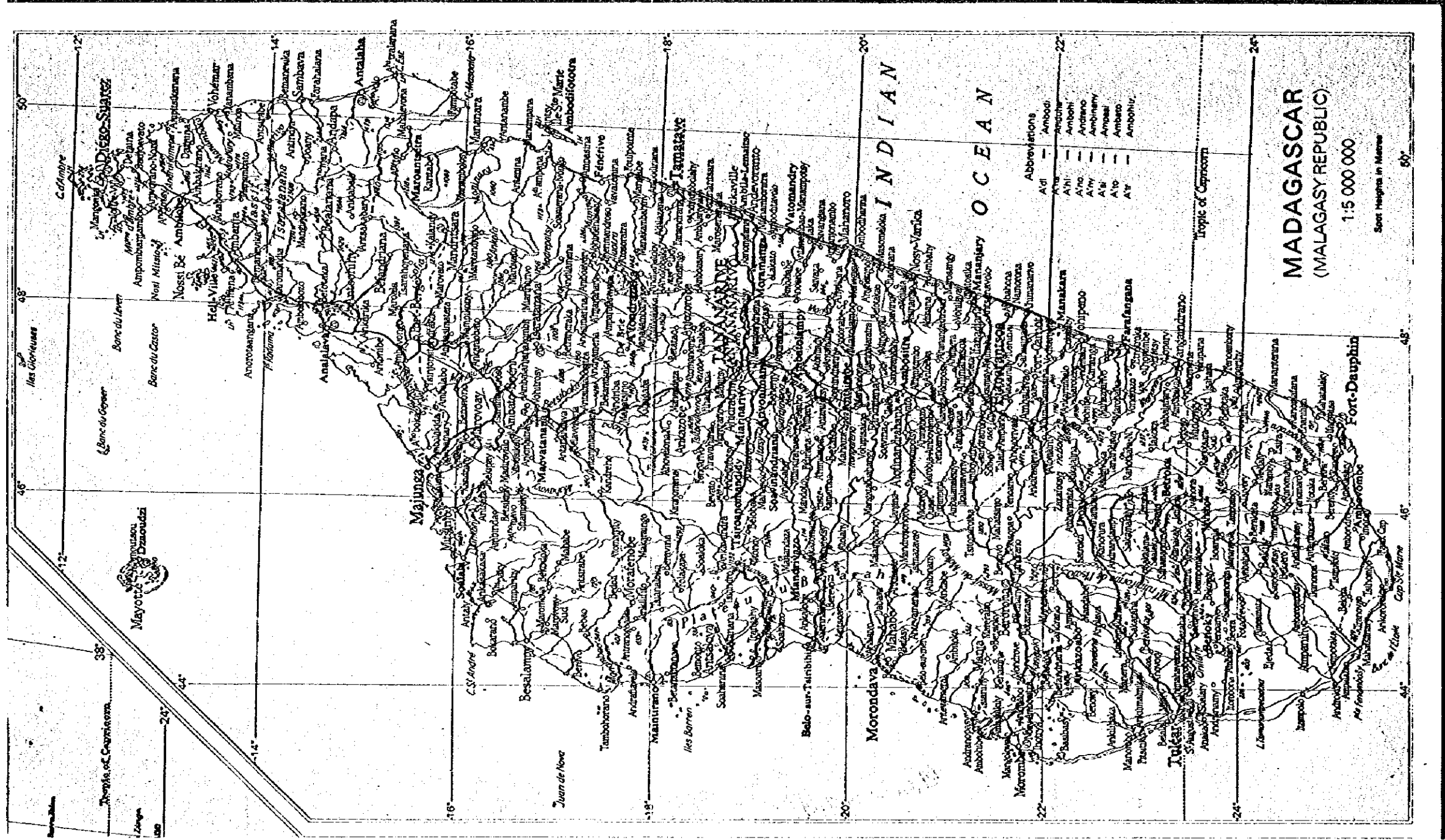
# マダガスカル



MADAGASCAR  
北部マイクロ回線

南部マイクロ回線(予定)





**MADAGASCAR**  
(MALAGASY REPUBLIC)

1:5 000 000  
Spot Heights in Meters

Abbreviations

Adi	—	Ambohi
Ant	—	Antsirongy
Ant	—	Antsirongy
Ant	—	Antsirongy
Ant	—	Antsirongy
Ant	—	Antsirongy
Ant	—	Antsirongy

*(Map contains numerous place names and geographical labels, including: Diego Suarez, Antananarivo, Fort-Dauphin, Tropic of Capricorn, Indian Ocean, and various regional names like Antsiranomainty, Analanjanahary, and others.)*



## 伝 達 状

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作 殿

わたくしは、ここにマダガスカル民主共和国南部マイクロ回線建設計画のフィージビリティ調査報告書を提出することを、まことに光榮に存じる次第であります。

我々調査団は、1977年7月24日から同年9月4日まで現地に派遣され、首都タナリブと南部主要都市を結ぶマイクロ回線ルート上の関連地域について現地踏査を行うとともに、関係資料の入手に努めました。また、郵政省はじめ同国政府の関係者と随時意見の交換を行い、先方から提起された要望事項等はできる限りこれを尊重して本報告書に盛り込みました。

マダガスカル民主共和国は近年電気通信網の整備に力を入れており、マイクロ回線としても1977年10月に同国初の北部マイクロ回線を完成いたしました。今回のプロジェクトは首都タナリブより南部に位置する主要各都市を接続するマイクロ回線の建設に関するもので、上述の北部マイクロ回線とともに同国を縦断する骨幹電気通信回線を構成するものであります。南部マイクロ回線で接続されるフィアナランツォア、チュレールをはじめ各都市はいずれも同国の政治、経済、文化の上で高い地位を占めるものであり、これらの都市間が大東の電気通信回線で結ばれることは今後の同国の発展に大きく寄与するものと信じます。

帰国後、約3カ月にわたり調査結果の検討、解析を行い、ドラフト・ファイナル・レポートをとりまとめ、12月10日から12月23日まで現地においてマダガスカル政府関係者に説明し、協議を行いました。さいわいこの協議において報告書内容に対する先方の全面的な了解が得られましたので、さらにこれをリファインした上、ここに最終報告書の完成を見ることができました。したがって本報告書の内容はマダガスカル民主共和国の南部マイクロ回線建設にあたって最善のものであると信ずるものであります。

おわりに、我々の調査及び作業期間中、終始暖かいご支援とご協力をいただきましたマダガスカル民主共和国の政府関係者、在マダガスカル日本大使館、及び多くのご指導とご援助をいただいた外務省、郵政省、国際協力事業団、日本電信電話公社、海外経済協力基金、日本通信協力株式会社の関係の方々に厚くお礼申し上げます。

昭和53年1月

マダガスカル民主共和国  
南部マイクロ回線建設計画調査団  
団長 佐 藤 進



## は し が き

日本国政府はマダガスカル民主共和国政府の要請に応え、海外技術協力の一環として、同国の南部マイクロ回線建設計画について調査を行うことを決定し、国際協力事業団がその調査を実施した。

当事業団は郵政省電波監理局の佐藤進氏を団長とする10名の調査団を1977年7月24日から9月4日まで現地に派遣し、フィージビリティ調査を実施した。

調査はマダガスカル政府関係各位の絶大なるご協力により極めて円滑に行われ、帰国後その成果をとりまとめてここに報告書提出の運びとなった。

この報告書がマダガスカル民主共和国の電気通信網の整備に役立ち、かつ日本及びマダガスカルの友好親善と経済技術交流の発展の一助として寄与するならば、これにまさる喜びはない。

おわりに本調査の実施に当たって現地において積極的にご協力をいただいた在マダガスカル日本大使館の各位、ならびに調査団派遣にご協力をいただいた外務省、郵政省、日本電信電話公社、海外経済協力基金、及び日本通信協力株式会社の関係各位に厚くお礼申し上げるものである。

昭和53年1月

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作



# 目 次

## 第I編 要 約

第1章 概 要 .....	1
第2章 南部マイクロ回線に対するマダガスカル政府の要求 .....	1
第3章 調査結果 .....	1
第4章 勧 告 .....	5

## 第II編 本 論

第1章 序 論 .....	8
1-1 経緯及び調査目的 .....	8
1-2 プロジェクトの内容 .....	8
1-3 調査概要 .....	9
第2章 マダガスカル国における本プロジェクトの必要性 .....	11
第3章 電気通信回線の需要及び回線数の予測 .....	12
3-1 南部地域の現状 .....	12
3-2 回線需要予測の基礎となるトラヒック .....	12
3-3 予測方法 .....	15
3-4 予測回線需要 .....	21
3-5 将来想定される南部電話網 .....	26
第4章 システム設計 .....	28
4-1 概 説 .....	28
4-2 基本的方式選定 .....	28
4-3 置局選定 .....	30
4-4 システム構成と機器の諸元 .....	35
4-5 伝送品質の評価 .....	63

第5章	Civil 関係工事	81
5-1	概 説	81
5-2	既設設備の利活用	81
5-3	新設すべき局舎、道路及び鉄塔	89
第6章	保守及び運用	95
6-1	概 説	95
6-2	保守組織	95
6-3	保守作業	96
6-4	運用組織	96
6-5	運用業務	99
6-6	訓 練	99
第7章	建設工事費及び実施工事線表	100
7-1	概 説	100
7-2	工事費積算条件及び積算結果	100
7-3	工事実施線表	114
第8章	システム案の総合評価	116
8-1	概 説	116
8-2	項目別評価	116
8-3	総合評価結果	120
第9章	経済評価	122
9-1	内部収益率 ( I R R )	122
9-2	本プロジェクトの収支予測	123
9-3	結 論	123



付 録

1. 団員の構成及び調査日程 .....	A-2
2. Proposition Technique Pour le Systeme de Telecommunications Par Faisceaux Hertzien Tananarive - Fianarantsoa - Tulear Pour la Republique Malagache (Decembre, 1975) .....	A-5
3. Renseignements Generaux Sur le Projet de Liaison Antananarive - Fianarantsoa - Tulear (Juil. 1977) .....	A-8
4. システム設計関係データ .....	A-18
5. 気象データ一覧表 .....	A-111
6. マダガスカル国の一般事情 .....	A-116
7. 電気通信の現状 .....	A-119
8. PTT組織図及び責任者名 .....	A-129



# 第 1 編 要 約



## 第1編 要 約

### 1. 概 要

マダガスカル南部マイクロ回線建設のプロジェクトは、電気通信の面で北部に立ち遅れている南部地域の電気通信網の整備を図るためのものであり、同時にこの回線は1977年完工を見た北部マイクロ回線と併せて将来同国の基幹回線を構成するものである。

マダガスカル政府は、この建設に当たって必要とされるフィージビリティ調査の実施を日本政府に要請し、これを受けて日本政府は1977年7月24日から9月4日までの43日間、同国に「マダガスカル民主共和国南部マイクロ回線建設計画調査団」を派遣した。

調査はあらかじめ同国政府において作成されたマイクロ回線ルート案を基本とし、南部地域での電話回線需要、置局選定等の諸項目について行われた。これらの調査結果について分析したところ、このプロジェクトは技術的にも経済的にもフィージビリティのあることが確認された。

以下に、このプロジェクトに関し、これに対するマダガスカル政府の要求、調査結果及び勧告について概略を述べる。

### 2. 南部マイクロ波回線に対するマダガスカル政府の要求

マダガスカル政府の作成した資料によれば南部マイクロ回線に対する同政府の要求の主なものは次のとおりである。

#### (1) 区 間

フィアナランツォアを經由するタナナリブ—チュレアル(約950km)の区間。

タナナリブとルート沿いの9つの都市を電話回線で接続し、かつ、ルート周辺の15の都市に対し、テレビジョン放送が可能なこと(第1図参照)。

#### (2) 伝送容量

電話960回線及びカラーテレビジョン1回線の伝送が可能なこと。

### 3. 調査結果

#### (1) 回線需要

最近の電話利用の実績をもとに向う20年間の回線需要を予測した結果、必要回線数は最大約500回線であり、上述の伝送容量があれば十分対応が可能である。

また、テレビジョン放送についても置局計画があり、このための伝送回線の必要性が認

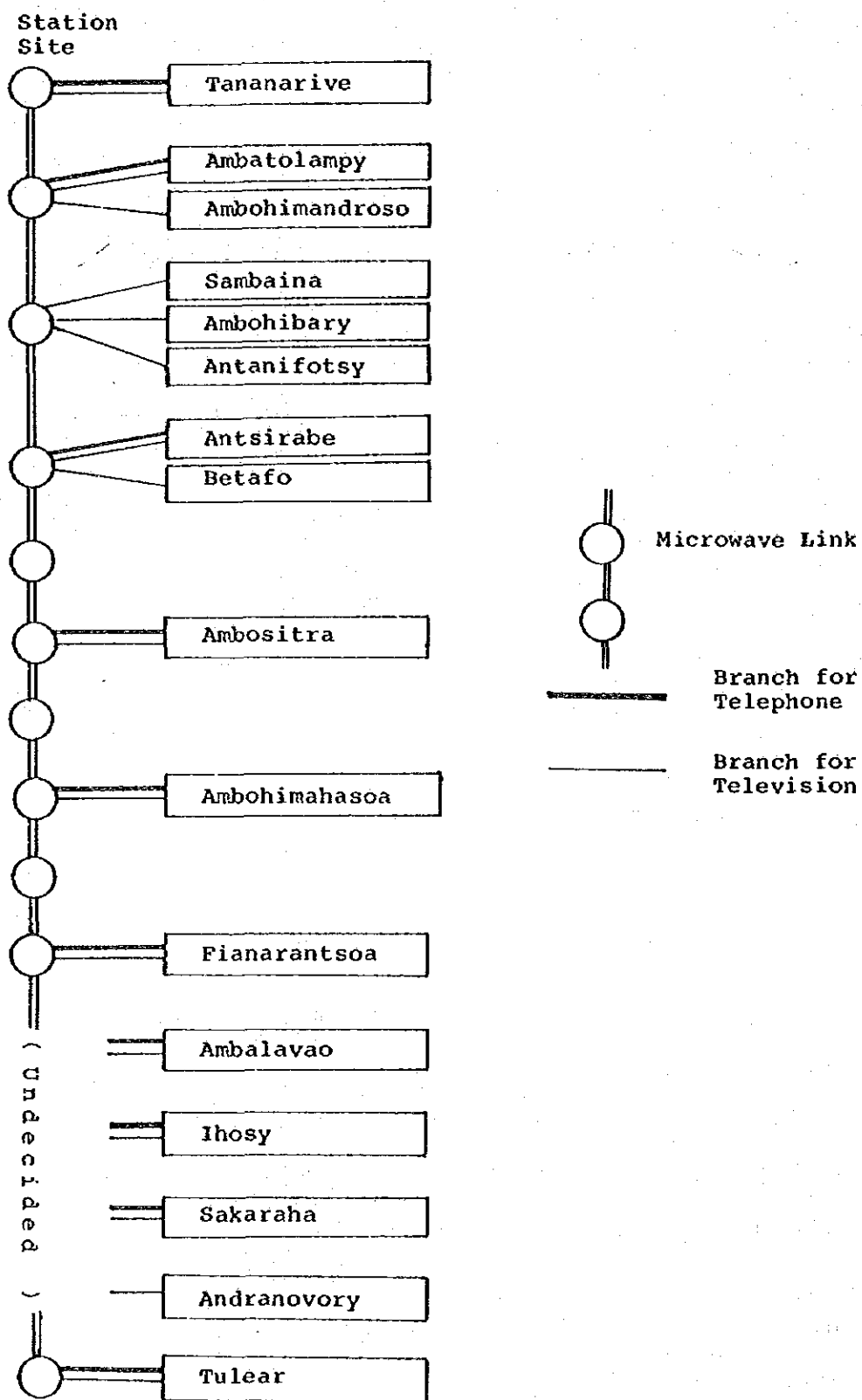


Fig. 1 Route of Southern Microwave System Planned by the Government of Madagascar

められる。

## (2) システム設計

南部マイクロ回線に与えられた上述の基本的条件に基づき、建設すべき実際のマイクロ回線の詳細を決定するにはいわゆるシステム設計が必要である。

システム設計には、適用すべき無線システムや周波数帯など基本的方式の選定、この基本的方式に基づく置局選定、収容すべき電話・テレビジョンなど各回線のシステム構成、回線設計等の諸項目が含まれる。

このうち主なものを述べれば、次のとおりである。

### 1) 適用すべき無線システム

このマイクロ回線ルートに沿っての地理的条件、人口の分布などをみると、その状況はタナナリブからフィアナランツォア(約410km)とフィアナランツォアからチュレアル(約540km)とで大きく異なる。すなわち、前者の区間は全て1,000mから1,400mの高地に位置し、気候は温暖で途中アンチラベ、アンボソトラなど人口1万を超える都市がいくつか分布し、更にその周辺には村落が散在する。一方後者の区間ではほとんどが人口稀薄なサバンナ気候の草原であり、途中見るべき都市としてはイホンがあるのみである。

こうした背景からマイクロ回線の建設の方法としては、タナナリブ～フィアナランツォアの区間では区間距離が短かく、広帯域伝送が可能な見通し内通信方式を採用することに異論はないが、フィアナランツォア～チュレアルの区間については2通りの案が考えられる。1つは見通し内通信方式であり、1つは比較的伝送容量が少く、区間距離が長いときに有効な見通し外通信方式を採用することである。マダガスカル政府においても、テレビジョン伝送に対する要求がそれ程強くなかった当初は、見通し外通信方式で検討された経緯がある。これら2つの方式の良否は一概にはいえずその選定に当たっては、立地条件、建設工事費、保守運用、テレビジョン番組伝送などの諸点から慎重に検討する必要がある。

結論としては、

- a) 電話伝送のみの場合は、建設工事費、保守運用の面で両方式に大差ない。また、局舎、道路の建設、機材の輸送、予定工期の確実さ等建設工事の施工面では見通し外通信方式が有利である。
- b) 電話及びテレビジョン番組の伝送を考慮した場合、建設費、伝送品質、設備拡張の柔軟性にメリットのある見通し内通信方式が有利である。

## 2) 使用周波数帯

見通し内通信の区間については、4GHz帯などが考えられるが、中継局の立地条件等を考慮し、低消費電力型の採用が可能をより4GHz帯とすることが適当である。

見通し外通信の区間については、2GHz帯とする。

## 3) 置局選定

前述したようにマイクロ中継局の位置の選定は、マダガスカル政府のマイクロ回線ルートを基本として行われた。

調査はこのルート案に示された候補地はもちろん、中継局として可能性があると考えられるその他の場所も実地に踏査し、隣接中継局に対する見通しの確認、既設局舎や商用電源の利用の可能性、アクセス道路の建設の容易さ、局舎・鉄塔等建設の土地の余裕の有無等マイクロ中継局として備えるべき諸条件を満足するかどうかについて検討した。その結果最適と思われる置局位置を選定することができた。

とくに、フィアナランツォア～チュレアル間においては、中継局数の削減とアクセス道路の短距離に努力を払い、その結果見通し外中継方式と経費の上で対抗できる見通し内中継方式のルートを選定することができた。

## 4) 伝送する無線システム数

このマイクロ回線に設定される電話システムの数、将来の需要予測、TV番組の都市間の流れ方など実態を反映したものでなければならない。

テレビジョン番組伝送用の回線については、専用の回線の設定のほか、電話の予備回線の使用も考えられ、様々なバリエーションがある。このシステム構成を考えるに当たって、①将来の南部地方各都市へのテレビジョン番組の伝送の形態は、タナナリブからの送出 — すなわち下り — が上りに比較して圧倒的に多いと予想されること、②現在のマイクロ通信技術の発展レベルから故障の起る確率は極めて少ないこと、及び③投資額の効率的な使用、の諸条件を勘案しなければならない。検討の結果、電話回線としては現用・予備の上り・下り各1システムとし、テレビジョン番組伝送用回線としては下り1システム、とするのが最適と考えられる。なお、テレビジョンの上り回線には、電話の上り・予備回線を使用する。

## 5) 電 源

商用電源はフィアナランツォア以北では大部分の中継局で利用可能である。フィアナランツォア以西ではチュレアルを除き全く利用できない。

a) 商用電源が利用できる場合；予備電源方式としては、バッテリー浮動充電方式を



採用する。

b) 商用電源が利用できない場合；所要電力が700W以下であれば dual engine generator を使用する充放電方式を、700Wを超える場合は、同様の浮動充電方式を、それぞれ採用する。

c) ファイナランツォア以西で所要電力の少ない局は太陽電池方式の採用を推奨する。  
ただし、機器諸元の決定には日射量についての現地調査を必要とする。

### (3) 保守・運用

保守・運用を少い要員で効率的に行うためには、次の事項を考慮に容れる必要がある。

f) 通常のマイクロ回線に比較し、電話とテレビジョン信号の分岐局所が多いため、端局中継所の大幅な無人化をとり入れることとする。この結果、有人局はタナナリブ初め5局となる。

2) このマイクロ回線の保守・運用は、電話、テレビジョンを別にすることなく、同一組織により一元的に実施する。

### (4) 建設工事費及び工期

テレビジョン番組伝送用の回線設定の仕方システム構成にも通りがあり、また適用すべき無線システムにも全区間見通し内通信とするか、一部区間見通し外通信とするかの2通りがある。それぞれの場合について建設工事費を算出した結果は第1表のとおりである。

また、工期は着工から完成まで24ヵ月を要すると見られる。

### (5) 経済評価

このプロジェクトの内部収益率は9.6%で、インフラストラクチャ・プロジェクトとして低くない値となっており、また、収支でも、サービス開始当初は赤字であるが5年目から黒字に転じ、累積でも9年目から黒字になると予測され、全体的に見て良好といえる。

### (6) 結 論

以上、本プロジェクトを技術面、経済面から調査、検討した結果、そのフィージビリティは十分認められるものと判断される。

## 4. 勧 告

このプロジェクトを遂行するに当たって留意すべき点としては次のとおりである。

### (1) 適用すべき無線システム

長距離のマイクロ回線ルートで電話及びテレビジョン番組の伝送を行う場合は、国家経済的に見てこれらを一木化することが望ましい。また、このような伝送形態をとるものと

Table 1 System Configurations and Construction Expenses  
of FULL-LOS and PARTIAL-OH Systems

(Unit: million yen)

System Configuration		Construction Expense		
		FULL-LOS System	PARTIAL-OH System	
Only Telephone	1		3893	3867
	2		4034	4187
Telephone/ TV (down only)	3		4175	4288
	4		4268	4527
Telephone/TV (up/down)	5		4335	4641
	6		4932	5048

Legend TP: Working telephone system TV: Working TV system  
 SB: Stand-by system  
 →: "down" system ←: "up" system  
 (TV): TV transmission by stand-by system

すれば、総合的に見て全区間見通し内通信方式が有利である。

(2) システム構成

電話伝送用回線としては、現用・予備を上り・下り各1システムとし、テレビジョン番組伝送用回線としては、下り1システム(上り回線には電話の上り・予備システムを使用)とするのが最適である。

(3) 周波数帯等

電源方式として低消費型を採用することとして、使用する周波数帯は現在の開発状況からみて4GHz帯とする。

なお低消費型の電源方式はフィアナランツォア以西において使用されるが、保守運用を容易にする必要性から太陽電池方式とするのが望ましい。

(4) 保守・運用

保守・運用を効率的に行うため、無人化方式を積極的に採用すること。有人局は全27局のうち、タナナリブはじめ5局とするので十分である。

また、保守・運用の組織・業務等を、電話、テレビジョンで別々にすることは極めて不経済であるから一元化することが望ましい。

(5) 工事の施工

このマイクロ回線の建設を能率的かつ経済的に進める鍵は、局舎、鉄塔、道路等いわゆるシビルワークを予定どおり進めることが可能かどうかにあるので、これらの施工監理に十分配慮する必要がある。



## 第 II 編 本 論



## 第Ⅱ編 本 論

### 第1章 序 論

#### 1-1 経緯及び調査目的

マダガスカル民主共和国の首都タナナリブ以北の、いわゆる北部地域において、現在実用に供されている電気通信回線としては、我が国の同国に対する第1次円借款供与の対象となったタナナリブ～タマタブ～ディエゴスアレ間を結ぶマイクロ波回線、並びに、タナナリブ～マジュンガ及びタナナリブ～タマタブの2区間に敷設されている同軸ケーブル回線があげられる。これに対して、首都以南の南部地域においては、タナナリブ～フィアナランツォア間(約410km)に設定されているVHF小容量多重回線及びタナナリブと東南部沿岸地方の数都市の間をHFで直接結んでいるSSB単一通信路回線の2無線回線、並びに主要都市相互の間に展張されている裸線の有線回線が若干みられるのみで、しかもこれらの通信手段は、伝送の質すなわち信号対雑音比、回線信頼度とも高規格でないのみならず、将来の回線需要に対して十分対処し得ない状態にあり、これらの事情が南部地域の開発を推進する場合の隘路の一つとなっている。

このためマダガスカル政府は南部地域の電気通信回線の整備を、同地域の社会開発基盤整備の重要施策の一つとしてとり上げ、タナナリブ～チュレアール間(約540km)の南部マイクロ波回線建設計画を立案した。またこの計画に必要な資金については、我が国に援助を仰ぐこととし、この結果昭和50年2月以来再三にわたり我が国に対して円借款を要請した。

今回の調査は、こうした状況を背景に、このマイクロ波回線のフィージビリティを確認することを目的として、約20日間のサイトサーベイを含む、1977年7月24日から9月4日までの43日間にわたって行われたものである。

#### 1-2 プロジェクトの内容

このプロジェクトの基本となる回線経路は、マダガスカル政府PTTと調査団との間で合意をみたScope of Workにもあるとおり、フィアナランツォア経由のタナナリブ～チュレアール間の区間である。この基本ルートを更に肉付けするのは、途中の置局位置であるが、これを具体的に決定する要件としては、ルートの途中における周辺都市への電話回線の分岐と、ルート周辺の小都市に対してテレビ放送をサービスする場合、その送信所位置としての適否とがある。また回線の伝送容量は、各都市の加入者より生ずる市外電話トラヒックの予測によって決定される。

これら回線の将来計画及び回線需要の将来見通しについては、マダガスカル政府サイドで

検討され、後に我が国に提出された次の2つの資料に述べられている。

(1) Proposition Technique Pour le Systeme de Telecommunications par Faisceaux

Hertziens Tananarive-Fianarantsoa-Tuléar pour la République Malgache (Dec.

1975) (付録2)

(2) Renseignements Généraux sur le Projet de Liaison Antananarivo - Fianarantsoa

-Tuléar (Juil. 1977) (付録3)

資料(1)は1975年12月の時点のもので、電話回線の建設を主目的としたものである。

資料(2)はその後のマダガスカル政府部内の調整を経てとりまとめられたごく最近のもので、

これにはRTMのテレビ伝送の要請が、具体的な形でとり入れられている。(図1-1参照)

### 1-3 調査概要

調査団の置局選定は、前述した二つの資料に示されている趣旨を十分参考にした上で行われ、その結果ここに示される目的は十分に達成され、かつ経済性の面若しくは保守運用の面でも一層得策と考えられる置局場所を見出すことができた。

一方、回線の需要予測を求めるに当っては、各都市の電話局端局設備及び交換の実態をつぶさに検分した上、当該都市の経済活動の現況をできる限りつかむといった基礎的認識に立って、必要区間におけるサービス開始後20年間の需要予測数を算定した。なおフィアナランツォア〜チュレアルの区間については、中継方式として見通し内通信方式と見通し外通信方式とが考えられ、この2方式について技術的若しくは経済的観点からの比較検討を行った。

またマダガスカル政府がとくに関心を抱いており、かつこの調査団の調査範囲には今回含まれていない、東南部方面への回線ルート(マナンジャリ〜マナカラ〜フォールド〜ファン〜チュレアル)の延長に関する実地置局踏査は行わなかったが、この方面から将来生ずる回線需要は、今回のマイクロ波回線の将来の需要予測の算出にあたり、十分考慮を払った。同時に東南部方面への分岐に関しても、将来この方面に対しても伝送が可能となるよう、置局位置の選定にはとくに配慮した。



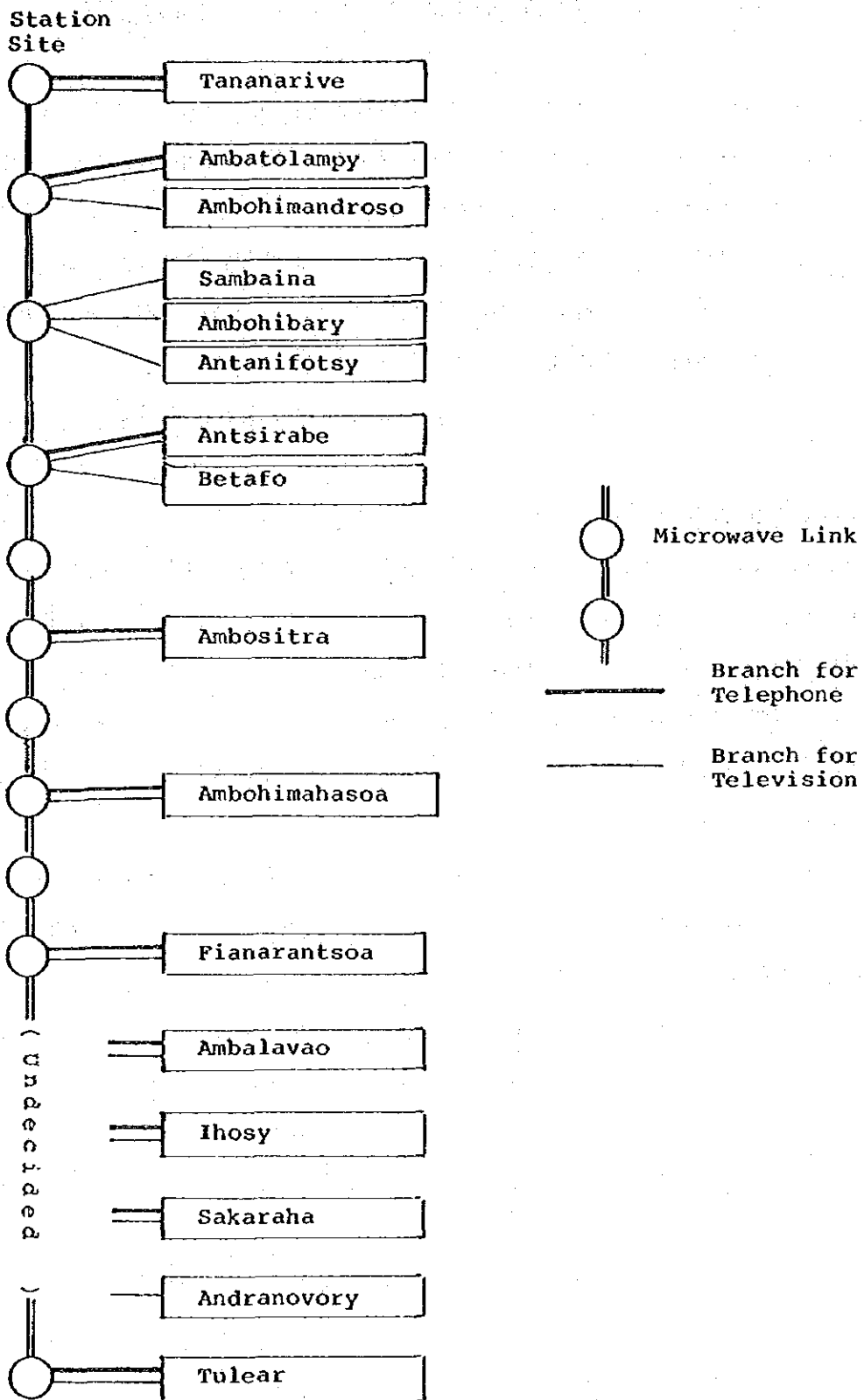


Fig. 1-1 Route of Southern Microwave System Planned by the Government of Madagascar

## 第2章 マダガスカル国における本プロジェクトの必要性

1976年末現在、マダガスカルにおける電話普及率は人口千人当たり3.8台であり、米国(680台)、日本(360台)、フランス(240台)等の先進国に比べ著しく低い。また、アルジェリア(10台)、モロッコ(10台)、ケニア(10台)等のアフリカ開発途上国のレベルにも及んでおらず、このことがマダガスカルにおける経済発展を妨げる一因となっている。このため、マダガスカル政府は電話自動交換機の導入、市外大容量伝送路の建設等を積極的に行い、国内電話網の拡充に努めている。本プロジェクトは、この一環としてマダガスカルの首都 Tananarive と南部の2州の首都 Fianarantsoa 及び Tulear を大容量マイクロ回線で結ぼうとするものである。

Fianarantsoa 及び Tulear の2州は、両方で人口約320万人(全国の38%)を有しているが、Province の首都と、Tananarive 間の市外回線はVHF、HF、裸線等の小容量回線によっており、質、量ともに満足すべき状態ではない。また設備は老朽化しており、雨季やサイクロン来襲時には、しばしば通信が途絶し各都市が孤立する状態となる。マダガスカル政府は北部に比べ経済的に立ち遅れている南部の開発を重視しているが、このためにはまず現在のよる通信事情を改善する必要がある、マダガスカル国における本プロジェクトの必要性は非常に大きいといえよう。

また、本プロジェクトの完成により、首都タナナリブから南部各都市にTV信号を伝送することが可能となる。したがって本プロジェクトはマダガスカル南部における文化的教育的発展にも大きく寄与することとなる。

## 第3章 電気通信回線の需要および 回線数の予測

### 3-1 南部地域の現状

今回のマイクロウェーブルート建設計画は国道7号線沿の都市を結ぶ幹線であり、Fianarantsoa、Tulear各州都を縦貫する。これにより将来Fianarantsoa州200万、Tulear州120万をTananariveを通じて北部と連結するものである。国道7号はTananarive - Fianarantsoaまでは完全舗装で交通の便は良く、車の往来も盛んである。電話事情はTananarive - Fianarantsoa間はOH、VHFにより結ばれ、待合せ時間も数分のオーダーである。Fianarantsoa - Ihosy - Tulearは同じ国道沿であるが大部分が未舗装であり、年間を通じて通行可能とは云え、一部の地域では悪く、スピードも上記区間の半分以下となる。電気通信もほとんど裸線搬送で一部短波を使っているが、接続待合せは15分以上と悪くなっている。又裸線、裸線搬送の障害も頻発している。

南部マイクロウェーブ関連主要都市間伝送路の現況は図31の通りである。この国道7号線沿の都市で人口的に一番大きいのはFianarantsoaであるが、町が整備され、又大企業等経済活動が活発であると見られるのはAntsirabeである。

### 3-2 回線需要予測の基礎となるトラヒック

電話トラヒック調査は定期的に行なわれてはいないが、南部地域については、1975年度の交換証(2ヶ月分)により推定している。調査時点は9月、10月、調査法は2ヶ月間の総通話時分を1ヶ月22日として1日中通話時分を算出し、更に最繁時集中度1/8として最繁時トラヒックを算出している。又、各地点のトラヒックはその附近の局の中継呼すべてを含むとしている。これを表3.1に示す。

この計算方法によるトラヒック推定値は2ヶ月間の平均値と考えられる。

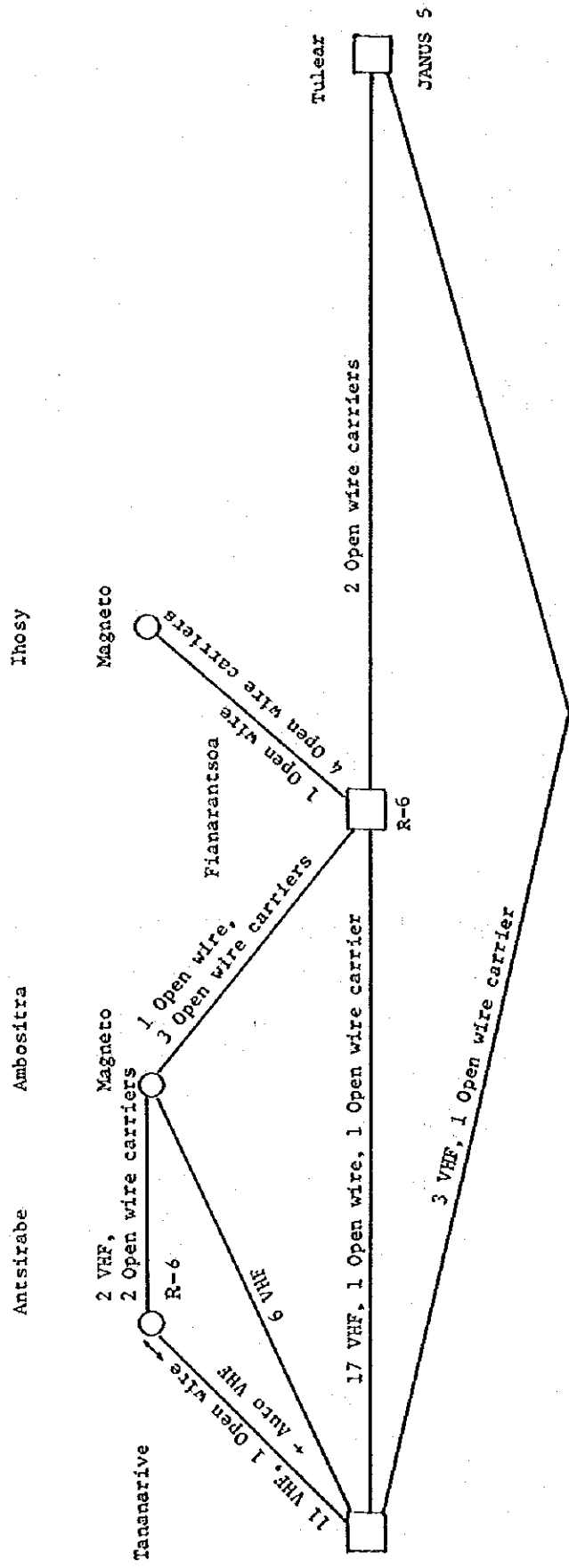


Fig. 3-1 Existing Transmission Lines Between Major Offices

Table 3-1. Telephone Traffic Grid in 1975 (erl)

From To	Tananarive	Antsirabe	Ambositra	Fianarantsoa	Ambaravao	Ihosa	Tulear
Tananarive		2.876	1.210	8.537	1.044	0.547	0.210
Ambatolampy	0.358	0.045		0.003			
Antsirabe	5.357		0.436	0.726	0.058	0.089	0.147
Ambositra	1.592	0.624		1.177	0.047	0.036	
Fianarantsoa	5.080	0.426	1.484		1.053	1.359	0.659
Ambaravao	0.216	0.012	0.046	0.480		0.116	
Ihosa	0.605	0.006	0.215	2.268	0.173		0.140
Tulear	1.653	0.484	0.239	1.775	0.026	0.425	

Each traffic contains transit calls.

### 3-3 予測方法

当該区間のトラヒック測定値の時系列が得られないので次の方法によった。

#### 3-3-1 予測式

2都市間トラヒックの年間増加率は近い将来については呼率が変わらないとし、2都市間のトラヒックはそれぞれの局の加入数増加倍率の幾何平均に比例するとする。

予測の基礎となるトラヒックの測定時点から予測時点までのトラヒック増加は次の式で表される。

$$L_t = K (\sqrt{S_1 \cdot S_2})^n$$

$L_t$  : 2局間トラヒック増加倍率

$K$  : 係数、加入数増以外の要因による補正

$S_1, S_2$  : 各局電話加入数年間増加率

$n$  : 予測年数

トラヒックの増加は遠い将来にわたって同率で行くとは考えられず、南部地域の開発が進み、経済活動が活発になればトラヒックの増加も上向くことが期待される。過去の各局の加入者の増加状況は 図 3-2 に示すようであるが、Tananarive の過去の電話加入者の伸びを見ると、1971年以前には年間7%以上伸びた時期もあることを考慮して、1980年代後半以降は各地域共年率7%とした。

#### 3-3-2 各局電話加入数年間増加率 $S_1, S_2$

各都市の過去10年間の電話加入者時系列を調査し、次の結果を得た。(表 3.2参照)

局	年間増加率
Tananarive	5.1%
Antsirabe	5.8%
Fianarantsoa	3.6%
Tulear	3.8%
(Fort-Dauphin)	(2.6%)
(Mananjari)	(2.6%)
(Manakara)	(2.4%)

( )は本プロジェクト外

表 3.2 各局電話加入者年間増加率

これから Tananarive 地域は 6%

Fianarantsoa 地域は 4%

(東南沿岸地域は 3%)

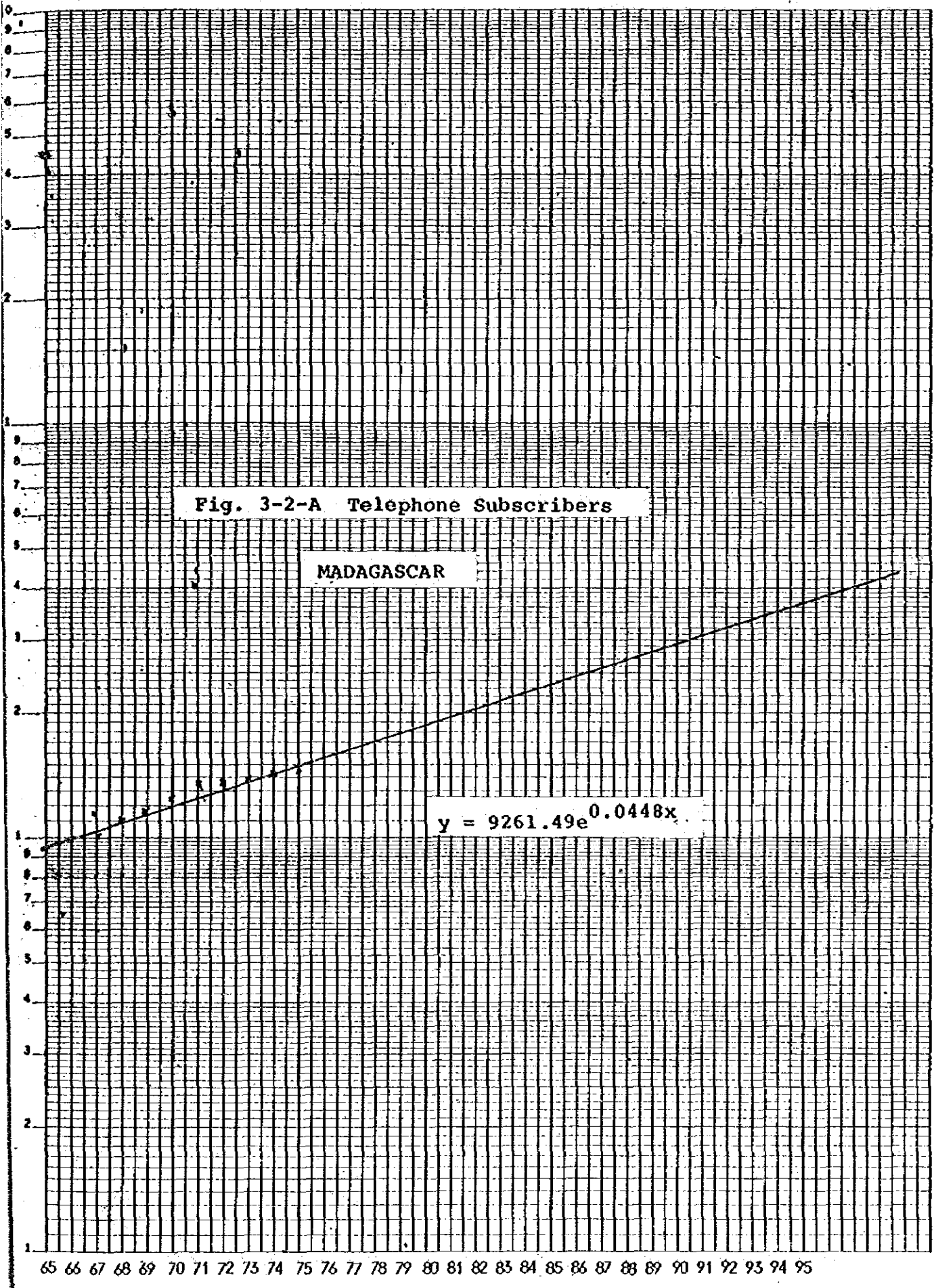


Fig. 3-2-A Telephone Subscribers

MADAGASCAR

$$y = 9261.49e^{0.0448x}$$

65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95

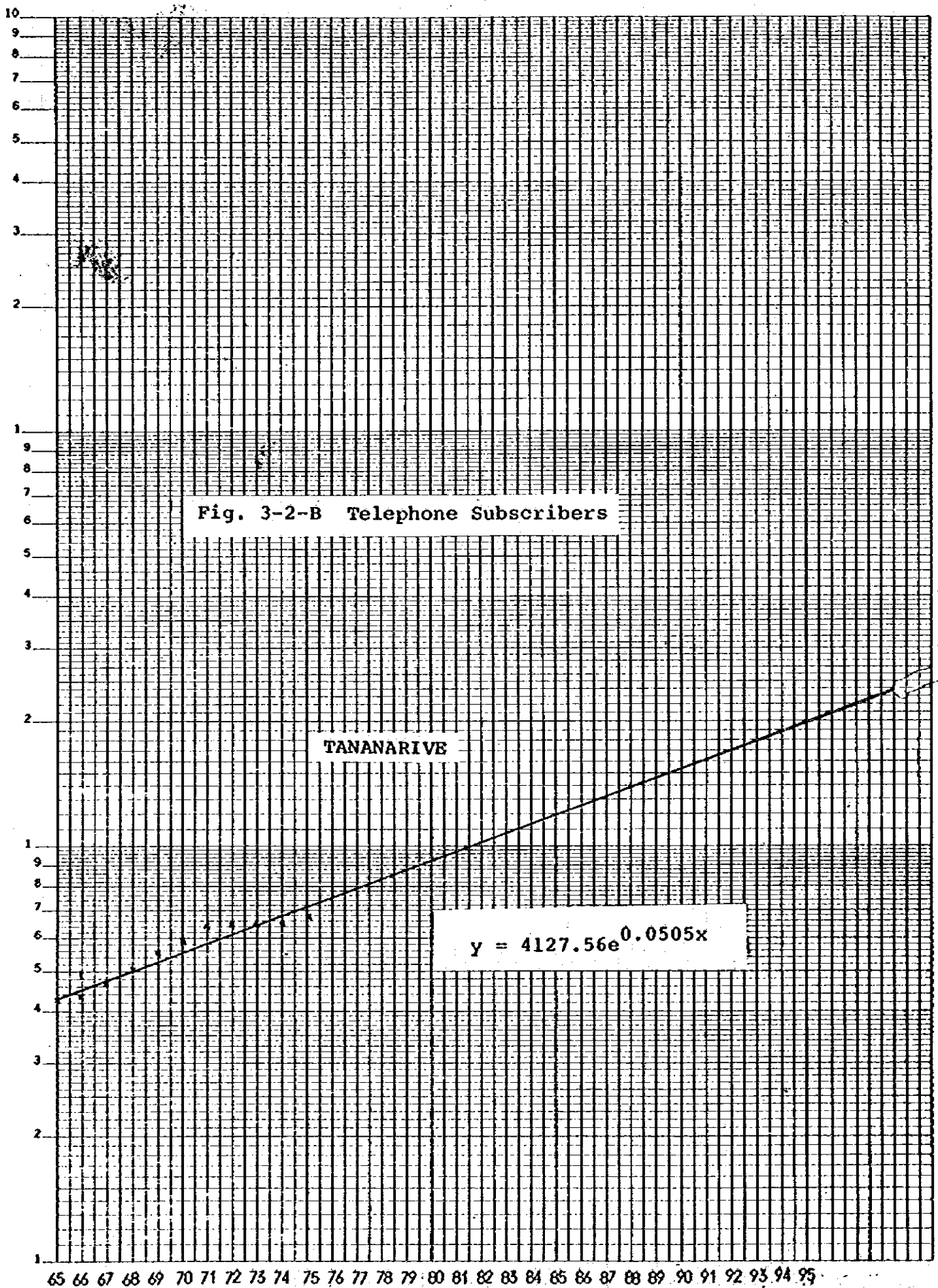


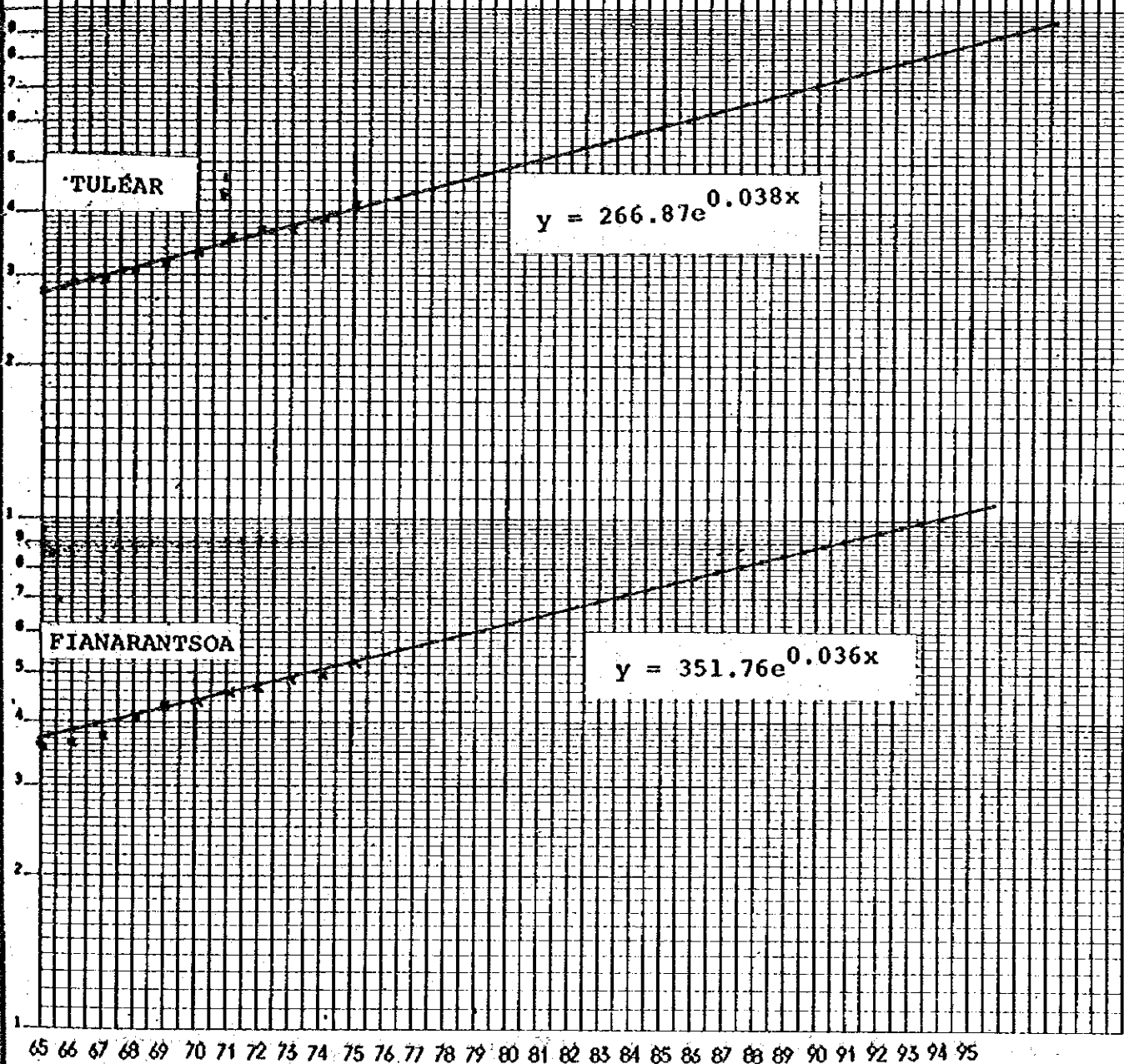
Fig. 3-2-B Telephone Subscribers

TANANARIVE

$$y = 4127.56e^{0.0505x}$$



Fig. 3-2-C Telephone Subscribers



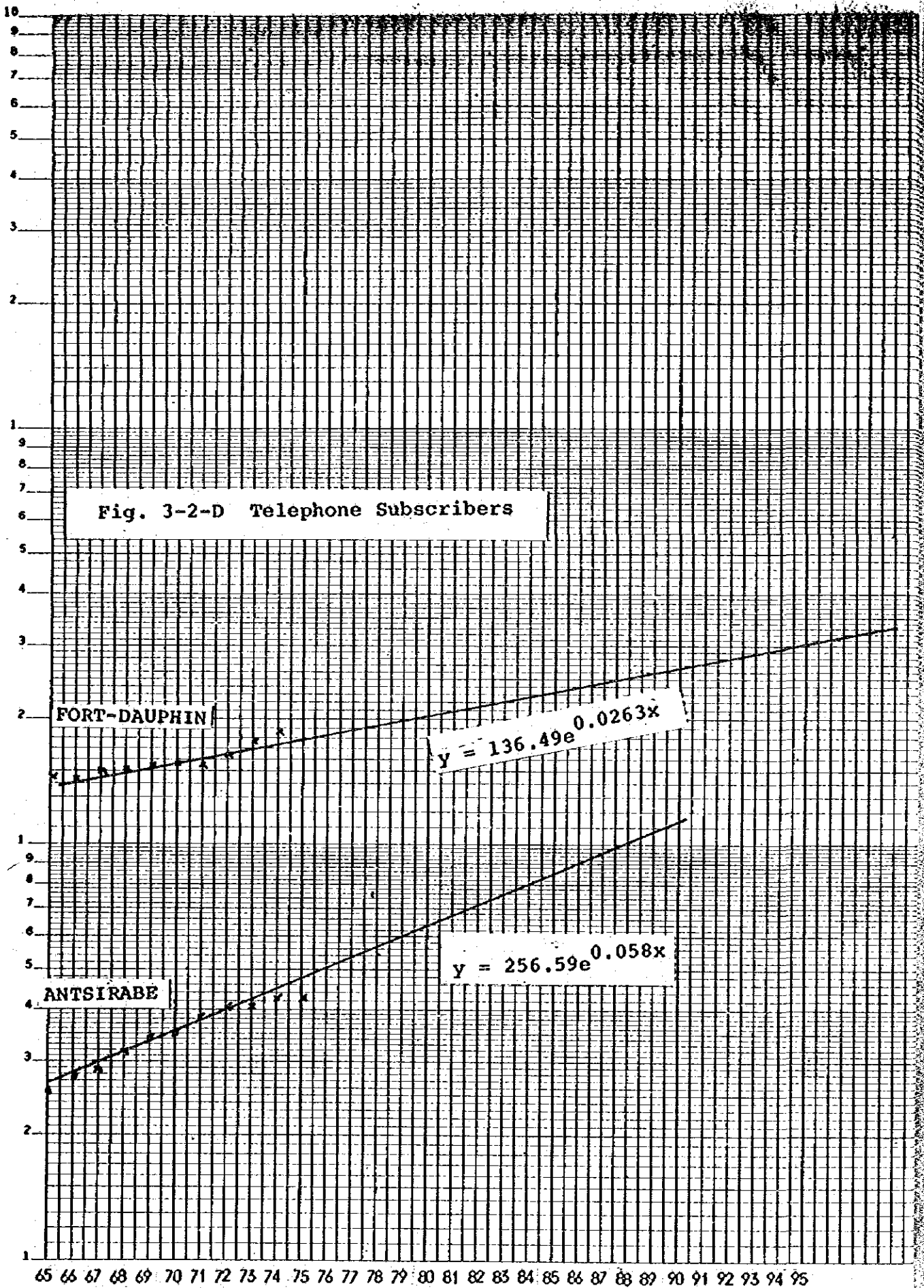
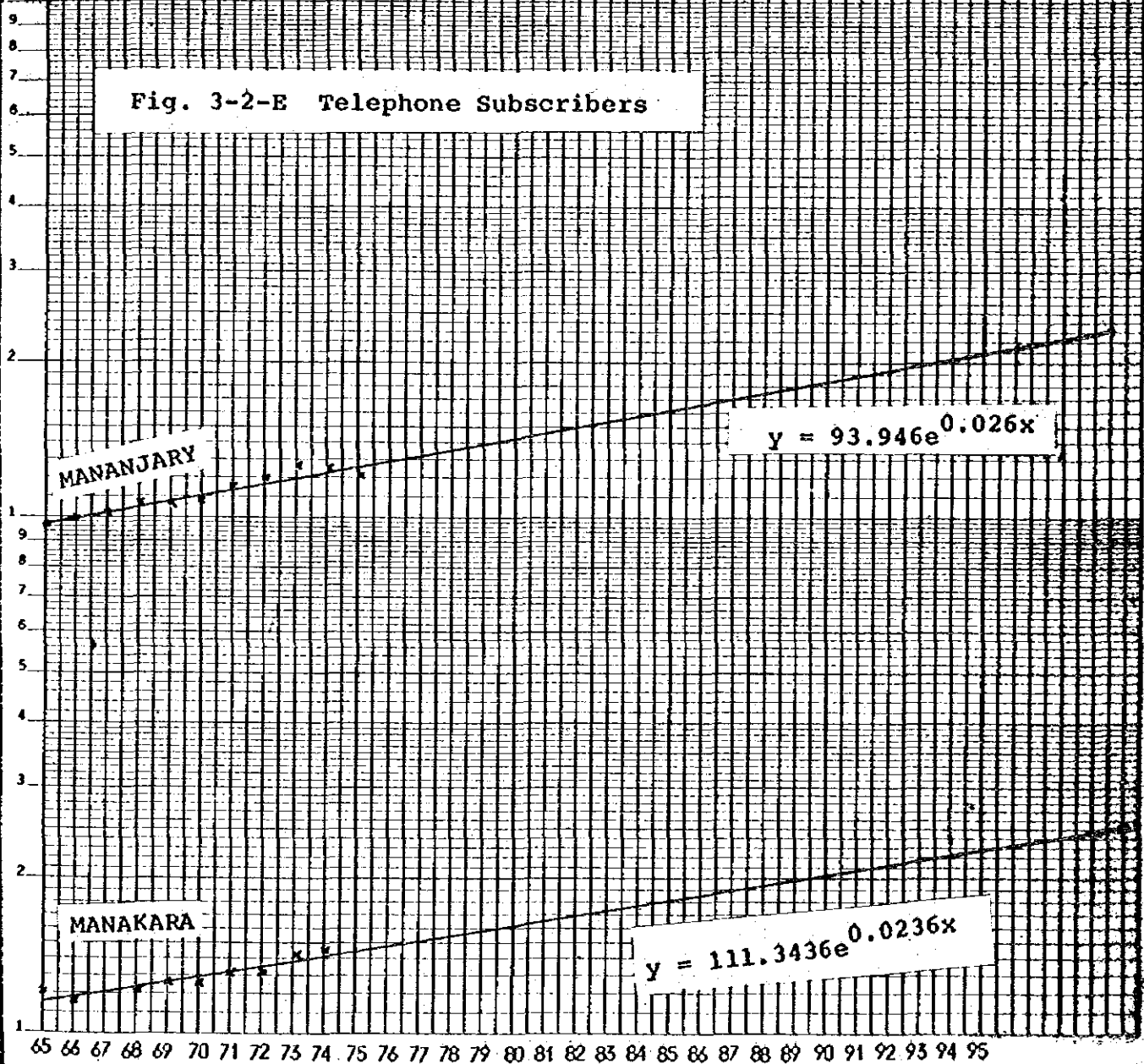


Fig. 3-2-E Telephone Subscribers



### 3-3-3 係数 K

加入数増加によるトラヒック増加以外の要因としては、次に示すサービス品質向上によるトラヒック増加と、年平均トラヒックを機器、回線算出用トラヒックへの換算係数を考慮する。

#### 1) サービス品質向上によるトラヒック増加倍率

現在の歪、および雑音の多い待時サービスから高品質の自即に変わった場合トラヒックの増加が見られ、これは以前の品質が悪い程増加が大きくなる傾向がある。

この倍率として日本の過去の経験から、

現在比較的サービスの良い Tananarive-Fianarantsoa 間 ..... 1.55

現在通話品質・接続サービスの劣る Fianarantsoa-Tulear 間 ..... 2.00

とする。

#### 2) 年平均トラヒックの機器、回線算出用トラヒックへの換算係数

予測の基となる1975年のトラヒックは年平均的トラヒックであるが、回線算出用トラヒックは年間最大30日平均値を用いなければならない。この換算係数として1.2を用いる。

以上1), 2)を総合して

Tananarive - Fianarantsoa 間のKは、

$$1.55 \times 1.2 = 1.86$$

Fianarantsoa - Tulear 間のKは、

$$2.0 \times 1.2 = 2.40$$

### 3-4 予測回線需要

3-3により計算された予測トラヒックは表3.3に示す。サービス開始後4年(1985)を初期需要とし、2000年を終局需要とした。これを基としてアーラン数表(ランダム呼)呼損率0.01により求めた回線数が図3.3である。

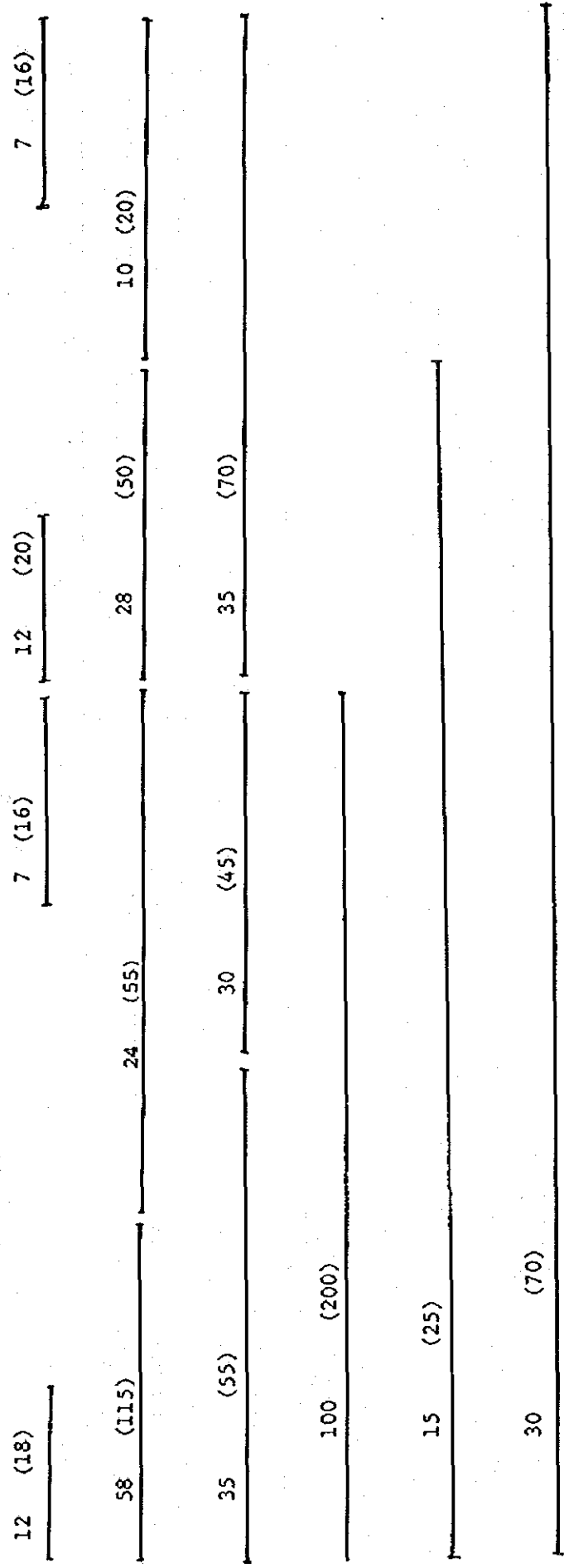
電信回線については各局の1985年加入電信加入者を想定して回線数を算出した。1985年~2000年の予測は毎年率7%で増加するとして算出した。

東南部沿岸地域については、本プロジェクトには含まないが、将来本マイクロ回線につなぎとむことを考慮してFianarantsoa 又は Tulear との接続回線数を示した。

Table 3-3 Forecast Telephone Traffic (erl)

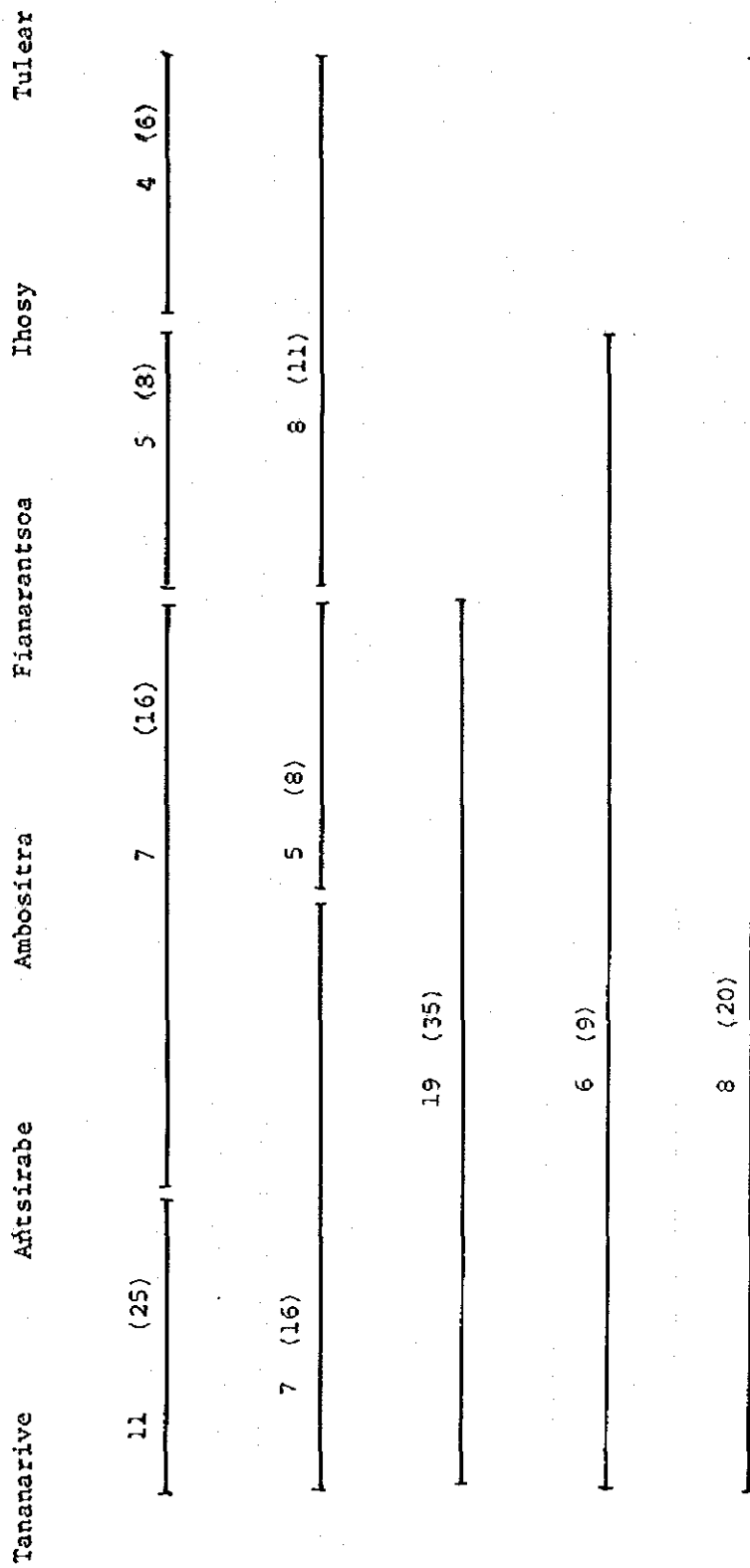
From To	Year	Tananarive	Antsirabe	Ambositra	Fianarantsoa	Ambaravao	Ihosal	Tulear
Tananarive	1985		9.530	3.645	25.713	3.145	2.119	6.813
	2000		26.293	10.057	70.942	8.677	5.846	2.243
Ambatolampy	1985	1.183	0.149		0.010			
	2000	3.264	0.411		0.028			
Antsirabe	1985	17.748		1.444	2.187	0.176	0.347	0.570
	2000	48.967		3.984	6.034	0.486	0.957	1.573
Ambositra	1985	4.795	1.879		3.223	0.129	0.127	
	2000	13.229	5.184		8.892	0.356	0.350	
Fianarantsoa	1985	15.301	1.283	4.063		2.883	4.788	2.322
	2000	42.215	3.540	11.210		7.954	13.210	6.406
Ambaravao	1985	0.651	0.036	0.126	1.314		0.409	
	2000	1.796	0.099	0.348	3.625		1.128	
Ihosal	1985	2.344		0.757	8.789	0.609		0.493
	2000	6.467		2.089	24.249	1.680		1.360
Tulear	1985	6.405	1.874	0.842	6.253	0.092	1.497	
	2000	17.671	5.170	2.323	17.252	0.253	4.130	

Tananarive    Ambaratolampy    Antsirabe    Ambohitra    Ambohimahasoa    Fianarantsoa    Ambaravao    Ihosy    Sakaraha    Tulear



Legend  
 Figures: at initial stage (1985)  
 Figures in ( ): at ultimate stage (2000)

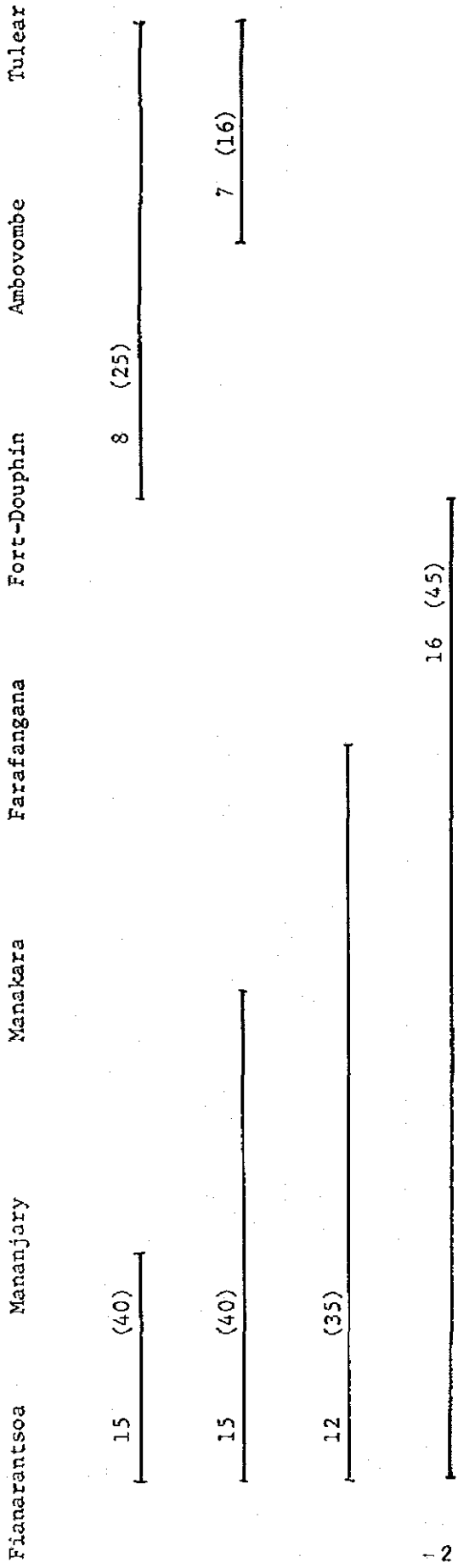
Fig. 3-3-A Telephone Circuit Demand



Legend Figures: at initial stage (1985)

Figures in ( ): at ultimate stage (2000)

Fig. 3-3-B Telegraph Circuit Demand



Legend Figures: at initial stage (1985)

Figures in ( ): at ultimate stage (2000)

- Figures given above are numbers of circuits to be considered upon connection with the Southern Microwave System.
- Fort-Dauphin ~ Tulear circuit may be via Fianarantsoa.

Fig. 3-3-C Telephone Circuit Demand for Southeast Coastal Area



### 3-6 将来想定される南部電話網

3-4の予測回線需要におけるネットワークでは、Tananarive には既に市外交換機が設置され、Fianarantsoa にも東南部地区にマイクロ波ルートが出来る時には4線式市外交換機が導入されると想定しているが、他の局ではHigh Usage斜回線の設定を考えていない。しかし、将来の南部のネットワークとしてはFig 3.4の形が望ましい。

図 3.4 に於て、Tertiary Centre, Secondary Centreは4線式市外交換機により市外回線の中継を行ない全国自動即時網を形成する。又斜回線は5アールン以上の区間にもうけることとし、High Usage とする。

Mananjary - Fort Dauphin 東南沿岸地域はさしむき Fianarantsoa 分岐とし、Fianarantsoa の市外交換機により Tananarive, Tulear 方面にふり分ける。又 Tulear は Tulear 附近の局の交換を行なう。Morondava は Tananarive から直接伝送路が出来た場合は Tananarive 交換となる。

図 3.4 に示したその他の局 (Primary Centre ○印) は市外の最低ランクの局として課金、ルーティング、必要デジット数等の情報を自局又は周辺の端局に与える。

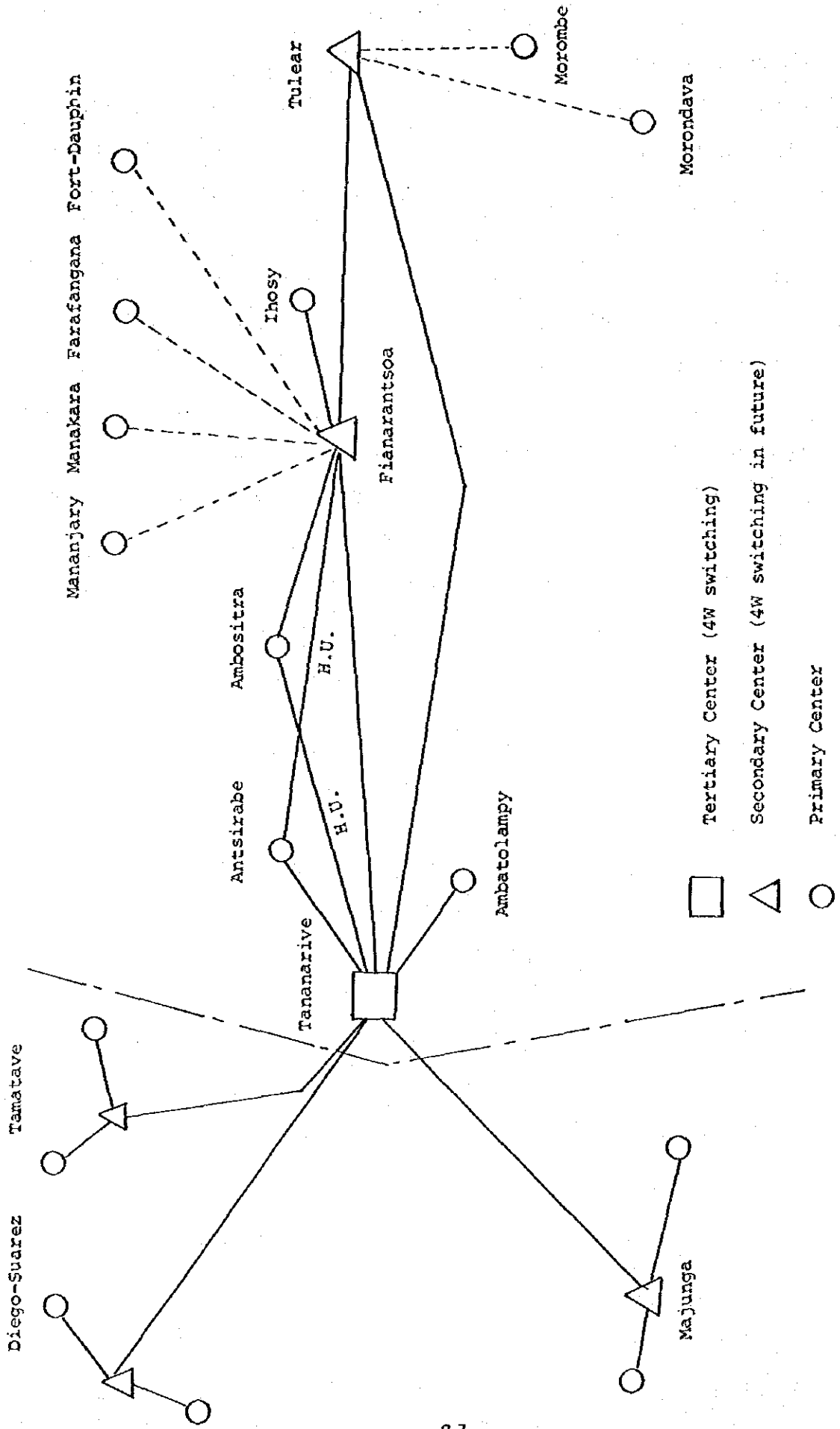


Fig. 3-4 Future Telephone Network in Southern Madagascar (STD Network)

## 第 4 章 システム設計

### 4-1 概 説

本章では、無線システムの基本的方式選定、それに基づく置局選定、決定したルートに沿っての具体的システム設計ならびに設計されたシステムの伝送品質について述べる。

市外電話およびテレビ・プログラムの長距離伝送は、同一の広帯域マイクロ波回線でおこなうのが、国家的見地より見て最も経済的な方法である。システム設計にあたり、常にこの事に留意した。

また、Fianarantsoa - Tulear 間の無線システムとして、見通し内方式と見通し外方式の 2 案を選定し、それぞれの場合につき併行してシステム設計を実施した。これは、両方式案に大きな優劣の差がなく詳細な比較検討が必要と判断されたこと、ならびに一次案として見通し外方式の適用が提案されていた過去の経緯等に配慮したためである。

### 4-2 基本的方式選定

#### 4-2-1 無線システムの選定

Tananarive - Fianarantsoa - Tulear 間に無線回線を設定する場合、回線需要、地理的条件、信号を分岐する町の配置等を考慮して、次の 2 案が考えられる。

##### 第一案 Tananarive - Tulear 間

全区間見通し内マイクロ波方式

##### 第二案 Tananarive - Fianarantsoa 間

見通し内マイクロ波方式

Fianarantsoa - Tulear 間

見通し外マイクロ波方式

第一案の場合、交通事情のわるい区間での電源設備の保守の簡易化が重要な問題となる。そのためには保守の容易な各種の小容量電源方式が導入しやすいよう、無線機器の消費電力を極力低減しておく必要がある。このような考察の結果、低消費電力型のマイクロ波方式を採用する。

伝送容量は、電話の伝送のみを考えると、Tananarive - Fianarantsoa 間 960 CH、Fianarantsoa - Tulear 間 300 CH で充分であるが、将来のカラーテレビ信号の伝送を考慮して、全区間をとおり 960 CH とする。

第 2 案の場合、見通し外方式の伝送容量は、現在の技術レベルでは約 300 CH に制限

される。またテレビ伝送は白黒テレビ信号に限定される。これらの点ならびに回線需要を考慮し、伝送容量は300CHとする。

見通し外区間のダイバシティ方式としては、従来より、周波数および空間合成による4重ダイバシティ方式が一般的に用いられてきたが、最近では角度ダイバシティによりアンテナの使用個数を半減して、システムの経済化が計られるようになった。したがって、本システムでは、周波数および角度合成による4重ダイバシティ方式を選定する。

#### 4-2-2 使用周波数の選定

一般に見通し内マイクロ波方式では、高い周波数を使うほど、フェージング発生確率は高くなるが、アンテナ利得・伝送帯域の点で有利となり装置も小形化される。また衛星地球局との干渉を避ける点でも有利である。6GHzの上部帯域が一次案に予定されていたのもこれらの理由によると思われる。

しかし低消費電力型マイクロ波方式の使用周波数は、現時点では、送信部の電力効率の点より2~4GHz帯に限定される。

Tananarive - Fianarantsoa間は、保守条件もよいし商用電力を利用できる局が多いので、特に低消費形を使用する必要はないが、Fianarantsoa - Tuléar間には低消費形を使用することが望ましい。しかし、方式を統一した方が、経済的で保守上も便利であり、電源設備容量の低減も計られるので、Tananarive - Tuléar全区間を通して、低消費電力形マイクロ波方式に統一し、同一周波数帯を使用することとする。周波数が低くなるため、フェージングが軽減される利点もある。

2または4GHz帯のうちいづれを選ぶかが問題となるが、4GHz帯の方がアンテナ利得が大きいため、送信出力、ひいては消費電力が軽減される。伝送容量も4GHz帯の方が一般に大きい。衛星地球局との干渉は、検討の結果問題ない。したがって4GHz帯(3.6~4.0GHz)を見通し内方式の使用周波数として選定する。

見通し外方式の場合は、広帯域伝送にともなう伝搬歪の劣化を改善するため、できるだけアンテナの指向性を鋭くする必要があり、2GHz帯を選定する。

#### 4-2-3 比較検討するシステム案

本報告書では、その優劣を比較検討するシステム案として、上記の考察結果、次の2案を選定する。

##### 第一案 Tananarive - Tuléar間

全区間見通し内マイクロ波方式

使用周波数 : 4GHz帯

伝送容量 : 960 CH

(第一案を以下、FULL-LOS案と略称する。)

#### 第二案 Tananarive - Fianarantsoa 間

・見通し内マイクロ波方式

使用周波数 : 4 GHz 帯

伝送容量 : 960 CH

Fianarantsoa - Tuléar 間

見通し外マイクロ波方式

(エントランス部分は見通し内方式)

使用周波数 : 2 GHz 帯

伝送容量 : 300 CH

ダイバシティ : 周波数および角度合成による4重ダイバシティ

(第二案を以下、PARTIAL-OH案と略称する。)

### 4-3 置局選定

#### 4-3-1 基本方針

置局選定は次の基本方針によった。

- (1) CCIR勧告の伝送品質を満足すること。
- (2) 建設、保守を容易にするため、幹線道路沿いに置局し、アクセス道路長はできるだけ短くすること。
- (3) 中継局数を減らし、経済化を計ること。
- (4) 電話、テレビ信号の分岐計画が容易に実施できること。
- (5) 既設局設備の利活用を計ること。
- (6) 等価地球半径係数  $K = 2/3$  で十分なクリアランスが確保されること。

#### 4-3-2 置局選定結果

マダガスカル政府作成の原案を参考とし、上記方針にのっとり、置局選定を実施した結果、次の置局案を得た。その概要を次の各図表に示す。

第4-1図 FULL-LOS方式置局選定案

第4-2図 PARTIAL-OH方式置局選定案

第4-1表 各局の概要一覧表

付録4-1 各局の地形図、写真

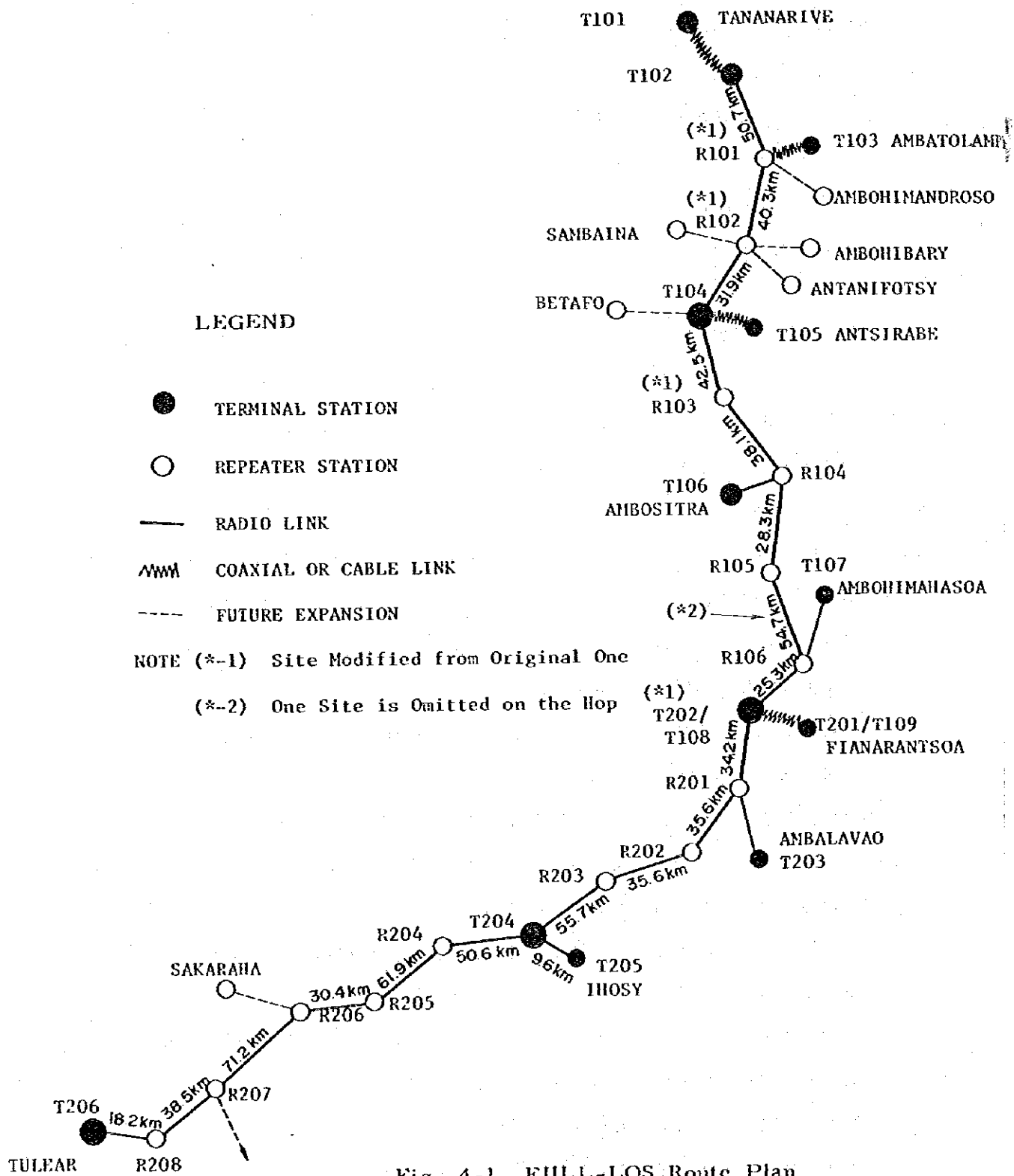


Fig. 4-1 FULL-LOS Route Plan

**LEGEND**

● TERMINAL STATION

○ REPEATER STATION

— RADIO LINK

≡≡≡ COAXIAL OR CABLE LINK

--- FUTURE EXPANSION

(As to the link between TANANARIVE and FIANARANTSOA, refer to Fig. 4-1.)

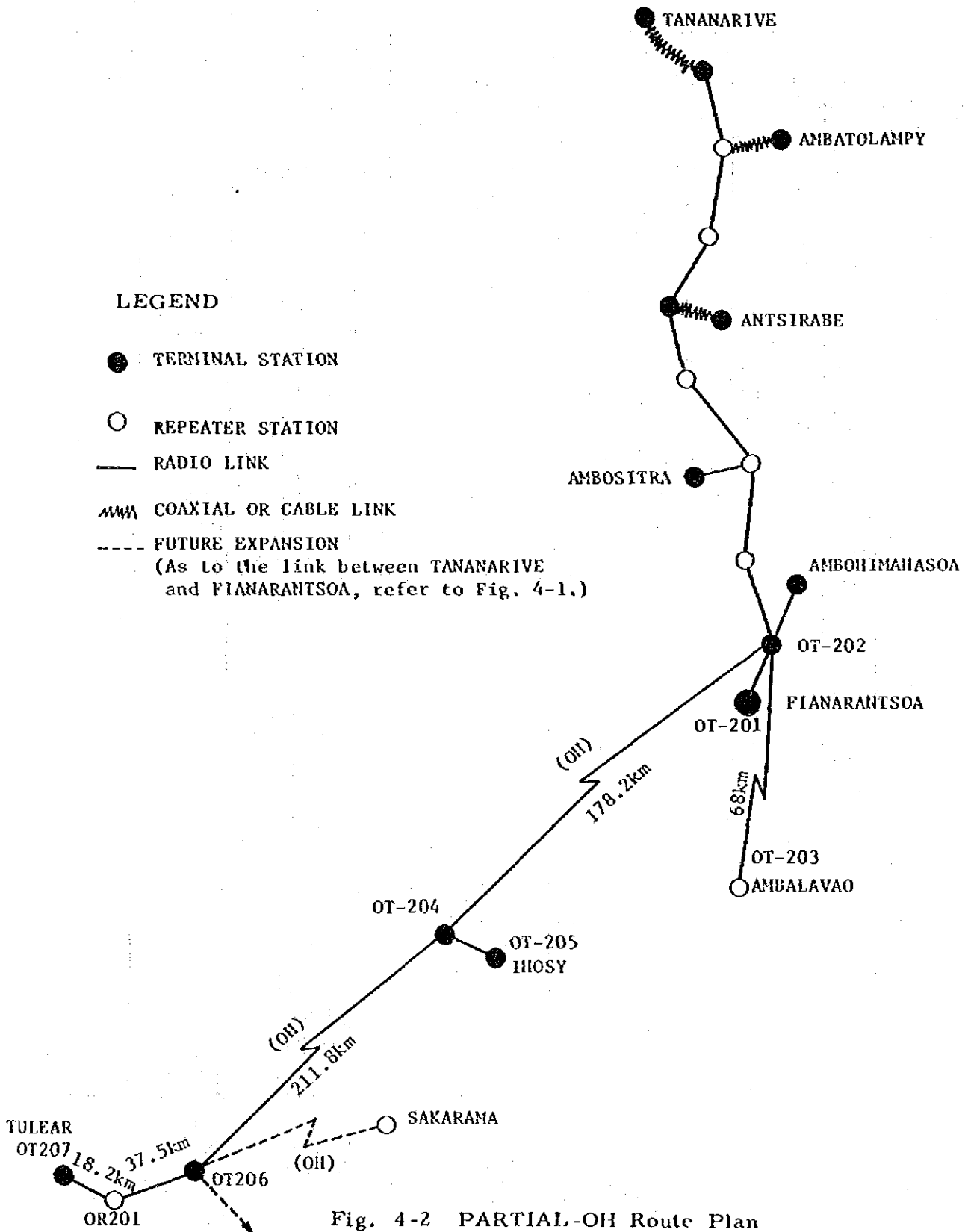


Fig. 4-2 PARTIAL-OH Route Plan

Table 4-1 Outlines of Station Sites (FULL-LOS Route Plan)

(A) FULL-LOS Plan

City	Site Code	Position		Altitude	Access Road		Tower Height	Power Supply	Building	Remarks
		Long.	Lat.		Newly const.	To be repaired				
TANA	T101			(m)	-	- (km)	- (m)	Com.	Exist.	Cox. 3km
TANA	T102	47°31'56"	18°55'31"	1405	-	-	20	Com.	Exist.	
	R101	47°26'52"	19°22'34"	1640	-	-	40	Com.	-	
AMBATO	T103				-	-	-	Com.	Exist.	Cable 3km
	R102	47°06'30"	19°39'16"	1950	2.5	3.0	30	Com.	-	
ANTSI	T104	47°00'30"	19°52'41"	1650	-	-	20	Com.	-	
ANTSI	T105				-	-	-	Com.	Exist.	Cox. 5km
	R103	47°05'16"	20°15'16"	1673	-	-	10	-	-	
	R104	47°16'26"	20°33'03"	1625	-	1.0	50	Com.	-	
AMBO	T106	47°14'31"	20°31'51"	1300	-	-	20	Com.	Exist.	
	R105	47°10'44"	20°47'26"	1813	1.5	-	35	-	-	
	R106	47°14'40"	21°16'51"	1422	1.0	-	20	-	-	
AMBOHI	T107				-	-	20	Com.	Exist.	
FIANA	T108	47°04'29"	21°26'43"	1387	1.0	-	20	Com.	-	
FIANA	T109				-	-	-	Com.	Exist.	Cox. 4km
FIANA	T201			Same as T109						
FIANA	T202			Same as T108						
	R201	46°57'39"	21°44'08"	1400	3.0	-	10	-	-	
ANBALAVAO	T203	46°56'00"	21°51'	1000	-	-	20	-	Exist.	
	R202	46°42'42"	21°56'21"	1350	4.0	-	20	-	-	
	R203	46°22'47"	22°01'30"	1061	2.0	-	40	-	-	
IHOZY	T204	46°02'06"	22°24'43"	1121	-	-	60	-	-	
IHOZY	T205	46°07'40"	22°24'05"	725	-	-	20	-	-	
	R204	45°33'18"	22°30'37"	950	0.5	-	60	-	-	
	R205	45°01'34"	22°46'42"	1100	0.5	-	20	-	-	
	R206	44°44'02"	22°49'24"	875	-	3.5	45	-	-	
	R207	44°07'00"	23°07'04"	491	1.5	1.0	45	-	-	
	R208	43°50'46"	23°21'33"	200	-	-	20	-	-	
TULEAR	T206	43°40'07"	23°21'26"	3	-	-	30	Com.	Exist.	



(B) PARTIAL-OH Plan

City	Site Code	Position		Altitude (m)	Access Road		Tower Height (m)	Power Supply	Building	Remarks
		Long.	Lat.		Newly const.	To be repaired.				
FIANA	OT201	47°05'26"	21°26'30"	1250 (m)	-	-	50 (m)	Com.	Exist.	
	OT202	47°14'40"	21°16'51"	1422	1.0	-	15	-	-	
AMBALAVAO	OT203	46°56'	21°50'	1000	-	-	20	-	-	
	OT204	46°02'51"	22°27'06"	1142	0.3	-	15	-	-	
IHOSY	OT205	46°07'40"	22°24'05"	725	-	-	20	-	-	
	OT206	44°07'18"	23°08'08"	488	1.5	1.0	15	-	-	
TULEAR	OT201	43°50'46"	23°21'33"	200	-	-	20	-	-	
	OT207	43°40'07"	23°21'26"	3	-	-	30	Com.	Exist.	

## 付録 4-2 各区间プロフィール

Fianarantsoa - Tuléar 間の置局選定にさいしては、中継局数、アクセス道路長の削減に努めた結果、見通し外方式に経済的に対抗できる見通し内方式用のルートを選定できた。これは第 8 章で述べる両方式案の総合評価で、FULL-LOS案を有利に導く大きな要因の一つになっている。

### 4-4 システム構成と機器の諸元

#### 4-4-1 システム構成の基本

##### (1) 電話用システム

##### 1) FULL-LOS案の場合

Tananarive - Fianarantsoa - Tuléar 間の都市の配置、電話回線のドロップ数、無線システムの切替区間長等を勘案して、ベース・バンド切替をおこなう局を Tananarive、Antsirabe、Fianarantsoa、Ihosaloa、Tuléar の 5 局とし、4 切替区間構成とする。これら 5 局には変復調器を設置し、ベース・バンド全体を変復調する。

その他の局で電話を分岐・挿入する場合は、回線数が少ないので、Leaking 法によることとし、伝送品質の劣化を避け建設費の低減を計る。また Ambositra、Ihosaloa への分岐は 4 GHz 帯を使用し伝送容量 300 CH とするが、それ以外の分岐用無線システムは、主システムの使用周波数以外の適当な周波数帯を使用し、その伝送容量は 60 CH とする。

##### 2) PARTIAL-OH案の場合

見通し外方式を適用する区間の 3 つの無線端局は、それぞれ対応する都市から離れているため、これら 3 端局と都市を結ぶエントランス用無線システムが必要である。その伝送容量は、見通し外方式のそれにあわせ、電話 300 CH または白黒テレビ 1 CH のものを採用する。使用周波数は、Tananarive - Fianarantsoa と同様の 4 GHz 帯を推奨する。

Ambalavao、Sakaraha への電話分岐には、小容量見通し外通信方式を採用する。

伝送品質が、CCIR REC 397-2 を満足するよう機器の諸元を決定する。

##### (2) テレビ用システム

##### 1) FULL-LOS案の場合

テレビ信号は常時 Tananarive より送信され、他の都市よりインサージョンされ

ることはほとんどないと考えられる。したがって第8章で述べるごとく、下り方向はテレビ専用のマイクロ波システム1回線による伝送、上り方向は予備システムによる伝送を前提としてシステム構成をおこなう。

また電話のように、4つの都市でベースバンド切替を実施する必要はなく、IF切替方式を採用して、経済化と伝送品質の向上を計ることとする。テレビ放送局とマイクロ波中継所が離れている場合は、テレビ用STリンクまたは同軸ケーブル方式により接続する。

## 2) PARTIAL-OH案の場合

見通し外方式の区間には、見通し内方式にあるような予備システムが一般にないため、予備の共用や予備システムによるテレビ信号の伝送ができないので、上下両方向ともテレビ専用の無線システムを増設する必要がある。また見通し内方式のように、映像と音声信号を同時伝送できないので、音声は電話用システムにより分離して伝送しなければならない。また波形歪軽減のため、見通し内方式より変調周波数偏移を少くするので、両方式の接続点はIF接続でなくVIDEO接続とする必要がある。ダイバシティ合成も伝送帯域が広いので、IFによる4重合成方式を採用する。送信出力・受信機NF等主要諸元は電話用のものと同一とする。

## (3) 監視制御システム

監視制御システムの構成は、無線システム構成ならびに保守体制と密接に関連する。FULL-LOS案の場合、無線システムを機能的に保守していくためには、第6章保守運用で述べるように、Tananarive、Antsirabe、Fianarantsoa、Ihosy、Tulearの5局を有人局とする必要がある。

しかしすべての有人局でシステムの監視をする必要はなく、常時監視する局はできるだけ削減するのが要員配置上望ましい。したがって、Tananarive、Fianarantsoa、Tulearの3局を監視局とし、これら3局に全区間の監視を分担させる。

PARTIAL-OH案の場合は、3局の見通し外方式無線局はそれぞれ、Fianarantsoa、Ihosy、Tulearの端局で監視することとし、原則として無人局設計とする。

各局間打合せ回線は、保守運用組織が円滑に機能するよう、すべての関係局間に設定する。

また監視制御信号、打合せ電話信号の伝送は、マイクロ波システムの下部ベースバンドを利用しておこない、現用システムが障害の場合は予備システムに寄せ替える等の対

策を講じるものとする。

無人保守のテレビ放送局にかんする監視制御線は、電話用とは別個に設け、Tanana-  
rive の中央放送局で全局を監視制御するのが適当と考えられる。勿論伝送路はマイク  
ロ波システムに内蔵する。また P T T と R T M の責任分界点は、S V C の入力端子、S V S  
の出力端子とするのが合理的である。

#### (4) 電源方式の選定

##### 1) 商用電力が利用できる場合

商用電力が利用できる場合は、これを整流して負荷に供給しながら、バッテリーを  
浮動充電する「商用 + B A T T 浮動充電」方式を採用し、停電時のバック・アップ用  
に予備エンジンを 1 台設置する。また既設の電話局等に収容される場合は、既設電源  
を極力利活用する。

##### 2) 商用電力が利用できない場合

最近、無線機の固体電子化が進んだ結果、マイクロ波中継所の消費電力は著しく低  
減されてきた。本マイクロ波システムにも低消費電力型のものを導入して、電源保守  
の簡略化と経済化を計った。

負荷の消費電力が数百 W A T T 以下の電源方式としては、各種方式が実用化されてい  
るが、年経費に着目してその適用領域を示すと概略次のようになる。

(方式)	(負荷電力)
太陽電池方式	0 ~ 6 0 W A T T
Thermo-generator 方式	6 0 ~ 2 5 0 W A T T
「E G + B A T T 充放電」方式	2 5 0 ~ 7 0 0 W A T T
「E G + B A T T 浮動充電」方式	7 0 0 W A T T 以上

今回、商用電力を利用できない中継所の推定負荷電力は、おおむね次のように分布  
している。

分岐のない単純な中間中継所 ( 7 局 )

9 5 ~ 1 4 0 W A T T

分岐のある中間中継所、および搬端装置のない端局中継所 ( 4 局 )

3 5 0 ~ 6 0 0 W A T T

搬端装置のある端局中継所 ( 3 局 )

8 0 0 ~ 1 5 0 0 W A T T

したがって、第 2 ~ 第 3 のケースは、それぞれ「E G + B A T T 充放電」方式、な

らびに「EG+BATT浮動充電」方式が適用される。ここで「EG+BATT充放電」方式とは、EGの稼働時間を極力短縮し、EGの休止期間中はバッテリーから負荷に電力を供給する方式で、EGの保守周期を延長し、あわせて燃料消費量の節減を計ったものである。EGの保守周期は、定期保守6カ月に1回、オーバーホール8年に1回程度となる。

分岐のない単純な中間中継所の場合、上記適用領域より Thermo-generator 方式が経済的であることがわかる。しかしこの方式は、EGを使用する方式に比べて、燃料の入手および燃料の運搬に難がある。EGの場合年1回の燃料輸送ですむのに対し、Thermo-generator方式では500kg入りのボンベ(重量約1トン)を年間9ヶ(消費電力100WATTの場合)運搬しなければならない。

そこで、年経費は少々割高となるが、燃料運搬の必要がない太陽電池方式を、消費電力100WATT以下で、しかも交通事情の悪い区間に適用することが考えられる。太陽電池は最近の技術の進歩によりそのコストが低減しつつあり、耐用寿命の改善も計られている。予定される区間は比較的日射量が多く経済設計が可能である。また燃料の補給を必要としないので、徒歩での巡回保守をおこない、アクセス道路の建設・保守費を削減できる可能性もある。さらに将来道路の建設が困難な地域にマイクロ回線を拡張する場合には、太陽電池方式の採用は不可欠となると予想される。そのためには今からこの方式につき経験を積んでおくことも有意義であろう。

一方太陽電池方式を採用する場合の問題点は、

(1)中継所候補地の近くに気象台がないため、設計に必要な正確な日射データが得られない。

(2)日射量の年間変動の推定が困難な場合がある。

等である。

したがってその導入前に候補地で日射データを約1年間測定し、最寄気象台のデータとの関連性を把握して設計に反映させること、および可搬形小容量エンジンと充電装置を用意し、太陽エネルギーの予期しない減少、巡回時の負荷の増加等に備えること等を考慮しておく必要がある。

上記のような考察の結果、電源方式の選定方針を次のように定める。

(1) 「EG+BATT浮動充電」方式

消費電力700WATT以上の局(3局)

(ただしT204局はテレビ放送をおこなうため、消費電力700WATT以下であるが本方式を採用する局に含める)

(2) 「EG + BATT充放電」方式

消費電力700WATT以下の局(8局)

(ただし(3)のケースを除く)

(3) 太陽電池方式

消費電力100WATT以下で、交通事情のわるい局 (3局)

ただし、太陽電池方式の採用は、現地における日射量調査の結果をまっけて決定することとし、以下の章では、太陽電池方式該当局の電源もすべて「EG + BATT充放電」方式として記述をすすめる。

4-4-2 具体的システム構成と機器の諸元

(1) FULL-LOS案無線システムの構成と機器の諸元

第4-3図にこのシステムの具体的構成を示す。第8章で述べる理由によりシステム構成は、下り；現用2+予備1システム、上り；現用1+予備1システムとし、電話伝送に上下現用 $N_0 - 1$ システムを、テレビ伝送には下り現用 $N_0 - 2$ システムと上り予備システムを使用することとした。テレビの上り伝送は、途中の局で分岐しないで一旦 Tananarive まで伝送し、分岐は下りシステムでおこなうこととした。

また電話伝送のみを考慮した場合とテレビ伝送を付加した場合を区別するため、テレビ用に付加する部分は太線で示した。

なお第4-2表には、電話ならびにテレビ信号の分岐方法を参考に示した。

FULL-LOS案無線システムを構成する主要機器に要求される諸元の概要を以下に示す。第4-5節に述べる伝送品質はこれらの数字をもとに算出されている。

(送受信装置)

- |            |                               |
|------------|-------------------------------|
| (1) 無線周波数  | 4GHz帯<br>(CCIR REC. 382-2による) |
| (2) 伝送容量   | 電話960CH、またはカラーテレビ1CHおよび音声3CH  |
| (3) 中継方式   | ヘテロダイン中継方式                    |
| (4) 送信出力   | 0.5または1.0WATT                 |
| (5) 雑音指数   | 4.5または6.5dB                   |
| (6) AGC特性  | 50dB                          |
| (7) SQLレベル | -75~-80dBm                    |
| (8) 振幅特性   | ±10MHzで偏差0.4dB以内              |
| (9) 位相特性   | ±10MHzで偏差3nS以内                |

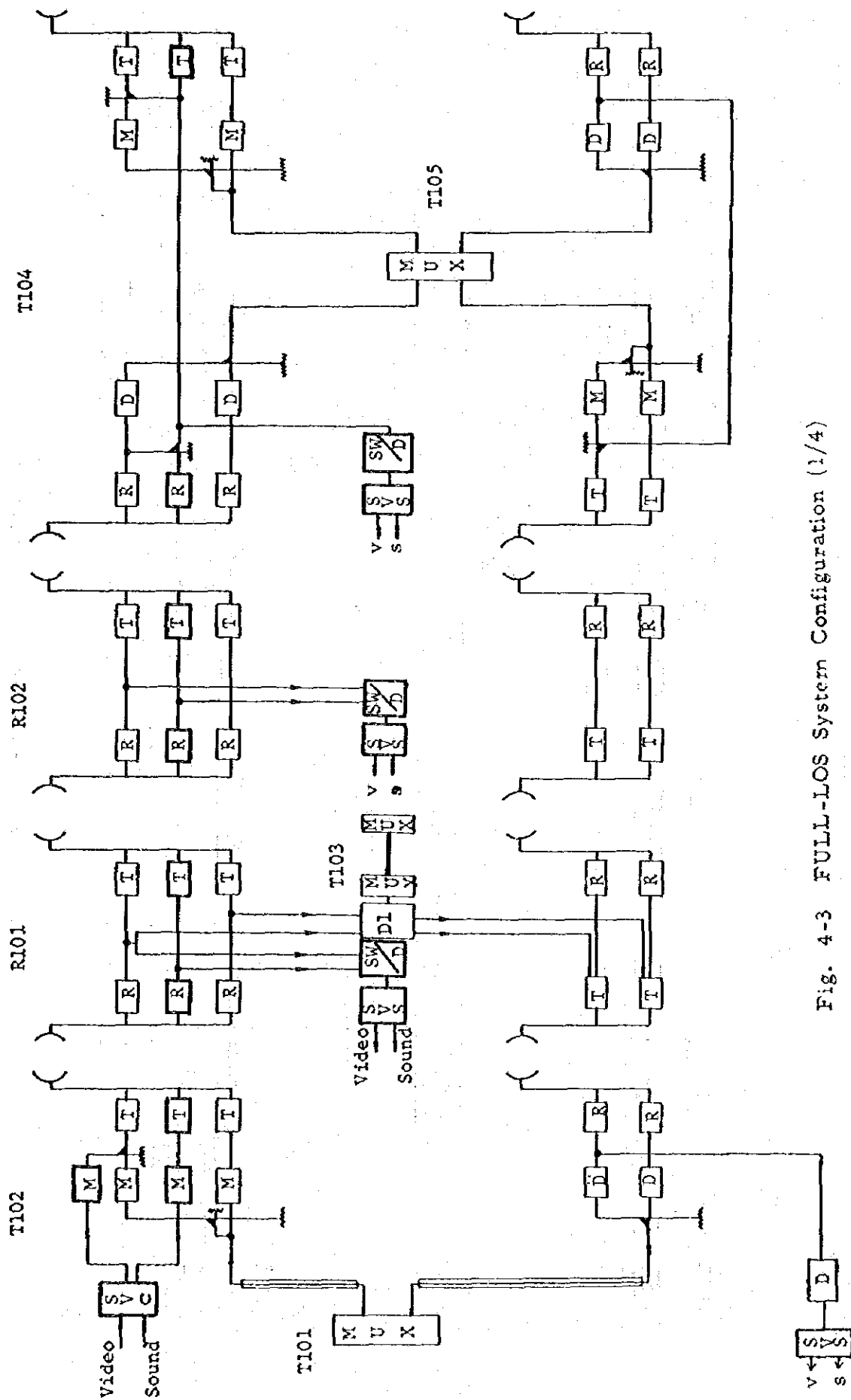


Fig. 4-3 FULL-LOS System Configuration (1/4)

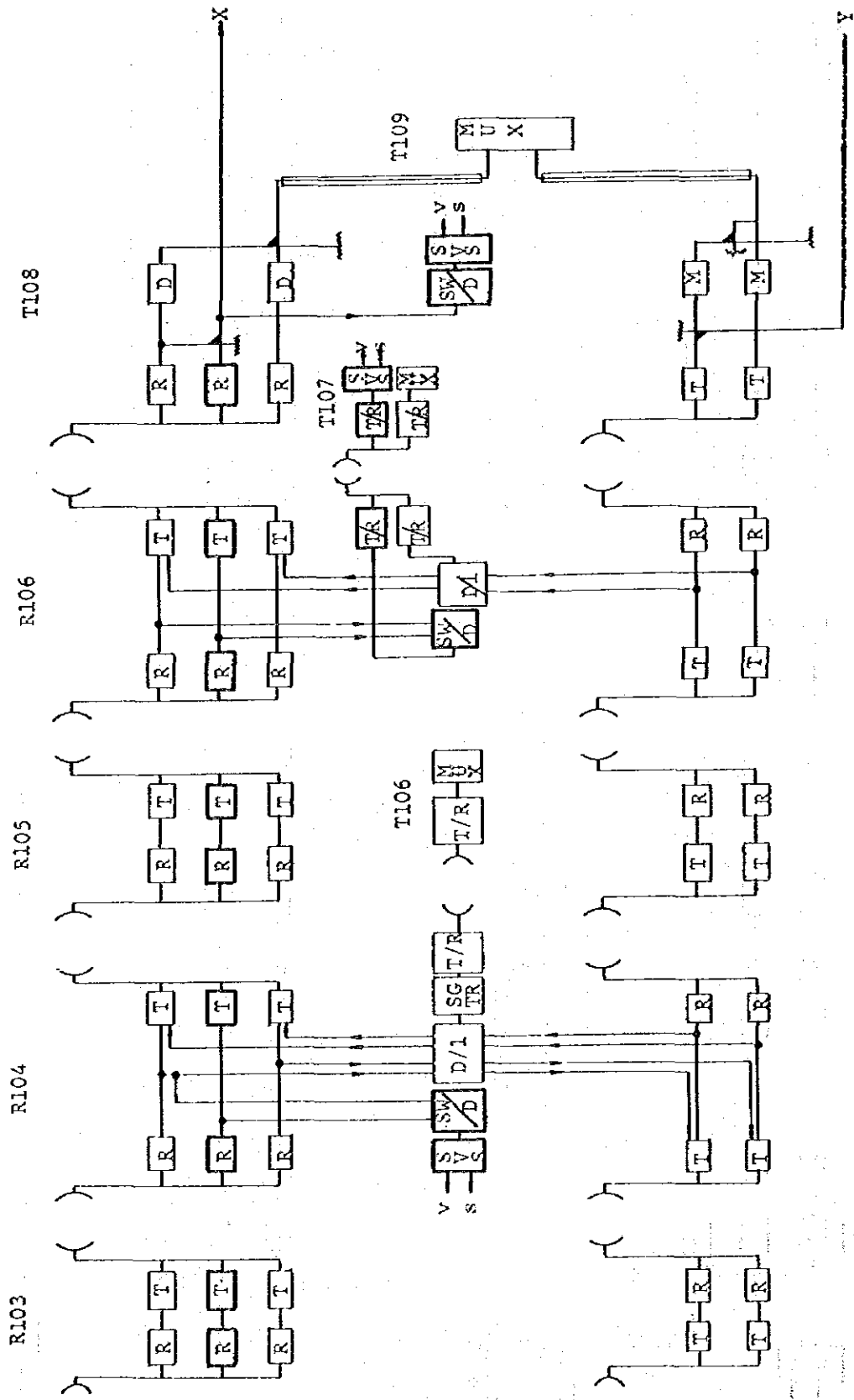


Fig. 4-3 FULL-LOS System Configuration (2/4)



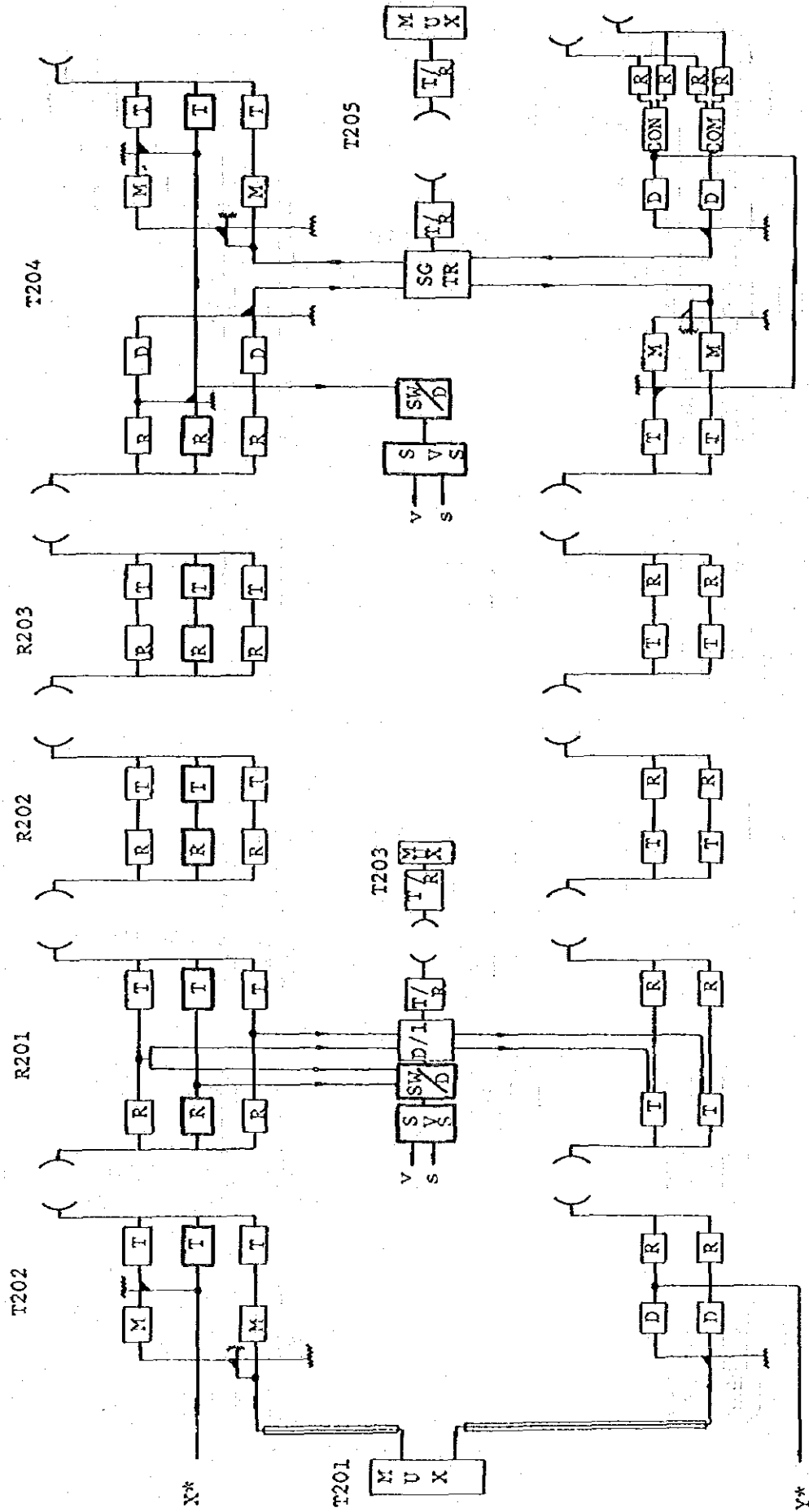


Fig. 4-3 FULL-LOS System Configuration (3/4)

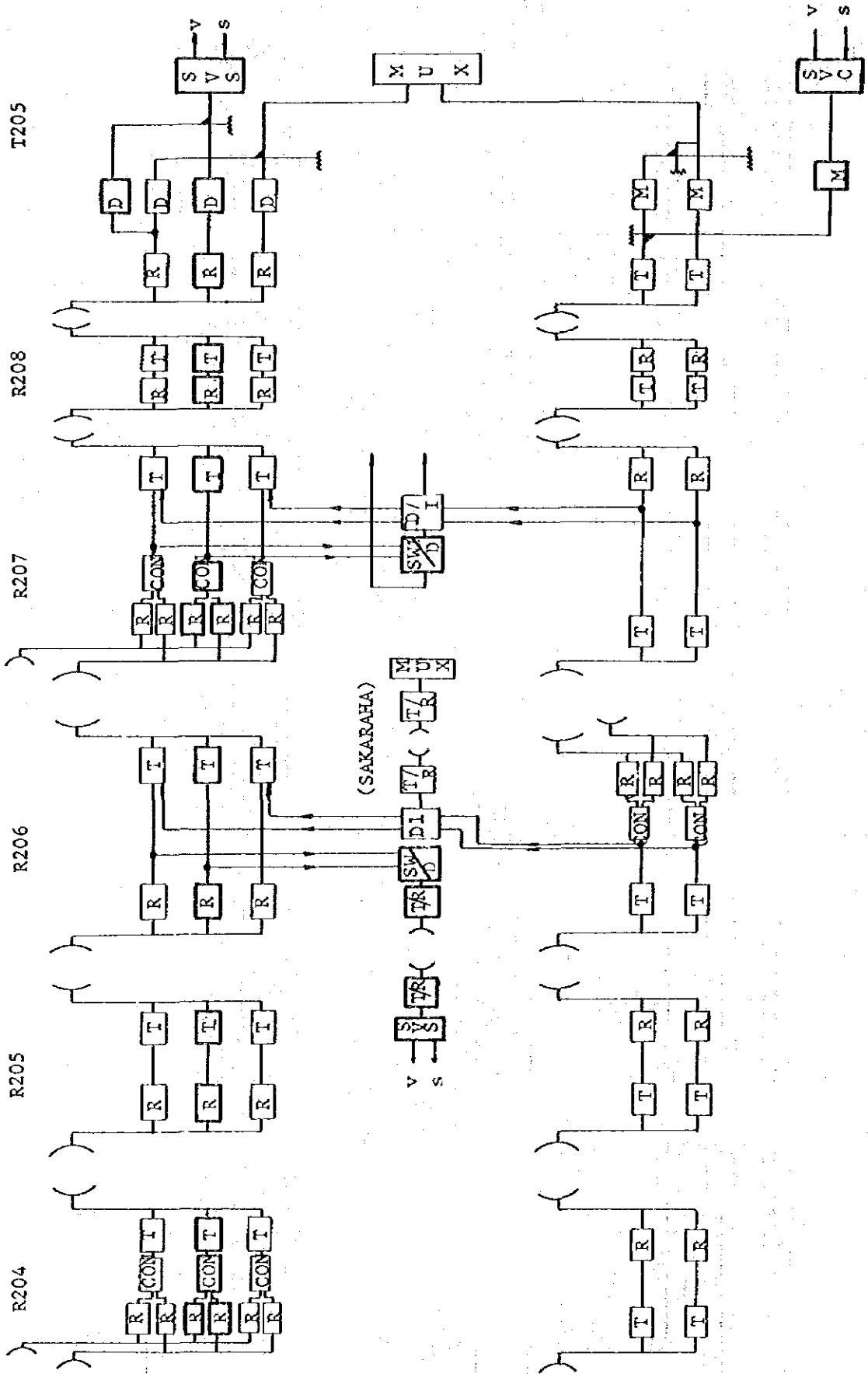


Fig. 4-3 FULL-LOS System Configuration (4/4)

第4-2表 電話、TV信号の分岐方法 (FULL-LOS案)

SITE CODE	分岐する都市名	分岐方法	
		電 話	T V
R 1 0 1	AMBATOLAMPY	局内にMUXを設置してVOICE・CHANNELにおとし200対ケーブルでPTT電話局に引込む	同軸ケーブルにて放送所に引込む
R 1 0 2	3都市	—	同一局内にてTV送信機と接続する
T 1 0 4	ANTSIRABE	同軸ケーブル6対(960CH容量)にてT 1 0 5に引込む	同一局内にてTV送信機と接続する
R 1 0 4	AMBOSITRA	マイクロシステム(4GHz/300CH容量)にてT 1 0 6に引込む	同一局内にてTV送信機と接続する
R 1 0 6	AMBATOMAHASOA	マイクロシステム(60CH容量)にて、反射板を使用してPTT電話局に引込む	電話分岐用のアンテナ、反射板を使用してマイクロシステムでPTT電話局に引込み、そこから放送所に同軸で接続
T 1 0 8	FIANARANTSOA	同軸ケーブル6対(960CH容量)にてT 1 0 9に引込む	同軸ケーブルにて放送所に引込む
R 2 0 1	AMBALAVAO	UHFシステム(60CH容量)にてPTT電話局に引込む	マイクロ・システムにて市内放送所にひきこむ
T 2 0 4	IHOSY	マイクロシステム(4GHz/300CH容量)にてT 2 0 5に引込む	同一局内にてTV送信機と接続する
R 2 0 6	SAKARAHA	UHFシステム(60CH容量)にてPTT電話局に引込む	マイクロシステムにて市内放送所にひきこむ
R 2 0 7	ルート分岐	リーキング方式にて分岐	I Fにて分岐

(10) 入出力インピーダンス	± 10 MHz で VSWR 1.03 以下
(11) IF 出力	70 MHz、+4 dBm 75Ω アンバランス
(12) 周波数安定度	10 <sup>-4</sup>
(13) 電源電圧	-24V ± 10%
(14) 周囲温度	0 ~ 45°C
(15) 消費電力	20 WATT 以下
( 変復調装置 )	
(1) 変調方式	FM方式
(2) Base Band 周波数帯域	60 ~ 4188 KHz ( 電話の場合 ) 0 ~ 6 MHz ( TVの場合 )
(3) 周波数偏移	200 KHz / CH ( 電話の場合 ) 8 MHz P-P ( テレビの場合、エンファシス無し )
(4) エンファシス	CCIR Recによる
(5) 入出力レベル	入力 - 45 dBm 出力 - 20 dBm ( 電話の場合 ) 入出力 1V, P-P ( テレビの場合 ) 70 MHz +4 dBm
(6) IF周波数・入出力レベル	
(7) 変調直線性	± 6 MHz で 2% 以下
(8) 復調直線性	± 6 MHz で 2% 以下
(9) 周波数安定度	70 MHz ± 5 KHz
(10) 電源電圧	-24V ± 10%
(11) 周囲温度	0 ~ 45°C
( アンテナ・フィーダ )	
(1) アンテナ利得	( 直径 4 m ) 41.0 dB ( 直径 3.3 m ) 39.5 dB

- (2) 入出力インピーダンス      VSWR 1.08以下
- (3) フィーダ伝送損失          0.03dB/m
- (4) フィーダイインピーダンス      VSWR 1.05以下

(2) PARTIAL-OH案無線システムの構成と機器の諸元

第4-4図にこのシステムの具体的構成を示す。Tananarive - Fianarantsoa間は、FULL-LOS案の場合と同様であるので省略する。(正確には、R106-T108-T109の区間は、R106-T109のように直結される。)

見通し外方式区間のシステム構成は電話用、テレビ用上下各1システムとし、テレビ用に付加する部分は太線で示した。

また電話ならびにテレビの分岐方法は第4-3表に参考として示した。

第4.3表 電話、TV信号の分岐方法(PARTIAL-OH案)

(註) TANANARIVE-FIANARANTSOA間は略す

SITE CODE	分岐する都市名	分岐方法	
		電話	TV
OT-202	AMBALAVAO	小容量OH方式(2GHz容量)によりPTT電話局に引込む。	FIANARANTSOA放送局の電波を受けて、放送波中継によりサービスする。
OT-203	IHOSY	見通内マイクロシステム(4GHz容量)にてOT204に引込む。	同一局内にてTV送信機と接続する。
OT-205	SAKARAH	小容量OH方式(2GHz容量)によりPTT電話局に引込む。	見通し内マイクロシステムにて市内放送所に引込む。
OT-205	ルート分岐	リーキング方式にて分岐	IF接続にて分岐

PARTIAL-OH案無線システムを構成する見通し外方式の主要機器に要求される諸元の概要を以下に示す。第4-5節に述べる見通し外方式の伝送品質はこれらの数字をもとに算出された。

(送受信装置)

- (1) 無線周波数                      2GHz帯  
  (CCIR REC 283-2)
- (2) 伝送容量                        電話300CH、または白黒テレビ1CH
- (3) ダイバシティ方式                周波数および角度合成による4重ダイバシティ

OT-201

OT-202 (RI06)

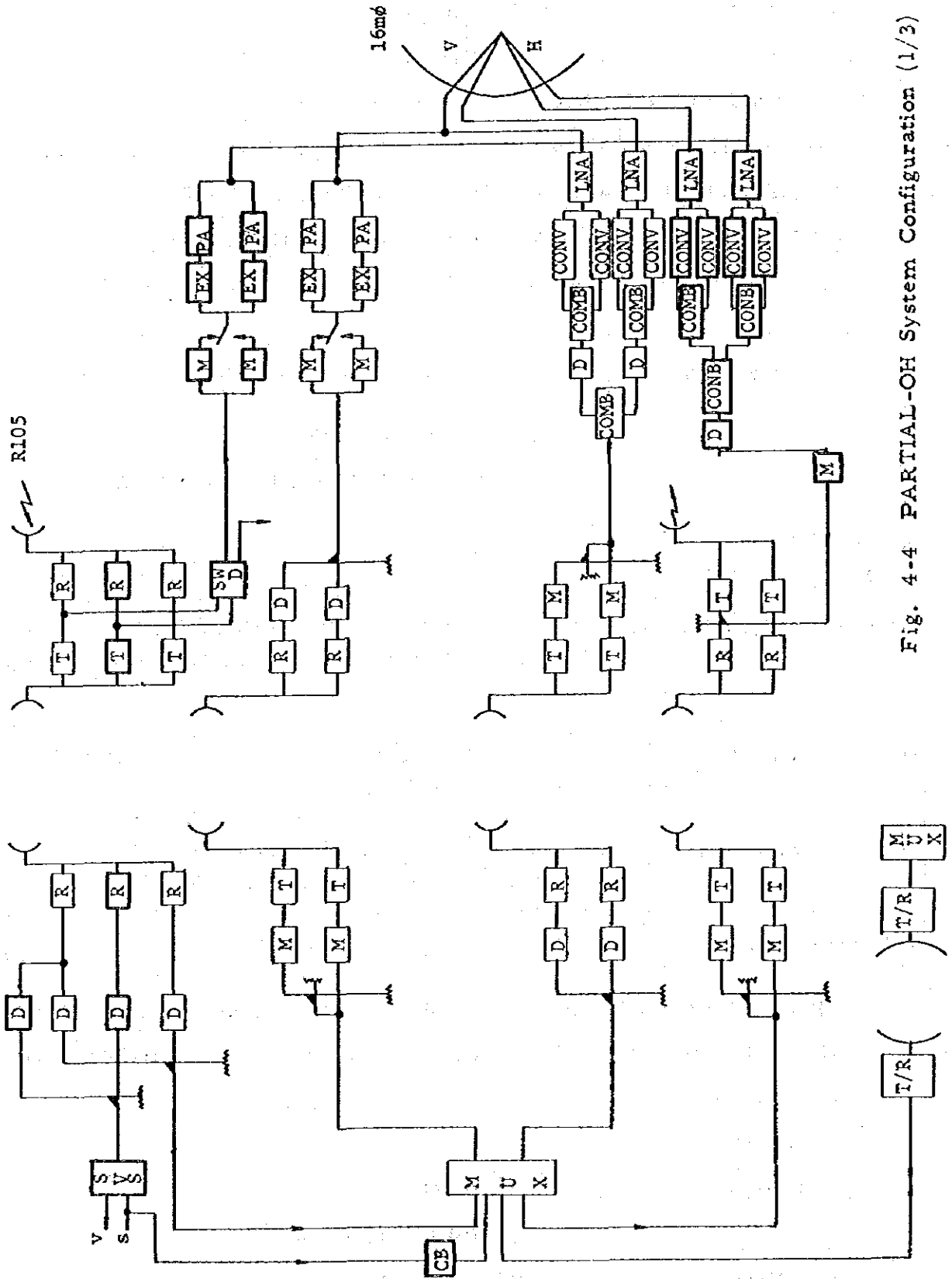


Fig. 4-4 PARTIAL-OH System Configuration (1/3)

AMBALAVAO

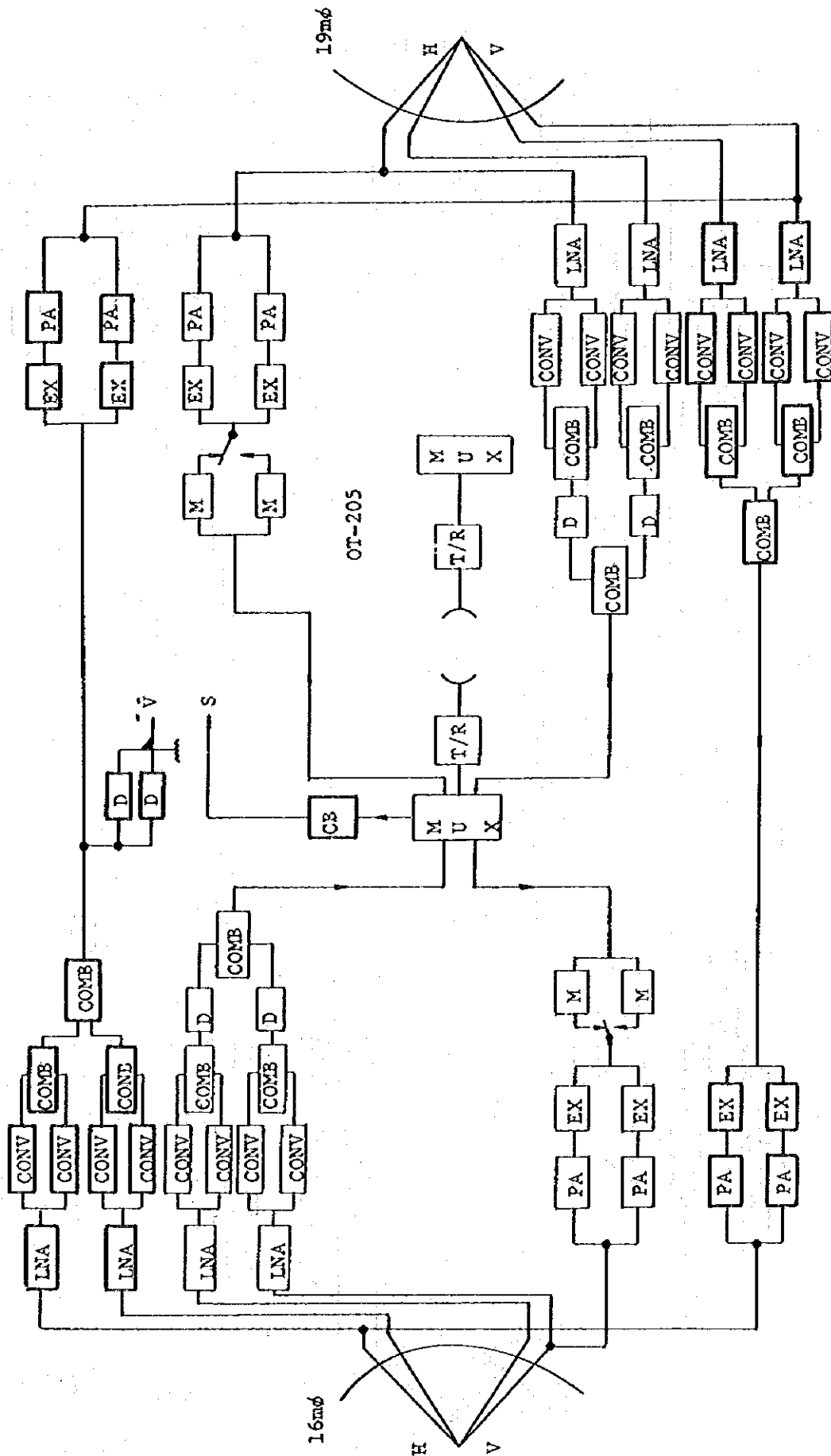


Fig. 4-4 PARTIAL-OH System Configuration. (2/3)

OT-207

OR-201

OT-206

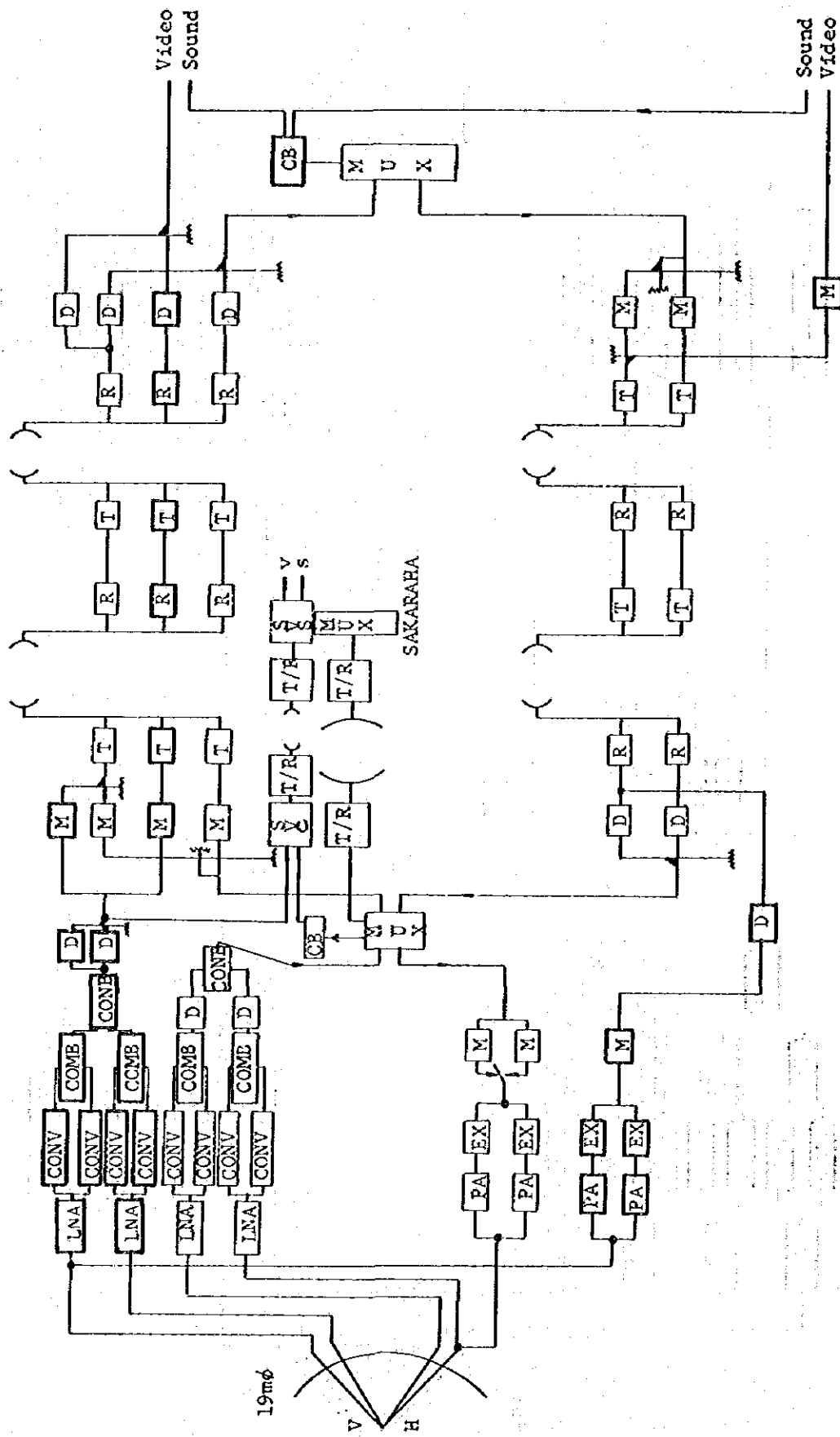


Fig. 4-4 PARTIAL-OH System Configuration (3/3)



- |                         |   |
|-------------------------|---|
| (4) 送信出力                | 1 KW  |
| (5) 出力インピーダンス           | V SWR 1.3以下   |
| (6) 送信周波数帯域             | 1.4 MHz   |
| (7) 送信周波数安定度            | $10^{-5}$   |
| (8) 受信雑音指数              | 2.5 dB以下  |
| (9) 受信入力インピーダンス         | V SWR 1.2以下   |
| (10) I F出力              | 7.0 MHz、+4 dBm  |
| (11) 受信帯域巾              | 1.4 MHz   |
| (12) 受信周波数安定度           | $10^{-5}$   |
| (13) 電源電圧               | 200/220V<br>AC、±3%、3φ   |
| (14) 周囲温度               | 0~45°C  |
| (変復調装置)                 |   |
| (1) 変調形式                | PM (電話の場合)<br>FM (TVの場合)  |
| (2) Base Band 周波数帯域     | 60~1300 KHz<br>(電話の場合)<br>0~6 MHz<br>(TVの場合)                    |
| (3) 位相偏移                | 0.3 rad/CH<br>(電話の場合)<br>4 MHz P-P<br>(TVの場合、エンファシスなし)          |
| (4) エンファシス              | CCIR、RECによる。  |
| (5) Base Band<br>入出力レベル | 入力 -45 dB r<br>出力 -20 dB r<br>(電話の場合)<br>入出力 1V、P-P<br>(テレビの場合) |
| (6) I F周波数・<br>入出力レベル   | 7.0 MHz +4 dBm  |

- |            |                 |
|------------|-----------------|
| (7) 変復調直線性 | ± 3 MHz で 5% 以下 |
| (8) 周波数安定度 | 70 MHz ± 5 KHz  |
| (9) 電源電圧   | - 24 V ± 10%    |
| (10) 周囲温度  | 0 ~ 45°C        |

(アンテナ・フィーダ)

- |                         |                                      |
|-------------------------|--------------------------------------|
| (1) アンテナ直径および<br>アンテナ利得 | 1.6 m φ …… 47 dB<br>1.9 m φ …… 49 dB |
| (2) アンテナ型式              | 2重偏波、垂直角度ダイバシティ用フィードホーン付<br>き        |
| (3) フィーダ損失              | 0.02 dB/m                            |
| (4) インピーダンス             | VSWR 1.2 以下                          |

(3) 監視制御システムの具体的構成と機器の諸元

監視制御システムは次の6つのサブ・システムから構成される。

- (1) 無線システム遠隔監視系
- (2) 無人化テレビ放送施設遠隔監視制御系
- (3) 無線システム切替制御系
- (4) 無人局打合せ回線
- (5) 電話運用打合せ回線
- (6) テレビ運用打合せ回線

FULL-LOS案、PARTIAL-OH案につき、上記各サブ・システムの構成を第4-5、4-6図にそれぞれ示す。

機器に要求される主要な性能諸元は以下のとおりである。

第4.5 - 4.6図 監視制御システム

(凡例)

- 有人端局
- ◎ 無人端局
- ⊗ 無人中間中継所
- 一般に中継所位置を示す
- 監視・制御の親局
- 市外電話局
- 有人テレビ放送局
- 無人テレビ放送局

Fig. 4-5 Supervisory and Control System (FULL-LOS System)

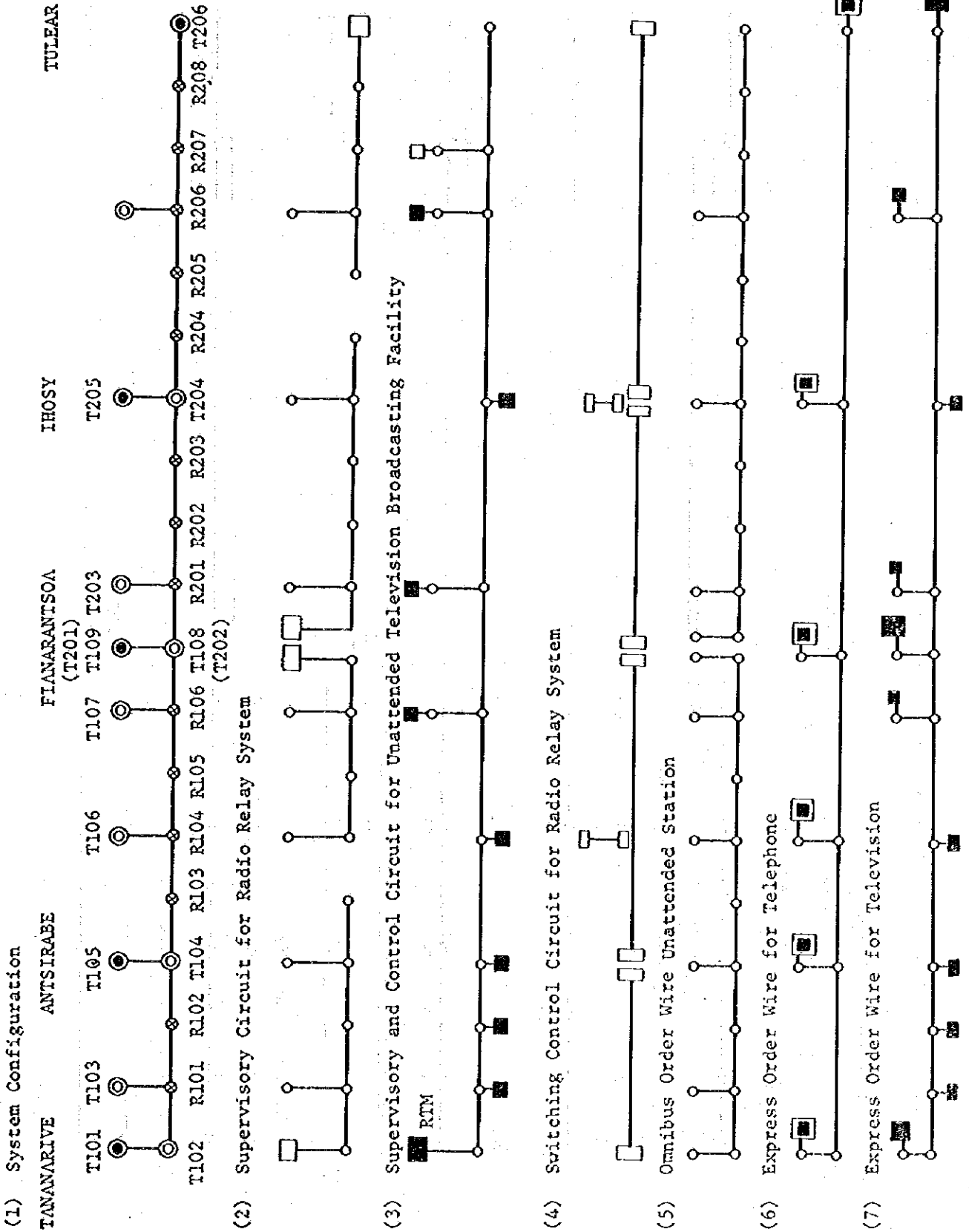
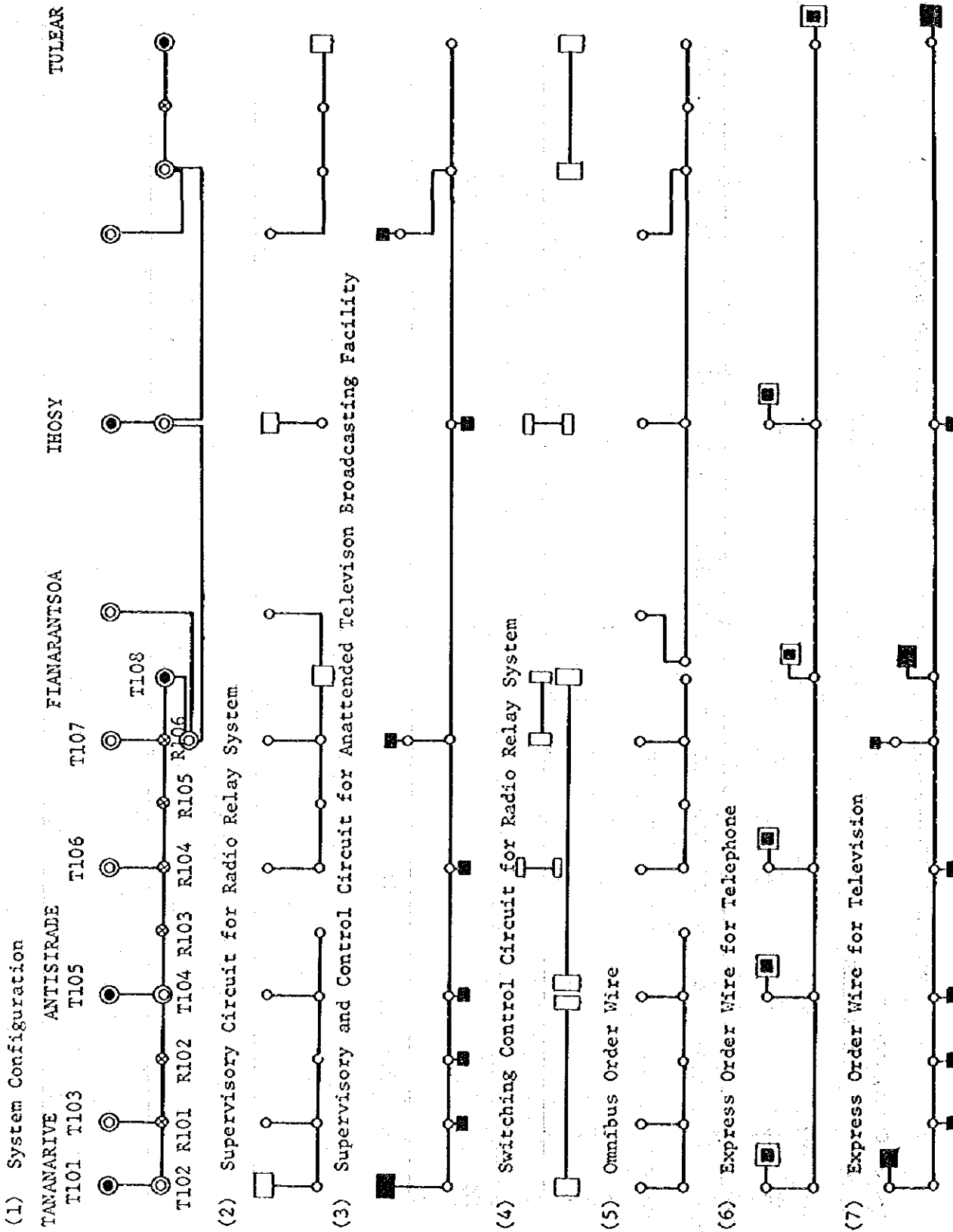


Fig. 4-6 Supervisory and Control System (PARTIAL-OH System)



機器に要求される性能は以下のとおりである。

(無線システム遠隔監視系)

- |             |          |
|-------------|----------|
| (1) 監視局数    | 10局以上    |
| (2) 監視項目数   | 32項目以上/局 |
| (3) 信号伝送帯域幅 | 4KHz     |
| (4) S/N     | 30dB以上   |

(無人化テレビ放送設備・遠隔監視制御系)

- |             |        |
|-------------|--------|
| (1) 監視局数    | 10局以上  |
| (2) 監視項目数   | 10項目以上 |
| (3) 制御項目数   | 5項目以上  |
| (4) 信号伝送帯域幅 | 4KHz   |
| (5) S/N     | 30dB以上 |

(無線システム切替制御系)

- |             |                |
|-------------|----------------|
| (1) 切替システム数 | 現用3システム以上      |
| (2) 切替制御時間  | 5ms以下          |
| (3) 切替時間    | 5 $\mu$ s以下    |
| (4) 分枝切替方式  | 追従式切替          |
| (5) 切替方式    | パイロットおよび雑音切替方式 |
| (6) 信号伝送帯域幅 | 20KHz          |
| (7) S/N     | 30dB以上         |

(4) 電源設備の具体的構成と機器の諸元

第4-4-1(4)項電源方式の選定で述べた方針により、各中継所の電源方式を決定すると、第4-4、4-5表に示すようになる。なお同表には、各局の電源設備の容量の算出結果も示してある。

Table 4-4 Power Supply Systems and Their Capacities (FULL-LOS System)

City	Site Code	Required Power (w)		Type of Power Supply	Capacity		
		DC	AC		EG(KVA)	RECT(A)	BATT(AH)
TANA	T101	2460	3000	COM	30	300	1800
TANA	T102	340	3000	COM	10	50	300
	R101	930	3000	COM	15	150	700
AMBATO	T103	40	-	COM	-	50	100
	R102	220	4000	COM	10	50	200
ANTSI	T104	450	4000	COM	10	100	400
ANTSI	T105	1240	3000	COM	15	150	900
	R103	95	3000	C/D	10	50	400
	R104	440	4000	COM	10	100	400
AMBO	T106	1200	3000	COM	15	150	900
	R105	95	3000	C/D	10	50	400
	R106	410	3000	C/D	15	150	1400
AMBOHI	T107	820	4000	COM	15	100	600
FIANA	T108	490	3000	COM	10	100	400
FIANA	T109	2350	3000	COM	20	300	1700
FIANA	T201	Same as T109					
FIANA	T202	Same as T108					
	R201	410	3000	C/D	15	150	1400
AMBALAVAO	T203	820	1000	FLOAT	15	100	600
	R202	95	3000	C/D *	10	50	400
	R203	95	3000	C/D *	10	50	400
IHOSY	T204	550	4000	FLOAT	10	100	400
IHOSY	T205	1350	3000	FLOAT	15	200	1000
	R204	140	3000	C/D	10	100	500
	R205	100	3000	C/D *	10	50	400
	R206	420	3000	C/D	15	200	1500
	R207	370	3000	C/D	15	150	1300
	R208	95	3000	C/D	10	50	400
TULEAR	T206	1700	3000	COM	20	200	1200

Remarks: COM: commercial power      FLOAT: EG + battery floating type

C/D: EG + battery charge/discharge type

\* Stations expected to introduce solar battery system

(Estimated solar battery capacity: 900 ~ 1000 watts.

Estimated battery capacity: necessary 2000 AH.)

Table 4-5 Power Supply Systems and Their Capacities (PARTIAL-OH System)

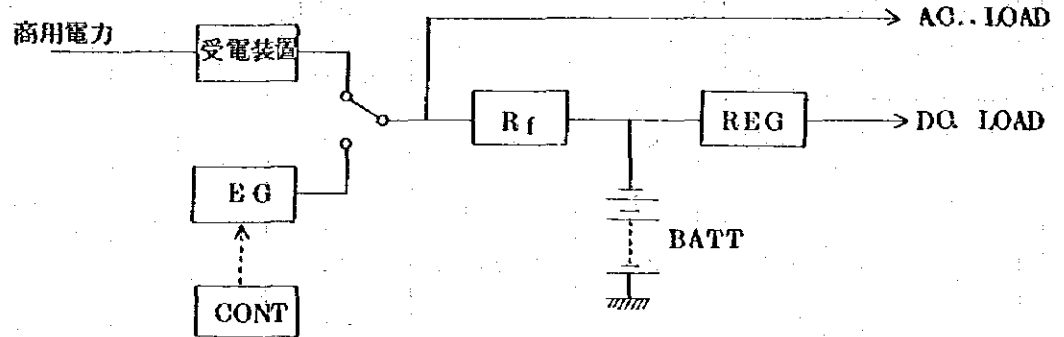
City	Site Code	Required Power (w)		Type of Power Supply	Capacity		
		DC	AC		EG(KVA)	RECT (A)	BATT (AH)
TANA	T101	2460	3000	COM	30	300	1800
TANA	T102	340	3000	COM	10	50	300
	R101	930	3000	COM	15	150	700
AMBATO	T103	40	-	COM	-	50	100
	R102	220	4000	COM	10	50	200
ANTSI	T104	450	4000	COM	10	100	400
ANTSI	T105	1240	3000	COM	15	150	900
	R103	95	3000	C/D	10	50	400
	R104	440	4000	COM	10	100	400
AMBO	T106	1200	3000	COM	15	150	900
	R105	95	3000	C/D	10	50	400
	R106	1650	23000	FLOAT	40	200	1200
AMBOHI	T107	820	4000	COM	15	100	600
FIANA	T108	2530	3000	COM	30	300	1800
FIANA	OT201		Same as T108				
FIANA	OT202		Same as R106				
AMBALAVAO	OT203	1400	3000	FLOAT	15	200	1000
IHOSY	OT204	1360	43000	FLOAT	60	200	1000
IHOSY	OT205	1350	3000	FLOAT	15	200	1000
	OT206	1460	23000	FLOAT	40	200	1100
	OR201	95	3000	C/D	10	50	400
TULEAR	OT207	1700	3000	COM	20	200	1200

Remarks: COM: commercial power      FLOAT: EG + battery floating type

C/D: EG + battery charge/discharge type

次に各電源方式の概要、諸元を述べる。

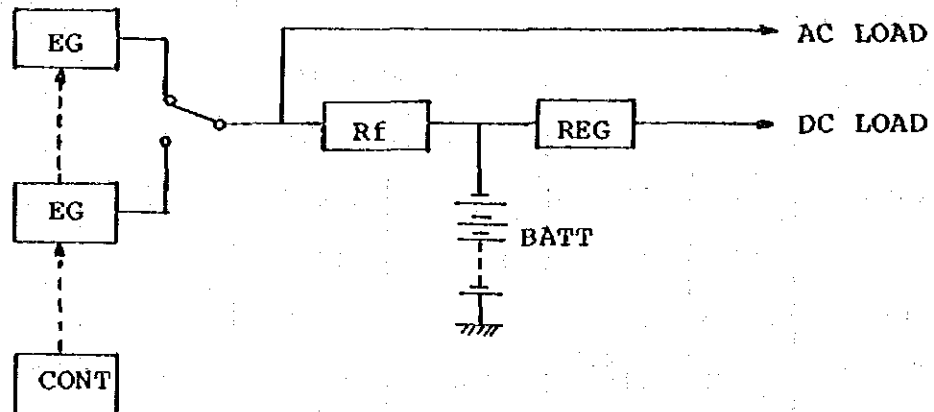
(商用電源 + B A T T浮動充電方式)



動作概要

- (1) 通常時は商用電力が整流され、B A T Tを浮動充電しながら負荷に供給される。
- (2) 商用電力が断の時は、EGが自動的に起動され、B A T Tの浮動充電、負荷への給電がなされる。
- (3) 商用電力が回復した時は、EGは自動的に停止し、(1)の状態に戻る。
- (4) 商用電力断でEG故障の場合はB A T Tより負荷に給電される。  
B A T Tの保持時間は10時間とする。
- (5) 定期的(週1回程度)にEGを強制起動してチェックする回路を設ける。

(EG + B A T T浮動充電)方式



動作概要

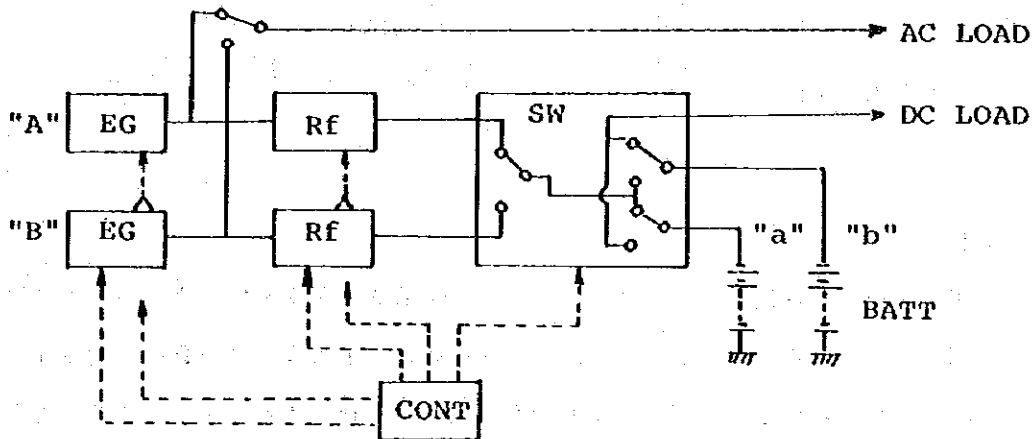
- (1) 通常時、EG 2台の交互運転(24時間交替)により負荷に給電するとともにB A T Tを浮動充電する。
- (2) EGが2台とも故障した時はB A T Tにより給電される。



BATTの保持時間は10時間とする。

- (3) 見通し外方式の場合はAC負荷の容量が大きいため通常、EGを3台設置し、交互運転(24時間交替)をおこなう。

(EG+BATT 充放電方式)



#### 動作概要

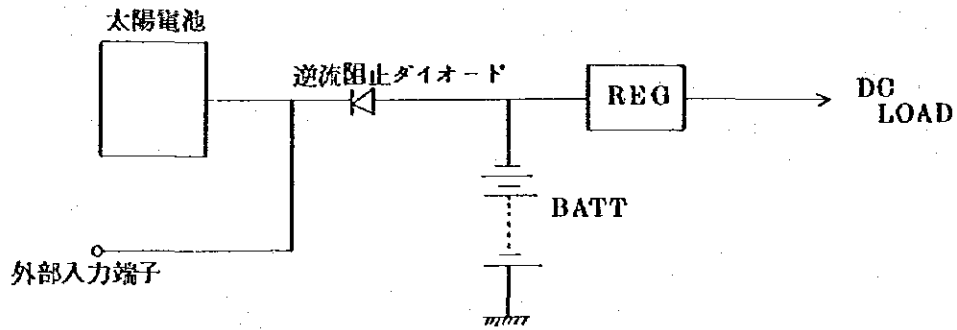
- (1) A系統のEGが動作し、Battery-aを充電する。この間 Battery-bが負荷に電力を供給する。
- (2) Battery-aの充電完了後も引き続き Battery-bが放電を続け、放電完了後自動的に Battery-aに切り替わり電力を供給する。
- (3) B系統のEGが動作し、Battery-bを充電する。この間 Battery-aが負荷に電力を供給する。

以上を交互にくりかえし負荷に電力を供給する。もし1系統のEGが故障した場合は他系統のEGが代理する充電は約12時間で120%均等充電される。

放電は72時間で100%放電される。

これらのプログラムはコントロール装置により自動制御される。

(太陽電池方式)



動作概要

- (1) 日照時、逆流阻止ダイオードをとおしてB A T Tを充電しながら負荷に給電する。
- (2) 夜間および十分な日照量がえられない時は、B A T Tより負荷に給電する。
- (3) 負荷電圧が規格を割るおそれのある場合は外部入力端子よりB A T Tを充電することができる。
- (4) 太陽電池の所要出力は、IHOSY地域の日照条件の場合、負荷電力の10倍以下、B A T Tの所要容量は2000AH以下と推定される。

(5) 搬送端局装置の具体的構成と機器

南部マイクロ波回線建設計画における必要回線の算定は、前第3章で取扱った回線需要予測結果に基づいてなされた。しかしながらTulear - Sakaraha間の回線に対する初期の回線数はP T Tとの合意に基づき省略されている。これ等の回線を収容する搬送電話端局装置の構成は第4-7図に示してある。

本マイクロ波回線に使用される搬送電話端局装置の主要機器の諸元の概要は次のとおりである。

1) 通話路交換装置 (CH-TR)

a) 周波数配列

CCITT Green Book G-211を適用する。

b) Level および Impedance (CH)側

4W Send -1 d Br ~ -16 d Br

4W Receive -6 d Br ~ +8 d Br

送受とも600Ω バランス

c) Level および Impedance (G)側

Send out -37 d Br

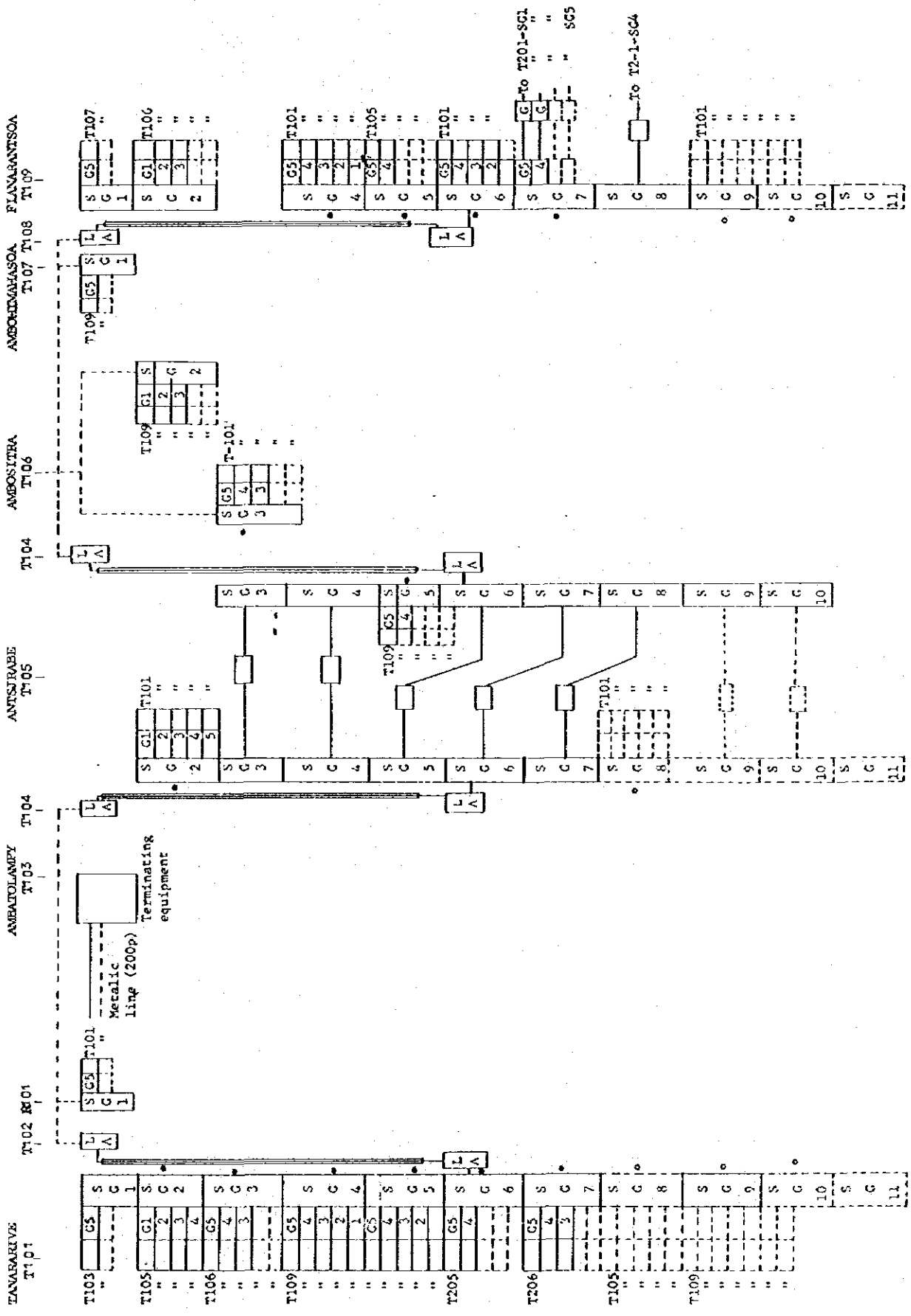


Fig. 4-7 Channel Accommodation Plan (1/2)

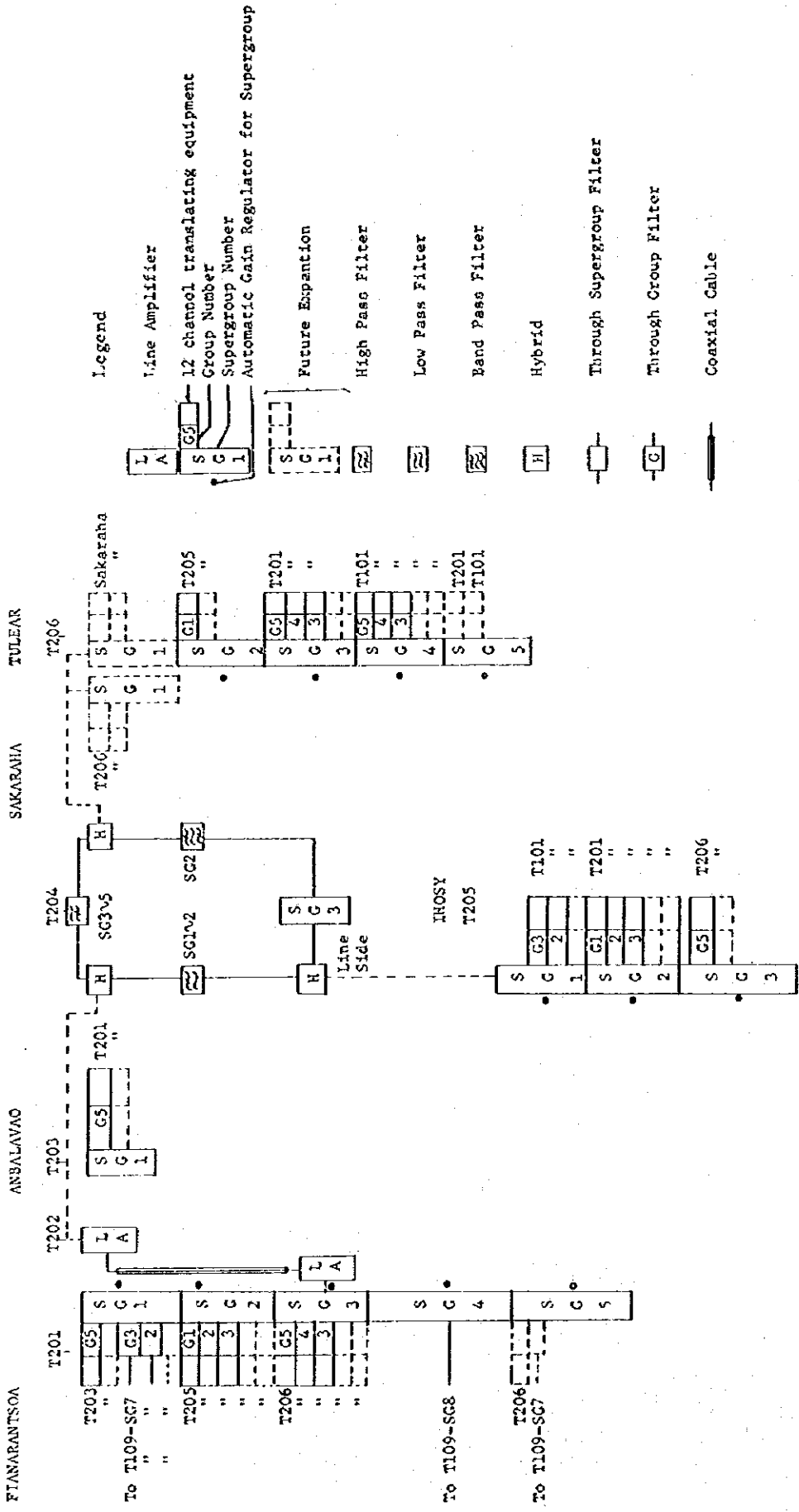


Fig. 4-7 Channel Accommodation Plan (2/2)

Receive in - 30 dBr

送受とも75Ωバランス。

d) 減衰歪、Carrier leak、直線性、Crosstalk等はCCITT Green-Book G-222を適用する。

e) Total NoiseはCCITT Green Book G-222を適用

f) 信号方式および周波数

3825Hz Tone on idle

## 2) 群変換装置(G-TR)

a) 周波数配列

CCITT Green Book G-233の図に基づくこと。

b) LevelおよびImpedance(G)側

Send in - 37 dBr

Receive out - 30 dBr

送受とも75Ωバランス

c) LevelおよびImpedance(SG)側

Send out - 35 dBr

Receive in - 30 dBr

送受とも75Ωアンバランス

d) 減衰歪

Basic group bandにおいて、送受信いずれも偏差0.5dB以内。

Channel bandにおいては、送受信いずれも偏差0.25dB以内。

e) Crosstalk

84KHzにおいて、遠端、近端漏話いずれも70dB以上。

f) Total noise

CCITT Green Book G-222に基づく。

## 3) 超群変換装置(SG-TR)

a) 周波数配列

CCITT Green Book G-423 図5に基づく。

b) LevelおよびImpedance(SG)側

SEND IN - 35 dBr

REC OUT - 30 dBr