

タイ 国

長距離市外電話網

フイージビリティ調査報告書

昭和 54 年 3 月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1050051[E0]

タイ 国

長距離市外電話網

フィージビリティ調査報告書

昭和 54 年 3 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
加入 月日	'84. 4. 21
	122
	64.7
登録No.	03660
	SDS



Discussion with TOT key persons



Discussion at Bangkok Maintenance Center



Rural district (Chok Chai)



Field survey at Kham Thale So



Field survey at Pha Ngan Island



Interview at radio shop in U-Thai district

序

文

日本国政府は、タイ国政府の要請にもとづき、海外技術協力の一環として、同国の第4次国家経済社会開発計画（1977-1981）の一部をなす、地方長距離通信網整備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6名の専門家よりなる調査団を派遣し1978年8月10日から5ヶ月にわたり現地調査を実施した。

調査団は、現地において調査結果をとりまとめ、中間報告書としてタイ国政府に提出したが帰国後現地で収集した資料を整理し、計画を検討した結果、ここに最終報告書を取りまとめ提出する運びとなった。

この報告書がタイ国の地方長距離通信網整備計画を促進させ、ひいては同国の経済発展ならびに日本、タイ両国の友好親善の一助となることを心から願うものである。

おわりに、本調査の実施に当り、積極的に御協力をいただいたタイ国政府関係諸機関、タイ電話公社および在タイ日本大使館の関係各位ならびに調査団の派遣に際し格別の御協力をいただいた国内関係諸機関の各位に対し心から感謝の意を表すものである。

1979年3月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作

伝 達 状

1979年3月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作 殿

タイ国長距離市外電話網調査団

団長 波多野 謙 一

わたくしは、ここにタイ国地方通信網整備計画フィージビリティ調査について報告書を提出する運びになりましたことを、まことに光栄に存ずる次第であります。

調査団は、タイ電話公社が推進する1977～1984年電話網拡充計画の柱の一つである、国内長距離市外電話網計画のフィージビリティ調査を行なうため、国際協力事業団から派遣されたものであります。

調査団は1978年8月10日より約5ヶ月に亘る現地調査を行ない、この間、タイ側関係者と可能な限り意見交換を行ない、先方から提起された意見について出来る限り、これを尊重しました。帰国後は、約2ヶ月に亘り、さらに調査結果の検討を行ない、必要に応じて他の専門家の意見を聴取するなど、慎重な審議を重ね、ここに報告書の完成をみる事が出来ました。これらの結果として、得られた本報告書の内容は、タイ国の電話網拡充計画にとって最善のものであると信ずるものであります。

おわりに現地調査期間中、調査団に多大の援助とご協力を与えられたタイ国政府関係者はじめ、在タイ日本大使館、在タイ国際協力事業団事務所、さらに多くのご指導とご援助をいただいた外務省、郵政省、日本電信電話公社、国際電信電話株式会社、作業監理委員会および国際協力事業団の関係各位に対し、厚くお礼申し上げる次第であります。

目 次

	頁
調査の要約と結論・勧告	1
1. 調査の概要	1
2. 調査結果	1
3. 結論と勧告	4
I 序 論	7
1. 経緯と調査内容	7
2. 調査の方針	7
3. 調査の範囲	8
II 本プロジェクトの技術基準	9
1. あらまし	9
2. 本プロジェクトの電話サービスの形態	9
3. 伝送損失配分と雑音配分	9
III 回線需要予測	11
1. あらまし	11
2. 電話需要予測	11
3. 電話交換機の導入計画	11
4. 所要電話回線数の算定	12
5. コミュニティ調査と需要予測結果の評価	13
IV 地上無線方式の伝送ルート選定	21
1. ルートプランと回線集束の基本条件，最適ルートプランの作成	21
2. 各種伝送方式の比較と最適地上無線方式の選定	21

	頁
V 国内衛星通信方式の伝送ルート	31
1. 世界主要国国内衛星通信方式	31
2. ルートプラン基本条件	31
3. 衛星トランスポンダのチャンネル容量	32
4. PALAPA トランスポンダのリース料とリース条件	32
VI 伝送ルートの詳細検討と現地調査	41
1. TOT 調査結果のレビューと現地調査	41
2. 設計条件の確定と伝送品質推定	43
3. 周波数使用計画とシステム構成	44
4. 地球局の電波干渉予測	44
VII システムの保守	61
VIII 建設工事費の算出と経済比較	63
1. あ ら ま し	63
2. プロジェクトの規模	63
3. 建設工事費	64
4. 経 済 比 較	65
IX 最適伝送システム案の総合評価	77
X プロジェクトの実行計画	79
XI 経済・財務分析	81
付録 団員の構成及び調査日程	85

調査の要約と結論・勧告

1. 調査の概要

タイ国における唯一の国内電話運営の公共企業体である、タイ電話公社 (Telephone Organization of Thailand, 以下TOT と云う) は、1977-1984 経済社会開発計画の一環として、全国469 のルーラル地域に公衆電話サービスを含む市外電話サービスの提供を計画している (タイ国国内長距離市外電話網建設計画)。

TOT は上記電話サービスを実施するにあたって、その伝送路として、

- (1) UHF (900MHz 帯) 地上無線方式
- (2) SHF (11GHz/18GHz 帯) 地上無線方式
- (3) 国内衛星方式

の3システムの中から、技術的、経済的に最適システムの選定、勧告を日本政府に要請した。

これを受けた日本政府は1978年8月10日から約5ヶ月間、同国にタイ国国内長距離市外電話網建設計画調査団を派遣した。

調査は回線需要予測、方式別ルート選定、詳細検討、経済比較等の諸項目について行なわれたが、国内長距離市外電話網の伝送路としては、UHF (900MHz 帯) 地上無線方式が最適であると結論された。

巻頭ページの図に、本プロジェクトの対象になる469 ルーラル地域が属する Province 名とサイト数を示す。

2. 調査結果

主要調査項目別の調査結果は下記のとおりである。

(i) 回線需要

TOT の予測した1990年迄の電話需要予測データをもとに、本プロジェクトのサービス開始年である1984年、その5年後および10年後の1989年と1994年における、469 ルーラル地域の総回線需要を予測した結果、下記のとおりとなった。

総回線需要	<u>1984</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>
	2513	8763	8218

又、電話需要予測の結果、1989年には18地域に、1994年にはさらに187地域に電話交換機を導入すべきであると考察された。

(2) 最適伝送方式

TOTの作成したルート案を基本として、地上無線方式によるルート案と国内衛星方式によるルート案に大別し、それぞれの方式について最適伝送ルートの選定を行なった。

1) 最適地上無線方式

適用すべき地上無線方式案としてTOTの方針に従い、

- a) UHF (900 MHz 帯) 方式
- b) SHF (11 GHz/13 GHz 帯) 方式

の二方式を選定し、それぞれの方式についてFDM (Frequency Division Multiplex) 方式を主体に検討したが、PCM (Pulse Code Modulation) 方式適用の可能性についても併わせて検討した。

UHF方式の検討に際しては、中間中継所を省略して、経済化を計る目的で見通し外通信方式の適用についても考察した。

UHF、SHF両システムの性能と経済性の両面から比較検討した結果、国内衛星方式に対する比較対象地上無線方式としては、UHF (900 MHz 帯) FDM方式を第一選定方式とした。

2) 最適国内衛星方式

国内衛星方式については、衛星トランスポンダをインドネシアのPALAPA衛星の1台をリースする条件で、トラフィック予測、トランスポンダ容量、既設マイクロ波回線への電波干渉問題等を主にして検討した。その結果、UHF方式に対する比較対象国内衛星方式として、下記の方式が選ばれた。

- a) タイ国国内衛星方式は、対象となる地球局の数が多く、局当りの回線数が少ないのでSCPC (Single Channel Per Carrier) 方式を用いたDAMA (Demand Assigned Multiple Access) 方式を適用する。
- b) 回線接続、料金登算等DAMAの制御はバンコック近郊に設置する主制御局1局で集中的に行なう。
- c) トランスポンダ容量、既設マイクロ波回線への電波干渉等を考慮して、全469ルーラル・サイト中129サイトには地上無線方式を適用する。

d) 電話需要予測の結果、回線需要の延びが大きく、1994年には電話交換機の導入が適当と考えられる146局は、サービス・イン10年後(1994年)に地上無線方式に切替える。

(3) 比較対象システムの詳細検討

地上無線方式、国内衛星方式それぞれについて置局条件、設計基準、回線構成、回線品質を主体に詳細検討を実施した結果、比較対象2システムの主な設計パラメータは以下のようになった。

1) 地上無線方式

無線周波数帯	900 MHz
伝送容量	24/120 ch
送信出力	5W
変調方式	FDM-FM
予備方式	装置予備
電源方式	電池浮動

2) 国内衛星方式

無線周波数帯	アップリンク 6 GHz, ダウンリンク 4 GHz	
周波数割当方式	SCPC-DAMA	
送信出力	<u>主制御局</u> 700W	<u>ルーラル局</u> 50W
空中線径	11mφ	4.5mφ
電源方式	交流無瞬断	電池浮動

(4) 経済比較

地上無線方式と国内衛星方式の年経費現価は次のとおりである。

<u>地上無線方式</u>	<u>国内衛星方式</u>
223億円	382億円

年経費現価による経済比較では、地上無線方式の方が大巾に有利である。

(5) 総合評価

年経費現価による経済比較と共に、システム性能、信頼性、システム拡張の柔軟性等を対象とする性能評価を併わせて実施した結果、総合的にみて地上無線方式が有利と判

断された。

(6) 経済・財務評価

経済・財務分析における内部収益率は、インフラストラクチャー分野のプロセクトとしては妥当な値である。

3. 結論と勧告

(1) 最適伝送システム

国内長距離通信網の最適伝送システムは、UHF (900MHz 帯) 地上無線方式と結論された。

UHF 地上無線方式の変調方式に関し、FDM 方式とPCM 方式を検討したが、技術的、経済的に見て両方式に大差がないことが判明した。

(2) 電話需要再調査

本プロジェクトサービス開始予定の1984年の5年後、1989年までに全国の電話需要に関し、利用者の意識調査を含む詳細な調査を行ない、電話サービスの形態と、所要電話回線数の再調査を実施することが望ましい。

(3) 見通し外通信方式の適用検討

本プロジェクトでは、各ルーラル地域の所要電話回線数が少ないので、システムの経済化を計る目的で、簡易見通し外UHF 通信方式の適用について、積極的に検討することが望ましい。

(4) 機器シェルターの使用

電源装置を含む通信機器局舎にはシェルター形局舎を使用し、建設工事費の低減と土木・建築工事工期の短縮ならびに工事品質の向上を計ることが望ましい。

(5) システムの保守

保守組織面では、既存の保守センターの保守要員を平均数名増員することで対処すると共に、各保守センターに受持ち被監視局の障害状況を自動記録する、集中監視方式を導入することが望ましい。

(6) プロジェクト実施体制の強化

本プロジェクトは対象範囲がタイ全土に及び、長期間に亘り技術的にも各部門に関連するため、体制の強化を計る必要がある。

(7) 政策上の優遇措置

本プロジェクトは国家経済開発の線上にあるので、政策上の優遇措置を伴って実行することが望ましい。

I 序 論

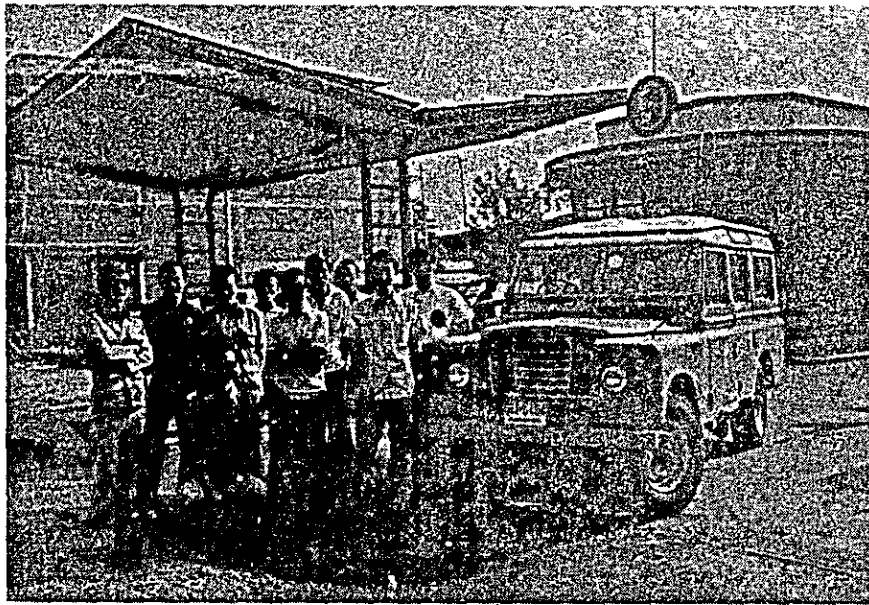
1. 経緯と調査内容

TOT は全国 469 の無電話ルーラル地域に公衆電話，可搬形電話交換機を含む市外電話回線を建設し，ルーラル地域の電話サービスの向上を計ることを目的の一つとして，1977-1984 経済社会開発プロジェクトを策定，実施中である。

TOT は上記市外電話回線の建設にあたり，その伝送路として，

- (1) UHF (900 MHz 帯) 地上無線方式
- (2) SHF (11 GHz / 13 GHz 帯) 地上無線方式
- (3) 国内衛星方式

の3システムの中から最も経済的なシステムを採用すべく，各システムのフェージビリティ検討を日本政府に要請した。今回の調査はこうした状況を背景に，国内長距離市外電話網建設を計画するにあたって，最適伝送システムをTOT に勧告することを目的として，約5ヶ月に亘り実施されたものである。



調査チーム

2. 調査の方針

TOT は現在迄に，本プロジェクトの検討を現地調査を含めて開始しており，又この計画

に必要な資金についても借款が決定している等、プロジェクト実施の計画が具体化している。調査をすすめるにあたって以上の状況を判断して、次の方針で臨むことにした。

- (1) 各通信システムの設計方針に関し、調査団は出来得る限りTOTと技術討論を行ない、両者の合意した結論に基づいて調査検討をすすめる。
- (2) フィージビリティ調査を実施する過程で取得、作成されるデータ、図書類等は調査団の報告書提出後、TOTが引き続き実施する詳細設計に活用出来る形のものにする。
- (3) 本調査には、現地滞在5ヶ月の間に500局近い、膨大な局数の電話トラフィック計算、回線設計作業が含まれるので、計算作業には超大形電算機や小形プログラム計算機を使用し、出来得る限り作業の省力化を計ると共に、正確な基礎データをTOTに提供し活用してもらおう。

3 調査の範囲

調査の範囲は、タイ国政府と予備調査団との間で合意をみた Scope of Workに従い、次のとおりとした。

- (1) 本プロジェクトの技術基準
- (2) 回線需要予測
- (3) 地上無線方式伝送ルート選定
- (4) 国内衛星方式伝送ルート選定
- (5) 伝送ルートの詳細検討と現地調査
- (6) 建設工事費の算出と経済比較
- (7) 最適伝送システム案の総合評価
- (8) プロジェクトの実行計画案の作成
- (9) 経済、財務分析

Ⅱ 本プロジェクトの技術基準

1. あらまし

国内長距離通信網の最適伝送路案としては、大別して地上無線方式と国内衛星方式の二方式が考えられる。二方式の性能評価を並行して実施するため、二方式のシステム設計の基礎となる技術基準について、タイ国 National network への接続と伝送品質配分の観点から検討した。

2. 本プロジェクトの電話サービスの形態

国内長距離通信網のサービス形態としては、

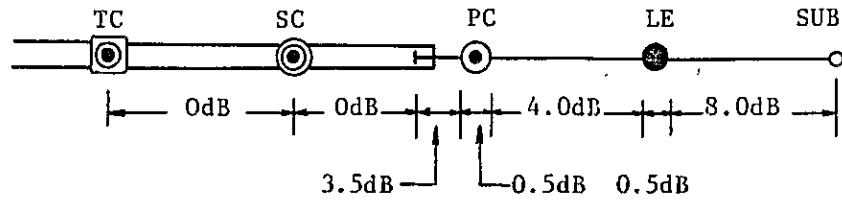
- (1) 簡易な小屋を設置して電話ブースを用意し、TOT の係員を配置して雇客の呼の要求を処理する。
- (2) STD (Subscriber Toll Dialing) 用公衆電話機を町中の要所に配置し、雇客は最寄りの公衆電話機を利用する。
- (3) 一般加入電話機を TOT と契約した個人の店先に設置し、運営を契約者にまかせ、雇客の呼の要求を処理する。

の3つの形態が考えられるが、本調査では上記(2)および(3)のサービス形態を想定した。

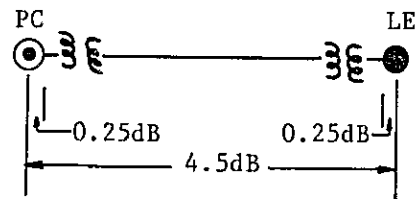
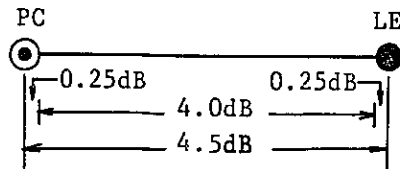
3 伝送損失配分と雑音配分

TOT の National Transmissin plan と CCITT 勧告を基本にして作成した伝送損失配分と雑音配分をそれぞれ図1と図2に示す。

国内衛星方式の雑音配分については、衛星1リンクの標準疑似回線を想定し、CCIR 勧告値を配分した。

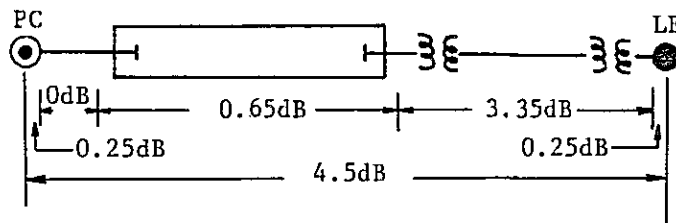


(1) National Transmission Plan



(2) Loss Assignment for PC-LE

(a) Cable Link



(b) Radio Link

Figure 1 Transmission Loss Assignment Plan

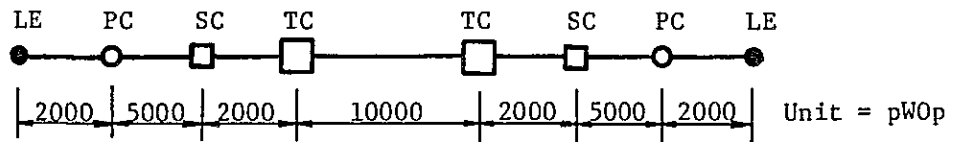


Figure 2 Noise Distribution Plan

Ⅲ 回線需要予測

1. あらまし

回線需要予測に関連して、全対象ルーラル地域の電話需要増加傾向の分析、電話需要数が一定値を越えた場合の電話交換機の導入計画、および電話回線算出基準について調査・検討した。又、回線需要予測の参考データを収集するため、サンプリングによりプロジェクト対象ルーラル地域において面接によるコミュニティ調査を実施した。

2. 電話需要予測

TOTの電話需要予測データ(1990年迄)を基に時系列法で1984年、1989年および1994年における電話需要数の予測を行なうため、対象469地域の電話需要増加傾向を検討した結果、7つの形に分類することが出来た。(一例を図3と図4に示す。)

上記7つのモデルを2つの回帰曲線(直線および指数曲線)で近似して、電話需要数を予測した。予測結果の一例を表1に示す。



San Kam Phaeng 地域の公衆電話サービス

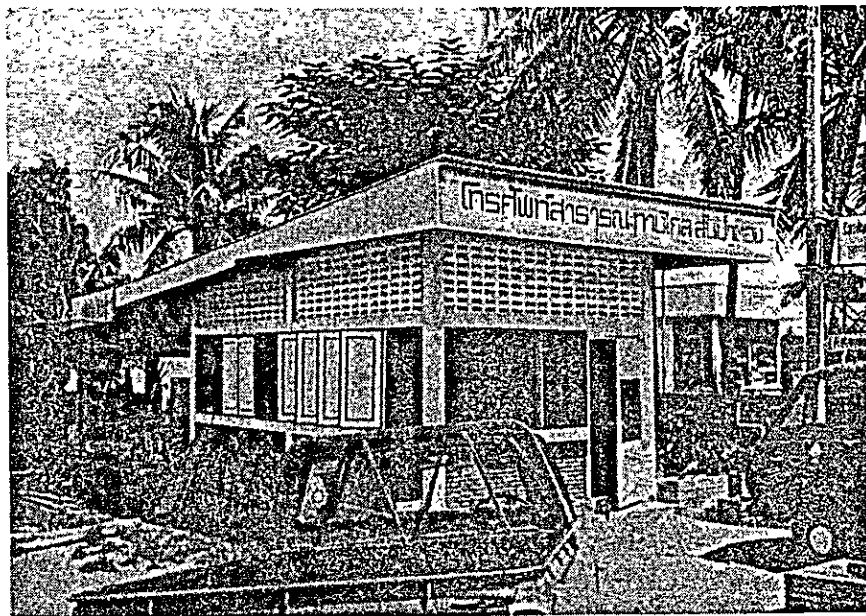
3. 電話交換機の導入計画

前述の電話需要予測に基づき、422国内長距離市外電話対象地域への電話交換機導入

を考慮した伝送設備計画を策定するためTOTの基準を基本にして、以下の電話交換機導入基準を設定した。

- (1) 電話交換機の導入時期は、本プロジェクト・サービス開始の5年後（1989年）および10年後（1994年）とする。
- (2) 1989年および1994年における電話交換機導入基準としては、それぞれ電話需要数400および200以上とする。

以上の基準を適用すると、1989年には18地域に、1994年には187地域に電話交換機が導入され、一般電話サービスが提供されることになる。（1例を表2に示す。）



San Patong 地域の公衆電話小屋

4. 所要電話回線数の算定

所要電話回線数を以下の条件により算出した。

- (1) 国内長距離市外電話サービス適用地域では、電話需要数50毎に0.5 ErI₁ の発信トラヒックがあるものとする。（TOTの方針により着信トラヒックは考慮しない。）1例を表8に示す。
- (2) 電話交換機導入予定地域では1加入当りの呼率を発着で計0.1 ErI₁ とし、そのうち20%が最寄りのPrimary Centerへ流れるとする。
- (3) アーランB式（即時式、呼損率0.01）とアーランC式（待時式、待合せ率0.1）を

使用する。

上記基準で算出した電話回線数の1例を表4に示す。

5 コミュニティ調査と需要予測結果の評価

サンプリング法により38ヶ所のルーラル地域で表5に示す項目について、不特定の41名を任意に選んで面接調査を実施した結果、以下の事項が判明した。

- (1) 電話需要の大部分はビジネスの分野から発生しており、住宅用の電話需要はわずかである。
- (2) District Office 等政府機関の自営通信設備は回線品質が悪いものが多く、TOTによる高品質電話サービスの提供が望ましい。
- (3) 公衆電話のみを配備する、発信専用のルーラル長距離電話よりも、着信の可能な一般電話サービスを望む声が多い。
- (4) 銀行があるような地域では経済活動も活発で、電話需要は大きい。

結論として、サービス開始5年後の1989年迄に、電話需要予測とサービスの内容について見直し調査をすることが望ましい。



Chom Thong 地域のレストランでの面接調査

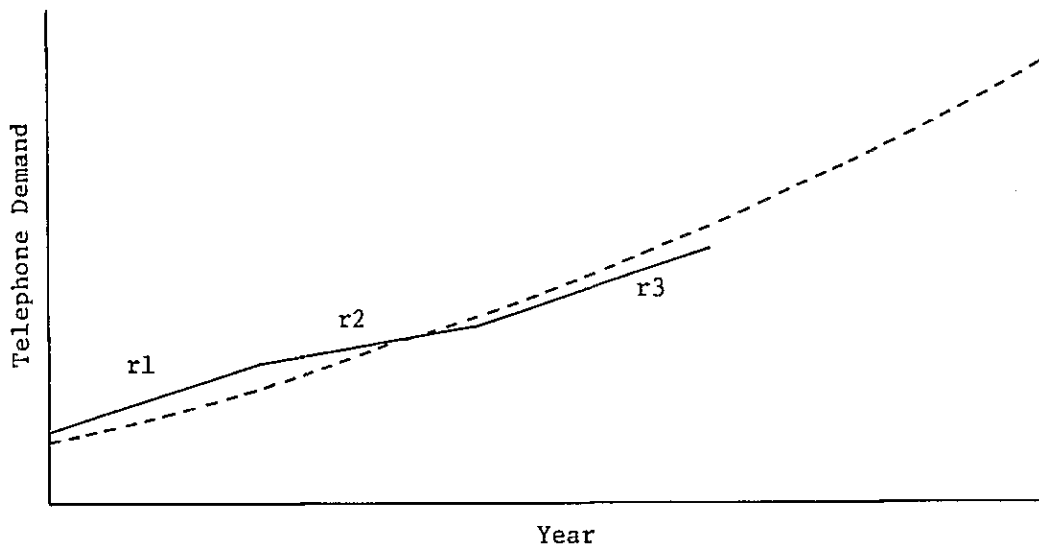


Figure 3 Telephone Demand Uptrend (E3)

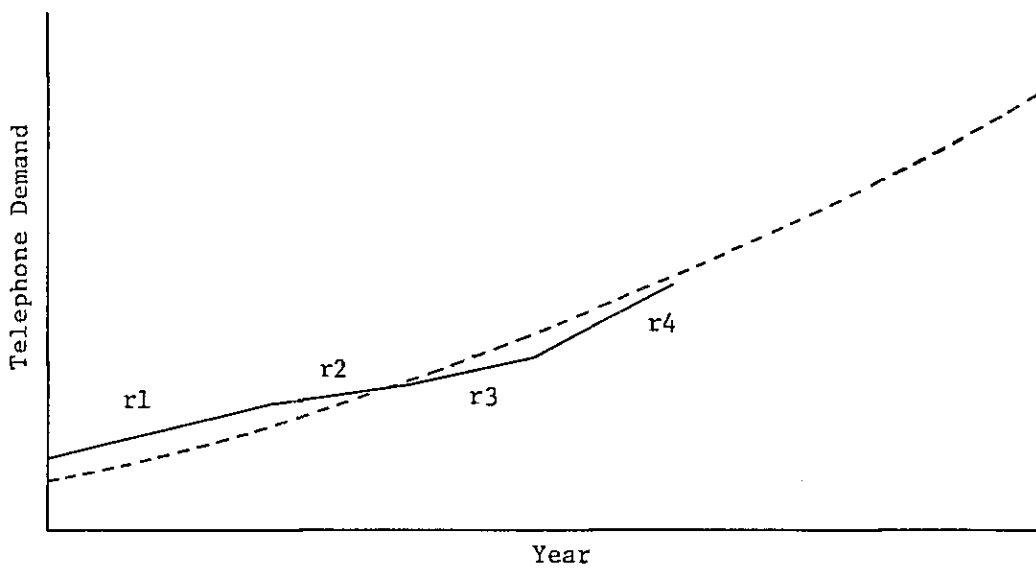


Figure 4 Telephone Demand Uptrend (E4)

Table 1 Telephone Demand Forecast

<u>Code</u>	<u>Name</u>	<u>1984</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>	<u>Remarks</u>
32 01 00	Petcha Buri				
01	Nong Ya Plong	60	100	180	E1
02	Ban Lat	230	360	640	E1
03	Khao Yoi	230	340	500	E4
04	Ban Laem	210	310	500	E1
05	Tha Yang*	360	510	770	E1
06	Cha Am*	390	600	900	E2
32 07 00	Ratcha Buri				
01	Suan Phung	60	85	110	L1
02	Wat Phleng	100	170	240	E2
03	Bang Phae	290	470	840	E2
04	Pak Tho*	260	390	640	E1
05	Chom Bung*	340	520	930	E1
32 15 00	Prachuap Khiri Khan				
01	Bang Saphan Noi	85	135	250	E1
02	Bang Saphan	180	340	610	E2
03	Kui Buri	290	440	790	E1
34 01 00	Samut Sakhon				
01	Ban Phaeo*	290	440	790	E1
34 04 00	Samut Song Khram				
01	Bang Khonthi	150	230	350	E1
02	Am Pha Wa*	340	550	890	E2
34 07 00	Nakhonpathom				
01	Bang Len	290	440	790	E1
02	Don Tum	340	550	890	E2
03	Nakhon Chaisi*	470	640	820	L3
04	Kam Phaeng Saen*	340	520	930	E1

NOTE:

1. Site name marked with * shows the site where mobile exchange is to be introduced at initial stage.
2. E1 - E4 & L1 - L3 in Remarks column show kinds of telephone demand uptrends. Refer to Paragraph 2-2, Telephone Demand Forecast.

Table 2 Exchange Introduction Plan

<u>Code</u>	<u>Name</u>	<u>1984</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>
32 01 00	Petcha Buri			
01	Nong Ya Plong	R	R	R
02	Ban Lat	R	R	1000
03	Khao Yoi	R	R	800
04	Ban Laem	R	R	800
05	Tha Yang*	400	800	1200
06	Cha Am*	400	1000	1400
32 07 00	Ratcha Buri			
01	Suan Phung	R	R	R
02	Wat Phleng	R	R	400
03	Bang Phae	R	1000	1400
04	Pak Tho*	400	800	1000
05	Chom Bung*	400	1000	1400
32 15 00	Prachuap Khiri Khan			
01	Bang Saphan Noi	R	R	400
02	Bang Saphan	R	R	1000
03	Kui Buri	R	800	1200
34 01 00	Samut Sakhon			
01	Ban Phaeo*	400	800	1200
34 04 00	Samut Song Khram			
01	Bang Khonthi	R	R	600
02	Am Pha Wa*	600	1000	1400
34 07 00	Nakhonpathom			
01	Bang Len	R	800	1200
02	Don Tum	R	1000	1400
03	Nakhon Chaisi*	600	1000	1400
04	Kam Phaeng Saen*	400	1000	1400

NOTE:

1. Site name marked with * shows the site where mobile exchange is to be introduced at initial stage.
2. "R" shows the Rural Long Distance Public Telephone Service.
3. Figure shows the number of exchange terminals assumed for calculation of transmission capacity according to telephone demand forecast.

Table 3 Telephone Traffic Forecast (OG/IC in Erl.)

<u>Code</u>	<u>Name</u>	<u>1984</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>
32 01 00	Petcha Buri			
01	Nong Ya Plong	1.0/ -	1.0/ -	2.0/ -
02	Ban Lat	2.5/ -	4.0/ -	10.0/10.0
03	Khao Yoi	2.5/ -	3.5/ -	8.0/8.0
04	Ban Laem	2.5/ -	3.5/ -	8.0/8.0
05	Tha Yang*	4.0/4.0	8.0/8.0	12.0/12.0
06	Cha Am*	4.0/4.0	10.0/10.0	14.0/14.0
32 07 00	Ratcha Buri			
01	Suan Phung	1.0/ -	1.0/ -	1.5/ -
02	Wat Phleng	1.0/ -	2.0/ -	4.0/4.0
03	Bang Phae	3.0/ -	10.0/10.0	14.0/14.0
04	Pak Tho*	4.0/4.0	8.0/8.0	10.0/10.0
05	Chom Bung*	4.0/4.0	10.0/10.0	14.0/14.0
32 15 00	Prachuap Khiri Khan			
01	Bang Saphan Noi	1.0/ -	1.5/ -	4.0/4.0
02	Bang Saphan	2.0/ -	3.5/ -	10.0/10.0
03	Kui Buri	3.0/ -	8.0/8.0	12.0/12.0
34 01 00	Samut Sakhon			
01	Ban Phaeo*	4.0/4.0	8.0/8.0	12.0/12.0
34 04 00	Samut Song Khram			
01	Bang Khonthi	1.5/ -	2.5/ -	6.0/6.0
02	Am Pha Wa*	6.0/6.0	10.0/10.0	14.0/14.0
34 07 00	Nakhonpathom			
01	Bang Len	3.0/ -	8.0/8.0	12.0/12.0
02	Don Tum	3.5/ -	10.0/10.0	14.0/14.0
03	Nakhon Chaisi*	6.0/6.0	10.0/10.0	14.0/14.0
04	Kam Phaeng Saen*	4.0/4.0	10.0/10.0	14.0/14.0

NOTE:

Site name marked with * shows the site where mobile exchange is to be introduced at initial stage.

Table 4 Telephone Circuit Requirements

<u>Code</u>	<u>Name</u>	<u>1984</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>	<u>Planned Earth Station</u>
32 01 00	Petcha Buri				
01	Nong Ya Plong	3	3	5	S*
02	Ban Lat	6	8	36	
03	Khao Yoi	6	7	30	S
04	Ban Laem	6	7	30	S
05	Tha Yang*	20	30	40	
06	Cha Am*	20	36	46	
32 07 00	Ratcha Buri				
01	Suan Phung	3	3	4	S*
02	Wat Phleng	3	5	20	
03	Bang Phae	6	36	46	
04	Pak Tho*	20	30	36	
05	Chom Bung*	20	36	46	
32 15 00	Prachuap Khiri Khan				
01	Bang Saphan Noi	3	4	20	S
02	Bang Saphan	5	7	36	
03	Kui Buri	6	30	40	
34 01 00	Samut Sakhon				
01	Ban Phaeo*	20	30	40	
34 04 00	Samut Song Khram				
01	Bang Khonthi	4	6	26	S
02	Am Pha Wa*	26	36	46	
34 07 00	Nakhonpathom				
01	Bang Len	6	30	40	
02	Don Tum	7	36	46	
03	Nakhon Chaisi*	26	36	46	
04	Kam Phaeng Saen*	20	36	46	

NOTE:

1. Number of circuits indicated here shows the total requirements for outgoing and incoming traffic.
2. Site name marked with S* in Planned Earth Station column shows the site where satellite system is considered even after 1994.
3. Site name marked S in Planned Earth Station column shows the site where satellite system is considered before 1994 and then replaced by terrestrial system.

Table 5 Community Survey Format

- (1) Population
- (2) Number of families
- (3) Number of houses
- (4) Number of shops (including restaurants)
- (5) Number of business offices, hotels
 - Governmental offices
 - Police stations
 - Military stations
 - Private company offices
 - Hotels, and number of rooms
 - Banks
- (6) Number of factories
- (7) Rural Development Plan
 - Road
 - Housing
 - Factory
 - Irrigation
 - Electric power supply
 - Potable water supply
- (8) Number of mails delivered and collected per day
- (9) Number of telegraphs sent and received per day
- (10) Percentage of people who own TV set
- (11) Number of cars
- (12) Number of motor bicycles
- (13) Existing private or governmental use telecommunication facilities

Ⅳ 地上無線方式の伝送ルート選定

地上無線方式の伝送ルートと最適伝送方式を選定するため、下記事項の調査検討をおこなった。

- (1) ルートプランと回線集束の基本条件，最適ルートプランの作成
- (2) 各種伝送方式の比較と最適地上無線方式の選定
 - 1) 降雨減衰量の推定を含む，UHF方式とSHF方式の比較
 - 2) FDM方式とPCM方式の比較
 - 3) 見通し外通信方式の適用検討
 - 4) ケーブル方式の適用検討

1. ルートプランと回線集束の基本条件，最適ルートプランの作成

- (1) 各ローラル局は，原則としてTOTのルートプランに示される局所に収容する。
- (2) 中間期（1989年），終局期（1994年）において最寄りのローラル局に電話交換機が導入される場合は，この局に収容する。
- (3) 電話交換機よりの伝送路としては，最寄りPC（SC，TC）に基幹回線のみ設定し，斜回線は設定しない。
- (4) ルート選定は，Chiangmai，Ayutthaya，Nakhon Ratchasima，Phun Phinの4エリアについて，調査団が，現地調査を含む詳細検討をおこない，他のエリアについては原則としてTOT案に基づいておこなう。

以上の条件により選定した，全エリアの最適ルートプランと回線集束図の一例を図5と図6に示す。

また，典型的なチャンネル収容図を図7に示す。

2. 各種伝送方式の比較と最適地上無線方式の選定

1) UHF方式とSHF方式の比較

UHF方式（900MHz帯）とSHF方式（11/13GHz帯）について，技術的，経済的な見地から比較検討をおこなった。

また，タイ国における1分間降雨強度の推定をおこない，SHF帯における降雨減衰

量の推定をおこなった。

検討の結果、技術的には両方式に特段の差異はないが、国際的な周波数利用状況および経済の見地から、本プロジェクトには UHF 方式が適していることが判明した。

2) FDM 方式と PCM 方式の比較

FDM 方式と PCM 方式について、900MHz 帯を例にとって、技術的、経済的な見地から比較検討をおこなった。両方式は技術的には差異はない。両方式の主要機器 cost を実装チャンネル数を変えて比較した結果、図 8 の通りとなった。

本プロジェクトのように、1 伝送路あたりの回線数が、終局期に 20~120 ch 程度の小容量回線には、両方式とも、経済的に差の無いことが判明した。このことは、Ayutthaya エリアを例に比較をした結果でも確認された。

3) 見通し外通信方式の適用検討

山岳地帯等に小容量無線回線を設定する場合の見通し外通信方式の適用について検討した。本プロジェクトの場合、UHF 帯 O/H システムは、L/S システムにおける中間中継所の新設進入道路長が、3 km を越える場合は、経済的に適用効果があることが明らかとなった。

4) ケーブル方式の適用検討

ルーラル局-PC 間伝送路としてのケーブル方式の適用については、ケーブルの盗難事故を考慮し、短距離に限ることとし、TOT 案にもとづき一部の区間に採用した。

5) 最適地上無線方式の選定

以上の検討結果、および既設マイクロ波回線との接続の容易性を考慮して、地上無線方式としては、UHF (900MHz) 帯 FDM 方式を第 1 選定システムとした。しかしながら、UHF 方式の導入にあたっては、以下の点に配慮することが望ましい。

(1) 周波数有効利用、低電力消費、保守の容易性等の点で利点を持つ、無線 PCM 方式の適用検討。

(2) システムの経済化を計るため、一部の区間での見通し外通信方式の適用検討。

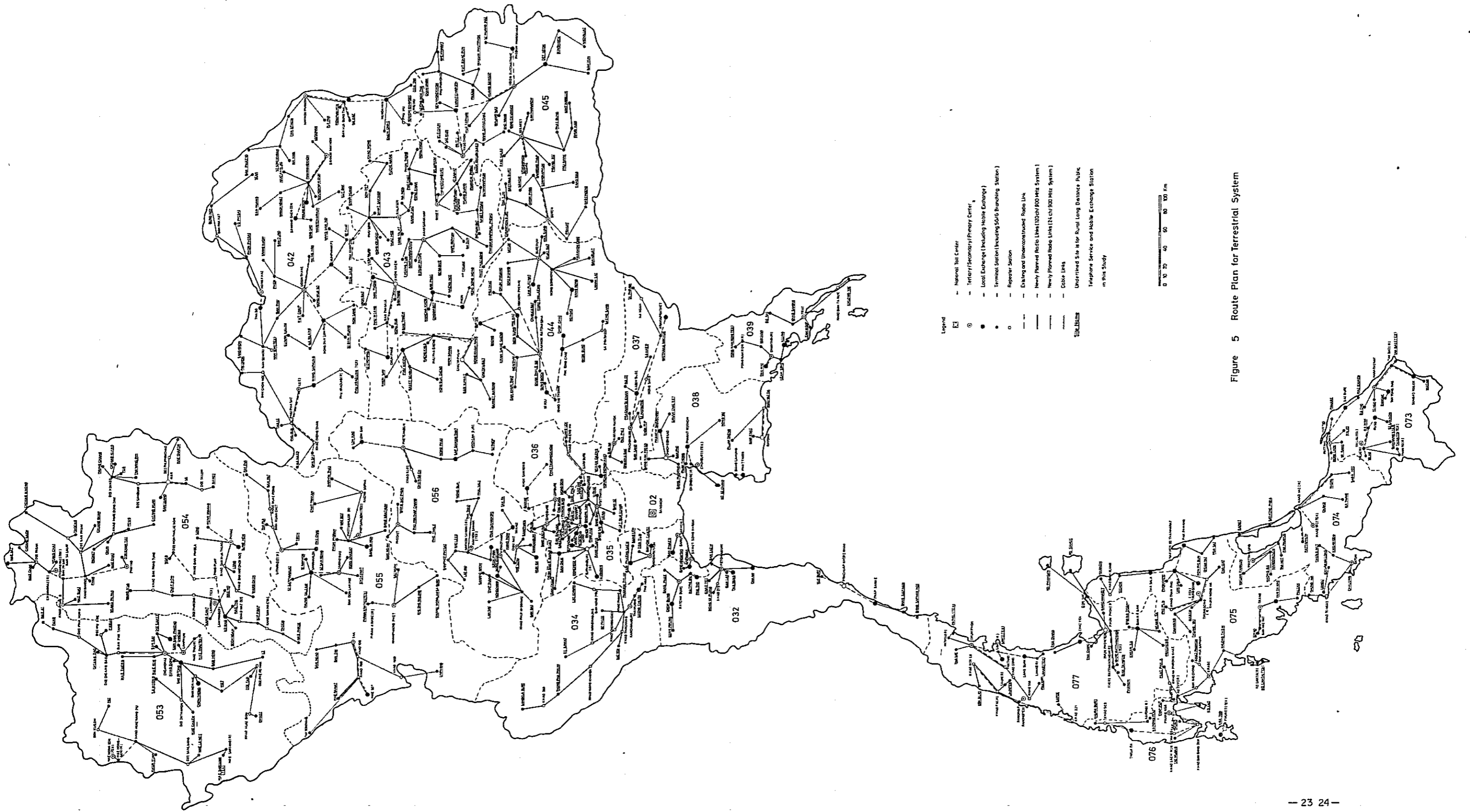


Figure 5 Route Plan for Terrestrial System



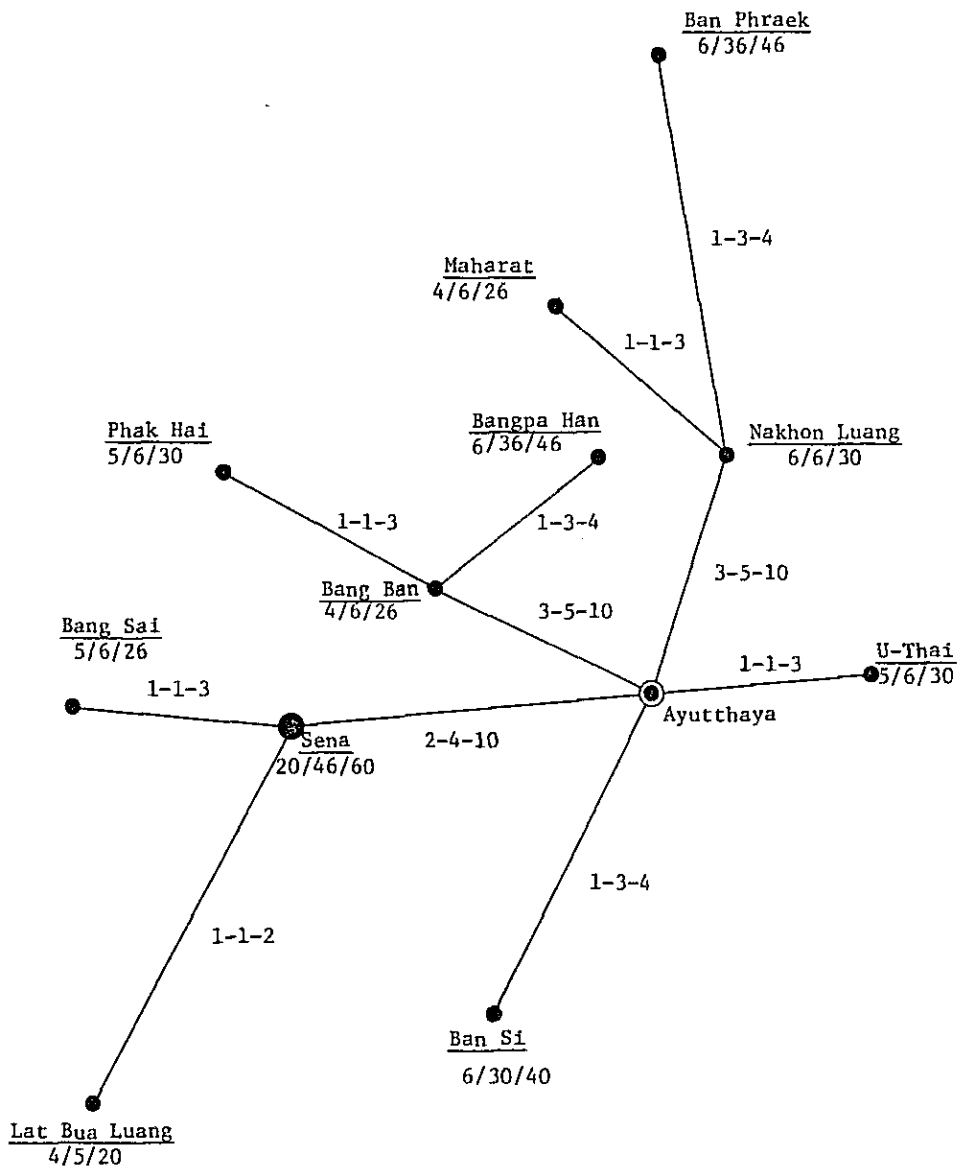
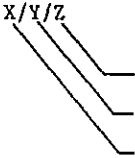
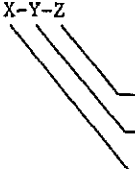


Figure 6

Ayutthaya Area(3516)

Circuit Assignment Diagram for Terrestrial System

Legend for Figure 6 :

⊙	Tertiary / Secondary / Primary Center
●	Local Exchange (including Mobile Exchange)
•	Terminal Station (including SG/G Branching Station)
○	Repeater Station
<u>Site Name</u>	Underlined site is for Rural Long Distance Public Telephone Service and Mobile Exchange Station in this Study.
—————	Newly planned radio link
— · — · —	Existing radio link
- - - - -	Cable link
X/Y/Z 	Number of circuits required in 1994 Number of circuits required in 1989 Number of circuits required in 1984
X-Y-Z 	Number of basic groups required in 1994 Number of basic groups required in 1989 Number of basic groups required in 1984

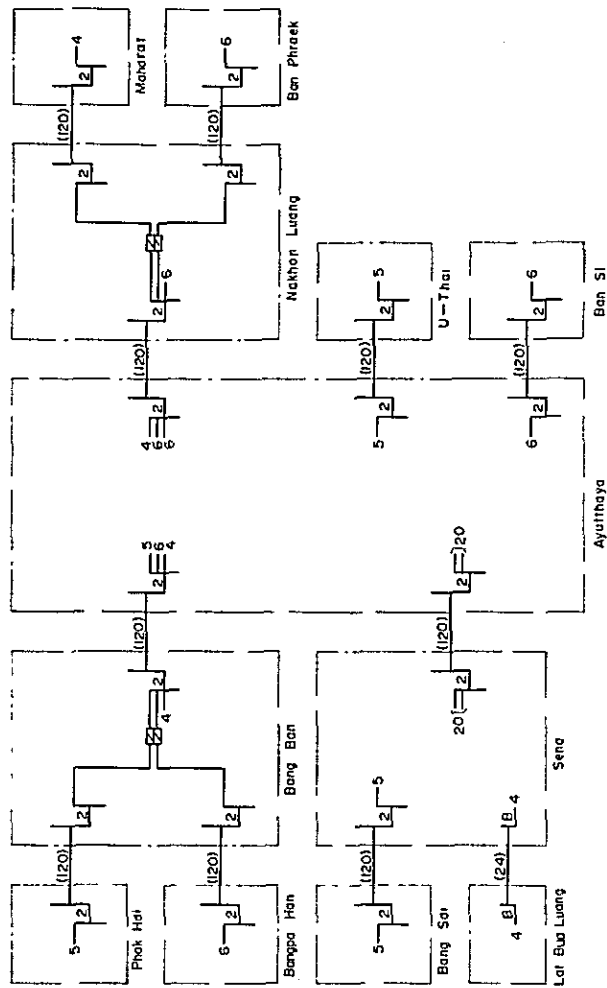


Figure 7

Ayutthaya Area(3516)

Typical Channel Accommodation Plan for Terrestrial System (Initial Stage)

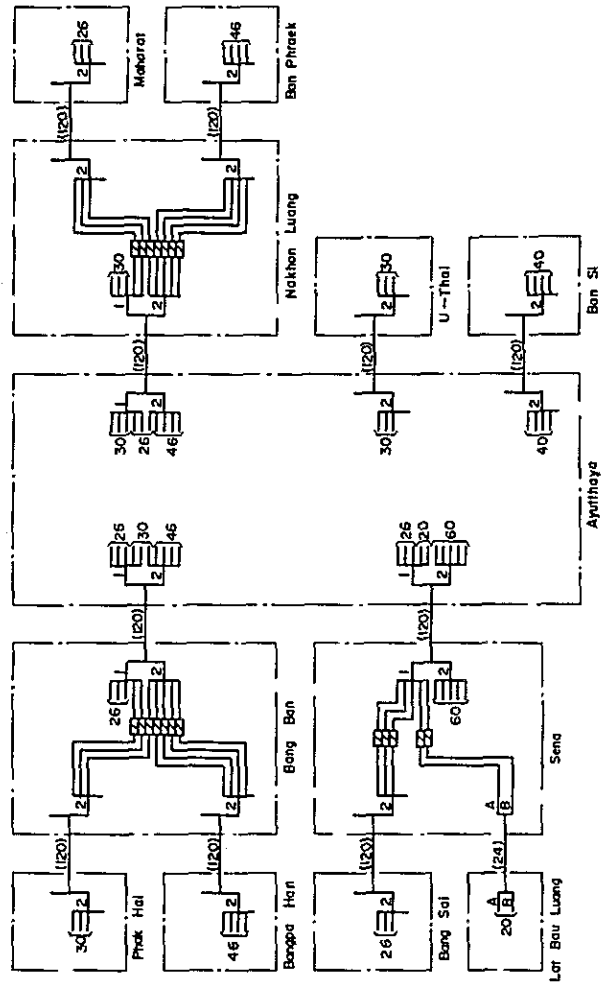


Figure 7

Ayutthaya Area(3516)

Typical Channel Accommodation Plan for Terrestrial System (Final Stage)

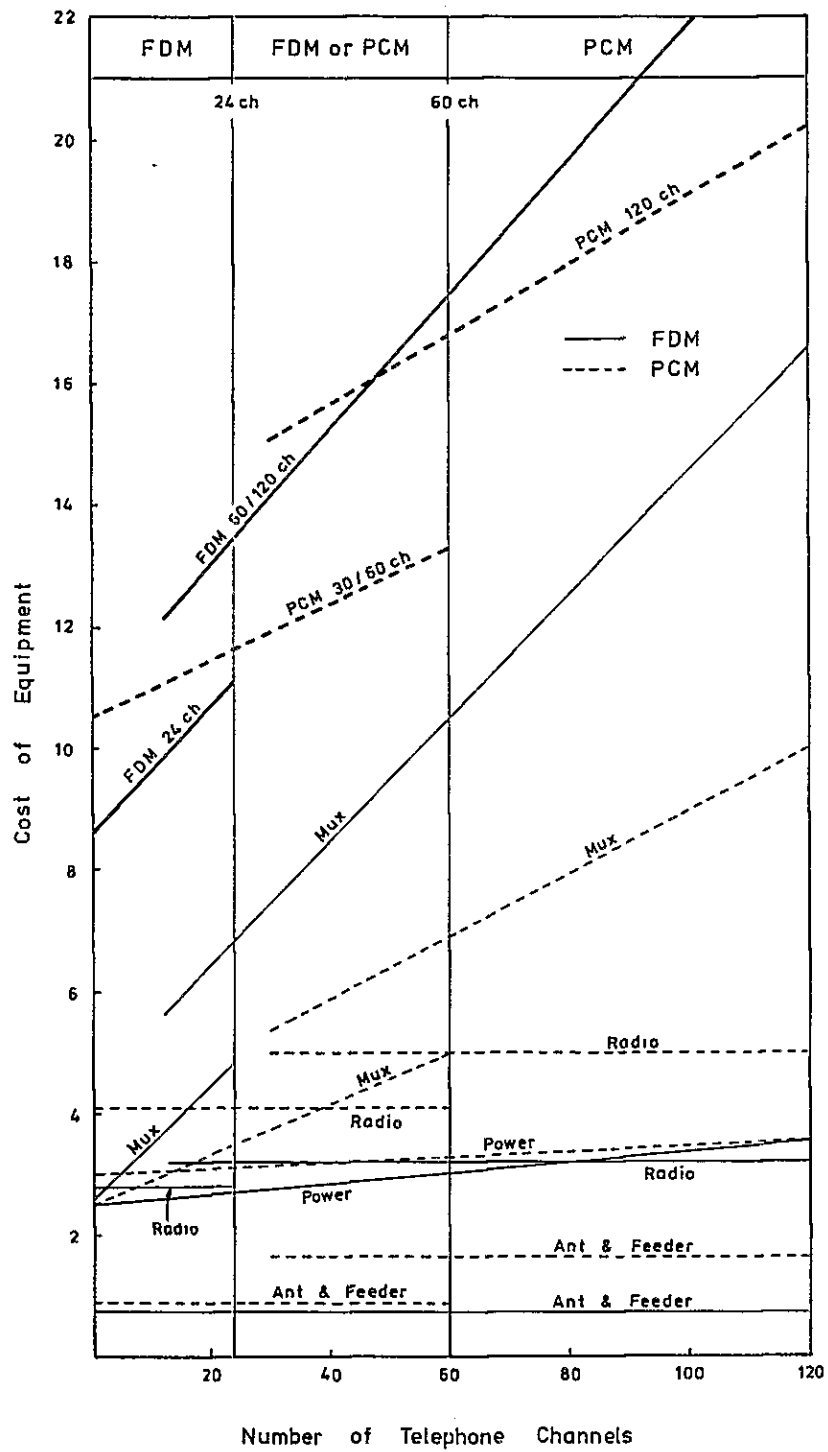


Figure 8 Cost Comparison between FDM and PCM Systems in 900 MHz Band

V 国内衛星通信方式の伝送ルート

地上無線方式に対する比較対象案としての、国内衛星通信方式の最適伝送ルートを選定するにあたって、下記の事項を主体に調査検討した。

- (1) 世界主要国国内衛星通信方式の現状考察
- (2) ルートプランの基本条件
- (3) インドネシア国PALAPA衛星トランスポンダのリース料とリース条件
- (4) 既設マイクロ波回線への電波干渉
- (5) 国内衛星ルートプランと回線集束

1. 世界主要国国内衛星通信方式

国内衛星通信は、カナダ、アメリカ、ソ連、インドネシア、フィリピン等の国々で実用に供されているが、これらの国々は以下の条件下にある国が多い。

- (1) 回線網構成が多くの島嶼間をリンクする構成である。
- (2) 既存の地上方式による通信網の拡充を、地上無線方式で行うには建設・保守費が大きい。
- (3) 国土が広く、人口が一様に分布せず、過疎地が多い。
- (4) 自然環境が厳しく、凍結、洪水が発生し陸路による交通が困難である。
- (5) 2地点間の所要回線数が少なく、回線設定区間数の多いシステムでは、地上無線方式の方が、回線当りのコストが高く不経済となる場合。

一般に、国内衛星通信方式を導入することにより公衆通信としての電話、テレックスの他、各行政機関、企業等の専用通信線、テレビ伝送等多岐にわたる信号伝送が行なわれ、衛星の有効利用による実効的コスト低減の図られている場合が多い。

2. ルートプラン基本条件

地上無線方式と同等の伝送容量と接続基準を持つ国内衛星システムのルートプランについて、トラフィック予測、電波干渉予測を重点に検討した結果、ルートプランを考える場合の基本条件を次のように想定した。

- (1) タイ国国内衛星通信方式は地球局の数が多く、全体的に局当りの回線数が少ないので、

SCPC (Single Channel Per Carrier) 方式による DAMA 方式を適用する。

- (2) 衛星トランスポンダはインドネシアの PALAPA 衛星のものをリースする。
- (3) PALAPA トランスポンダの容量，地球局から既設マイクロ波回線への電波干渉を考慮して，以下のルーラルサイトは地上無線方式（一部ケーブル方式も含む）とする。
 - 1) 当初から可搬形交換機を導入する 47 局と，トラフィック予測の結果，システム建設 5 年後（1989 年）に電話交換機の導入が予想されるルーラル局。
 - 2) 既設マイクロ無線局付近にあるルーラル局と，上記 1) 項関連で，ルートレイアウト上，地上無線方式に組み入れた方が合理的と考えられるルーラル局。
 - 3) ケーブルで付近の Primary Center や Local Exchange へ容易に収容可能なルーラル局。
 - 4) 既設マイクロ波回線への電波干渉で，地球局設置が困難なルーラル局。
- (4) トラフィック予測の結果，システム建設 10 年後（1994 年）に電話交換機の導入が予定されるルーラル局は，その時点で地上無線方式に組みかえる。

以上の基本条件をフローチャートに示すと図 9 のようになる。このような基本条件で作成したルートプランを図 10 に，回線集束図の一例と，典型的なチャンネル収容図をそれぞれ図 11 と図 12 に示す。

3. 衛星トランスポンダのチャンネル容量

電話需要予測結果より推定した，衛星トランスポンダの初期（1984 年），中期（1989 年），終局期（1994 年）の所要電話回線数は下記のとおりである。

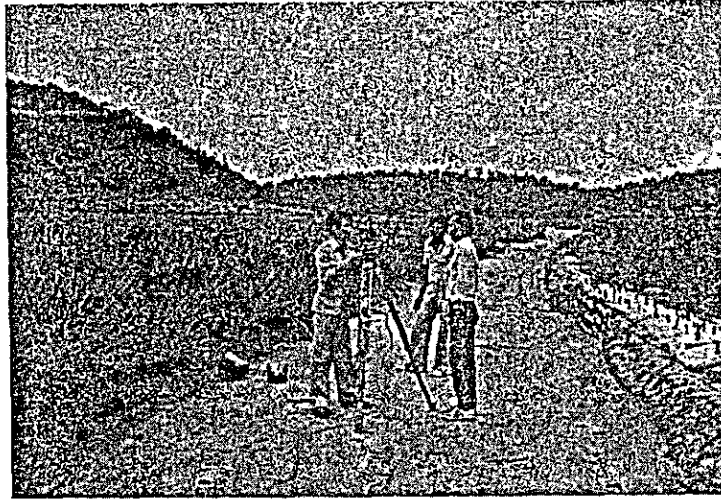
<u>1984年</u>	<u>1989年</u>	<u>1994年</u>
361	486	254

4. PALAPA トランスポンダのリース料とリース条件

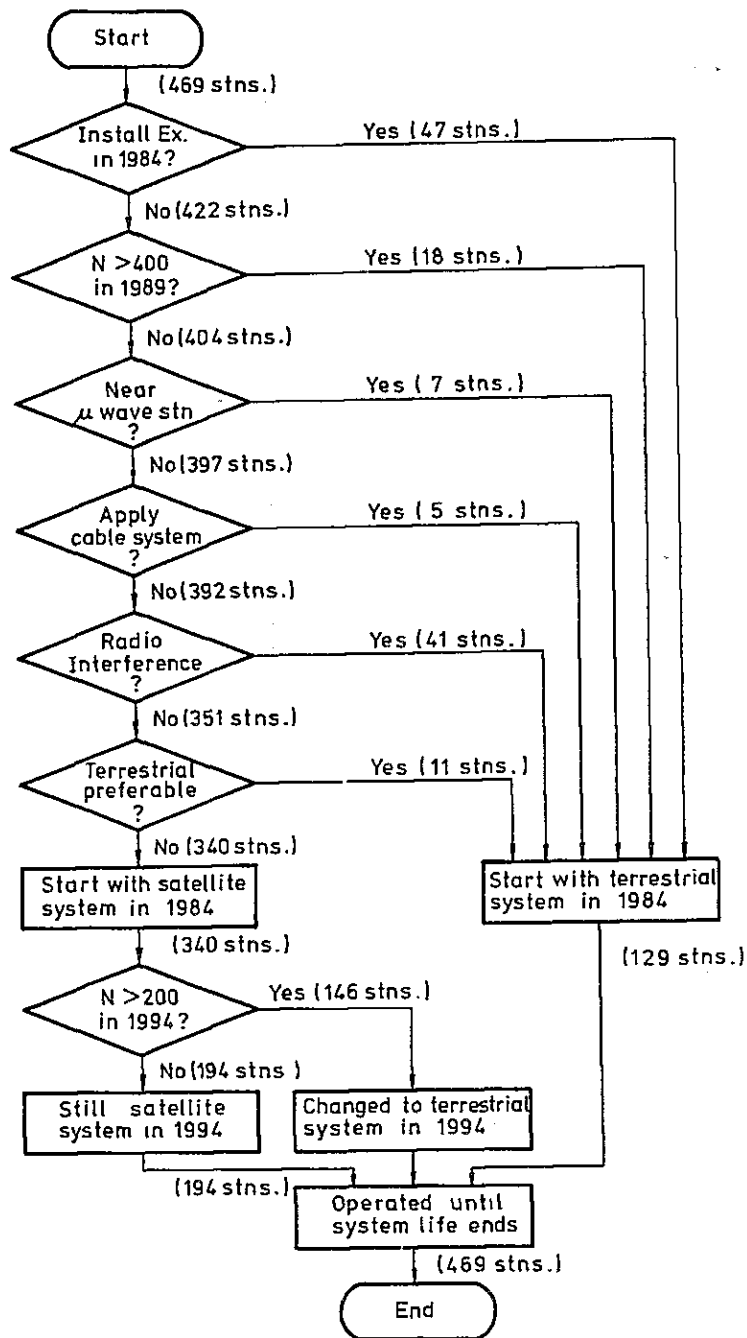
PALAPA 衛星のトランスポンダを長期間にわたってリースする場合の年間料金は下記のとおりである。

- (1) リース期間最低 1 年：US\$ 850,000
- (2) リース期間最低 3 年：US\$ 800,000
- (3) リース期間最低 5 年：US\$ 750,000

リースした予備衛星のトランスポンダが故障した際は他のトランスポンダへ、又予備衛星の全トランスポンダが故障時には、現用衛星へそれぞれ切替使用出来るよう、インドネシア当局が最大限の努力をする条件になっている。

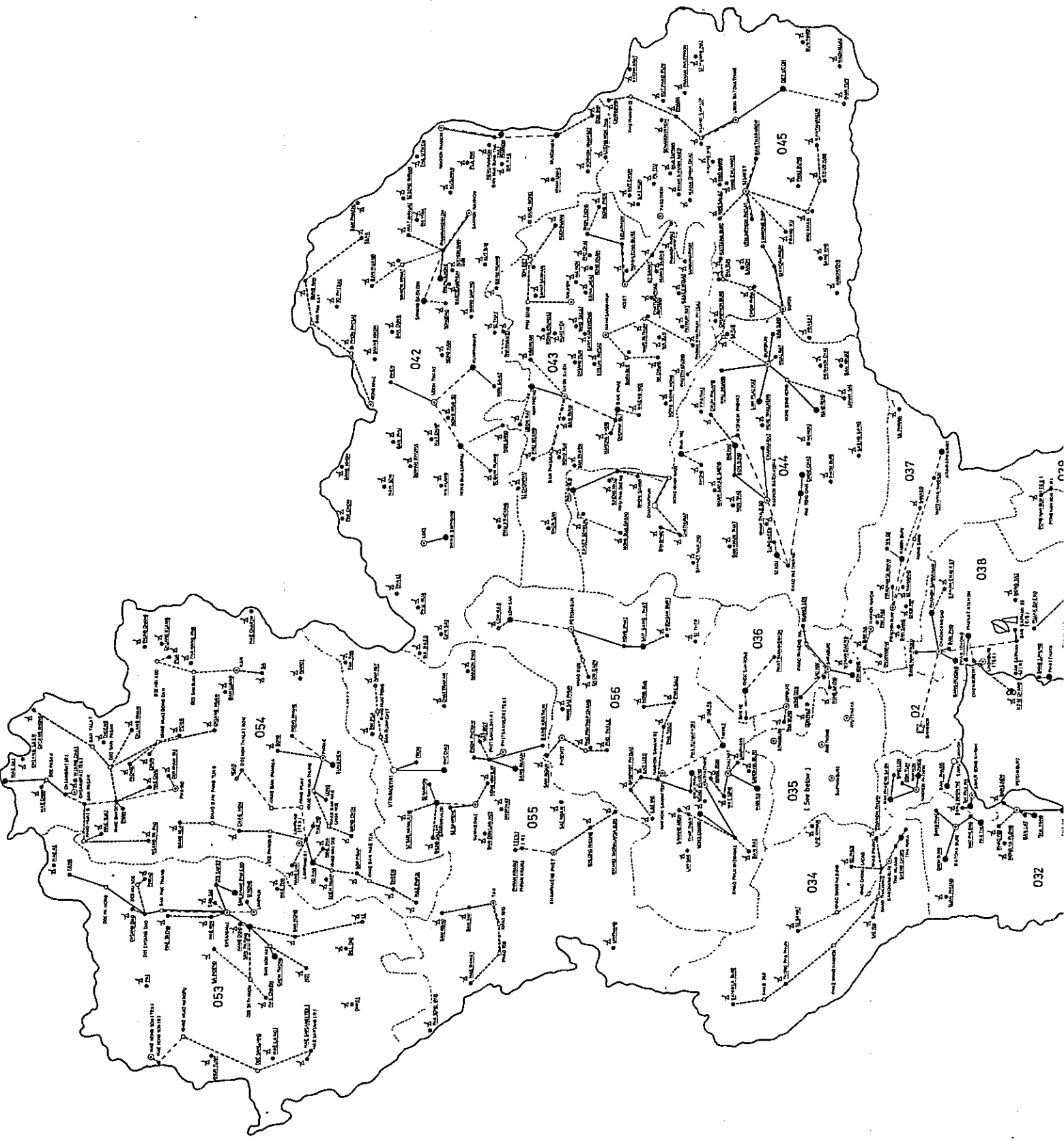


Ban Saphan Si 主制御地球局サイト調査



N : Number of telephone subscribers estimated

Figure 9 Basic Philosophy of Route Plan for Satellite System



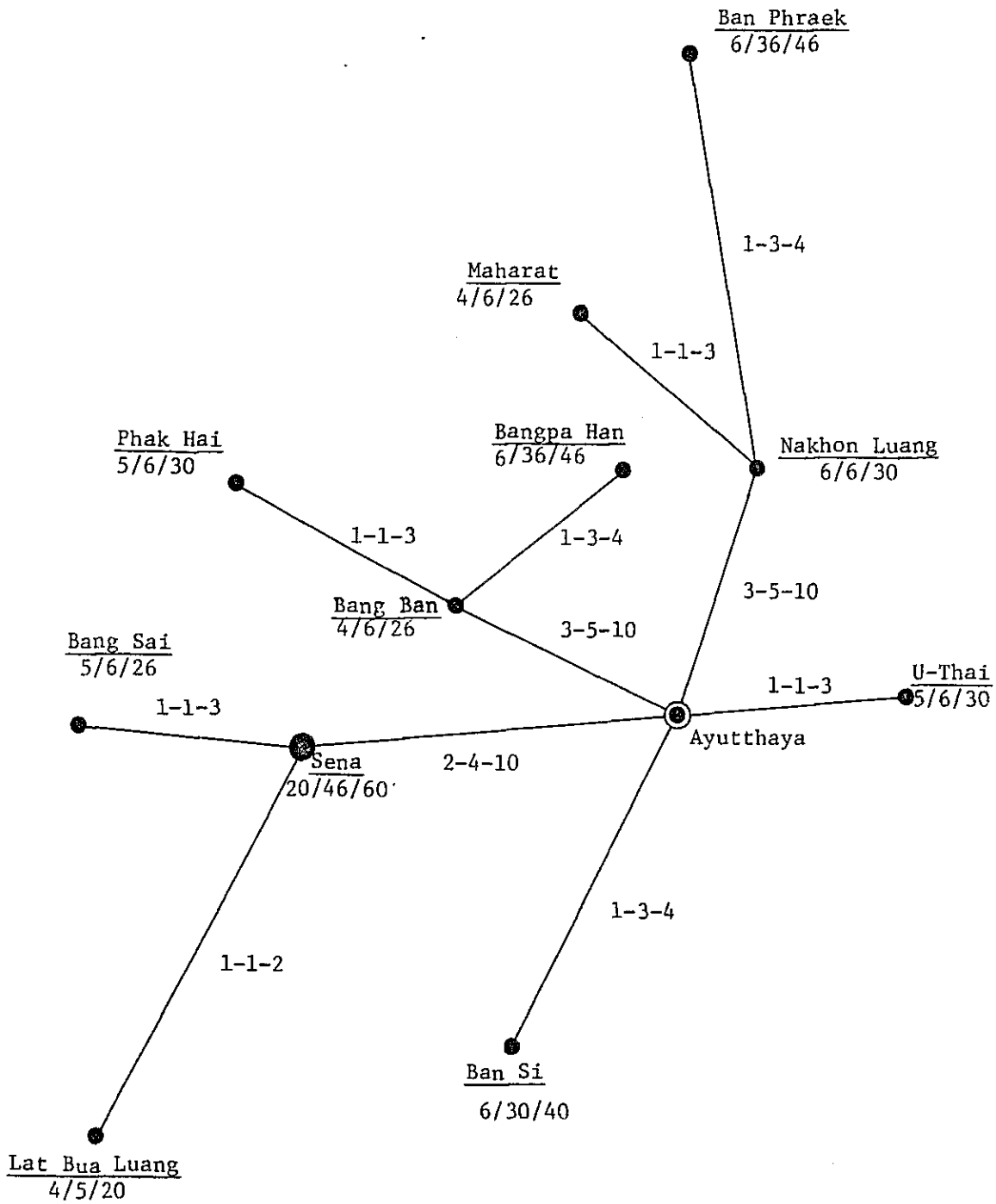


Figure 6

Ayutthaya Area(3516)

Circuit Assignment Diagram for Terrestrial System

Legend for Figure 6 :

- ⊙ Tertiary / Secondary / Primary Center
- Local Exchange (including Mobile Exchange)
- Terminal Station (including SG/G Branching Station)
- Repeater Station

Site Name Underlined site is for Rural Long Distance Public Telephone Service and Mobile Exchange Station in this Study.

———— Newly planned radio link

— · — Existing radio link

----- Cable link

X/Y/Z



Number of circuits required in 1994

Number of circuits required in 1989

Number of circuits required in 1984

X-Y-Z



Number of basic groups required in 1994

Number of basic groups required in 1989

Number of basic groups required in 1984

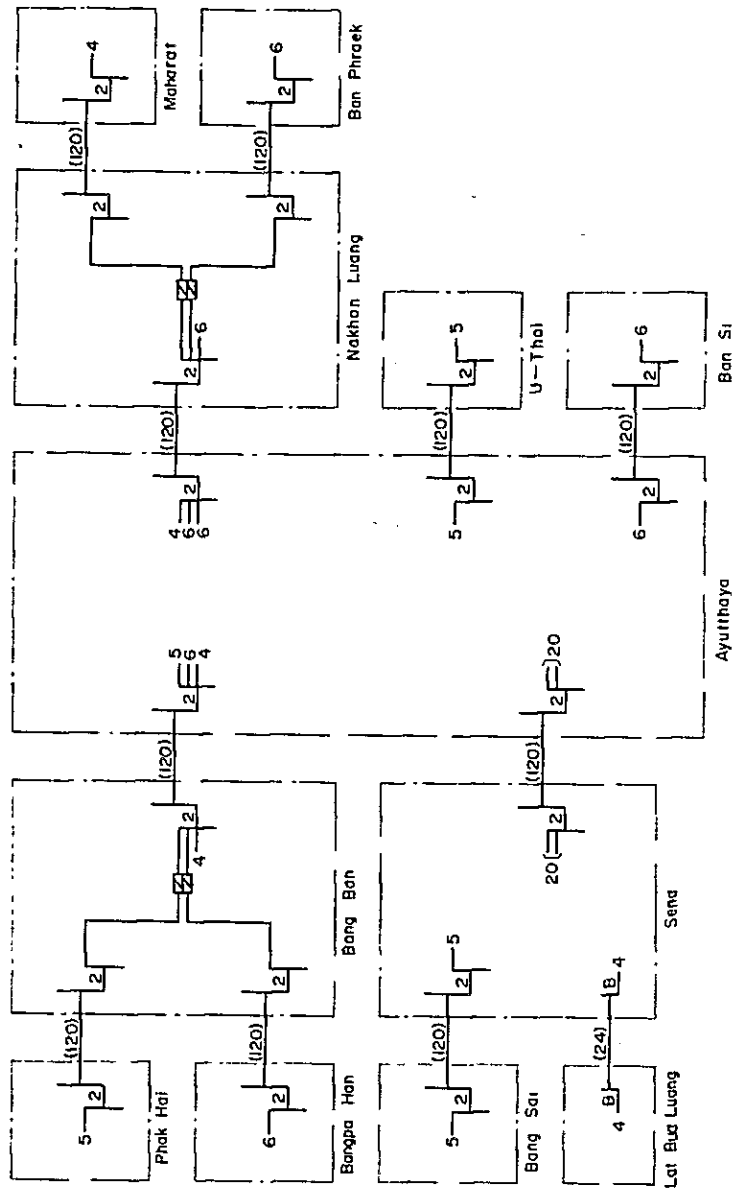


Figure 7

Ayutthaya Area(3516)

Typical Channel Accommodation Plan for Terrestrial System (Initial Stage)

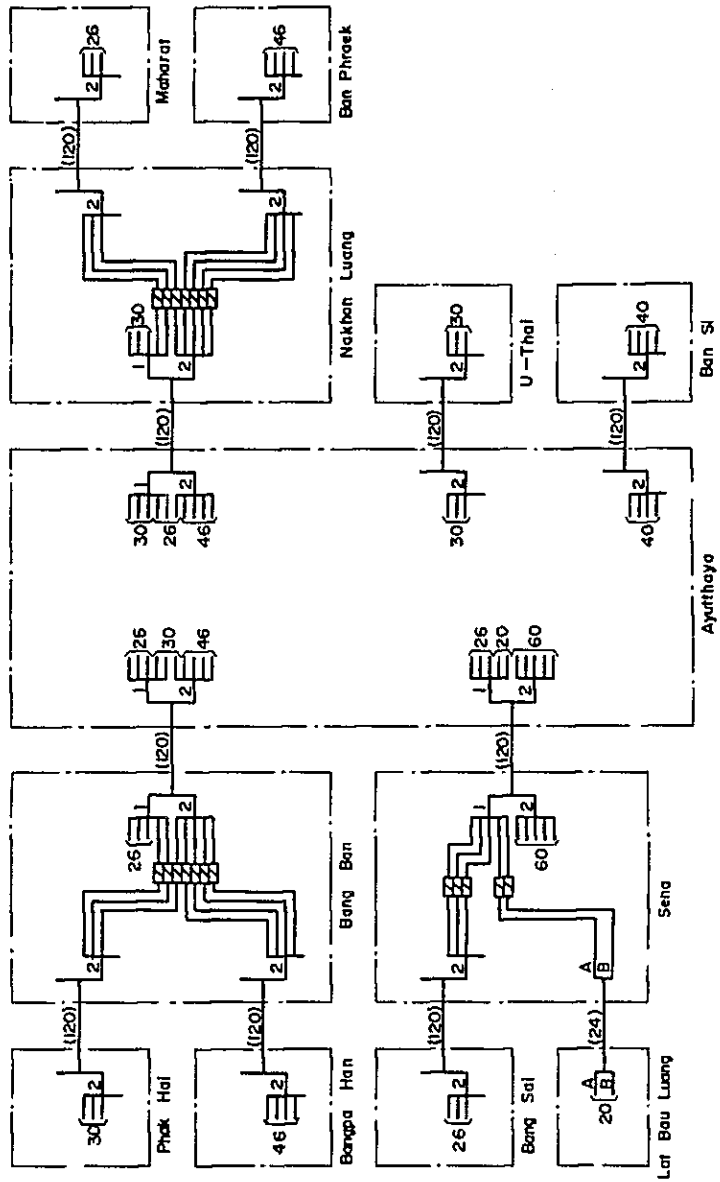


Figure 7 Ayutthaya Area(3516)
 Typical Channel Accommodation Plan for Terrestrial System (Final Stage)

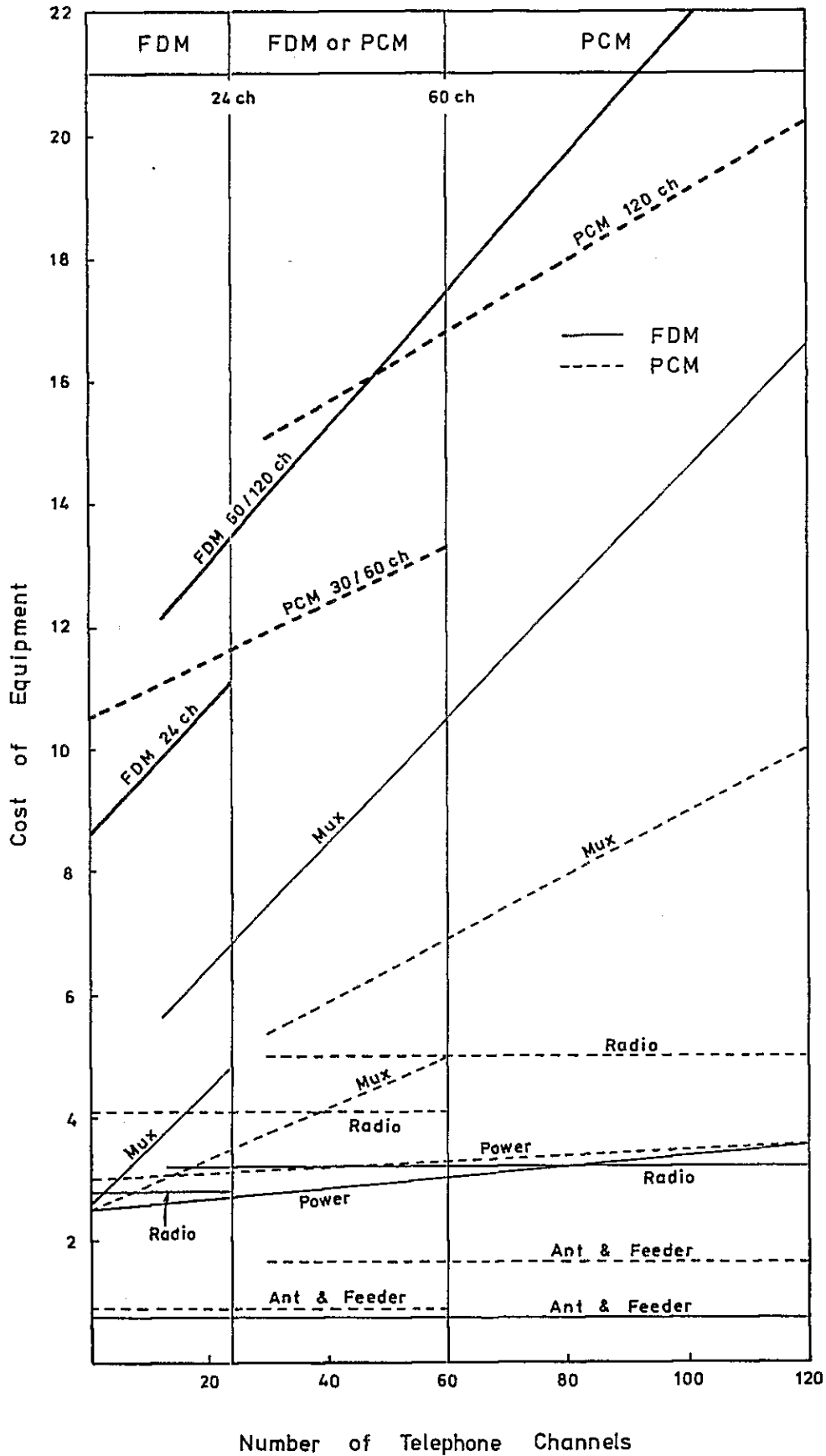


Figure 8 Cost Comparison between FDM and PCM Systems in 900 MHz Band

V 国内衛星通信方式の伝送ルート

地上無線方式に対する比較対象案としての、国内衛星通信方式の最適伝送ルートを選定するにあたって、下記の事項を主体に調査検討した。

- (1) 世界主要国国内衛星通信方式の現状考察
- (2) ルートプランの基本条件
- (3) インドネシア国PALAPA衛星トランスポンダのリース料とリース条件
- (4) 既設マイクロ波回線への電波干渉
- (5) 国内衛星ルートプランと回線集束

1. 世界主要国国内衛星通信方式

国内衛星通信は、カナダ、アメリカ、ソ連、インドネシア、フィリピン等の国々で実際に供されているが、これらの国々は以下の条件下にある国が多い。

- (1) 回線網構成が多くの島嶼間をリンクする構成である。
- (2) 既存の地上方式による通信網の拡充を、地上無線方式で行うには建設・保守費が大きい。
- (3) 国土が広く、人口が一様に分布せず、過疎地が多い。
- (4) 自然環境が厳しく、凍結、洪水が発生し陸路による交通が困難である。
- (5) 2地点間の所要回線数が少なく、回線設定区間数の多いシステムでは、地上無線方式の方が、回線当りのコストが高く不経済となる場合。

一般に、国内衛星通信方式を導入することにより公衆通信としての電話、テレックスの他、各行政機関、企業等の専用通信線、テレビ伝送等多岐にわたる信号伝送が行なわれ、衛星の有効利用による実効的コスト低減の図られている場合が多い。

2. ルートプラン基本条件

地上無線方式と同等の伝送容量と接続基準を持つ国内衛星システムのルートプランについて、トラフィック予測、電波干渉予測を重点に検討した結果、ルートプランを考える場合の基本条件を次のように想定した。

- (1) タイ国国内衛星通信方式は地球局の数が多く、全体的に局当りの回線数が少ないので、

SCPC (Single Channel Per Carrier) 方式による DAMA 方式を適用する。

- (2) 衛星トランスポンダはインドネシアの PALAPA 衛星のものをリースする。
- (3) PALAPA トランスポンダの容量，地球局から既設マイクロ波回線への電波干渉を考慮して，以下のルーラルサイトは地上無線方式（一部ケーブル方式も含む）とする。
 - 1) 当初から可搬形交換機を導入する 47 局と，トラフィック予測の結果，システム建設 5 年後（1989 年）に電話交換機の導入が予想されるルーラル局。
 - 2) 既設マイクロ無線局付近にあるルーラル局と，上記 1) 項関連で，ルートレイアウト上，地上無線方式に組み入れた方が合理的と考えられるルーラル局。
 - 3) ケーブルで付近の Primary Center や Local Exchange へ容易に収容可能なルーラル局。
 - 4) 既設マイクロ波回線への電波干渉で，地球局設置が困難なルーラル局。
- (4) トラフィック予測の結果，システム建設 10 年後（1994 年）に電話交換機の導入が予定されるルーラル局は，その時点で地上無線方式に組みかえる。

以上の基本条件をフローチャートに示すと図 9 のようになる。このような基本条件で作成したルートプランを図 10 に，回線集束図の一例と，典型的なチャンネル収容図をそれぞれ図 11 と図 12 に示す。

3. 衛星トランスポンダのチャンネル容量

電話需要予測結果より推定した，衛星トランスポンダの初期（1984 年），中期（1989 年），終局期（1994 年）の所要電話回線数は下記のとおりである。

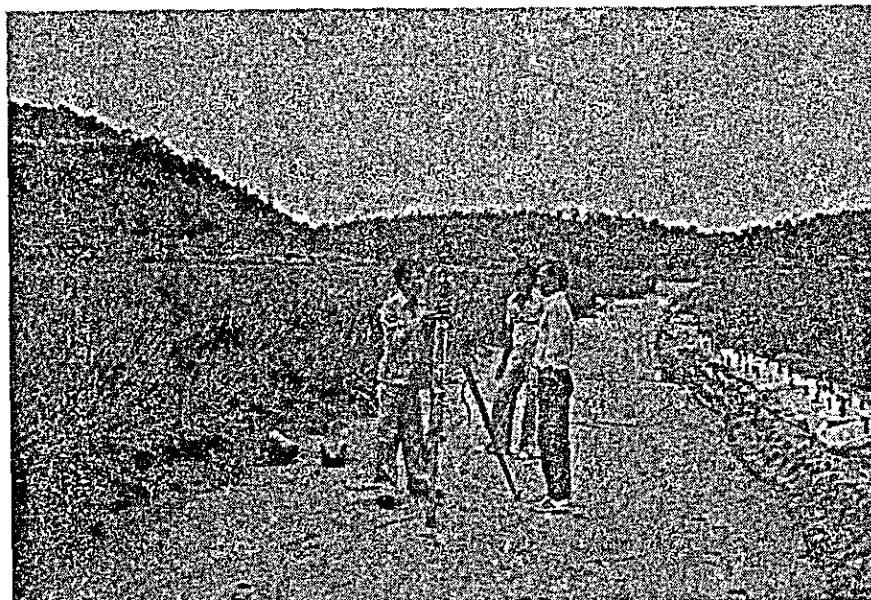
<u>1984年</u>	<u>1989年</u>	<u>1994年</u>
361	486	254

4. PALAPA トランスポンダのリース料とリース条件

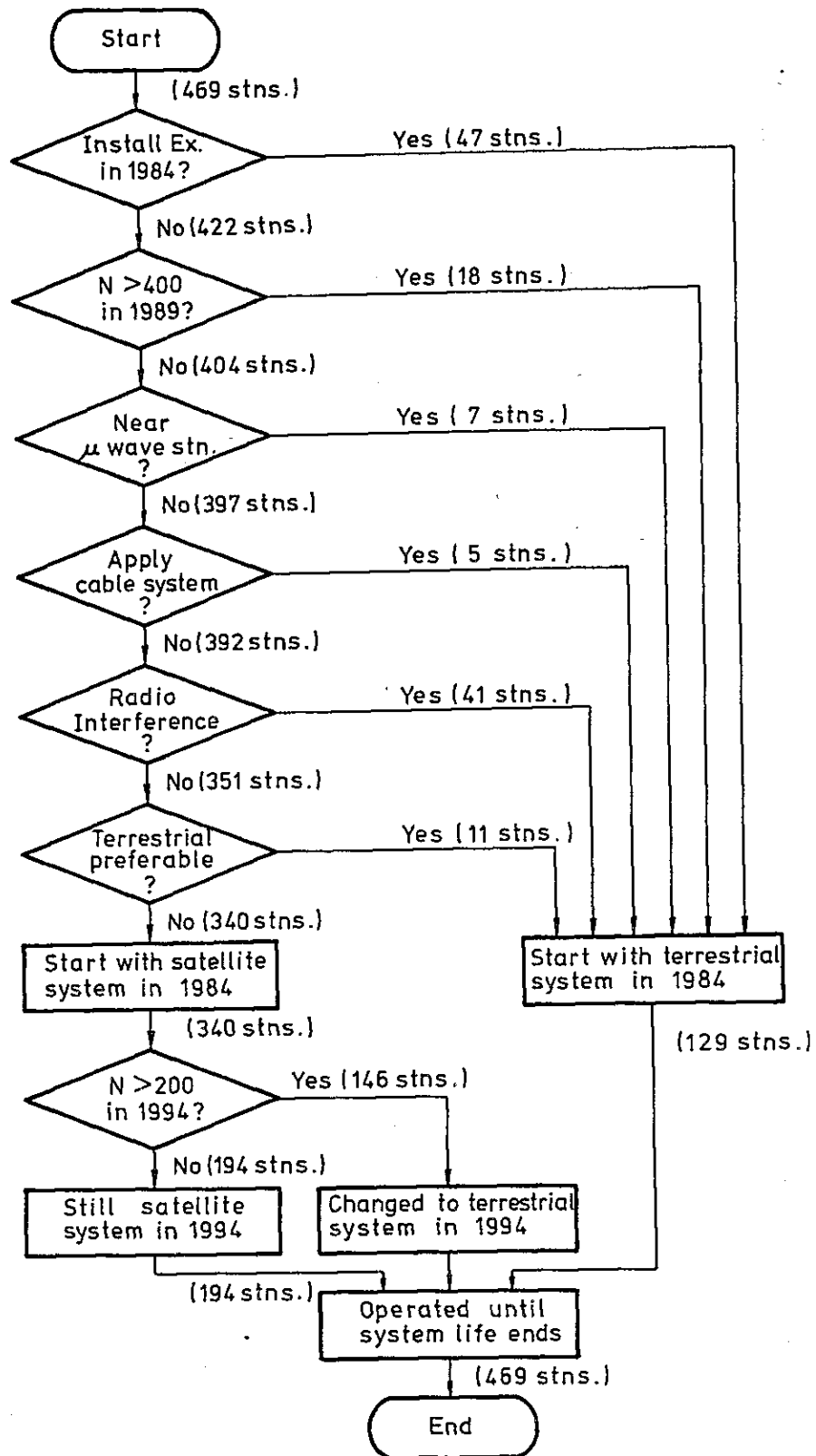
PALAPA 衛星のトランスポンダを長期間にわたってリースする場合の年間料金は下記のとおりである。

- (1) リース期間最低 1 年：US\$ 850,000
- (2) リース期間最低 3 年：US\$ 800,000
- (3) リース期間最低 5 年：US\$ 750,000

リースした予備衛星のトランスポンダが故障した際は他のトランスポンダへ、又予備衛星の全トランスポンダが故障時には、現用衛星へそれぞれ切替使用出来るよう、インドネシア当局が最大限の努力をする条件になっている。



Ban Saphan Si 主制御地球局サイト調査



N : Number of telephone subscribers estimated

Figure 9 Basic Philosophy of Route Plan for Satellite System

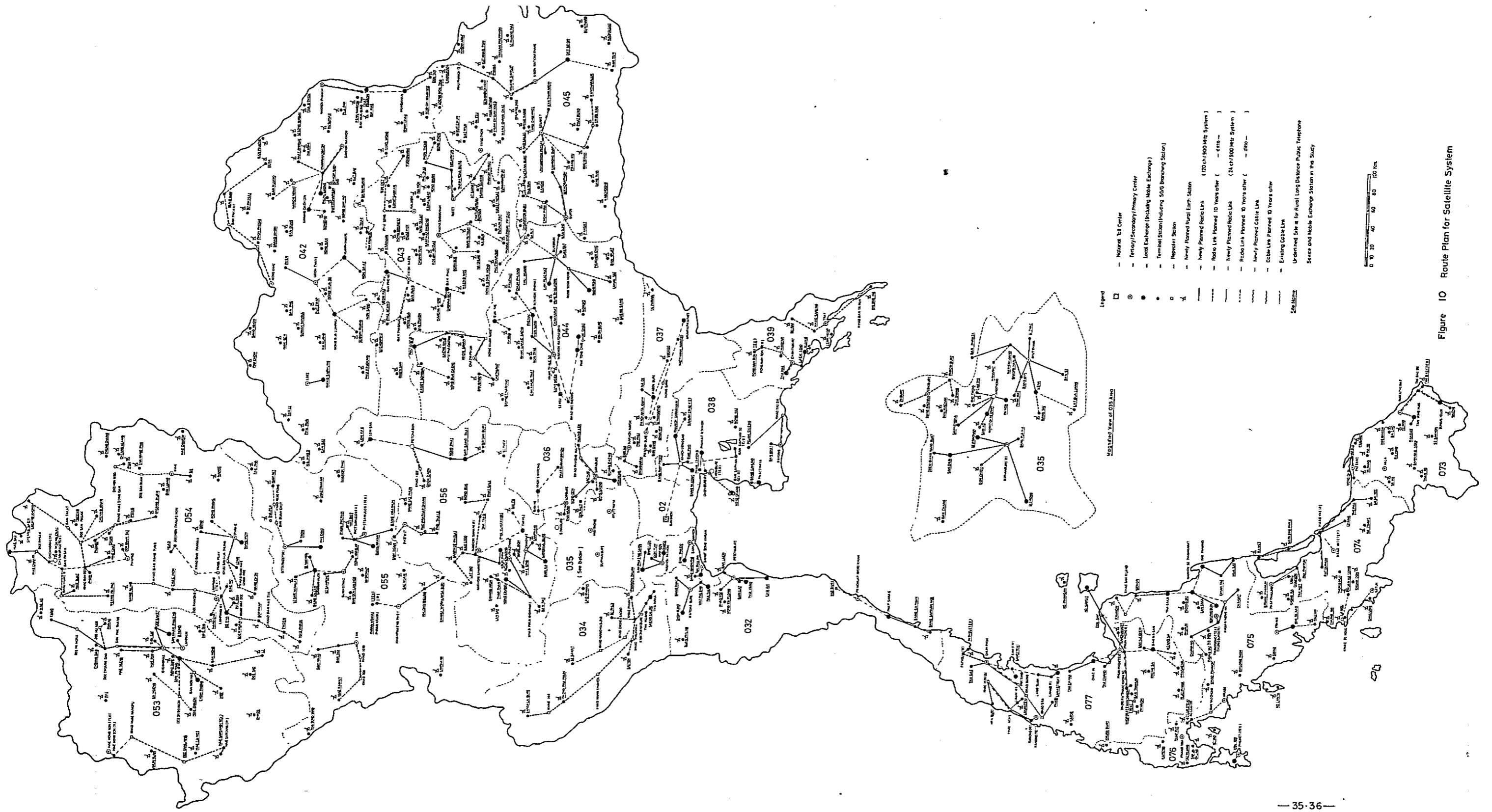


Figure 10 Route Plan for Satellite System

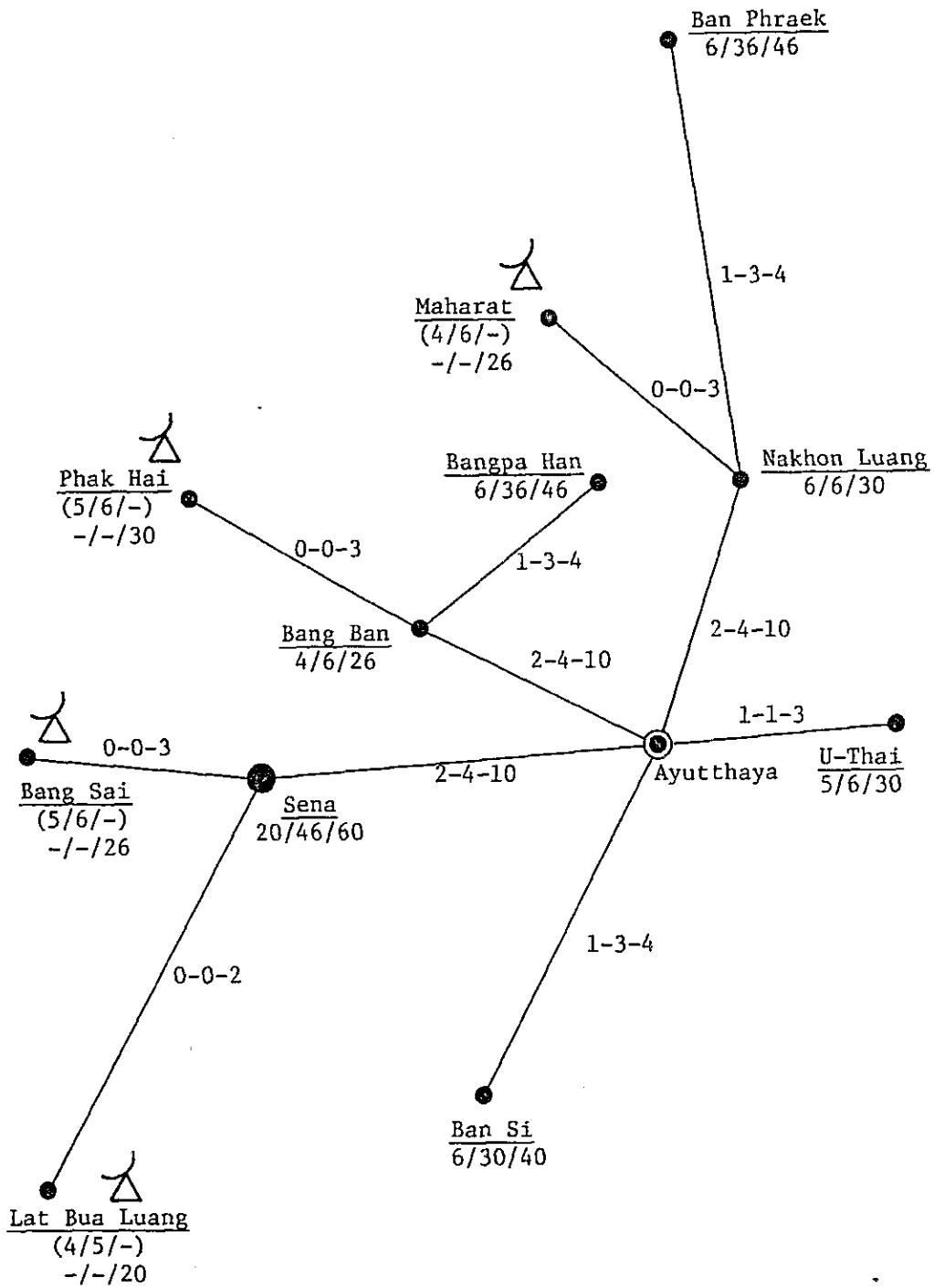


Figure 11

Ayutthaya Area(3516)

Circuit Assignment Diagram for Satellite System

Lengend for Figure 11 :

- ⊙ Tertiary / Secondary / Primary Center
- Local Exchange (including Mobile Exchange)
- Terminal Station (including SG/G Branching Station)
- Repeater Station

Site Name Underlined site name is for Rural Long Distance Public Telephone Service and Mobile Exchange Station in this Study.



Newly planned Rural Earth Station



Newly planned radio link



Existing radio link



Cable link

(X/Y/X)



- Number of circuits required in 1994
- Number of circuits required in 1989
- Number of circuits required in 1984

X/Y/Z



- Number of circuits required in 1994
- Number of circuits required in 1989
- Number of circuits required in 1984

X-Y-Z



- Number of basic groups required in 1994
- Number of basic groups required in 1989
- Number of basic groups required in 1984

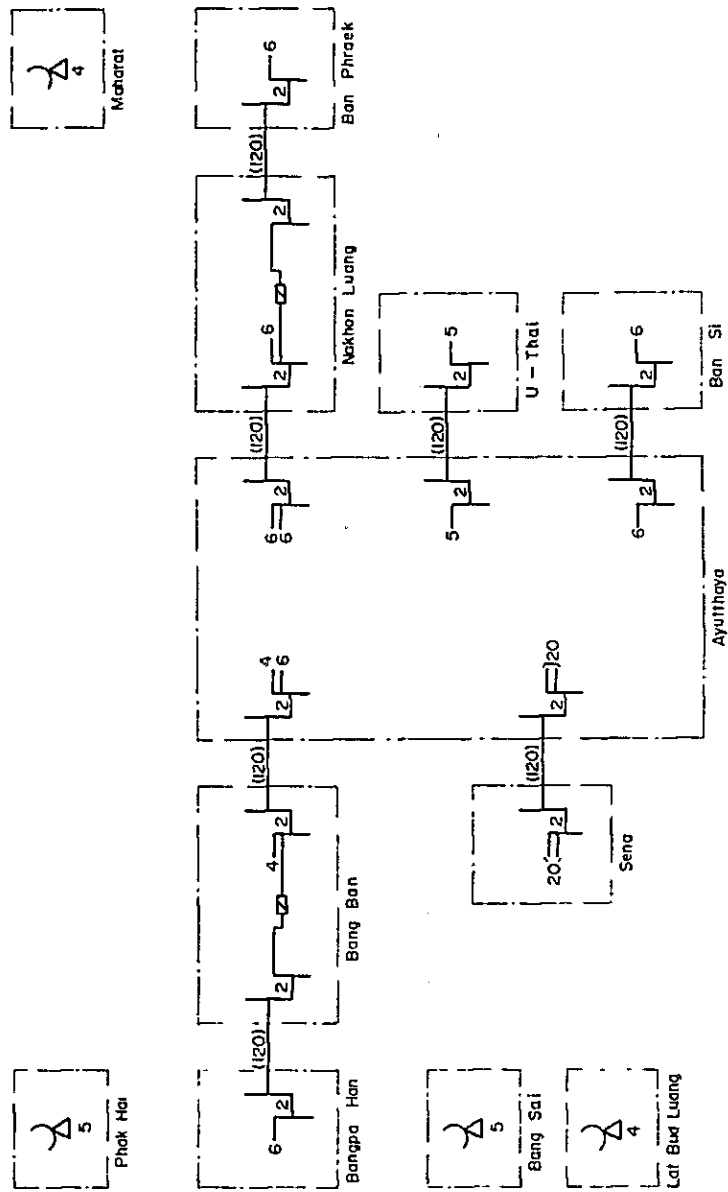


Figure 12

Ayutthaya Area (3516)

Typical Channel Accommodation Plan for Satellite System (Initial Stage)

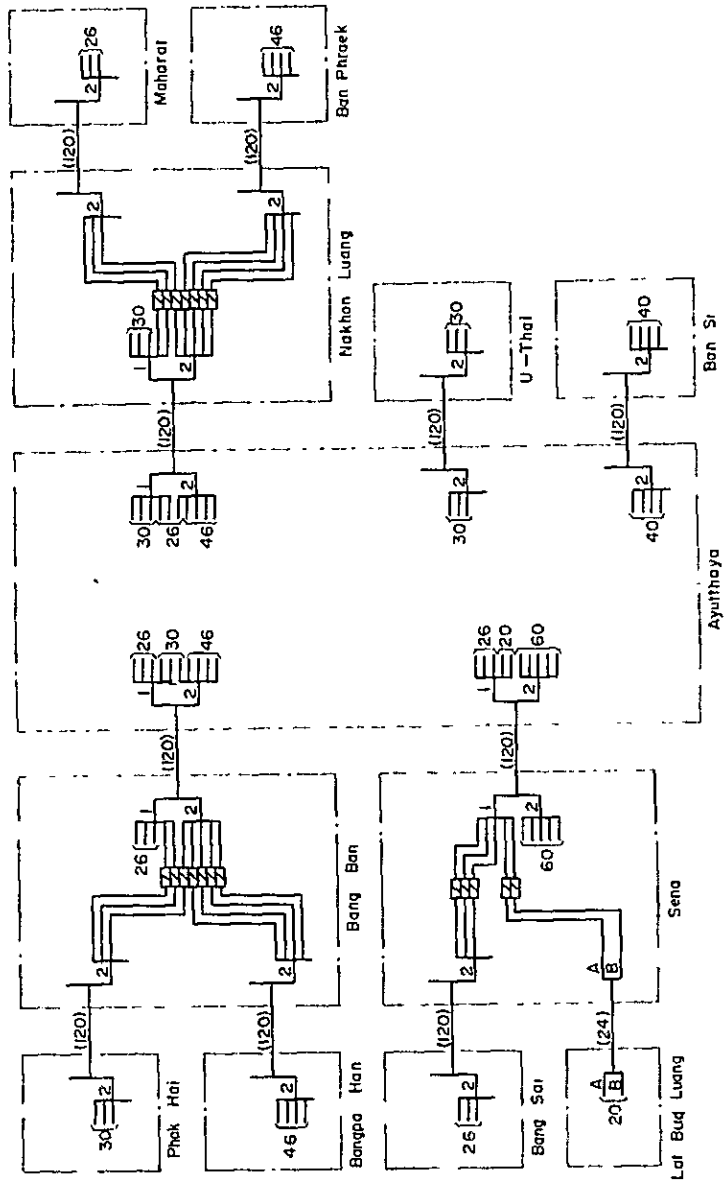


Figure 12 Ayutthaya Area (3516)
 Typical Channel Accommodation Plan for Satellite System (Final Stage)

VI 伝送ルートの詳細検討と現地調査

伝送ルートの詳細検討は、地上無線方式と国内衛星方式とに大別して、以下の事項について行なった。

(1) 地上無線方式

- 1) TOT 調査結果のサンプリングによるレビュー
- 2) 現地調査による置局確認
- 3) UHF システム設計条件の確定と伝送品質推定
- 4) 周波数使用計画
- 5) UHF システムの構成
- 6) ケーブル布設ルートの検討

(2) 国内衛星方式

- 1) バンコック主制御地球局の置局選定
- 2) 設計条件の確定と伝送品質推定
- 3) 地球局の電波干渉予測

1. TOT 調査結果のレビューと現地調査

Scope of WorkによるTOT との取り決めにより、調査団は、TOT がこれ迄にタイ国内全域を対象に実施してきた、UHF システム計画のPreliminary studyの中から次の4エリアの75無線局を選び、ルートレイアウト、パスプロファイル、回線設計を中心に詳細にレビューした。

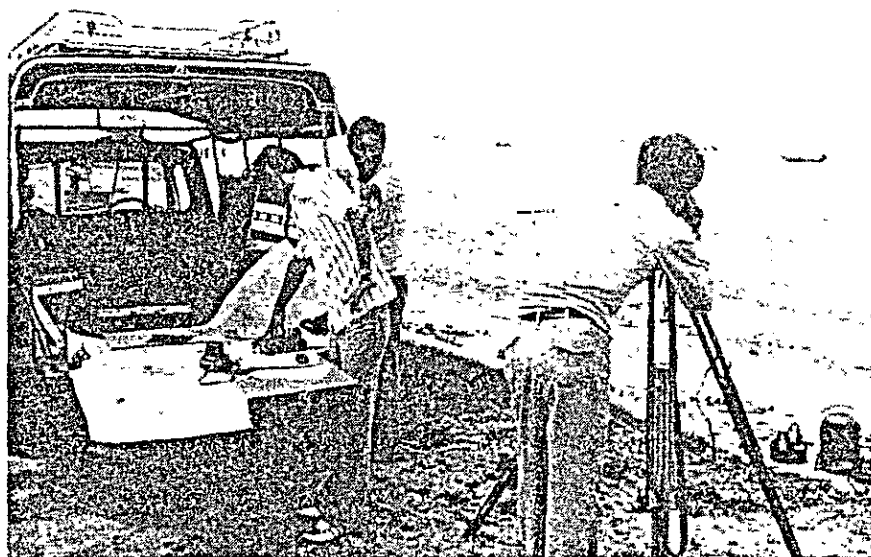
Chiangmai エリア	(北部)
Ayutthaya エリア	(中央部)
Nakhon Ratchasima エリア	(東北部)
Phun Phin エリア	(南部)

図13 に詳細検討のフローを示す。

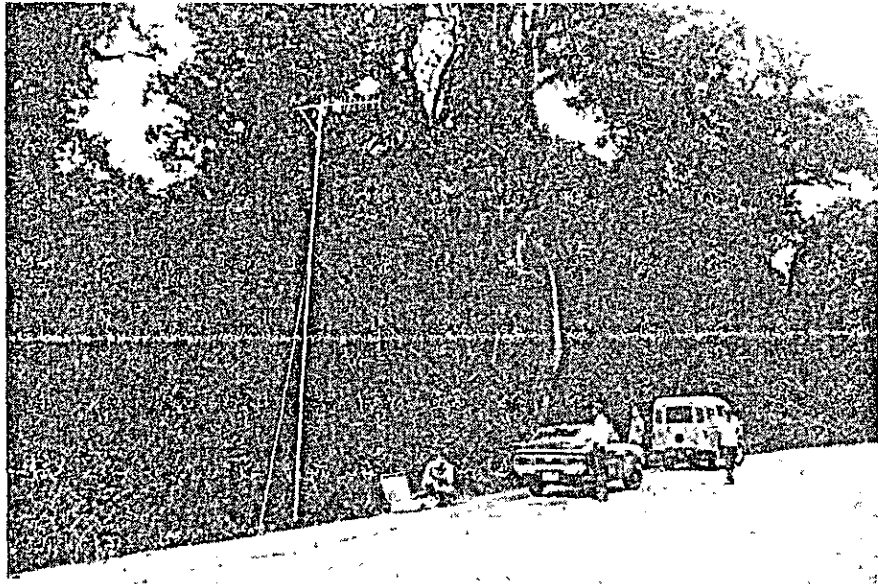
TOT 調査結果のレビューおよび現地調査結果をまとめると、次のようになる。

- (1) 422 のルーラル局および47 可搬形交換機導入局のうち、現地調査の終了しているのは約160 局で、残りの局については、机上検討のみ終了している。

- (2) これ迄にTOT が現地調査を実施したローラル局の中には、敷地が最終的に決定していないサイトが多数あるが、ローラル局の大部分が平坦な市街地に建設される予定なので、市内の何処に置局されても電波伝搬上の障害はない。
- (3) TOT の作成したUHF 回線ルートレイアウトは、マイクロウェーブ回線置局選定の経験があるので、概ね妥当と思われるが、更にUHF 帯の電波伝搬特性を生かした設計をすれば、中間中継所を省略する等、設計の経済化が図れる。
- (4) プロジェクトの1989年以降の電話需要予測については、再調査して見直す必要がある。
- (5) 国内衛星方式の主制御地球局候補地として、バンコック南東部約100 KmのBan Saphan Si サイトを選定したが、もしTOT が国内衛星方式を導入するとした場合は、他の候補地についても、詳細に検討する必要がある。



Samui 島の調査



Doi Inthanon サイトでのコンタクト試験

2. 設計条件の確定と伝送品質推定

伝送品質規格に関し、CCITT/CCIR勧告又は、それに準ずる規格をTOTとの技術討論により決定し、サンプリングした66UHF区間の伝送品質を小形プログラム計算機により計算した。一例を表6と表7に示す。66無線区間の搬端雑音を含む平均S/Nは約60dBである。

国内衛星方式については、衛星1リンク50dB(主制御局-ローラル局)に雑音規格を設定し地球局のパラメータを決定した。

以下に地上無線方式と国内衛星方式のシステム・パラメータを示す。

(1) 地上無線方式

無線周波数	900MHz帯
変調方式	FDM-FM
伝送容量	24/120 ch
送信機出力	5W
空中線形式	八木又はパラボラ形
電源方式	電池浮動

予備形式 装置予備

(2) 国内衛星方式

無線周波数	6 GHz帯 (アップリンク)	
	4 GHz帯 (ダウンリンク)	
変調方式	SCPC-FM	
トランスポンダEIRP	30 dBW	
トランスポンダG/T	-6.5 dB/°K	
送信出力	<u>主制御局</u> 700W	<u>ルーラル局</u> 50W
空中線口径	11mφ	4.5mφ
雑音温度	55 °K	90 °K

3. 周波数使用計画とシステム構成

900MHz帯周波数使用計画を図14に、地上無線方式と国内衛星方式のシステム構成の一例を図15～図17に示す。

4. 地球局の電波干渉予測

衛星方式と地上マイクロ波回線の干渉路の種別としては、次図に示す4パスが考えられる。



本調査での予測は、公衆通信に支障を与える恐れのある④について行なった。

干渉予測の範囲としては、423 (含主制御地球局)地球局と70地上マイクロ波局の地理的な相互関係を全組み合わせ(423×70=29610組み合わせ)について検討し、地球局ごとに次のいずれかの条件を満たす地上マイクロ波局を干渉検討対象局として選出した。(図18及び図19参照)

- (1) 地球局を中心として半径100 Kmの円内に存在する全ての地上マイクロ波局

(2) 上記(1)の範囲を超え，地球局から電波の見通し($K=4/3$)の可能なすべての地上マイクロ波局

上記(1)，(2)の範囲に入るパスについて超大型電算機を使用してD/U 値を計算した。計算結果は，コンピューター・プリント・アウトにして約1000ページにわたる膨大なものなので，計算結果の一例のみを添附した(Report A～F)。

電波干渉計算の結果，41 ルーラル地球局が既設地上マイクロ波回線に支障を与えることが判明した。

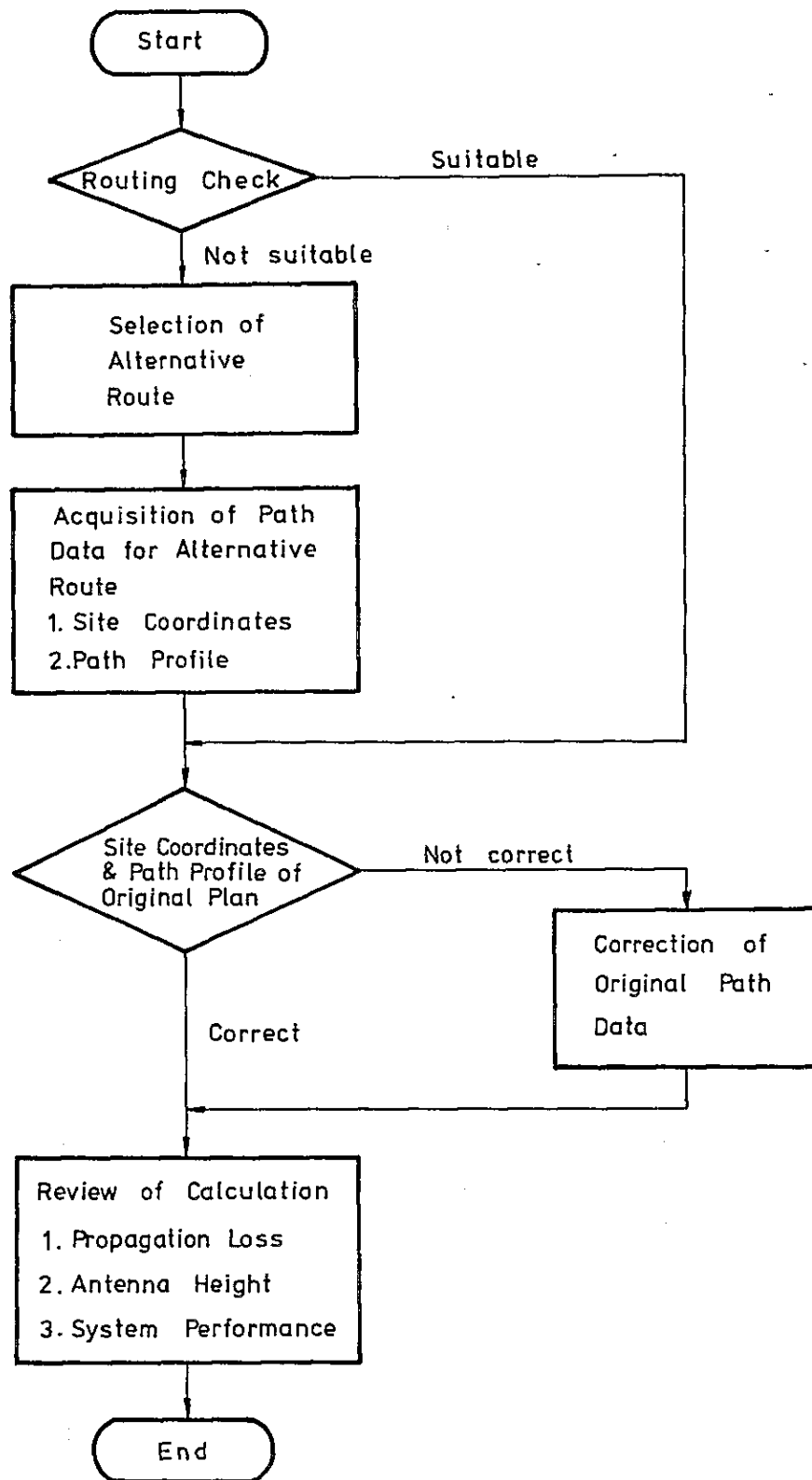
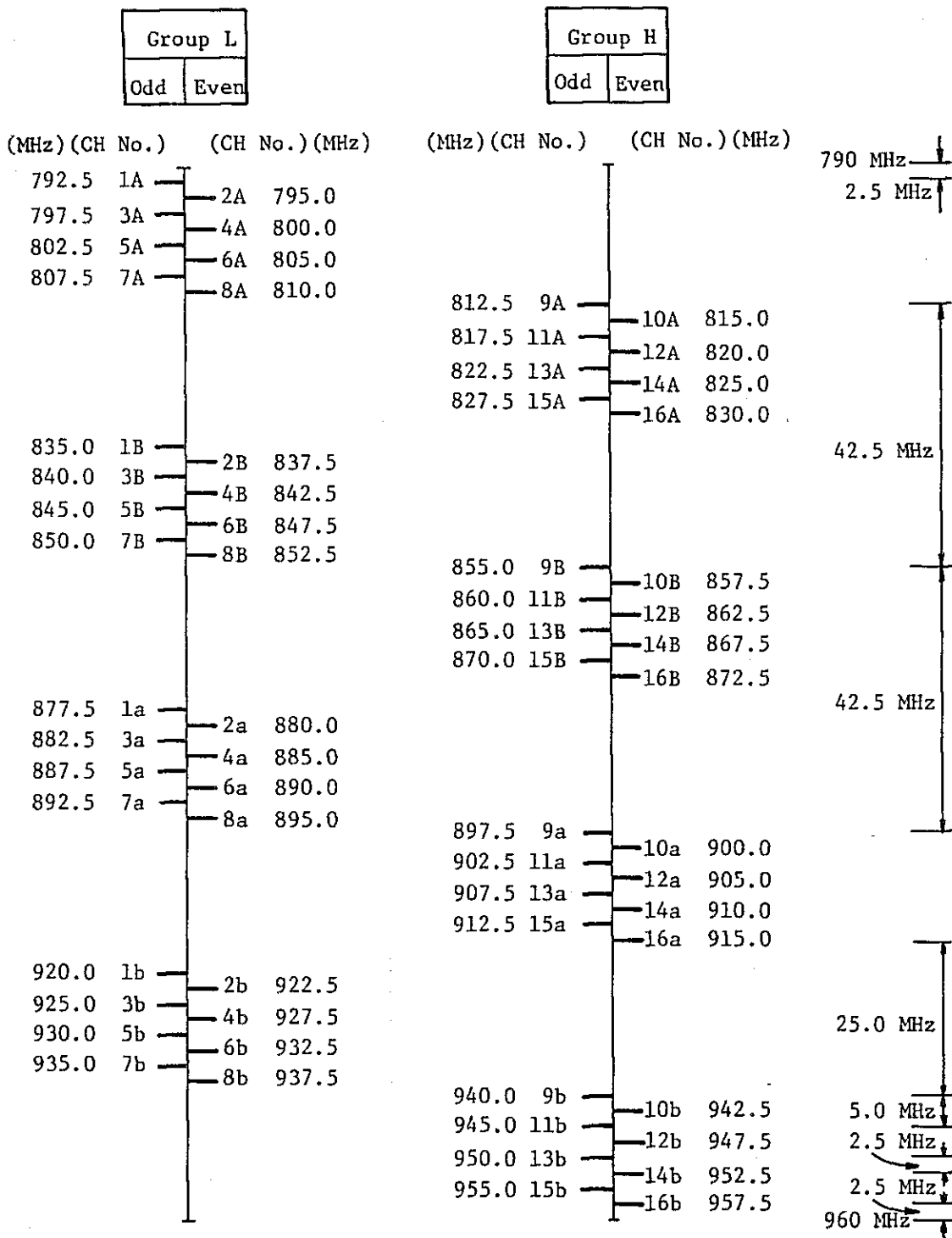


Figure 13 Study Flow of UHF Radio Relay System Planned by TOT

Table 6 PROPAGATION PATH DATA (1/2)		Path No. 3516-1	
Site P Ayutthaya		Site Q Nakhon Luang	
Map No. 5137 IV		Map No. 5137 IV	
Long-1(D.MS)	100.3000	Long-1(D.MS)	100.3500
Long-2(D.MS)	100.3500	Long-2(D.MS)	100.4000
Lati-1(D.MS)	14.2000	Lati-1(D.MS)	14.2500
Lati-2(D.MS)	14.2500	Lati-2(D.MS)	14.3000
X 1-2(mm)	179.9	X 1-2(mm)	179.3
X 1-0(mm)	158.8	X 1-0(mm)	55.4
Y 1-2(mm)	184.0	Y 1-2(mm)	184.1
Y 1-0(mm)	45.3	Y 1-0(mm)	102.3
Long. (D.MS)	100.3425	Long. (D.MS)	100.3633
Lati. (D.MS)	14.2114	Lati. (D.MS)	14.2747
G.Elevation	5 (m)	G.Elevation	4 (m)
Profile No.	5 - 3516 - 1	Type of Path	L/S (no reflection)
		Antenna Height & Diffraction Loss	
Path Distance & Azimuth			
Long-P (D.MS)	100.3425	d (km)	12.7
Lati-P (D.MS)	14.2114	d1 (km)	5.5
Long-Q (D.MS)	100.3633	hm (m)	35.0
Lati-Q (D.MS)	14.2747	hgl (m)	5.0
d (km)	12.7	hg2 (m)	4.0
α P→Q(D.MS)	17.3556	ha1 (m)	33.0
α Q→P(D.MS)	197.3627	ha1 (m)	38.0
		ha2 (m)	38.0
		(k = 4/3)	
		bp (m)	40.2
		Rs (m)	32.2
		Cs (m)	5.2
		U	0.16
		M	8.
		(k = 1)	
		U	Ld50 = 10 dB
		M	0.14
			9.
			Ld99.9=12 dB

Table 6 PROPAGATION PATH DATA (2/2)			Path No. 3516-1	
Site P Ayutthaya		Site Q Nakhon Luang		
Reflection Area(011A-1/3)		Variation of Reflection Loss(011A-3/3)		
f (MHz)	900.00	K ^{99.9}	1.000	
K	1.333	K ⁵⁰	1.333	
hg1 (m)	5.0	K ^{0.1}	3.000	
hg2 (m)	4.0			
d (km)	12.7	ha1' (m)	38.0	
ha1' (m)	38.0	ha2' (m)	38.0	
ha2' (m)	38.0	Lr ^{99.9} (dB)	-4.5	
hr' (m)	5.0	Lr ⁵⁰ (dB)	-4.3	
hr (m)		Lr ^{0.1} (dB)	-3.9	
d1 (m)	6.4	ha1' (m)		
d2 (m)	6.3	ha1' (m)		
ψ (D.MS)	0.1857	Lr ^{99.9} (dB)		
T1 (km)	5.9	Lr ⁵⁰ (dB)		
Dv	0.94	Lr ^{0.1} (dB)		
ρ _e	0.7	ha1 determined	38 (m)	
Φ _r (deg)	180.0	ha2 determined	38 (m)	
Lr min(dB)	-4.6			
Lr max(dB)	10.5			
Reflection Loss(011A-2/3)		Height Pattern		
ha1' (m)	38.0			
Lr60m(dB)	8.6			
55	2.8			
50	-0.7			
45	-2.8			
40	-4.0			
35	-4.6			
30	-4.5			
25	-3.9			
20	-2.6			
15	-0.5			
10	2.7			
ha2' (m)	38.0			
Lr60m(dB)	7.9			
55	2.5			
50	-0.9			
45	-2.9			
40	-4.0			
35	-4.6			
30	-4.5			
25	-3.9			
20	-2.7			
15	-0.8			
10	2.2			

Table UHF SYSTEM PERFORMANCE CALCULATION				Path No.	
7 (900 MHz, 24 ch/120 ch, 5 W/ 50 W)				3516-1	
Station P Ayutthaya		T. #	Station Q Nakhon Luang		T. #
Path Type: L/S (no reflection), Mt. Diffraction				P	Q
Antenna Height	ha	m	38	38	
Antenna Type & Size (Yagi, Parabolic)			1.8	1.8	
Antenna Gain	Ga	dBi	21	21	
Feeder Type			H20	H20	
Feeder Length	lf	m	48	48	
Feeder Loss(ha + 10) x ΔLf	Lf	dB	2.5	2.5	
Antenna Height at P	ha1	m	38.0		
Antenna Height at Q	ha2	m	38.0		
Path Loss					
Path Distance	d	km	12.7		
Free Space Propagation Loss	Lo	dB	113.6		
Additional Propagation Loss(50%)	La	dB	10.0		
Total Propagation Loss(50%)	Lp	dB	123.6		
Required Antenna Gain	Ga	dB	39.6		
Antenna Gain at P	Ga1	dBi	21.0		
Antenna Gain at Q	Ga2	dBi	21.0		
Branching Loss	Lb	dB	5.0		
Feeder Loss at P	Lf1	dB	2.5		
Feeder Loss at Q	Lf2	dB	2.5		
Net Loss(50%)	Ln	dB	91.6		
Median Noise(50%)					
Figure of Merit	Fm	dB	160.0		
Signal/Thermal Noise	S/Nta	dB	68.4		
Thermal Noise	Nta	pWOp	145.0		
Equipment Thermal Noise	Nte	pWOp	100.0		
Intermodulation Noise	Nim	pWOp	200.0		
Interference Noise	Nif	pWOp	240.0		
Radio Link Noise	Npr	pWOp	685.0		
Carrier Multiplex Noise	Npm	pWOp	460.0		
Total Noise	Np	pWOp	1145.0		
Signal/Total Noise(≥ 57/50 dB)	S/Np	dB	59.4		
Short Period Noise(99.9%)					
Fading Depth	.Af	dB	11.0		
Signal/Thermal Noise	S/Nta	dB	57.4		
Thermal Noise	Nta	pWOp	1820.0		
Radio Link Noise	Npr	pWOp	2360.0		
Total Noise	Np	pWOp	2820.0		
Signal/Total Noise	S/Np	dB	55.5		
Fading Margin					
Tx Output Power	Pt	dBm	37.0		
Rx Input Level(50%)	Pri	dBm	-54.6		
Threshold Level	Pth	dBm	-90.0		
Margin to Threshold(50%)(≥ 33/23dB)	Mth	dB	35.4		
Program No.					
120 ch, 5 W : T301 *	Antenna Gain (dBi)		Feeder Loss (dB/m)		
24 ch, 5 W : T302	14 ele. Yagi 15		RG-17 /U	0.14	
24 ch, 50 W : T303	1.2 mØ Para. 18		F13	0.091	
	1.8 " 21 *		F20	0.052 *	
	2.4 " 23.5		A20	0.048	
Mux Noise(pWOp)	3.0 " 26		A39	0.026	
CH G SG SG G CH-TR	4.2 " 28.5				
150+40+40+40+40+150 = 460	6.0 " 32				
	8.0 " 34.5				



Note : A and B or a and b of channel number should be combined and used for transmitting and receiving and vice versa.

Figure 14 Radio Frequency Channel Arrangement in 900 MHz Band

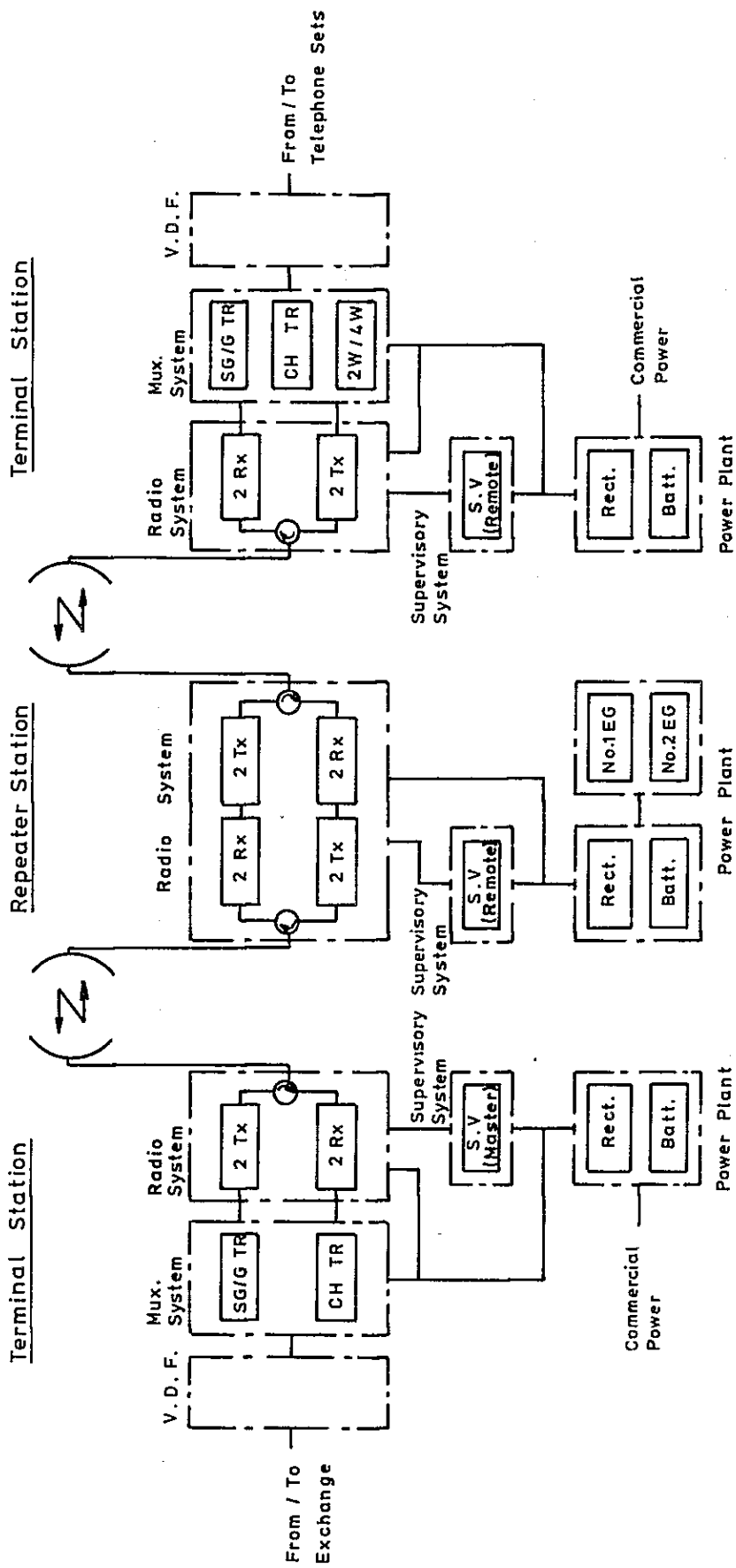


Figure (15 Typical Terrestrial Radio System Configuration

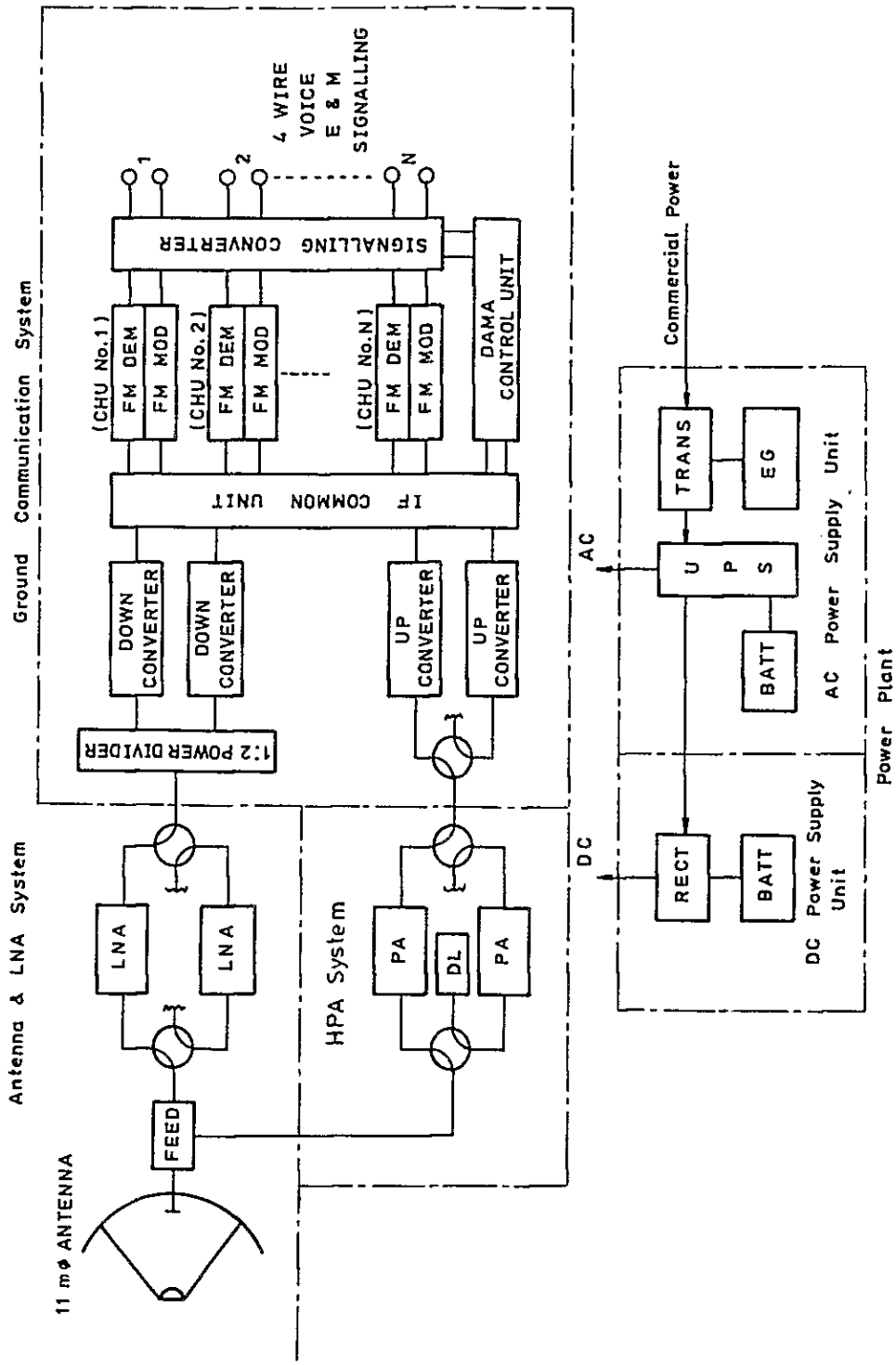


Figure 16 Typical Master Earth Station Configuration

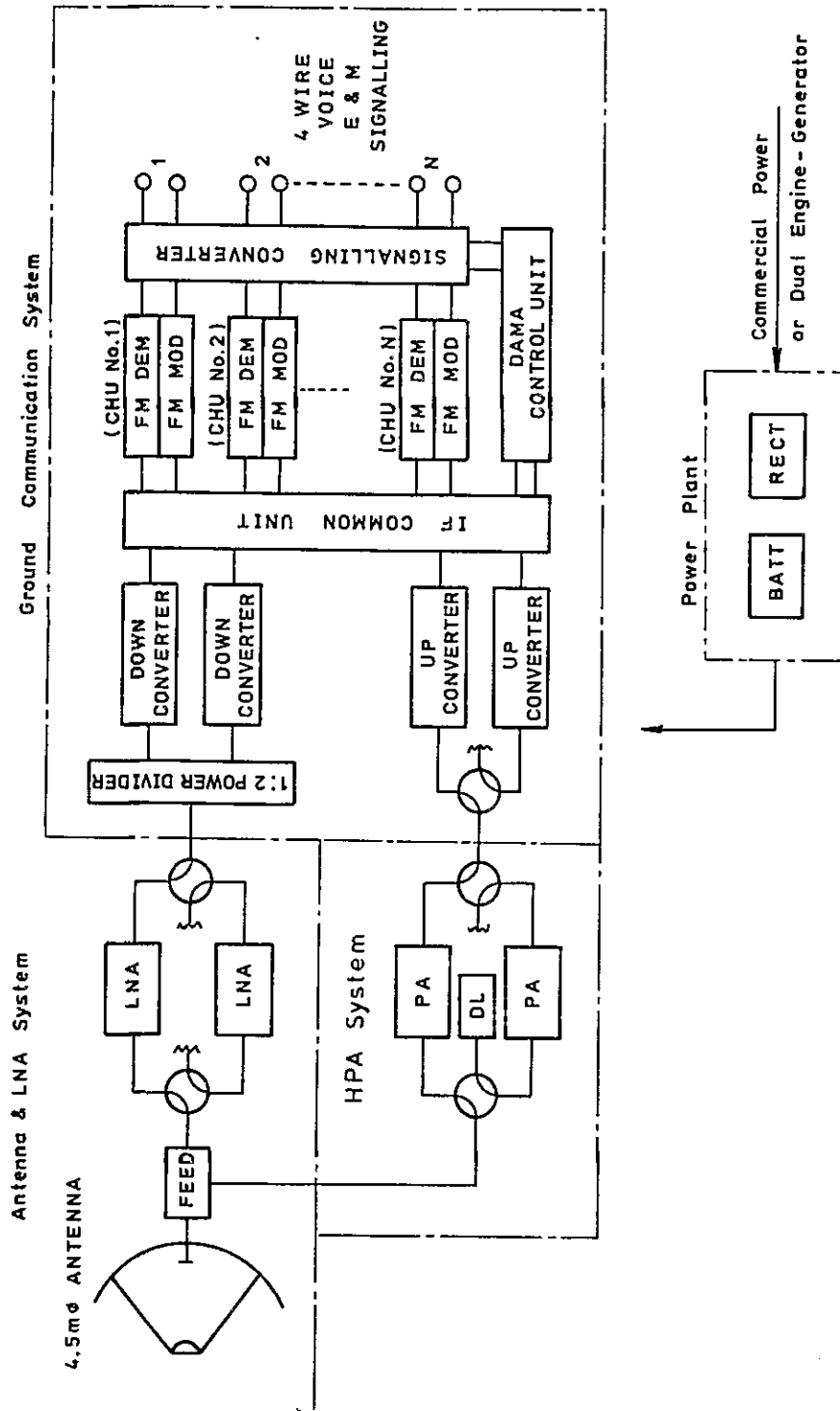
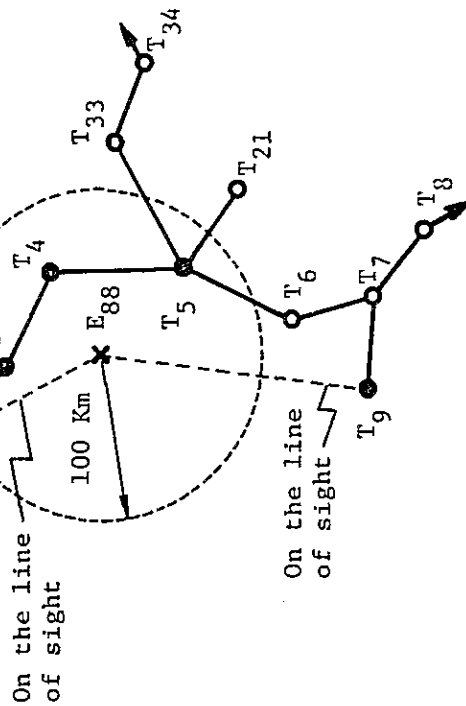


Figure 17 . Typical Rural Earth Station Configuration

- E : Earth station
- T : Terrestrial station
- : Terrestrial station where interference study is required
- : Terrestrial station excluded from interference study



Examples of interference path combinations (11 paths)

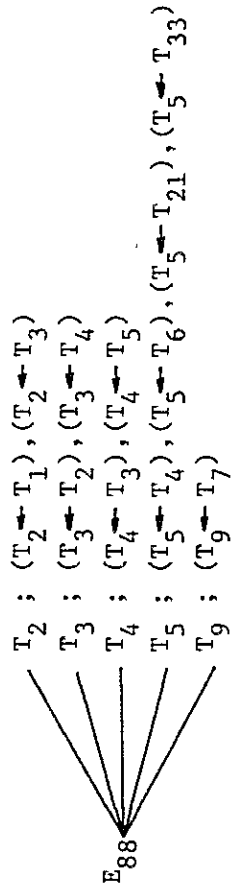
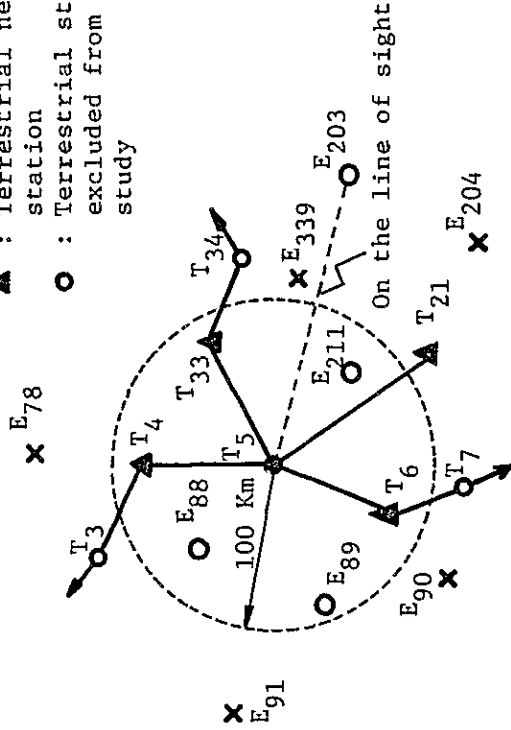


Figure 18 Terrestrial Stations to Suffer Interference from Earth Station

- : Earth station to cause interference
- × : Earth station excluded from interference study
- : Terrestrial station to suffer interference
- ▲ : Terrestrial neighbor station
- : Terrestrial station excluded from interference study



Examples of interference path combinations (16 paths)

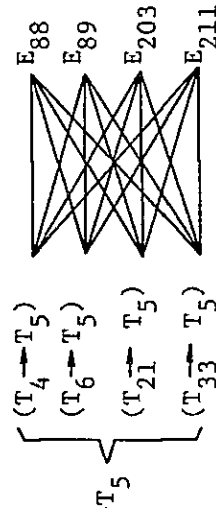


Figure 19 Interference Analysis of Terrestrial Stations

PROJECT NAME -
 RURAL LONG DISTANCE
 PUBLIC TELEPHONE SERVICE
 IN THAILAND
 (INTERFERENCE STUDY)

** BASIC DATA OF THE EARTH (SATELLITE COMM.) STATION **

ID.NO.(1) ST.NO.(0101) ST_NAME(N.YA PLONG) LONG.(E)= 99 42 3 LATI.(N)= 13 9 3 SITE ELEV.= 65(M)
 ***** DISTANCE / G.C.DIST. / TRAV. TIME *** AZIMUTH *** ELEVATION *** BASIC TRANSMISSION LOSS *****
 * SATELLITE 1 /E-S/ 36360(KM) / 2347(KM) / 121(MSEC) 233.00(DEG) 65.39(DEG) 195.7(DB/4GHZ) 199.5(DB/6GHZ) / *
 /S-E/ 51.08(DEG) -86.58(DEG) *
 * SATELLITE 2 /E-S/ 36613(KM) / 2896(KM) / 122(MSEC) 241.61(DEG) 59.70(DEG) 195.8(DB/4GHZ) 199.5(DB/6GHZ) / *
 /S-E/ 58.98(DEG) -85.82(DEG) *

ID.NO.(2) ST.NO.(0102) ST_NAME(BAN LAT) LONG.(E)= 99 55 5 LATI.(N)= 13 3 4 SITE ELEV.= 4(M)
 ***** DISTANCE / G.C.DIST. / TRAV. TIME *** AZIMUTH *** ELEVATION *** BASIC TRANSMISSION LOSS *****
 * SATELLITE 1 /E-S/ 36365(KM) / 2360(KM) / 121(MSEC) 233.58(DEG) 65.26(DEG) 195.7(DB/4GHZ) 199.5(DB/6GHZ) / *
 /S-E/ 51.65(DEG) -86.56(DEG) *
 * SATELLITE 2 /E-S/ 36621(KM) / 2912(KM) / 122(MSEC) 242.04(DEG) 59.54(DEG) 195.8(DB/4GHZ) 199.5(DB/6GHZ) / *
 /S-E/ 59.41(DEG) -85.80(DEG) *

ID.NO.(3) ST.NO.(0103) ST_NAME(KHAO YOI) LONG.(E)= 99 49 52 LATI.(N)= 13 14 1 SITE ELEV.= 6(M)
 ***** DISTANCE / G.C.DIST. / TRAV. TIME *** AZIMUTH *** ELEVATION *** BASIC TRANSMISSION LOSS *****
 * SATELLITE 1 /E-S/ 36367(KM) / 2364(KM) / 121(MSEC) 233.06(DEG) 65.22(DEG) 195.7(DB/4GHZ) 199.5(DB/6GHZ) / *
 /S-E/ 51.11(DEG) -86.56(DEG) *
 * SATELLITE 2 /E-S/ 36622(KM) / 2913(KM) / 122(MSEC) 241.62(DEG) 59.53(DEG) 195.8(DB/4GHZ) 199.5(DB/6GHZ) / *
 /S-E/ 58.95(DEG) -85.80(DEG) *

ID.NO.(4) ST.NO.(0104) ST_NAME(BAN LAEM) LONG.(E)= 99 59 10 LATI.(N)= 13 12 8 SITE ELEV.= 3(M)
 ***** DISTANCE / G.C.DIST. / TRAV. TIME *** AZIMUTH *** ELEVATION *** BASIC TRANSMISSION LOSS *****
 * SATELLITE 1 /E-S/ 36371(KM) / 2376(KM) / 121(MSEC) 233.39(DEG) 65.10(DEG) 195.7(DB/4GHZ) 199.5(DB/6GHZ) / *
 /S-E/ 51.42(DEG) -86.54(DEG) *
 * SATELLITE 2 /E-S/ 36629(KM) / 2926(KM) / 122(MSEC) 241.85(DEG) 59.39(DEG) 195.8(DB/4GHZ) 199.5(DB/6GHZ) / *
 /S-E/ 59.18(DEG) -85.78(DEG) *

- PROJECT NAME -
 RURAL LONG DISTANCE
 PUBLIC TELEPHONE SERVICE
 IN THAILAND
 (INTERFERENCE STUDY)

- REPORT B -
 PAGE (1 / 70)
 NTC/1978

** BASIC DATA OF THE TERRESTRIAL STATION **

* ID.NO. (1)
 * ST.NAME BANGKOK
 * RECEIVING CONDITIONS IN FREE-SPACE (NEIGHBOR ST. 6GHZ RADIATED) *

ITEM / NEIGHBOR ST.	NO.(34)	NO.(2)	NO.(60)	NO.(0)	NO.(0)
DISTANCE (KM)	50.2	42.5	60.7	0.0	0.0
AZIMUTH /T-N/ (DEG)	277.06	15.55	98.15	0.0	0.0
/N-T/ (DEG)	96.95	195.57	278.28	0.0	0.0
ELEV.ANG./T-H/ (DEG)	-0.01	-0.13	-0.20	0.0	0.0
/N-T/ (DEG)	-0.33	-0.16	-0.21	0.0	0.0
B.T.L (DB)	142.3	140.8	143.9	0.0	0.0
E.I.R.P (DBM)	82.3	82.3	82.3	0.0	0.0
REC.ANT.GAIN (DB)	42.3	42.3	42.3	0.0	0.0
REC.ANT.INPUT (DBM)	-17.7	-16.2	-19.3	0.0	0.0

LONGITUDE (E 100 30 58)
 LATITUDE (N 13 45 26)
 SITE /S.L. 3.0(M)
 ANTENNA /G.L. 80.0(M)

I
 CR
 I

** ESTIMATION OF INTERFERENCE LEVEL FROM
THE EARTH-STATION TO THE TERRESTRIAL-STATION **

* EARTH-STATION *
ID.NO.(1)
ST.NO.(0101)
STATION NAME N.YA PLOHG
LONGITUDE (E 99 42 3)
LATITUDE (N 13 9 3)
SITE.S.L. 65.0 (M)
ANTENNA=G.L. 4.5 (M)
ANTENNA-GAIN 46.5 (DB)
ANTENNA-DIA. 4.5 (M)
RADIATED POWER 30.0 (DBM)
/SATELLITE-1 E 083 (DEG)/
/SATELLITE-2 E 077 (DEG)/

* RESULT *		-TERRESTRIAL STATION-										ID.NO.(NEIGHBOR ID.NO.)	
INTERFERING ITEM	**	34(1)	34(35)	35(34)	35(36)	36(35)	36(37)	37(36)	37(38)	0(0)	0(0)	0(0)	
PATH DISTANCE /E-T/	(KM)	82.7	82.7	43.4	43.4	25.8	25.8	69.8	69.8	0.0	0.0	0.0	
TANG.DISTANCE	(KM)	96.5	96.5	63.2	63.2	80.5	80.5	86.9	86.9	0.0	0.0	0.0	
AZIMUTH /E-T/	(DEG)	27.64	27.64	15.99	15.99	102.05	102.05	158.03	158.03	0.0	0.0	0.0	
/T-E/	(DEG)	207.75	207.75	196.02	196.02	282.10	282.10	338.09	338.09	0.0	0.0	0.0	
ELEVATION /E-T/	(DEG)	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	0.04	0.04	-0.16	-0.16	0.0	0.0	0.0	
/T-E/	(DEG)	-0.39	-0.39	-0.12	-0.12	-0.21	-0.21	-0.31	-0.31	0.0	0.0	0.0	
REFER.ANGLE1 /S1-E-T/	(DEG)	112.3	112.3	109.6	109.6	105.8	105.8	83.9	83.9	0.0	0.0	0.0	
/S2-E-T/	(DEG)	114.9	114.9	110.8	110.8	112.5	112.5	86.9	86.9	0.0	0.0	0.0	
REFER.ANGLE /NT-T-E/	(DEG)	110.8	12.5	156.1	51.5	62.4	103.1	20.9	150.0	0.0	0.0	0.0	
E.I.ANT.GAIN1 /E-T/	(DB)	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	
/E-T/	(DB)	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	0.0	0.0	0.0	
E.I.ANT.GAIN2 /T-E/	(DB)	-8.9	12.7	-16.7	0.3	0.3	-2.3	6.7	-16.7	0.0	0.0	0.0	
DESIRED INPUT / T /	(DBM)	-17.7	-16.0	-16.0	-17.4	-17.4	-19.1	-19.1	-18.6	0.0	0.0	0.0	
UNDESIRED INPUT1 /E-T/	(DBM)	-135.5	-113.9	-137.7	-120.7	-116.2	-118.8	-118.5	-141.8	0.0	0.0	0.0	
UNDESIRED INPUT2 /E-T/	(DBM)	-135.5	-113.9	-137.7	-120.7	-116.2	-118.8	-118.5	-141.8	0.0	0.0	0.0	
O/U 1 (DB) (ESTIMATION CODE)		117.8(0)	97.9(1)	121.7(0)	103.3(0)	98.7(1)	99.7(0)	99.3(0)	123.2(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	
O/U 2 (DB) (ESTIMATION CODE)		117.8(0)	97.9(1)	121.7(0)	103.3(0)	98.7(1)	99.7(0)	99.3(0)	123.2(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	

- NOTE - 1 : OPERATIONAL, 2 : SPARE, E : EARTH-STATION, T : TERRESTRIAL-STATION(NT-NEIGHBOR), S : SATELLITE
ESTIMATION CODE (FREE SPACE ASSUMED) : (0) 99 DB OVER, (1) 99 - 89 DB, (2) 89 - 79 DB, (3) LESS THAN 79 DB

***** LIST OF THE RADIO STATIONS (ANNEX REPORT) *****

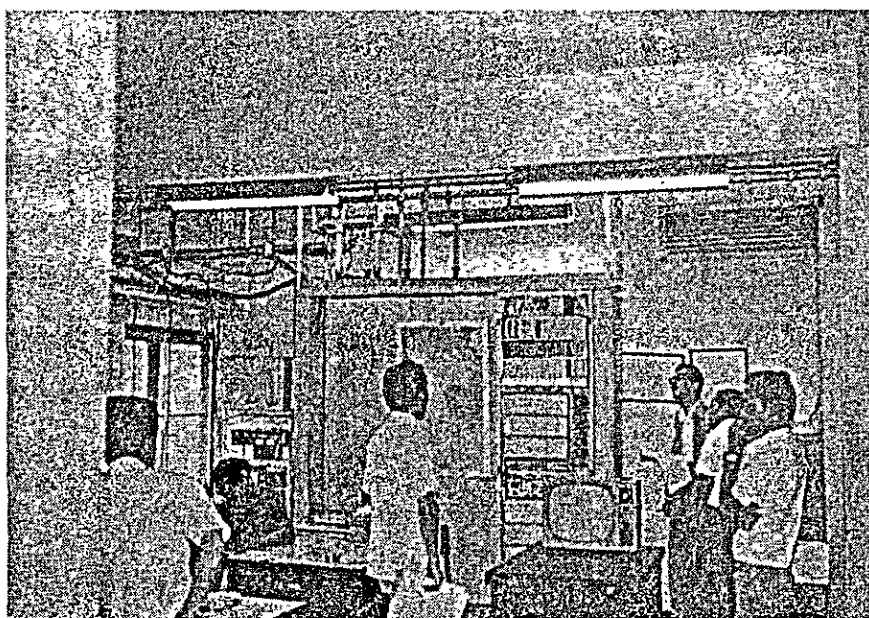
- PART 1 - * TERRESTRIAL STATION (66MHZ) *

(ID.NO.) (ST.NO.)	STATION NAME	LONGITUDE-E (D M S)	LATITUDE-N (D M S)	SITE/S.L. (M)	ANT./G.L. (M)	* *	NEIGHBOR STATIONS (ID.NO.)
(1) ()	BANGKOK	100 30 58	13 45 26	3.0	60.0	*	(34) (2) (60) (0)
(2) ()	BANG KHAI	100 37 16	14 7 32	2.0	90.0	*	(1) (3) (0) (0)
(3) ()	SARABURI	100 55 2	14 31 4	16.0	90.0	*	(2) (4) (17) (0)
(4) ()	LOP BURI	100 37 58	14 47 53	12.0	50.0	*	(3) (5) (0) (0)
(5) ()	TAKLI	100 20 16	15 14 27	190.0	15.0	*	(4) (6) (0) (0)
(6) ()	NAKHON SAWAN	100 6 48	15 42 37	122.0	15.0	*	(5) (7) (0) (0)
(7) ()	BANG MUN NAK	105 23 37	16 1 46	30.0	70.0	*	(6) (8) (0) (0)
(8) ()	PHICHIT	100 19 26	16 26 49	35.0	70.0	*	(7) (9) (0) (0)
(9) ()	PITSANULOK	100 16 43	16 48 37	46.0	80.0	*	(8) (10) (0) (0)
(10) ()	BAN KHON	100 5 43	17 12 48	47.0	80.0	*	(9) (11) (0) (0)
(11) ()	UTTARADIT	100 5 51	17 37 36	62.0	80.0	*	(10) (12) (0) (0)
(12) ()	DEN CHAI	100 0 14	17 55 52	710.0	15.0	*	(11) (13) (0) (0)
(13) ()	PANG FUAI	99 51 11	18 17 8	658.0	15.0	*	(12) (14) (0) (0)
(14) ()	LAMPANG	99 33 59	18 14 31	563.0	15.0	*	(13) (15) (0) (0)
(15) ()	U.K.T.NOI	99 13 7	18 26 4	790.0	70.0	*	(14) (16) (0) (0)
(16) ()	CHIANG MAI	99 58 15	18 48 15	315.0	45.0	*	(15) (0) (0) (0)
(17) ()	K.PHAENG MA	101 9 24	14 39 2	540.0	20.0	*	(3) (18) (0) (0)
(18) ()	K.YAI THIANG	101 33 9	14 47 9	720.0	50.0	*	(17) (19) (0) (0)
(19) ()	N.RATCHASINA	102 6 12	14 58 10	192.0	60.0	*	(18) (20) (63) (0)
(20) ()	NIKHOMPHITMAI	102 33 15	15 9 17	218.0	130.0	*	(19) (28) (21) (0)
(21) ()	RJRI RAM	103 6 44	15 0 4	152.0	90.0	*	(20) (22) (0) (0)
(22) ()	SURIN	103 29 44	14 53 13	142.0	85.0	*	(21) (23) (0) (0)
(23) ()	SI KHURAPHUM	103 47 38	14 56 39	137.0	85.0	*	(22) (24) (0) (0)
(24) ()	U.PHISAI	104 10 53	15 7 17	140.0	40.0	*	(23) (25) (0) (0)
(25) ()	SI SA KET R	104 20 7	15 6 42	125.0	25.0	*	(24) (26) (0) (0)

Ⅶ システムの保守

本調査で想定したシステム保守の基本的構想は次のとおりである。

- (1) システムの監視，測定器，スペア・ユニット/パーツの配備，障害修理，定期試験の実施等の保守作業は全国 35ヶ所の保守センターの要員をそれぞれ若干名増員して行なう。
- (2) 保守センターは行政区画上の 2，3 の Province (県) 内に位置する，平均 17 被監視局の監視をする。1 被監視局への最大駆付け時間は 6 時間とする。
- (3) 保守用の Engineering service channel として，Omnibus order wire 電話と，遠隔監視用に 31 KHz 帯各 1 チャンネルを設備する。
- (4) 各保守センターに，保守用車輛を 1 台配備することとする。
- (5) 各保守センターに，被監視局の停電時用に 7.5 KVA のトレーラー型エンジン・ジェネレーターを 1 台配備することとする。
- (6) 国内衛星方式に関しては，各ルーラル地球局と主制御地球局との間にダイアル式 Order wire channel 1 回線を備えることとする。



Chiangmai 保守センター



バンロック修理センター

VII 建設工事費の算出と経済比較

1. あらまし

建設工事費は海外での国際入札価格を参考に算出したが、ルーラル衛星方式については、国際的に実施例が少ないので、一部、国内衛星方式の利用に関しては既に実績のあるカナダの電気通信コンサルティング会社の協力を得た。

建設工事費の算出は、詳細検討の対象となった、北部、中央部、東北部および南部の4エリアに含まれる75局の建設工事費を局種別に詳細積算し、原則として1局もしくは1HOPあたりの平均工事費をもって、本プロジェクトに関与する全局の建設工事費を算出する方法をとった。

地上無線方式と国内衛星方式の経済比較は、年経費現価法により行なったが、衛星トランスポンダのリース料金、リース条件等については、インドネシア郵電総局(Directorate General of Posts and Telecommunications of Indonesia)より直接入手した資料を用いた。

2. プロジェクトの規模

建設工事費を算出するにあたり、総工事局所数、無線システム数、進入道路長等プロジェクトの規模を表わす数値を以下に示す。

(1) 地上無線方式の場合

	<u>1984</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>
1) 総工事局所数	639	639	639
2) 新設無線局数	491	491	491
3) 既設無線局数	137	137	137
4) 無線区間数	529	529	529
5) 無線システム数	531	531	543
6) 総無線距離(Km)	12,000	12,000	12,000
7) 総電話回線数	2,513	3,763	8,218
8) 要進入道路新設局所数	46	46	46
9) 進入道路総長(Km)	111.5	111.5	111.5

(2) 国内衛星方式の場合

	<u>1984</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>
(衛星回線)			
1) 主制御地球局	1	1	1
総電話回線数	349	474	242
2) ルーラル地球局	340	340	146
総電話回線数	1,144	1,413	749
3) ルーラル地球局1局			
当り平均電話回線数	3.4	4.2	5.1
(地上無線回線)			
1) 総工事局所数	178	178	351
2) 新設無線局数	113	113	303
3) 既設無線局数	77	77	114
4) 無線区間数	134	134	329
5) 無線システム数	134	134	337
6) 総無線距離 (Km)	3000	3000	7000
7) 総電話回線数	1,369	2,350	7,460
8) 進入道路総長 (Km)	26.6	26.6	93.6
	(8局)	(8局)	(33局)

3. 建設工事費

建設工事費を算出するにあたって考慮した条件は以下のとおりである。

- (1) 建設工事は、ターン・キーベースでコントラクターが実施すると想定した。
- (2) 局舎は地上方式、衛星方式共に主制御地球局を除き、機器シェルターを使用するとして算出した。
- (3) 電源装置は商用電源の有無について、TOT の情報および現地調査の結果を勘案して算出した。又、地上無線方式の場合全国35ヶ所の保守センターに非常用電源車を各1台配備すると想定した。

- (4) 既設マイクロ波回線に UHF 方式を併設する場合、局舎、鉄塔、交流電源は既設のものを共用するとして算出した。
 - (5) 既設マイクロ波回線を増設する場合の建設工事費は本プロジェクトには含めない。
 - (6) 有線区間のケーブル長は、TOT の情報をもとに、縮尺 5 万分の 1 の地図上でケーブル布設ルートを選定して、推定した。
 - (7) エントランス・ケーブルは柱上に Distribution box を設置して成端することとし、Drop wire、電話機の積算は本プロジェクトに含めないこととした。
 - (8) 無線中継所進入道路長は、TOT より提供されたデータを用いた。
 - (9) 交換機の導入されるルーラル局の無線機側には 2W/4W terminating set, ringer および Ringing generator は含めず、交換機側に含めると想定した。
 - (10) 建物、道路工事費等、土木・建築関係の工事費は、TOT の実績値を用いた。
 - (11) 進入道路建設工事、内陸輸送、建設工事の一部、On-the-job trainingには内貨分を充当するとして算出した。
- 算出結果を表 8 と表 9 に示す。

4. 経 済 比 較

経済比較は、以下の条件を用いて年経費現価方式を用いて行なった。

- (1) 経済比較の期間は 15 年とする。
- (2) 通信機器の保守費は地上無線方式、衛星方式とも大差ないので、両案の共通項として比較の対象からはずし、進入道路の保守費と空中線鉄塔塗装費のみを考慮に入れた。
- (3) 運用費は両案とも運用条件に大差ないので、衛星トランスポンダのリース料のみを考慮した。
- (4) 通信機器のサービス・ライフは ITU の資料を参考にして想定した。
- (5) 両案とも 5 年後、10 年後にそれぞれシステム拡張のため追加投資を行なう。
- (6) 利子率は、7.9% とした。
- (7) 物価、人件費は毎年上昇するのが一般的傾向だが、比較を単純化するため、上昇分は機器の生産性の向上により打消されるものと仮定した。

年経費現価は次式で計算できる。

$$P = ((C - S) \times A + S \times i + C_m + C_o) \times B$$

ここに P 年経費現価

C 創設費

S 純残価

n 使用期間

i 利子率 (7.9%)

C_m 保守費

C_o 運用費

A 資本回収係数

$$\frac{i (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

B 年金現価係数

$$\frac{(1 + i)^n - 1}{i (1 + i)^n}$$

(C - S) × A 資本回収費

(C - S) × A + S × i + C_m + C_o 年経費

上式により地上無線方式と国内衛星方式の年経費現価を計算した結果を表 10 と表 11 に示す。経済比較に関する限り、地上無線方式の方が大幅に有利である。

Table 8 Project Cost of Terrestrial Radio System (1/3)

1984

Item	Foreign Currency Portion		Local Currency Portion
	Thousand Japanese Yen	Equivalent US Dollars	Hundred Thai Baht
<u>1. Terrestrial Radio System</u>			
A. Radio, Multiplex & Power	13,298,253	73,879,183	-
B. Tower	1,555,791	8,643,283	-
C. Installation Materials	468,337	2,601,872	-
D. Maintenance Facilities	766,119	4,256,217	-
E. Sub-total (FOB)	16,088,500	89,380,555	-
F. -ditto- (CIF)	16,651,598	92,508,878	-
G. Tower Erection	301,702	1,676,122	703,971
H. Installation & Testing	723,983	4,022,128	1,689,294
I. Training	2,600	14,444	665
J. Access Road	-	-	2,230,000
K. Sub-total	17,679,883	98,221,572	4,623,930
<u>2. Cable System</u>			
A. Cable & Other Materials (FOB)	150,387	835,483	-
B. -ditto- (CIF)	155,650	864,722	-
C. Installation & Testing	39,355	218,639	91,828
D. Sub-total	195,005	1,083,361	91,828
<u>3. Basic Cost</u>	17,874,888	99,304,933	4,715,758
<u>4. Contingency</u>			
A. Physical	536,247	2,979,150	141,473
B. Price	1,787,489	9,930,494	707,364
C. Sub-total	2,323,736	12,909,644	848,837
<u>5. Total Project Cost</u>	20,198,624	112,214,577	5,564,595

Exchange Rate : US\$ 1 = 180 Japanese Yen

Table 8 Project Cost of Terrestrial Radio System (2/3)

1989

Item	Foreign Currency Portion		Local Currency Portion
	Thousand Japanese Yen	Equivalent US Dollars	Hundred Thai Baht
<u>1. Terrestrial Radio System</u>			
A. Radio, Multiplex & Power	177,349	985,272	-
B. Tower	-	-	-
C. Installation Materials	6,207	34,483	-
D. Maintenance Facilities	-	-	-
E. Sub-total (FOB)	183,556	1,019,755	-
F. -ditto- (CIF)	189,980	1,055,444	-
G. Tower Erection	-	-	-
H. Installation & Testing	8,260	45,889	19,273
I. Training	-	-	-
J. Access Road	-	-	-
K. Sub-total	198,240	1,101,333	19,273
<u>2. Cable System</u>			
A. Cable & Other Materials (FOB)	-	-	-
B. -ditto- (CIF)	-	-	-
C. Installation & Testing	-	-	-
D. Sub-total	-	-	-
<u>3. Basic Cost</u>	198,240	1,101,333	19,273
<u>4. Contingency</u>			
A. Physical	5,947	33,039	578
B. Price	19,824	110,133	2,891
C. Sub-total	25,771	143,172	3,469
<u>5. Total Project Cost</u>	224,011	1,244,505	22,742

Exchange Rate : US\$.1 = 180 Japanese Yen

Table 8 Project Cost of Terrestrial Radio System (3/3)

1994

Item	Foreign Currency Portion		Local Currency Portion
	Thousand Japanese Yen	Equivalent US Dollars	Hundred Thai Baht
<u>1. Terrestrial Radio System</u>			
A. Radio, Multiplex & Power	850,152	4,723,067	-
B. Tower	-	-	-
C. Installation Materials	29,755	165,306	-
D. Maintenance Facilities	-	-	-
E. Sub-total (FOB)	879,907	4,888,373	-
F. -ditto- (CIF)	910,704	5,059,467	-
G. Tower Erection	-	-	-
H. Installation & Testing	39,596	219,978	92,391
I. Training	-	-	-
J. Access Road	-	-	-
K. Sub-total	950,300	5,279,445	92,391
<u>2. Cable System</u>			
A. Cable & Other Materials (FOB)	5,846	32,478	-
B. -ditto- (CIF)	6,050	33,611	-
C. Installation & Testing	176	978	410
D. Sub-total	6,226	34,589	410
<u>3. Basic Cost</u>	956,526	5,314,034	92,801
<u>4. Contingency</u>			
A. Physical	28,696	159,422	2,784
B. Price	95,653	531,406	13,920
C. Sub-total	124,349	690,828	16,704
<u>5. Total Project Cost</u>	1,080,875	6,004,862	109,505

Exchange Rate : US\$ 1 = 180 Japanese Yen

Table 9 Project Cost of Domestic Satellite System (1/3)

1984

Item	Foreign Currency Portion		Local Currency Portion
	Thousand Japanese Yen	Equivalent US Dollars	Hundred Thai Baht
<u>1. Satellite System</u>			
A. Master Earth Station (including Terrestrial Approach Link)	1,555,346	8,640,811	78,000
B. Rural Earth Station	23,201,440	128,896,889	-
C. Maintenance Center (Supervisory System)	129,500	719,444	-
D. Installation Materials	829,370	4,607,611	-
E. Maintenance Facilities	1,313,474	7,297,078	-
F. Sub-total (FOB)	27,029,130	150,161,833	-
G. -ditto- (CIF)	27,975,150	155,417,500	-
H. Installation & Testing	1,364,782	7,582,122	3,184,490
I. Training & System Maintenance	61,000	338,889	665
J. Sub-total	29,400,932	163,338,511	3,263,155
<u>2. Terrestrial Radio System</u>			
A. Radio, Multiplex & Power	3,879,698	21,553,878	-
B. Tower	421,013	2,338,961	-
C. Installation Materials	138,660	770,333	-
D. Maintenance Facilities	355,150	1,973,056	-
E. Sub-total (FOB)	4,794,521	26,636,228	-
F. -ditto- (CIF)	4,962,329	27,568,494	-
G. Tower Erection	88,322	490,678	206,085
H. Installation & Testing	215,753	1,198,628	503,424
I. Training	2,600	14,444	665
J. Access Road	-	-	532,000
K. Sub-total	5,269,004	29,272,244	1,242,174
<u>3. Cable System</u>			
A. Cable & Other Materials (FOB)	65,930	366,278	-
B. -ditto- (CIF)	68,237	379,094	-
C. Installation & Testing	15,571	86,506	36,332
D. Sub-total	83,808	465,600	36,332
<u>4. Basic Cost</u>	34,753,744	193,076,355	4,541,661
<u>5. Contingency</u>			
A. Physical	1,042,612	5,792,289	136,251
B. Price	3,475,374	19,307,633	681,249
C. Sub-total	4,517,986	25,099,922	817,500
<u>6. Total Project Cost</u>	39,271,730	218,176,277	5,359,161

Exchange Rate : US\$ 1 = 180 Japanese Yen

Table 9 Project Cost of Domestic Satellite System (2/3)

1989

Item	Foreign Currency Portion		Local Currency Portion
	Thousand Japanese Yen	Equivalent US Dollars	Hundred Thai Baht
<u>1. Satellite System</u>			
A. Master Earth Station (including Terrestrial Approach Link)	170,683	948,239	-
B. Rural Earth Station	240,755	1,337,528	-
C. Maintenance Center (Supervisory System)	-	-	-
D. Installation Materials	14,400	80,000	-
E. Maintenance Facilities	-	-	-
F. Sub-total (FOB)	425,838	2,365,767	-
G. -ditto- (CIF)	440,742	2,448,567	-
H. Installation & Testing	19,163	106,461	44,713
I. Training & System Maintenance	-	-	-
J. Sub-total	459,905	2,555,028	44,713
<u>2. Terrestrial Radio System</u>			
A. Radio, Multiplex & Power	146,357	813,094	-
B. Tower	-	-	-
C. Installation Materials	5,122	28,456	-
D. Maintenance Facilities	-	-	-
E. Sub-total (FOB)	151,479	841,550	-
F. -ditto- (CIF)	156,781	871,006	-
G. Tower Erection	-	-	-
H. Installation & Testing	6,817	37,872	15,906
I. Training	-	-	-
J. Access Road	-	-	-
K. Sub-total	163,598	908,878	15,906
<u>3. Cable System</u>			
A. Cable & Other Materials (FOB)	-	-	-
B. -ditto- (CIF)	-	-	-
C. Installation & Testing	-	-	-
D. Sub-total	-	-	-
<u>4. Basic Cost</u>	623,503	3,463,906	60,619
<u>5. Contingency</u>			
A. Physical	18,705	103,917	1,819
B. Price	62,350	346,389	9,093
C. Sub-total	81,055	450,306	10,912
<u>6. Total Project Cost</u>	704,558	3,914,212	71,531

Exchange Rate : US\$ 1 = 180 Japanese Yen

Table 9 Project Cost of Domestic Satellite System (3/3)

1994

Item	Foreign Currency Portion		Local Currency Portion
	Thousand Japanese Yen	Equivalent US Dollars	Hundred Thai Baht
<u>1. Satellite System</u>			
A. Master Earth Station (including Terrestrial Approach Link)	-	-	-
B. Rural Earth Station	-	-	-
C. Maintenance Center (Supervisory System)	-	-	-
D. Installation Materials	-	-	-
E. Maintenance Facilities	-	-	-
F. Sub-total (FOB)	-	-	-
G. -ditto- (CIF)	-	-	-
H. Installation & Testing	-	-	-
I. Training & System Maintenance	-	-	-
J. Sub-total	-	-	-
<u>2. Terrestrial Radio System</u>			
A. Radio, Multiplex & Power	5,319,096	29,550,533	-
B. Tower	579,690	3,220,500	-
C. Installation Materials	186,508	1,036,156	-
D. Maintenance Facilities	182,559	1,014,217	-
E. Sub-total (FOB)	6,267,853	34,821,406	-
F. -ditto- (CIF)	6,487,228	36,040,156	-
G. Tower Erection	110,044	611,356	256,769
H. Installation & Testing	282,053	1,566,961	658,124
I. Training	-	-	-
J. Access Road	-	-	1,340,000
K. Sub-total	6,879,325	38,218,473	2,254,893
<u>3. Cable System</u>			
A. Cable & Other Materials (FOB)	47,376	263,200	-
B. -ditto- (CIF)	49,034	272,411	-
C. Installation & Testing	12,042	66,900	28,099
D. Sub-total	61,076	339,311	28,099
<u>4. Basic Cost</u>	6,940,401	38,557,784	2,282,992
<u>5. Contingency</u>			
A. Physical	208,212	1,156,733	68,490
B. Price	694,040	3,855,778	342,449
C. Sub-total	902,252	5,012,511	410,939
<u>6. Total Project Cost</u>	7,842,653	43,570,295	2,693,931

Exchange Rate : US\$ 1 = 180 Japanese Yen

Table 10 Present Worth of Annual Cost for Terrestrial Radio System Unit : Million Japanese Yen

Period (year)	Facility	Initial cost	Service life (year)	Net salvage	Annuity from present amount	Amortization cost	Maintenance/operation cost	Annual cost	Present worth of annuity	Present worth of annual cost
1-15	Radio & Mux	20,074	15	0	0.1161	2,331	-	2,331	8.6120	20,075
6-15	(Extension of Mux)	218	15	73	0.1161	23	-	23	4.6087	106
11-15	Radio & Mux	1,043	15	695	0.1161	95	-	95	1.8715	178
1-15	Cable	287	17	0	0.1089	31	-	31	8.6120	267
11-15	-ditto-	7	17	0	0.1089	1	-	1	1.8715	2
1-15	Access road	2,230	Inf.	2,230	0.0790	176	22	198	8.6120	1,705
									Total :	22,333

Table 11 Present Worth of Annual Cost for Domestic Satellite System Unit : Million Japanese Yen

Period (year)	Facility	Initial cost	Service life (year)	Net salvage	Annuity from present amount	Amortization cost	Maintenance/operation cost	Annual cost	Present worth of annuity	Present worth of annual cost
1-15	Earth Stations	19,348	15	0	0.1161	2,246	135	2,381	8.6120	20,505
1-10	-ditto-	13,316	15	4,439	0.1161	1,381	-	1,381	6.7405	9,309
1-15	Radio & Mux	5,979	15	0	0.1161	694	-	694	8.6120	5,977
6-15	(Extension of Mux)	180	15	60	0.1161	19	-	19	4.6087	88
11-15	Radio & Mux	7,794	15	5,196	0.1161	712	-	712	1.8715	1,333
6-15	(Extension of Terminal)	471	15	157	0.1161	49	-	49	4.6087	226
6-10	-ditto-	34	15	23	0.1161	3	-	3	2.7372	8
1-15	Cable	120	17	0	0.1089	13	-	13	8.6120	112
11-15	-ditto-	89	17	0	0.1089	10	-	10	1.8715	19
1-15	Access road	532	Inf.	532	0.0790	42	5	47	8.6120	405
11-15	-ditto-	1,340	Inf.	1,340	0.0790	106	13	119	1.8715	223
									Total :	38,205

Table 11 Present Worth of Annual Cost for Domestic Satellite System with Non-Redundancy Unit : Million Japanese Yen

Period (year)	Facility	Initial cost	Service life (year)	Net salvage	Annuity from present amount	Amortization cost	Maintenance/operation cost	Annual cost	Present worth of annuity	Present worth of annual cost
1-15	Earth Station	14,384	15	0	0.1161	1,670	135	1,805	8.6120	15,545
1-10	-ditto-	9,540	15	3,180	0.1161	990	-	990	6.7405	6,673
1-15	Radio & Mux	5,979	15	0	0.1161	694	-	694	8.6120	5,977
6-15	(Extension of Mux)	180	15	60	0.1161	19	-	19	4.6087	88
11-15	Radio & Mux	7,794	15	5,196	0.1161	712	-	712	1.8715	1,333
6-15	(Extension of Terminal)	471	15	157	0.1161	49	-	49	4.6087	226
6-10	-ditto-	34	15	23	0.1161	3	-	3	2.7372	8
1-15	Cable	120	17	0	0.1089	13	-	13	8.6120	112
11-15	-ditto-	89	17	0	0.1089	10	-	10	1.8715	19
1-15	Access road	532	Inf.	532	0.0790	42	5	47	8.6120	405
11-15	-ditto-	1,340	Inf.	1,340	0.0790	106	13	119	1.8715	223
									Total :	30,609



Ⅸ 最適伝送システム案の総合評価

地上無線方式と国内衛星方式の優劣を総合的に評価するため、

- (1) 年経費現価
- (2) 伝送品質
- (3) 信頼度
- (4) 保守・運用費
- (5) 拡張の柔軟性
- (6) 工期

の諸項目について比較した結果、以下の結論に到達した。

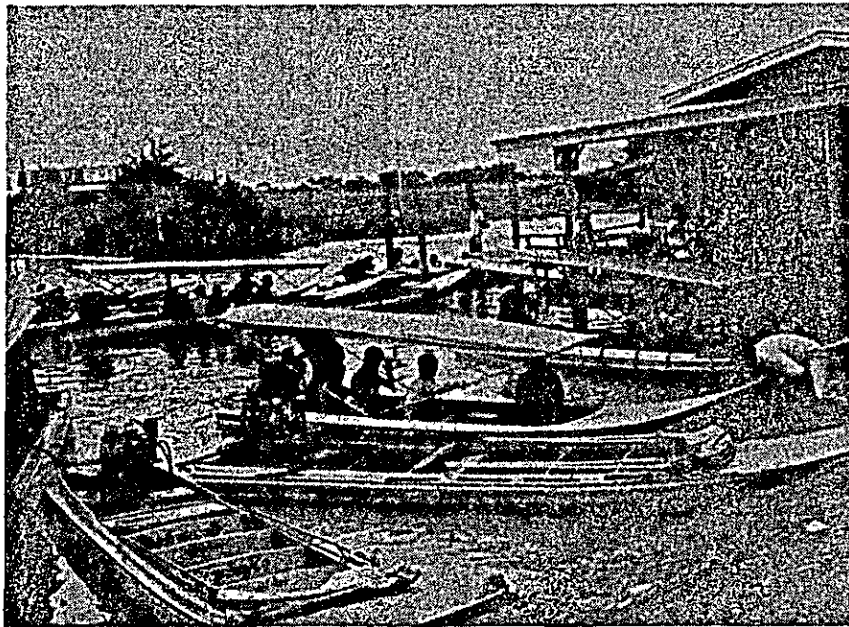
- (1) タイ国内長距離市外電話網の伝送路としては、UHF(900MHz)帯地上無線方式が技術、経済の両面から評価して最適伝送システムである。
- (2) 適用すべきUHF地上無線方式には、FDM方式とPCM方式が考えられるが、両者の間に技術的、経済的に大差はないと考えられる。
- (3) 国内衛星通信方式は今後、新技術の開発、生産性の向上等により急速にコストが低減することが予想されるので、将来国内衛星方式の導入を計画する場合、電話回線のみでなく、テレックス、データ、TV等多岐にわたる信号の伝送を行ない、衛星の有効利用を図ることが望ましい。

X プロジェクトの実行計画

本プロジェクトは対象範囲がタイ国全土に及ぶと共に、技術的にも、トラフィック予測、伝送無線、線路、交換の各部門にまたがっている。

本プロジェクトを円滑に実施するため、体制の強化を図ることが望ましい。

表12 に工事予定線表試案を示す。



スピード・ポートによる Sena 地域の調査

XI 経済・財務分析

最適伝送システム案の総合評価結果に基づき、地上無線方式をとりあげ、タイ国内長距離市外電話サービスの経済評価、財務評価を行なった。

表13に経済的Cash flowを、表14に、市場価格を用い、諸税を考慮した、Cash flowを示す。両者に示すように経済的内部収益率は11.32%、財務的内部収益率は8.22%と、インフラストラクチャー部門としては妥当な数値となっている。

しかしながら財務分析におけるIRR（内部収益率）はそれほど高い数値ではないが、これは当国における輸入関税に起因しているものと考えられる。当国においては、現在、電気通信機器を生産する産業は非常に小規模なものであり、本プロジェクトに必要とされる機器は、輸入にたよらざるを得ないのが現状である。経済分析で使用した便益は、電話料金を基礎としているが、現状（電話設備のない地域の人は電話のある町まで、車、バス等で出かけている）から判断すれば、利用者のWillingness to payは電話料金以上の値であり、経済的内部収益率は結果以上の値を取るものと考えられる。従って、

- 1) 本プロジェクトは経済的にフィージブルであり、
- 2) また、財務的にも妥当なプロジェクトである

と言う事が出来る。本プロジェクトは、国家経済開発計画にそった地方における電話設備の拡充であり、タイ国の経済発展にとって、大変意義があるものと考えられる。また、本プロジェクトは大規模のものであり、TOTの財務的負担も大きい事より、国家の優遇策（低金利なローンの割当て、政策補助金等）を伴ったプロジェクトの実行がより望ましいものと考えられる。

Table 13 Cash Flow for Economic Analysis (Thousand B)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
Revenues				65,110	130,221	195,309	216,987	216,987	216,987	216,987	264,905	312,824	312,824	312,824	312,824	466,980	521,063	521,063	521,063	521,063	621,053	621,053	
Operating Cost				6,619	13,077	20,311	21,290	21,290	21,290	21,290	22,260	22,260	22,260	22,260	22,260	24,943	24,943	24,943	24,943	24,943	24,943	24,943	24,943
Electricity, Oil				2998	5875	8813	9792	9792	9792	9792	10,412	10,412	10,412	10,412	10,412	12,395	12,395	12,395	12,395	12,395	12,395	12,395	12,395
Spare Parts				1,167	2,333	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,850	3,850	3,850	3,850	3,850	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550	4,550
Maintenance				2,514	4,869	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998	7,998
Operating Revenues				58,491	117,144	174,998	195,697	195,697	195,697	195,697	242,645	290,564	290,564	290,564	290,564	442,037	596,120	596,120	596,120	596,120	596,120	596,120	596,120
Project Costs	11,134	92964	572683	490145	490049	488669																	
Land Procurement	7,656	7,656																					
Land Formation		7705	7705																				
Access Road Const		74705	74705																				
Communication Equip.			420,181	420,181	420,181	420,181																	
Installation & Testing			64,790	64,790	64,790	64,790																	
Training			224	96																			
Vehicles			2,760	2,760	2,760	1380																	
Project Execution	3,478	2,898	2,318	2,318	2,318	2,318																	
Net Cash Flow	Δ 11,134	Δ 92,964	Δ 572,683	Δ 4,316,540	Δ 372,909	Δ 313,671	195,697	195,697	195,697	195,697	221,289	287,804	287,804	287,804	287,804	340,104	596,120	596,120	596,120	596,120	596,120	1,102,325	

Internal Rate of Return (IRR) = 11.32%

Table 14 Cash Flow for Financial Analysis (Thousand B)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
Revenues				69,266	138,533	207,775	230,837	230,837	230,837	230,837	281,814	332,791	332,791	332,791	332,791	496,787	660,705	660,705	660,705	660,705	660,705	660,705	
Operating Cost				7,138	14,276	22,171	23,201	23,201	23,201	23,201	23,201	23,201	24,274	24,274	24,274	27,201	27,201	27,201	27,201	27,201	27,201	27,201	27,201
Electricity & Oil				3,092	6,184	9,277	10,307	10,307	10,307	10,307	10,307	10,307	10,960	10,960	10,960	13,047	13,047	13,047	13,047	13,047	13,047	13,047	13,047
Spare Parts				1,400	2,800	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,620	4,620	4,620	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460	5,460
Maintenance				2,646	5,292	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694	8,694
Operating Revenues				62,128	124,257	185,604	207,636	207,636	207,636	207,636	258,613	308,517	308,517	308,517	308,517	469,586	633,504	633,504	633,504	633,504	633,504	633,504	633,504
Interest & Depreciation			29,649	94,600	159,552	224,503	259,806	259,806	257,452	252,745	245,684	236,270	226,856	217,442	208,028	198,614	189,200	179,786	170,372	160,957	151,543		
Corporate Tax											3,879	21,674	24,498	27,323	30,147	81,292	133,291	136,115	138,940	141,764	144,588		
Project Cost				600,445	600,347	598,897					378	25,929	2,900	2,900	2,900	2,080	123,897					(648,229)	
Land Procurement																							115,204
Land Formation																							(16,750)
Access Road Const.																							223,000
Communication Equip.																							390,970
Installation & Testing																							
Training																							
Vehicles																							
Project Execution																							
Net Cash Flow				11,682	131,127	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451	720,451

Internal Rate of Return (IRR) = 8.22%

付 録 団員の構成及び調査日程

国際協力事業団は、タイ国地方通信網整備計画フィージビリティ調査を日本通信協力株式会社に業務委託した。

日本通信協力株式会社は、1978年8月10日から約5ヶ月にわたり、波多野謙一氏を団長とする下表に示す専門家6名を派遣し、現地調査を行った。

氏 名	担 務	現 職	調 査 期 間
波多野 謙 一	総 括	海外事業部技術	53. 8. 10～
		課長	54. 1. 9
関 川 洋	搬 送	通信設計事業部	53. 8. 10～
		技術課長	53. 9. 24
黒 部 純 一	無 線 通 信	" "	53. 8. 10～
			54. 1. 9
佐 藤 勝 彦	"	通信設計事業部	"
			"
佐々木 良 司	衛 星 通 信	海外事業部	"
			"
中 島 宣 夫	回線網	"	"
			"

調査日程は下記の通りである。

1978年

8月10日 東京発，バンコック着

8月11日 日本大使館，JICA 挨拶及び打合，TOT 総裁表敬訪問

8月12日 TOT との打合わせ，資料収集，フィージビリティ調査 Study

9月10日

9月11日 二班編成で4 Province (県) の現地調査

9月30日

9月31日 フィージビリティ調査及び中間報告書 (案) の作成

12月 9日

12月10日 JICA 作業監理委員会の中間報告書(案)の審査

12月24日

12月25日 中間報告書(案)の修正及び校正

12月27日

12月28日 TOT へ中間報告書提出

12月29日 最終報告書作成

1979年

1月7日

1月8日 TOT 総裁表敬訪問

1月9日 バンコック発, 東京着

JICA

100-0001