

ジンバブエ国
地方電気通信網整備計画調査
報告書
要約

平成4年10月

国際協力事業団

社調二

CR(5)

92-095

JICA LIBRARY



1101058(4)

24321

ジンバブエ国

地方電気通信網整備計画調査

報告書

要約

平成4年10月

国際協力事業団

国際協力事業団

24321

序 文

日本国政府は、ジンバブエ共和国政府の要請に基づき、同国の地方電気通信網整備計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年11月から平成4年8月までの間、2回にわたり、日本情報通信コンサルティング（株）の山本徹氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ジンバブエ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

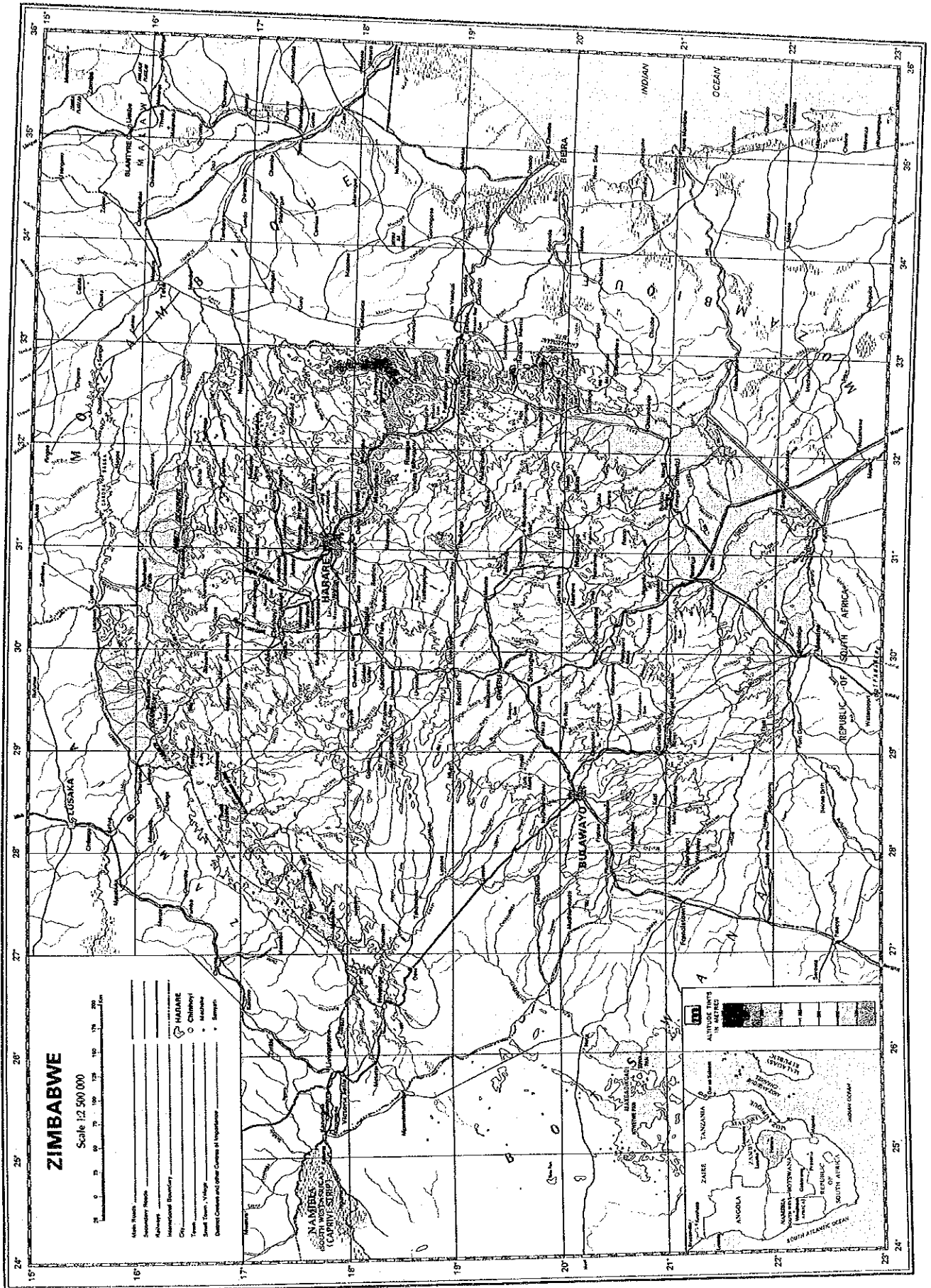
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

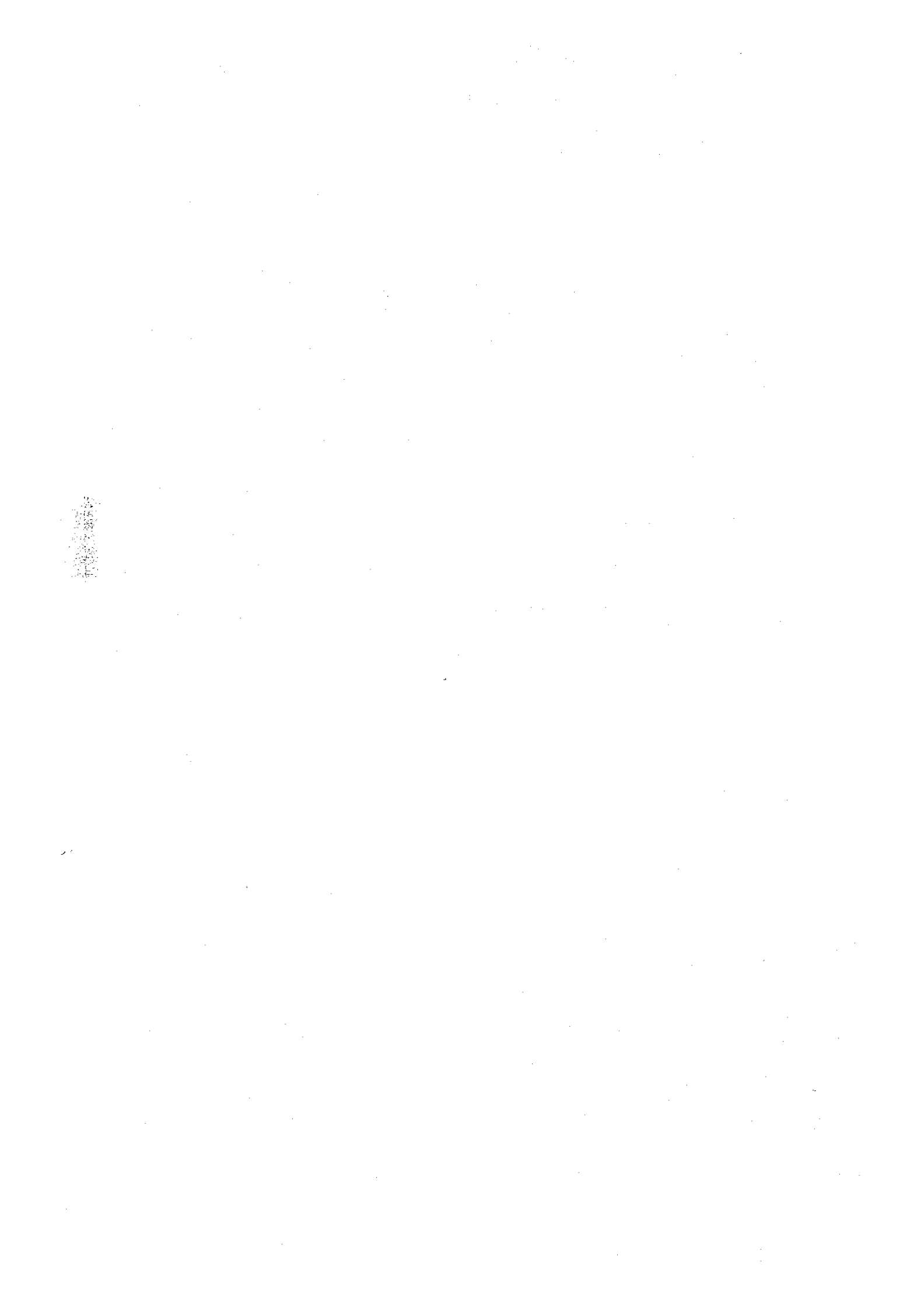
終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年10月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

ジンバブエ共和国





目 次

序 文

1.	概要	1
1.1	調査の背景	1
1.2	調査の目的	1
1.3	調査対象交換局区域	1
1.4	調査方針および日程	2
1.5	調査団の構成	5
2.	経済・社会事情	6
2.1	国内総生産（GDP）	6
2.2	人口	8
2.3	失業率	8
2.4	干ばつ	8
3.	調査対象交換局区域における電気通信サービスの現状	9
4.	電話需要・トラフィック予測	11
4.1	電話需要予測	11
4.2	トラフィック	11
5.	地方電気通信網整備計画	12
5.1	地方電気通信網整備計画の策定方針	12
5.2	需要充足計画	12
5.3	電気通信網計画	13
5.4	通信網整備計画	15
6.	保守・運用	31
7.	実施計画案	32

8.	プロジェクト・コスト見積り	35
8.1	初期投資	35
8.2	再投資	36
8.3	支出計画	36
8.4	運用経費	42
9.	財務分析結果	46
9.1	ケース1（長期借入金／自己資金）	46
9.2	ケース2（無償資金援助／自己資金）	47
10.	経済分析	50
11	勧告	53

1. 概 要

1.1 調査の背景

ジンバブエは1980年の独立以来、開発の遅れた地方部の振興を図るため、第一次国家開発計画が策定され、特に地域開発省により全国に設定された55箇所の開発拠点と、約460箇所の地域サービスセンターにおける地域住民の生活水準の向上および経済活動の活性化を図る努力が続けられている。

これらの地域においては、経済活動の成長に伴い通信サービスの需要も高まりつつある。しかしながら、その供給は、質、量ともに十分ではなく、大都市との格差は拡大している。

これら地方部住民の福利向上にあつたて、電話サービスの普及が最も重要であり、その電話サービス向上を図るための計画を通信拡充五ヶ年計画（1988-1992）に盛り込んでいる。

P T Cが努力しているにもかかわらず、資金不足等の理由により地方部での電気通信網の整備拡充が困難な状態となっている。現在、都市部と地方部の生活レベルの差は拡大しつつある。

この様な状況から、1990年1月11日、ジンバブエ国政府は日本国政府に対して地方電気通信網整備計画に関する技術協力を要請してきた。

この要請に応じて、日本政府は地方を対象とした電気通信網整備計画に関するフィージビリティ調査を実施するためのJ I C A調査団（以下調査団と称する）の派遣を決定した。

1.2 調査の目的

調査の目的は選定された地方交換局区域についてフィージビリティ調査を実施すると共に、調査の実施を通じてカウンターパートへの技術移転を行うことである。

1.3 調査対象地方交換局区域

本調査の実施当初、以下の6交換局区域をJ I C A調査団とP T Cが合意した選定基準に基づいてP T Cが分類する51地方交換局区域の中から選定した。

局 名	行政区域
BEATRICE (BTR)	MASHONALAND
KEZI (KEZ)	MATABELELAND
MURAMBINDA (MRB)	MANICALAND
NKAYI (NKI)	MIDLANDS
GUTU (GTU)	MASVINGO
CHATSWORTH (CHS)	MASVINGO

KEZI交換局はP T Cの交換局移設計画に基づいて、現在のKEZI交換局の場所からMAPHISAに移される。

選定したそれぞれの対象局を図1.1に示す。

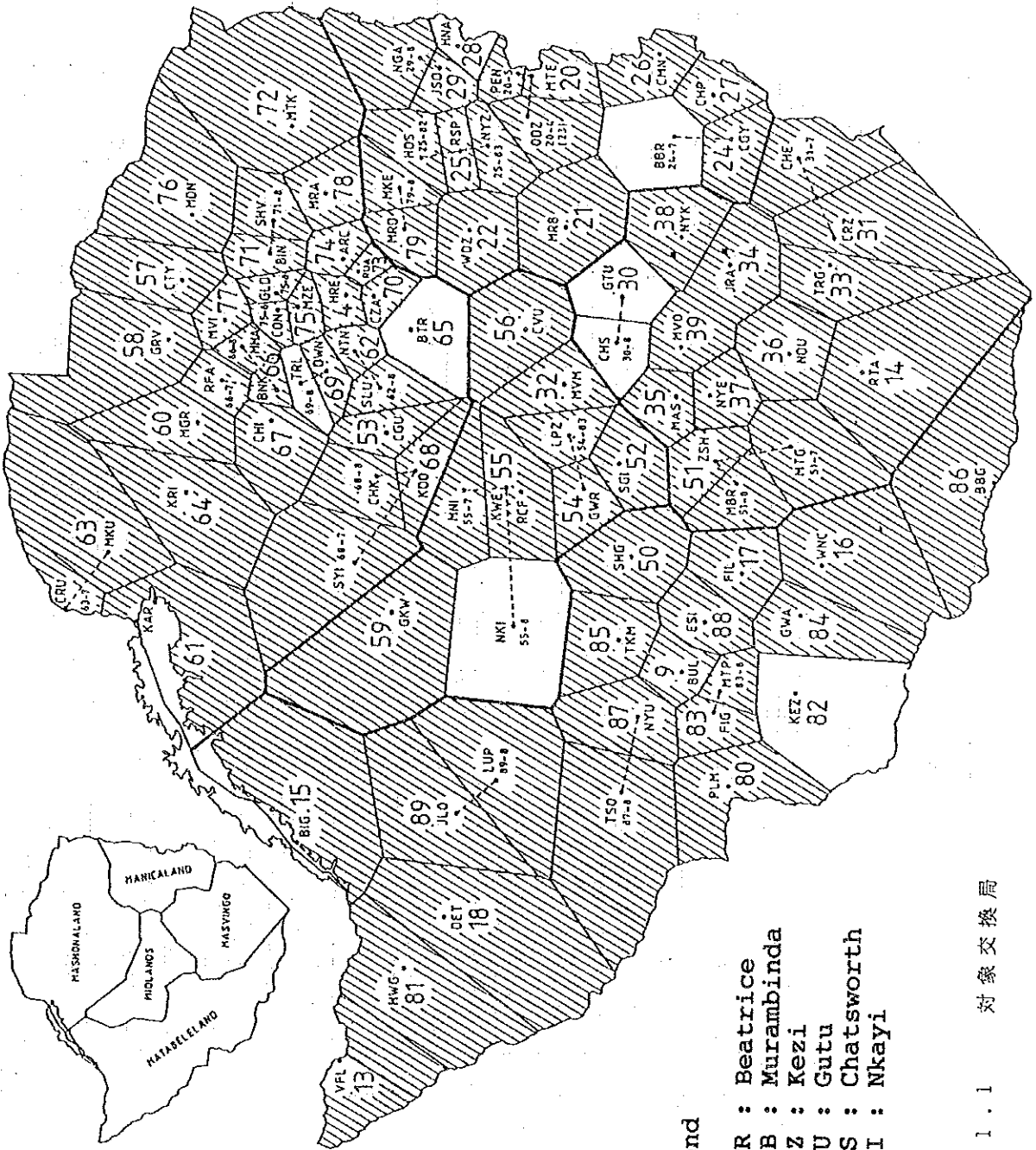
1.4 調査方針および日程

本フィージビリティ調査は現地調査結果ならびにP T CとJ I C A調査団との討議結果内容に基づいて実施した。

本調査の作業項目および日程を図1.2に示す。

本フィージビリティ調査における主要調査項目は以下のとおり。

- 通信網整備拡充基本方針および目標に基づいて、調査対象交換局区域の地方電気通信網整備計画の策定
- 同上の実施計画の策定
- 同上の実施経費の算定
- 財務及び経済分析による実施可能性の検討。

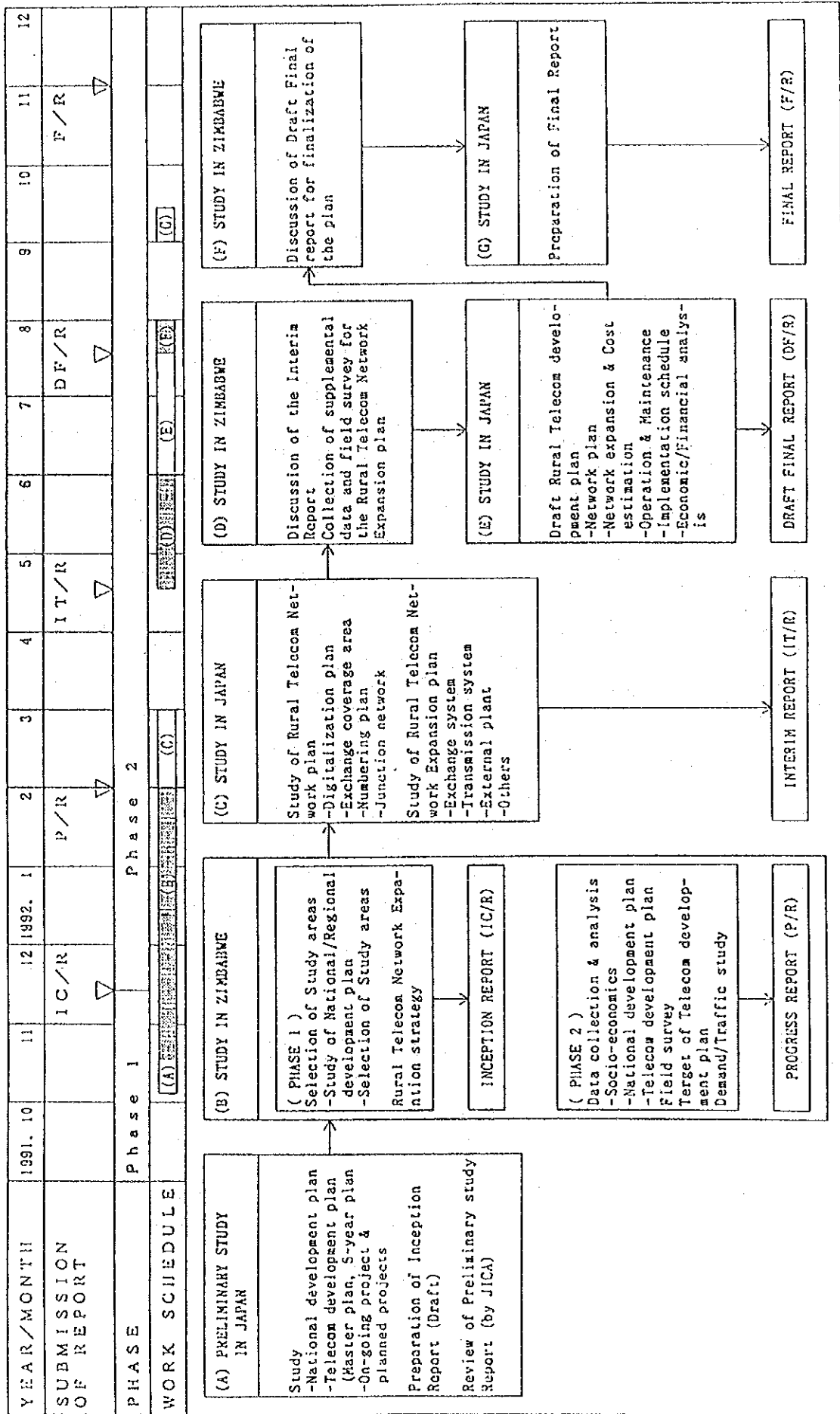


Legend

- BTR : Beatrice**
- MRB : Murambinda**
- KEZ : Kezi**
- GTU : Gutu**
- CHS : Chatsworth**
- NKI : Nkayi**

图 1.1 对象交换局

図 1.2 作業項目および日程



1.5 調査団の構成

1.5.1 JICA調査団

(1) 調査団

チームリーダー（交換部門担当）	:	山本 徹
副チームリーダー（網計画担当）	:	佐々木 良司
需要予測/トラフィック予測 保守・運用計画担当	:	及川 政行
伝送部門担当	:	岩見 明
局外設備担当	:	中沢 三十三
財務/経済分析担当	:	黒田 智幸

(2) 作業監理委員

委員長（伝送部門担当）、郵政省	:	木塚 透
委員（網計画担当）、郵政省	:	樋上 好彦
委員（交換部門担当）、国際協力事業団	:	斉藤 栄一

1.5.2 PTC職員

全調査期間をとおして、現地踏査、PTC内部および外部での資料収集等に、また、本調査への貴重な意見、示唆の提示等、本調査団に協力して頂いたPTC職員の氏名および役職名を以下に示す。

PTC副総裁	:	Mr. Joshua Chideme
交換技術局局長代理	:	Mr. Philip Mdimu
地方交換局計画部長	:	Mr. Graham Wood
地方交換局計画課長	:	Mr. Simon Ngoma
地方交換局計画課職員	:	Mr. Abudullah Mahomed
都市交換局計画課職員	:	Mr. Musiyiwa Zana
市場調査部職員	:	Mr. Lovemore Nhunzui
伝送技術局局長代理	:	Mr. Samuel Mabika
伝送技術局部長	:	Mr. Ken Makunura
伝送技術局職員	:	Mr. Samuel Kamuriwo

本調査団の国内作業期間中に技術移転の一環として、国際協力事業団が2名のPTC職員を招請し、調査団との共同作業を通じて電気通信網の理解を深める事を目的とした研修を実施した。研修生の氏名、期間は以下のとおり。

研 修 生	期 間
Mr. Musiyiwa Zana	1992年3月24日 - 5月17日
Mr. Abudullah Mahomed	1992年7月3日 - 8月17日

2. 経済・社会事情

1980年の独立以来、ジンバブエ国の経済及び個人所得の伸びは農産物の収穫高に左右されながら成長してきている。

1980年代の国内総生産（GDP）の推移は低迷し、人口の伸び率を下回っており、一人あたりのGDPは減少傾向にあった。その主な原因として1983年および1987年の干ばつの影響が挙げられる。

2.1 国内総生産（GDP）

GDPは経済の成長率の測定を目安の手助けとなるほかに、生産構造形態を知る便利な指標となり、実質成長率の大きさを示す時価および恒常価格の両者が使われる。

表2.1に1980から10年間における生産分野毎の生産高を示す。

1980年から1984年の実質GDP成長率は2.3%と低迷しているが、これは干ばつによる農業生産高の低下、市場価格の下落による見かけ上の鉱業生産の低下、ジンバブエ・ドル貨の対外貨の価値の低下等による1983年のマイナス成長（前年比 -4%）の影響による。

1985年から1989年の実質GDP成長率は3.3%を示す。1987年の干ばつでその成長率が落ち込んだものの、1988年と1989年は天候に恵まれ工業分野の成長と相まって順調な回復をみた。

第一次国家開発計画（1986-1990）によると、計画年度平均の伸び率を5.1%と見込んでいたが、その後の政府刊行物（A Framework for Economic Reform, 1991-1995）では1991年度のGDP伸び率は4.3%と予測されている。

表 2. 1 各生産分野毎の生産高

ITEM	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
<u>AT CONSTANT PRICES (1980)</u>										
AGRICULTURE & FORESTRY	451	515	478	403	496	614	576	472	592	587
MINING AND QUARRYING	285	278	284	280	291	288	293	300	295	307
MANUFACTURING	802	881	877	852	809	902	933	949	996	1055
ELECTRICITY & WATER	70	70	63	68	70	79	94	123	127	150
CONSTRUCTION	91	105	101	93	86	64	67	62	69	61
FINANCE AND INSURANCE	159	174	208	203	189	187	181	200	211	231
REAL ESTATE	43	43	43	44	44	44	45	45	46	47
DISTRIBUTIONS, HOTELS &										
RESTAURANTS	451	456	451	392	366	386	418	428	449	481
TRANSPORT & COMMUNICATIONS	211	221	226	224	226	237	244	234	248	254
PUBLIC ADMINISTRATION	291	339	333	338	364	372	370	386	409	423
EDUCATION	169	236	284	310	335	358	375	386	390	412
HEALTH	71	76	88	89	93	97	100	103	107	110
DOMESTIC SERVICES	65	63	61	60	59	60	60	61	61	62
OTHER SERVICES N.E.S	173	186	204	215	217	235	247	245	272	283
LESS IMPORTED BANKING										
SERVICE CHARGES	-108	-106	-112	-110	-105	-120	-122	-133	-128	-131
GDP AT FACTOR COST	3224	3537	3589	3461	3540	3803	3881	3861	4144	4332
NET INDIRECT TAXES	217	336	385	576	420	432	466	441	556	628
GDP AT MARKET PRICE	3441	3873	3974	4037	3960	4235	4347	4302	4700	4960
REAL CHANGE AT FACTOR COST	10.68	10.00	1.00	-4.00	2.28	7.43	2.05	-0.52	7.33	4.54

(%)

2.2 人口

1982年実施の国勢調査の結果によれば、全人口は7,608,432人である。人口の平均年間増加率は1962-1969年で3.3%であったが、1969-1982年間には3.0%に低下した。

また、総人口の74.3%にあたる人口が地方部に住んでおり、残り25.7%の約半数がHarareならびにBulawayoの二大都市に集中している。

ジンバブエの国勢調査結果による人口分布を表2.2に示す。

表2.2 人口分布 (1982年調査)

地域名	人口	%
Zimbabwe	7,608,432	100.0
Manicaland	1,103,837	14.6
Mashonaland		
Central	560,847	7.5
East	1,496,500	19.8
West	854,098	11.4
Matabeleland		
North	962,064	11.7
South	515,298	6.7
Midlands	1,086,284	14.5
Masvingo	1,029,504	13.7

(出典: District Population Data Sheet, 1987)

2.3 失業率

政府統計局の資料によると、1987年度の総失業者数は、234,000人に達し、失業率は農民(Communal Farmers)を含み約7%である。しかしながら、殆どの地方部の農民は灌漑施設の不備のため乾期には耕作出来ず、また地方部での雇用の機会が少なく、実質的にこれら農民は乾期には仕事を失うことを鑑みると失業状況は更に深刻であるといえる。

2.4 干ばつ

最近、ジンバブエ国では干ばつに周期的に襲われ、その対策に苦慮している。特に、1982年と1987年に発生した干ばつは農業に大きな影響をもたらし、結果的に輸出を低下し、同国の社会・経済に深刻な影響を与えた。また、1991年にも干ばつが発生し、社会・経済に多大な影響を及ぼしている。

3. 調査対象交換局区域における電気通信サービスの現状

現在、調査対象区域内での電気通信サービスは、電話サービスが主に行われているが、このほか小数ではあるが、テレックス、データ通信などの非電話系サービスも行われている。

各対象交換局区域とも自動電話交換機が既に導入され電話サービスが行われている。ただし、NKAYI局区域においては局舎、交換機は建設済みであるが、市外回線設備、加入者ケーブル等は未だ設備されていないため、小数の加入者のみが他交換局区域に収容されているにすぎない。

非電話系のサービスは、電話回線をリースし、限られた加入者（一部の銀行、農作物集積所等）のみが利用している状況にある。

各対象局の通信設備の現状を表3.1に示す。

調査対象交換局区域での100人あたりの電話普及率（1991年現在）は、0.08から0.17の範囲にあり大都市の13.2と比較し非常に低い。

電話局から遠く離れた区域（交換局から半径5km以遠の区域）では、加入者線設備が少ない上、加入者線にまだ裸線が広く使用されている。このため、人口の大多数が住むこれら区域（Communal Land）の電話の普及は極めて低い状態にある。

電話加入者線の設備形態には2種類ある。その一つが単独加入者線（DEL: Direct Exchange Line）であり、交換局から半径5km以内の単位料金区域（BRA: Basic Rental Area）の加入者に適用されている。もう一方が、共同加入者線（Party-Line）であり、単位料金区域以外の加入者線に適用されている。共同加入者線には10加入者以上収容されている場合もあり、大部分の農民が居住している単位料金区域外における電話サービスは無電話地域も含め、非常に悪い状況にある。

表 3. 1 通信設備の現状

Exchange Name	Beatrice	Murambinda	Kezi	Gutu	Chatsworth	Nkayi
Description	Strouger 200	Strouger 200	Strouger 200	Strouger 400	Strouger 200	Strouger 200
Type of Switching Eq.						
Capacity of Switching Eq.						
Number of Subscribers						
DEL(Business)	48	53	39	114	25	0
DEL(Residential)	61	50	17	134	11	0
Total DEL Subs.	109	103	56	248	36	0
Public Call Offices	4	5	2	2	1	0
P/L Circuits	EPL 33	0	MPL 9	MPL 12	MPL 8	0
P/L Subs.(Business)	34	0	29	68	35	0
P/L Subs.(Residential)	184	0	21	67	34	0
Total P/L Subs.	218	0	50	135	69	0
*(Other Subscribers)	*17	*78	*15	*1	*15	*65
Manual Switch Board	---	---	For Level 7	For Level 7	For Level 7	---
Commercial Power Supply	220V	220V	220V	220V	220V	220V
Standby Engine Generator	9kVA,SS,3P	7.5kVA,SS,3P	9kVA,SS,3P	9kVA,SS,3P	7.5kVA,SS,3P	9kVA,SS,3P
Subscriber Lines:						
- Local Cable						
Type of Cable	CCP/SD/OW	CCP/OW	CCP/OW	CCP/OW	CCP/OW	OW
No. of Pairs Terminated	250	400	200	400	200	0
Distribution System	Direct	Direct	Direct	Cabinet	Direct	Direct
Installation Method	Brd/Arl	Cdt/Brd/Arl	Brd/Arl	Cdt/Brd/Arl	Brd/Arl	Arl
- Radio System	UHF (4ch)	UHF (1ch)	-	-	-	-
Trunk Cable:						
Section	HRE-BTR	MTE-MRB	BUL-KZE	MVO-GTU	GTU-CHS	KWE-NKI
Circuit Length (km)	56	69 (MTE-NYZ) 67 (NYZ-MRB)	107	66 (MVO-CHS) 35 (CHS-GTU)	35	100
System	OW Carrier	OW Carrier	OW Carrier	OW Carrier	OW Carrier	Not Exist
No. of Channels	24	24	24	24	15	0
(No. of Leased Circuits)	-	-	-	3	-	-
No. of Telex Terminals	0	1	1	3	0	0
Maintenance/Operation						
No. of Staff	9	3	3	6	2	0
No. of Vehicles	2	1	1	0	1	0

Remarks: EPL : Electronic Party Line
MPL : Manual Party Line
SS,3P : Single Standby, 3-Phase
Cdt/Brd/Arl : Conduit/Buried/Aerial
CCP : Colour Coded Polyethylene Insulated and Polyethylene Sheathed Cable
SD : Self-Supporting Distribution Wire
OW : Open Wire

Note: Figure with * mark denotes number of subscribers who are being served from adjacent exchange areas.

4. 電話需要・トラフィック予測

4.1 電話需要予測

6 調査対象交換局区域の電話需要数予測は、対象区域毎にミクロ的予測方法により実施するとともに、その予測結果の検証のためマクロ的予測方法により、それぞれ1991年（調査年度）から20年間、2011年まで5年毎に実施した。

それぞれの調査対象交換局区域のミクロ的需要予測は現地調査時に収集した各種統計資料およびアンケート調査結果に基づいて実施した。

一方、マクロ的電話需要予測は「ジンバブエ国電気通信網開発計画、1986-2005」（ITU 作成）で採用しているマクロ的予測方法により最新のGDP、人口、他の国の電話普及率などのデータを用いて推定した。

2方法による予測結果は、MurambindaとNkayiの2局を除き、かなり近似している。差を生じた2区域では、他の地域に比べて人口が多い上、電話需要の大きいビジネス、政府機関の事務所が多い特徴があり、マクロ的予測方法ではこれら地域の特徴が反映されず、差を生じたと判断される。

本調査では、より地域の様相を良く反映できるミクロ的予測方法の結果を採用した。表4.1にその需要予測結果を示す。

表4.1 需要数

局名	予測年度				
	1991	1996	2001	2006	2011
BEATRICE	333	416	559	667	955
KEZI	230	280	357	569	684
MURAMBINDA	181	261	487	626	826
CHATSWORTH	160	217	339	442	593
GUTU	368	485	892	1039	1240
NKAYI	161	223	396	456	550

4.2 トラフィック予測

本調査対象区域におけるトラフィック予測は、電話需要予測結果に基づき、地方交換局の加入者当たりの平均発呼量を0.07アーラン、着信呼量を0.06アーランとし実施した。また、市外回線数の予測はPTCの技術基準に示す市外呼トラフィック配分値に基づいて実施した。

5. 地方電気通信網整備計画

5.1 地方電気通信網整備計画の策定方針

ジンバブエ国国家開発計画の構想に基づき、本調査で提案する計画が対象区域の社会・経済活動の発展に寄与し、併せて、電気通信サービスの都市間の格差是正を図るため以下の方針を策定した。

- 開発拠点、地域サービスセンター等を中心として、電気通信サービスの拡充を図る。
- 積滞電話需要者の解消を図ると共に、共同加入者の単独化を図る。
- 公衆電話機を増設し、無電話地域の解消を図る。

5.2 需要充足計画

前述の方針に基づいて、以下の様な通信網整備計画を策定した。

5.2.1 設備供給計画

- 新規加入者については、全て単独加入者（DEL）とすることを原則とし、共同加入者設備の増設は考慮しない。
- 既存の共同加入者は、十分な設備を供給する事により随時、単独化が図られると想定し、本調査ではその移行期間を10年、2006年までには完了するものとし計画した。
- 公衆電話については、初期段階ではPTCの設備方針ならび保守性、利便性を考慮してその地域の郵便局、病院、診療所等に優先的に設置する事とした。この設備方針は公衆電話の利用しやすさ、また、電話器のいたずらによる破損、盗難などの点を考慮したものである。

5.2.1 設備計画

本調査では初期に建設する通信設備はサービス開始後5年（2001年）の需要見合いとすることを原則とした。この様な設備計画は大きな資金的制約を避け、順調に地方交換局区域に通信サービスを拡大するために不可欠である。設備の増設は5年毎に実施することが適当と考えられるが、これは短期間の需要見合いの設備に必要な繰り返し工事を避け、総投資額が上昇を避けることを考慮したものである。

5.3 電気通信網計画

5.3.1 電気通信網のデジタル化

本調査対象地域の様な地方部における電気通信網構築は、将来、ジンバブエ国全国に展開されるであろう1DN化、それに引き続くISDNに対応出来る様、極力デジタル化する。

5.3.2 番号計画

本調査対象地域における電話番号は、ジンバブエ国電気通信開発計画に基づき、交換機がデジタル交換機に設備更改された時には以下に示す7桁（2桁の局番と5桁の加入者番号）に変更される。

BEATRICE	:	65 CXXXX
KEZI	:	82 CXXXX
MURAMBINDA	:	21 CXXXX
GUTU	:	30 CXXXX
CHATSWORTH	:	30 8XXXX
NKAYI	:	55 8XXXX

5.3.3 ルーティング・プラン

ジンバブエ国電気通信開発計画では、将来、NKAYI局の親局（上位局）をKWE KWE局からBULAWAYO局へ、KEZI局についてはBULAWAYO局からFIGTREE局へそれぞれ変更する提案をしている。しかしながら、各対象交換局の加入者数、トラフィック量から判断し、現状のルーティングに変更は不要と考えられ、現状のままとする。

5.3.4 サービス基準

交換機の規模・性能決定の指針にはPTCの国内通信網計画のための技術基準に示す以下のサービス基準を適用する。

(1) 呼損率

交換機の任意接続端子間の呼損率は0.002、出入り回線については0.005とする。また、市外呼の呼損率は0.01以下とする。

(2) 発信音の送出遅延

過負荷状態時における発信音の遅延は総発呼数の97%以上に対し3秒以下とする。

5.3.5 伝送基準

全国どの地域からの通話でも全ての加入者に対し、良好な通話品質を確保するため、P T Cの伝送基準 No.NP/005/X :「損失配分」を適用する。基準は以下のとおり。

- 国内接続における総合ラウドネス定格 : 25 dB (MAX)
- 送話ラウドネス定格 : 17 dB (MAX)、7.5 dB (MIN)
- 受話ラウドネス定格 : 8 dB (MAX)
- デジタル・ループの伝送損失 : 7 dB
- 加入者線損失 : 8 dB (*)
- 中継線損失 (市外および中継回線) : 5 dB
- (市内局間直通回線) : 10 dB
- 加入者線線路のループ抵抗 : 1000 Ω 以下

(*) : 加入者線網にケーブルPCM、光ファイバー方式、無線伝送方式等の4線方式を適用した場合、これらの4線方式区間の最小伝送損失に3dBを考慮し、2線区間には800Hzで5dBの損失が許容される。

その他の伝送基準については、P T Cの伝送基準 No.NP/008/X に準ずる。ただし、デジタル多方向多重加入者無線装置 (M A R S) の回線規格、即ち、符号誤り率はCCIR Rep.380-3に示されている目標値を適用し、建設費の低減化を図る。すなわち、回線長500km以下の64kBit/sのデジタル回線は以下の目標値を越えないこと。

- 符号誤り率 $1 * 10^{-3}$ を越える時間率は最悪月においても0.05%以下
(積分時間1秒)
- 符号誤り率 $1 * 10^{-6}$ を越える時間率は最悪月においても1.5%以下
(積分時間1分)
- 見逃し符号誤り率 $1 * 10^{-8}$ %以下

5.3.6 信号方式

本調査対象交換局に適用する信号方式は、市外回線数が少なく、多種、大量の信号転送も必要なく、建設費が安価な個別線信号方式であるR2方式を適

用する。

5.3.7 課金方式

本調査対象交換局における現行の課金方式は度数計式であるが、デジタル方式の導入により、より利便性の高い方式が適用可能となる。

ジンバブエ国内における課金方式の統一性を保つため、本調査で提案する対象交換局の課金方式は以下のとおりとする。

- 全ての呼（自局内、市外、国際）についての課金データ情報は、各端局で記録する。
- 自局内呼については、度数方式（磁気テープに記録）とする、
- 市外および国際呼については、詳細課金とする、
- 課金データ記録の磁気テープは、PTC本社にて一括コンピュータ処理する。

5.3.8 網同期

地方電気通信網の構築には、将来のISDN化に向けてPTCの全国網同期計画（西暦2000年までに Master-Slave 方式により、Secondary Center および Primary Center 局階位までのIDN化を進めている）に従い、網同期が可能な様、交換機、伝送路のデジタル化を行う。

5.4 通信網拡充計画

本調査対象交換局区域に導入する最適な通信設備として、同地域の電話需要数/トラフィック量、地理的条件、環境、既設通信設備状況、機器購入の容易性、通信技術の動向等を検討し、以下のとおり提案する。

5.4.1 交換設備

(1) 交換設備の型式

各対象交換局とも独立したでデジタル交換機を導入する。

ただし、CHATSWORTH局については、GUTU局をホスト局とする自走機能を有する遠隔集線装置を導入する。

(2) 交換機容量

1996年から2011年までの導入する交換機の容量を以下に示す。

交換局区域	加入者端子数			
	1996	2001	2006	2011
BEATRICE	650	700	700	1000
KEZI	350	400	600	700
MURAMBINDA	300	500	650	850
NKAYI	250	400	500	600
GUTU	600	950	1050	1250
CHATSWORTH	300	400	450	600

5.4.2 伝送設備

(1) 伝送方式の選定

対象交換局からBRA外の加入者間の加入者線にはケーブルPCMまたは加入者無線マルチアクセス(MARS)方式を、また、その交換局から上位局間を結ぶ市外回線のデジタル化を考慮して、デジタル無線方式とする。

a) 加入者線

建設価格を検討した結果、比較的多くの加入者数がまとまり、交換局から加入者局端末までの距離が16km以内の場合、ケーブルPCM方式による加入者線多重方式を導入する。

また、加入者数が比較的少なく、かつ、交換局からの距離が16km以上の場合、デジタル方式(伝送容量4MBit/s, 1.5 GHz帯域)によるMARS方式を導入する。

通常の加入者ケーブルをBRA内のみならずBRA外においても加入者線接続に使用する。ただし、遠隔地の加入者を収容する際は、加入者までのケーブル損失およびループ抵抗制限値以内にするため、裸線を局から単独に、あるいは通常のケーブルと併用する。

MARS方式は加入者端末局、中継局(加入者端末局と同様機能をもつことが可能)および基地局(電話交換機と同一局舎に設置)から構成される。システムの保守・運用は集中監視制御装置を基地局に設置することにより、基地局で集中的に実施することが可能である。

現在、開発されているMARS方式の概要を以下に述べる。

無線周波数 : 1.5/2.4/2.6 GHz帯域
 伝送容量 : 2/4 MBit/s
 最大収容加入者数 : 呼損率 0.01、加入者当たりの平均呼量0.07アー
 ランの場合270加入(2 MBit/s)/540 加入(4MBit/s)
 ACCESS 方式 : DAMA方式(Demand Assigned Multiple Access)

b) 市外回線

所用回線数を充足するために、Murambinda-Mutare, Maphisa-Bulawayo 間の既設市外伝送回線の増設もしくは更新が必要となるが、既設裸線搬送装置の追加により回線数を増やすことは将来、部品等の調達が困難となる危惧があり考慮外とし、新しく市外伝送路を建設することを計画する。

この市外伝送路には各種方式を技術的、経済的に比較検討した結果、デジタル無線方式(2GHz帯域、伝送容量34MBit/s)が最適と考えられる。ただし、無線方式の使用周波数帯域については詳細設計実施時にWARC92(国際無線主管庁会議)の決議事項を踏まえたP.T.Cの無線周波数割当方針に基づき、再検討し決定する。

(2) 伝送ルートを選定

伝送ルートを選定にあたっては、各区域の地形図(縮尺:1/50,000)を主体とした机上設計により、通信網の経済的な構築、保守・運用の容易性等を考慮して選定した。

各交換局区域の概略伝送ルートを図5.1(1/6-6/6)に、また、市外伝送路ルートを図5.2(1/2-2/2)にそれぞれ示す。

以下には、各交換局区域の局種別毎の所要数を示す。

局種別	局数						計
	NKI	GTU	CHS	KEZ	BTR	MRB	
(MARS)							
基地局	1	1	1	1	1	1	6
加入者局	13	8	7	10	12	14	64
中継局(含む加入者)	5	1	2	8	3	8	27
中継局(無し加入者)	1	1	1	-	-	-	3
(CABLE PGM)							
加入者局	1	5	2	-	5	-	13
(トランク回線)							
端局	-	-	-	1	-	1	2
中継局	-	-	-	2	-	3	5

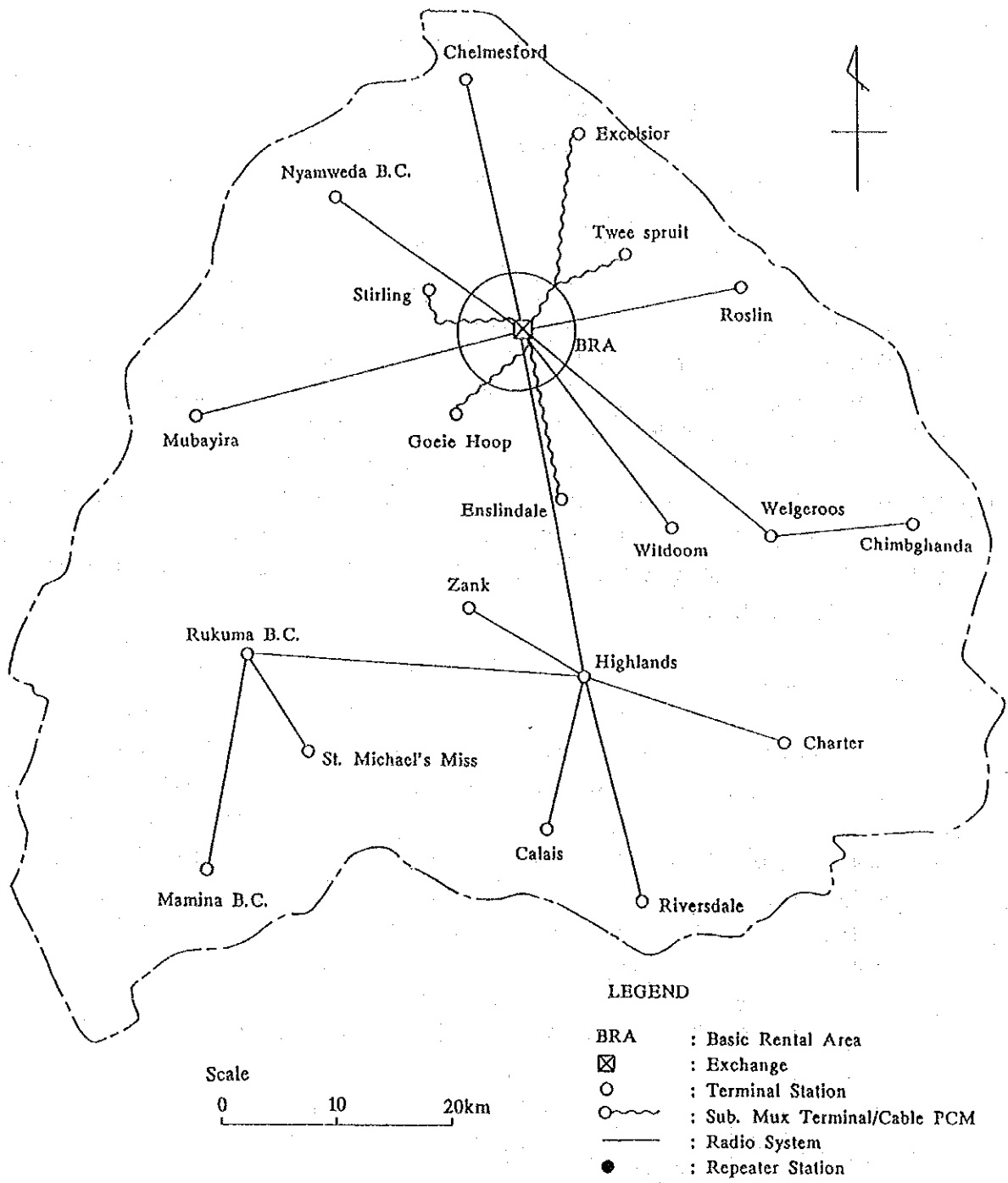


图 5.1 (1 / 6) 加入者線伝送路 (Beatrice)

LEGEND

- BRA : Basic Rental Area
- ☒ : Exchange
- : Terminal Station
- : Sub. Mux Terminal/Cable PCM
- : Radio System
- : Repeater Station

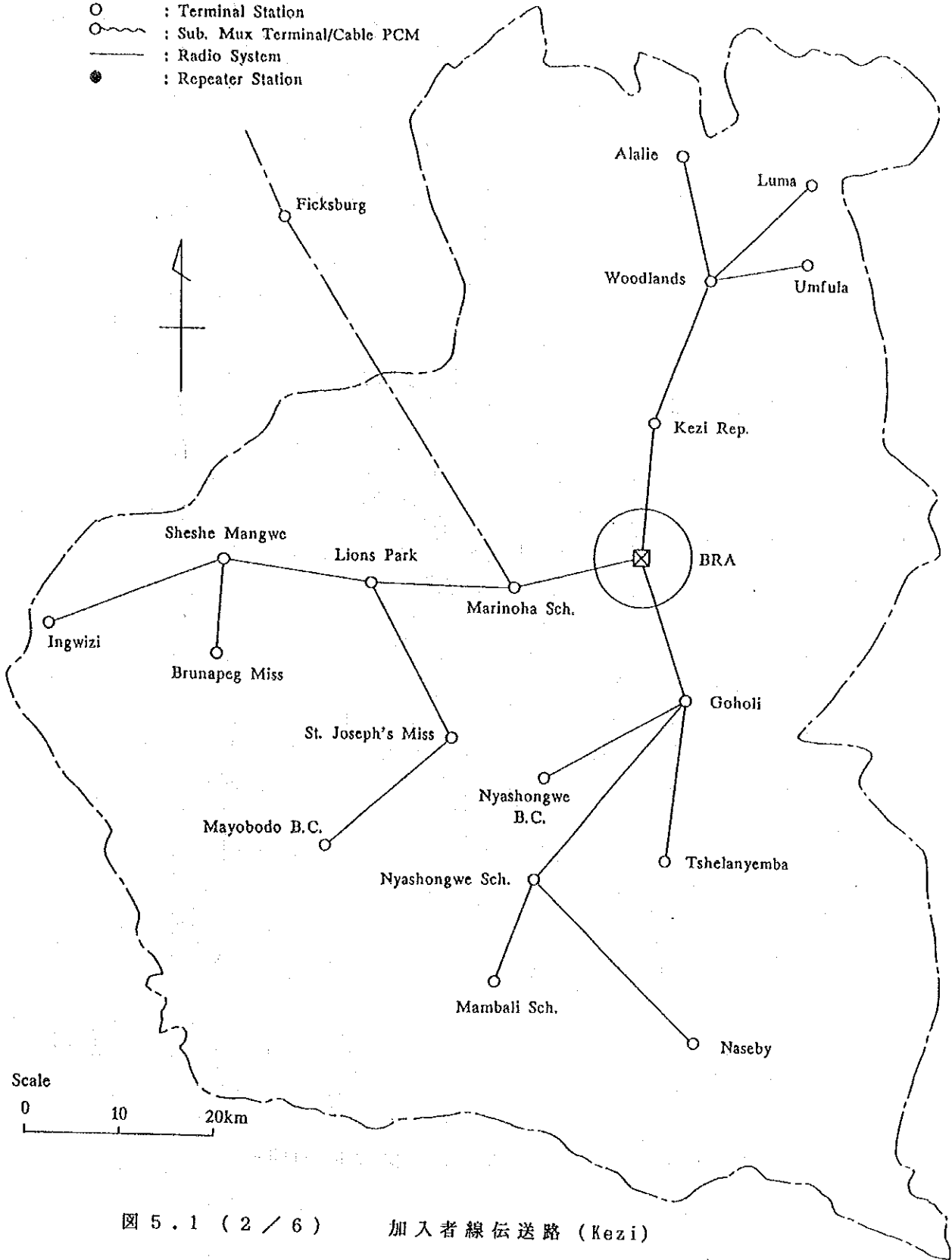


图 5.1 (2 / 6) 加入者線伝送路 (Kezi)

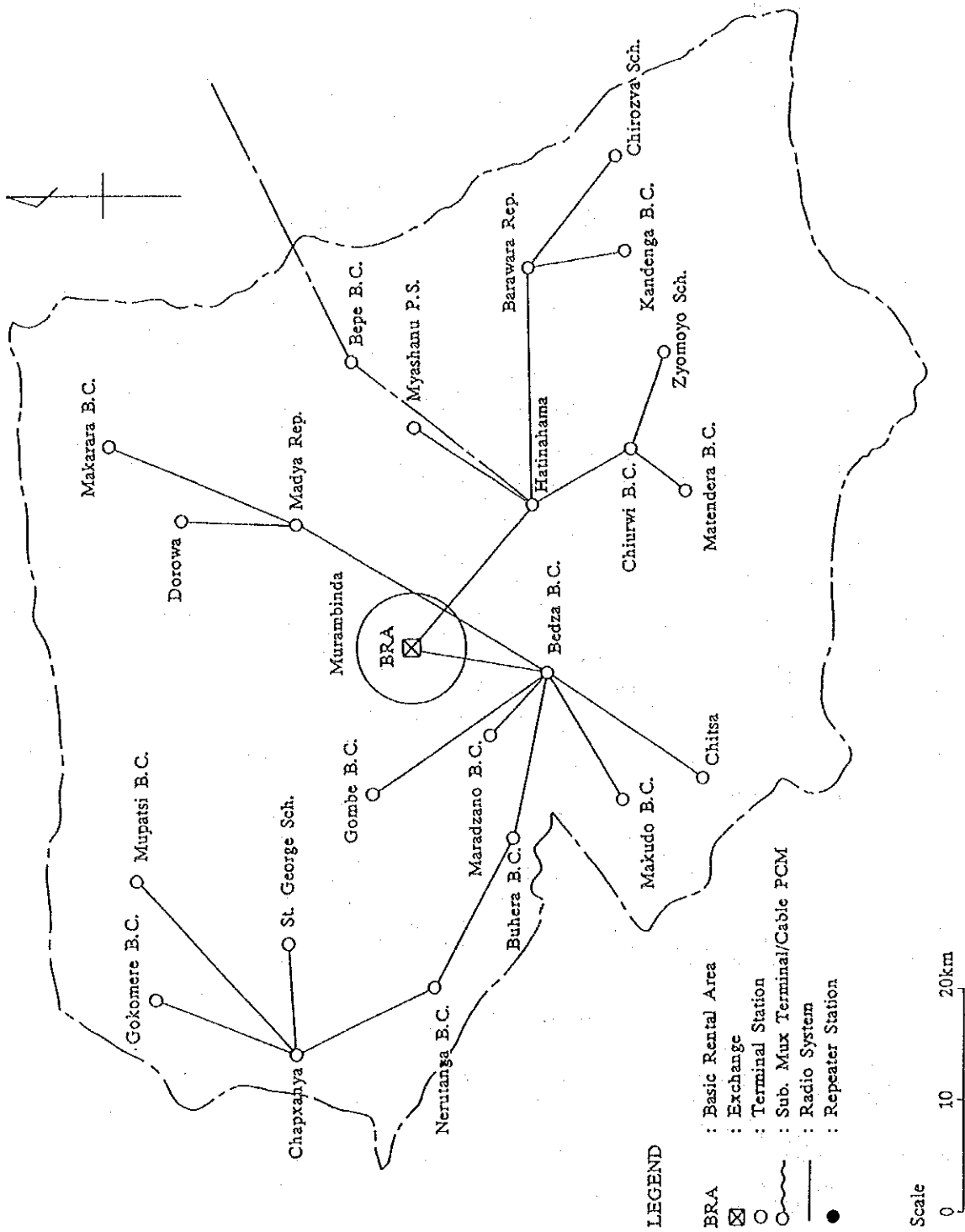


图 5.1 (3 / 6) 加入者線伝送路 (Murambinda)

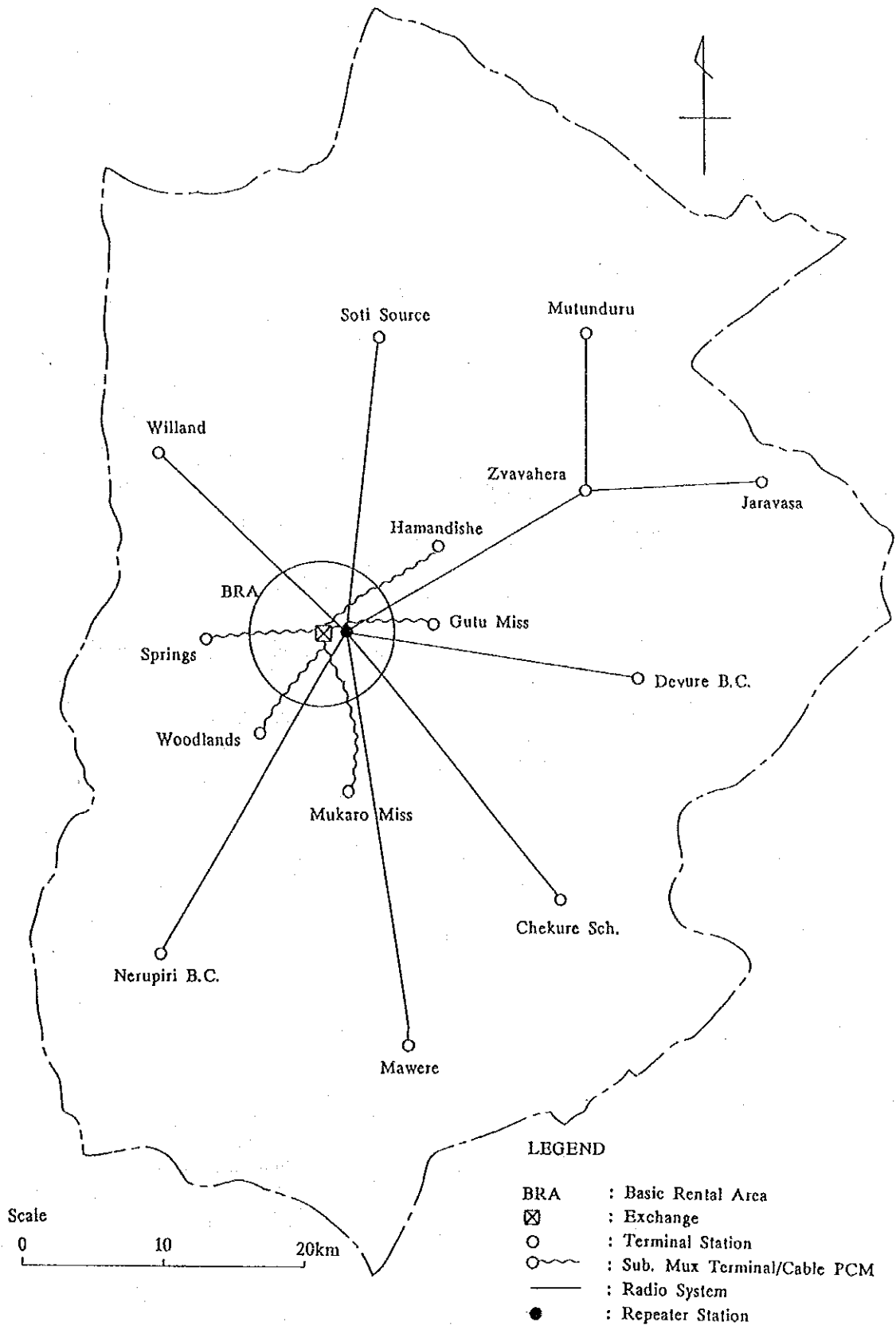
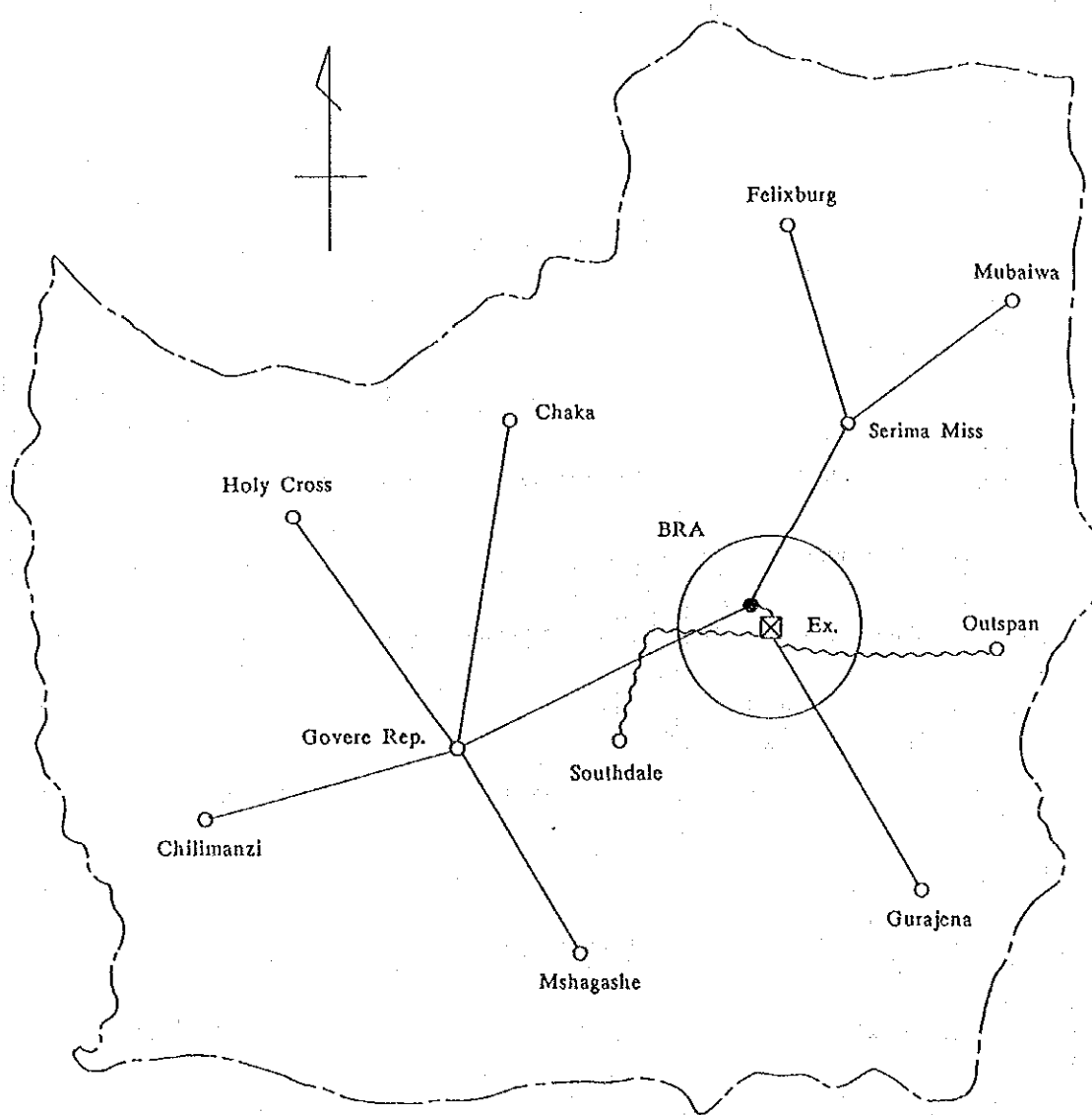


图 5.1 (4 / 6) 加入者線伝送路 (Gutu)



LEGEND

- BRA : Basic Rental Area
- ☒ : Exchange
- : Terminal Station
- ~~~~○ : Sub. Mux Terminal/Cable PCM
- : Radio System
- : Repeater Station

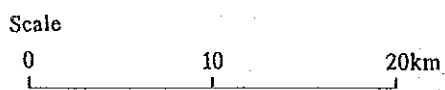


图 5.1 (5 / 6) 加入者線伝送路 (Chatsworth)

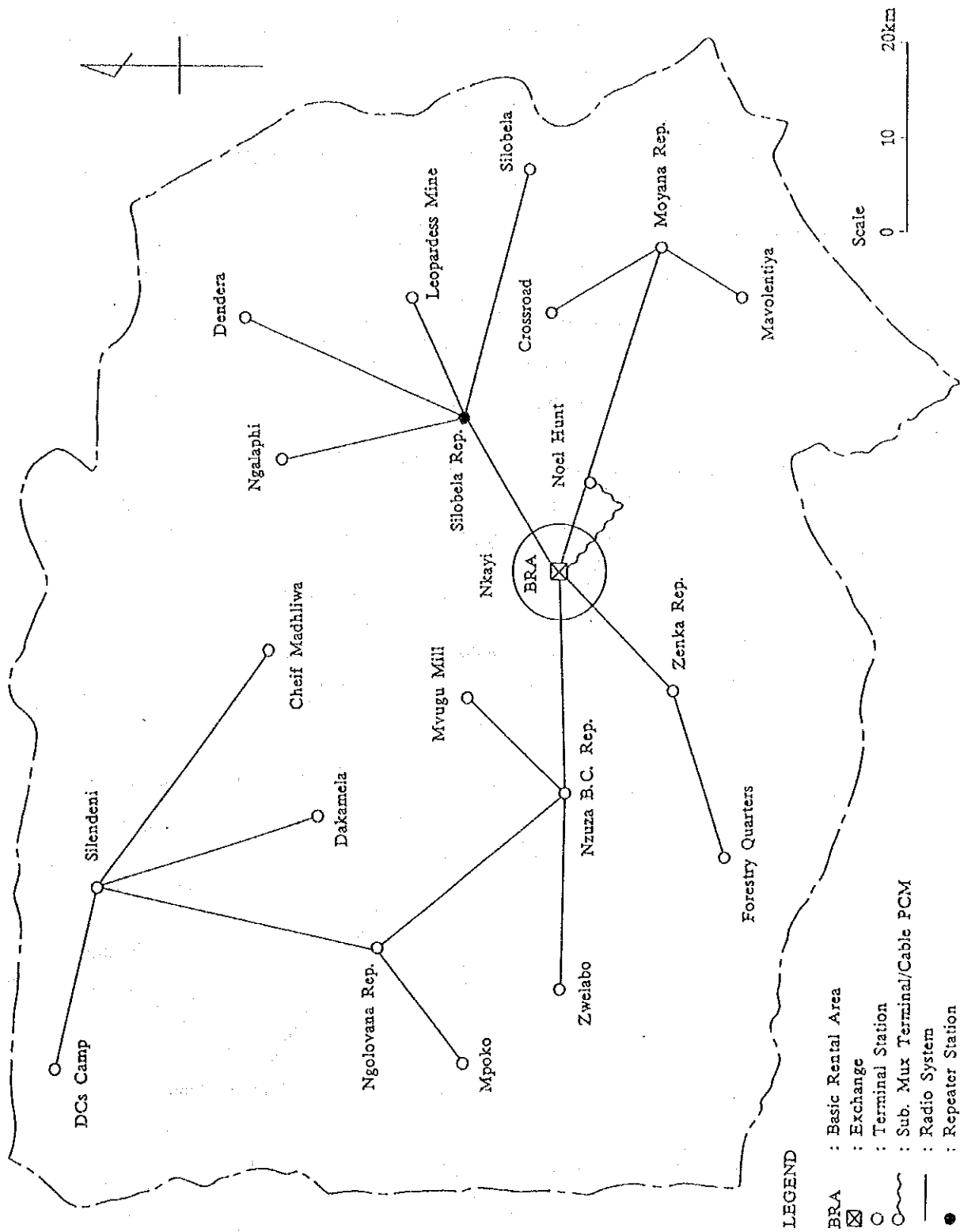


图 5.1 (6 / 6) 加入者線伝送路 (Nkayi)

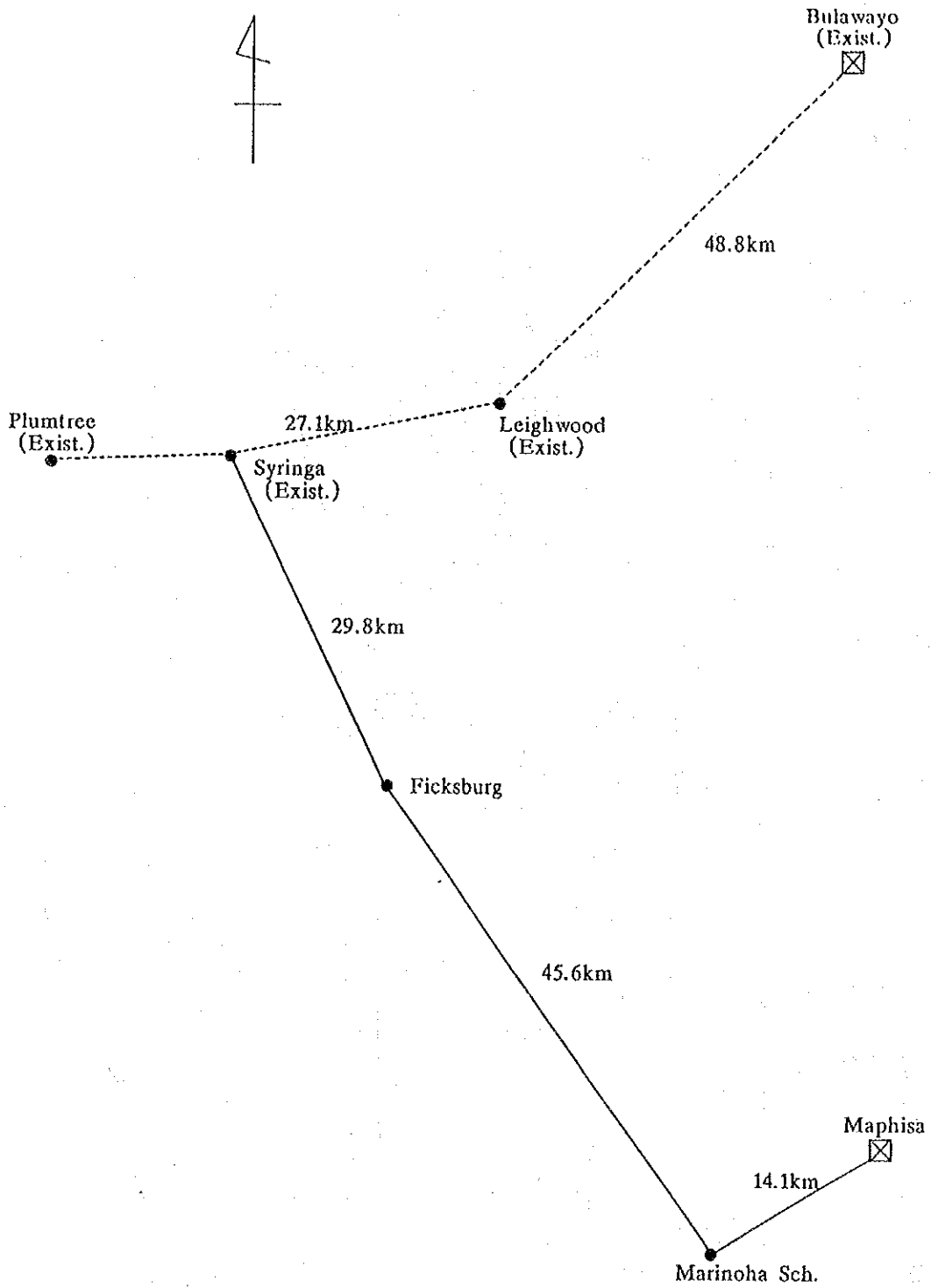


图 5.2 (1 / 2) 市外伝送路 (Maphisa-Bulawayo)

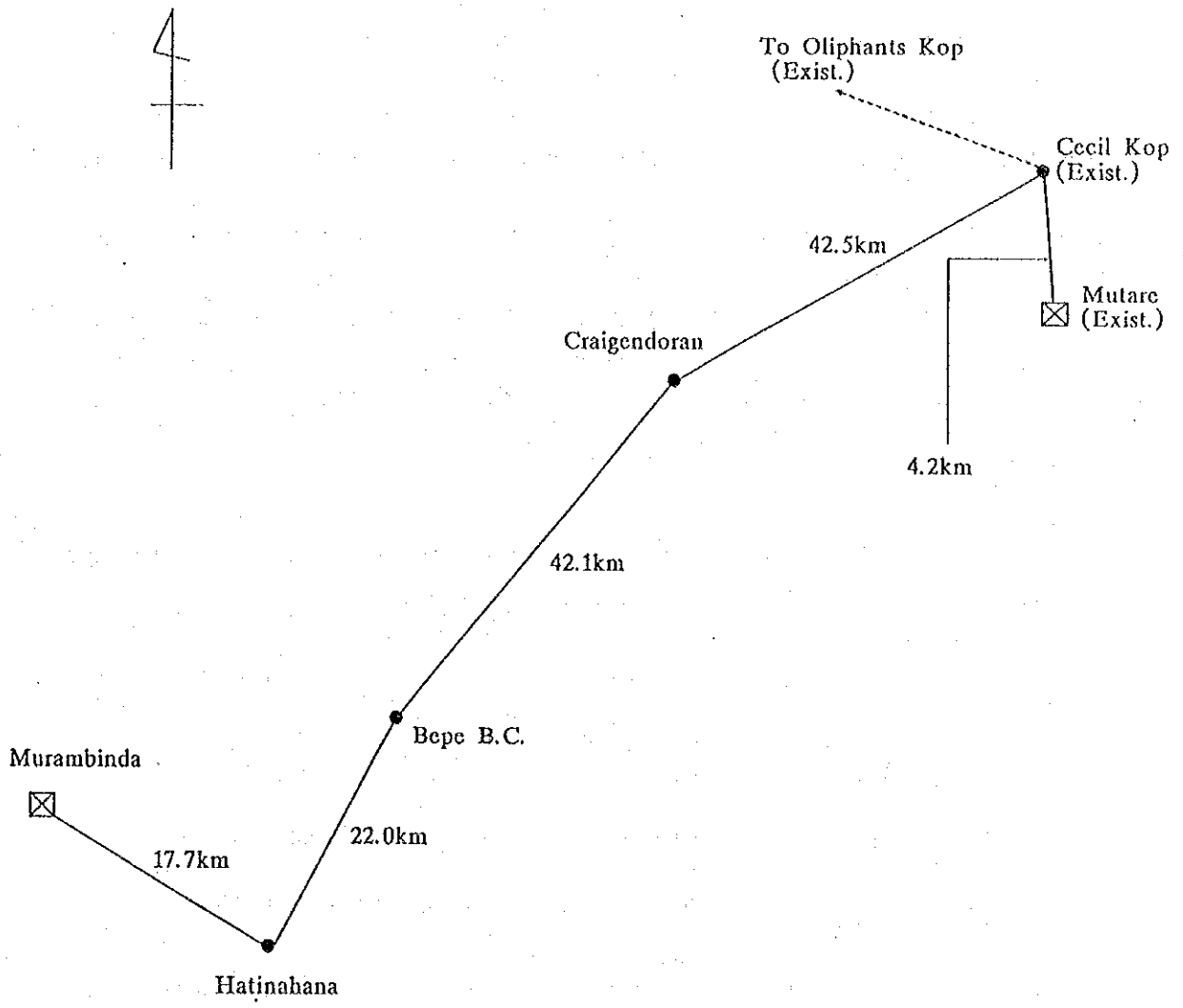


图 5.2 (2 / 2) 市外运送路 (Murambinda-Mutare)

5.4.3 線路および局外施設

(1) 線路設備構成

加入者線路のケーブル布設には管路ケーブル、直埋ケーブル、架空ケーブル、裸線方式の中から、それぞれ区域の需要数、地域の状況、道路の状態等を考慮して最適な方法を適用する。

通常のケーブルによる配線では線路損失及びループ抵抗が制限値を越える遠隔加入者の場合には、裸線を単独或いはケーブルと併用される。

現在の共同加入者（Party Line）が使用している既設設備は共同加入者が単独加入者に変更されるまで（本調査では、建設工事完了後10年、2006年までに全て単独加入に変更されなるものと設定）現状を維持することとする。

(2) 設備期間長

局外設備の設備期間長はサービス開始から10年後（2006年）の需要を充足する設備とする。

各調査対象区域の2006年度の電話需要数を以下に示す。

局名	2006年の需要数		
	BRA内	BRA外	計
CHATSWORTH	136	306	442
GUTU	777	262	1,039
BEATRICE	226	441	667
KEZI	334	235	569
NKAYI	215	241	456
MURAMBINDA	259	367	626
総計	1,947	1,852	3,799

(3) 局外設備の概要

a) 加入者網

各対象局に提案された計画による主要工程は以下のとおりである。

局名	ケーブル種別			
	管路	直埋	架空	裸線
NKAYI	50m	4.0km	115km	54km
GUTU	400m	11.5km	100km	42km
CHATSWORTH	50m	1.7km	79km	33km
KEZI	50m	2.1km	113km	54km
BEATRICE	50m	6.0km	131km	60km
MURAMBINDA	50m	3.5km	151km	66km
Total	650m	28.8km	689km	309km

b) PCMケーブル

各対象局に提案されたPCMケーブルの工程は以下のとおり。ただし、距離については地形図をもとに交換局からPCM端末局までの道路長で算定した。

局名	区間数	距離
NKAYI	1	13 km
GUTU *	6	70 km
CHATSWORTH *	3	45 km
KEZI	-	-
BEATRICE	5	80 km
MURAMBINDA	-	-
計	15	208 km

記：*印の局は、MARSの基地局から中継局までの1 PCM 区間を含む。

5.4.4 電力供給方式

地方通信網を構成する局種別に適用する電力供給方式を以下に示す。

局種別	一次電源	予備電源
交換局・基地局	商用電源	予備発電機+蓄電池
MARS用中継局	太陽電池	蓄電池
MARS用端局	太陽電池	蓄電池
ケーブルPCM用中継局	太陽電池	蓄電池
市外伝送路用無線局	太陽電池	蓄電池

電力供給方式の設備計画は以下のとおりである。

- (1) 商用電力供給が得られるMaphisaおよびMurambindaの交換局/基地局用電源設備として、予備発電機を使用した蓄電池浮動方式を本プロジェクトで設備する。
一方、他の交換局/基地局では、既設もしくはPTCで設備する電源設備を利用する。但し、以下の4局には本プロジェクトで整流器と蓄電池を地方電気通信設備用に設備する。
- Beatrice, Nkayi, Gutu, Chatsworthの交換局/基地局
- (2) 加入者線多重化システム（ケーブルPCMおよびMARS）を導入する局、または市外伝送路上の局には本プロジェクトで太陽電池設備を設置する。ただし、蓄電池の保持時間は加入者線多重化システム（MARS）を導入する局の場合には7日間、また市外伝送路上の局の場合には10日間とする。

(3) ChatsworthおよびGutuのMARS用中継局（市外伝送路システムも建設される）では、市外伝送路用に設備される電源設備をMARSシステムと共用する。

以下に本プロジェクトで新設する電力設備の一覧を示す。

電力設備	局 数						計
	NKI	GTU	CHT	KEZ	BTR	MRB	
(太陽電池方式) :							
MARS	19	9	10	17	15	21	91
ケーブルPCM	1	5	2	-	5	-	13
市外伝送路	-	-	-	2	-	3	5
(蓄電池浮動方式) : 交換局/基地局							
予備発電機 + 整流器 + 蓄電池	-	-	-	1	-	1	2
整流器 + 蓄電池	1	1	1	-	1	-	4

5.4.5 空中線および鉄塔

(1) 空中線

MARSシステムに使用する空中線は、無指向性空中線の他、八木／ホーン／グリッド等の指向特性を有する空中線が基地局および加入者端末局に使用される。回線品質規格を確保するため高利得を必要とする区間にはグリッド型パラボラ空中線が使用される。また市外伝送路にはグリッド型パラボラ空中線が使用される。

(2) 鉄塔

MARSおよび市外伝送システムには原則的に自立式の鉄塔が使用される。しかしながら、MARSシステムの加入者端末局で鉄塔高が25m以下の場合にはポール型が、また、MARSシステムの中継局もしくは端末局に於いて所要のパス・クリアランスを確保するため比較的高い鉄塔高が必要となる場合には、支線式鉄塔の適用を考慮する。

各交換局区域毎の鉄塔高および鉄塔形式の一覧を以下に示す。

鉄塔		鉄塔基数						
形式	鉄塔高	NKI	GTU	CHT	KEZ	BTR	MRB	計
ポール	15m	6	3	5	1	4	9	28
ポール	20m	4	2	-	3	-	3	12
ポール	25m	1	1	1	3	5	1	12
自立式	20m	-	1	-	-	-	1	2
自立式	25m	-	-	1	2*	-	4	7
自立式	30m	2	2	1	2	1	2*	10
自立式	35m	4	-	-	4	2	2*	12
自立式	40m	1	-	1	4	2	2	10
自立式	45m	1	-	-	-	1	1	3

* : 市外伝送路用鉄塔1基を含む。

ChatsworthおよびGutu中継局ではMARSシステムと市外伝送路の両システムが建設されるが、市外伝送路用に建設される鉄塔を共用する。

5.4.6 局舎設備

本プロジェクトで必要となる局舎設備は以下に示すとおりである。

- (1) 加入者線多重システム(MARS, ケーブルPCM)の局、また市外伝送路上の中継局には伝送機器、蓄電池を収容する局舎設備として組立式のシェルター/キャビネットを使用する。但し、MARSシステムの伝送装置は加入者端末局および中継局とも、防水型ケースに収容する。
- (2) PTCで局舎の建設を予定しているMaphisaを除く交換局および既設市外伝送路上の無線中継所では、既設局舎を使用する。
- (3) 新設局舎設備は建設が容易で、工期も短い組立式とし、換気設備を付ける。
- (4) シェルター/キャビネットは可能な限り小型で、現地で組立可能な構造とする。

本プロジェクトで必要なシェルター／キャビネットを以下の一覧表に示す。

シェルター／キャビネット サイズ	所 要 数						計
	NKI	GTU	CHT	KEZ	BTR	MRB	
(MARS)							
蓄電池 (2 x 2m)	19	9	10	17	15	21	91
(ケーブル PCM)							
伝送機器 (2 x 2m)	1	5	2	-	5	-	13
蓄電池 (2 x 2m)	1	5	2	-	5	-	13
(市外伝送路)							
伝送機器 (2 x 2m)	-	-	-	2	-	3	5
蓄電池 (2 x 2.5m)	-	-	-	2	-	3	5

5.4.7 端末設備

電話器（公衆および一般加入用）、ファックスミリおよび加入者線接続材料（裸線を含む加入者引き込み線、加入者保安器）等の加入者端末設備は P T C が調達する。

需要予測結果に基づく加入者端末設備数は以下のとおりである。

交換局	1996	2001	2006
Nkayi	130	130	100
Gutu	330	260	200
Chatsworth	90	150	150
Kezi	130	240	120
Beatrice	300	170	290
Murambinda	200	230	200
計	1180	1180	1060

6. 保守・運用

調査対象交換局区域での既設市外伝送システムの保守・運用はその地域を管轄する P T C の地方センターが実施している。

また、それぞれの交換局の交換設備および線路設備の保守・運用は該当する交換局の要員が実施している。

この保守・運用体制が将来的にも継続するものと考えられる。

交換および伝送設備に監視システムを導入することにより、保守・運用業務がかなり簡略化される。

従って、P T C の要員補充計画目標が1995年までに達成された場合、広い交換局区域内に設備される M A R S システムの保守・運用に携わる要員の増加を除いては、新たに保守・運用要員の増加を行う必要は無い。

ただし、この M A R S システムの保守・運用に増加される要員のため、新たに車輛を配備する必要がある。

各調査対象交換局区域には上記体制を考慮し、以下に示す要員および車輛の配置が必要となる。

項 目	交換設備	伝送設備	線路設備	計
通信技術員	1	1*	* 兼任	2
通信技術補助員	-	1	2	3
一般作業員	1	1	-	2
計	2	3	2	7
保守用車輛	-	1	-	1

上記の他、市外伝送システムおよび加入者線多重システムの保守・運用を行う各調査対象交換局区域の親局（上階位局）に車輛1台ずつ配備する。即ち、下記の親局に計5台の車輛が配備される。

調査対象交換局	親局
Nkayi	Kwekwe
Gutu, Chatsworth	Masvingo
Kezi	Bulawayo
Beatrice	Harare
Murambinda	Mutare

7. 実施計画案

表7.1にプロジェクト全体の実施予定線表を、また、表7.2に通信網建設工事予定線表をそれぞれ示す。

プロジェクト実施予定線表に示すように、コンサルタントによる現地調査および詳細設計を含むエンジニアリング・サービスが入札図書作成のため実施される。

プロジェクトの工程量ならびにプロジェクト対象区域が広大なエリアに広がる状況を鑑み、調査団は原則的に2つのグループに分けて建設工事を実施することを提案する。即ち、P T Cの対象交換局区域毎に付与した優先度に従い、Nkayi, Gutu, Chatsworthの3交換局区域の建設工事を初期に着手し、その後、残りの3交換局区域 (Kezi, Beatrice, Murambinda) の建設工事を実施する。

上記の建設工程により、加入者線接続工事を含む通信網建設工事の終了した交換局区域から順に通信サービスを開始するとし、サービス開始可能時期は早い区域で、1996年の半ばに、また最も遅い区域で1997年の初期となるものと予想される。

ただし、広い交換局区域に散在する電話加入者への加入者線接続が終わるまでには期間がかかるものと予想されたため、プロジェクト実施の初期に建設工事を着手した3交換局区域でのサービス開始当初は、加入者線接続を完了した電話加入者に限られる。

表 7.1 プロジェクト実施予定線表

Item	1993				1994				1995				1996				1997			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Arrangements for Procurement of Funding																				
Engineering Services																				
Approval of Tender Documents																				
Tender Floating																				
Tender Evaluation & Contract Nego																				
Approval and Signing of Contract																				
Design by Contractor / Manufacturing																				
Transportation																				
Installation																				
Testing & Commissioning (PIC's Work)																				
Land Acquisition																				
Building Construction Construction of Trunk Route																				
Subscriber Connection																				

表 7.2 通信網建設工事予定線表

Year	1993				1994				1995				1996				1997			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
First Group (Nyayi, Gutu, Chatsworth)																				
-Tower & Shelter (Foundation/Erection)																				
-Transmission & Switch Sys.																				
-External Plant																				
-Acceptance Test																				
(Subscriber Line Connection by PIC)																				
Second Group (Kezi, Beatrice, Murambinda)																				
-Tower & Shelter (Foundation/Erection)																				
-Transmission & Switch Sys.																				
-External Plant																				
-Acceptance Test																				
(Subscriber Line Connection by PIC)																				

8. プロジェクト・コスト見積り

8.1 初期投資

地方電気通信網建設に必要なプロジェクトの初期投資額を表8.1「プロジェクト・コスト概要」に示す。また、プロジェクト実施に関連しPTCで実施する作業項目に必要な経費を表8.2「支出計画」に示す。

上記のプロジェクト・コスト見積りに当たって前提とした事項は次のとおりである。

- a) 建設工事はコンサルタントによる詳細設計ならびに入札仕様書に基づき、また、その工事管理のもとに、コントラクターが加入者線接続工事を除き、ターン・キー・ベースで実施する。加入者線接続工事はPTCが直営で実施する。
- b) 資機材コストは日本のFOB価格で見積もる。従って、日本-Durban(南アフリカ)間の海上輸送費・保険料、また、Durban-Harare間の陸上輸送費・保険料を別途見積もる。これらのコストは米ドルにて計上する。ただし、換算レートは、1US\$=130円とする。
- c) 現地通貨分(サイト敷地取得費、局舎建設費、現地調達資機材費、国内輸送費、現地雇用工事要員の賃金等)は米ドルにて計上する。この場合、現地通貨と米ドルの換算レートは、1US\$=5.02Z\$とする。
- d) 保守用部品を3年分確保するものとして、そのコストを計上する。

- e) (Maphisa-Bulawayo)および(Nurambinda-Mutare)間の市外伝送路を本プロジェクトで建設する。

Maphisaへの市外回線はBulawayoからPlumtreeへ延びる既設アナログ市外伝送路上の無線中継局、SyringaとMaphisa間にデジタル無線回線を新設し、Syringaに設置するデジタル-アナログ変換装置を介して、Bulawayoへ延びる既設アナログ回線に接続される。

一方、以下に示す他の対象交換局とそれぞれの親局間を結ぶ回線はPTCが本プロジェクトで建設される通信網のサービス開始前までにデジタル回線を建設する。

(Beatrice-Harare)、(Chatsworth-Gutu)*、(Gutu-Masvingo)、
(Nkayi-Kwekwe)

* : ChatsworthにはGutuの交換機をホスト交換機とする集線装置が設置される。

f) コストは1992年時点の価格であり、価格上昇は考慮していない。

g) 以下はP T Cの自己資金で実施する項目を示す。

- Maphisa 局の局舎建設、
- 地方電気通信システムおよび市外伝送システムの無線局用敷地取得、整地、およびフェンスの準備
但し、プロジェクト対象の地方部では敷地取得コストが不要と考えられるため、敷地取得コストは見積もらない。
- 加入者端末設備（公衆および一般加入電話機、ファクシミリ装置）の調達および加入者線接続工事
- 3 交換局（Gutu, Beatrice, Nkayi）とそれぞれの親局間の市外伝送路建設、およびChatsworthに建設する集線装置とGutuのホスト交換機間の伝送路建設
- Nkayi-Kwekwe市外伝送路の局舎、アクセス道路、空中線用鉄塔建設、およびHarare-Beatrice区間のケーブル付設工事

8.2 再投資

初期設備量を越える通信需要に対応するための交換機設備、加入者線多重システムの増設ならびに加入者線接続に要する費用はP T Cの自己資金により賄う。これらの費用は表8.3「再投資計画」に示す。

8.3 支出計画

前述の条件下でプロジェクトを実施する場合のプロジェクト初期段階での各年度の支出を表8.2に、また、その後の加入者設備増設に要する支出を表8.3にそれぞれ示す。

プロジェクト実施初期段階の支出は二つに区分される。その一つはプロジェクトの実施に伴いP T Cが実施する事前準備（市外伝送路建設に必要な局舎、アクセス道路、鉄塔の建設等）に要する支出であり、他の一つは、対象交換局区域の地方電気通信網設備建設に必要な支出である。

後者の支出は、更にジンバブエ国以外から調達する資機材および外国人工事に充当する外貨部分と現地調達の資機材ならびに工事要員に充当する現地通貨分に区分される。これらの支出は前述の表に全て米ドル相当額で示す。

表 8.1 プロジェクト・コスト概要

Unit: Thousand US\$

Exchange Name	SUMMARY			Nkayi			Gutu			Chatsworth			Kezi			Beatrice			Murambinda			Training Center		
	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total	Foreign	Local	Total
Transmission Sys.	5,467	0	5,467	613	0	613	757	0	757	655	0	655	1,118	0	1,118	838	0	838	1,486	0	1,486	0	0	0
-MARS Sys.	2,851	0	2,851	538	0	538	267	0	267	352	0	352	585	0	585	441	0	441	668	0	668	0	0	0
-Trunk Sys.	1,351	0	1,351	0	0	0	0	0	0	0	0	0	533	0	533	0	0	0	818	0	818	0	0	0
-Cable PCM Sys.	1,265	0	1,265	75	0	75	490	0	490	303	0	303	0	0	0	397	0	397	0	0	0	0	0	0
Switching Sys.	1,965	0	1,965	342	0	342	447	0	447	162	0	162	291	0	291	402	0	402	321	0	321	0	0	0
External Plant	2,579	2,538	5,117	294	384	678	665	410	1,075	388	318	706	235	375	610	707	551	1,258	290	500	790	0	0	0
Power Plant	1,972	0	1,972	311	0	311	245	0	245	211	0	211	422	0	422	330	0	330	453	0	453	0	0	0
-Solar Sys.	1,742	0	1,742	288	0	288	222	0	222	188	0	188	353	0	353	307	0	307	384	0	384	0	0	0
-E/G, Rec. Battery	230	0	230	23	0	23	23	0	23	23	0	23	69	0	69	23	0	23	69	0	69	0	0	0
Ant. Mast	1,543	0	1,543	308	0	308	97	0	97	110	0	110	392	0	392	251	0	251	385	0	385	0	0	0
Eq. Shelter	1,194	0	1,194	139	0	139	240	0	240	130	0	130	176	0	176	272	0	272	237	0	237	0	0	0
Test Eq. & Spares	798	0	798	81	0	81	81	0	81	81	0	81	81	0	81	81	0	81	81	0	81	312	0	312
Maintenance Vehicles	209	0	209	38	0	38	38	0	38	19	0	19	38	0	38	38	0	38	38	0	38	0	0	0
SUB - TOTAL	15,727	2,538	18,265	2,126	384	2,510	2,570	410	2,980	1,756	318	2,074	2,753	375	3,128	2,919	551	3,470	3,291	500	3,791	312	0	312
Transportation/Inst. Cost	8,368	2,192	10,560	1,204	368	1,572	1,352	212	1,564	954	177	1,131	1,453	515	1,968	1,622	365	1,987	1,754	517	2,271	29	38	67
SUB - TOTAL	24,095	4,730	28,825	3,330	752	4,082	3,922	622	4,544	2,710	495	3,205	4,206	890	5,096	4,541	916	5,457	5,045	1,017	6,062	341	38	379
Engineering Services	2,624	-	2,624	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	26,719	4,730	31,449	3,330	752	4,082	3,922	622	4,544	2,710	495	3,205	4,206	890	5,096	4,541	916	5,457	5,045	1,017	6,062	341	38	379

表 8.2 支出計画

UNIT IN US \$

	1994						1995						1996						TOTAL
	MATERIAL		INSTALLATION				MATERIAL		INSTALLATION				MATERIAL		INSTALLATION				
	FOREIGN	LOCAL	FOREIGN	LOCAL			FOREIGN	LOCAL	FOREIGN	LOCAL			FOREIGN	LOCAL	FOREIGN	LOCAL			
				SKILL	UNSKILL	TOTAL				SKILL	UNSKILL	TOTAL				SKILL	UNSKILL	TOTAL	
1) PREOPERATION																			
NKAYI	0	3,833	0	5,667	0	9,500	0	3,333	0	4,500	0	7,833	0	0	0	12,667	0	12,667	30,000
GUTU	0	3,833	0	5,667	0	9,500	0	3,333	0	4,500	0	7,833	0	0	0	12,667	0	12,667	30,000
CHATSWORTH	0	3,833	0	5,667	0	9,500	0	3,333	0	4,500	0	7,833	0	0	0	12,667	0	12,667	30,000
KEZI	0	3,833	0	5,667	0	9,500	0	3,333	0	4,500	0	7,833	0	0	0	12,667	0	12,667	30,000
BEATRICE	0	3,833	0	5,667	0	9,500	0	3,333	0	4,500	0	7,833	0	0	0	12,667	0	12,667	30,000
MURAMBINDA	0	3,833	0	5,667	0	9,500	0	3,333	0	4,500	0	7,833	0	0	0	12,667	0	12,667	30,000
SUB. TOTAL 1)	0	23,000	0	34,000	0	57,000	0	20,000	0	27,000	0	47,000	0	0	0	76,000	0	76,000	180,000
2) PREPARATORY WORK																			
EX. BUILDING(Tr)																			
CHATSWORTH Rep.	0	0	0	0	0	0	0	30,600	0	8,200	12,300	51,100	0	0	0	0	0	0	51,100
Rep. NKY-KWEKWE	0	55,100	0	34,500	28,400	118,000	0	47,000	0	74,000	68,000	189,000	0	0	0	0	0	0	307,000
BEATRICE-HRR	0	0	0	0	0	0	0	50,000	0	180,000	270,000	500,000	0	0	0	0	0	0	500,000
MAPHISA EX.	0	0	0	0	0	0	0	44,000	0	15,500	16,400	75,900	0	0	0	0	0	0	75,900
SUB. CONNECTION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	278,100	0	22,900	18,000	319,000	319,000
SUB. TOTAL 2)	0	55,100	0	34,500	28,400	118,000	0	171,600	0	277,700	366,700	816,000	0	278,100	0	22,900	18,000	319,000	1,253,000
3) INITIAL WORKING CAP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102,000	102,000
4) EQUITY TOTAL=1)+2)+3)	0	78,100	0	68,500	28,400	175,000	0	191,600	0	304,700	366,700	863,000	0	278,100	0	98,900	18,000	497,000	1,535,000
5) EQUIPMENTS&FACILITIES																			
NKAYI	0	0	0	0	0	0	881,000	177,000	415,000	25,000	39,000	1,537,000	1,355,000	344,000	715,000	53,000	74,000	2,541,000	4,078,000
GUTU	0	0	0	0	0	0	1,068,000	184,000	461,000	27,000	40,000	1,780,000	1,635,000	366,000	792,000	54,000	76,000	2,923,000	4,703,000
CHATSWORTH	0	0	0	0	0	0	724,000	144,000	330,000	20,000	30,000	1,248,000	1,119,000	291,000	572,000	42,000	59,000	2,083,000	3,331,000
KEZI	0	0	0	0	0	0	1,134,000	195,000	504,000	33,000	50,000	1,916,000	1,739,000	387,000	863,000	66,000	93,000	3,148,000	5,064,000
BEATRICE	0	0	0	0	0	0	1,211,000	243,000	557,000	34,000	52,000	2,097,000	1,855,000	475,000	952,000	67,000	95,000	3,444,000	5,541,000
MURAMBINDA	0	0	0	0	0	0	1,356,000	252,000	611,000	40,000	60,000	2,319,000	2,069,000	493,000	1,041,000	76,000	110,000	3,789,000	6,108,000
SUB TOTAL 5)	0	0	0	0	0	0	6,374,000	1,195,000	2,878,000	179,000	271,000	10,897,000	9,772,000	2,356,000	4,935,000	358,000	507,000	17,928,000	28,825,000
6) ENGINEERING SER.	0	0	1,570,000	0	0	1,570,000	0	0	370,000	0	0	370,000	0	0	684,000	0	0	684,000	2,624,000
7) TOTAL = 5)+6)	0	0	1,570,000	0	0	1,570,000	6,374,000	1,195,000	3,248,000	179,000	271,000	11,267,000	9,772,000	2,356,000	5,619,000	358,000	507,000	18,612,000	31,449,000
3) GRAND TOTAL = 4)+7)	0	78,100	1,570,000	68,500	28,400	1,745,000	6,374,000	1,386,600	3,248,000	483,700	637,700	12,130,000	9,772,000	2,634,100	5,619,000	456,900	525,000	19,109,000	32,954,000

表 8.3 再投資計畫

IN US \$

YEAR	MATERIAL		TOTAL	WORK		TOTAL	GRAND TOTAL
	FOREIGN	LOCAL		SKILL	UNSKILL		
2000	443,000	18,000	461,000	8,000	7,000	15,000	476,000
2001	0	36,000	36,000	2,000	4,000	6,000	42,000
2002	0	36,000	36,000	2,000	4,000	6,000	42,000
2003	0	36,000	36,000	2,000	4,000	6,000	42,000
2004	0	36,000	36,000	2,000	4,000	6,000	42,000
2005	980,000	115,000	1,095,000	44,000	62,000	106,000	1,201,000
2006	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2007	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2008	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2009	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2010	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2011	0	97,000	97,000	1,000	2,000	3,000	100,000
TOTAL	1,423,000	1,344,000	2,767,000	71,000	107,000	178,000	2,945,000

8.4 運用経費

通信システムの保守・運用ならびにシステムの運用管理上必要な運用経費は直接経費および間接経費からなる。これら経費は人件費および通信設備、保守用車輛の運転費、保守用予備部品の調達費等の一般経費からなる。

各対象交換局区域の保守・運用経費を表8.4に示す。
これら費用算定は換算レート1US\$=5.02Z\$=130円とした。

このほか、建設した設備に対する保険料が必要であり、その費用はPTCの現在の保険制度によれば、6交換局区域に建設した全装置／設備の簿価の約0.1%に相当する。

プロジェクト終了後の追加となる保守・運用に係わる支出総額を表8.5に示す。現在 Nkayi (NKI) 交換機の運用がまだ開始されていないが、1995年までには運用開始される計画であるが、本調査では、他の交換局区域と同様に交換機が運用されているものとみなして運用経費を見積もる。

表 8.4 保守・運用経費

UNIT IN US\$

	1991	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EXCHANGE: BEATRICE																	
S/W CAP.	200	200	650	650	650	650	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	1000
PERSONNEL	18,800	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700
GENERAL	2,400	2,400	9,500	9,600	9,700	9,800	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900	10,700	11,500	12,100	12,800	13,500
EXPENDITURE	21,200	23,100	30,200	30,300	30,400	30,500	30,600	30,600	30,600	30,600	30,600	30,600	31,400	32,200	32,800	33,500	34,200
EXCHANGE: MURAMBINDA																	
S/W CAP.	200	200	300	300	300	300	500	500	500	500	500	650	650	650	650	650	850
PERSONNEL	18,800	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700
GENERAL	2,400	2,400	5,700	6,200	6,600	7,000	7,600	7,900	8,300	8,500	9,000	9,400	9,800	10,400	10,800	11,200	11,700
EXPENDITURE	21,200	23,100	26,400	26,900	27,300	27,700	28,300	28,600	29,000	29,200	29,700	30,100	30,500	31,100	31,500	31,900	32,400
EXCHANGE: NKAYI																	
S/W CAP.	200	200	250	250	250	250	400	400	400	400	400	500	500	500	500	500	600
PERSONNEL	18,800	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700
GENERAL	2,400	2,400	5,000	5,300	5,700	6,000	6,400	6,600	6,900	7,100	7,300	7,600	7,800	8,200	8,300	8,500	8,800
EXPENDITURE	21,200	23,100	25,700	26,000	26,400	26,700	27,100	27,300	27,600	27,800	28,000	28,300	28,500	28,900	29,000	29,200	29,500
EXCHANGE: KEZI																	
S/W CAP.	200	200	350	350	350	350	400	400	400	400	400	600	600	600	600	600	700
PERSONNEL	18,800	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700
GENERAL	2,400	2,400	5,900	6,000	6,200	6,300	6,400	6,900	7,300	7,800	8,300	8,800	9,000	9,300	9,500	9,700	9,900
EXPENDITURE	21,200	23,100	26,600	26,700	26,900	27,000	27,100	27,600	28,000	28,500	29,000	29,500	29,700	30,000	30,200	30,400	30,600
EXCHANGE: CHATSWORTH																	
S/W CAP.	200	200	300	300	300	300	400	400	400	400	400	450	450	450	450	450	600
PERSONNEL	18,800	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700
GENERAL	2,400	2,400	5,400	5,700	5,900	6,200	6,400	6,500	6,600	6,700	6,900	7,000	7,400	7,900	8,000	8,400	8,800
EXPENDITURE	21,200	23,100	26,100	26,400	26,600	26,900	27,100	27,200	27,300	27,400	27,600	27,700	28,100	28,600	28,700	29,100	29,500
EXCHANGE: GUTU																	
S/W CAP.	400	400	600	600	600	600	950	950	950	950	950	1050	1050	1050	1050	1050	1250
PERSONNEL	18,800	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	20,700	24,100	24,100	24,100	24,100	24,100	29,300
GENERAL	4,700	4,700	9,700	10,500	11,300	12,000	13,000	13,200	13,500	13,700	14,000	14,200	14,700	15,200	15,600	16,000	16,600
EXPENDITURE	23,500	25,400	30,400	31,200	32,000	32,700	33,700	33,900	34,200	34,400	34,700	38,300	38,800	39,300	39,700	40,100	45,900
PERSONNEL	112,800	124,200	124,200	124,200	124,200	124,200	124,200	124,200	124,200	124,200	124,200	127,600	127,600	127,600	127,600	127,600	132,800
GENERAL	16,700	16,700	41,200	43,300	45,400	47,300	49,700	51,000	52,500	53,700	55,400	56,900	59,400	62,500	64,300	66,600	69,300
INSURANCE	0	0	31,000	29,000	27,000	25,000	23,000	21,000	19,000	17,000	16,000	14,000	12,000	10,000	9,000	7,000	5,000
TOTAL	129,500	140,900	196,400	196,500	196,600	196,500	196,900	196,200	195,700	194,900	195,600	198,500	199,000	200,100	200,900	201,200	207,100

表 8.5

保守・運用追加経費

IN US \$

YEAR	MATERIAL		TOTAL	WORK		TOTAL	GRAND
	FOREIGN	LOCAL		SKILL	UNSKILL		TOTAL
2000	443,000	18,000	461,000	8,000	7,000	15,000	476,000
2001	0	36,000	36,000	2,000	4,000	6,000	42,000
2002	0	36,000	36,000	2,000	4,000	6,000	42,000
2003	0	36,000	36,000	2,000	4,000	6,000	42,000
2004	0	36,000	36,000	2,000	4,000	6,000	42,000
2005	980,000	115,000	1,095,000	44,000	62,000	106,000	1,201,000
2006	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2007	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2008	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2009	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2010	0	194,000	194,000	2,000	4,000	6,000	200,000
2011	0	97,000	97,000	1,000	2,000	3,000	100,000
TOTAL	1,423,000	1,344,000	2,767,000	71,000	107,000	178,000	2,945,000

9. 財務分析結果

本プロジェクトの財務状況を論じる場合、問題となるのは料金収入の大きさである。開発段階にある地域である故、需要の伸びは所得の低成長と相まって非常に小さなものであり、高額な投資を必要とするプロジェクトの実施が困難な状況にある。

これがルーラル・プロジェクトの最大の特徴である。即ち、経済成長を助長するためには、通信網の整備が必要であるものの、そのシステム整備、運営するための資金が不足するという状況下にある。

この状況のもと計画されるプロジェクトの収益性は、非常に低く通常の資金調達条件ではプロジェクトの成立が困難である。そこで今回は、ケース1として（通常の長期借入金／自己資金）のケースを、ケース2として（無償資金援助／自己資金）のケースをそれぞれ設定し評価を行った。

9.1 ケース1（長期借入金／自己資金）

本ケースでは金利（年利）11.5%、返済期間10年、返済猶予期間5年として財務分析を行った。

本ケースの損益収支は、5,675千US\$の損失を計上し、プロジェクト期間15年間を通じては58,298千US\$の損失に及ぶ。このため資金収支は苦しく、プロジェクト運営期間を通して毎年資金不足をおこしており、ジンバブエ政府の補助金が導入される必要性がある。その補助金の額は45,750千US\$（年平均3,050千US\$）となり初期投資の二倍に相当する大きなものである。この財務状況を主要財務指標と感度分析の結果から更に考察すると、

- (1) 借入金返済比率は、借入金返済期間中0.09-0.67の値を示し、プロジェクト全期間において操業より生ずる資金では返済の大半を賄うことができず、多額のジンバブエ政府の補助金の導入の必要性がある。仮に、借入金の金利を無利子と想定しても補助金の導入で資金不足を補う状況下に変わりはない。
- (2) 損益分岐点をみると、操業開始初年度からプロジェクト終了までそれぞれの年度において、3-15倍の収入が必要であることが示され、上述の資金不足を裏付けている。財務的内部収益率（FIRR）は算出不可能であり、借入金ベースで計算するとキャッシュ・フローの大きさは判断に値しない程少額である。

(3) 総所要資金の70%を賄う長期借入金の金利が低下しても、あまりにも大きな資金不足の状況を若干緩和するにすぎない。例えば、基本ケースの金利条件11.5%（年利）を8ポイント下げた3.5%とした場合でも、FIRRの算出は不可能である。また、所要資金の全額を自己資金にて賄い長期借入金の導入をしないケースを想定しても、同様の傾向を示しFIRRの算出は不可能である。

(4) そのほか、感度分析の結果にみられる様に、料金収入が増加し、総所要資金の減少が可能な場合においても、プロジェクトの成立を肯定する財務状況は呈さない。

以上より、本プロジェクトは収入に比べて投資額があまりにも大きいため、資金負担が大きくその投資を正当化するのは困難である。

9.2 ケース2（無償資金援助／自己資金）

このケースは本プロジェクトの抱える採算性の問題を解決するために、無償資金援助を導入するケースである。無償資金援助の必要性の認識のもと伝送設備、交換設備等本プロジェクトの実施に伴い、必要なPreparatory WorkおよびPre-operation Cost、Initial Working Capitalを自己資金負担分とし、通信網を構成する機材・設備を無償資金援助対象分として設定するとジンバブエ国の必要資金は小さくなり、採算が採れ運用が可能となる。

資金収支状況をみると資金ポジションは、多額の再投資を必要とする年度を除いて、プロジェクト全期間を通じてプラスであり、資金不足時に必要とされる政府補助金の必要はなく、資金繰りに問題は生じない。

初期投資に必要とされた自己資本(1,535千US\$)の資本回収期間は3-4年である。また、設備の増設に必要な資金も十分に回収が可能であり、操業期間を通じて8,850千USD\$のキャッシュ・フローを生じ、FIRR19.51%を示す。これは、健全な財務状況を示唆する利益率を示しているといえる。

しかしながら、このFIRRの値は総所要資金に占める自己資金の割合が約4%と小さく、予測される料金収入で健全な資金収支が可能のためである。総所要資金中の自己資金の構成比率の変化はFIRRを大きく左右するので注意を要する。

この財務状況を主要財務指標および感度分析の結果により、更に考察すると、

- (1) 損益に対する各プロジェクト年度の損益分岐点は50%以下である。また、資金過不足分岐点は20%以下であり、損益上、資金収支上の健全性を示している。
- (2) 感度分析結果を以下に示す。また、図9.1に感度分析の結果を示す。

a) 総所要資金

総所要資金が予算額から±10%変化した場合、FIRRは約一割の増減となる。プロジェクトの採算性に多少の影響をみせるものの、プロジェクトに対して致命的影響を与えるものではない。

b) 料金収入

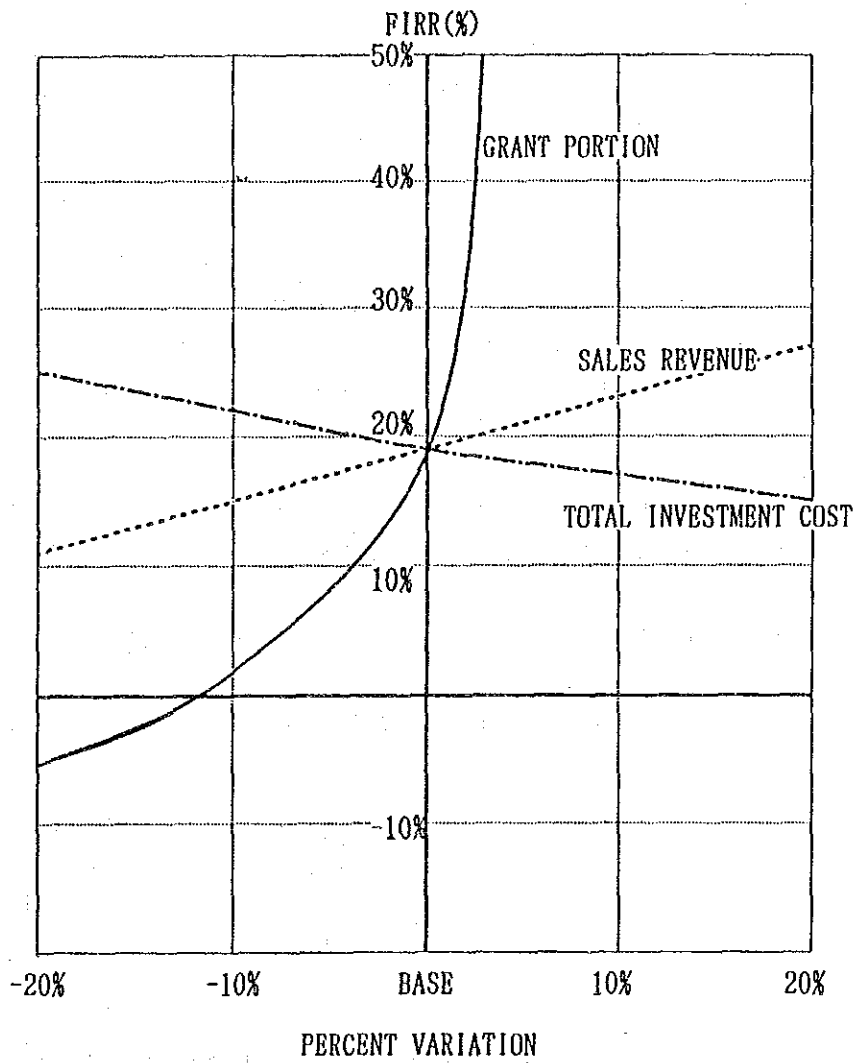
料金収入の変動がプロジェクトの採算性に及ぼす影響は比較的大きい。仮に料金収入が±20%推定額から変化した場合、FIRRは約3割の増減となる。対象地域が自然災害の影響を受けやすいCommunal Farmer中心の地域であることから、料金収入の総額が減ることも予想される。しかしながら、2割減になったとしても、FIRRは12.52%と10%以上の値を維持していることからBHN型プロジェクトとしては、その採算性は確保されていると考えられる。

c) 無償資金援助の割合

総投資額に占める自己資金が小さいため基本ケースや感度分析による財務分析結果は良好な採算性を示した。しかしながら、自己資金の総投資額に占める割合が少ないことが要因であり、無償資金援助が減り自己資金の変化が起きた場合、大きくその結果が左右されることに注意が必要である。

すなわち、感度分析で触れた様に、基本ケースの自己資金割合を基準として、設定された無償資金援助部分を10%減少し、その部分を自己資金で賄った場合、FIRRは19.51%から2.52%へと大幅な悪化となる。同様に無償資金援助が20%減るとFIRRは負(-2.92%)となり、資金収支がとれず、プロジェクトの実施は困難となる。

以上より本ケース（無償資金援助／自己資本）は、想定された無償資金援助の導入が可能であれば、健全な採算性を示すプロジェクト運営が期待される。



Total Investment Cost / Sales Revenue / Grant Portion Rate

図 9.1 感度分析結果 (ケース 2)

10. 経済分析

財務分析の項で検討した2ケースをもとに以下のケースを設定し、経済的内部収益率（EIRR）を算定する。

ケース1（100%自己資金）

財務分析のケース1に該当する。経済分析においては、借入金の代わりに、100%自己資金で賄った場合を想定した。

ケース2（無償資金援助/自己資金）

財務分析のケース2に該当する。初期投資の約96%を無償資金援助、残り4%を自己資金で賄った場合である。

- 支払意志

本プロジェクトの経済便益は、財務分析で用いた直接便益に便益受益者の支払意思額を加味したものとす。この支払意志額（プレミアム）を決定するために、現地調査時に対象地域でインタビュー調査を実施した。その調査は一般家庭および事務所を対象に計120箇所を実施した。調査結果を以下に示す。

表 10.1 支払意志額

<u>項 目</u>	<u>平均値</u>	<u>最大値</u>
通話料	+Z\$ 1/Call	+Z\$ 5/Call
電話架設料	+Z\$ 150/Line	+Z\$ 2000/Line
レンタル基本料	+Z\$ 20/Month	+Z\$ 150/Month

- 経済的便益

上述の「支払意志額」を基礎にプロジェクトの経済的便益を算定する。ジンバブエ国の現料金体系は電話局からの距離によって料金が異なる形態をとっている。つまり、電話局から遠いところの加入者は近い加入者よりも多い料金を支払っている。最も遠隔地にいる加入者はBRA内の加入者に比較して50倍以上の加入料、基本料を支払っている。

これは、現料金体系には既にプレミアムが含まれていると解釈される。

以上の前提を基に、本プロジェクトによって発生する経済便益の大きさを以下の3ケースを設定して試算した。

(経済的便益試算ケース1) : E.B.1

インタビュー調査結果から以下のプレミアムを使用した。

項 目	プレミアム
通話料	+Z\$ 1/Call
電話架設料	+Z\$ 150/Line
レンタル基本料	+Z\$ 20/Month

(経済的便益試算ケース2) : E.B.2

各交換局区域における最高の支払額には既にプレミアムが含まれているものとし以下の値を使用した。

項 目	NKI	GTU	CHS	KEZ	BTR	MRB
通話料 (+Z\$/Call)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
電話架設料 (+Z\$/Line)	4668.8	4668.8	4668.8	6760.4	5764.4	4668.8
レンタル基本料 (+Z\$/Annum)	2337.6	2337.6	2337.6	5313.6	3825.6	2337.6

(経済的便益試算ケース3) : E.B.3

全対象交換局区域における最高の支払額には既にプレミアムが含まれているものとし以下の値を使用した。

項 目	プレミアム
通話料	+Z\$ 1/Call
電話架設料	+Z\$ 6760.4/Line
レンタル基本料	+Z\$ 5313.6/Annum

経済分析結果について以下に述べる。また、表10.2および図10.1にそれぞれ社会経済便益の変動に対する経済的内部収益率の感度分析結果を示す。

- (1) 経済分析結果は設定した二つのケースとも経済的内部収益率が財務的内部収益率よりもかなり上回ることを明確に示している。これは、現在の電話料金がかなり低く抑えられている状況にあるが、住民の通信サービスに対する要求が強くなり、経済的便益が大きいことを示している。
- (2) ケース1の分析結果は、全投資額を自己資金で賄うことができれば、つまり、現料金収入の約10倍の収入があれば、財務的に問題なくプロジェクトの実施が可能となることを示している。

(3) ケース2の分析結果は、EIRRがかなり高い。この高いEIRRの値は、総所要資金に占める自己資金の割合が約4%とかなり小さく、予測される料金収入で健全な資金収支が可能のため、算出されたものであることに注意しなければならない。

表10.2 経済分析結果

経済的便益 価値	財務価値に対する プレミアム	E I R R	
		ケース1	ケース2
E.B.1	2.9	-3.84%	62.00%
E.B.2	11.0	13.74%	151.00%
E.B.3	13.0	16.70%	167.00%
FIRR	(1.0)	N.A.	19.51%

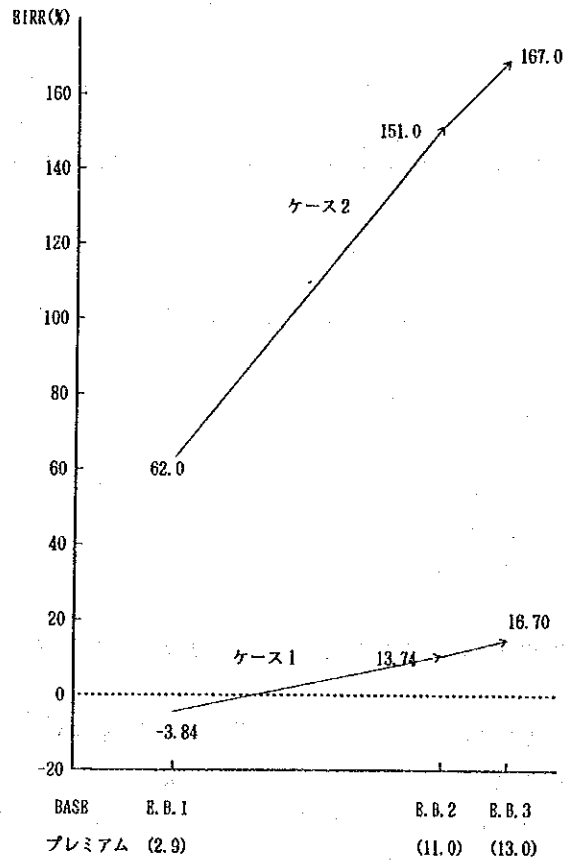


図10.1 社会的経済便益の変動に対する経済的内部収益率の感度

11. 勧告

11.1 加入者の位置

設計期間の短縮を図るとともに P T C が実施する部分の加入者線接続工事の準備をするため、詳細なシステムおよび通信網設計実施時期までに、電話加入者（加入申込者を含む）の位置確認を行うこと。

11.2 サイト候補地の確認および取得

本調査で選定した無線局および MAPHISA の新しい交換局候補地を現地調査により確認するとともに、その取得、さらには敷地造成、局舎建設などについてあらかじめ必要な手配を進めておくこと。もし、候補地の取得および局の建設が困難な場合、その代替地を選定しておくこと。

建設工事の順調な進捗と予定どおりの完工には、候補地の現地調査実施が不可欠となる。

11.3 局舎の建設と伝送路の準備

MAPHISA (KEZI) の局舎および以下の4区間の伝送路を建設すること。

(NKAYI-KWEKWE)、(CHATSWORTH-GUTU-MASVINGO)、(BEATRICE-HARARE)

この他、プロジェクトで建設する (SYRINGA-MAPHISA) 間のデジタル無線システムと (SYRINGA-BULAWAYO) 間の既設アナログ伝送システムのインターフェースをとるため、アナログ搬送端局装置を SYRINGA 無線中継所と BULAWAYO 局に準備すること。

11.4 プロジェクトの実施は有望である。無償資金援助により賄われ実施されたならば、経済の発展、ジンバブエ国民の社会福祉の向上に貢献するものと考えられる。

11.5 総合評価

本プロジェクトは経済発展には必要であるものの、すぐには収入が期待できないタイプのプロジェクトとして位置づけられる。当面期待される料金収入は少なく、高投資型プロジェクトを実施するには負担が大き過ぎる。通常の自己資金／長期借入金にて賄われる場合（ケース1に相当）、9項の「財務分析結果」に述べるルーラル・プロジェクトの特徴を反映して財務上成立し

がたい。

しかしながら、二国間援助により必要総投資額の大部分が無償資金援助で賄われるならば、財務上、健全な操業が期待され、プロジェクトの成立が正当化される。ルーラル・プロジェクトの特徴を認識し、経済分析の項に示される本プロジェクト実施により期待される便益を合わせれば考えると、無償資金援助に基づく本プロジェクトの実施はジンバブエ国側の経済発展、社会基盤整備に貢献するものと考えられる。

JICA