

スーダン民主共和国
ゲジラ通信網計画
基本設計調査報告書

昭和59年11月

国際協力事業団

無償設

84・89

JICA LIBRARY



1029586[3]

国際協力事業団

受入 月日 '84.12.20	415
	78
登録No. 10950	GRB

序 文

日本国政府は、スーダン民主共和国政府の要請に基づき、同国のゲジラ通信網計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。当事業団は、1984年5月13日より6月11日まで、外務省経済協力局経済協力第二課 安藤 憲一氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。調査団は、スーダン国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査、資料収集等を実施し、帰国後の国内作業、ドラフトファイナルレポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、スーダン国の農業開発、地域開発に多大な成果をもたらし、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

最後に、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

昭和59年11月

国際協力事業団
総裁 有田 圭輔

スーダン民主共和国ゲジラ通信網計画基本設計調査

報告書目次

要 約	1
I 緒 論	7
II 計画の背景	13
1. ゲジラ再開発計画	15
1-1 スーダン国の一般概要	15
1-2 ゲジラ再開発計画の概要	18
1-3 ゲジラ地区における SGB-MOIの事業構成	19
1-4 ゲジラ再開発計画の内容	20
1-5 ゲジラ再開発計画に占める通信プロジェクトの位置	23
2. スーダン電気通信の現状	24
2-1 主管庁、運営体	24
2-2 STPCの組織	24
2-3 電気通信の現状	24
2-4 ゲジラ地区電気通信の現状	26
2-5 保守・運用方式	27
2-6 STPCマスタープランの概要	27
2-7 STPCマスタープランとゲジラ通信網の関連	28
III プロジェクトの基本計画	30
1. 需要・トラフィック予測	32
1-1 需要の種類	32
1-2 要求加入者数	32

1-3	加入者数の決定	33
1-4	トラフィック予測	33
1-5	システム構成	39
1-6	回線数算出	39
1-7	RCS収容数の基準	41
2.	代替案比較検討	46
3.	設計基準	48
3-1	サービスの質	48
3-2	番号計画	48
3-3	課金方式	50
3-4	信号方式	50
3-5	伝送損失配分	51
3-6	回線網種別	51
3-7	提供するサービス	51
4.	プロジェクトの基本設計	52
4-1	交換機	52
4-2	無線集線電話方式	56
4-3	UHF多重リンク	57
4-4	無線局用電源方式	68
4-5	局外施設	71
4-6	鉄塔	79
4-7	局舎	79
4-8	業務用移動通信方式	95
5.	プロジェクト費用	97

IV 事業実施体制	99
1. 実施運営組織	101
2. 建設計画	101
3. 工事範囲および実施スケジュール	104
4. 保守・運用計画	106
4-1 保守・運用業務	106
4-2 保守・運用組織に関する提案	107
4-3 要員ならびに訓練に関する提案	108
4-4 保守・運用費用	110
V 事業評価	113
VI 結論と提言	117
VII 付属資料	121
1. 議事録	125
2. 調査日程	131
3. 調査団の構成	133
4. 面会者リスト	134
5. 収集資料リスト	138
6. スーダン国一般事情	139
7. 建設事情	141
8. ゲジラ地域電力事情	142
9. 基本設計詳細資料	146
(1) STPO マスタープラン	146
(2) 交換網計画の概念	151
(3) 回線算出方法	152
(4) 代替案比較検討	156
(5) 無線回線設計	170

(6) 太陽電池方式の適用例	177
(7) 局外施設設計	179
(8) 業務用移動通信方式	182

図 表 目 次

表Ⅱ-1	各セクターへの投資額	17
表Ⅱ-2	STPCの組織表	25
表Ⅲ-1	要求加入電話数	34
表Ⅲ-2	RCS方式基地局別収容加入者数内訳	35
表Ⅲ-3	STPC市外通話料金表	50
表Ⅲ-4	RCS方式回線設計	59
表Ⅲ-5	UHF多重リンク回線品質	64
表Ⅲ-6	サイト別適用電源方式	70
表Ⅲ-7	BARAKAT中央保守センター	86
表Ⅲ-8	保守センター	88
表Ⅲ-9	エンジン室	88
表Ⅳ-1	ゲジラ再開発計画推進本部組織	102
表Ⅳ-2	建設工事実施計画線表	105
図Ⅰ-1	スーダン民主共和国	11
図Ⅰ-2	ゲジラ地域の位置図	12
図Ⅱ-1	全国伝送路網	29
図Ⅲ-1	無線集線方式加入電話の分布	38
図Ⅲ-2	運河水量報告の概要	42
図Ⅲ-3	ゲジラ通信網概念図	43
図Ⅲ-4	無線伝送路ルート・レイアウト	44
図Ⅲ-5	所要回線数	45
図Ⅲ-6	RCS方式置局代替案	47
図Ⅲ-7	伝送損失配分	51
図Ⅲ-8	400MHz帯無線周波数使用計画	58
図Ⅲ-9	回線収容図	61

図 III - 10	UHF 多重リンク周波数使用計画	62
図 III - 11	使用鉄塔高一覧	63
図 III - 12	GORASHI 地区ケーブル図	74
図 III - 13	MERINGAN GF 地区ケーブル図	75
図 III - 14	BAGIER GF 地区ケーブル図	76
図 III - 15	HASAHEISA GF 地区ケーブル図	77
図 III - 16	WAD MEDANI 局 ~ MOI 事務所間ケーブル ルート図	78
図 III - 17	BARAKAT 中央保守センター	83
図 III - 18	保守センター	84
図 III - 19	エンジン室	85
図 III - 20	代表的機器配置図 (Reweina)	89
図 III - 21	代表的機器配置図 (Beika)	90
図 III - 22	代表的機器配置図 (Huda)	91
図 III - 23	代表的サイト配置図 (Barakat)	92
図 III - 24	代表的サイト配置図 (Hasaheisa)	93
図 III - 25	代表的サイト配置図 (Beika)	94

要 約

要 約

スーダン民主共和国政府は、食糧自給の達成と農産物輸出の増大を図るため、ゲジラ地域の農業開発に多大な努力を払ってきた。青ナイル川と白ナイル川に挟まれたゲジラ地域の面積は全スーダンの耕地面積の約10%を占め、綿花、こうりゃん、ピーナツ、麦が同地域における主農産物であるが、特に綿花は世界的にも品質が優れていて、スーダンの輸出に大きく貢献している。しかしながら近年、貿易不振、財政・雇用問題等に起因して、農産物の生産量・生産性が急速に低下してきている。そこで、同国政府は1982年、オランダのユーロ・コンサルタントにゲジラ再開発計画の策定を依頼した。このユーロ・コンサルタントの手による再開発計画は1983年、第2世銀（IDA）に受託がれ、同銀行調査団によりゲジラ再開発計画評価報告書が作成された。同報告書によると、ゲジラ再開発計画は、灌漑・排水システムの改善、製綿工場・農業機械整備工場の近代化、道路・鉄道・通信の整備等、19のコンポーネントから成っていて、その事業費総額は15,000万米ドル（外貨分）である。第2世銀は総額のうち8,000万米ドルの借款を供与し、その他は、イタリア、英国、サウジアラビア等から国際協調融資されることが確定している。

このような背景の下スーダン民主共和国は、ゲジラ再開発計画の内、我が国に対しては域内の電気通信網建設にかかわる無償資金協力の要請を行った。この要請に基づき、国際協力事業団は、1984年5月から6月にかけて、スーダン国政府協力のもとに前述の電気通信網建設にかかわる基本設計調査を実施した。

ゲジラ地域内には、近年まで、スーダン電気通信公社（Sudan Telecommunications Public Corporation：STPC）が建設した公衆電話回線が通じていたが、保守・運用体制の不備が起因して現在ではほとんど不通状態にある。ゲジラ地域における電話利用の主体は、ゲジラ開発庁（Sudan Gezira Board：SGB）、灌漑省（Ministry of Irrigation：MOI）で、需要の主なものは、両機関の事務所間通話、製綿工場・農業機械整備工場・消防隊間の業務通話、運河水量報告用電話、軽便鉄道連絡電話、病院・クリニック・警察等のいわゆる社会サービス用電話である。

STPCの公衆電話回線がほとんど機能していないため、SGB、MOIの両機関は自営無線回線を

設置し、主要地点の通信のみをかりうじて確保しているが、設備量不足と同時に、システムとしての十分な機能を持っていないため、ゲジラ再開発計画推進上大きな障害になっている。

一方、スーダン国における唯一の公衆電気通信運営体である STPC は、スーダン全土を対象とした 1992 年末までの電気通信マスタープランを作成したが、ゲジラ地域は、いわゆるルーラル地域に該当するため、大都市の電話サービスの拡充を重視するマスタープランの中では、建設計画の優先度は低く、計画が順調に推移したとしても 1990 年以降になり、ゲジラ再開発計画推進に大きな支障をきたす。従って、域内の電気通信網は、STPC のマスタープランとは別計画で建設することが、どうしても必要になってくる。

以上の状況を踏まえて現地踏査を行った結果、ゲジラ再開発計画を円滑に推進するための加入電話需要は、SGB、MOI の両機関がそれぞれ 894 台、516 台、社会サービス用（病院・クリニック・警察）が 267 台、合計 1677 台となることが判明した。更に、これに SGB の業務用移動電話（自動車電話）150 台が加わり総計 1827 台加入となる。需要・トラフィック予測をもとに、域内に以下に示す通信網の構築を計画した。

- デジタル市内電話交換機を加入者の集中する 4ヶ所（Barakat, Bagier, Hasaheisa, Gorashi）に設置し、交換機相互は UHF リンクによって結び、公衆電気通信網との接続は Barakat で行う。
- 域内の 7ヶ所に無線集線方式（Radio Concentrator System : RCS）の基地局を設置し、散在する遠隔地加入電話（自動車電話を含む）を収容する。
RCS 方式は UHF リンクによって交換機に接続する。
- 交換機に距離的に近い加入電話は、ケーブルで交換機に接続する。
- RCS 方式の、商用電源の得られない端末局の電源には、全て太陽電池方式を採用する。
- 短期間に効率的に建設工事を実施するため、交換機、無線機、電源等を収容する局舎は、全てコンテナ/シェルター形とする。
- 保守・運用体制を強化するため、域内の 4ヶ所に保守センターを建設する。

上記の電気通信網を建設するため、スーダン国政府は以下に示す項目を負担する。

- 電話局および無線局用地の取得

- 各サイト敷地の整地
- 商用電源の引込み工事

ゲジラ再開発計画全体は SGB, MOI, STPC, MOA (Ministry of Agriculture)等の機関から成るゲジラ再開発推進本部によって実施されているが、通信プロジェクト実施の主体は STPC と SGB で、通信網完成後の保守・運用は全面的に STPC が行う。

本プロジェクトの建設工事は、交換、無線、伝送、線路と全通信技術部門にわたっているので、建設工事費は、約 55 億円、工事実施期間は契約後 22ヶ月を要する。

ゲジラ地域は毎年 6 月から 10 月にかけて雨期に入る。雨期中の現場サイトへのアクセスは極めて困難なので、この時期を避けて現地調査、工事を実施することが肝要である。

本プロジェクトはゲジラ再開発計画を推進する上で、不可欠なインフラストラクチャーの一部を形成するもので、本プロジェクトを通じて以下のような便益と効果が期待出来る。

- 適切・迅速な水門管理による、灌漑用水の有効利用
- 農場監視員の日常活動の活発化
- 軽便鉄道の効率的運営による燃料の節約
- 製綿工場・農業機械整備工場の効率的運用
- 域内消防隊の活動強化
- SOBの効率的経営活動への寄与
- 域内住民への社会・福祉面でのサービス向上

本プロジェクトを成功裡に終了させ、完成後の保守・運用を円滑に行うには、SGB, STPC 両機関の充分なる協議が望まれる。

現在までのところゲジラ再開発計画は、全体的に第 2 世銀の基本構想に沿ってほぼ順調に進歩している。

第2世銀の経済分析によると、計画全体では内部収益率358%であり、この値はスーダン国の資本の機会費用12.5%を大巾に上廻っていて、経済的にも充分フィージブルなプロジェクトであると結論されている。

アフリカ諸国の食料事情が深刻化している今日、将来のアラブ・アフリカの穀倉たらんとして策定されたゲジラ再開発計画は、日本政府の無償資金協力対象のプロジェクトとしては誠に当を得たプロジェクトであり、日本の資金援助は多大な効果をもたらすであろう。

I 緒 論

I 緒 論

アフリカ大陸最大の国土を有するスーダン民主共和国(The Democratic Republic of the Sudan (図1-1参照))は人口急増に起因する食料不足に対処するため、早くから大規模農業開発に取り組んできた。ゲジラ開発は其中で最も歴史が古く、かつ最大規模を有するプロジェクトで、現在同国政府が最も力を入れている事業のひとつである。

青ナイル川と白ナイル川に挟まれたゲジラ地域(図1-2参照)は、約90万ヘクタールの面積を有し、綿花、こうりゃん、ピーナツ、麦等を主に産するが、特に綿花は世界市場においてもその品質が優れていると言われ、スーダン国の重要な外貨獲得源になっている。しかしながら近年、貿易不振、財政・雇用問題等が起因して、ゲジラ地域における農産物の生産量・生産性が急速に低下してきている。

そこで同国政府は、低下した農業の生産性を向上させるため、灌漑・排水システムの修復、農業機械等生産機材および運輸・通信等社会基盤の整備、公衆衛生施設の新設・改善、ゲジラ計画推進母体の組織・運営の改善等を内容とした総合的なゲジラ再開発計画を立案し、第2世銀を始めとする国際機関・諸外国に援助を要請した。

スーダン国政府の要請により1979年にゲジラ再開発計画を調査した国連食糧農業機構、第2世銀合同調査団は本計画を重視し、第2世銀は借款の供与を約束すると共に、イタリア、英国、サウジアラビア等にも援助を呼びかけた。

その後、1982年にユーロ・コンサルタント(オランダ)が第2世銀・クエート基金の協調融資によりゲジラ再開発・近代化計画を策定し、その骨子が1983年に実施された第2世銀のプロジェクト評価調査結果に取り入れられ、現在のゲジラ総合再開発計画が確定した。

このような国際協力の一環として我が国には、域内の電気通信網建設にかかわる援助要請があった。

要請のあった電気通信網計画は、上記ゲジラ総合再開発計画の一部を成すもので、主として灌漑用の水位・流量情報の伝達、農場管理、農民活動指導のため業務連絡通信網を形成すると共に、病院、警察電話等公衆通信網の一部を形成するものである。

上記の要請を受けた日本政府は、ゲジラ通信網計画の基本設計調査をおこなうことを決定し、昭和59年5月13日から同年6月13日まで国際協力事業団を通じ、安藤憲一氏(外務省経済協力第二課)を団長とする調査団を派遣した。

同調査団はスーダン国政府関係者の協力を得て、現地踏査を実施し、上記電気通信網基本計画作成に必要な社会経済および技術情報・データを収集した。

現地踏査終了後調査団は、ゲジラ通信網の基本設計の範囲についてスーダン国政府関係者と協議を行い、合意に達し議事録に調印した。本報告書の巻末には付属資料として、上記の議事録と共に、調査団の構成、スーダン国政府関係者名、現地収集資料リスト、技術資料等が添付されている。

帰国後は、約2ヶ月に亘り慎重に調査結果の検討をおこない、ここに本報告書完成のはこびとなった。

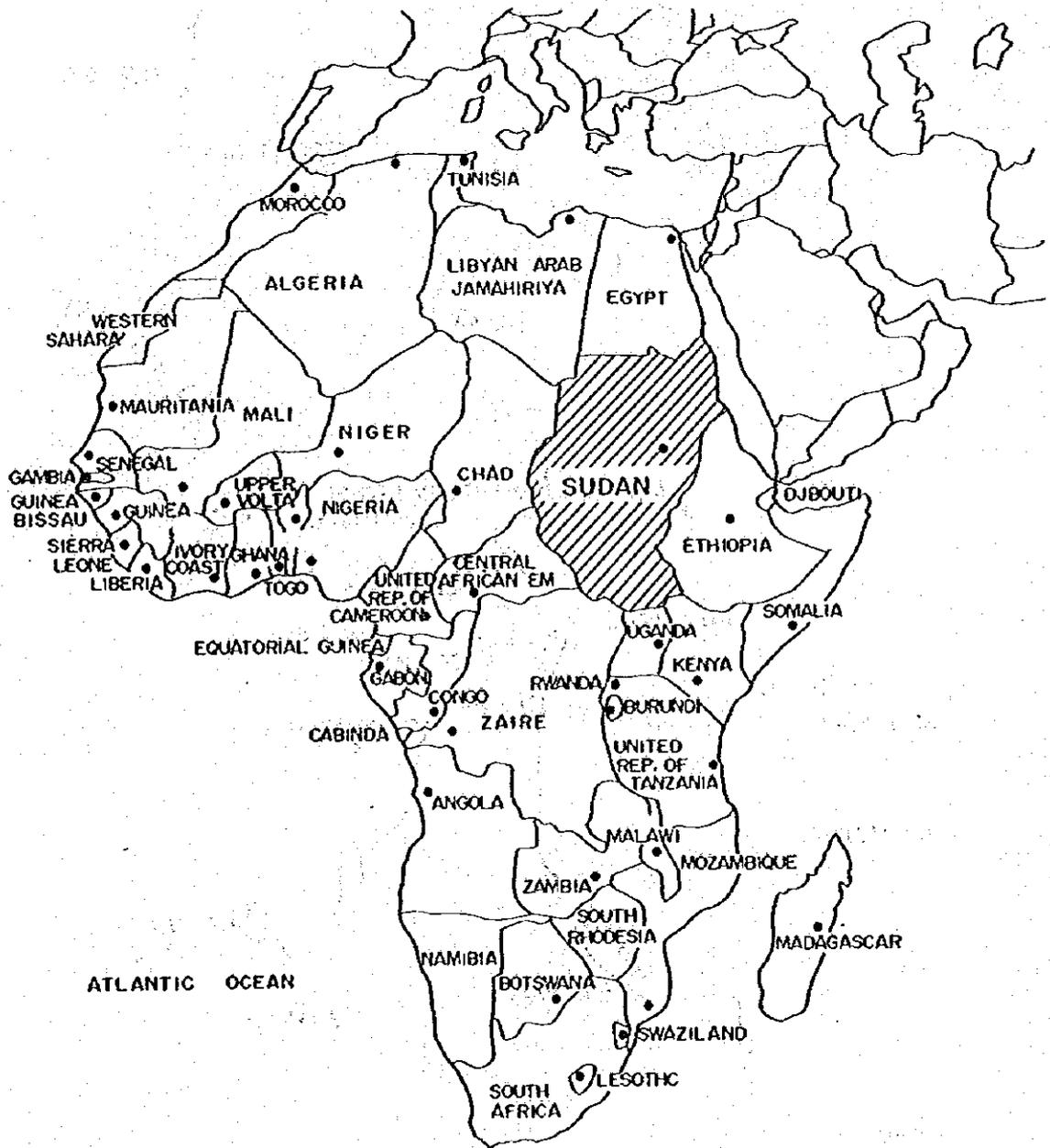


図 1-1 スーダン民主共和国

II 計画の背景

II 計画の背景

1. ゲジラ再開発計画

1-1 スーダン国の一般概要

1-1-1 一般概要

スーダン民主共和国は、アフリカ大陸で最も広い国土を有し、周囲を北はエジプトとリビア、西はチャドと中央アフリカ、南はザイール、ウガンダ、ケニヤ、東はエチオピアと接している他、紅海を挟んでサウジアラビアと対している。

地形は、大きく分けて3つの地域に分けることが出来、北部はヌビア砂漠と広い丘陵地帯より成る。中央部にはユバ山とこれに連なる砂丘の起伏地帯であり、東南部は粘土質の土壌で南下するに従って多くの沼沢地帯を現出している。

気候は大陸熱帯性気候であり、北部は1年のほとんどが摂氏38度を超す暑い乾燥した地域であり、雨量も少ない。

中央部から南部にかけては乾期と雨期(6月中旬~10月中旬)が分離している。また、南部は熱帯性ジャングルで夏の気温は平均摂氏32度、冬は18度であり、雨量も多い。

人口は、2200万人(1983年推定)で総人口の39%がアラブ人であり、他にナイロチイク人、ヌビア人、ベア族、ヌバ族、ナイロハム族などである。他に西アフリカ人、エジプト人、アジア人、ヨーロッパ人も移住している。

公用語はアラビア語で総人口の約半分が使用しており、南部の黒人は30種以上の言語を話している。官庁のほとんどの職員は英語を話す。

宗教はイスラム教が総人口の70%を占め、残りは他の宗教であるが、キリスト教もわずかながら存在する。

1-1-2 経済の概要

(I) 総論

スーダン国経済の基本的特質は、農業立国であるという点にある。

全人口の約8割が農業に従事し、GDPの40%、輸出所得の95%を農業で占めている。

主要輸出品目は、綿花の他、アラビアゴム、落花生、胡麻の4品目であり、全輸出取入の80%以上を占めている。

このうち綿花は、農業の主役であり、スーダン経済の中樞をなす。かつては全輸出所得の80%を占めることもあったが、近年カゲリがみられ現在は約50%となっている。

もともと綿花の輸出価格は、世界市況に大きく左右されやすいことから、綿花依存経済からの脱皮を図るべく、70年代半ば以降小麦、さとうきび、野菜、果物等農産物の多様化を実施しており、アラブの穀倉たらしめている。

しかしながら、恒常的な外貨不足、年間40%にも及ぶインフレーション、マネージメントのまずさなどが起因して、各種開発プロジェクトの遅延をまねいている。

一方、輸入面については、開発資機材はもとより、必要消費物資の大部分を輸入品に依存している。このため、開発投資の活発化が即輸入の急増となつてはねかえり、貿易収支の赤字の拡大をまねいている。

1981年における国民総生産(GNP)は66億3千万ドルとなっており、一人当り国民所得は1979年で約370ドルである。

1970～73年の間ほぼバランスしていた貿易収支は第一次石油危機以降急速に悪化しているが、これは石油価格の大幅引上げと世界的インフレーションによる輸入物価の上昇、開発資機材の大量輸入などが主な原因である。

輸出所得の約5割を占める綿花の輸出額と、石油の輸入額がほぼ等しいことから、現在試掘中の石油が自給量まで達すれば貿易収支はかなり改善されると予想されるが、これには相当な長期間を要すであろう。

スーダンの直面している最大の問題は国際収支難である。貿易収支赤字の拡大に伴って、経常収支赤字は73/74年度6500万ドルから75/76年度には5.5億ドル、80年は7億ドルに達している。

1976年以降、スーダン政府は、各種開発計画プロジェクトの継続に当り、外貨準備をえて、また、銀行などから外貨借入れを行ったため、極度の外貨準備不足となっており、債務累積額は、1978年には20億ドルとなっている。

このため、1979年末、日本をはじめ11ヶ国は約5億ドルの債務繰延べを決定している。

(2) 経済開発計画

スーダン政府は、「スーダン経済開発6ヶ年計画」(1977年7月～1983年6月)の2年間延長を図り1984年度までとし、これを受けて82/83～84/85年の3ヶ年計画を策定した。

経済成長目標は前記開発6ヶ年計画では7.6%と高かったのに対し、修正案では81/82年より91/92年の10年間で年率5.6%となっている。この値は期待値であるが、(1)過去10年間に設備された生産体制の活用、および(2)85/86年よりの輸出可能な量の石油の採掘、の2点により達成可能だとしている。

また上記、長期計画の数字とは別に、82/83年より84/85年の3ヶ年計画では年率3.5%のGDP成長率を目途としている。

3ヶ年計画の投資総額は1650百万スーダンポンド(1982年10月価格)で、そのうち58%を外貨充当としている。

投資項目では、農業、灌漑事業に相当重点がおかれ、全体の32%を割り当てている。

表II-1に各セクターの投資額を示す。

表II-1 各セクターへの投資額

	£S million	% of Total
Agriculture	533	32.3
Manufacturing	105	6.4
Power	192	11.6
Water	68	4.1
Transport and Communications	343	20.8
Services	168	10.2
Regional & Local Development	241	14.6
Total	1650	100.0

Source: Prospects, Programmes and Policies

for Economic Development 1982/83 ~ 1984/85

* 参 考 文 献

SUDAN NOW社発行 SUDAN YEAR BOOK 1983

中東調査会発行 中東北アフリカ年鑑 1981/82

日本貿易振興会発行 ジェトロ貿易市場シリーズ 168

(スーダン)

1-2 ゲジラ再開発計画の概要

ゲジラ計画の歴史は古く、80年前遡ることができる。1904年にゲジラ地域を調査した英国の技術者(Sir W.Garstin)は、同地域に青ナイル川の水を灌漑用水とした、大規模農場を建設することを提案した。この提案はその後、1910-11年にかけての綿花のパイロット農場建設によって、その有望性が確認され、1913年にはゲジラ地域の南端セナールに本格的にダムを建設する事が決定された。不幸にして第1次世界大戦により、ダムの建設は一時中断されたが、1925年に完成し、今日のゲジラ地域灌漑の重要な水源になっている。

1950年に、それ迄スーダン実験農場シンジケートによって運営されていたゲジラ開発事業は国有化され、新発足したゲジラ開発庁(Sudan Gezira Board: SGB)に移管された。SGBは1950年以来急速に耕地面積の拡大と、農産物の多様化を進め今日の規模にまで計画を発展させた。

ゲジラ地区の面積は全スーダンの耕地面積の約10%、全灌漑面積のほぼ50%に相当する。ゲジラ地域で栽培される主な農作物は、綿花、こうりゃん、ピーナツ、麦であるが、特に綿花は世界的にもその品質が優れているのが知られていて、全国生産の75%をゲジラ地域で栽培しており、スーダンの輸出に大きく貢献している。

こうりゃん、ピーナツ、麦は全国生産のそれぞれ、12%、60%、85%をゲジラ地域で栽培している。

ゲジラ計画に従事する労働者の数は約50万人で、この数はスーダンの全労働力の約7%に相当する。また、120万人から150万人の人口が何らかの形でゲジラ計画に依存して生計をたてている。

現在、ゲジラ計画はSGBの他、灌漑省(Ministry of Irrigation: MOI)、農業省(Ministry of Agriculture: MOA)、農業研究事業団(Agriculture Research Corporation: ARC)等の公的機関によって推進、運営されている。

SGBは主農産物の決定、肥料の配布、製綿、および専用軽便鉄道による綿花の輸送を担当している。MOIは灌漑路網の保守・運用、ゲジラ開発庁によって運営されている小運河に対する水量コントロールを受け持ち、農業研究事業団は農業研究に責任を持っている。

ゲジラ計画は1950年にSGBに移管されて以来順調に発展してきたが、この10年間は、貿易不振、財政問題、機械・設備の老朽化、生産コストの増加、雇用問題等が起因して、農産

物の生産量・生産性が急速に低下し、主生産物である綿生産は最盛期の1/3までに落ち込んでしまっている。

1979年に国連食糧農業機構、第2世銀合同調査団がスーダンを訪れ、ゲジラ再開発・近代化計画の必要性を確認、第2世銀が8000万ドルの借款を約束した。その後1982年6月にクエート基金、IDAの協調融資によりゲジラ再開発・近代化計画が、オランダのユーロ・コンサルタントの手によって策定された。このユーロ・コンサルタントのレポートの骨子は、1983年3月にまとめられた世界銀行のゲジラ再開発計画評価報告書によって受継がれ、今日のゲジラ再開発計画の基礎となっている。

4-3 ゲジラ地区におけるSGB・MOIの事業構成

ゲジラ計画実施の主体はSGB, MOIで、地域内に以下に述べる組織をおき運営にあたっている。

(1) SGB

ゲジラ地区における農耕作業・収穫のコントロールをしており、組織は全地域を二分し (Managil area, Gezira area), Area Headquartersをおき、下部組織として Group Office, Block Office, そして農業監視員 (Field Inspector) を配置する。両 Area の Office の構成を以下に示す。

- Managil area		
Group office	:	7
Block office	:	53
Field inspector	:	(53)Block officeと同所
- Gezira area		
Group office	:	7
Block office	:	54
Field inspector	:	88

組織としては上記の他、製綿工場、農耕機械・車両などの修理工場、軽便鉄道、自営消防組織などがある。

(2) MOI

主に灌漑の配水コントロールを担務する。従って末端の水門からの水量計測を順次上流に報告し、最後に Sennar ダムで放流・止流の制御をする。組織は Managil, Gezira の両地域に分け

- Managil area (Divisional HQ)
 - Sub-divisional HQ : 12
 - Assistant engineer : 32
 - Water control point : 138
- Gezira area (Divisional HQ)
 - Sub-divisional HQ : 10
 - Assistant engineer : 22
 - Water control point : 153

上記の他、しゅんせつ機・水門機械・車両などの修理工場をもつ。

1-4 ゲジラ再開発計画の内容

ゲジラ再開発計画は19のコンポーネントから成っていて、事業費総額は第2世銀の調査によると26300万米ドルである。その主なものは以下に示す通りである。

(1) 灌漑システム (2160万米ドル)

主として破損、老朽化した運河水門の修理と、運河土手および排水路の保全、化学的・生物学的雑草駆除方法の研究を行なう。

(2) 排水システム (2300万米ドル)

現在の排水システムを、建設当初の技術基準まで修復するもので、1480 kmにわたる主排水路の浚渫、190 kmの新排水路の建設、現在完全に土砂に埋もれている4000 kmに亘る小排水路の浚渫を含む。

(3) ポンプ・ステーション (650万米ドル)

ポンプ・ステーションに依存している地域の農業用水供給を改善するため、既設々備の改善と、新形ポンプの導入を行なう。

(4) セナール・ダム (420万米ドル)

1925年に完成したセナール・ダムは灌漑用水の水源となっているが、その修復・保全作業が再開発計画に含まれている。その主たる内容は、水門の修復、クレーンのオーバーホール、機械、整備施設の近代化である。

(5) 農業機械 (1230万米ドル)

農作業の機械化を推進するため大形トラクター150台を始め、その他の農耕機械を導入する。

(6) 農業機械整備工場および燃料 (1630万米ドル)

ゲジラ地域内に配置されている農業機械整備工場の近代化と拡張を行なう。また、グループ・トラクター・サービス・センターの新設およびグループ・サービス・センターの拡張を行なう。

(7) 自動車 (1900万米ドル)

フィールド・スタッフの農民指導、物資の配布等を行なうため、4輪駆動車211台、2輪駆動車61台、燃料タンク・ローリー15台その他を配備する。

(8) 道路 (460万米ドル)

運河および排水路沿いの総長6000 km 道路の補修および保守を行なう。

(9) 電気通信 (1180万米ドル)

マルチ・アクセス・ルーラル無線通信を主体として通信網を計画地域内に建設する。

(10) ゲジラ軽便鉄道 (500万米ドル)

機関車、ワゴン車の新規購入、レールの一部取り替え等を行なう。

(11) 製綿工場・倉庫 (2130万米ドル)

1日あたり106バレルの増産を行なうため、3製綿工場の完全機械化および既設々備の改善を行なう。

(12) ルーラル地域の飲料水設備の新規・改善 (1530万米ドル)

60個所の既設井戸へのポンプ取付け、100個所のフィルター取り替えと、貯水タンクの新設。145個所の井戸堀さく等を行なう。

(13) その他 (3760万米ドル)

その他として、ゲジラ計画に従事しているスタッフの住宅建設、灌漑省内に再開発担当部門の新設、SGB マネジメント・インフォメーション・システムの新設、MOI、SGB 職員の訓練、長期計画の研究等の項目が含まれている。

以上の項目に予備費6410万米ドルを含め、総額263000万米ドルとなるが、そのうち外貨分は15000万米ドルである。

以上述べたプロジェクトコンポーネントの資金は、以下に示す国際金融機関によって調達することになっている。

Gezira Rehabilitation Project 援助受入状況

機関・国	金額(百万ドル)	決定日	対象プロジェクト
IDA	80	83.8.9 (調印)	IDA以外の協調融資対象に含まれない部分
英国	4335百万スターリング (Grant)	84.4	軽便鉄道
イタリア	6.961 (Grant)	83.1.14	ポンプ・ステーション (MEZACILLA) 排水ポンプ 灌漑保守用ポンプ
Saudi Bank	17	84.5.24	灌漑工事 (イタリア分を除く) 製綿工場
Arab Fund	40	84.5 (調印予定)	農業研究事業団

1-5 ゲジラ再開発計画に占める通信プロジェクトの位置

ゲジラ再開発計画の中において、電気通信コンポーネントは、陸上輸送、鉄道輸送と共にインフラストラクチャーの中でも主要な位置を占めている。

ゲジラ地区内には当初、スーダン電気通信公社 (Sudan Telecommunications Public Corporation : STPC) の公衆電話回線が通じていたが、予備部品の不足等から現在ではほとんど不通状態にある。止むを得ずSGBは5～7年前にSSBとVHFを主体とした自営無線回線を設置し、Headquarters とハルツーム事務所、MOI、製綿工場、農業機械整備工場、鉄道コントロール・ポイント等主要地点の通信をkarouじて確保しているが、保守・運用が思うにまかせない状態にある。

ゲジラ地域内における電気通信需要の主なものは次に示すとおりである。

- 1) ゲジラ地域内に散在する、SGB、MOIの現場出先機関と、地方管理機関、Headquarters間の業務用電話
- 2) 各管理機関と製綿工場、農業機械整備工場、消防隊等間の業務用電話
- 3) 地域内の主要運河に沿って点在する、Water control point (水門) から水源であるセナールダムへの定時水量報告 (MOIが担当) 用電話
- 4) ゲジラ軽便鉄道コントロールに使用する電話
- 5) 病院、クリニック、警察等のいわゆる社会サービス用の電話

以上述べた通信サービスのうち、現在必要最低限度のサービスが確保されているのは上記1)と4)の一部のみで、その他の通信サービスは皆無の状態にある。MOIでは止むを得ず、毎日の水門の水量報告をバイク等を使って行なっているが、それも6月～10月にかけての雨期には、道路が冠水し、非常に困難な状態にある。また、通信設備が不備なため、ゲジラ軽便鉄道は綿花輸送で大きな損失を被っている。

2. スーダン電気通信の現状

2-1 主管庁，運営体

スーダンの電気通信の主管庁は，電話・電報などの通信が通信省 (Ministry of Communications)，放送は情報省 (Ministry of Information) である。

電話・電報などの公衆電気通信業務の運営体としては，1956年の独立以来，ポートスーダンにおいて，アデンとの電信ケーブルを運用している Eastern Telegraph Co.のほかは，通信省所属の STPC が提供している。

2-2 STPC の組織

STPC の組織は表 II - 2 に示す。

2-3 電気通信の現状

(1) 市内電話

1983年12月現在，スーダンにおける加入電話数は約56100，電話機数は約75800台で，積帯は約14200である。普及率は100人当たり 0.4台であり，自動化率は96%となっている。

市内交換局は，スーダン全土で，手動交換局77局，自動交換局69局計146局および集落電話 (Call Box) 約570局が稼働中である。

加入電話数の53%に当る約29700は首都ハルツームに集中しており，地方の電話は主として50回線程度の小型交換機と集落電話 (Call Box) が使用されている。

(2) 市外電話と伝送路

1983年12月末現在における市外電話の概況は，次のとおりである。

1) ダイヤル市外通話都市

ハルツーム，シェンデイ，アトバラ，ポートスーダン，エル・オベイド，カッサラ，ワド・メダニ，ニャラ，ユバ，ワウなど12都市相互間となっている。

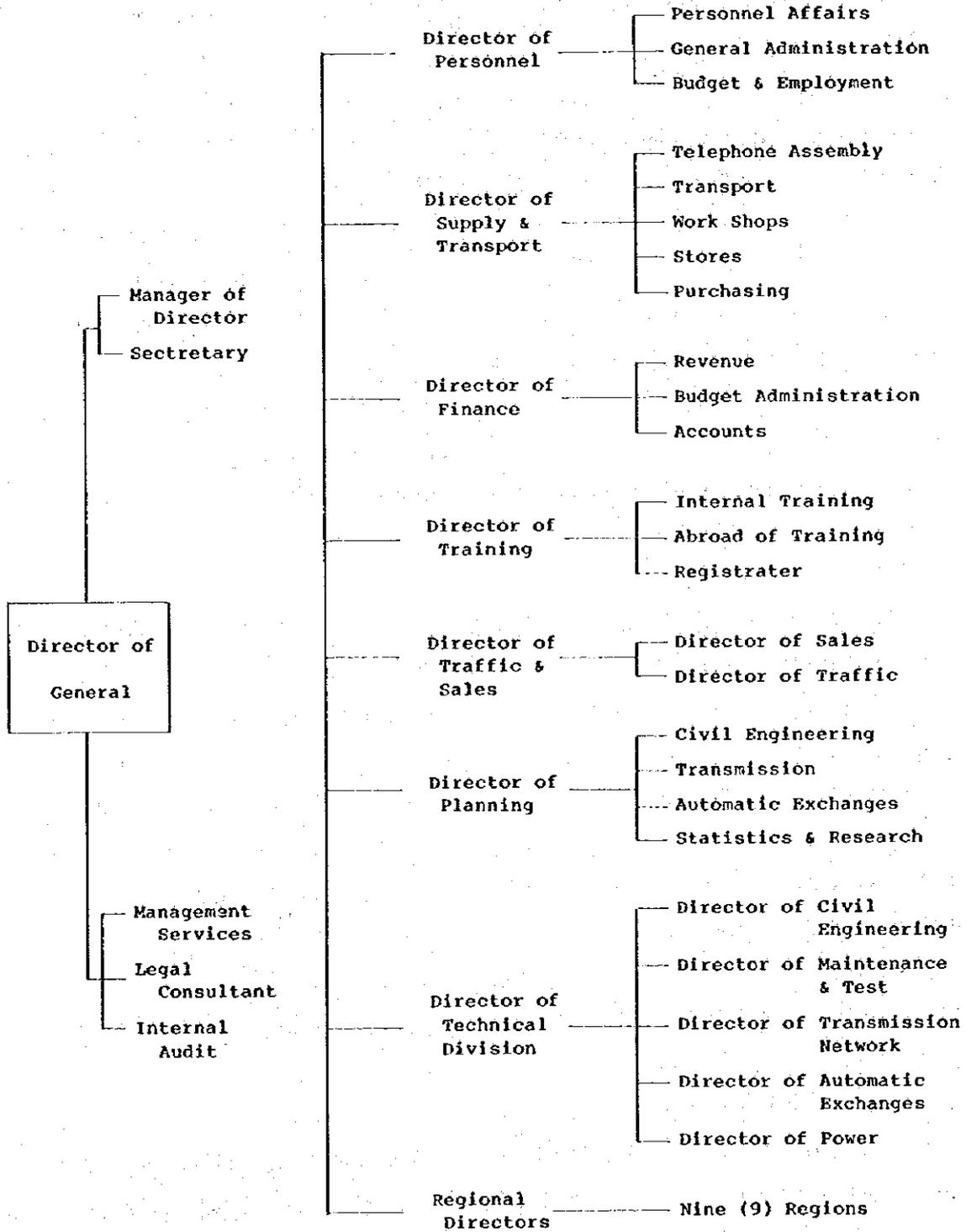
2) 市外用電子交換機

1983年3月にイタリアのテレトラ社製デジタル電子交換機がハルツームに導入され，稼働中。

3) 伝送路

全国伝送網の現状を図 II - 1 に示す。1978年には国内衛星通信網 (SUDOSAT) の地上局14局がアメリカの Harris 社によって完成され，電話，テレックス，テレビの中央

表 1 - 2 STPC の組織表



施設が大幅に拡充されてたが、(テレビ2回線, ラジオ放送, 双方向100回線, 局間連絡回線), その後大部分が交換部品不足等により使用不能で, 現在は満足なサービスが行われていない。

またマイクロ回線としては, 1979年に完成したハルツーム市内マイクロ網 (Telettra社)のほかに, わずかに3つのルートがあるだけである。搬送ケーブルは, 架空裸線および対ケーブルの2種類で, ハルツームから放射状に延びており, 電話の主要幹線網を構成している。

以上, スーダンの伝送路網は, マイクロルートの開通, 国内衛星システムの建設によって, 1976年以降急激に近代化し, 国内主要都市との間で電話, 電信, テレビの伝送を開始したが, 故障部品補完の困難, 予備ユニットの不足, 不安定な電力事情, 雨期の通路冠水による中間局へのアクセスの困難など種々の問題を抱えている。

現在1ルート当り月3件程度のシステム断障害に悩まされ, 修理体制の確立による通信網の信頼性向上が大きく叫ばれている。

(3) 国際通話

国際通話に関しては, 1974年に衛星地球局が運営を開始してから, トラフィックは大幅な伸びを示し, 1984年3月の国際通話発着信呼数は, 39916である。

衛星地球局は, ハルツーム近郊のウム・ハラズに最初に設置されている。この地球局は容量36回線で, アメリカの Northrop Page 社によって建設されたもので, 1974年11月に運営が開始されてから, ヨーロッパ, 中近東, アフリカ, 北アメリカの80ヶ国と直通の電話, テレックス通信が可能となり, アジア, 極東諸国とはイギリス経由の中継接続を可能にしている。しかし, この地球局には自動追跡装置がなく, 運用技術の低さも加わり, しばしば通話不良を発生させている。

(4) 電報・テレックス

1983年の国内電報取扱数は, 約75万通あり, また国際テレックス取扱数は約64万通である。

2-4 ゲジラ地区電気通信の現状

本プロジェクト対象地域のゲジラ灌漑地区は STPC 電気通信網の05通信局域 (Zone センター :Wad Medani) に属している。灌漑事業開始当初 STPC により設備された磁石式電話による業務通信網は, 1945年 Wad Medani にステップ・バイ・ステップ型交換機が設備さ

れ、また1960年～1965年までに小容量自動交換機 RURAX（英国製）が22局設備され自動電話網となっていた。

その後、RURAXの予備部品の払底（既に旧型機器となり、メーカーが製造を中止している）、電源事情の悪化、架空線路網の切断などにより現在ではその大部分が機能を果たしていない。現在灌漑制御、収獲/出荷調整などの業務通信はSGB、MOIともに自営の短波・VHF通信によっているが、通話品質の悪さによって不便さが克服されていない。

2-5 保守・運用方式

現ケジラ地区内通信網はSGB、MOI自営の短波・VHF通信を除き、STPCによって保守・運用されている。

既設通信網が近年不満足になってきた最大の理由はSTPCの保守員の能力以前に交換部品の補充に問題があると思われる。つまり、資金不足による交換部品の買足しができないこと、また旧型機器となり、メーカーが交換部品の製造を中止し、手に入らないという事情がある。

2-6 STPC マスタープランの概要

STPCのマスタープランは1986年末迄の10年計画が1977年にノルコンサルト（ノルウェー）により作成され、更に1981年、デテコン（西独）によりスーダン全土を考慮した1992年末迄のマスタープランが作成された。

マスタープランの内容は次のとおりである。

- 1992年末迄の電話、電報、テレックス、センテックスその他データ通信サービスに関する需要数
- 既設システムを考慮し、10年間（1982年～1992年）の交換機、線路施設（ケーブル）と伝送施設の配分
- 現施設を有効利用するためのリハビリテーション
- ラジオとTV放送に関する要望
- 大使館相互間の専用通信網
- 鉄道通信網
- 通信網整備拡充に関する実施計画の優先順位と連続性

実施計画は次の3 phaseに分けられる。

Phase A 1982年～1985年

Phase B 1986年～1988年

Phase C 1989年～1992年

STPC マスタープランの各 Phase における計画の詳細は付属資料 9-(1)に添付する。

2-7 STPC マスタープランとゲジラ通信網の関連

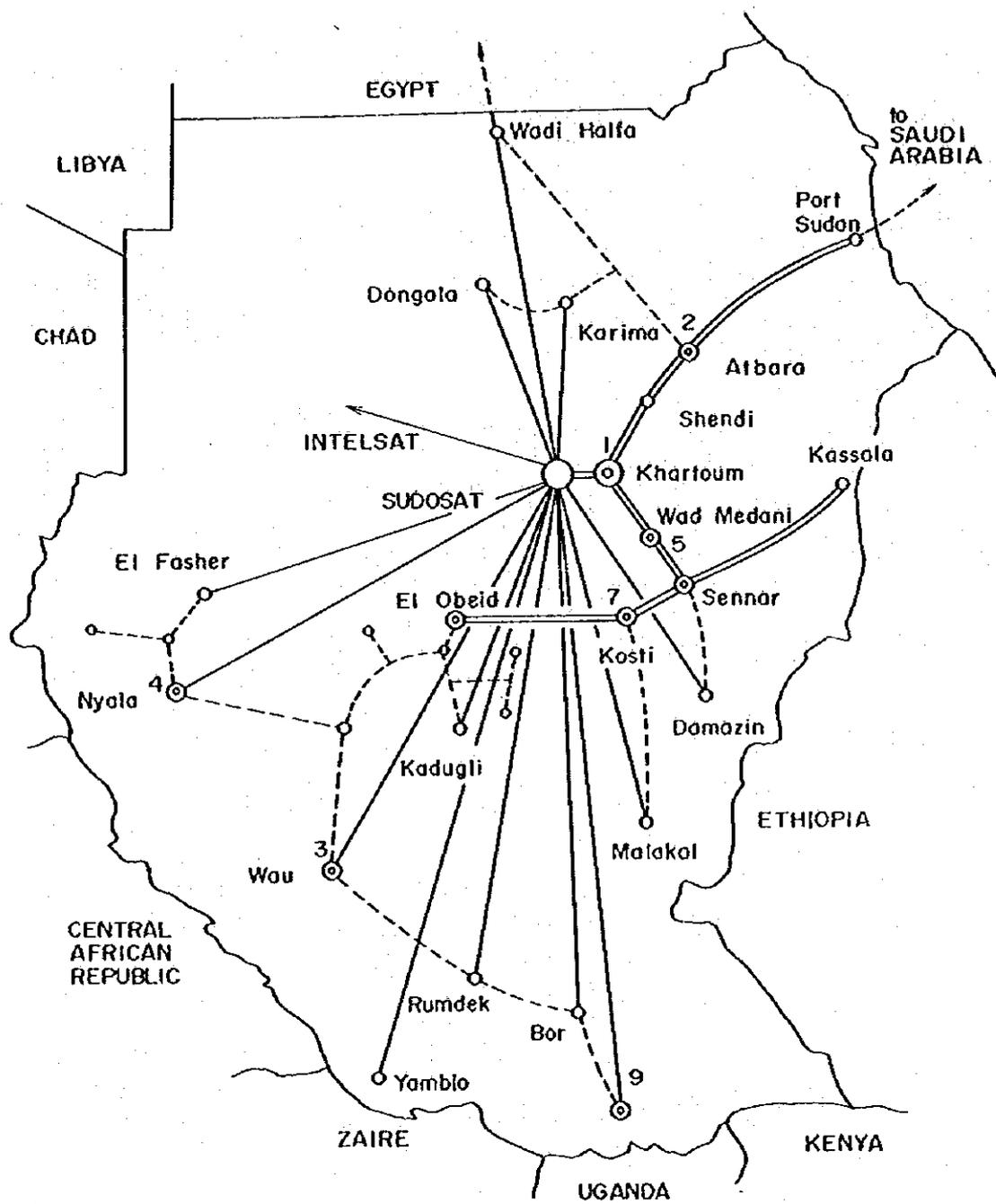
ゲジラ通信網は SGB, MOI のための業務通信網であるため、一般公衆通信網を対象とした STPC マスタープランとはほとんど関連性を持たない。STPC マスタープランの中では当地域の一般公衆網整備計画は地域内の最大都市 Wad Medani 局のみが Phase A に取り上げられているだけで、他ルーラル地区は Phase C になっており、その完成は早くとも 1990 年になってしまう。

また、マスタープランが予定どおり完成したとしても、その中に、MOI の Water control point 等、ゲジラ通信網固有の電話需要の大半は含まれていない。それに、Phase A に位置付けられている Wad Medani 局新設計画さえ、何等具体案がない現在、Phase C 着工は予定より大巾に遅れる可能性がある。

従って、ゲジラ・プロジェクト推進上不可欠な域内通信網建設は、STPC マスタープランとは切り離して考える必要がある。

地域外の STPC の一般電話網とは Wad Medani で接続される事になっているので、STPC 側の電話網が整備されれば、Wad Medani, Khartoum 等と通信することが可能である。当通信網は全体としてゲジラ地域内の巨大な企業内通信網 (PABX 網) と考えられる。

なお、STPC のマスタープランが実施された場合、STPC 網とゲジラ通信網とは、一部、地域的にオーバーラップするが、後者は前述のごとく一種の PABX 網と位置付けられるので、収容される加入者の種別も異っており、両網を建設することが無駄な投資になることはない。



- | | | | |
|--|---------------------|--|--------------|
| | SUDOSAT Network | | Zone Center |
| | Micro Route | | City with TV |
| | Planned Micro Route | | |

圖 1-1 全国伝送路網

Ⅲ プロジェクトの基本計画

Ⅲ プロジェクトの基本計画

1. 需要・トラフィック予測

1-1 需要の種類

本ゲジラ地区通信網の対象は一般公衆電気通信ではなく、ゲジラ再開発計画の中での灌漑制御・収穫/出荷調整など、SGB, MOIに所属する加入者に限定され、その数はSGB, MOIの事務所配置、要員構成などからの要求により決定されるべきものである。

一般公衆電気通信網の場合、その将来の需要予測の方法としてGDP/GNPとの相関による(マクロ予測)事が考えられるが、ここでは予測のための要因として以下のような項目が考えられる。

- (1) 灌漑地域の拡張により電話設置数が増える場合。例えば、Water control point, Field inspector's office など。
- (2) SGB, MOIの活動がさらに活発化し、事務所などに追加の電話設備を必要とする場合。
- (3) (2)と同様、新たな組織、工場などができた場合。
- (4) 流通機構の進展、新技術の導入により通信回線が多目的に使われる場合。例えば、テレメタリング、ファクシミリ、データ回線など。
- (5) 業務用移動電話(自動車電話)の台数が増えた場合。
- (6) ゲジラ地域内テナントからの自然発生的公衆電話の需要が生れる場合。この場合はSTPGの一般公衆電気通信網の対象となるべきである。

上記(1)~(5)については、表Ⅲ-1に示すSGB, MOI要求加入者数には、ゲジラ再開発計画で予定されている拡張計画は組込み済みである。それ以外の将来拡張計画については現在具体的な計画がなく、また、予想するにたる相関的項目もないため、交換機器設備にあたっては初期設備の80%~100%の拡張性を考慮するものとする。伝送無線機器設備にあたっては、空中線鉄塔、電源機器等基本的設備は終局期見合いとした。

1-2 要求加入者数

SGB, MOIよりの要求加入者数は表Ⅲ-1のとおりでその要求総数は1410である。

上記以外にSGB, MOIの広大な地域に散在する農場監視員、水門制御員の福利厚生サービスのための病院、クリニック、警察など267の加入数が要求されている。

従って総加入者数は1677となる。その他、農場監視員が出先現場からBlock office,

Group office 等と連絡をとるための業務用移動電話（自動車電話）などが要求されている。

表Ⅲ-1の中で、上段横列の

Barakat HQ (SGB)

Meringan G F (Ginning Factory)

Hasaheisa G F.

Bagier G F.

Gorashi Area

は、加入者線路網により直接交換機に収容される加入者数を示す。また、1～14は SGB 組織の Group area を示し、無線システムに収容される加入者数である（図Ⅲ-1 参照）。

また、図Ⅲ-1の各無線基地局に収容される加入者の内訳を、表Ⅲ-2に示す。

1-3 加入者数の決定

SGB, MOIよりの要求総加入者数は、1677の妥当性について、直接現地を調査した結果、一個所の要求電話機数2（事務所1, 社宅1）という場合でも切替スイッチを設備する工事により電話回線は1回線でありうる場合があったり、反対に表Ⅲ-1では要求数2であるが実際は調査により4であるべき場合のある事がわかった。全体的には、SGB, MOIの要求数1410は妥当であると考えられる。

業務用移動電話については、特定の数の要求はないが、農場監視員が一日の大半（08:00～14:00）を農場で、技術指導等の作業をおこなうことを義務づけられている事実から、その必要性は充分理解できた。ゲジラ地域内に、農場監視員が常駐する Block office は104ヶ所あり、監視員の数はOfficeあたり2～4名である。各 Office が所有している車輛の台数等も考慮に入れて、業務用移動電話の必要数は150と査定した。

結論として、SGB, MOIの要求数は、ゲジラ再開発計画の中で見込まれている活動達成に必要な最低な、妥当な数であると思われる。

1-4 トラフィック予測

既設通信設備はほとんどが老朽化、ないしは障害中で満足な状態を保っていないため、トラフィックを予測するに十分な実績値、統計など一切ない。当通信網は SGB, MOIの業務通信用であり、SGBは主に農作業の連絡、収穫、出荷の調整などを現場・工場などから事務所へ、反対にそれらの指示、指令などを事務所から現場へ伝えるのに使用する。MOIでは、

表 III - 1 要求加入電話數

		RCS														Total					
		Wire Lines														(76)					
		Barakat Merigan Base- Baglar Gorashi														(84)					
		EQ G.F. Heisa G.F. Area														(286)					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	(88)					
m	Group Office (2)	4	10	10	2	6	4	2	8	5	4	4	4	9	8	(6)					
	Block Office (2)	16	30	18	12	12	14	16	21	21	21	21	33	24	27	(286)					
	Inspector's House (1)	12	15	17	9	11	13	11	(Ha.3)	88											
	Workshop															(6)					
	Cezira Light Railway															(6)					
	Cleaning Factory															(28)					
	Fire Brigade															34					
	Managil Area HQ															130					
	Barakat Headquarters	250														10					
	Sub-Total	250	50	60	20	30	31	65	50	26	31	32	29	31	30	29	33	33	35	894	
n	Divisional Headquarters															(10)					
	Sub-divisional Headquarters															34					
	Asst. Engineer's Station															(120)					
	Deputy Director's Office															120					
	Water Control Point															(57)					
	Work shop															57					
	Sub-Total	20	43	23	11	10	15	25	11	30	17	19	23	16	27	21	11				
	Hospital																(291)				
	Clinic & Dispensary																291				
	Police Station																(478)				
Others																516					
Sub-Total	270	50	62	20	51	77	41	26	20	25	35	26	48	26	28	29	23	41	33	(13)	
Social Services	Hospital															13					
	Clinic & Dispensary															(216)					
	Police Station															217					
	Others															(33)					
	Sub-Total	270	50	62	20	51	128	130	107	75	82	88	79	85	74	70	73	65	84	84	1
	Total	270	50	62	20	51	128	130	107	75	82	88	79	85	74	70	73	65	84	84	1
	Sub-Total	270	50	62	20	51	128	130	107	75	82	88	79	85	74	70	73	65	84	84	(1224)
	Total	270	50	62	20	51	128	130	107	75	82	88	79	85	74	70	73	65	84	84	1677

* Figures in bracket show subscribers accommodated in RCS

表 III - 2 RCS 方式基地局別收容加入者数内訳

	Office Groups														RCS Base Stations								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Totl	1	2	3	4	5	6	7	Total
Group Office	4	10	10	2	6	4	2	8	5	4	4	-	9	8	76	6	2	23	20	4	13	9	76
Block Office	16	30	18	12	12	14	16	21	21	21	21	33	24	27	286	30	24	43	51	24	69	45	286
Inspector's House	12	15	17	9	11	13	11								88	24	18	8	25	13			88
Workshop	5			1											6	1			5				6
(G.I.R.)																							
Cuneid																							
Cezira Light Railway	5	5	5	2	2				5	5	4				28	12	2	10		4			28
Sub-Total	32	65	50	26	31	31	29	29	31	30	29	33	33	35	484	60	57	76	111	41	86	53	484
Divisional Headquarters	10														10								10
Sennar																							
Sub-divisional Headquarters	16	12	12	6	6	6	12	10	5	5	5	5	10	10	120	18	6	26	24	16	20	10	120
Asst. Engineer's Station	8	6	3	4	4	4	3	8	4	4	1	2	4	2	57	6	7	12	11	9	7	5	57
Water Control Point	43	23	11	10	15	25	11	30	17	19	23	16	27	21	291	30	21	48	54	45	52	41	291
Sub-Total	77	41	26	20	25	35	26	48	26	28	29	23	41	33	478	54	34	86	89	80	79	56	478
Hospital	1	1	1		2	4	3		1	1					13	5	5	2	1	0	0	0	13
Clinic & Dispensary	17	21	28	26	22	15	17	7	13	10	12	8	7	13	216	38	48	36	36	19	21	18	216
Police Station	2	2	2	3	2	3	4	1	3	1	3	1	3	3	33	5	8	4	5	2	4	5	33
Sub-Total	19	24	31	29	26	22	24	8	17	12	15	9	10	16	262	48	61	42	42	21	25	23	262
Total	128	130	107	75	82	88	79	85	74	70	73	65	84	84	1224	162	152	204	242	142	190	132	1224

* Figures in bracket show subscribers accommodated in RCS

各水門での9時、12時、3時の水量測定結果を上流の観測点へと報告してゆき、最後には Sennar ダムに灌漑地区の全情報が集約されダム水門を閉鎖する。

この結果は逆の方向をたどり各水門へ届くというものである(図Ⅲ-2参照)。従って灌漑地域に点在する加入者の平均呼率は通常のローラル電話相当の値であると想定される。

従って、遠隔地加入者の発信呼率は、STPGがマスタープランの中でローラル加入者呼率に使用している値を、また、Barakat等一個所に集中している加入者については、一般の加入者発信呼率を適用した。

1) Barakat, Bagier, Hasaheisa, Gorashi 周辺 : 0.055 アーランの加入者発信呼率

(マスタープランでは Group Center, Zone Center の呼率)

2) 遠隔地加入者の発信呼率 : 0.045 アーラン

(マスタープランでは500端子以下の Local 局呼率)

SGB, MOI関係上級職員以外からの一般公衆通信網への接続は規制され、従ってゲジラ通信網から公衆電気通信網へ流出する呼量はきわめて小さいものと予測される。(推定値は付属資料9-(3) 回線算出方法を参照のこと)

Scale
0 10 20km

Legend
○ SGB
● MOI
● Social services



図 1 - 1 無線集線方式加入電話の分布

1-5 システム構成

需要・トラフィック予測をもとに、ゲジラ通信網に最適なシステムとして以下に示す内容のシステムを計画する。

- (1) 市内電話交換機は SGB の Headquarters のある Barakat に親局を、加入者の集中する域内の 3ヶ所 (Bagier, Hasaheisa, Gorashi) に子局を設置し、交換機相互は UHF リンクによって結ぶ。公衆電気通信網との接続は Barakat でおこなう。
- (2) ゲジラ地域内に散在する遠隔地加入者は無線集線方式 (Radio Concentrator System : RCS) に収容し、UHF リンクによって交換機に接続する。RCS 網には業務用移動電話 (自動車電話) 用端末を 150 台収容する。
- (3) 交換機に近い電話加入者 (約 5 km 以内) はケーブルで接続する。

システムの概念図を図 III-3 に、無線伝送路ルート案を図 III-4 に示す。

1-6 回線数算出

上述のシステムの各区分毎の所要回線数を求めると以下のとおりとなる。なお、回線数算出の詳細は付属資料 9-(3) に示す。

A 親局-子局間 (中継線)

Barakat	→	Bagier	:	入回線	5
"	←	"	:	出回線	6
"	→	Hasaheisa	:	入回線	32
"	←	"	:	出回線	36
"	→	Gorashi	:	入回線	31
"	←	"	:	出回線	34

B. 交換局 - RCS 基地 (加入者線)

Barakat	→ Hag Abdalla	:	入回線	15
"	← "	:	出回線	17
"	→ Beika	:	入回線	35
"	← "	:	出回線	40
Gorashi	→ Gamusi	:	入回線	14
"	← "	:	出回線	16
Hasaheisa	→ Fadagoba	:	入回線	16
"	← "	:	出回線	18

C. RCS 基地 - RCS 基地

Hag Abdalla	→ Sennar	:	入回線	4
"	← "	:	出回線	4
Barakat	→ Huda	:	入回線	20
"	← "	:	出回線	23

D. Barakat 自局内回線 : 40回線

E. Barakat-Wad Medani 市内 : 入回線 5
出回線 5

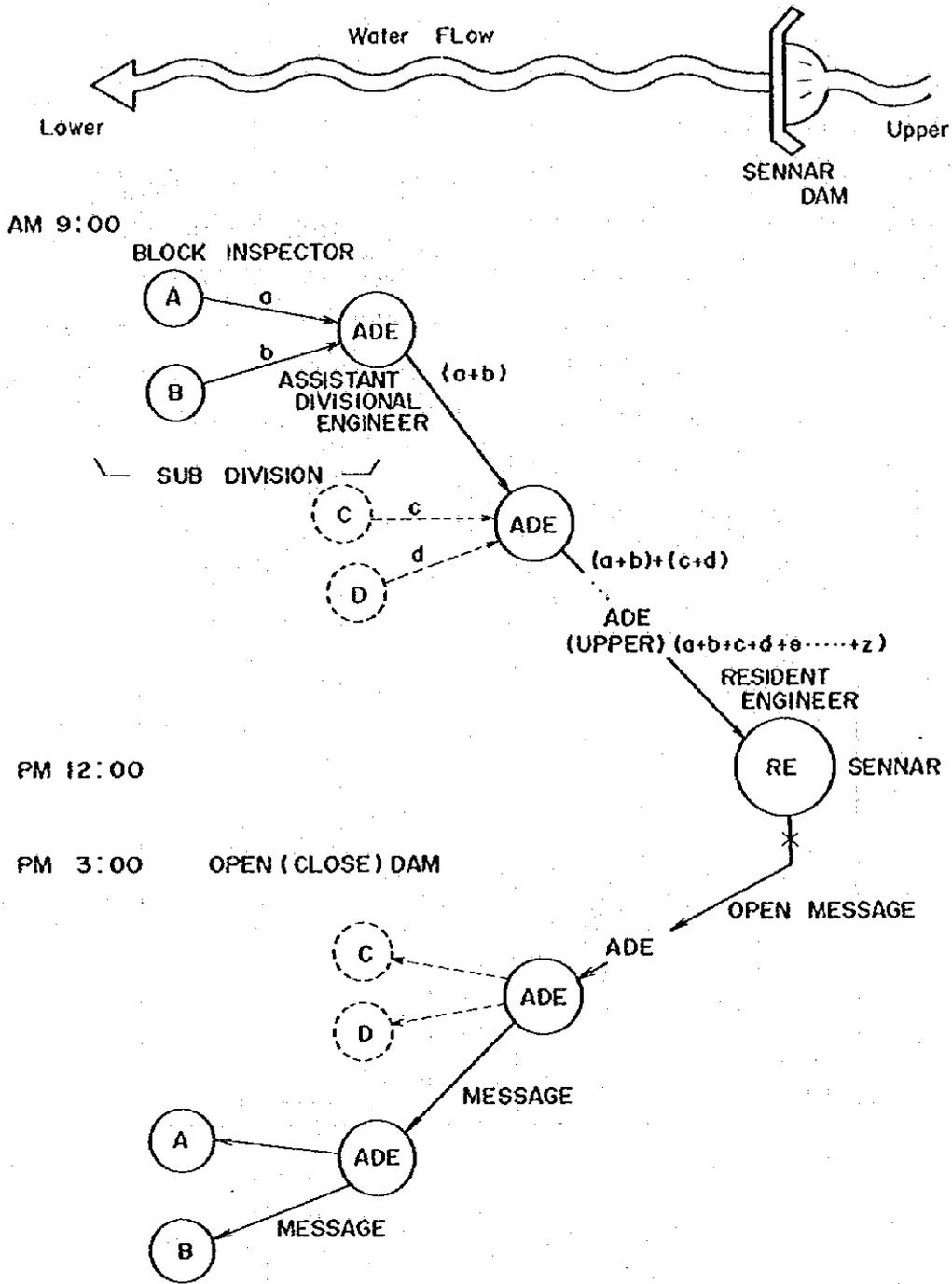
F. Barakat-Khartoum 市外局 : 入回線 9
出回線 9

以上算出した対地別の全回線数を図 III - 5 に示す。

1-7 RCS 収容数の基準

設計上、1 RCS System(8RFチャンネル)最大60加入とすると、全加入者が予測値どおり発信 0.045 Erl の呼率を持っていた場合、その呼損率は10%まで悪化する。一方、通信の目的が限定されているため呼の保留時間も短かいし、呼数が限定され、かつ、呼の発生する時間分布が平滑であるため、ある時間の1加入者当りの平均呼率は一般公衆(地方局)電話より実質的に低いものと期待される。従って、下表のごとく発信呼率 0.026 Erl 以下の場合呼損率の低下はなく、また発信呼率 0.016 Erl 以下ならばRCS 最大加入者数96加入を収容しても呼損率には影響しない。ここでは、経済的設計を目的として1RCS収容の最大加入者数を60とする。

加入者呼率	GRADE OF SERVICE	MAX. Sub.	MAX. CH呼量
0.045Erl (発着0.09)	$\frac{1}{100}$	35	3.13Erl
	$\frac{5}{100}$	51	4.54
	$\frac{10}{100}$	63	5.60
0.026Erl (発着0.052)	$\frac{1}{100}$	60	
0.016Erl (発信0.032)	$\frac{1}{100}$	96	

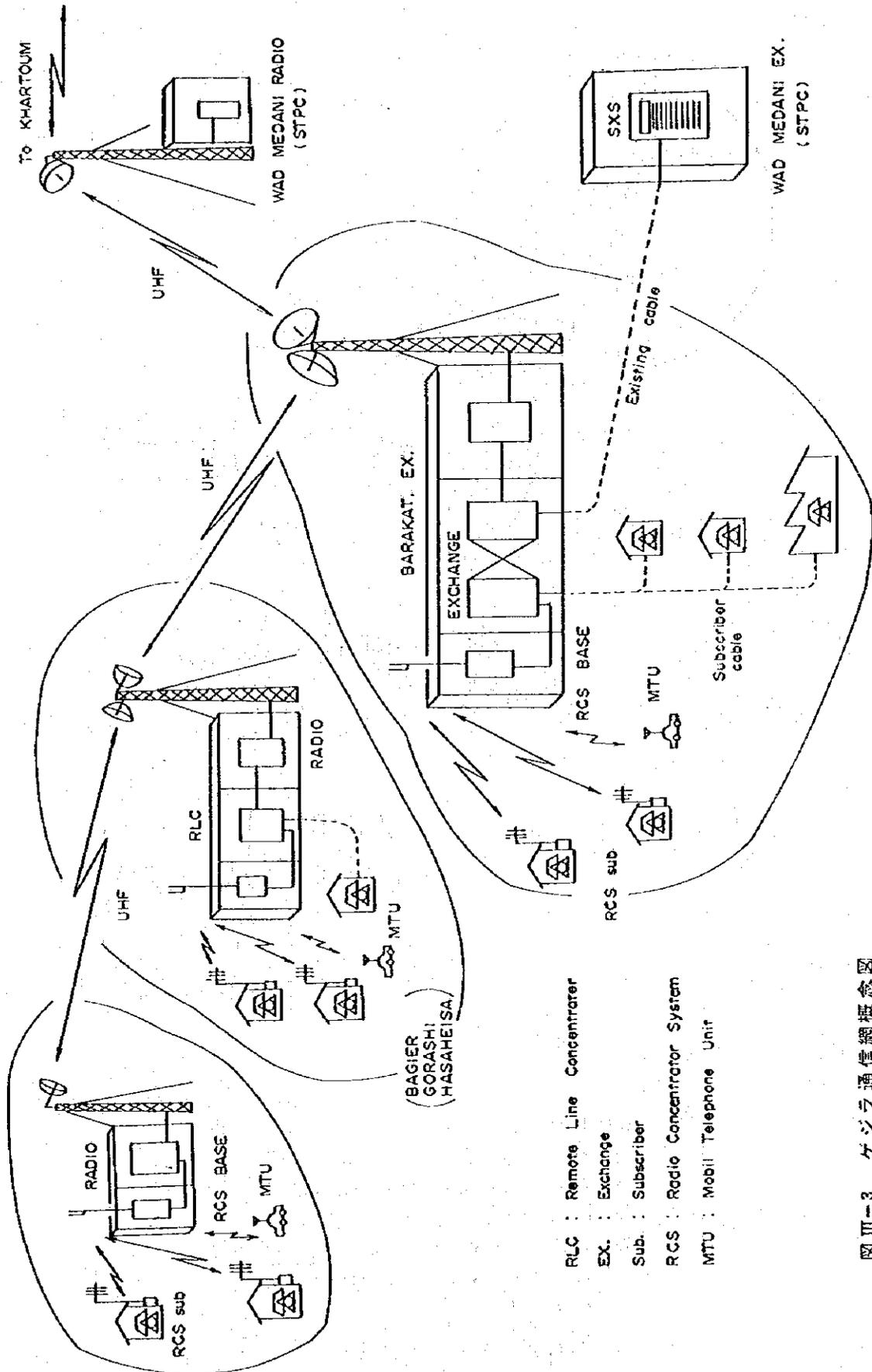


DURING RAINY SEASON (MID. JULY - MID. OCTOBER)

REPORT TO RE

PM 12:00 & AM 7:00 (NEXT MORNING)

図 III - 2 運河水量報告の概要



- RLC : Remote Line Concentrator
- EX. : Exchange
- Sub. : Subscriber
- RCS : Radio Concentrator System
- MTU : Mobil Telephone Unit

図 III-3 ゲジラ通信網概念図

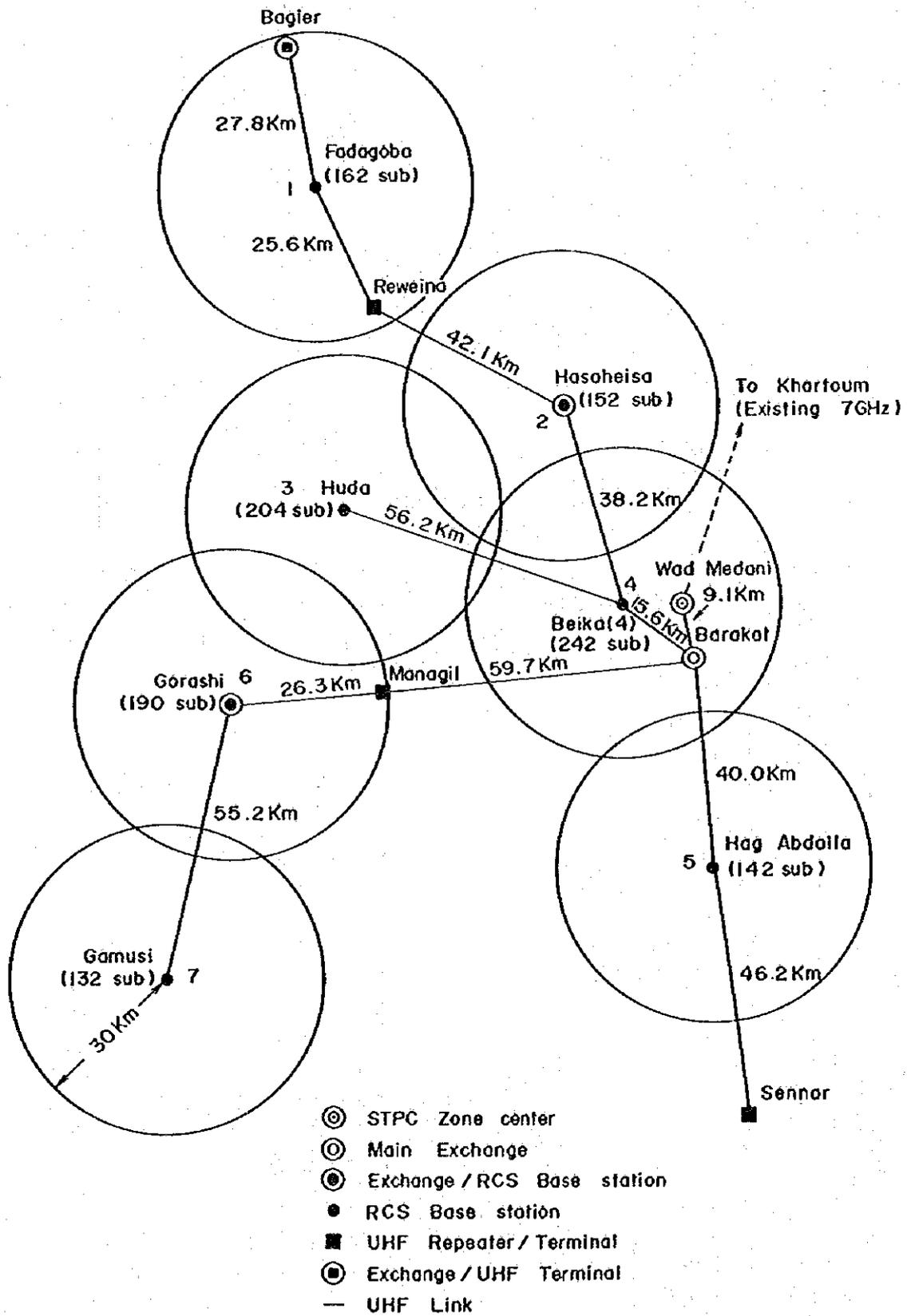


図 4 - 4 伝送無線ルート・レイアウト

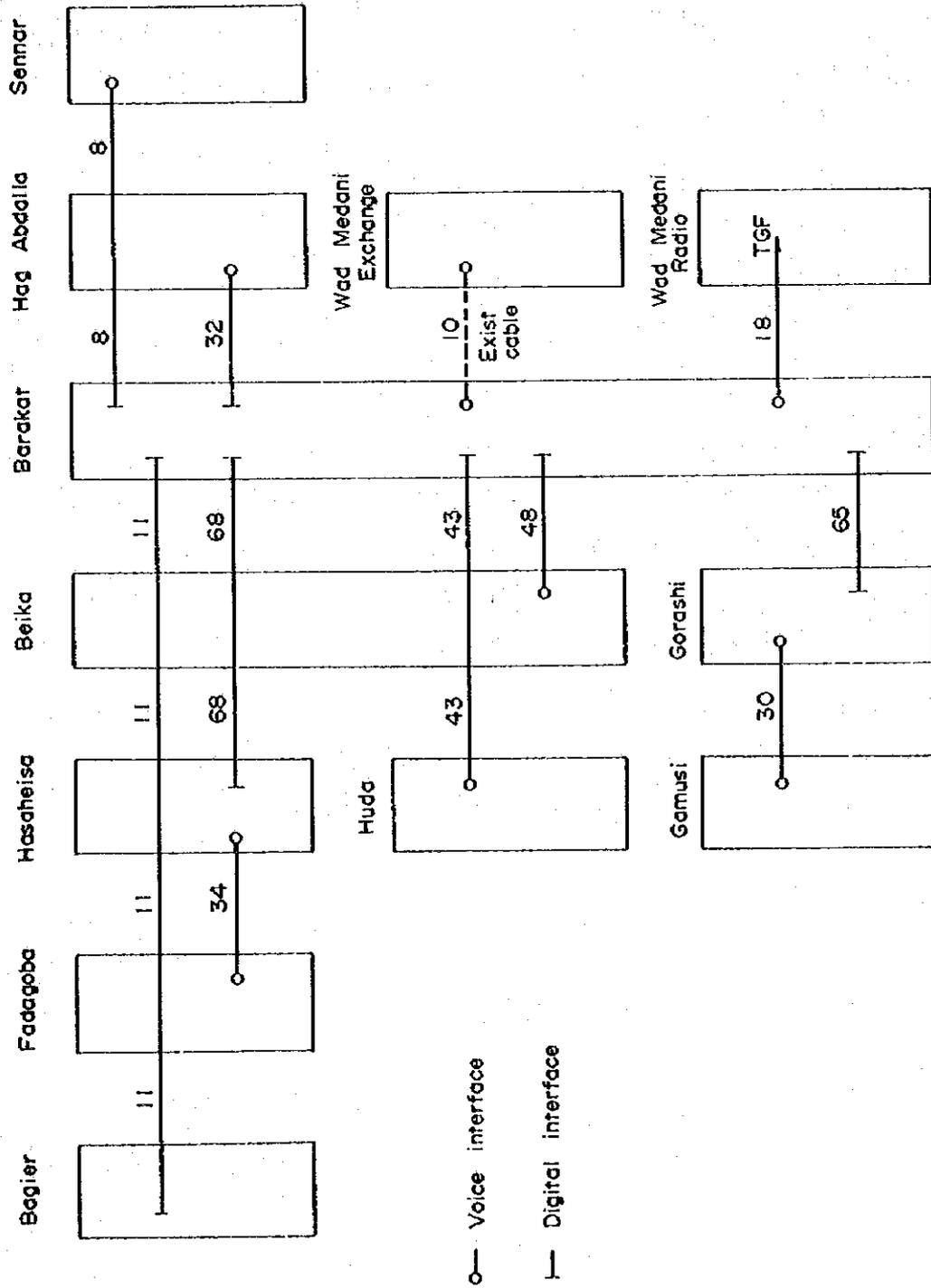


圖 II - 5 所 要 回 線 數

2. 代替案比較検討

RCS方式の基地局置局代替案として図Ⅲ-6に示すように、基地局の数を4局にして、カバー半径を50kmまで延ばす案も併せ検討した。検討結果の詳細は付属資料9-(4)に示すが、その概要は以下のとおりである。

	原 案	代替案
1) 建設費	(両案とも大差なし)	
2) 自動車電話導入の容易度	○	×
3) 保守・運用	×	○

原案は各基地局のカバー半径が30kmと代替案より短いので、子局の送信機出力を低減でき、従って電源に小容量の太陽電池方式が適用可能で、コストが安くなる。子局の数は1224局と多いので、子局コストの大半をしめる電源装置のコスト・ダウンは全システムのコスト・ダウンに大きく貢献する。半面、無線局の数が代替案よりも多いので、その分だけコスト・アップになるし、保守の手間もかかることになる。建設費はシステム全体では両案とも、大差はない。

また、本 RCS方式の中に自動車電話を組み入れる場合、適用する信号方式等を考えると、代替案の半径50kmは距離が遠すぎて、ゾーン周辺付近での通話・接続が困難となる。以上の検討結果を総合して、本プロジェクトでは原案を適用することとした。

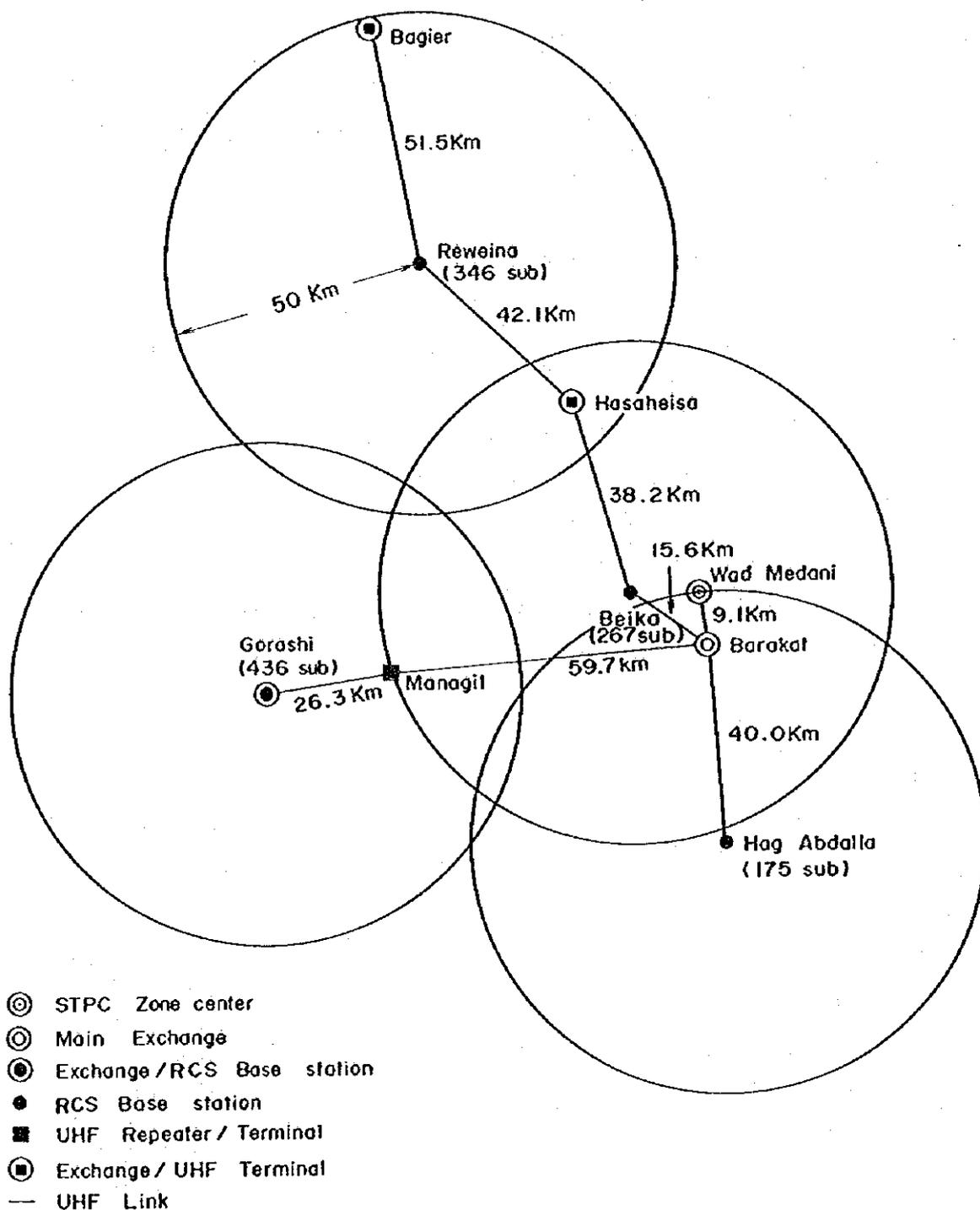


图 11-6 RCS 方式置局代替案

3. 設計基準

ゲジラ通信網は公衆電気通信網というよりむしろ使用目的、加入者が限定された専用通信網と定義すべきであるが、保守、運用の統一性を考慮して通信網基本設計基準等は STPC 公衆電気通信網のそれに合わせる。

3-1 サービスの質

市外通話呼損率 : 8%以下とする

- ・ 基幹回線の呼損率は1階てい0.01とする。
- ・ 斜回線の呼損率は基幹回線と斜回線とでリンク数が同じ場合0.01、リンクが短絡する場合 $0.01 \times (1 + \text{短絡リンク数})$ とする。

市内通話呼損率 : 4%以下とする

- ・ 市内タンデム回線呼損率は1階てい0.01とする。
- ・ 斜回線の場合0.02とする
- ・ 自局内通話は0.02以下とする。

本通信網では Barakat に親局をおき、他は遠隔制御コンセントレーターを考えているので網内の通話は全て自局内通話と考えられる。

3-2 番号計画

(1) 現行国家番号計画

市外局番

011	:	Khartoum
0161	:	Shendi
021	:	Atbara
031	:	Port Sudan
041	:	Kassala
0441	:	Gedaref
051	:	Wad Medani
061	:	Sennar
071	:	Kosty
081	:	El Obeid

加入者番号

Khartoum 複数地内の加入者 : 6桁
その他の地域の加入者 : 5桁

特殊番号

90 : 番号案内
92 : 苦情受付
98 : 市外案内

特殊番号については、将来9××(3数字)に変更される。

(2) Wad Medani Zone Center 内番号計画

051-2/3	Wad Medani
-4	Maatuk , Beika , Wad Arab Messelemya
-7	Managil , Wad El Mansi , Huda Kamel Nomak
-8	Gorashi , Tanid , Maturi , Gamusi
-9	(Trunk Switching)
052-2 /3	Ed Dueim
-6	Kawa/Spare
-7	Geteina
053-2 /3	Hasaheisa
-4	Rufa , Abu Usher , Guneid
-5	Tabat , Mehrebriyah , Abu Magid
-7	Kamlin , W.E Turabi , Kab El Gedad Abu Qota
054-2	El Fau
054-4	(Group 1 HQ , Block1&2)
-5	(Group 2 HQ , Block1&2)
-6	(Group 3 HQ , Block1&2)
055-050	Spare

3-3 課金方式

デジタル通信網内通話は SGB, MOI の業務連絡用であるため無料とする。

ポータルシステム、ハルツームなどへの公衆電気通信網への接続は STPC 市外料金体系により課金され、MOI, SGB より運用、保守料金を含め STPC へ支払われることになる。STPC の市外通話料金体系を表 III-3 に示す。

表 III-3 STPC 市外通話料金表 (単位 : ビアスタ = 1/100 ポンド)

STEP	通話 距離(km)	至 急 (3分)		普 通 (3分)	
		DAY	NIGHT	DAY	NIGHT
0	6 ~ 75	70 (100)	35 (50)	35	17.5
1	76 ~ 125	120 (150)	60 (75)	60	30
2	126 ~ 250	150 (200)	75 (100)	75	37.5
3	251 ~ 375	200 (250)	100 (125)	100	55
4	376 ~	250 (300)	125 (150)	125	62.5

* DAY : 07:00~19:00, NIGHT:19:00~07:00

* () 内は1985年1月1日より適用される新料金。1985年からは現在定額の市内呼は10ピアスタ/呼となる予定。また、市外料金の「普通」は廃止される予定。

3-4 信号方式

- ・ 監視信号
ループ信号方式
E&M 信号方式
- ・ 選択信号
DP 信号方式
MFC 信号方式 (CCITT 勧告による)

3-5 伝送損失配分

市外通路系 (Group Center が 2 線交換の場合)

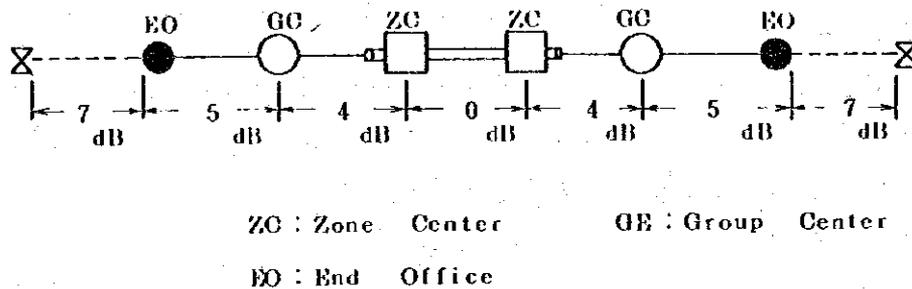


図 III - 7 伝送損失配分

Barakat局は Gezira Group Area の Group Center に相当するため、加入者系に 12dB 許容される。Wad Medaniにある MOI の Gezira 州本部は、Barakat局より線路距離約 14km で高損失加入者となるため、高損失補償型電話機 (600-L 型) を用いる。

3-6 回線網種別

既設回線網はハルツーム市外/国際局を除きすべてアナログ機器により構成されている。しかし、将来のサービスの多様化対策、保守・運用の容易性、設置スペースなどの経済性、交換部品の長期供給可能性など考慮して積極的にデジタル機器導入を図る。

3-7 提供するサービス

- ・ 市外発信規制：許された特定加入者以外からの市外発信（公衆網との接続を含める）を規制する。
- ・ 10PPS ダイヤル電話
- ・ プッシュホンダイヤル電話； SGB, MOI の上級職員の一部に限り設備する。
- ・ 短縮ダイヤル；各プッシュホンダイヤル電話に短縮ダイヤル対地20を付与する

4. プロジェクトの基本設計

4-1 交換機

(i) 交換機設備計画

1) 交換機の設備

交換機の設備は、当初ユーロ コンサルタントの設計では Wad Medani に RCS の全回線を集約し、STPC マスタープラン Phase A で新設される事になっていた新 Wad Medani 局 (6000 端子) に直接収容される計画であるが、

- a) 新 Wad Medani 局の計画が実行されていない。
- b) 無線加入者のみならず Barakat, Hasaheisa などには工場敷地内などに加入者が集中しているため、加入者のケーブル収容の方が技術的にも、経済的にも好ましい。従って、交換機を数箇所設置した方が便利である。

との方針から、STPC により修正された計画では以下ようになった。

A RCS の回線の集約局 (500 端子) : 4 箇所

(Hag Abdalla, Block 19, Block 41, Gorashi)

B ケーブル収容加入者用交換局 (PABX 200 端子) : 4 箇所

(Beika, Abu Ushar, Managil, 他 1 局)

上記計画は現場調査の結果下記の理由により変更され、本報告書でのシステムになった。即ち、

- a) RCS 回線集約局のうち Hag Abdalla, Block 19, Block 41 についてはケーブルで収容できる加入者がいない。すなわち RCS 回線集約局だけの意味であれば同所に設置する必要性がない。また、同所は商用電源供給が不備である
- b) ケーブル収容加入者用交換局も 1) と同様、半径 3km 以内にケーブルで収容できる加入者が存在しない事と PABX の使い方に問題がある。すなわち PABX は加入者線路抵抗 (内線線路抵抗) が 1000Ω 以下に限られているのが普通であり、広域分散加入者には適さない事、ダイヤルパルス送出方法、受信方法などを局用交換機と同じにするには相当の改造を必要とし非常に高価なものになる。

本システムでの交換機設置場所は次の様な観点から選択された。

- a) RCS 回線の集約地であると同時に、ケーブル収容加入者が期待できること。(ケーブル収容加入者があるまとまった数存在すると云う事は集落を意味し、無線電話の必

然がうすれる)

- b) 24時間供給の商用電源があること。
- c) Barakatから保守員が容易に行けること。

2) 特殊サービス台の設備

現在 Barakat局加入者への番号案内“90”，苦情（障害）受付“92”，市外接続案内“98”は Wad Medani 市外台でサービスしている。Barakat局から Wad Medani 局への接続回線数は、一般回線（市内，市外，国際を含め）と共用で、約250の加入者数に対し5回線のみであり極めて不足である。

本プロジェクトで、特殊サービス対象加入者が約1700になった事から、Wad Medani - Barakat回線数は当然増さなければならない。一般回線のうち市外，国際回線は付属資料9-(2)に示すように別ルートとして分離されるが，対 Wad Medani 市内回線は，Wad Medani 局の回線増が極めて困難である事から，せめて既設5回線は純一般市内回線用とし，特殊サービスは Barakatに新たに一般サービス台を置き，対処することとする。

この措置により，上記のごとく既設5回線が純一般市内用となり，せめてもの実質的回線増となる。一方，番号案内，障害受付などは，むしろ一般公衆網とは分離したゲジラ通信網の内部の問題であり，当然運用・保守センターのある Barakatに終端されたことで保守上の網の責任分担の明確化が計れる。

(2) 交換機種

デジタル形電子交換機(LS)，およびデジタル形遠隔制御集線装置(Remote Line Concentrator :RLC)を採用する。同システム採用の検討は付属資料9-(2)に記す。

(3) 接続ルート

- 1) 市内呼 (Local Call) ; ゲジラ通信網内通話
- 2) 準市内呼 (Regional Call) ; Wad Medani 市内の一般公衆電話への通話
- 3) 市外呼 (STD:Subscriber Toll Dialling) ; スーダン全都市への通話
- 4) 国際呼 (International Call) ; 国際通話。国際交換機は Khartoum Central 局にある。
- 5) 特殊サービス呼 (Special Service Call)

番号案内，苦情（障害）受付，市外案内など

上記 2)，3)と 4)の接続は特殊加入者 (SGB，MOIの上級職員など)より接続可とし，他は私用を禁ずるために接続規制(可変)する。

(4) 交換機容量

交換機の設備は初期要求端子数見合でなされるが、将来の対象区域の拡大、水門の増設、あるいは水量観測点の増設などの事業拡張の不測の可能性と、自動車電話、テレメタリング、電話ファクシミリ等、新サービスの導入の可能性に対処するため、交換機の終局端子数として初期設備の約倍 (RLC について) または、次の増設ステップ (Barakat について) までの拡張性を見込むものとする。

Barakat 局 : 初期1200端子 (加入者収容端子, 出入回線端子を含む)

終局 2000 端子まで増設可能であること。

Bagier 局 (RLC) : 初期100端子, 終局200端子まで増設

Hasaheisa 局 (RLC) : 初期500端子, 終局1000端子まで増設

Gorashi 局 (RLC) : 初期500端子, 終局1000端子まで増設

(5) 特殊サービス台への回線数設備

各 RCS 基地局, RLC より Barakat への特殊サービス回線は, 一般的に公衆網では提供するサービスの種類が異なる事から, 一般回線とはルートを別に設定するが, ここでは回線有効利用の目的から一般回線と同一ルート内に設定する。この時100加入当り1回線を一般回線に加え, 回線数を算出する。

同一ルートである利点は一般回線が過負荷になっても耐力がある点にあり, また特殊サービス回線が不測の理由で過負荷になっても同様の融通がきくことにある。

(6) 提供サービス機能

- 1) ロータリダイヤル (10PPS) 電話
- 2) プッシュホンダイヤル電話 (MOI, SGB の一部上級職員のみ)
- 3) 短縮ダイヤルサービス (2) の電話機に対して)
- 4) 加入者クラス (市外接続可, 市外接続規制, 着信専用, その他)

(7) 電話機設備

上記のサービス・機能に対し以下のような電話機を準備する。(必要台数には予備を含む)

- | | |
|------------------------------------|-------|
| 1) 10PPS ロータリーダイヤル電話機 | 1800台 |
| 2) 10PPS ロータリーダイヤル電話機
(高損失加入者用) | 15台 |
| Wad Medani の MOI の事務所に設備する。 | |
| 3) プッシュホンダイヤル電話機 | 100台 |
| 4) プッシュホンダイヤル電話機
(高損失加入者用) | 10台 |

Wad Medani の事務所に設置する。

(8) コンテナおよび空調機

交換機は工期の短縮、および防塵のためコンテナ収納型とする。また、コンテナ内の室温を機器稼働に適する状態に保つため空調機を設備する。

(9) 集中運用・保守センター

Barakat 交換機の隣接地に交換網集中運用・保守センターを設置する。同センターには、交換機の入出力機器であるタイプライター、コンソールなどの他、集中線路試験台、無人局からの警報受信装置などが配置される。また、番号案内や各種の案内サービスのための特殊サービス台を設置し、公衆網における特番サービスに相当する利便を提供する。

集中運用・保守センターでは交換機の監視のほか、交換部品、消耗品などの集中管理、障害部品、機器の修理手配なども担務する。なお、障害機器については簡単な電磁部品の修理、交換は Barakat SGB 修理工場で行うが、電子部品・パッケージは日本の機器納入会社へ転送し、有料/無料(保証の範囲内で)修理をする。

(10) 電源供給機器

各交換機器設置予定地は24時間供給の商用電源を常時使用するが、停電時に備え非常用電源装置を設備する。主構成は以下のとおりである。

1) バッテリー

停電時最繁時呼量で8時間電力供給ができること。

2) ディーゼル発電機

停電時の自動スタート，復電時の自動停止の機能をもつ。必要な燃料タンクも設備する。

4-2 無線集線電話方式

(1) 適用伝送方式の選定

RCS無線電話方式については，CCIR Rep. 380-1によってFDMA方式とTDMA方式の両方式が報告されているが，本プロジェクトでは，以下の理由により，FDMA方式を使用する。

- 1) ゲジラ地域内のRCS電話方式に収容する加入者分布密度が比較的濃い（面積90万ヘクタールの中に約1200加入が散在）ので，TDMA方式の特長である，子局から子局への中継機能を必要としない。
- 2) 子局のほとんどが，域内で単独に分布していて，1子局から複数の加入電話機に有線で接続される例が極めて少ない。（1子局から複数の加入電話が分岐する場合は，TDMA方式の方が適している）
- 3) TDMA RCS方式は，CCIR Reportに載ってはいるが，世界的にいままだ実用例が少なく，システムとして技術的に熟していない。現時点では，FDMAの方が技術的に安定していて，経済的にも安価である。
- 4) 本プロジェクトではRCS方式の中に業務用移動電話を収容するので，現在の技術ではデジタル移動電話方式は時期早尚である。

なお，適用周波数帯については，ゲジラ地域の地形，STPOの周波数使用状況，機器製造メーカーの製造能力等を考慮して，400MHz帯を勧告する。

(2) 回線特性の目標値

1) 信号対雑音比規格

RCSの基地局・子局間のS/N値は40dB以上とする。

2) 方式諸元

RCS方式の方式諸元を次のように想定した。

無線周波数	400MHz帯
チャンネル周波数間隔	25KHz
変調方式	FDM
収容加入者数	60ch/システム

アクセス・チャンネル数	8ch
標準通信距離	30km
基地局送信出力	10W
端末局送信出力	1W
基地局空中線利得	8dB
端末局空中線利得	12.5 dB/14dB
基地局送信機分波器損失	12dB
最低受信機入力	-93dBm

上記の諸元を使用して想定される、RCS方式の到達距離の計算例を表Ⅲ-4に示す。

なお、表Ⅲ-4には標準距離を50kmとした場合についても、参考として同様の計算例を示している。

(3) 周波数使用計画

現在スーダンにおいて400MHz帯は、スーダン国鉄、スーダン航空等の公共企業体によって使用されている。スーダンに割り当てられている410-420MHz（固定/移動通信用）、440-460MHz（固定/移動用）のほとんどがハルツーム付近で利用されている。

420-430MHz帯はシェール石油等によってRahad地方で使用されているのみである。

STPCの周波数管理部は、ゲジラ地域には420-430MHz帯の使用を勧めている。RCS方式1システムの加入者数60、アクセス・チャンネル8chとすると、全体で約20システム相当の周波数が必要なので、上記420-430MHz帯において、図Ⅲ-8の例に示すような周波数配置を考え、必要チャンネル数を確保する必要がある。7基地局相互区間距離の最長のものは約150kmあるので、これらの局では同一周波数チャンネルを使用できないことはないが、ゲジラ地域は、電波伝搬上見通しの良い平野部に位置しているので、電波干渉を避けるため、当初は同一チャンネルは使用しない方が良いと思われる。

最終的なゲジラ地域全域の周波数使用計画は、以上の原則のもとに詳細な現地調査を行い実施設計の段階で、STPC周波数管理部と協議して決定すべきものとする。

4-3 UHF多重リンク

(1) 適用伝送方式の選定

デジタル電話交換機との整合性を考えてUHF多重リンクにはデジタル方式を適用することとする。また、1-6項で算出された必要回線数を伝送する方式として、2GHz帯

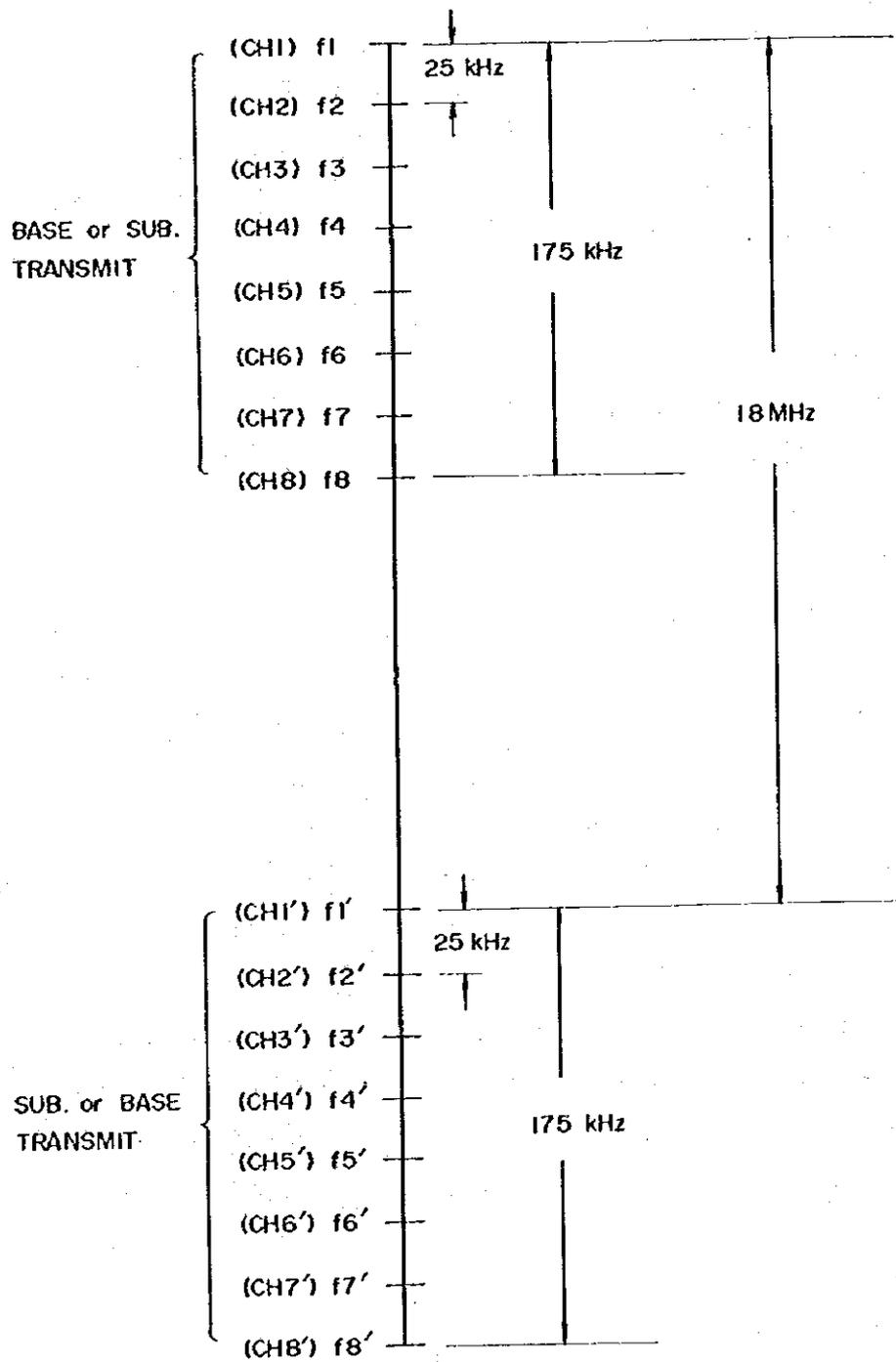


圖 III - 8 400 Hz 帶無線周波數使用計畫

表Ⅲ-4 RCS方式回線設計

Item	1		2	
	Base transmit	Base receive	Base transmit	Base receive
Path distance (km)	30		50	
Antenna height (m)	50	10	110	10
Tx output power (dBm)	40	30	44	40
Tx combiner loss (dB)	-12	-	-12	-
Tx feeder loss (dB)	-3	-1.5	-6	-1.5
Tx Antenna gain (dB)	9	12.5	9	14
Free space loss (dB)	-114.5	-114.5	-118.9	-118.9
Additional loss (dB)	-10	-10	-10	-10
Rx antenna gain (dB)	12.5	9	14	9
Rx feeder loss (dB)	-1.5	-3	-1.5	-3
Duplexer loss (dB)	-1.5	-	-1.5	-
Rx input power (dBm)	-81	-77.5	-82.9	-74.9
Min.Rx input power (dBm)				
Down side	-93	-	-93	
Upside	-	-93		-93
Rx input margin (dB)	-	-	-	-
Down side	12		10.1	
Up side		15.5		18.1
Base antenna system	Co-linear		Co-linear	
Sub antenna system	8 ele.Yagi		12 ele Yagi	

240ch方式を勧告する。図Ⅲ-9にUHF多重リンクの電話チャンネル収容図を示す。また、図Ⅲ-10に無線周波数使用計画の一例を、図Ⅲ-11には使用鉄塔高の一覧を示す。

(2) 目標回線品質

回線品質目標値はCCIR勧告に準拠して、以下に示すように定めた。

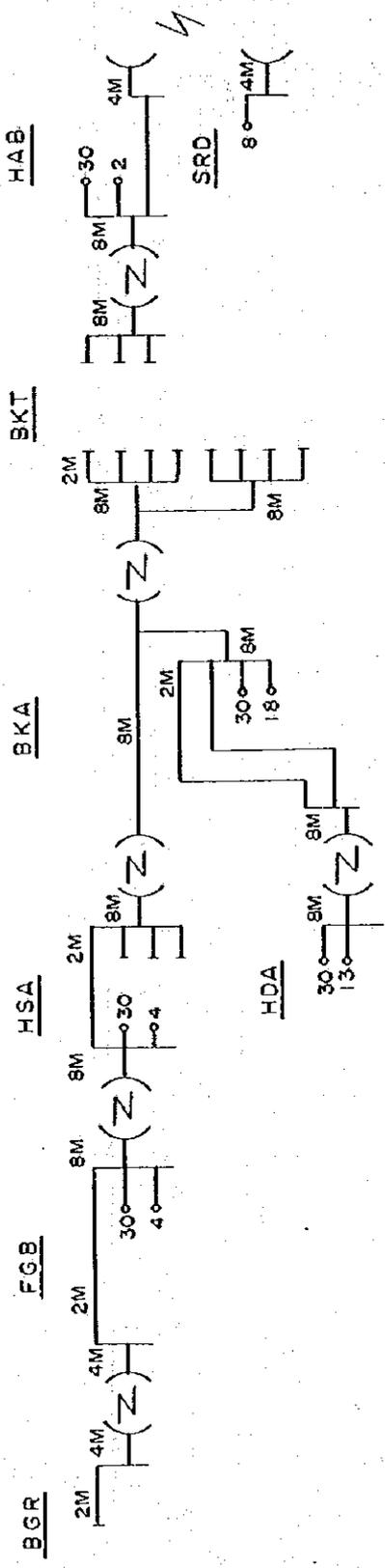
- 1) いかなる1ヶ月の1%以上の時間について、BER(Bit Error Rate)が 1.1×10^{-3} ($= 1 \times 10^{-7} \times \frac{280}{2500}$) を越えないこと。(積分時間は1分)
- 2) いかなる1ヶ月の0.0056% ($= 0.05\% \times \frac{280}{2500}$) 以上の時間について、BERが 1×10^{-3} を越えないこと。(積分時間は1秒)

3) 方式諸元

17Mbit/sのTwin path方式とし、方式のパラメータを以下のように想定した。

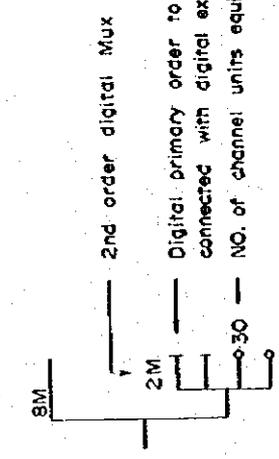
無線周波数	2GHz帯 (CCIR Rec.283-4)
伝送容量 (RFチャンネル当り)	17Mbit/s
変調方式	4-DPSK
復調方式	同期検波瞬時検出
送信機出力	25dBm
受信機雑音指数	4dB
受信機等価雑音帯域幅	9.0 MHz
スペクトラム制限	50%ロールオフ
受信機KTBF	-10 0.3dBm
受信機切替レベル	-8 2.8 dBm(1E-5BER)
最低受信機入力 (10 ⁻³ BER)	-8 0.3 dBm (C/Nth=20dB)
標準受信機入力	-4 9.0 dBm
RF分波回路損失	4.5 dB(twin path)

以上のパラメータを使用して各無線区間の回線品質を計算した結果を表Ⅲ-5に示す。なお、各無線局の位置、パスプロファイルは付属資料9-(5)に示す。

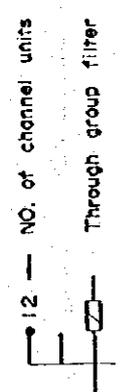


LEGEND

1. Digital system



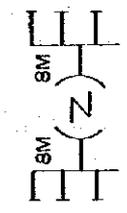
2. Analog system



GRS



BKT



WMD

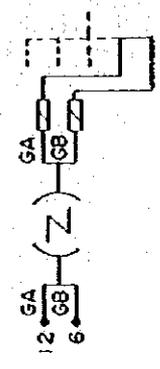


图 11-9 回 线 收 容 图

Channel No.	11 12 13 14 15 16 17 18 19	21 22 23 24 25 26 27 28 29	31 32 33 34 35 36 37 38 39	41 42 43 44 45 46 47 48 49	51 52 53 54 55 56 57 58 59	61 62 63 64 65 66 67 68 69	71 72 73 74 75 76 77 78 79	81 82 83 84 85 86 87 88 89	91 92 93 94 95 96 97 98 99
Radio Freq. (MHz)	1705.5 1713.5 1720.5 1727.5 1734.5 1741.5 1748.5 1755.5 1762.5 1769.5 1776.5 1783.5	1825.5 1832.5 1839.5 1846.5 1853.5 1860.5 1867.5 1874.5 1881.5 1888.5 1895.5 1902.5							
BARAKAT	V	I				V	I'		
BEIKA	V	II				V	I'		
HASANEISA	H					H			
KEWEINA	H					H			
FADAGOBA	V					V			
BAGIER									

BEIKA	H	3I				H	3'I		
HUDA									

BARAKAT	H	2				H	2'		
WAD MEDANI									

BARAKAT	V			5		V		5'	
MANGIL	V		5I			V		5'I	
GORASHI	H			5		H		5'	
GGHUSI									

BARAKAT	H	II				H	I'I		
HAG ABDALLA	H					H			
SENNAR									

図 10 - UHF 多重リンク周波数使用計画

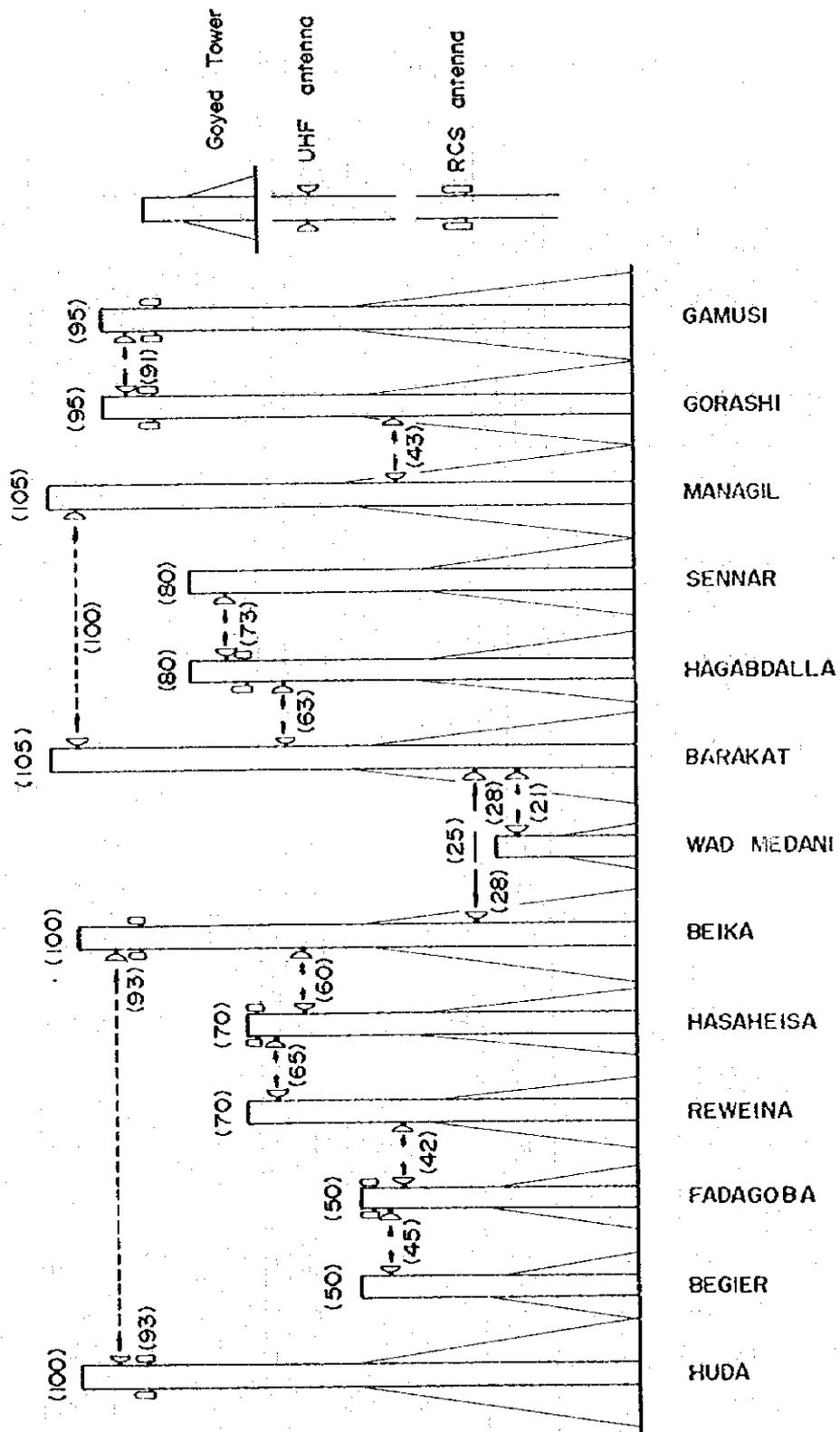


圖 III - 11 使用鉄塔高一覽

表 III - 5 UHF 多重リンク回線品質(1/4)

Path Number		1	2	3
Item	Unit	BAGIER FADGOBA	FADGOBA RENEINA	RENEINA HASAHEISA
Radio Frequency	MHz	2000.0	2000.0	2000.0
Ch Capacity	Ch	240	240	240
Rx Noise Figure	dB	4.0	4.0	4.0
Bn Filter Loss	dB	5.0	5.0	5.0
IF Bandwidth	MHz	9.00	9.00	9.00
Path Distance	km	27.80	25.60	42.10
Path Condition	-	Plain	Plain	Plain
Free Space Loss	dB	127.4	126.6	131.0
Antenna Diameter (1)	m	3.3	3.3	4.0
Antenna Diameter (2)	m	3.3	3.3	4.0
Antenna Gain (1)	dBi	32.5	32.5	34.0
Antenna Gain (2)	dBi	32.5	32.5	34.0
Tx Output Power	dBm	25.0	25.0	25.0
Feeder Loss per meter	dB/m	0.045	0.045	0.045
Feeder Length (1)	m	55.0	52.0	75.0
Feeder Length (2)	m	55.0	52.0	75.0
Feeder Loss	dB	5.0	4.7	6.8
Rx Input Level	dBm	-47.3	-46.3	-49.7
C/N in Free Space (thermal)	dB	53.0	54.0	50.6
Required Thermal C/N	dB	20.0	20.0	20.0
Fading Margin	dB	33.0	34.0	30.6
Fading Probability	-	2.51E-04	1.88E-04	1.07E-03
Reliability	-	2.53E-07	1.51E-07	1.88E-06

表 III-5 UHF 多重リンク回線品質 (2/4)

Path Number		4	5	6
Item	Unit	HASAHEISA BEIKA	BEIKA BARAKAT	BARAKAT HAGABDALLA
Radio Frequency	MHz	2000.0	2000.0	2000.0
Ch Capacity	Ch	240	240	240
Rx Noise Figure	dB	4.0	4.0	4.0
Br Filter Loss	dB	5.0	5.0	5.0
IF Bandwidth	MHz	9.00	9.00	9.00
Path Distance	km	38.20	15.60	40.00
Path Condition	-	Plain	Plain	Plain
Free Space Loss	dB	130.1	122.3	130.5
Antenna Diameter (1)	m	4.0	2.0	4.0
Antenna Diameter (2)	m	4.0	2.0	4.0
Antenna Gain (1)	dBi	34.0	28.0	34.0
Antenna Gain (2)	dBi	34.0	28.0	34.0
Tx Output Power	dBm	25.0	25.0	25.0
Feeder Loss per meter	dB/m	0.045	0.045	0.045
Feeder Length (1)	m	70.0	38.0	73.0
Feeder Length (2)	m	70.0	38.0	73.0
Feeder Loss	dB	6.3	3.4	6.6
Rx Input Level	dBm	-48.4	-49.8	-49.1
C/N in Free Space (thermal)	dB	51.9	50.5	51.2
Required Thermal C/N	dB	20.0	20.0	20.0
Fading Margin	dB	31.9	30.5	31.2
Fading Probability	-	7.65E-04	3.33E-05	8.99E-04
Reliability	-	9.95E-07	5.90E-08	1.36E-06

表 Ⅲ-5 UHF 多重リンク回線品質 (3/4)

Path Number		7	8	9
Item	Unit	HAGABDALLA SENNAR	GAMUSI GORASHI	GORASHI MANAGIL
Radio Frequency	MHz	2000.0	2000.0	2000.0
Ch Capacity	Ch	240	240	240
Rx Noise Figure	dB	4.0	4.0	4.0
Bn Filter Loss	dB	5.0	5.0	5.0
IF Bandwidth	MHz	9.00	9.00	9.00
Path Distance	km	46.20	55.20	26.30
Path Condition	-	Plain	Plain	Plain
Free Space Loss	dB	131.8	133.3	126.9
Antenna Diameter (1)	m	4.0	4.0	3.3
Antenna Diameter (2)	m	4.0	4.0	3.3
Antenna Gain (1)	dBi	34.0	34.0	32.5
Antenna Gain (2)	dBi	34.0	34.0	32.5
Tx Output Power	dBm	25.0	25.0	25.0
Feeder Loss per meter	dB/m	0.045	0.045	0.045
Feeder Length (1)	m	83.0	101.0	53.0
Feeder Length (2)	m	83.0	101.0	53.0
Feeder Loss	dB	7.5	9.1	4.8
Rx Input Level	dBm	-51.2	-54.4	-46.6
C/N in Free Space (thermal)	dB	49.0	45.9	53.6
Required Thermal C/N	dB	20.0	20.0	20.0
Fading Margin	dB	29.0	25.9	33.6
Fading Probability	-	1.49E-03	2.77E-03	2.07E-04
Reliability	-	3.71E-06	1.43E-05	1.79E-07

表 III-5 UHF 多重リンク回線品質 (4/4)

Path Number		10	11	12
Item	Unit	MANAGIL BARAKAT	HUDA BEIKA	MADNEDANI BARAKAT
Radio Frequency	MHz	2000.0	2000.0	2000.0
Ch Capacity	Ch	240	240	240
Rx Noise Figure	dB	4.0	4.0	4.0
Er Filter Loss	dB	5.0	5.0	5.0
IF Bandwidth	MHz	9.00	9.00	9.00
Path Distance	km	59.70	56.20	9.10
Path Condition	-	Plain	Plain	Plain
Free Space Loss	dB	134.0	133.5	117.7
Antenna Diameter (1)	m	4.0	4.0	2.0
Antenna Diameter (2)	m	4.0	4.0	2.0
Antenna Gain (1)	dBi	34.0	34.0	28.0
Antenna Gain (2)	dBi	34.0	34.0	28.0
Tx Output Power	dBm	25.0	25.0	25.0
Feeder Loss per meter	dB/m	0.045	0.045	0.045
Feeder Length (1)	m	110.0	103.0	31.0
Feeder Length (2)	m	110.0	103.0	31.0
Feeder Loss	dB	9.9	9.3	2.8
Rx Input Level	dBm	-55.9	-54.7	-44.4
C/N in Free Space (thermal)	dB	44.4	45.5	55.8
Required Thermal C/N	dB	20.0	20.0	20.0
Fading Margin	dB	24.4	25.5	35.8
Fading Probability	-	3.65E-03	2.95E-03	5.05E-06
Reliability	-	2.66E-05	1.65E-05	2.63E-09

4-4 無線局用電源方式

適用電源方式は、商用電源が利用可能な局所（以下商用電源局と呼ぶ）と、商用電源の利用が不可能で自立電源方式によらざるをえない局所（以下自立電源局と呼ぶ）に分け、それぞれ次のとおりとする。

(1) 商用電源局

商用電源局の電源方式には蓄電池の使用方法によって、交互充放電方式、部分浮動方式および全浮動方式の3種類がある。このうち全浮動方式は

- a) 蓄電池容量を非常に小さく出来る
- b) 蓄電池寿命を長くすることが出来る
- c) 保守が容易
- d) 電力変換効率が良く経済的である

などの多くの利点があるため、商用電源局の標準電源方式として広く採用されている。

このため本計画でも商用電源局の電源方式は、全浮動方式とすることとした。また商用電源停電時の予備電源として、ディーゼル機関発電機を設備することとした。

(2) 自立電源局

自立電源方式には、次のような各種の方式がある。

1) 内燃機関方式

2～3台の内燃機関（主としてディーゼル機関）を一定周期ごとに切替えて発電する方式である。本方式は技術的に安定しており、信頼度が高い。通信負荷への電力供給方式として交互充放電方式を採用すれば、蓄電池容量が大きくなり、制御回路も多少複雑となるが、内燃機関の稼働率を低くでき、負荷電力が約1000W以下の場合、経済的にも有利である。本プロジェクトでは、無線局の負荷電力の他、現地における燃料事情も勘案して、RCS基地局、UHF無線局については、交互充電方式を適用した。

2) 太陽電池方式

光エネルギーを直接電力に変換する発電方式である。太陽電池は、近年急速にその価格が低下しており、保守の簡易化、保守経費の低減および燃料不要等の効果を併せて考慮した場合、負荷電力が300W以内の局所に対する電源方式としては極めて有効と判断される。本プロジェクトでは、RCS方式の子局はほとんど全局が自立電源局で、負荷電力も数Wと極めて少ないので、全面的に太陽電池方式を採用することとする。

付属資料9-(6)に本方式を適用する場合の具体例を示す。

3) 風力発電方式

風エネルギーにより、プロペラ形風車またはダリウス形風車を回し発電する方式である。しかしながら、本地域のうち風力発電方式に適する安定した風エネルギーを得られる地域は極めて限定されるため、本方式の導入は困難と判断される。

4) 熱電気発電方式

固体、液体または気体燃料による燃焼熱をセーベック効果の利用により発電する方式である。負荷容量 300W 以上の場合は、本方式に比し、内燃機関発電方式が経済的であり、かつ広く実用化されている。

本計画では、これら各方式について比較検討した結果、自立電源局の電源方式は内燃機関発電方式または太陽電池方式によることとした。表Ⅲ-6 に各局別電源方式の一覧を示す。

(2) 設備設計諸元

設備の主要設計諸元は、次のとおりである。

1) 高川電源局

- 直流電源供給方式 : 電池全浮動方式
- 予備電源方式 : ディーゼル機関発電機
- 電池保持時間 : 8 時間

2) 自立電源局

a) RCS 基地局・UHF 無線局

- 発電方式 : ディーゼル機関によるデュアル・プライム・ムーバー方式
- 直流電源供給方式 : 電池全浮動方式
- 電池保持時間 : 8 時間
- 移動電源車 : 4 台

(Barakat, Bagier, Hasaheisa, Gorashi の 4 局に配備)

b) 全 RCS 方式子局

- 発電方式 : 太陽電池方式

表 III-6 サイト別適用電源方式

Telephone Exchange/ Base Station	AC Mains Power	Type of Power Plant Applied
Bagier	Available	1 EG + 1 REC + 1 BATT
Fadagoba	Unavailable	2 EG + 2 REC + 2 BATT
Reweina	Ditto	Ditto
Hasaheisa	Available	1 EG + 1 REC + 1 BATT
Huda	Unavailable	2 EG + 2 REC + 2 BATT
Beika	Available	1 EG + 1 REC + 1 BATT
Barakat	Ditto	Ditto
Hag Abdalla	Unavailable	2 EG + 2 REC + 2 BATT
Managil	Available	1 EG + 1 REC + 1 BATT
Gorashi	Ditto	Ditto
Ganushi	Unavailable	2 EG + 2 REC + 2 BATT
Sennar	Available	1 EG + 1 REC + 1 BATT
Wad Medani	Ditto	Ditto
(RCS terminals)	Unavailable	Solar Battery

Note.

EG : Engine Generator

REC : Rectifier

BATT: Storage Battery

- 直流電源供給方式 : 電池部分浮動方式
- 電池保持時間 : 10日間

付属資料 8 にゲジラ地域全域の電力事情を示す。

4-5 局外施設

(1) 工事対象地域

本工事において架空線路により配線を行う地域を以下に示す。

- 1) Gorashi 地区
- 2) Meringan Ginning Factory (製綿工場) 地区
- 3) Hasaheisa Ginning Factory 地区
- 4) Bagier Ginning Factory 地区
- 5) 既設 Wad Medani 電話局, MOI Wad Medani 事務所間

なお, Barakat 地区に既存の約250加入 (SGB 本部, および関連する各施設。現在既設 NC230 にて収容) については, 既設交換機設置時に布設された一次ケーブルが新しく (1981年建設), 特に新規の加入者開設も予定されていないため, 本プロジェクトにおいて Barakat 親交換機切替え時に, 引込みケーブルの切替えを行う。その際, 新設交換機への引上げケーブル用として, 既設交換機基礎台際にある局前マンホールから, 新設交換機基礎台まで, ϕ 100mm 厚肉硬質ビニール管 (PVC) 2 条を布設して, ケーブル切替を行う。

(2) 基本設計条件

- 線路構成 : 鋼管柱による架空線路とし, 最大スパンを5.0 m 以下とする。
- ケーブル : 市内用 PE 絶縁, PE 被覆
自己支持型 (Self-Supporting) とする。
- 心線径, 対数 : 心線径 対数
- | | |
|--------|---------------------|
| 0.4 mm | 10, 20, 30, 50, 100 |
| 0.6 mm | 30 |
- 電柱 : 柱長 8.0 m , 9.0 m
- 未口 8.0 cm

テーパー 1/75

設計強度 200kg

ケーブルの必要最小地上高 : 5.0 m

* 製綿工場構内はスーダン国鉄、およびゲジラ軽便鉄道 (Gezira Light Railway : GIR) の軌道が縦横に走っている。いずれもディーゼル気動車のため架線はない。また軌道は多少盛土されており、軌道面は地上 50 cm 程度の高さとなる。ケーブルの最低地上高さを、軌道面上、一般地面上ともに 5.0 m とするため、軌道越しを含む区間は、柱長を 9.0 m とし、その他平坦な区間は 8.0 m を使用する。

(3) 主要工程の集計

各地区における架空線路工事の工程を以下に示す。工程の詳細は図Ⅲ-12~16を参照のこと。

1) Gorashi 地区 (図Ⅲ-12参照)

ケーブル種別	工程 (m)
0.4 mm - 10P	3300
0.4 mm - 20P	250
0.4 mm - 30P	400
0.4 mm - 50P	300
0.4 mm - 100P	1200
2SD	550
6SD	100

2) Meringan Ginning Factory (GF) 地区 (図Ⅲ-13参照)

ケーブル種別	工程
0.4 mm - 10P	1350
0.4 mm - 20P	1100
0.4 mm - 30P	600
0.4 mm - 50P	400
0.4 mm - 100P	2200

2SD	950
6SD	650

3) Bagier Ginning Factory (GF) 地区 (図Ⅲ-14 参照)

ケーブル種別	工程 (m)
0.4 mm - 10P	1000
0.4 mm - 20P	250
0.4 mm - 30P	50
0.4 mm - 50P	10
2SD	600
6SD	400

4) Hasaheisa Ginning Factory (GF) 地区 (図Ⅲ-15 参照)

ケーブル種別	工程 (m)
0.4 mm - 10P	2950
0.4 mm - 20P	850
0.4 mm - 30P	1100
0.4 mm - 50P	450
0.4 mm - 100P	50
2SD	1200
6SD	1350

5) Wad Medani 電話局 ~ MOI Wad Medani 事務所間 (図Ⅲ-16 参照)

本工事は、Wad Medani 市北側に位置する MOI 事務所 (Divisional Headquarters, Deputy Director's Office) を当該プロジェクト域内に含めることを目的とする。MOI 事務所における所要回線数は20回線となっている。

現在 Barakat 交換局と Wad Medani 交換局との間に既存の直埋ケーブル (0.6 mm 100P) の空心線を利用し、Wad Medani 局内の既設 MDF にてジャンパー接続し、MOI 事務所へ接続する。新設ケーブルの端末は、Wad Medani 局側では既設 MDF ターミナルに成端し、MOI 事務所側では壁面取付の屋内端子盤を設置し、そこに成端する。

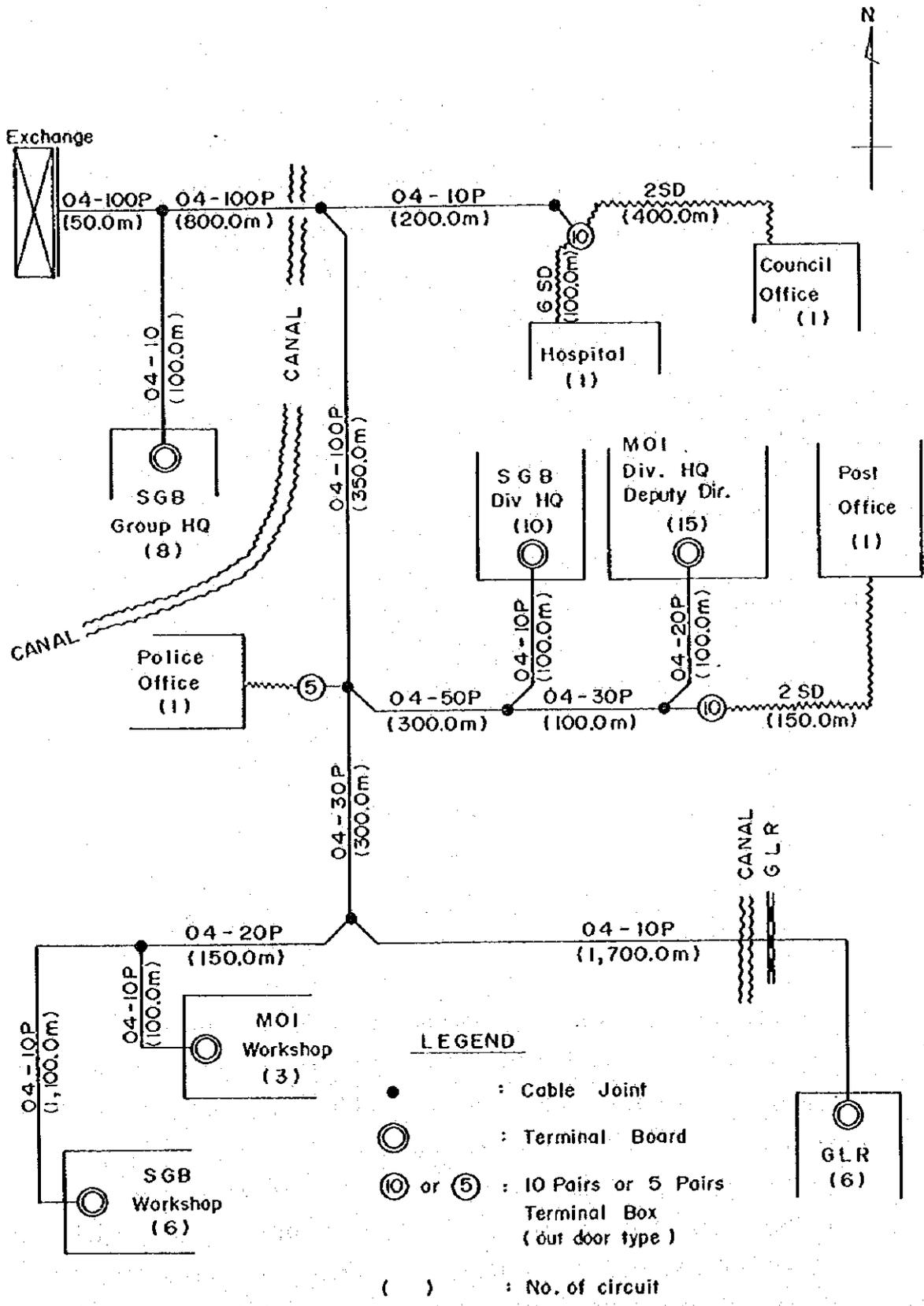


図 Ⅲ-12 GORASHI 地区ケーブル図

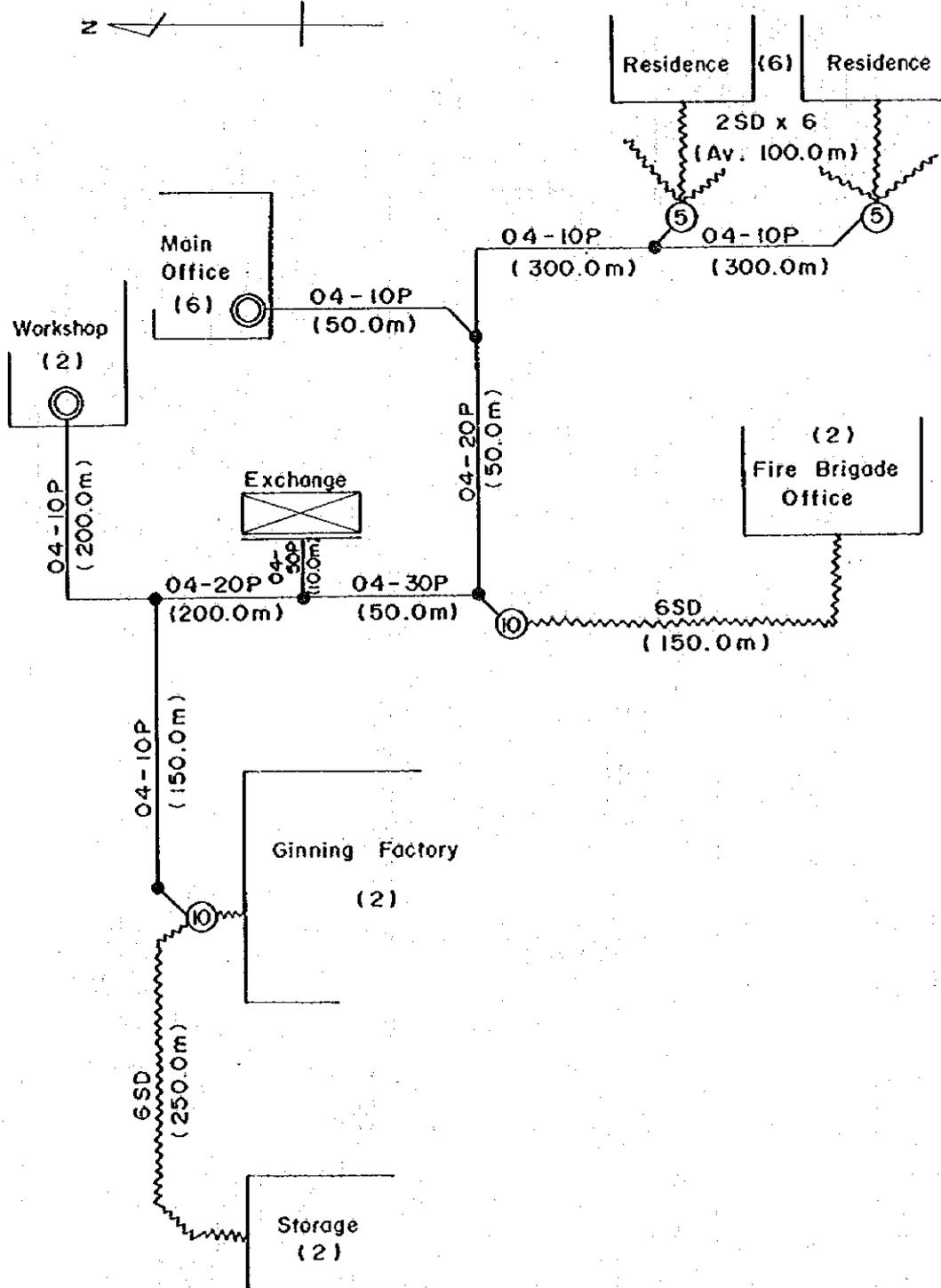


図 11-14 BAGIER G.F 地区ケーブル図

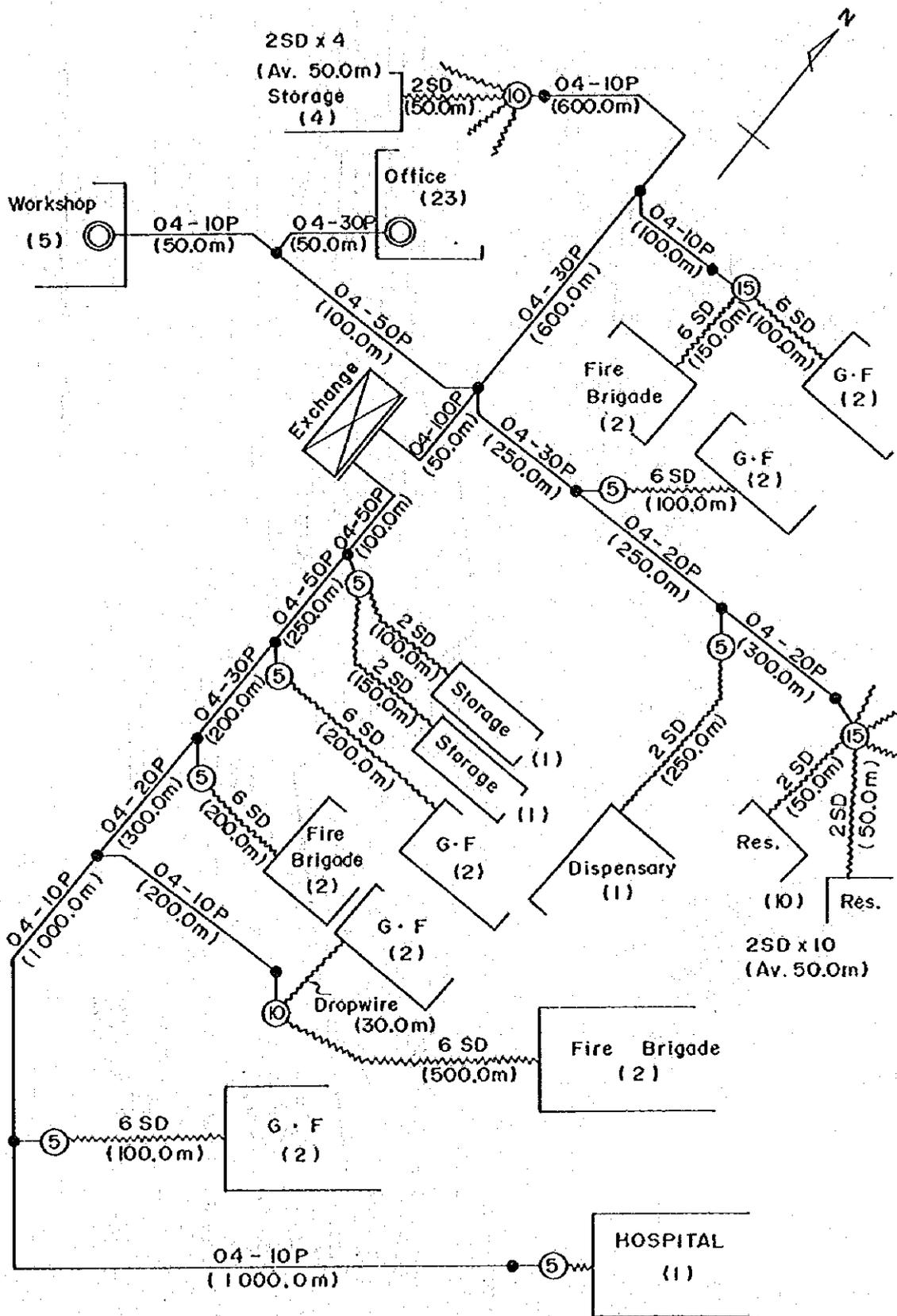


図 III-15. HASAHEISA GF 地区ケーブル図

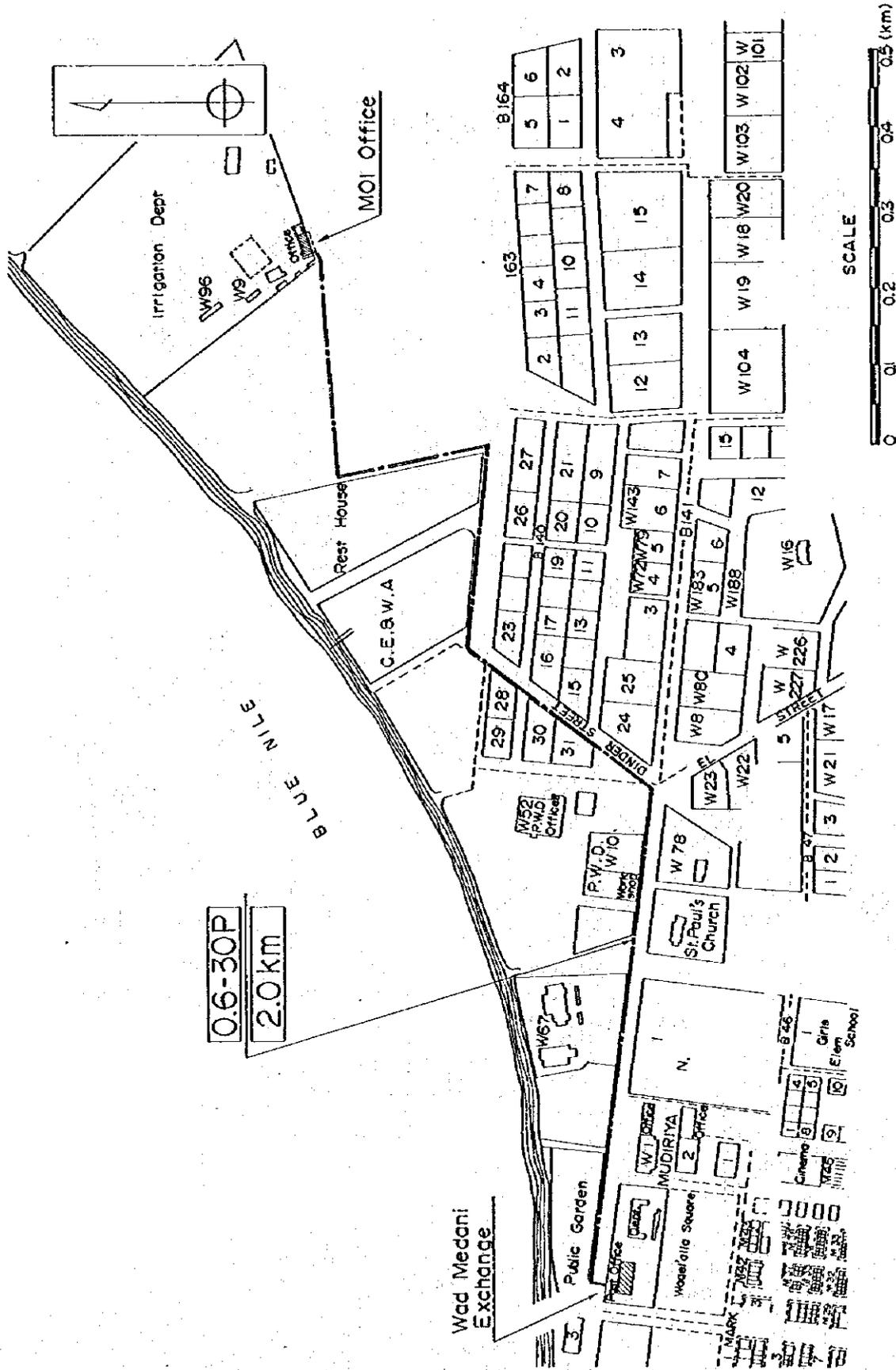


図 11-16 Wad Medani 局 ~ MOI 事務所間ケーブルルート図

ケーブル種別	工程
0.6 mm-30P	2.0 km

4-6 鉄 塔

一般に通信用鉄塔は自立鉄塔と支線式鉄塔の2種類がある。自立鉄塔は、支線式鉄塔に比べコストは高いが、敷地面積が狭くてよいので、山中無線中継所や家屋の密集地のように広い敷地が得られない場合に有利である。本プロジェクトにおいては各サイトが平坦地でありかつ敷地の制限を受けないのでコストが低い支線式鉄塔を採用することとした。局別の鉄塔高を図Ⅲ-11に示す。

(1) 支線式鉄塔の既略設計

1) 鉄塔形式	支線式鉄塔
2) 風速	120km/H
3) 地耐圧	20t/m ²
4) 空中線形式	2mφ～4mφパラボラアンテナ 1個～3個 RCS用アンテナ0個～1個
5) その他附属品	梯子, プラットホーム(20mごと), ケーブルラック, 航空障害灯, 昼間航空標識塗装, 防蝕メッキ, ミルシート標示, 接地工事
6) 基礎工事	支柱基礎工事, 支線アンカー工事

(2) RCS 端末局用支柱

RCSの端末局用支柱は400MHz帯の電波を用いるためアンテナを取付ける支柱はあまり高くなくてよい。また、RCSの端末局敷が多いので工事期間の短縮化をはかるため、支柱の標準化をはかることとする。

支柱の種類は地上の障害物と電波伝搬上の特性を考慮して地上高10mと20mの2種類とする。支柱形式はパンザマスト型およびポール型とする。支柱に対するコンクリート根巻工は、著しい不等沈下のある場所以外は考慮しない。

4-7 局 舎

4-7-1 局舎の基本的設計条件

一般に電話局などの電気通信施設は「電気通信の安全と円滑なサービスを維持するための

建築である。」から、諸災害に強い施設とすることが設計条件として重要である。本プロジェクトにおいて導入される通信機器類は精度も高く、デリケートな室内環境を必要とする。

すなわち、通信機器の障害防止のため防塵、温湿度管理に重点をおいた設備と管理が必要とされる。具体的な基本事項は下記の通りである。

- 1) 建物の構造は堅牢であること。
- 2) 不燃化をはかること。
- 3) 機械室廻りの建具は鋼製とすること。
- 4) 機械室と事務室、サービスヤード等とは充分隔離された方式とする。たとえば、機械室内での宿直、炊事、休憩は装置の性能維持上きわめて望ましくない。
- 5) 自動交換機室、伝送無線室は空気調整を行うこと。一方、本プロジェクトで導入される各種機器の大きさは、それ程大きくなく、さらに、工事予定期間は22ヶ月あるとはいえ、各種機器の設置工事や試験期間を考慮すると短いので、工期の短縮を計る意味から、ほとんどの局舎を原則としてシェルター型 / コンテナ型を採用することにした。

例外としてあげれば Barakat に設置する中央保守センターや Hasaheisa, Bagier と Gorashi に設置する保守センターは日本よりソリッドタイプの建物を持ち込み現地で組立てる方式を考慮した。

4-7-2 局舎の室別設計条件

1) 交換機室

- a) 交換機室は、自動交換機本体、配線盤 (MDF)、整流器、電池および測定器用コンセントと照明設備を装備した VAN タイプ / コンテナ型とする。
- b) 通信ケーブルや電力ケーブルの引込みを考慮する。
- c) 塵埃の侵入を防ぐために前室を設ける。
- d) 室内は空気調整を行う。
- e) 扉は鋼製とし、錠を設け、構造はエア・タイト (Air-tight) とする。
- f) コンテナ本体が直射日光にさらされることのない様に遮蔽物を設ける。
- g) 基礎工事は別に定めるシェルターおよびコンテナの基礎工事の条件による。

2) 伝送無線機室

- a) 伝送無線機室は、伝送機器、コンセントレーター、無線機器および測定器用コンセントと照明設備を装備したシェルター型とする。
- b) 無線のフィーダーケーブル、交換機と結ぶタイケーブルおよび電力ケーブルの引込みを考慮する。
- c) 室内は空気調整を行う。
- d) 扉は鋼製とし、錠を設け、構造はエア・タイトとする。
- e) シェルター本体が直射日光にさらされることのない様に遮蔽物を設ける。
- f) 基礎工事は別に定めるシェルターおよびコンテナの基礎工事の条件による。

4-7-3 電力室

- a) 給電システムにより異なるが、原則として受電盤、制御盤、整流機、電池、および必要に応じてディーゼルエンジン発電機とデイトンク等を装備するものとする。
- b) 電池と他の機器とは別棟とすることが望ましいが、やむを得ず同一棟内に装備する場合は電池は他の機器と遮蔽する。
- c) ディーゼルエンジン発電機および電池室はそれぞれ強制換気装置を設置する。
- d) 出入口は機器搬入を考慮する。
- e) 床は耐酸耐油ビニールタイルが望ましい。
- f) 照明設備およびコンセントを考慮する。
- g) 不燃性ガス消火器を設置する。
- h) 基礎工事は別に定めるシェルターおよびコンテナの基礎工事の条件による。
- i) 電力室はその大きさに応じてシェルター型およびソリッドタイプの建物とする。

4-7-4 シェルターおよびコンテナの基礎工事

- a) 基礎は鉄筋コンクリート製とする。
- b) 基礎はシェルターおよびコンテナを十分に支持出来るものとする。
- c) コンクリート強度は28日強度で180kg/cm²以上とする。
- d) シェルターおよびコンテナの床レベルをその地域の設水の恐れのあるレベル以上に設定する。
- e) 基礎工事には接地工事も考慮する。
- f) 電力室にディーゼルエンジン発電機を設置する場合はその基礎工事は特に注意すること。

4-7-5 ソリッドタイプ家屋

(1) Barakat中央保守センター（図Ⅲ-17参照）

- 1) 構造はH型鋼を主体とした構造部材とガラス繊維強化セメント等を主要素とする外壁材を使用した建物とする。
- 2) 組立が容易であること。
- 3) 床面積は全体で200㎡以下とする。
- 4) 各室の機能、室の大きさおよび附帯設備は表Ⅲ-7に示す。

(2) 保守センター（図Ⅲ-18参照）

- 1) Hasaheisa, Bagier および Gorashi に置く保守センターの構造は軽量型鋼を主体とした構造部材とケイ酸カルシウム板およびフレキシブルボード等を主要素とする外壁材を使用した建物とする。
- 2) 組立が容易であること。
- 3) 床面積は全体で40㎡以下とする。
- 4) 各室の機能、室の大きさおよび附帯設備は表Ⅲ-8に示す。

(3) ディーゼルエンジン室（図Ⅲ-19参照）

- 1) 構造は保守センターと同様とする。
- 2) 組立が容易であること。
- 3) 床面積は全体で30㎡以下とする。
- 4) 室の基礎の他、ディーゼルエンジンを支えるための特殊基礎を含む。
- 5) 換気のための強制換気装置を設置する。
- 6) 室の大きさおよび附帯設備は表Ⅲ-9に示す。

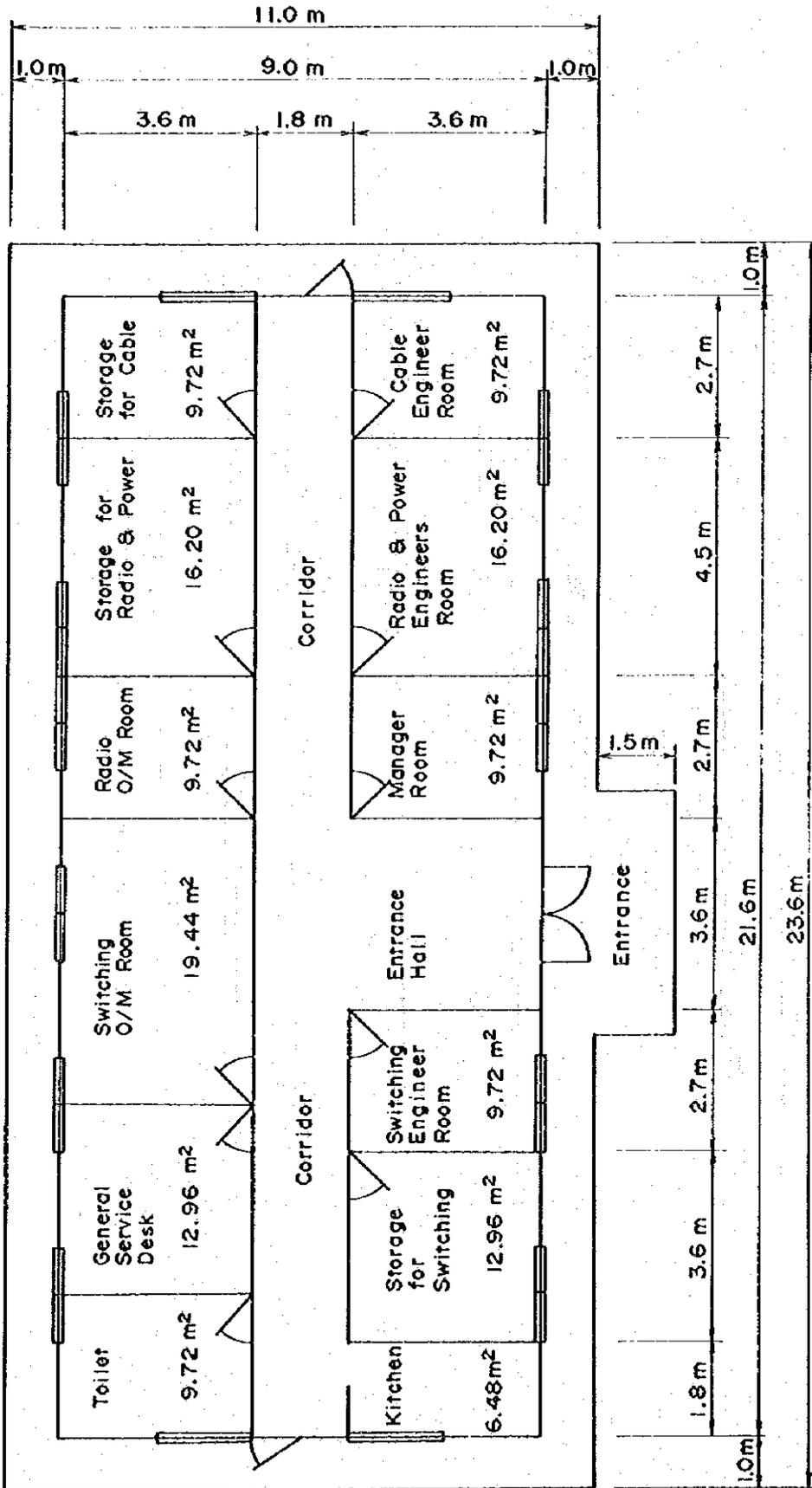
4-7-6 機器・サイト配置図

(1) 機器配置図

代表的機器の配置図を図Ⅲ-20から図Ⅲ-22に示す。

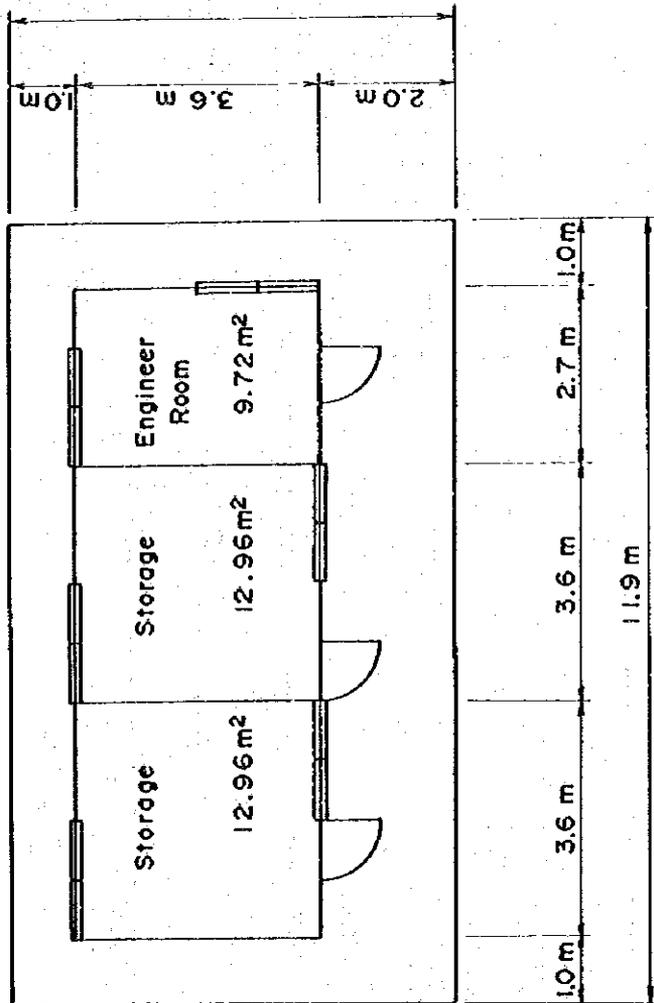
(2) サイト配置図

代表的サイト配置図を図Ⅲ-23から図Ⅲ-25に示す。



Total Floor space ----- 194.40 m² Foundation area ----- 266.5 m²

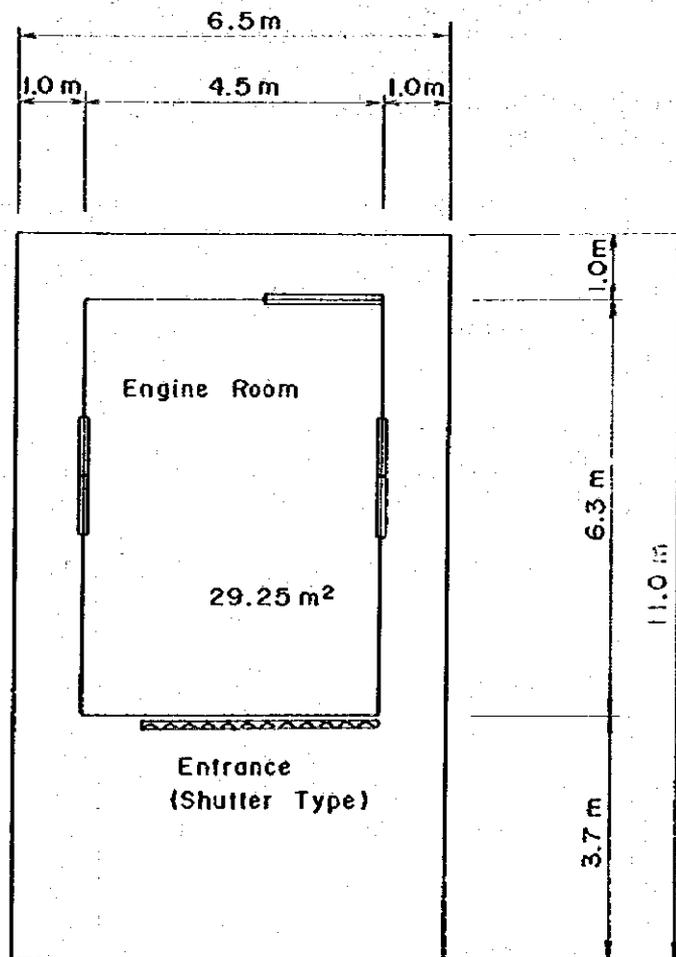
図 III-17 BARAKAT 中央保守センター



Total Floor space ----- 35.64 m²

Foundation area ----- 78.54 m²

図Ⅱ-18 保守センター



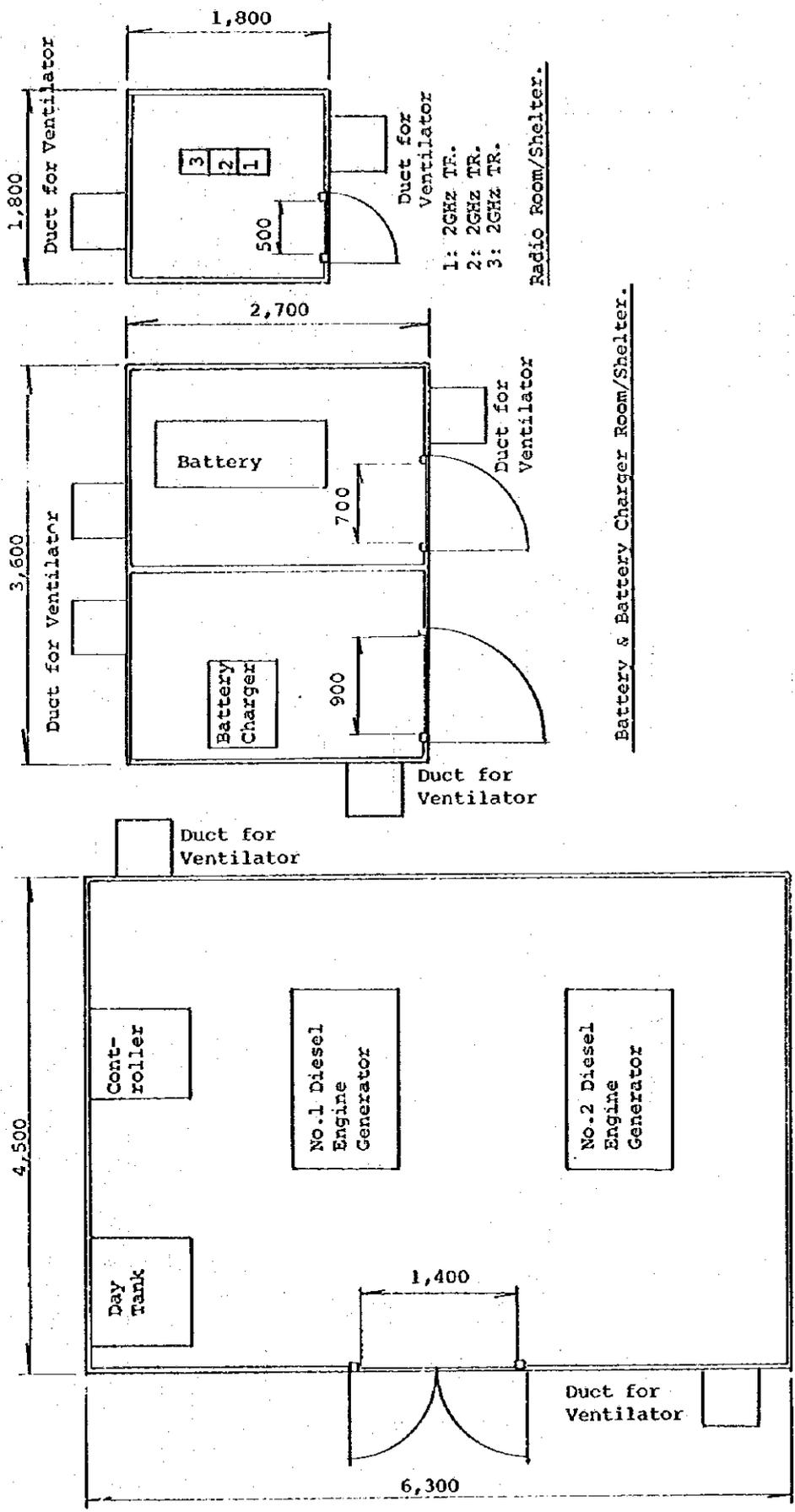
Engine Room space ----- 29.25 m²
 Foundation area ----- 71.50 m²

図 19 エンジン室

表Ⅲ-7 BARAKAT 中央保守センター

Group	Function and Floor space	Condition
Switching Group	1. O/M Room. (Operation & Maintenance) 20 m ²	1. Air Condition 2. Light & Wall outlet
	2. General Service Desk Room 12 m ²	1. Air Condition 2. Light & Wall outlet
	3. Engineers Room 10 m ²	1. Electric Fan /Ceiling Type 2. Light & Wall outlet
	4. Storage 12 m ²	1. Electric Fan /Ceiling Type 2. Light & Wall outlet
Radio and Power Group	1. O/M Room 10 m ²	1. Air Condition 2. Light & Wall outlet
	2. Engineers Room 16 m ²	1. Electric Fan /Ceiling Type 2. Light & Wall outlet
	3. Storage 16 m ²	1. Electric Fan /Ceiling Type 2. Light & Wall outlet
Outside Plant Group	1. Engineers Room 10 m ²	1. Electric Fan /Ceiling Type 2. Light & Wall outlet
	2. Storage 10 m ²	1. Electric Fan /Ceiling Type 2. Light & Wall outlet
Others	1. Manager Room 10 m ²	1. Electric Fan /Ceiling Type 2. Light & Wall outlet
	2. Toilet 10 m ²	1. Light & Wall outlet 2. Water facilities 3. Sewage facilities 4. Sanitary facilities

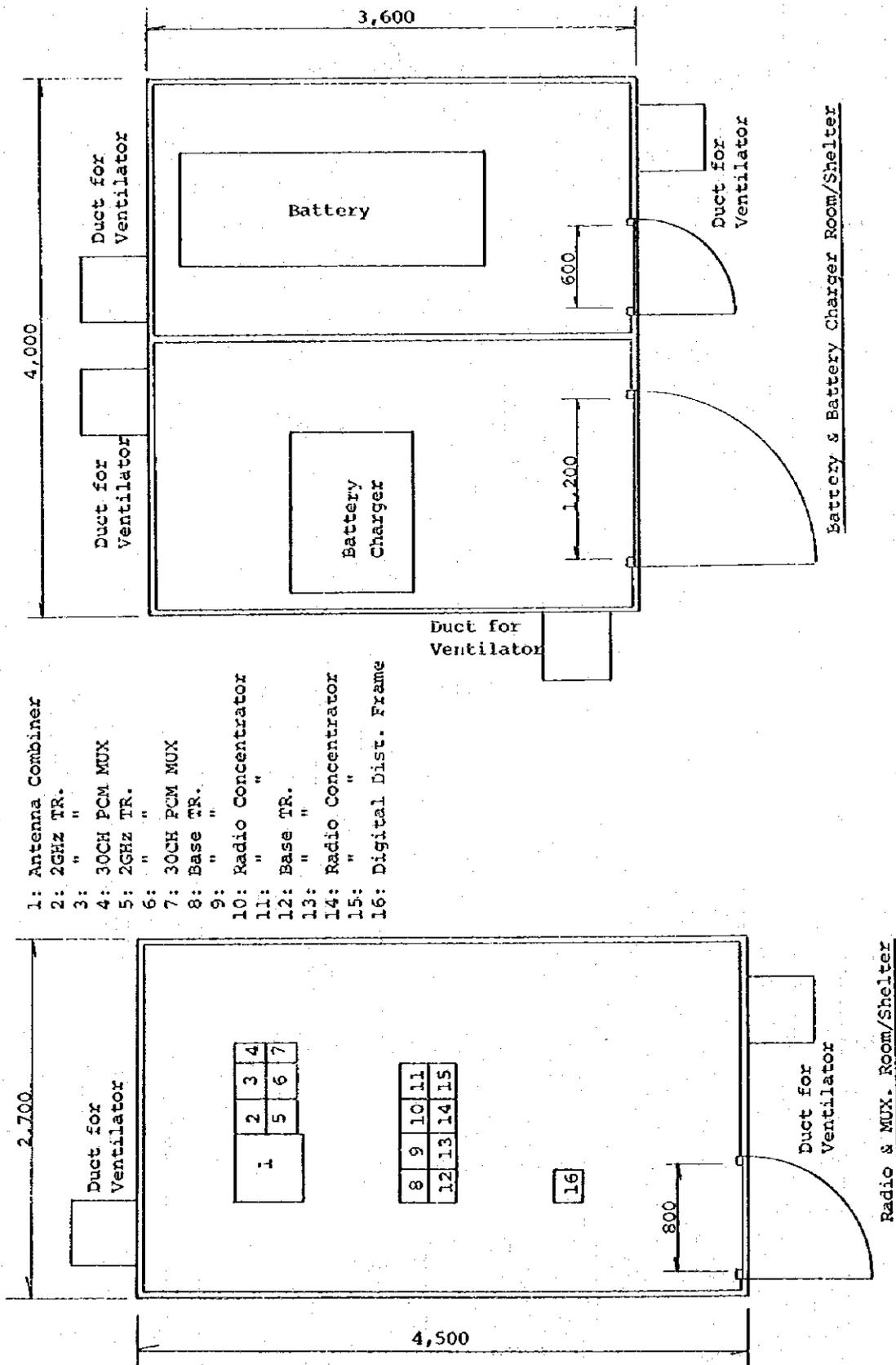
Group	Function and Floor space	Condition
Others	3. Kitchen 6 m²	1. Light & Wall outlet 2. Water facilities 3. Sewage facilities 4. Cooking facilities
	4. Entrance Hall 12 m²	1. Light & Wall outlet
	5. Corridor 40 m²	1. Light & Wall outlet
	* See attached Reference Drawing.	



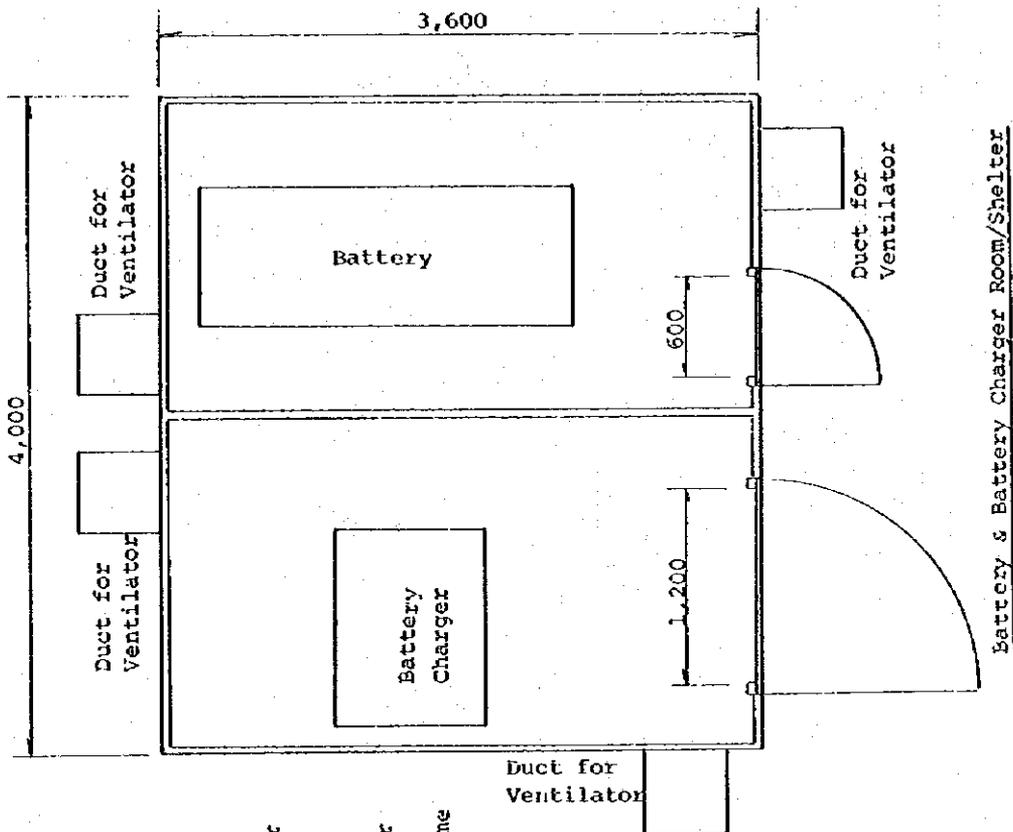
Diesel Engine Generator Room/Prefab House.

Typical Layout of the Equipment S-1/50^{mm}
(REWEINA)

图 II-20 代表的機器配置圖 (Reweinu)



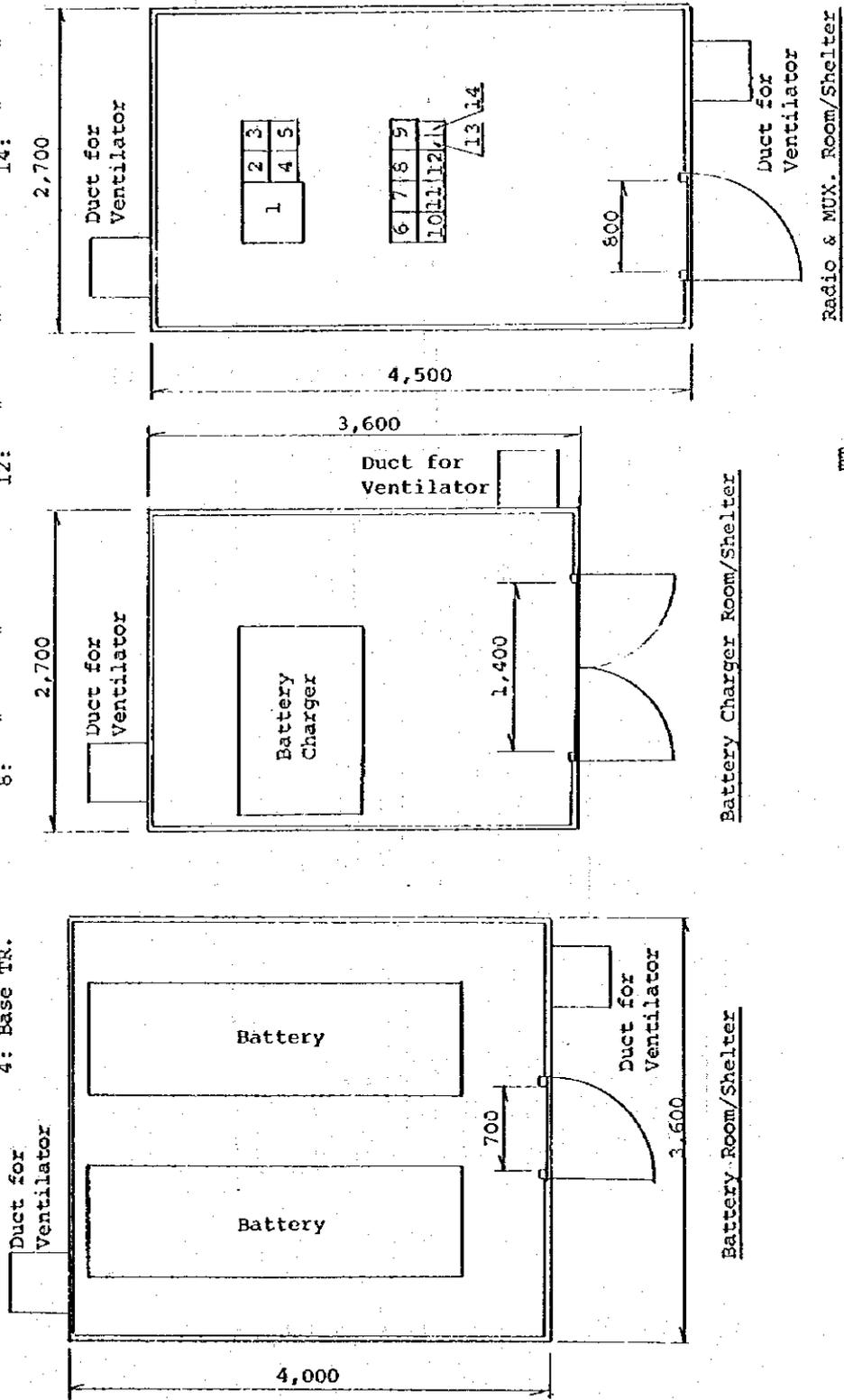
- 1: Antenna Combiner
- 2: 2GHZ TR.
- 3: " "
- 4: 30CH PCM MUX
- 5: 2GHZ TR.
- 6: " "
- 7: 30CH PCM MUX
- 8: Base TR.
- 9: " "
- 10: Radio Concentrator
- 11: " "
- 12: Base TR.
- 13: " "
- 14: Radio Concentrator
- 15: " "
- 16: Digital Dist. Frame



Typical Layout of the Equipment s=1/40^{mm}
(BEIKA)

图 II-21 代表的機器配置圖 (Beika)

- 1: Antenna Combiner
- 2: 2GHz TR.
- 3: " "
- 4: Base TR.
- 5: Base TR.
- 6: " "
- 7: Radio Concentrator
- 8: " "
- 9: Digital Dist. Frame
- 10: Base TR.
- 11: Radio Concentrator
- 12: " "
- 13: 30CH PCM MUX
- 14: " "



Typical Layout of the Equipment s=1/50^{mm}
(HUDA)

图 II-22 代表的機器配置圖 (Huda)

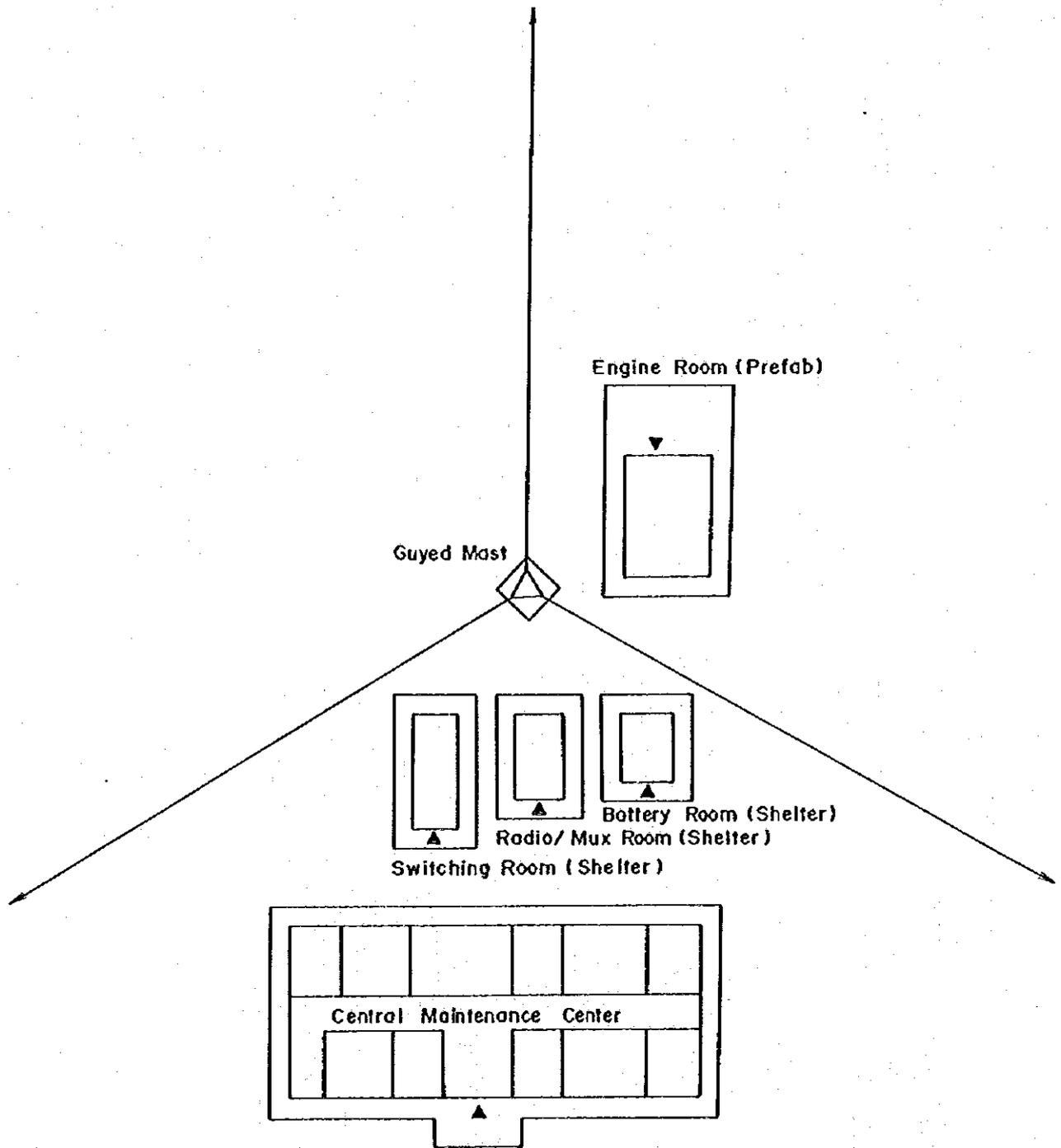


図 III-23. 代表的サイト配置図 (Barakat)

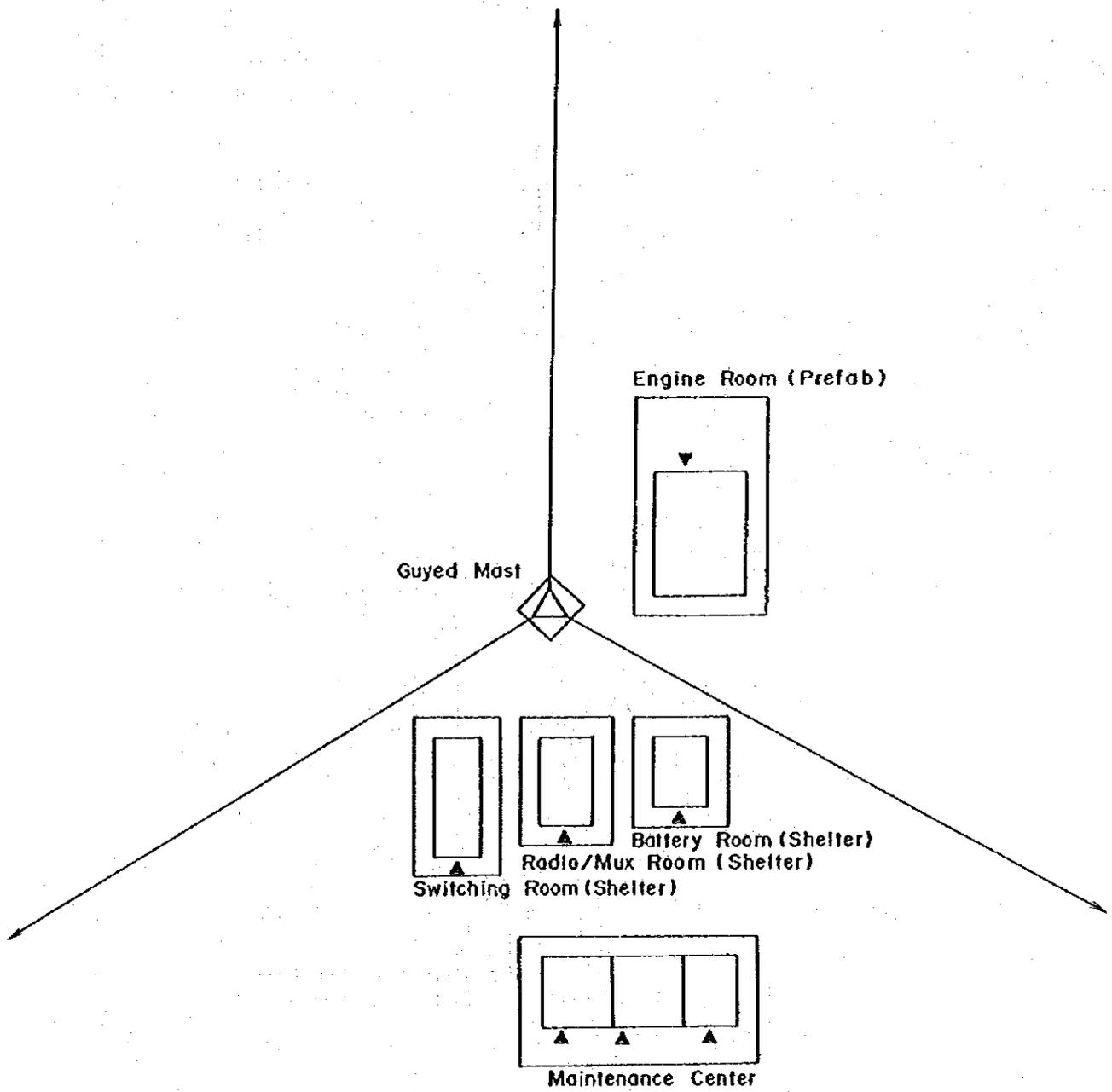


図 III-24 代表的サイト配置図 (Hasahelsa)

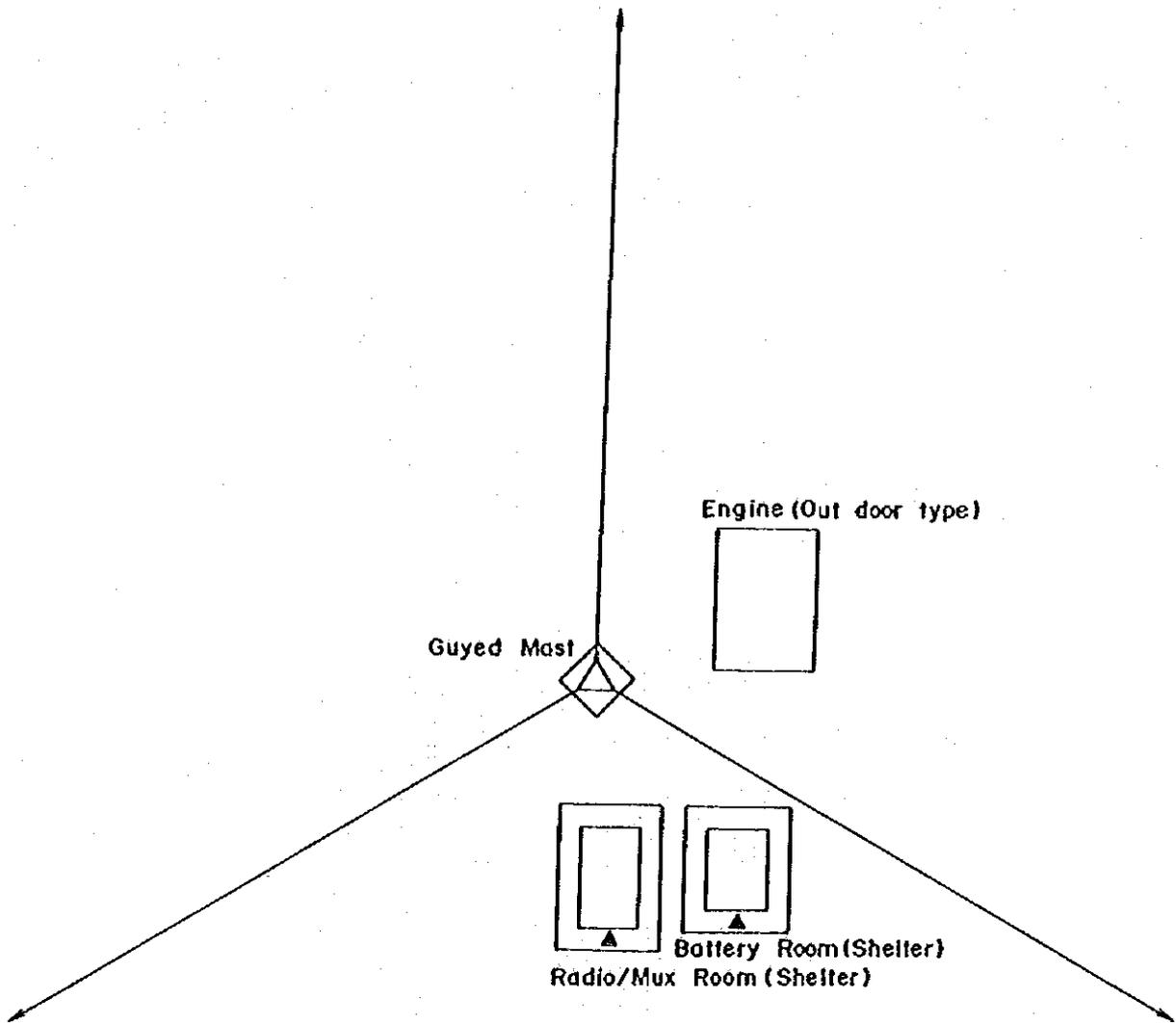


図 25. 代表的サイト配置図 (Belka)

4-8 業務用移動通信方式

現在日本で開発されている主な自動車用移動電話方式は次のとおりである。

- 1) マルチ・チャンネルアクセス (MCA) 自動車電話方式
- 2) パーソナル無線電話 (これは、特に自動車電話用ではないが、移動用として使える)
- 3) 一般公衆用自動車電話

上記 1) の MCA 方式は特定の団体に加入している数1000の利用者が、10数個の無線チャンネルを共同で使用するもので、通話時分が一回一分に限定されている。加入者数の相異、通話制限等の点からゲジラ通信網用には適していない。

2) のパーソナル無線電話は、いわゆる CB(Citizen Band) 電話とも呼ばれる一種の簡易移動電話で、主として自動車間の通信に用いられ、電波の到達距離も数 km 以内と短く、これも本プロジェクト用には適当でない。

最後に3) の一般公衆用自動車電話方式であるが、これは自動車電話方式の頂点を行く技術的にも最高度な方式で、ゲジラ再開発計画の中で用いられる業務用移動電話方式としては高級すぎる。

そこで、本プロジェクトに最もふさわしい自動車電話方式として、以下に述べる主内容の方式を勧告する。

- 1) ゲジラ地域全域の自動車電話加入者数は約150とする。
- 2) 自動車電話加入者を RCS 網内の一加入者として位置付け、完全に網内に取込む。
- 3) 移動用端末無線機は、基本的には固定端末用無線機と同一機種を用い、函体、アンテナ、電話機等は移動用のものを用いる。
- 4) 自動車無線方式の基地局は固定用 RCS 網と全く同じ数の基地局を使用する。移動側加入者が、ある基地局から他の基地局のカバー範囲に移動した場合、通話中切替え(ハンドオフ)は行わない。新エリア中から再びダイヤルすることにする。
- 5) 基地局用無線機は各局共 1 ないし 2 無線チャンネルを増設し、送信出力を増加する。
- 6) ゲジラ地域内では全ての加入者との通話が可能な方式とする。

本業務用移動電話方式は前述のごとく、RCS網を共用した一種の簡易自動車電話方式なので、一般公衆用電話方式に比較すると、以下に示すようないくつかの使用上の制限がある。

- 1) サービス・エリアが、端末固定局の場合より狭くなる。
- 2) サービス・エリア周辺を走行している自動車は、走行を停止して通話をしなければならない。
- 3) 自動車相互間の通信は出来ない。
- 4) 固定加入者から自動車の呼出しは、グループ呼出しを原則とし、特定の車のみ個別呼出しを行う。

業務用移動通信方式の基本設計は、付属資料9-(8)に示す。

5. プロジェクト費用

プロジェクト費用は、総額5,488,169千円と算定した。その概略内訳は下記に示すとおりである。

項 目	建設工事費(千円)
1. 資 機 材 費	3,543,293
2. 建 設 費	1,438,820
3. 予 備 費	153,210
4. コンサルタント料	352,846
5. 合 計	5,488,169

IV 事業実施体制

Ⅳ 事業実施体制

1. 実施運営組織

ゲジラ再開発計画全体は、SGB、MOI、MOA、STPC等の政府機関から構成される、ゲジラ再開発推進本部（表Ⅳ-1参照）によって推進されているが、通信プロジェクトに関しては、主としてSTPCとSGBの両機関によって実施される。両機関の業務担当分野を以下に示す。

(1) STPC

- 1) プロジェクトの実施、技術的諸問題の計画・立案・施工管理
- 2) プロジェクト完成後の、システムの運用・保守
- 3) 保守要員の訓練

(2) SGB

- 1) プロジェクト用地の取得・整備
- 2) 商用電源の引込み
- 3) 現地調査への協力

本プロジェクトは、上記STPC、SGBの他にMOI、MOA等の機関も関与しており、全体の調整はゲジラ再開発推進本部の事務局である、表Ⅳ-1中の、Rehabilitation Project Management Unitが行うことになっている。

2. 建設計画

本プロジェクトは対象端末無線局が約1200局におよぶとともに、技術的にも、無線、伝送、交換、線路と、全通信技術部門にわたっているのでこれらの一連の工事を効率的に施行し、短期間に通信網を完成させるため、プロジェクトは一括してターン・キーベースで実施することが望ましい。

プロジェクトは以下に示す手順で実施される。

1) 交換公文の締結

本プロジェクトに対する無償資金協力の交換公文（E/N）をスーダン国政府と日本政府との間で締結する。

2) 銀行取極

スーダン国政府が、日本政府公認の外国為替銀行を決定する。

3) コンサルタント契約

スーダン国政府は、設計施工管理のためのコンサルタント（日本コンサルタントに限る）を選定し、コンサルタント契約を締結する。これを日本政府が認承して契約が発効する。

4) 現地調査および入札図書作成

スーダン国政府により選定されたコンサルタントが、ゲジラ地域内のプロジェクト対象全サイトの現地調査をおこない、調査結果に基づき実施設計をし、入札図書を作成する。入札図書はスーダン国政府の承認を得なければならない。

5) 応札書の審査と建設契約締結

コンサルタントがあらかじめスーダン国政府に提案し、承認を得た方法により応札書の審査をおこなう。JICAの承認を得てコンサルタントは第1位の応札者と契約交渉を行ない、応札内容について修正すべき事項を明確にし、JICAの契約書作成指導要領にのっとり、契約書を作成しスーダン国政府に対して契約援助業務を実施する。契約は日本政府の承認を得て発効する。

6) 工事図面審査

コンサルタントはスーダン国政府に代って、契約者より提出された工事図面の審査をおこない、B/Q(Bill of Quantity)を確定し、スーダン国政府に報告する。

7) 工場検査立ち会い

契約者の資機材出荷に先だち、コンサルタントは工場内で立ち会い検査をおこない、出荷する資機材の機械的、電気的特性が契約内容に合致しているかどうかの確認作業をおこなう。コンサルタントの承認を得た後、契約者は資機材の出荷を行う。

8) 工事管理

コンサルタントは契約者から提出された工事線表を検討し、必要な指示を与える。工事中は定期的に工事現場へ行き、工事の進捗内容について管理を実施する。

9) システムの引渡し

コンサルタントは受入れ検査の立会い作業をおこない、検査結果が入札仕様書に合致し、予備品、測定器、機器取扱説明書等の数量が契約書に記載されている内容と一致している事を確認した後スーダン国政府にシステムの受入れを勧告する。

3. 工事範囲および実施スケジュール

本プロジェクトは、日本政府の無償資金協力による部分と、スーダン政府の負担分に分けられる。その主要内容は下記のとおりである。

(1) 無償資金協力部分

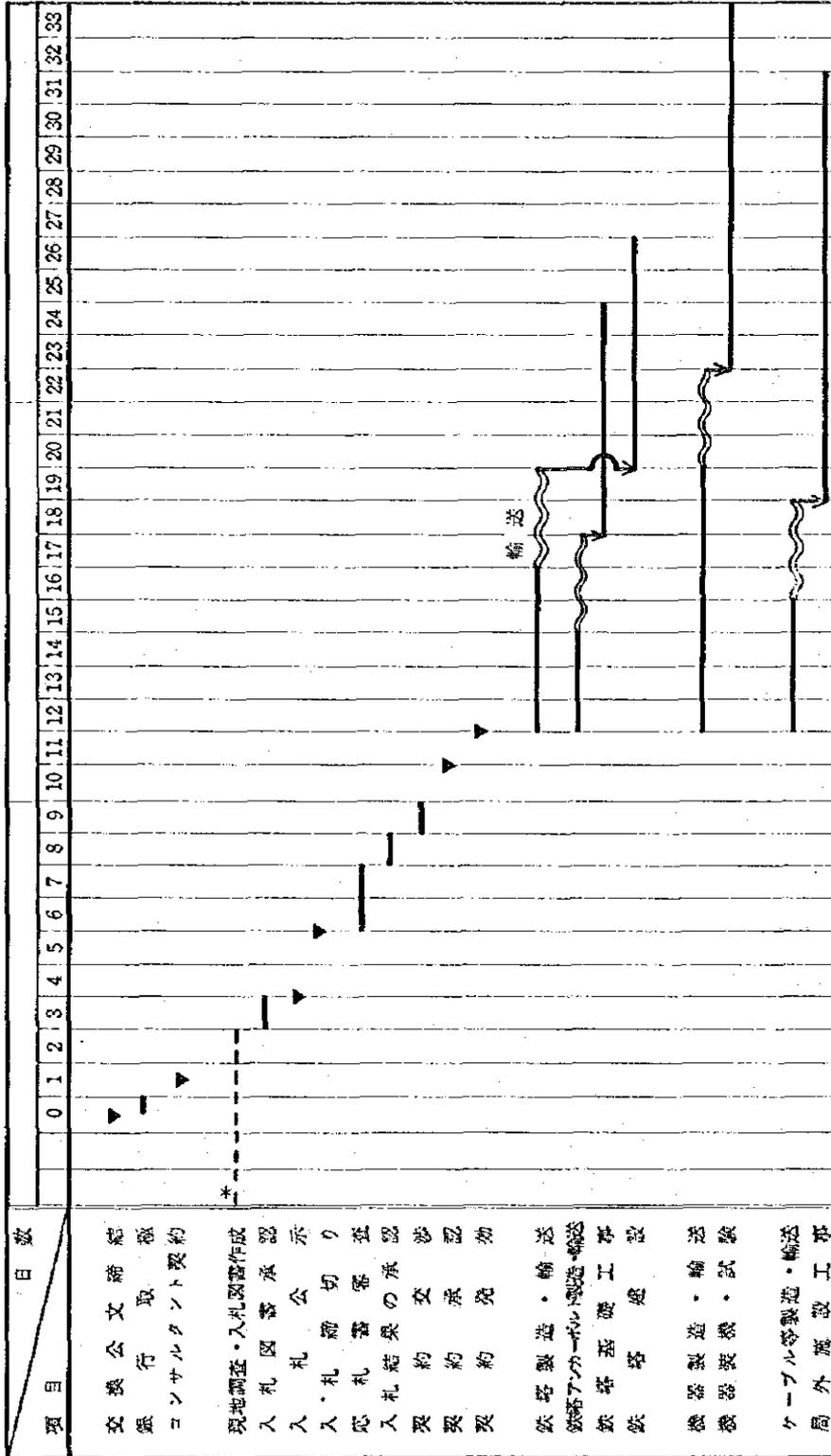
- 1) ゲジラ地域内4ヶ所に電話局を建設する。
- 2) 同上地域内に全体で加入者約1200を収容するRCS無線基地局7局を建設する。
- 3) 上記1), 2)の電話局および無線基地局を結ぶUHFリンクを建設する。
- 4) 上記RCS網には150台の業務用携帯電話を収容する。
- 5) 上記1)の4電話局建設関連の局外施設を建設する。
- 6) 4ヶ所に保守センターを建設する。

(2) スーダン国政府負担分

- 1) 電話局および無線局の敷地を取得する。
- 2) 建設工事が始まるまでに、各サイト敷地の整地と清掃を行う。
- 3) 商用電源の得られるサイトでは、電力線の引込み工事を行う。

無償資金部分の建設工事は、競争入札による、ターンキー契約方式をおこなう。工事実施期間は契約後22ヶ月である。実施スケジュールを表M-2に示す。ゲジラ地域は毎年6月～10月の間は雨期に入り、域内の道路が冠水して、大部分のサイトがアクセス不可能になるので、現地調査、工事はこの期間を避けることが望ましい。

表Ⅳ-2 建設工事実施計画線表



* E/N締結に4ヶ月先行して現地調査を実施する。

4. 保守・運用

4-1 保守・運用業務

保守・運用業務は一般に以下のような各種業務に分類できる。

(1) 設備の保全業務

- 1) 予備保守業務
(試験, 点検, 巡回, 整備取替作業等)
- 2) 事後保守業務
(障害修理, 災害復旧作業等)
- 3) 設備管理業務
(資産管理, 施設記録業務等)

(2) サービス維持業務

- 1) 設備運用業務
(設備の運転, 監視制御作業等)
- 2) システム管理業務
(異常障害管理等)

(3) 附帯業務

- 1) 要員管理業務
(要員計画, 服務管理等)
- 2) 技能管理業務
(訓練業務等)
- 3) 機器管理業務
(機械器具, 計測器, 車輛等の管理業務)

本計画で導入される通信網の保守・運用にあたっては、以上の保全業務全般にわたる合理的かつ効果的な組織体系と要員計画を確立する必要がある。しかしながら、そのためには、既存の SGB の自営無線通信システムの保守要員の再訓練等も含めて、SGB, STPC 両者が十分に検討し決定する必要がある。このため、ここでは、その参考として、本計画に関連して直接必要と考えられる保守・運用上の組織、要員数、ならびに、その訓練計画等に関する提案を行うこととする。

4-2 保守・運用組織に関する提案

ゲジラ通信網の保守・運用組織に関し、次のように提案する。

- (1) Barakatに Central Maintenance Centerをおき Barakat親交換局、および従属する無人局設備（子交換局、RCS基地局、UHF無線中継所の全設備、および架空線路施設）の維持管理を行う。Central Maintenance Centerの主要業務は次のとおりとする。

1) 伝送・無線関係

- 遠隔監視制御方式により、保守領域内のシステム全体の監視・制御
- 無人局の巡回・点検
- 障害個所の発見、原因の究明、および必要な復旧作業の実施
- システム総合定期試験の実施
- 測定器、保守用部品等の保管
- 標準実施方法、施設記録等の整備、保管
- 保守・運用要員の訓練、育成

2) 交換機関係

- トラフィック測定（随時、定時）
- システム状態監視とトラフィック制御
- 加入者データ変更
- 月毎通話料金の管理
- 障害申告受付“92”
- 自動障害検索と自動回避処理監視
- 自動診断結果と処理の実行
- 各種検証試験
- 各種アラームの受信と分析
- 交換部品の保管、出庫、発注
- 標準実施方法、施設記録等の整備、保管
- 障害機器、部品の修理・交換の手配
- 保守用工具・測定器の管理
- その他一般サービス（特殊サービス台を通じて）
番号案内、生活情報案内、医療相談など。

3) 架空線路施設関係

- MDFの接続状況を表わす線番対照簿の作成および管理
- 新規加入者の開通工事
- 定期巡回パトロールによる障害の防止および早期発見
- 障害位置の検索および修理
- 保守用測定器および交換部品の保管、出庫管理

4) 上記各施設に関連する電源機器に関する保守・運用業務

(2) Bagier, Hasaheisa および Gorashi に Maintenance Center を設け、次のような業務を行う。

- 消耗予備品（ヒューズ・ランプ等）の保管
- 簡易測定器の保管
- 機器取扱説明書の保管
- 簡易障害の復旧
- 電源機器の保守、運用（電源機器の監視、バッテリー液の補充、ディーゼルエンジンの保守など）

なお、障害部品の修理については、電磁部品の取替などはSGB修理工場にて行うが、電子部品、パッケージ等は日本のメーカーに送付し、修理を依頼するものとする。

4-3 要員ならびに訓練に関する提案

(1) 保守・運用要員

以下に示す保守・運用要員を配置することを提案する。

1) Barakat Central Maintenance Center

- a) 伝送・無線 : Engineer 3名, および三交代制として技術員7名
- b) 交換機 : Engineer 3名, および三交代制として技術員7名
- c) 線路 : Engineer 2名, および技術員3名
- d) 電源 : Engineer 2名, および技術員3名

以上の要員にて、保守・運用業務を実施する。

2) Maintenance Center

(Bagier, Hasaheisa および Gorashi の3箇所)

- a) 伝送・無線 : 各センターに Engineer 1 名, および技術員 2 名をそれぞれ配置する。
- b) 交換機 : 各々技術員 2 名を配置する。
- c) 線 路 : 各々技術員 2 名を配置する。
- d) 電 源 : 各々技術員 2 名を配置する。

(2) 訓 練

本基本設計で考えられている電話交換機・伝送路にはデジタル技術を採用するため、従来のアナログ技術をベースとした技術者では、その保守が困難である。また、デジタル交換機、およびデジタル伝送・無線機器の保守・運用は、各メーカーによりその方式、機器も異なっているため運用・保守員に対する訓練は採用する機器のメーカーに実施を義務づけるものとする。訓練の主題はあくまでも運用・保守におき、交換機の計画、設計の訓練は含めない。従って、デジタル通信技術一般に対しては集団訓練、および専門技術者の派遣等、JICA の訓練コースで対処し、本プロジェクト固有の機器の取扱いについては、機器供給業者工場への派遣および工事期間中の on-the-job 訓練を準備することとする。

4-4 保守・運用費用

4-4-1 運転費・保守費・動力費の算出

運用費・保守費は以下のように算出する。

(1) 運用費：運用費は運用に従事する要員に運用部門の平均人件費を乗じて算出する。

項4-2-3に本システムに対する保守・運用の要員が提案されているが、各部門における保守・運用の担務分けは以下のとおりとする。

- | | | | | |
|----------|----------|----|------------|------|
| 1) 無線（総員 | Engineer | 6名 | Technician | 13名） |
| 保守 | Engineer | 3名 | Technician | 9名 |
| 運用 | Engineer | 3名 | Technician | 4名 |
| 2) 交換（総員 | Engineer | 3名 | Technician | 13名） |
| 保守 | Engineer | 1名 | Technician | 6名 |
| 運用 | Engineer | 2名 | Technician | 7名 |
| 3) 線路（総員 | Engineer | 2名 | Technician | 9名） |
| 保守 | Engineer | 1名 | Technician | 9名 |
| 運用 | Engineer | 1名 | | |
| 4) 電源（総員 | Engineer | 2名 | Technician | 9名） |
| 保守 | Engineer | 1名 | Technician | 9名 |
| 運用 | Engineer | 1名 | | |

従って全部門に通じて

保守	Engineer	6名	Technician	33名
運用	Engineer	7名	Technician	11名

また、平均年間人件費は

Engineer : 約5,000スーダンポンド (89.63千円)

Technician : 約2,200スーダンポンド (39.44千円)

で算出する。

(2) 保守費

保守費は保守に従事する要員の人件費および物件費の和で示される。過去における日本の実績では、保守費の中に占る人件費と物件費は7:3となっている。この比率を適用することとし、以下の仮定を設ける。

スーダンと日本の技術者平均賃金比 (1 : 10)

従って、上記の人件費と物件費は以下のように補正される。

$$\text{人件費} : \text{物件費} = 2.1 : 3$$

そこで、保守費は以下の式で算出される。

$$\text{保守費} = (\text{人件費}) \times \left(1 + \frac{3}{2.1} \right)$$

(3) 動力費

動力費として電力費を見積る。電力費はスーダン国家電力会社の料金制度によることとする。

電力料金は用途別に以下のように分類されている。

料金(1) : 一般家庭用

料金(2) : 商業, 軽工業需要家用

料金(3) : 小工場用

料金(4) : 重工業, 大農業需要家用

従って本システムには料金(4)が適用される。

料金(4)は更に容量で分類され

- a) 2500KVA 以上 (33KV 受電)
- b) 500KVA 以上 (11KV 受電)
- c) 50~500KVA (415V 受電)

本システムの機器は SGB/MOI の施設の内に設置されるため、RCS の端末加入者の給電以外は SGB/MOI の施設と共通に受電し、通信機器へ分配することになる。

通信網全体の消費電力量は RCS の端末機を含めても 200KVA 以下である。従って全体の受電契約が上記分類 a), または b) でも、通信機器のみの電力費は上記分類 c) 相当と考えられる。

分類 c) の場合、

500KVA 以下に対して、4.5 スーダンポンド / KVA / 月。

従って、システム全体の電力消費量を 200KVA として 900 スーダンポンド / 月。

年額 10,800 スーダンポンド (約 1,936 千円) となる。

また、商用電源の使用が不可能な場所についてはディーゼルエンジンジェネレータ (DEG) による給電方式をとる。この場合は動力費としてエンジンの年間消費燃料代を見込む。ただし、商用電源が平常使用可能で、DEGが非常用として設置されている所では、その燃料代は電力費の中に含まれているものとする。

a) 基本消費量 (年間)

$$(i) \quad 5.5\text{KVA} : 34.32 \text{ kL} / \text{日} \times 365 \text{ 日} = 125\text{kL}$$

$$(ii) \quad 15.0\text{KVA} : 93.6 \text{ kL} / \text{日} \times 365 \text{ 日} = 342\text{kL}$$

$$(iii) \quad 25.0\text{KVA} : 156 \text{ kL} / \text{日} \times 365 \text{ 日} = 569\text{kL}$$

b) Network 全体の年間消費料

$$(5.5\text{KVA} \times 1 \text{ 個所}) + (15.0\text{KVA} \times 6 \text{ 個所}) + (25.0\text{KVA} \times 2 \text{ 個所})$$

$$= \{ (125\text{kL} \times 1) + (342\text{kL} \times 6) + (569\text{kL} \times 2) \} \times 1.2^*$$

* 試験運転, 緩機運転のための予備

$$= 397.8 \rightarrow 400\text{kL} \rightarrow 106\text{K ガロン}$$

c) 燃料代 3.75 スーダンポンド / 1 ガロン

従って DEG 燃料年額 $397,500 \div 400,000$ スーダンポンド

4-4-2 運用・保守の年経費

ここでは、運用費・動力費のための年経費を前述運用費、保守費、動力費の和で求める。

a) 年間運用費 59,200 スーダンポンド (10,613 千円)

b) 年間保守費 249,200 スーダンポンド (44,674 千円)

c) 動力費 410,800 スーダンポンド (73,646 千円)

計 719,200 スーダンポンド (128,930 千円)

なお、保守用交換部品はシステム稼動後 5 年分のストックが初期投資に含まれているため、前述年経費の中で交換部品価格が減額される。

V 事 業 評 価

V 事業評価

ゲジラ再開発計画は、第Ⅱ章計画の背景で述べたように、多くのサブ・プロジェクトが有機的に関連しているため、通信プロジェクトのみの定量的な事業評価は非常に困難であるが、一例としてゲジラ軽便鉄道による綿花輸送が被っている損失がある。SGBの1982/83年のデータによると、情報伝達が不備なため、無益に出動した気動車の回数は205回、総走行距離は12997 km、これによる損失は79541スーダン・ポンドに達している。このような全く無駄な作業は、通信網の完成によって皆無になる。その他、通信プロジェクトを実施することによって、下記に示す便益が期待出来る。

1) 適切・迅速な水門管理による、灌漑用水の有効利用

現在、水門の水量報告はバイク等に頼っているが、電話を利用することにより、より正確、迅速になり灌漑の効果を著しく向上させる他、ナイル川下流の隣国エジプトに放流する水量の制御が正確になる。

2) Field inspector の日常活動の活発化

ゲジラ地域全域に数百人の Field inspector が常駐し農場管理・農業指導に当たっているが、現在通信手段が皆無に近い。域内に電話網が整備されることにより、Headquarters と連絡をとりながら、より綿密で迅速な管理・指導が期待出来る。

3) 製綿工場・農業機械製備工場の効率的運用

通信網を整備する事により、上記工場の施設、修理部品の現況が正確には握できるので、適格な対応が出来る。

4) 消防隊の有効利用

域内にある4ヶ所の製綿工場に隣接して消防隊が設置されているが、夏期になると1日あたり10~15回程度の綿花の自然発火がある。通信網が整備されれば、火災発生時に迅速で適格な、支援体制が組める。

5) ハルツーム市との連絡

ハルツーム市にはSGBのハルツーム事務所があるが、当事務所との電話連絡を通じて、農産物の価格情報を迅速に入手し、SGBの効率的経営活動に寄与出来る。

6) 病院・警察等との連絡

域内に散在する病院，警察等との24時間電話連絡体制がとれる事により，域内住民への社会・福祉面でのサービスが向上する。

本プロジェクトは，上述のようにゲジラ再開発計画を推進する上で，不可欠なインフラストラクチャーの一部を形成するものである。ゲジラ再開発計画を実施することによって，全耕地面積は147万フェダン（1フェダンは0.42ヘクタール）から155万フェダンに増加し，主要生産物である綿花，麦の生産量はそれぞれ25万9千トン，15万6千トンから34万1千トン，26万トンに増加する。また，ピーナツも約40%の増収が期待されている。

現在までのところ，ゲジラ再開発計画は，全体として第2世銀の構想に沿ってほぼ順調に進捗していると考えられる。第2世銀の実施した経済分析によると，計画全体では内部収益率35.8%で，この値はスーダン国の資本の機会費用12.5%をかなり上廻っていて，経済的にもファイジブルなプロジェクトと言える。

VI 結 論 と 提 言

VI 結論と提言

ゲジラ地域では、綿花、麦、ピーナツを主に生産しておりこれらの農産物はスーダン国内の需要を満たしているのみならず、近隣諸国にも輸出しており、スーダン国の外貨獲得に多大な貢献をしている。同地域を再開発して、農産物の生産量・生産性向上を目指す「ゲジラ再開発計画」の中において、電気通信プロジェクトは車輛・鉄道輸送とともに、インフラストラクチャーの中でも主要な位置を占めている。

一方、ゲジラ地域の現在の電気通信サービスは、SGB自営の短波・超短波回線が一部通じているのみで、全般的には皆無に近く、水門水量の把握、農民への技術指導も思うにまかせず、再開発計画を推進する上で、大きな障害になっている。従って、本プロジェクトの実施は第V章事業評価で述べたように、同計画の有機的な経済発展に寄与するのみならず、域内住民の社会・福祉の向上をもたらすものと結論づけられる。

今日、周知のようにアフリカ諸国の食糧不足は世界的に深刻な問題を提起している。このような時期に、将来のアラブ・アフリカの穀倉たランドとして策定されたゲジラ再開発計画は、まことに時を得たプロジェクトであり日本政府の無償資金協力は多大な効果をもたらすであろう。

本プロジェクトを実施する上での技術的主問題を以下に列挙する。

(1) 実施スケジュール

ゲジラ地域は毎年6月から10月にかけて雨期に入る。雨期中の現場サイトへのアクセスはきわめて困難なので、この時期を避けて現地調査、工事を実施することが重要である。

(2) 無線周波数使用計画

UHF多重リンクには2GHz帯、RCS無線電話方式には400MHz帯の使用を勧告しているが、具体的使用計画作成にあたっては実施設計時にスーダン国関係機関と協議して決定することが必要である。

(3) 訓練

デジタル交換・伝送方式は、ゲジラ地域に初めて導入される新技術であり、規定の回線品質を維持・運用するためには、デジタル方式の訓練は必須である。本訓練は契約者による日本での訓練と、工事実施期間中における現地訓練によることになろう。

VII 付 属 資 料

