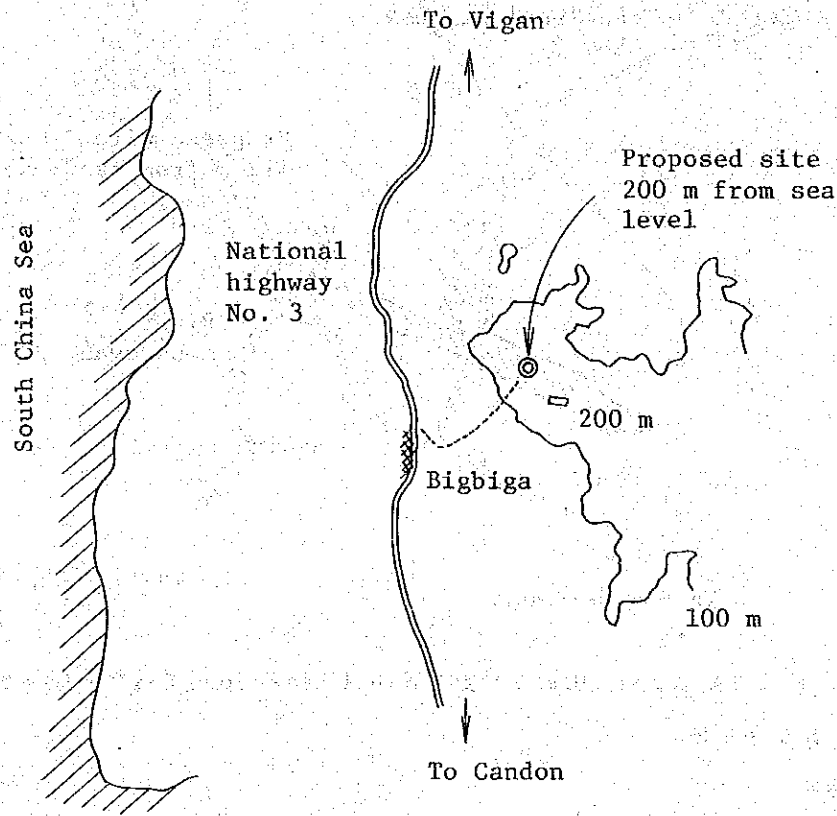


(2) Bigbiga

○構 想

BiguioよりViganへ通るマイクロルートの中継所。更にLeaking方式により、若干の電話回線を分岐し、V/UHFによりNarvacan及びCandonへ接続される。

○新局舎予定地



Candonより北へ国道3号線を1.45 km Bigbigaの部落の東方の丘が予定地。

○所要局舎面積 90 m²

鉄塔高 20 m (自立型)

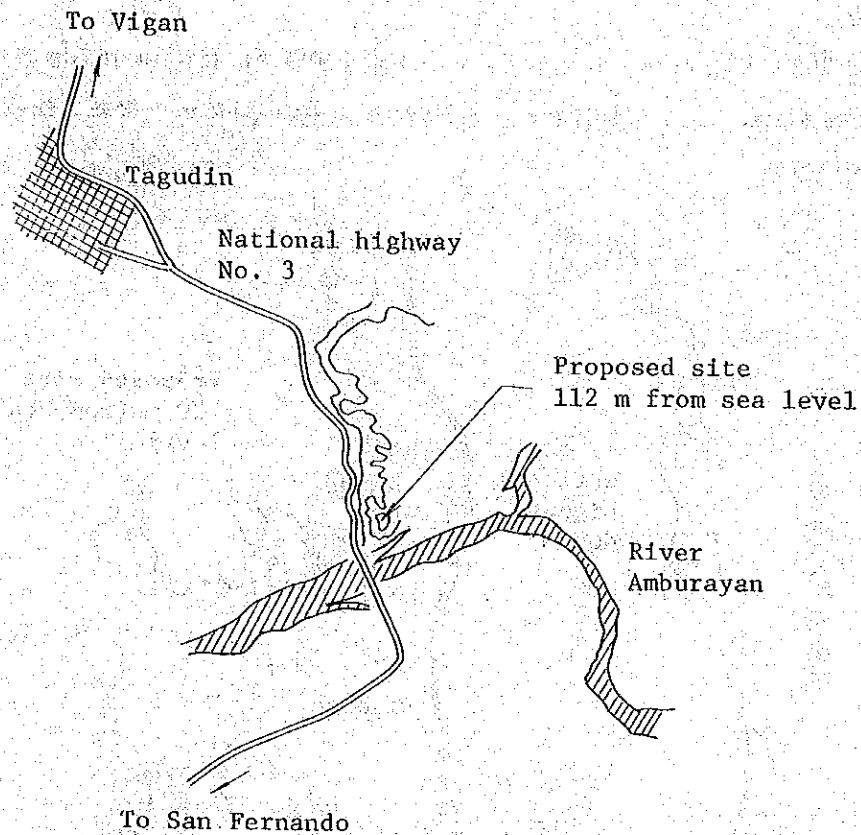
所要土地面積 400 m²

(3) Tagudin (無線中継所)

○構 想

BaguioよりViganへのマイクロルートの中継所で、更にここよりTagudinの町へCableによって電話回線を分岐によってひきこむ。

○新局舎予定地



Tagudinの町より約3.2 Km、国道3号線をSan Fernandoにわたった地点でAmburayan河鉄橋北方の丘が予定地。

- 所要局舎面積 9.0
- 鉄塔高 2.0 m (自立型)
- 所要土地面積 4.0.0 m²

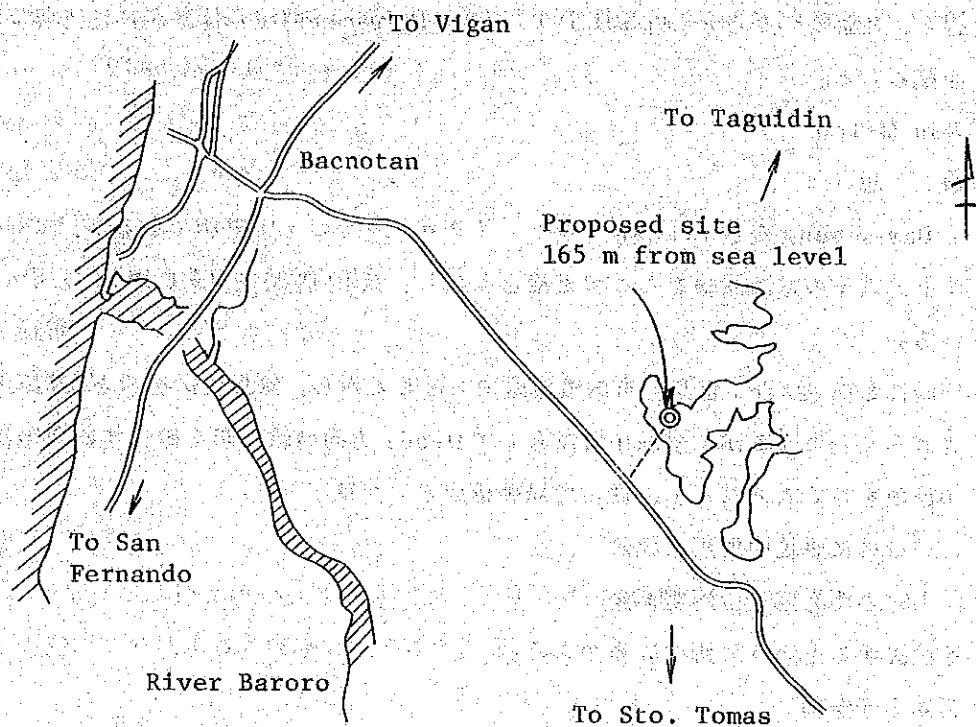
(4) Guinguinsbang

○構 想

BaguioよりViganへ至るマイクロルートの1中継所で、いずれも分岐をしない中断所である。

○新局舎予定地

San Fernandoより国道3号線にて北方1.4.6 Km、Bacnotanより右折、3.5 Kmの地点、左側の丘陵が予定地。



- 所要局舎面積 9.0 m²
- 鉄塔高 2.0 m (自立型)
- 所要土地面積 40.0 m²

(5) Sto. Tomas

○ 構 想

分断もない、マイクロウェーブの1中継所にすぎないが、Laoagルート、及びTuguegaraoルート及びBontocルートの3ルートが通過する中継所であるため、かなり大きな規模の中継所となる。

○ 新局舎予定地

既設の中継所用地を流用することになる。しかし、とにかく用地が狭い(恐らく200 m²程度しかないと思われる)。

概略、機械室に60 m²、事務室等に60 m²、電力室60 m²、その他30 m²として200～220 m²の局舎が必要となろう。

従って、現在ある電力舎、及び機械室は撤去し、且つ両局舎の建っているGrand levelをあわせる。つまり機械室の方が高くなっているので、土をけずり、平坦にして、ここに150 m²程度(2F建て)の局舎を作る。ここへは、無線施設と事務室とにあてる。又電力舎は旧VHF局舎で、現在空きになっている局舎を補修して用いることとす。

鉄塔は無線施設を収容する局舎の屋上に設置する。

但し、注意すべき点としてP L D TのSan Fernando回線の伝播路には支障を与えぬよう気を配ること。

(6) San Mateo

○構 想

BayombongからIlaganへゆくマイクロルートの中継所であるが、リーキング方式により、若干の電話回線をここで直接とりだし、枝伝送路として周囲の町へ接続されている。

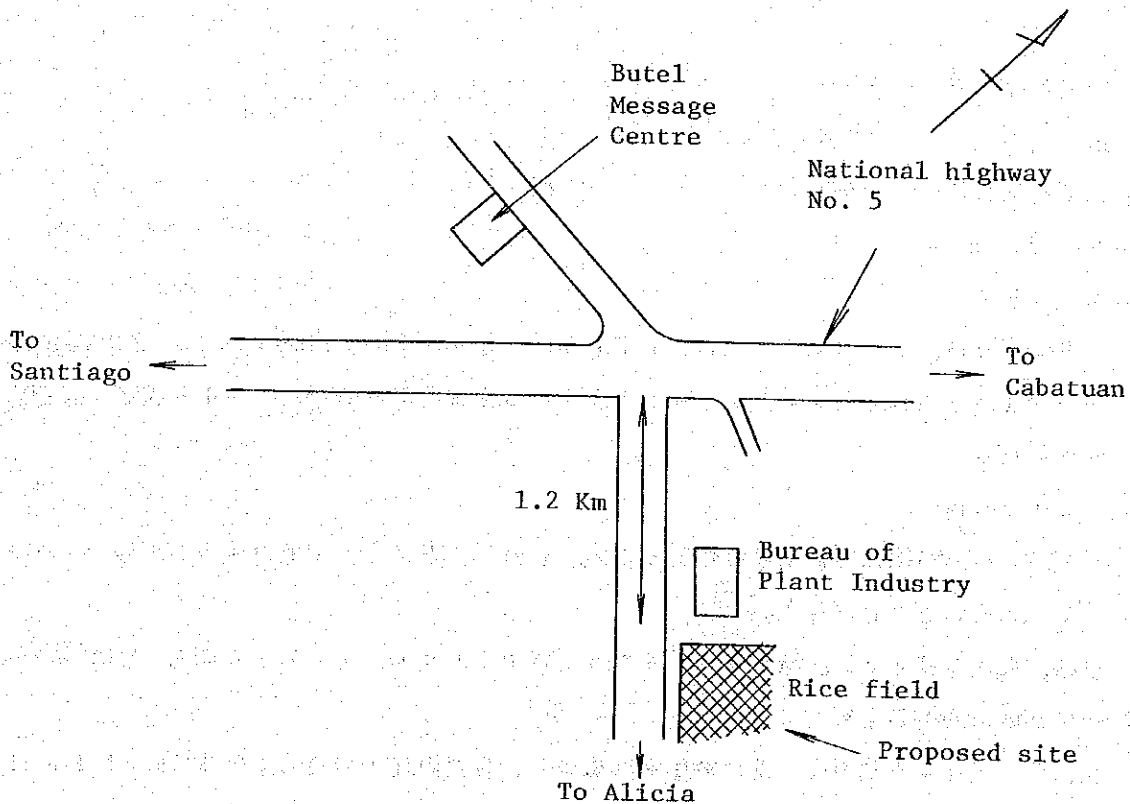
同時にSan Mateo自身、市内電話局であることから、無線搬送施設と市内交換機とが設置されることになるが、無線中継所としてDiadi方向の伝播路を確保するためには、郊外に中継所をおくことになり、従って局舎構成としては

郊外に無線中継所を建設

町の中心部に市内電話局

を建設するという計画が妥当である。

○新局舎予定地



市内電話局としては、現在の Message centre の場所が使えるそうだ。

無線中継所としては、国道5号線より Alicoa へ行く県道を 1.2 Km 行った地点で、すぐ隣りに Bureau of Plant Industry がある。

○ 所要局舎面積

市内電話局	280 m ²
無線中継所	90 m ²
鉄塔高	35 m (独立型)

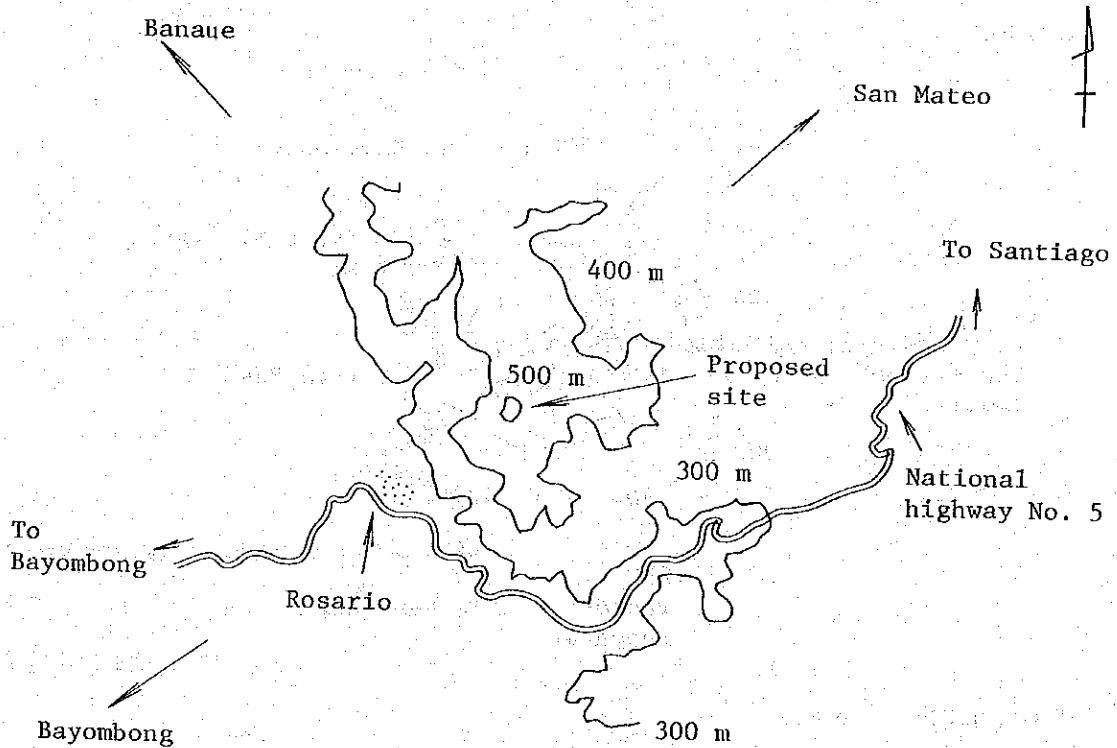
所要土地面積

市内電話局	1000 m ²
無線中継所	400 m ²

(7) Diadi

○ 構 想

Bayombong より Ilagan へゆくマイクロルートの中の1中継所であると同時に Kianjan, Banaue 方向にも分岐する分岐局としての機能をもつ。



Santiagoより国道5号線を3.4km、Rosarioの部落をすぎて、すぐ登り始める。その頂きが候補地である。

頂上は草原で、 $30 \times 70 m$ の広さがある。土地は私有地である。

(N. Vizcaya Quezon市のMayorのものと付近の人は言っていた。)

現在、商用電源なし。

- 所要局舎面積 $90 m^2$
- 鉄塔高 $2.0 m$
- 所要土地面積 $400 m^2$
- 新設道路距離 約2 Km

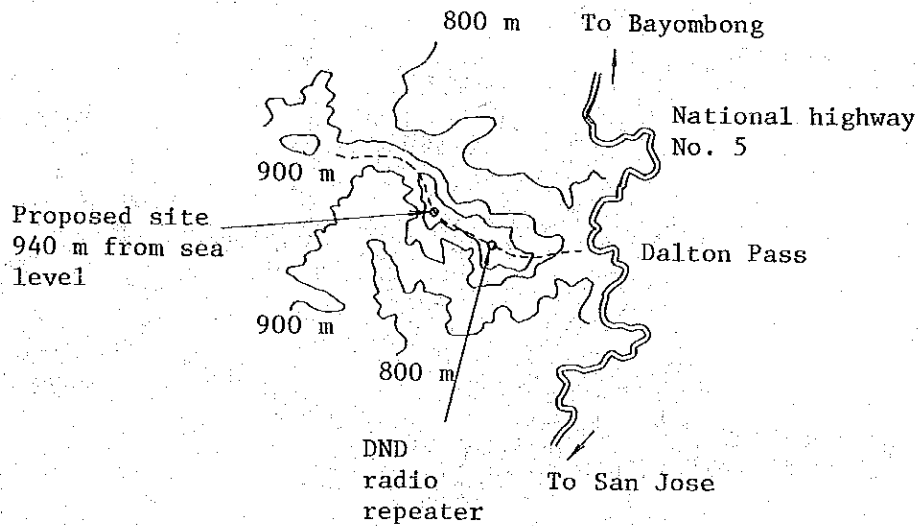
(8) Dalton Pass

○ 構 想

BinalonanからBayombongへ行くマイクロルートの中継所であるが、Phase 2の時点で、Sta. FeへVHF回線によって分岐される。

○ 新局舎の予定地

国道5号線Dalton PassよりDNDのUHF中継所をすぎ、約600m行った940m標高の点。



- 所要局舎面積 $90 m^2$
- 鉄塔高 $5.0 m$
- 所要土地面積 $400 m^2$

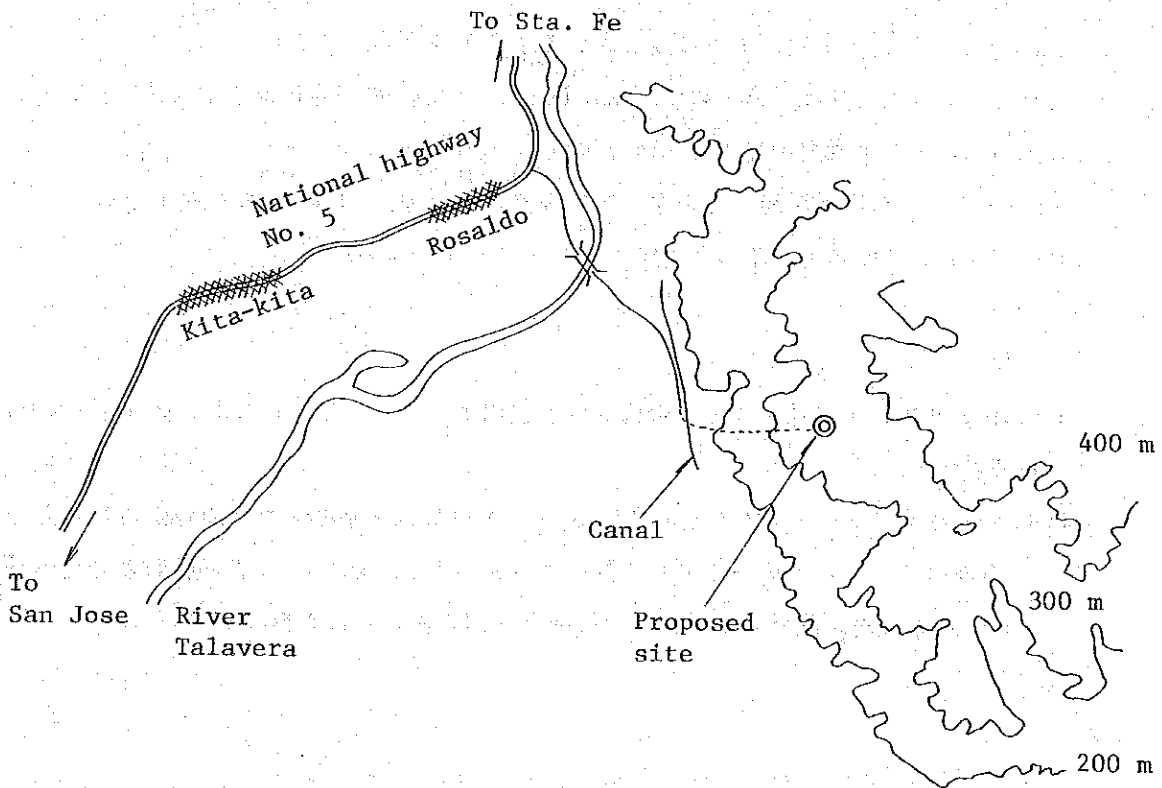
(9) Kita-kita

○構 想

Binalonan ~ Bayombong マイクロルートの中継所である。分岐もない。

○新局舎予定地

San Jose より国道5号線を北東へ6.9km、Rosaldoの部落より右に分岐する道を進み Talavera River を渡り、更に進むと、Small canalに到達する。このCanalに小径があり、これをたどって図に示す予定地に到達できる。



- 所要局舎面積 90 m²
- 鉄塔高 30 m (自立型)
- 所要土地面積 400 m²

(10) Balungao

○構 想

Binalonan ~ Bayombong 及び Binalonan ~ Manila の2つのマイクロルートのための中継所である。

現在、Baguio ~ Manila 7 GHz ルートの1中継所として使用中であるが、この跡地を新

中継所用として利用する。

○新局舎予定地

現在の電力舎、機械棟を撤去して新たに90㎡(もし有人とするならば280㎡程度)の局舎を建設し、20mの自立鉄塔を建てる。

所要土地面積 約400㎡

(有人の場合は1000㎡)

3. 市内電話局、IPTTS局、UHF無線中継所

(1) Pasquin

○構 想

LaoagよりVHF方式によって接続されるIPTTS局である。

鉄塔高も20mと、比較的低いので、Municipal bldg.の一室に無線施設と交換台をおきその敷地内に15㎡程度の電力舎を建設する。

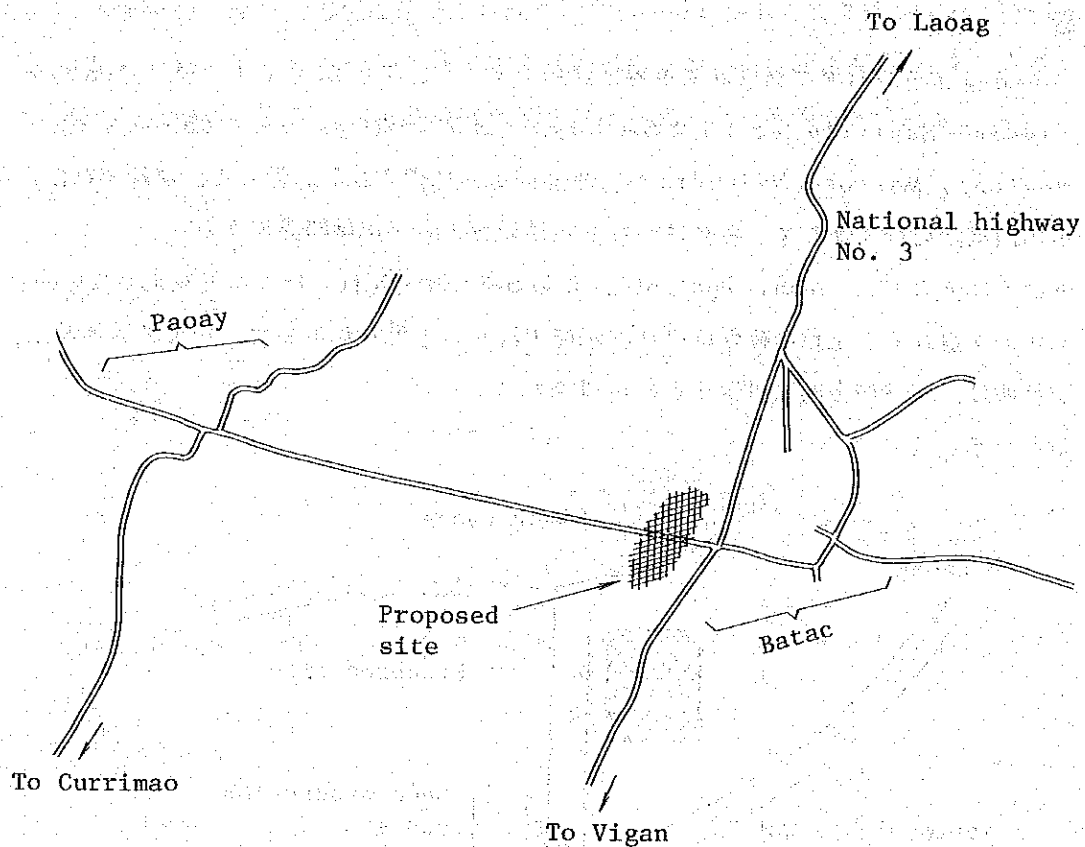
1993年以後市内電話局に昇格する可能性もあるので、1600㎡程度の土地があれば、これを確保し、ここにIPTTSとしてスタートさせてもよい。

(2) Batac

○構 想

LaoagよりUHF方式によって接続される市内電話局で、更にここからケーブルでPaoayまで接続される。

Batacの鉄塔高は30m程度であるがLaoag方向への伝播路は大きな問題がない。従ってPaoay方向のケーブルの敷設も考えて国道3号線よりPaoayへ行く分岐点に新局舎を建設し、そこへ無線搬送施設ならびに市内交換機を収容することとする。



- 所要局舎面積 320 m²
- 鉄塔高 30 m (支線式)
- 所要土地面積 1800 m²

この広さは、鉄塔の支線基礎も含む。

(3) Piddig

○ 構 想

Dingrass に VHF によって接続される IPTS の局である。無線施設ならびに交換台は Municipal bldg 内に設置、電力設備、鉄塔は Municipal bldg の敷地内に建設する。

○ 新局舎予定地

Municipal bldg の裏側の空地に電力舎を建設する。

- 所要局舎面積 15 m²
- 鉄塔高 2.0 m (支線式)
- 所要土地面積 400 m² (支線基礎を含む)

1993 年以後、市内電話局に昇格する可能性があるので、将来の市内交換機収容用の局舎の増築分用地をみこむこと。

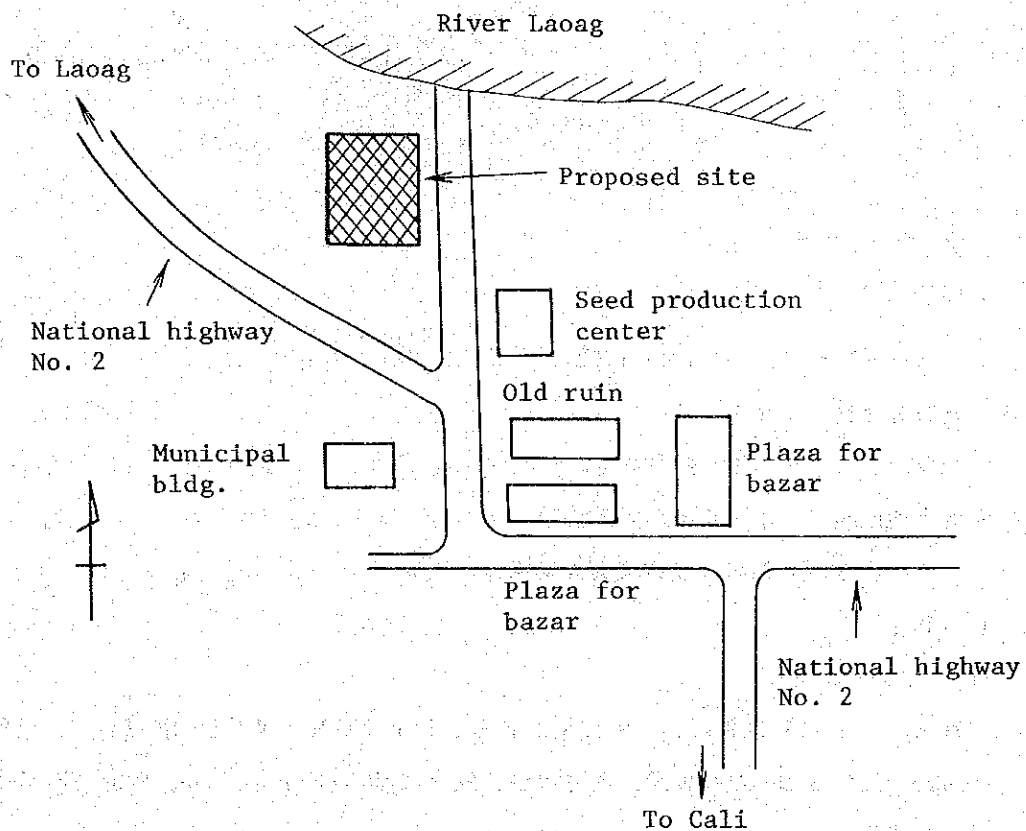
(4) Dingras

○構 想

LaoagよりUHFで結ばれる市内電話局であるが、更にPhase 1では、DingrasよりPiddig, EspirituへとIPTSの回線がVHFでのびる。そしてPhase 2では、Solsona, Marcos, Nuevaeraへと電話回線が拡張される。従って、無線で結ばれる単なる市内電話局のみならず、将来はかなり規模の大きい伝送関門局になる。

町はかなり大きく、Municipal bldg.のある町の中心部は、ほとんど空地がないが、少し中心を離れると土地の確保はそれ程困難ではないと思われるので、無線搬送施設と、市内交換機は、同一局舎内に設置するのが得策と考える。

○新局舎予定地

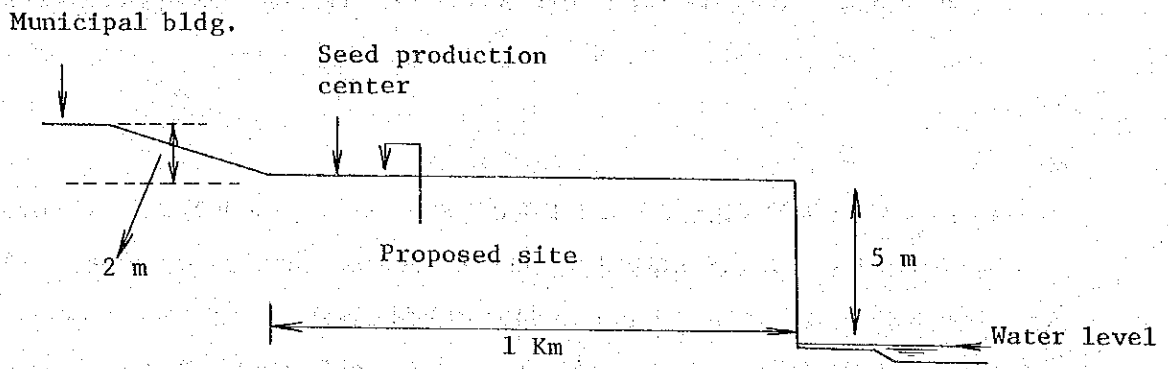


Municipal bldg.のある前の通りを北にまっすぐ行くとLaoag riverにつきあたり、ここで道は途切れる。

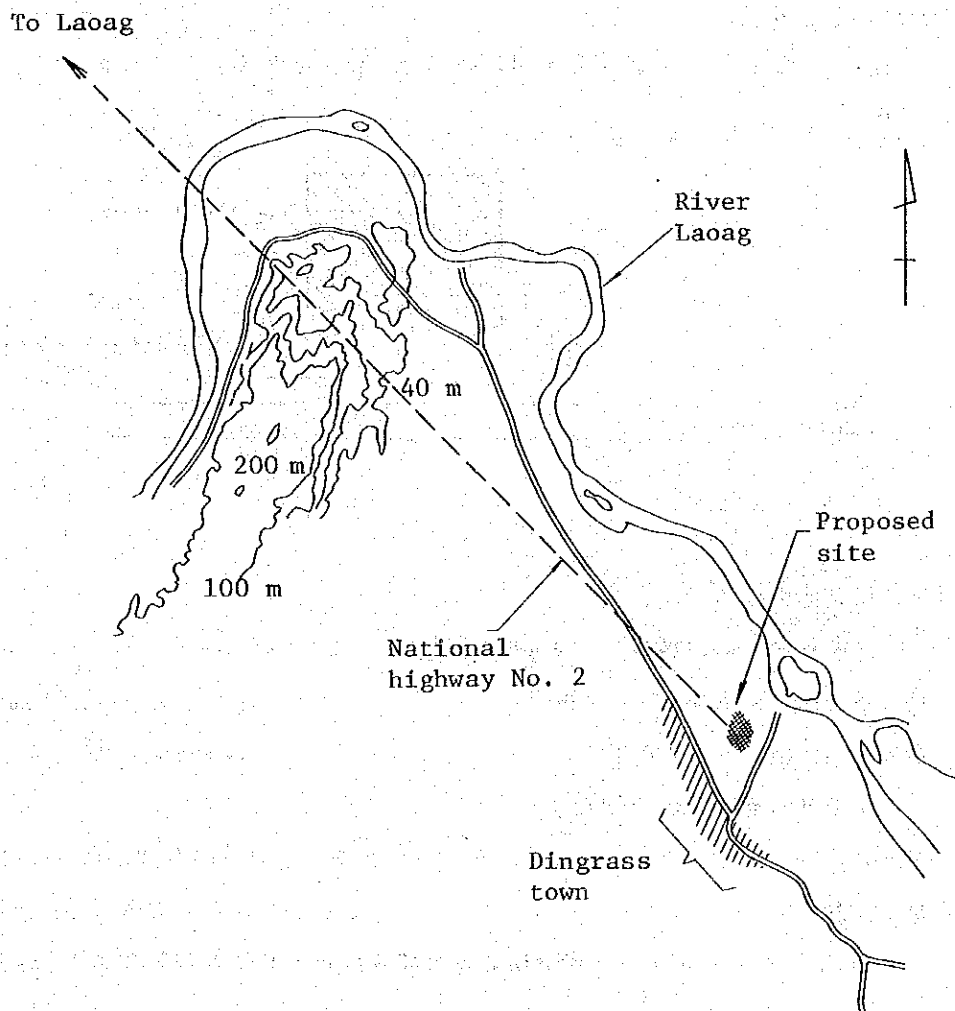
Laoag riverの手前1km程のところにSeed production centerがあり、この向い側の民有地があいており、よい候補地となる。

Dingrasより、Laoag方向約5kmのところに200mの丘があり、Dingrasの位置をあまり南にとると、この200mの丘に伝播路がかかってしまう。

Seed production center 向いの土地は、Dingras の町の北側にあるため、この 200 m の山がかわせるので、電波伝播上からは有利である。しかし、ここは Laoag 河からの距離が約 1 km 位しかなく、Laoag 河増水の折りは水におおわれる可能性もある。ちなみに 3 月 31 日にここを訪れたときの Laoag 河の水面の状況と、土地との関係は次の通り。



従って、局舎建設にあたっては、2 m 程度の床上げ、あるいは防水壁で完全にかこむ必要がある。



- 所要局舎面積 3 2 0 m²
- 鉄 塔 高 4 0 m (支線式)
- 所要土地面積 2 6 0 0 m²

ここに示す土地面積は、支線鉄塔の支線基礎までみこんだ所要面積である。周囲の状況により、この広さが得られないときは、支線基礎部分は借地ですませることも考慮すること。

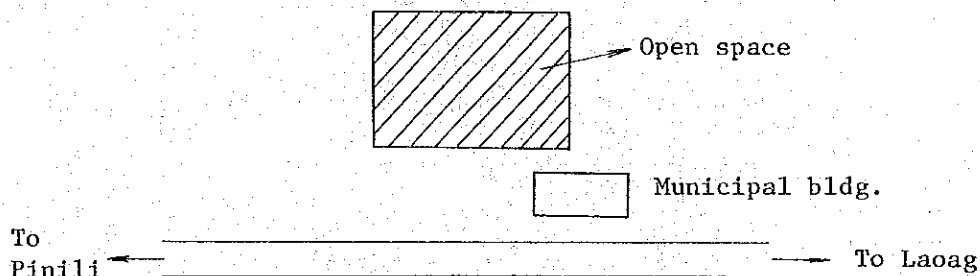
(5) Espiritu

○ 構 想

DingrasよりVHFで接続されるIPTSの局で、更にここより奥のNueva EvaへCableによって接続される。無線施設ならびに電力設備は、Municipal bldg.に收容されるスペースがないので、Municipal bldg.の裏側(西側)に100mと100mのOpen spaceがあり(政府所有)、この一部に鉄塔、及び無線電力局舎を建設し、Municipal bldg.内にあるBUTEL Message centerに設置される。交換台まで市内線路により接続される。

○ 新局舎予定地

Municipal bldgのすぐ裏側に政府所有の土地があり、ここを確保する。



- 所要局舎面積
- 無線施設+電力施設 3 0 m²
- 鉄 塔 高 3 5 m (支線式)
- 所要土地面積 1 3 0 0 m²
- (鉄塔の支線基礎を含む)

(6) Currimao

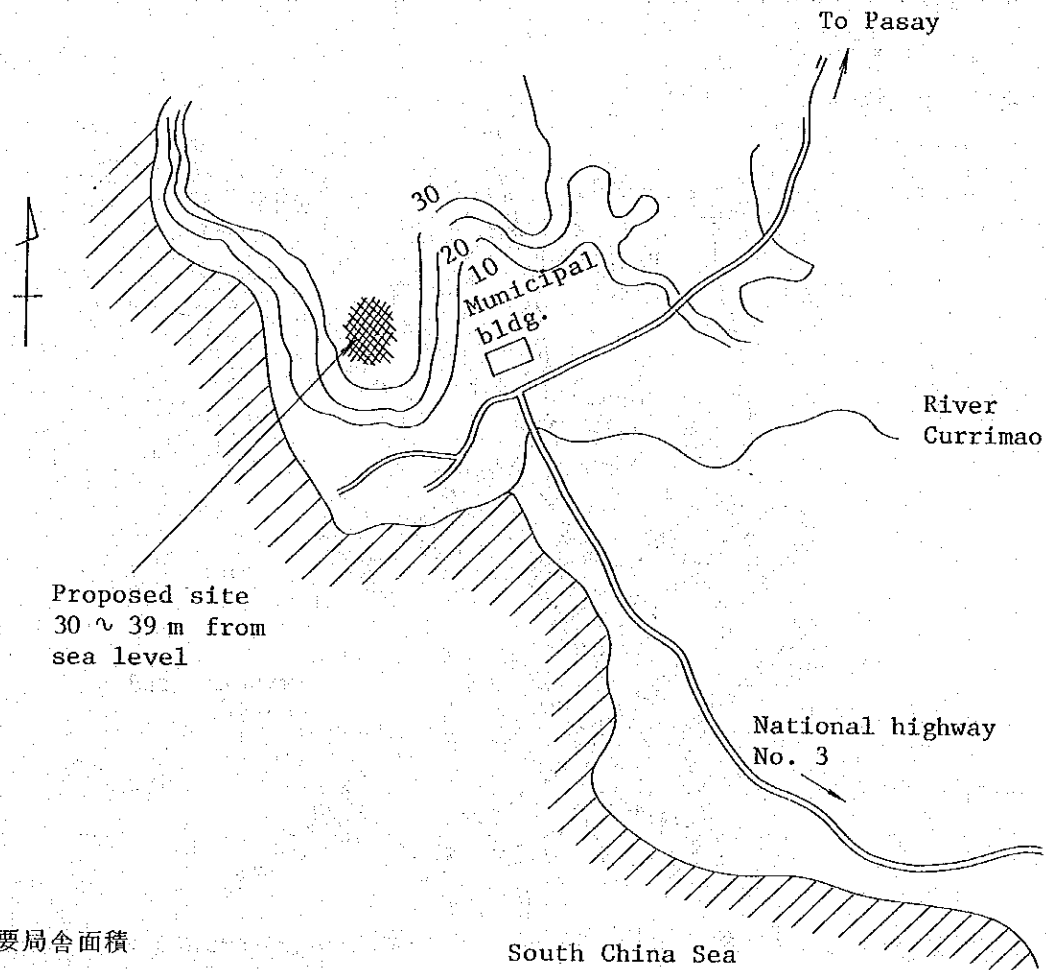
○ 構 想

Snaitマイクロウェーブ中継所より分岐されるIPTSの局である。Sinaitへの見通し

の関係から、無線施設はMunicipal bldg.のすぐ裏の小高い丘におき、交換台はMunicipal bldg.の中におく方法がよいと判断される。

○新局舎予定地

すでに述べたように、無線施設を収容する局舎はMunicipal bldg.より北西の方向にある裏山を利用することになる。できる限り西側(海側)へ寄った方が、Sinaitへの伝播上は有利になるが、交換台をおくMunicipal bldg.からは離れる方向となる。



○所要局舎面積

無線施設+電力施設 30 m²
 鉄塔高 20 m (支線式)
 所要土地面積 50.0 m²

1983年以後、市内電話局に昇格することも考えられるが、その時は、市内交換機を設置する局舎は別途設計、建設することとする。

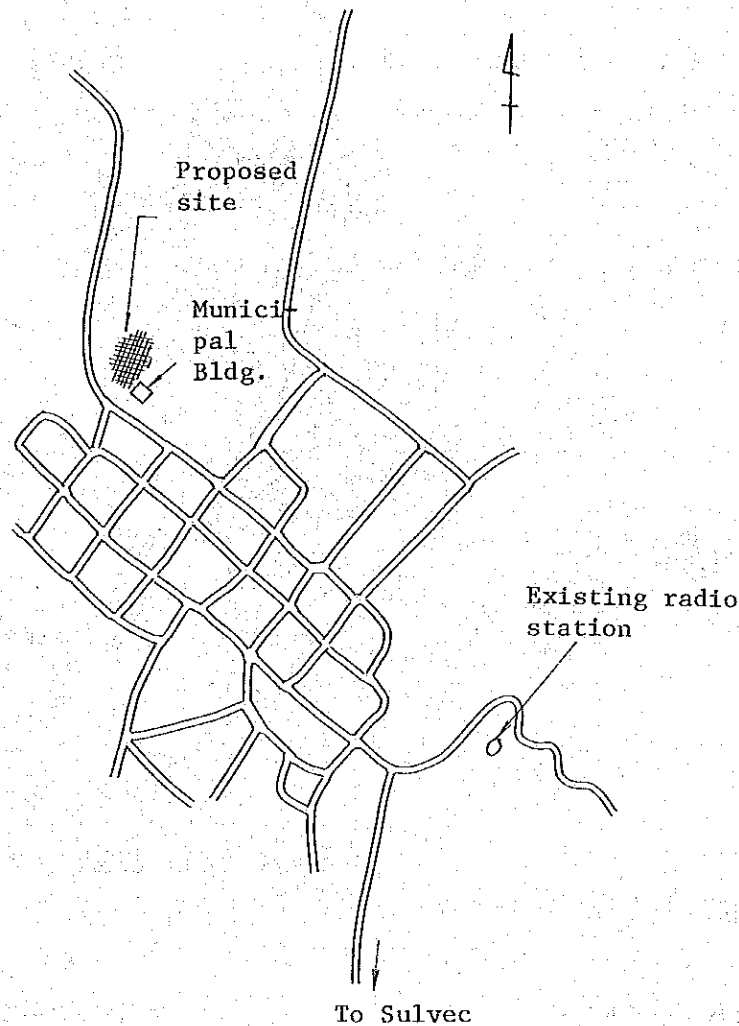
(7) Bangued

○構 想

現在、Bangued市内の電話交換はBUTELが実施しており、市外回線としては町の中心部から約1 Km南東の小高い丘の上にVHF無線中継所があり、これによってViganと直接、接続されている。このプロジェクトでは、Viganとの間に、Salvecを通して800 MHz帯による60 CH方式の無線回線が計画されている。

SalvecとBanguedとの間は、特に大きな障害物はなく、従って、現在のMunicipal bldg.裏側に新しい土地を確保し、そこに無線搬送施設ならびに、新しい交換機を設置することを提案する。なおBUTELの計画によれば、既設の交換機は将来、どこか他の地へ移装される予定である。

○新局舎予定地



Municipal bldg.の裏側、Athletic fieldの片すみを利用する。

○所要局舎面積 350 m²

鉄塔 2.0 m (支線式)

所要土地面積 1400 m²

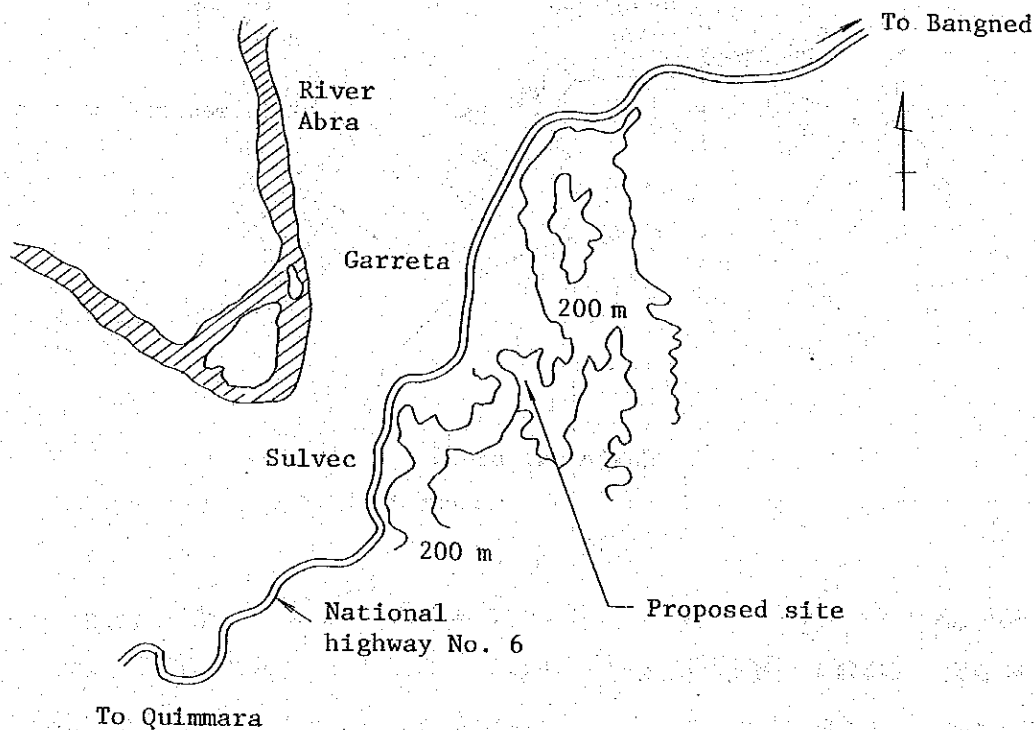
(支線基礎の部分も含む)

(8) Sulvec

○構 想

Vigan ~ Bangued を結ぶUHF回線の無線中継所である。商用電源は得られないので、エンジンで電力供給することになる。

○新局舎予定地



Quimmaraより国道6号線を11kmの地点に、Garreta部落があり、このGarreta部落の南方1kmの地点の尾根が予定地である。ここは巾がせまく、約2mの土をカットして、約12m程度の巾が確保できる。

○所要局舎面積 40 m²

無線施設+エンジン2台分

鉄塔高 2.0 m (支線式)

所要土地面積 500 m² (鉄塔の支線基礎も含む)

(9) Santa

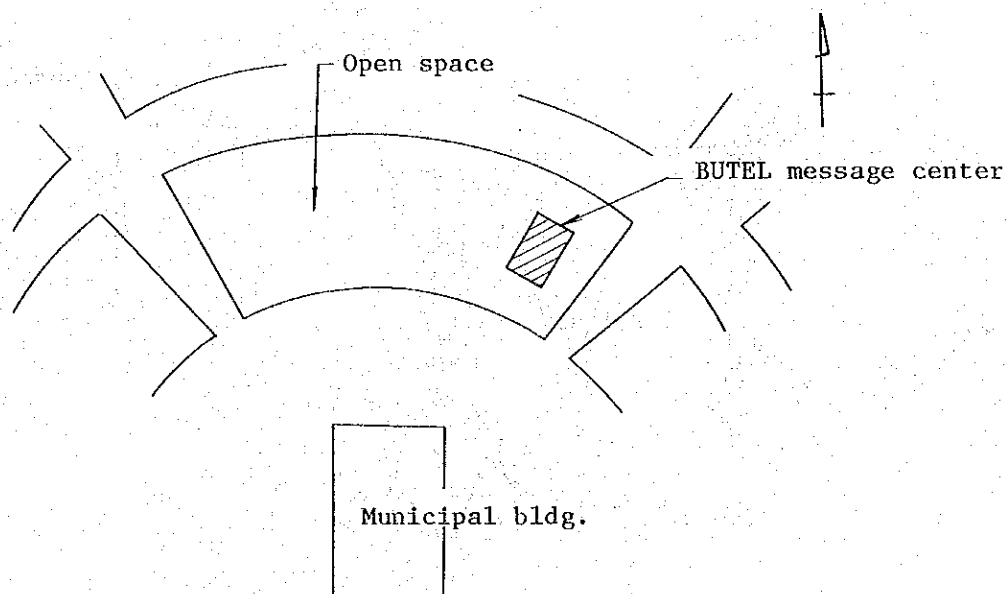
○構 想

ViganよりVHFによって結ばれるIPT Sの局で、無線施設と交換台とが、同一場所に設置されるタイプの局である。

○新局舎予定地

Municipal bldgのすぐ北側にBUTELのMessage Centerがあり、ここに無線機及び交換台を設置できる。

鉄塔ならびに電力舎は、このMessage Center西側に政府所有の土地があり、ここが利用できる。



○所要局舎面積

無線施設、交換台を収容する。

スペース 15 m²

電力舎 20 m²

(なお1983年以後、市内電話局に昇格する見通しもあるので、その分の増築用地も考慮しておくこと。)

鉄塔高 20 m (支線式)

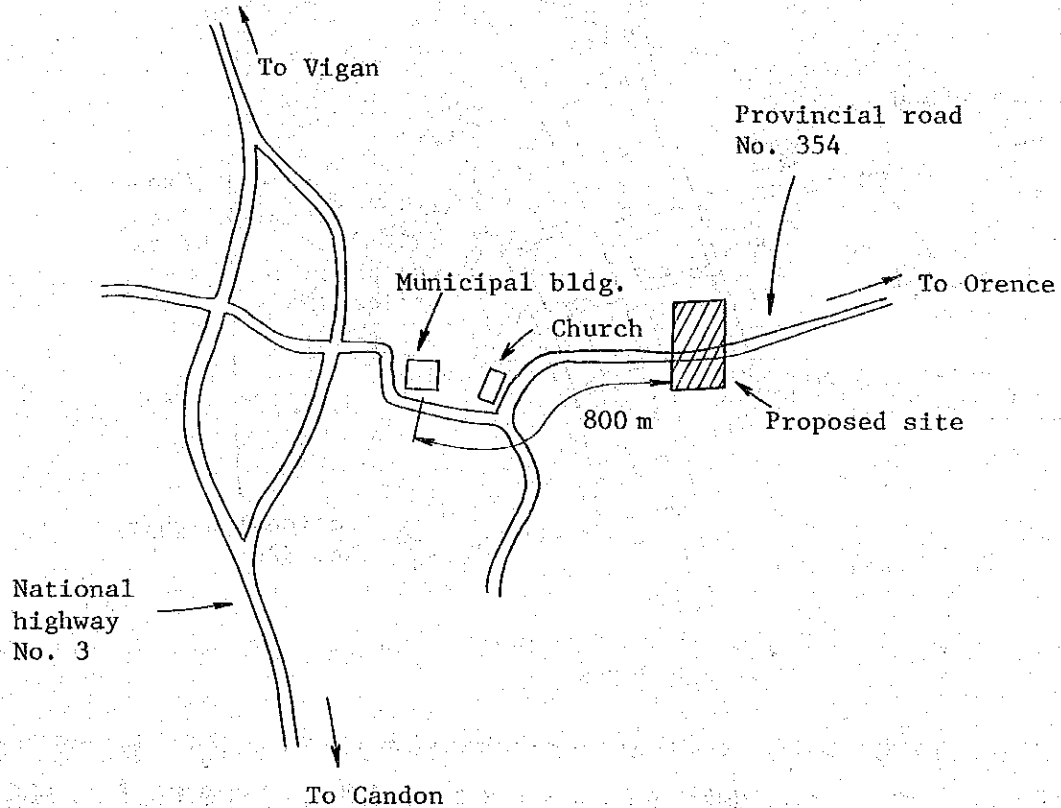
所要土地面積 500 m² (電力舎、鉄塔用)

(10) Narvacan

○構 想

Bigbiga より UHF によって分岐される市内電話局で、更にこの局より Sta. Maria へケーブルで接続される。

○新局舎予定地



Narvacan の場合、Municipal bldg. の周囲は空地がまったくないので、Bigbiga の方向の伝播上の考慮も入れて、Municipal bldg. より更に西に 800 m 程行った県道 354 線沿いの土地（私有地）が適当と思われる。

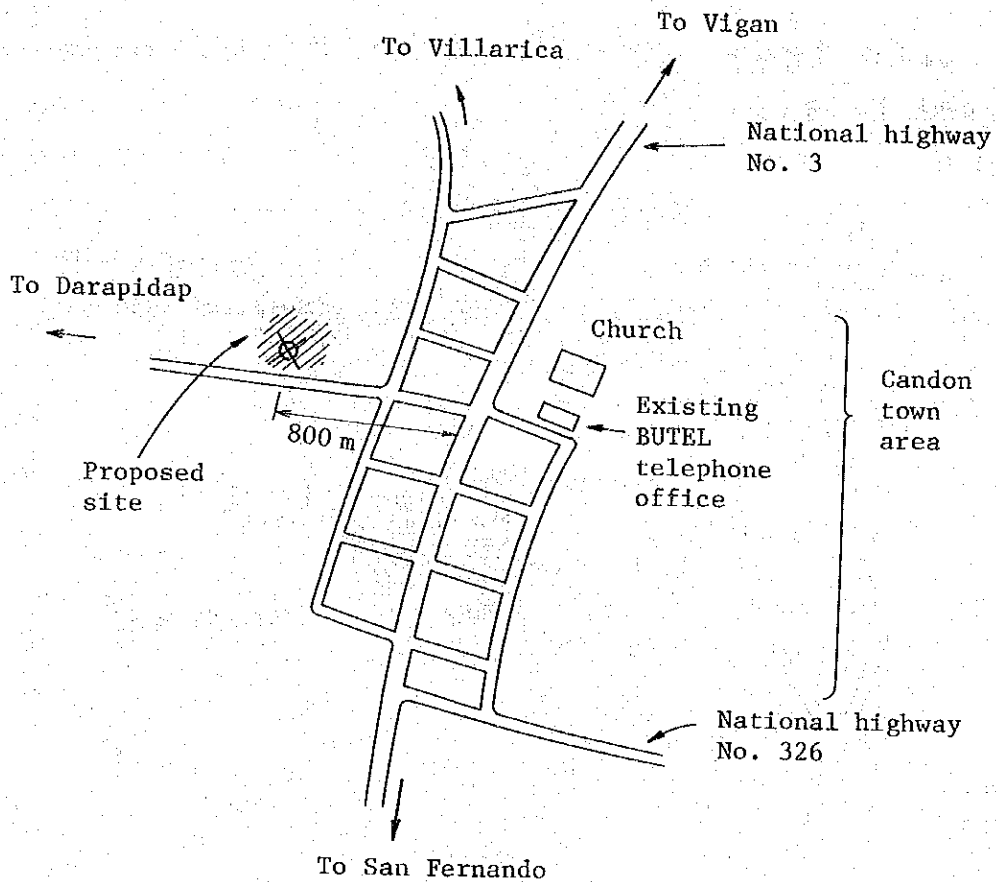
- 所要局舎面積 3 2 0 m²
- 鉄 塔 高 2 5 m (支線式)
- 所要土地面積 1 6 0 0 m²

(11) Candon

○構 想

現在の電話局は、そのまま用いられるが、Bigbiga 無線中継所と接続される無線施設は、既設の電話局には、スペース的に、そして、Bigbiga への伝播路上の問題から設置できないので、別の場所に設置する必要がある。

○ 新局舎予定地



Bigbiga 方向への Course clearance の関係から図に示す、国道より 600 m 以上西側（海側）へ寄った地点を確保すること。従ってここに建設される無線中継所と、既設 Candon 電話局とは、ケーブルによって接続される。

- 所要局舎面積 60 m²
- 鉄塔高 75 m (支線式)
- 所要土地 240 m²

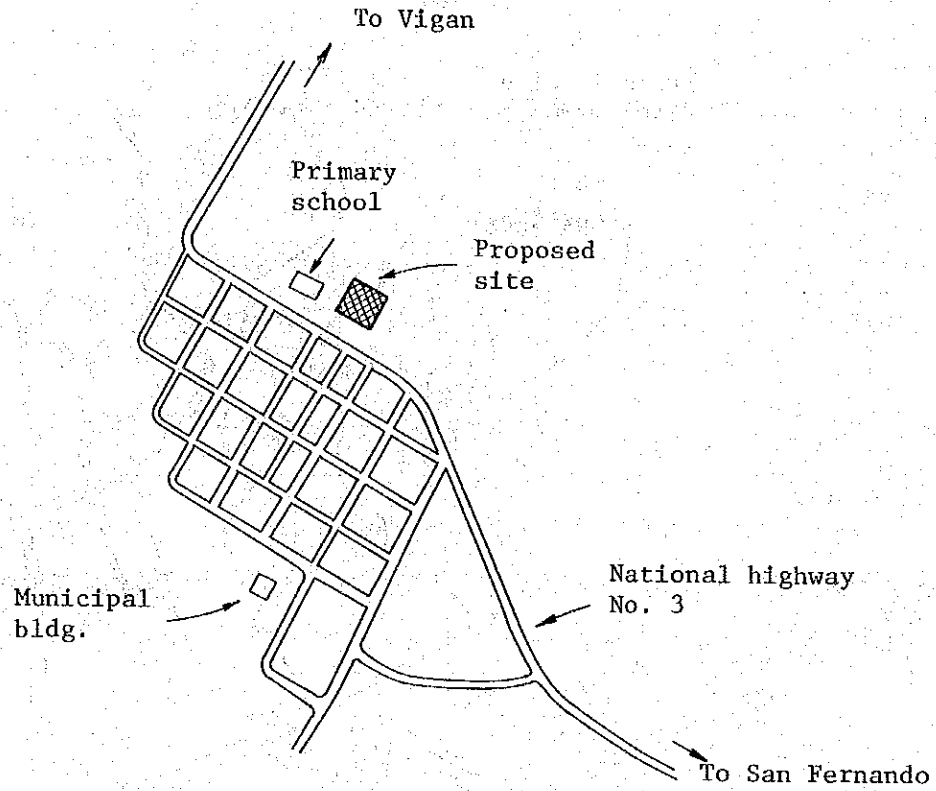
この広さは、鉄塔の支線基礎までみこんだ広さではない。支線基礎は借地等によって対処する。

(12) Tagudin

○ 構 想

Tagudin の町より約 3.5 km 南東にあるマイクロルート Tagudin 無線中継所より分岐された回線はケーブルによって市内電話局へ接続される。

○新局舎予定地



Tagudin の町の中、国道 3 号線沿い、小学校の隣りに空地 (約 $40 \times 40 m$) があり、ここが電話局用地として使える。

- 所要局舎面積 $280 m^2$
- // 土地面積 $1000 m^2$

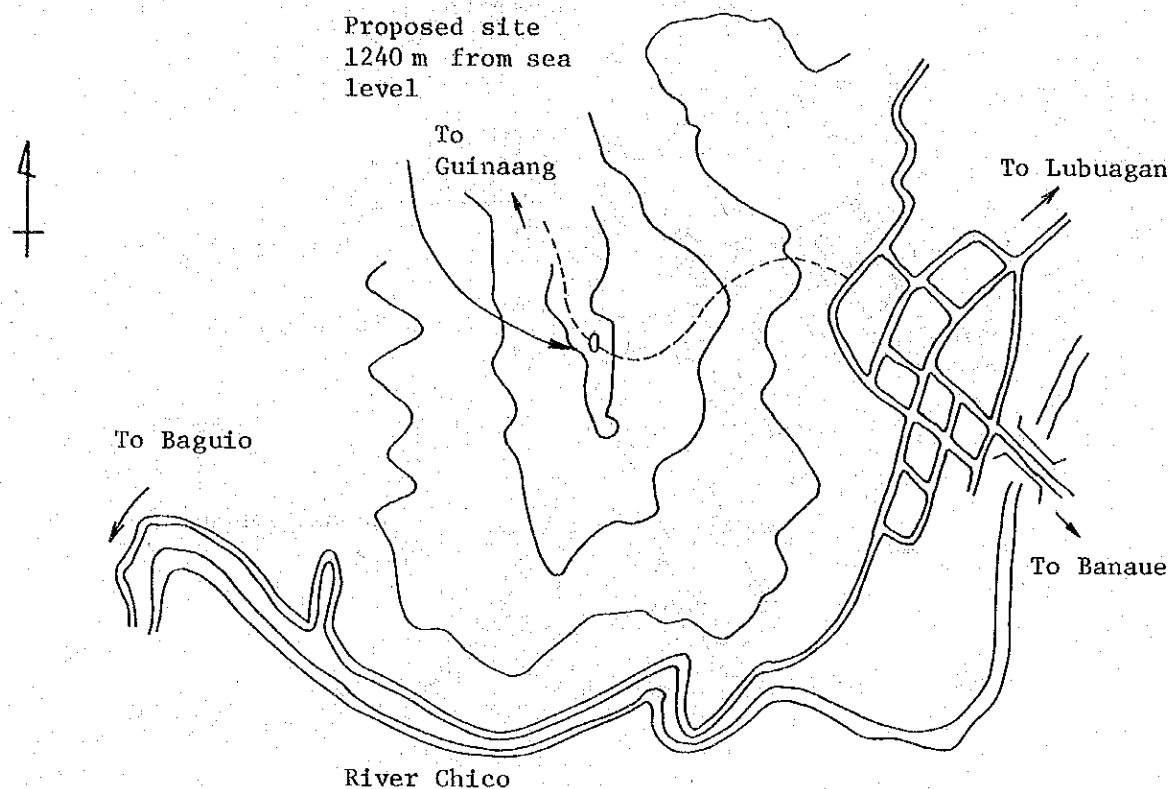
(13) Bontoc

○ 構 想

Baguio より、Sto. Tomas, Mt. Mungueto, Mt. Data, Sagada を経て、Bontoc に UHF 回線 で結ばれる。

Bontoc は市内電話局として発足する。

○新局舎予定地



Bontoc は Sagada との間の伝播路確保の点から、無線中継所は、周囲の高い丘にあげ、町の中に電話局を作る方法がとられる。

まず無線中継所の候補地として、Bontoc 市の軍のキャンプの裏側にあたる丘（海拔 1240 m）がよい位置である。ここから、ケーブルによって町の中の適当な場所の電話局まで、ひきこめばよい。現在の BUTEL Message Center の敷地は、電話局としてややせまいと思われる。

○所要局舎面積

60 m²（無線中継所）

280 m²（市内電話局）

鉄塔 40 m（支線式）

所要土地面積

4000 m²（無線中継所用）

但し支線基礎は借地とする。

10000 m²（市内電話局用）

用地（無線中継所用）の選定にあたっては十分伝播試験を対 Sagada と行なうこと。

Sagada との見通しがきわめてクリティカルであるから。

(4) Sagada

○構 想

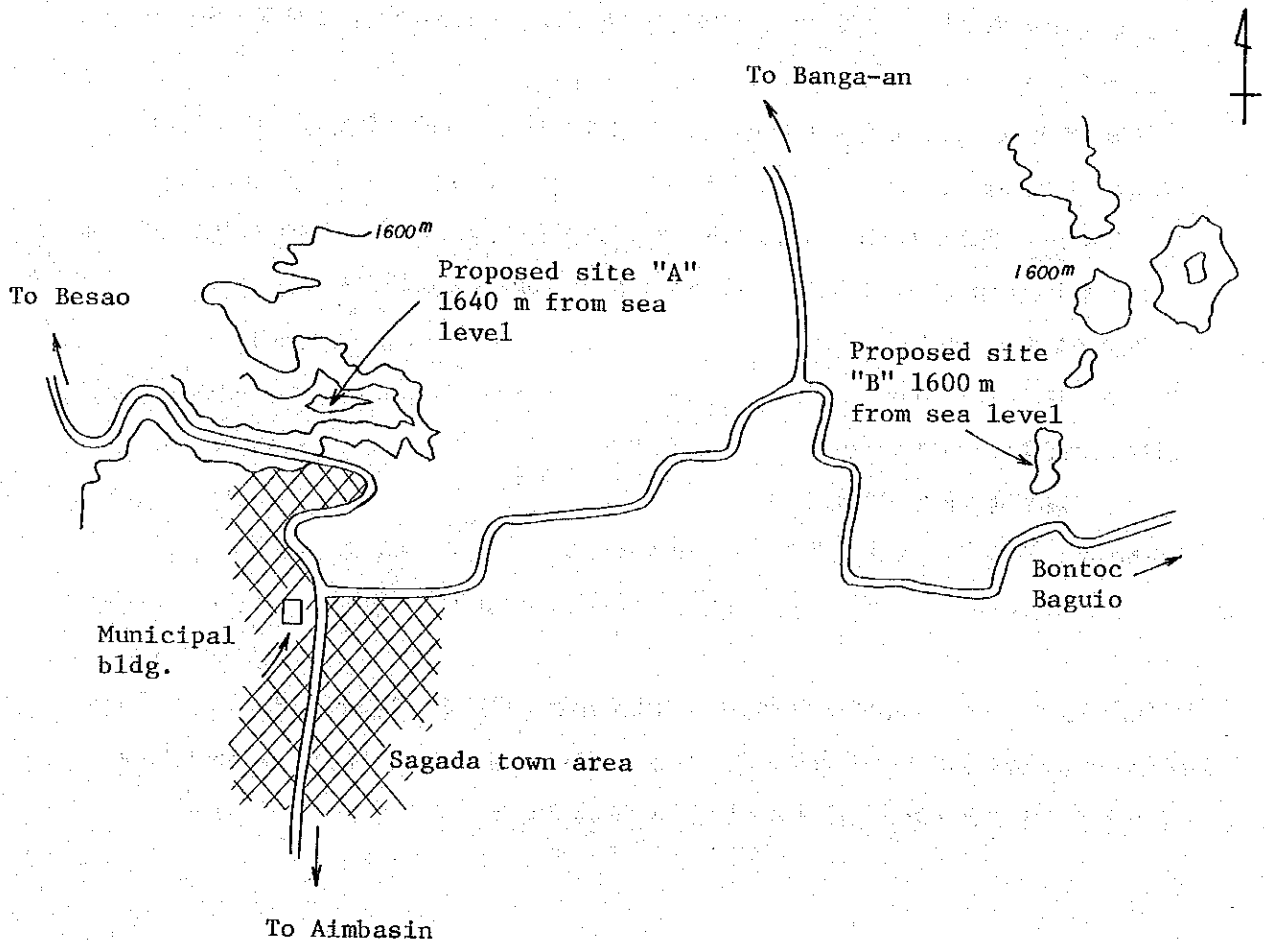
Baguio より、Bontoc へ至る UHF 回線の 1 中継所として発足するが、Phase 2 の時点で IPTS 局が開局する。

○新局舎予定地

Bontoc 方向の伝播路の確保がかなり困難であるので、局の形態としては、近くの小高い丘の上の無線中継所をおき、将来 IPTS 局が開かれたときはケーブルで Municipal bldg. 内におかれた交換台まで接続される。

無線及び電力施設のおかれる地点は、2 案あり、地図上で、候補地 "A" としては、

Sagada の町へ入り、Municipal bldg. の前より、Besao 方向の道をとる。約 400 m 進むと、右手の小高い丘の上が、町の給水池の小屋が見えてくる。この給水小屋の裏あたりが、候補地 "A" である。ここは、Municipal bldg. に近いことから、将来



I.P.T.S局が開かれたときは有利である。

ただし、欠点として、

○ Bontoc 方向の伝播路がとりにくく、伝播試験をする必要があること。

○ また、ヤセ屋根である故、巾 20 m 程度しかとれない。従って高い鉄塔はたてられない。

候補地 "B" としては

Bontoc 方向から来た場合、Municipal bldg. の手前 2-5 Km の地点に、道路の北側に 1,600 m の丘が見える。これが候補地 "B" である。ここは比較的平らな個所があり、又 Bontoc 方向の伝播路もたやすく確保できるが、Municipal bldg. までの距離が 3 Km 程度あることである。

現時点では、どちらが有利か、断定はできないが、候補地 "B" の方が、やや有利と思われる。更に詳細な調査が必要である。

(15) Mt. Data

○ 構 想

Baguio より、Bontoc へ至る U.H.F 回線の 1 中継所として発足するが、Phase 2 で、Mankayan が開局したときは、ここで分岐して Mankayan への無線回線を確保することになる。

○ 新局舎予定地

国道 11 号線 Abatan より Bontoc よりへ 15 Km 行くと、政府観光局の Mt. Data Tourist Lodge がある。

この Lodge の裏庭から Mt. Data 山頂への人道があり、ここから 2,346 m の山頂へ登ることができる。山頂は、かなり木がおおわれており、伐採する必要がある。

○ 所要局舎面積 60 m²

鉄 塔 高 40 m

所要土地面積 400 m²

(支線基礎は借地で対処)

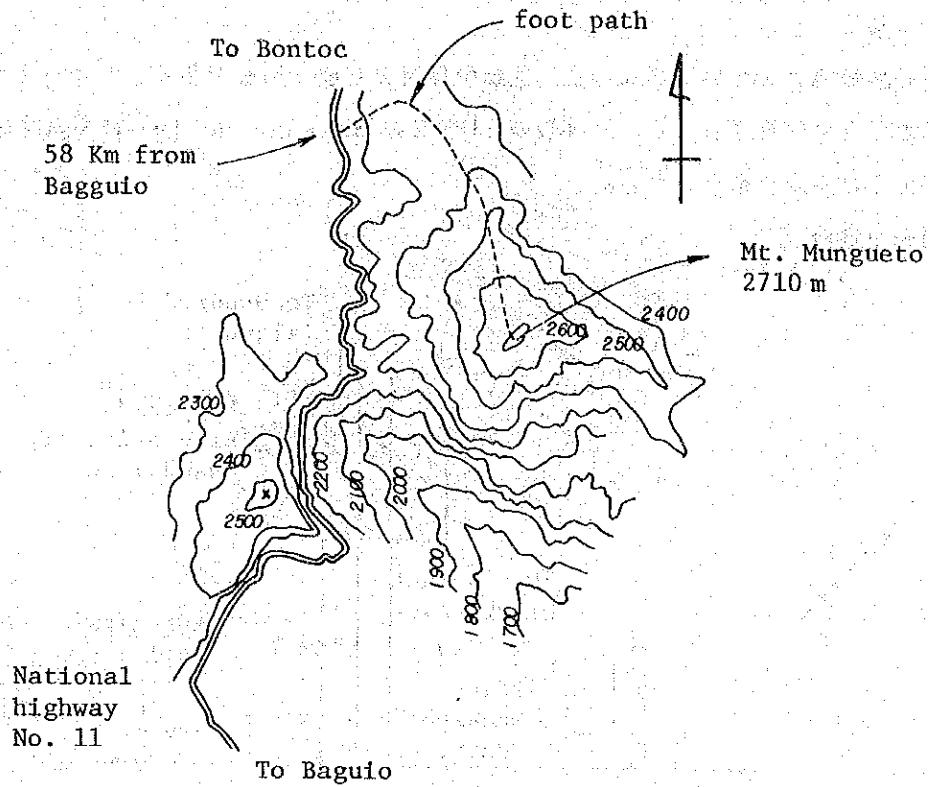
補修道路長約 2 Km

(16) Mt. Mungueto

○ 構 想

Bontoc ルートの 1 中継所であって、山上完全無人中継所の典型例。Phase 2 の時点で Bokod への分岐が実施される予定。商用電 は得られないので、ふもとに Dual engine を収納する電力舎をおき、配電線で山上まで運ぶ必要あり。

○ 新局舎予定地



Baguioより58 Kmの地点より、山に登る人道あり。

- 所要局舎面積 6.0 m²
- // 鉄塔高 3.0 m (支線式)
- // 土地面積 1,100 m²
- 予想される建設道路長 約6 Km

(17) San Quintin

○ 構 想

BinalonanよりVHFによって結ばれるIPTSの局である。Phase 2の時点で更にここから、Uminganへと回線がのびる。

○ 新局舎予定地

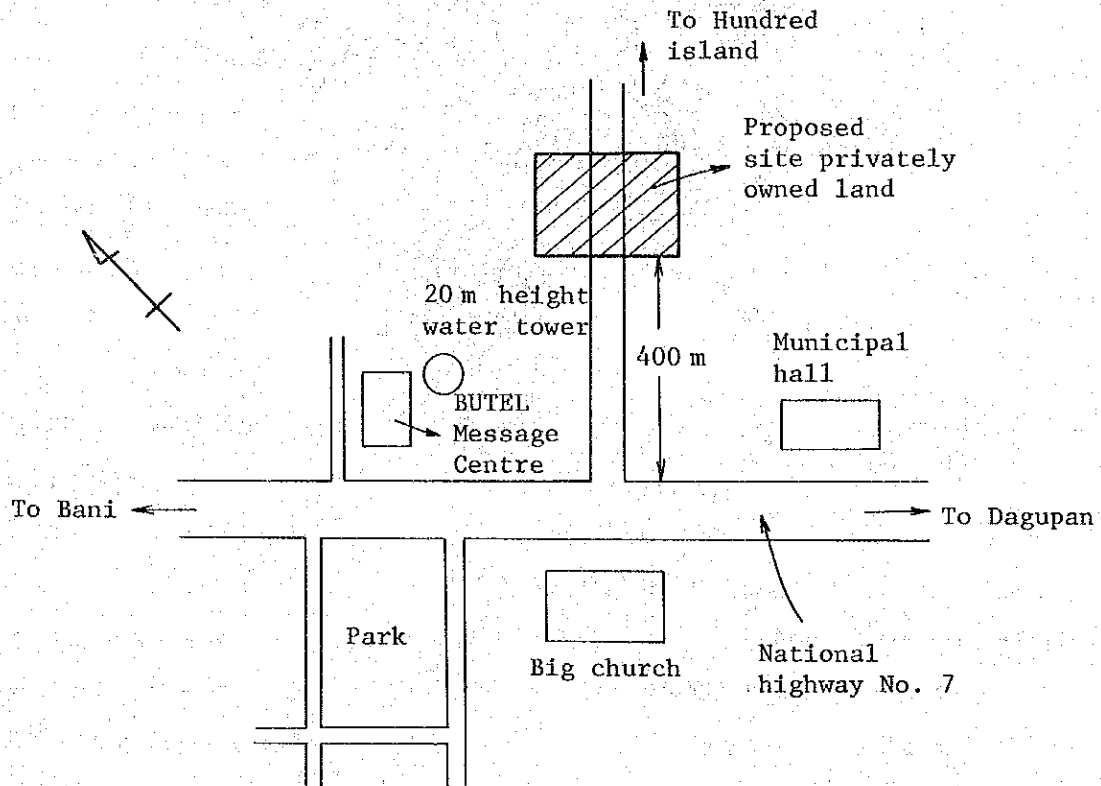
Binalonanへの伝播上の問題は特にないので、鉄塔はMunicipal bldg.内の空地に20 mの支線式鉄塔を建て、Municipal bldg.内のMessage centerに、無線施設と交換台をおく。なお電力舎15 m²はMunicipal bldg.の近くに建てる。

(18) Alaminos

○構 想

比較的規模の大きい電話局と有人無線中継所より成る局舎である。これらすべての施設は同一の局舎に収容され、更に、既設の BUTEL Message Center にある諸施設も、新しく建てられる局舎に移される。

○新局舎予定地



国道7号線、Alaminos市街より、Hundred Islandへ行く道をとること約400mの付近の土地(民有地)を1400㎡確保する。

- 所要局舎面積 350㎡
- # 鉄塔高 65m(支線式)
- # 土地面積 4800㎡

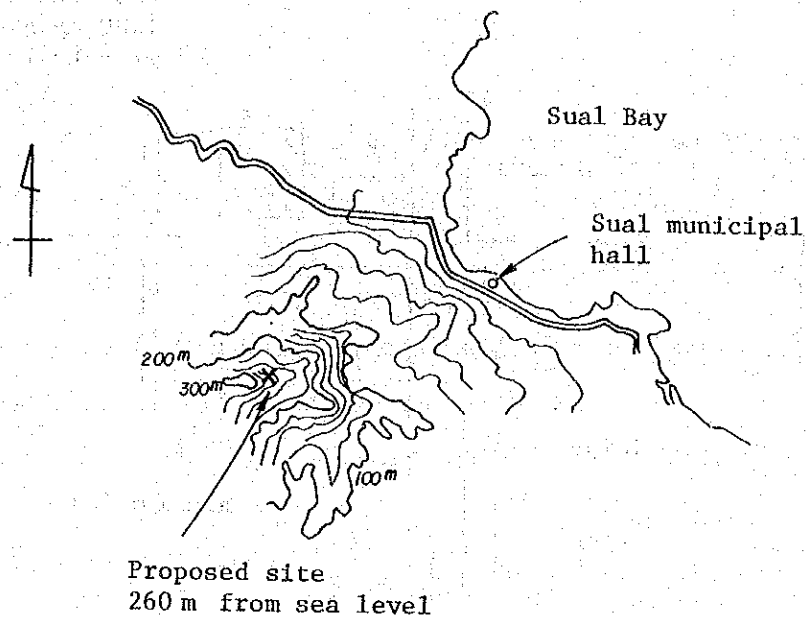
この広さは、鉄塔の支線基礎までみこんだ面積であり、支線基礎部分のみを借地で得られれば、更に小さい面積の土地でよい。

(19) Sual

○構 想

DagupanあるいはAlaminosを保守局とする無人中継所。Sualの町より道路をつける。

○ 新局舎予定地



○ 所要局舎面積は 60 m²、 鉄塔高は 20 m (支線式)

所要土地面積は 580 m²

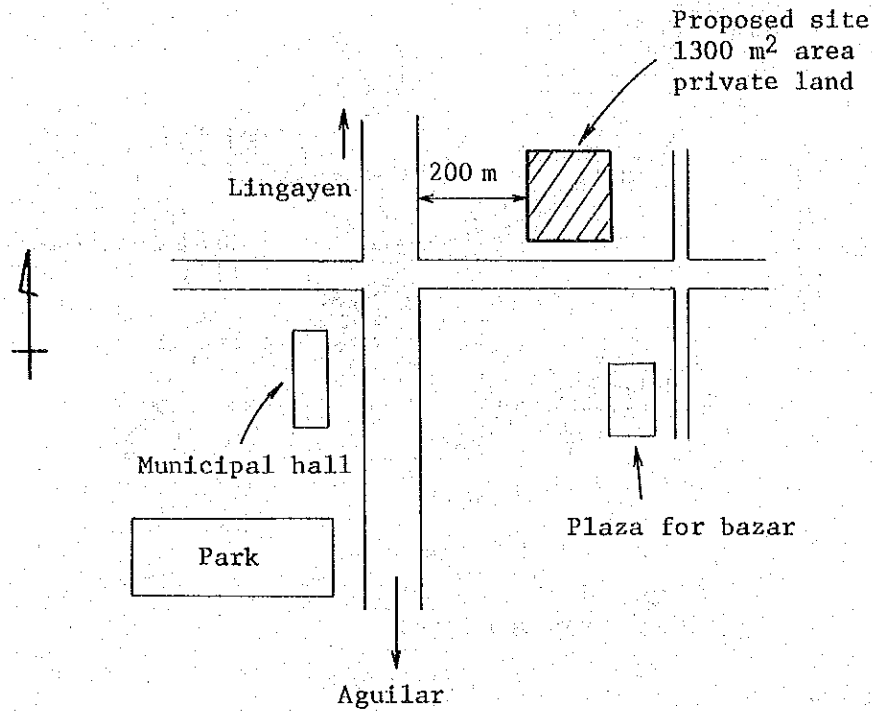
建設直路距離は 約 3.5 Km

② Bugallon

○ 構 想

Phase 1 の時点では、Dagupan ~ Alaminos 回線の 1 中継所として使われるにすぎないが、Phase 2 の地点で、市内交換機が設置され、電話局が開局される。従って、無人局設計の無線中継所プラス市内電話局の構成で、局舎を用意する。

○新局舎予定地



○所要局舎面積 320 m²

鉄塔高 60 m (自立型)

土地面積 1300 m²

土地の取得にあたっては、希望する個所が私有地であるため、得にくいことが予想される。このときは東に、あるいは北に寄る方向が望ましく、この逆の方向、つまり西より、あるいは南よりの土地は Suai 方向の見通し上、不都合である。

② Dagupan

○構 想

Binalonan から 2 GHz 方式によってひきこまれる。UHF の無線中継所である。更に Alaminos 方向、San Fabian 方向へも伝送路がのびされる。

○新局舎予定地

Dagupan 中継所としての局舎面積は、既設の施設も含めると約 280 m² 必要とみこまれる。現 Message center を利用するとなると敷地がせまいが、3 階～4 階建とすることにより解決できよう。

ここは将来、公衆電話 Box をおいたり、その他の窓口サービスも予想されるので、場所的に現在の位置がよいと判断される。

○ 所要局舎面積

$$280\text{ m}^2 + \text{窓口サービス用面積}(100\text{ m}^2) = 380\text{ m}^2$$

鉄塔高 45 m

所要土地面積

14 m × 14 m で 2 ~ 3 F 建ての局舎の屋上部に 25 ~ 30 m の鉄塔をたてるとすると約 400 m² の土地が最低限必要となる。

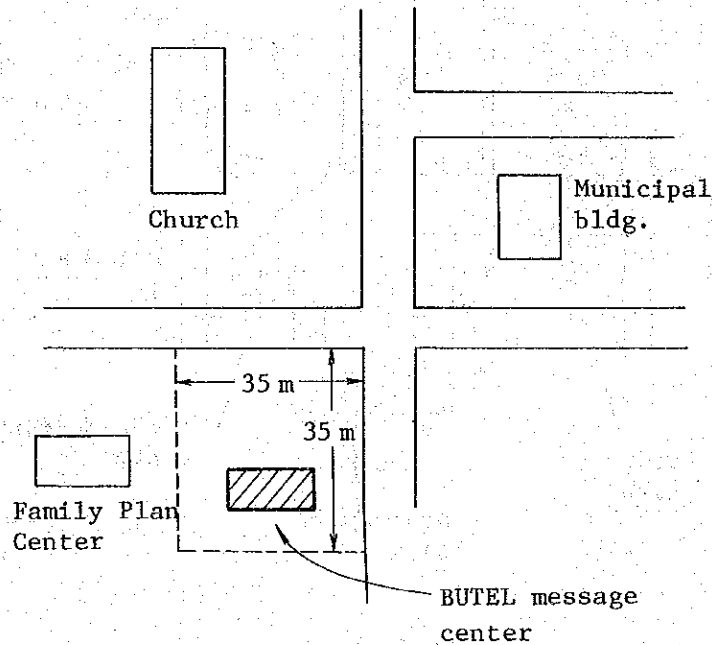
② Claveria

○ 構 想

Sanchez-Mira よりケーブルによって接続される IPTS の局である。

BUTEL の Message center が Municipal bldg. のすぐ前にあり、ここに新局舎を作り、ケーブル端末施設、搬送装置、交換台をおく。1983 年ころまでには商用電源が入手される予定。

○ 新局舎予定地



○ 所要局舎面積 90 m²

鉄塔はなし。

この広さは、電力舎を含む。

1993 年以後、市内電話局に昇格になることも考えられるので、局舎建設にあたっては、将来増築についても十分考慮すること。

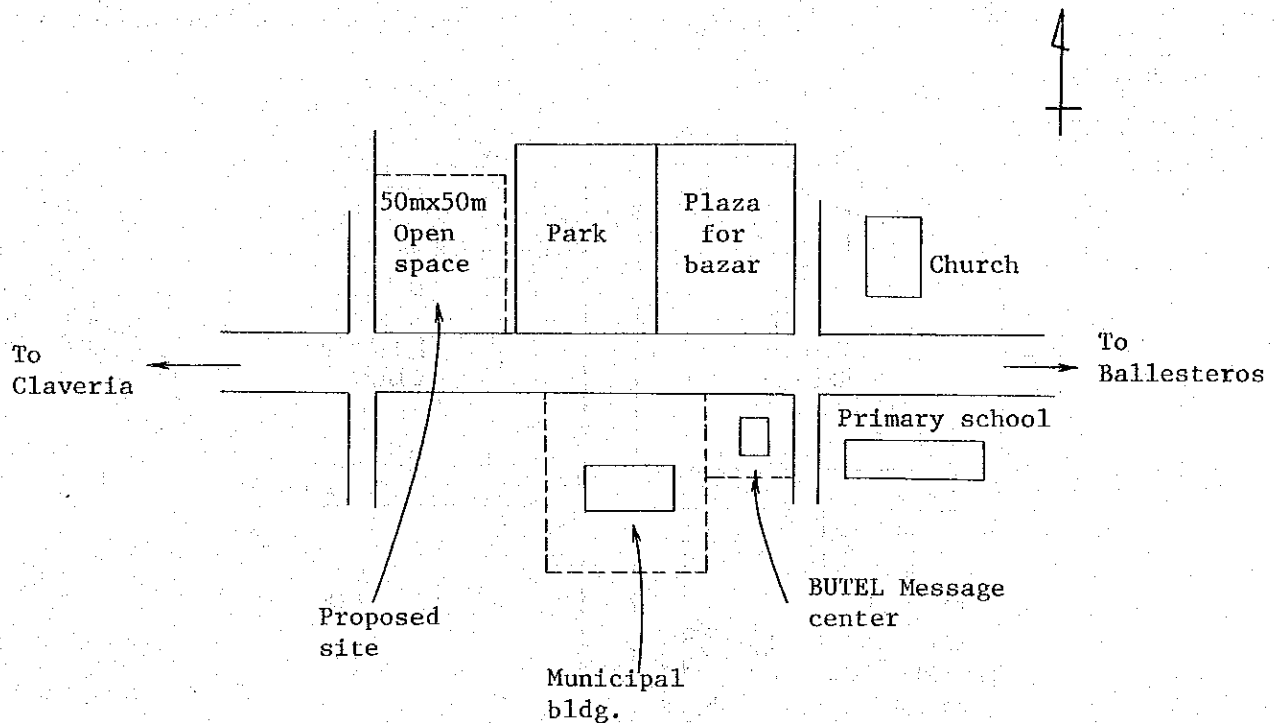
④ Sanchez-mira

○構 想

BallesterosよりUHFで結ばれるIPTSの局で、ここより更にケーブルにて Claveriaへと電話回線がのばされる。

○新局舎予定地

現在のBUTELのMessage centerは、約10m×10mの土地面積でかなり狭い。すぐ隣りがMunicipal bldg.であることを考慮すれば、IPTSの局としてスタートするにはこれで十分かと思われるが、1993年以後、市内電話局に昇格することが予想されており、その場合は、この敷地ではあまりにも小さすぎる。従って、一案として図に示す空地と交換して、この地でIPTSとして開局することを提案する。



- 所要局舎面積 30 m²
- 鉄塔高 60 m
- 所要土地面積 2,500 m²

(一部鉄塔の支線基礎は含まない)

④ Gonzaga

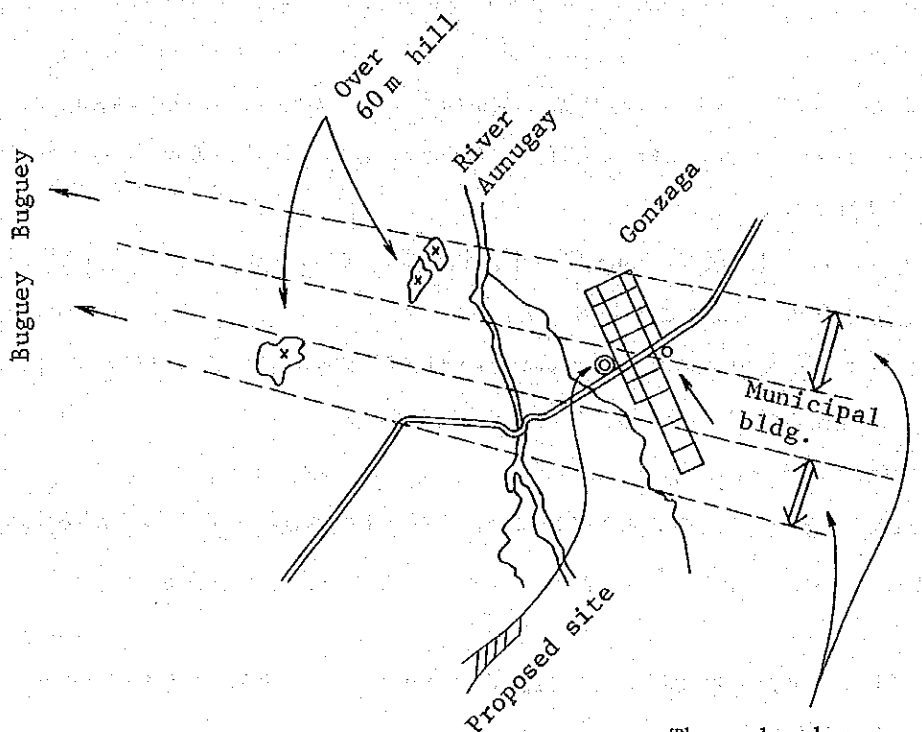
○構 想

Appari, Buguey 経由でVHFによって接続されるIPTSの局である。1993年以後市内電話局への昇格が予想されている。

○新局舎予定地

Gonzaga の町の前方 2 Km のところに 70 ~ 75 m の丘があり、これをさけて伝播路を設定するので、鉄塔の位置が次図のような制約をうける。

従って、考えられる鉄塔の位置及び無線機田舎局は、図に示したように、Gonzaga の町に入ったあたりにおき、ここからケーブルで Municipal bldg. の中にある交換台までひきこむ。



These bands are screened by the hills 2 Km ahead.

- 所有局舎面積 30 m²
(無線施設+電力設備)
- 鉄塔 50 m
- 所要土地面積 2600 m²
(鉄塔の支線基礎を含む)

② Buguey

○構 想

Phase 1 では、Appari ~ Gonzaga 間の中継所として用いられるにすぎないが、Phase 2 の時点で、PTS 局として電話サービスを開始する。更に 1993 年以後は、市内電話局に昇格することも考えられるので、敷地選定、局舎建設にあたっては、将来の増築を十分考

慮すること。

○新局舎予定地

Municipal bldg.のある敷地が、前後ともかなり余裕があるので、ここに鉄塔、及び無線施設用局舎を建設するのがよいだろう。将来市内電話局を開設する場合は、やはりこの敷地の中に市内交換機を収容する局舎を建てることできる。

- 所要局舎面積 30 m²
- 鉄塔高 25 m
- 所要土地面積 700 m²

⑧ Aparri

○構 想

Tuguegaraoよりの市外電話回線をAparriにて、Buguey, Gonzaga方向、Claveria, Sanchez Mira, Ballesteros方向、Lal-lo方向、HFによるBasco方向へと分岐する重要な局所である。

Aparriの市内電話交換サービスは、現在おこなわれていないが、すでにRETELCOによる運営が計画されている。

従って、本プロジェクトにおいてもAparriは無線中継所としてのみの機能を与える局所となるので、現在の無線中継所に、新局舎の建設をおこなう。

○新局舎予定地

既設無線中継所跡に、約280 m²の局舎、及び45 mの鉄塔(自立型)が建設される。

⑨ Lal-lo

○構 想

○AparriよりVHF回線によって接続されるIPTSの局で、1993年以後市内電話局へ昇格する可能性がある。

○新局舎予定地

Municipal bldg.の隣接地に35 m×18 mの空地があり、ここに鉄塔及び無線電力舎を建設し、交換台はMunicipal bldg.内に設置する。

- 所要局舎面積 30 m²(無線電力舎用)
- 鉄塔高 50 m(支線式)
- 所要土地面積 600 m²

(但し支線基礎は借地によって対処する)

⑩ Nassiping

○構 想

TuguegaraoからAparriへゆく伝送路の中継となる局所である。しかしPhase 2の段

階では、ここから更に分岐され、Lasam, Sto. Ninoへ電話回線が伸びることになる。

○ 新局舎予定地

国道5号線をNassipingの部落から登り始める。Jeepable roadがすでにあり、これを2-4km程ゆくと左手に予定地の頂が見える。ここで車をすてて、徒歩で約300m、海拔158mの頂に達する。頂は民有の放牧地で、約2mの土をカットすることにより、90m×30mの広さが得られる。付近は樹木のない草地。

○ 所要局舎面積 90m²

鉄塔高 25m(自立型)

所要土地面積 400m²(新設道路の買収費含まず)

新設道路長約500m

補修道路長約2-4km

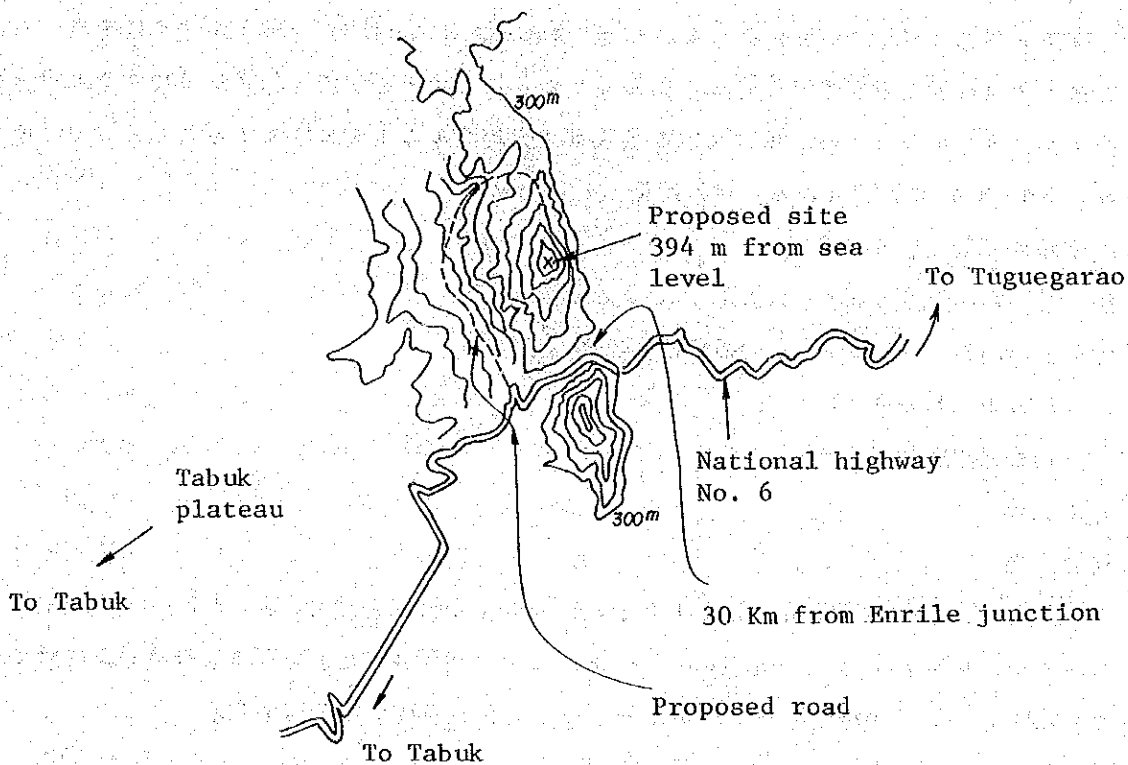
④ Babalog

○ 構 想

TuguegaraoよりTuaoへ至るIPTS回線の1中継所としてスタートするが、Phase 2の時点で計画されているLubuagan, Kabugaoの各ルートは、ここから分岐されてゆくの
で、将来UHFの中継所としてはかなり規模の大きな重要な役を演ずる。

○ 新局舎予定地

Tuguegaraoより国道6号線をとるEnrileからの交叉点より30km、Tabuk平原へ出る最後の峠で、Tabukの町がよく見えるところであるが、この峠の北側の山が予定地である。多分、将来も商用電力は得にくいところと考えられ、Dual Engineの設備が必要と思われる。



- 所要局舎面積 900 m²
- 鉄塔高 2.5 m (支線式)
- 所要土地面積 9000 m²
(鉄塔の支線基礎を含む)

③) Tuao

- 構 想

Tuguegarao より Babalog を経由して UHF によって結ばれる IPTS の局である。将来 Local exchange 局に昇格することも考えられるが、当面は Municipal bldg. の一室にて電話サービスをおこなう。

- 新局舎予定地

Municipal bldg. 内に 20 m の鉄塔を建設し、その Bldg. 内の Message Center の一室に無線施設ならびに、交換台をおく。

16 m² 程度の電力舎は Municipal bldg. の敷地内の一角に設ける。

④) Tumauni

- 構 想

Ilagan より UHF によって結ばれる Ilagan 集中の市内電話局である。

○新局舎予定地

電波伝播上からは用地の選定が拘束されることはないので、できるかぎり町の中心部に近い適当な個所を用地とすればよい。

○所要局舎面積 320 m²

鉄塔高 20 m (支線式)

所要土地面積 1,400 m²

⑧ Santiago

○構 想

San Mateo 経由で Ilagan に集中される市内電話局で、更に Cabarroquis Diffun, Jones, Maddela, San Augustin へのびる回線の中継の役目もはたす、規模の大きな電話局である。

現在の Santiago BUTEL 電話局は、市内交換の設備と若干の無線施設を収容しており局舎スペースも十分とはいえないので、本プロジェクトで導入される無線搬送の施設は、別途建設される新局舎に収容される。

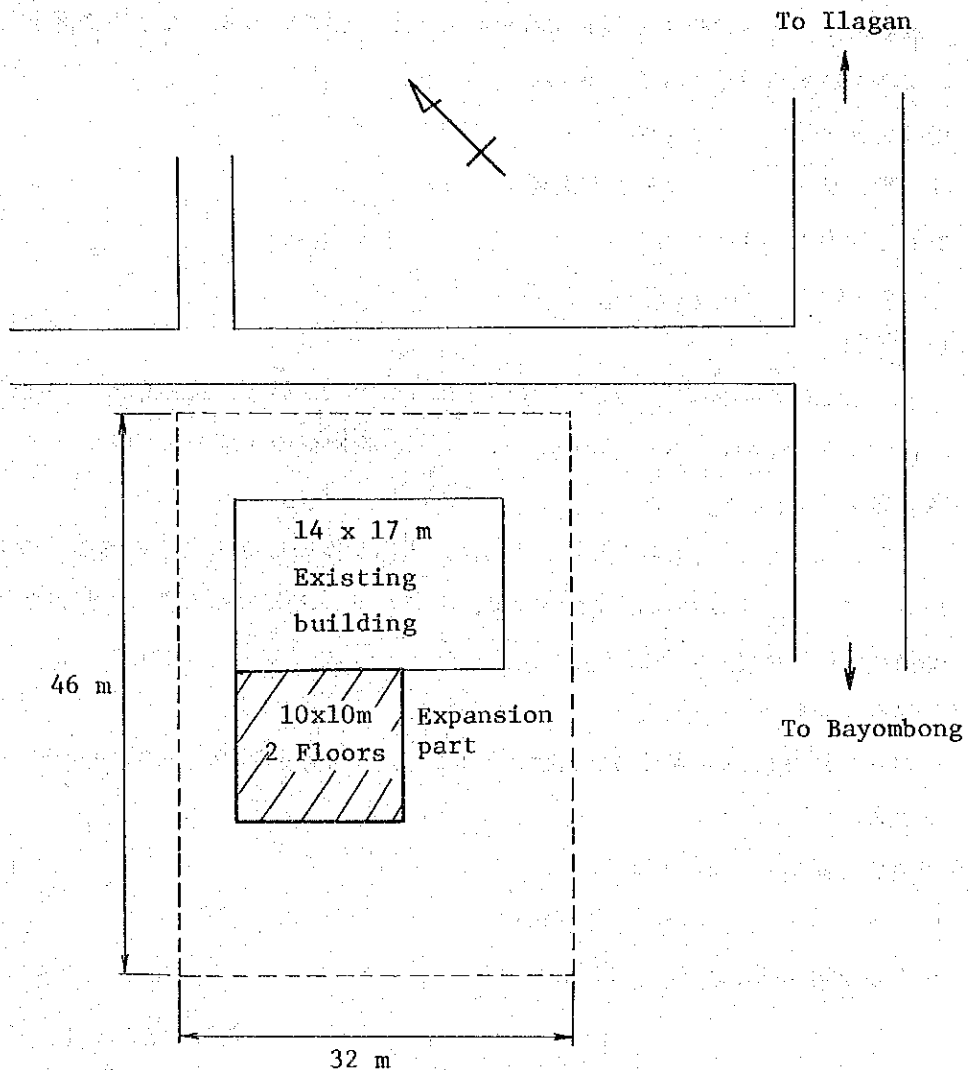
○新局舎予定地

現在の Santiago 電話局の裏側に約 200 m²の局舎を新設し、その屋上に自立型の鉄塔をたてる。

○所要局舎面積 200 m²

鉄塔高 50 m (自立型)

現在の土地を活用する。



③ Callang

○構 想

IPTS局としてSan Mateoよりひきこまれる局で、更にPhase 2 の時点でMallig, Auroraへ回線が延長される計画である。

○新局舎予定地

無線施設、交換台は、Municipal bldg.内にあるBUTEL Message Centerに設置する。電力設備なし30mの鉄塔は、Municipal bldg.の敷地内に設置する。Phase 2の時点でMallig, Auroraへ回線がのびる場合は、更に中継機が必要になり、その設置場所をあらたに設けることになる。

それは、Phase 1の時点で建設される電力舎を、Phase 2の時点で若干増築し、そこへ設

置すればよい。

○ 所要局舎面積 15 m² (電力施設用)

鉄塔高 30 m (支線式)

敷地は Municipal bldg. の敷地を使う。

(34) Alicia

○ 構 想

San Mateo 経由で Ilagan に接続される市内電話局で、更に Phase 2 の時点で Mayoyao, Angadanan へ更に回線がのびる。

○ 新局舎予定地

Municipal bldg. 前の広場の横に 850 m² 程度の土地があるが、地形がわるく (10 m × 85 m)、使いにくい。San Mateo, Mayoyao 方向への伝播路はとくに問題ないので、どこか他の土地があれば、そこへ移した方がよい。

○ 所要局舎面積 320 m²

鉄塔高 30 m (支線式)

所要土地面積 1,800 m²

(35) Cabarroguis

○ 構 想

Santiago, San Mateo を経由して、Ilagan に集中する市内電話局である。

○ 新局舎予定地

Provincial capital bldg. の北側約 200 m の地点を造成整地して、新局舎用地とする。

ただし、この方面は、現在の 5 万分の 1 の地図と大巾に位置が異なるので、用地決定にあたっては、十分なる伝播試験を実施した後におこなうこと。なお、Prov. capital bldg. の位置は、東経 120°30'54"、北緯 16°31'34" と思われる。

○ 所要局舎面積 320 m²

鉄塔高 30 m

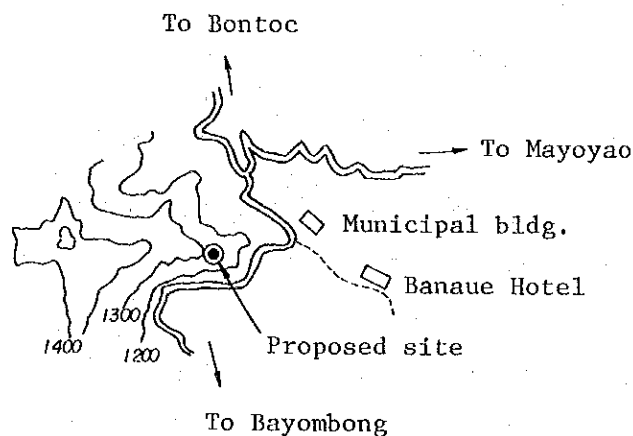
所要土地面積 1,800 m²

(36) Banaue

○ 構 想

Diadi を通して Bayombong に結ばれる IPTS 局である。Phase 2 の時点で、更に Kiangan への回線がここからのびる。

○新局舎の位置



Municipal bldg. の手前 400 m のあたりをのぼって 1,260 m の地点が候補地である。ここに 25 m の鉄塔、ならびに無線、電力の諸施設を収容する局舎を新設する。ここからケーブルによって Municipal bldg. のすぐ隣りにある BUTEL の Message center へケーブルでひきこみ、交換台へ接続する。

○所要局舎面積 30 m²
(無線・電力諸施設用)

鉄塔 25 m (支線タイプ)

所要土地面積 700 m²

⑧ Sarrat, Paoay, Cabugao

San Fabian, Bambang, Enrile, Solana, Sto. Domingo, Sta. Maria, Mapandan, San Jacinto,

以上は、いずれも無線施設をもたない IPTS 局、あるいは市内電話局である。従って電波伝播上の制約がないので、用地の選定にあたっては、町の中心部で、公共機関の建物があつまっているあたりが望ましい。上にあげた IPTS 局の場合、交換台は Municipal bldg. の中におき、付近に 10 ~ 15 m² の電力舎を建設することが必要となる。

○所要局舎面積
280 m² (市内電話局)
15 m² (IPTS 局用電力舎)

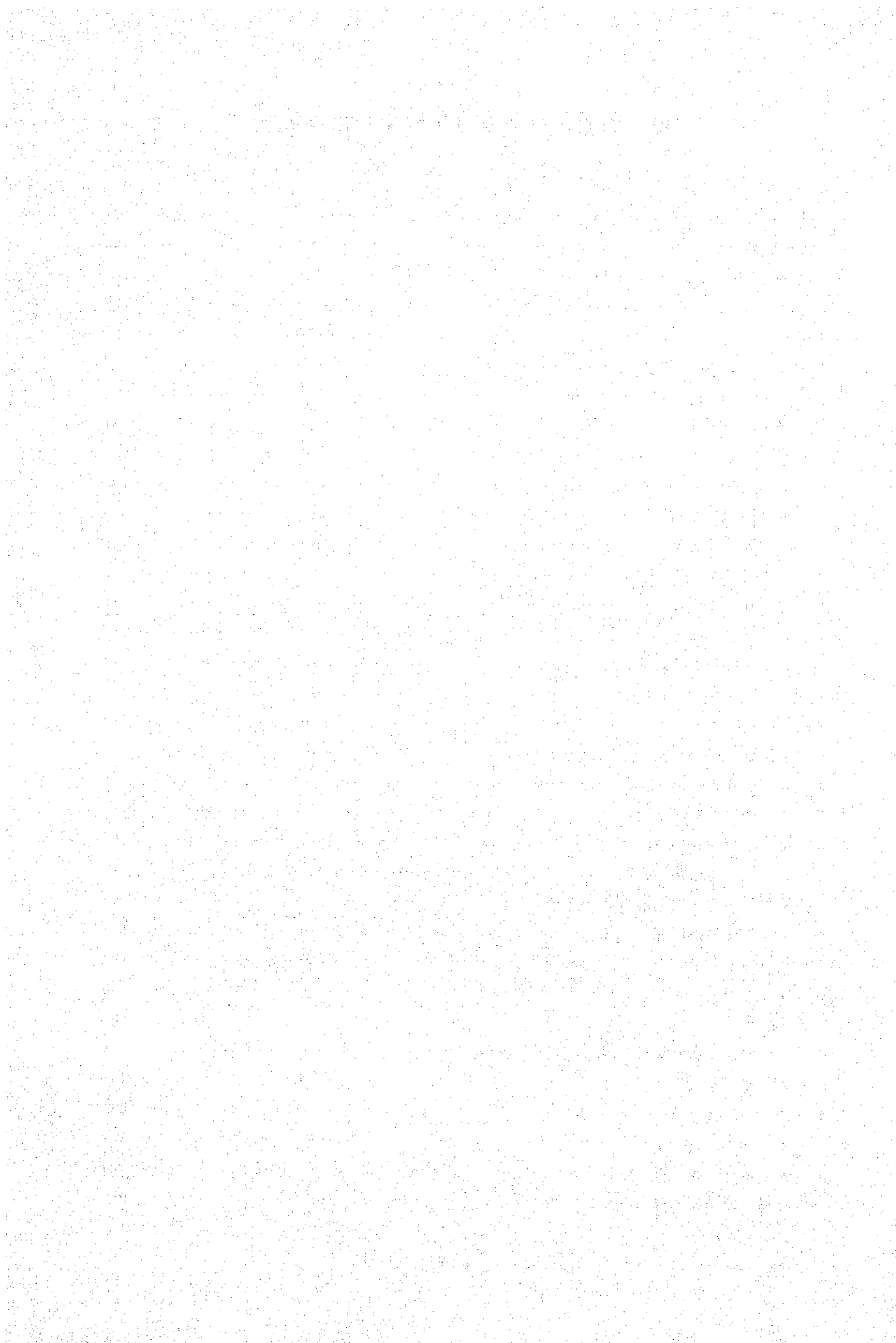
所要土地面積
1000 m² (市内電話局)
50 m² (IPTS 局用電力舎)

〔Ⅲ〕 無線周波数割当に関する 技術基準

㊦ 無線周波数割当に関する技術基準

目 次

1. はじめに	161
2. 周波数の割当	161
3. 置局の選定	161
3-1 伝搬路	161
3-2 混信妨害	161
3-3 設置場所等	161
3-4 将来計画	162
4. 回線設計	162
4-1 回線設計の手順	162
4-2 見通し図の作成	163
4-3 伝搬損失	166
4-4 無給電中継	168
4-5 回折網	170
4-6 ビーム給電	171
4-7 回線信頼度	173
4-8 回線の信号対雑音比	174
4-9 フェージング	175
5. 混信妨害	190
5-1 D/Uの計算	190
5-2 所要D/Uの計算	191
5-3 妨害の要因と対策	191
5-4 混信妨害の軽減対策	192
5-5 単一通信路の混信妨害	192
6. 標準擬似回線と国際規格	198
6-1 標準擬似回線	198
6-2 許容縮音	198
6-3 その他の規格	200
7. 雑音設計	204
7-1 無線回線における雑音	204
7-2 熱雑音	204
7-3 歪雑音	206
7-4 干渉雑音	208
7-5 雑音配分	210
8. 占有周波数帯幅の算出方法	213



⑧ 無線周波数割当に関する技術基準

1. はじめに

本プロジェクトにおいて無線周波数はシステム設計を行う際、基本となるものであり、さらに新たな周波数等を割当ててゆく場合必要あるいは参考となるべき技術的条件等をまとめたのが本基準である。

無線周波数について言及すればその利用、運用系態から固定通信、移動通信、衛星通信に大別できるが、本プロジェクトの性格から見て固定通信が主体であるので、以下、固定通信に限定して述べることにする。

2. 周波数の割当

周波数の割当にあたっては Radio Regulation (以下 R.R と略す) の付属規則第 3 条および第 5 条による分配ならびに BOC における割当方針を基本とし更に次の各項について考慮し割当てるのが望ましい。

(1) 30.0MHz 帯以下の通信路数は 6 CH 以下

30.0~47.0MHz 帯のものについては 24 CH 以下

(2) 周波数の有効利用をはかるためできる限り使用可能な範囲で同一周波数のくり返し使用を行う。

3. 置局の選定

3-1 伝搬路

回線ルートおよび見透し図から見て、地球の等価半径係数 K が 0.8 まで変化しても第 1 フレネルゾーンと障害物とのクリアランスがあり、また伝搬路の地上投影面の建築物等の建設見込み、および建った場合の近傍反射等の伝搬障害の無いこと。また見透し外通信 (OH) は他の回線に影響をおよぼさないようにするため、辺地の回線であっても通信路数の少いときの使用にとどめることが望ましい。

3-2 混信妨害

他の無線局に与える混信妨害、他の無線局から受ける混信妨害について影響の有無について審査を行う。詳細は後述する。

3-3 設置場所等

ビーム給電、反射板等は大都市または無線局の集中しているところではできる限り使用しないのが望ましい。また局舎は電源、道路、相互干渉等の周囲条件、保守の容易さ、等について考慮すること。

3-4 将来計画

回線の延長・分岐または施設の増設など十分将来計画を考慮して計画する必要がある。

3-5 中継方式

(1) 検波中継 (Voice 中継)

回線の分岐、そう入が容易であるが、中継のたびに変復調がくり返されるので歪、回線品質は(2)のヘテロダイン方式より劣る。

(2) ヘテロダイン中継

中継に際し変復調を行わないので長距離伝送に向いており信号レベルの変動、歪、伝送品質はすぐれている。

(3) 直接中継

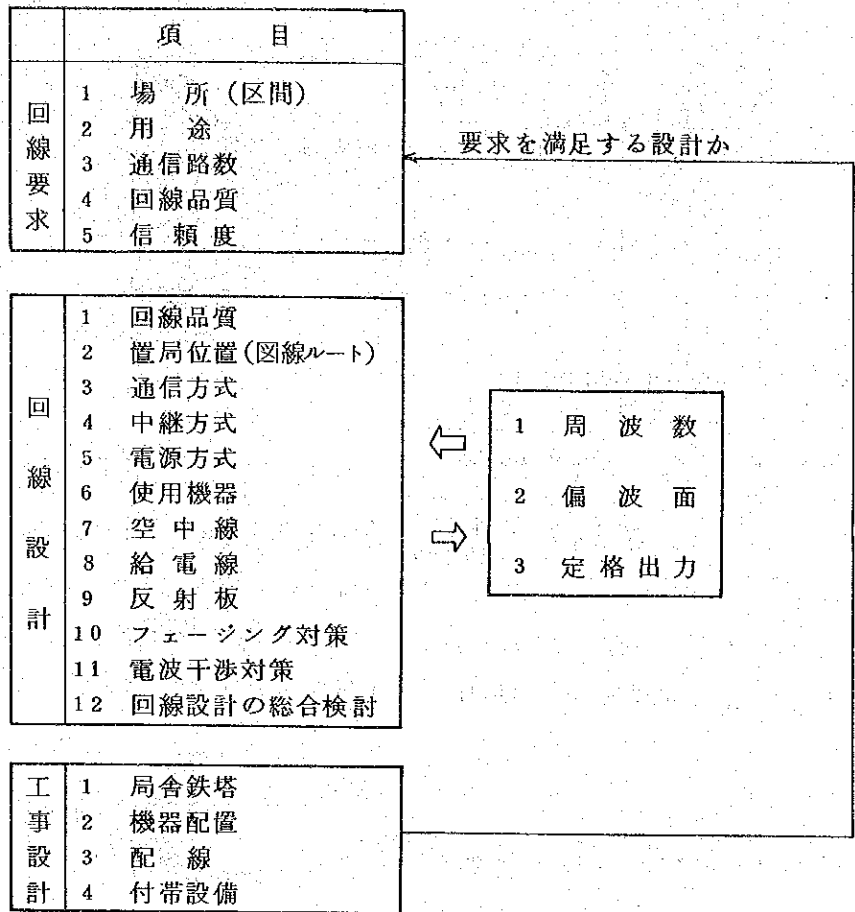
(2)のヘテロダイン中継と同様の分岐、そう入は出来ないがヘテロダイン中継と違って周波数変換をしないでマイクロ波帯の周波数の送受信を行う。したがって能動素子の入った反射板と考えることができる。

4. 回線設計

(固定無線の回線設計法)

4-1 回線設計の手順

固定無線の回線設計は一般に次の手順で行うとともに設計内容を回線設計書で整理する。

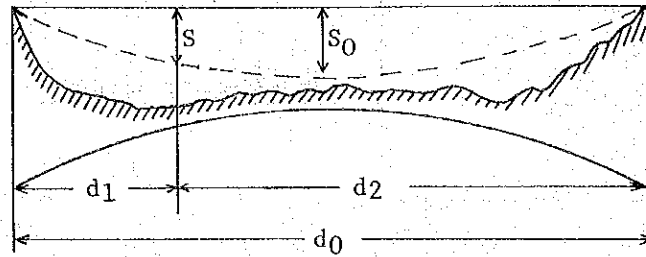


4-2 見透し図の作成

ルートの地形の概要を把握するには1/20万の地図等を使用し、候補地点を選び出すのが能率的である。大体の検討が済み、見通し図を作るときには1/5万以上の精度を有する地図で回線ルートを直線で結び直線上の海拔高をひろって見透し図に記入する。

(1) 第1フレネルゾーンの検討

見透し図が書けると次の図によりフレネルゾーンの深さ(dip)を求める。

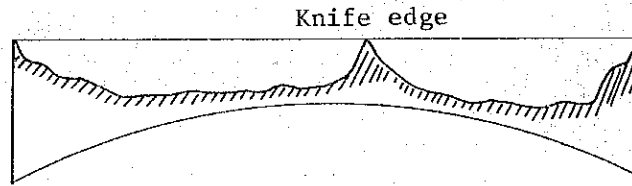


第1フレネルゾーンの深さ (S) は、

$$S_0 (\mu) = 1.58 \sqrt{\lambda (cm) \cdot d_0 (km)} \dots\dots\dots \text{スパン中央点}$$

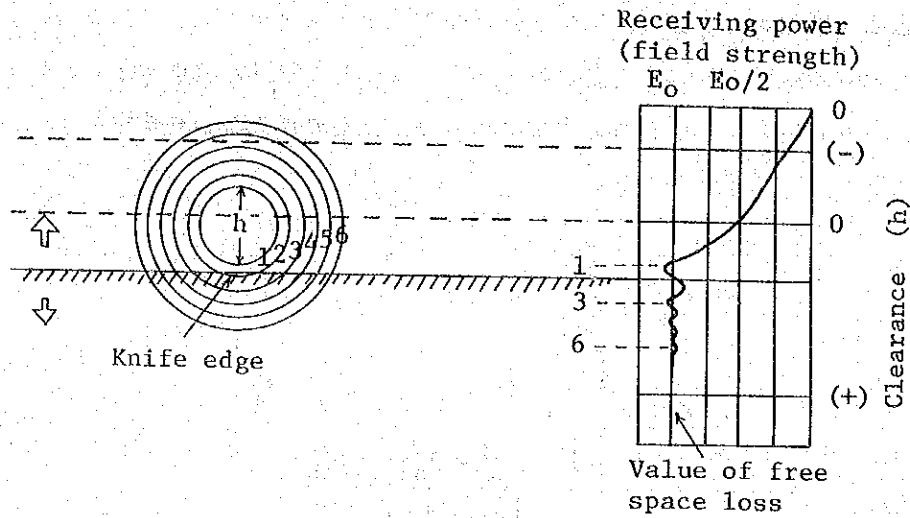
$$S (\mu) = 3.16 \sqrt{\lambda (cm) \frac{d_1 (km) \cdot d_2 (km)}{d_0 (km)}} \dots\dots\dots \text{任意の点}$$

で求められ、次のように見越し線路上に障害物 (ナイフエッジ) があるときは、 $E_0/2$ つまり自由空間損失に比して 6 dB の損失が加わる。



このようなフレネルゾーン内でしゃへい物が影響する関係は次図で示される。

すなわち次図はクリアランスの変化に対応する電界の強さの変化をあらわす。ここで見越し領域における電界の振動域をフレネルゾーンとっており、第2振動、第3振動が生じる領域を第2、第3フレネルゾーンという。



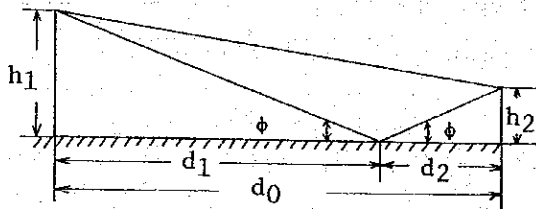
注1 E_0 (v/m) は自由空間における電界強度

注2 数字はフレネルゾーンの次数をあらわす。

(2) 反射点の位置

反射点の位置は、次式により算出する。

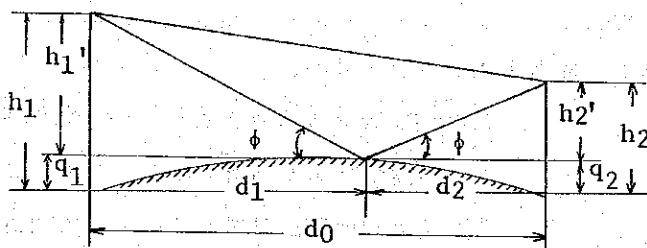
1) 平面大地



$$d_1 = \frac{h_1}{h_1 + h_2} d_0$$

$$d_2 = \frac{h_2}{h_1 + h_2} d_0$$

2) 球面大地



$$d_1 = \frac{h_1'}{h_1' + h_2'} d_0$$

$$d_2 = \frac{h_2'}{h_1' + h_2'} d_0$$

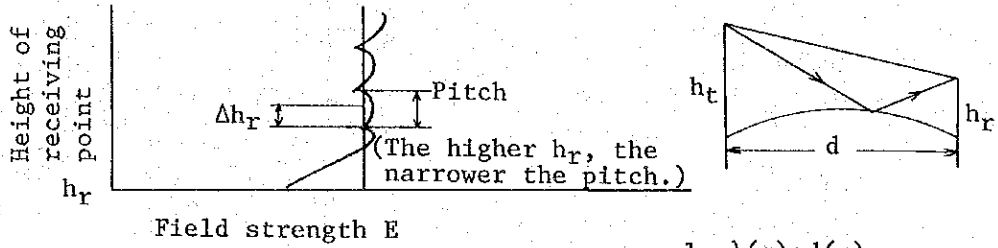
where

$$h_1' = h_1 - q_1$$

$$h_2' = h_2 - q_2$$

(3) ハイトパターンの検討

送受信点間の距離を一定とし、送信または受信点のアンテナの高さを変えると直接波と大地からの反射波の路程差が変化し次図のように干渉による電界の変化があらわれる。これをハイトパターンといい、大地からの反射波の有無、大地の反射係数の測定に用い、周波数の高いものほどピッチは細くなる。



$$\Delta h_r = \frac{1}{4} \frac{\lambda(m) \cdot d(m)}{h_t(m)} \quad (m)$$

Δhr: Half pitch of height pattern

4-3 伝搬損失

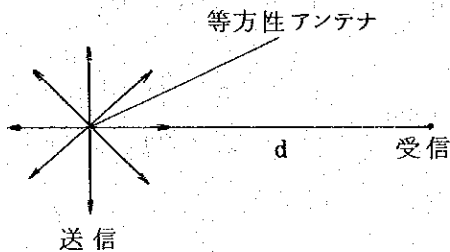
電波伝搬においては、自由空間損失のほか、地表反射波の影響、山岳回折損失、電波気象の変化によるフェージング、雨雪による電波の吸収等を考慮する必要がある。

(1) 自由空間損失

自由空間とは、送受信間で電波の屈折、回折、反射、吸収および散乱のいずれも伴わず、電波の減衰は拡散のみによって生じるような空間をいう。

一般にVHF帯以上の電波の伝搬設計においては、等方性アンテナを基本とするので、送受信アンテナとして等方性アンテナを自由空間に對置させたときの伝搬損失を自由空間損失とする。

自由空間損失をL₀、送信出力をP、受信電力をWとすれば、



$L_0 = P/W$ となり等方性アンテナは無指向性であるので半径dなる球面上の電力密度はどこも等しくその総和はPである。よって送信点よりdはなれた受信点の電力密度P₀は

$$P_0 = \frac{P}{4\pi d^2} \quad \text{となる。また受信側の等方性ア}$$

ンテナの有効開口面積A₀は $\lambda^2/4\pi$ であるの

で、受信電力Wは
$$W = P_0 \cdot A_0 = \frac{P}{4\pi d^2} \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

これより自由空間損失 L_0 は $L_0 = P/W = (4\pi d/\lambda)^2$ となりデシベルで表わすと次式となる。

$$L_0 \text{ (dB)} = 122 + 20 \log d \text{ (km)} - 20 \log \lambda \text{ (cm)}$$

$$= 32.4 + 20 \log d \text{ (km)} - 20 \log f \text{ (MHz)}$$

(2) 平面または球面大地伝搬損失

前記ハイドパターンの図において電界強度が自由空間値に達する空中線の高さは波長に比例して高くなるので、1000MHz以下の電波を使用する場合は、大地（海面を含む）の影響による損失を考慮すること。

また求めた損失が自由空間損失より大きい時に適用し、自由空間損失より小さい場合は伝搬損失は自由空間損失の値をとる。

(3) 給電線 (L_i)

(単位 dB/m)

型		7 GHz	12 GHz
方 型		0.1	0.2
だ 円	アルミ	0.07	0.17
	銅	0.06	0.15
円		0.03 (51φ)	0.03 (40φ)

主な導波管の損失（接属折り曲げ部分を含めての標準設計値）は左表のとおりである。なお空中線電力規定点と給電線との間に送受信共用回路、現用予備切換回路等がある場合はそれらの損失を付加する。

(4) 送信、受信空中線の利得

1000MHz以上の電波を使用するパラボラ空中線の場合は次式で求める。

$$G_s = \eta \frac{4\pi}{\lambda^2} A = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

$$G_s \text{ (dB)} = 20 \log D \text{ (m)} - 20 \log \lambda \text{ (cm)} + 50 + 10 \times \log \eta$$

η : パラボラの開口効率 (浅形... 0.6 深形... 0.5)

$$A : \frac{\pi D^2}{4} \quad D : \text{パラボラの直径}$$

4-4 無給電中継（反射板）

無給電中継の種類には次のものがある。

- ① 空中線を背中合せに用いる。
- ② 屈折電波レンズを用いる。
- ③ 反射板によって方向を変える。
- ④ 回折網による方法（方向変換が小さい時に有利）

①②は中継能率が悪く建設費がかさむので、効率がよく方向調整の容易な平板による反射板法がおもに使用されている。

(1) 反射板の利得

反射板の利得は、開口空中線の利得計算と同様に等方性アンテナの開口面積と反射板の等価面積の比で求められ次式で求める。

$$G_r = \left(\eta \frac{A_r}{\lambda^2 / 4\pi} \right)^2 = \left(\eta \frac{4\pi A_r}{\lambda^2} \right)^2$$

$$G_r \text{ (dB)} = 20 \log A_r \text{ (m}^2\text{)} - 40 \log \lambda \text{ (cm)} + 102 + 20 \log \eta$$

$$= 20 \log A_r \text{ (m}^2\text{)} + 40 \log f \text{ (GHz)} + 43 + 20 \log \eta$$

A_r : 反射板面積 $\lambda^2 / 4\pi$: 等方性アンテナ開口面積

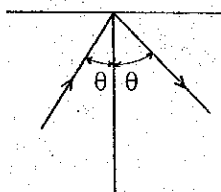
η : 反射板効率

効率は粗面損失で、でこぼこ、腐食、発錆および周縁における電界の乱れ等によって損失を生ずる。一般に80%程度を見込み、

$$20 \log \eta = 20 \log 0.8 = -2 \text{ dB とする。}$$

(2) 反射板の角度損失

反射板の角度損失は反射板が電波伝搬方向にある角度をもつ場合に伝搬方向への反射板投影面積が小さくなるための付加損失で次式で求まる。



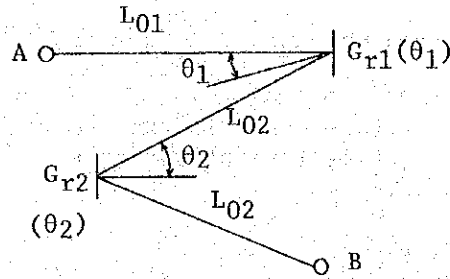
$$L = 20 \log \cos \theta_1 \cdot \cos \theta_2$$

θ_1 : 左右方向入射角

θ_2 : 上下方向 "

(3) 2枚反射板を用いる場合

$\theta > 60^\circ$ の場合には1枚反射では能率が著るしく悪くなるので次図のように2枚の反射板によって中継する。



2 枚反射板の間かくの大小によって遠隔型と近接型の 2 種類がある。

1) 遠隔型

2 枚の反射板がかなりはなれている場合の A、B 間の損失は次式で求める。

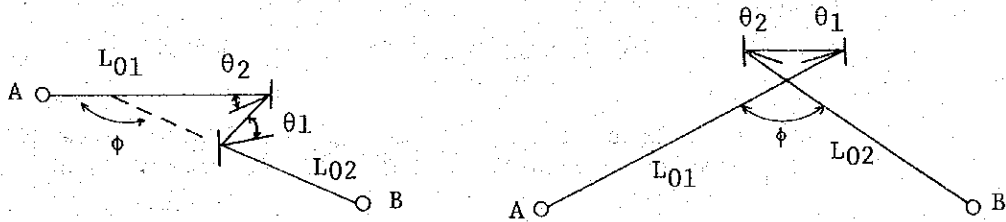
$$= L_{0.1} + L_{0.2} + L_{0.3} - G_{r1}(\theta_1) - G_{r2}(\theta_2)$$

$L_{0.1} \sim L_{0.3}$: 自由空間損失

$GR(\theta)$: θ の入射角をもつ反射板利得

2) 近接形

2 枚の反射板をごく接近して同一地点に置く方法は、平行型と交差型の 2 つがある。



When $\theta = \theta_1 \geq \theta_2$,

$$\theta_1 - \theta_2 = \frac{180^\circ - \theta}{2}$$

When $\theta = \theta_1 = \theta_2$,

$$\theta = \frac{180^\circ - \phi}{4}$$

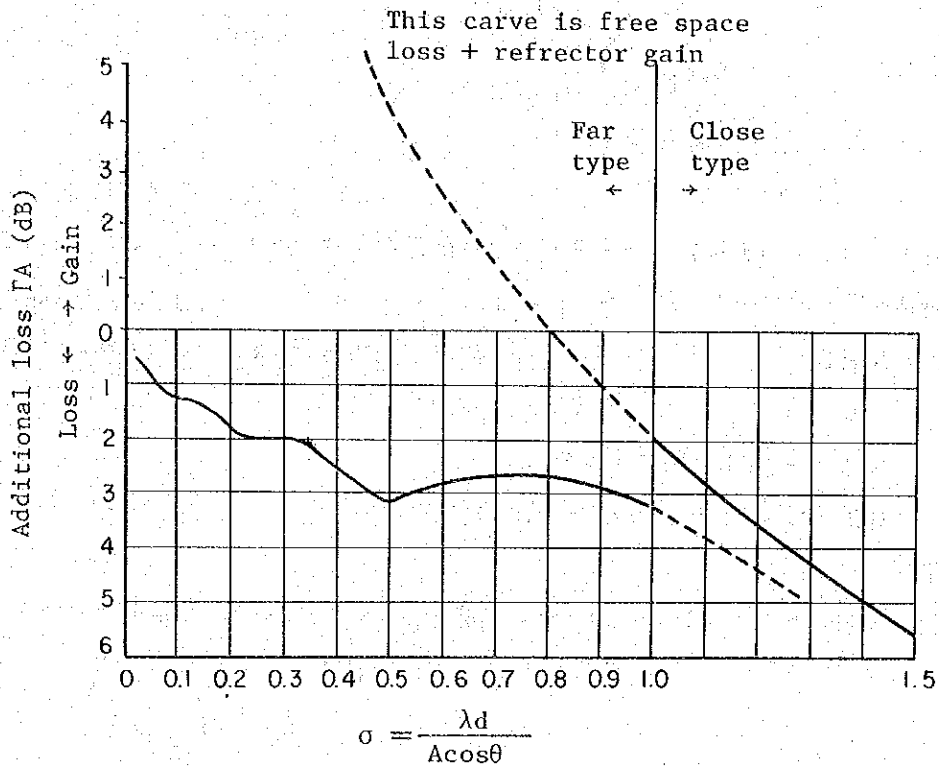
A - B 間の損失は次式により求める。

$$= L_{0.1} + L_{0.2} - G_r(\theta) + A$$

A : 2 枚反射板の付加損失

すなわち 2 枚のうち 1 枚が反射板の利得として働き、あとの 1 枚は単に方向変換を行うものとする。

2 枚反射板の付加損失



λ : Wave length (m) A : Reflector area (m^2)
d : Reflector separation (m) θ : Reflector in shoot angle

上図に 2 枚反射板の付加損失および反射板の離隔による遠隔形か、近接形かの区分を示す。

$\sigma > 1$ の場合遠隔形、 $\sigma < 1$ の場合近接形として計算する。

4-5 回折網

見通し外のルート確保にあたっては前記の反射板を使用するのが一般的であるが、大円コースに接近して両局を見通せる丘陵等があるとき、回折網を使用することが有利の場合がある。

円い丘陵で回折する場合受信電界は表面のとほご、円形面による反射等ナイフエッジ回折理論値より少ない値を示すのが一般である。よって回折網でナイフエッジを構成し、しゃへい網を電波路程差に応じ次図のとおり配列すると、受信点 B では電波路程差に基づく位相の正負の打消しによる影響を、回折網により、一方の極性をしゃへいして抑制し、位相をそろえ、回折損を少なくすることができる。(しゃへい板のかわりに誘電体を使用し正負の位相をそろえ

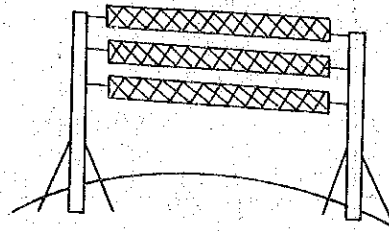
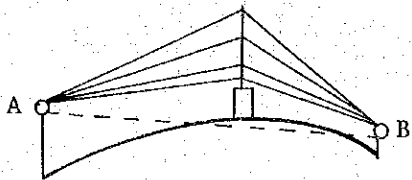
える方法もある。)

一般に回折網による損失改善 L_s は次式により求める。

しゃへい板を使用した場合 $L_s = 20 \log N + 6 \text{ (dB)}$

誘電体を " " $L_s' = 20 \log N + 12 \text{ (dB)}$

N : 回折網段数



4-6 ビーム給電

ビーム給電は、送受信点に相当高い鉄塔を建てなければ見通しがきかない場合等に給電線が長くなりその損失が相当大きくなるので下図のように給電線のかわりに先鋭なビームを反射板に吹きつけ目的方向に電波を送るものである。

ビーム給電の範囲 (d_1) は次式により求めることができる。

λ : 波長 (m)

a_e : ビーム反射板の実効面積に等しい円の直径 (m)

$$a_e = 2\sqrt{\frac{A_0 \cos \theta}{2\pi}}$$

d : 空中線とビーム反射線との距り (m)

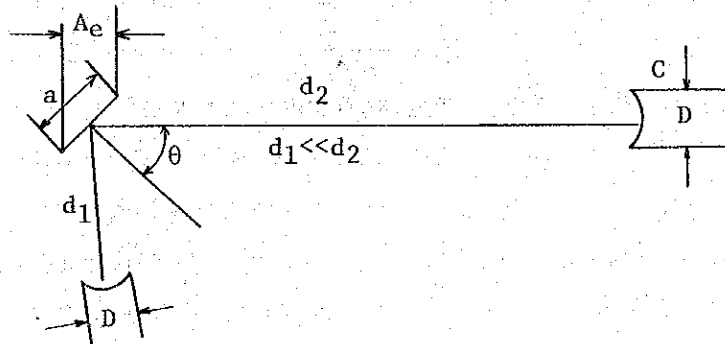
A_0 : 反射板の面積

とすると

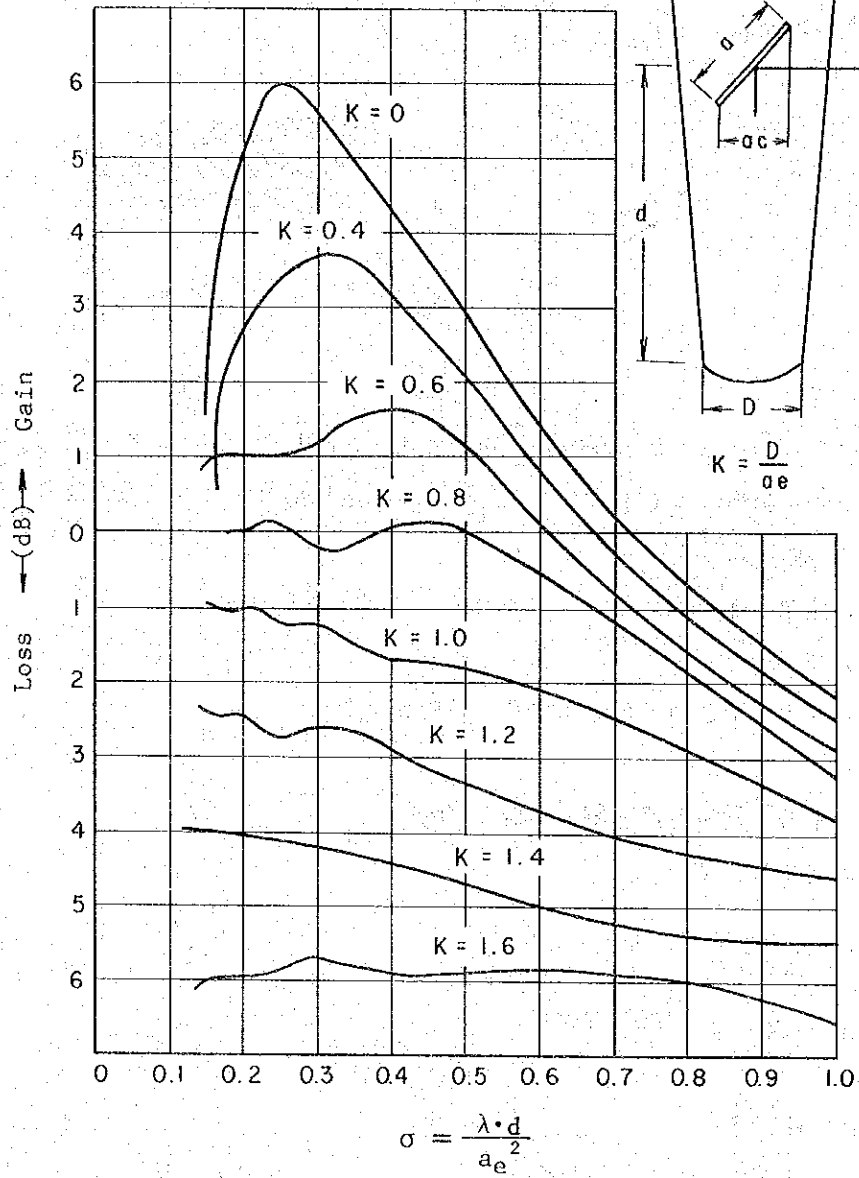
$$\sigma = \frac{\lambda \cdot d}{A_e} \leq 1$$

のとき

$$d_1 = \frac{a_e^2}{\lambda} = \frac{4}{\pi} \frac{A_0 \cos \theta}{\lambda}$$



ビーム給電損失



4-7 回線信頼度

回線信頼度の計算方法を次に示す。空中線電力 P_t (dBm) は信頼度を得るため、原則的に次の範囲に入ることが望ましい。

29.7MHz を超え 300MHz 以下	$A + M$ (dB) $> P_t > A$
300MHz を超え 10GHz 以下	$P_t > A$
10GHz を超えるもの	$P_t > A'$

$$A \text{ (dBm)} = (L_p + L_f + L_r) - G_{a1} - G_{a2} + P_{ts} \text{ (10GHz 以下の場合)}$$

$$A' \text{ (dBm)} = (L_p + L_f + L'_r) - G_{a1} - G_{a2} + P_{ts} \text{ (10GHz を超える場合)}$$

上式は標準的な計算式であり A または A' はここにあらわされている以外の損失分および利得分(フィルタ損失および反射板利得等)を含む

L_p : 伝搬損失 L_f : 給電線(フィーダー)損失

M : 通常10dB程度、特に受信入力レベルの選定上必要があるときは10~20dB程度見込む。

L_r : フェージング損失(標準値は次のとおり)

周波数帯	信頼度値	5×10^{-3} (99.5%)	1×10^{-3} (99.9%)
	29.7MHz を超え 300MHz 以下		0.1 dB/Km
300MHz # 1000MHz 以下		0.2 dB/Km	5×10^{-3} 値に 3 dB 加算
1000MHz # 10GHz 以下		0.2~0.3 dB/Km	# 6 dB #

ただしこの値は標準値であり回線設計を行う場合は後述のフェージングの推定方法等を参照し、要求される回線信頼度を満足する様十分検討を必要とする。

L'_r : 雨、霧等による損失すなわち0.01%10分間降雨時強度に相当する降雨による減衰

$$L'_r = L'_{r0} \times K_p \times d$$

L'_{r0} : 回線ルート近郊の0.01%10分間降雨時強度に対する1kmあたり(18℃)の減衰量(dB)

K_p : 距離係数 d : 区間距離(km)

P_{ts} : 限界受信入力(スレシヨルドレベル)

周波数変調1位相変調においては、受信入力レベルがある程度以上になると急激に S/N が改善される。この限界レベルは次式で求まる。

$$P_{i,s}(W) = KTB \cdot F \cdot C_i$$

K : ボルツマン定数 $1.37 \times 10^{-23} \text{ J/K}^0$

T : 絶対温度 $273 \text{ }^\circ\text{C} + C$ (常温では $293 \text{ }^\circ\text{C}$)

B : 受信機の帯域幅 (Hz)

F : # 雑音指数

C_i : 限界受信入力時の信号対雑音比

(FM・PMの場合 9 dB)

なお外部雑音電力 ($P_{r,ex}$) が大きい場合は次のとおり $P_{i,s}$ を求める。

$$P_{i,s}(W) = [\text{内部雑音電力} (P_{r,int}) + \text{外部雑音電力} (P_{r,ex})] \cdot C_i$$

4-8 回線の信号対雑音比

通信路の標準状態における1区間あたり熱雑音および外部雑音を対象とした信号対雑音比の値は次により求める。

$$S/N = P_i - (L_p + L_t) + G_{a,t} + G_{a,r} - P_{r,s} + 1$$

多区間における S/N は

$$S/N = \frac{1}{1 (S_1/N_1) + 1 (S_2/N_2) + \dots + 1 (S_n/N_n)}$$

による。

P_i : 空中線電力 (dBm)

L_p : 伝搬損失 (dB)

L_t : 給電線損失 (dB)

$G_{a,t}$: 送信空中線の絶対利得 (dB)

$G_{a,r}$: 受信 " " "

$P_{r,s}$: 受信雑音電力 (dBm)

I : S/N 改善係数

(1) 受信雑音電力 $P_{r,s}$

① 470MHz 以下の電波を使用する場合の受信雑音電力 $P_{r,s}$ は、受信機内部雑音電力 (受信機入力端子における値に換算した受信機熱雑音) $P_{r,int}$ と外部雑音電力 $P_{r,ex}$ を相加した値で次により求める。

$$P_{r,int} (\text{dBm}) = 10 \log B + F - 144$$

$$P_{r,ex} (\text{dBm}) = 10 \log B/b + E - 20 \log f - 77.3 + g - L_t$$

上式により求めた $P_{r,ex}$ と $P_{r,int}$ を相加し $P_{r,s}$ を求める。

B : 受信機の等価雑音帯域幅 (KHz)

F : 受信機の雑音指数 (dB)

E : 雑音電界強度の自乗平均値 (dBμ)

b : E を測定した場合の測定器の雑音等価帯域幅 (KHz)

f : 周波数 (MHz)

g : 雑音に対する空中線利得 (dB)

H 面無指向性の場合 $g \doteq G_s$

H 面指向性、V 面無指向性の場合 $g \doteq 0$

H、V とも指向性の場合 $g \doteq G_s / 2$

ここで G_s : 信号に対する絶対利得

L_r : 給電線損失 (dB)

② 470MHz を超える電源を使用する場合 $P_{r,0}$ は $P_{r,01}$ に比し無視できるので省略し、
 $P_{r,0} = P_{r,01}$ とする。

(2) S/N 改善係数 (I)

① SS-FM の場合

$$I = 10 \log \left(\frac{f_{d_0}^2 \cdot B}{f_v^2 \cdot f_s} \right)$$

② SS-PM の場合

$$I = 10 \log \left(\frac{M_s^2 \cdot B}{f_s} \right)$$

f_{d_0} : テストトーンレベルにおける周波数偏移の実効値 (KHz)

B : 受信帯域幅 (KHz)

f_v : 通信路のベスバンド周波数 (KHz)

f_s : 通信路の周波数帯幅 (KHz) …… 3.1 KHz

m_s : テストトーンレベルによる位相偏移の実効値 (ラジアン)

4-9 フェージング

4-9-1 フェージングの種類と対策

フェージングは、すべて大気の状態 (温度、気圧、水蒸気圧) に起因するものであり、それを分類すると次のとおりである。

① M 分布 (注1) の変化に起因するもの

i K (注2) の変化によるもの

ii ダクト形成によるもの

iii 反射層形成によるもの

② シンチレーション形フェージング

大気の局部的じょう乱による電波散乱かつ生じる電界変動でその深さは 2 ~ 3 dB 以下

で実用上問題にしない。

(注1)

大気の屈折率 n は

$n = \sqrt{\epsilon_s}$ (大気中の比誘電率 $\epsilon_s = 1.0004 \sim 1.0009$) によりあらわされ、

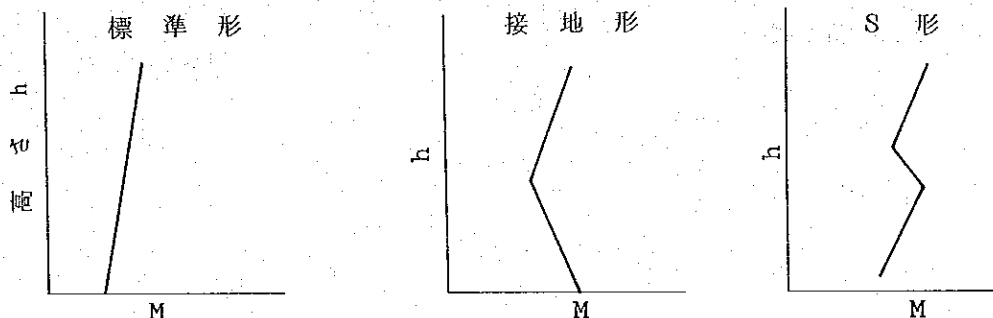
普通上空になるほど ϵ_s は小さくなるので、屈折率も小さくなる。

電波伝搬上では特に N の代りに地球面の曲線を考慮して修正屈折率 (M) が用いられる。

$$M = \left(n - 1 + \frac{h}{R} \right) \times 10^6$$

h : 伝搬路の海拔高
 R : 地球の半径

M と高さの関係は M 曲線としてあらわされ、その例を次に示す。



(注2) M は上空になる程大となり、電波通路は直線とならずに M の大きい方にわん曲し、地球における見通し距離は幾可学的見通しより長くなる。

これを考慮すると大気が標準状態の曲折半径は、地球半径 (R) の約 $4/3$ 倍となる。したがって K_r を半径とする仮想地球を考えると、その地球上での電波は直進すると考えて計算することができる。

$$K_r = \frac{R}{1 + \frac{R}{n_s} \cdot \frac{d_a}{d_b}} \quad n_s : \text{地表上の大気屈折率}$$

であらわされ、標準大気では $K_r = \frac{4}{3}R$ となる。

(1) K の変化によるフェージング

① 山岳回折の場合、 K が変わると、回折の深さが変化するので、これにより回折損失が変化する。

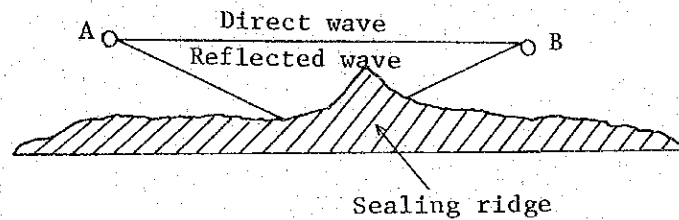
クリアランスがあまり確保されていない回線においては K の変化により見通しが悪くなる可能性があり、大幅な伝搬損失の増大をきたすおそれがある。従って K が 0.8

程度に変化しても、なおかつ十分クリアランスが確保されていることが望ましい。

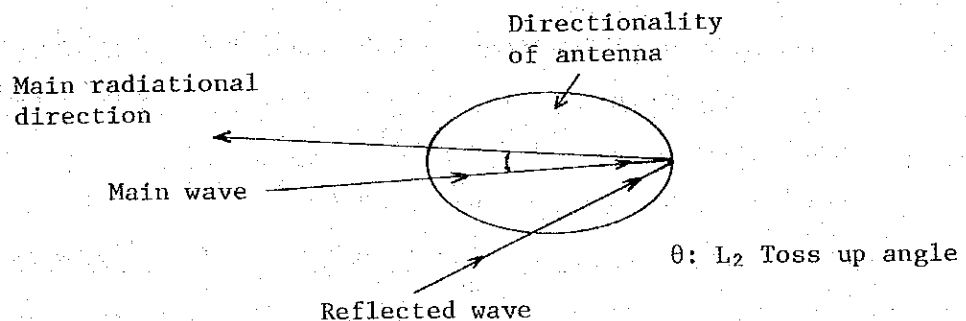
地表（水面も含む）反射がある回線では、 K の変化により反射点が変わり、直接波と反射波との路程差（位相差）の変化により合成波の強度が変動する。

この場合、反射点が滑らかであれば反射波の影響は大きくなり合成波の影響は大きくなり合成波ははげしいフェージングとなる。この対策としては

- ① 反射点になると推定される領域に、でこぼこの大きい地形を選ぶか、次の図のように反射波をさえぎる地形を選ぶ

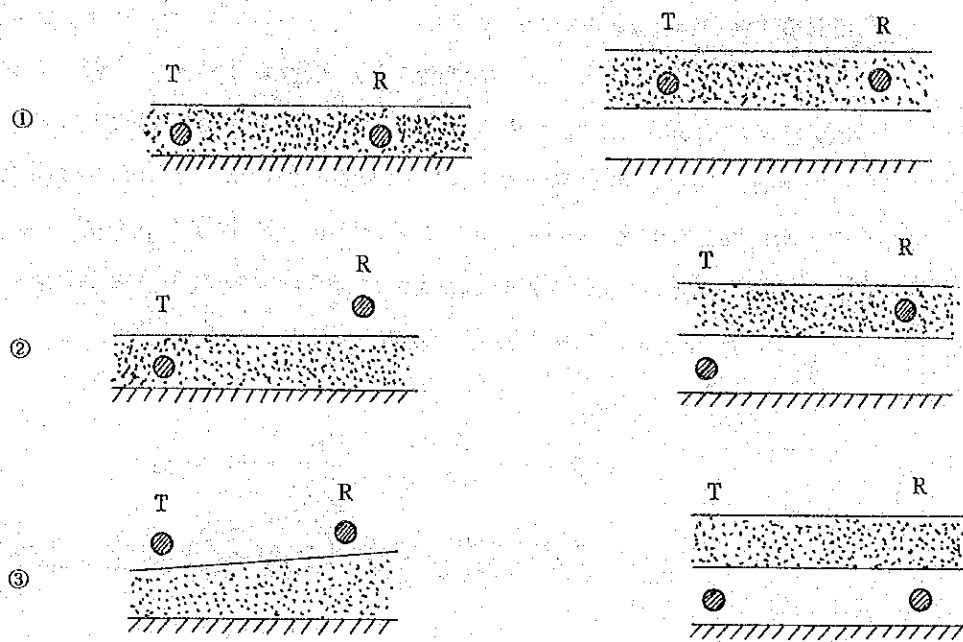


- ② スペースダイバーシティの採用あるいは反射波の方向には、利得の小さくなるような空中線の選定または次図のように空中線を上向きにする等空中線の工夫を行う。



(2) ダクト形成によるフェージング

ダクト性のフェージングは、送、受信点の位置と形成されたダクトの相対的關係によって複雑な現象となり、その形態は、次図のようにT（送信点）とR（受信点）がともにダクトにある場合①一方がダクトにある場合②両方共ダクトの外にある場合③の3つが考えられる。



① の場合は、通常、自由空間電界よりも強くなり相当遠方まで届く（超屈折伝はん）。

② の場合は一般に電界は微弱となり、長時間にわたって平均値が低下する。

③ の場合は直接波のほか、大地反射波およびダクト反射波が合成されフェージングの深さが大きい。

以上のダクト形式によるフェージングの対策としては

- ① 地形の選定において、伝搬路はできるだけ海上、海岸、水田地帯を伝搬路としないこと。
- ② 伝搬路の地上高は十分とること。
- ③ 伝搬路を長くしないこと。
- ④ 以上で解決しない時は、スペースダイバーシチなどの伝搬設計によるしかない。また伝搬距離が50 km程度であっても伝搬路地上高が100 m以下の回線には、ダクト性フェージングが多いので、伝搬路の選定には十分留意することが望ましい。

(3) 反射層形成によるフェージング

1,000 m 以上の上空に発生するダクトにより、反射層が形成され、反射層反射波の影響によりフェージングが発生する。

(4) その他に起因するフェージング

反射板を使用した回線では、反射板の指向性をあまり鋭くすると、電波の入射角の

変動や、強風による角度偏後などにより、フェージングの原因となることがある。

電波の入射角変動は、左右はほとんど無いが、上下方向は大気屈折率により±10～20秒程度変化があるとされている。

4-9-2 マイクロ波フェージングの推定法

(1) フェージング推定の要点

フェージング現象は、きわめて複雑でいままでも種々の推定法がなされている。

フェージングの大きさを表わす方法としては、フェージング分布の中央値を基準レベルとする変動量、すなわち

- ① フェージングレンジ (F_{r1})
- ② フェージングデプス (F_d)
- ③ 標準偏差 (σ)
- ④ 大きいフェージングに対する次の事項
 - i 発生確率
 - ii 継続時間
 - iii 深さの程度

のはあくが究極的な要点となり、その他フェージングの諸現象については一般的な次の諸特性（散乱を除く）を考慮して総合的にフェージングを推定する方法がとられている。

- ① 晴天で静かな日が天候不良の日よりも、フェージングが大きい。ただし天候が不良の日でも、前線が通過する場合は大きいフェージングが発生することがある。
- ② 夜間の方が昼間より変動が大きく、特に晴天、平穏な日の早朝または深夜に発生しやすい。
- ③ 冬期は比較的安定し、フェージングの最繁期は一般に暖季中である。
- ④ 中央値の昼夜差、季節差は少なく、変動が生じても毎日中央値において数dB以内である。
- ⑤ 等価反射係数の大きな干渉伝搬路は不安定である。
- ⑥ 周波数が高い程フェージング率（規定時間内において受信レベルが中央値を横切る1分間あたりの回数）が大きい。
- ⑦ 毎日の分布形は、まちまちであり、5～7日以上分布はdB正規分布またはガンマ分布に近似する。
- ⑧ 陸上の自由空間伝搬路のフェージングは、dB正規分布となる。
- ⑨ 干渉伝搬路、地上高が低い自由空間伝搬路のフェージングおよび短い周期のフェージングは、電力真値がガンマ分布に近似する。
- ⑩ 干渉伝搬路においても冬期は、dB正規分布、陸上自由空間伝搬路においても夏期は

ガンマ分布にそれぞれ近似する。

① ⑦～⑩における分布形は、受信電力の長時間分布の1%～99%値内で近似されるものであり、回線設計で特に問題となる深いフェージングの領域ではレーレ分布の曲線で近似されることが多い。

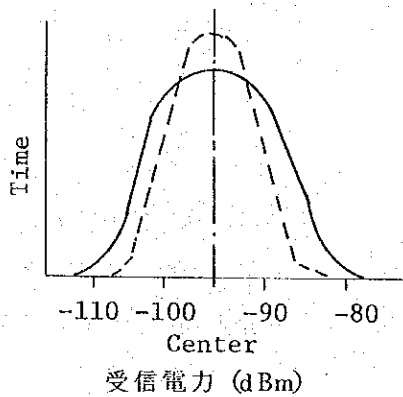
(2) フェージングの表現法

前記推定要点からフェージングは、次のフェージング累積分布曲線が一般に用いられ、用語および分布形の関係は次のようにあらわせる。

減衰率：横軸の値以下にレベルが低下する時間の全時間に対する百分率

信頼率（信頼度）：横軸の値以上のレベルが得られる時間の全時間に対する百分率

標準偏差（ σ ）との関係：標準偏差（ σ ）が小さくなれば次図で点線の方向に曲線が変わる。



F_a は中央値から信頼度99%までのフェージング幅、 $F_{r,1}$ は信頼率1%～99%のフェージング幅をいう。

$F_{r,1}$ と σ との関係

一般に次の関係が標準的な値となる。

$$F_{r,1} = 4.66 \times \sigma \text{ (dB正規分布)}$$

$$F_{r,1} = 4.8 \times \sigma \text{ (ガンマ分布)}$$

F_a と $F_{r,1}$ との関係：一般にガンマ分布（レーレ分布を含む）の場合次の関係があるとされている。

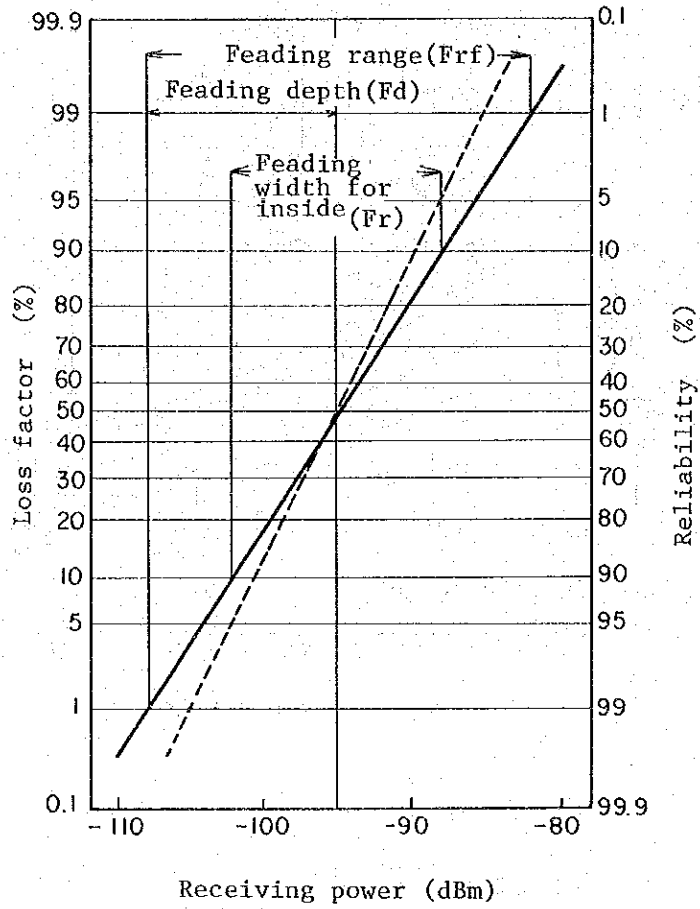
$$F_a = (0.65 \pm 0.05) \cdot F_{r,1}$$

dB正規分布：dB値が正規分布（中央値を中心に左右対称の曲線）にしたがうもので、正規分布確率紙の上では累積分布は直線となる。

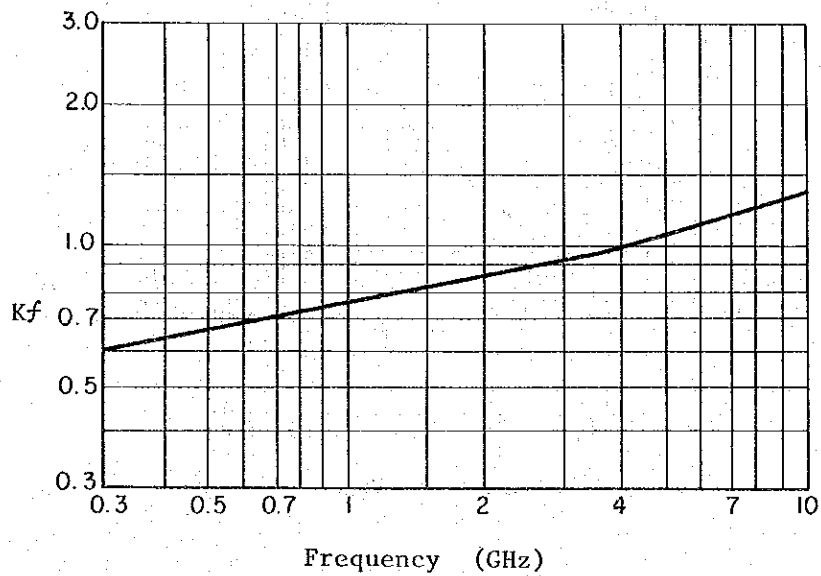
ガンマ分布：度数分布で受信電力が低くなる方向にすそを引き対称とならない。したがって正規分布確率紙に書いた累積分布も直線とならず受信電力の低い方へ流れた曲線となる。

レーレ分布：ガンマ分布のパラメータ $\gamma=1$ 、（ $\sigma=5.8$ dBに相当）のときで多重波合成の理論的最悪分布である。たとえば、受信電力が中央値より20 dB低下する累積確率が1%30 dBでは0.1%というようにレベルが低いところで、電力の確率に比し10 dB低下ごとに%のけたが1つつ小さくなる分布である。この場合内分フェージング幅（ $F_{r,1}$ ）=13.4 dB、ガンマ分布としての $\sigma=5.8$ (dB) である。

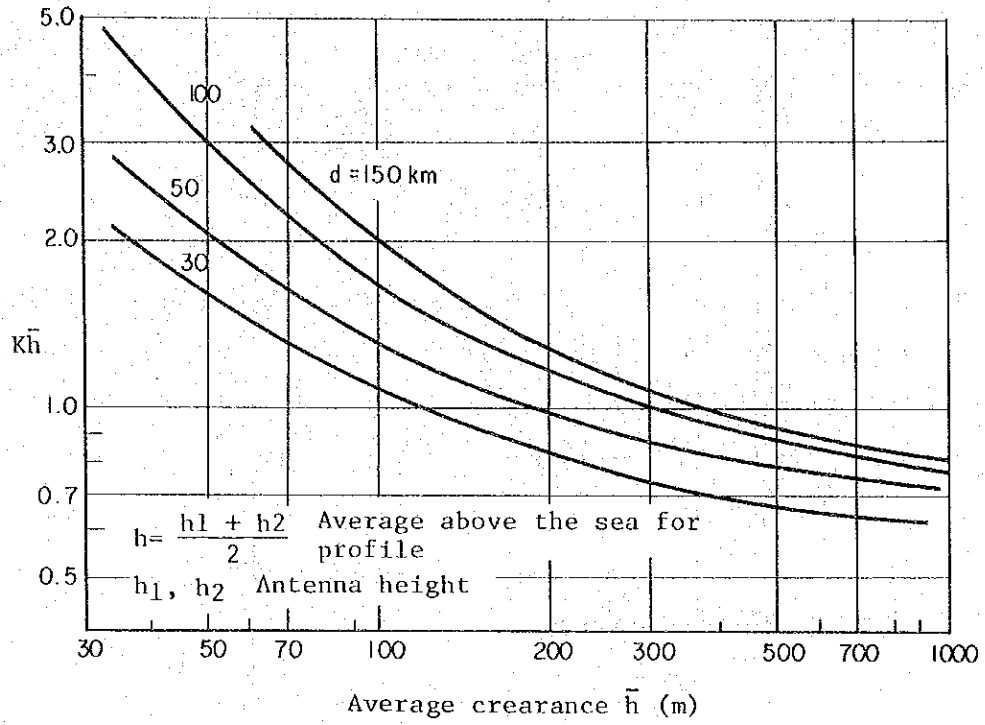
フェージング累積分布曲線



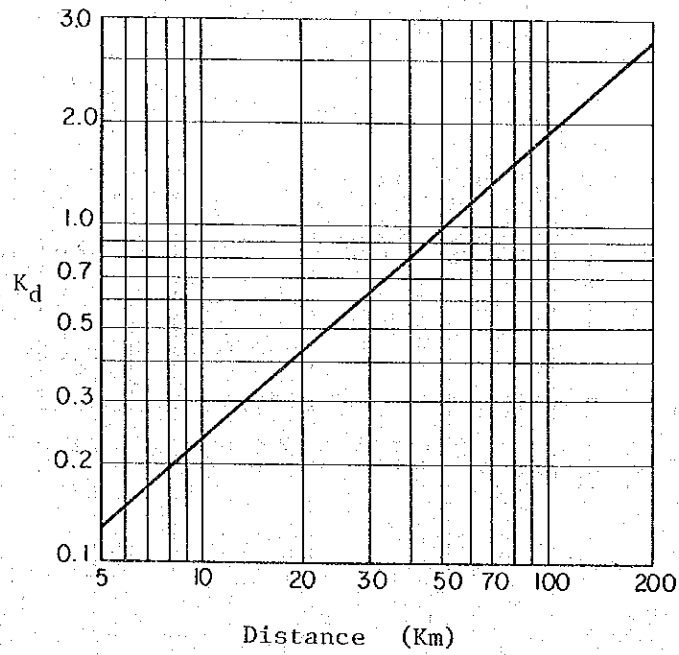
周波数特性



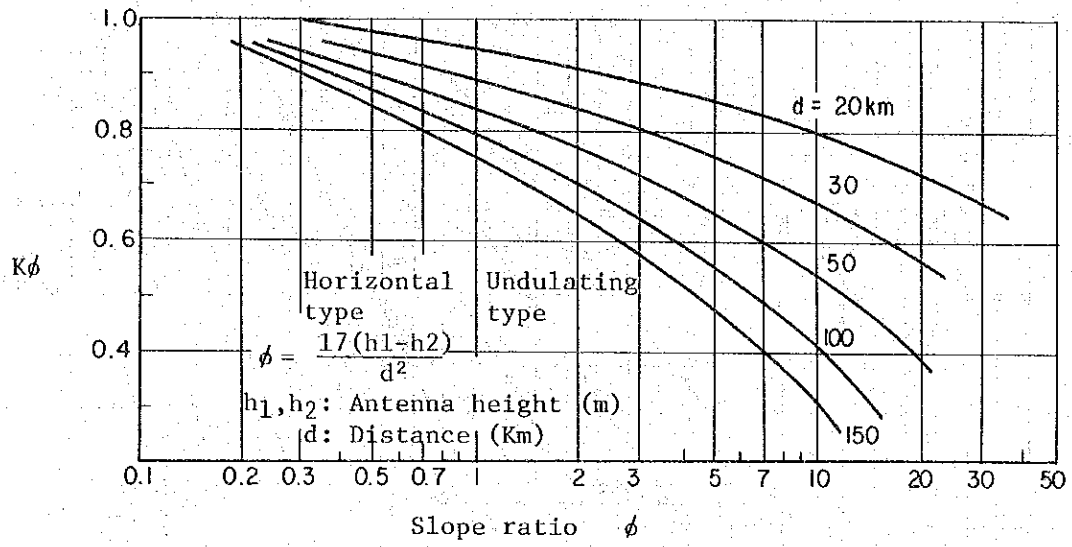
クリアランス特性



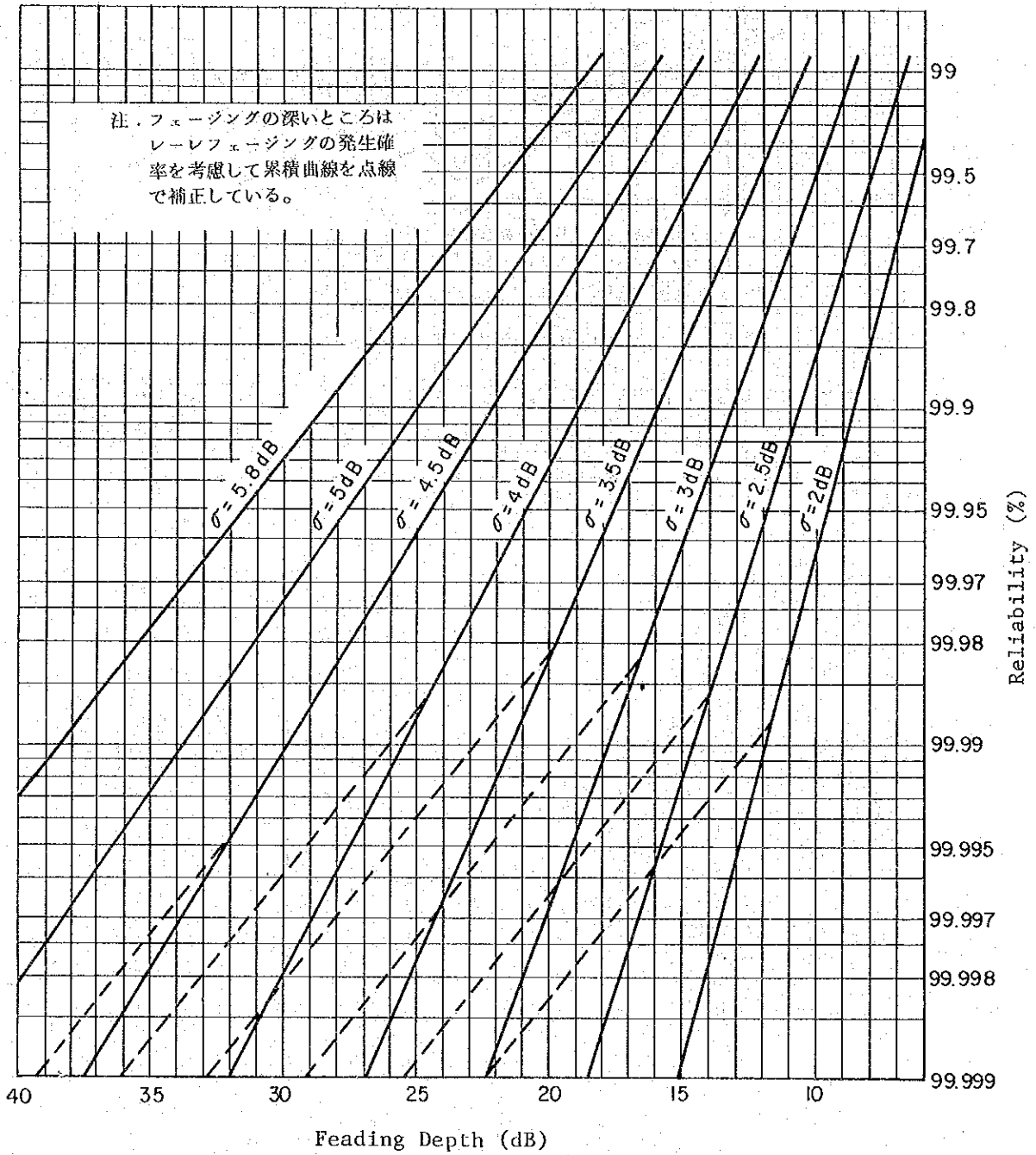
距離特性



傾斜特性



ガンマ分布フェージングデプス累積分布図



レーレフエーシング推定式

① レーレフエーシング発生確率 (P)

$$P = K \cdot \left(\frac{f}{4}\right)^{1.2} \cdot Q \cdot d^{3.5} \quad P \leq 0.3 \dots\dots(1)$$

K : 係数 (5.1×10^{-9})

f : 周波数 (GHz)

Q : 伝搬路係数の相対値 (次表で区分し下記の値をとる。)

山 0.4

平野 1.0

海 $3.7 \times \sqrt{\frac{1}{\frac{h}{0.051}}}$

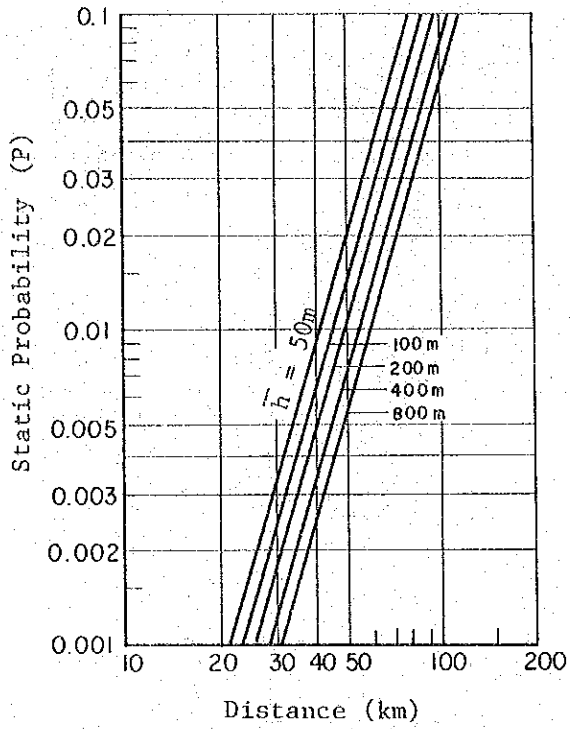
$$\bar{h} = \frac{h_1 + h_2}{2} \quad (m)$$

h_1 h_2 は海上の場合は海拔高、沿岸の場合は地上高とする。

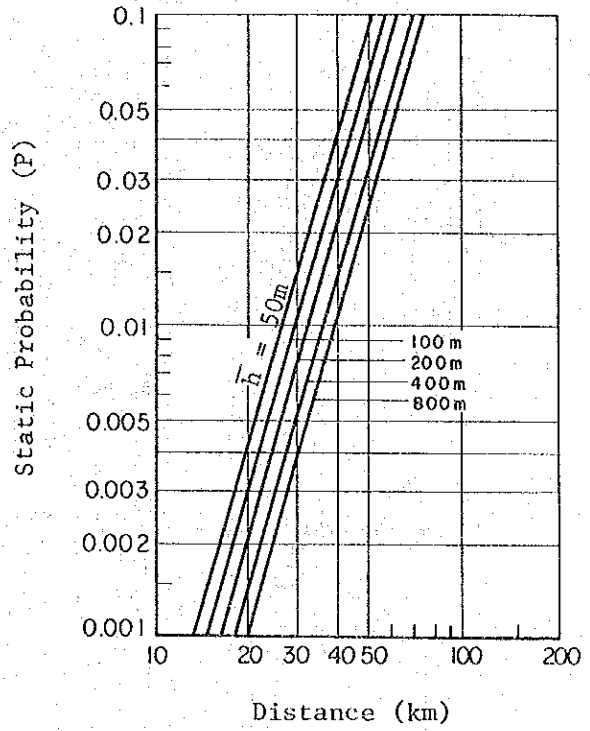
d : 距離

山	山岳地帯が大部分を占める場合
平野	平野が大部分の場合、ただし山岳地帯があるが、湾や入江であって海岸あるいは海上が含まれるときを含む。
海	海上または海岸の平野

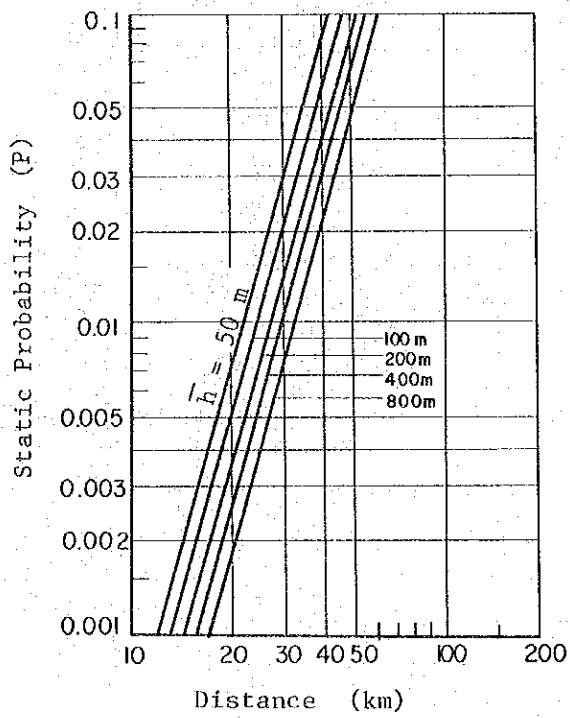
海上伝搬路におけるP
(2,000MHz)



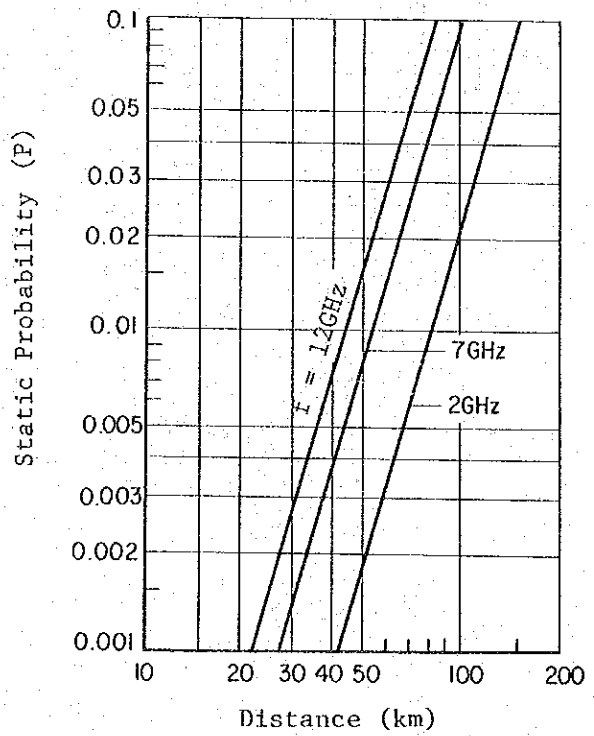
海上伝搬路におけるP
(7GHz)



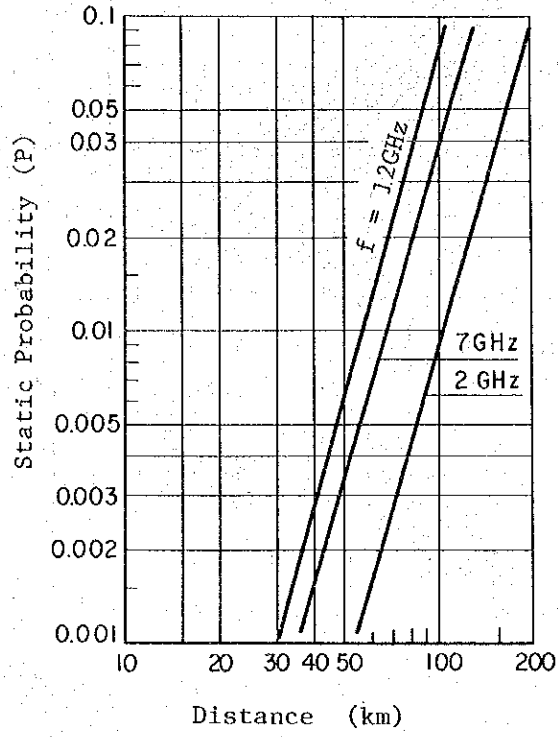
海上伝搬路におけるP
(12GHz)



平野伝搬路におけるP



山岳伝搬路におけるP



② 最悪期における長期間受信電力分布の標準偏差 (σ)

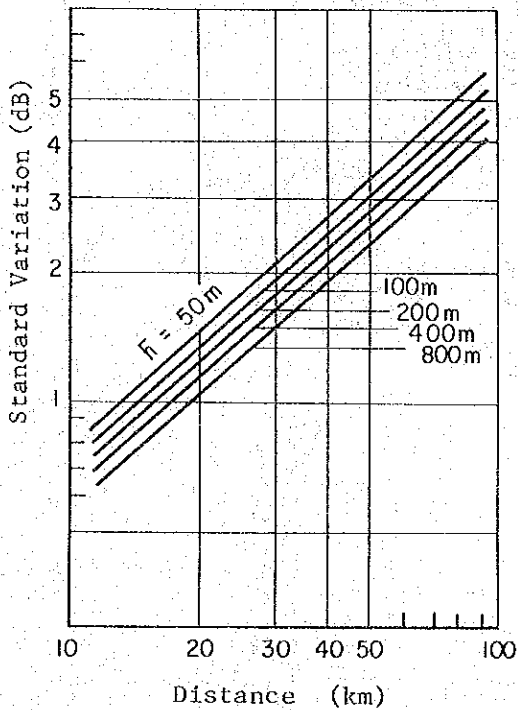
$$\sigma \text{ (dB)} = K \cdot \left(\frac{f}{4}\right)^{0.3} \cdot Q \cdot d^{0.9} \dots \dots \dots (2)$$

K : 係数 (0.068)

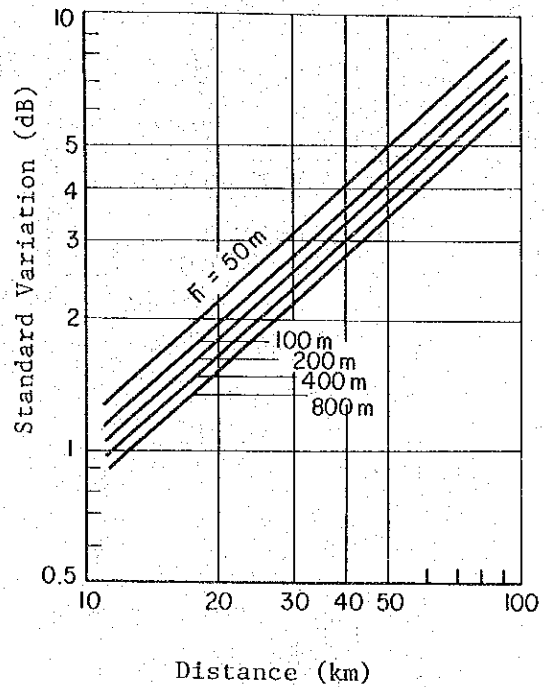
Q : 伝搬路係数 山 : 0.8 平野 : 1.0 海上 : $\frac{\left(\frac{1}{h}\right)^{0.13}}{0.47}$

この値はレーレフェージングの発生確率とその期間に対応する総合受信電力分布の標準偏差を示すものである。

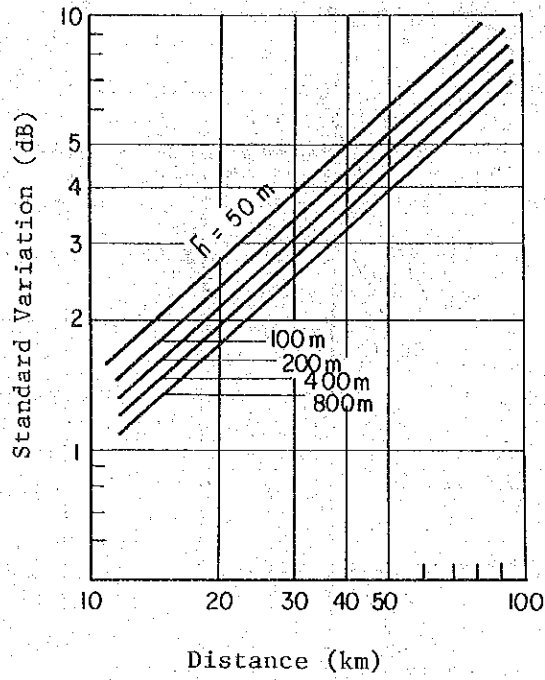
海上伝搬路における σ
(2.000 MHz)



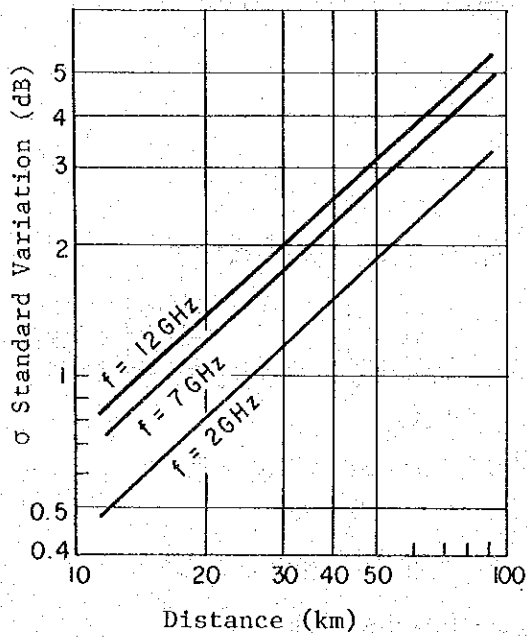
海上伝搬路における σ
(7 GHz)



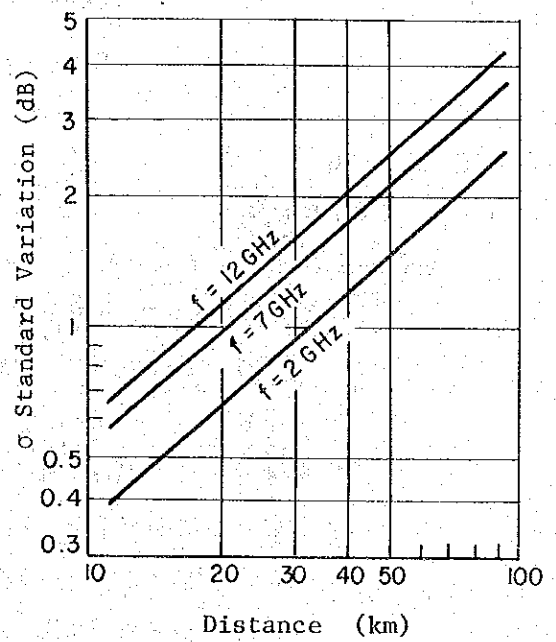
海上伝搬路における σ
(12 GHz)



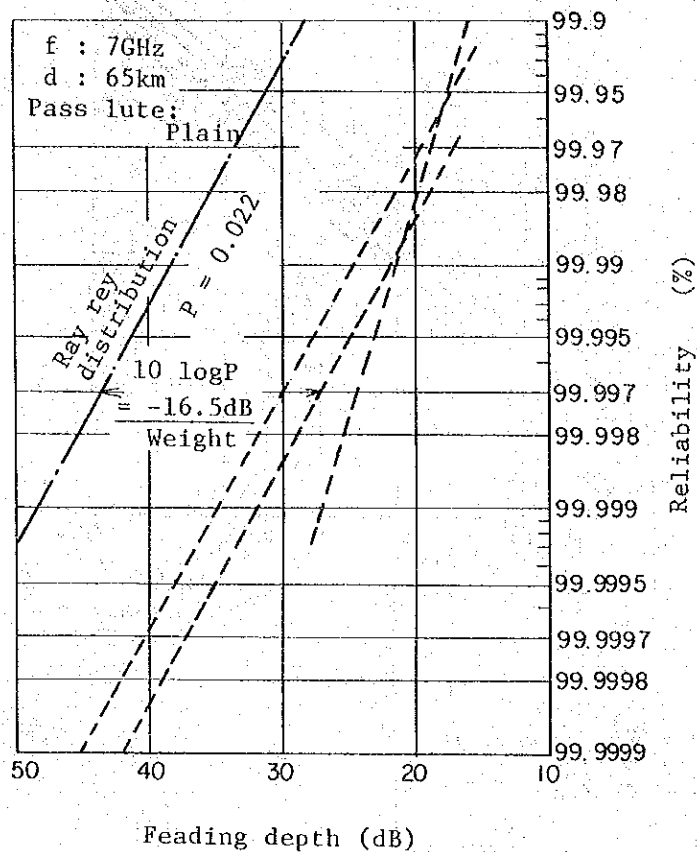
平野伝搬路における σ



山岳伝搬路における σ



電力累積分布の推定例



5. 混信妨害

5-1 D/Uの計算

回線のD/Uは次により計算し、次節5-2の所要D/Uを満足するよう検討を行う。

$$D/U = D - U \text{ (dB)}$$

D: 受信機入力における希望波レベル (dBm)

U: " 妨害波レベル (")

$$\text{妨害波レベル (U)} = P'_i - (L'_i + L'_p) + G_{a,\theta} + G_{r,\theta} - D_r$$

P'_i : 妨害波空中線電力 (dBm)

L'_i : 妨害側 (送信側) および当該受信側の給電線損失 (dB)

L'_p : 妨害波送信点と当該受信点間の伝搬損失 (dB)

$G_{a,\theta}$: 妨害波送信空中線の当該受信方向に対する利得 (dB)

$G_{s,\theta}$: 当該受信空中線の妨害波送信点方向に対する利得 (dB)

D_p : 交差偏波による改善量 (dB)

1,000 MHz 以上の場合おおむね次のとおり

$\theta \leq 10^\circ$	$10^\circ < \theta \leq 30^\circ$	$30^\circ < \theta \leq 90^\circ$	$90^\circ < \theta$
約 15 dB	約 10 dB	約 5 dB	0 dB

さらに必要がある場合 D/U に差動フェージング 5 dB 程度を加える。

5-2 所要 D/U の計算

(1) 同一周波数の場合

所要 D/U = 標準 S/N - I + 3 I : S/N 改善係数

(2) 異なる周波数の場合

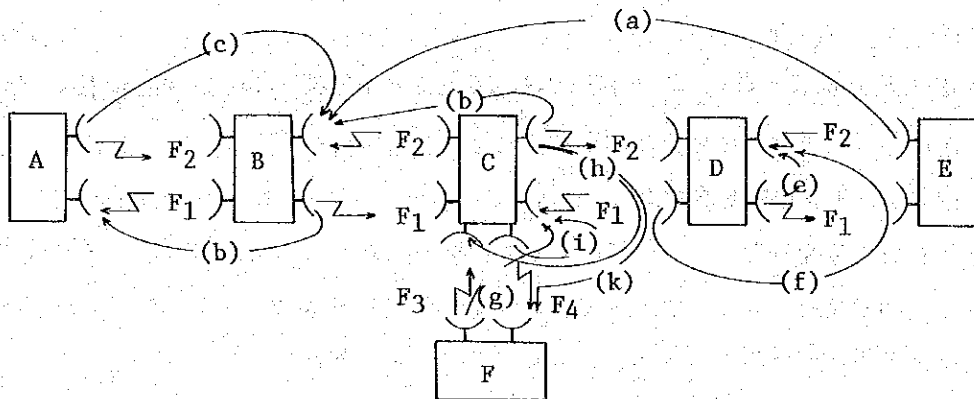
所要 D/U = 標準 S/N - I + 3 - L_s

L_s : 高周波および中間周波選択度による減衰量に約 10 dB を加えた値 (dB)

5-3 妨害の要因と対策

干渉雑音の原因となる妨害波の混信は、マイクロ波等により回線を構成するものにおいては、搬送波周波数が同一チャンネルの干渉と、搬送波周波数を異にする隣接チャンネル干渉が主であり、特に前者が問題となる。

次図は同一系統内において妨害波が混信する様態を示したものである。



(1) 並列回線内の干渉

1) 同一周波数の場合

- i) オーバーリーチ (a)
- ii) 送信空中線のフロントーバックの結合 (b)
- iii) 受信 " " (c)
- iv) 中継所内における中間周波数の結合

2) 異なる周波数の場合

- i) 空中線のサイドーサイドの結合 (e)
- ii) 空中線のバックーバックの結合 (f)

(2) 分岐回線からの干渉

1) 同一周波数の場合

- i) 受信空中線のフロントーサイドの結合
($F_1 = F_2$ の場合) (g)
- ii) 送信空中線のフロントーサイドの結合
($F_2 = F_4$ の場合) (h)

2) 異なる周波数の場合

- i) 空中線サイドーサイドの結合
- ii) 受信空中線のフロントーサイドの結合
($F_1 = F_3$ の場合) (g, i)
- iii) 送信空中線のフロントーサイドの結合
($F_2 = F_4$ の場合) (k, h)

5-4 混信妨害の軽減対策

前記妨害波の混信に対しこれを軽減する方法として回線設計にあたって次の点に十分留意する。

- (1) 各区間の受信電界の均等化
- (2) 置局並びに空中線配置角度
- (3) シールド板の付加
偏波面の交差
- (4) 4周波方式の採用

5-5 単一通信路の混信妨害

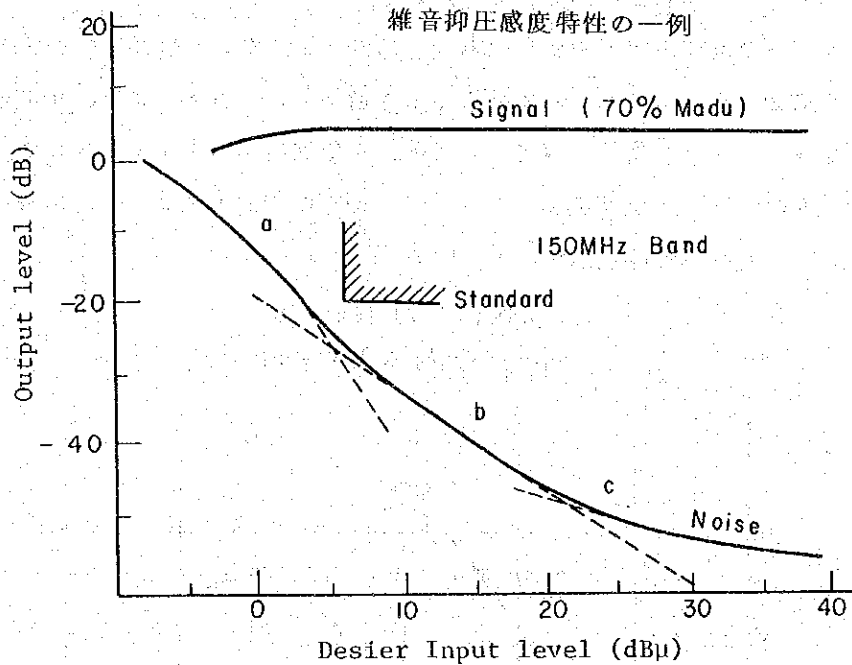
(1) 感度抑圧妨害

受信機が希望波を受信しているときに、受信帯域からはなれた周波数の妨害波により希望波が抑圧される妨害をいい、通常希望波^(注)を20 dB雑音抑圧感度レベルより6 dB増加した場合に、妨害波により再び20 dB雑音抑圧の状態となる妨害波レベルによって検討する。

(注) 20 dB雑音抑圧感度レベルとは、希望波入力のないときの雑音レベルよりも20 dB

下げるために必要な希望波搬送波入力 (Quieting Signal) をいい標準的な規格値は $2\mu\text{V}$ ($6\text{ dB}\mu$) となっている。その特性を下図に示す。

図において雑音の曲線で a の部分は、リミッタが十分動作していない範囲で、入力レベルによりその変化は大きい。b 部分からリミッタの動作範囲となり、c 部分は残留雑音となり、入力レベルにほとんど影響されない領域となる。



(2) 相互変調妨害

相互変調妨害とは、希望波を受信している場合、2以上の強力な妨害波が到来し、受信機の非直線性によって、受信機内部に希望波信号周波数または中間周波数と等しい周波数が発生して、希望波の信号の受信を妨害する現象 (受信機相互変調) および妨害波が送信機の最終波、空中線側から混入し、希望波信号との間で新しい周波数の不要信号波を発生する現象 (送信機相互変調) などがある。

一般に相互変調は次式に示すような妨害波の2波の組合せで3次の奇数次の非直線性によるものであり、通常 20 dB 雑音抑圧状態となる妨害波入力レベルで検討する。

$$f_1 (\text{妨害波A}) = f_0 + \Delta f \quad f_0 : \text{希望周波数}$$

$$f_2 (\text{妨害波B}) = f_0 + 2\Delta f$$

とすると f_1 および f_2 が非直線歪によって、次の関係から f_0 が生じる。

$$2f_1 - f_2 = (2f_0 + 2\Delta f) - (f_0 + 2\Delta f) = f_0$$

この妨害が生じる場合は、受信機入力において、フィルタ等により妨害波レベルを極力抑えるよう配慮する。

(3) 混変調妨害

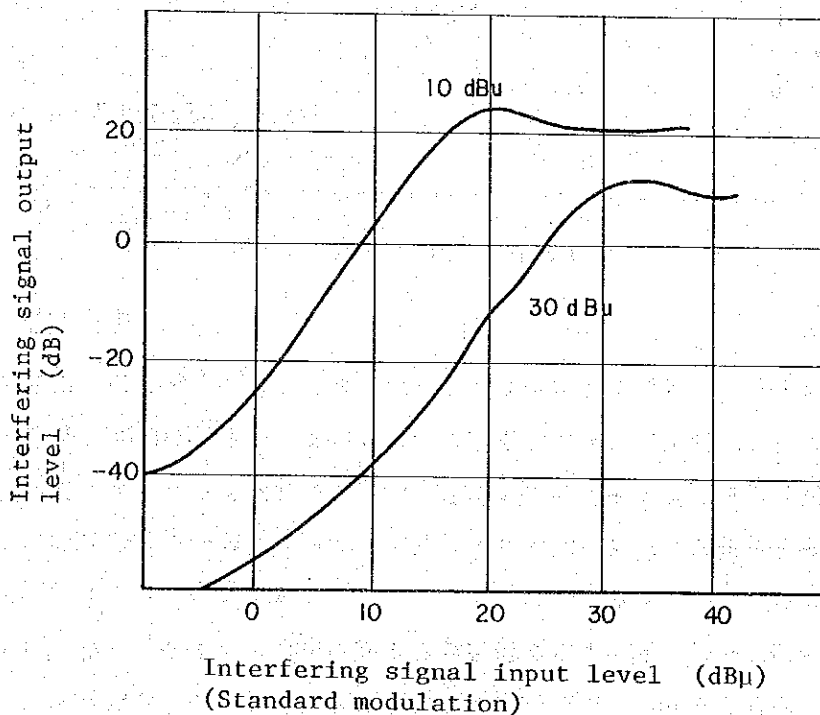
希望波および妨害波がともに著るしく大きい時は、受信機の非直線歪を受け、妨害波によって、希望波が変調されて妨害となるもので、希望波と妨害波の周波数には無関係である。一般的には、希望波入力電圧60 dB以上、妨害波入力電圧120 dB以上程度の場合は慎重に検討を必要とする。

(4) 同一周波数によって受ける妨害

希望波および妨害波が同一周波数の場合、妨害を受けないためには、通常10 dB以上のレベル差が必要である。両レベルが接近すると通話の混入はもとより、両波の周波数差によるビートを生じ、また妨害波が優勢となると、希望波はマスキング効果によって抑圧される。

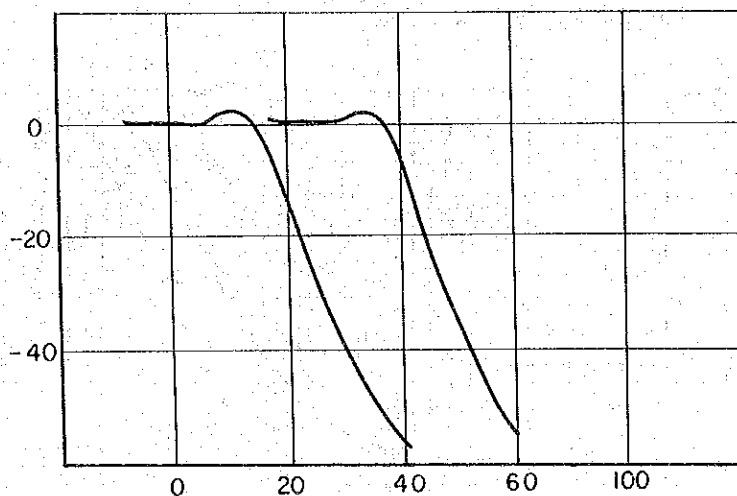
① 下図はF₃において標準変調(70%)の妨害波の入力関係が、希望波入力(同一周波数)によって受ける影響を示す。

同一周波数妨害特性の1例
10 dB μ (希望波信号入力)



② 次図は希望波の入出力関係が妨害波（無変調の同一周波数）によって受ける影響を示す。

マスキング特性の1例



An example of masking effect

(5) スプリアスレスポンスによる妨害

スーパーヘテロダイン受信機等局部発振器を持った場合、中間周波数などとの相互関係から多数の不要周波数が生じ、出力としてあらわれる。これら不要周波数に対する受信機感度をスプリアス感度といい、この感度から規定される不要周波数抑圧能力をスプリアスレスポンスという。

無線通信規則でも一般的に80 dB（60MHz帯～150MHz帯、70 dB（400MHz帯）を満足する性能を有することとされており

$$U \text{ (dB}\mu\text{)} = P_r + R_s - 10 \text{ dB}$$

P_r : 最低標準希望波入力 (dB μ)

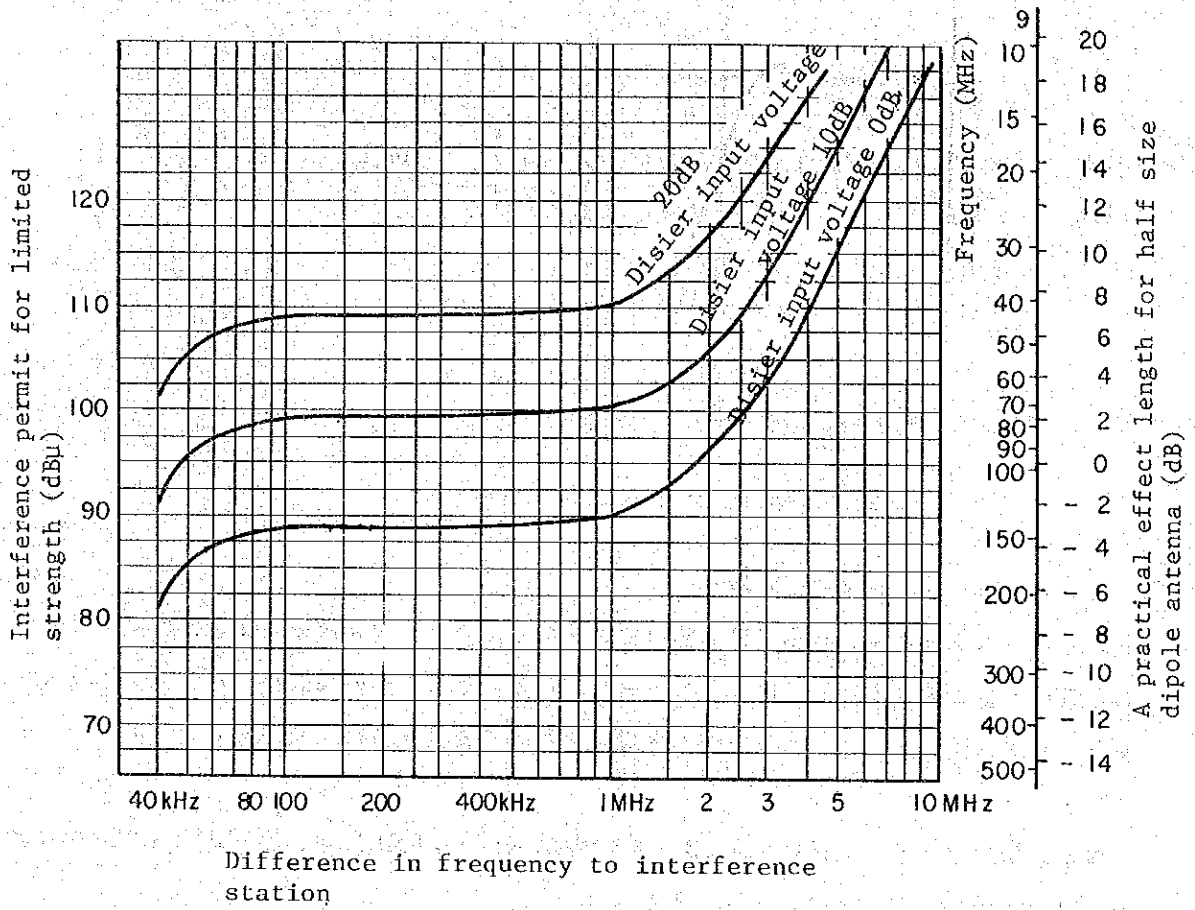
R_s : スプリアスレスポンス

の値をスプリアス妨害波入力の許容値として検討する。

スプリアスレスポンスは次のポイントに留意する。

- ① 映像周波数選択度
- ② 高調波レスポンス
- ③ 中間周波数と同一周波数の妨害
- ④ 前各項の相乗作用

近接波妨害基準特性曲線



相互變調基準特性曲線

