

2.3 回線の周波数配列

使用する周波数については、電波伝ぱん上の特質ならびに電波の有効利用を考慮して、県庁統制局の送信周波数は、南部中継局向、および男鹿中継局向を共用し、かつまた南部および北部中継局より子局向けに送信する 60Mc 帯の周波数も同一周波数を共用している。

回線には 多重無線回線 160 Mc 帯 3 波
多重無線回線 400 Mc 帯 2 波
単一无線回線 60 Mc 帯 6 波

を使用して図 2 に示す周波数配置とした。

本回線は、南部および北部中継局より子局向けの送信周波数を共用したため、子局受信機に、干渉雑音が現われて S/N が低下するという問題が考えられた。干渉雑音による S/N は、希望信号 D と妨害信号 U の受信入力比 (D/U) に比例し

$$S/N = D/U + 20 \log m_f \quad m_f: \text{変調指数}$$
で表わされるので、通話品質 S/N 30 dB を得るには、少なくとも D/U が 7 dB 以上であることが必要である。置局計画による子局について D/U を計算および実測し、D/U が 7 dB 以上になるように、受信空中線を選定したが、雄勝総合庁舎については、南部中継局と北部中継局に対する受信方向の偏差が、約 15 度と少なく、かつ両局からの受信入力が大いいため、希望する南部中継局へ正確に空中線を向けると、D/U は 4 dB しか得られないことがわかった。そのため空中線の指向特性を利用し、南部中継局からの受信レベルを減少させないで、北部中継局に対して減衰が得られるように空中線の方角を微調整して D/U 増大を図り、表 3 に示す現地試験データが得られた。他の局についても、空中線の指向調整に細心の注意を払い、いずれも干渉雑音による通話品質の低下を極力押えて回線 S/N 30 dB 以上を得ることができた。

2.4 通話方式

次に示す 4 種類の通話方式が可能である。

- (1) 県庁統制局—子局間 (同時送受話方式)
- (2) 県南グループ内の子局—県北グループ内の子局間 (同時送受話方式)
- (3) 県南または県北の同じグループ内の子局相互間 (自動中継による交互通話方式)
- (4) 県庁統制局より全子局に対する指令 (一斉通話方式)

県庁内では PBX (自動交換機) の内線電話機より子局へ通話ができるように 10 回線を中継交換台に収容している。内線電話機より中継交換台を呼ぶ場合はこの回線をダイヤルすればよく、逆に中継交換台からダイヤルして内線電話機を呼出して無線へ接続することができる。中継交換台より子局を呼ぶ場合は操作面上の子局ボタンを押せば中継局が起動し、個別呼びのセレコール信号 (トーン信号) が送出されて、該当の子局のみ専有状態で通話可能となり、同グループの他の子局はロック状態になってその間通話不能となる。通話が終了すれば自動的に子局はすべて空線状態にもどり、いつでも通話可能な状態となる。子局から統制局を呼ぶ場合は、一般の共電式交換台と類似であり、子局で送受話器を上げれば統制局の中継交換台に着信する。

2.5 個別選択呼出し方式

選択呼出し方式としては、音声周波数帯域内のトーン周波数を使用している。容量 60 局のため個別信号は 2 けたとし 1 位と 10 位の 2 周波を同時に送出している。

ロックおよび空線の周波数は同一ブロック内では共通であるが、2.4 で述べたように県南と県北の中継局用 60 Mc 送信周波数が同一であるので、相互の混信を避けるため、南北ブロックに異なるトーン周

表 1 各局の受信入力および S/N

	送 信 局	受 信 局	受信入力 (dBμ)	S/N (dB)
多重系	南 部 中 継 局	県 庁 統 制 局	42	46
	男 鹿 中 継 局	県 庁 統 制 局	58	55
	男 鹿 中 継 局	北 部 中 継 局	42	50
60 Mc 県北 ブ ロ ッ ク	山 本 総 合 庁 舎	北 部 中 継 局	51	50
	北 秋 田 総 合 庁 舎	北 部 中 継 局	52	50
	鹿 角 総 合 庁 舎	北 部 中 継 局	22	32
	大 館 財 務 事 務 所	北 部 中 継 局	37	45
	水 産 試 験 場	北 部 中 継 局	29	40
	男 鹿 開 発 事 務 所	北 部 中 継 局	42	50
	柴 平 発 電 所	北 部 中 継 局	30	40
	森 吉 ダ ム 管 理 事 務 所	北 部 中 継 局	22	32
	萩 形 ダ ム 管 理 事 務 所	北 部 中 継 局	25	35
	杉 沢 発 電 所	北 部 中 継 局	26	35
60 Mc 県南 ブ ロ ッ ク	仙 北 総 合 庁 舎	南 部 中 継 局	58	50
	平 鹿 総 合 庁 舎	南 部 中 継 局	41	48
	雄 勝 総 合 庁 舎	南 部 中 継 局	35	45
	由 利 総 合 庁 舎	南 部 中 継 局	33	43
	鍛 畑 発 電 所	南 部 中 継 局	24	35
	鍛 畑 ダ ム 管 理 事 務 所	南 部 中 継 局	26	37
	皆 瀬 ダ ム 管 理 事 務 所	南 部 中 継 局	27	38

表 2 回線設計の一例

区 分	送 信 局		鹿 角 局	雄 勝 局	備 考
	受 信 局		北部中継局	南部中継局	
送信出力	送 信 出 力	P_t	47 dBm	40 dBm	1 mW=0 dBm
	周 波 数 偏 移	f_d	10 kc	10 kc	
受信機	中間周波帯域幅	B	20 kc	20 kc	$=10 \log (3f_d^2 \cdot B/2f_m^3)$
	通話路帯域幅	f_m	2.7 kc	2.7 kc	
	S/N 改善係数	I	21.9 dB	21.9 dB	
空中線	送信空中線利得	G_t	11.5 dB	9.0 dB	
	受信空中線利得	G_r	0 dB	0 dB	
	送受フィード損失	L_f	-5.2 dB	4.0 dB	
伝ぱん	伝ぱん損失	L	144.3 dB	123.0 dB	
受信条件	受 信 入 力	P_r	-91 dBm	-78 dBm	$=P_t-L+G_t+G_r-L_f$
	受信機雑音指数	F_N	12 dB	12 dB	
	都市雑音指数	E_N	27.9 dB	34.9 dB	$=10 \log B + F - 144$
	回線雑音指数	F	27.9 dB	34.9 dB	
	受信雑音電力	P_{rn}	-103.1 dBm	-96.1 dBm	$=P_{rn}+9$
	スレッシュドレベル	P_{th}	-94.1 dBm	-87.1 dBm	
	Fading Margin	M_f	3.1 dB	9.1 dB	$=P_r-P_{th}$
	通話路の S/N	S/N	34 dB	40 dB	

表 3 雄勝総合庁舎干渉雑音測定値

回 線	受信入力 (dBμ)		D/V (dB)	S/N (dB)		空 中 線 方 向
	南部中継 (D)	北部中継 (V)		北部中継送	北部中継停	
行 政	35.5	26.0	9.5	35	48	南部中継方向より東へ約 20 度
水 防	33.1	23.8	9.3	32	45	南部中継方向より東へ約 25 度

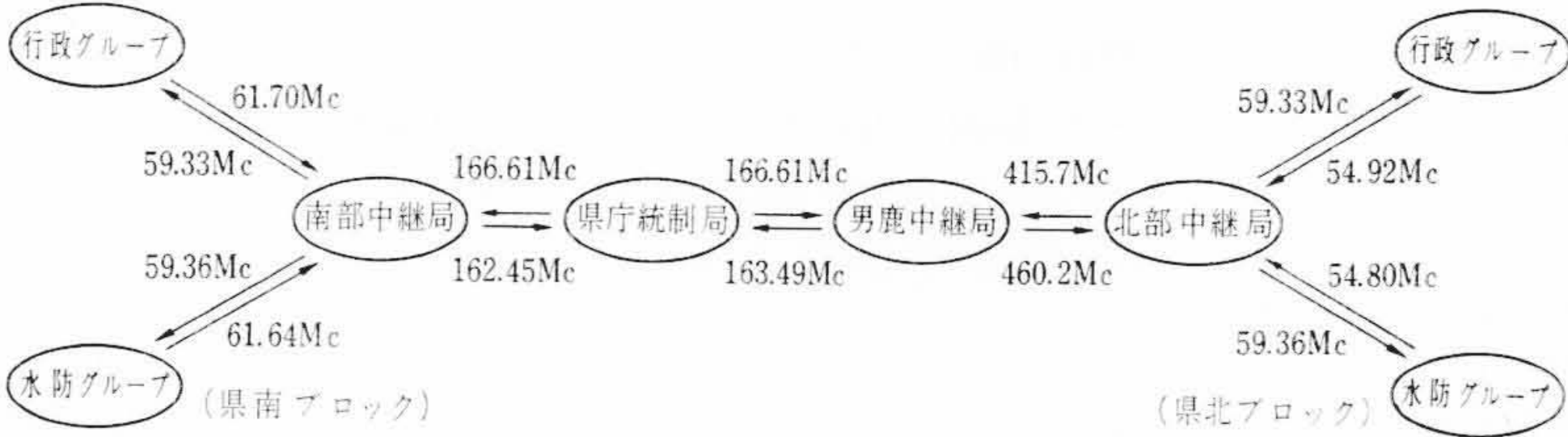


図 2 周 波 数 配 置

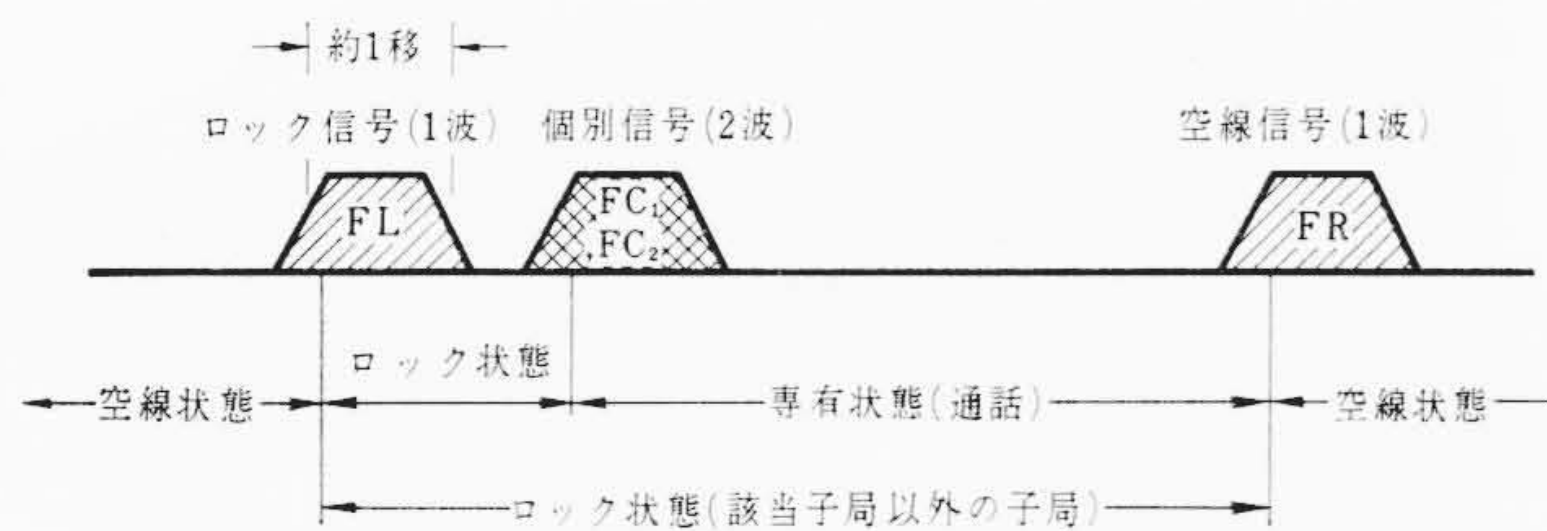


図3 セレコール信号列

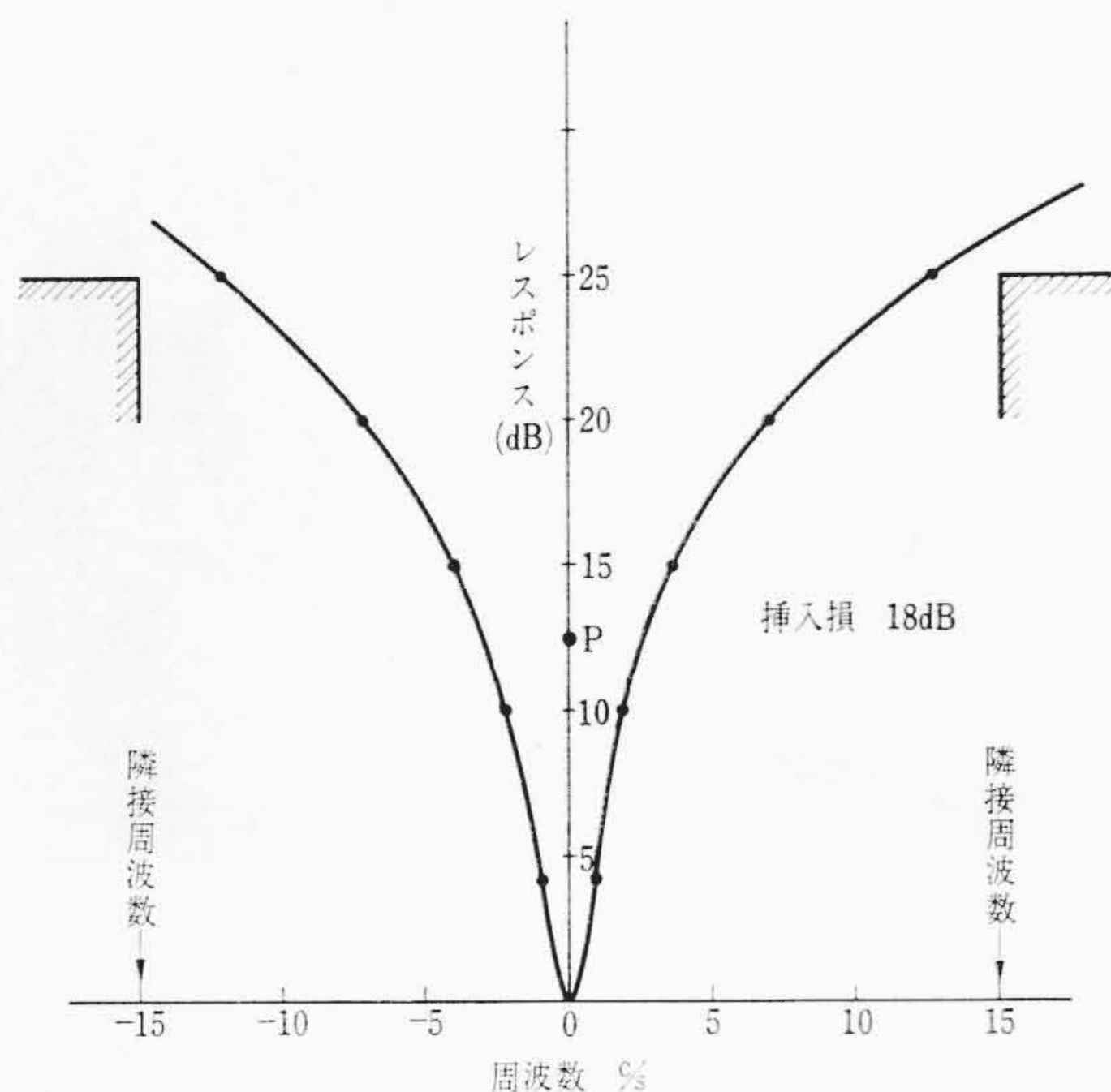


図4 圧電音さ FQ-300 形代表特性

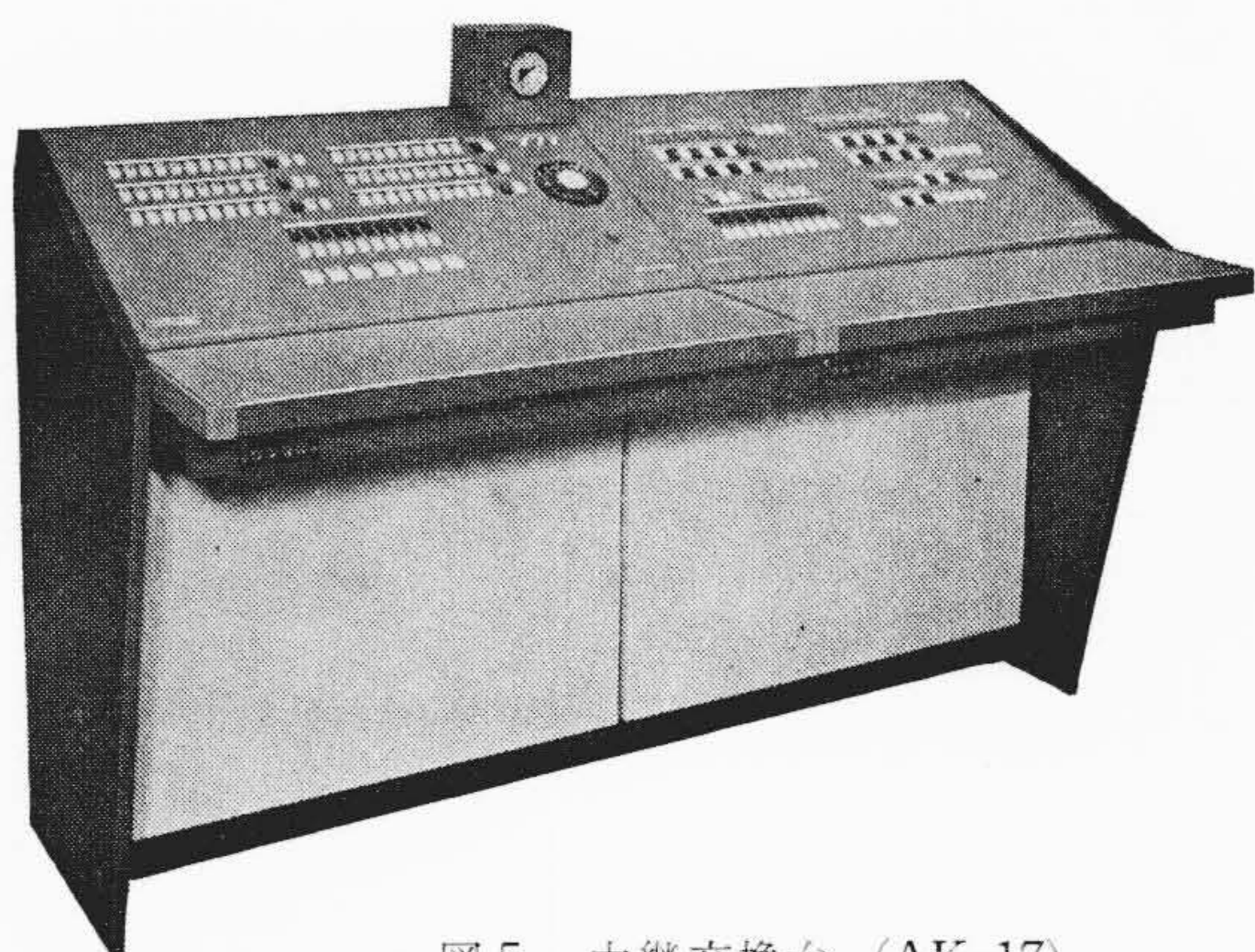


図5 中継交換台 (AK-17)

波数を割当ててある。また、個別信号に対しては、相互変調で誤動作しないように選んである。図3にセレコール信号列、表4にセレコール信号周波数を示す。

また、個別呼びの信頼性については次のように各レベル変動を見込み、受信機のトーン信号のフィルタには、高選択度特性を有する「日立 FQ-300 形」圧電音さを採用した。

信号レベル変動要因および配分を次のとおり設定する。

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| (1) 発振器出力レベル変動 | ±0.5 dB |
| (2) 発振器周波数変動による等価レベル変動 | (+2.0 dB
-1.0 dB) |
| (3) 送信変調器によるレベル変動 | ±1.5 dB |
| (4) 多重回線の総合レベル変動 | ±3.0 dB |
| (5) 受信入力変動による受信機出力変動 | (+0.5 dB
-2.0 dB) |
| (6) 受信機低周波出力レベル変動 | ±1.5 dB |
| (7) 圧電音さの周波数変動による等価レベル変動 | (+5.0 dB
-1.0 dB) |
| (8) リレー変換点のレベル変動 | ±1.5 dB |
| (9) 圧電音さの最低動作保証 | -1.0 dB |
| (10) 保守マージン | ±3.0 dB |

表4 セレコール信号周波数

ブロック	グループ	ロック (FL)	空線 (FR)	一斉 (FA)	個別	
					10位 (FC ₁)	1位 (FC ₂)
県南	行政	577.5	607.5	637.5	472.5	712.5~757.5
	水防	577.5	607.5	637.5	487.5	712.5~802.5
県北	行政	562.5	592.5	622.5	427.5	712.5~772.5
	水防	562.5	592.5	622.5	442.5	712.5~817.5

表5 遠方監視制御装置項目

装置	用途	現予別	項目	備考
多重無線装置	監視	現用機	障害	南部, 北部, 中継局 各1量 男鹿中継局 各2量
	監視	予備機	障害	
	監視	現用機	運転中	
	監視	予備機	運転中	
	制御	現用機	運転指示	
	制御	予備機	運転指示	
60 Mc 中継装置	監視	現用機	障害	南部, 北部中継局 各2量
	監視	予備機	障害	
	監視	現用機	運転中	
	監視	予備機	運転中	
	制御	現用機	運転指示	
	制御	予備機	運転指示	
遠方監視制御装置	監視		障害	統制局, 南部, 北部, 男鹿中継局 各1量
搬送端局装置	監視		障害	統制局, 南部, 北部中 継局 各1量
電源	監視		AC 100 V 断	南部, 北部, 男鹿中継局 各1量
	監視		ディーゼルエンジン運転中 ディーゼルエンジン動作指示 ディーゼルエンジン停止指示	
チェック			監視制御チェック	全監視制御項目

これらのうち1~8項のレベル変動は独立した原因であるから変動の偏差が正規分布で現われるものと考えると総合のレベル変動としては +9.7 dB, -8.6 dB となる。圧電音さの代表周波数特性を図4に示す。同図のP点にレベル設定をすれば、信号器の動作が保証され、かつ 15 c/s 間隔の隣接トーン周波数と誤動作をすることはない。

トーン信号のレスポンス時間については、一般に 0.4 秒以上であれば音声による誤動作はほとんどないとされているが、本器では 0.6 秒に設定された。また、トーン信号の送出時間は、余裕をみて 1.0 秒~1.4 秒としてある。

2.6 遠方監視および制御

中継局はすべて無人局で、県庁統制局から監視および制御を行なうことができる。表5にそれらの項目を示す。

図5は中継交換台の外観である。監視制御操作は操作が便利のように、中継交換台の右半面を使って行なった。

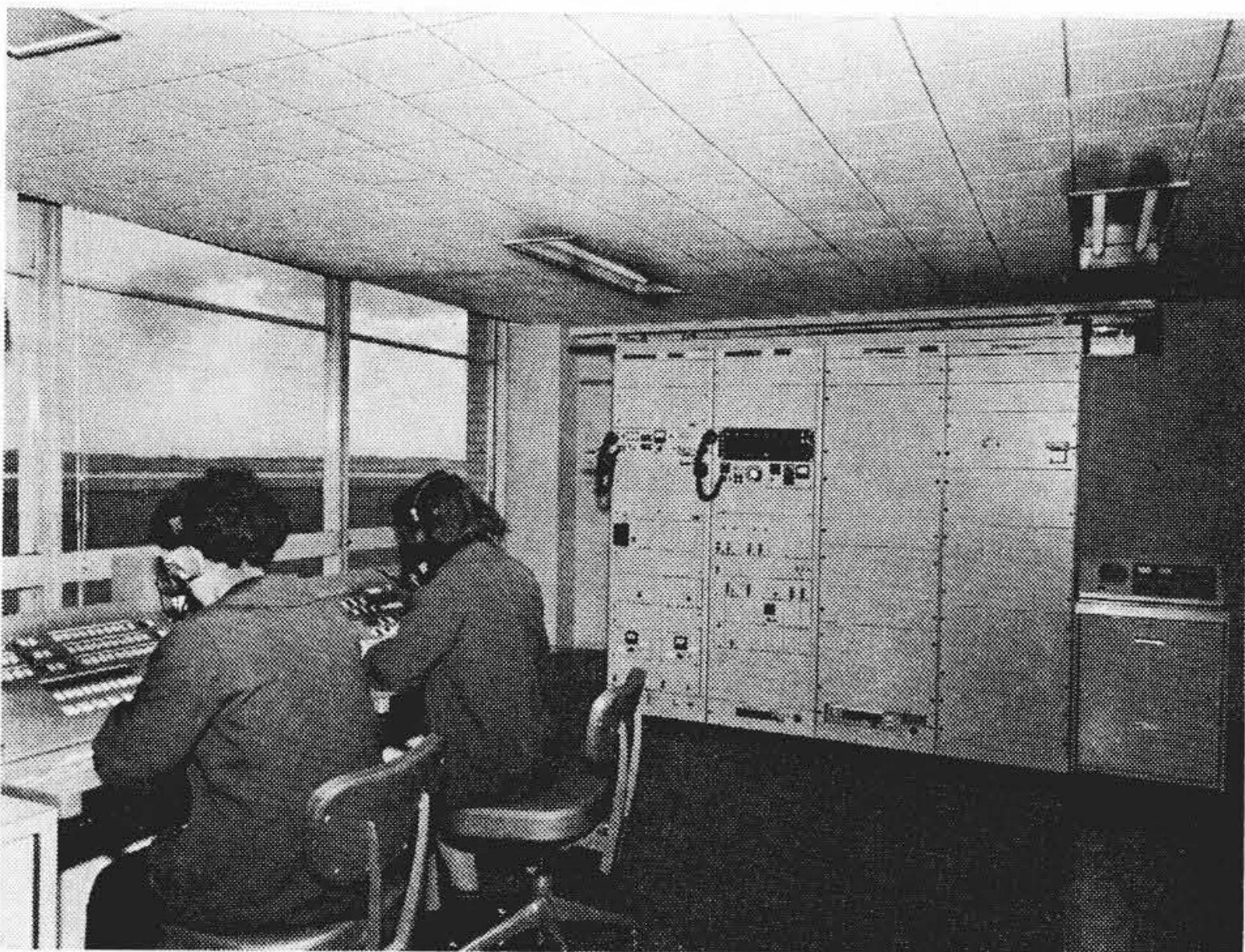
図6は県庁統制局無線室の写真である。

3. 機 器

3.1 機器構成

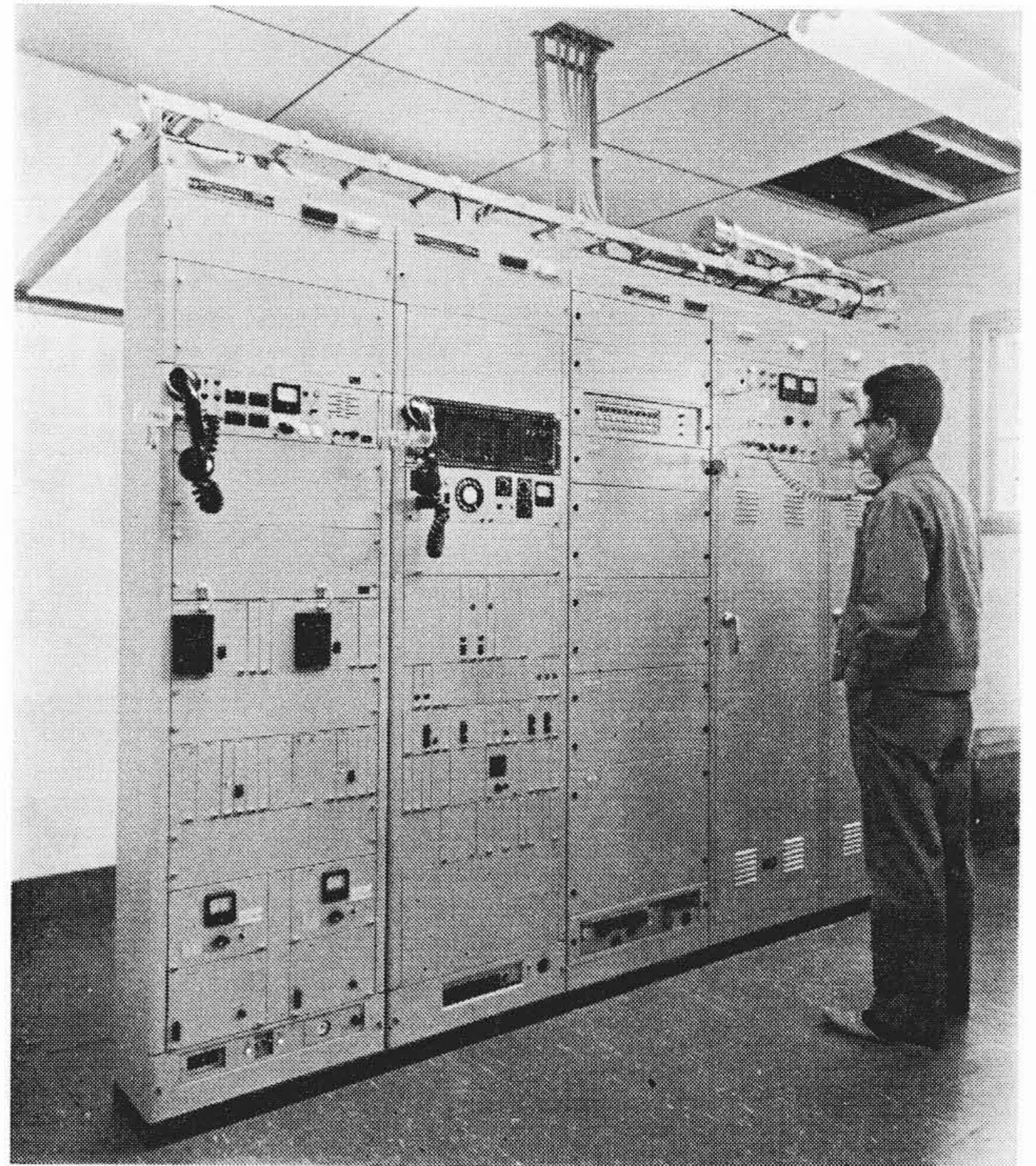
図7は本システムの機器系統図であり、図中鎖線で囲んだ部分はおのおのの局を示している。

中継局電源装置はすべてフローティング方式 (DC -24 V) で、AC 100 V 電源が停電の場合は、自動的に局舎内のディーゼルエンジンが起動し、発電機が動作する方式となっている。多重無線装置および 60 Mc 中継装置としては、セット予備方式を採用し、1きょう体内に2台収納して床面積の経済化を図っている。図8は中継局の装置を示したものである。機器はすべて高さ 1,800 mm, 幅 520 mm, 奥行 225 mm に統一されている。図9は子局の一例で、鹿角総合庁舎の外観を示している。



左から 中継交換台 AK-17形
160Mc帯多重無線装置 SEF-1063形
搬送端局装置 MT-601G/F/2形
遠方監視制御装置 RC-4
遠方監視制御装置 RC-5

図6 県庁統制局無線室



左より 多重無線装置 SEF-053M形
搬送端局装置 MT-601G/F/2形
遠方監視制御装置 RC-5形
60Mc中継装置(行政) SEF-5023形
60Mc中継装置(水防) SEF-5023形

図8 北部中継局の装置外観

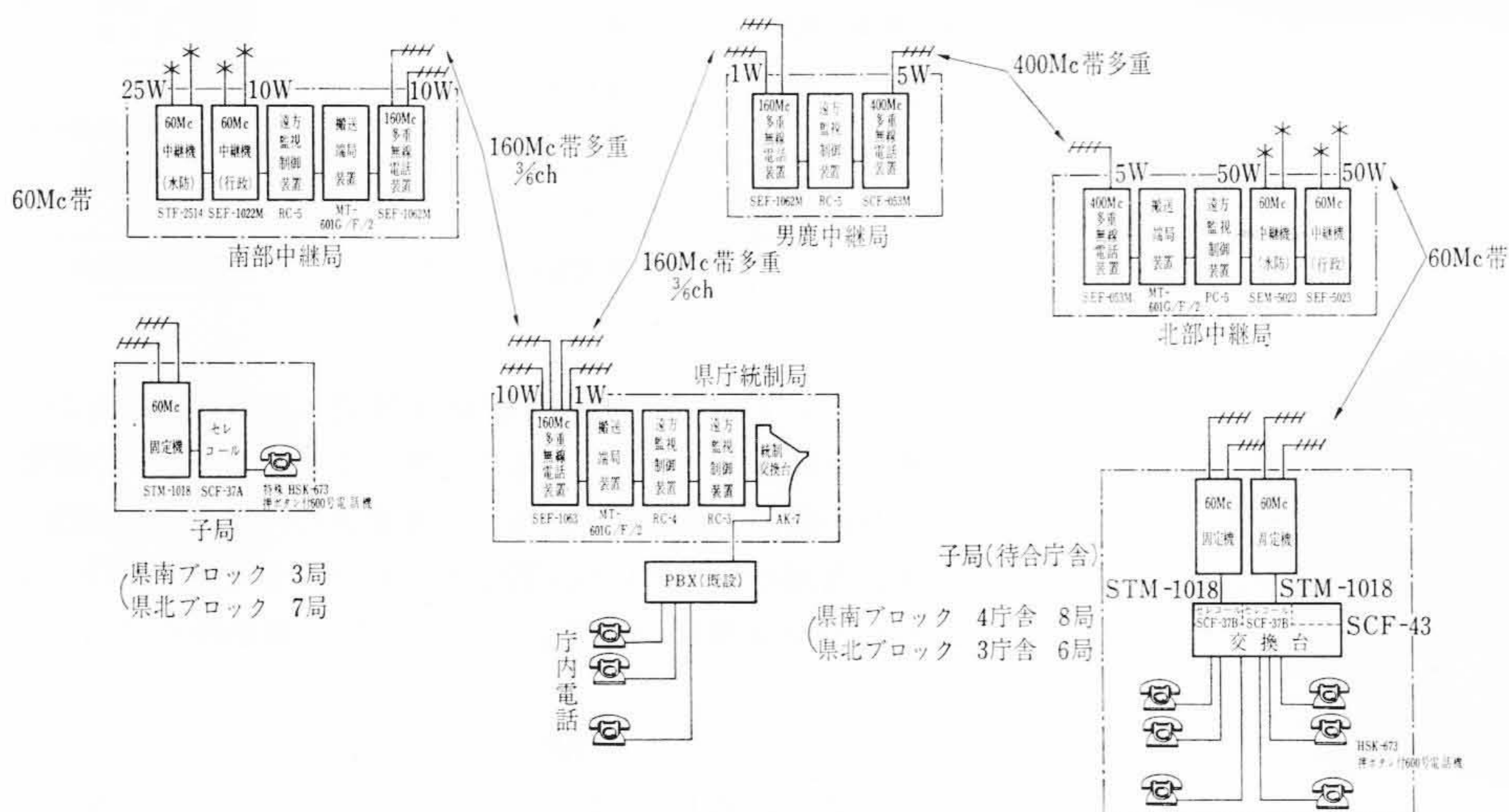


図7 機器系統図

3.2 選択呼出装置 (SCF-37A形, SCF-37B形)

総合庁舎の交換台に実装される SCF-37B 形と一般の子局に使用される SCF-37A 形の2種からなる。セレコール信号は「ロック」(FL), 「空線」(FR), 「一斉」(FA) および「個別」(FC₁: 10位, FC₂: 1位) である。

「ロック」信号を受信すると、無線機の送信起動機能が失われ「空線」信号受信によって回復する。「個別」信号2波はAND回路により受信され、2波ともに自局のものである場合にのみ無線機は専有状態となり送受信が可能となる。

トーン信号は、統制局より数段階中継して伝送されるため、2.5に述べたように種々のレベル変動要素が考えられる。それらの変動を考慮して、セレコールは標準レベルに比べて±10dBのトーン信号レベル変動においても動作が保証される設計になっている。

主要諸元

- | | |
|------------------|-------------------|
| (1) セレコール信号(情報量) | 「ロック」「空線」「一斉」「個別」 |
| (2) トーン信号周波数安定度 | ±0.5c/s 以下 |
| (3) トーン信号最低間隔 | 15c/s |
| (4) 動作時間(標準レベル) | 0.6~0.8秒 |

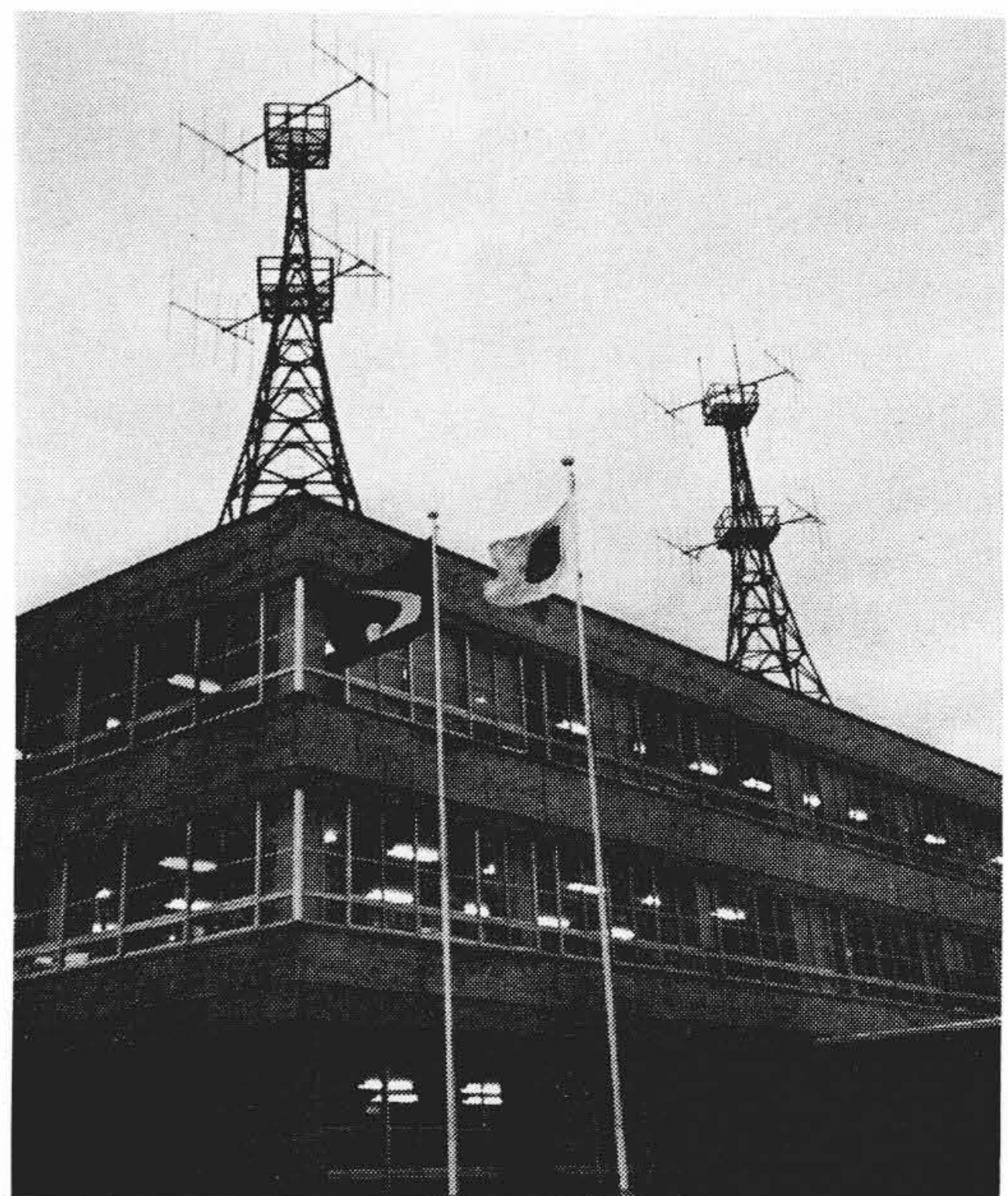
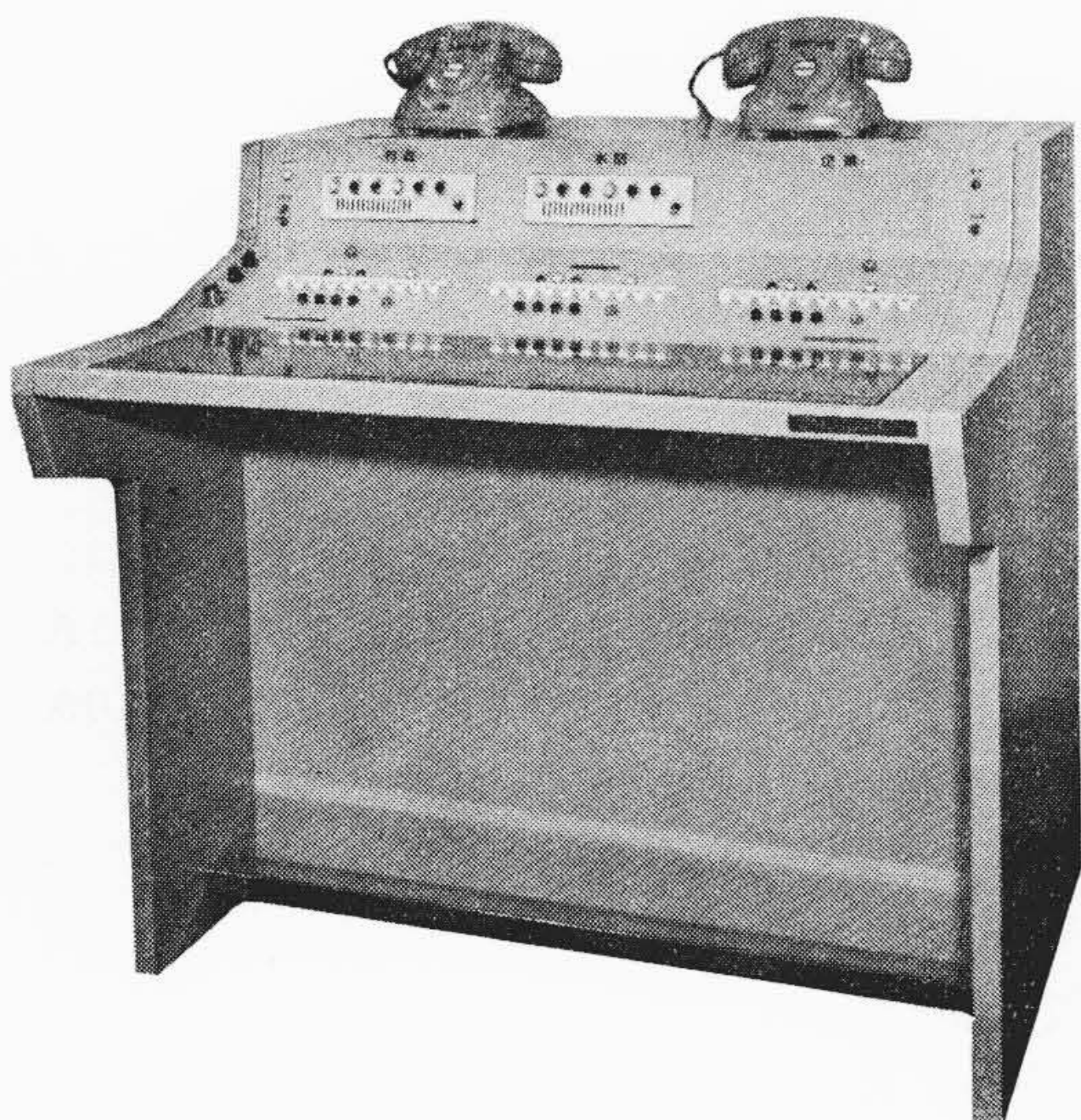


図9 鹿角総合庁舎アンテナ



図 10 子局の選択呼出装置 (SCF-37A 形)



(選択呼出装置 SCF-37B が実装されている)

図 11 総合庁舎用交換台 (SCF-43 形)

図 10 は一般の子局の選択呼出装置、また図 11 は選択呼出装置を実装した総合庁舎の交換台を示している。

3.3 搬送端子局装置 (MT-601G/F/2 形)

本装置の主要部はすべてプラグイン構造で、回路にはすべて半導体を使用している。セレコール信号を使用しているため端子間の同期ずれを無くす必要があり、32 kc の PILOT を用いた従属同期方式を採用している。県庁統制局の 4 kc 主発振器から各搬送波を作成供給し、南北中継局では、32 kc PILOT を 1/8 に分周した信号により各搬送波を作成供給する。系統図を図 12 に示す。

2.3 で述べたとおり県庁統制局の多重無線送信周波数は一波であるため統制局の搬送端局装置は、南部中継局向けに 2 チャンネル (CH #1, CH #2)、北部中継局向けに 2 チャンネル (CH #4, CH #5) を実装してある。図 13 に周波数配列を示す。

主 要 諸 元

(1) 通 話 路 数 (実装容量/最大容量)

県庁統制局	4/6 CH
南部中継局および北部中継局	2/3 CH

(2) 伝 送 帯 域

搬送周波数	南部中継局	12~24 kc
	北部中継局	24~36 kc
音声周波数		0.3~3.4 kc

(3) 音声周波数特性

0.8 kc 0 dBm 基準 CCITT 規格の 3/5 以内

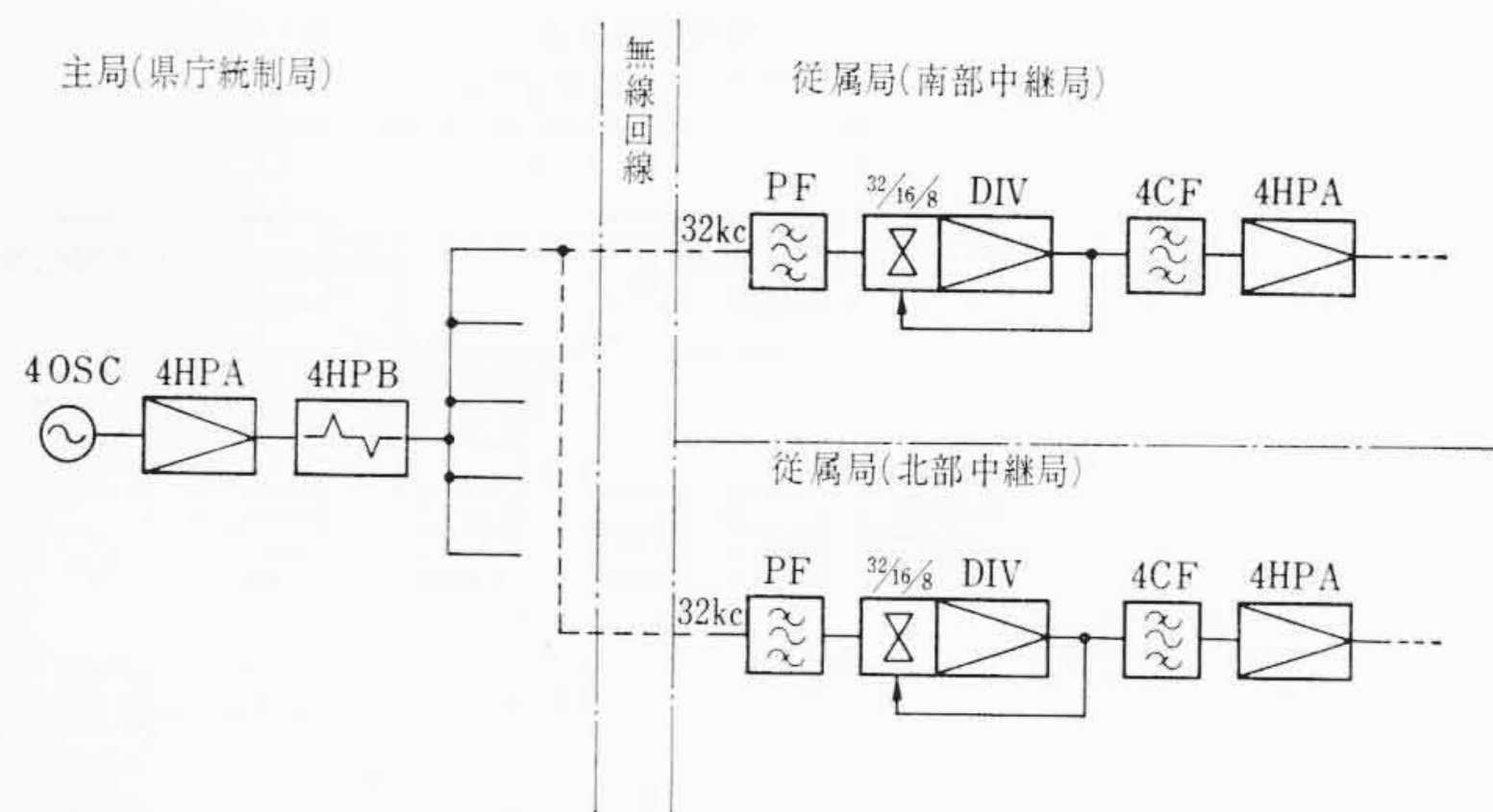


図 12 従属同期方式系統図

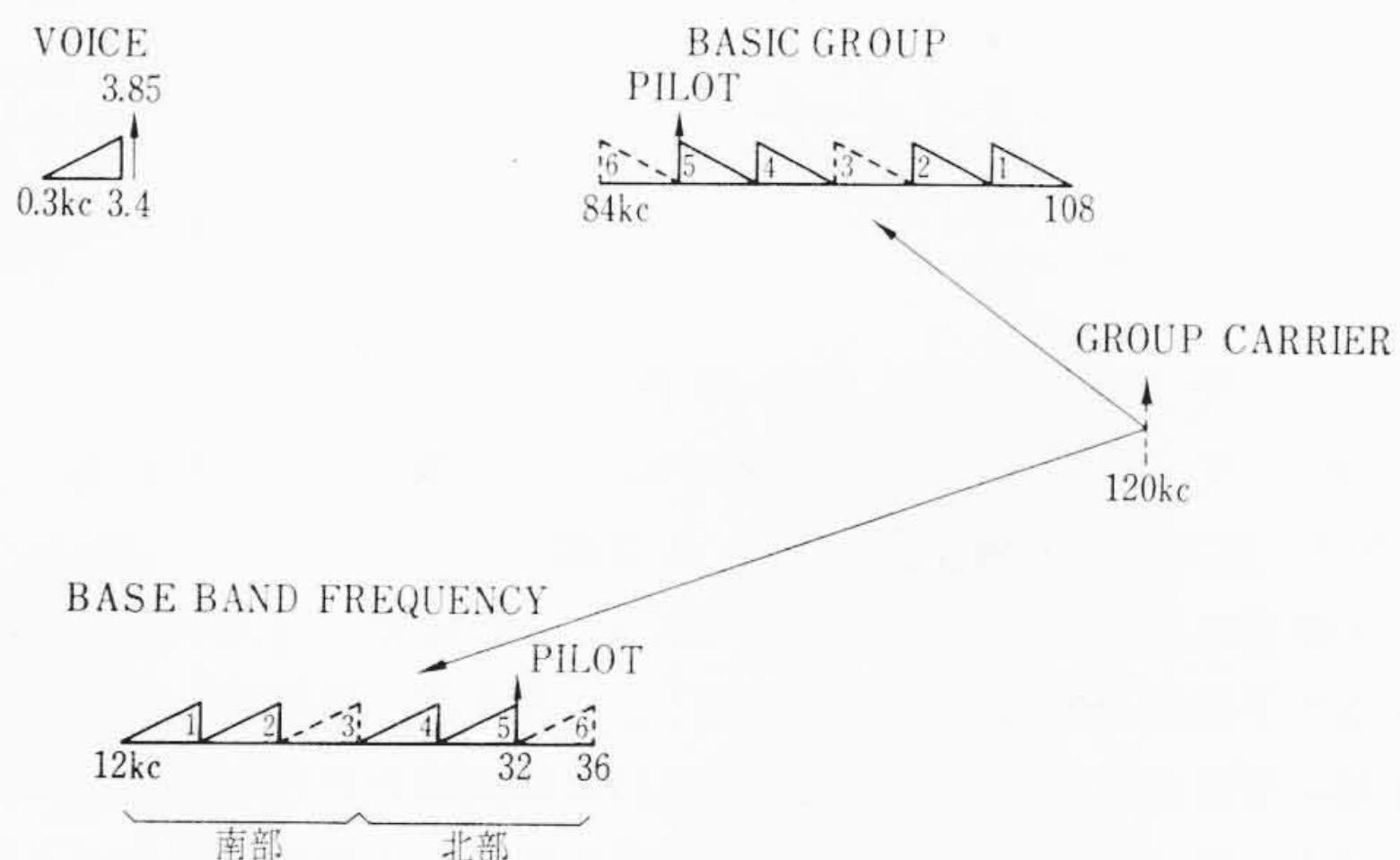


図 13 M-6 周波数配列図

(4) 同 期 方 式

同期信号 32 kc の従属同期方式

(5) 信 号 方 式

(a) 帯域外一周波 (3.85 kc) 方式 無通話時送出

3.4 400/160 Mc 帯多重無線電話装置

(SEF-053 M 形, SEF-1062 M 形, SEF-1063 M 形の 3 機種)

本装置の送信、受信および電源部はプラグイン構造で、回路はすべて半導体を使用している。無人中継局はセット予備方式で、現用機と予備機は 1 架に実装されている。

統制局は現用送信機 1 台、現用受信機 2 台を 1 架に実装し、その送信機出力を電力分配器により、男鹿中継局向け 1 W、南部中継局向け 10 W に分配している。

400 Mc 帯の空中線共用器は送信スプリアスふく射減衰用としての半同軸形帯域濾波器 (3 段) と送受回り込み防止用としての半同軸形帯域阻止濾波器 (3 段) とをいっしょにした一体構造で、小形化され架内に実装されている。

打合回線の通話帯域を 0.3~2.3 kc とし、遠方監視制御信号周波数帯域には 2.3~4.5 kc を使用した。また、県南と県北との打合通話もリーク方式で可能となっている。

主 要 諸 元

(1) 送 信 出 力

400 Mc 帯 5 W

160 Mc 帯 県庁統制局は男鹿向け 1 W、南部向け 10 W

南部中継局は 10 W、男鹿中継局は 5 W

(2) 変 調 方 式

水晶制御による位相変調方式

(3) 周 波 数 安 定 度

$\pm 2 \times 10^{-5}$ 以内

(4) 通 話 路 数

6 CH および打合 1 CH

(5) 受 信 方 式

2 重スーパーヘテロダイン方式

第一中間周波数 25 Mc, 第 2 中間周波数 6.55 Mc

(6) 受信部雑音指数

12 dB 以下

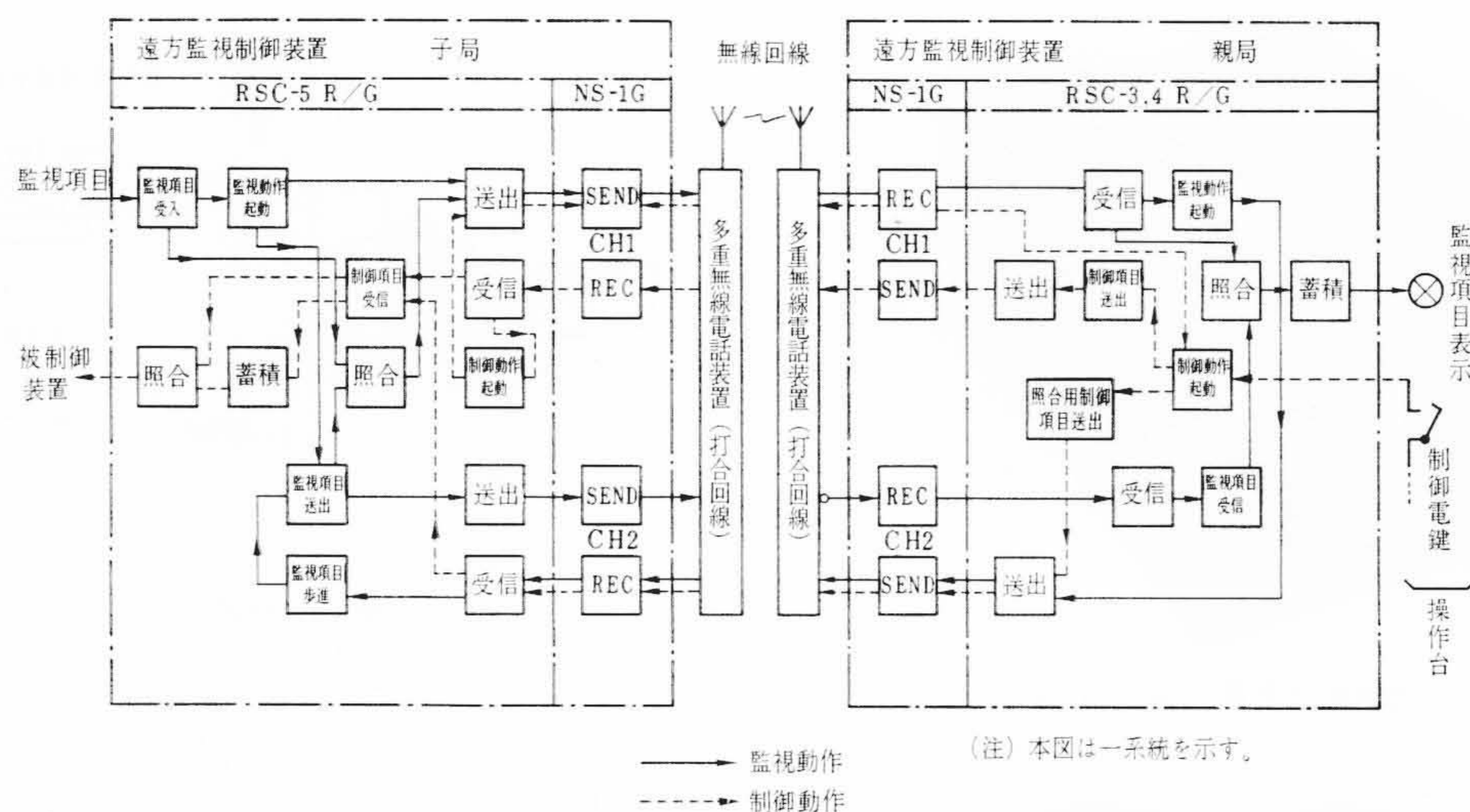


図14 遠方監視制御装置系統図

- (7) 受信帯域幅 3dB低下点で400kc以上
- (8) 受信選択度 ± 800 kcの点の減衰量40dB以上

3.5 遠方監視制御装置 (RC-3, 4, 5形)

本装置は県庁統制局の親装置 (RC-3, RC-4形の2架構成) と中継局の子装置 (RC-5形の1架構成) とからなり、統制局から無人中継局に設置された諸機器の状態監視および制御を行なうもので、無線回線を使って信号伝送するため雑音に対して誤動作の少ない2周波 (計6周波) による同期歩進方式を採用し、そのうえパリティチェックを行なうようにしてある。

図14の系統図に示すように大別してFS信号方式により信号伝送を行なう全トランジスタ式のNS-1G形信号伝送装置と、その接点受渡しで起動、歩進、蓄積、照合などを行なうリレーグループからなる。

主要諸元

(1) NS-1G形信号伝送装置

- (a) 信号周波数 CH#1~CH#6
- (b) 信号方式 FS信号方式 ($F_0 \pm 35$ c/s)
- (c) 周波数安定度 3×10^{-8} 以下
- (d) 動作時間 25 ± 5 ms

(2) RSC-3, 4, 5 R/G

(3) 監視および制御項目

監視項目数——最大一中継局当たり 30項目
制御項目数——最大一中継局当たり 15項目

であり、その実装項目は表5に示してある。

- (a) 表示方式 同時全局全項目表示
- (b) 制御方式 1時1局1項目制御

3.6 60Mc中継装置 (SEF-5023 B/2514 B形, STF-1022 B形)

本装置は同時送受話、自動中継方式の無人中継局で、セット予備方式としてある。現用機と予備機は1架に実装し、自動切換機能を有している。

装置の送信、受信、電源回路および出力10W段までの電力増幅部は、すべてトランジスタ化され、最終段の出力50Wまたは25W電力増幅部には電子管 (2B29) を使用している。受信入力には2段ヘリカル同軸形帯域濾波器をそう入してある。

主要諸元

- (1) 通信周波数 54~68Mc内の2波
- (2) 通信方式 同時送受話自動中継方式
- (3) 送信出力 50W, 25Wまたは10W
- (4) 変調方式 水晶制御位相変調方式

- (5) 受信方式 水晶制御2重スーパーヘテロダイン方式
- (6) 20dB雑音抑圧感度 3dB/ μ V以下
- (7) 周波数安定度 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 以下
- (8) 消費電力 直流24V電源動作
 - (a) 50W 送信時 約10.3A, 待受時 約2.2A
 - (b) 25W 送信時 約8.4A, 待受時 約2.1A
 - (c) 10W 送信時 約3.0A, 待受時 約1.0A

3.7 60Mc無線電話装置 (STF-1018形)

本装置は子局専用の60Mc帯10W同時送受話方式の無線電話装置であり、全トランジスタ化されている。

主要諸言

- (1) 通信周波数 54~68Mc内の2波
- (2) 送信出力 10W
- (3) 変調方式 水晶制御位相変調方式
- (4) 受信方式 水晶制御2重スーパーヘテロダイン方式
- (5) 20dB雑音抑圧感度 3dB/ μ V以下
- (6) 周波数安定度 20×10^{-6} 以下

なお、子局の中には、既設の60Mc/FM無線電話装置も転用使用している。

4. 結 言

以上、秋田県統合無線設備の概要について報告した。この設備は昭和41年12月より運用が開始され、現在1日平均約250通話が行なわれており、秋田県の行政、水防事務の合理化に貢献している。

終わりにあたり、郵政省電波監理局東北電波監理局ならびに秋田県庁関係各位のご指導に対し深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 増村ほか: 日立評論 45, 369 (昭38-2)
- (2) 市川, 鈴木: 日立評論 46, 1458 (昭39-9)
- (3) Philip L. Rice: "Trosopheric Fileds and Their Long-Term Variability as Reported by TASO" IRE (1960)
- (4) 菅原: "FM無線工学" 447 日刊工業新聞 (昭36-7)
- (5) 柿田: "電波伝ぱん" 通信学会 (昭34-9)
- (6) Murlan S. Corrington: "Frequency-Modulation Distortion Caused by Multipath Transmission" 878 IRE (1945-12)
- (7) 川勝ほか: 日立評論 45, 399 (昭38-2)
- (8) 川勝ほか: "自動車無線における受信局選択方式について" 電気通信学会通信方式専門委資料 (昭40-10)
- (9) 川勝ほか: "圧電音さを用いた選択呼出方式について" 電気通信学会通信方式専門委資料 (昭39-7)