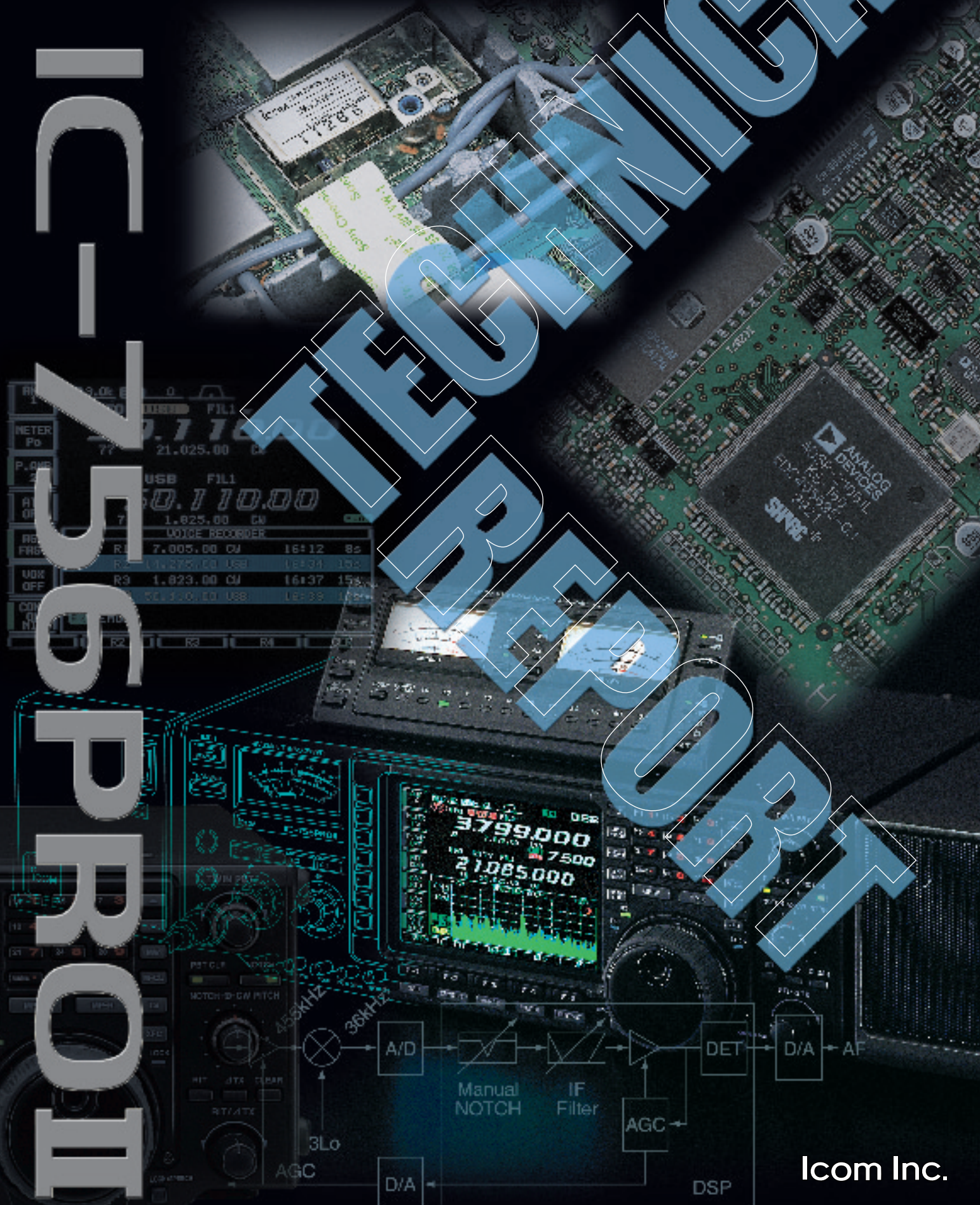




# ICOM 7560 REPORT

# TECHNICAL REPORT



## CONTENTS

1. プロフィール	3	6. 周辺機器との接続	25
2. おもな特長	4	6-1 ACCジャック	
3. 各部の名称	7	6-2 HF/50MHz 1kWリニアアンプ	
3-1 フロントパネル部		6-3 デジタルモード用のインターフェイス	
3-2 リアパネル部		6-4 ボイスメモリ/メモリーキーヤーの 外部制御機器	
4. 無線通信機器におけるDSPとは	10	6-5 音声合成ユニット(オプション)の取付	
5. 技術解説と回路構成他	12	7. CI-V	28
5-1 デジタルIFフィルター		7-1 REMOTE(リモート)ジャック	
5-2 各種デジタル機能群		7-2 CI-Vの基本フォーマット	
5-3 PSN変調		7-3 コマンド一覧表	
5-4 マニュアルノッチ		8. 内部解説	31
5-5 スピーチコンプレッサー		9. グレードアップオプション群	32
5-6 マイクイコライザー		10. 定格	33
5-7 RTTYデモジュレーター		10-1 一般仕様	
5-8 受信部		10-2 送信部	
5-9 送信部		10-3 受信部	
5-10 デュアルワッチ <sup>®</sup> 機能		10-4 アンテナチューナー部	
5-11 リアルタイムスペクトラムスコープ		11. ブロックダイアグラム	折り込み
5-12 音声録再機能			
5-13 PLL回路の概要			

IC-756PROIIは、前衛機IC-756RPOで世界的な評価を頂いたデジタルIFフィルターのさらなる性能アップをはじめ、ユーザーの皆様から寄せられた様々なご要望に対して、アイコム技術陣が一つひとつ検討し、今日まで蓄積してきたデジタル技術とアナログ技術を融合し、究極の進化形として結実させたアイコムのHF最高峰モデルです。

本機ではエレクトロニクス産業の分野において、ハイスペックなデジタルデバイスとして知られ、初代IC-756PROで採用した32ビット浮動小数点DSP、24ビットAD・DAコンバーターを継承し、デジタルIFフィルター、ノイズリダクションやデジタルIFフィルターのAGCループ内処理、さらにフィルターシェイプの選択をも可能にするなど、アナログデバイスでは決して実現できないアマチュア無線家の夢を数多く実現しています。

IC-756PROIIは、「受信性能のさらなる向上」を命題に掲げ、DSP部とアナログ回路のマッチングを徹底的に追求。具体的には、AGCループに起因する受信音への影響、ADコンバーターのダイナミックレンジに見合うアナログ回路とのマッチング、さらに、使用する部品の一つひとつを納得いくまで検証し、RFトップからミキサー回路に至るまで、受信部の核となるステージの見直しや各ミキサー部の適切なレベル配分を行った結果、デジタル部とアナログ部のマッチングはかつてないレベルに達しております。

本解説書では、とかく数値演算式が並ぶ難解なデジタル部の解説を避けて、できる限りわかりやすくDSP技術を中心に解説しております。なぜ32ビット浮動小数点DSP、24ビットAD・DAコンバーターを搭載したのか？32ビット浮動小数点DSPと24ビットAD・DAコンバーターのダイナミックレンジは、アマチュア無線機にはオーバースペックであるかのように見えますが、この解説書をお読みいただければ、その理由が明らかになると思います。

IC-756PROIIに備えている数々のデジタル機能群がもたらす、HFアマチュア無線の新次元オペレーションを紙上で多少なりとも体験していただければ幸いです。



## 2. おもな特長

### 32ビット浮動小数点DSP& 24ビットAD・DAコンバーター搭載

アイコムが独自に開発したIF (36kHz) 入出力の32ビット浮動小数点DSPと24ビットAD・DAコンバーターにより、アマチュア無線家の夢である、数々のデジタル機能群を実現しました。

#### ●51種類のデジタルIFフィルター

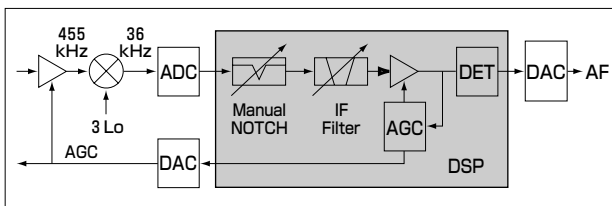
最高峰のスーパーエンジン32ビット浮動小数点DSPの威力が顕著に現れているのが驚異的な切れ味と抜群のシェイプファクターを誇るデジタルIFフィルター。デジタルフィルターは、アナログフィルターにありがちな帯域特性のバラツキ、温度、機械的振動による特性の劣化が皆無で、アナログフィルターでは得ることができない、抜群のリップル特性を実現しています。IC-756PROIIのデジタルIFフィルターの通過帯域幅(50Hz~3.6kHz)は51種類。この中から各モードで3種類ずつプリセットすることができ、状況によりフィルタースイッチで瞬時に切り替えることができる自慢の機能です。

#### ●2タイプのフィルターシェイプ(シャープ、ソフト)

アナログ機では考えられなかったIFフィルターのシェイプチェンジという夢の技術です。目的や運用バンド、コンディションなどに応じて、SSB/CW運用時それぞれにシャープ/ソフトの2種類からフィルターシェイプを選択できます。もちろん、CW用とSSB用は独立して設定できるほか、実際の信号を受信しながらもフィルターシェイプの選択もできます。

#### ●デジタルIFフィルター等をAGCループ内で構成

デジタルIFフィルター、マニュアルノッチフィルター等をDSPによるAGCループ内で構成しています。これによりフィルター外の隣接周波数の強信号によるブロッキングを根本的に追放し、目的信号のみに対してAGCを動作させることができます。また、AGCの動作は13種類の時定数から各モードで3種類からプリセットできます。



#### ●デジタルツイン PBT®

DSPでのフィルタリングによるデジタルツイン PBT®を搭載。アナログフィルターとは別次元の鋭い切れ味で、特に上下からの混信回避に威力を発揮します。また、通過帯域幅や可変方向を液晶画面で確認しながら、専用の2連ツマミにより50Hzステップで任意に設定することが可能で、フレキシブルな対応力とシャープな切れ味を実現しています。

#### ●高精度なデジタル変復調はオールモード対応

送受信音もワンランク上を目指すために、RTTYのデコードを含むすべての変復調処理をDSPユニットで処理しています。これにより、SSB送信時のIFフィルター通過帯域幅を3段階から設定できるほか、復調においてもDSPの性能を最大限に活かした質の高い音作りにこだわり、最高峰HF機にふさわしい水準を達成しています。

#### ●驚異の減衰量を誇るマニュアルノッチ

DSPで処理する極めてシャープな特性を実現したマニュアル

ノッチフィルターは、減衰量70dB以上という驚異の性能を実現。DSPによるマニュアルノッチは、アナログ回路で構成したノッチに比べ、減衰量のバラツキや温度変化等に左右されることなく安定した性能を発揮します。しかも、AGCループ内処理のため超強力なビートもAGCに影響を与えることなくパッサリと切り落とします。そのほか、オートノッチも装備し、さらなる性能の向上を図っています。

#### ●RTTY用デモジュレーター&デコーダーを装備

瞬時にオンエア局のコールが表示画面で確認できるボードーRTTY用デモジュレーターとデコーダーを標準装備。パソコンや付加機器を使用せずにRTTYの電波を即時に解読できます。しかも、RTTYのクリチカルな同調を容易にするチューニングインジケータを装備しています。また、DSPによるツインピーク・オーディオフィルターを標準装備し、S/N比を格段に向上させています。これまでのアナログフィルターではどうしても除去できなかったトーンとトーンの間に見える混信さえも軽減。これによりノイズレベルの信号も確実にキャッチし、デコードするとともにガーブルの発生をも強力に抑え込みます。

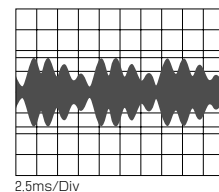


RTTY受信画面

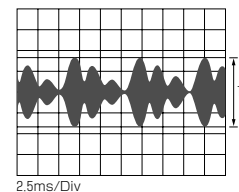
#### ●新世代スピーチコンプレッサー

デジタル処理によるスピーチコンプレッサーは、アナログタイプとは異なり、コンプレッションレベルを高く設定しても歪みを発生させることなく、相手局の了解度を高めることができます。しかも、音声処理の階調が原音に極めて近く、すべてのコンプレッションレベルにおいて最上の音質を実現しています。

スピーチコンプレッサー ON時



スピーチコンプレッサー OFF時



#### ●121種類の設定が可能なマイクコライザー

DSPによる波形整形の自由度を活かし、高音域と低音域で、それぞれ11段階という多彩な周波数特性(合計121種類)が設定できるマイクコライザーを搭載。パイルアップ時にはパンチの効いたダイナミックな音質、ラグチュー時にはソフトな音質に設定するなど、運用状況や目的に応じて自在に送信波をコントロールできます。

#### ●レベル可変型ノイズリダクション

優れた演算能力を誇る32ビット浮動小数点DSPが、複雑で高度なアルゴリズムを瞬時に処理し、遅延を感じさせることなくノイズを強力に減衰させ、相対的にノイズレベルの信号を浮かび上がらせます。しかも、抑圧可変レベルは16段階で可変することができます。

#### ●CWキーイング波形整形機能

CWの送信波においては、立ち上がり/立ち下りの波形もDSPで波形整形し、美しいCW波形を実現しています。また、波形の立ち上がり/下りのタイミングは、2/4/6/8msの4段階から選択でき、柔らかめ、硬めなど好みに応じて自由に設定することができます。



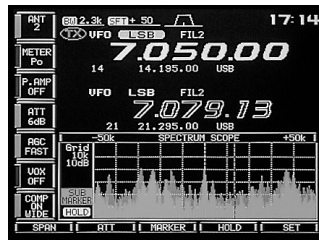
## 卓越した基本性能

### ●さらに進化を遂げた受信性能

フロントエンドの受信ミキサーを4素子化構成にしたRF段。IC-756PROⅡでは、そのRFトップのBPF段に使用している、一つひとつの素子を吟味し、RF段以降ミキサー部に至るまでの回路をブラッシュアップ。これにより第3次歪みを飛躍的に減少させるなど受信性能の総合的な信号再生能力の向上と広ダイナミックレンジを実現しました。ノイズフロアレベルの高いローバンドにおいても、聞き逃してしまいそうな微弱な信号を確実にキャッチします。受信音を聞いただけで、IC-756PROⅡだとはっきりとわかるほど、他機との受信性能の差は明確です。

### ●リアルタイムスペクトラムスコープ

DXハンティングには欠かすことのできない大きな武器として認識されているスペクトラムスコープ。IC-756PROⅡにはフルドットカラー液晶を活かしたピークホールド付きの2色表示と、大幅な感度アップを実現したスペクトラムスコープを搭載しています。バンドコンディションのすばやい把握、出現局の早期発見、スプリット運用で猛パイルになっている時の隙間周波数やコールバック周波数の確認といった高度な運用が可能です。また、4種類の監視帯域設定やサブマーカー表示等の機能も装備しています。さらに、スペクトラムスコープ専用のアッテネーター(10/20/30dB)も備えていますので、HFローバンドにおける業務放送やレベルの高いノイズの発生時にも適切に対応できます。



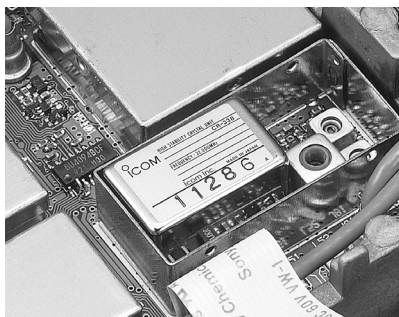
リアルタイムスペクトラムスコープ画面

### ●SSB送信波のクオリティも超ピュア

送信部においては、リニアアンプのエキサイターとして相応しい高品位電波を発射するために、独自のアーキテクチャーを採用したデジタルPSN変調処理により不要サイドバンドとキャリア漏れを限りなくゼロに近づけています。また、送信部には高信頼性のバイポーラトランジスタ(2SC5125×2)を採用した広帯域パワーアンプを搭載。特にリニアリティ特性とIMD特性はライバル機を圧倒する高水準を達成しており、極めて歪みの少ない電波の発射を可能にしています。

### ●高安定度基準水晶発振ユニットを標準装備

±0.5ppm以下という抜群の周波数安定度を実現。特に高い周波数安定度が求められるRTTYやSSTVにおいても、安定した通信をお約束いたします。



高安定度基準発振水晶ユニット

## 他の追従を許さない成熟の実戦機能群

### ●デュアルワッチ®

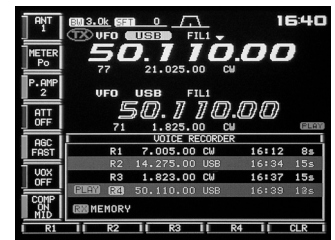
同一バンド2波同時受信を可能にする、デュアルワッチ®機能は、2つの受信系統において周波数構成、フィルター構成も全く同じ。つまり利得も音質も同レベルで同じ受信機が2台存在するかのような安定した2波同時受信を実現しています。スプリット運用時にはDXペディション局の送信周波数をワッチしながらピックアップ周波数を探したり、エリア指定の順番を待ちながら別のパイルアップに参加したり、ネット周波数を聞きながら珍局ハンティングができるなど、激化するDX戦線において絶大な威力を発揮します。

### ●トリプルバンドスタッキングレジスター

マルチバンド、オールモードで運用するオペレーターの機動力を高めるトリプルバンドスタッキングレジスターを搭載。バンドキーひとつで選択したバンドの最終運用状態(選択モード、プリアンプ/アッテネーターの設定、アンテナチューナーのオン/オフ、アンテナ1/2の設定等)に瞬時に戻ることができます。しかも、バンドスタッキングレジスターを各バンド3個ずつ搭載。同じバンド内でのレジスター間の移行もワンタッチで完了することができます。

### ●ボイスメモリー

DXハンティングやコンテストにおいて、ボイスメモリーは必須の機能であると考え、IC-756PROⅡには、送信用4CH、受信用4CH、合計8CHのボイスメモリーを搭載しています。オーディオ信号を元のアナログ信号のまま直接メモリーしていますので、違和感のない自然な音声の再生が可能です。送信用の4CHは合計録音時間90秒を確保し、4CHに自由に割り振って使用することができます。また、受信用の4CHは各チャンネルで15秒の合計60秒を確保、さらに4CHのうち1CHは、専用スイッチにより、どのような表示状況からでもワンタッチで音声の録音/再生が行える上、連続録音動作を最大30分まで継続でき、録音を停止した時点から15秒間さかのぼって再生(受信音のみ)することができます。また、マイクコネクタに簡単な制御装置を接続することにより外部制御にも対応できます。



ボイスメモリー画面

### ●本格エレクトロニックキーヤー

内蔵エレクトロニックキーヤーのスピード(7~56WPM)と、長短点レシオ(2.8:1~4.5:1)は好みに応じて設定できます。さらに、長点/短点の極性反転も可能で、右手はもちろん左手打ちにも対応しています。しかもエレキジャックと通常のキージャックを装備し、PCキーイングにも完全対応。また、マニアの方に好評のバグキー機能も装備しています。

### ●高機能メモリーキーヤー

メモリー内容編集機能、オートリピート機能、シリアルコンテンツナンバー自動カウントアップ機能、コンテストナンバー省略化機能等、実戦的な機能群を満載。CQによる呼び出し、コールサインの連続送出、コンテスト時に定型文を繰り返す際に省力化が図れます。しかも、メモリー内容をディスプレイ上で確認できるため、送信ミスを防ぐことができます。また、マイクコネクタに簡単な制御装置を接続することにより外部制御にも対応できます。

### ●クイックスプリット機能

スプリットスイッチの長押しによりメインVFOにサブVFOの周波数を一致させた状態で、1.メインダイヤルで送信周波数を可変、2.指定周波数を直接入力、3.スプリット変移量を直接入力、以上の3パターンによる対応ができます。即座にコールを開始することができ、珍局ハントのチャンスを逃しません。

### ●プリアンプとアッテネーター

相互変調特性重視型(プリアンプ1)と感度重視型(プリアンプ2)の2種類の受信プリアンプを内蔵。アッテネーターは3段階(6/12/18dB)から選択でき、業務局やローカル局の強力な信号が存在するとき、受信部高周波段の歪みの発生を制御することができます。もちろん、バンド毎にプリアンプとアッテネーターの設定が可能です。

### ●レベル可変型の高性能ノイズブランカー

パルス性のノイズに対して、すばらしい効果を発揮する新設計のノイズブランカーを搭載。ノイズレベルに合わせて感度を100段階で可変できます。

### ●SSB⇔CW切り替え時の周波数シフト機能

SSBモードからCWモード(およびCWモードからSSBモード)へ切り替えた時の周波数シフト機能を搭載。キャリアポイントを動かして周波数を同一に保つ(シフト機能オフ)、またはキャリアポイントを動かさずに周波数をシフトさせる(シフト機能オン)ことを選択できます。また、CW受信時に前衛機IC-756 PROでは、キャリアポイントがLSB側で固定されていましたが、USB側での設定もできます。

## 高度な運用をTFTカラー液晶がサポート

### ●視認性に優れたカラー液晶ディスプレイ

各種情報をより正確に伝え、多彩な機能をより分かり易く、各種設定をスムーズに行えるように、視認性に優れた5インチのカラー液晶ディスプレイを搭載しています。ディスプレイ上部には周波数表示、メモリー周波数&コメント、IFフィルターの設定状況、RTTYチューニングインジケーター等、各種機能設定の内容を表示します。また、下部にはリアルタイムスペクトラムスコープをはじめ、ボイスメモリーの内容、RTTYの受信文字などを表示します。さらに、表示色は8タイプ、フォントパターンは7タイプから自由に組合わせて設定できます。

### ●メモリーチャンネル&メモリーリスト表示

レギュラーメモリー99CH+スキャンエッジメモリー2CHの合計101CHを装備。各メモリーには最大で10文字までのコメントを入力することができますので、用途や把握の管理が容易です。また、メモリーリストは最大13CH分を一覧表示することが可能です。

### ●各種機能の設定が簡単なセットモード

多彩な機能をより軽快にご活用していただくため、各項目のセッティング状況がひと目でわかるセットモード一覧表示を採用しています。各機能を4つの設定グループに分類し、複数項目を一覧表示させることにより目的項目へのアクセスがスピーディに行えます。

### ●各種レベルを同時に表示できるデジタルメーター

多色表示で視認性に優れたピークホールド付きのデジタルメー

ターを備えています。送信時には、パワーとALC、SWR、COMP等を同時に確認することができます。また、受信時には信号強度を表示します。

## 精鋭の機能群

### ●アンテナ系

- 50MHz帯までカバーする高速オートアンテナチューナー内蔵。
- 2個のアンテナ端子(オートアンテナセレクター内蔵)。
- 受信アンテナ専用コネクタを装備。

### ●受信系

- 30kHz~60MHzゼネラルカバレッジ受信機能。
- RFゲイン&スケルチを1つのつまみでコントロール。

### ●送信系

- 自局の送信音をモニターできるTXモニター。
- 50波のトーンエンコーダー内蔵。
- 手を使わずに送受信を切り替えるVOX機能。
- オールモードパワーコントロール機能。
- 非常通信連絡設定周波数(4630kHz)に対応。

### ●CW系

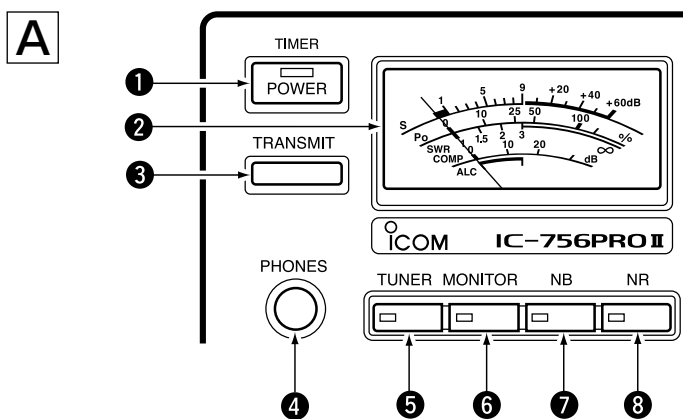
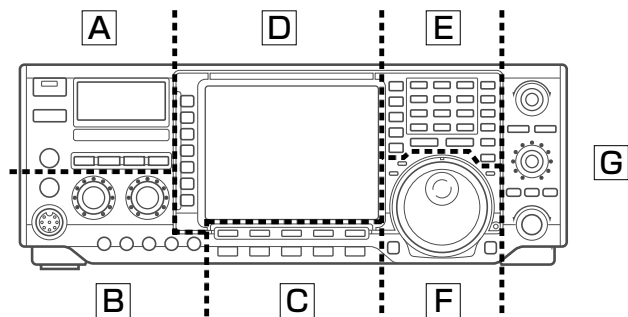
- CW受信音を好みのトーン(300~900Hz)に設定できるCW受信ピッチ連続可変機能。
- 2種類のキーを同時に装着できるダブルキージャック。
- キーイングのわずかな切れ目でも受信できるフルブ레이크イン機能。

### ●操作系

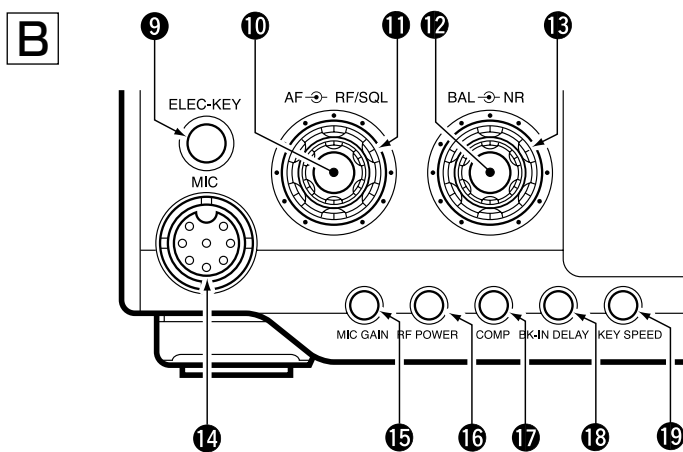
- 周波数とモードが書き込める、5CHのメモパッド(10CHへの切り替えも可能)。
- 1アクションでスプリット設定を完了できるクイックスプリット機能。
- ±9.999kHzまで可変可能なRITとΔTX。
- 1Hzピッチチューニング。
- Sメーターレベルもアナウンスできる周波数スピーチ機能(オプション)。
- 視認性に優れたホワイト基調の針式アナログメーター。
- 多彩なスキャン機能群(プログラム、メモリー、セレクトメモリー、ΔF)。
- オートTS機能。
- ダイヤルロック機能。
- スプリット周波数ロック機能。
- メインダイヤルのトルク調整機構。
- バンドエッジ警告ビープ機能。
- パソコンからのコントロールを可能にするCI-V端子を装備。
- 時計とタイマー機能。
- AH-4コントロール回路。

### 3. 各部の名称

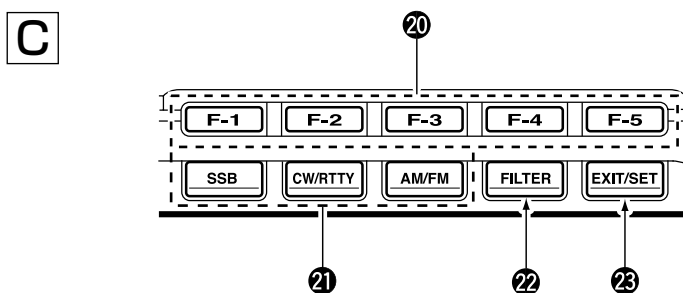
#### 3-1 フロントパネル部



- ① POWER (電源) スイッチ
- ② マルチファンクション・アナログメーター
- ③ TRANSMIT (送信) スイッチ
- ④ PHONES (ヘッドホン) ジャック
- ⑤ TUNER (アンテナチューナー) スイッチ
- ⑥ MONITOR (モニター) スイッチ
- ⑦ NB (ノイズブランカー) スイッチ
- ⑧ NR (ノイズリダクション) スイッチ



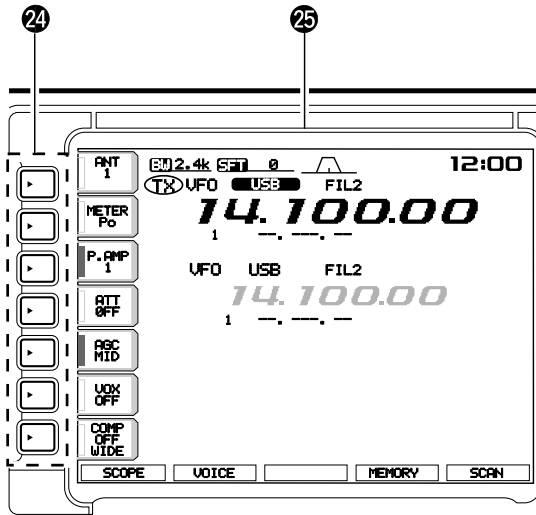
- ⑨ ELEC-KEY  
(エレクトロニックキーヤー) ジャック
- ⑩ AF (音量) ツマミ
- ⑪ RF (受信感度) /SQL (スケルチ) ツマミ
- ⑫ BAL (バランス) ツマミ
- ⑬ NR (ノイズリダクション) ツマミ
- ⑭ MIC (マイク) コネクター
- ⑮ MIC GAIN (マイク感度) ツマミ
- ⑯ RF POWER (送信出力) ツマミ
- ⑰ COMP (スピーチコンプレッサー) ツマミ
- ⑱ BK-IN DELAY (ブレークイン遅延時間) ツマミ
- ⑲ KEY SPEED (キーイングスピード) ツマミ



- ⑳ F-1~F-5 (ファンクション) スイッチ
- ㉑ MODE (モード) スイッチ
- ㉒ FILTER (フィルター) スイッチ
- ㉓ EXIT/SET (終了/セットモード) スイッチ

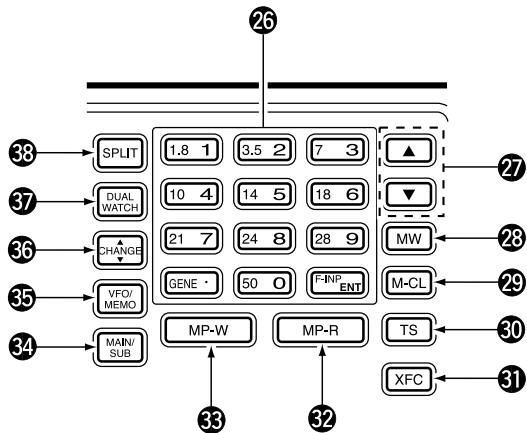


D



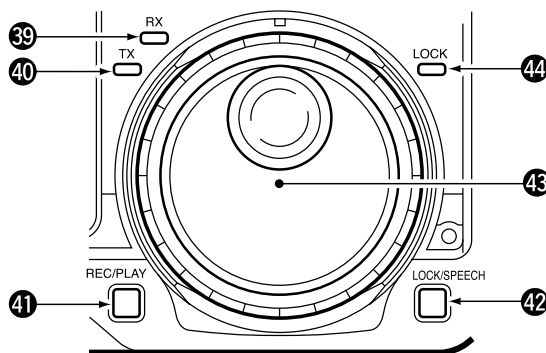
- ②④ 機能選択スイッチ
- ②⑤ カラー液晶ディスプレイ

E



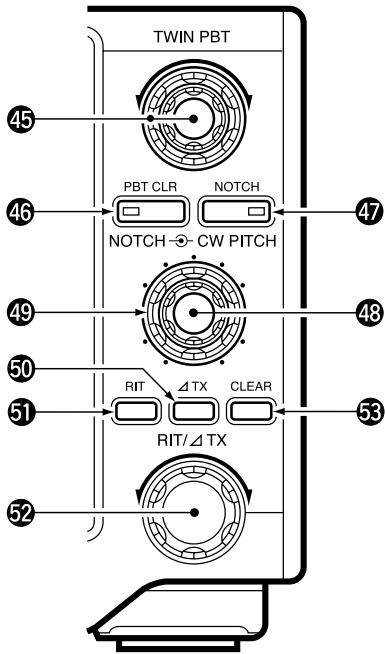
- ②⑥ キーボード (バンドキー/テンキー)
- ②⑦ メモリーチャンネル  
▲/▼ (アップ/ダウン) スイッチ
- ②⑧ MW (メモリー書き込み) スイッチ
- ②⑨ M-CL (メモリークリア) スイッチ
- ③⑩ TS (チューニングステップ) スイッチ
- ③⑪ XFC (送信周波数チェック) スイッチ
- ③⑫ MP-R (メモパッド呼び出し) スイッチ
- ③⑬ MP-W (メモパッド書き込み) スイッチ
- ③⑭ MAIN/SUB (メイン/サブ) スイッチ
- ③⑮ VFO/MEMO (VFO/メモリー) スイッチ
- ③⑯ CHANGE (チェンジ) スイッチ
- ③⑰ DUAL WATCH (デュアルワッチ®) スイッチ
- ③⑱ SPLIT (スプリット) スイッチ

F



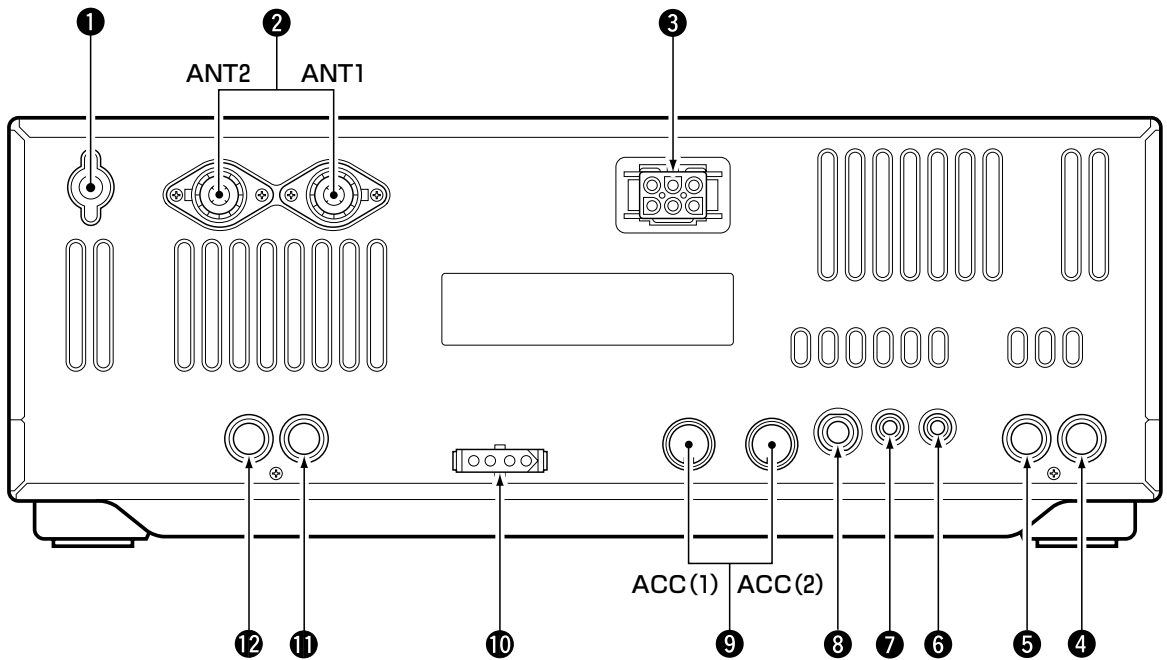
- ③⑲ RX (受信) 表示LED
- ④⑰ TX (送信) 表示LED
- ④⑱ REC/PLAY (録音/再生) スイッチ
- ④⑲ LOCK/SPEECH (ロック/スピーチ) スイッチ
- ④⑳ メインダイヤル
- ④㉑ LOCK (ロック) 表示LED

G



- ④⑤ TWIN PBT®  
(ツイン・パスバンドチューニング)ツマミ
- ④⑥ PBT® CLR (PBT®クリア) スイッチ
- ④⑦ NOTCH (ノッチ) スイッチ
- ④⑧ NOTCH (ノッチ) ツマミ
- ④⑨ CW PITCH (CWピッチ) ツマミ
- ⑤⑩ ΔTX (デルタTX) スイッチ
- ⑤⑪ RIT (リット) スイッチ
- ⑤⑫ RIT/ΔTX (リット/デルタTX) ツマミ
- ⑤⑬ CLEAR (クリア) スイッチ

### 3-2 リアパネル部



- ① GND (アース) ターミナル
- ② ANT (アンテナ) 1/2コネクター
- ③ DC13.8V (直流電源) ジャック
- ④ SEND (送受信制御) ジャック
- ⑤ ALC (自動レベル制御) ジャック
- ⑥ EXT SP (外部スピーカー) ジャック
- ⑦ REMOTE (CI-Vリモート) ジャック
- ⑧ KEY (電鍵) ジャック
- ⑨ ACC (1) / ACC (2) (アクセサリ) ジャック
- ⑩ TUNER (アンテナチューナー) コネクター
- ⑪ RX ANT (受信専用アンテナ) ジャック
- ⑫ XVERT (トランスバーター) ジャック

## 4. 無線通信機器におけるDSPとは

DSPは、一般的にデジタル信号処理専用のプロセッサ(デジタル・シグナル・プロセッサ)のことを指し、デジタル信号処理技術そのものの呼称として、DSPという言葉が使われることもあります。通信機でDSPを使用する場合、「増幅・フィルタリング・ミキサー・変調・復調等」の電気信号の処理をDSPで行い、このような信号処理を数値計算によって実現することをデジタル信号処理と呼んでいます。

DSPで信号処理を数値計算によって処理することにより、常に同じ結果が得られ、設計段階のシミュレーションで検証した特性が、ほぼそのまま再現できますので、従来のアナログ回路で処理を行った場合、部品特性のばらつきや温度変化による特性変化、経年変化による調整ズレなどは考慮しなくても良くなります。さらに、アナログ回路では非常に困難で複雑な演算処理(フーリエ変換、適応制御、特殊関数の処理<sup>\*1</sup>)も実現できます。

<sup>\*1</sup> 特殊関数の処理:三角関数・三角関数の逆関数・平方根・対数関数・指数関数等

無線通信機器以外の分野でも、デジタル信号処理は広く利用されています。例えば、●電話回線用モデム、●サラウンド(ステレオ・コンボ)、●エコーキャンセル(電話)、●音声の圧縮符号化(携帯電話)などがあります。

数値計算によって信号処理をするという意味においては、コンピュータ用のCPUでもデジタル信号処理は不可能ではありません。しかし、DSPがCPUと異なっている部分は、デジタル信号処理を効率的に行うために必要な、専用のハードウェア構造を備えている点にあります。具体的には、デジタル信号処理で多用される、掛け算と足し算の組み合わせ(積和演算)を1クロックで実行する積和演算回路。さらに、演算時に必要な2個のデータを同時に取り込むために、内部データベースは2系統がそれ以上を備えています。そのほか、繰り返し演算を効率よく実行するためのループ処理機能、連続アドレスに配置された信号データを効率よく処理する、データ・アドレス生成機能等、専用のハードウェアとして組み込まれています。

近年のコンピュータで使用されているCPUは、急速に高性能化が進んでおり、コンピュータでデジタル信号処理を実現することも可能になっています。クロック周波数の高いCPUであれば、ローエンドのDSPチップよりも演算能力が優れていることもありますが、デジタル信号処理に関して同程度の性能を持つCPUと比較した場合、デジタル信号処理に特化したハードウェア構造を備えているDSPの方が●低クロック周波数、●低集積度(ロジック規模が小さい)、●低消費電力(=低発熱)、●低コストを実現できるというメリットがあります。逆に、いろいろな判断機能を盛り込んだり、繰り返し演算ではなく毎回違った演算をさせる場合はDSPは不向きで、このような処理はCPUの方が適していると言えます。



DSPチップ

### ■ 初代IC-756PROの開発に至る背景

アイコムではDSPトランシーバーの研究を開始した当初から、IFフィルターをアナログからデジタルへ置き換えることを日々検討してきました。デジタルIFフィルター処理を実用化するためには、AGCループ内にデジタルIFフィルターを組み込む必要があります。また、AGC処理もDSPで実現しなければなりません。しかし、IFフィルター処理とAGC処理をDSPで実現するためには多くの技術的な課題があり、研究をはじめた当初のデバイスでは(DSP、AD、DA)能力不足が決定的な制約となり、現実的なコストの範囲内で無線機として完成させることは、不可能な状況にありました。そこで、デジタルIFフィルター処理、デジタルAGC処理については、継続して研究を進めながらも、DSPトランシーバーの製品化においてはDSPのメリットがトランシーバーで十分に活かせる、デジタルPSN変調、ノイズリダクション、オートノッチ、オーディオピークフィルタ(CW用ウルトラナローフィルタ)などを優先して研究を進めてきました。

その後、デバイス能力の向上により、我々が目指すところの性能を有するデバイスが現れた時点で、課題としていたデジタルIFフィルター処理<sup>\*2</sup>、デジタルAGC処理の実用化に向けた本格的な研究をスタートさせました。

<sup>\*2</sup> デジタルIFフィルター処理のメリット:アナログフィルターのような帯域特性のバラツキ、温度・機械的振動による特性の劣化などがないため、個々のトランシーバーに、バラツキによる性能差は発生しません。また、経年変化による劣化もありません。さらに、アナログフィルターでは実現不可能な、抜群のリップル特性を実現できます。

AF段で処理するDSPフィルターの場合、復調後のAF信号をフィルタリングします。このようなフィルターでは、妨害信号のレベルが目的信号のレベルと同程度か、または低い場合には有効に作用します。しかし、妨害信号のレベルが高くなると、妨害信号によってAGCが動作するために目的信号のレベルが小さくなり、目的信号が聞こえなくなってしまうことがあります。(AGCブロッキング現象)この現象は、AGCループの外でフィルタリングしていることが原因であり、たとえ復調前のIF段でフィルター処理を行ったとしても、デジタルフィルターをAGCループの中に組み込まない限り、ブロッキング現象を回避することは不可能です。それゆえ、AGCブロッキング現象を回避するためにはIFフィルター処理とAGC処理の両方をDSPで行うことが必須となります。

デジタルAGCを実現するにあたって、DSP内部のAGCゲイン調整範囲の確保<sup>\*3</sup>と、ADコンバーターの入力において目的信号と妨害信号の両方を歪ませずに取り込む必要がある<sup>\*4</sup>、という二つの理由により、ADコンバーターのダイナミックレンジは最低でも110dB、さらにマージンを考慮すると120dB程度は必要と考えました。

<sup>\*3</sup> AGCアタック応答を適切に制御するためには、IFフィルター処理の後にもゲイン調整が必要です。DSP内部のゲイン調整範囲を60dBとした場合、AGCがかかっていないフルゲインの状態ではノイズフロアも60dB持ち上がってしまうので、その分だけ広いダイナミックレンジが要求されます。

<sup>\*4</sup> ADコンバーターへ入力する前の段階で歪ませてしまうと、帯域内に歪み成分が混入してしまう可能性があり、そうなった場合、後処理で取り除くことは非常に困難です。

IC-756PRO/PROIIでは24ビットADコンバーターを採用しました。24ビットADコンバーターのダイナミックレンジの理論値は144dBですが、アナログ性能の実力値はこれよりも低く、ADコンバーターの品種によってかなりの性能差があります。IC-756PRO/PROIIで採用したADコンバーターは、レコーディング・スタジオ用のデジタル・ミキサーにも使用されている超



高性能ADコンバーターで、アナログ性能の実力値で120dBを達成しています。その性能を最大限に引き出すために、電源投入時から10秒間のキャリブレーション動作が必要で、IC-756PRO/PROIIを起動した時のウェイト・タイムは、このキャリブレーション動作に割り当てられています。

24ビットADコンバーターでサンプリングされたデータを処理するためには、最低でも24ビットの演算精度が必要になります。実際には、演算誤差の累積や、デジタルフィルター処理におけるスケールアップ操作<sup>※5</sup>によって、実質的なダイナミックレンジが低下するため、24ビット固定小数点DSPでは演算精度は不十分と考えました。

※5 スケールアップ

デジタルフィルターの処理では、通過帯域のゲインが0dBのフィルターであっても、処理の中間段階においてゲインが増加する周波数が存在します。固定小数点のDSPでは、その周波数の信号でオーバーフローを起こさないように、あらかじめゲインを下げてから演算を実行します。このゲイン調整操作をスケールアップと呼んでいます。

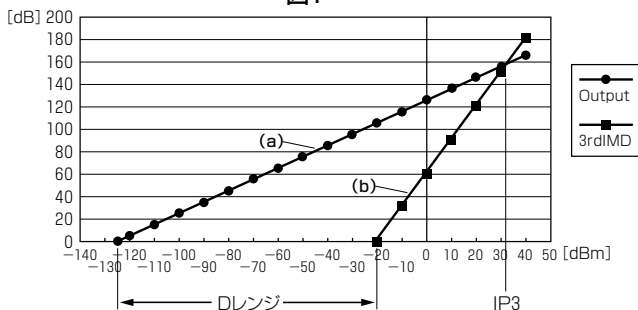
また、鋭いシェープファクターを持ったIFフィルタを実現するためには、必要なスケールアップ量も増加するので、仮に高速の16ビットDSPを使ってソフト的に倍精度(32ビット固定小数点)演算を行ったとしても、演算精度は不足気味になります。結局、デジタルIFフィルター処理とデジタルAGC処理をDSPで実現するために、32ビット浮動小数点DSPが必要と判断しました。

32ビット浮動小数点DSPの場合、DSP内部の数値データの扱いは、数値の大小に合わせて自動的に桁が調整されるので、演算によって発生する誤差はごくわずかであり、演算誤差による影響をほぼ無視できるレベルに達しています。また、演算時のオーバーフローを考慮する必要がないので、スケールアップ操作によるダイナミックレンジの低下も発生しません。

以上のような理由により、32ビット浮動小数点DSPと24ビットAD・DAコンバーターを採用し、その能力を十分に発揮させるための新規開発の信号処理アルゴリズムを組み合わせることによって、高精度なデジタルIFフィルター処理、デジタルAGC処理を実現しました。これらの成果をもとに、さらなる新機能(FM変復調、AM変復調、RTTYデモジュレーター等)を組み込み、IF DSP機としてIC-756PROを完成させました。

二つのダイナミックレンジ  
RF性能としてのダイナミックレンジ

図1



RF性能を語る上でのダイナミックレンジとは、2つの受信周波数とは異なる周波数成分をANT端子に入力し、入力した信号の周波数により発生する歪み成分がどれだけ受信周波数で聞こえるか、ということの数値的に表したものです。一般的に単にダイナミックレンジという場合は、3次歪み成分

による値を表しています。3次歪み成分は、受信周波数: fRX、入力周波数1: f1、入力周波数2: f2とすると、 $f1 \times 2 \pm f2 = fRX$  or  $f1 \pm f2 \times 2 = fRX$  の周波数関係が成り立ちます。

例えば、14.1MHzを受信していて、14.2MHzと14.3MHzの入力が有ると、歪み成分が14.1MHzで聞こえます。

この時の14.1MHzで聞こえはじめた時の入力レベルと本来の受信周波数における受信信号のレベル(いわゆる感度)との相対値をダイナミックレンジと言います。

図1は一例ですが、受信周波数での入出力特性、ANTから入力した受信周波数成分が検波されて低周波信号として出力される時の特性データ(a)と、受信周波数から離れた3次歪みを発生する周波数成分の入力レベルとこの歪みが受信周波数で聞こえるレベル(b)とを同じ軸上に描いたものです。

この(a)と(b)が聞こえ出すレベルの差がダイナミックレンジです。また、この(a)と(b)の交点のレベルをIP3(3次のインターセプトポイント)と言います。

これらの数値が大きいくほど、小さいレベルから大きなレベルまで歪み無く信号処理を行っていると言えます。

逆にこの数値が小さいと、歪みが発生しているために、本来の受信周波数に無い周波数成分が聞こえることとなります。

ADコンバーターにおけるダイナミックレンジ

ADコンバーターの性能指標として用いるダイナミックレンジとは、ADコンバーターで取り扱えるレベルの最大値と最小値の比である、とお考えください。

16ビットのADコンバーターの場合、1ビットの分解能は取り扱える最大レベルをVmaxとすると、

$$Vmax \div 2^{16} = Vmax \div 65536 \text{ となります。}$$

つまり、1ビットのレベルの変化とは、Vmaxの65536分の1です。

この値はすごく小さい値のように思えますが、これをデシベルで表すと、 $20 \log(1/65536) = -96.33 \text{ dB}$  という値になります。

つまり96dB以上のS/Nは絶対に出せない、ということです。

つまり、ADコンバーターがどれだけ小さい信号から扱えるか、

と言うことを表現したのが「ADコンバーターは24ビット、理論値144dBの物を使っている」と言うものです。

高級オーディオでも有るまいし、144dBは必要ないだろう、96dBでも十分お釣りが来るのではないかと、想像される方も多いかとおもいます。しかし、この値は決してオーバースペックでは有りません。

DSP内部にAGCを持たず、ADコンバーターへの入力レベルがアナログ回路のAGCできっちりと管理されるならば96dBでも問題は生じないのですが(IC-775DXII200はこの方式)

ADコンバーター+DSPをAGCループの中に取り込む場合、ADコンバーターの入力レベルは大きく変動します。このため

受信回路トータルでのAGCによるゲイン制御分のうち、DSP内部でのAGCによるゲイン制御分は少なくともADコンバーター

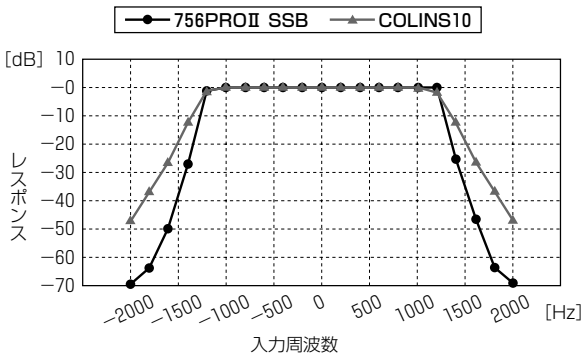
のダイナミックレンジが必要となります。

## 5. 技術解説と回路構成他

### 5-1 デジタルIFフィルター

IC-756PROIIでは、全てのモードにおける送受信帯域幅はDSPによるデジタルIFフィルターで決定されます。

アナログフィルターでは実現不可能な理想的なシェイプファクターを実現しています。例えばアナログフィルターでシェイプファクターと帯域内リプル特性を上げようとすると、どうしても水晶片 (orセラミック素子) の数を増やす必要が有ります。このために物理的な限界が生じます。一方、DSPでのデジタルIFフィルターも等価的には複数のフィルターを重ねて希望する特性を得ていますが、これはソフトの処理量だけの問題で何段でも重ねることが出来ます。



この特性図はIC-756PROII MODE:SSB BW=2.4kHz設定時の受信選択度とコリンズの10ポールメカニカルフィルター単品それぞれの選択度特性をグラフにした物です。IC-756PROIIのデジタルIFフィルターは14ポール相当の設計です。IF段をDSPで処理することで実現した抜群のシェイプファクター(シャープ/ソフト)と51種類の帯域可変を活かし、あらゆる状況下で不快な隣接信号を鋭くカットします。その切れ味は、CW信号を受信してみれば、アナログIFフィルターとの違いは明白です。例えば従来のアナログIFフィルターを使用した機器でCW信号を受信した場合、目的外の信号が隣接しているケースでは、フィルターの設定帯域外であってもビート周波数がフィルターのスカートに含まれるためCW受信音として聞こえ、混信となります。(図1.1)

図1.1

従来のアナログIFフィルター

設定帯域外の信号も「CW受信」音になって聞こえる

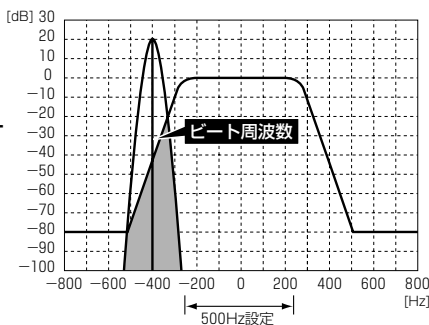
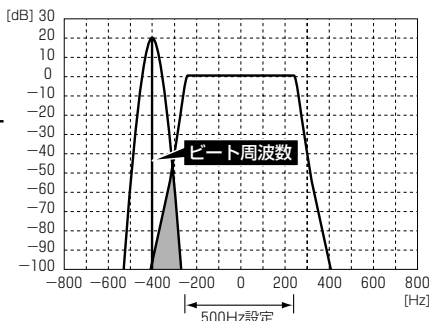


図1.2

IC-756PROIIのデジタルIFフィルター

設定帯域外の信号が「CW受信」音になって聞こえない

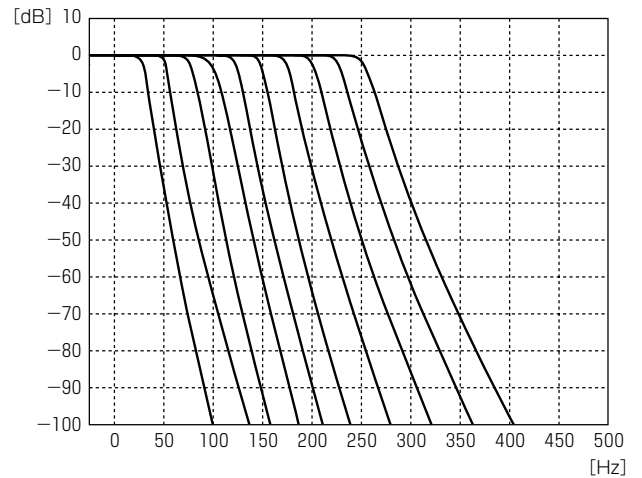


一方デジタルIFフィルターの場合は、その理想的なシェイプファクターにより隣接した目的外信号のビート周波数はフィルターの帯域外となり混信になりません。(図1.2)この点が従来機のアナログIFフィルターとデジタルIFフィルターの決定的な違いです。もちろん、DXペディションやコンテスト等でパイルアップを捌く場合は、フィルターシェイプをブロードに選択(SOFTを選択)することにより、運用に合わせた選択ができます。

5-1-1 究極の切れとシェイプファクターを極めたCWシャープ  
従来のアナログフィルターでは実現できなかった理想的なシェイプファクターを実現しています。混信の隙間に潜む珍局のピックアップに絶大な威力を発揮。抜群の切れ味でDXハンターにぜひ選んでいただきたいフィルターシェイプです。また、CWバンドがこんなに広がったのかと、実感できる程です。

#### CWシャープフィルター特性

CW Filter (BW 50/100/150/200/250/300/350/400/450/500Hz)

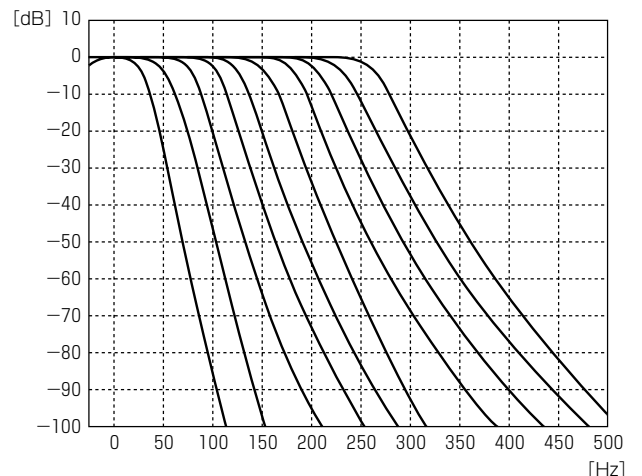


#### 5-1-2 アナログライクな特性を実現したCWソフト

フィルターのスカート特性をブロードにすることで、フィルターの肩にかかった信号の聞こえ方を従来のアナログフィルターと同様にしています。例えばDXペディションでの運用時など、パイルアップを捌く側にお勧めで、呼ばれることの多い局、CWのDXペディションナー、CWコンテスターに最適なフィルターシェイプです。

#### CWソフトフィルター特性

CW Filter (BW 50/100/150/200/250/300/350/400/450/500Hz)

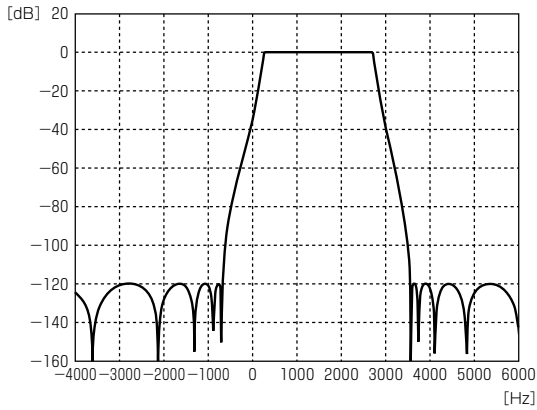


### 5-1-3 選択度と受信音質を両立したSSBシャープ

従来のアナログフィルターでは実現できなかった理想的なシェイプファクターと帯域内フラットネスを実現。帯域外の信号は極限までカット。帯域内の信号は音質を劣化させることなく忠実に再現できます。ラグチューや受信音質重視のシチュエーションに最適なフィルターシェイプです。

SSBシャープフィルター

SSB Filter (BW 2.4kHz)

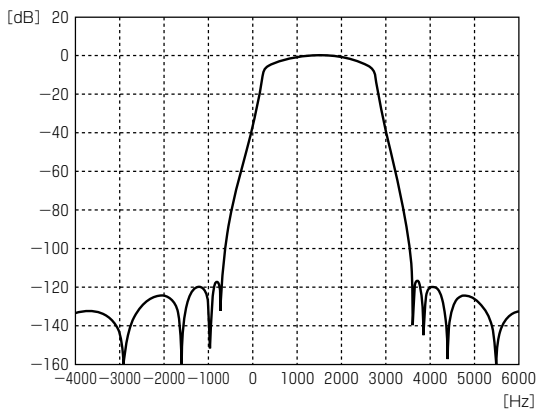


### 5-1-4 信号の了解度を高めるSSBソフト

フィルターの肩を丸めて、アナログフィルターに近い受信音を実現。高域と低域のノイズを減少させ、目的信号のS/Nを向上させます。例えば、50MHzバンドでノイズレベルぎりぎりの信号をピックアップする状況でその効果を発揮します。スカート特性は維持しているため、フィルターの切れ味は抜群です。

SSBソフトフィルター

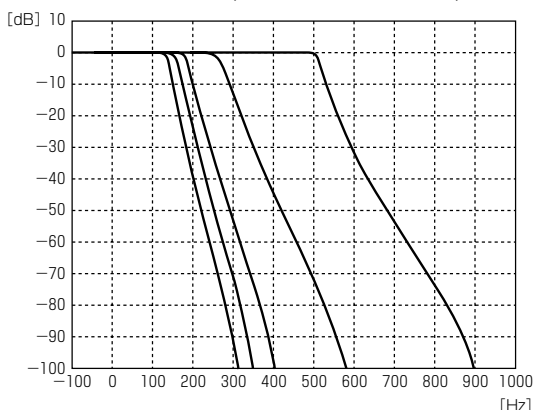
SSB Filter (BW 2.4kHz)



### 5-1-5 その他のデジタルフィルター

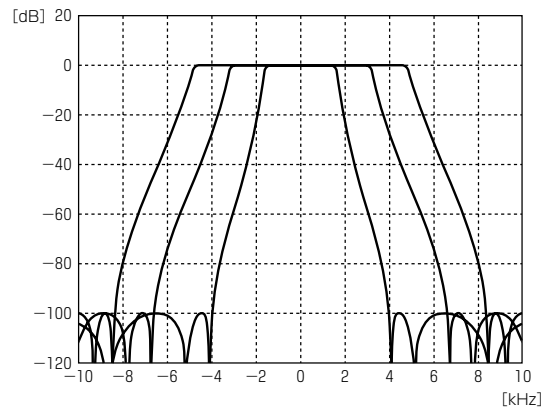
RTTYフィルター特性

RTTY Filter (BW 250/300/350/500/1k)



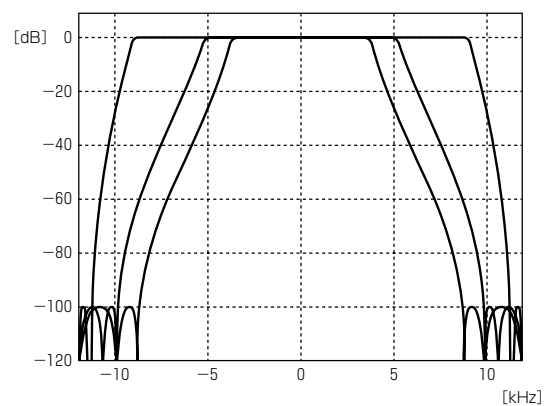
AMフィルター特性

AM Filter (BW 3k/6k/9k)



FMフィルター特性

FM Filter (BW 7k/10k/15k)



### 51種類のデジタルIFフィルター通過帯域

運用モード	FILTER	標準値	設定範囲(ステップ幅)
SSB	FIL1	3.0kHz	50~500Hz (50Hz) / 600~3.6kHz (100Hz)
	FIL2	2.4kHz	
	FIL3	1.8kHz	
SSB-D CW	FIL1	1.2kHz	50~500Hz (50Hz) / 600~3.6kHz (100Hz)
	FIL2	500Hz	
	FIL3	250Hz	
RTTY	FIL1	2.4kHz	50~500Hz (50Hz) / 600~2.7kHz (100Hz)
	FIL2	500Hz	
	FIL3	250Hz	
AM	FIL1	9.0kHz	—
	FIL2	6.0kHz	
	FIL3	3.0kHz	
FM	FIL1	15kHz	—
	FIL2	10kHz	
	FIL3	7.0kHz	



## 5-2 各種デジタル機能群

### 5-2-1 ノイズリダクション、オートノッチ

ノイズリダクションとオートノッチの基本的な構成は、図2に示すようなFIRフィルターとLSMアルゴリズムからなる適応フィルターによって実現しています。この適応フィルター<sup>※5</sup>は、相関分離パラメータにより、入力信号中に含まれる相関性の強い成分と相関性の弱い成分を分離し、FIRフィルターの出力と参照信号の誤差が最小となるように、LMS適応アルゴリズムによってFIRフィルターの係数を制御するものです。

※5 適応フィルター:入力信号の性質に適應させて、次々とフィルター特性を変化させていく事から適応フィルターと呼ばれます。

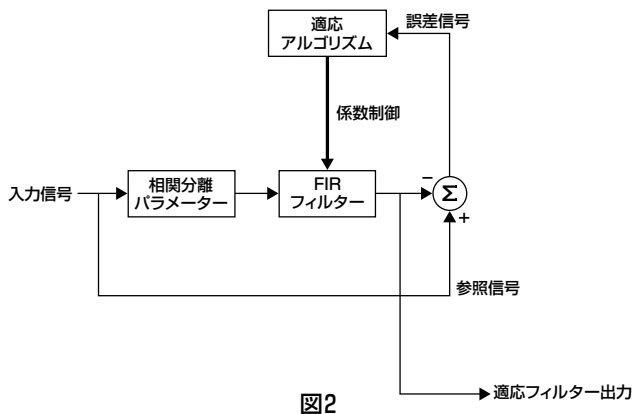


図2

### 5-2-2 ノイズリダクション

適応フィルターは、相関性の高い成分(周期性、規則性の強い信号)をそのまま通過させ、相関性の低い成分(ランダム性の強い信号)を減衰させるという動作を行います。音声信号は短期相関性が高く長期相関性が低いという性質を持っています。(ここでは区別するために便宜上、短期、長期と呼んでいますが、実際には数百 $\mu$ Secのオーダーです)そこで、短期相関性が検出できるように相関分離パラメータを設定すると、音声信号は相関性の高い成分として、雑音は相関性の低い成分として検出されます。したがって、この場合の設定では音声成分をそのまま通過させて、雑音成分だけを減衰させるというノイズリダクション効果が得られます。しかし、音声信号に含まれる、語頭(しゃべり始めの瞬間)の部分や、イントネーションなど強弱変化の激しい部分では比較的ランダム性が強いいため、ノイズリダクションの効果を上げすぎると、このような音声成分をノイズと一緒に減衰させてしまうことがあります。この場合には、S/Nが向上したにもかかわらず明瞭度が低下する現象が起こります。このような状況下でも柔軟に対応できるように、ノイズ抑圧量を細かく(16段階)設定できるようにしていますので、S/Nと明瞭度のバランスをすばやく調整することができます。

### 5-2-3 オートノッチ

長期相関性が検出できるように相関分離パラメータを設定すると、音声信号は相関性の低い成分として検出され、トーン信号だけが相関性の高い成分として検出されます。したがって、このような設定ではトーン信号の成分と音声成分を分離することができるので、適応フィルターからの出力はトーン信号のみとなります。この適応フィルター出力のトーン信号は、位相・振幅が入力信号と同じになるため、図2の誤差信号を出力とすることによって、トーン信号を取り除いた音声信号が得られることとなります。つまり、このような設定の適応フィルターは、SSB運用時に混信してくるCWやRTTY信号などのビート妨

害を取り除くオートノッチ機能として動作します。このオートノッチでは、2トーン以上の妨害が入ってきた場合でも、正確に検出して取り除くことができます。しかも、トーン周波数が変化しても自動的に追従して取り除きます。また、トーン成分の抑圧効果を十分に確保した上で、目的信号である音声に影響を与えることを極力少なくなるように特性を調整していますので、SSBモードではオートノッチを常時オンにしている、ほとんど違和感なく運用することができます。

## 5-3 PSN変調

IC-756PRO/PROIIでは、SSB変調処理としてデジタルPSN変調方式を採用することにより、優れた帯域特性や高い送信S/Nを実現し、不要サイドバンドやキャリアの漏れを限りなくゼロに近づけています。ここでは、PSN方式のSSB変調器と、従来のアナログ・トランシーバーで使われているアナログフィルター方式のSSB変調器を比較しながら動作原理を解説します。

### 5-3-1 アナログフィルター方式のSSB変調器

アナログフィルター方式のSSB変調器の構成を図3に示します。

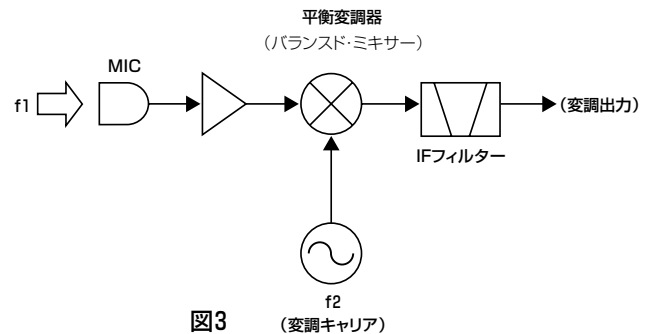


図3

周波数 $f_1$ のトーン信号をマイクへ入力すると、ミキサー出力では図4のように $(f_2 - f_1)$ と $(f_2 + f_1)$ の2つのスペクトラムが発生します。

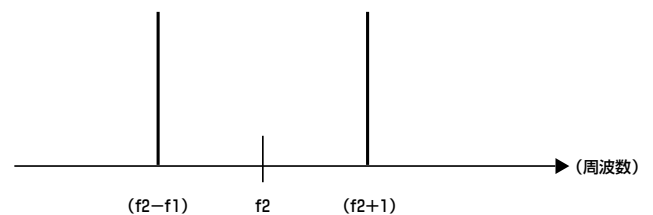


図4 ミキサー出力のスペクトラム

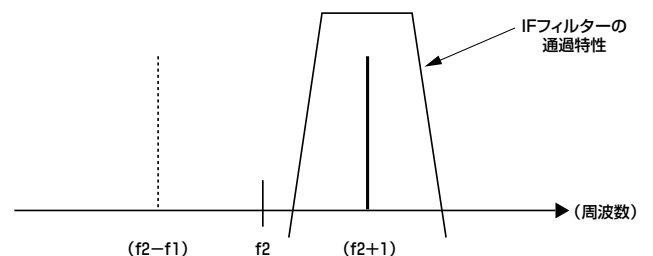


図5 SSB変調波

このミキサー出力をIFフィルターに通して、必要な側帯波のみを取り出し、不要な側帯波を減衰させることにより、SSB変調波が得られます(図5)。

アナログフィルタ方式(図3 P14)のSSB変調器では、IFフィルタの性能限界=変調器の性能限界となってしまうため、いくつかの課題点が存在しています。

1. IFフィルタの通過帯域内リップル特性が、そのまま変調器全体の周波数特性に反映してしまう。
2. 実現可能なIFフィルタのシェイプファクターには限界があり、あまり低域まで変調出力を出そうとすると、不要側帯波の抑圧量が十分に取れなくなってしまう。
3. クリスタルフィルタのようなシェイプファクターの良いIFフィルタは、群遅延特性が良くないことが多く、音質面では不利になる。

### 5-3-2 PSN方式のSSB変調器(基本形)

PSN方式のSSB変調器は、位相操作によって不要な側帯波を打ち消してSSB変調波を得る方式です。90度位相器の低域における位相誤差を少なくできれば、低域より高い不要側帯波抑圧比を得ることができるので、フィルタ方式のSSB変調器よりも優れた特性が得られます。

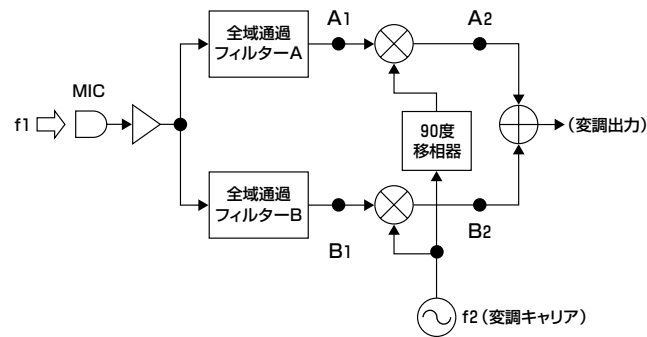


図6 PSN方式SSB変調器の構成

図6のフィルタAとフィルタBは、2つのフィルタの組み合わせで90度移相器を構成します。つまり、同じ信号を入力した時に、各フィルタからの出力信号がちょうど90度の位相差となるように、ペアで設計された全域通過フィルタ<sup>\*6</sup>です。

<sup>\*6</sup> 全域通過フィルタ(オールパスフィルタ):信号の振幅を変化させずに、位相だけを変化させるフィルタ

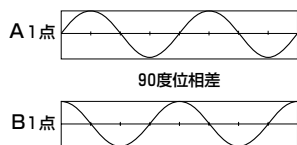


図7 全域通過フィルタの出力信号

周波数 $f_1$ のトーン信号をマイクへ入力し、A、Bの2系統の全域通過フィルタからの出力信号に対して、各々90度の位相差を持たせた局発信号(周波数 $f_2$ )で変調を行うと、A2点・B2点ではそれぞれ $(f_2-f_1)$ と $(f_2+f_1)$ の2つのスペクトラムが発生しますが、それらの位相関係は図8のようになります。A2点とB2点の信号をそのまま足し合わせると、180度位相差となっているサイドバンドの信号が打ち消し合い、同位相のサイドバンドの信号は強め合って、振幅が2倍の出力が得られます。図8に示した例ではUSB波が得られたこととなります。変調出力としてLSB波が必要な場合には、B2点の極性を反転させてから加算すれば良く、この場合、180度位相差となる成分と同位相となる成分が入れ替わるため、変調出力がLSB波となります。

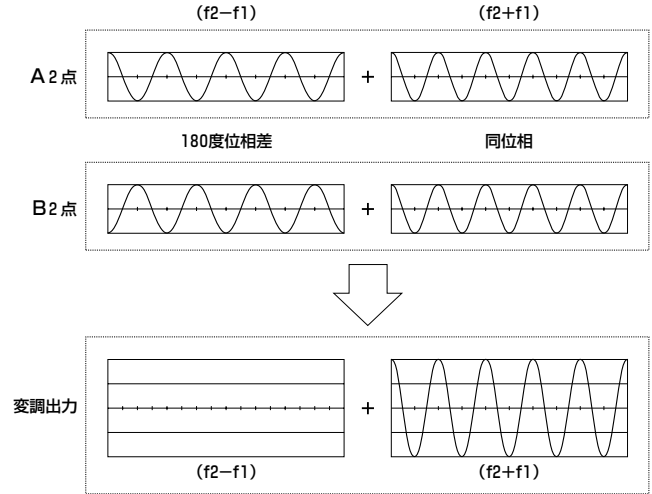


図8 変調信号の位相関係

PSN方式のSSB変調器では、不要なサイドバンド成分を上手く打ち消し合うように合成することによって、SSB変調波を得ているので、位相差を正確に保ち、かつ振幅レベルを全く同じにすることが最重要課題となります。

しかしながら、PSN方式のSSB変調器をアナログ回路で構成する場合、部品のバラツキや温度による特性変化などの問題があり、フィルタ方式のSSB変調器と同レベルの不要側帯波抑圧比を達成することは、かなり困難です。このような理由により、メーカー製のトランシーバでアナログPSNを採用した物はほとんどありませんでした。

一方、DSPによるデジタル信号処理ではアナログ回路のようなバラツキがないので、PSN方式でも安定した性能を実現することができます。

### 5-3-3 PSN方式のSSB変調器(アイコム方式)

図6はPSN方式のSSB変調器の基本的な構成図ですが、IC-756PRO/PROIIでは図9に示したアイコム独自のアーキテクチャによるPSN方式のSSB変調器を採用しています。この方式では、全帯域通過フィルタの処理において、サンプリング・レートを下げなくてもマルチレート処理<sup>\*7</sup>と同等の効果が得られるため、SSBの変調処理に要するDSP演算の処理効率を2倍以上に改善できます。また、従来方式では変調キャリアの乗算処理となる部分が定数の乗算に置き替えらますので、この点も効率改善につながっています。

<sup>\*7</sup> マルチレート処理:処理対象の信号の周波数にあわせて、複数のサンプリング・レートを使い分ける処理方法。処理内容が同じでもサンプリング・レートが低い方が演算量が少なくなります。

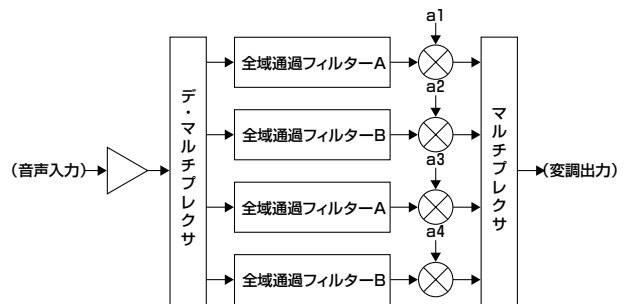


図9 PSN方式SSB変調器(アイコム方式)の構成

図9のSSB変調器では、位相差を90度に設計した全域通過フィルタA、Bを交互に4個並べておき、デ・マルチプレクサを用

いて入力信号をサンプリング周期ごとに各フィルターへ順次入力し、それぞれのフィルター出力に対してa1~a4の定数を乗算します。それぞれの乗算結果をマルチプレクサを用いてサンプリング周期ごとに順次出力すると、目的のSSB変調された出力信号を得ることができます。

(USBの場合、定数{a1,a2,a3,a4}={1, 1,-1,-1})

LSBの場合、定数{a1,a2,a3,a4}={1,-1,-1, 1})

従来機種種の16ビット固定小数点DSPによるPSN変調処理では、フィルター係数を量子化した時の丸め誤差の影響が少なからず発生し、その影響が少なくなるように特性の調整を行っていましたが、32ビット浮動小数点DSPでは量子化誤差の影響は非常に小さく、ほぼ理想通りの特性が得られます。

IC-756PRO/PRO IIでは、その点を考慮して再設計を行い、従来機種と比べて低域特性をさらに改善しています。

図10に不要側帯波の抑圧特性と目的側帯波の通過特性を示します。

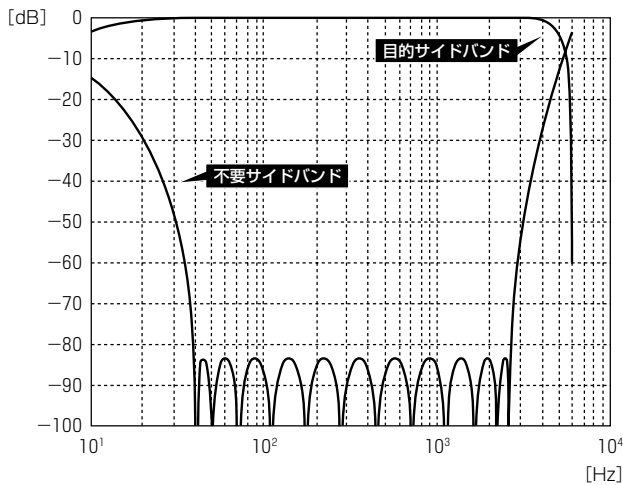
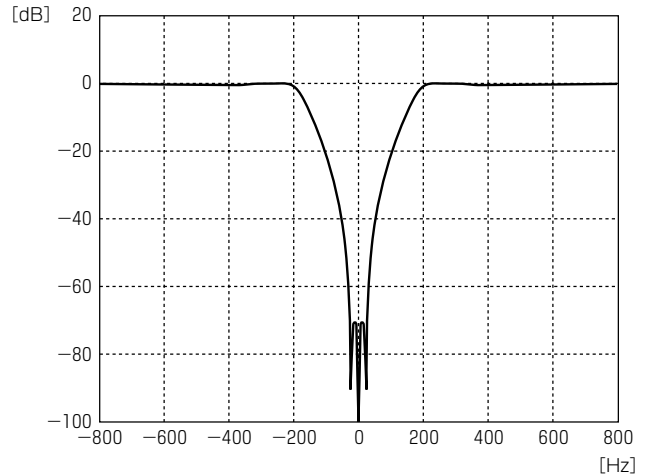
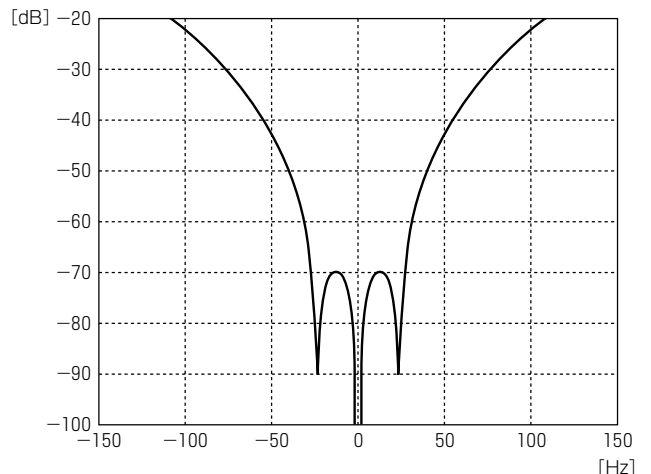


図10 SSB変調特性



マニュアルノッチの特性



マニュアルノッチの特性(拡大図)

### 5-4 マニュアルノッチ

IC-756PRO/PRO IIでは、DSP処理だからこそ実現可能な、極めてシャープな特性のマニュアルノッチフィルターを搭載しています。このマニュアルノッチはAGCループ内で処理していますので、非常に強力なビートでもAGCに影響を与えることなく鋭く切り落とします。また、単にフィルター特性がシャープなだけでなく、減衰量70dB以上となる帯域幅を約50Hz確保していますので、確実にノッチポイントを合わせることができます。このような特性が実現できるのは、DSPならではのと言えます。クリスタル・ノッチ・フィルターやLCノッチ・フィルターといったアナログ方式のノッチフィルターでは周波数特性にバラツキが生じやすく、ノッチポイントの特性をこのように精密に調整することは不可能です。

極めてシャープな特性にもかかわらず、DSP処理によるフィルター特性の安定性と、高安定度基準発振水晶ユニットの装備による抜群の周波数安定度と相まって、ノッチポイントを一度合わせたら、ビート信号が動かない限り、ノッチポイントを再調整する必要がないほどの安定した動作を実現しています。

### 5-5 スピーチコンプレッサー

IC-756PRO/PRO IIでは、新開発のRFタイプのスピーチコンプレッサーを搭載しています。スピーチコンプレッサーの構成を図11に示します。

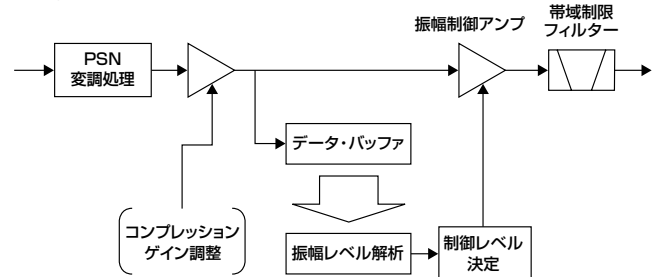


図11 スピーチコンプレッサーの構成

このコンプレッサーの動作原理は、まず、SSB変調されたIF信号を一定期間データ・バッファに保存し、バッファ内のIF信号の振幅レベルを解析します。解析結果から振幅制御アンプの制御レベルを決定して、信号のピークが一定レベルを超えないように制御します。つまり、過去の一定期間内の振幅変化を基に、現在の信号の振幅を制御するという動作を行います。従来のアナログ処理のトランシーバーで良く使われているRFコン



ブレッサーとは異なり、信号をクリップさせないので、歪みはほとんど発生しません。

信号のレベル制御を行うという意味では、AGC方式コンプレッサーに似ていますが、通常のAGC方式には多くの課題があります。AGC方式ではゲイン回復の時定数を短くするほどコンプレッション効果が向上しますが、時定数を短くしすぎるとAGCループの安定性が損なわれるため、時定数の調整範囲には限界があり、一般的にはクリップ方式よりもコンプレッション効果が低いと言われています。アイコム方式のコンプレッサーはフィードバック処理を行っていないため、IF信号の振幅変化に対する追従性が良く、ループ安定性の問題も発生しないので、高いコンプレッション効果が得られます。

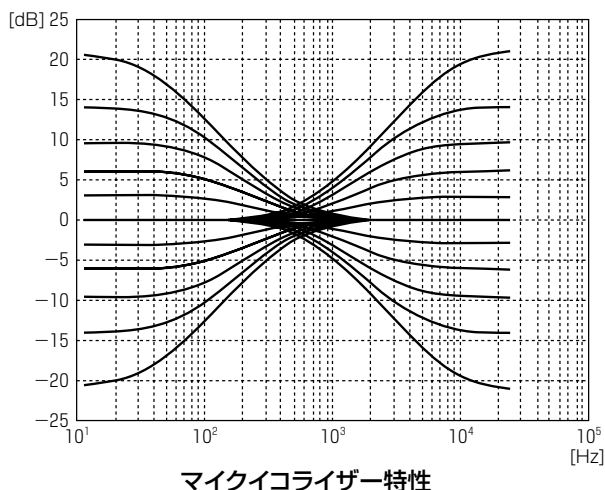
コンプレッション・レベルを大きく取った場合でも、聴感上は無歪みと感ぜられるほどで、わずかな歪みしか発生しませんが、送信帯域の広がりを確実に防止するために帯域制限フィルターを配置しています。このフィルターは、群遅延特性が悪化しないように、十分配慮した設計を行っていますので、PSN方式の良好な変調音質に対して、ほとんど影響を与えることはありません。

### コンプレッサー処理によって発生する歪みについて

コンプレッサー処理によって発生する歪みについては、高次歪みだけが議論されることが多いのですが、実際はそれ以外にも、入力信号が2トーン以上の場合において相互変調歪みが発生します。RF段クリップ処理のコンプレッサーは、AF段クリップ処理のコンプレッサーと比較して、高次歪みの点では有利ですが、それにもかかわらず、あまり音質面で良い評価が得られていないのは、相互変調歪みに原因があると考えられます。一般的に、クリップ方式と比較してAGC方式のコンプレッサーの方が相互変調歪みのレベルが低く、音質的には良い結果が得られます。この点についてはアイコム方式も同様で、相互変調歪みのレベルは低く抑えています。

## 5-6 マイクイコライザー

IC-756PRO/PRO IIのマイクイコライザー特性は、オーディオ用トーンコントロール回路の周波数特性を音声帯域専用に再設計したものをベースにしています。アナログフィルターの伝達関数をシミュレートし、デジタルフィルターへ変換することによって、DSPによるマイクイコライザー機能を実現しています。トランシーバー用マイクイコライザーの中には、特定の周波数を境に急激に特性が変化する物もありますが、このようなイコライザーでは、声質によっては非常に不自然な音になる場合があります。



IC-756PRO/PRO IIのマイクイコライザーは非常にスムーズな特性変化を実現していることと、高音域と低音域でそれぞれ11段階というきめ細かな調整が可能なので、違和感のない周波数特性の調整ができます。

## 5-7 RTTYデモジュレーター

IC-756PRO/PRO IIは、アマチュア用HFトランシーバーとしては世界で初めてボドーRTTY用デモジュレーターとデコーダー機能を標準装備しました。RTTY対応の多機能TNCやRTTYターミナルユニットなどの外付け機器が無くても、トランシーバー単体でRTTY信号を解読することができます。RTTY信号を解読している時の動作は、DSPユニットでデモジュレーター処理を行い、得られた2値信号(BAUDOT復調信号)をメインCPUでデコードして、ディスプレイ画面にキャラクタを表示しています。図12に、DSPによるデモジュレーター処理の構成を示します。

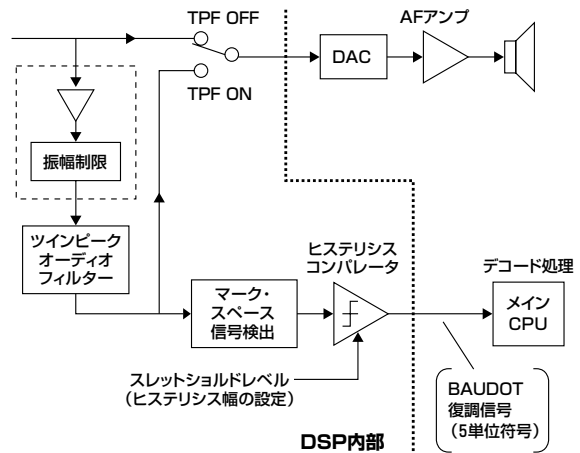


図12 RTTYデモジュレーターの構成

従来のRTTYターミナルユニットやRTTY対応TNCの大半は、マーク/スペース信号を検出するためのデモジュレーター部分にPLL方式またはフィルター方式のどちらかの方式を採用しています。一般的に、混信やフェージング等により通信状態の悪い状況下では、フィルター方式の方が優れており、IC-756PRO/PRO IIのデモジュレーター処理の基本的な構成は、フィルター方式のデモジュレーター構成を踏襲しています。

DSPによるデモジュレーター処理では、プロダクト検波によって復調したオーディオ周波数の復調信号に対して、まず増幅と振幅制限を行います。この処理によって、Sメーターが振れないような微弱な信号に対しても十分な復調性能を保ち、信号の振幅変動による影響を受けないようにしています。この後に配置したツインピークオーディオフィルターによって、混信の除去およびS/Nの改善を行い、マーク/スペース信号の検出処理に入ります。検出処理の部分では、2個の狭帯域バンドパスフィルターを使って、マーク周波数付近の成分とスペース周波数付近の成分をそれぞれ抽出します。各フィルターの出力を検波・平滑して両者を逆極性で加算して、コンパレータ処理に入ります。コンパレータ処理ではヒステリシス特性を持たせており、ノイズ成分の変動の影響を受けにくくしています。このヒステリシス幅は、RTTYデコード画面でスレッシュホールドレベルの値を変更することによって、調整することができます。コンパレータで信号の極性を判定して、その結果をロジック信号へ変換してメインCPUへ送ります。メインCPUで

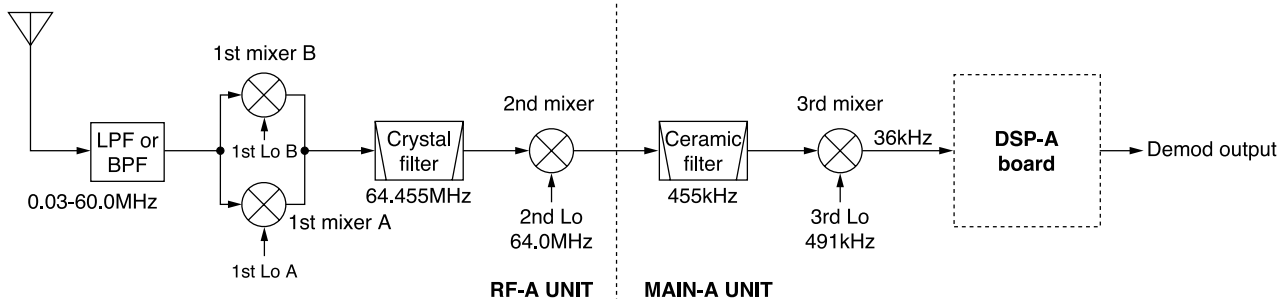
BAUDOT復調信号をデコードして、ディスプレイ画面にキャラクタを表示します。

フィルター方式のデモジュレーターでは、フィルター特性の差が解読性能の差となって現れます。これは、キレの良いフィルターであれば解読率が良くなるといった単純な物ではなく、フィルターの位相特性や時間応答特性にも影響されます。このため、ツインピークオーディオフィルターやマーク/スペース信号検出のフィルター特性については、入念なテストを行って特性を調整しています。さらに、RTTY歴の長いベテラン局の協力を得て入念な最終調整を行い、既存のRTTY対応TNCやRTTYターミナルユニットなどのRTTY専用機器に匹敵する解読率を達成しました。

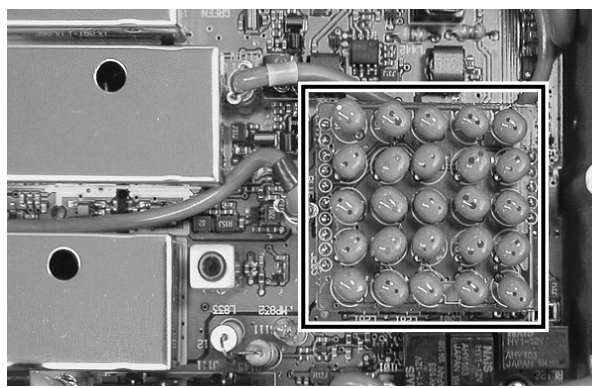
IC-756PRO/PRO IIのRTTYデモジュレーターでは、ツインピークオーディオフィルターの効果が解読率の向上に大きく寄与していますが、RTTYモードの設定を変更することにより、スピーカー出力およびアクセサリ端子へのオーディオ出力を、ツインピークオーディオフィルターを通した信号に切り替えることができます。この機能を使用すると、外部に接続したTNCやターミナルユニットなどの解読率を改善することが可能です。なお、ツインピークオーディオフィルターは内蔵デモジュレーターに対しては常に動作しているため、内蔵デモジュレーターだけを使用する場合には、ツインピークオーディオフィルター出力を設定する必要は特にありません。

## 5-8 受信部

### 受信ブロックダイアグラム



アンテナ端子 (ANT1/ANT2) から入った受信信号は、アンテナセレクターを通り、CTRLユニット内のLPFを経てRF-Aユニットに入ります。IC-756PRO IIでは、アンテナチューナーをオンにした場合、受信時であってもアンテナチューナーの整合回路を必ず通過することで、アンテナチューナーのコイル・コンデンサによって構成されたBPF回路により、不要電波による妨害や混変調をファーストステージ段階である程度除去します。RF-Aユニットに入力された信号は、リレー切替方式のATT回路 (6dB/12dB/18dB) を通過し、13分割されたBPF段に導かれます。BPF段の入力側には、様々な周波数成分が含まれているため、BPF入力側のダイオードで歪みが生じると、いかに高性能なBPFを用いても歪み成分が帯域内に入り込み妨害信号となってしまいます。この歪みの発生を抑えるために、幅広い周波数特性と2次歪みの少ない、PINダイオード (モトローラ製MMBV3700) を使用しています。さらに、BPF段で使用している素子についても、コイル (L) は、歪みの少ない大型の物を使用し、コンデンサ (C) は、低誘電率でしかも低歪みの物を使用。これによりフィルターによるIMD特性の悪化を抑え、隣接の強電界による影響や微弱信号に対する大幅な性能アップを図っています。



BPF段

BPF段を通過した信号は、2種類のプリアンプに入ります。プリアンプ1は、従来のFETゲート接地の平行アンプに替わり、2次歪みをさらに減少させるために、プッシュプル構成のGG (グラウンデッド・ゲート) アンプを使用しています。プリアンプ2は、ハイバンドでのゲインを重視した設計で、ロスの大いアンテナや帯域の狭い、スモール・ループ型、短縮型八木アンテナ等を使用する時や、50MHz帯の運用時に適しています。増幅ゲインは、プリアンプ1で約10dB、プリアンプ2で約16dBとなっています。

### 13分割のBPF段

Band	Control signal	Band	Control signal
0.03-1.6MHz	B0	11-15MHz	B7
1.6-2MHz	B1	15-22MHz	B8
2-3MHz	B2	22-30MHz	B9
3-4MHz	B3	30-50MHz	B10W
4-6MHz	B4	50-54MHz	B10
6-8MHz	B5	54-60MHz	B10W
8-11MHz	B6		

プリアンプを通過した信号は、第1ミキサーの直前に設けた平行GG (グラウンデッド・ゲート) アンプに入ります。このアンプでは、デュアルワッチ®のためのスプリッター回路のロスを補うとともに、メイン/サブのミキサー同士のアイソレーション確保を図っています。信号は、このGGアンプを経て第1ミキサーに入ります。このミキサー回路は、高IPと高ダイナミックレン

ジを確保するために、FET×4本を使用したダブルバランスドミキサーを採用しています。これにより、大入力信号に対して歪みが少なく、S/N比の向上にも優れた効果を発揮し、隣接周波数の強信号からの影響を受けることなく、優れた2信号特性を実現しています。また、第1ミキサー部とLo回路は、デュアルワッチ<sup>®</sup>機能を備えているため、2組装備しています。第1ミキサーで64.455MHzに変換された信号は、デュアルワッチ<sup>®</sup>のバランス調整を行うため、PINダイオードで構成した可変型のアッテネーターを通ります。ここでは最大アッテネーション約70dB程度を誇っています。この値を可変することによりメイン側とサブ側の受信レベルを調整します。次段に有るGGアンプもミキサー入力側のGGアンプと同じく、メイン・サブミキサー間のアイソレーションを確保し、ミキサー側から見たインピーダンスを一定に保ち2信号特性の向上を図っています。このアンプの出力にメイン・サブ側のミキサー出力を合成するためにコンバイナートランスを接続しています。なお、コンバイナートランス以降のIF段はメイン・サブ共用の回路を使用。受信信号はミキサー段に不要な信号成分が入らないように第1IFフィルターを通ります。第1IFフィルターは、3次歪みを考慮して、特別に選別した水晶フィルターを使用しています。第1IFフィルターを通過した信号は、AGCにより制御されている、第1IFアンプを経て、第2ミキサーに入ります。このミキサーは、インバンドIMDや近接信号による妨害に効果のある、高IPのダイオードダブルバランスドタイプのミキサーを採用しています。第2ミキサーで455kHzに変換された信号の一部は、ノイズブランカー回路に入ります。ノイズブランカー回路は、IFアンプを4段直列に配置し、高ゲインを得ています。さらに、ノイズブランカーゲートを制御する回路のスレッシュホールドレベルを

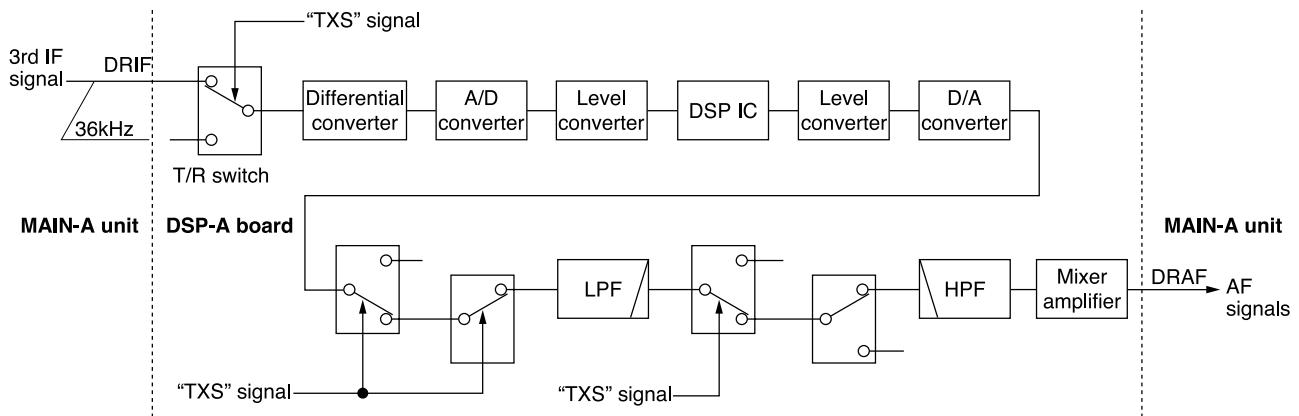
可変することにより、ノイズブランカーレベルの100段階可変を実現しています。

信号は、さらに第2IFアンプで増幅し、第2IFフィルターへ入ります。このフィルターは、高シェイプファクターを誇る、センター周波数455kHzのセラミックフィルターを装備し、DSP-Aに入力される信号の最大帯域幅を制限します。455kHzの信号は、第3ミキサーへ入力されます。IC-756PROIIでは、従来からのミキシングICに替わり、近傍のダイナミックレンジ特性を向上させ、歪みを抑えるために高速のアナログスイッチを使用しています。

第3ミキサー出力から、必要な周波数成分(36kHz)を取り出すために、オペアンプを中心としたアクティブLPFを採用。このアクティブLPF回路に使用しているコンデンサは、歪みの発生が少なく、温度特性に優れたフィルムタイプの物を使用しています。アクティブLPF回路を通過した信号は増幅されてDSP-Aボードへ入力されます。

36kHzのIF信号は送受信を切り替えるアナログスイッチを経てオペアンプによって差動変換されADコンバーターに入力されます。信号はレベルコンバーターを通してDSP ICに入力されます。DSP ICは36kHzのデジタルIFフィルターとして、また各モードの復調器として動作しています。復調された信号はレベルコンバーターを通してDAコンバーターに入力され、アナログ信号に変わり、差動入力型のアクティブフィルターとバッファアンプ、アナログスイッチを経てローパスフィルターを通過し不要な信号を取り除きます。フィルタリングされた信号はアナログスイッチを通過し、復調レベル均一化回路にて各モード間の復調レベル差を吸収させています。

### DSP-Aボード ブロックダイアグラム



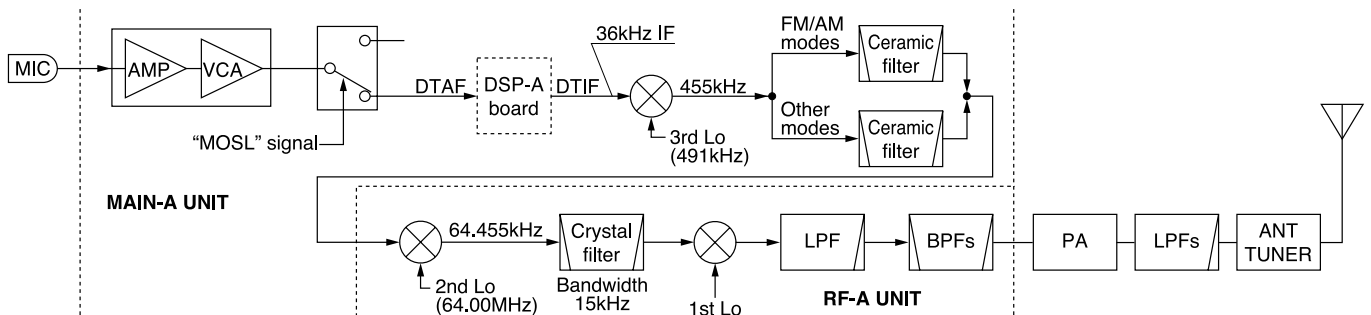
## 5-9 送信部

マイクから入った音声信号は、VCA (ボルテージコントロールアンプ) で増幅されます。ゲインコントロールされた音声信号はアナログスイッチを経てDTAF信号としてDSPに入ります。なお、VCAは、MAIN CPUから出力されている信号によりマイクのゲインをコントロールしています。SSBモード時は、アナログスイッチを経てアンプに入りADコンバーター入力信号帯域を制限するためにローパスフィルターを通過し差動増幅器に入ります。一方、FM、AMモード時は、リミッターアンプ、ローパスフィルターおよびプリエンファシス回路を通過してSSBモードと同様に差動増幅器に入ります。増幅された信号はADコンバーターに入り、レベルコンバーターを通してDSP ICに入ります。DSP ICで変調をかけた後、36kHzの送信IF信号として出力されます。変調された信号は、レベルコンバーターを通して、DAコンバーターでアナログ信号に変換されます。アナログ信号は、差動入力型のアクティブフィルターを通過しバッファアンプを経てアナログスイッチに入ります。アナログスイッチから出力された信号は、帯域外スプリアスやイメージ帯域雑音を減衰するためにLPFを通しDTIF信号として

MAIN-Aユニットに入ります。

信号は、MAIN-Aユニット内の第3ミキサー回路にて455kHzの第2IFに変換され、IFアンプを経てセラミックフィルターとIFアンプを通過し、RF-Aユニットに入力されます。第2IF信号はRF-Aユニット内の第2ミキサーにてPLL回路からの64MHzとミキシングされて、64.455MHzのIF信号に変換されたのち、XTAL BPFにて不要成分を取り除き、IFアンプに入ります。なお、IFアンプにはALCがかかっています。さらに、IF信号はHSB88WSのダイオードミキサーで目的周波数に変換され、カットオフ60MHzのLPFにて不要周波数成分を除去し、広帯域アンプで増幅しBPFフィルター群を通ります。フィルターを通った信号は、RF YGRアンプでさらに増幅しPA ユニットへ出力されます。送信信号はA級増幅のアンプを通過し、さらにAB級のプッシュプルアンプで増幅され、ファイナルアンプの2SC5125×2にて100Wまで増幅されます。ファイナルアンプの出力は、各バンドに対応した送信用LPFにて高調波を減衰させています。

### 送信 ブロックダイアグラム

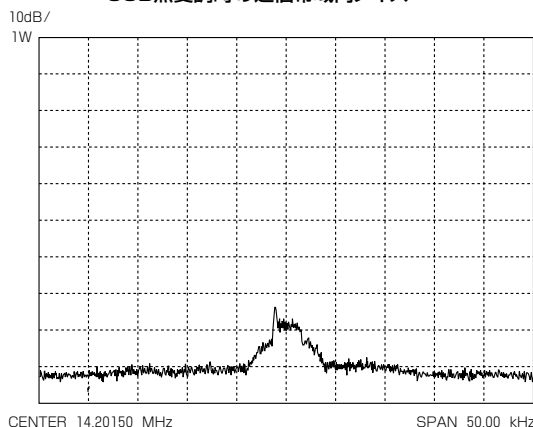


IC-756PRO II では、バランスのとれたプッシュプルアンプと、LPFにより全バンドの高調波レベルは実力値で約60dBの高水準を実現しています。

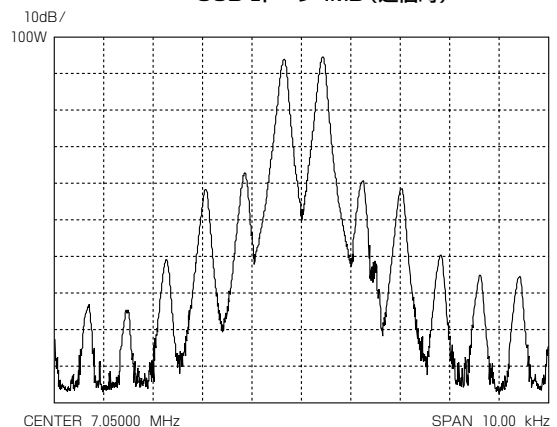
DSPへの変調入力及び出力には24ビットのAD/DAコンバーターを使用。高ビットAD/DAコンバーターの搭載により、ビット誤差に起因する変調歪みは大きく減少しています。ビット数が少ないと、当然1ビット当たりのレベル変化量が増加し非線形な動きが大きくなり変調歪みも増大します。また、DAコンバーターのビット数が少ないと、最大出力レベルとノイズ出力レベルの比も小さくなり無変調時のノイズレベルが増加します。こ

の関係は理論的には、ビット数×6dB、となります。16ビットのDAコンバーターの場合では96dBのS/Nとなります。しかしながら通常送信機の場合、ALCによるゲイン制御があるため、定格出力100Wと無変調時のノイズを比較すると、この96dBから100W時のALCによるゲイン制御量を引いた値がS/Nになります。例えば100W時にALCで20dBのゲイン制御を行っている場合、 $96 - 20 = 76\text{dB}$ 、と言うのが無変調時のノイズと100W送信時のレベルとの比になる。これが24bitになると、 $24 \times 6 - 20 = 124\text{dB}$ となり、その結果ADコンバーターのノイズは問題とならないレベルになります。

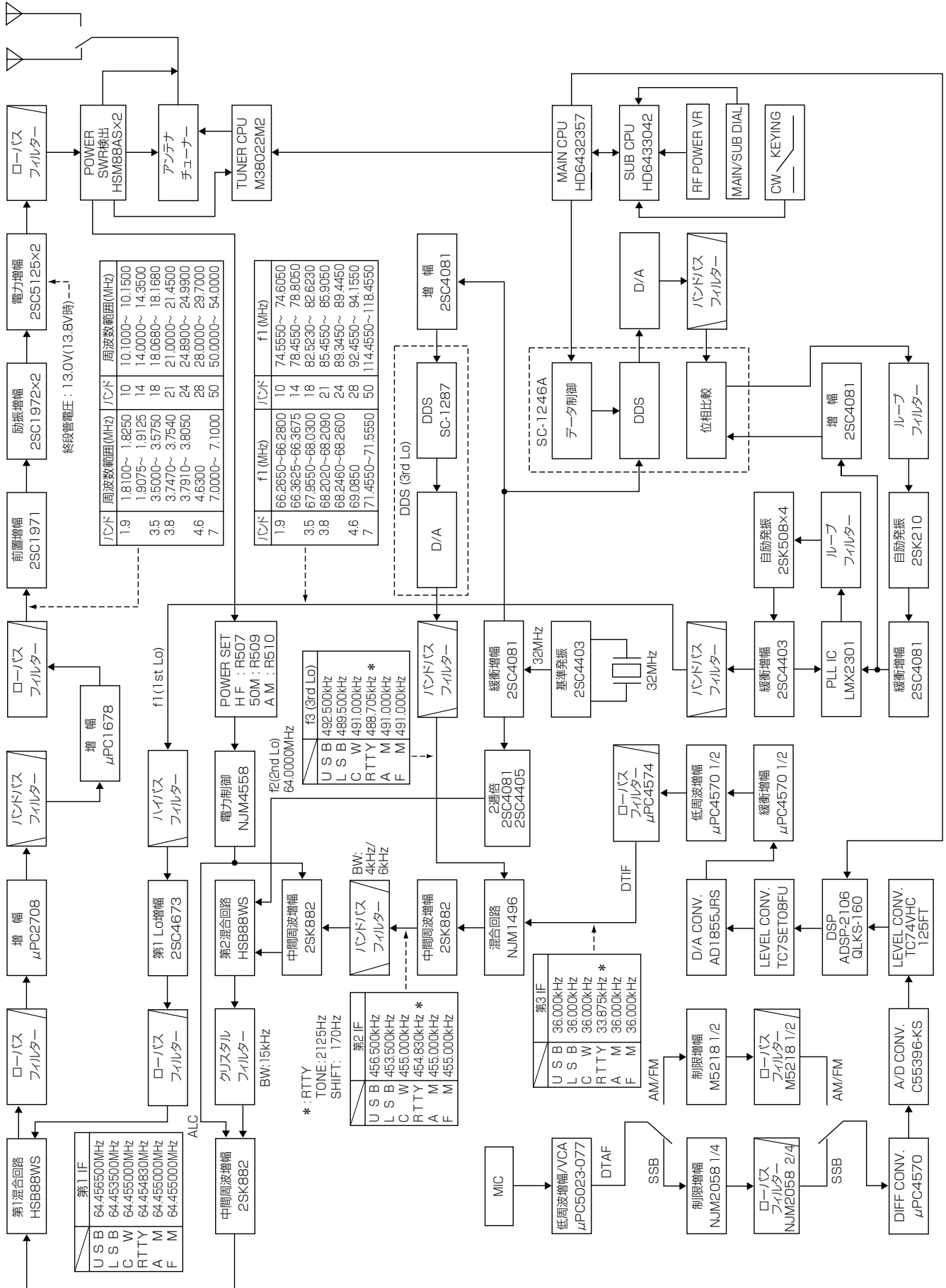
SSB無変調時の送信帯域内ノイズ



SSB 2トーン IMD (送信時)



# 送信系統図



## 5-10 デュアルワッチ®機能

ある局を受信しながら、別の周波数をワッチしたり、スプリット運用を行っているDX局の送信周波数と、指定された受信周波数を同時にワッチできるデュアルワッチ®機能は、実戦に即した非常に便利な機能です。このデュアルワッチ®を実現する方法として、機器内部にもう一つの受信回路を搭載する手法がありますが、サブの受信回路を設けると、どうしてもメインの受信性能と比較した場合、性能的にダウンする傾向にあります。IC-756PRO II では、従来機で実績のあるデュアルワッチ®システムを継承しています。

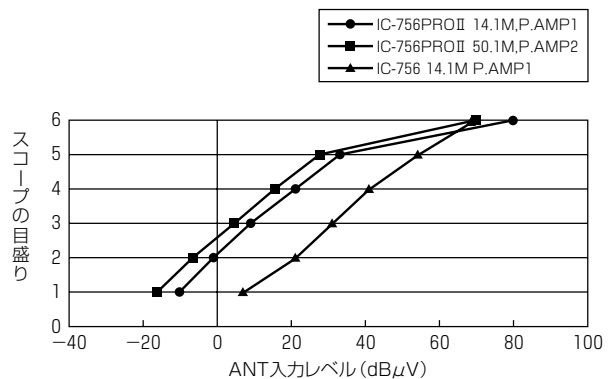
本機のデュアルワッチ®はPLL回路、および第1ミキサーを2組用意し、第1中間周波数になった時点で、この2組を合成してデュアルワッチ®を行っています。第1ミキサー出力の直後には、こ

の2組の受信信号のレベル差が大きいとき、弱い信号がマスクされないように、バランスを調整するためのPINダイオードによるATT回路を設けています。2つの信号をフロントパネルのバランス調整ツマミで操作することにより、2つの信号をバランスよく受信できるように考慮しています。また、2組の第1局部発振信号が、互いに他方に回り込まないように、ミキサーの前後に、逆方向のアイソレーションに優れたFETを採用したゲート接地バッファアンプを採用しています。この方式の受信特性は、メイン受信時もサブ受信時も同一になります。これにより各種の混信除去機能、ノイズブランカーなどがサブ受信時でも有効となります。

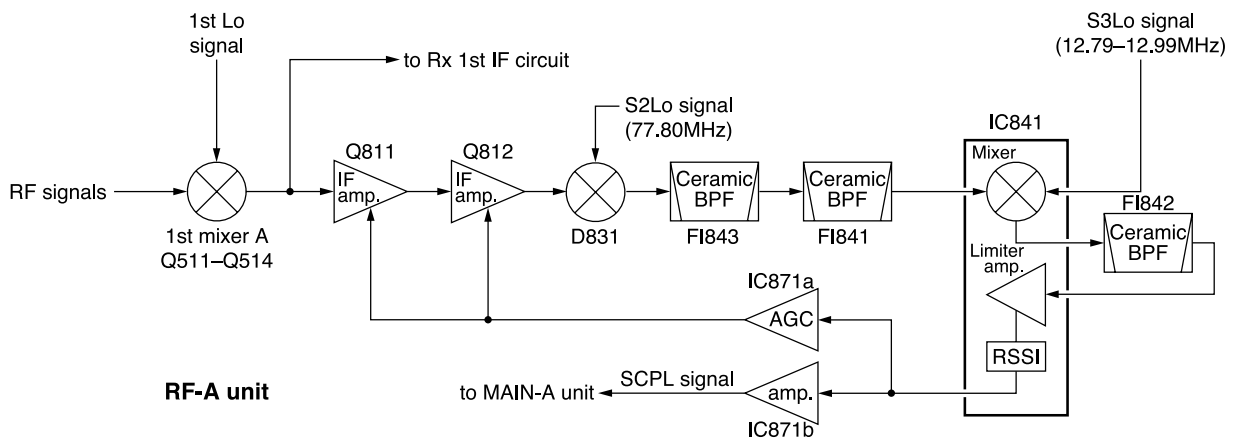
## 5-11 リアルタイムスペクトラムスコープ

IC-756PRO II に搭載しているリアルタイムスペクトラムスコープは、受信系の回路を流用しているわけではありません。スペクトラムスコープとしての精度を高めるためにスコープ専用の回路を搭載しています。これにより、スペクトラムスコープ専用のアッテネーターを装備することが可能となり、ノイズフロアが高いローバンド受信時でも、アッテネーターを入れることによりバンドスコープが飽和することなく、目的信号をクリアに映し出すことができます。

スペクトラムスコープ感度特性比較



### スペクトラムスコープ ブロックダイアグラム



### 回路説明

RF-Aユニット内の受信用第1ミキサーまたは送信ミキサーから出力された信号は、切り替えダイオードで選択され、Q811、Q812で増幅され、D831のミキサーに入力されます。D831は第2ミキサーで信号を13MHz帯に変換します。変換された信号はセラミックフィルター×2個で構成されたBPFを通り目的信号のみを取り出しています。信号はIC841に入ります。このICは対数出力のRSSI端子およびMIX備えたFM IF用のICで

す。ここに入力されるLoをスイープすることで動作を行っています。スコープの分解能を決定するフィルターF1842には、CW用セラミックフィルターを採用し無調整で安定した性能を得ています。IC841から出力されたRSSI電圧はIC871で増幅し、スコープ電圧として出力するとともにQ811、Q812にAGCをかけてスペクトラムスコープのダイナミックレンジを拡大しています。



## 5-12 音声録再機能

音声録再は専用IC (ISD4003-04) を使用。このICはアナログ電圧をアナログ値として記憶しています。一般的にアナログ信号のストレージを行う手法としては、アナログ信号を一旦デジタル化し、数値として記憶。再生時にはこのデジタル信号をアナログ信号に変換する、といった方法が一般的ですが、この方法の場合高価なADコンバーター/DAコンバーターと記憶

媒体 (RAM) が必要になります。IC-756PROではこれらのデバイスが不要で、かつ音質的にも十分満足できるデバイスとして、音声録再専用ICを使用。旧IC-756PROでも同じ手法を用いた専用ICを採用していましたが、IC-756PRO IIでは内部メモリー容量の大きなデバイスに変更し、これにより連続録音を可能にしています。

## 5-13 PLL回路の概要

IC-756PRO IIにはデュアルワッチ<sup>®</sup>を搭載しているため、同じ構成のPLL回路を2組搭載しています。本機のPLL回路は他社のHFTランシーバーのPLL回路とは異なり、ミキサーを一切使用していません。ミキサーは2つの信号の和、または差を作り出し、希望する周波数成分を取り出すためのものです。しかし、ミキサーの出力には、当然、和と差に加え、入力信号が出力されます。そのためミキサーの出力には、なんらかのフィルターが必要となり、また、ミキサーが作り出す不要な成分は、送受信におけるスプリアスにもなります。このような思想に基づいて設計しています。

たとえば、基準発振でDDSを制御して10MHzを出力させて、このDDSで作出した10MHzを基準にしてPLLのVCOで10MHzを発振させる。VCOで作った10MHzで目的周波数を発振するPLLを制御してVCOを発振させる。このような構成により、局発系にミキサーを配置しなくても済みます。この方式は、IC-775DX IIで初めて採用した高速DDSを用いた設計思想を継承しています。

### 基準発振回路

送受信周波数にかかわる全ての発振回路の基準になる周波数を作っています。そのため機器としての周波数精度はこの発振回路の精度に依存し、IC-756PRO IIの基準発振回路に用いられている発振子は、 $-30\sim+60^{\circ}\text{C}$ において、 $-0.5\text{ppm}$  ( $0.5\times 10^{-6}$ ) の高精度な発振子を使用しています。この発振

子はPOCと呼ばれるタイプの水晶発振子で、発振子を発振子内部に組み込んだポジスタの発熱によって熱平衡状態にすることにより、外部温度の変化が生じても発振子の温度変化が起きにくい構造を実現。しかも、経年変化によるズレについてもマーカ機能を用いて調整できます。

### スプリット時のLoの構成

スプリット送信時の第1 Loは、受信側の周波数で用いている第1 Lo発生用のPLLを制御し発生しています。

このため、SPLIT送信時の受信周波数における送信電波の漏れは全く有りません。

### 第1 Lo用PLLのVCOについて

受信周波数0.03MHz~60MHzを4つのVCOでカバーしています。

0.03~7.999MHz VCO1

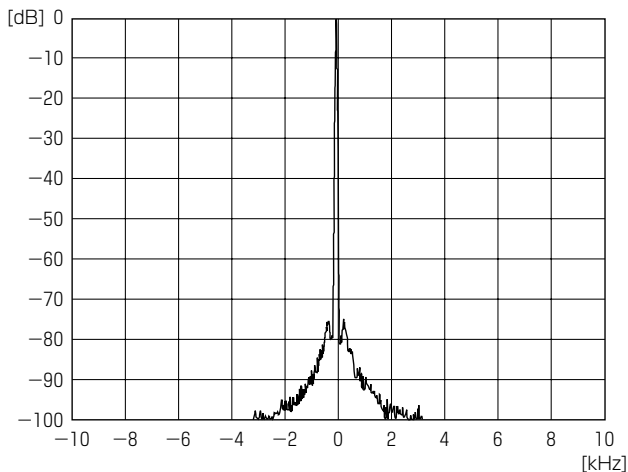
8~19.999MHz VCO2

20~44.999MHz VCO3

45~60MHz VCO4

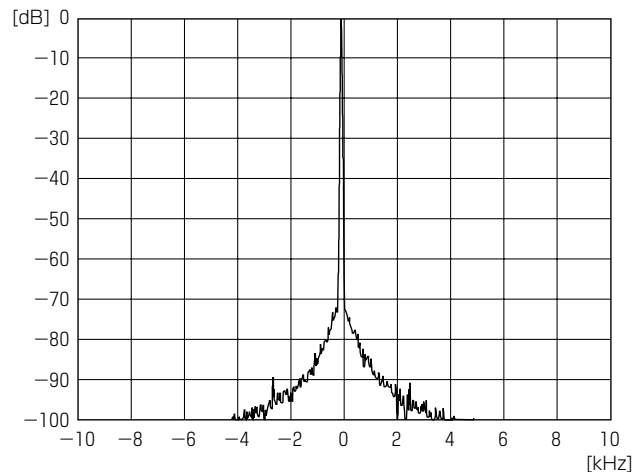
このVCOはHI-Qのコイルを用い、かつノイズ発生を極力抑えることにより高いC/N特性を得ています。(C/N特性図)

IC-756PRO II 第1 Lo C/N特性



上記のグラフは、IC-756PRO II と他社製の最高級HF機のPLL 第1 Lo C/N特性です。右側が他社製品、左側がIC-756PRO II のものです。一見、その違いはわずかなように見受け

他社最高級HF機 第1 Lo C/N特性

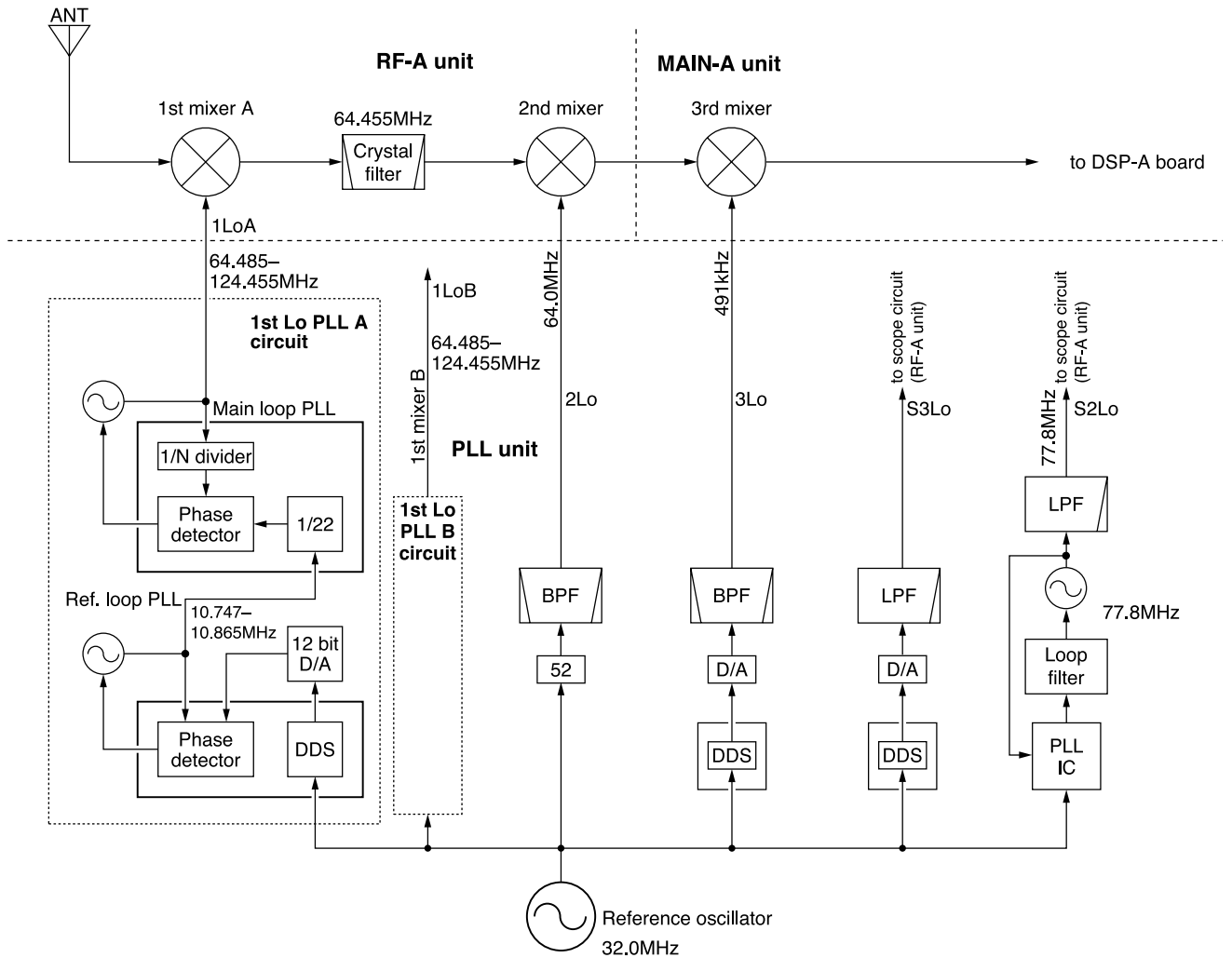


られますが、第1 Loの出力は、送受信性能に大きく影響します。たとえば、HF帯のローバンド受信時に、その差は如実に現れる状況であると言えます。

## その他のLo

第2Loは前述の基準発振回路の出力を2通倍し、第3Loは前述の基準発振回路の出力を基準として動作するDDSより直接得ています。よって、これら周波数成分についてはPLLを使用していないため、高いピュリティーと安定動作を実現しています。

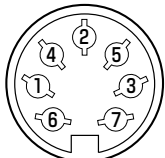
## PLL部ブロックダイアグラム



## 6. 周辺機器との接続

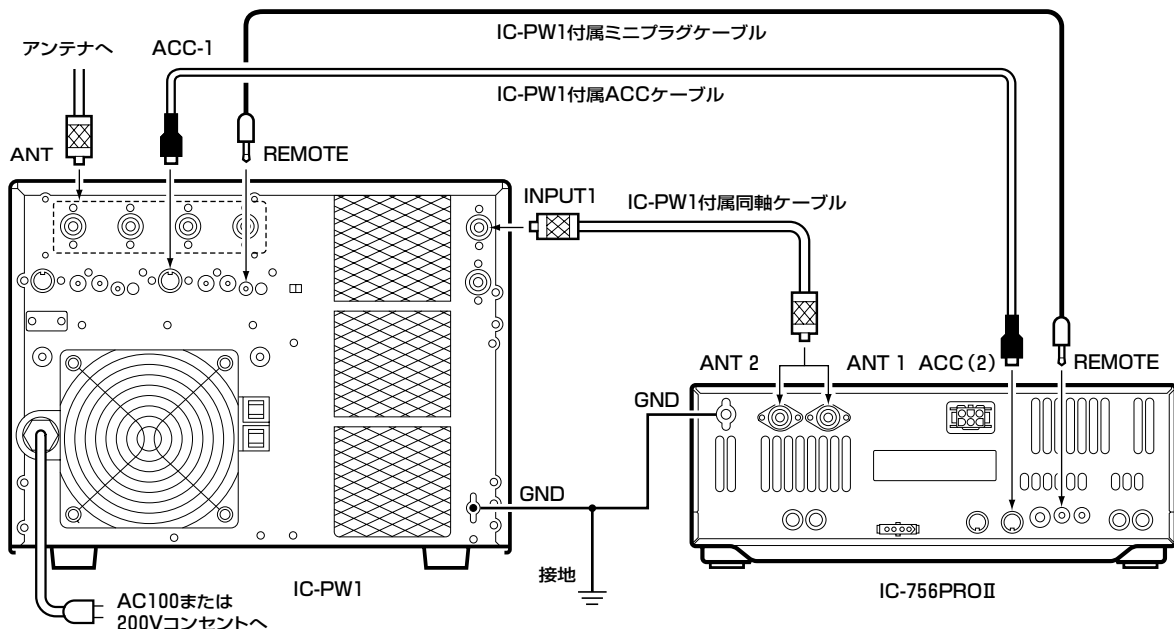
### 6-1 ACCジャック

■ACC (1) ジャックの規格	端子番号と名称	接続内容	規格
 <p>8PIN (後面パネルの正面から見た図)</p>	① RTTY	RTTYシフト制御用入出力端子	Hレベル：2.4V以上 Lレベル：0.6V以下 流出電流：2mA以下
	② GND	アース端子	ACC (2) のPIN2と並列接続
	③ SEND	本機と外部機器を連動して送信状態にする入出力端子 (送信時グラウンドレベル)	送信電圧：-0.5~+0.8V 流出電流：20mA以下 送信時流入電流：200mA以下 ACC (2) のPIN3と並列接続
	④ MOD	変調回路への入力端子	インピーダンス：10kΩ 入力感度：100mV (RMS)
	⑤ AF	AFツマミに関係しない受信検波の出力端子	インピーダンス：4.7kΩ 入力感度：100~300mV (RMS)
	⑥ SQL S	スケルチOFF [RX (受信) 表示LED点灯]、ON (消灯) 状態の出力端子 (スケルチOFF時グラウンドレベル)	スケルチOFF：5mA流入時、0.3V以下 スケルチON：100μA流入時、6.0V以下
	⑦ 13.8V	POWERキーに連動した13.8Vの出力端子	出力電流：1A以下 ACC (2) のPIN7と並列接続
	⑧ ALC	外部からのALC入力端子	インピーダンス：10kΩ以上 入力感度：-4~0V ACC (2) のPIN5と並列接続

■ACC (2) ジャックの規格	端子番号と名称	接続内容	規格
 <p>7PIN (後面パネルの正面から見た図)</p>	① 8V	外部機器のバンド切り替え用基準電圧出力端子	出力電圧：8V ±0.3V 出力電流：10mA以下
	② GND	ACC (1) のPIN2と同じ	ACC (1) のPIN2と同じ
	③ SEND	ACC (1) のPIN3と同じ	ACC (1) のPIN3と同じ
	④ BAND	外部機器のバンド切り替え用出力電圧端子	出力電圧：0~8.0V
	⑤ ALC	ACC (1) のPIN8と同じ	ACC (1) のPIN8と同じ
	⑥ TRV	トランスバーターの切り替え	インピーダンス：10kΩ以上 入力電流：2~13.8V
	⑦ 13.8V	ACC (1) のPIN7と同じ	ACC (1) のPIN7と同じ

### 6-2 HF/50MHz 1kWリニアアンプ

IC-PW1 (オプション) との接続について

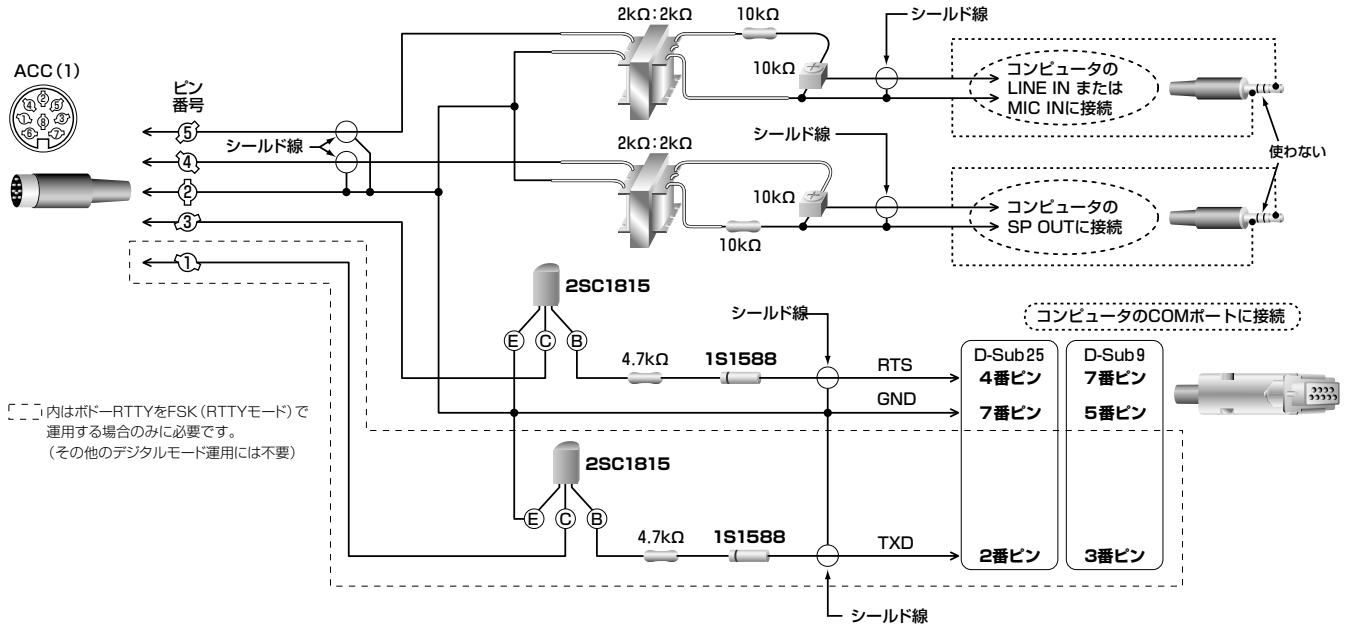


### 6-3 デジタルモード用のインターフェイス

パソコンを使った、ボデーRTTYを含むデジタルモード(SSTV、PSK31他)の運用には、下記のインターフェイスが必要です。IC-756PROIIは受信通過帯域を50Hzまでナロー化できるデジタルIFフィルターを搭載していますので、PSK31モードの運用でも、1局だけを選択して受信することができます。また、

SSB-D (SSBデータモード) を装備していますので、500Hz以下の通過帯域を選択すると受信専用のバンドパスフィルターが動作し、混信を避けることができる機能を備えています。運用にあたってはソフトウェアに付属の取扱説明書やヘルプファイルをご参照ください。

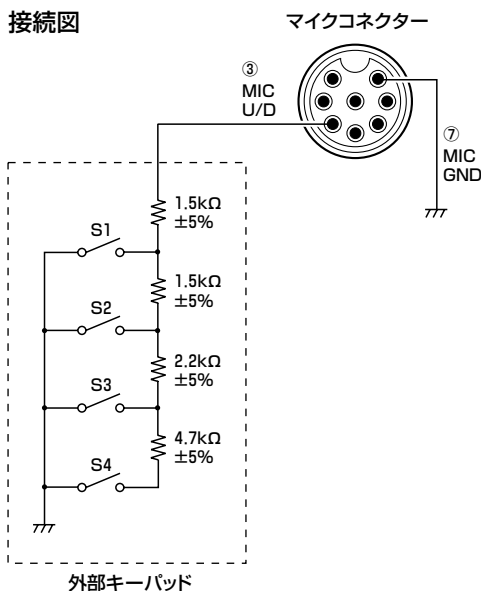
デジタルモード用のインターフェイスの一例 (お客様側でご用意ください)



この回路はRFの回りこみを極力防ぐ目的で、入力、出力のそれぞれにトランスを挿入し、トランシーバーとコンピュータのアイソレーションを確保しています。

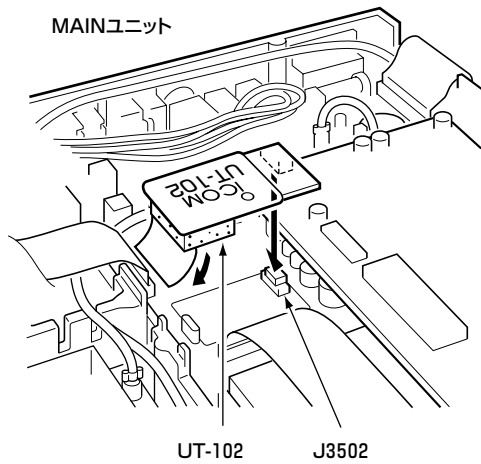
### 6-4 ボイスメモリー/メモリーキーヤーの外部制御機器

外部制御回路 (外部キーパッド) の制作 (お客様側でご用意ください)



マイクコネクタに制御回路 (外部キーパッド) を付加することにより、機器外部からCWメモリーキーヤー (M1~M4)、送信用ボイスメモリー (T1~T4) の送出を制御することができます。これにより、スコープ画面を見ながら、メモリーキーヤー、ボイスメモリーの送出を行うことも可能になります。

## 6-5 音声合成ユニット(オプション)の取付

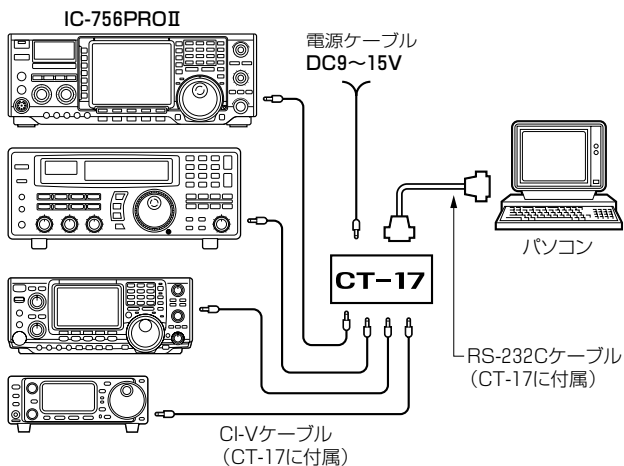


UT-102は、従来の周波数と運用モードに加え、Sメーターレベルも発声し、日本語と英語の切り替え、発声スピードの切り替えもできます。

## 7. CI-V

### 7-1 REMOTE (リモート) ジャック

#### コンピュータの接続



パソコンからIC-756PRO IIの周波数や運用モード、VFO/メモリー状態などをコントロールできます。コントロールは、ICOM Communication Interface V (CI-V:シーアイ・ファイブ)によるシリアル方式で行われます。オプションのCT-17 (CI-Vレベルコンバーター)を使用することにより、RS-232Cタイプのシリアルポートを持つパソコンが接続でき、外部コントロールを楽しめます。

最大4台まで同時に接続できます

### 7-2 CI-Vの基本フォーマット

#### コントローラー (パソコン) → トランシーバー (IC-756PRO II)

① プリアンブル				② 受信アドレス		③ 送信アドレス		④ コマンド		⑤ サブコマンド		⑥ データエリア								⑦ ポストアンブル	
F	E	F	E	6	4	E	O	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	F	D

#### トランシーバー → コントローラー

① プリアンブル				② 受信アドレス		③ 送信アドレス		④ コマンド		⑤ サブコマンド		⑥ データエリア								⑦ ポストアンブル	
F	E	F	E	E	O	6	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	F	D

- ① プリアンブル : データをはじめに挿入する同期用コードで、16進法の“FE”を2回送出します。
- ② 受信アドレス } : IC-756PRO IIのアドレスは“64 (16進)”とし、コントローラーは“EO”としたときの例を示しています。
- ③ 送信アドレス }
- ④ コマンド : コントロールできる機能を16進2ケタのコマンドとしています。
- ⑤ サブコマンド : コマンドの補足命令として16進2ケタを用います。
- ⑥ データエリア : 周波数データなどをセットするエリアで、データより可変長とします。
- ⑦ ポストアンブル : メッセージの終わりを示すコードで、16進の“FD”とします。



### 7-3 コマンド一覧表

コマンド	サブ	動作
00		周波数データの設定 (トランシーブ)
01	XX	モードデータの設定 (トランシーブ)
02		バンドエッジ周波数の読み込み
03		表示周波数の読み込み
04		表示モードの読み込み
05		周波数データの設定
06	00	LSBモードの設定
	01	USBモードの設定
	02	AMモードの設定
	03	CWモードの設定
	04	RTTYモードの設定
	05	FMモードの設定
	07	CW-Rモードの設定
	08	RTTY-Rモードの設定
07		VFO状態にする
	B0	MAIN VFOとSUB VFOを入れ替える
	B1	MAIN VFO=SUB VFOの設定
	C0	デュアルワッチを "OFF" にする
	C1	デュアルワッチを "ON" にする
	D0	MAIN VFOの設定
D1	SUB VFOの設定	
08		メモリー状態にする
	XX	M-CHの設定 ※1~99、P1 (0100)、P2 (0101)
09		メモリーへの書き込み
0A		メモリーからVFOへの転送
0B		メモリークリア
0E	00	スキャンストップ
	01	プログラム/メモリスキャンのスタート
	02	プログラムスキャンのスタート
	03	4Fスキャンのスタート
	12	ファイン・プログラムスキャンのスタート
	13	ファイン・4Fスキャンのスタート
	22	メモリスキャンのスタート
	23	セレクトメモリスキャンのスタート
	A1~A7	4Fスキャン用スパン範囲の設定 (A1=±5kHz、A2=±10kHz、A3=±20kHz、A4=±50kHz、A5=±100kHz、A6=±500kHz、A7=±1MHz)
	B0	セレクト指定を "OFF" にする
	B1	セレクト指定を "ON" にする
	D0	スキャンレジューム (+P72) を "OFF" にする
	D3	スキャンレジューム (+P72) を "ON" にする
0F	00	スプリットを "OFF" にする
	01	スプリットを "ON" にする
10	00	TSを10Hz(1Hz)ステップにする
	01	TSを100Hzステップにする
	02	TSを1kHzステップにする
	03	TSを5kHzステップにする
	04	TSを9kHzステップにする
	05	TSを10kHzステップにする
	06	TSを12.5kHzステップにする
	07	TSを20kHzステップにする
08	TSを25kHzステップにする	
11	00	ATTを "OFF" する
	06	ATTをON (6dB) する
	12	ATTをON (12dB) する
	18	ATTをON (18dB) する
12	01	ANTコネクタ-1の選択 ※0=RX ANT OFF、1=ON
	(注1) 02	ANTコネクタ-2の選択 ※0=RX ANT OFF、1=ON
13	00	音声合成のアナウンス (Sレベル+周波数+モード) の設定
	01	音声合成のアナウンス (Sレベル+周波数) の設定
	02	音声合成のアナウンス (モード) の設定

コマンド	サブ	動作	
14	01	AFゲインの設定 ※0=最小~255=最大	
	(注1) 02	RFゲインの設定 ※0=最小 (CCW) ~255=最大 (11時)	
	03	SQLレベルの設定 ※0=最小 (11時) ~255=最大 (CW)	
	06	NRレベルの設定 ※0=最小~255=最大	
	07	TWIN PBT (内側) の設定	
	08	TWIN PBT (外側) の設定	
	09	CW PITCHのレベル設定 ※0=低音~255=高音	
	0A	RF POWERの出力設定 ※0=最小~255=最大	
	0B	MICゲインのレベル設定 ※0=最小~255=最大	
	0C	KEY SPEEDのレベル設定 ※0=遅い~255=速い	
	0D	NOTCHの設定 ※0=下側に移行~255=上側に移行	
	0E	COMPのレベル設定 ※0=最小~255=最大	
	0F	BK-INディレイタイムの設定 ※0=遅い~255=速い	
	10	BALのレベル設定 ※0=MAIN強調~128=センター~255=SUB強調	
	15	01	スケルチの状態 (Open/Close) の読み込み
		02	Sメーターレベルの読み込み
	16	(注1) 02	プリアンプの設定 ※0=OFF、1=P.AMP 1、2=P.AMP 2
		12	AGCの設定 ※1=FAST、2=MID、3=SLOW
		22	NBの設定 ※0=OFF、1=ON
		40	NRの設定 ※0=OFF、1=ON
41		AUTOノッチの設定 ※0=OFF、1=ON	
42		TONEの設定 ※0=OFF、1=ON	
43		TSQLの設定 ※0=OFF、1=ON	
44		COMPの設定 ※0=OFF、1=ON	
45		MONITORの設定 ※0=OFF、1=ON	
46		VOXの設定 ※0=OFF、1=ON	
47	BK-INの設定 ※0=OFF、1=SEMI BK-IN、2=FULL BK-IN		
48	MANUALノッチの設定 ※0=OFF、1=ON		
49	RTTYフィルターの設定 ※0=OFF、1=ON		
19	00	本機のIDコードを読み込む	
1A	(注1) 00	M-CHの内容設定	
	01	バンドスタッキングレジスターの内容設定	
	02	メモリーキーヤーの内容設定 (注2)	
	03	選択しているフィルター幅の設定 ※0=50Hz~40/31=3600/2700Hz	
	04	選択しているAGC (時定数) の設定 ※0=OFF、1=0.1/0.3sec.~13=6.0/8.0sec.	
05	01	SSB送信音質 (低音) の設定 ※0=最小~10=最大	
	02	SSB送信音質 (高音) の設定 ※0=最小~10=最大	
	03	MONITORゲインの設定 ※0=最小~255=最大	
	04	CWサイドトーン音量の設定 ※0=最小~255=最大	
	05	CWサイドトーン音量リミットの設定 ※0=OFF、1=ON	
	06	ビーブ音の設定 ※0=最小~255=最大	
	07	ビーブ音のリミット設定 ※0=OFF、1=ON	
	08	LCDコントラストの設定 ※0=0%~255=100%	
	09	LCD輝度の設定 ※0=0%~255=100%	
	10	LCD水平同期信号の設定 ※0=1~7=8	
	11	バックライトの設定 ※0=1~7=8	
	12	LCDタイプの設定 ※0=A、1=B、2=C、3=D、4=E、5=F、6=G、7=H	
13	LCD表示書体の設定 ※0=Basic1、1=Basic2、3=Pop、4=7seg、5=Italic1、6=Italic2、7=Classic		
14	メモリーネーム機能の設定 ※0=OFF、1=ON		
15	ネームの設定 ※10文字		
16	タイマーの設定 ※0000~2359		
17	パワーONタイマーの設定 ※0000~2359		
18	パワーOFFタイマーの設定 ※5=5~120=120		
19	マーカ機能の設定 ※0=OFF、1=ON		
20	ビーブ音の設定 ※0=OFF、1=ON		

コマンド	サブ	動作
1A (注1)	05	21 ビープ音(バンドエッジ)の設定 ※0=OFF、1=ON
		22 RF/SQLツマミの機能設定 ※0=Auto、1=SQL、2=RF+SQL
		23 クイックデュアルワッチ機能の設定 ※0=OFF、1=ON
		24 クイックスプリット機能の設定 ※0=OFF、1=ON
		25 スプリットオフセット機能(HF)の設定 ※-4.000~+4.000MHz(→右記参照)
		26 スプリットオフセット機能(50M)の設定 ※-4.000~+4.000MHz(→右記参照)
		27 スプリットロック機能の設定 ※0=OFF、1=ON
		28 AUTOチューン機能の設定 ※0=OFF、1=ON
		29 PTTチューン機能の設定 ※0=OFF、1=ON
		30 ANTセレクト機能の設定 ※0=OFF、1=Manual、2=Auto
		31 RTTYマーカー周波数の設定 ※0=1275Hz、1=1615Hz、2=2125Hz
		32 RTTYシフト幅の設定 ※0=170Hz、1=200Hz、2=425Hz
		33 RTTYキーイング極性の設定 ※0=Normal、1=Reverse
		34 RTTYデコードのUSOS設定 ※0=OFF、1=ON
		35 RTTY改行コードの設定 ※0=CR、LF、CR+LF、1=CR+LF
		36 音声合成の発声言語の設定 ※0=英語、1=日本語
		37 音声合成の発声スピードの設定 ※0=遅い、1=速い
		38 Sメータレベルのスピーチ設定 ※0=OFF、1=ON
		39 メモリーパッドチャンネルの設定 ※0=5ch、1=10ch
		40 メインダイヤルのオートTS設定 ※0=OFF、1=LOW、2=HIGH
		41 マイクU/Dスピードの設定 ※0=遅い、1=速い
		42 CI-Vトランシーブの設定 ※0=OFF、1=ON
		43 CI-V 731モード(周波数データ)の設定 ※0=OFF、1=ON
		44 送信電波スコープ表示機能の設定 ※0=OFF、1=ON
		45 スコープピークホールド機能の設定 ※0=OFF、1=ON
		46 ボイスメモリーモニター機能の設定 ※0=OFF、1=ON
		47 001数字による略語化の設定 ※0=Normal、 1=190→ANO、2=90→ON、3=190→ANT、4=90→NT
		48 001トリーガチャンネルの設定 ※1=M1~4=M4
		49 001カウンター値の設定 ※1~9999
		50 メモリーキーヤー送出時のリピート時間設定 ※1=1sec.~60=60sec.
		51 ドット/ダッシュのウェイト長の設定 ※28=1:1.28~45=1:1.45
		52 送信電波がエンベロープ(定格出力になるまで)の時間設定 ※0=2msec、1=4msec、2=6msec、3=8msec
		53 バトル極性の設定 ※0=Normal、1=Reverse
		54 キーヤータイプの設定 ※0=Straight、1=BUG-KEY、2=ELEC-KEY
		55 MIC U/Dをバトル代用の設定 ※0=OFF、1=ON
		56 SCANスピードの設定 ※0=遅い、1=速い
		57 SCANレジュームの設定 ※0=OFF、1=ON
		58 VOXゲインの設定 ※0=最小~255=最大
		59 アンチボックスゲインの設定 ※0=最小~255=最大
		60 VOXディレイタイムの設定 ※0=0.0sec.~20=2.0sec.
		61 RTTYフィルター使用時の通過帯域幅の設定 ※0=250Hz、1=300Hz、2=350Hz、3=500Hz、4=1kHz
		62 RTTYツインピークフィルターの設定 ※0=OFF、1=ON
		63 タイマー機能(有効/無効)の設定 ※0=OFF、1=ON

コマンド	サブ	動作	
1A (注1)	05	64 DSPフィルタータイプの設定 ※0=SSB:sharp CW:sharp、1=SSB:sharp CW:soft、 2=SSB:soft CW:sharp、3=SSB:soft CW:soft	
		65 クイックRIT/ΔTXのクリア設定 ※0=OFF、1=ON	
		66 SSB/CW周波数シフト機能の設定 ※0=OFF、1=ON	
		67 CWモードのキャリアポイント設定 ※0=LSB、1=USB	
		68 外部キーパッドの設定 ※0=OFF、 1=KEYER SEND、2=VOICE PLAY(TX)、3=Auto	
		69 NBレベルの設定 ※0=最小~255=最大	
		06 DATAモードの設定 ※0=OFF、1=ON	
		07 SSB送信帯域幅の設定 ※0=WIDE、1=MID、2=NAR	
		1B (注1)	00 レピータ用トーン周波数の設定
		01 トーンスケルチ用トーン周波数の設定	
1C (注1)	00 送受信の切り替え ※0=受信、1=送信		

(注1) 書き込み以外に、読み込みも可能です。

(注2) カウンターを挿入するときは、他のチャンネルのカウンターをクリアしてから挿入してください。

●バンド、周波数、バンドスタッキングレジスターコード表

コード	バンド	周波数範囲 (MHz)
01	1.8	1.800000~ 1.999999
02	3.5	3.400000~ 4.099999
03	7	6.900000~ 7.499999
04	10	9.900000~ 10.499999
05	14	13.900000~ 14.499999
06	18	17.900000~ 18.499999
07	21	20.900000~ 21.499999
08	24	24.400000~ 25.099999
09	28	28.000000~ 29.999999
10	50	50.000000~ 54.000000
11	GENE	上記以外

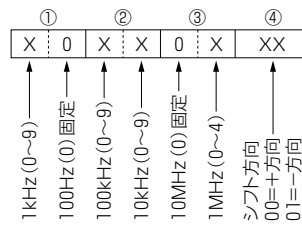
呼び出し順位

コード	呼び出し番号
01	1(最上位)
02	2
03	3(最下位)

バンドスタッキングの内容を設定/読み込みには、左記を参照して、周波数帯コードと、上記の呼び出しコードを併せて入力します。

【例】21MHz帯で運用で古い情報(最下位)を指定するときは、「0703」と入力します。

●FMスプリット周波数(HF/50MHz)のセット



FMスプリット周波数は、左記のデータに従って設定/読み込みを行ってください。

●メモリーキーヤーの入力文字コード表

キャラクタ	ASCIIコード	説明
0~9	30~39	数字
A~Z	41~5A	英字
a~z	61~7A	英字
スペース	20	スペース(文章末尾以降はデータ無しと同じ)
/	2F	記号
?	3F	記号
.	2C	記号
.	2E	記号
^	5E	記号
*	2A	コンタクトナンバーの挿入(何れかの1CHに設定する)

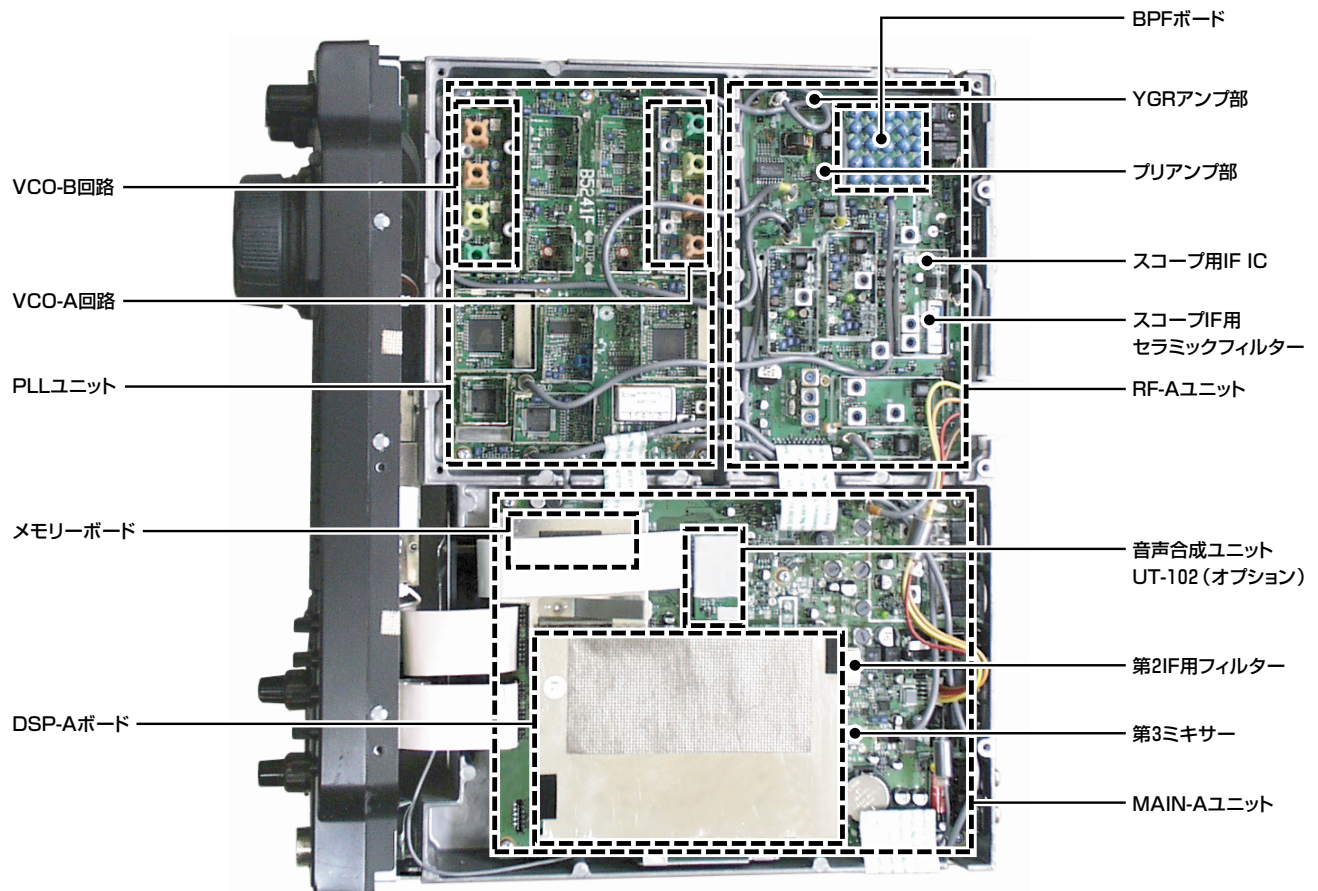
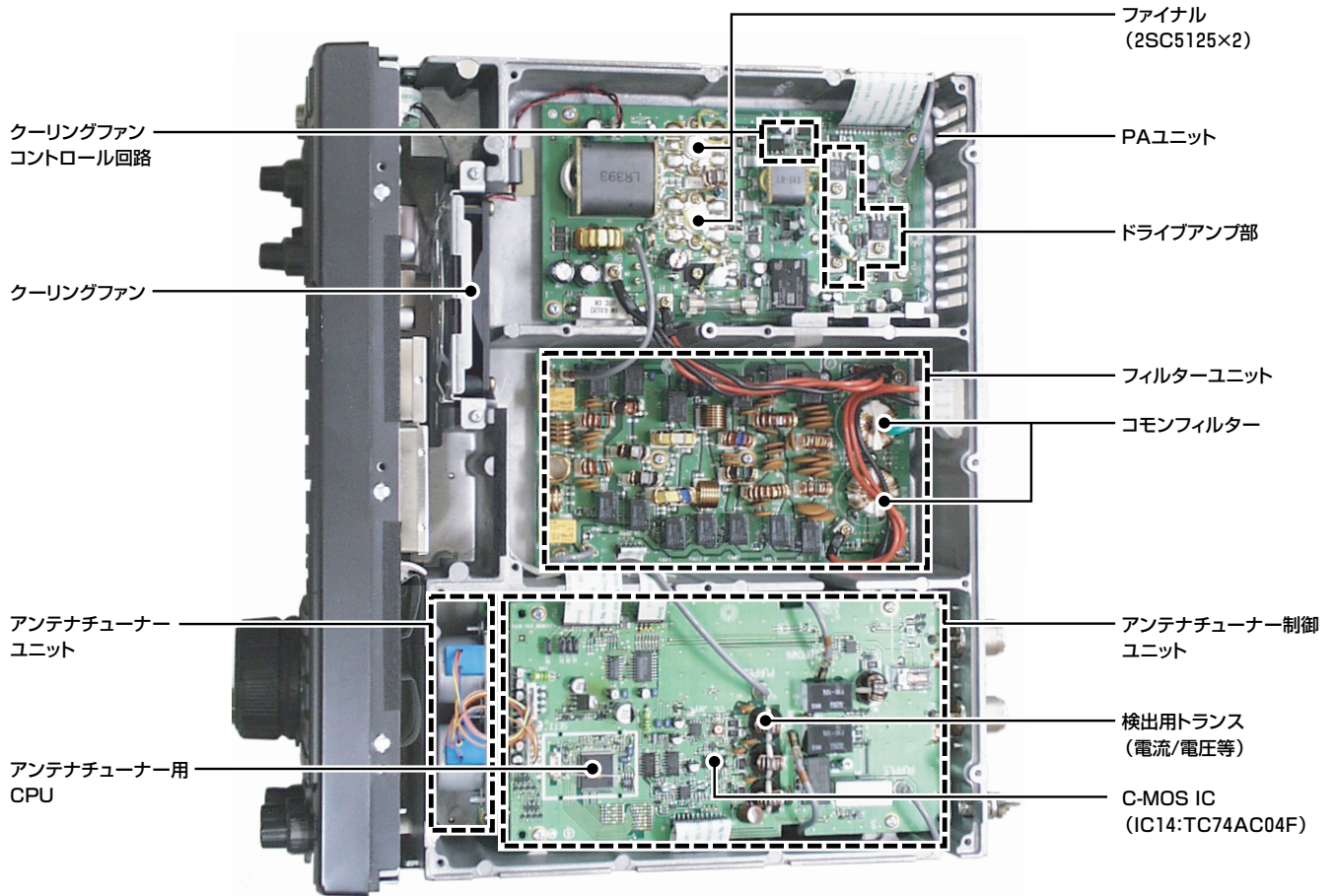
●メモリーネームの入力文字コード表

キャラクタ	ASCIIコード	説明
0~9	30~39	数字
A~Z	41~5A	英字
a~z	61~7A	英字
スペース	20	スペース
-	2D	記号
.	2E	記号
/	2F	記号

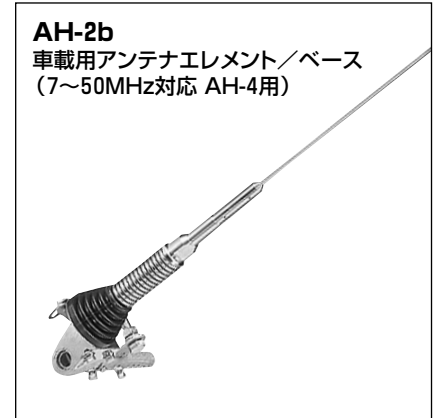
●メモリーネームのチャンネルコード表

コード	チャンネル番号
01	M1
02	M2
03	M3
04	M4

## 8. 内部解説



## 9. グレードアップオプション群



# 10. 定格

## 10-1 一般仕様

<b>受信周波数範囲</b>	動作範囲： 0.030000~60.000000MHz 保証範囲： 0.500000~29.999999MHz 50.000000~54.000000MHz	<b>電波の型式</b>	LSB/USB (A3J)、CW (A1)、 RTTY (F1)、AM (A3)、FM (F3)
<b>送信周波数範囲</b>	1.9MHz帯： 1.8100~1.8250MHz 1.9075~1.9125MHz 3.5MHz帯： 3.5000~3.5750MHz 3.8MHz帯： 3.7470~3.7540MHz 3.7910~3.8050MHz 7MHz帯： 7.0000~7.1000MHz 10MHz帯：10.1000~10.1500MHz 14MHz帯：14.0000~14.3500MHz 18MHz帯：18.0680~18.1680MHz 21MHz帯：21.0000~21.4500MHz 24MHz帯：24.8900~24.9900MHz 28MHz帯：28.0000~29.7000MHz 50MHz帯：50.0000~54.0000MHz 4630kHz	<b>メモリーチャンネル数</b>	101チャンネル (スキャンエッジ2CHを含む)
		<b>アンテナインピーダンス</b>	50Ω不平衡
		<b>アンテナ端子</b>	HF/50MHz帯用:M型2系統 受信専用:RCA型1系統
		<b>電源電圧</b>	DC13.8V ±15%
		<b>接地方式</b>	マイナス接地
		<b>使用温度範囲</b>	-10~+50℃
		<b>周波数安定度</b>	常温一定にて電源オン1分後より ±0.5ppm (-10~+50℃) 以内
		<b>周波数分解能</b>	最小1Hz
		<b>消費電流</b>	受信待ち受け時 (TYP): 3A 受信音量最大時 (TYP): 3.5A 送信出力最大時: 23A
		<b>外形寸法</b>	340 (W) × 111 (H) × 285 (D) mm (突起物を除く)
		<b>重量</b>	約9.6kg

## 10-2 送信部

<b>送信出力</b>	SSB/CW/RTTY/FM : 100W~5W以下 A M: 40W~5W以下	<b>スプリアス発射強度</b>	-50dB以下 (HF帯) -60dB以下 (50MHz帯)
<b>変調方式</b>	SSB: 数値演算型平衡変調 A M: 数値演算型低電力変調 F M: 数値演算型周波数変調	<b>搬送波抑圧比</b>	40dB以上
		<b>不要側波帯抑圧比</b>	55dB以上
		<b>マイクロホンインピーダンス</b>	600Ω
		<b>ΔTX可変範囲</b>	±9.999kHz

## 10-3 受信部

<b>受信方式</b>	トリプルスーパーヘテロダイン方式	<b>スケルチ感度</b>	SSB/CW/RTTY/AM +15dBμ以下 (プリアンプ OFF時)
<b>中間周波数</b>	第一: 64.455MHz 第二: 455kHz 第三: 36kHz	<b>FM</b>	0dBμ以下 (プリアンプ OFF時)
<b>受信感度 (TYP)</b>	SSB/CW/RTTY (10dB S/N時) 1.8~29.99MHz -16dBμ (プリアンプ1 ON時) 50~54MHz -18dBμ (プリアンプ2 ON時) AM (10dB S/N時) 500kHz~1.799999MHz +22dBμ (プリアンプ OFF時) 1.8~29.99MHz +6dBμ (プリアンプ1 ON時) 50~54MHz 0dBμ (プリアンプ2 ON時) FM (12dB SINAD時) 28~29.99MHz -6dBμ (プリアンプ1 ON時) 50~54MHz -10dBμ (プリアンプ2 ON時)	<b>選 択 度 (代表値)</b>	SSB/RTTY (BW: 2.4kHz) 2.4kHz以上/-6dB、3.2kHz以下/-40dB 3.6kHz以下/-60dB、4.3kHz以下/-80dB CW (BW: 500Hz) 500Hz以上/-6dB、700Hz以下/-60dB AM (BW: 6kHz) 6.0kHz以上/-6dB、15kHz以下/-60dB FM (BW: 15kHz) 12kHz以上/-6dB、20kHz以下/-60dB
		<b>スプリアス妨害比</b>	70dB以上 (50MHz帯の中間周波妨害比を除く)
		<b>低周波出力</b>	2.0W以上 (13.8V、8Ω負荷、10%歪率時)
		<b>低周波負荷インピーダンス</b>	8Ω
		<b>RIT可変範囲</b>	±9.999kHz

## 10-4 アンテナチューナー部

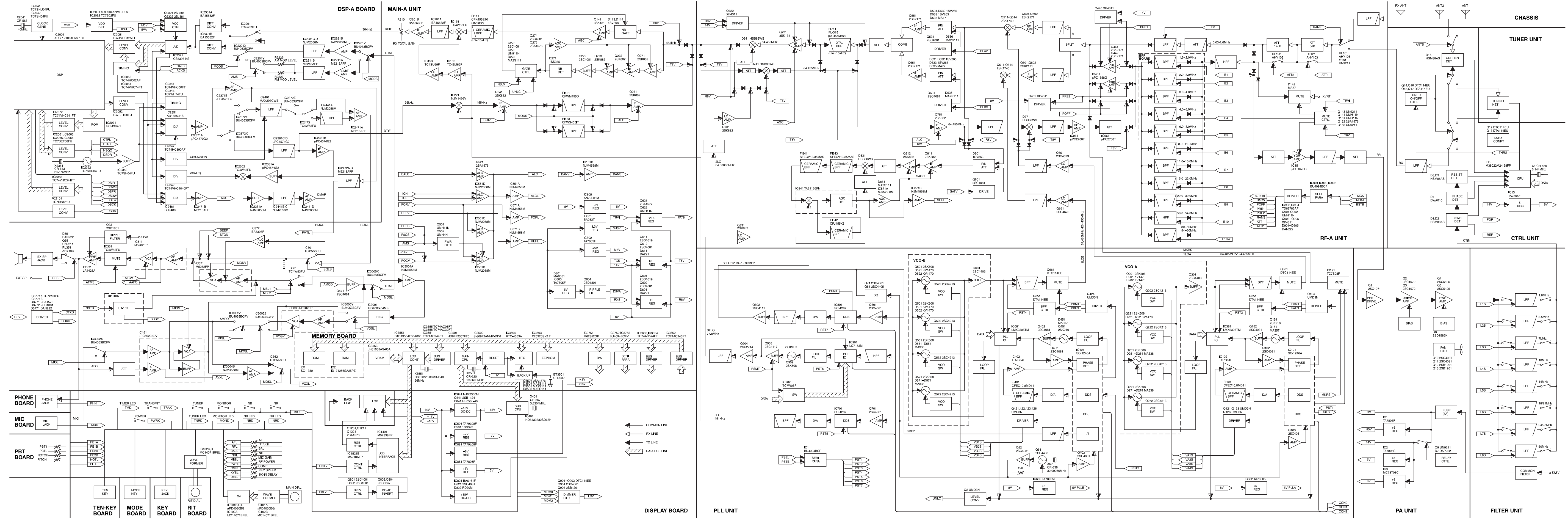
<b>出力整合範囲</b>	H F 帯: 16.7~150Ω 不平衡 (VSWR1:3以内) 50MHz帯: 20~125Ω 不平衡 (VSWR1:2.5以内)	<b>最小動作電力</b>	H F 帯: 8W 50MHz帯: 15W
<b>定格入力電力</b>	100W	<b>整合精度</b>	VSWR1: 1.5以下 (モーター停止SWR値)
		<b>挿入損失</b>	1.0dB以下 (整合状態にて)

●測定値はJAlA (日本アマチュア無線機器工業会) で定めた測定法によります。●定格、外観、仕様などは、改良のため、予告なく変更することがあります。  
●IC-756PRO II のTFTカラー液晶表示は、画面の一部に点灯しない画素や常時点灯する画素を含む場合がありますが、故障ではありませんのであらかじめご了承ください。





# 11. ブロックダイアグラム



# HF機のサポート体制を さらに強化



通常の修理以外のサポートを対象に実施している「iUSE®」(アイ・ユーズ)には、スタート以来、アンテナ及び無線機の設置、無線局の申請や検査、無線機の各種特性等について、様々なご相談・ご質問をいただいています。今後も、皆様のアマチュア無線ライフをしっかりとサポートさせていただきます。お気軽にご連絡下さい。

## 〈お問い合わせ方法〉

- 【1】電子メール：[i\\_use@icom.co.jp](mailto:i_use@icom.co.jp)
- 【2】フリーダイヤル：0120-03-3423 (平日／9:00～17:00)
- 【3】FAX：06-6793-3336 (24時間受付)
- 【4】郵 送：〒547-0004 大阪市平野区加美鞍作1-6-19  
アイコム株式会社 iUSE係

●アイコム株式会社、アイコム、Icom Inc.、ICOMロゴ、i USE、i USEロゴ、デュアルワッチ、DPSN、PBTは、アイコム株式会社の登録商標です。

**アイコム株式会社** 〈東証1部、大証1部上場〉 本 社 547-0003 大阪市平野区加美南1丁目1-32 <http://www.icom.co.jp/> 高品質がテーマです。

■ 信用とアフターサービスの店

北海道営業所	060-0041	札幌市中央区大通東9丁目14	TEL 011-251-3888
仙台営業所	983-0857	仙台市宮城野区東十番丁54-1	TEL 022-298-6211
東京営業所	130-0021	東京都墨田区緑1丁目22-14	TEL 03-5600-0331
名古屋営業所	466-0015	名古屋市昭和区御器所通2丁目24	TEL 052-842-2288
大阪営業所	547-0004	大阪市平野区加美鞍作1丁目6-19	TEL 06-6793-0331
広島営業所	733-0842	広島市西区井口3丁目1-1	TEL 082-501-4321
四国営業所	760-0071	高松市藤塚町3丁目19-43	TEL 087-835-3723
九州営業所	815-0032	福岡市南区塩原4丁目5-48	TEL 092-541-0211



**注意**

正しく安全にお使いいただくため、  
ご使用前に必ず「取扱説明書」  
をよくお読みください。

- 定格・仕様・外観等は改良のために予告なく変更することがあります。
- 製品の色は印刷の関係上、実際のものと多少違うことがあります。