FM電波が耳に聞こえるまで

感度だけじゃないぞ!
～レシーバーの基本性能って何だ?～

JAIA技術委員会

代表的な受信回路構成の種類

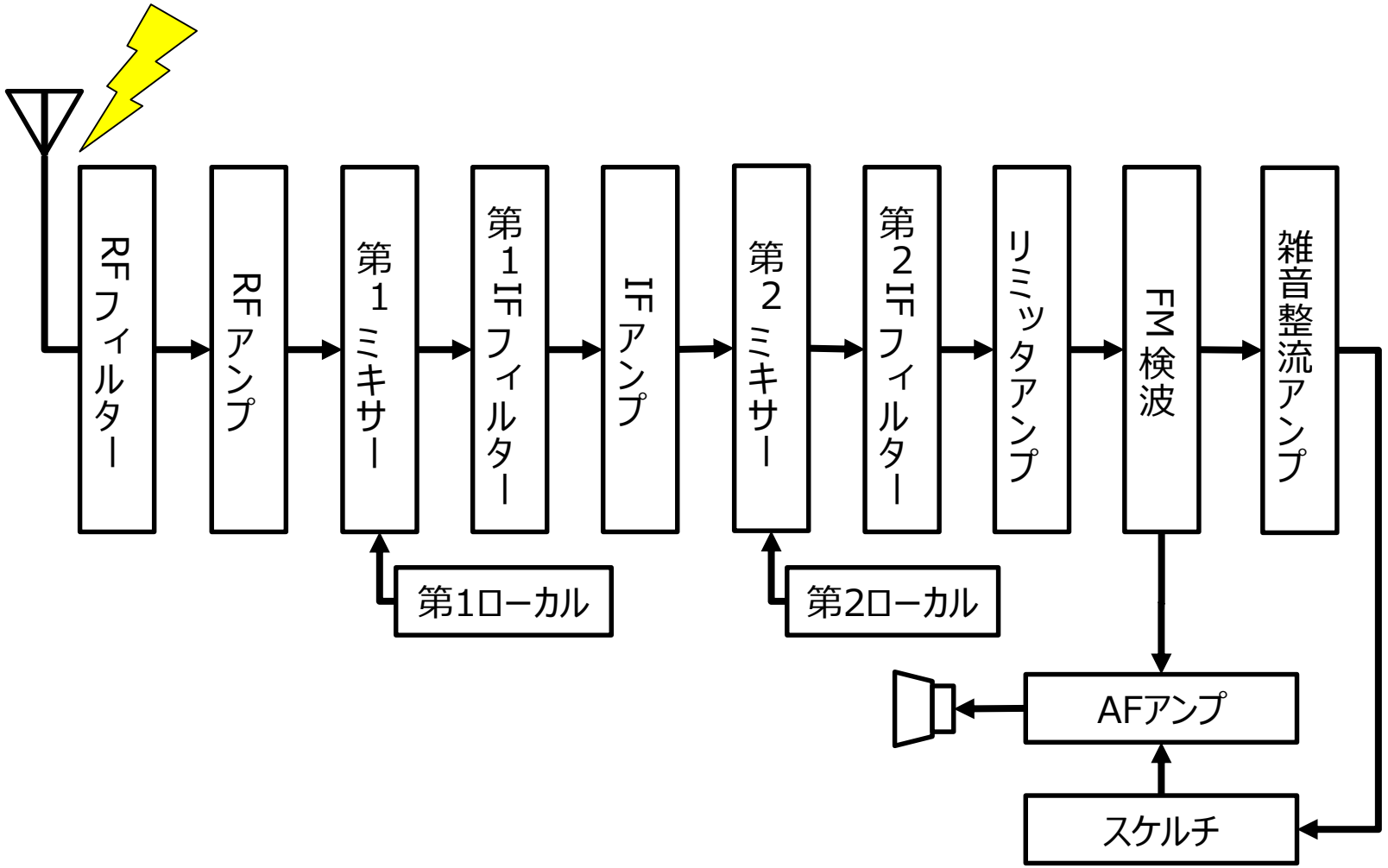
＊鉱石検波、ストレート、レフレックス、超再生

＊SDR＝ソフトウエア デファインド レディオ

＊ダイレクト・コンバージョン

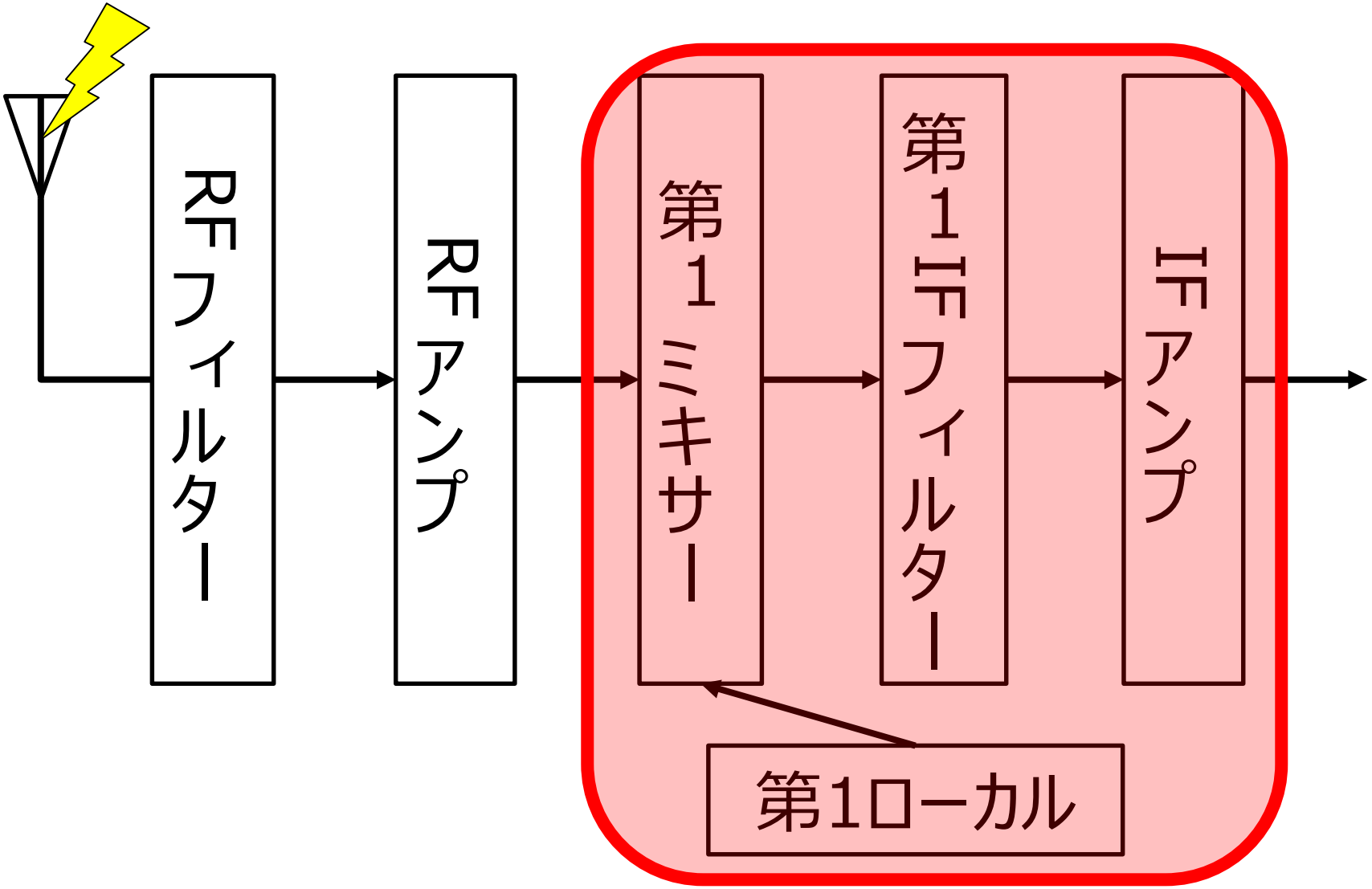
＊スーパーヘテロダイン

一般的なFM受信機のブロック図

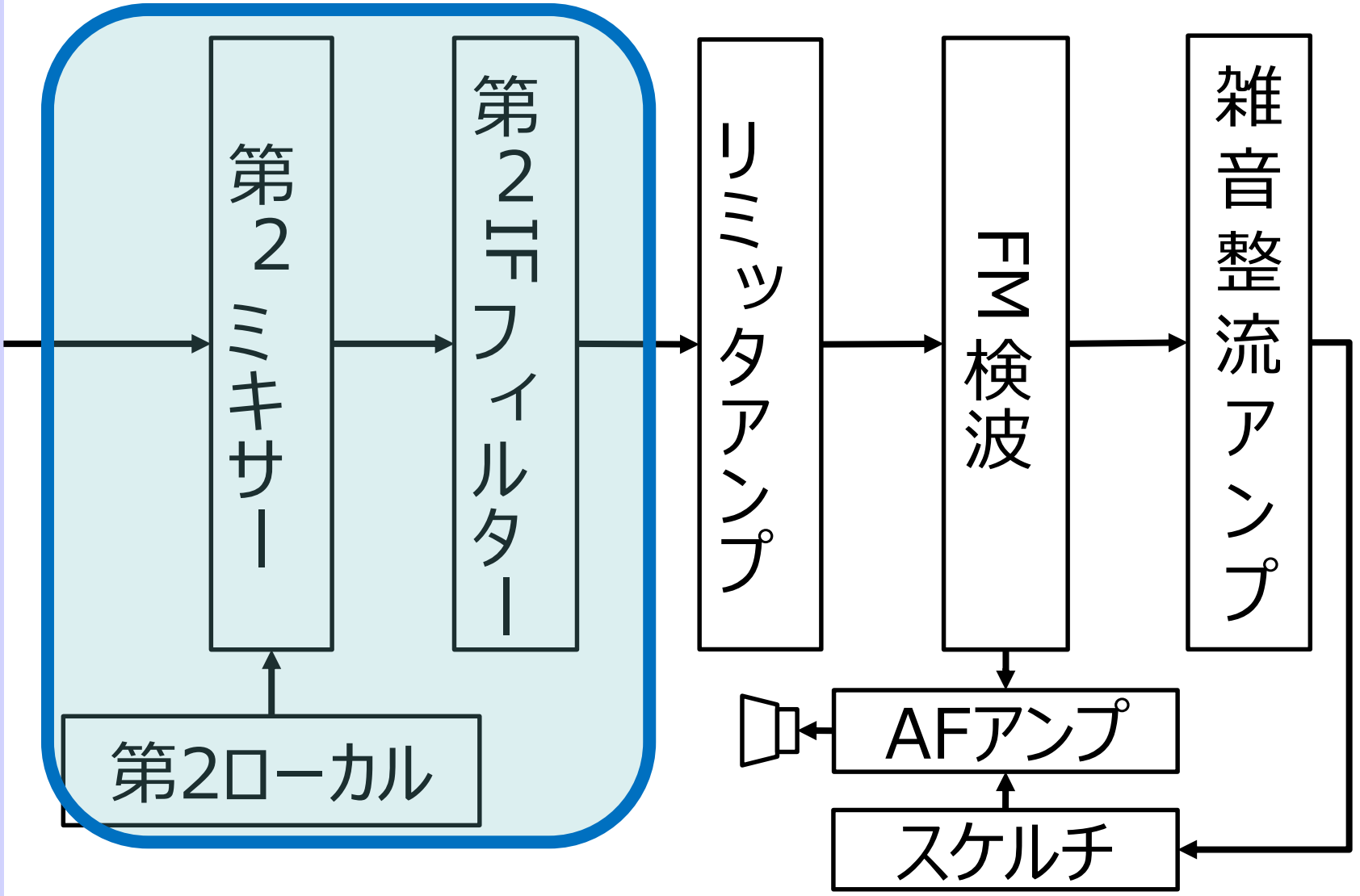


ダブルスーパーヘテロダイン

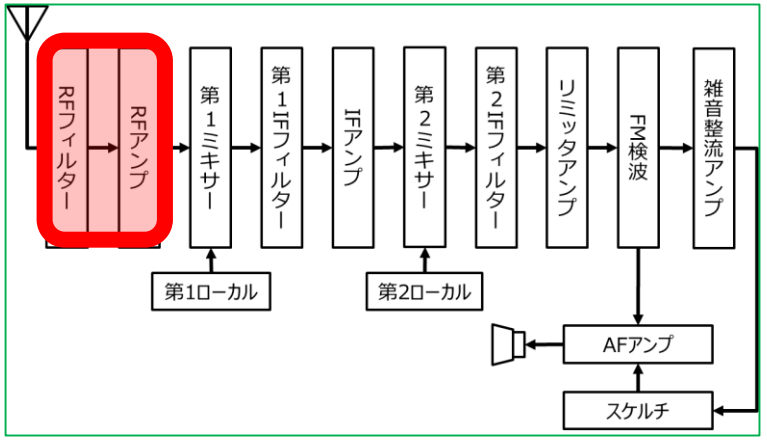
一般的なFM受信機のブロック図(フロントエンド)



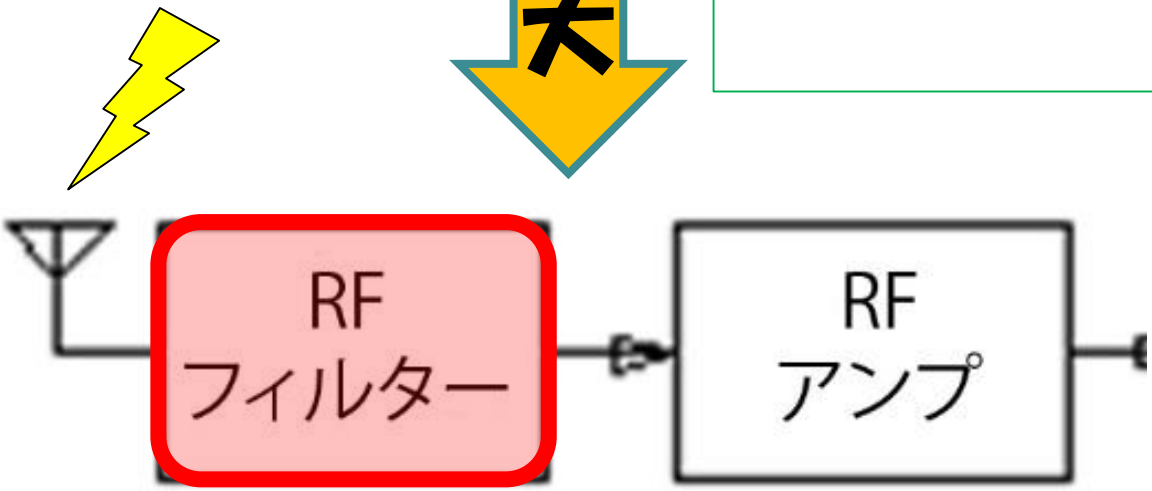
一般的なFM受信機のブロック図(バックエンド)



RFフィルター

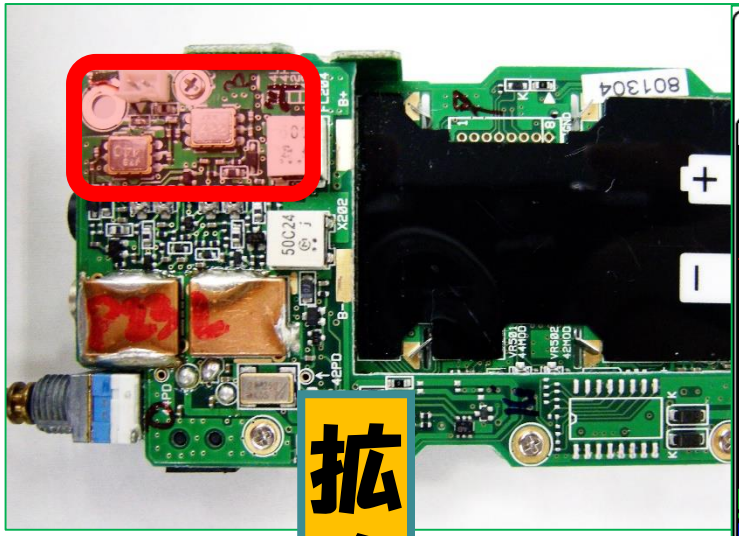


拡大

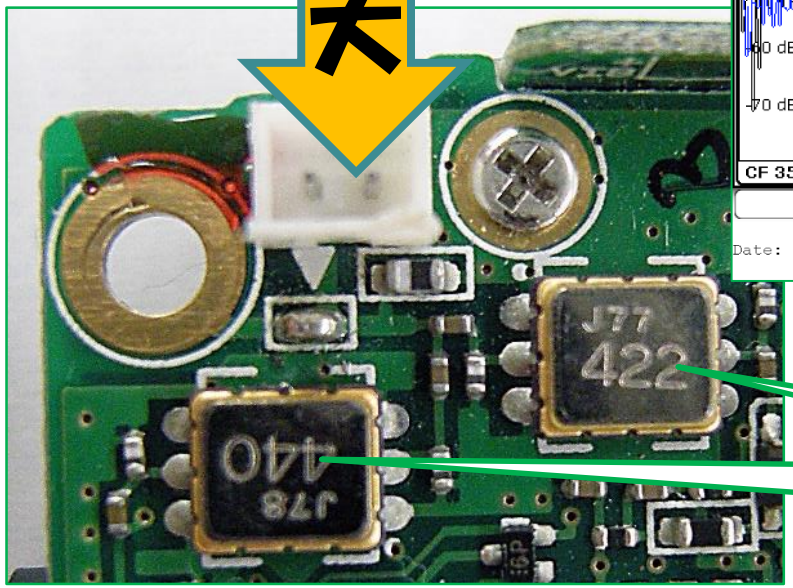


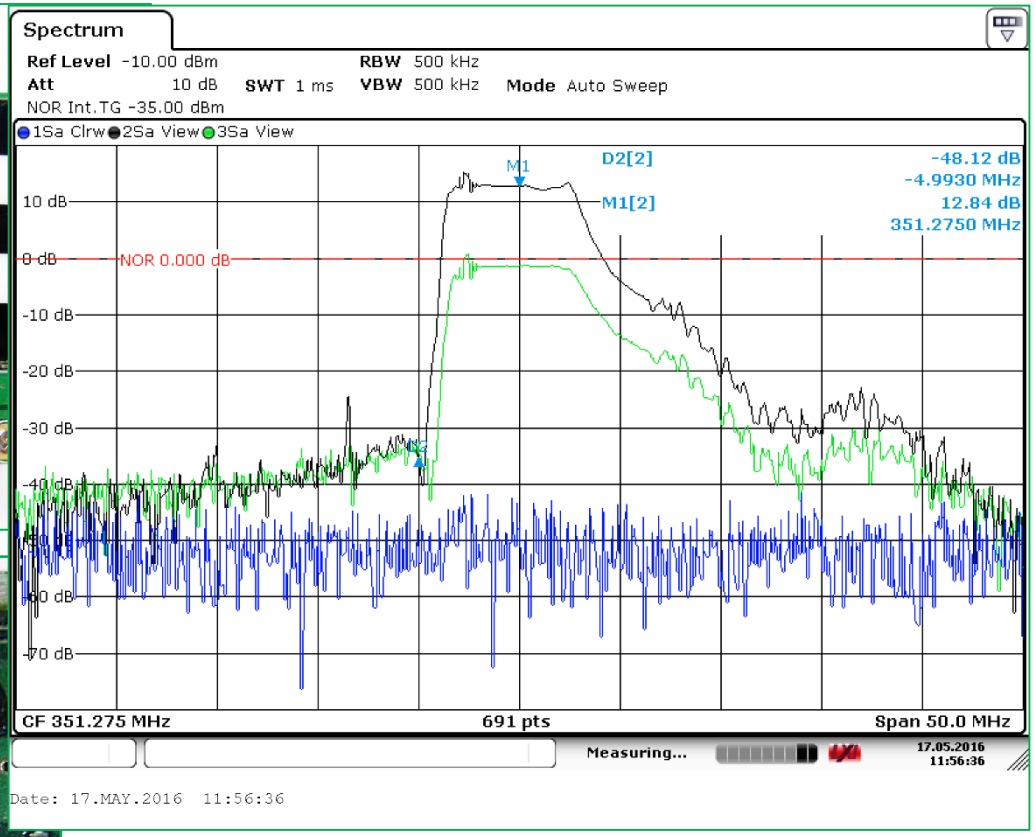
フィルター特性の例

RFフィルター(SAWフィルター)



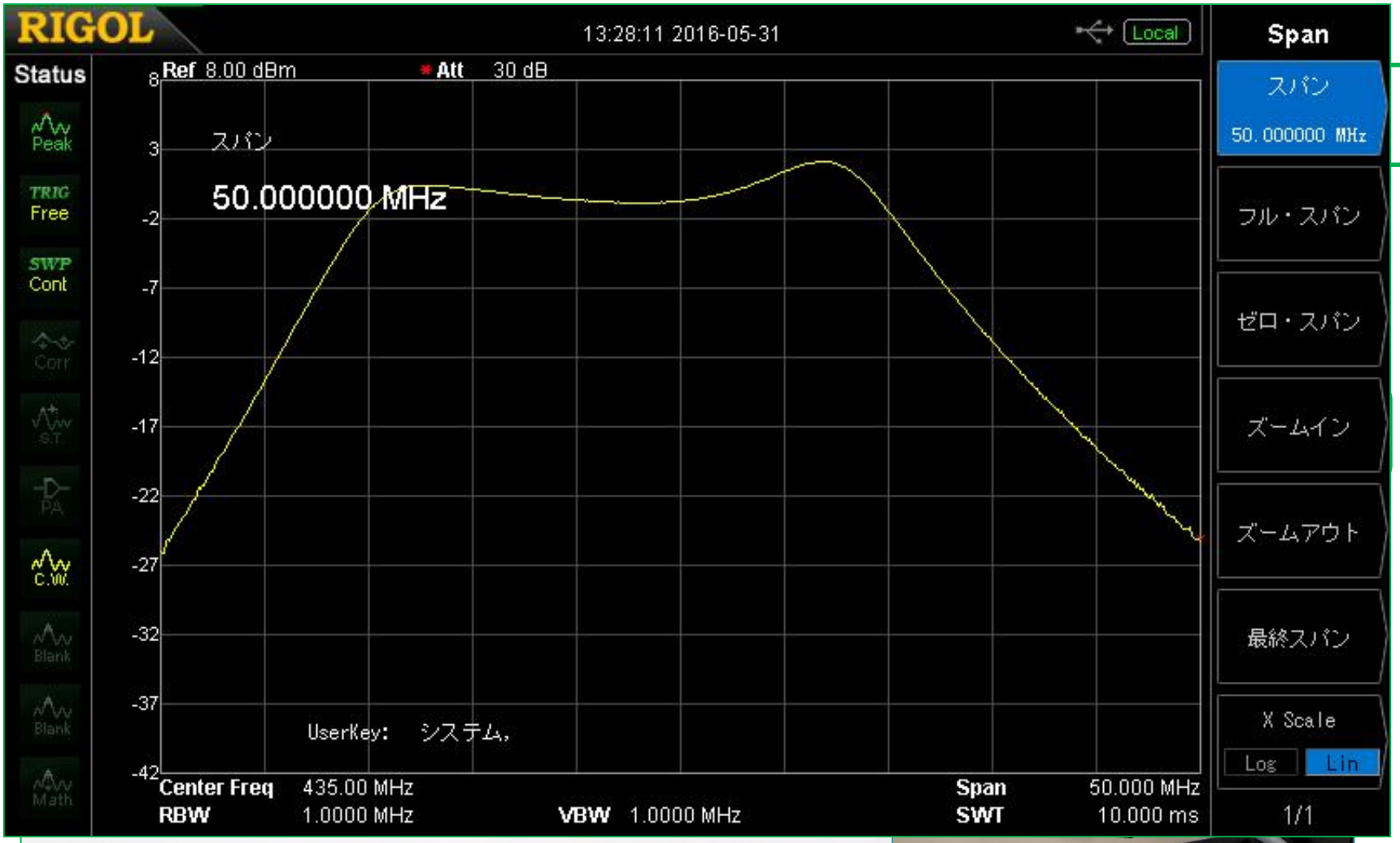
拡大





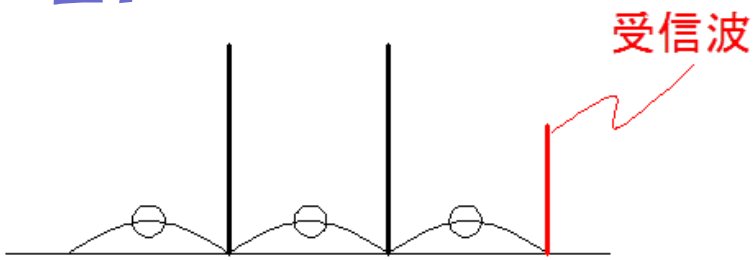
SAWフィルター

RFフィルター(LCフィルター,ヘリカルフィルター)



RFアンプと相互変調ひずみ

図1



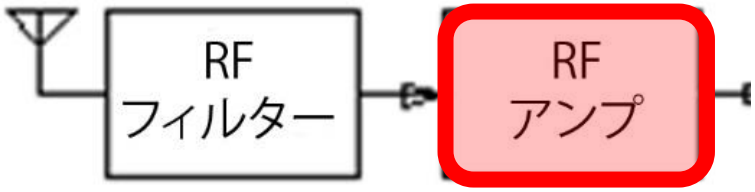


図2

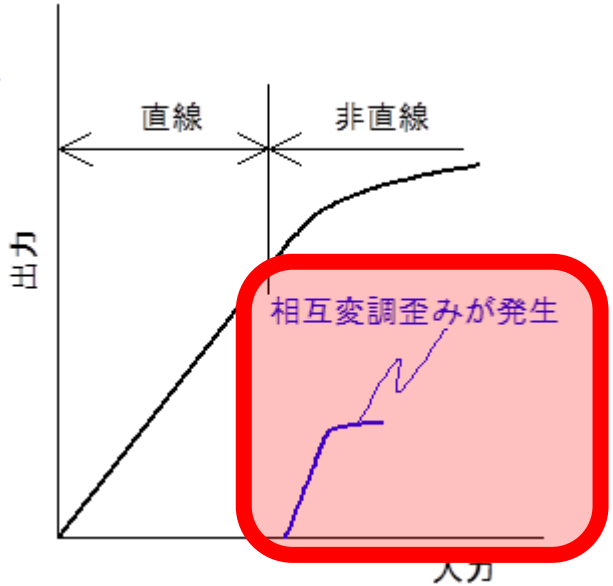
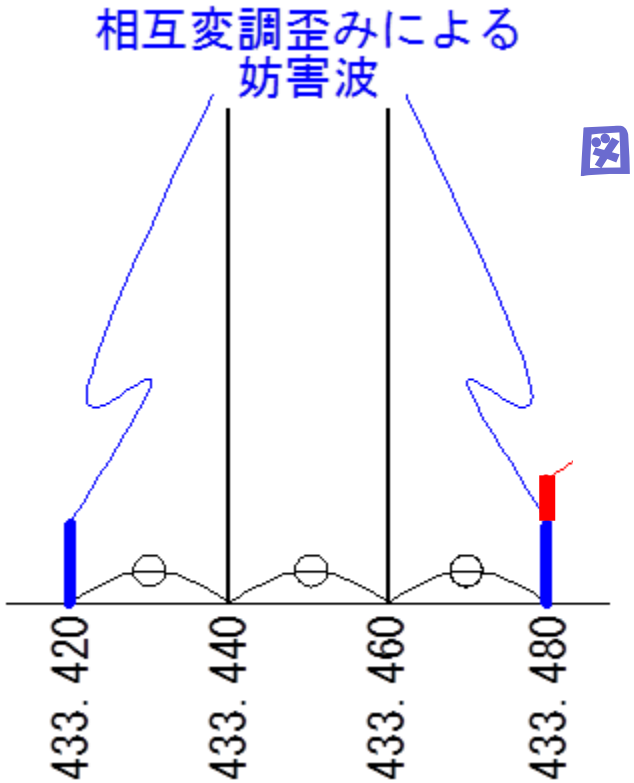
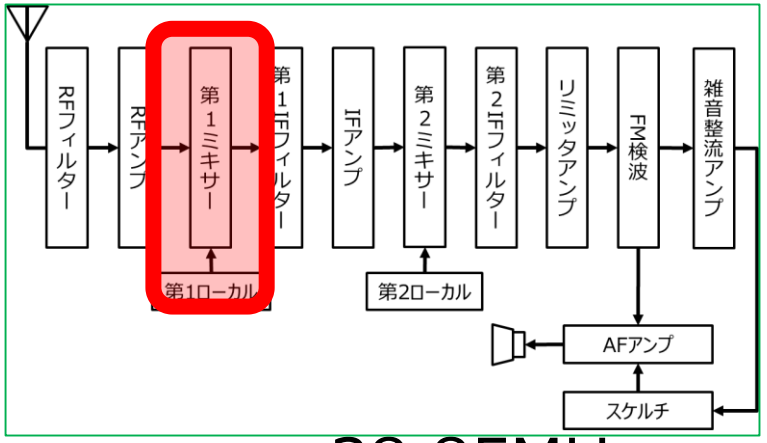


図3



第一ミキサーと第一ローカル



受信信号の周波数
144.55MHz

222.25MHz

ミキサー

38.85MHz
第一IF
327.95MHz

アッパーローカル周波数
183.40MHz

222.25-183.40= 38.85MHz

222MHzバンドプラン

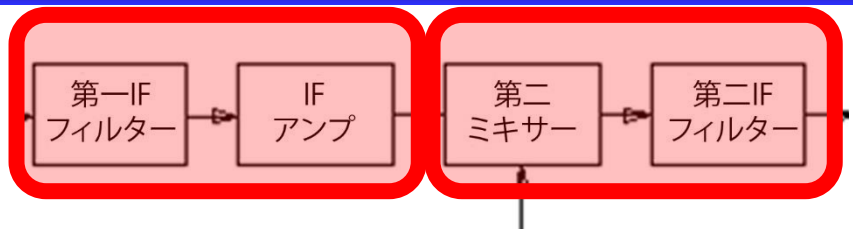
1.25 Meters (222-225 MHz)

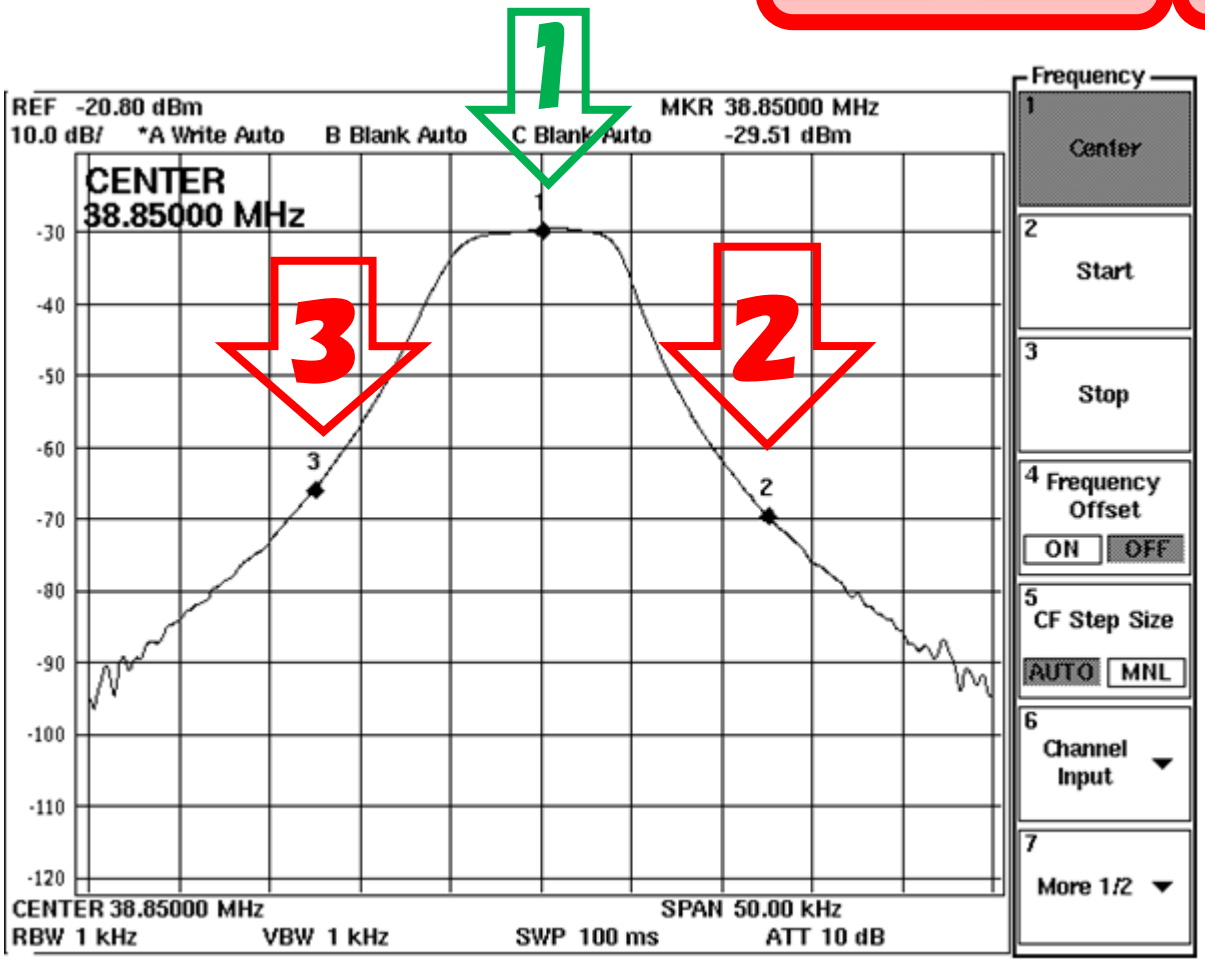
222.0-222.150	Weak-signal modes
222.0-222.025	EME
222.05-222.06	Propagation beacons
222.1	SSB & CW calling frequency
222.10-222.15	Weak-signal CW & SSB
222.15-222.25	Local coordinator's option; weak signal, ACSB, repeater inputs, control
222.25-223.38	FM repeater inputs only
223.40-223.52	FM simplex
223.52-223.64	Digital, packet
223.64-223.70	Links, control
223.71-223.85	Local coordinator's option; FM simplex, packet, repeater outputs
223.85-224.98	Repeater outputs only

Note: The 222 MHz band plan was adopted by the ARRL Board of Directors in July 1991.

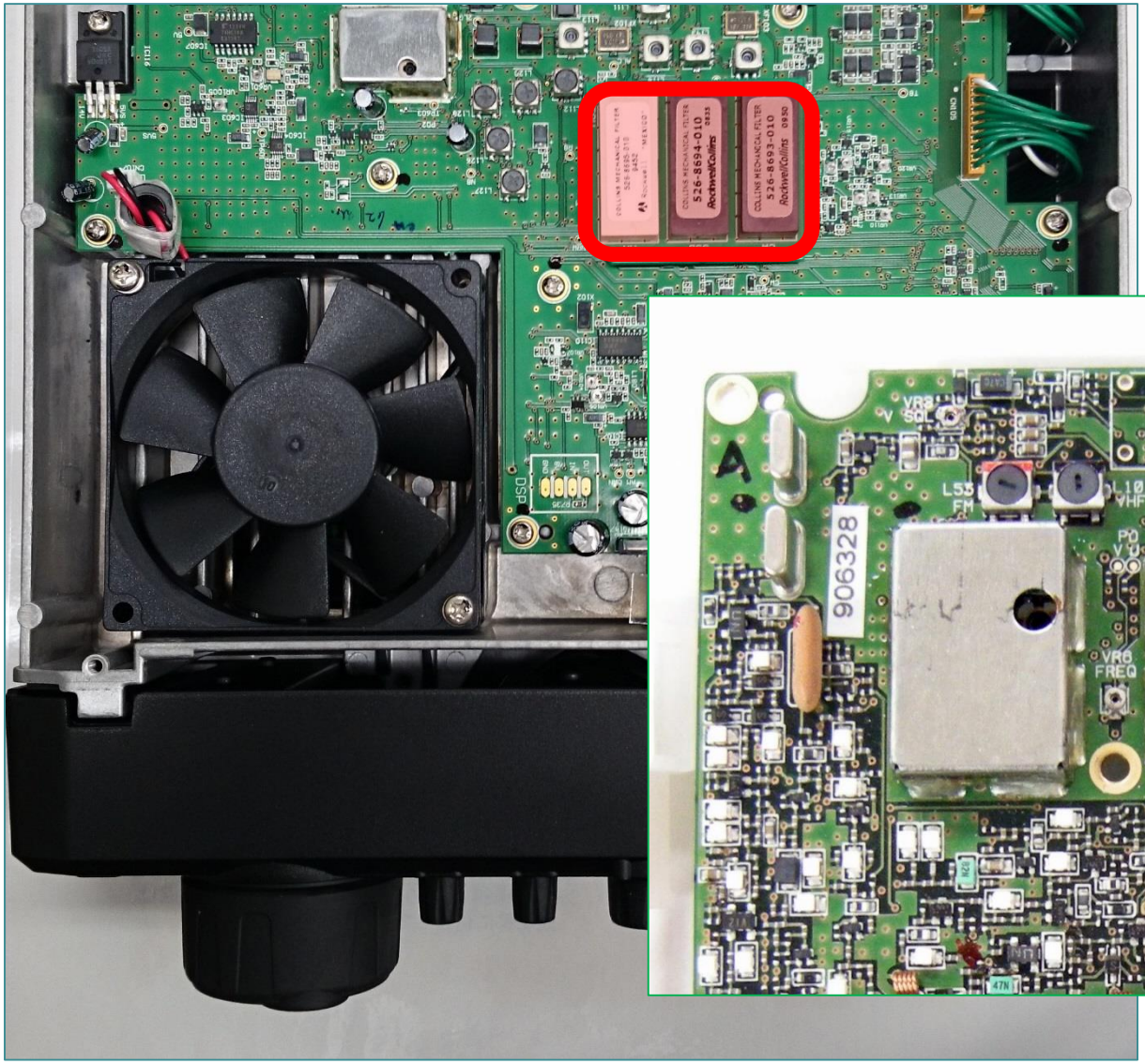
← FMレピーター
アップリンク

第一IFフィルターから第二フィルター

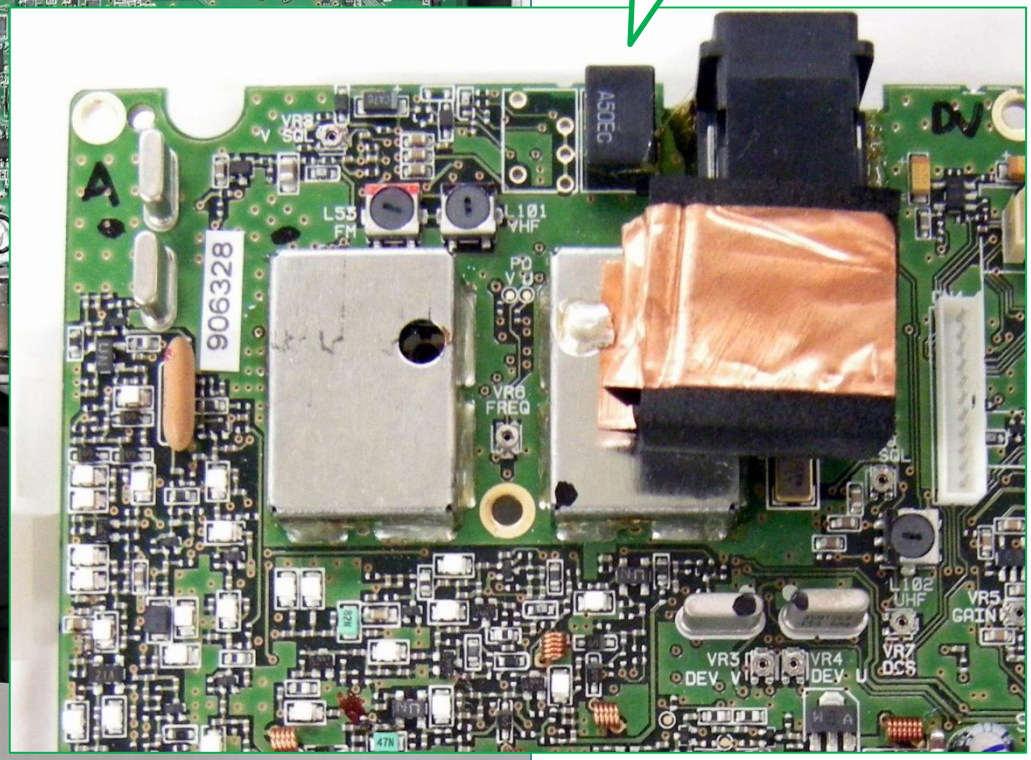




第一IFフィルターから第二フィルター

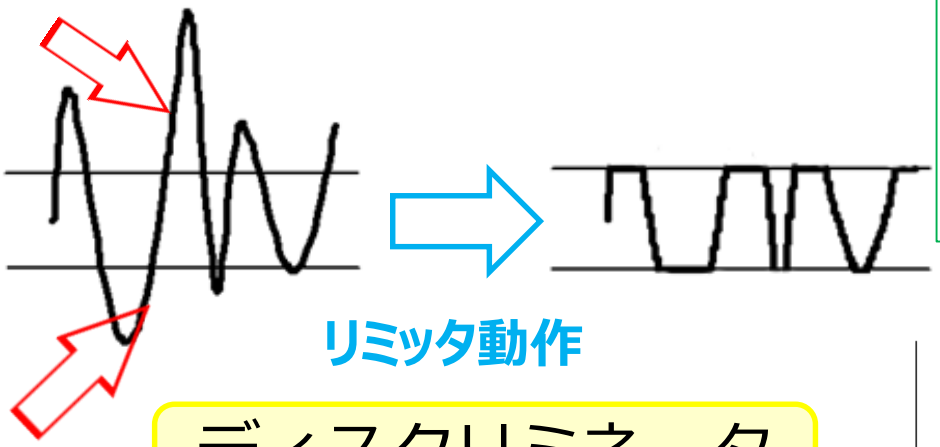


セラフィル

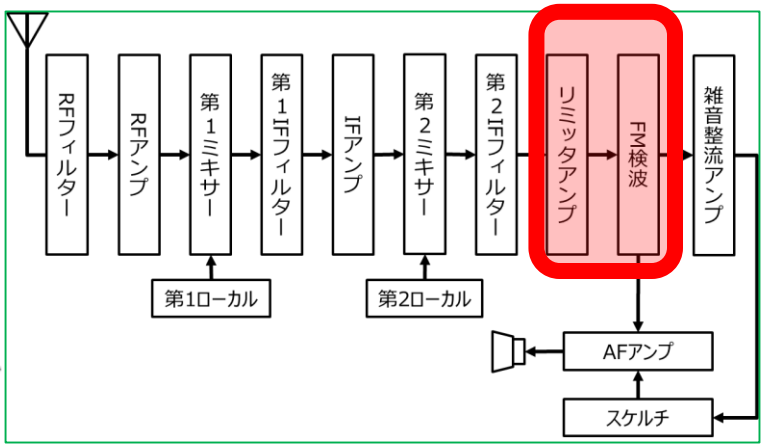


リミッタアンプと検波

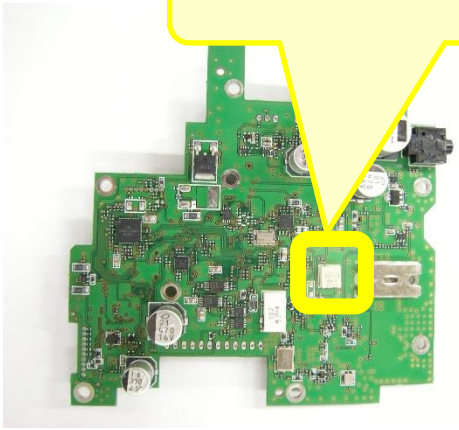
AM（振幅変調）成分

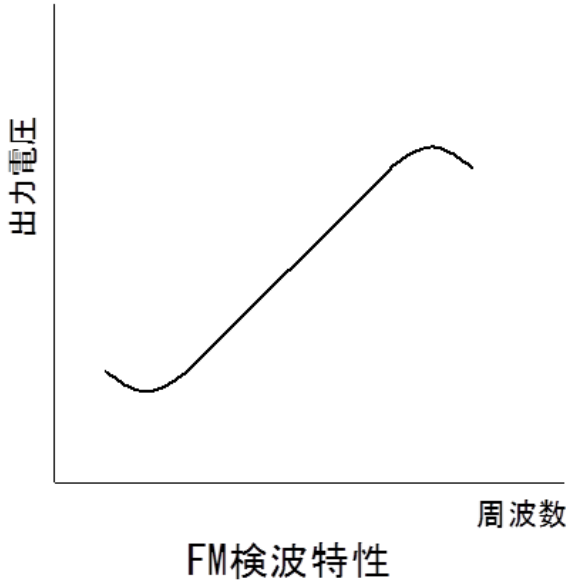


リミッタ動作



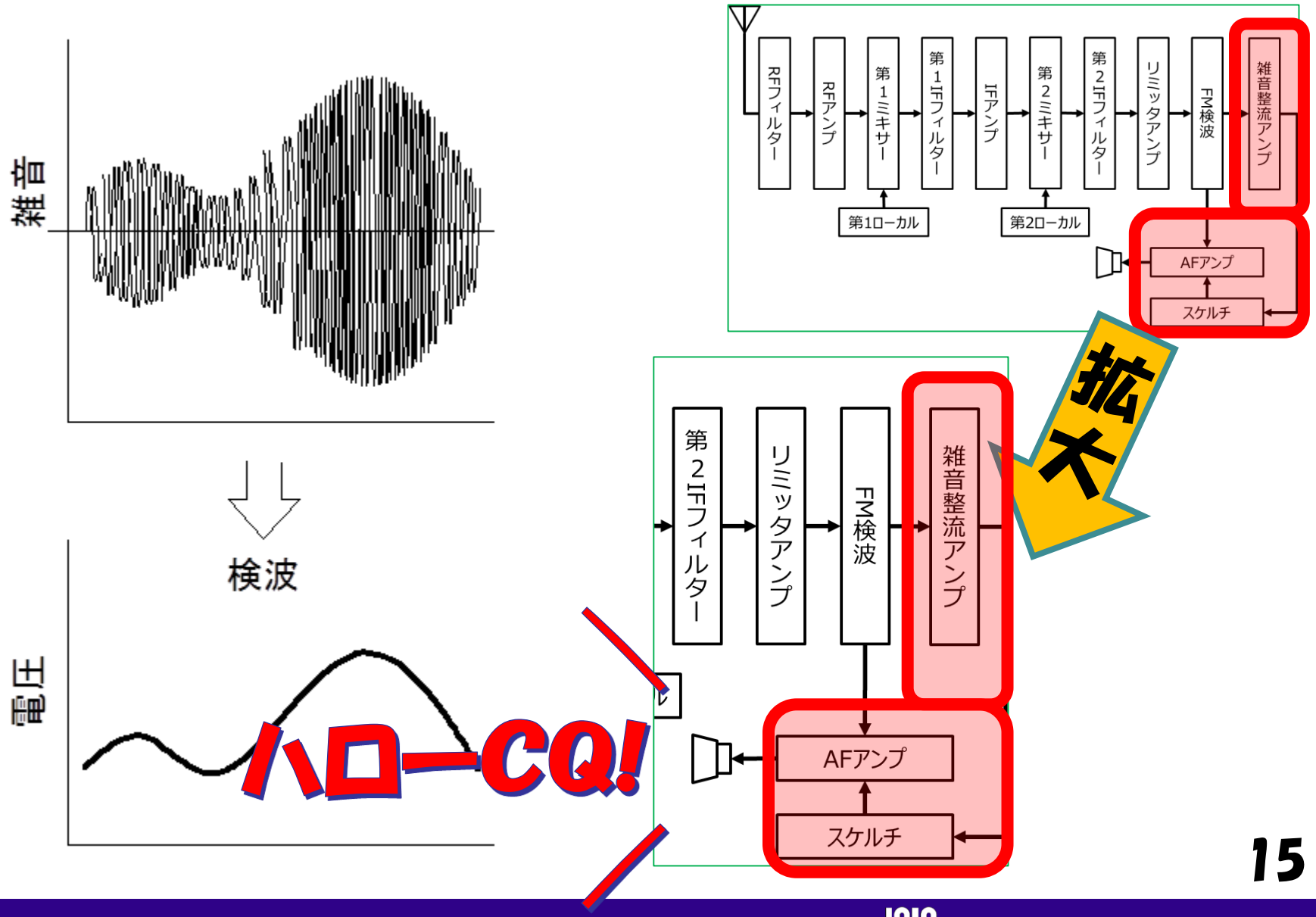
ディスクリミネータ





FM検波特性

スケルチとAF(オーディオ)アンプ



良いFM受信機に求められるスペック

1:「感度」とS/Nのバランス

2:イメージ、抑圧、相互変調などの
妨害に強い

DJ-G7の調整モード

12dB SINADの測定音

JAIA規格(抜粋) 受信感度

3)　感度

FMの場合にはSINADで表示し、加えて信号対雑音比(S/N)または、雑音抑圧感度(NQL)をも併記してもよい。SSB、CW、AMの場合のS/N表示においては、10dB S/Nを得るのに必要な入力電圧で表示する。

入力電圧はdBμの値の後に（ ）を付し、μVの値を付記する。（以下同じ）

例 1.　12 dB SINAD　　-6 dBμ（0.5 μV）以下
　　20 dB NQL　　-3 dBμ（0.71 μV）以下

例 2.　FM　12 dB SINAD　　-6 dBμ（0.5 μV）以下
　　20 dB NQL　　-3 dBμ（0.71 μV）以下
　　SSB、CW　10dB S/N　-16 dBμ（0.16 μV）以下
　　AM　　10dB S/N　-9 dBμ（0.35 μV）以下

例 3.　DV　BER 1%（PN9 4.8 kbps）　－11 dBμ（0.28 μV）以下

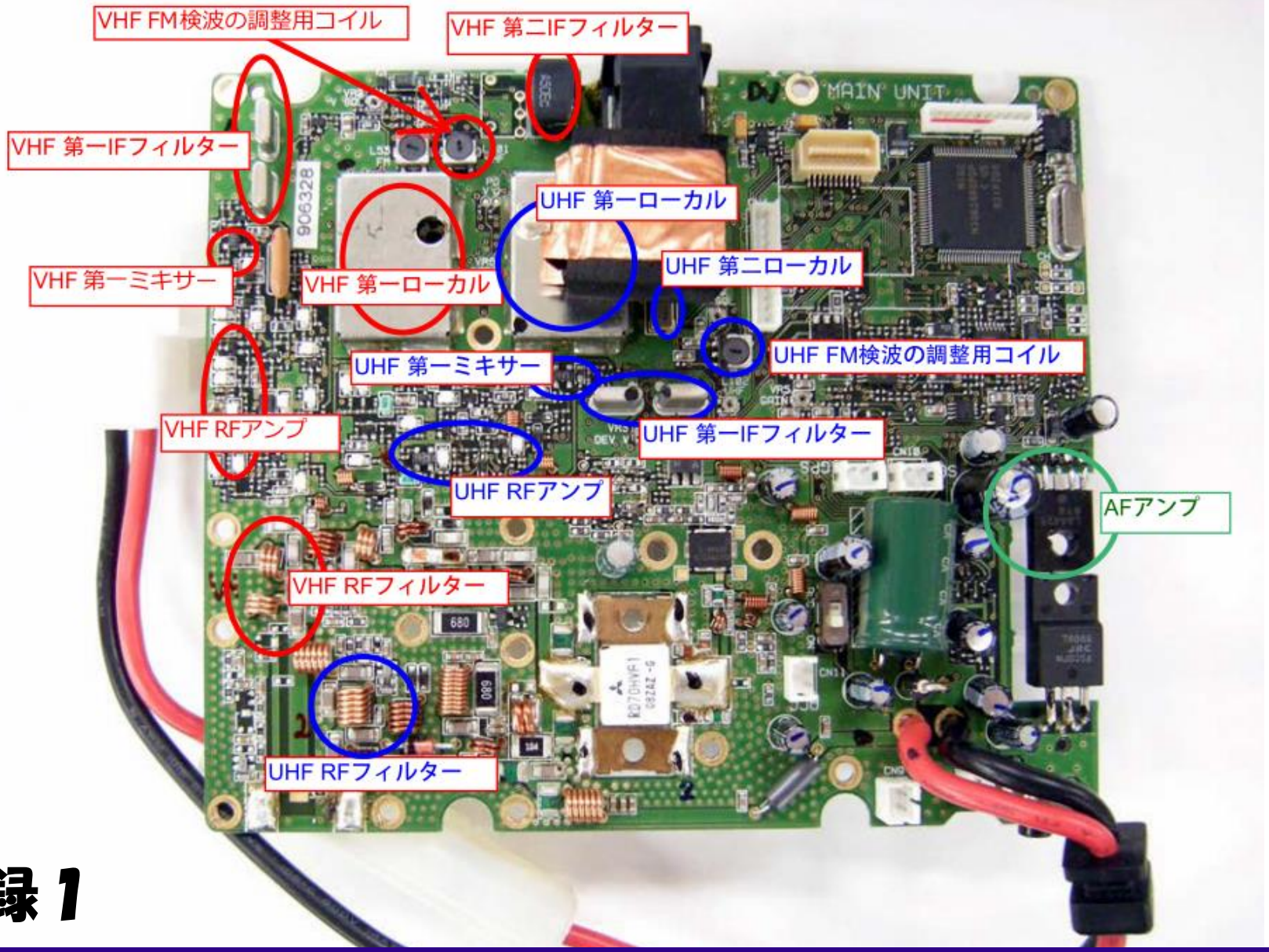
カタログの定格欄(受信部)

受信部	受信方式			ダブルコンバージョン・スーパーヘテロダイン
	受信周波数範囲			0.1350～29.99999MHz
	中間周波数			1st:71.75MHz　2nd:455kHz
	受信感度	SSB、CW (S/N 10dB)	0.135～1.8MHz	0 dBμ (1μV)
			1.8～30MHz	−12 dBμ (0.25μV)
		AM(1kHz、30% Mod、S/N 10dB)	0.135～1.8MHz	+20 dBμ (10μV)
			1.8～30MHz	+6 dBμ (2μV)
		FM(1.75KHz Dev 12dB SINAD)	28～30MHz	−6dBμ (0.5μV)
	選択度	ナローSSB/CW		1.0KHz/−6dB : 3kHz/−60dB
		ナローAM/SSB		2.4KHz / −6dB : 4.5KHz -60dB
		AM/FM		9 KHz / −6dB : 20KHz -50dB
	スプリアス妨害比			70dB以上
	低周波出力			2.0W 以上(8Ω、10%歪)
	RIT/TXIT可変範囲			±1.2kHz

※150KHz以下の周波数は受信性能が上記の定格よりも著しく劣ります。

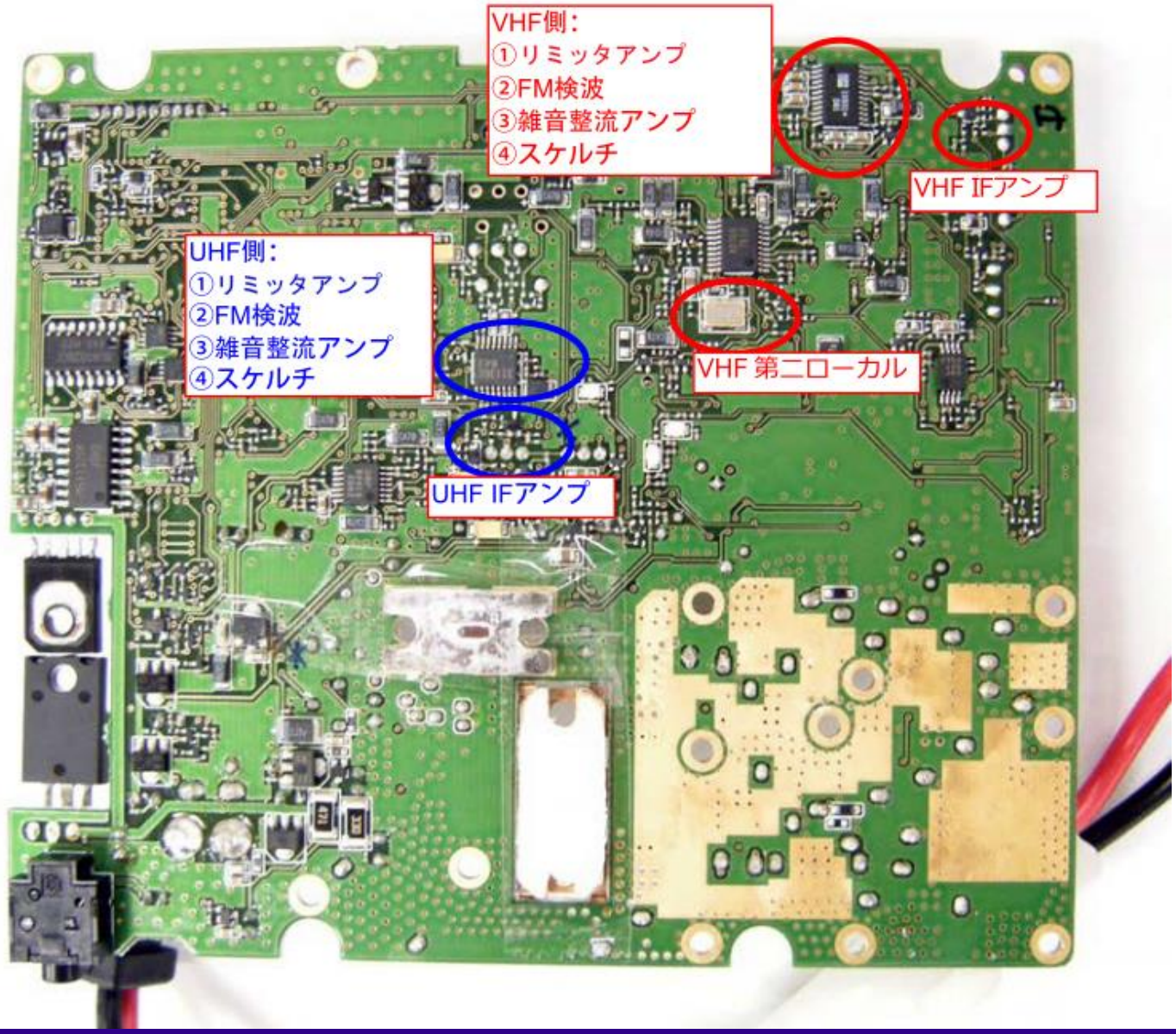
生駒山

FM 2バンド・モービル機の基板 表



付録 1

FM　2バンド･モービル機の基板　裏



付録2

ENJOY HAM FAIR!

＜スライド１　表紙・オープニング＞

本日はハムフェア JAIA タイムにお集まりいただき、誠にありがとうございます。日本アマチュア無線機器工業会、JAIA の技術委員会では毎年技術講演を行っており、今年は「ＦＭ電波が耳に聞こえるまで」と題して、みなさんも 1 台はお持ちの FM のリグの受信回路についてお話ししたいと思います。私は委員の中田と申します。アルインコの電子事業部でカスタマーサービスと広報を担当しております。高いところからですが、本日はよろしくお願いいたします。

アルインコのカスタマーサービスに頂く、受信についてのお問い合わせで多いのは「これとこれ、どっちの感度が良いの？」とか「あのメーカーさんのリグで聞こえる信号がこのリグでは聞こえない。感度が悪いんじゃないの？」など、「感度」という言葉が入るものです。でも、本当にカタログの受信感度の数値が高いものが、無条件で優れた受信機なのでしょうか？今日はダブルスーパーの回路構成をおさらいしながら、良いレシーバーの基本性能とは何か？について考えてみたいと思います。

＜スライド２　代表的な受信回路構成の種類＞

本題の前に、受信機の代表的な回路構成ってどんなものがあるか思い出してみましょう。

子供向けの学習用電子ブロックや昔のラジオなどには、鉱石検波、ストレート、レフレックスなどで構成された受信回路がありました。少ない真空管で感度を上げるための再生検波方式、特に超再生方式は安価なトランシーバーやラジコンでも使われていました。最も簡単、電池すら不要の鉱石検波は、AM 受信でアンテナから入った微弱な電流だけで回路を動かし、それをイヤホンで聞くというシンプルなものですが、似たような原理で、秋田の NHK ラジオ AM 放送局の信号を、近所の道路のガードレールが復調してイヤホンのように振動、音を出しているところをテレビで見たことがあります。

逆に最新の技術を駆使した SDR、ソフトウエア・デファインド・レディオは、正確には周波数や電波形式など重要なスペックも含め、ソフトウェアがハードウェアを制御する無線装置の総称、と定義できます。その意味で、音声だけでなく文字や画像を送受信でき、ファームアップすることで新しい機能に対応し続けるスマートフォンが我々に最も身近な SDR と思います。ハムの世界では、パソコンを操作パネル代わりに使って運用する無線機、というイメージがポピュラーですね。

ダイレクト・コンバージョンはホモダインとも呼ばれ、局部発振器の周波数を受信周波数とほぼ同じにして、直接オーディオ信号に近い信号を取り出す方式です。ダブルスーパーで説明する中間周波数や IF 段と呼ばれるものがありません。感度や選択度などが取りやすいスーパーヘテロダイン方式に主流の座を譲っていましたが、構成が比較的単純で使う部品が少ないことから小型化、低コスト化に向き、さらに回路を IC 部品化しやすいこともあって、近年はボリュームゾーンの特小トランシーバー、スマホや無線 LAN 機器など業務用の小型 RF 機器で主流にな

っています。ちなみに当社でも特定小電力無線機に採用していますが、回路構成がシンプルになるので消費電流が減って電池が長持ち・・・と思いきや、この IC は結構電気を食うので、思うようには行きません。

最後がアマチュア無線機に一番多く使われているスーパーヘテロダインです。ラジオの手作りに夢中になっていた方がたくさんおられた時代から、「高１中２」などと呼んで、受信回路の王道でした。今日はこれを元にお話ししていきます。

＜スライド３　一般的な FM 受信機のブロック図＞

ここでスーパーヘテロダイン方式の受信機のブロックダイヤグラムを見てみましょう。

ラジオの世界でいうヘテロダインとは、2 つの周波数を掛け合わせて別の新たな周波数を作ることを言い、信号の変調と復調に使います。

＜スライド４　フロントエンド＞

2 つの周波数を局部発振器、局発とかローカルオシレータとか呼ばれるもので発生させて、それらを混合器、ミキサーと呼ばれるもので混ぜると、2 つの周波数の合計と、それらの差の別の２つの周波数が出てくる性質を利用したものです。両方同時には使わないので、要らない方の信号は、フィルター回路で除去します。このあと出てきた信号を増幅する IF アンプに通し、検波回路と音声出力のアンプを通せば、AM ラジオや FM ラジオでは実用的なスーパーヘテロダインの受信回路になります。ただ、これではアマチュア無線のように広いバンドを受信するには物足りません。

＜スライド５　バックエンド＞

そこでもう一回、IF アンプの後ろで周波数の掛け合わせをするのがダブルスーパーヘテロダインです。　この手間をかけることで、あとで説明するイメージ妨害に強くできるメリットもあり、通信機用の受信回路としてもっとも普及しました。ちなみに文字通り、３つ目の発振器と混合器を付けるトリプルスーパーは、アルインコ製ではハンディタイプの広帯域受信機にしか採用していません。「ダブルよりトリプルのほうが高級で性能が良いのですか？」とお問い合わせを頂くことがありますが、より広い周波数帯をカバーする必要があるからだけで、それ以外の理由はありません。

＜スライド６　RF フィルター＞

アンテナには目的とする周波数以外も含めてたくさんの電波が入って来るので、まず RF フィルターにより目的の周波数を通し、他を出来るだけ取り除きます。

＜スライド７　SAW フィルター＞

　ハンディ機では省スペースのチップ部品、サーフェス・アコースティック・ウエーブフィルター、通称ソーフィルターを使うことが多いです。逆にモービル機のようなスペースが取れる機種ではコイルとコンデンサのもつ特性を組み合わせて作る LC フィルターの採用がポピュラーです。広帯域受信機の場合は、帯域が固定化しているバンドパス・フィルターを組み合わせて切り替える方法が主ですが、車載ＶＨＦ機では、電圧制御発振器 VCO の制御電圧を利用して、周波数に自動で追従するタイプのフィルターが多く採用されています。

昔は性能が良いヘリカルフィルターを使っていましたが、部品サイズが大きく小型化に不利、帯域が固定でワイドバンド受信に使いにくい、また最近はこれを作る部品メーカーが少なくなってきて、小型機では余り使わなくなりました。

＜スライド８　ヘリカルフィルターの調整＞

ヘリカルフィルターは、調整棒で調整して、なるべくきれいな山型の波形にします。

＜スライド９　RF アンプ＞

アンテナから来た弱い電波を強い信号に増やしてやるのが RF アンプ、です。「弱い電波を拾うには、プリアンプ入れればいいよ！」ということで、外付けのアンプを入れたくなるのがここですが、ノイズの低いトランジスタや FET を使わないと「ノイズアンプ」になってしまい逆効果になります。S/N 比、シグナルツーノイズレシオ、というのがこれで、静かな部屋では針一本落ちてもその音が聞こえますが、騒がしい工事現場ではすぐ近くで名前を呼ばれても聞こえないのと同じです。RF アンプは強い信号が複数入って来ると全く違う周波数を作ってしまいますが、これを相互変調ひずみと言います。

図１の様に、433.440MHz と、433.460MHz に電波が存在して、等間隔である 433.480MHz を受信したとします。４４０や４６０の信号がそれほど強く無い場合 480 は FB に受信できます。ところがこれらが非常に強くなったら、図２のように RF アンプの直線領域を超えて、出力がひずみはじめます。すると周波数の間隔と同じ間隔の上下に相互変調ひずみと呼ばれる妨害波が発生します。

図３ですが、433.420MHz に電波が無くても、相互変調ひずみが発生する事により、あたかも 433.420MHz に電波が存在するような状態になります。

また、433.480MHz で QSO していた場合には、混信が発生します。ガサガサしたノイズをひっくるめて「カブリ」と言いますが、その原因の一つがこれです。例えばＶ／Ｖ，Ｕ／Ｕ受信をさせるような機種では、感度が落ちやすいのでＲＦアンプを２段入れるのですが、相互変調ひずみの原因にならないよう、工夫して設計しています。この辺りは、昨年の講演をお聞きいただいた各局にはおなじみの「ダイナミックレンジ」の話です。

ちなみに相互変調と混変調の違いですが、混変調は単純に、自分の受信周波数に、全然関係ない別の周波数の信号が入ってくる現象です。相互変調は必ず複数の妨害波が存在しますが、混変調は１波でも起こります。原因は異なりますが、要はフィルターの強化とＲＦアンプの直線性を良好にするのが対策の王道です。

＜スライド 10　第一ミキサー＞

次のステージが第１ミキサーです。仮に 144.55MHz を受信したい周波数とすると

183.400MHz のローカル周波数と呼ばれる信号を混ぜると、変換された 38.85MHz と 327.95MHz が出てきます。これを第一中間周波数と言いますが、長いので英語の first Intermediate frequency を略して第一 IF と呼ぶことが多いです。ローカル周波数が受信周波数より高い場合にはアッパーローカル、逆に低い場合にはロアーローカルと呼びます。なんで 183.400MHz なの？なんで 38.85MHｚなの？ですが、実は設計者の知識と経験で決めています。あとで説明しますが、ヘタなローカルを入れてまずい IF を取り出すと、それらが放送や通信の周波数に当たってイメージ受信や妨害のもとになります。なので、アルインコではそういった影響が出にくい組み合わせを設計者が判断して使っています。

受信周波数を変えるにはリグの VFO ダイヤルを回しますが、要はこのバリアブルフレケンシーオシレーター、可変周波数発振器を動かしているわけです。この VFO と位相同期回路、フェーズロックループを略した PLL と呼ばれる回路とを組み合わせて、受信する周波数を動かしても安定するようにさせています。PLL が実用化されたのは受信回路がソリッドステート化して以降のことですが、オール真空管だった頃のリグでは安定度が悪かったのでマイクを返すたびに F ズレを再同調しながら QSO、などは当たり前でした。今、そんなリグを発売したら、全数返品になること間違いなし、です。

さて、ここで困った事がひとつ・・それは 183.4MHz 以外にもう一つ、38.85MHz を作れる周波数があります。それが 144.55 に 38.85 を２回足した 222.25MHz です。

ミキサーに 222.25MHz の周波数が入ると 222.25－183.4＝38.85MHz となるわけです。この場合 144.55MHz をワッチしているときに 222.25MHz に強い信号があれば、それも受信してしまいます。これがイメージ受信で、222.25MHz をイメージ周波数と呼びます。これを避けるには良いフィルター回路、すなわちイメージ信号の帯域まで広がらないフィルターを使って目的外の電波をしっかり減衰させ、必要なバンドだけ受信できるようにすれば良いのですが、V/UHF アマチュア機では、ワイドバンド受信性能が求められるので、IF 周波数を高くするとか、フィルター帯域を動かす技術のバンドパスチューンを使うとか、知恵を絞ってなるべく広いバンドを聞けるようにします。いや「していました」。昨今は、アナログテレビ音声に始まって８００ＭＨｚ帯のＭＣＡや１５０MHz 帯の消防救急など、放送や通信がどんどんデジタル化していくの

で、V/UHF アマチュア無線機の広帯域受信機能は、幸いハムバンドに近い航空無線や VHF マリン、特小無線など生き残っているアナログバンドだけをカバーすればよくなりつつあり、一頃よりもイメージ受信に気を遣うことは減りました。

＜スライド 11　２２０MHz バンドプラン＞

ちなみにこの２２２．２５MHz、日本では正式な割り当てが無いチャンネルなので大丈夫ですが、USA ではガッツリ２２２MHz 帯ハムバンドのど真ん中、レピーターのアップリンクバンドに当たります。もし１８３．４MHz を輸出用２ｍハンディ機のローカル周波数に採用すると、すぐにＵＳＡからクレームが来るでしょう。これが下手なローカルを使うと大変な目にあうという一例です。

＜スライド 12　第一、第二フィルター＞

次が第１IF フィルターです。ミキサーで周波数変換された信号はこのフィルターで、近くにある邪魔な信号を減衰させて、目的の信号だけを取り出します。グラフは IF フィルターの特性の一例です。

中央のマーカー１が目的とする周波数で、マーカー２とマーカー3 が上下のチャンネルの周波数です。FM のリグでは水晶フィルターを使うのが一般的です。これは、バンドパス・フィルターの波形ですが、マーカー1 と、マーカー2、マーカー3 の間が 30dB 以上落ちているのが見て取れます。第１IF アンプは、受信周波数に関係なく、一定の値に出来るので、増幅回路はこの単一周波数を増幅すればよいのですから、容易に増幅度を高めることが出来ます。

第２ミキサーは第１ミキサーと同様に周波数の変換を行いますが、第２ローカルの周波数は一定です。第 2 ローカルは固定の周波数のため、水晶発振回路や、他のクロックを用いることが出来ます。第 2 IF の周波数は一般的には 450 から 460kHz あたりの周波数に変換されます。アルインコでもアマチュア無線機では 450KHz を使うことがほとんどです。ちなみに、設計者は RF フィルターからこの辺りまでの回路を「フロントエンド」と呼ぶことが多く、「フロントエンド」ほどポピュラーではありませんが、ここから後ろを「バックエンド」と呼ぶ方もおられます。

＜スライド１３　メカニカルフィルターとセラミックフィルター＞

第 2 IF フィルターでは受信周波数以外の電波に対する選択性を高め、混信を減少させます。HF 機ならメカニカルフィルターなども使われますが、アルインコの FM 機では基本、セラミックフィルターを使っています。（注：セラフィル、は村田製作所様の登録商標です）

セラミックフィルターは安物を使うと劣化しやすく、使っているうちに耳が悪くなるような症状が出てクレームの元になりかねません。良い無線機を作るには部品の選択も大事なのですが、昨今はアナログ無線機を作るための部品の選択肢が少なくなってきたり、アジアの海外勢におされて国内メーカーでは調達できない部品も出てきたりして設計や部品調達部門の頭痛のタネになることがしばしばです。ちなみにセラミックフィルターは外観が汚れてほこりまみれになっていると、主に湿気が原因で起こるマイグレーションと呼ばれる現象が原因で、劣化している可能性があります。受信感度が悪くなった気がするときは目視点検してみてください。

＜スライド１４　リミッタアンプと検波＞

次のステージはリミッタアンプです。FM 電波は一定の振幅で送信されますが、受信機のアンテナに入るまでに反射やフェージング、ノイズなどによって、FM 波が振幅の変化を受けて AM 成分が混入してきます。このような AM 波成分を取いて振幅を一定にします。ここのＡＭ成分を減衰する性能が悪ければ、ＡＭ放送の混変調を受けやすくなりかねません。

次が検波です。FM は周波数変調、というくらいですから、変調によってその周波数が変化します。リミッタアンプを通過した信号は第２IF の周波数で FM 検波回路に入ります。ここでディスクリミネーターという部品を使います。検波回路では基本的に、第２IF の周波数に対して高い場合には電圧が高く、低い場合には電圧が低く出力される特性を持っています。以前は調整用のコア入りコイルが有りましたが、現在は殆ど IF　IC の中に取り込まれているので、調整箇所が無いチップ部品が主流になってきています。

図が FM 検波の特性グラフの例です。この回路により周波数の変化が電圧の変化に変換されて、復調が行われます。この FM 検波特性をＳ字特性とも言います。安物のディスクリミネーターを使うとこの特性が悪くなり、音が歪んできこえるかも知れません。

＜スライド１５　スケルチとアンプ＞

次がスケルチです。FM では受信していないとき雑音がきわめて大きくなり、耳障りです。これを防ぐため、AF アンプの動作を自動的に停止させる様な働きをする回路がおなじみのスケルチです。英語で「びちゃびちゃと音を立てる」「鎮圧する」みたいな意味だそうですが、動作原理は検波出力の雑音、10kHz 以上をハイパスフィルターで取り出して増幅、これを整流して直流に変換します。ノイズ成分が多い場合には高い電圧、低い場合には低い電圧が出力されます。10KHz のフィルター、これが甘いと整流がうまくいかず、歪んだ波形をスケルチ信号が感知して信号が強力であるにも関わらず、オーディオ信号をカットするスケルチブロッキングが起きてしまいます。ここも設計者がコンデンサと抵抗でフィルターを作るので、腕の見せ所です。

さて、ようやくスピーカーから音が出る直前、AF アンプです。FM 検波された信号はスケルチ回路の他に AF アンプに入力されます。すでに検波された信号なので音声信号に変換されていますから、後はボリュームで音量を調整して、AF アンプに入力し、出力にスピーカーを接続すれば音になって、聞こえてきます。

高域のノイズっぽい音を取ろうとコンデンサの容量を大きくするとこもりがちな音になり、容量が小さいとキンキンした音になるなど、さじ加減が難しいところです。同じスピーカーを使っても実装する無線機が違うと聞こえる音量や音質は大きく変わります。特にハンディ機のような小さなボディの無線機から良い音、大きな音を鳴らすのは結構難しいものです。

＜スライド 16　～　19 まとめ＞

ダブルスーパーの回路をおさらいしたところで、いよいよまとめです。まず、感度ってなんでしょう？定義すると「どこまで微弱な電波を受信出来るかの能力」になります。表示方法にはいくつかありますが、JAIA 規格では「FM の場合には SINAD で表示し、加えて信号対雑音比（S/N）または、雑音抑圧感度 Noise Quieting Sensitivity（NQL）を併記してもよい。SSB、CW、AM の場合の S/N 表示においては、10dB S/N を得るのに必要な入力電圧で表示する。入力電圧は dB マイクロの値の後に（ ）を付し、マイクロボルトの値を付記する。」と規定があり、加えてデジタル機の場合は BER ビットエラーレート 1%の時の入力電圧を表示することに統一しました。

受信感度はカタログの定格欄、受信部、の項目に必ず表示されています。

さて、FM の 12dB ＳＩＮＡＤはシナンド、シナッド、あるいは英語読みでサイナッドと読み Signal-to-noise and distortion ratio、信号対雑音ひずみ比、の略です。1kHz の変調信号を最大周波数偏移の 70%に設定して信号発生器で電波を作り、アンテナコネクターから受信機に入れます。信号が強く受かればきれいな 1kHz の音が聞こえ、弱ければ雑音が混ざり、ひずんだ音になります。この雑音やひずみが全体の信号の中に 25%含まれた状態を 12dB SINAD といい、この時の受信機のアンテナ入力レベルを測定器で計って、受信感度としています。この値が小さいほど、受信感度が良くなります。但し、先ほど話したＳ／Ｎとのバランスが取れていないと、ただノイズフロアが高くてうるさいだけとか、静かだけど何も聞こえない耳の悪いラジオになります。

ではここで実際に弊社のハンディ機で４３５MHz あたりの受信感度を測定する様子をビデオでご覧いただきましょう。最近の多くの FM 無線機では調整を、筐体を開けないで済ませることができます。この DJ-G7 もキーボードでコマンドを打って調整モードにして測定器につなぎ、感度や出力などを無線機のダイヤルを回して調整できるようになっています。

次に測定器の映像です。使っている通信機テスターには１２ｄＢによる感度測定項目があるのでセットしておきます。

アンテナ端子に通信機テスターで発生させた測定用変調信号を入れます。その受信音をイヤホンジャックから取り出して通信機テスターに戻します。「ピー音」は、はじめは信号レベルが高いのできれいな音ですが、少しずつ雑音やひずみが混じっていきます。

最終的にダイヤルで針が１２のところに来るように調整、その時にグリーンの枠に表示される数値が実際の受信感度です。このハンディ機は４３５MHz 帯で EMF、エレクトロ・モーティブ・フォース、開放端による感度が-9.1ｄＢマイクロ EMF、ということになります。ただ、アマチュア無線機のカタログは、５０とか７５オームとかのインピーダンスマッチングを考慮した終端電圧、ポテンシャルドロップで表記するのが主流になっていて、この EMF 測定値から６ｄＢ引いて、この場合-15.1dB、となります。１２ｄＢ　SINAD の後ろに EMF と書かれていなければ PD による表示と思ってください。JAIA では PD で表示するのが通例です。当社のカタログ上、この製品の感度は１４４と４３０MHz ハムバンド内で-１５ｄＢ以下、つまり-15dBμ よりも感度が悪くなることは無いですよ、と公表していますので規格内でした。

２番目は、すでにお話してきた妨害に負けない回路構成です。ノイズレベルを抑えて目的の信号を増幅するノイズフィギュアの良いＲＦアンプ、不要な信号をすっぱり切ってくれる高性能なフィルター類、直線性の良いミキサー、が妨害に強い受信回路の基礎と言えそうです。日本のリグメーカーであればこれらのことには当然、最大限配慮をして設計します。さらに、例えば第一ローカル発振器、CPU のクロック発振器や IC のクロック発信器など多くのオシレータが積まれるリグですから、これらが複雑に混ざり合って、思わぬ周波数を作り出して、それが受信周波数と一致すると、アンテナをつないでいなくてもスピーカーから雑音が出る「自己妨害」が発生します。これは消すことは出来なくても、自分が聞きたい周波数からノイズをずらせば通信への影響は無くなります。ですからクロック発振器の発振周波数をほんのわずかにずらすことができる機能を積んだリグがあります。また、ローカル周波数はアッパーとロウワーの２つがあることも説明しましたが、これを切り替えることで受信中のチャンネルでのイメージ受信を回避する設計をしたようなリグもあります。

我々メーカーでは、設計する製品に合わせてこれらスペックの折り合いを付けています。例えばハンディ機では受信できる周波数の広さと、そのバンド内での感度をできるだけ上げる事を最優先します。中間周波数は、1stIF はフロントエンドのバンド幅とイメージ周波数との関係を考慮しながら部品が手に入りやすく、高い周波数を使う PHS 携帯電話のＩＦに使用されている周波数に合わせ、2ndIF は自己妨害が人気のバンドにかぶらないよう選択して、なおかつ感度良く受信できるようにチューニングします。逆に言えば、短波からギガヘルツ帯までどこでも同等の性能で受信できる魔法のハンディ受信機は存在しません。ハンディタイプでは、ホイップアンテナを使うのが基本スタイルになるのでプアーなアンテナ性能をカバーするためＲＦアンプを効かせて受信感度を上げる方向で設計します。ですから高利得すぎるアンテナをつなぐと、妨害波の抑圧を受けて目的の信号が聞こえにくくなったり、混変調でアマチュアバンドでＦＭ放送が聞こえるようなことになってしまい、逆効果です。モービル機では外付けアン

テナを使うのが大前提ですから感度よりも妨害に強い回路設計を優先します。ここらあたりの味付けが設計者の腕の見せ所になりますが、最後はフィールドテストで確認します。アルインコの場合は放送局の送信所や業務無線の中継サイトが沢山ある大阪の生駒山で、強電界受信性能をチェックしています。

＜付録１～２、エンディング＞

アルインコの１４４・４３０MHz ツインバンドモービル FM 機の基板上で、ご説明した回路がどのあたりにあるか、付録として写真を添えます。裏面の右下部分に金色のパターンが見えていますが、これは薄い金メッキを施す、「金フラッシュ加工の基板」の証です。腐食しない、電気抵抗が少ない、表面がフラットなので部品実装に傾きが出ない、といったメリットがあります。

駆け足ではありましたが、FM 無線機のダブルスーパーの受信回路についてお話ししました。もしお分かりになりにくいことがありましたらこのあと、アルインコのブースでお尋ねください。また、我々メーカー各社のブースにもぜひお立ち寄りいただき、製品を手に取ってご覧ください。

では、引き続きハムフェアをごゆっくりお楽しみください。ハムフェア JAIA タイムをご清聴いただき、誠にありがとうございました。