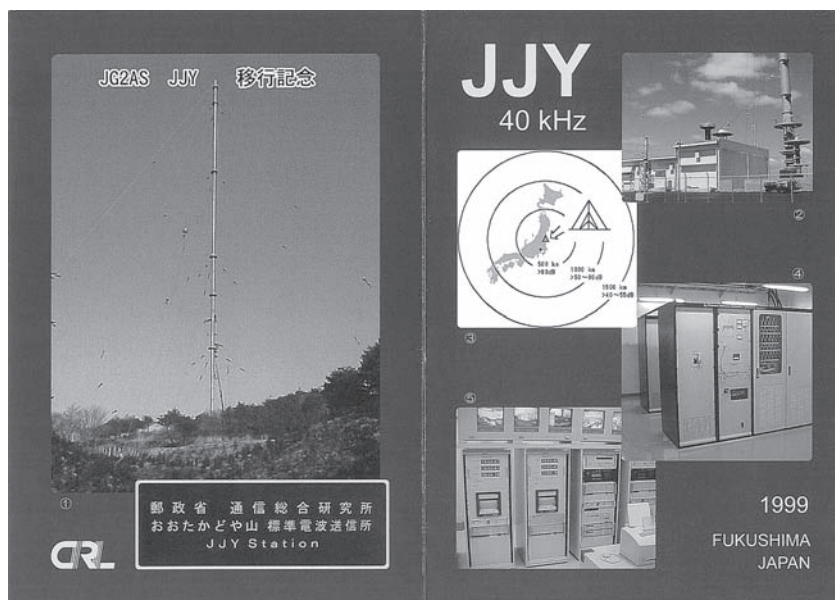


遠距離通信に向くとされてきました。

地球の曲面でも減衰せず地上を伝わって2000kmも届く(伝搬する)ことがあるので、後述する電離層伝搬が使いにくい高緯度地域(主に欧州・ロシア)のAM放送に今でも使われており、欧州のカー・ラジオにはLW受信ができるものがポピュラです。ほかに航空・航行標識や電波時計の校正電波は日本にも送信所があります。

日本での長波帯標準電波は、福島県・おたかどや山に設けられた40kHzと佐賀県・はがね山の設けられた60kHzの2局があり、コールサインJJYとして運用され、電波時計の校正用信号を全国に届けています。

昼はD層、D層が消える夜間はE層で電離層反射(*)もされます。地上波のほうが通信距離は長いと考えられていますが、アマチュア無線の136kHz帯ではウラジオストックとニュージーランドの間で1万キロを越える通信に成功しています。



電波時計に使われるJJYは40kHzと60kHzという長波帯が使われている

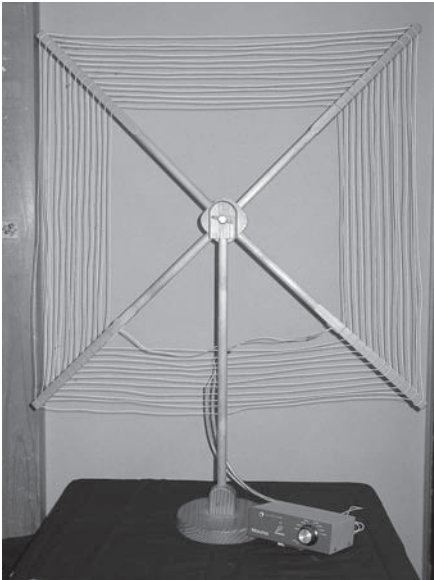
* 1-7 電離層についてを参照

長波とともに長い歴史のある電波で、日本では大正14年から始まった馴染みの深いAM放送が行われている周波数です。昼は電離層のD層で減衰して反射しないため地上波(グラウンドウェーブ)で数十キロ程度、夜はD層がなくなりE層で反射するため1000km単位で伝搬します。このような性質から、国内放送だけでなく比較的近距离向けの国際放送に使用されることがあるほか、近海向け船舶気象通報や航空航行用無線標識などに使われています。アマチュア無線では日本はモールス信号だけが許可されていて、1.8MHzと1.9MHzに狭い割り当てがありますが、海外では北米のように音声通信ができる広さに割り当てがある地域もあります。

このバンドはChordal-hopと呼ばれる電離層だけの反射による(地上反射の影響によるロスが少ない)伝搬や後述する太陽黒点活動低迷時に弱くなったE層を突き抜けるF層反射、突然の通信不能状態があるなどの理由から、ハムからは50MHz帯と並んでマジック・バンドとも呼ばれている周波数帯で、遠距離放送受信では我々もこのような伝搬の恩恵と影響を受けますが、中波に同調する大きなアンテナが手軽に建てにくいのがネックで、小型のアンテナでは遠距離にある局(DX局：Distanceの略)はそうそう手軽に聞こえないのが残念です。ですからマニアになるとノイズの少ない田舎の海岸に出向いて自宅では張れない長いアンテナを仮設、後述するSDR受信ソフトで受信帯域ごと録音して持ち帰り、それを自宅で繰り返し再生しながらモニタすることでDX信号を解析するような離れ業を楽しむ向きもあります。

遠距離電波受信の王道バンドです。地上波は遠くまで届かないようになり、山の陰では受信できなくなるなど地形の影響を受け始める帯域ですが、電離層の反射により、遠方まで届きます。

周波数によって昼間は高い周波数(14MHz以上30MHz未満=ハイ・バンド)が電離層のF1/F2層、10MHz近辺のミドル・バンドからそれ以下の周波数のロー・バンドは夜間F層によって反射された上空波(スカイ・ウェーブ)が遠方まで伝搬するため、時間や季節に合わせて適切な周波数を選べば世界中の通信や放送が最も手軽に聴けるのが最大の特徴です。ただ、電離層反射そのほかの影響でフェージングと



AMラジオでおなじみの中波放送のDX受信には専用のアンテナが必要となる。写真はミズホ通信(株)のUZ-8 DXsアンテナ



現在、短波帯の交信がいちばん盛んなのはアマチュア無線になっている

呼ばれる受信信号の強弱変化がある、遠くの電波まで受信できることから混信が起きやすい、電離層形成に関係する太陽黒点活動の影響を受ける、といったデメリットもあって良いことづくめではありません。

短波帯はかつて国際電話にも使われるほど重要なバンドでしたが、衛星通信が普及した今日ではこのようなデメリットから通信用途としての重要性は低下しています。それでも衛星通信ほどのインフラとコストが不要なので、放送以外に今でも航空機の洋上管制や漁業無線、中距離の業務用連絡無線(通信インフラの整っていない国や地域で数十から数百キロ程度の連絡通信に使用)などに用いられています。

短波帯はアマチュア無線家(ハム)達が開拓したバンドです。通信の黎明期に主に軍事・船舶航行用途に遠距離通信に最適とされた長波・中波を追い出される格好となったハム達が短波帯で通信実験を始め、ロー・パワーと小型アンテナでも世界中と交信できることを発見してから大きく発展しました。



アナログTV放送は超短波放送の代表格

1-5

超短波：VHF(Very High Frequency)

FM放送の下、76MHz以下をローVHF、それ以上を単にVHFと呼ぶことが多いバンドです。20世紀初頭まで、電波は短波帯までと考えられていたところにそれを越えた周波数でも電波であることが証明されて高い=Highの上にVeryを付けてVery High Frequency = 超短波と呼ばれています。

この帯域になると通常はF層を突き抜けて電離層反射はされないのですが、E層近くに突発的にできる電子密度の濃い特殊なスプラディックE層によって100MHz台くらいの周波数までは千キロ単位で伝搬することがあり、これによって国内ばかりか海外のテレビやFMラジオまで日本の局に混信することがあります。

春から夏にかけて多く発生するので、高校野球をTV観戦中に「ただいま特殊な電波障害が発生しており、一部の地域で映像が乱れています」というテロップがながれることがあります。これがスプラディックE層(Eスポ)による異常伝搬です。特にローVHFはほかにも対流圏(ラジオダクト)、F2層反射、電離層散乱(スキヤッタ)、流星反射といったHFとVHF以上の周波数で経験する伝搬が混じり合う独特の電波伝搬環境を持っています。

このローVHFのど真ん中にある50MHz帯アマチュア無線バンドが中波と並んでマジック・バンドと呼ばれるゆえんがこのさまざまな異常伝搬による長距離通信を可能にしているところにあります。ジェット旅客機が上空を通過しているとき機

「カネがかかるのが趣味、カネをかけるのが道楽」という言葉がありますが、受信機もその機能の面でも、価格の面でも、ピンからキリまで多種多様です。その最右翼にあるのが、アイコム製の受信機IC-R9500でしょうか。立派な普通乗用車が買える価格帯の超高級機ですが、これは趣味の道具というよりプロや研究者が使う業務用受信機、と言えましょう。ほかには、戦前から70年代頃までの真空管を使った通信型受信機のレストア・マニアやコレクタがおられますが、オーディオの世界で今でもジャズを真空管アンプとレコードで楽しんでいるタイプのこだわり派のように、実用派とはカテゴリの違った無線機ファンであって、通信や受信自体を楽しむというより道具を愛でるのが好きなグループといえます。

本書で解説するような「趣味」としての実用的な短波受信を楽しむための受信機には、大きく分けて三つが上げられます。

● トランジスタ・ラジオ

トランジスタ・ラジオ、と呼ぶのが失礼なほど、今日のラジオは進化しています。70年代に発売された名機、ソニーのスカイ・センサーやパナソニックのクーガー・シリーズなどと比べても、21世紀のラジオはPLL制御でズレのない同調ができるうえ、液晶による周波数や放送局名の表示が可能になっています。往年のBCL少年がインターバル・シグナル(ラジオ局が選局の目安になるように番組の前



最高級機というよりプロや研究機関向けのアイコムIC-R9500



機種は少なくなったが、トランジスタ・ラジオは僻地での貴重な情報源として活用されている。写真は数少なくなった本格的BCLラジオのひとつSONY ICF-07



お手軽な短波ラジオも何機種が発売されており、短波放送受信の根強い需要を感じる。これらは数千円台の値段が魅力的だ

に流す、独特の音楽やチャイムのような短い信号のこと)を頼りにダイヤルを回して耳を澄ませ、選局していた時代とは隔世の感があります。

それでもトランジスタ・ラジオは、今でも海外赴任する方が現地でNHK国際放送を聞くとか、株や競馬情報を聞くといった用途に便利な製品であることはまちがいありません。簡単に持ち運べ、乾電池使用で電源の心配もなく内蔵アンテナでお手軽に受信できることが最大のメリットです。もちろんこのようなラジオを使ってBCLを楽しむベリカード(QSLカード：受信確認書、後述)を集めておられる向きも多いですし、このようなラジオ向けの外部アンテナも発売されています。

最近では現地の愛称が「愛好者」「開拓者」などとネーミングされた中国国内で短波ラジオ放送聴取に使われている製品が安価で輸入されるようになり、中にはデスクトップBCLレシーバと呼べるような製品や受信した信号を内蔵MP3プレイヤーで録音、それを持ち出して外で聞けるような個性的な製品も見受けられます。価格帯は1万円でおツリがくるものから3万円台がこのカテゴリの代表的なものです。

● SDR(Software Defined Radio)

トランジスタ・ラジオとは対極にある最新式受信機です。パソコン普及の申し子であるSDRはパソコンがないとただの箱になってしまう受信機で、選局や表示といった操作系はパソコンのキーボード、マウス、モニターで行います。箱の中はRF受信部分とPC接続用のマイコンが収まった基板で構成されていて、いくつかのコネクタやプラグ以外の部品、すなわちツマミやダイヤルはもはや退化してなくなっています。今の時点では本格的なSDRは舶来品が主流ですがアイコムからワイドバンド・レシーバが発売されているほか、AORも国産のブラック・ボックス・レシーバAR2300を発売しています。

ここまで来るとパソコンの圧倒的なソフト処理能力で、例えば1MHzを越える幅で信号を丸ごとデータとして取り込んで記憶、後から自由に再生して受信時には聞こえていなかった別の局の信号を改めて聞いてみる、ということもできてしまいます。たとえて言えば、TVの録画を番組ごとで行うのではなく、その時間帯分、全チャンネルを丸ごと取り込んでおいて、別の時間に「この番組、つまらない」と思えばチャンネルを切り替えて録画再生を楽しむようなことができてしまうラジオなのです。

SDRは電気的には次に述べる通信型受信機よりも部品点数が少なく、ハード的な設計はSDRのほうが簡単とさえ言えるのですが、アンテナが拾う電波をデジタル信号に直接変換し、パソコン側のソフトでそれをどれだけ忠実に、高速に音として再現してスピーカを鳴らすかという部分の技術がたいへん重要になります。パソコンは通信機から見てノイズ源の塊ですからなかなかやっかいなのですが、言い換えればブラック・ボックスさえしっかりしたものを作っておけば、パソコンのハードと受信ソフトの性能が上がるに従い、受信機としての性能や機能も進化させ続けることができるのがSDRの大きなメリットであり特徴と言えるでしょう。

最近の最高級SDRではそれなりのPCスペックが要求されるので、低価格のEモバイル・パソコン程度の機能では使いにくいでしょう。受信部とパソコン、さらにその両方を駆動する電源が必要なことから、持ち運んでのポータブル受信がしにくいので、機動性ではトランジスタ・ラジオに軍配が上がります。価格帯は輸入品が中心とあって、6万円台から10万円を越えるものが代表的で、FLEX RADIO社製の100Wで通信ができるアマチュア無線用トランシーバSDRに至っては、米国の現地価格で50万円を越えるものがあります。



受信操作をパソコンに任せてしまうのがSDRの特徴。写真はアイコム(株)のIC-PCR2500

● 通信型受信機

単体で完結した受信機として機能する製品で、送信機と組み合わせて通信に使えるグレードのラジオを通信型受信機と呼びます。アンテナは必ず外部用を使うのが前提で、内蔵アンテナは付属しません。今ではトランシーバが主流となった通信の世界ですが、かつては送信機と受信機は別に作られて、それらをシンクロ操作して通信するのが基本でした。真空管からハイブリッド(真空管と半導体素子が回路上に混在した製品)の時代には最高機種も含めて多くの通信機がこのセパレート・タイプで、BCLも通信型受信機を持つのがあこがれでした。

普通のラジオと大きく違うのは、周波数の解像度が高いという点です。水晶のマーカを使うなどしてダイヤルを校正し1kHz単位まで直読、インターバル・シグナルを頼りにせず周波数をゼロインして待ち受け受信ができる点で「ラジオ」との差を決定的にしていました。ほかにも近接するチャンネルからの混信をさけるためのフィルタ、SSBやCWモードの本格的な受信機能、受信中の信号強度を表示するSメータ、外部アンテナを接続するためのアンテナ端子やトランシーブ操作用の接続端子が搭載され、あらゆる受信環境に対応するように作られていました。

1970年代ごろまでは舶来の軍用・船舶・航空通信用機器ブランドであるコリンズ、ドレーク、ハリクラフタ、ハマーランド、ナショナル(松下ではありません)などが国内でももてはやされましたが、60年代ごろから国産でも民生用にトリオ(現在のケンウッド)や八重洲無線(現在のバーテックススタンダード)、70年代以降にはJRCやアイコム、AORもアマチュア無線や民生用受信機として通信型受信機の製造を開始しましたし、ラジオシャック・ブランドのデスクトップ短波受信機も日本のGREが供給していました。



通信型受信機は真空管の時代から電波受信を趣味とする人のあこがれであり、最終的な「マシン」だった。写真はJRC(日本無線)NDR-525

電波の分類上は30kHzから300kHzが長波ですが、ここでは中波放送以下の帯域で何が聞こえるか試してみましょう。ちなみに筆者の受信機では、150kHzからしか聞くことができません。なお、小見出しに「ベリカード」の記載がありますが、p.67の「ベリカードと受信報告書」で詳しく解説します。

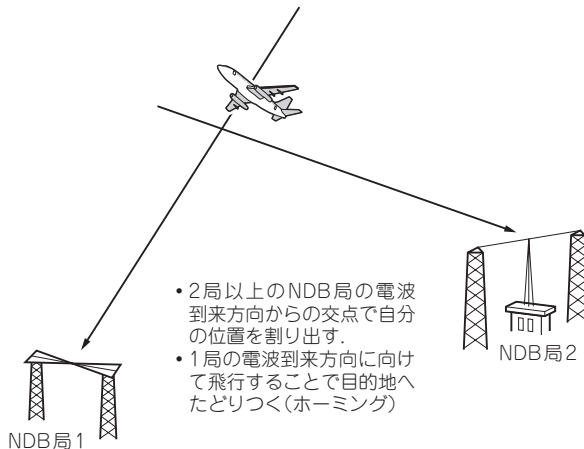
● 航空無線標識 NDB /放送 ベリカード：○

・NDBとは？

NDB(Non Directional Beacon)は位置がわかっている二つの標識があると、それぞれの標識局からの角度を知ることで三角測量により現在位置を特定できるという無線標識です(図3-1)。190kHzから450kHz付近の間で運用されていてNDB局のコールサイン(英字1～3文字)と長点(ツー)をAM変調のモールス符号で送出しています。局の多くは50W以上の出力をもち、中には2kW以上の局もあるようです。

航空機側では方位を知ることができる受信設備が必要で、自動方向探知機(ADF: Automatic Directional Finding)を一つないし二つ装備していれば、NDBを利用した航法が可能です。

NDBは古いシステムで、真珠湾攻撃にホノルルの中波ラジオ放送を目当てに飛んだ日本の軍用機と理屈は変わりませんから、ロランやデッカ同様、新しい航行システムに押されて閉局するNDBが増えています。



【図3-1】NDBで自局位置がわかるしくみ



DX-R8をNDB受信にセット

- ① MODEを何回か押して、AMモードにする
- ② 周波数を200kHz近辺にして、ダイヤルでゆっくりと周波数を上げていく

どれもフェージングを伴いながらピークでは良好に聞こえます。日の入り前後から夜にかけてが聞きやすいでしょう。なお、航空標識は一種の放送(相手が飛行機とはいえ、不特定多数に送る信号)ですから、VORやDME同様、通常の放送局と同じ受信証(ベリカード verification card)と呼ばれる絵はがきやベリレター(手紙による受信確認)をもらうことができます。

受信報告の送り先は、NDBを管理している国土交通省の空港事務所もしくは無線標識の管理施設となります。

● 長波AM放送 /放送 ベリカード：○

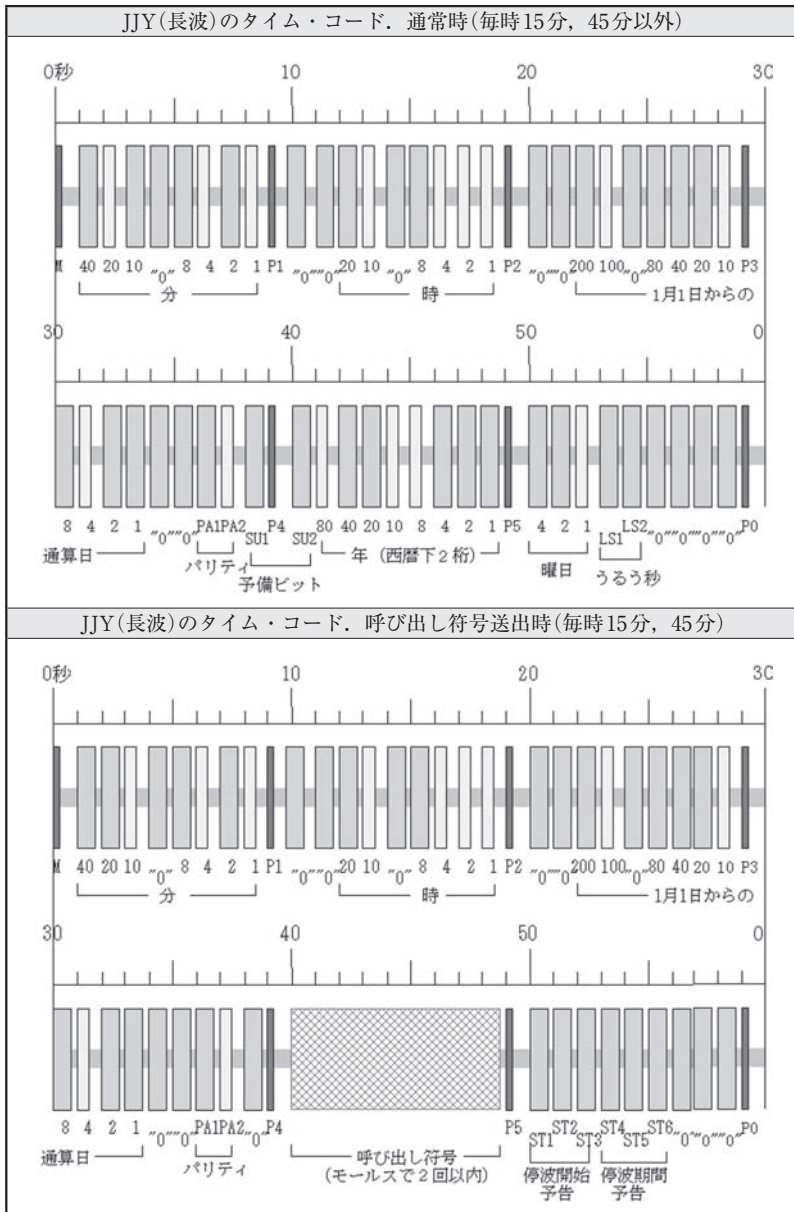
陽が沈むころから279kHzでロシア語が聞こえます。音楽を挟んだラジオ放送は、ウジノサハリンスクのRadio Rossii(<http://www.radiorus.ru/>)でした。3セクのようなFederal State Unitary Enterpriseが運営する、ニュースと軽い娯楽番組中心の局で、日本では一番手軽に聞ける長波放送局です。

英語のサイトがないので残念ですが、FMの放送はネット・ラジオでも聞けるようです。残念ながら筆者の設備ではこのRadio Rossiiの極東局(ロシア極東部に複数存在、一部ローカル・ニュースの内容は違うがメイン番組は共通)と164kHz、209kHz、227kHzのモンゴルが日によってかすかに聞こえるだけです。日本からは深夜から早朝にかけてが狙い目でしょう。筆者の設備では、昼間は関西のNDBビーコンが聞こえるだけです。

● JJY /放送 ベリカード：○

標準電波局という珍しい放送局にJJYがあります。信号は電信のような長点と短点の組み合わせによるキャリア(搬送波)で、この信号の長短により表3-2のようなタイム・コードという時刻信号を作り出し、これが電波時計の時刻校正の大元になっています。残念ながら今のJJYは40Hzと60Hzというとても長い波長の電波で送信していて、DX-R8では150kHzからしか受信できないので聞くことができません(表示はされるが、メーカー保証外の性能なので実用にはならない。送信所の近く

[表3-2] JJYのタイム・コードの構成



(NICT 情報通信研究機構ホームページより)

レポート作成例：O = 3 BDFGINP = 543333 / Eスポによる受信，比較的安定していましたが，フェージングの谷で斜めに画像が崩れ，画面全体に縞や点のノイズが乗って色崩れしていました．音声もときどき聞こえにくくなることもありましたが，状態が良いときはローカル局と変わらないカラー映像で，30分程度は内容がはっきりわかる状態で視聴できました。」

TVは全国ネットの番組が放映されることが多いので，民放の場合は番組内容よりもローカル色が強いコマーシャルを受信内容で詳しく説明しておく，局にとって報告の真偽確認がしやすくなります．受信報告書はTV/ラジオ問わず，放送局の技術担当者に自局の放送がどのような環境ならどう視聴できているか，ということなるべく詳しく正確に伝わるように書くのが基本であり，受信報告書を発行してもらえるかどうかのポイントになります．

6-3

Hi-Band VHF 業務局の受信

● 民間航空無線 118～138MHz AMモード ベリカード：航空標識局のみ○

趣味のV/UHFユティリティ・リスナー中でも人気なのが，エアバンドと呼ばれる航空無線を聞くグループで，Airband-listenerと固有名詞も与えられているほどです．航空ショーや航空機写真撮影のツールとしてだけに聞き，ほかのジャンルのワッチはしたことがないという人もいます．

航空無線には民間と軍用の二つがあり，警察や自衛隊など一般連絡はデジタル化している組織の連絡でも，それに所属する航空機の運航連絡と管制は，民間航空機に対する安全上の理由からアナログの秘話なしで行われています．



空港での写真撮影の小道具としてワイドバンド受信機が使われる

使用モードのAMはSSBほどクリチカルな周波数合わせが不要で、FMのように強い電波が弱い電波をかき消すことがないので、同時に発信された場合でも弱いほうの局の存在が管制官にわかるメリットがあります。

航空無線の最大の特徴は、国際語である英語が国内線の管制でも用いられることですが、日本人同士の場合、カタカナ発音で内容もハンコで押したような定型文がほとんど(緊急時の複雑な内容では日本語も使われるくらい)ですから、いくつか専門用語の意味と定型文を憶えれば、何を連絡しているのかすぐにわかるようになります。

• VHF 民間航空無線通信の流れ(一部略称を使用)

一般的な旅客機の主要空港での出発(離陸)までの管制例は、次のような流れです。図6-3も参考にしてください。各担当部署ごとに周波数が割当てられ、航空機側では割当て周波数に変更して、管制指示を受けます。

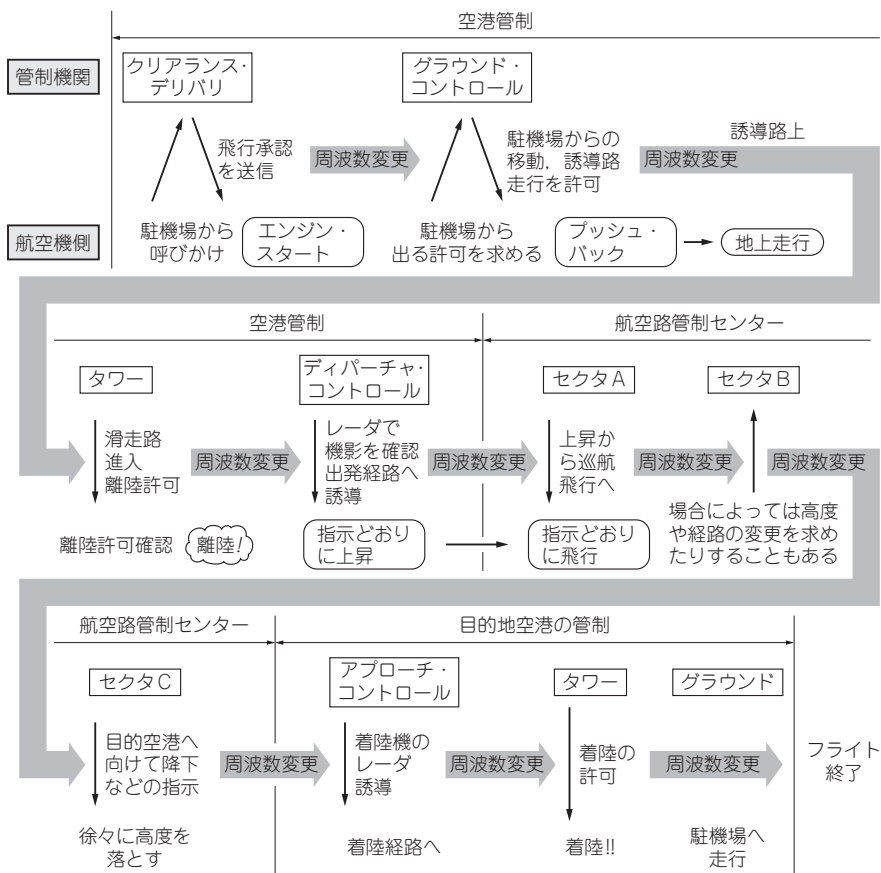
- ① クリアランス・デリバリ：フライトプラン確認，飛行の承認
↓
- ② グラウンド・コントロール(地上走行，滑走路直前までの経路指示)
↓
- ③ タワー(滑走路進入や離着陸許可)
↓
- ④ ディパーチャ(上昇中の機)
↓
- ⑤ 航空路管制(エアリアコントロール・センタ ACCによる飛行中の指示)
↓
- ⑥ アプローチ(目的空港へ着陸間近の機を空港周辺にレーダ誘導

この後、タワー→グラウンド・コントロールと引き継がれて、目的空港のスポット(駐機場)へたどりつき、フライトが終了します。

以上、六つのセクションが周波数を切り替えて通信管制します。ほかに、パイロットはカンパニーと呼ばれるチャンネルで、地上・上空から航空会社内の連絡業務を無線で行っています。

• 受信しやすい空からの信号

初心者がいちばん取っつきやすいのは、何と言ってもカンパニー・チャンネルのエンルート(地対空連絡)波でしょう。民間定期便の飛行機が上空を通過するのが見える場所なら、まず確実に上空の機の信号は捕捉できますし、これは社内連絡ですから日本語が基本です。とはいえ、専門用語は出てきますから用語の勉強は欠かせま

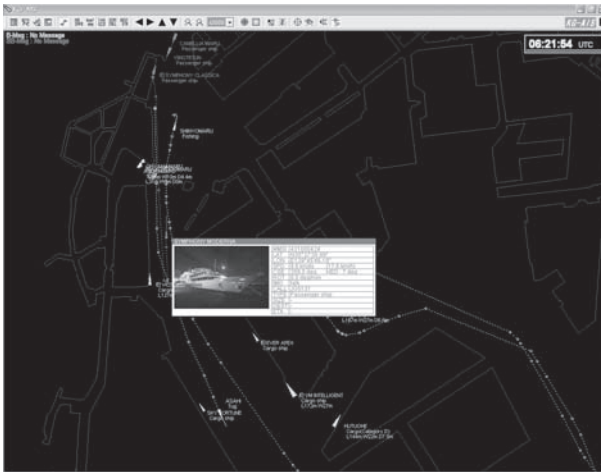


[図6-3] 旅客機の飛行と管制通信の流れ

せん。カンパニーは主要エンルート波のみを1バンクにまとめてスキャン，良く聞こえるチャンネルを残し，それら以外はスキップ設定してメモリ・スキャンでワッチします。

次はACC，航空路管制です。これも高い空から送られてくる代表的な航空無線通信ですから，全国どこでも飛行機側の信号は聞くことができますし，お住まいの地域が地上局に近ければ，地上側管制センターの音声も聞こえることもあるでしょう。

航空機側では，地上から出された指示を確認復唱する通信と，飛行機側からACCに向けて運行変更許可などを求めるパイロットの声が聞こえます。旅客機の基本運行は，針路や高度を勝手に変えることが許されないのので，朝から21時ごろ



KG-AISでプロットさせた船舶情報。モバイル・パソコンとハンディ機を組み合わせれば、プレジャー・ボートなどでリアルタイムな航路情報となる

161.975MHz, 162.025MHzの2波で運用されており, 同じ船が2波で送信するため, どちらを受信していてもプロット結果は同じです(正確には2波受信するとプロットしたときに航跡密度が細くなる)。

AISは船舶同士の衝突予防や海上交通センタ, 海上保安本部, ポート・ラジオなどの航行管制として利用するのが目的で, ACARSのように遠距離連絡する必要がないため出力は大きくなく, 10W強から簡易型では1~2W程度ようです。それでも特に大型船の信号は, 見晴らしが最高に良い場所に建った高いタワーにアンテナを上げたのと同じ状態で送出されますから, 内陸部でも信号を受信できることがあります。

AIS機器については, 船舶用通信・電子機器メーカーの日本語カタログがインターネットで容易にダウンロードできるので, 興味があれば「AIS機器」をキーワードに検索してみてください。

● APT(Automatic Picture Transmission)

ここでいうAPTとは, 米国の気象衛星NOAAで使われているアナログ画像送信システムで, 比較的 low コストで地上局が構築できるため世界中で1960年代より50年近くも利用されてきた実績があります。NOAAは静止衛星ではなく, 極軌道衛星(POESとも呼ばれる)で現在も10個近くが飛んでいます。世界中どこにいてもその地域の画像を最低1日に2回以上受信できるシステムです。

APT信号は256レベル振幅変調2400Hzサブキャリアを137MHz帯近辺のFM搬送波に乗せており, サブキャリアの最大変調率は87%(±5%), RFの占有帯域は