

特集



第1章 ASR, ARSR, SSR, ASDE, 無線電話など

航空機の安全運航を支える 航空管制施設

松井 晴彦
Haruhiko Matsui

はじめに

■ 航空管制施設と航空無線施設

航空機の運航を支える無線システムには、大きく分けて「航空管制施設」と「航空無線施設」の二つがあります。

● 航空管制施設

これには航空機の管制に必要な航空機の位置情報等を取得するためのASR, ARSR, SSR, ASDE等のレーダーと、それらのレーダーから取得したデータを基に航空機へ指示を伝えるための無線電話が含まれます。

● 航空無線施設

VOR, DME, ILS, TACAN, NDB(本稿では扱わない)等の航行のために必要とするデータを航空機側へ提供する支援施設です。

■ 運航を支える施設に使用されるシステムの周波数, 送信電力, 通達範囲

それぞれの周波数や送信電力等は表1のとおりです。マーカー・ビーコンのように送信出力1Wで通達距離150mのものから、高出力で通達距離が長いARSRの2MW(10の6乗ワット), 距離200NM(ノータカル・マイル: 1NM = 1852m)またORSR(洋上航空路監視レーダー)の250NMまであります。

周波数は長波帯を使うNDBの200kHzから, 準ミ

〈表2〉ASRの諸元

項目	値など
搬送周波数	2700 MHz ~ 2900 MHz
空中線電力	500 kW
有効通達距離	60 NM
空中線	パラボラ・アンテナ
空中線利得	ロー・ビーム: 34 dB, ハイ・ビーム: 33 dB
偏波	水平偏波と円偏波を切り替えて使用
空中線回転数	15 rpm
分解能	方位: 1.5°, 距離: 150 m

リ波を使うASDEの24.75 GHzまで様々です。それぞれの施設は, 目的に応じて幅広い周波数の中から最適な周波数と送信出力を決めています。

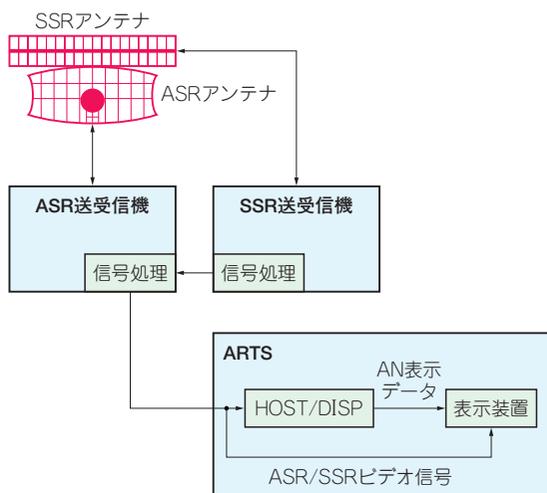
1 ASR : 空港監視レーダー

ASR(Airport Surveillance Radar)は, 空港から半径50 NM ~ 60 NMの範囲の航空機の位置を感知するレーダーで, SSRと併用して3次元位置を把握するために使用されています。ASRの使用目的は, 主として着陸機を航空路から滑走路へ誘導することと, 離陸した航空機を航空路へ誘導することです。諸元は, 表2をご覧ください。

■ ASR/SSR システム

図1はASR/SSRシステムの系統図です。ASRは2次元レーダーなので, 航空機の方位や距離はわかりませんが, 航空機の高度やその識別ができません。そのため後述するSSRを併用しています。

ASRのアンテナは, 写真1のようにSSRのアンテナを上重ねて毎分15回で回っています。空



〈図1〉⁽³⁾ ASR/SSRシステムの系統図

〈表1〉 航空管制施設と航空無線施設の諸元

施設名	周波数帯域	送信出力	到達距離
NDB	200 kHz ~ 415 kHz (日本)	20 W ~ 2 kW (空港用)	10 NM ~
		5 kW (航空路用)	270 NM
無線電話 (洋上管制)	3 MHz ~ 22 MHz	5 kW	FIR (飛行情報区による)
	126.7 MHz ~ 127.4 MHz	2 kW	約 200 NM ~ 250 NM
無線電話 (航空路管制)	118 MHz ~ 136 MHz	50 W	70 NM ~ 100 NM
	225 MHz ~ 400 MHz	100 W	
無線電話 (グラウンド・コントロール)	118 MHz ~ 136 MHz	10 W	-
	225 MHz ~ 400 MHz		
無線電話 (空港管制)	118 MHz ~ 136 MHz	30 W, 50 W (RJTT, RJAA の場合)	約 40 ~ 50 NM
	225 MHz ~ 400 MHz	100 W	
ILS			
ローカライザー	108 MHz ~ 112 MHz	10 W	25 NM
グライド・スローブ	329 MHz ~ 335 MHz	2 W	10 NM
マーカーク・ビーコン	75 MHz	1 W ~ 3 W	100 m ~ 800 m
T-DME	978 MHz ~ 1143 MHz	100 W	25 NM
VOR	108 MHz ~ 118 MHz	100 W (空港用)	100 NM ~ 200 NM
		200 W (航空路用)	
DME	962 MHz ~ 1213 MHz	1.5 kW (空港用)	30 NM ~ 200 NM
		3 kW (航空路用)	
TACAN	962 MHz ~ 1213 MHz	3 kW	200 NM
SSR	1030 MHz (送信)	1.0 kW (空港用)	200 NM (ORSR : 250 NM)
	1090 MHz (受信)	1.5 kW (航空路用)	
ARSR	1200 MHz ~ 1350 MHz	2 MW	200 NM
ASR	2.7 GHz ~ 2.9 GHz	500 kW	60 NM ~ 80 NM
ASDE	24.25 GHz ~ 24.75 GHz	30 kW	3 NM

注 ▶ (1) 電波法では、無線電話を傍受する事を禁止していないが、通信の内容を漏らすなどすると、処罰の対象となる。
 (2) RJTT と RJAA は、国際民間航空機関 (ICAO) コードで、それぞれ東京国際空港 (羽田) と成田国際空港を表す。
 (3) 表のデータは民間航空機が使用するもので、軍用機だけが使用する施設は諸元が異なるものもある。
 (4) 1NM ≒ 1852m, FIR : Flight Information Region, ORSR : Oceanic Route Surveillance Radar

港へ行くと、その回転数の速さから一目でそれとわかります。

ASR/SSRの回転数がARSR/SSRに比べて速いのは、徐々に近づいて来る航空機のヒット率を上げるためです。ASRのレーダー映像は、SSRのデータとともにARTS(ターミナル・レーダー情報処理システム)で処理されて表示装置に表示されます。

ASRやARSRのレーダー映像は、MTIビデオによる移動物体だけの表示と、ノーマル・ビデオによる固定物体と移動物体の両方を表示するモードがあります。写真2と写真3はASRレーダー表示装置の画面です。

■ MTI パルス・レーダーの構成

図2がその構成図です。まず、高安定発振器(STALO)でマイクロ波の周波数を得ています。この周波数は、送信周波数よりも30 MHz低く設定されており、また受信機の混合器へも送られ、中間周波数を得るために使用されます。STALOからの高周波は、コヒーレント発振器からの信号と合わされて送信周波数にな



〈写真1〉(K) ASR/SSR アンテナ

ります。変調器でパルス変調された後、クライストロンで500 kWに増幅されます。

受信側では、中間周波数増幅の後、コヒーレント発振器の信号を位相検波器へ加え位相検波します。検波