

TOSHIBA
Leading Innovation >>>

気象レーダー 概要説明

2015年12月11日

株式会社 **東芝**

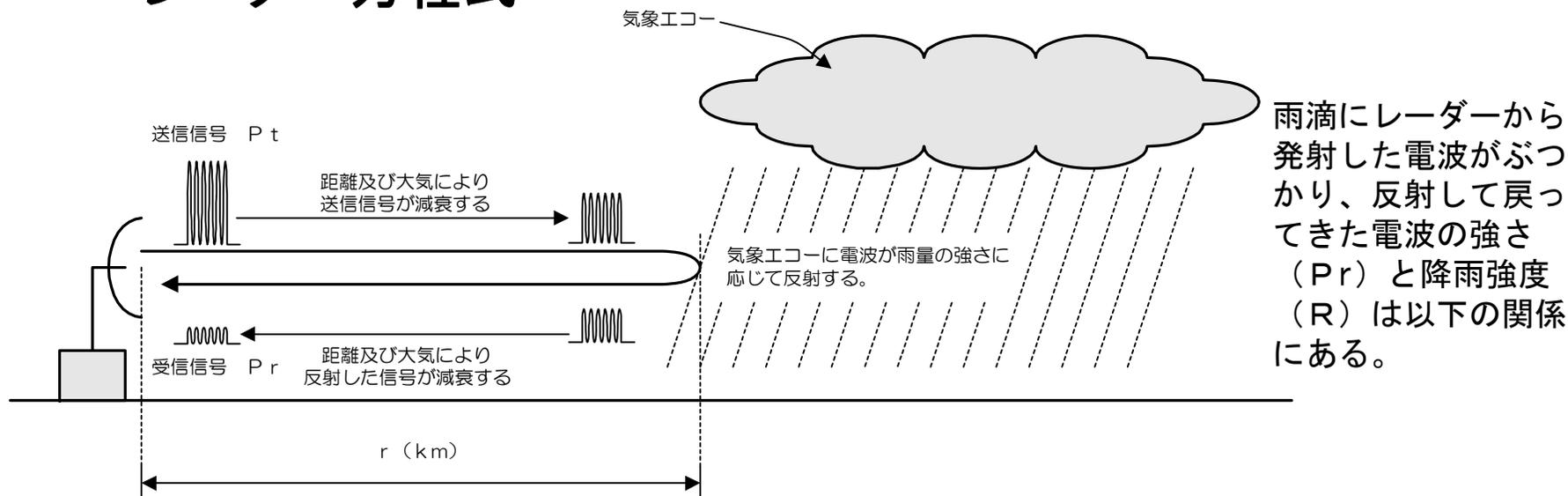
目次

1. 気象レーダーの原理
2. 気象レーダーの運用
3. 送信装置の固体化技術
4. 固体化気象レーダーの送信諸元

1. 気象レーダーの原理

気象レーダーの降雨観測

• レーダー方程式



雨滴にレーダーから発射した電波がぶつかり、反射して戻ってきた電波の強さ (P_r) と降雨強度 (R) は以下の関係にある。

$$\text{受信電力 } \overline{P_r} = \frac{CFBR^\beta}{r^2}$$

(平均)

C、F : レーダ一定数(レーダーのハードウェアや設置条件から決まる定数)

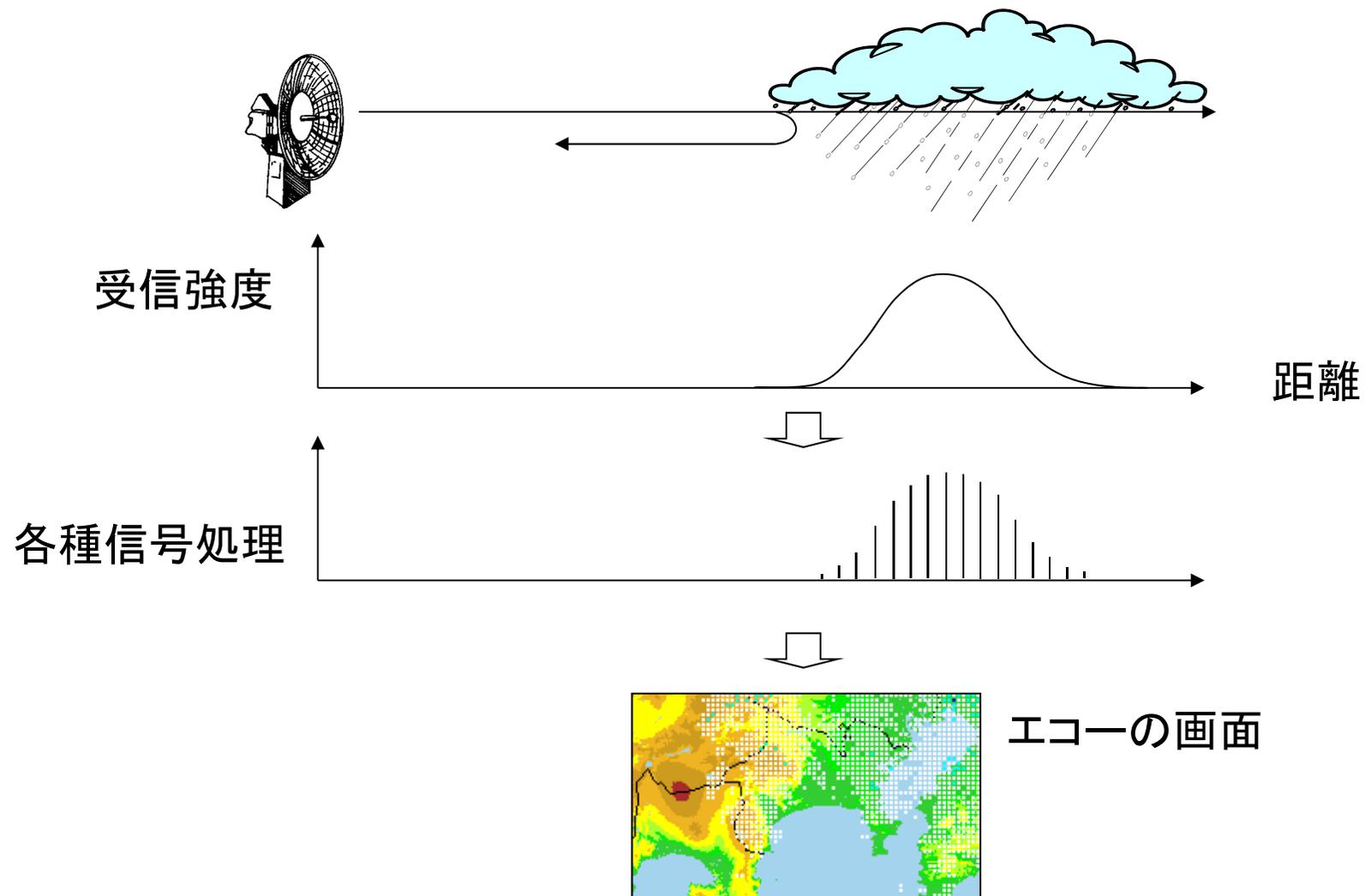
r : 目標までの距離

B, β : 雨の種類によって決まる定数

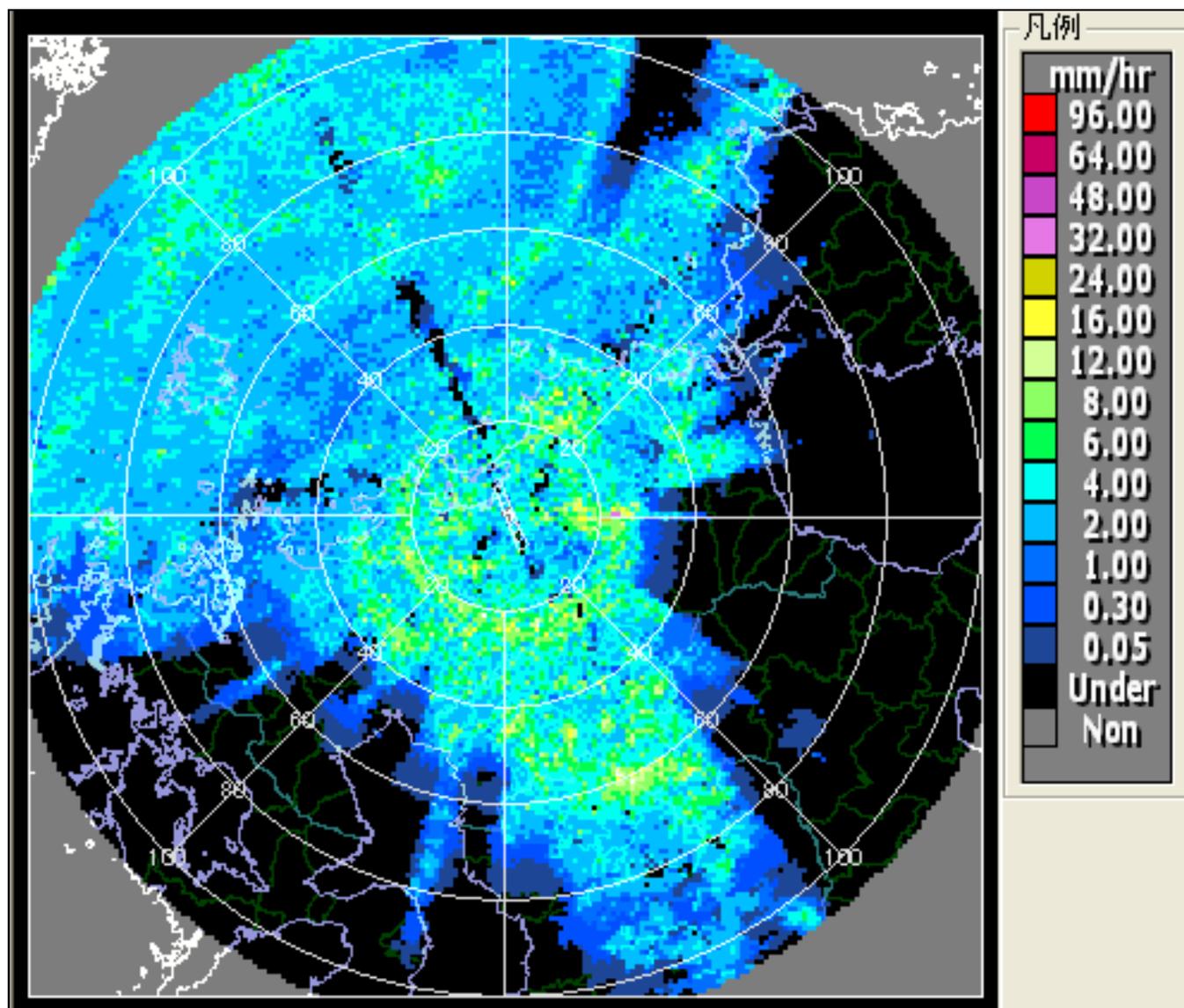
R : 降雨強度[mm/h]

気象レーダーの降雨観測

- 受信電力の検出

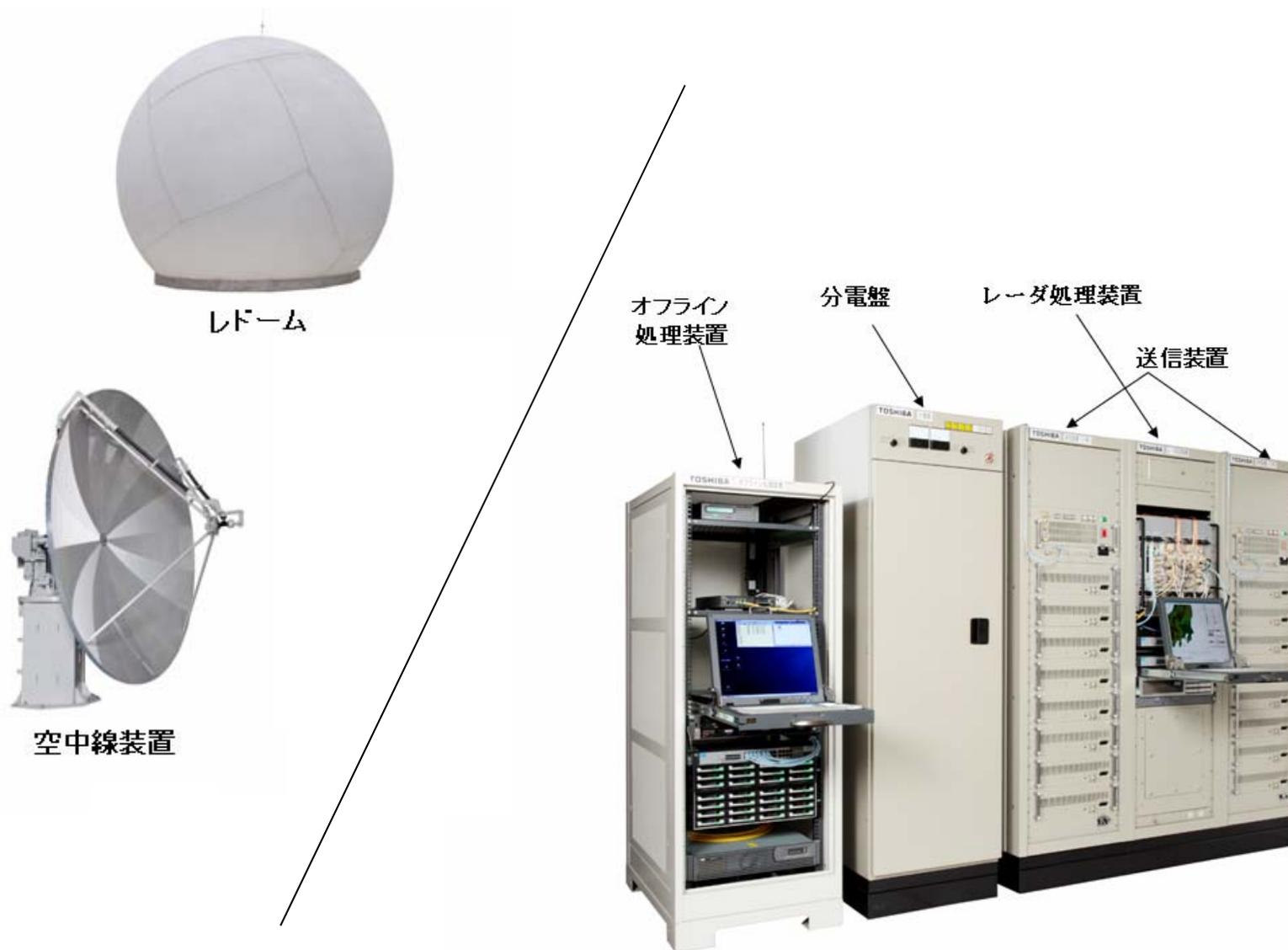


気象レーダーの降雨観測（画面例）



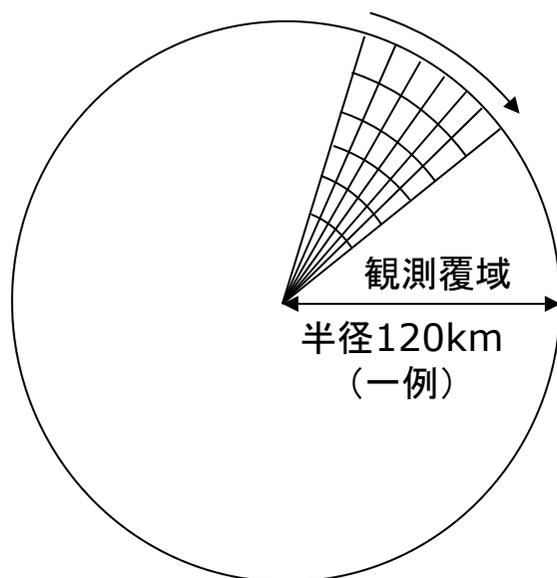
2. 気象レーダーの運用

気象レーダー 装置外観（例）



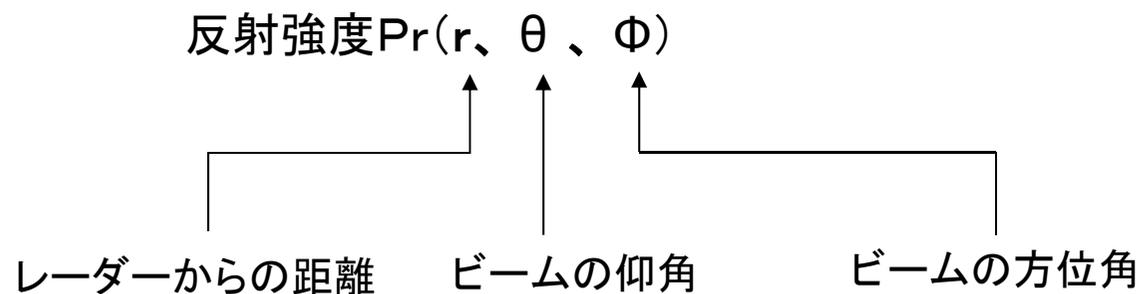
気象レーダーの取得データ

- 取得したデータの処理



上から見たイメージ
(中央がレーダー)

ある1仰角において取得されるデータは



として

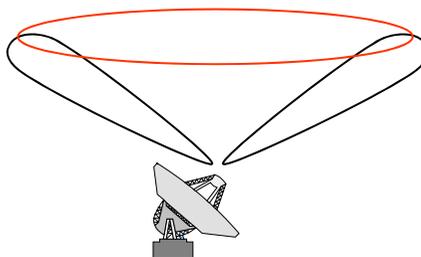
極座標のメッシュ毎の値として管理される。

気象レーダーの取得データ

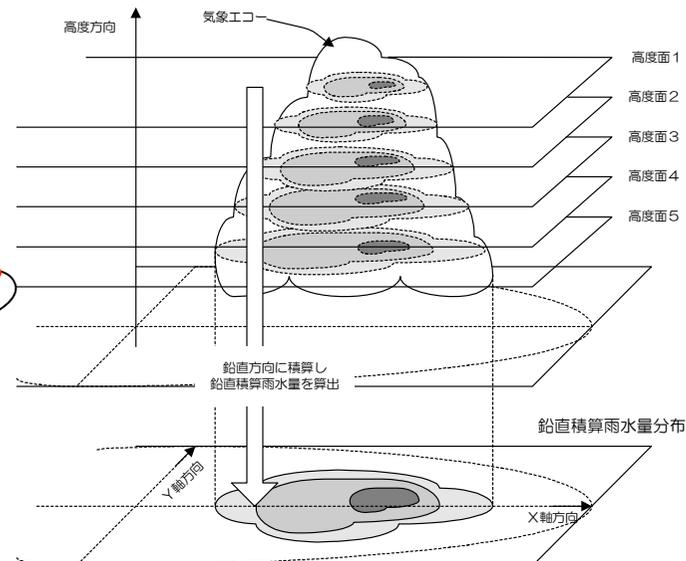
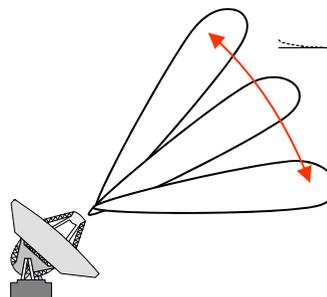
- 三次元領域のデータのとり方

気象レーダーのビームは
ペンシルビームである

- ① アンテナを回転させて
円錐状のある一面の
データを取る。



- ② アンテナの仰角を変えて
多くの面のデータを取る。

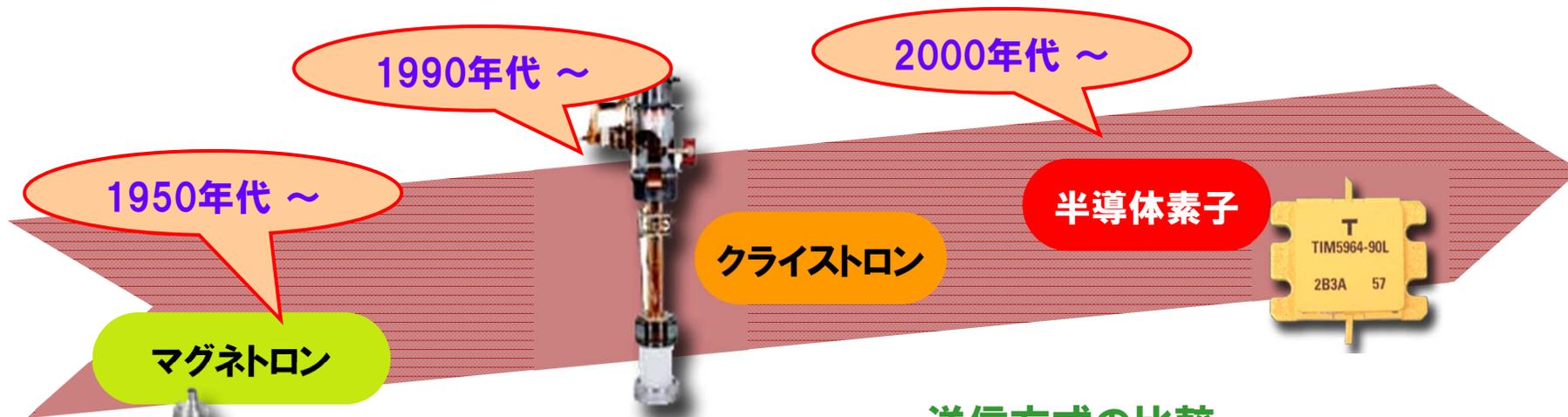


アンテナを方位回転させながら、仰角を上から下までひと通り変える
（「1シーケンス」と言う）ことでレーダーを中心とした立体的な領域の
データを取得する。

3. 送信装置の固体化技術

送信方式のトレンド

送信機の変遷： 電子管から固体化(半導体)素子へ



送信方式の比較

	長寿命	低ライフサイクルコスト	スプリアス対応 狭帯域化	連続運用, 作業安全性	外形寸法
マグネトロン	×	×	×	×	△
クライストロン	△	△	△	×	×
半導体素子	◎	◎	◎	◎	◎

高額な補用品は不要

周波数利用効率の向上

冗長性あり、高圧部なし

小型・軽量

送信装置の固体化

固体化技術のメリット（優れた保守性とTLCCの低減） TLCC:トータル・ライフサイクル・コスト

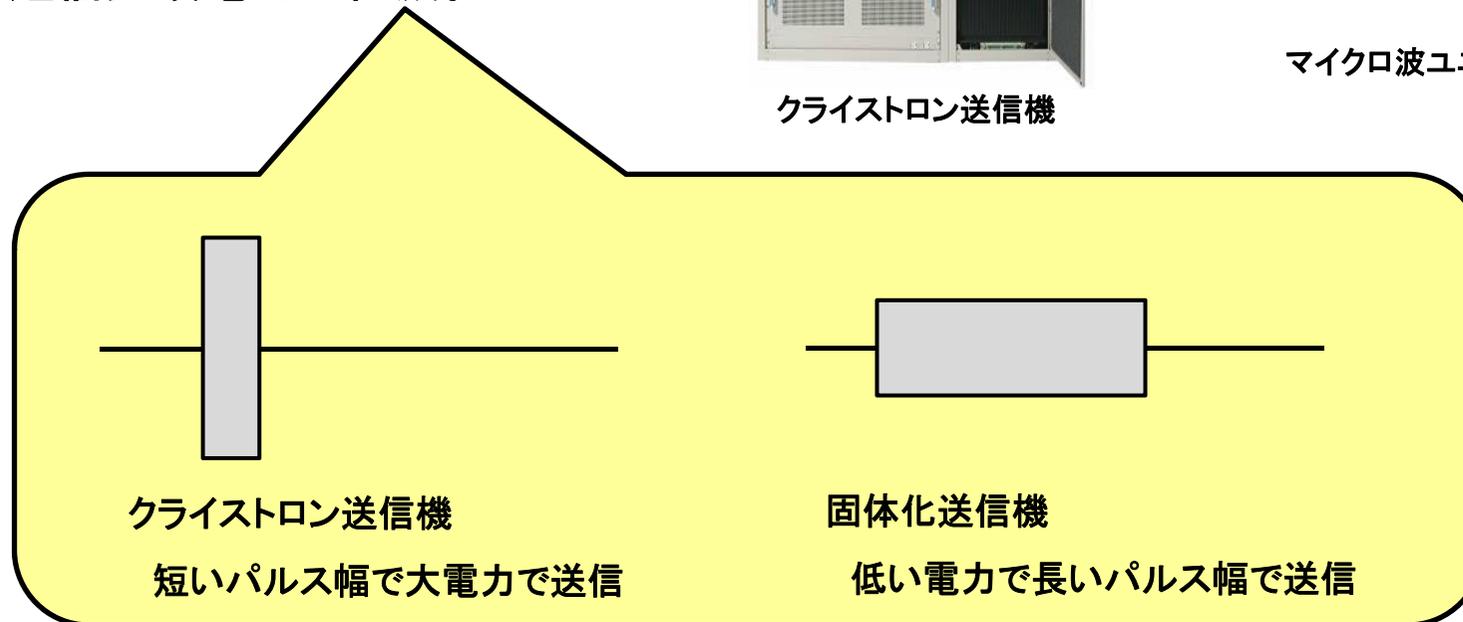
- (1) 主要部品が長寿命。
- (2) 主要部品の調達容易。
- (3) 省電力でCO₂排出量も低減。
- (4) 小型・軽量で省スペース。
- (5) スプリアスへの対策が可能。
- (6) 送信尖頭電力の低減。



クライストロン送信機

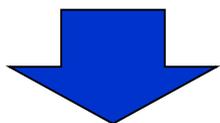


マイクロ波ユニット

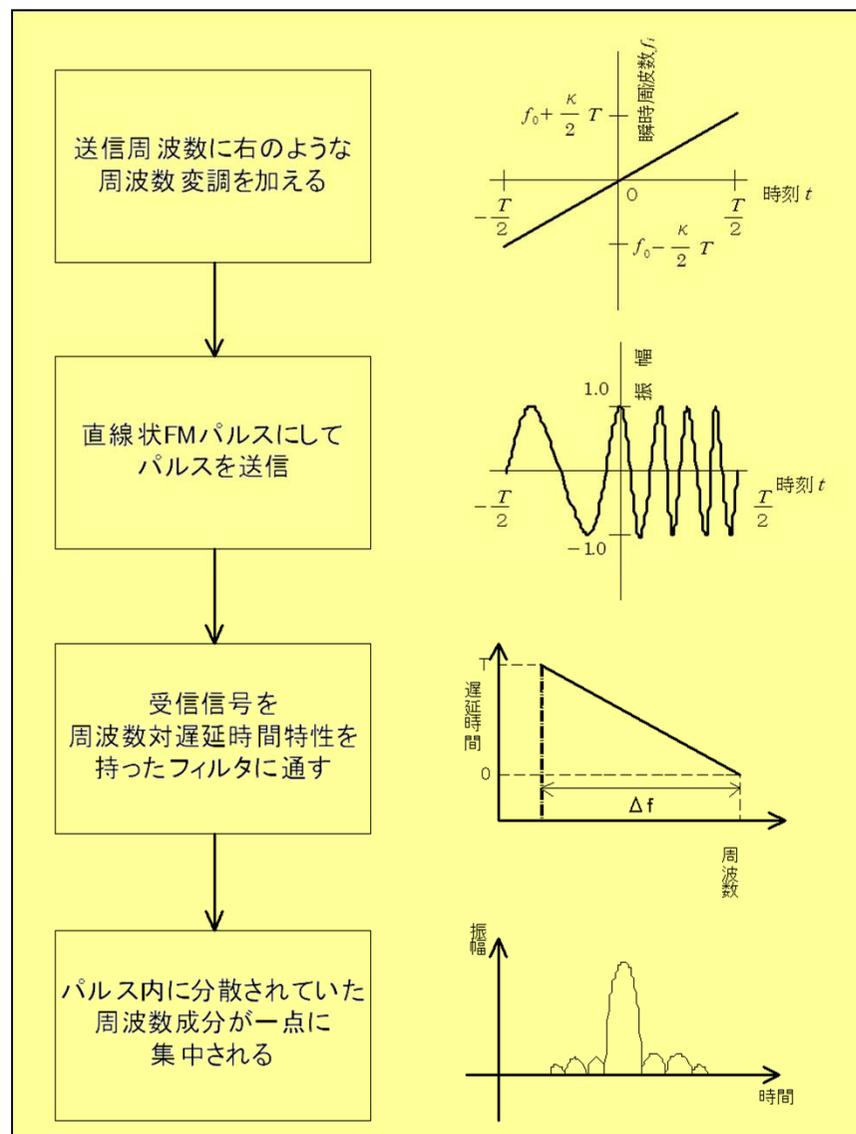


パルス圧縮技術の採用

固体化送信機では大電力のパルスを送信せず、パルス時間を長く送信することで、小さな電力でも電子管タイプと同等の送信電力を得る必要がある。



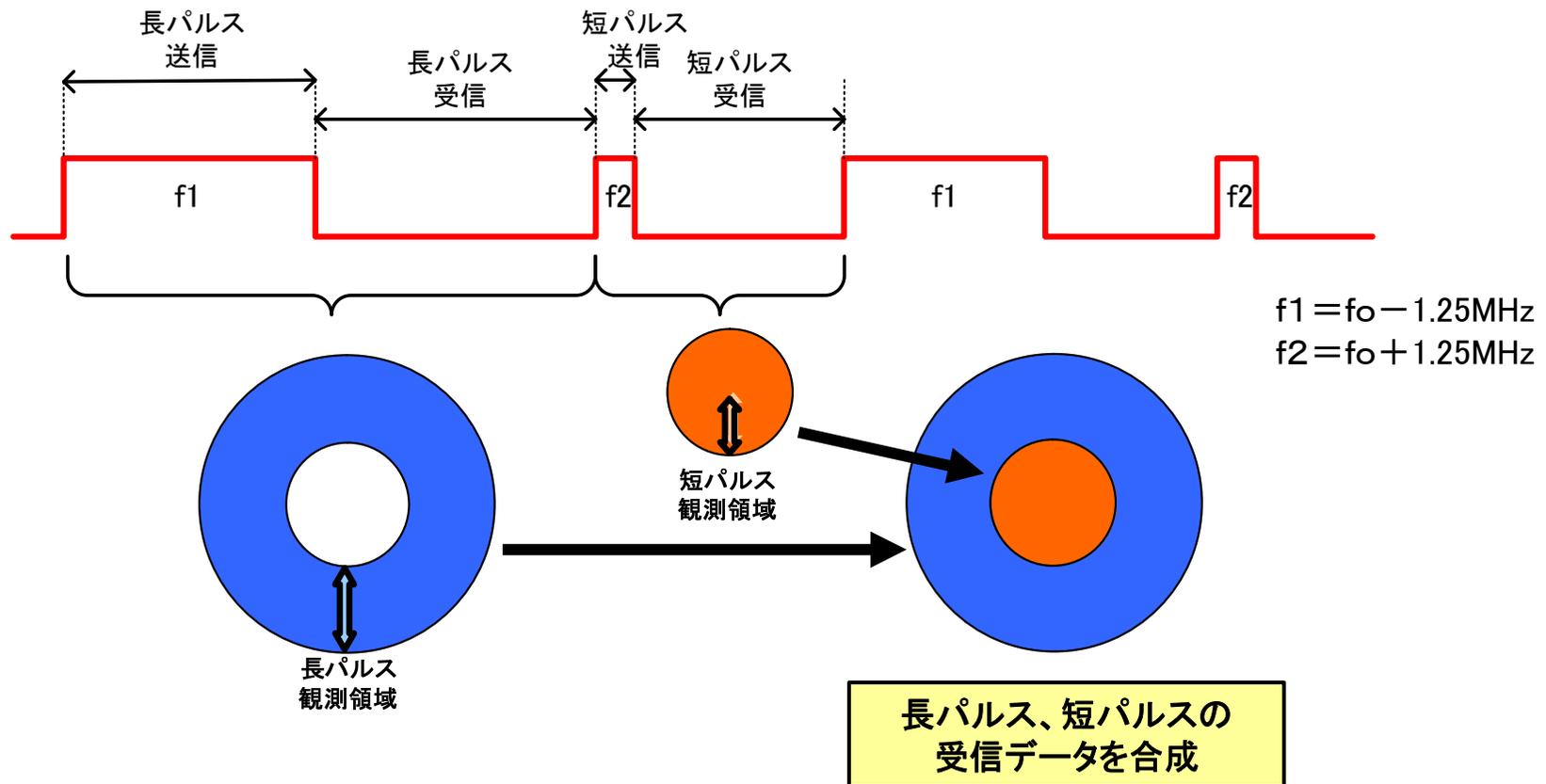
送信波のキャリア周波数を周波数変調し、受信時に逆変換することで、小さな送信電力でも電子管タイプと同等の送信電力を得る。



4. 固体化気象レーダーの送信諸元

固体化レーダーの送信方式

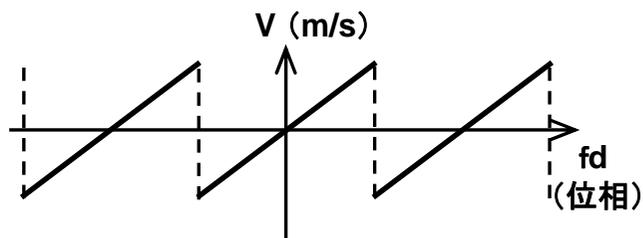
- 送信パルス幅は長パルスと短パルスを使用



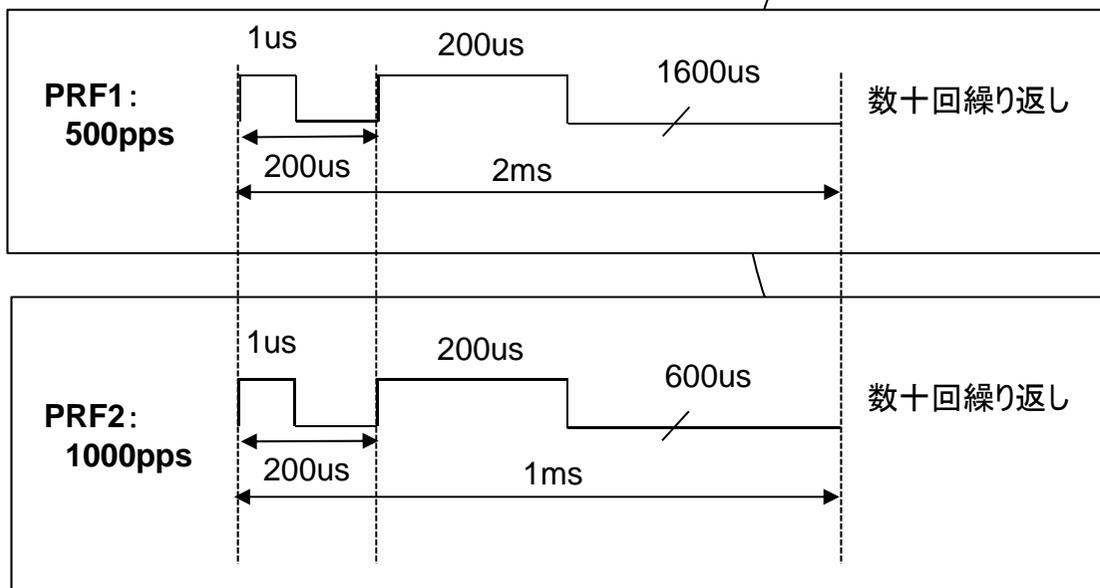
ドップラーレーダーの送信方式

- パルス繰返し周波数は2種を組み合わせて使用

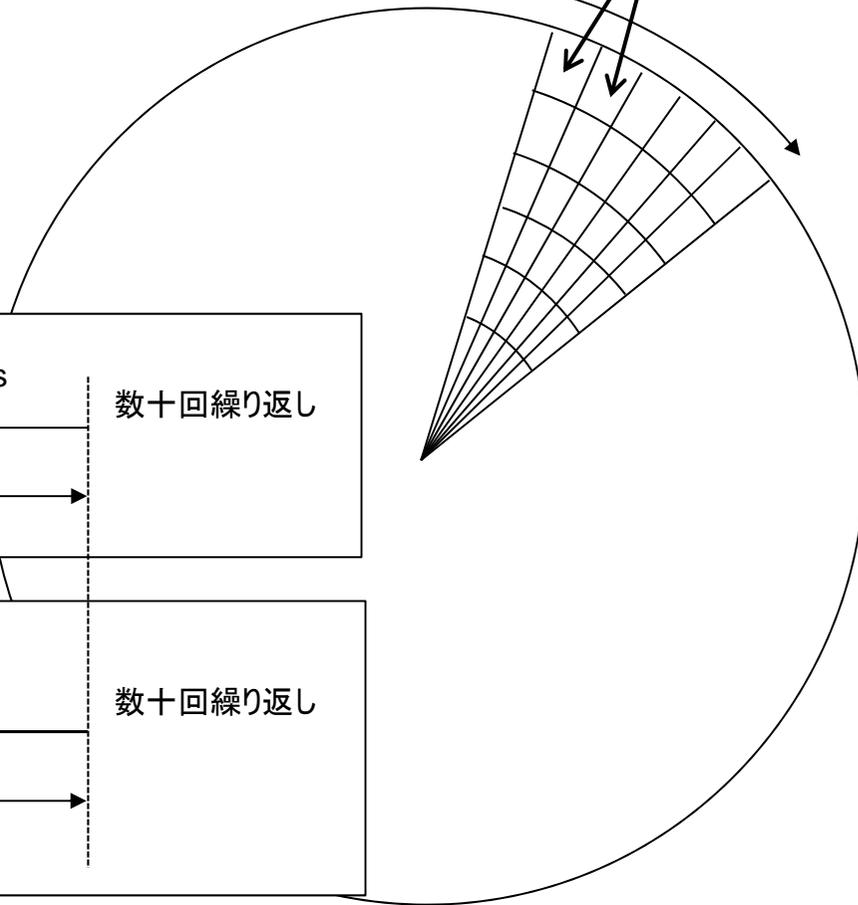
検出速度の折り返し



<送信パターンの一例>



PRF1、PRF2を
交互に送信



固体化レーダーのレーダ諸元

5GHz帯気象レーダー主要諸元例

引用元:資料44-2-2 情報通信審議会 情報通信技術分科会

5GHz帯無線アクセスシステム委員会 参考資料

主要諸元項目	性能値 (雨量計、一般気象)	性能値 (雨量計 Doppa)	性能値 (空港 Doppa)	性能値 (雷レーダー)	固体素子レーダー (雨量計)
1. 空中線装置					
①空中線(種別/径)	直径4m円形パラボラ等	直径4m円形パラボラ等	直径7m円形パラボラ	直径3m円形パラボラ	直径4m円形パラボラ (製造メーカーにより異なる)
②空中線利得	44dBi程度	44.7dBi程度	48dBi程度	42dBi程度	42dB以上 (製造メーカーにより異なる)
③ビーム幅(水平/垂直)	1.2deg	1.05deg	0.7deg	1.2deg	1.2deg以下 (製造メーカーにより異なる)
④サイドローブ*(1)	-25dB以下	-28.8dB以下	-25dB以下	-25dB以下	-23dB以下
⑤給電線損失(送/受)	2dB/2dB min	2dB/5dB min	2dB/5dB min	2dB/5dB min	1.6dB/5.5dB (運用サイトにより異なる)
⑥水平走査(回転数)	3~4/1~3 rpm	1~10 rpm	2/4 rpm	4~10 rpm	0.5rpm以下~6rpm以上
⑦垂直走査範囲	-2~+45deg以上	-2~+90deg	-2~+90deg	+0.7~81deg	-2~+90deg
2. 送信装置					
①発信管(素子)	マグネトロン	マグネトロン	クライストロン	マグネトロン	半導体素子
②送信周波数	5.25-5.35GHz	5.25-5.35GHz	5.25-5.35GHz	5.25-5.35GHz	5.25~5.37GHz
③送信出力	250KW程度	250KW程度	200KW程度	250KW程度	6kW (製造メーカーにより異なる)
④送信パルス幅	2~2.5us/0.5us	0.5us	1us	2us	1us、200us (製造メーカーにより異なる)
⑤パルス繰返し周期	260pps	896~1120pps	840~1120pps	250~1800pps の2周波組合せ	260~1000pps の2周波組合せ
⑥duty比	-31.8~32.8dB	-29.0~29.8dB	-29.0~29.8dB	-30.0~33.0dB	-10.9~-11.9dB (製造メーカーにより異なる)
⑦占有周波数帯幅	8MHz以下	9.2MHz以下	4MHz以下	8MHz以下	4MHz以下
⑧電波の形式	PON	PON	PON	PON	VON
⑨スプリアス発射強度	-40dBc以下	-40dBc以下	-40dBc以下	-40dBc以下	-60dBc以下
3. 受信装置					
①通過帯域幅	1.4MHz	3.0MHz	1.2MHz	1.2MHz	1.4MHz
②最小受信感度	-113dBm程度	-112dBm程度	-109dBm程度	-113dBm程度	-110dBm
4. その他					
①設置高	地上高40~50m等	地上高40~50m等	地上高40~50m等	地上高40~50m等	地上高40~50m等
②定量観測範囲	半径100~200km	半径240km	半径120km	半径250km	半径200km
③定性観測範囲	半径~400km	-	-	-	半径300km

TOSHIBA

Leading Innovation >>>

本資料には、将来にわたる商品計画及び弊社技術も含まれておりますので、本資料およびその内容が第三者の知るところとなりますと、今後における弊社の事業に障害が及ぶこととなります。したがって、本資料およびその掲載する情報の管理には、充分なご注意を頂きますようお願い申し上げます。止むを得ず第三者に掲示、あるいは伝える必要が生じた場合には、事前に弊社営業担当にご相談下さい。