

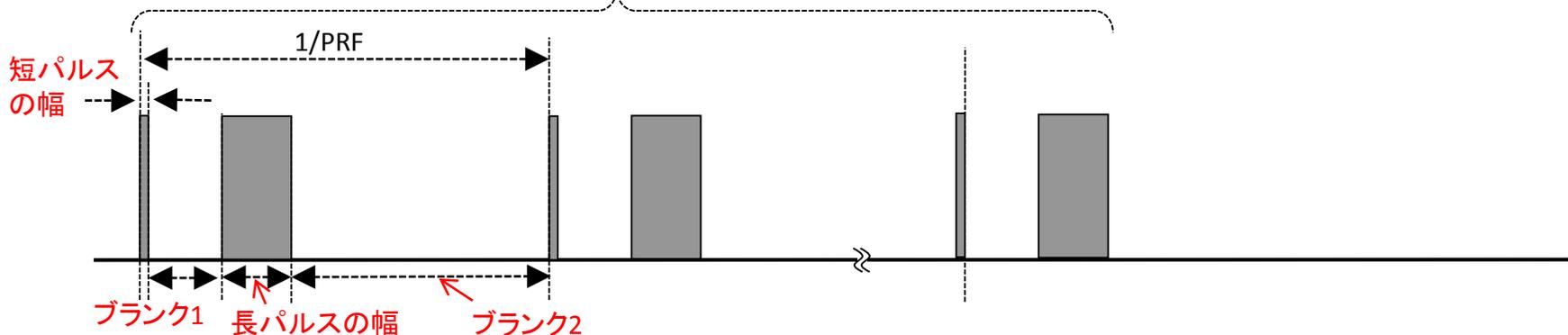
# 気象庁の5GHz帯気象レーダーのパルスパターン

---

気象庁観測部  
平成30年12月7日

# 固体素子気象レーダーのパラメータ設定

バーストに含まれる短・長パルスの組 L



## 短パルスの幅

- 距離分解能に応じて設定する。150mの距離分解能は $1.0\mu s$ に相当。

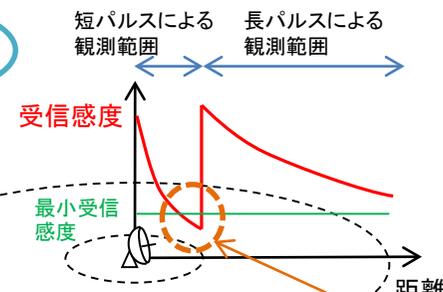
## 長パルスの幅

- 長くすることで、遠方の受信感度が向上し、より遠くの雨を捕捉できるようになるが、パルス送信中は受信ができず、近距離の観測ができなくなる。
- そこで、短パルスを送受信することで近距離の補完を行うが、短パルスの受信感度は低いため、長パルスが長くなり補完領域が増えると、補完しきれなくなる。
- このため、遠距離 (300~400km) の観測には長めのパルス (100~200 $\mu s$ ) を、中距離 (150km程度) の観測には短めのパルス (30~70 $\mu s$ ) を用いる。

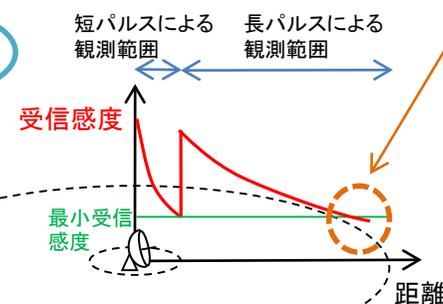
## ブランク1、2

- ブランク1は短パルスの受信時間 (= 観測範囲) に相当し、長パルス送信中に受信ができない長パルス幅 + a に設定する (これ以上長くすると、処理に用いるパルス数が減り観測精度が低下)。
- +aを設けるのは、パルス幅を3dB幅で定義しており、全パルス長としてはもう少しだけ長いため。
- ブランク2は長パルスの受信時間 (= 観測範囲) に相当。

## 長めの長パルス



## 短めの長パルス



長めの長パルスを用いると近傍で、短めの長パルスを用いると遠方で、それぞれ受信感度を割りやすい

No.	送信時間 [μs]				長パルス波形形状			パルス数	備考		
	短パルス	ブランク1	長パルス	ブランク2	α	γ	B		タイプ	レーダー電波種別	PRF
1	2.5	0	0	3028	-	-	-	10	クライストロン	可変長パルス	330
2	1	0	0	1063	-	-	-	27	クライストロン	可変長パルス	940
3	1	0	0	1329	-	-	-	21	クライストロン	可変長パルス	752
4	2	0	0	3844	-	-	-	10	クライストロン	可変長パルス	260
5	2	0	0	2379	-	-	-	15	クライストロン	可変長パルス	420
6	1	0	0	892	-	-	-	32	クライストロン	可変長パルス	1120
7	1	0	0	1189	-	-	-	24	クライストロン	可変長パルス	840
8	1	72	64	825	0	1.48	1.2	28	固体化	チャープ・可変長パルス	1040
9	1	72	64	1065	0	1.48	1.2	23	固体化	チャープ・可変長パルス	832
10	1	108	100	2291	0	1.48	1.67	20	固体化	チャープ・可変長パルス	400
11	1	108	100	2916	0	1.48	1.67	30	固体化	チャープ・可変長パルス	320
12	1	72	64	2762	0.45	1.48	2	10	固体化	チャープ・可変長パルス	345
13	1	40	32	1031	0.45	1.48	2	26	固体化	チャープ・可変長パルス	906
14	1	40	32	1252	0.45	1.48	2	22	固体化	チャープ・可変長パルス	755
15	0.5	20	20	585	0.1	1.48	2	10	固体化	チャープ・可変長パルス	1600
16	0.5	20	20	585	0.89	1.48	2	10	固体化	チャープ・可変長パルス	1600
17	5	200	200	2928	0.1	1.48	1	10	固体化	チャープ・可変長パルス	300
18	5	200	200	2928	0.89	1.48	1	10	固体化	チャープ・可変長パルス	300
19	15	400	400	4185	0.1	1.48	1	15	固体化	チャープ・可変長パルス	200
20	15	400	400	4185	0.89	1.48	1	15	固体化	チャープ・可変長パルス	200

- 上記の20パターンは、ETSIの規格を参考にしたDFSパルスパターンの規格案（次ページ参照）の中から選んだもの。
- No.1～14は国内で既に使用している若しくは今後1年間で使用を開始する予定のものであり、ETSIの規格を参考にしたパルスパターンの端の値を選んだもの。
- 橙色のセルは実際に気象庁で現在（又は近い将来）利用しているもの。パルス幅やPRF（パルス繰り返し周波数）はこの値しか使用しないということではなく、若干変更して使用する場合がある。
- 距離分解能は125～150m以下が必要であり、短パルスの幅は原則として1.0μsとしている。
- 降水予測のためには、レーダーの周囲を3次元的に観測し、落ちてくる前の上空の降水粒子を捉える必要がある。降水粒子は高さ10～15km程度以下にしか存在しないため、高仰角の観測でこれらを捕捉するには、長パルスの幅を30μs程度(5km程度)とする必要がある（高仰角の観測が必要ない場合は、この限りではない。）。

- IEEE 802.11ax規格に係る国内の法制度整備に際し、欧州のETSI規格 (EN 301 893) の#1、#2の値をベースとし、かつ固体素子レーダーに対応できるように、短パルスと短パルスの間に長パルスが送信されることをNOTE 7に、1バーストあたりのパルス数は最小値を意味することをNOTE 8に注釈として追加した、**#1'、#2'相当の規格を、固体素子レーダーに対応する日本の新たなW53帯DFSパルスパターン**としていただけないか提案したい。
- 告示等への追加規定の具体については、上記対応可否の確認後に別途検討したい (現在の固定パルス1,2の規定は削除可)。

## 固体素子レーダーで必要とするパラメータ範囲

表 2.3.3-1 気象庁及び国土交通省で想定される固体素子レーダーのパラメータ範囲

パラメータ	範囲
短パルス長 [us] (半値幅で定義)	0.5 ~ 2.5 ± 10%
長パルス長 [us] (半値幅で定義)	20 ~ 400 ± 5%
繰り返し周波数[Hz]	100 ~ 2000、 短パルスの場合 20000 も含む
チャープ幅 [MHz]	1 ~ 2
周波数変調方法	線形、非線形
周波数遷移方向	Up、Down

出典: H29無線LANのDFSにおける周波数有効利用の技術的条件に関する調査検討報告書

短パルスのパラメータ範囲 (赤枠) は、ETSI規格(#1,#2)にほぼ包含されるため、固体素子レーダーに係る注釈(NOTE)を追加する形の規格を提案したい。

## ETSI規格におけるDFSパルスパターン

Table D.4: Parameters of radar test signals

Radar test signal # (see note 1 to note 3)	Pulse width W (us)		Pulse repetition frequency PRF (PPS)		Number of different PRFs	Pulses per burst for each PRF (PPB) (see note 5)
	Min	Max	Min	Max		
1	0.5	5	200	1 000	1	10 (see note 6)
2	0.5	15	200	1 600	1	15 (see note 6)
3	0.5	15	2 300	4 000	1	25
4	20	30	2 000	4 000	1	20
5	0.5	2	300	400	2/3	10 (see note 6)
6	0.5	2	400	1 200	2/3	15 (see note 6)

出典: ETSI EN 301 893 V2.1.1 (2017-05) Annex D (normative): DFS parameters

## 提案するW53帯DFSパルスパターンの規格 (#1', #2')

Table D.4: Parameters of radar test signals

Radar test signal # (see note 1 to note 3)	Pulse width W (us)		Pulse repetition frequency PRF (PPS)		Number of different PRFs	Pulses per burst for each PRF (PPB) (see note 5)
	Min	Max	Min	Max		
1'	0,5	5	200 (see note 7)	1 000 (see note 7)	1	10 (see note 8)
2'	0,5	15	200 (see note 7)	1 600 (see note 7)	1	15 (see note 8)

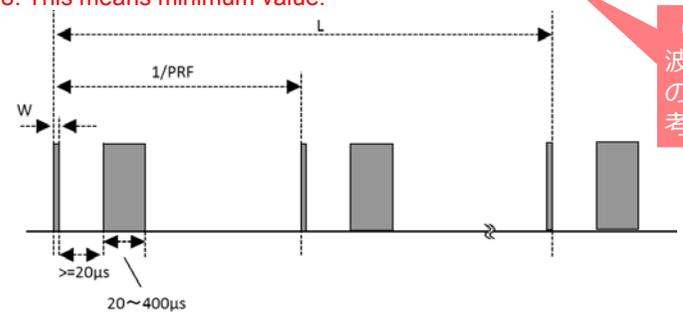
NOTE 1~4 (略)

NOTE 5: The total number of pulses in a burst is equal to the number of pulses for a single PRF multiplied by the number of different PRFs used.

NOTE 6: For the CAC and Off-Channel CAC requirements, the minimum number of pulses (for each PRF) for any of the radar test signals to be detected in the band 5 600 MHz to 5 650 MHz shall be 18.

NOTE 7: A modulated long pulse which width is 20 - 400 us (which has an accuracy of ±5%) is also emitted after at least 20 us since emitting the normal pulse. The modulation to be used is a linear (or non-linear) chirp modulation with a ±0.5 - 1.0 MHz frequency deviation. See Figure D.6.

NOTE 8: This means minimum value.



(注) DFSにおいて周波数を区別していないのであれば、下線部の考慮は特段不要

Figure D.6: General structure of a single burst/constant PRF based solid-state radar test signal