

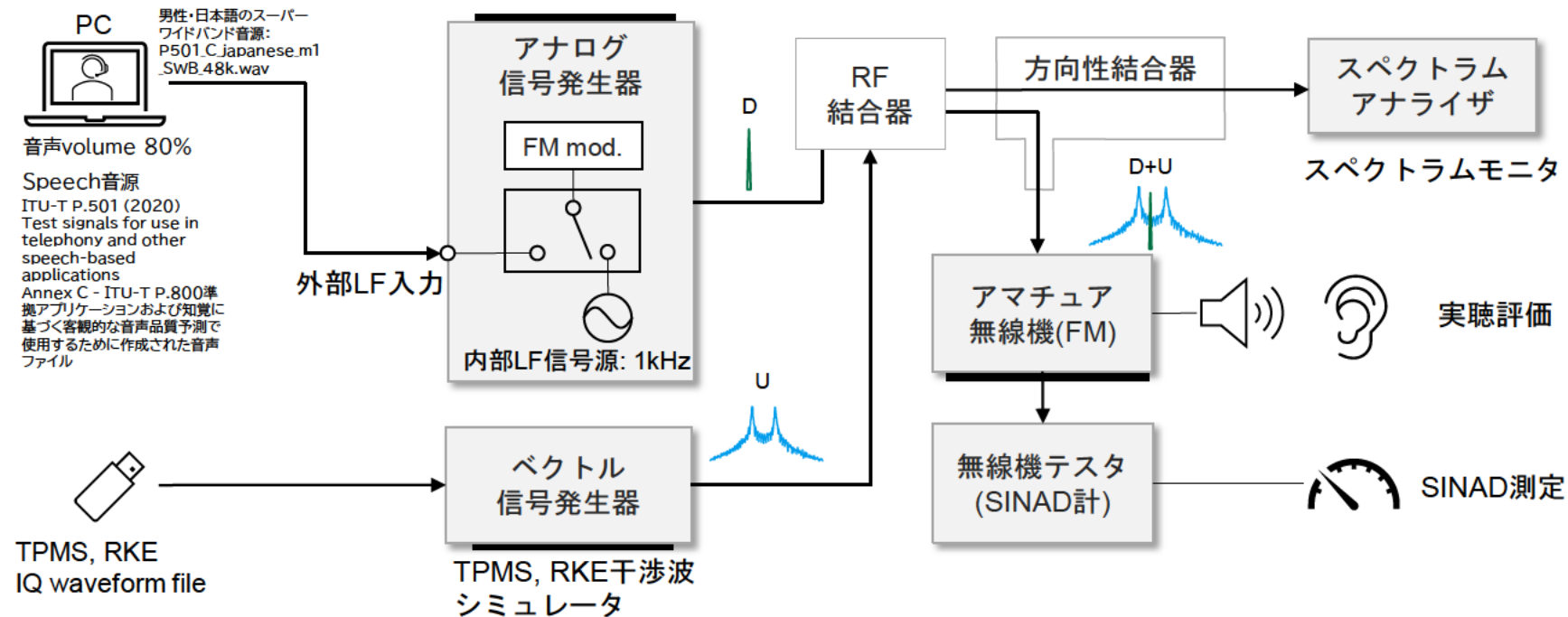
# 433MHz帯タイヤ空気圧モニタ及び リモートキーレスエントリを用いた予備試験について

総務省総合通信基盤局電波部移動通信課

# TPMS, RKE干渉波シミュレータによる試験系

## 試験項目：SINAD (1kHzトーン), 音声の実聴 (Speech音源)

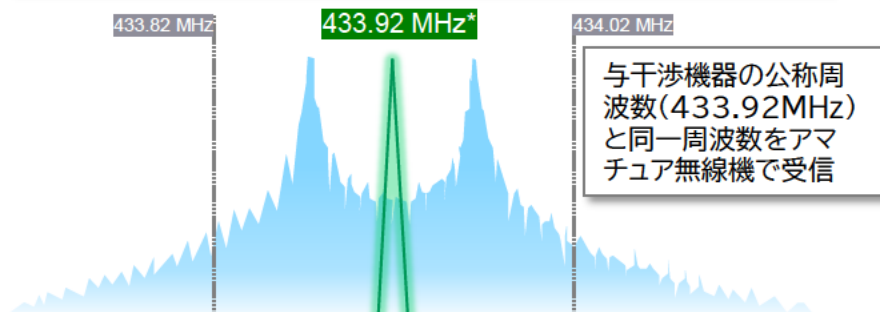
- TPMSとRKEのRF波形を予め電波暗室でキャプチャし、IQ waveform fileを作成。
- アマチュア無線機はSINAD値が12dBとなる希望波レベル(-17.5dBuV[-124.5dBm])を受信。この状態において、与干渉源から希望波と同一レベルの干渉信号を加え、干渉状態のSINADを測定。加えて、実聴による音声の聴取の可否をOK/NGで記録。



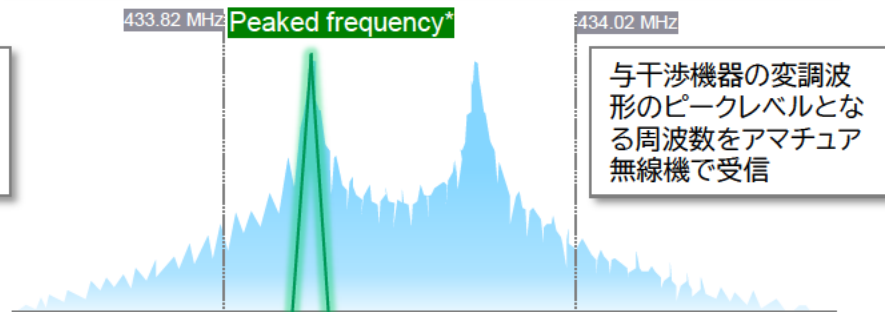
# 3つの干渉パターンによる試験を実施

## I 希望波(D)と干渉波(U)の周波数の位置関係

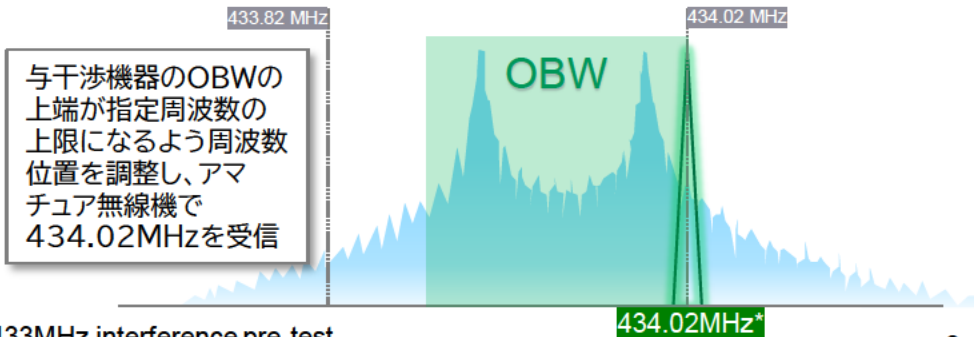
subtest 1: 同一チャネル干渉



subtest 2: ピーク周波数干渉



subtest 3: 帯域外領域干渉



\*アマチュア無線機を受信周波数をそれぞれの干渉ポジションに設定

testplan	所望波の周波数	干渉波の周波数
subtest 1	433.92 MHz	433.92 MHz
subtest 2	干渉波のpeakに調整	433.92 MHz
subtest 3	434.02 MHz	OBWのUpperを帯域外境界に調整

subtest 1と2は全ての干渉波で実施。  
subtest 3は三つの干渉波で実施

# 試験手順

アマチュア無線機の受信周波数を変更しながらsubtest 1、2、3において以下の手順を繰り返す

## 12dB SINAD感度調整

アナログSGから1kHzトーン / 3.5kHzデビエーションのFM変調波をアマチュア無線機に供給し、SINADが12dBになるようアナログSGの出力を調整

12 dB SINAD sensitivity level:

$$D = -17.5 \text{ dB}\mu\text{V}_{(term)}$$

## 干渉波の追加

アナログSGから希望波の供給を継続し、加えて、ベクトルSGから同一レベルの干渉波の注入を開始する

OK/NG boundary interference level:

$$U = -17.5 \text{ dB}\mu\text{V}_{(term)}^{*1}$$

## SINADの測定

無線機テストのSINAD計を用いて劣化したSINADを測定する

## 実聴評価

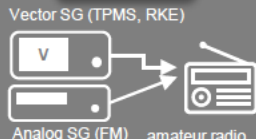
アナログSGのLF信号源を外部に切り替え、ITU-T P.501標準のSpeech音源に切り替える。アマチュア無線機のスピーカーから音声の内容が聞き取れる場合はOK、聞き取れなければNGとして評価する

### radio link

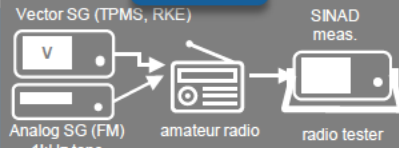
test config.



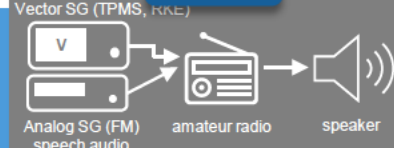
### Add VSG



### 1kHz tone



### Speech Audio

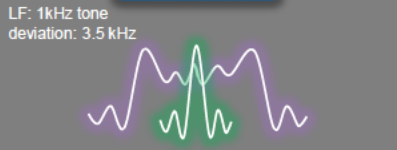


### sensitivity level alignment

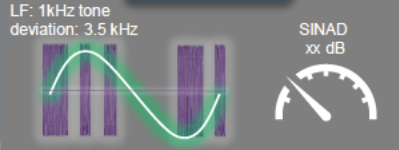
signal status



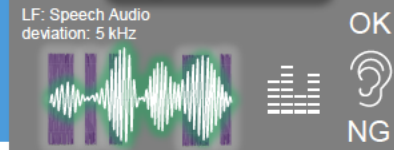
### add interference



### measurement



### subjective evaluation



\*1 代表的な2-FSKの干渉波によって実聴OK or NGとなる臨界が-17.5 dB $\mu$ Vとなり、これを試験で採用した。

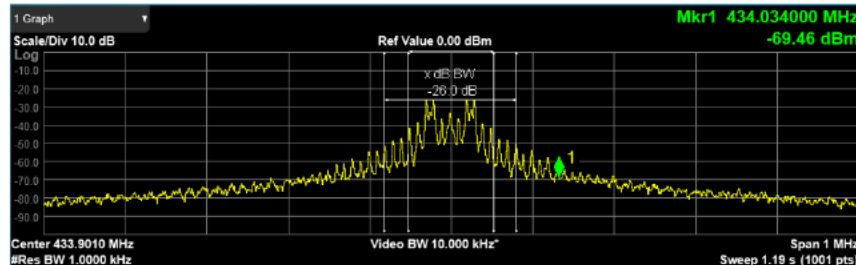
# 試験に用いた与干渉機器のサンプル一覧

device type	サンプル	種別	変調	占有周波数帯域幅(99%法)
TPMS	A	TPMS A.1	2-FSK	105 kHz
		TPMS A.2	2-FSK	79 kHz
	B	TPMS B.1	2-FSK	100 kHz
		TPMS B.2	2-FSK	272 kHz
	C	TPMS C	FSK	169 kHz
	RKE	D	RKE D	FSK
E		RKE E.1	ASK	92 kHz
		RKE E.2	ASK	189 kHz
B		RKE B.1	2-FSK	55 kHz
		RKE B.2	2-FSK	55 kHz
A		RKE A	2-FSK	42 kHz
F		RKE F	2-FSK	106 kHz

上記のサンプルからIQキャプチャによりRF波形を採取し、IQ waveform fileを作成

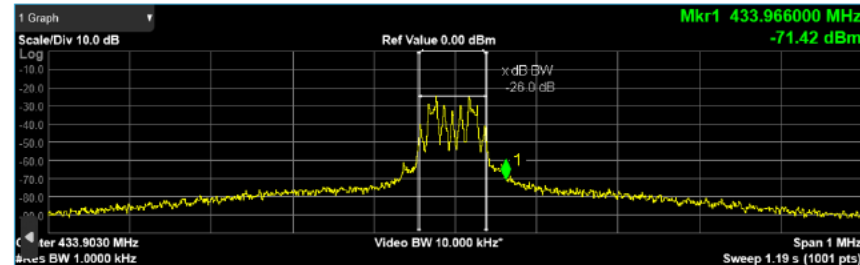
# 採取したTPMSのスペクトラム (ベクトルSGから発生したもの) [1/2]

## TPMS A.1



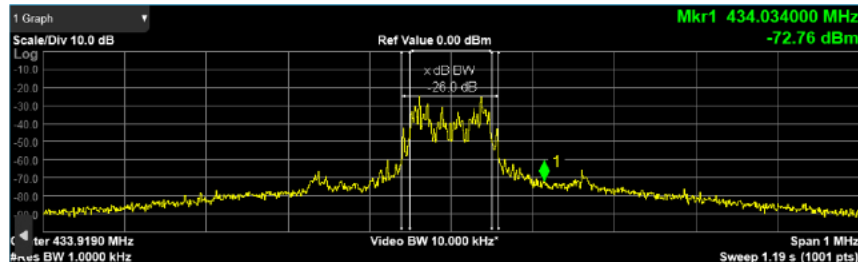
2-FSK, OBW: 105 kHz

## TPMS A.2



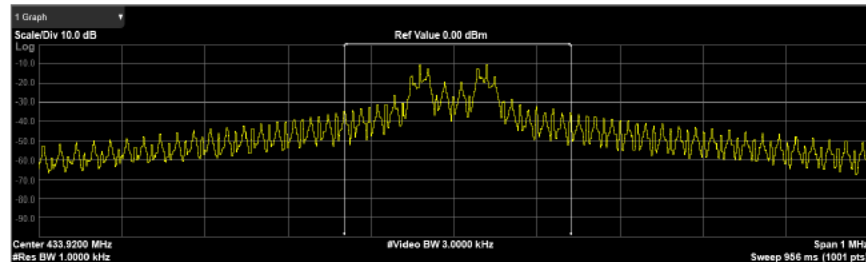
2-FSK, OBW: 79 kHz

## TPMS B.1



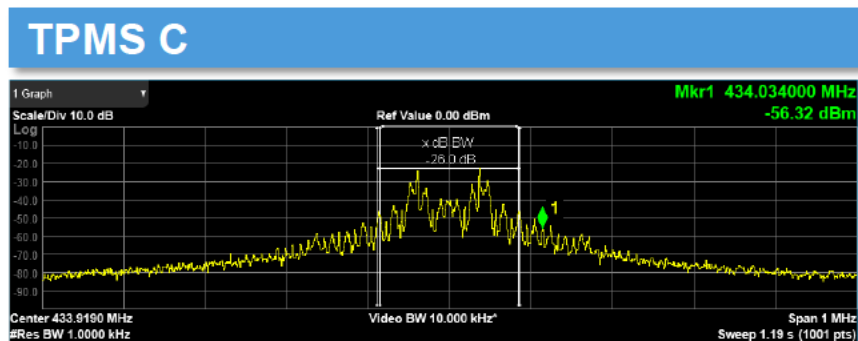
2-FSK, OBW: 100 kHz

## TPMS B.2



2-FSK, OBW: 272 kHz

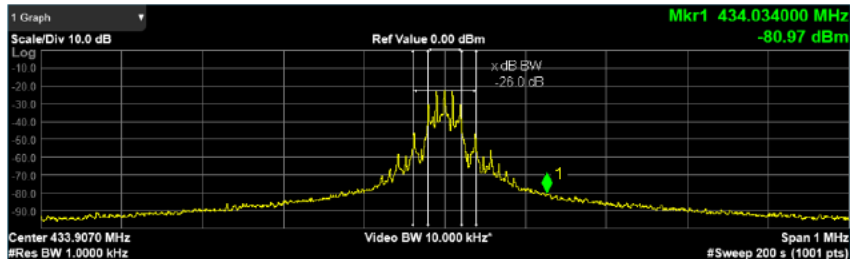
# 採取したTPMSのスペクトラム (ベクトルSGから発生したもの) [2/2]



2-FSK, OBW: 170 kHz

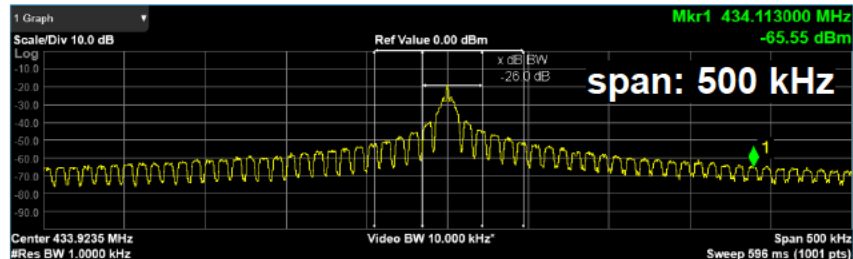
# 採取したRKEのスペクトラム (ベクトルSGから発生したもの) [1/2]

## RKE D



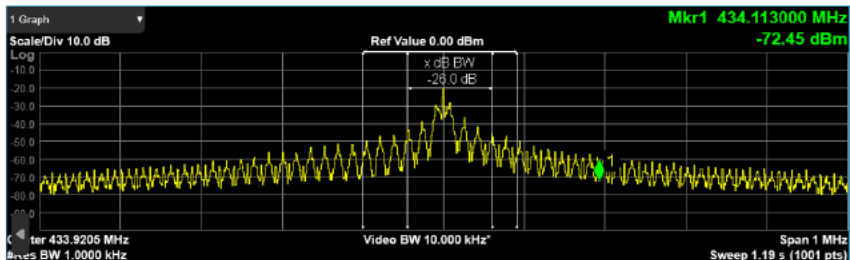
**ASK, OBW: 41 kHz**

## RKE E.1



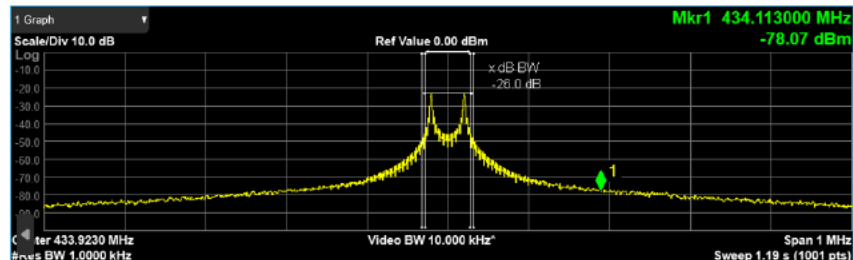
**ASK, OBW: 92 kHz**

## RKE E.2



**ASK, OBW: 189 kHz**

## RKE B.1

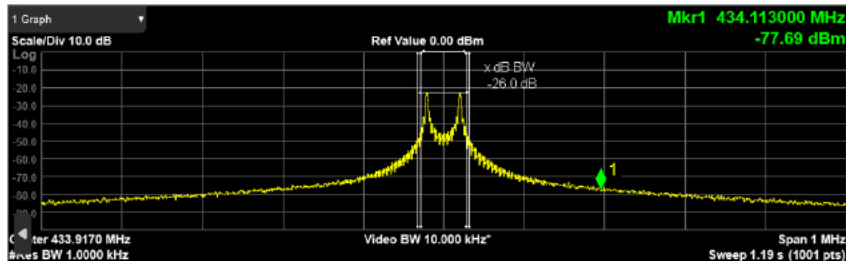


**2-FSK, OBW: 55 kHz**



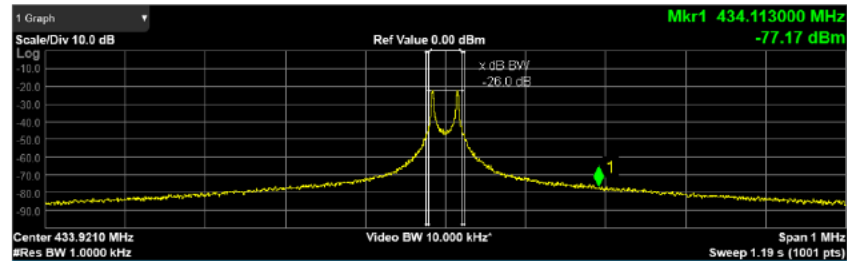
# 採取したRKEのスペクトラム (ベクトルSGから発生したもの) [2/2]

## RKE B.2



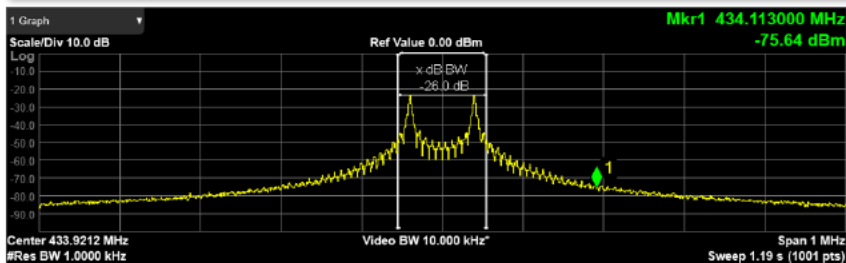
2-FSK, OBW: 55 kHz

## RKE A



2-FSK, OBW: 42 kHz

## RKE F



2-FSK, OBW: 106 kHz

# 被干渉機器として試験に使用したアマチュア無線機

## iCOM IC-9700



**144MHz+430MHz+1200MHz  
(SSB/CW/RTTY/AM/FM/DV/DD)  
50Wトランシーバー**

受信感度において高い性能となるFMモードで試験を実施。SSBモードによる試験は省略。デジタルについては簡易的な確認を行った。

### 主要諸元

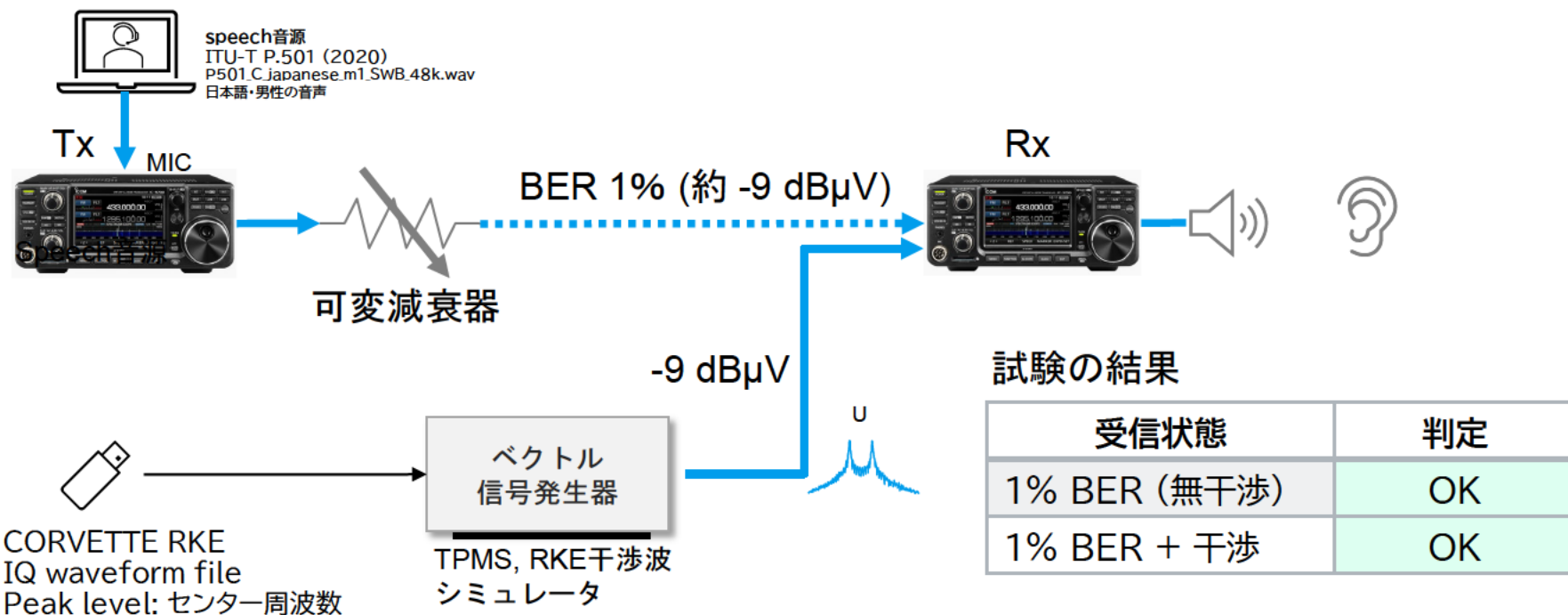
周波数バンド	144.000MHz~146.000MHz 430.000MHz~440.000MHz 1260.000MHz~1300.000MHz	
モード	SSB、CW、RTTY、AM、FM、DV、DD	
周波数分解能	1 Hz	
受信感度	SSB/CW(10dB S/N): -19dB $\mu$ V (0.11 $\mu$ V)以下 AM(10dB S/N): 0dB $\mu$ V (1.0 $\mu$ V)以下 FM(12dB SINAD): -15dB $\mu$ V (0.18 $\mu$ V)以下 DV(1% BER)(PN9): -9dB $\mu$ V (0.35 $\mu$ V)以下 DD(1% BER)(PN9): 4dB $\mu$ V (1.59 $\mu$ V)以下	プリアンプ: ON フィルター: SOFT時
選択度	AM(BW=6kHz): 6.0kHz以上/-3dB、15kHz以下/-60dB FM(BW=15kHz): 12.0kHz以上/-6dB、20kHz以下/-60dB DV(CHスペーシング=12.5kHz): -50dB以下 DD(CHスペーシング=300kHz): -40dB以下	
オーディオインピーダンス	8 $\Omega$	

# 試験の結果: FMモードに対する干渉試験

無線機	干渉波		subtest 1 同一チャネル干渉 D=U=433.92 MHz			subtest 2 ピーク周波数干渉 D= waveform U のPeak周波数			subtest 3 帯域外領域干渉 D=434.02 MHz		
			Dの受信レベル (12 dB SINAD)	干渉レベル	sample	SINAD	実聴判定	D freq. [MHz]	SINAD [dB]	実聴判定	U freq. [MHz]
-17.5 dB $\mu$ V	TPMS	-17.5 dB $\mu$ V	TPMS A.1	11.0	OK	433.9393	7.0	NG	-	-	-
			TPMS A.2	8.5	OK	433.9373	7.0	NG	-	-	-
			TPMS B.1	11.0	OK	433.8811	10.0	OK	-	-	-
			TPMS C	11.5	OK	433.9578	10.5	OK	433.936	12.0	OK
	RKE	-17.5 dB $\mu$ V	RKE D	6.5	NG	Peak=center	-	-	-	-	-
			RKE E.1	9.0	NG	peak=center	-	-	-	-	-
			RKE E.2	9.5	NG	peak=center	-	-	433.928 <sub>5</sub>	12.0	OK
			RKE B.1	11.5	OK	433.903	5.0	NG	-	-	-
			RKE B.2	11.5	OK	433.9	5.0	NG	-	-	-
			RKE A	11.5	OK	433.9044	5.0	NG	-	-	-
			RKE F	12.0	OK	433.8798	5.0	NG	433.957 <sub>5</sub>	12.0	OK

# 試験の結果: デジタルDVモード(GMSK)に対する干渉試験

アマチュア無線機対向試験 (1% BER ポイントにおける同レベルの干渉波の加算)



# 考察

1	希望波のみの受信において12dBであったSINADは、干渉を加えることで、5～11.5dBに劣化することが確認された。
2	混信により劣化したSINADが10dB以上であれば概ね、音声の聴取に支障がないことを確認した。
3	与干渉機器の変調のスペクトラムのピークがアマチュア無線機の受信周波数と衝突する場合、聴取が困難になる場合がある。このとき、SINAD値は概ね10dB以下を示す。(subtest 2)
4	帯域外領域の干渉の試験では、音声の聴取に支障がないことが確認された。(subtest 3)
5	干渉レベルが希望波レベルよりも10dB以上低い場合、音声の劣化はほとんど見られなかった。
6	DVモード(デジタル・ボイス)は、FMとほぼ同じ干渉条件でも音声の劣化が少ない。

# <参考> 屋外実機試験の構成(案)

