

**情報通信審議会 情報通信技術分科会
陸上無線通信委員会
60GHz帯無線設備作業班**

報告(案)概要

令和2年12月18日

陸上無線通信委員会

主査 東京工業大学 安藤 真

60GHz帯無線設備作業班

主任 茨城大学 梅比良 正弘

作業班構成員 24名

○検討状況

<陸上無線通信委員会>

第49回（令和2年5月17日）・・・60GHz帯の周波数の電波を利用する無線設備の多様化に向けた技術的条件の検討開始の報告

<60GHz帯無線設備作業班>

第6回（令和2年7月31日）・・・作業班の運営方針、検討の進め方、今後のスケジュール等の確認

第7回（令和2年9月18日）・・・他システムとの干渉検討結果の報告及び技術的条件案の検討

第8回（令和2年11月20日）・・・他システムとの干渉検討結果の報告及び技術的条件案の検討

第9回（令和2年12月18日）・・・他システムとの干渉検討結果の報告及び技術的条件案の検討

■ 検討背景

近年、ミリ波デバイスの普及により、小電力センサーとしてミリ波を利用するシステムのニーズが高まっている。特に、60GHz帯は免許不要帯域で非常に広い帯域が利用できることから、指先の動きを検知するモーションセンサや、人体表面のわずかな動きを捉えることで心拍数や心拍間隔を計測する生体情報センサ等の高精度な測位機能をもつ広帯域センサーの利用が期待されている。このような状況を踏まえ、令和元年度にFMCW方式のシステムの技術的条件の検討がなされ、令和2年1月に制度整備がなされた。

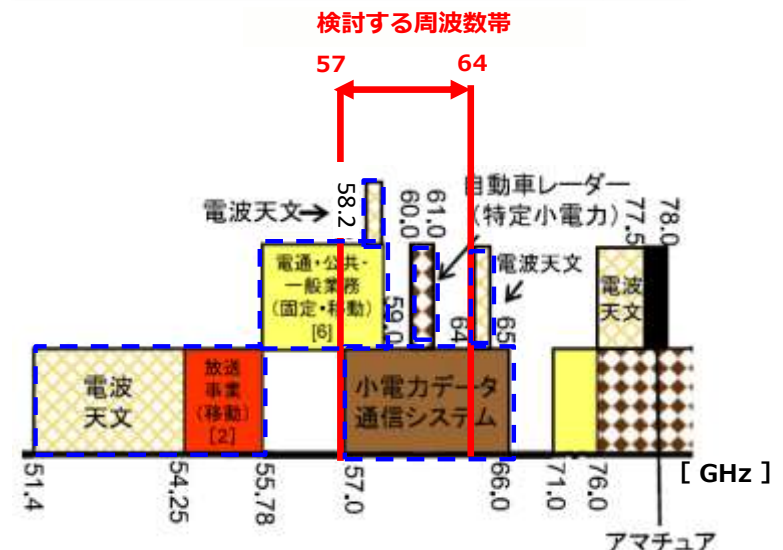
FMCW方式のセンサーは検知距離を比較的長くできる、距離と速度を同時に検知可能であるといった利点がある反面、センサー同士の干渉が起きやすいことや、無線装置としての消費電力が比較的高いといった欠点がある。今般、広帯域センサーの更なる用途拡張のため、センサー同士の共存性に優れ、無線装置としての消費電力が比較的低いといった利点のあるパルス方式のセンサーの導入に向けて、必要な技術的条件等の検討を行う。

■ 主な検討項目

パルス方式の広帯域センサーの導入のために必要な技術的条件として、主に以下の事項について、他の無線システムへの影響を確認した上で検討する。

- 空中線電力（尖頭電力、平均電力）
- 占有周波数帯幅
- 他システムの混信防止のための運用条件

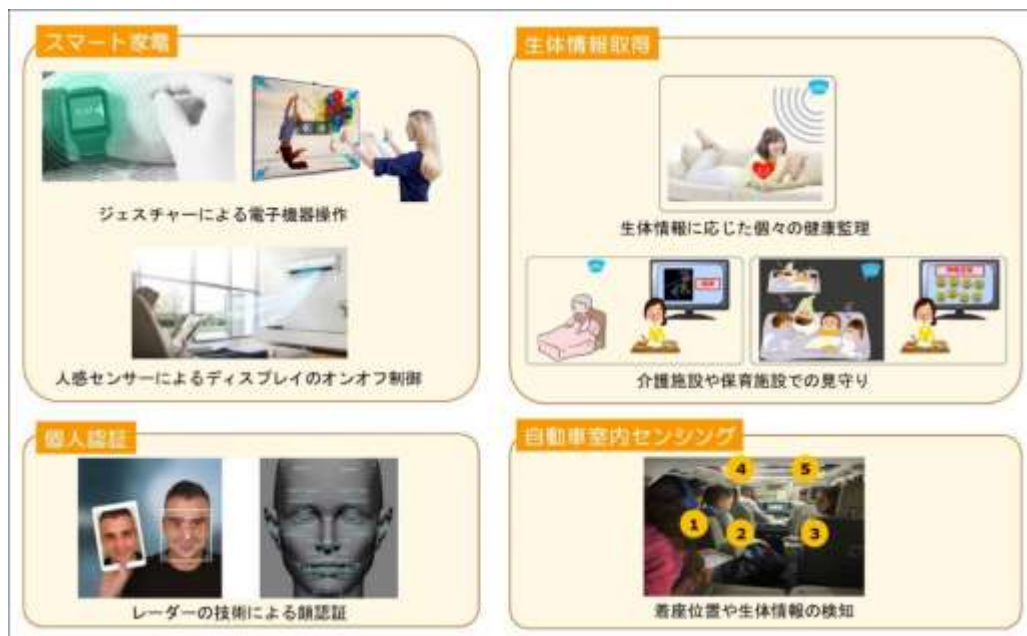
■ 60GHz帯の周波数割り当て状況



パルス変調方式のセンサーは、FMCW方式のセンサーと同様に、高精度な測位性能をもつセンサーとしてのアプリケーションへの応用のニーズがある。

パルス変調方式は、FMCW方式に比べ、センサー同士の共存性に優れ、消費電力が比較的低い、近傍複数対象物の検知がし易いといった利点があることから、屋外での利用を想定した車載向けのセンサーや複数の対象物のセンシングを行う工場の生産ラインの出荷ロボットなどへの応用も期待される。

(60GHz帯広帯域センサーのユースケース)



広帯域センサーのユースケース

(60GHz帯無線設備作業班第5回会合資料より抜粋)



パルスセンサーのメリット

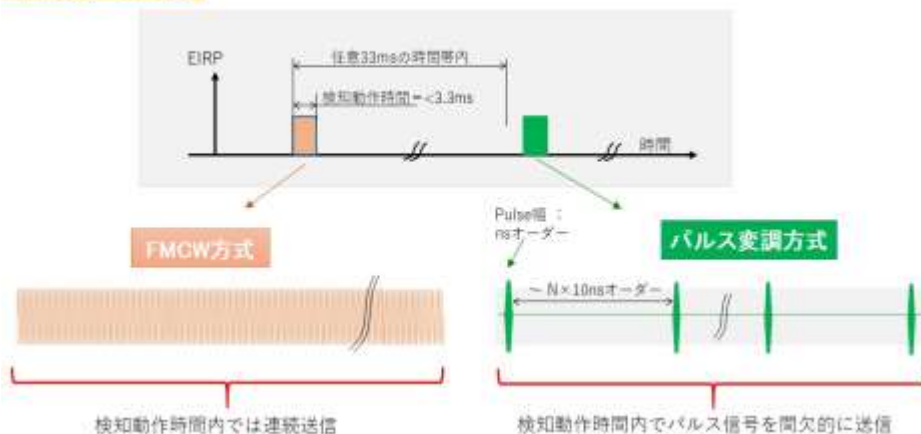
- ① 低消費電力
- ② センサー近傍の検知性能
- ③ 多数センサーの共存性

パルス方式とFMCW方式の特徴

- FMCW方式はセンサーの検知動作時間内（3.3ms内）で周波数を数十 μ オーダーで高速に掃引しながら連続的に電波発射して、送信信号と検知目標からの反射信号の周波数のずれから検知目標の距離や速度を求める方式。検知距離に優位性があるが、狭空間で多数のセンサが共存する環境ではセンサ同士の干渉を発生しやすくなる。また、検知時は連続的に電波を発射するため、平均電力が高くなり、他システムへの干渉の影響が比較的大きくなる。
- パルス方式は極めて短時間（nsオーダー）の信号の電波を発し、検知目標からの反射信号を受信するまでの時間（往復時間）から検知目標の距離を求める方式。狭空間で多数のセンサが共存する環境であっても比較的検知性能が安定する利点がある一方で、測位精度（距離分解能）を上げるためにはパルス幅を小さくする必要があり、ピーク送信電力（尖頭電力）を抑えるなど送信電力に制約が出てくるため、検知距離が比較的短くなる。

（両方式の電波の違い）

時間軸上の比較



周波数軸上の比較



60GHz帯小電力無線システム(センサー含む)に係る諸外国の技術基準

6

		米国			欧州		韓国	中国
規則・勧告		FCC 47CFR § 15.255	FCC 47CFR § 15.255	FCC DA18-1308	REC70-03 Annex 1	REC70-03 Annex 1	科学技術情報 通 信 部 告 示 2018-90号	YD/T 2722-2014
カテゴリ		Fixed field disturbance sensors & Interactive Motion Senor	Fixed field disturbance sensors	Waiver for Google Soli	非特定SRD (Band n1)	非特定SRD (Band n2)	UWB及び 用途未指定の 無線機器	(用途未指定)
技術規格等					EN305 550	EN305 550		GB9254- 2008
周波数		57-71GHz	61-61.5GHz	57-64GHz	57-64GHz	61-61.5GHz	57-66GHz	59-64GHz
空中線 電力	平均				10dBm	10dBm		
	尖頭	-10dBm		10dBm			27dBm*	10dBm
電力密度 (PSD)	平均				13dBm/MHz (EIRP)	規定しない		
	尖頭			13dBm/MHz (EIRP)			13dBm/MHz	
空中線利得							16dBi以下	
EIRP	平均		40dBm		20dBm	20dBm		44dBm
	尖頭	10dBm	43dBm	13dBm			43dBm	47dBm
変調方式		規定しない	規定しない	(FMCW)	規定しない	規定しない	規定しない	規定しない
占有周波数帯幅			500MHz以下					
送信時間制御				Duty Cycle < 10% in 33ms				

パルスセンサー方式の要求条件①（検知性能）

- 生体情報の検知・認証やジェスチャー入力における足や指先の挙動認識等のためには高精度な距離分解能を要することから、既に制度化されているFMCW方式のセンサーと同様に、57-64GHzの7GHz幅の割当てを前提とする。
- 1～2m程度の最低検知距離を確保でき、かつ、必要最小限の電力とするため、送信電力（EIRP）の平均値は5dBm以下とする。
- センサーの2次エコー検知回避等の要件から、検知動作時の送信デューティーの上限を6%程度と想定し、送信電力（EIRP）の尖頭値は17dBm以下とする。

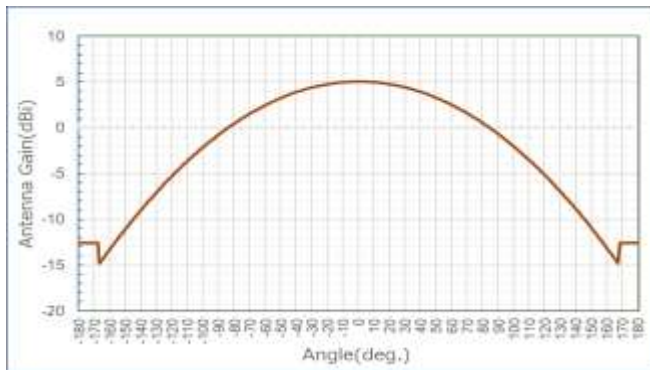
パルスセンサー方式の要求条件②（送信時間制限）

- 検知動作時間がFMCW方式のセンサーと同等となるよう、現行規定を適用し、送信時間33ミリ秒以内に対して電波発射可能な時間率を10%以内とする規定を設ける。
- 尖頭電力に加え、平均電力の上限値を定めることによって既存無線システムへの影響は抑制されることから、パルス電波発射可能な連続時間（3.3ミリ秒以内）内におけるパルス波のデューティー比（パルス幅及び周期）に係る規定は設けない。

- 帯域内及び帯域外の既存無線システムへの干渉について、机上検討により評価を行う。
- 小電力データ通信システム（WiGig）については、実機による検証も行う。
- 固定局（エントランス回線）、自動車レーダーについては、実際の無線局は存在しないが、技術基準ベースでの共用検討を行う。

＜パルス変調方式のセンサーの主な技術諸元＞

変調方式	パルス変調
周波数	57 ～ 64 GHz
占有周波数帯域幅	7 GHz 以下
与干渉電波帯域幅※1	1.1 GHz以上
等価等方輻射電力※2	5.0 dBm
アンテナ半値角	+/- 65 degree
アンテナ利得	5 dBi
検知動作Duty Cycle	3.3ms per 33ms (Max.)
キャリアセンス	実装無し



パルス変調方式のセンサーシステムのアンテナパターン (Beam=130deg.、Gain=5dBi、Sidelobe=-12.6dBi)

＜干渉検討対象システム＞

周波数 (GHz)	システム	
54.25～55.78	放送事業用 (FPU)	帯域外
55.78～59.0	電通・公共・一般業務 (固定・移動) (固定局 エントランス回線)	—※3
57.0～66.0	小電力データ通信システム (WiGig、FWA、データ・画像伝送)	帯域内
60.0～61.0	特定小電力 (ミリ波レーダー) (自動車レーダー※1、障害物検知装置)	帯域内
58.2～59.0 64.0～65.0 76.0～77.5 79.0～94.0 94.1～116.0	電波天文	帯域外※4
50.3～63.57	地球探査衛星※5	帯域内

※1 パルス信号のスペクトラムのメインローブの帯域幅。干渉検討においては、送信電力は法規制上の占有周波数帯域幅でなく、メインローブに集中していると仮定した、より厳しい条件で干渉量を計算（詳細は報告書参照。）

※2 送信時間制限（送信時間33ミリ秒以内に対して電波発射可能な時間率10%以内）を考慮した時間平均値。

※3 現状、無線局は存在しないが、技術基準ベースでの共用検討を実施。

※4 58.2～59.0GHz、64.0～65.0GHzは付加分配の割当てであり、現状、対象設備がないため、検討対象外とする。

※5 低軌道衛星（外国）

他の無線システムとの共用検討(評価指標/評価条件等)

被干渉システム		周波数(GHz)	評価指標・基準	備考
小電力データ通信システム				
高速データ通信システム (WiGig・屋内)	57.0～66.0	CNR	・パルス信号の電波送信時間率は考慮せず ・与被干渉の位置関係は以下のとおり ① 被干渉側（WiGig）は送受信機対向 ② 被干渉側（WiGig）はアンテナ半直角分ずれ ・WiGigの通信方式はOFDM（64QAM）相当	
高速データ通信システム (WiGig・屋外)			・被干渉側（WiGig）の設置高は5m ・与干渉側は正対（実際は想定されない）	
共同住宅共聴システム			被干渉側の受信アンテナに正対しない場合	
ミリ波レーダー				
踏切障害物検知装置	60.0～61.0	CNR	パルスセンサーが3台同時動作する場合	
自動車レーダー			・本システムの実際の利用はない ・計算結果は、被干渉側が同一車線の前方車を検知する場合（検知距離120m）※3	
固定局（エントランス回線）	55.78～59.0	INR=-10dB	本システムの実際の利用はない	
放送事業用移動局（FPU）	54.25～55.78	INR=-20dB	与被干渉側は正対	
地球探査衛星業務（受動）	50.3～63.57	-169 dBW/100MHz *1	・パルスセンサーの諸元は以下のとおり。 普及密度：20000台/km ² 屋外の使用時間率：10％ ・天頂大気減衰量を考慮	
電波天文（受信設備）	① 76.0～77.5 ② 94.1～116.0	① -196.5 dBm/MHz *2 ② -198 dBm/MHz *2	・パルスセンサーの諸元は以下のとおり。 普及密度：191～460台/km ² 一日の平均動作時間：1.025 h ・天頂大気減衰量（勧告ITU-R P.676-9）を考慮	

※1 勧告 ITU-R RS.1029-2

※2 勧告 ITU-R RA.769-2

※3 被干渉側が隣接車線の前方車で与干渉側が同一車線の前方車である場合、所要離隔距離が3.5mの計算結果となったが、このような干渉モデルは実際ないものと判断される。

他の無線システムとの共用検討(検討結果概要)

10

被干渉システム	周波数(GHz)	干渉計算結果	共用条件												
小電力データ通信システム															
高速データ通信システム (WiGig・屋内)	57.0～66.0	1.68m (①) 3.35m (②)	・パルスセンサーの電波送信時間率（0.1％程度）を考慮すれば、所要離隔距離は大幅に短縮。 ・実機による干渉試験の結果も考慮し、 <u>共用可能</u> 。												
高速データ通信システム (WiGig・屋外)		マージンあり (+ 4.26dB)	<u>共用可能</u>												
共同住宅共聴システム		0.44m	<u>共用可能</u>												
ミリ波レーダー															
踏切障害物検知装置	60.0～61.0	3.8m	・パルスセンサーの送信時間率を考慮すれば、所要離隔距離は大幅に短縮。 ・与被干渉が正対する確立は低いことも考慮し、 <u>共用可能</u> 。												
自動車レーダー		マージンあり	<u>共用可能</u>												
固定局（エントランス回線）	55.78～59.0	マージンあり (+ 7.34dB 以上)	<u>共用可能</u>												
放送事業用移動局（FPU）	54.25～55.78	347m	・対向角が5度以上であれば所要離隔距離は2.1mまで低下。 ・正対方向でのパルスセンサーの進入を防ぐ等の <u>運用制限</u> により、 <u>両立可能</u> 。												
地球探査衛星業務（受動）	50.3～63.57	マージンあり +50.1dB (@57.29GHz) +110.6dB (@60.793GHz)	<u>共用可能</u>												
電波天文（受信設備）	① 76.0～77.5 ② 94.1～116.0	① 26.4 km ② 17.9 km ※不要輻射電力 -30dBm/MHz の場合	・パルスセンサーの不要輻射電力の実力値を考慮すれば、実際の離隔距離は大幅に低減。 <table border="1"><tr><td>不要輻射電力</td><td>76.5GHz帯</td><td>115GHz帯</td></tr><tr><td>-40dBm/MHz</td><td>10.2 km</td><td>7.3 km</td></tr><tr><td>-50dBm/MHz</td><td>1.9 km</td><td>0.5 km</td></tr><tr><td>-60dBm/MHz</td><td>< 0.25 km</td><td>< 0.25 km</td></tr></table> ・電波天文台の敷地内で電波を停止するといった <u>運用制限</u> を行うことにより、 <u>十分両立可能</u> 。	不要輻射電力	76.5GHz帯	115GHz帯	-40dBm/MHz	10.2 km	7.3 km	-50dBm/MHz	1.9 km	0.5 km	-60dBm/MHz	< 0.25 km	< 0.25 km
不要輻射電力	76.5GHz帯	115GHz帯													
-40dBm/MHz	10.2 km	7.3 km													
-50dBm/MHz	1.9 km	0.5 km													
-60dBm/MHz	< 0.25 km	< 0.25 km													

パルスセンサーが屋内WiGigシステムに与える干渉の影響を評価するため、パルスセンサーの電波を送信した状態で屋内WiGigシステムの通信速度を測定し、10%低下する時の離隔距離を測定する。

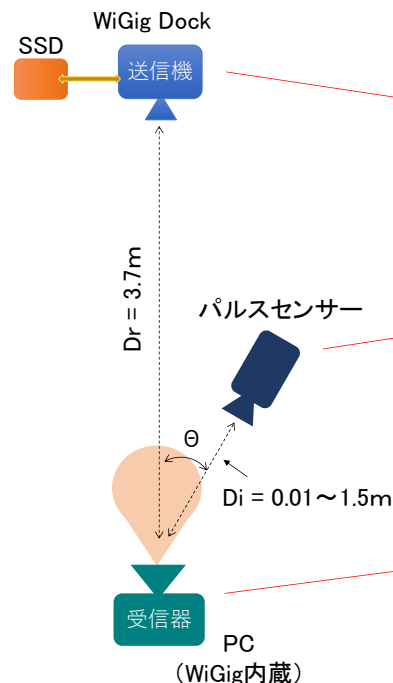
○ 与干渉機諸元 (パルスセンサー)

周波数	60.5 GHz
送信電力	10 dBm
送信アンテナ利得	7 dBi
EIRP尖頭値	17 dBm
EIRP平均値	4.8 dBm
送信時間制御	2.7 ms(繰り返し周期33ms)
パルス幅 /パルス周期	6 %
占有周波数帯域	3 GHz(参考値)
端末台数	1台

○ 被干渉機諸元 (WiGig)

中心周波数	60.48 GHz
通信チャンネル	WiGig CH2 (59.4～61.56GHz)
等価等方輻射電力	23 dBm(実測値から推定)
送受信帯域幅	2.16 GHz
変調方式	SC-BPSK/QPSK/16QAM※
備考(使用した試験装置)	
- 受信装置: ThinkPad X270 PC(Lenovo社) - 送信装置: ThinkPad WiGig Dock	

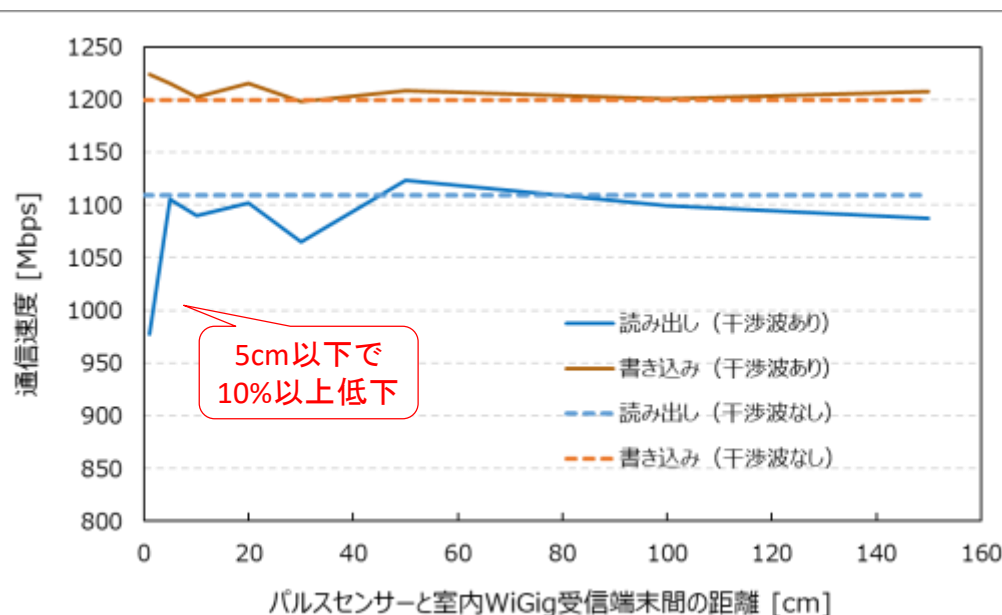
※通信速度から推定



(実機試験の干渉モデル)

- 離隔距離が5cm以下になると、WiGigの通信速度（データ書き込み速度）の低下が10%を超える結果
- 実験と同一条件での所要離隔距離の計算値は、6.5～18.1cmとなり、実際の使用環境における離隔距離は小さくなることを確認

測定結果



実証試験結果(屋内WiGigシステムの通信速度)

机上計算結果

所要離隔距離の計算結果(WiGig通信距離10m)

WiGig変調方式	16QAM/OFDM	64QAM/OFDM
所要離隔距離	0.84m	1.68m



実験と同一条件でパルスの送信時間率を考慮して所要離隔距離を算出

所要離隔距離の計算結果(実測と同一条件時)

変調方式	シングルキャリア(SC)		
キャリア変調	BPSK	QPSK	16QAM
Code Rate	13/16	13/16	3/4
所要CNR	6.1	9.1	15.0
送受信機間通信距離(m)	3.7	3.7	3.7
所要離隔距離(m)	0.065	0.092	0.181

* 送信時間制御による送信時間の比率とパルス信号のデューティー比を考慮した送信時間率を0.491%とした。

パルスセンサーからFMCW方式のミリ波センサー（以下「FMCWセンサー」という。）への干渉の影響について評価するため、FMCWセンサーの検知信号の出力波形を記録し、SNRの変化を評価する。

試験機器の諸元

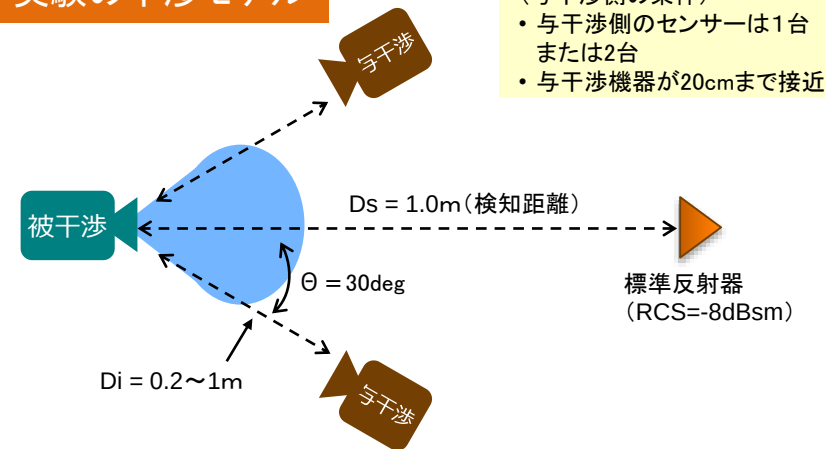
○ 与干渉機諸元(パルスセンサー)

周波数	60.5 GHz
送信電力	10 dBm
送信アンテナ利得	7 dBi
EIRP尖頭値	17 dBm
EIRP平均値	4.8 dBm
送信時間制御	2.7 ms(繰り返し周期33ms)
パルス幅 / パルス周期	6 %
占有周波数帯域	3 GHz(参考値)
端末台数	1台、2台

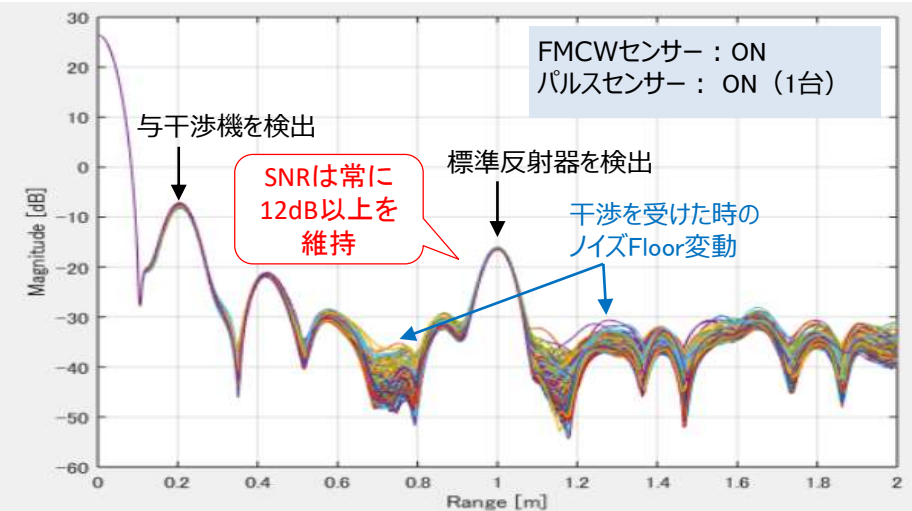
○ 被干渉機諸元(FMCWセンサー)

周波数	58.18~63.53 GHz
掃引周波数帯域	5.35 GHz
チャープ時間	133 μ s
チャープ内サンプリング数	128
フレーム内のチャープ数	32
フレームレート	27.6 ms
所定検知距離	1 m
所定検知対象RCS	-8 dBsm
SNR劣化基準	< 3dB

実験の干渉モデル



測定結果(パルスセンサー1台の例)



パルス変調方式のセンサーシステムの技術的条件案

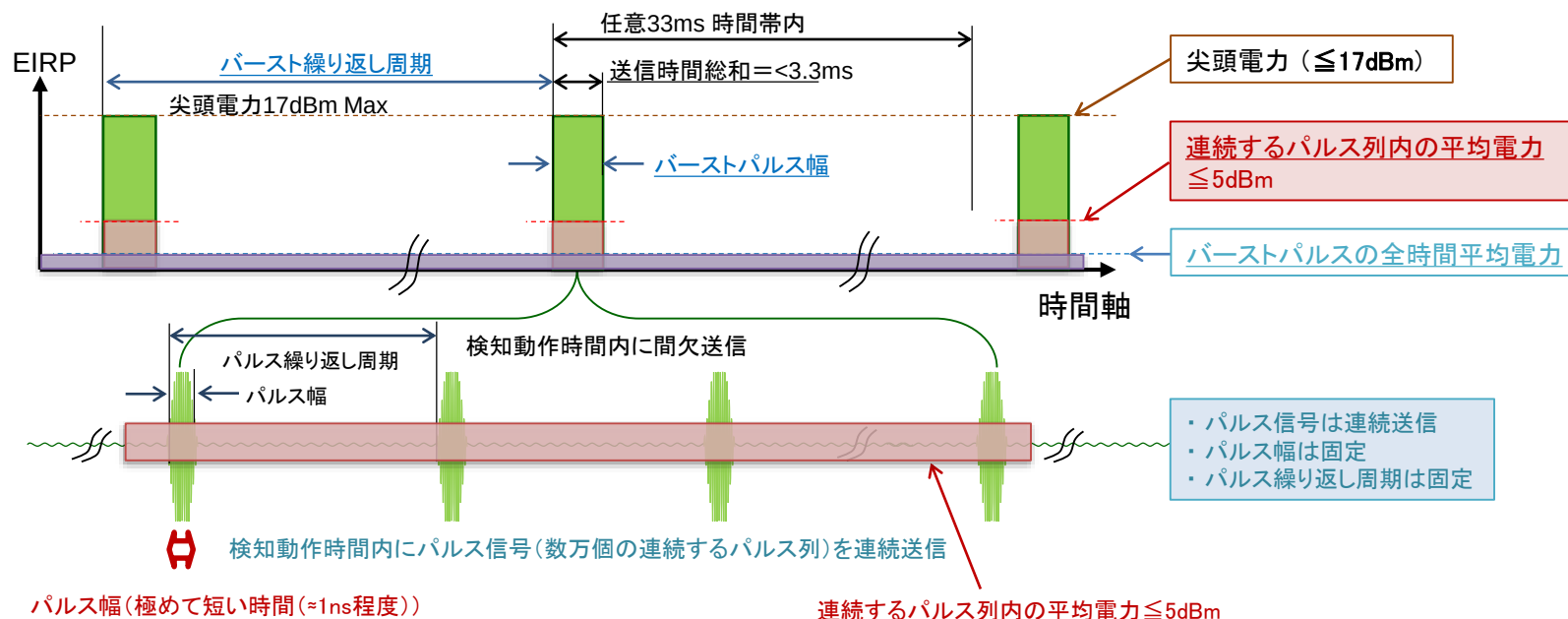
14

	FMCW方式(現行基準)	パルス方式(今回提案)
周波数	57-64GHz	同左
空中線電力	10dBm(尖頭値)	0dBm(平均値) 12dBm(尖頭値)
等価等方輻射電力	13dBm(尖頭値)	5dBm(平均値) 17dBm(尖頭値)
変調方式	周波数変調であり、連続波方式 (間欠的連続波方式を除く。)	パルス振幅変調
占有周波数帯幅の 許容値	7GHz	同左
不要発射の強度の 許容値	55.62GHz以下: -30dBm/MHz 55.62を超え57GHz以下: -26dBm/MHz 64を超え67.5GHz以下: -26dBm/MHz 67.5GHzを超えるもの: -30dBm/MHz	同左
送信時間制限	特定の時間内(33ミリ秒以内)における 電波発射可能な時間率は10%以内	同左
受信設備が副次的に発す る電波等の限度	1GHz未満: 4nW/100kHz 1GHz以上: 20nW/1MHz	不要発射の強度の許容値以下※
キャリアセンス	不要	同左
混信防止機能	受信した電波の変調方式その他の特性を識別すること により、自局が送信した電波の反射波と他の無線局が 送信した電波を判別できるもの。	同左
人体への電波ばく露 許容値(電力密度)	任意の体表面1cm ² あたり2mW/cm ²	同左
その他	電波の発射を停止する機能を有すること。	同左

※ FMCW方式の無線設備についても同一の条件とする。

パルス変調方式の平均電力

1 無線設備の送信波形



2 パルス列内の平均電力の考え方

レーダー用として「時間平均」の概念を別途定義することが望ましい。
(変調波が断続するため一般的なバースト内平均電力とは異なる。)

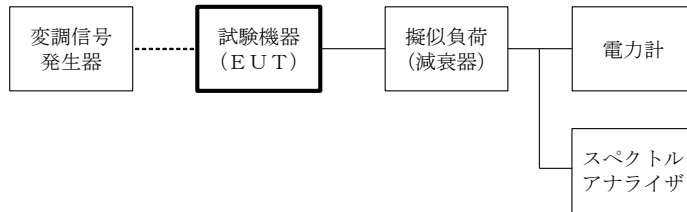
レーダー用としての
平均電力の定義

「連続するパルス列内の平均電力」と定義した方が、実際の無線設備の送信状態と整合する。

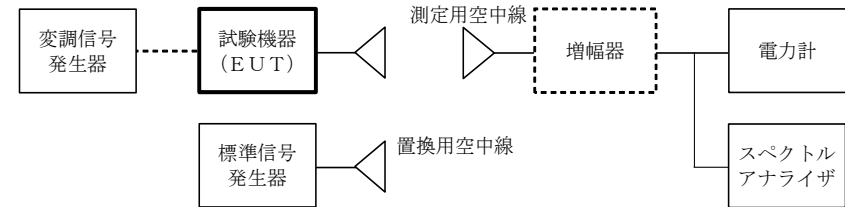
連続するパルス列内の平均電力 = バーストパルスの全時間平均電力 $\div$ (バーストパルス幅 $\div$ バースト繰り返し周期)

※ 検知動作時間内のパルス信号の尖頭電力からも算出可能であるが、極めて短い時間の測定が必要となるため **測定が難しい**。

空中線端子における測定



アンテナ一体型(OTA)測定



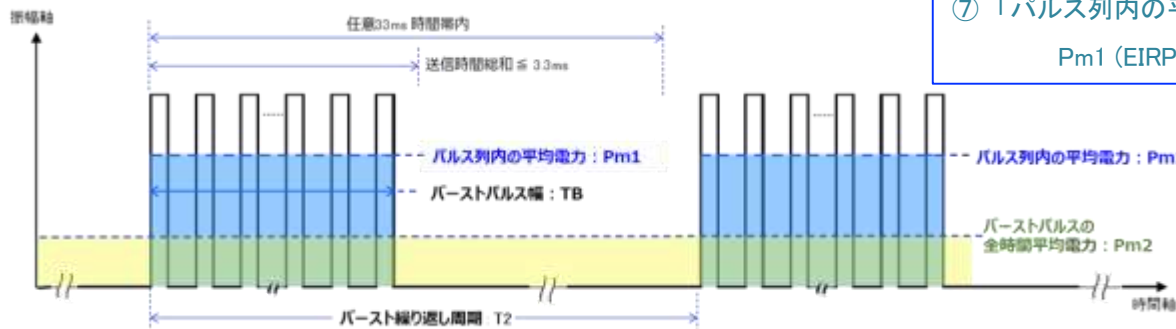
- ① 試験機器から一定周期、一定バースト長の送信波を連続送信状態で送出する。
- ② 電力計を用いて、「バーストパルスの全時間平均電力 (Pm2)」を十分に長い時間測定する。
- ③ スペクトルアナライザの設定を「バーストパルス幅 (TB)」及び「バースト繰り返し周期 (T2)」が測定できる設定 (タイム・ドメインモード) とし、TB 及び T2 の時間を測定する。
- ④ 「パルス列内の平均電力 (Pm1)」は、次式で算出できる。

$$Pm1 \text{ (空中線端子)} = Pm2 \div (TB \div T2)$$

↑
送信時間率

- ① 試験機器の送信空中線と測定用空中線を一定の離隔距離 (遠方界条件を満たす距離) で対向させる。
- ② 試験機器から一定周期、一定バースト長の送信波を連続送信状態で送出し、試験機器の送信空中線と測定用空中線の方法を微調整し、電力計の指示が最大となる方向に固定する。
- ③ 「空中線端子における測定」の手順 ② (電力計指示値を記録) 及び 手順 ③ を行う。
- ④ 試験機器を撤去して、置換用空中線及び標準信号発生器に置き替え、標準信号発生器から信号を出力し、測定用空中側の受信信号の強度が最大となるように置換用空中線の方法を調整して固定する。
- ⑤ 手順 ③ の電力計指示値と同じ値となるように、標準信号発生器出力を可変する。この時の標準信号発生器の出力を P0 とする。
- ⑥ P0 に置換用空中線の絶対利得等を加算又は減算して、等価等方輻射電力 (EIRP) に算出する。この値を Pm2(EIRP) とする。
- ⑦ 「パルス列内の平均電力 (Pm1(EIRP))」は、次式で算出できる。

$$Pm1 \text{ (EIRP)} = Pm2 \text{ (EIRP)} \div (TB \div T2)$$



$Pm1 \text{ (空中線端子)} \Leftrightarrow Pm1 \text{ (EIRP)}$ の変換

試験機器の送信空中線の絶対利得及びケーブル損失等を加算又は減算

- 本検討においては、パルス変調方式の広帯域センサーシステムの導入を前提として、他の無線システムとの周波数共用検討を行った。
- 今後、今回検討したユースケースでは想定しえないような利用形態が出てくるなど、同帯域を使用する他の無線システムとの共用条件が変わる場合は、同帯域を使用する免許不要局の普及状況、技術動向や諸外国の動向を踏まえ、必要に応じて技術基準の見直しを図ることが適当である。
- また、広帯域センサーをはじめとするミリ波帯通信デバイスの空中線電力の測定法や身体に近接して利用されるミリ波帯通信デバイスの電波防護指針への適合性評価手法に関しては、国際的な動向を踏まえながら、必要に応じて正確かつ効率的な手法の整備について検討することが望ましい。

【参考】陸上無線通信委員会 構成員

氏名		主要現職
主査 委員	安藤 真	東京工業大学 名誉教授
主査代理 専門委員	竇迫 巖	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター 総合研究センター長
委員	森川 博之	東京大学大学院 工学系研究科 教授
専門委員	飯塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター ICTリサーチ&コンサルティング部 シニア・リサーチディレクター
//	伊藤 数子	特定非営利活動法人STAND 代表理事
//	河野 隆二	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授 兼 同大学 未来情報通信医療社会基盤センター長
//	齋藤 一賢	日本電信電話株式会社 技術企画部門 電波室長
//	薄田 由紀	日本電気株式会社 電波・誘導事業部情報システム部 マネージャ
//	田中 秀一	一般社団法人全国陸上無線協会 専務理事
//	田丸 健三郎	日本マイクロソフト株式会社 技術統括室 業務執行役員 ナショナル テクノロジーオフィサー
//	土田 健一	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 部長
//	日野岳 充	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 専務理事
//	藤井 威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
//	藤野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
//	本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
//	松尾 綾子	株式会社東芝 研究開発本部 本部企画部 兼 研究開発センター 研究 企画部参事
//	三谷 政昭	東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授
//	三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
//	吉田 貴容美	日本無線株式会社 新規事業開発本部 新規事業開発企画部 シニアエキスパート

【参考】60GHz帯無線設備作業班 構成員

19

氏名		所属、役職
主任	梅比良 正弘	国立大学法人茨城大学 教授
主任代理	児島 史秀	(国研) 情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク総合研究センター ワイヤレスシステム研究室 室長
構成員	居相 直彦	NHK放送技術研究所 伝送システム研究部 上級研究員
//	飯塚 留美	(一財)マルチメディア振興センター ICTリサーチ&コンサルティング部 シニア・リサーチディレクター
//	市川 正樹	日本電気(株) ワイヤレスアクセスソリューション事業部 マネージャー
//	市川 麻里	(国研) 宇宙航空研究開発機構 周波数管理室 室長(※第6回会合のみ参画)
//	伊藤 茂博	アルプスアルパイン(株) 技術本部 ADプロジェクト マネージャー
//	上田 陽市	(一社)電波産業会 研究開発本部 移動通信グループ 主任研究員
//	大石 雅寿	自然科学研究機構 国立天文台 天文情報センター 周波数資源保護室 室長・特任教授
//	大橋 洋二	富士通(株) 未来ネットワーク統括部 先行技術開発室 エキスパート
//	小竹 信幸	(一財)テレコムエンジニアリングセンター 技術部 部長
//	北久保 和人	ソニー(株) R&Dセンター Tokyo Laboratory 22 Senior Wireless Regulatory Manager
//	小島 仁	(株)NHKテクノロジーズファシリティ技術本部 送受信センター 受信システム技術部(調査・施工)チーフエンジニア
//	佐々木 邦彦	(株)デンソー 技術開発推進部 国際標準推進室 シニア・テクニカル・アドバイザー
//	城田 雅一	クアルコムジャパン(同) 標準化本部長
//	高橋 和晃	パナソニック(株) インダストリアルソリューションズ社 技術本部 無線技術総括担当
//	谷口 徹	日本無線(株) 新規事業開発本部 部長
//	竇 元珠	アルプスアルパイン(株) 技術本部 ADプロジェクト 主幹技師
//	富樫 浩行	(株)ディーエスピーリサーチ 認証部 部長
//	平木 充	ルネサスエレクトロニクス(株) IoT・インフラ事業本部 コア技術開発統括部 主管技師
//	藤本 浩	(一社)日本自動車工業会 ITS技術部会 移動体通信分科会長
//	真壁 政行	ボルボ・カー・ジャパン(株) カスタマーサービス部 車輛認証グループ マネージャー
//	松下 智昭	DXアンテナ(株) 技術第2部 技術規格チーム チームリーダー
//	三瀬 敏生	三菱電機(株) 交通事業部 計画部 技術第一グループ 担当部長
//	渡辺 知尚	(国研) 宇宙航空研究開発機構 周波数管理室長(※第7回会合より参画)