



White Paper

エスタカヤ電子工業社製ミリ波レーダー TITAN シリーズ向け 用語集

Rev 1.0

目次

1	概要	3
2	用語集	3
3	お問い合わせ窓口	9
4	リビジョンヒストリー	9

1 概要

エスタカヤ電子工業製 TITAN シリーズ向けで主に使用される用語について以下に記載します。

2 用語集

#	用語	説明	補足
1	ミリ波	<p>ミリ波とは波長が mm 単位となる 30~300GHz 帯の電波。以下の特徴を持つ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 直進性が強い ● 広帯域幅を確保できる ● カメラやレーザーなどに比べて霧や雨等の環境変化による影響を受けにくい 	✓
2	レーダー / Radar	Radio Detecting and Ranging の略。電波を対象物に向けて発射し、その反射波を測定することにより、対象物までの距離、相対速度、方向を測る装置。	✓
3	ミリ波レーダーモジュール	様々な電子部品を使用して、ミリ波帯を使用したレーダー機能を一つの基板に実装したもの。外部システムへ接続・制御することで簡単にレーダー機能を実装することができる。	✓
4	エスタカヤ電子工業株式会社	ミリ波レーダーモジュールの製造・販売および独自製品の開発・販売。LSI デバイス・モジュール・パッケージ組立、環境商品を販売している。	✓
5	MMIC	Monolithic Microwave Integrated Circuit の略で、主にマイクロ波の増幅・スイッチング・ミキシングなどを行うための機能を一つの半導体に集約した集積回路 (IC)	
6	TITAN	Texas Instruments 社の MMIC を使用したレーダーモジュールのファミリー名。タイタンと読む。技適あるいは工事設計認証済み。	
7	FMCW 方式	電波の変調方式として周波数変調を採用したもので、送信波と反射波の周波数差から距離を求める方式。	
8	MIMO	Multiple-Input and Multiple-Output の略でマイモと読む。レーダーの分野においては、複数の物理的な送受信アンテナを持つシステムにおいて、各送信アンテナを時分割で送信することで、仮想的にアンテナを形成し（仮想アレーアンテナ）、測角性能を向上させる技術のこと。	

9	技術基準適合証明 (技適)	<p>特定無線設備（小規模な無線局に使用するための無線設備）が電波法令の技術基準に適合していることを証明（電波法第 38 条の 2）すること。無線設備に対して、1 台ずつ電波法の技術基準に適合しているかどうか審査・試験を実施し、1 台ごとに異なる証明番号が付与される。レーダー機能を製品に組みこみ市場で販売するには、製品（あるいは使用するミリ波モジュール）が、技適（あるいは工事設計認証）を取得している必要がある。</p>	
10	工事設計認証	<p>無線設備の設計や製造段階などにおける品質管理等が電波法の技術基準に適合しているかどうか審査・試験を行い、設計に対して認証番号が付与される。レーダー機能を製品に組みこみ市場で販売するには、製品（あるいは使用するミリ波モジュール）が、技適（あるいは工事設計認証）を取得している必要がある。</p>	
11	76 GHz 帯 ミリ波レーダー	<p>76GHz 帯（76-77GHz / 帯域幅 1GHz）のミリ波を使用したレーダーで、長距離（100m 以上）の計測ができるのが特徴。一方で、距離分解能としては、79GHz 帯や 60GHz 帯のほうが優れている。日本では主に車載レーダーとして使用されているが、交通監視システムなどの計測距離が長いアプリケーションにも使用することが可能。</p>	✓
12	79 GHz 帯 ミリ波レーダー	<p>79GHz 帯（77-81GHz / 帯域幅 4GHz）のミリ波を使用したレーダーで、近~中距離（~50m 程度）の計測ができるのが特徴。理論上の距離分解能はおよそ 3.75cm と解像度が高く、多くのアプリケーションに使用することが可能。日本は車載以外のアプリケーションでも使用することができるが、海外では基本的に車載用途に限定されている。</p>	✓
13	60 GHz 帯 ミリ波レーダー	<p>60GHz 帯（57G - 64GHz / 帯域幅 7GHz）のミリ波を使用したレーダーで、近距離（~10m 程度）の計測ができるのが特徴。理論上の距離分解能はおよそ 2cm と解像度が高く、多くのアプリケーションに使用することが可能だが、日本で使用する場合は送信時間（33ms 以内に電波発射可能な時間率は 10% 以下）や送信電力に制約がある。本帯域は日本国内だけでなく多くの海外の国で使用することが可能。</p>	✓
14	パッチアンテナ	<p>マイクロストリップアンテナ (Microstrip antenna) のことで、プリント配線板上にパターンのみで構成される小型の平面アンテナ。1 パッチ構成のアンテナから放射される電波は放射状に伝搬されるが、パッチ数を増やすことで電波の放射イメージを狭めることができると同時に、アンテナゲインを稼ぐことができる。</p>	

15	仮想アレーアンテナ (バーチャルアレーアンテナ)	複数の送受信アンテナが特定の場所に配置され、MIMO方式で電波が掃引される場合、送受信アンテナは連動して、仮想アレーアンテナと呼ばれるものを形成（例えば、物理的なアンテナ構成が3Tx, 4Rxの場合、 $3 \times 4 = 12$ 個の仮想アレーアンテナを形成）する。この仮想アレーアンテナが1次元あるいは2次元に配列されることにより、水平あるいは垂直方向に角度分解を行うことが可能となる。仮想アレーアンテナの数が多ければ多いほど角度分解能は高くなる。	
16	点群データ	ミリ波レーダーの出力データの一つで、レーダーの検出点をまとめたもの。各検出点は距離、相対速度、角度等の情報持っている。	✓
17	IF信号	送信波と受信波を直交に混合したもの。ビート周波数とも呼ばれる。IF信号で観測される周波数はターゲットまでの距離と相関がある。	✓
18	Rawデータ (IQデータ)	IF信号をAD変換したもので、複素信号 (IQ) のデータ列となる。信号処理前のデータで、レーダー信号処理をモジュール外部で行いたい場合に使用される。本データ単体ではアプリケーションにとってあまり有益な情報を持っていないが、様々なデジタル信号処理を施すことで測距・測角情報を取得したり、非接触バイタルセンシングなどにも応用することができる。	✓
19	T14RE	TITANシリーズの一つで、MMICとしてTexas Instruments社のIWR1443を使用したミリ波レーダーモジュールのシリーズ名。79GHz帯のミリ波レーダーモジュールでRawデータおよびFFTデータ出力に対応（点群データ出力には非対応）。パッチアンテナの構造により複数の型番に分かれる。	✓
20	T18PE	TITANシリーズの一つで、MMICとしてTexas Instruments社のIWR1843を使用したミリ波レーダーモジュールのシリーズ名。76GHz/79GHz帯のミリ波レーダーモジュールで点群データ出力に対応。パッチアンテナの構造により複数の型番に分かれる。	✓
21	T68PE	TITANシリーズの一つで、MMICとしてTexas Instruments社のIWR6843を使用したミリ波レーダーモジュールのシリーズ名。60GHz帯のミリ波レーダーモジュールで点群データ出力に対応（RawデータおよびFFTデータ出力には非対応）。パッチアンテナの構造により複数の型番に分かれる。	✓
22	T68PE2	TITANシリーズの一つで、MMICとしてTexas Instruments社のIWR6843を使用したミリ波レーダーモジュールのシリーズ名。T68PEの次世代版で、60GHz帯を使用して長距離検知に対応することが可能。	✓
23	FOV	Field of Viewの略で、電波の放射イメージの視野角を示す。半値角とも呼ばれ、-3dBとなる角度の範囲を示す。FOVの範囲のみ電波が出力されているというわけではないため注意が必要。	

24	Cfg (Config)	外部システムから TITAN に送付するコマンドあるいはコマンド群。 TITAN の納品物に Cfg が記載されたファイル (Cfg ファイル) が同梱されており、その設定をレーダーモジュールにコマンド経由で設定することでモジュールを動作させる。Cfg ファイルでは主に電波掃引方法が定義されており基本的にユーザー側で変更することはできない。	
25	チャープ (Chirp)	一つの送信アンテナにおける周波数掃引。周波数は Cfg ファイルの設定によって決定される (X GHz から Y GHz まで掃引する等)。この掃引期間中に全受信アンテナから取得した IF 信号に対してサンプリング (AD 変換) され、IQ データが取得される。	
26	OBW	占有周波数帯幅で、チャープにおける周波数変調帯域幅になる。帯域幅が大きいほど、距離分解能が向上する。	
27	チャープセット (Chirp set)	MIMO 方式におけるチャープシーケンスの単位。例えば送信アンテナが 3 本の場合、送信アンテナ 1->2->3 のように時分割で電波が掃引される。このシーケンスを一つの単位 (チャープセット) として複数回実施する。	
28	フレーム (Frame)	チャープセット群。一般的に複数のチャープセットで一つのフレームが構成される。チャープセット数が大きいほど、速度分解能が向上する。	
29	フレームレート (Frame rate)	フレームの周期。モジュールで点群を生成する場合、フレーム完了直後からレーダー信号処理を実行し点群データを出力するため、点群データ出力のレートとも言える。そのためフレーム間隔は十分に確保する必要がある。	
30	FFT	高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform) で、周波数解析のための信号処理。ある信号を離散化した n 個の IQ データに対して (窓関数を施した上) FFT を実行すると n 個の周波数領域に変換された IQ データが出力される。	
31	Bin	FFT で取得した IQ データを周波数スペクトルで見ると、 Δf の幅を持った短冊のような形状が等間隔で並んだような形をしており、その短冊一つを Bin と呼ぶ。	
32	距離 FFT	チャープ期間中に取得された IQ サンプル列に対して実行される FFT。この時得られたピークの位置はターゲットまでの距離に対応している。	✓
33	速度 FFT	距離 FFT 後の FFT データに対して、チャープセット周期方向に実行される FFT。この時得られたピークの位置はターゲットの速度に対応している。	✓
34	方位 FFT	仮想アレーアンテナの配列を加味して実行される FFT (デジタルビームフォーミング) で、方位を算出することができる。	✓

35	CFAR	Constant False Alarm Rate の略。シーファーと読む。レーダー信号処理では FFT 結果のピーク位置を検出するためのアルゴリズムとして使用されている。例えば、距離 FFT のピーク位置を検出（ターゲットまでの距離を検出）する際に使用される。	
36	TitanDemoKitApp	TITAN 評価キットに付属してくる評価用ソフトウェア（Windows10, 11 対応）	✓
37	最大距離	Cfg ファイルで決定される最大距離（理論値）。IQ データのサンプリングレートや、サンプリング数、チャープの電波掃引速度（傾き）によって決定される。	✓
38	距離分解能	Cfg ファイルで決定される距離分解能（理論値）。主にサンプリング期間の OBW により決定され、通常、距離 FFT における一つの Bin（目盛り）に相当する。	✓
39	最大速度	Cfg ファイルで決定される最大速度（理論値）。チャープ持続時間によって決定される。	✓
40	速度分解能	Cfg ファイルで決定される速度分解能（理論値）。チャープセットの周期により決定されるもので、通常、速度 FFT における一つの Bin（目盛り）に相当する。	✓
41	距離分離分解能	2つのターゲットを、別々に検出するために、離れておく必要がある距離。	
42	速度分離分解能	同一距離にある2つのターゲットを、別々に検出するために、離れておく必要がある速度。	
43	レドーム	アンテナ面のカバーあるいは筐体。RF 特性に影響を与えないよう設計する必要がある。	
44	レーダー断面積 (RCS)	照射された電波を受信アンテナ方向へ反射する能力を表す指標。RCS が高いほど、レーダーで検知しやすい。	
45	コーナーリフレクター	レーダー性能を定量的に評価するために使用される治具。三角錐状で、電波の入射角に依存せず安定して反射波を得られる。コーナーリフレクターが持つ RCS 毎に大きさが異なる。	✓
46	カスケードレーダー	複数の MMIC を動作クロックレベルで同期させたレーダー。単体のレーダーと比較し、仮想アンテナ数が増加するのでより小さい角度分解能を得ることができる。例えば、3Tx/4Rx アンテナ構成の MMIC を（仮想アンテナ数は 12）を 2 つカスケード接続した場合、6Tx/8Rx アンテナ構成（仮想アンテナ数は 48）に拡張することが可能。	✓

補足	詳細
1	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9153/
2	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9153/
3	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9153/
4	https://www.marubun.co.jp/maker/%E3%82%A8%E3%82%B9%E3%82%BF%E3%82%AB%E3%83%A4%E9%9B%BB%E5%AD%90%E5%B7%A5%E6%A5%AD/maker/
11	実際のレーダーの性能（距離分解能などの各種スペック）は Cfg ファイルの設定による。また実際に検知可能な距離は対象や環境によって異なります。
12	実際のレーダーの性能（距離分解能などの各種スペック）は Cfg ファイルの設定による。また実際に検知可能な距離は対象や環境によって異なります。
13	実際のレーダーの性能（距離分解能などの各種スペック）は Cfg ファイルの設定による。また実際に検知可能な距離は対象や環境によって異なります。
16	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9164/
17	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9164/
18	バイタルセンシングについては以下を参照ください。 https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/31774/
19	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9141/
20	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9141/
21	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9141/
22	FY24 中のリリースを計画
32	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9164/
33	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9164/
34	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9164/
36	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9253/
37	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9181/
38	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9181/
39	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9181/

40	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9181/
45	https://www.marubun.co.jp/technicalsquare/9295/
46	TITAN 標準モデルとしてのご用意はありません。プロトタイプ機の開発等のご相談があればお問い合わせください。

3 お問い合わせ窓口

カタログのご要望やご質問・ご相談については以下の窓口までお問い合わせください。

mmwave_contact@marubun.co.jp

4 リビジョンヒストリー

Rev	内容	日付
1.0	初版	2024.09.19