

## - 仕様書 -

# K 帯距離計測センサモジュール

送信周波数: 24.05 to 24.25 GHz

## 形名: NJR4234BV シリーズ

計測レンジ:	B: 30m (検知角度 42°/28°)
計測モード:	V: 移動体距離計測
送信周波数ラインナップ:	F1: 24.05 ~ 24.25 GHz / 日本向け F2: 24.15 ~ 24.25 GHz / 欧州向け F3: 24.075 ~ 24.175 GHz / アメリカ向け
インターフェイスタイプ:	C1: 標準仕様

Rev.00-01j / 2017 年 8 月 1 日 発行

© Copyright 2017

新日本無線株式会社

マイクロ波事業部

-記載内容に関する注意事項-

当社の合意なく、本書の全部または一部を転載、複製、改変または貸与することを禁止します。

本書記載の内容については、予告なく変更する場合があります。

本書に関する著作権は、当社に帰属します。

## 低背型・アンテナ一体・信号処理回路内蔵 24GHz 帯マイクロ波移動体距離計測センサモジュール

NJR4234BV は 38x38x4.2mm の低背型パッケージに 24GHz 帯マイクロ波回路・アンテナ・信号処理回路を内蔵し、単体で 30m 以上先の歩行者のような移動体までの距離計測が可能でセンサモジュールです。

マイクロ波を使用した距離計測可能なセンサとしては革新的な当社独自の信号処理により移動体の検出を可能にしており、また、屋内外の環境で移動体までの距離を算出・出力する機能を有しています。また電波干渉を回避するための独自アルゴリズムを搭載しており、同一環境下での複数の使用を可能にします。

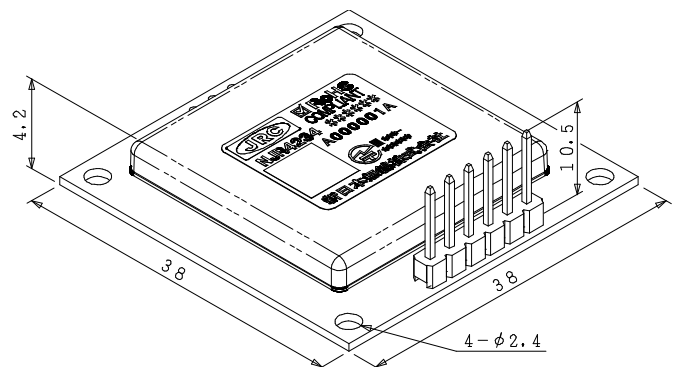
距離計測の 1 次信号処理を内蔵したセンサフロントエンドになり、UART インターフェイスにより容易に他の機器と接続することができるため、幅広い用途での使用が可能です

### 特長:

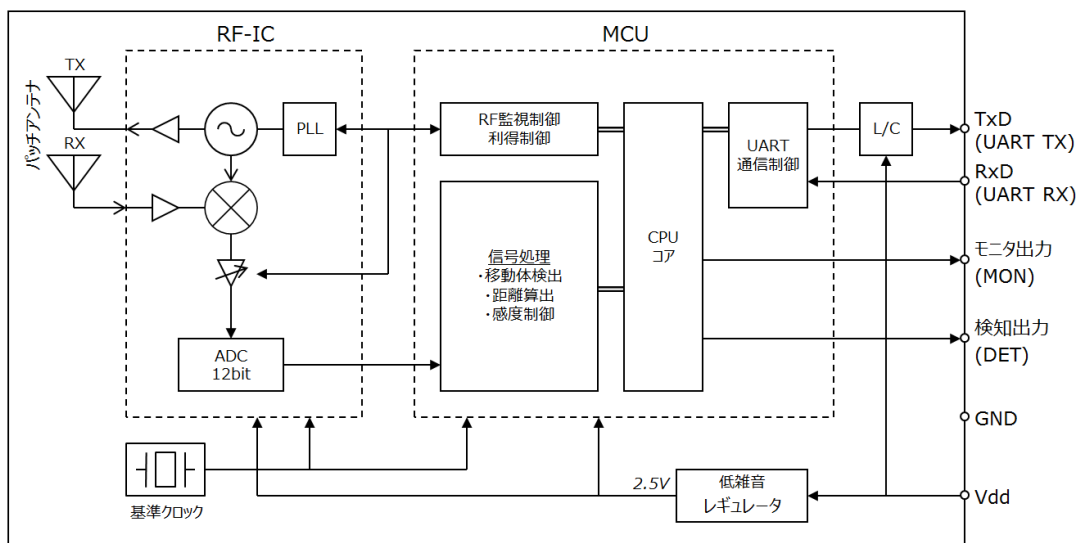
- 24GHz 帯マイクロ波による距離計測センサ
- 歩行者で計測距離 30m を実現 \*注 1
- アンテナ～信号処理のオールインワン設計
- 低背型パッケージ
- 低消費電力：37mA @3.3V 電源電圧 \*注 2
- 独自信号処理・アルゴリズムの搭載
  - 高感度な移動体検出（特許技術）
  - 距離計測信号処理
  - 自動キャリブレーションと自動利得変動
  - 電波干渉回避
- インターフェイスに UART とデジタル CMOS 出力を採用
- 屋内外のロケーションに設置可能

### アプリケーション:

- セキュリティ機器
- 交通管制システム
- FA ロボット
- 産業用ドローン
- 駐車管理システム
- 組込み用移動体検出・計測センサ



### 機能ブロック図:

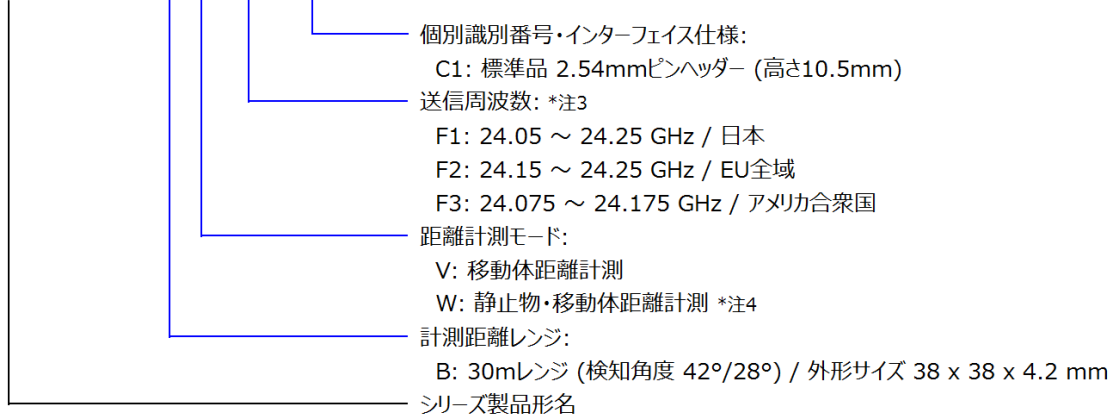


\*注 1) 距離計測 30m は当社評価結果による数値です。移動体の反射強度により変動します。

\*注 2) 間欠動作および測定繰り返し時間により実現しています。電源回路はピーク電流を考慮の上ご使用ください。

## 製品ラインアップ:

N J R 4 2 3 4 B V F 1 C 1



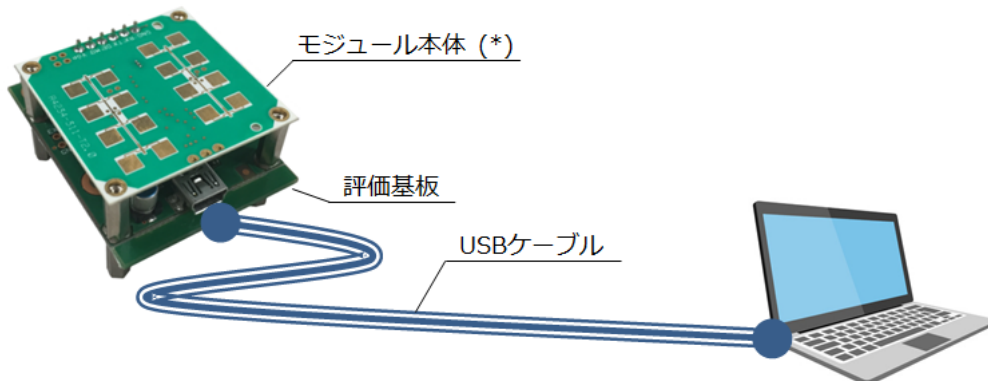
## 製品形名一覧:

形名	送信周波数	距離計測モード	計測距離レンジ	地域 / 適合規格
NJR4234BVF1C1	24.05~24.25 GHz (F1 type)	移動体距離計測	30mレンジ (検知角度 42°/28°)	日本 / 工事設計認証 規格: ARIB STD-T73
NJR4234BVF2C1	24.15~24.25 GHz (F2 type) *注3			EU全域 / RED 2014/53/EU (CEマーキング)
NJR4234BVF3C1	24.075~24.175 GHz (F3 type) *注3			アメリカ合衆国 / FCC Part 15.245

## 評価キット:

NJR4234 シリーズは評価キットが利用可能です。評価キットの構成は次の通りです。

- 評価キット形名: NJR4234K
- 構成
  1. 評価基板(UART-USB 変換回路)
  2. ソフトウェア
  3. USB ケーブル



(\*) モジュール本体は別途準備いただく必要がございます。

\*注 3) F2 type および F3 type の RED および FCC の適合状況はお問い合わせください。

\*注 4) W type は開発中製品です。本仕様書では V type を掲載しています。

## 1. 絶対最大定格

項目	規格			単位	備考
	最小	標準	最大		
電源電圧	0	—	6.5	V	
MON	-5	—	5	mA	
DET	-5	—	5	mA	
UART TX	-5	—	5	mA	
UART RX	0	—	3.6	V	電源電圧を超えないこと
動作温度	-40	—	+85	°C	
保存温度	-40	—	+85	°C	

## 2. 電気特性

共通測定条件 Ta= +25 °C

項目	規格			単位	備考
	最小	標準	最大		
電源仕様					
電源電圧	2.9	3.3	3.6	V	Vdd
消費電流					
距離計測時					
・ピーク電流	—	—	250	mA	*図 1 参照
・平均電流	—	37	50	mA	
初期化処理時およびキャリブレーション時					
・ピーク電流	—	—	250	mA	*図 2 参照
・平均電流	—	—	75	mA	
スリープモード	—	—	15	mA	
RF 回路特性					
適合規格	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日本 / 工事設計認証 規格: ARIB STD-T73</li> <li>● EU / Radio Equipment Directive (RED) 2014/53/EU *注 1</li> <li>● アメリカ合衆国 / FCC Part 15.245 *注 1</li> </ul>				
送信周波数					
F1 type	24.05	—	24.25	GHz	工事設計認証
F2 type	24.15	—	24.25	GHz	RED 2014/53/EU *注 1
F3 type	24.075	—	24.175	GHz	FCC Part 15.245 *注 1
送信電力 (E.I.R.P.)	9	12	13.8	dBm	
スプリアスレベル (E.I.R.P.)	—	—	-30	dBm	第二高調波含む広帯域
最大変調帯域					
F1 type	—	—	177	MHz	
F2 / F3 type	—	—	80	MHz	
変調掃引時間	—	1024	—	us	
アンテナ特性: 2 x 4 平面パッチアンテナ					
アンテナ利得	—	13.5	—	dBi	
半値幅 (H 面)	—	42	—	deg.	アンテナパターン参照
半値幅 (V 面)	—	28	—	deg.	
サイドローブ抑圧比 (H 面)	—	—	—	dB	サイドローブなし
サイドローブ抑圧比 (V 面)	—	—	—	dB	サイドローブなし

\*注 1) RED および FCC の適合状況はお問い合わせください。

## 消費電流の実測値(参考値)

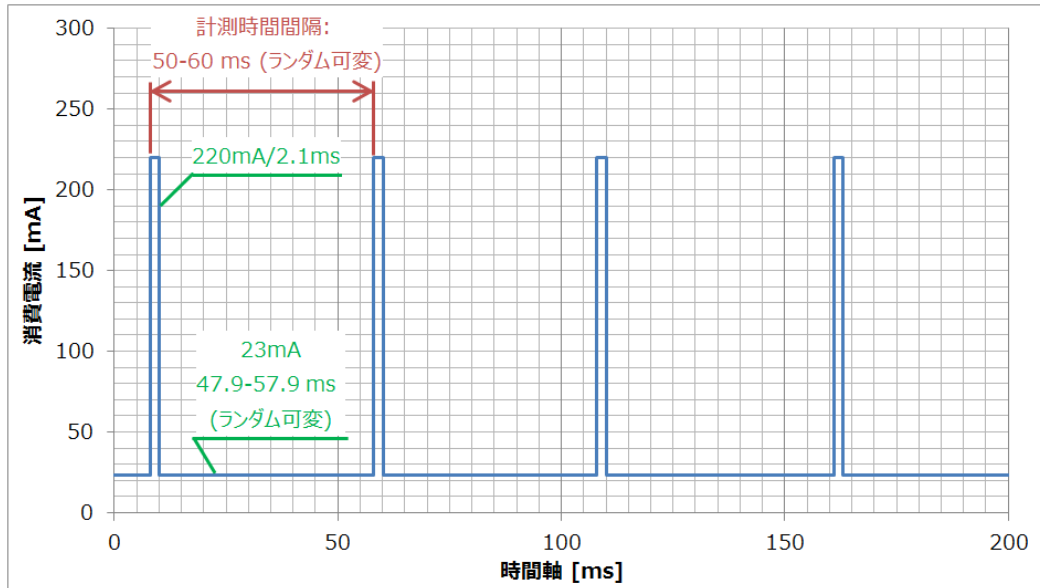


図 1 距離計測時の消費電流の変動

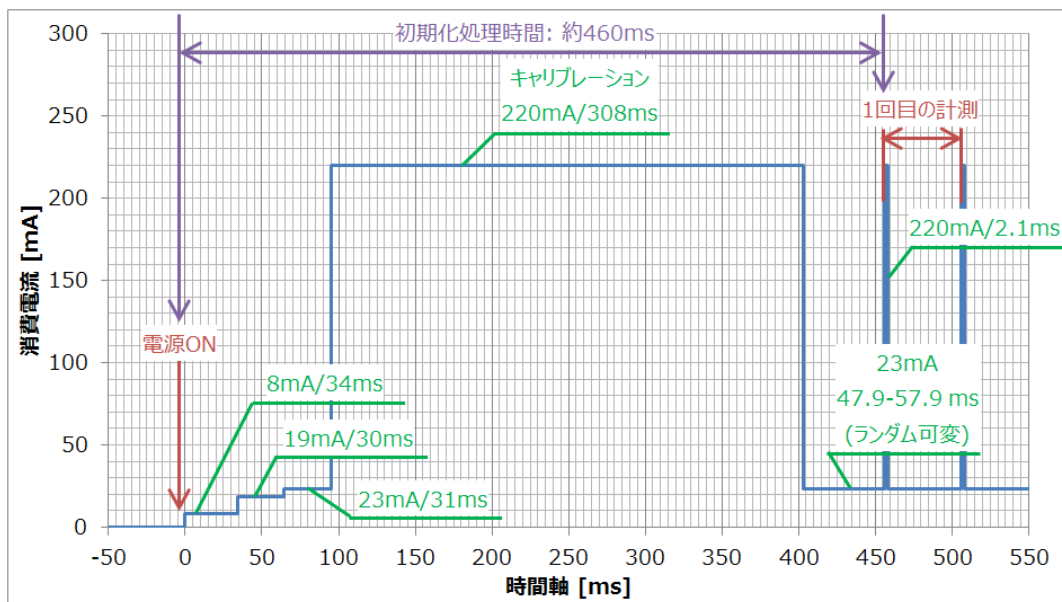


図 2 初期化処理時の消費電流の変動

## アンテナパターン

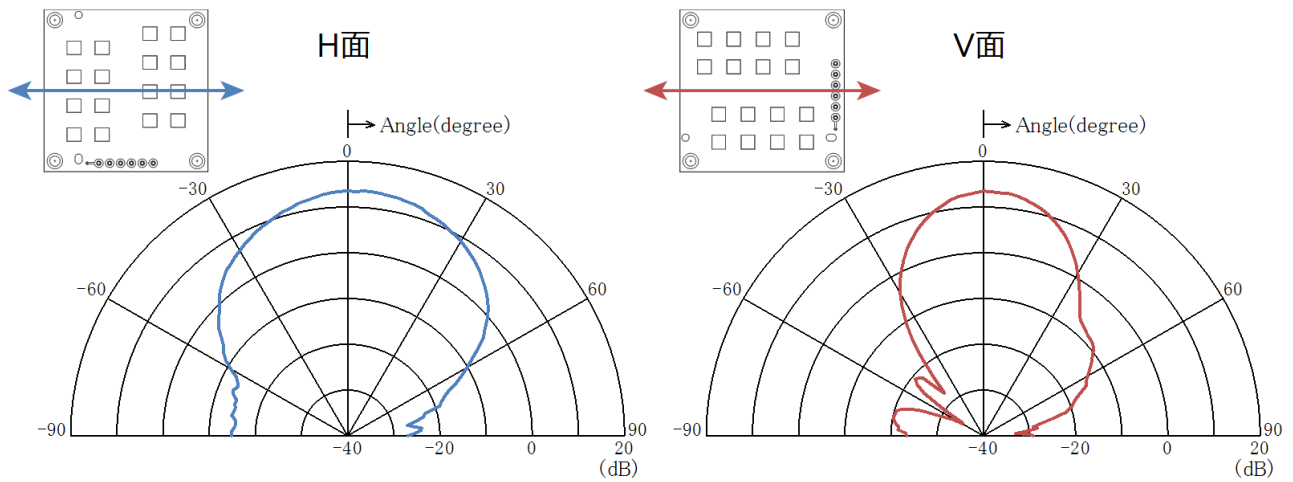


図 3 アンテナパターン図

### 設置におけるアンテナ特性の注意点

- アンテナパターンへの影響を避けるため、アンテナ面の前方 30cm 以内に電波の反射物を置かないください。
- ケースに収納する場合はアンテナパターンへの影響を少なくする為に適切な設計を行い、実証実験などで確認してください。ケースの設計においては 14 項を参照してください。

## 3. 環境性能

項目	規格
動作温度	-20 ~ +60°C
保存温度	-40 ~ +80°C
湿度	0 ~ 95%RH @+30°C
振動	49.03m/s <sup>2</sup> (5G) 条件: 30~50Hz, 10 分間, XYZ 軸
衝撃	196.13m/s <sup>2</sup> (20G) 条件: ハーフサイン, 11 ミリ秒, XYZ 軸, 3 回



## 4. 検知性能

### 4.1. 検知特性

共通測定条件 Ta= +25 °C

項目	参考値	単位	備考
最大検知距離	30	m	
ナイキストによる最大検知距離			
F1 type	90	m	
F2 /F3 type	170	m	
最小検知距離			
F1 type	0.85	m	
F2 /F3 type	1.9	m	
検知可能角度			
H 面	42	deg.	アンテナの半値幅による
V 面	28	deg.	アンテナの半値幅による
距離分解能			
F1 type	8.3	cm	
F2 /F3 type	18.75	cm	
分離分解能			
F1 type	1.7	m	
F2 /F3 type	3.8	m	
計測時間間隔	50 ~ 60	ms	ランダム可変 *注

\*注) 電波干渉対策機能を有効にすると計測時間間隔が 50~60ms の間で可変になります。無効の場合は 50ms の固定です。

#### 4.1.1. 最大検知距離

検知距離はセンサに向かって移動する当社標準ターゲット（大人）にて障害物が無く開けた空間で測定した値です。検知距離の性能は設置条件や対象物の形状や大きさ、電波の侵入角度などで変わります。検知距離は必ずしも保証される値ではありません。本製品の性能は電気特性で規定されます。

##### 検知性能の測定条件

- \* 測定温度: Ta = +25 °C
- \* 検知対象および動作: 身長 170cm 体重 70kg の人がセンサに向かって歩行 (図 4 および図 5 参照)
- \* センサ設置: 地面からセンサ中心まで 1m の高さに アンテナの H 面を水平に設置 (図 4 参照)

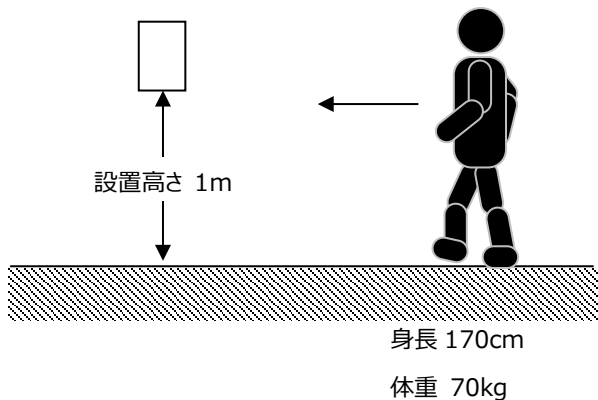


図 4 横から見たイメージ

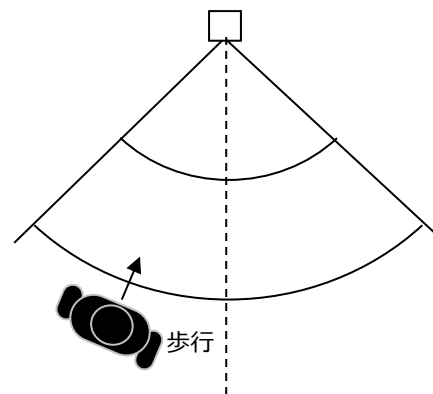


図 5 上から見たイメージ

検知距離の精度に関して、高速に移動する対象の計測を行う場合、移動体のドップラー周波数が重畳されます(ドップラーシフト)ため、誤差が発生します。80MHz 帯域の場合、時速 11km の速度で約 1 m の誤差となります。

## 4.1.2. ナイキストによる最大検知距離

最大検知距離はセンサの内部の AD サンプル周波数によるナイキスト周波数から制限されます。電波の反射強度によってはこの距離で制限を受ける場合があります。

## 4.1.3. 最小検知距離

最小検知距離は、光速／周波数の変調帯域の 1/2 で決定されます。最小検知距離より近い距離も出力しますが、計測の精度と安定度は著しく低下します。最小検知距離より近い距離の対象を検出する場合は十分な評価を行ってから使用してください。なお、出力される検知距離の最小値は距離分解能と同じです。

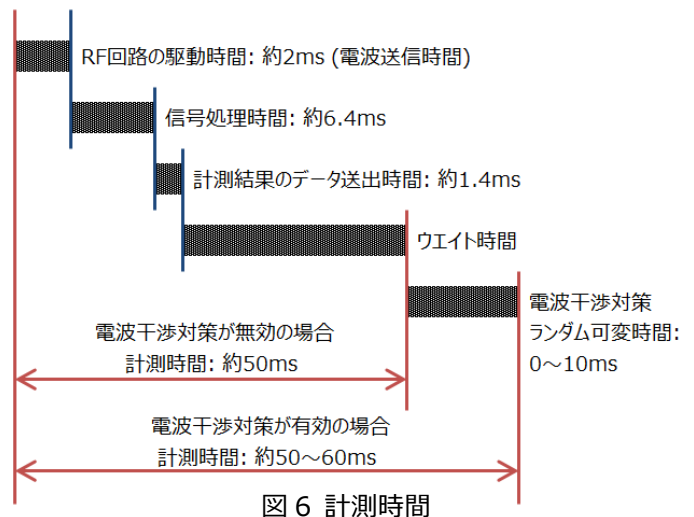
## 4.1.4. 距離分解能と分離分解能

距離分解能は距離算出の信号処理の FFT 解析の次数によって決定されます。FFT 解析の次数は 2 の 11 乗です。

分離分解能は光速／周波数の変調帯域で制限されますが、対象同士が異なる移動速度の場合は分離分解能が距離分解能に等しくなります。

## 4.2. 計測時間と電波干渉対策機能

1 回の計測時間は通常 50ms です。計測中に RF 回路が電波を送信している時間は約 2ms です。電波の送信を間欠動作することによって消費電流を低減させています。計測時間は固定長で、変更することはできません。電波干渉対策機能により、1 回の計測時間は 50～60ms のランダム可変長になります。計測時間の詳細を図 6 に示します。



### 4.2.1. 電波干渉対策機能

電波センサは 同じ周波数を同時に使用すると電波干渉による動作不能が起きます。本センサは電波干渉を確率論的に低下させる機能を有しています。コマンド制御により有効／無効を切り替えることができます。

狭いエリアに複数ご使用される場合は、有効にして使用することをお奨めします。

電波干渉対策機能は通常の計測時間 50ms 後にランダム可変時間 (10ms/256 ステップ) が加算されます。ランダム可変時間は、1 回の計測ごとに変化します。

## 4.3. 検知エリア

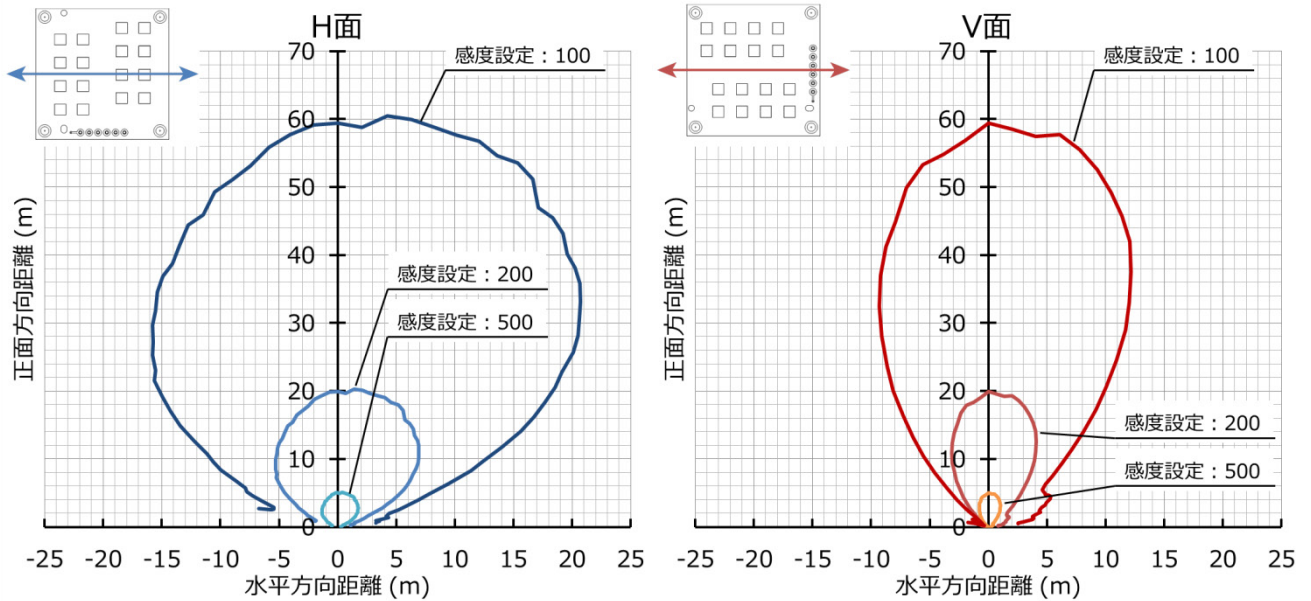


図7 検知エリア（アンテナパターンからの参考値）

## 4.4. 信号処理とソフトウェア

センサ内部のMCUで信号処理を行う様に設計されています。信号処理の詳細は5項を参照ください。また性能改善等によりソフトウェアはバージョンアップされることがあります。

## 5. 信号処理と機能

本センサは当社独自の信号処理により移動体の検出、移動体までの距離を算出する機能を有しています。最大 3 つの距離情報をセンサより近い順にピーク 1 / ピーク 2 / ピーク 3 として出力します。距離計測出力データ数の初期値が 1 のため、初期設定ではピーク 1 のみを出力します。

移動体の検出確度や距離計測の感度等を向上させるために次のような信号処理と機能を搭載しています。

### 信号処理と機能の一覧

1. キャリブレーション
2. 利得制御
3. 計測レンジ設定
4. 感度設定機能
5. ピーク強調機能
6. 移動平均機能
7. 周波数の切り替え(F1 type のみ)

### 5.1. キャリブレーション

予期せぬ電波の反射やマルチパスの影響を少なくする目的でキャリブレーションを行います。キャリブレーションは、電源起動およびリセット時に自動およびコマンドによる任意で実行されます。

キャリブレーションは内部回路の DC オフセットやトレンドをキャンセルする機能です。DC オフセットやトレンドはアンテナの前面にある近距離反射物などからの電波の反射により発生します。またケースに入れられた場合にはケースによるマイクロ波の反射でも発生します。また温度変動や時間継続によりこれらの信号は変動することがあります。

センサの設置環境を変更した時や定期的(1 日に 1 回程度)に実施することを推奨します。

### 5.2. 利得制御

近距離から遠距離の範囲で移動体を検出するために利得を 2 段階で設定できます。また これら利得を自動で切り替える設定と低利得と高利得を固定する設定があります。基本設定は自動切り替えです。

センサの近くに対象がある場合や反射面積が大きい対象がある場合、受信電力でセンサ内部の増幅器が飽和する可能性があります。この飽和を回避するために利得制御を利用します。

自動切り替え設定時の基本利得は高利得です。信号の飽和を約 1.5 秒に一度確認をして飽和している場合は低利得に変更します。飽和がない場合は高利得に戻ります。

なお、室内など狭いエリアでの本センサを使用する場合は、低利得の固定設定にすることを推奨します。

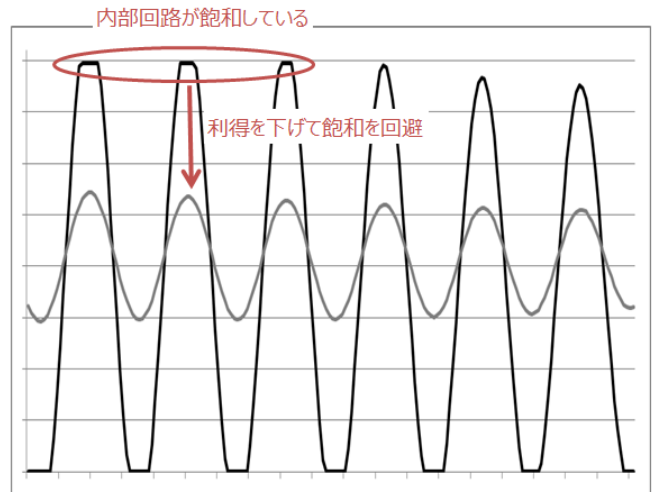


図 8 利得制御の様子

### 5.3. 計測レンジ設定

測定を行う距離の範囲を指定する事が可能な機能で、検出したくない範囲がある場合にご使用ください。

設定可能範囲は 0m からナイキストによる最大検知距離の間です。ナイキストによる最大検知距離は F1 type は 90m で F2 および F3 Type は 170m です。

計測レンジを設定した場合、その範囲内にある最大 3 つの距離情報を出力します。範囲外のピークの移動体の距離は出力されません。また、範囲内にピークがない場合は非検知(0xFFFF)を出力します。

## 5.4. 感度設定機能

誤検知や失報の可能性を低減するための機能です。信号と雑音の区別するために、感度設定を利用してください。感度設定は、設定値が大きいくらゐ、感度が低くなります。また、この設定値は検知可能な最大距離に影響します。

感度設定は、特定のピーク値に対する閾値ではなく、受信信号の全帯域における積算電力によって規定されます。積算電力が感度設定を超過した場合に、ピークの距離情報を出力します。超過しない場合は非検知(0xFFFF)を出力します。感度設定の状態にかかわらず積算電力は信号レベルとして距離情報とともに出力されます。

また、感度設定が Detect 端子の設定を兼ねています。信号レベルが感度設定を超過した時に Detect 端子の出力が“H”になり、超過しない時は“L”です。

右図は、反射が非常に少ない環境で、4.11 項に示す当社標準ターゲットが示した信号レベルの実測値です。対象とする検知距離に基づき、感度設定する際の参考値としてください。感度設定の初期値は 100 です。

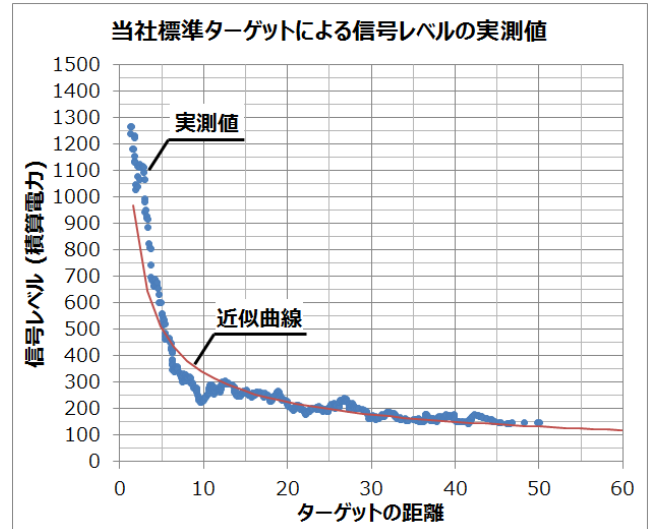


図 9 信号レベルの実測値 (高利得の時)

## 5.5. ピーク強調機能

最大 3 つの距離情報をセンサより近い順にピーク 1 / ピーク 2 / ピーク 3 出力します。本機能は、この 3 つのピーク値の中で最も大きいピークを強調させるために、設定値より小さいピークを選定しないようにします。基本設定は機能が有効です。

単純なピークサーチでは、最も大きいピークと比較して非常に小さいピークも選定されてしまう可能性があります。この現象を回避させるために、最も大きいピーク値との比を設定することで小さいピークを意図的に選定しないようにしています。最も大きいピーク値を 100 として、設定値で割った値までのピークを選定します。例えば設定値が 4 の場合は選定されるピーク値は 25 (最も大きいピーク値の 4 分の 1) までになります。

計測レンジで範囲を制限した場合でも、ピーク強調で設定された比は、レンジ外のピークに対しても有効です。レンジ外に最大のピークがあった場合、そのピークに対して、設定された比を上回った値のみをピークとして選定します。

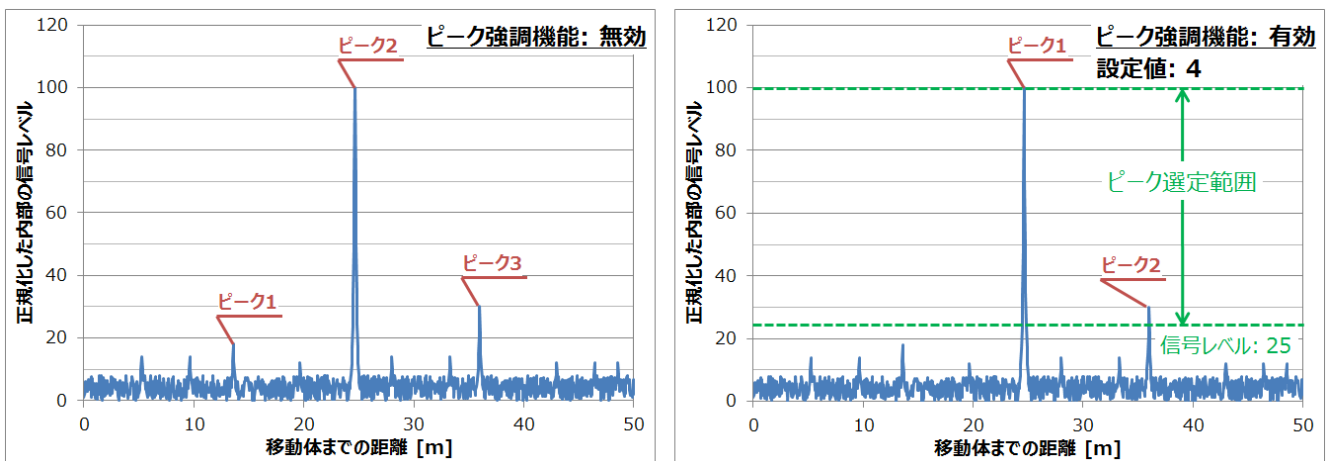


図 10 ピーク強調機能の説明図

## 5.6. 移動平均機能

距離計測結果に対し移動平均処理を実施して出力する機能で、誤検知を低減するために使用できます。基本設定は有効で4回の移動平均処理を実施します。設定可能な移動平均は、処理なし/2回/4回です。

検知対象が高速(時速 10km)で動く場合は移動平均を2回もしくは処理なしに設定してください。

## 5.7. 周波数の切り替え(F1 typeのみ)

本センサは PLL(Phase Lock Loop)方式の発振器を採用し周波数を制御しています。

本機能では 177MHz 帯域以外に、下側 80MHz と上側 80MHz に設定することが可能です。基本設定は 177MHz 帯域です。

80MHz 帯域の設定は、同一検知エリア内で複数個を使用する場合、電波干渉の確率を低減させる目的や他の電波センサ(例えば、ドップラーセンサなど)を併用して使用する場合、相互間での干渉を避ける為に設けている機能です。

帯域は図 11 の周波数プランで管理されており、外部から変更する事はできません。

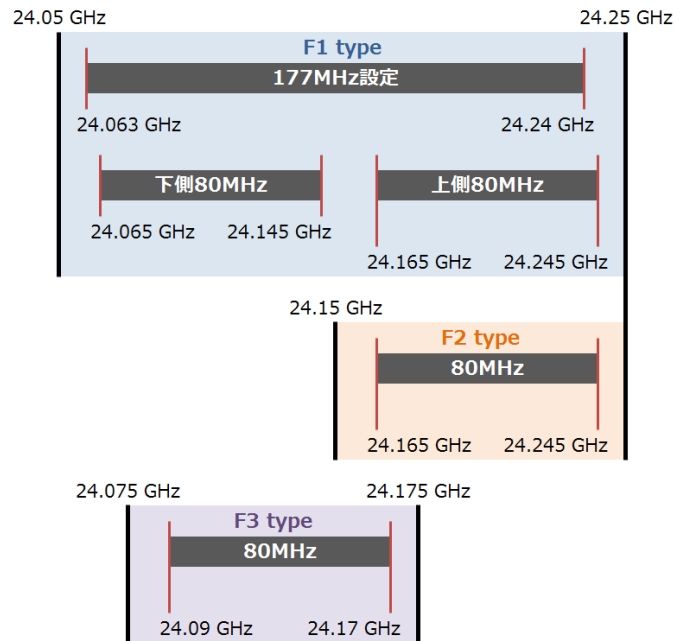


図 11 周波数プラン

## 6. インターフェイス仕様

### 6.1. 端子接続

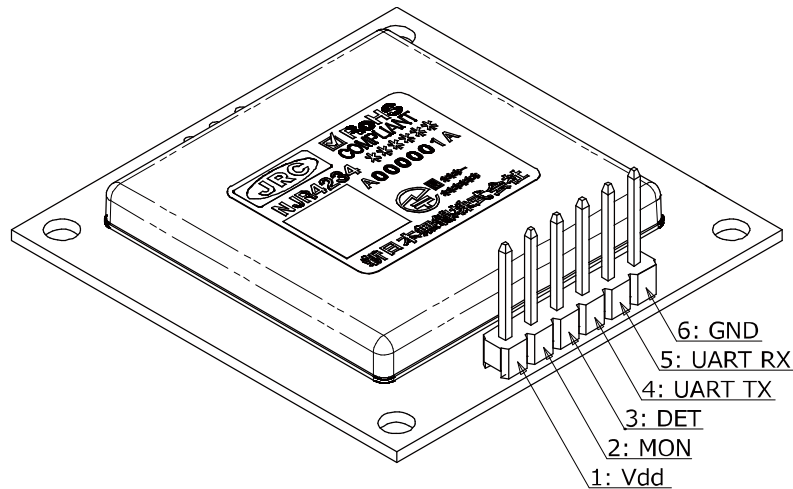


図 12 ピンアサイン

#	名称	I/O	機能・説明
1	Vdd	I	電源電圧 2.9~3.6 V *注 1
2	MON	O	異常状態の通知 *注 2 / 注 3 H: 正常時 / L: 異常時 最大供給可能電流は5mAです。
3	DET	O	検知出力 *注 3 信号レベルが感度設定を超過した時に検知出力となる。詳細は 5.4 項を参照。 H: 検知時 / L: 非検知時 最大供給可能電流は5mAです。
4	UART TX	O	UART TX *注 3
5	UART RX	I	UART RX *注 4
6	GND	—	GND 接地

コネクタ : 2.54mm ピッチピンヘッダー

\*注 1) Vdd 端子には、逆接続保護回路が無い為、電圧印可には注意してください。印加電圧は、接続機器の MCU の電源と共通にしてください。

\*注 2) 内部の PLL 回路がアンロックした時に異常を出力します。状態は計測毎に確認します。

\*注 3) UART TX 端子は、内部の電圧レベル変換 IC を用いて出力します。High レベルの電圧は Vdd の電圧と同じです。その他端子は、Low レベルが 0V で High レベルが 2.5V のロジック電圧です。接続機器の受け側回路は、これら電圧に合わせてください。

\*注 4) UART RX の High レベルの入力電圧は Vdd の電圧を超えてはならない。

## 6.2. UART 通信インターフェイス仕様

本製品はマイコンを内蔵しており、UART により外部のマイコン等から、各種設定と距離情報の取得等を行うことができます。

項目	仕様・規格	単位	備考
UART 入出力レベル	CMOS	—	
UART 通信パラメータ			
ボーレート	115200	bps	
データビット長	8	ビット	
ストップビット	1	ビット	
パリティ	なし	—	
フロー制御	なし	—	
ビット順	LSB	—	



## 7. 動作モード

動作モード／状態	説明
電源ON / リセット	CPU リセット
初期化処理モード	RF-IC の初期設定 (70ms 程度)
キャリブレーションモード	キャリブレーションの実施。詳細は 5.1 項を参照。(350ms 程度)
距離計測モード	<p>移動体の距離を定期的(50~60ms)に計測し、計測結果を出力します。            下記の項目が設定可能です。設定は本モードとスリープモードで受け付けます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電波干渉対策機能: 初期値は有効 (4.2.1 項を参照)</li> <li>● 距離計測出力データ数: 初期値はピーク 1</li> <li>● 利得制御: 初期値は自動切り替え (5.2 項を参照)</li> <li>● 計測レンジ設定: 初期値は 0m からナイキストによる最大計測距離 (5.3 項を参照)</li> <li>● 感度設定機能: 初期値は 100 (5.4 項を参照)</li> <li>● ピーク強調機能: 初期値は 4 (5.5.項を参照)</li> <li>● 移動平均機能: 初期値は 4 回 (5.6 項を参照)</li> <li>● 周波数の切り替え(F1 type のみ): 初期値は 177MHz 帯域 (5.7 項を参照)</li> </ul> <p>初期値以外の設定例は、8.1.3 項の制御コマンドの設定例を参照してください。</p>
スリープモード	<p>距離計測を停止して、内蔵の RF-IC および MCU をスリープ状態にします。            復帰後にキャリブレーションを実施します。復帰後の距離計測の設定はスリープモード前の状態と同じです。</p>

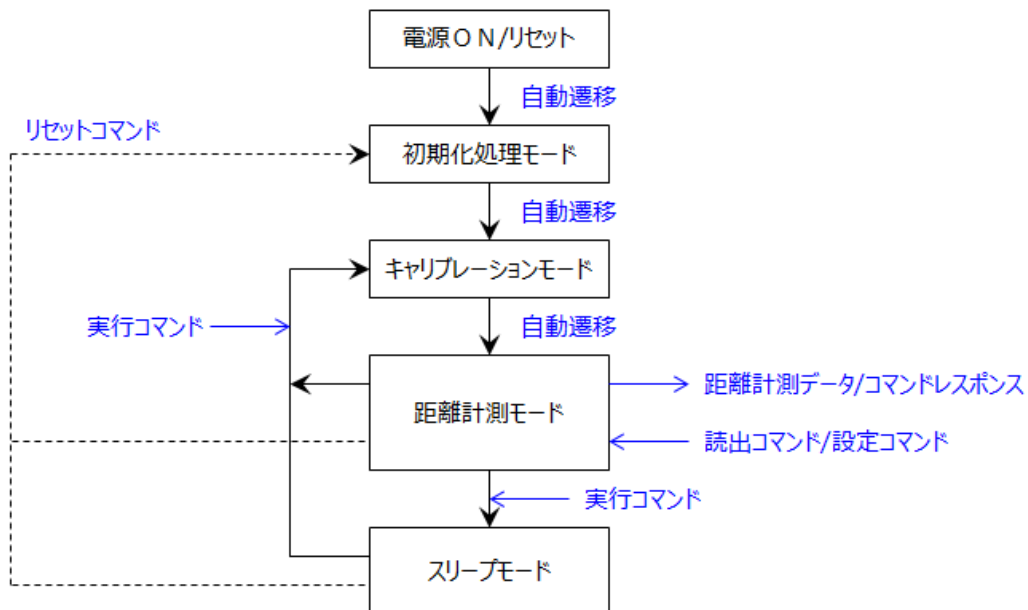


図 13 モード遷移図

## 8. 通信コマンド

### 8.1. 制御コマンド

距離計測モードの起動時の設定は必ず初期値です。初期設定以外でご使用になる場合やモードを変更する場合、UART により制御や設定をしてください。使用される条件に合わせて設定を変更することを推奨します。なお、電源の再起動やリセットを行った場合、再度設定する必要があります。

設定コマンドの様式は次の通りです。

- バイト長: 3byte(固定)
- コマンド間隔: 最小 100ms
- コマンドコード: バイナリ

設定変更やモード変更はコマンド受信後、100ms 以内に実施されます。

#### 8.1.1. 制御コマンド一覧

コマンド	1 <sup>st</sup> Byte	2 <sup>nd</sup> Byte	3 <sup>rd</sup> Byte
実行コマンド			
ソフトウェアリセットの実行	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
キャリブレーションの実行	0 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
スリープモードへモード変更	0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
距離計測モードへモード変更	0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
読出コマンド			
ソフトウェアバージョンの確認	0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
設定コマンド			
電波干渉対策の設定	0 0 1 0 1 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
距離計測出力データ数の設定	0 0 1 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
利得制御の設定	0 0 0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
計測レンジの設定	0 0 1 0 1 0 1 1	X X X X X X X X	X X X X X X X X
感度設定機能の設定	0 0 1 0 1 1 0 1	X X X X X X X X	X X X X X X X X
ピーク強調機能の設定	0 0 1 0 1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0	X X X X 0 0 0 0
移動平均機能の設定	0 0 1 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	X X 0 0 0 0 0 0
周波数の切り替えの設定 (F1 type のみ)	0 0 1 0 1 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	X X 0 0 0 0 0 0

#### 8.1.2. 制御コマンドの詳細

##### 8.1.2.1. ソフトウェアリセットの実行

ソフトウェアによるリセットを実行するコマンドです。リセット後はキャリブレーションを行い、設定値はすべて初期値に戻ります。本コマンドに対するレスポンスはありません。

- 実行コマンド:

0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x00)	(0x00)	(0x00)

##### 8.1.2.2. キャリブレーションの実行

キャリブレーションを実行するコマンドです。定期的に変更することを推奨しています。詳細は 5.1 項を参照ください。

- 実行コマンド:

0 0 1 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x28)	(0x00)	(0x00)

## 8.1.2.3. スリープモードへモード変更

距離計測モードからスリープモードへモード変更を実行するコマンドです。

- 実行コマンド:

0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x05)	(0x01)	(0x00)

## 8.1.2.4. 距離計測モードへモード変更

スリープモードから距離計測モードへモード変更を実行するコマンドです。本コマンドにより処理計測モードに遷移する前にキャリブレーションを実施します。

- 実行コマンド:

0 0 0 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x05)	(0x00)	(0x00)

## 8.1.2.5. ソフトウェアバージョンの確認

ソフトウェアのバージョンを確認するコマンドです。

- 確認コマンド:

0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x01)	(0x00)	(0x00)

## 8.1.2.6. 電波干渉対策の設定

電波干渉機能を設定するコマンドです。初期値は有効です。詳細は 4.2.1 項を参照ください。

0 0 1 0 1 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	X 0 0 0 0 0 0 0
-----------------	-----------------	-----------------

2<sup>nd</sup> Byte [0] – 電波干渉機能の設定 / 1: 有効, 0: 無効

- 有効(初期値):

0 0 1 0 1 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x2C)	(0x01)	(0x00)

- 無効:

0 0 1 0 1 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x2C)	(0x00)	(0x00)

## 8.1.2.7. 距離計測出力データ数の設定

距離計測出力データ数を設定するコマンドです。初期値は 1 のため、3 つのピーク 1 / ピーク 2 / ピーク 3 に対し、一番近いピーク 1 のみを出します。

0 0 1 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 X X X	0 0 0 0 0 0 0 0
-----------------	-------------------	-----------------

2<sup>nd</sup> Byte [2] – ピーク 3 の出力の有無 / 1: 有効, 0: 非検知出力(0xFFFF)

2<sup>nd</sup> Byte [1] – ピーク 2 の出力の有無 / 1: 有効, 0: 非検知出力(0xFFFF)

2<sup>nd</sup> Byte [0] – ピーク 1 の出力の有無 / 1: 有効, 0: 非検知出力(0xFFFF)

- ピーク 1 のみを出力(初期値):

0 0 1 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x20)	(0x81)	(0x00)

- ピーク 1 / ピーク 2 を出力:

0 0 1 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x20)	(0x83)	(0x00)

- ピーク 1 / ピーク 2 / ピーク 3 を出力:

0 0 1 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x20)	(0x87)	(0x00)

## 8.1.2.8. 利得制御の設定

利得制御を設定するコマンドです。初期値は自動切り替えの設定です。詳細は 5.2 項を参照ください。

0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	X
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2<sup>nd</sup> Byte [1:0] - 高利得と低利得の設定 / 10: 高利得, 00: 低利得

3<sup>rd</sup> Byte [0] - 自切り替えと固定の設定 / 1: 自動切り替え, 0: 固定

- 自動切り替えの設定(初期値):

0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	N	N	0	0	0	0	0	0	0	0	1
(0x02)				(0x0N)				(0x01)																

- 高利得(固定)の設定:

0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(0x02)				(0x02)				(0x00)																

- 低利得(固定)の設定:

0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(0x02)				(0x00)				(0x00)																

## 8.1.2.9. 計測レンジの設定

出力する計測距離の範囲を設定するコマンドです。初期値はナイキストによる最大検知距離です。設定範囲内にピークがない場合は非検知(0xFFFF)を出力します。詳細は 5.3 項を参照ください。

0	0	1	0	1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2<sup>nd</sup> Byte [7:0] - 計測レンジの最小値

3<sup>rd</sup> Byte [7:0] - 計測レンジの最大値

設定範囲は、F1 type の場合は 0~90, F2 type および F3 type の場合は 0~170。

- 0~90m の設定(F1 type の場合の初期値):

0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
(0x2B)				(0x00)				(0x5A)																

- 0~170m の設定(F2 type および F3 type の場合の初期値):

0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
(0x2B)				(0x00)				(0xAA)																

- 例) 5~25m の設定:

0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
(0x2B)				(0x05)				(0x19)																

- 例) 15~50m の設定:

0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
(0x2B)				(0x0F)				(0x32)																

## 8.1.2.10. 感度設定機能の設定

感度設定機能の感度値を設定するコマンドです。初期値は 100 です。詳細は 5.4 項を参照ください。

0	0	1	0	1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

2<sup>nd</sup> Byte [7:0] : 3<sup>rd</sup> Byte [7:0] - 感度の設定値 / 設定範囲は、1~65535

- 100 の設定(初期値):

0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
(0x2D)				(0x00)				(0x64)																

- 50 の設定:

0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
(0x2D)				(0x00)				(0x32)																

300 の設定:

0 0 1 0 1 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 1 0 1 1 0 0
(0x2D)	(0x01)	(0x2C)

## 8.1.2.11. ピーク強調機能の設定

ピーク強調機能のピーク選定範囲を指定するコマンドです。初期値は 4 です。詳細は 5.5 項を参照ください。

0 0 1 0 1 1 1 0	0 0 0 0 0 X X X	0 0 0 0 0 0 0 0
-----------------	-----------------	-----------------

2<sup>nd</sup> Byte [3:0] - ピーク選定範囲の指定 / 設定範囲は 0~15, 0 はピーク強調機能が無効

- 4 の設定(初期値):

0 0 1 0 1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x2E)	(0x04)	(0x00)

- 15 の設定:

0 0 1 0 1 1 1 0	0 0 0 0 0 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x2E)	(0x0F)	(0x00)

- 無効の設定:

0 0 1 0 1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
(0x2E)	(0x00)	(0x00)

## 8.1.2.12. 移動平均機能の設定

移動平均処理を設定するコマンドです。初期値は 4 回です。詳細は 5.6 項を参照ください。

0 0 1 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	X X 0 0 0 0 0 0 0 0
-----------------	-----------------	---------------------

2<sup>nd</sup> Byte [1:0] - 移動平均処理の設定 / 10: 4 回の平均, 01: 2 回の平均, 00: 平均処理の無効

- 4 回の設定(初期値):

0 0 1 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
(0x25)	(0x02)	(0x00)

- 2 回の設定:

0 0 1 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
(0x25)	(0x01)	(0x00)

- 無効の設定:

0 0 1 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
(0x25)	(0x00)	(0x00)

## 8.1.2.13. 周波数の切り替えの設定(F1 type のみ)

周波数の帯域を指定するコマンドです。初期値は 177MHz です。F2 type および F3 type に本機能は実装されていない為、本コマンドは受け付けません。詳細は 5.7 項を参照ください。

0 0 1 0 1 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	X X 0 0 0 0 0 0 0 0
-----------------	-----------------	---------------------

2<sup>nd</sup> Byte [1:0] - 周波数の帯域の指定 / 11: 177MHz, 01: 下側 80MHz, 10: 上側 80MHz

- 177MHz の設定(初期値):

0 0 1 0 1 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
(0x29)	(0x03)	(0x00)

- 下側 80MHz の設定:

0 0 1 0 1 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
(0x29)	(0x01)	(0x00)

- 上側 80MHz の設定:

0 0 1 0 1 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
(0x29)	(0x02)	(0x00)

## 8.1.3. 制御コマンドの設定例

設定項目	初期値	室内 (5m 空間)	屋外 障害物少ない	屋外 障害物少ない	屋外 障害物多い
電波干渉対策	有効	有効	有効	有効	有効
距離計測出力データ数	1	1	1~3	1~3	1
利得制御	自動切り替え	低利得(固定)	自動切り替え	自動切り替え	高利得(固定)
感度設定機能	100	150	100	200	200
ピーク強調機能	4	1	4	5~8	1
移動平均機能	4回	4回	4回	2回	4回
検知対象	歩行者	歩行者	歩行者	車両	歩行者

## 8.2. 通知コマンド(レスポンス)

通知コマンド(レスポンス)は次の3種類のみです。

- 1) 計測距離データ出力: プリアンブル (4byte) + ヘッダ (4byte) + 距離データ (8byte)
- 2) コマンドレスポンス: プリアンブル (4byte) + ヘッダ (4byte)
- 3) 異常通知: プリアンブル (4byte) + ヘッダ (4byte)

通知コマンドの様式は次の通りです。

- バイト長: 8~16byte(通知コマンドによる可変)
- コマンドコード: バイナリ

### 8.2.1. 計測距離データ出力

計測距離データは計測毎に自動で送出します。

送出する出力データのフォーマットは次の通りです。

プリアンブル(4byte)	ヘッダ(4byte)				距離データ(8byte)			
0xCCCC5555	H1 [7:0] (0x21)	H2 [7:0] (0xX2)	H3 [7:0] (0x00)	H4 [7:0] (0xXX)	Data1 (0xXXXX)	Data2 (0xXXXX)	Data3 (0xXXXX)	Data4 (0xXXXX)

H1 [7:0] - 固定値: 0010 0001 (0x21)

H2 [7:4] - 利得制御情報 / 0000: 低利得, 0010: 高利得  
[3:0] - 固定値: 0010

H3 [7:4] - 固定値: 0000  
[3:0] - 固定値: 0000

H4 [7:0] - 計測周期のランダム可変時間の情報。電波干渉対策機能が無効の場合は0、有効の場合は0~256を通知。0が50msを、256が60msに相当する。

Data1 (2byte) - 設定に基づくピーク1の距離情報の10倍の値を通知、通知範囲は0~1700(170m)。

Data2 (2byte) - 設定に基づくピーク2の距離情報の10倍の値を通知、通知範囲は0~1700(170m)。

Data3 (2byte) - 設定に基づくピーク3の距離情報の10倍の値を通知、通知範囲は0~1700(170m)。

Data4 (2byte) - 受信信号の全帯域における積算電力を信号レベルとして通知、通知範囲は0~65535。感度設定機能に使用する値です。詳細は5.4項を参照ください。

## 8.2.2. コマンドレスポンス

コマンドレスポンスはセンサが制御コマンドを受け取った後に送ります。また制御コマンドや設定範囲が存在しない場合はエラーレスポンスを送ります。

### 8.2.2.1. 実行コマンドのレスポンス

制御コマンドの内、正常な実行コマンドを受け取った後、レスポンスを送ります。なおソフトウェアリセットに対するレスポンスはありません。

送出するレスポンスのフォーマットは次の通りです。

プレアンプル(4byte)	ヘッダ(4byte)			
0xCCCC5555	H1 [7:0] (0xE0)	H2 [7:0] (0XX)	H3 [7:0] (0XX)	H4 [7:0] (0XX)

H1 [7:0] - 固定値: 1110 0000 (0xE0)

H2 [7:0] - 制御コマンドの 1<sup>st</sup> Byte と同じ

H3 [7:0] - 制御コマンドの 2<sup>nd</sup> Byte と同じ

H4 [7:0] - 制御コマンドの 3<sup>rd</sup> Byte と同じ

### 8.2.2.2. 読出コマンドのレスポンス

制御コマンドの内、正常な読出コマンドを受け取った後、読出データを含むレスポンスを送ります。

送出するレスポンスのフォーマットは次の通りです。

プレアンプル(4byte)	ヘッダ(4byte)			
0xCCCC5555	H1 [7:0] (0xE0)	H2 [7:0] (0XX)	H3 [7:0] (0XX)	H4 [7:0] (0XX)

H1 [7:0] - 固定値 / 1110 0000 (0xE0)

H2 [7:0] - 制御コマンドの 1<sup>st</sup> Byte と同じ

H3 [7:0] - 読出データ

H4 [7:0] - 読出データ

### 8.2.2.3. 設定コマンドのレスポンス

制御コマンドの内、正常な設定コマンドを受け取った後、設定を変更した時点でレスポンスを送ります。

送出するレスポンスのフォーマットは次の通りです。

プレアンプル(4byte)	ヘッダ(4byte)			
0xCCCC5555	H1 [7:0] (0xE0)	H2 [7:0] (0XX)	H3 [7:0] (0XX)	H4 [7:0] (0XX)

H1 [7:0] - 固定値: 1110 0000 (0xE0)

H2 [7:0] - 制御コマンドの 1<sup>st</sup> Byte と同じ

H3 [7:0] - 制御コマンドの 2<sup>nd</sup> Byte と同じ

H4 [7:0] - 制御コマンドの 3<sup>rd</sup> Byte と同じ

## 8.2.2.4. 制御コマンドエラー

無効な制御コマンドを受け取った時に送します。  
 送出する出力データのフォーマットは次の通りです。

プリアンブル(4byte)	ヘッダ(4byte)			
0xCCCC5555	H1 [7:0] (0xE0)	H2 [7:0] (0xFF)	H3 [7:0] (0xFF)	H4 [7:0] (0x00)

H1 [7:0] - 固定値: 1110 0000 (0xE0)  
 H2 [7:0] - 固定値: 1111 1111 (0xFF)  
 H3 [7:0] - 固定値: 1111 1111 (0xFF)  
 H4 [7:0] - 固定値: 0000 0000 (0x00)

## 8.2.2.5. 設定範囲エラー

有効な制御コマンドで無効な設定範囲を受け取った時に送します。  
 送出する出力データのフォーマットは次の通りです。

プリアンブル(4byte)	ヘッダ(4byte)			
0xCCCC5555	H1 [7:0] (0xE0)	H2 [7:0] (0XX)	H3 [7:0] (0xFF)	H4 [7:0] (0x00)

H1 [7:0] - 固定値: 1110 0000 (0xE0)  
 H2 [7:0] - 制御コマンドの 1<sup>st</sup> Byte と同じ  
 H3 [7:0] - 固定値: 1111 1111 (0xFF)  
 H4 [7:0] - 固定値: 0000 0000 (0x00)

## 8.2.3. 異常通知

センサが異常状態になった時にコマンドを送します。内部の PLL 回路がアンロックした時に異常状態になります。異常状態の確認は計測毎に実施しています。センサ故障の可能性が考えられます。  
 送出する出力データのフォーマットは次の通りです。

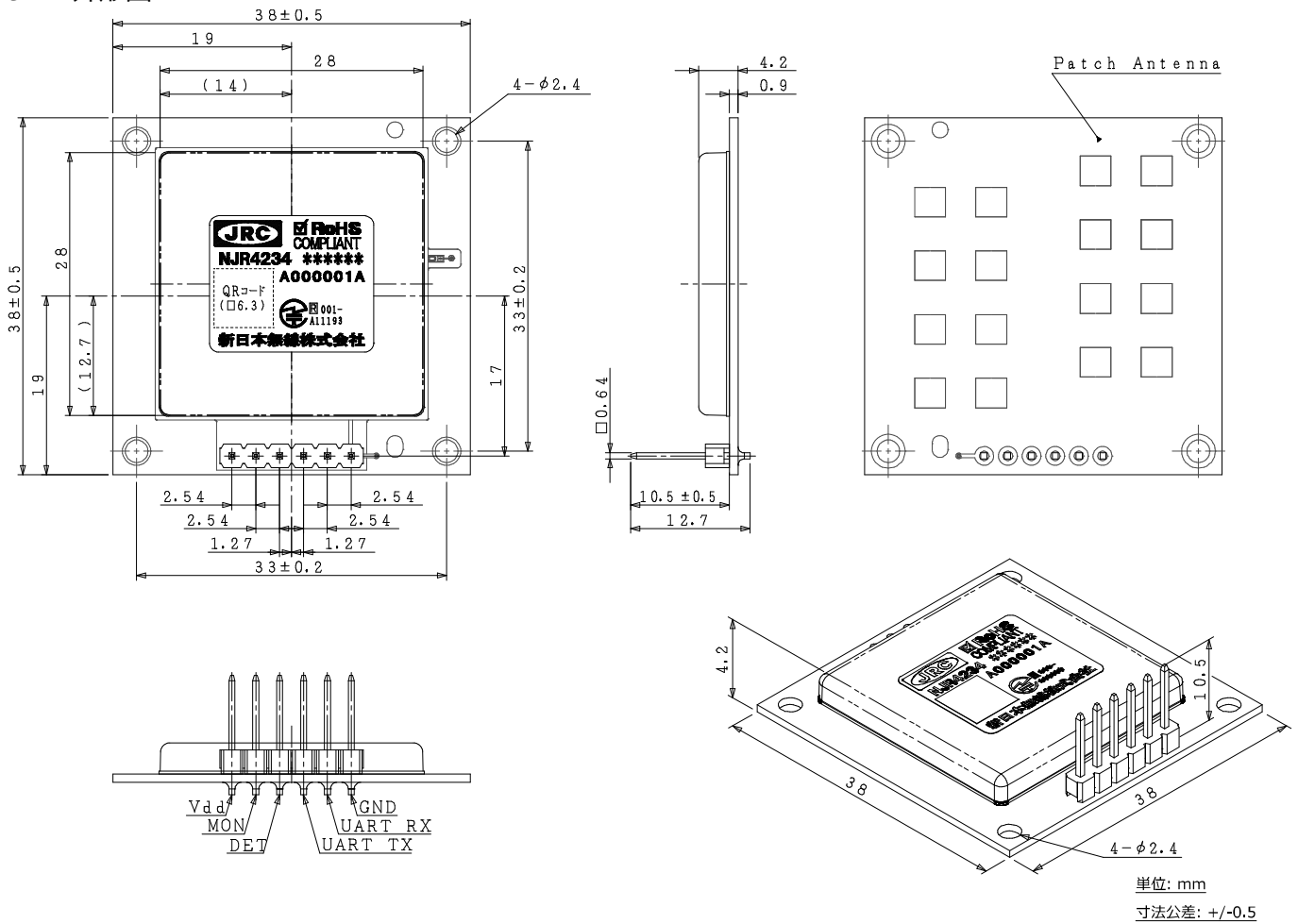
プリアンブル(4byte)	ヘッダ(4byte)			
0xCCCC5555	H1 [7:0] (0x00)	H2 [7:0] (0x01)	H3 [7:0] (0x00)	H4 [7:0] (0x00)

H1 [7:0] - 固定値: 0000 0000 (0x00)  
 H2 [7:0] - 固定値: 0000 0001 (0x01)  
 H3 [7:0] - 固定値: 0000 0000 (0x00)  
 H4 [7:0] - 固定値: 0000 0000 (0x00)



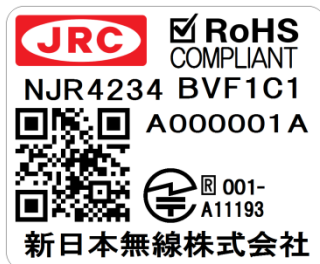
## 9. 外形

### 9.1. 外形図



### 9.2. ラベル図

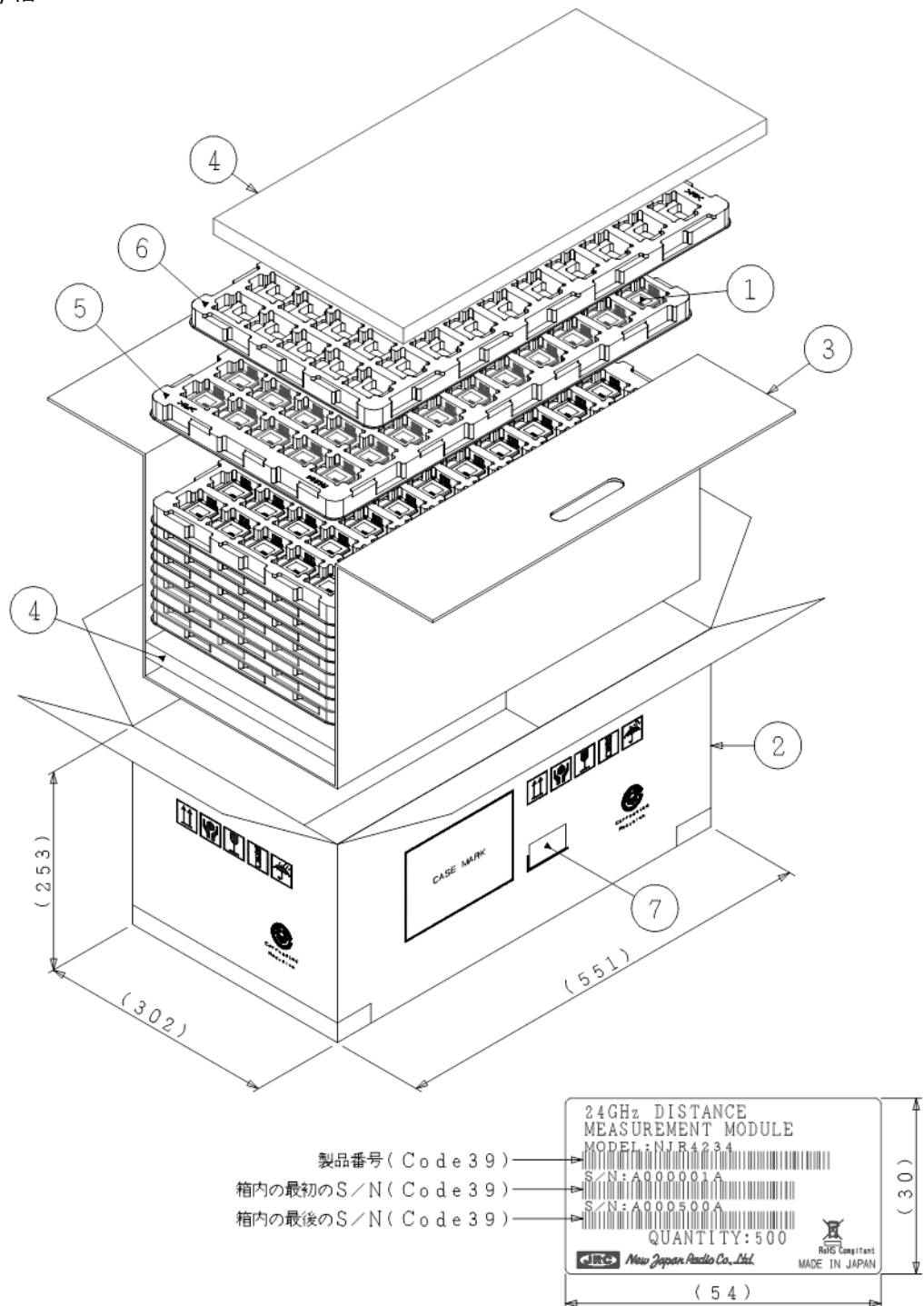
例) NJR4234BVF1C1 の場合



## 10. 梱包仕様

標準梱包

梱包数量: 500 個/箱

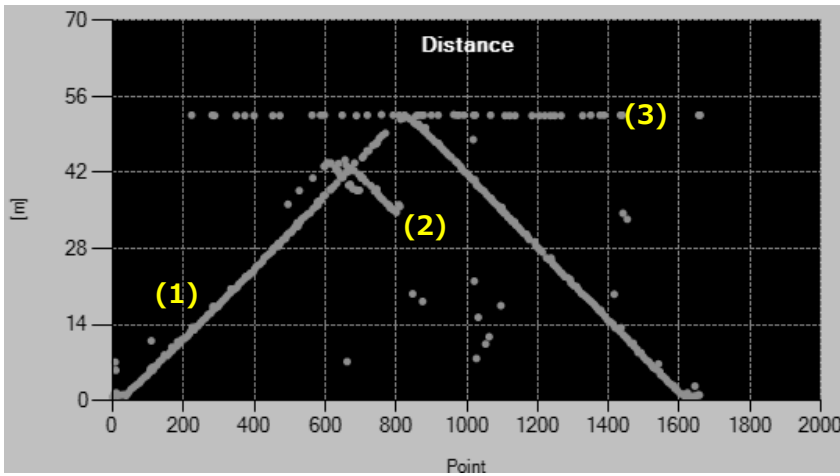


- ①製品: NJR4234 24GHz 距離計測モジュール
- ②外装箱: 複両面ダンボール ABフルート K6W
- ③内包装 (取り出し用): 両面ダンボール Bフルート K5
- ④緩衝材×2: 帯電防止発泡PE
- ⑤製品トレイ (50個入×10段): 導電PS
- ⑥蓋用トレイ (製品トレイ同一品): 導電PS
- ⑦梱包ラベル: アルミ蒸着ポリエステルフィルム

⑦梱包ラベル

## 11. 距離計測結果(参考データ)

### 11.1. 廊下で歩行した人の計測



計測結果

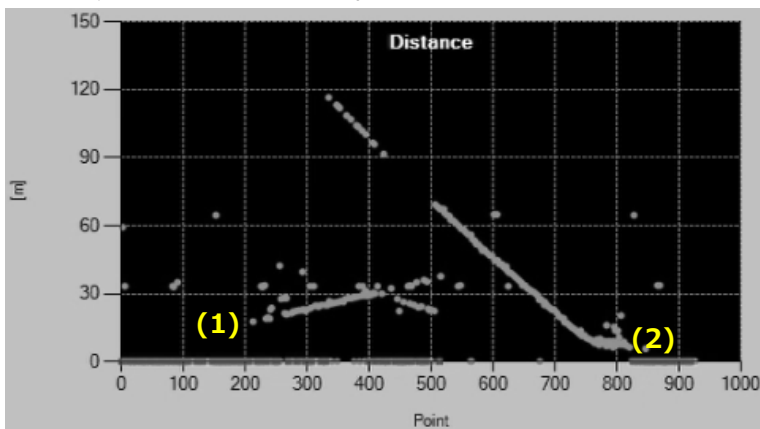


計測環境

#### 計測対象

- (1) 人がセンサ正面から突き当りの壁まで歩行して再度センサに向かって移動する様子
- (2) (1)とは異なる人が扉から出てきて、センサに向かって歩行する様子
- (3) 突き当りの壁

### 11.2. 屋外で歩行する人と移動する車両の計測



計測結果

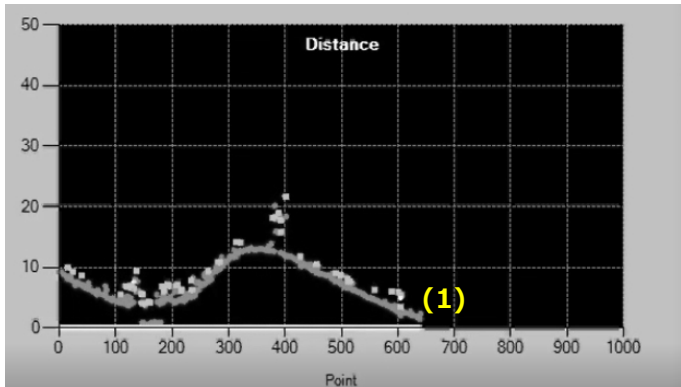


計測環境

#### 計測対象

- (1) 人がセンサ正面から遠方に歩行していく様子
- (2) 車両が遠方からセンサに向かってくる様子

## 11.3. 屋外で接近と離反を繰り返す車両の計測



計測結果



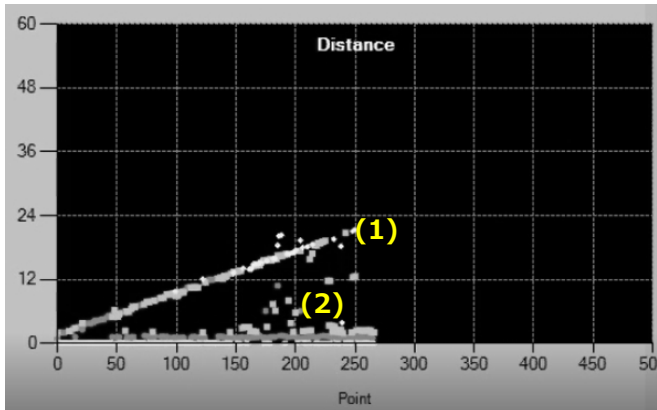
計測環境

計測対象

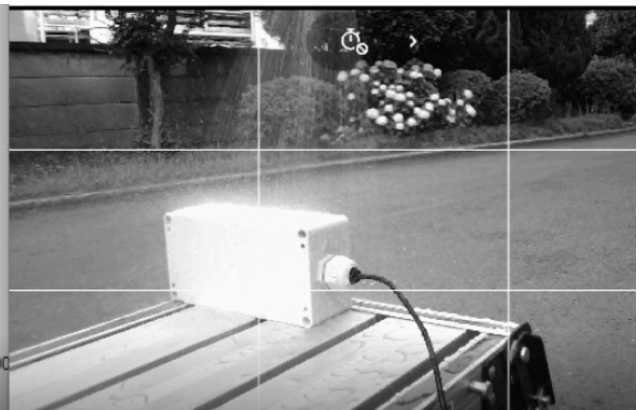
- (1) 車両がセンサに対し接近と離反を繰り返す様子

## 11.4. 降雨の影響

センサをケースに実装後、ケースに対し水をかけた状態で歩行試験を実施した。



計測結果



計測環境

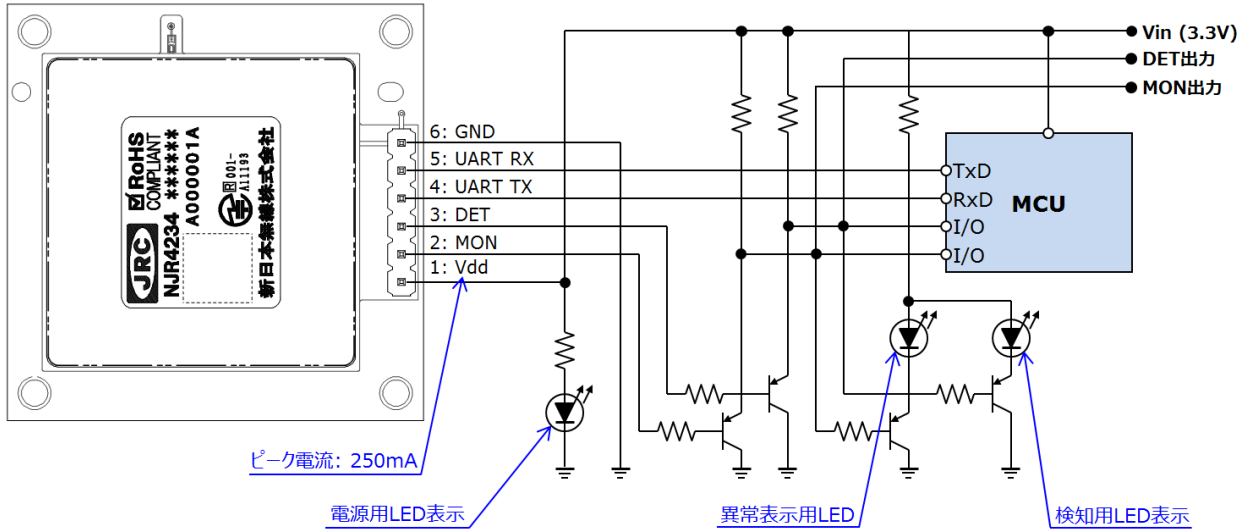
計測対象

- (1) 人がセンサ正面から遠方に歩行していく様子
- (2) 人の距離計測に対し降雨の影響は少ないが、ケース前面の雨だれが若干の影響あり。

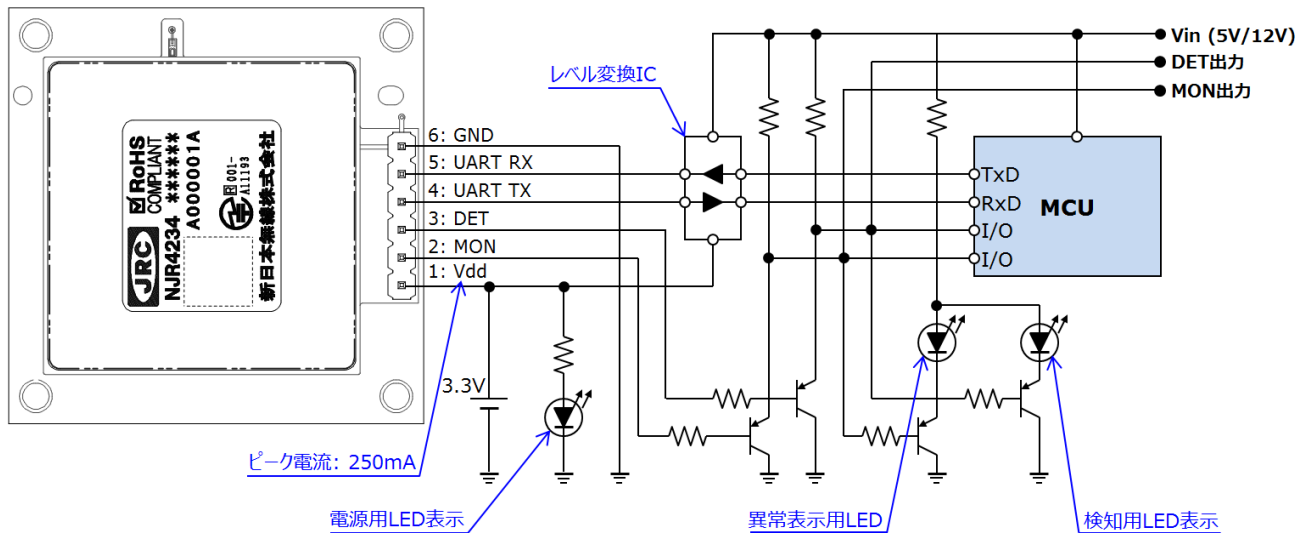
## 12. 参照回路

### 12.1. 制御回路

#### 1) センサと接続回路の Vdd 電源電圧が同じ場合



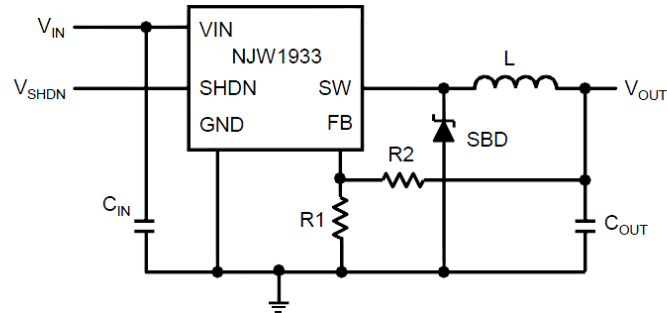
#### 2) センサと接続回路の Vdd 電源電圧が異なる場合



本センサは距離情報を出力しますが、その距離情報をもとに接続機器側で信号処理をしてご利用されることを推奨します。  
 DET 出力は信号レベルが設定値(感度設定)の値を超過した時に High レベルになるため、接続機器側のスリープモードの復帰などの 1 次処理にのみご利用いただけます。  
 計測レンジ設定等に応じた DET 出力をご希望される場合はお問い合わせください。

## 12.2. 推奨電源回路

IC : NJW1933F1-AT  
 入力電圧 :  $V_{IN}=12V$   
 出力電圧 :  $V_{OUT}=3.3V$   
 出力電流 :  $I_{OUT}=0.6A$   
 発振周波数 :  $f_{osc}=500kHz$

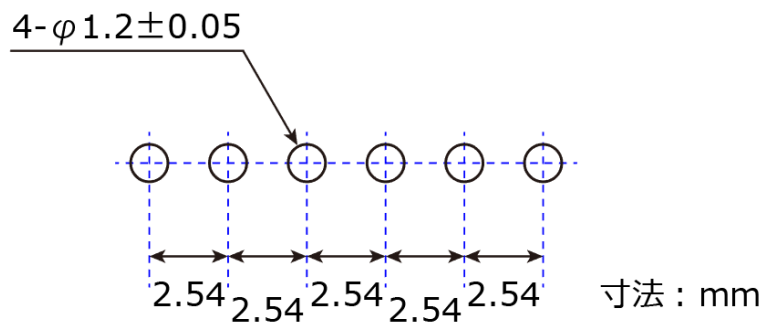


記号	数量	部品番号	概要	メーカー
IC	1	NJW1933F1-AT	0.6A MOSFET 内蔵 SW.REG. IC	New JRC
L	1	CDRH6D28NP-220NC	Inductor 22 $\mu$ H, 1.2A	Sumida
SBD	1	MBRM140T3G	Schottky Diode 40V, 1A	ON Semiconductor
C <sub>IN1</sub>	1	GRM31CB31H225KA87	Ceramic Capacitor 3216 2.2 $\mu$ F, 50V, B	Murata
C <sub>OUT</sub>	1	GRM32EB31C476ME15	Ceramic Capacitor 3225 47 $\mu$ F, 16V, B	Murata
R1	1	3.3k $\Omega$	Resistor 1608 3.3k $\Omega$ , $\pm 1\%$ , 0.1W	Std.
R2	1	5.6k $\Omega$	Resistor 1608 5.6k $\Omega$ , $\pm 1\%$ , 0.1W	Std.

(\* ) 電源回路の詳細は NJW1933 のデータシートを参照ください。

## 13. 推奨実装条件

### 13.1. ランドパターン



\*注) 実際の設計に当たっては、基板設計や実装条件に合わせて適正化を図ってください。

### 13.2. 半田実装条件

- 半田付け方法: 半田こて\*注
- こて先温度: 350°C 以下
- 時間: 下記表のとおり

ピン番号	時間条件
1~5	3秒以内
6 (GND)	6秒以内

\*注) 使用する半田こては 1MΩ程度の抵抗を介して接地してください。

## 14. ケース設計の推奨条件

### ケース設計の推奨条件に関する免責事項

本推奨条件は、お客様がセンサ用ケースの設計を行う際の注意点を記載しておりますが、本内容または本内容に基づいてお客様が設計された結果について保証するものではありません。お客様にて十分なご検討、確認をお願いいたします。内容については予告なく追記・修正することがございます。

マイクロ波センサは ガラスやプラスチック、陶器などを透過して検知することが可能です。そのため、製品に組み込む場合、ケースやカバーのデザイン上の自由度が高い、隠蔽性が得られるなどの利点があります。しかし、ケースやカバーはセンサから最も近い位置にある反射物ですので適切な材質、および適切な形状で作られていない場合は センサの特性に影響を与え、検知距離が短くなったり、検知する方向が変化するなどの悪影響を及ぼします。ケース設計において重要なパラメータを理解していただくことにより、センサの性能が得られないといったトラブルを防ぐことができます。

### ケース設計における要点

- 材質はポリカーボネートなど低誘電率、低損失なものを選定してください
- 金属やカーボンなど導電性のあるものを含んだ素材は使用しないでください。
- 金属やカーボンなど導電性のあるものを含んだ塗料によるコーティングは行わないでください。
- ケースの厚さは、24GHz 帯の場合、プラスチック系材料で一般的に約 3～4mm 程度です。なお、ケースの厚さは材料の誘電率により異なります。
- アンテナとケースの距離は、24GHz 帯の場合、一般的に約 6.2mm 以上を推奨しますが、使用する材質の板材などを用いて、センサとの距離を変えて特性を確認することを推奨します。
- ケースおよびセンサ自体の振動に対しては十分注意して設計してください。

### 14.1. ケースの材質について

ケースに用いられる材質は、次のような点に注意して選定する必要があります。

- 電氣的に導電性が無いこと
- 誘電率  $\epsilon_r$  が低く、誘電損失  $\tan\delta$  が小さいこと（マイクロ波の損失が少ないこと）
- 形状安定性が高いこと（温度や圧力差で形状が変わらない）
- 吸水・吸湿性が無いこと、できれば撥水性が望ましい。

水はマイクロ波の反射・減衰が大きい物質です。乾燥した木材等はマイクロ波を透過させますが、表面が濡れた場合や水分を吸収した場合はマイクロ波の透過特性を大きく減衰させます。

- 製品に必要な耐環境性能を有すること（耐光性、耐薬品性、難燃性、使用温度範囲等）

### ケースに用いられる材質の例

材質	誘電率( $\epsilon_r$ )	誘電損失( $\tan\delta$ )	特徴
ポリカーボネート	2.9	0.012	耐衝撃性・耐熱性・難燃性
ABS 樹脂	2.5 - 3.5	0.001 - 0.02	優れた成型性、組成により特性が異なる
PTFE (テフロン®)	2.0	0.0002	高周波特性に優れる

\*注) ここで示す材料は文献等で示されている材料を示したもので、あくまでも一例です。また、表に記載している特性数値は公開されている代表的な値を示しています。

実際にカバーを作成される場合は誘電率・誘電損失・その他の特性をメーカーに確認して選択してください。

誘電率/誘電損失は使用周波数(10/24GHz)での値が必要ですが、数～数百 MHz 程度の低周波数の値しかない場合があり、注意が必要です。

\*注) ABS 樹脂などのエンジニアリングプラスチックは、組成を変えたり、添加剤を加えて特性を向上させたものなど多くの種類があります。

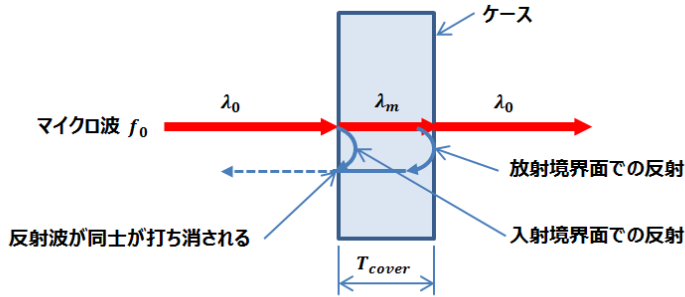
また、機械的強化のためファイバーを混合したものもありますが 金属やカーボンのファイバーを混入したものは使用できません。ケースの設計として用いる場合はできるだけ樹脂以外の添加物が少ないものを推奨します。

\*注) 金属を含む塗料でのコーティングも避けてください。



## 14.2. ケースの厚さ

マイクロ波は、ケース材の誘電率が空気の誘電率( $\epsilon_r=1$ )より大きいため、空気との境界面で一部が反射します。更にケース内部から空気中に放射される場合も一部は境界面で反射します。ここで、ケースの厚さをケース材質内での波長( $\lambda_m$ )の1/2の整数倍の厚さにすることで ケースの入射境界面の反射波と放射境界面での反射波が入射境界面で打ち消され、損失が最小となります。なお、ケース内に入射したマイクロ波は空気中より波長が短くなります。



カバー境界面での反射の様子

例) ポリカーボネート( $\epsilon_r = 2.9$ ) | 周波数 $f_0=24.15\text{GHz}$ の場合

空気中の波長( $\lambda_0$ ) =  $c_0/f_0 \approx 12.4\text{mm}$

カバー材内部の波長( $\lambda_m$ ) =  $\lambda_0/\sqrt{\epsilon_r} \approx 7.3\text{mm}$

損失最小となる厚さ( $T_{cover}$ ) =  $\lambda_m/2 \approx 3.6\text{mm}$

$c_0$ : 光の速度 ( $3 \times 10^8$  m/s)

$\epsilon_r$ : カバー材の比誘電率

## 14.3. ケースとアンテナの距離

ケースによって反射されたマイクロ波が送信波と同相であれば送信波に対する反射波の影響が最小になり、この条件は、センサのアンテナ面からカバーまでの距離( $d$ )が自由空間波長( $\lambda_0$ )の約 1/2 となりますが、実際には  $d > \lambda_0/2$  以上であれば影響はクリティカルではありません。近すぎるとアンテナ特性への影響が大きくなりますので  $d > \lambda_0/2$  以上としてください。

例) 周波数 $f_0=24.15\text{GHz}$ の場合

空気中の波長( $\lambda_0$ ) =  $c_0/f_0 \approx 12.4\text{mm}$

アンテナ面からカバーまでの距離( $d$ ) >  $\lambda_0/2 \approx 6.2\text{mm}$

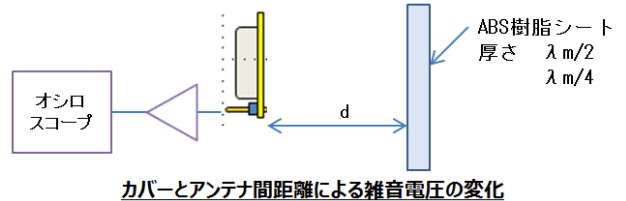
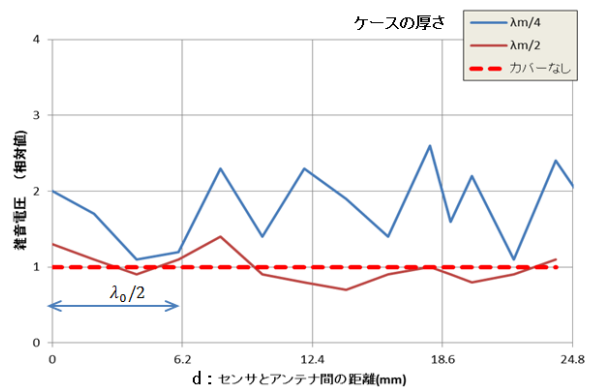
$c_0$ : 光の速度 ( $3 \times 10^8$  m/s)

一方、ケースによる反射波は受信アンテナに入射しその位相によっては受信雑音特性に影響を与えます。右図は弊社の実測した例です。

- 厚さ  $\lambda_m/2$  (赤線)の場合: ケースでの反射が小さく、距離で雑音の変化があまりありません。
- 厚さ  $\lambda_m/4$  (青線)の場合: ケースでの反射が大きく、距離で雑音が大きく変化しています。この場合でも距離  $\lambda_0/2$  付近では雑音が少なくなっています。

このようにケースまでの距離を変えて雑音電圧を確認することで反射の大きさを確認できます。雑音電圧が最低となる距離は内部回路等との関係もあり必ずしもアンテナ面から $\lambda_0/2$ の距離が最適でない場合があります。

実際に使用する材質の板を用い、厚さを変えてこのような測定をしてケースの厚さと距離を確認していただくことをお勧めいたします



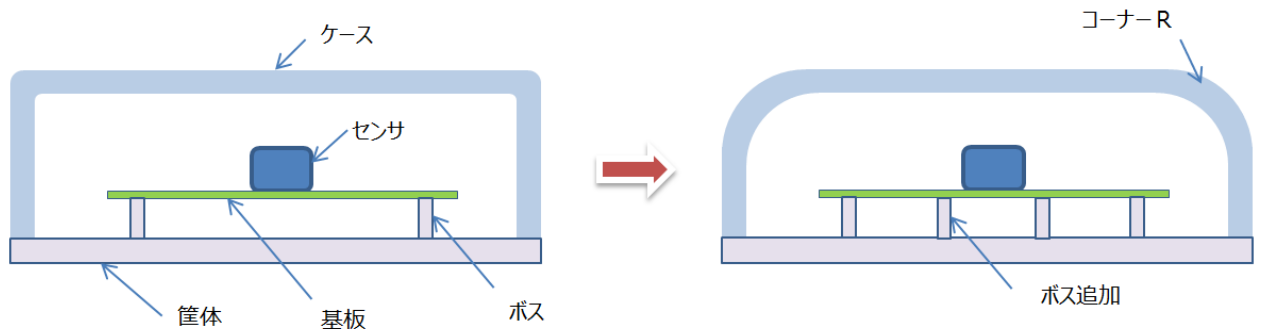
カバーとアンテナ間距離による雑音電圧の変化

## 14.4. 振動に対する配慮

ケースとセンサの距離が振動などによって相対的に変化するとセンサ出力にはノイズとして現れます。ケースは機械的に十分な強度があり、センサとの相対位置が変化しにくい構造が必要です。また、カバーの設計とは異なりますがセンサの取り付け方にも十分注意する必要があります。下図は、振動しやすい構造とその対策の例です。

振動が予想される場所で使用される場合は 全体の構造における機械的な固有振動の有無などを確認し、必要に応じて振動を抑えるダンパー（ゴムなどの振動減衰用の素材）等の採用もご検討ください。

センサを組み込むモジュールの大きさ、形状および使用される状況によるところが大きいため製品設計時に事前に十分な配慮をお願いいたします。



1. ケースの平面が広い場合振動でカバーの面が揺れる可能性があります
2. 基板が大きく周辺でしか固定されない場合、振動で基板が揺れる可能性があります

1. ケースのコーナーRを大きくする、または全体的にアーチ状の曲面にすることでカバーの平面部は振動しにくくなります。
2. センサ付近で基板を固定することでセンサの振動を低減します。

### ケース設計の推奨条件に関する免責事項

本推奨条件は、お客様がセンサ用ケースの設計を行う際の注意点を記載しておりますが、その本内容または本内容に基づいてお客様が設計された結果について保証するものではありません。お客様にて十分なご検討、確認をお願いいたします。

内容については予告なく追記・修正することがございます。



## ＜本製品の使用に関わる注意事項＞

1. 当社は、製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、マイクロ波製品はある確率で故障が発生することがありますので、当社マイクロ波製品の故障により結果として、人身事故、災害事故、社会的な損害などを生じさせることのないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計を行い、機器の安全性の確保に十分留意されますようお願いいたします。
2. 本製品は、特に高度の信頼性が要求される下記の機器にご使用になる場合は、必ず事前に当社営業窓口にご相談願います。
  - ・航空宇宙機器
  - ・海底機器
  - ・発電制御機器（原子力、火力、水力など）
  - ・生命維持に関する医療装置
  - ・防災／防犯装置
  - ・可動物の制御機器（自動車、飛行機、鉄道、船舶など）
  - ・各種安全装置
3. 次の行為は本製品の申請時の条件と異なり、電波法令違反となり、厳しい罰則（罰金・懲役等）の適用を受けることとなりますので絶対におやめください。
  - ① 製品の筐体を開封し、改造すること。
  - ② 製品の表示類の除去すること。
  - ③ 本製品の電源規格範囲 及び 無変調以外で使用すること。
  - ④ その他、電波法及び関連法に基づく変更の工事を行うこと。本製品を当社申請時と異なる条件でご使用頂く場合、別途お客様のシステムで技術基準適合証明もしくは 工事設計認証を取得頂きますようお願い致します。なお、当該行為があった場合は電波法の定めるところにより本製品の表示類を除去しなければなりません。
4. 本製品を取り扱う際には、測定系や人体のアースをとるなど、必ず静電気対策の御配慮をお願い致します。また、端子への半田づけの際には半田ごての長時間利用はご遠慮ください。（リフロー炉の使用は不可）
5. 外形に強いストレスを加えますと、局部発振周波数に影響を与えますのでご注意下さい。また、定格以上の衝撃は加えないように取扱い願います。
6. 同一エリア内で複数のモジュールをご使用になる場合は、混信防止を考慮し、ご利用ください。
7. 本仕様書に掲載されている製品の仕様を逸脱した条件でご使用になりますと、製品の劣化、破壊などを招くことがありますので、なさらぬように願います。仕様を逸脱した条件でご使用になられた結果、人身事故、災害事故、社会的な損害などを生じた場合、当社は一切その責任を負いません。
8. 本仕様書に掲載内容は、予告なく変更することがあります。ご使用にあたっては、納入仕様書の取り交わしが必要です。