

Design Guide: TIDEP-01036

ミリ波レーダー センサ キック ツー オープンのリファレンス デザイン



概要

このデザインは、テキサス・インスツルメンツのシングルチップ 77GHz 車載レーダー センサである AWRL1432 をベースとするキック ツー オープン (KTO) 最終アプリケーション向けに、低コストで小型フォーム ファクタのリファレンスを提示します。AWRL1432 デバイスは、機械学習ベースのジェスチャ センシング アルゴリズムを実行します。このアルゴリズムによってキックのジェスチャを検出し、自動車のパワー リフト ゲート、パワートランク、パワー スライドドアが動作します。

リソース

TIDEP-01036	デザイン フォルダ
LMR43620-Q1	プロダクト フォルダ
TPS628502-Q1	プロダクト フォルダ
TLIN1021A-Q1	プロダクト フォルダ

特長

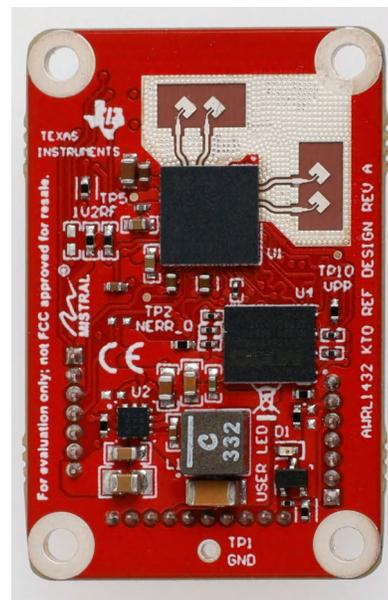
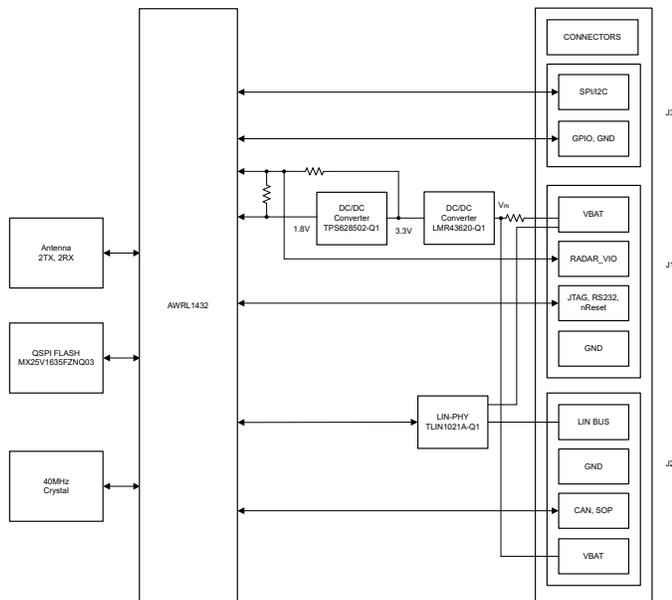
- 12V 車載バッテリー接続が可能
- 超小型フォーム ファクタ デザイン (36mm x 24mm)
- 広角アンテナで 120° (水平方向) × 90° (垂直方向) の視野角 (FoV) および 4dBi ピーク ゲインを実現
- PCB に低コストの Isola® FR408HR 材料を使用
- 車載ネットワークと直接接続するためのオンボード LIN PHY および CAN 信号接続
- 3.3V I/O 対応

アプリケーション

- キック ツー オープン モジュール
- 物体検出センサ
- 自動パーキング機能
- クロストラフィック アシスト (フロント)



テキサス・インスツルメンツの E2E™ サポート エキスパートにお問い合わせください。



1 システムの説明

このリファレンス デザインは、テキサス・インスツルメンツの 77GHz ミリ波レーダー センサである AWRL1432 を使用しており、部品表 (BOM) は車載規格に完全準拠しています。小型フォーム ファクタを採用しているため、評価および最終アプリケーション システムへの統合が容易です。

AWRL1432 デバイスの動作は、周波数変調連続波 (FMCW) 技術をベースとしています。この FMCW レーダー システムは、送信に 2 本の TX アンテナと RF 信号の受信に 2 本の RX アンテナを使用して、反射されたレーダー信号の距離、角度、速度に関連するさまざまなデータ ポイントをキャプチャでき、それを特定のジェスチャや存在に変換して検出できます。

バッテリー電源 (DC 電源、通常 12V) は、J2 コネクタの VBAT ピンに接続します。この入力電源を、入力電圧 (VIN) 範囲が広い降圧コンバータ LM43620-Q1 を使用して 3.3V 出力に変換します。この 3.3V 入力から、TPS628502-Q1 を使用して 1.8V レールを生成します。AWRL1432 デバイスは、これら 2 つのレール (3.3V および 1.8V) から電源を供給する BOM 最適化電源トポロジ (3.3V I/O トポロジ) を採用しているため、超小型のフォーム ファクタを実現できます。

このリファレンス デザインには、オンボードの LIN (ローカル相互接続ネットワーク) 物理層 (PHY) が付属しており、外部の車載ネットワークとの通信に利用できます。このデザインは、SPI ベースの未加工データ キャプチャもサポートしています。

1.1 主なシステム仕様

表 1-1. 主なシステム仕様

パラメータ	備考	最小値	標準値	最大値	単位
V _{IN}	電源電圧	3 ⁽¹⁾	12	36 ⁽¹⁾	V
P _{presence}	存在モードでの消費電力	V _{IN} = 12V	3.16		mW
P _{gesture}	ジェスチャ モードでの消費電力	V _{IN} = 12V	272		mW

- (1) LMR43620-Q1 は 3.0V~36V の広い入力電圧範囲と最大 42V の過渡電圧に対応していますが、正常な機能動作を確保するため、リファレンス デザインを 3.6V~20V の範囲で動作させることを推奨します。

2 システム概要

2.1 ブロック図

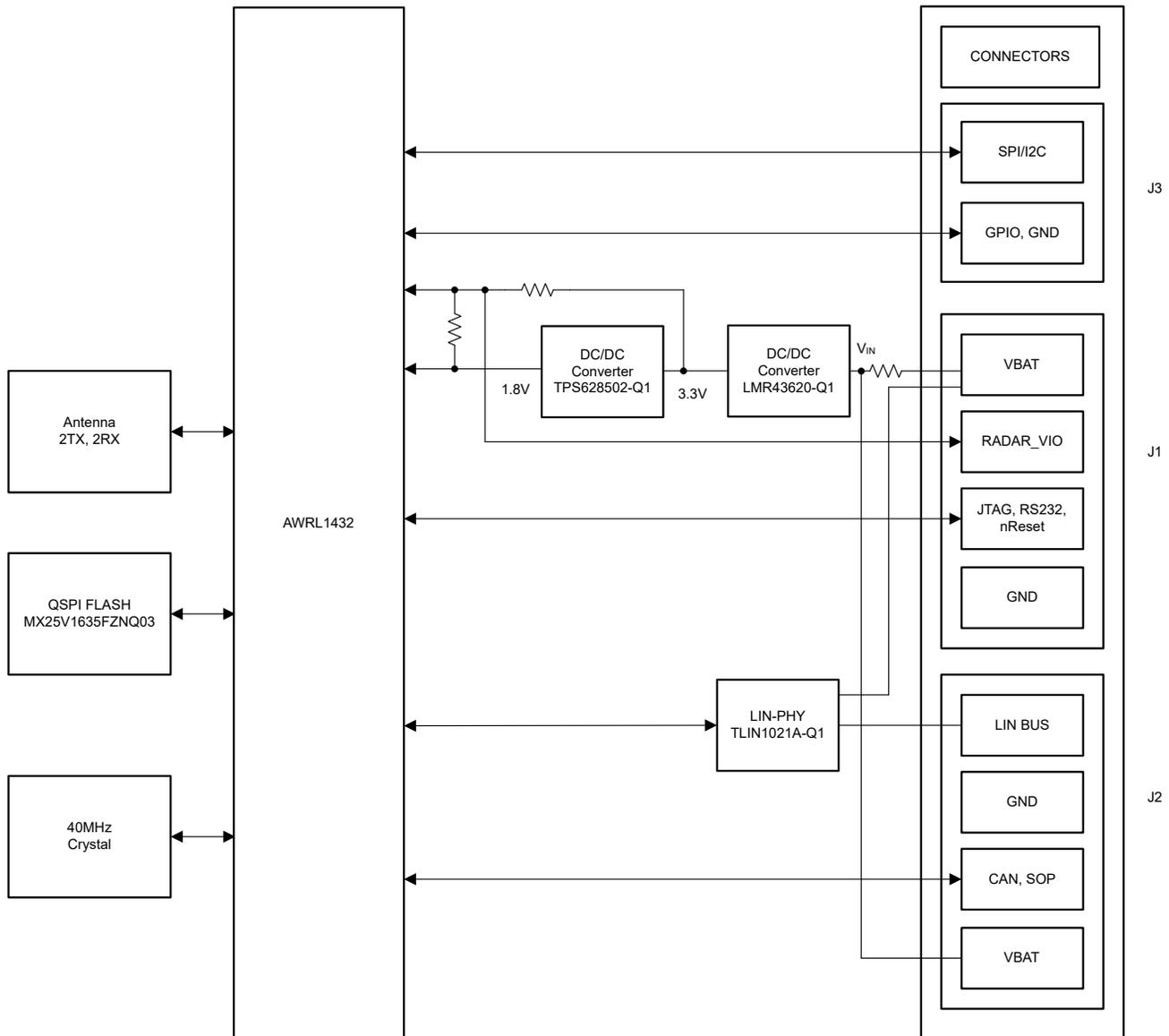


図 2-1. TIDEP-01036 のブロック図

2.2 設計上の考慮事項

このリファレンス デザインは、部品表 (BOM) がコスト最適化された、すぐに使用できる小型フォーム ファクタのミリ波キック ツー オープンレーダー センサを実現します。このデザインでは、これら 2 つのレール (3.3V および 1.8V) から電源が供給される AWRL1432 デバイスを使用しており、外部で 1.2V を生成するために DC/DC コンバータを追加する必要がないため、超小型のフォーム ファクタのデザインが可能になります。

このボード用に設計されたアンテナは、低コストの Isola® FR408HR 材料を使用しており、120° (水平方向) × 90° (垂直方向) の視野角および 4dBi ピーク ゲインを実現できます。このリファレンス デザインは、テキサス・インスツルメンツの低コスト、小型フォーム ファクタ、高性能 DC/DC コンバータと LIN PHY も使用しています。

オンボード コネクタ (J1, J2, J3) には、さまざまな通信ペリフェラル (UART, RS232, SPI, CAN, LIN, JTAG, I2C, GPIO) が搭載されており、LP-XDS110 と直接接続するための専用 10 ピン コネクタ (J1) を含め、SOP, PWR, GND

が引き出されているため、ボードを簡単に操作できます。このデザインで使用されるオンボード コネクタは 1.27mm ピッチであり、これもボード全体のフォーム ファクタを削減するのに役立ちます。

2.2.1 電源トポロジ

このリファレンス デザインは、BOM 最適化モード電源トポロジで動作し、3.3V IO をサポートします。このモードでは、2 つのレール (3.3V および 1.8V) を使用してデバイスに電源を供給します。1.2V を内部で生成しているため、DC/DC コンバータを追加するコストを削減できます。

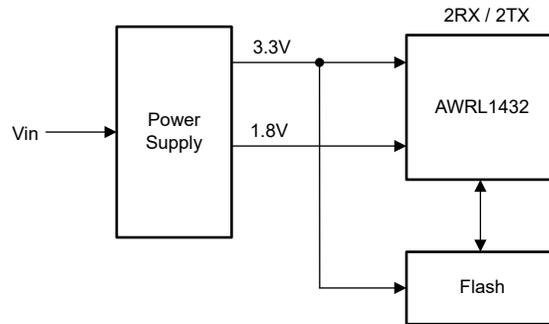


図 2-2. 電源トポロジ

2.2.2 PCB とフォーム ファクタ

このリファレンス デザインの目的は、KTO アプリケーションですぐに簡単に使用できる小型レーダー モジュールを製作することです。ボードのサイズは、取り付け穴も含め、約 24mm × 36mm (0.9 インチ × 1.4 インチ) です。図 2-3 と図 2-4 に、PCB の上面図と底面図を示します。

2.2.3 アンテナ

このリファレンス デザインには、2 つのレシーバと 2 つのトランスミッタ用に、オンボードにエッチングされたパッチ アンテナが含まれています。このアンテナ設計により、広い水平方向視野角 (FoV) と、良好なゲインおよび帯域幅を実現します。図 2-5 に、アンテナ設計を示します。

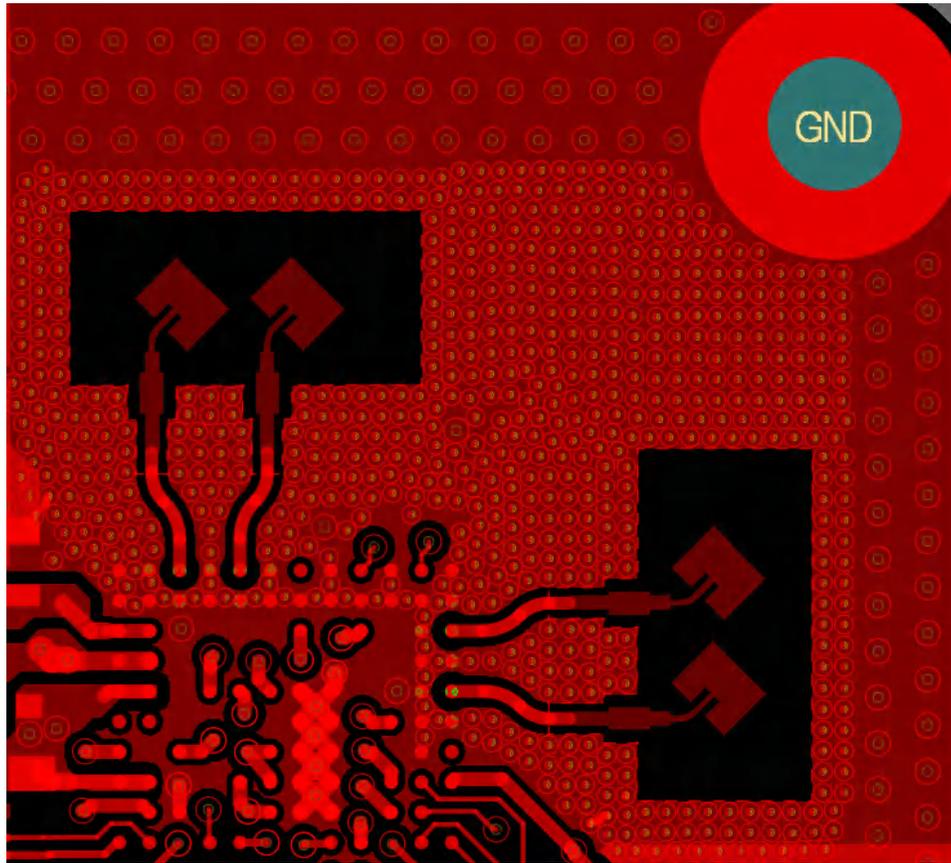


図 2-5. Altium アンテナ設計

アンテナのピーク ゲインは、76GHz~81GHz の動作周波数帯域全体にわたって 4dBi を超えています。性能表に設計パラメータを示します。

表 2-1. 性能表

パラメータ	値
ゲイン	> 4dBi
FOV	120° (水平方向) × 90° (垂直方向)
帯域幅	4.5GHz

図 2-6 に、水平面 (赤、Phi = 0°) と垂直面 (緑、Phi = 90°) にある 1 つのアンテナ素子の放射パターンを示します。

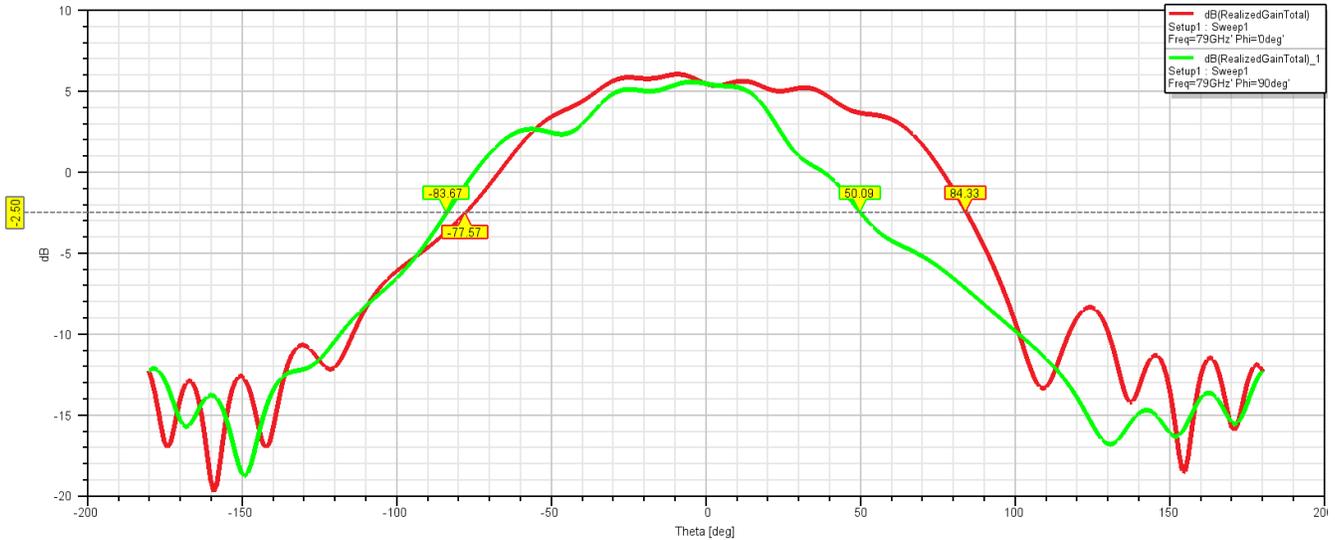


図 2-6. アンテナ パターン

2.3 主な使用製品

2.3.1 AWRL1432BGAMFQ1

この統合型シングルチップ周波数変調連続波 (FMCW) センサは、76~81GHz の周波数帯域で動作できます。テキサス・インスツルメンツの低消費電力 45nm RFCMOS プロセスで製造され、超小型のフォーム ファクタ (SFF) で、かつてないレベルの統合を実現しています。AWRL1432 は、低消費電力で自己監視機能を備えた超高精度の車載用レーダーシステムに最適な選択肢です。

2.3.2 TPS628502-Q1

TPS628502-Q1 は、2A (連続) の高効率で使いやすい同期整流降圧 DC/DC コンバータです。スイッチング周波数は、1.8MHz~4MHz の範囲で外部から調整可能です。また、上記と同じ周波数範囲で、外部クロックに同期させることもできます。ミリ波レーダー センサ アプリケーションでは、DC/DC コンバータを強制 PWM モードで、より高いスイッチング周波数で動作させることを推奨します。拡散スペクトラム クロック (SSC) を有効にすると、放射エミッションと伝導エミッションの両方を低減できます。

2.3.3 LMR43620-Q1

LMR43620-Q1 は、業界最小の 36V、2A、および 1A 同期整流降圧 DC/DC コンバータで、2mm × 2mm の HotRod パッケージで供給されます。この使いやすいコンバータは、3V~36V の広い入力電圧範囲 (3.6V~20V での動作を推奨) と最大 20V の過渡電圧に対応しており、このリファレンス デザインに適しています。LMR43620-Q1 は、特に常時オンの車載アプリケーションの低スタンバイ電力要件を満たすように設計されています。

2.3.4 TLIN1021A-Q1

TLIN1021A-Q1 は、ローカル相互接続ネットワーク (LIN) 物理層 (PHY) トランシーバです。LIN とは、車載用車内ネットワークをサポートする低速のユニバーサル非同期レーバトランスミッタ (UART) 通信プロトコルです。このトランスミッタは、最大 20kbps のデータレートをサポートします。このデバイスは、広い入力電圧動作範囲の 12V アプリケーションに対応するように設計されています。

3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

3.1 ハードウェア要件

3.1.1 ハードウェアの概要

このリファレンス デザインに電源を供給するには、2 つの方法があります。プライマリ オプションでは、VBAT ピン (J2.7) をバッテリー電源 (DC 電源、通常 12V) に接続してデザインに電源を供給します。セカンダリ オプションでは、LP-XDS110 開発キットを使用してデバイスに電源を供給します。どちらの方法でも、デバイスと PC のインターフェイスとして LP-XDS110 が使用されます。LP-XDS110 は、オンボードの XDS110 (TM4C1294NCPDT) エミュレータにアクセスでき、PC 向けの以下のインターフェイスを提供します。

- CCS 接続用の JTAG
- アプリケーションまたはユーザー UART (構成および PC とのデータ通信用)

3.1.1.1 プライマリ パワーアップ オプション

バッテリー電源 (DC 電源) を使用してデバイスに電源を供給する場合は、R31 抵抗は未実装のままにします。

3.1.1.1.1 プライマリ パワーアップ オプションの接続

図 3-1 に、プライマリ パワーアップ オプションの接続を示します。

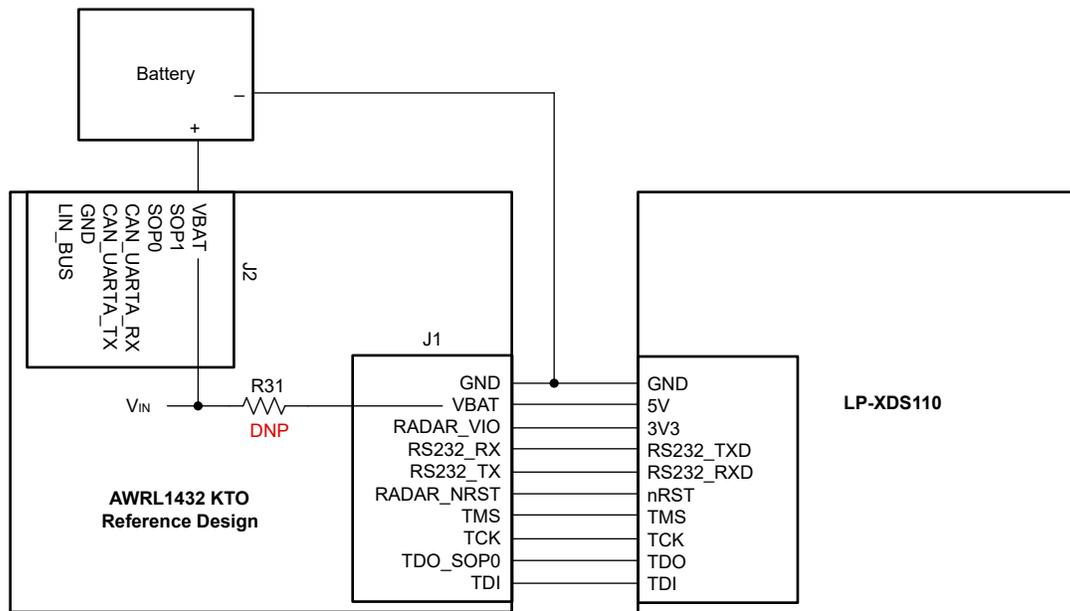


図 3-1. プライマリ パワーアップ オプションの接続

プライマリ パワーアップ オプションを使用してリファレンス デザインに電源を投入するには、以下の手順に従います。

1. J2.7 (VBAT) ピンを 12V DC 電源に接続します。
2. DC 電源の GND ピンをリファレンス デザインの GND ピンまたは LP-XDS110 の GND ピンに接続して、このセットアップ全体に共通の GND を提供します。
3. LP-XDS110 の P9 コネクタのピン 2 と 3 をジャンパで接続して、3.3V IO 電源がリファレンス デザインから LP-XDS110 に供給されるようにします。
4. メス-メスコネクタを使用して、J1 コネクタを LP-XDS110 の下の 10 本のピンに接続します。図 3-1 を参照してください。
5. USB Type-C® ケーブルを使用して LP-XDS110 に電源を投入します。
6. デバイスに電源を投入する際は、SOP ラインが正しい構成になっていることを確認します。SOP の適切な構成については、セクション 3.1.1.3 を参照してください。

7. J2.6 ピンが LP-XDS110 の nRST ピンに接続されているため、LP-XDS110 のリセットスイッチを使用して nRESET を発行できます。

3.1.1.2 セカンダリ パワーアップ オプション

J1.2 ピン (VBAT) から LP-XDS110 を使用してデバイスに電源を供給する場合は、R31 抵抗を実装します。J1.2 ピン (VBAT) からデバイスに電源を供給している間は、もう 1 つの VBAT ピン (J2.7) を外部電源に接続しないでください。

3.1.1.2.1 セカンダリ パワーアップ オプションの接続

図 3-2 に、セカンダリ パワーアップ オプションの接続を示します。

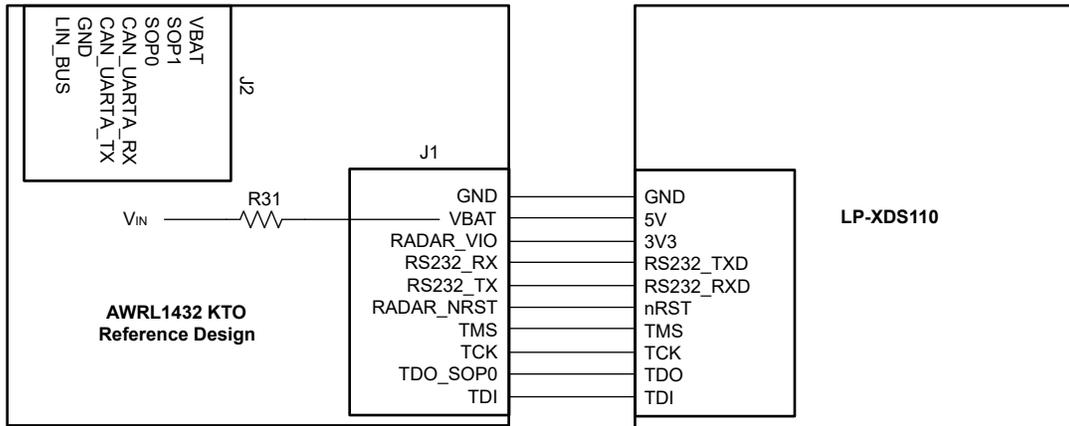


図 3-2. セカンダリ パワーアップ オプションの接続

セカンダリ パワーアップ オプションを使用してリファレンス デザインに電源を投入するには、以下の手順に従います。

1. LP-XDS110 の P9 コネクタのピン 2 と 3 をジャンパで接続して、3.3V IO 電源がリファレンス デザインから LP-XDS110 に供給されるようにします。
2. メス-メスコネクタを使用して、J1 コネクタを LP-XDS110 の下の 10 本のピンに接続します。図 3-2 を参照してください。
3. USB Type-C® ケーブルを使用して LP-XDS110 に電源を投入します。
4. デバイスに電源を投入する際は、SOP ラインが正しい構成になっていることを確認します。SOP の適切な構成については、セクション 3.1.1.3 を参照してください。
5. J2.6 ピンが LP-XDS110 の nRST ピンに接続されているため、LP-XDS110 のリセットスイッチを使用して nRESET を発行できます。

3.1.1.3 センス オン パワー (SOP)

AWRL1432 デバイスには、アプリケーション モード (機能モード)、デバイス管理モード (QSPI フラッシュ モード)、デバッグ モード (開発モード) の 3 つのブートモード (SOP モード) 構成があります。まず、表 3-1 に示す SOP モード構成を設定する必要があります。正しい SOP モードを設定した後、SOP 設定を登録するために nRESET を発行する必要があります。

コネクタピン J2.5 と J2.6 は、それぞれ SOP0 と SOP1 専用です。このデザインのデフォルトでは、SOP0 と SOP1 は High にプルアップされます。そのため、J2.5 と J2.6 が外部に接続されていない場合、デバイスはデバッグ モードで起動します。J2.5 と J2.6 のいずれか (または両方) を GND に接続することで (LP-XDS110 の GND ピンを使用可能)、異なる SOP モードを切り替えることができます。

表 3-1. 異なる SOP モード

SOP モード	PMIC_CLK_OUT、TDO	組み合わせ (SOP1、SOP0)	SOP1 に必要な接続	SOP0 に必要な接続
SOP_MODE1	デバイス管理モード (QSPI フラッシュ モード)	00	GND	GND
SOP_MODE2	アプリケーション モード (機能モード)	01	GND	NC
SOP_MODE4	デバッグ モード (開発モード)	11	NC	NC

3.1.1.4 AWRL1432 の初期化: ボードのプログラミング

ボードに 12V 接続で電源を供給したら、プログラムを外部フラッシュにロードする必要があります。Radar Toolbox には、キック ツー オープン デモを実行するためのアプリケーション バイナリ、チャープ構成、GUI が含まれています (詳細については [セクション 3.2](#) を参照)。テキサス・インスツルメンツでは、ミリ波低消費電力ソフトウェア開発キット (L-SDK) も提供しています。これは、AWR1x ミリ波センサ ファミリー向け統合型ソフトウェア プラットフォームで、評価と開発を行うことができます。この設計環境の使用方法については、『[ミリ波レーダー ビジュアライザ ユーザー ガイド](#)』を参照してください。アプリケーション イメージ ファイルをロードするには、次の手順を実行します。

1. UniFlash ソフトウェアをインストールします。このソフトウェアは、<http://www.ti.com/tool/uniflash> からダウンロードできます。インストール後、次の手順に進みます。
2. [セクション 3.1.1.2](#) または [セクション 3.1.1.1](#) に記載されているパワーアップ オプションのいずれかを使用して、ボードを PC に接続します。
3. UniFlash ソフトウェアを開きます。[Category] ヘッダから [mmWave] を選択し、利用可能なデバイスのフィールドから [AWRL1432] を選択して [Start] ボタンをクリックします ([図 3-3](#) を参照)。

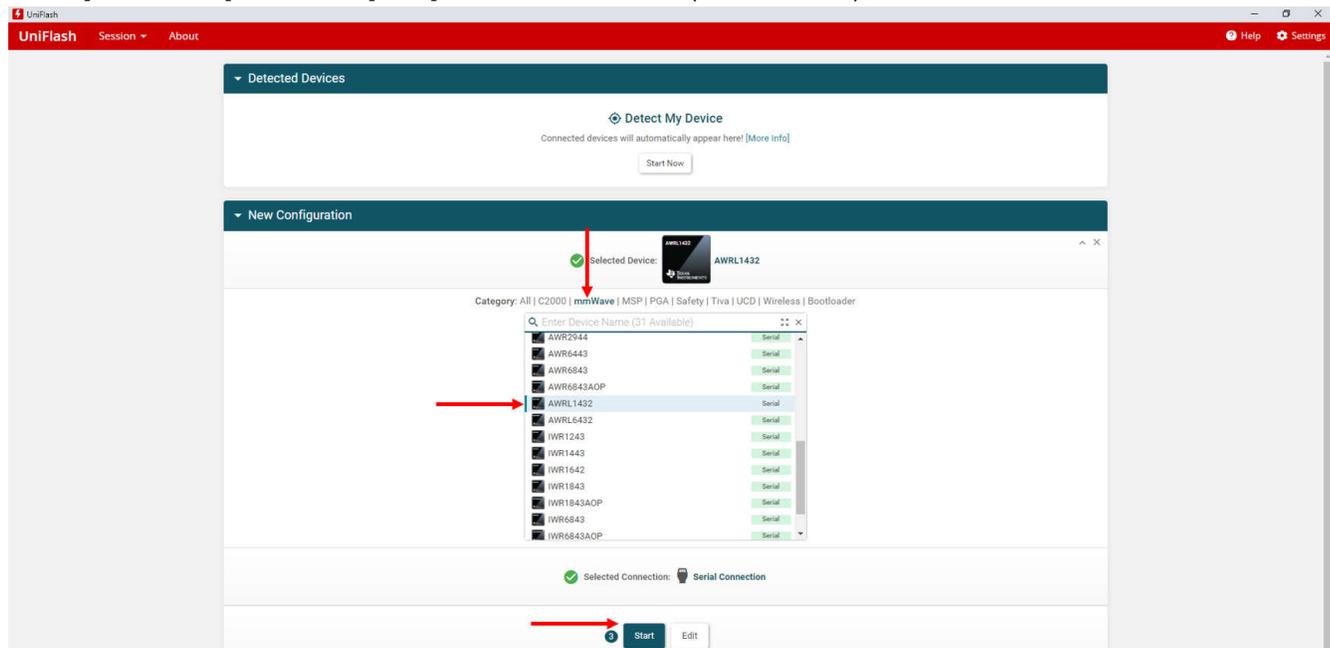


図 3-3. UniFlash の構成

4. [Browse] ボタンをクリックして、ロードするアプリケーション イメージ ファイルに移動します。ファイルのパスと名前は、<RADAR_TOOLBOX_INSTALL_DIR>\radar_toolbox latest version\source\ti\examples\kick_to_open\prebuilt_binaries\gesture_recognition_demo.Release.appimage です。フィールドにファイル名が入力されたら、プログラムの左側にある [Settings and Utilities] メニューをクリックします (図 3-4 を参照)。

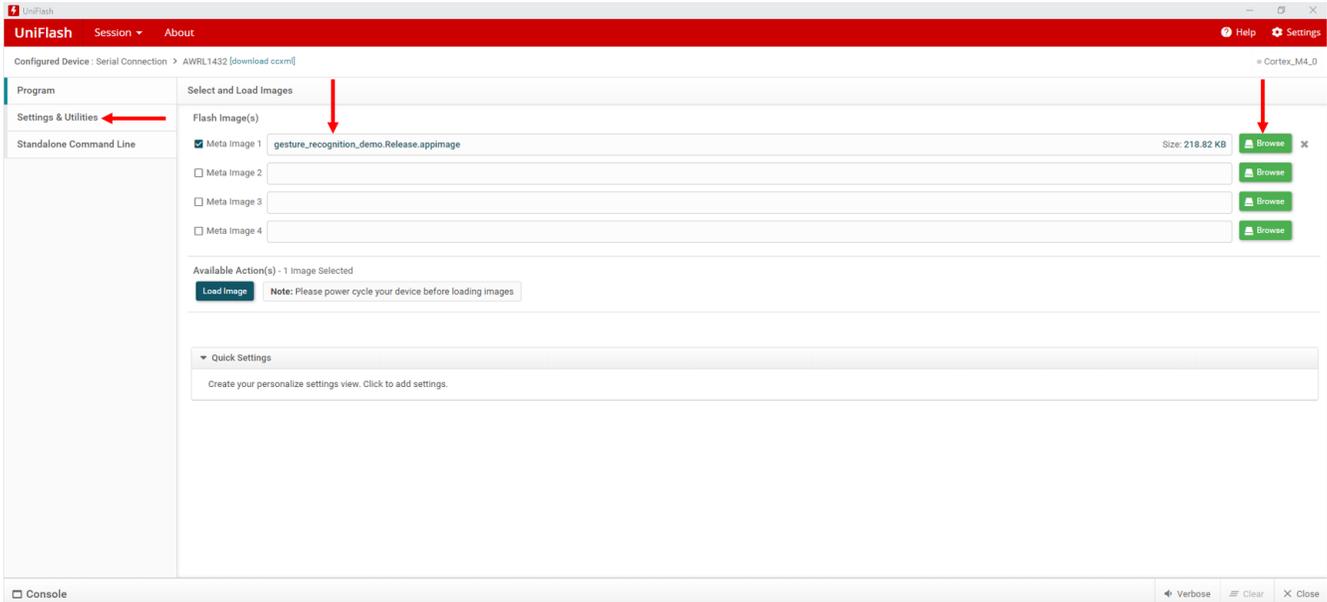


図 3-4. UniFlash の設定

5. LP-XDS110 を USB ポートに接続した後、Microsoft® Windows® のデバイス マネージャーを開きます。[XDS110 Class Application/User UART] ポートを見つけ、COM ポート番号を書き留めます。図 3-5 に示す例では、COM ポートは COM20 です。

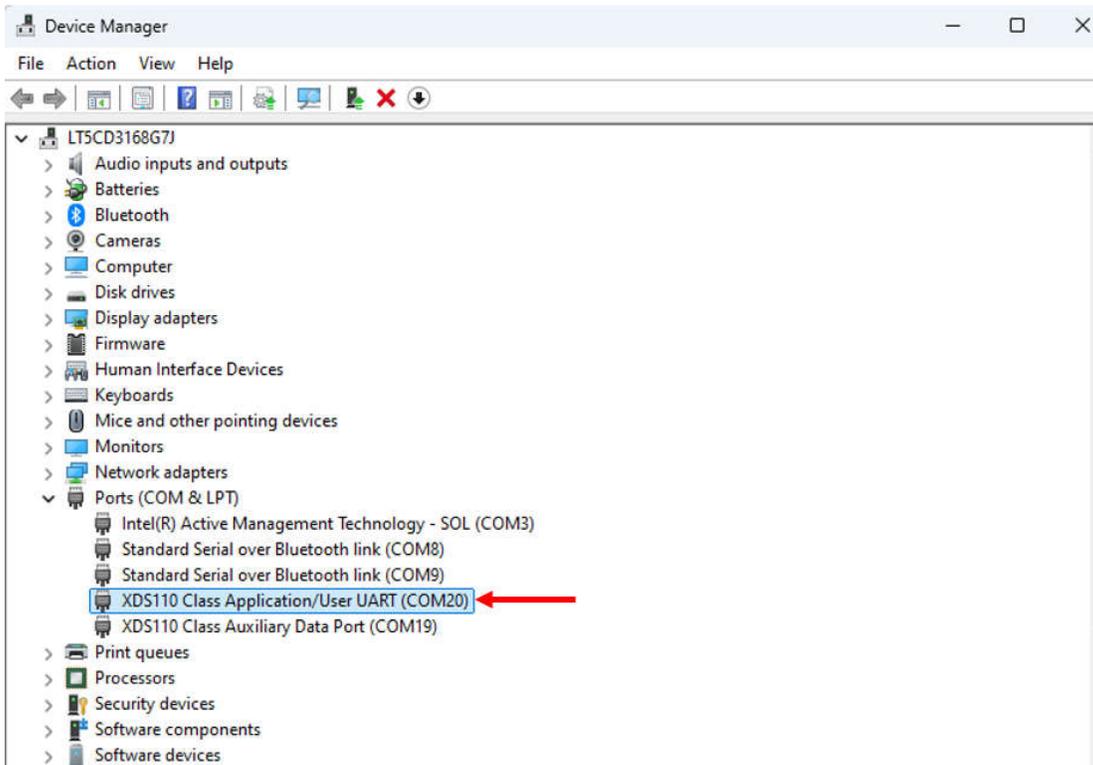


図 3-5. COM ポートの確認

6. UniFlash ソフトウェアに戻り、デバイス マネージャーで確認した COM ポート番号を入力します。その後、ウィンドウの左側にある [Program] メニューをクリックし、前のメニューに戻ります (図 3-6 を参照)。

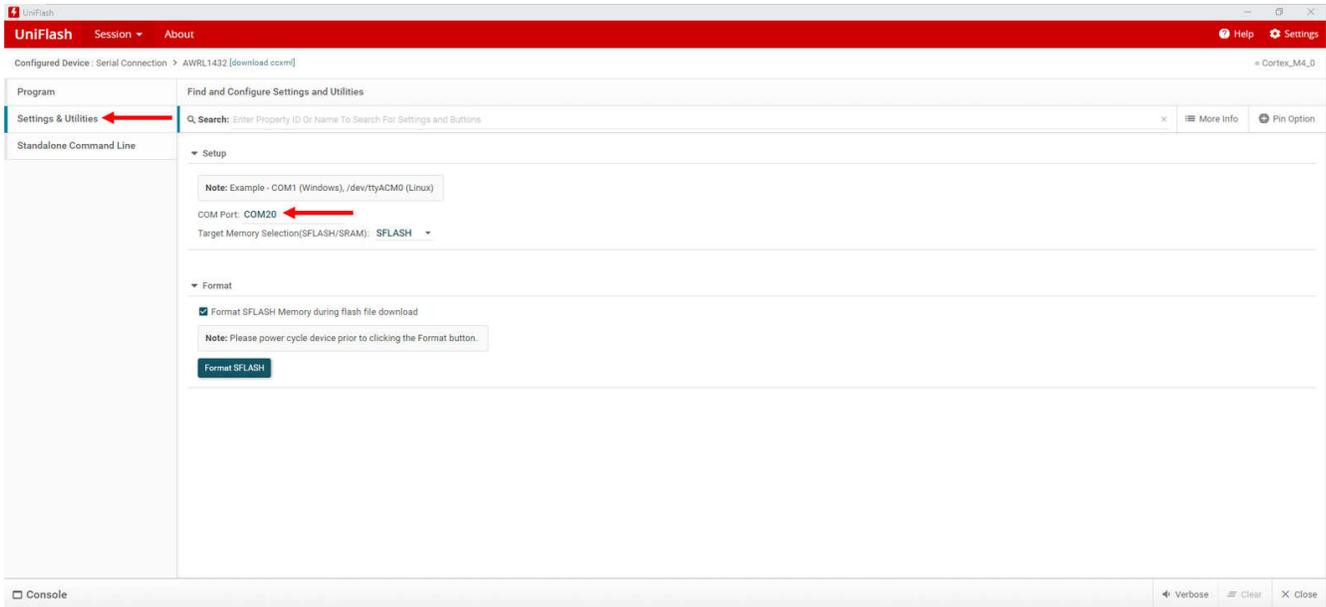


図 3-6. COM ポートの入力

7. LP-XDS110 のリセット ボタンを押して AWRL1432 デバイスをリセットします。その後 [Load Image] を選択します。この操作により、プログラムがフラッシュにロードされます。プログラムを実行するには、SOP 設定を機能モードに変更します。これで、プログラムが実行されます。

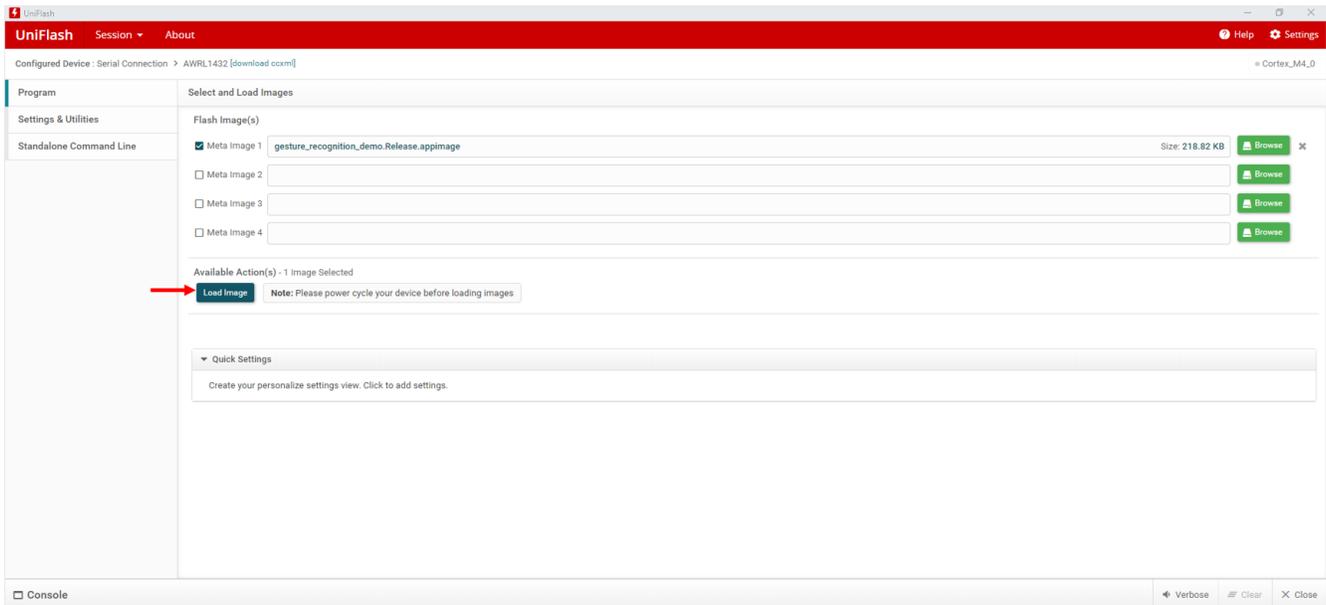


図 3-7. 画像のロード

3.2 テスト構成

デバイスに電源を投入し、デバイスを異なる SOP モードに構成するには、「[ハードウェアの概要](#)」セクションの手順に従ってください。

[TI Resource Explorer](#) の mmWave radar sensors/Embedded Software の下にある最新の Radar Toolbox をインストールします。

KTO のデモを実行するには、<RADAR_TOOLBOX_INSTALL_DIR>\radar_toolbox_latest\version\source\ti\examples\kick_to_Open\docs にある『[AWRL1432 KTO ユーザー ガイド](#)』を参照してください。

このリファレンス デザインのキック ツー オープン機能では、AWRL1432 の低消費電力モード (低消費電力ディープスリープ) と、ユーザー アプリケーション コード空間に実装されたハイブリッド アルゴリズムを使用して、リアルタイムで存在検出モードとジェスチャ検出モードを切り替えることができます。この機能の消費電力が非常に低いことは、キック ツー オープンの最終アプリケーションの要件として必須です。

3.3 テスト結果

このセクションでは、低消費電力の存在検出モードとジェスチャ認識モードの 2 つのモードを示します。存在検出モードでは、デバイスは最小の電力で動作し、約 2m の範囲内に人がいるかどうかを検索します。KTO デモは、デフォルトではデバイスは存在検出モードになっています。

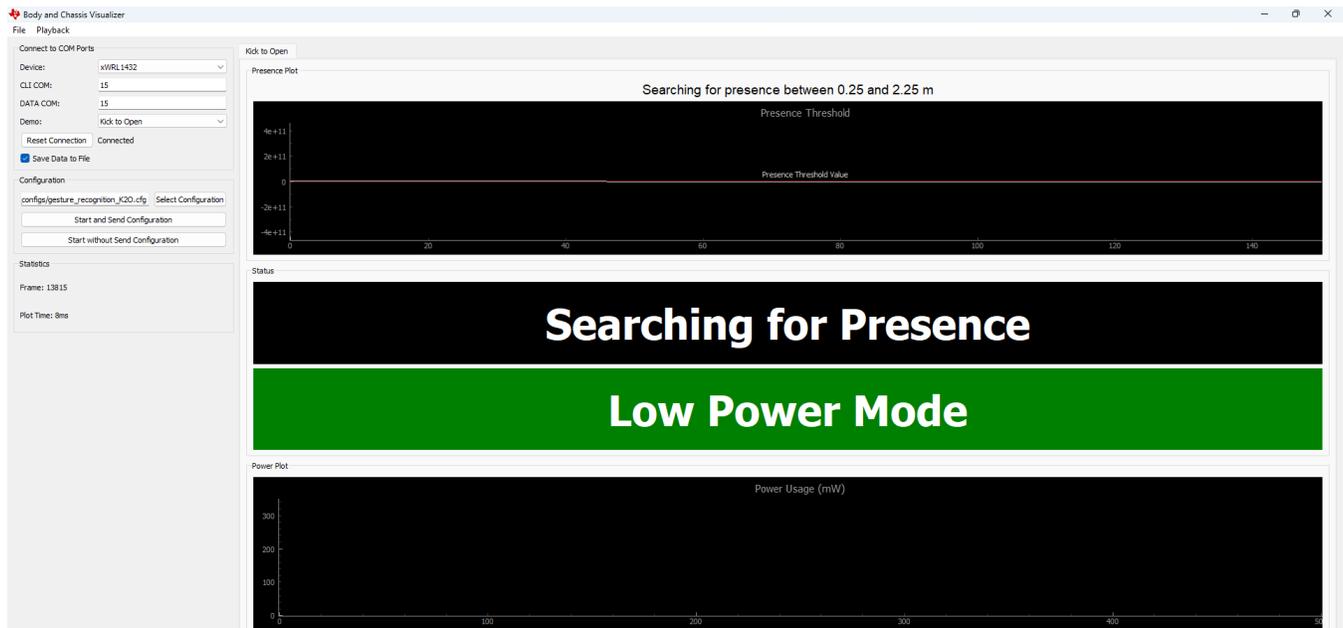


図 3-8. 存在検出モードのデバイス

人が存在検出範囲 (約 2m) 内に入ると、デバイスは低消費電力存在検出モードからジェスチャ認識モードに切り替わります。ジェスチャ認識モードでは、フレーム レートははるかに高くなります。さらに、このデバイスは 1 つのジェスチャ (0~1m の範囲内、センサの左または右 0.5m)、つまりキックの検出または分類をサポートしています。

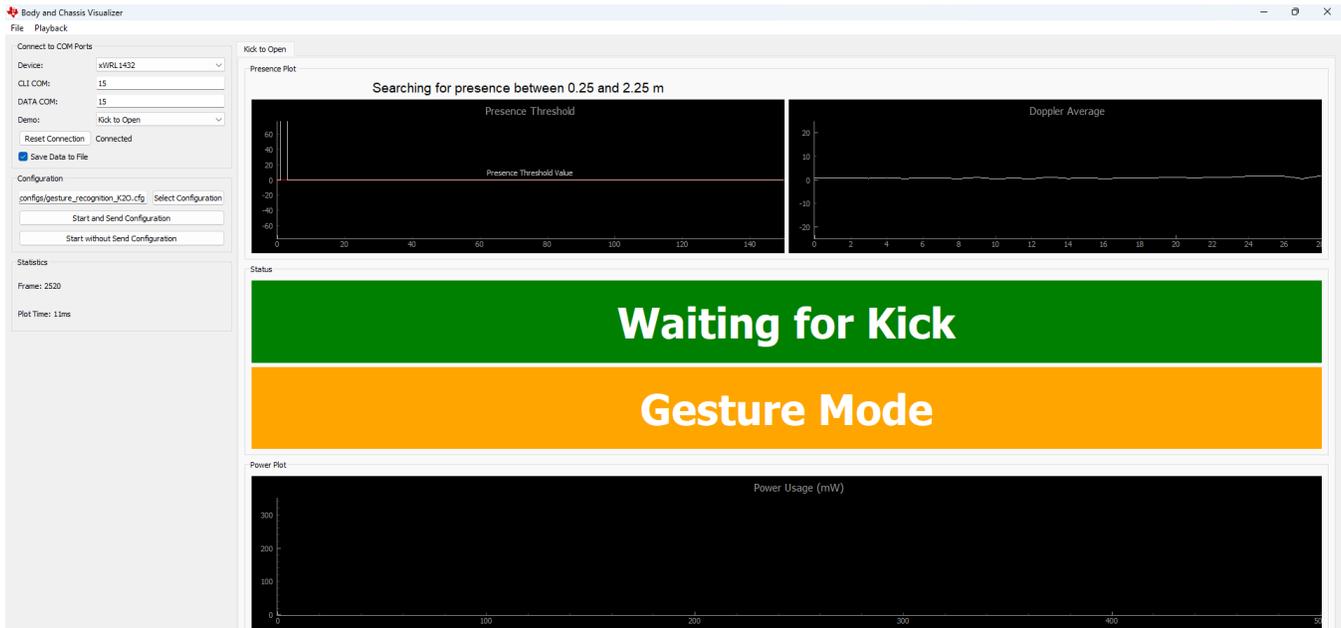


図 3-9. ジェスチャ認識モードのデバイス

キック ジェスチャを実行すると、図 3-10 に示すように、ジェスチャが検出され、GUI に「Kick」と表示されてそれが確認されます。

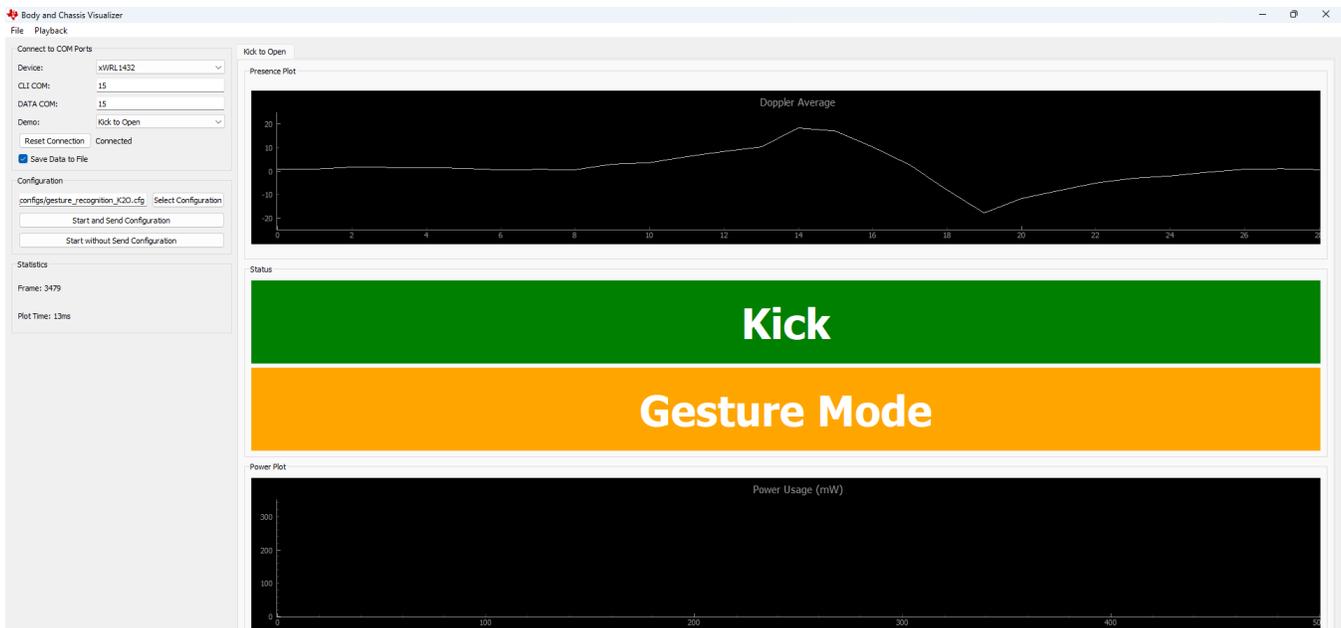


図 3-10. キック検出

4 設計とドキュメントのサポート

4.1 デザイン ファイル

4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDEP-01036](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.2 BOM

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDEP-01036](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.3 レイアウト プリント

レイアウト プリントをダウンロードするには、[TIDEP-01036](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.4 Altium プロジェクト

Altium プロジェクト ファイルをダウンロードするには、[TIDEP-01036](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.5 ガーバー ファイル

ガーバー ファイルをダウンロードするには、[TIDEP-01036](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.2 ツールとソフトウェア

ツール

[Radar Toolbox for mmWave Sensors](#)

Radar Toolbox は、テキサス・インスツルメンツのレーダー デバイスの評価に役立つデモ、ソフトウェア ツール、資料のコレクションです。

[Uniflash](#)

UniFlash は、テキサス・インスツルメンツのマイクロコントローラやワイヤレス コネクティビティ デバイスに搭載されているオンチップ フラッシュと、テキサス・インスツルメンツ製プロセッサ向けのオンボード フラッシュに対してプログラミング (書き込み) を行うためのソフトウェア ツールです。Uniflash は、グラフィカル インターフェイスとコマンドライン インターフェイスの両方を採用しています。

[MMWAVE-L-SDK](#)

xWRL1432 と xWRL6432 向けミリ波 SDK (ソフトウェア開発キット): このミリ波低消費電力 SDK (ソフトウェア開発キット) は、TI の低消費電力ミリ波センサを使用するアプリケーションの評価と開発を実施するための一連のソフトウェア パッケージで構成されています。設計に関するお客様のニーズに対応できるように、このツールには MMWAVE-L-SDK と関連パッケージが付属しています。

4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス・インスツルメンツ、[『LMR436x0-Q1、36V、1A/2A、車載用降圧コンバータ、T_{JMAX} 150°Cで 2.5µA 未満の I_Q、4mm2 HotRod™ QFN』データシート](#)
2. テキサス・インスツルメンツ、[『TPS62850x-Q1 2.7V~6V、1A/2A/3A 車載用降圧コンバータ、SOT583 パッケージ』データシート](#)
3. テキサス・インスツルメンツ、[『TLIN1021A-Q1 故障保護 LIN トランシーバ、インヒビットおよびウェイク付き』データシート](#)
4. テキサス・インスツルメンツ、[『AWRL1432 シングル チップ 76~81GHz 車載用レーダー センサ』データシート](#)

4.4 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ [E2E™ サポート・フォーラム](#) は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

4.5 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

Isola® is a registered trademark of Isola Corp.

USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementer's Forum.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

5 著者について

ABHED MISRA は、テキサス・インスツルメンツのミリ波レーダー事業ユニットの車体およびシャーシ製品ラインのハードウェア アプリケーション マネージャです。この 20 年以上にわたって、評価基板およびリファレンス デザインの設計に携わっています。Abhed Misra は、マラヴィヤ国立工科大学ジャイプールの通信工学科で技術修士号を取得しています。

SIVAPRASAD K L は、ミリ波レーダー車体およびシャーシのハードウェア アプリケーション エンジニアです。国立工科大学カリカットで電子通信工学の学士号を取得しています。2023 年にテキサス・インスツルメンツに入社し、同じ業務を担当してきました。

SREEDEEP K S は、ミリ波レーダー車体およびシャーシのハードウェア アプリケーション エンジニアです。トリバンドラム工科大学で応用電子工学および計測工学の学士号を取得しています。2023 年にテキサス・インスツルメンツに入社し、同じ業務を担当してきました。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ（データシートを含みます）、設計リソース（リファレンス・デザインを含みます）、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated