

# Design Guide: TIDEP-01037

## 低消費電力車内リファレンス デザイン



### 概要

このデザインは、TI のシングルチップ 60GHz 車載レーダー センサである AWRL6432 をベースとする低消費電力で小型仕様のリファレンス デザインです。このデザインは、高 RF 性能の PCB 材料を使用しており、子供置き去りの検出 (CPD) や侵入者検出 (ID) などの車内センシングの最終製品アプリケーションを対象としています。AWRL6432 デバイスは、機械学習をベースとす置き去りアルゴリズムと検出アルゴリズムを実行し、車両の乗員の検出と分類を行います。

### リソース

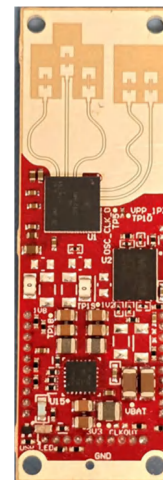
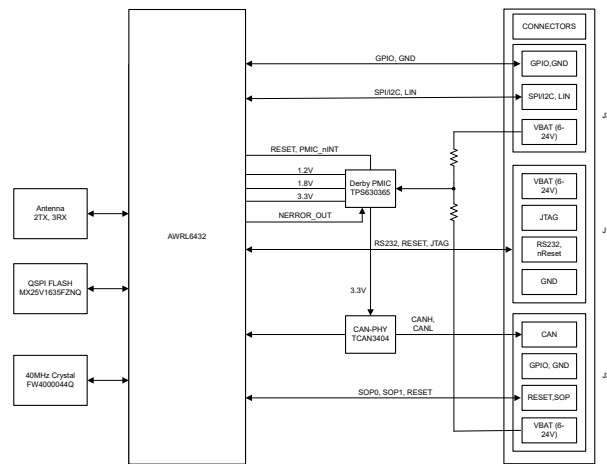
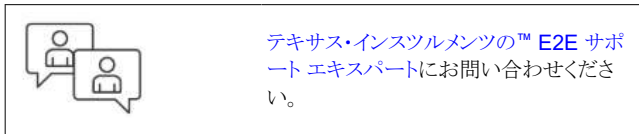
TIDEP-01037	デザインフォルダ
AWRL6432	プロダクトフォルダ
TCAN3404-Q1	プロダクトフォルダ
TPS65036x-Q1	プロダクトフォルダ

### 特長

- 12V 車載バッテリー接続が可能
- 小型仕様 (18mm × 55mm)
- 広いアンテナ FoV (120° × 120°) と 6.5dBi のピークゲイン
- 基板として使用される高性能 RO3003® 素材
- 車載ネットワークと直接接続するためのオンボード CAN PHY および LIN 信号接続
- 3.3V IO サポート

### アプリケーション

- 車室内センシング
- 子供置き去りの検知
- 物体検出
- 侵入者検出
- ドライバーのバイタルサイン監視
- シートベルト警報



## 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 インストルメンツの 60GHz ミリ波レーダー センサである AWRL6432 に基づき、は車載規格に完全準拠している部品表 (BOM) を備えています。デザインでは小型仕様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。

AWRL6432 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 3 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、それを特定の動作や存在に変換して検出できます。

AWRL6432 デバイスは、電力最適化トポロジ (3.3V I/O) の 3 つのレール (3.3V、1.8V と 1.2V) から給電されます。これらの電源レールは、12V バッテリ電圧入力を使用して、広い  $V_{IN}$ 、ダービーの電力管理統合回路 (PMIC) である TPS65036x-Q1 によって生成されます。単一の PMIC を使用することで、設計仕様の超小型化が可能になります。バッテリーからの 12V 入力を VBAT ピンに接続し、すべての 3 つのコネクタで出力されます。

このリファレンス デザインには、オンボードのコントローラ エリア ネットワーク (CAN) 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。また、このデザインは、シリアル ペリフェラル インターフェース (SPI) に基づく未加工データ キャプチャを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	バッテリー入力	6 <sup>(1)</sup>	12	24 <sup>(1)</sup>	V

- (1) TPS65036x-Q1 は 4.0V ~ 35V の広い入力電圧範囲と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 6V ~ 24V 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

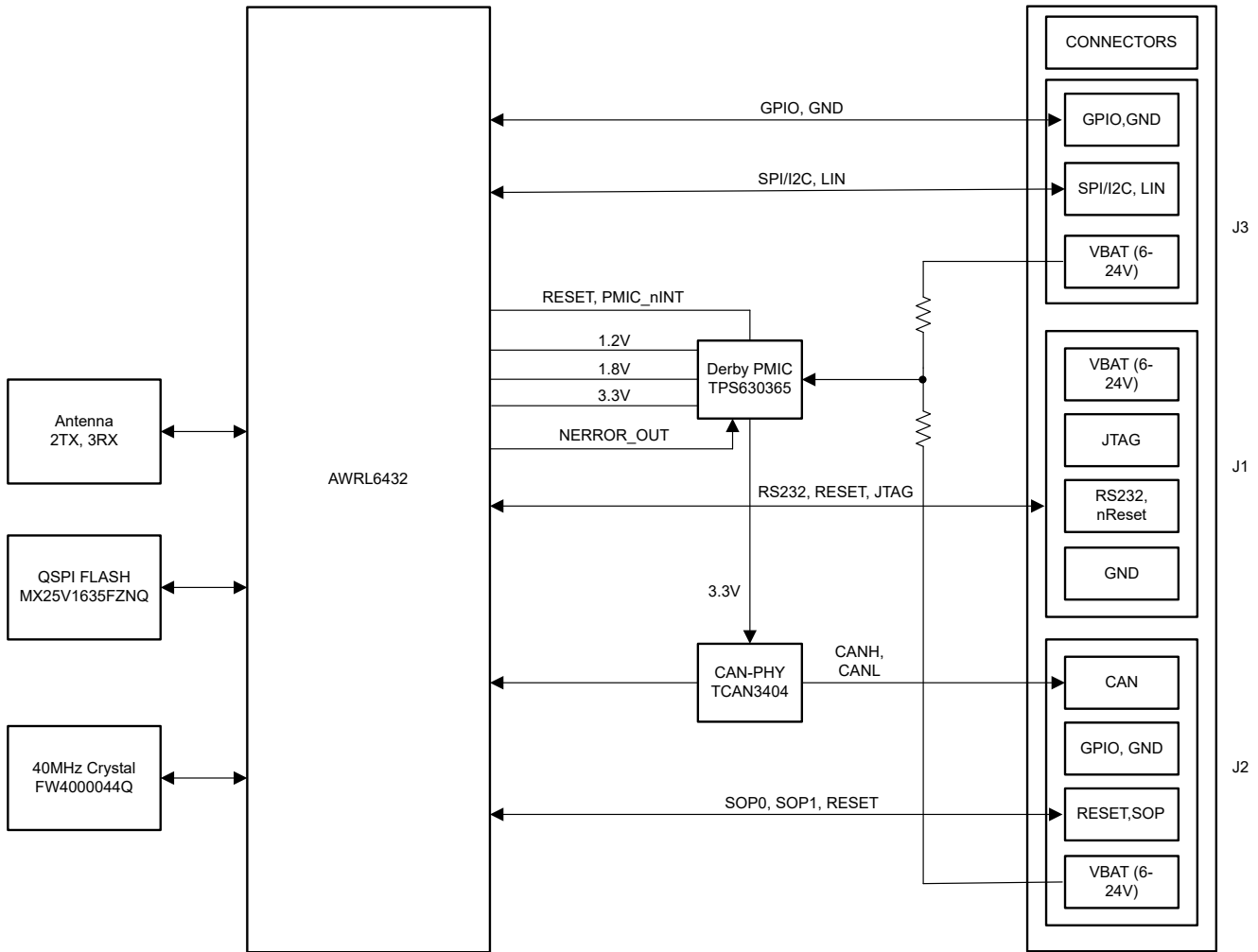


図 2-1. TIDEP-01037 のブロック図

### 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 ファクタのミリ波車内レーダー センサを実現します。このデザインでは、PMIC レール (3.3V、1.8V および 1.2V) から電源が供給される AWRL6432 デバイスを使用しており、外部で 1.2V を生成するために複数の DC/DC コンバータを使う必要がないため、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、高性能 Rogers® RO3003® 材料を使用しており、120° (水平方向) × 120° (垂直方向) の視野角、3.5GHz の帯域幅および 6 ~ 7dBi 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 インストルメンツの低コスト、小型仕様、高性能 DC/DC コンバータと CAN 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、電力オプティマイザモードの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、3 つのレール (3.3V、1.8V および 1.2V) を使用してデバイスに電源を供給します。Derby PMIC (TPS65036x-Q1) は、3 つのレールを提供する 3 つの降圧コンバータを搭載しています。これらのコンバータは強制 PWM モードで動作しますが、AutoPFM モードで動作するように構成することもできます。

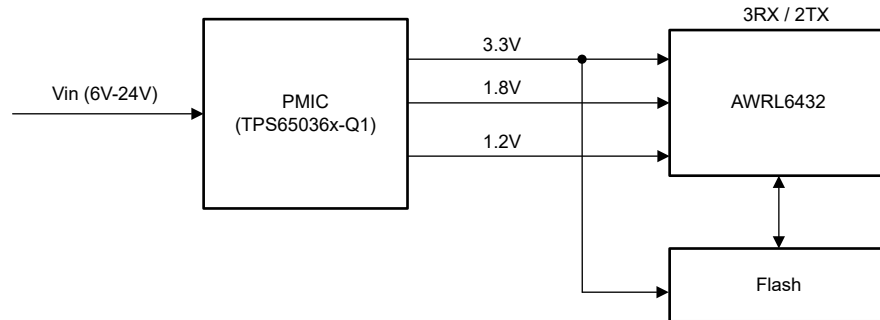
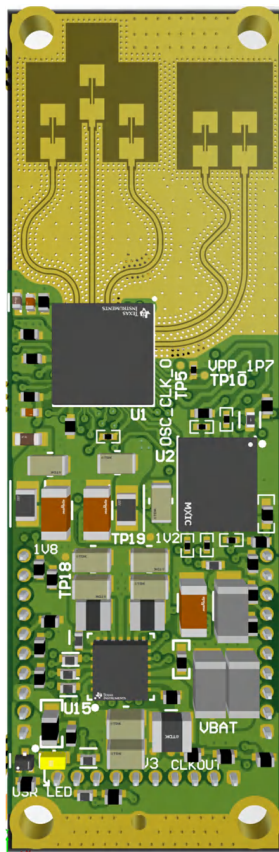


図 2-2. 電源トポロジ

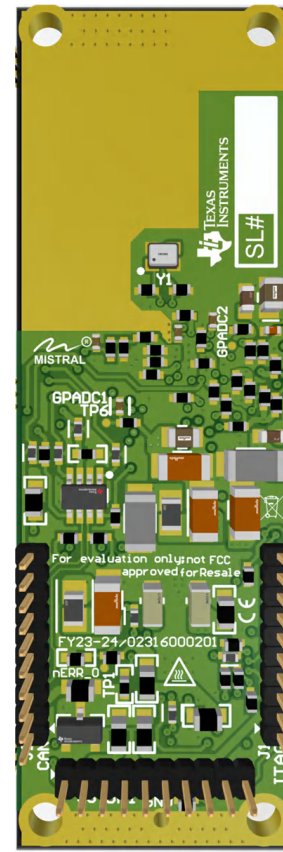
## 2.2.2 PCB とフォーム ファクタ

このリファレンス デザインの目的は、車内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 18mm × 55mm (0.7 インチ × 2.16 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。



この図は、ボードの実際のサイズを示すものではありません。

図 2-3. PCB の上面図



この図は、ボードの実際のサイズを示すものではありません。

図 2-4. PCB の底面図

車内アプリケーションが車内の領域を効率的に覆うために、レーダー デバイスを適切な位置に取り付ける必要があります。センター オーバーヘッド マウント、フロント マウント、サイドピラー マウント、2 列目オーバーヘッド マウントなどの取り付け位置は、最大のカバー範囲を達成するためにメーカーによって調査されています。このリファレンス デザインは、[図 2-5](#) に示すように、前のオーバーヘッド マウント位置でレーダーを固定できるような仕様で設計されています。この位置では、2 列のセンサをカバーできます。



図 2-5. フロント マウント センサ

### 2.2.3 アンテナ

このリファレンス デザインには、3 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、広い水平と垂直方向視野角 (FoV) と、良好なゲインおよび帯域幅を実現します。図 2-6 に、アンテナ設計を示します。

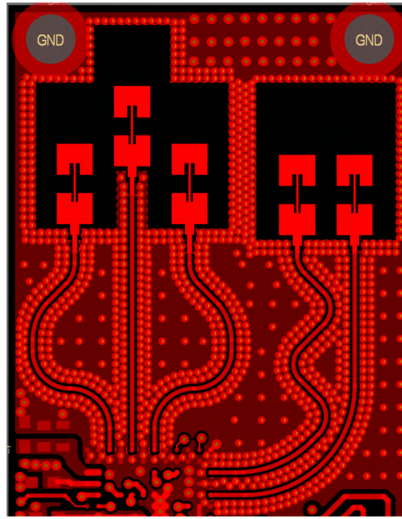


図 2-6. Altium アンテナ設計

このアンテナ設計では、3 の一定誘電、損失接線約 0.001 の RO3003 基板材料を使用しており、電力損失を低減し、高い効率を実現しています。アンテナのピーク ゲインは、57GHz~60.5GHz の動作周波数帯域全体にわたって 6dBi を超えています。図 2-7 に、S11 の図を示します。表 2-1 に性能パラメータを示します。

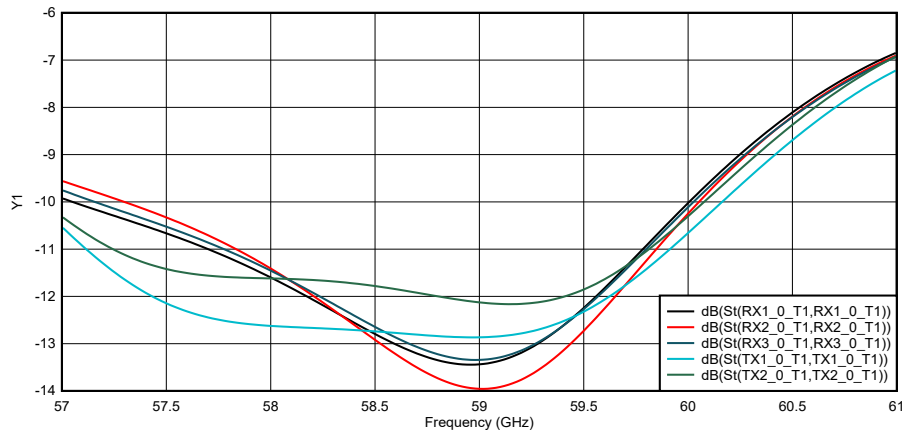


図 2-7. アンテナ S11

表 2-1. 性能表

パラメータ	値
ゲイン	> 6dBi
FOV	120° (水平方向) × 120° (垂直方向)
帯域幅	3.5GHz

図 2-8 に、59GHz で水平面 (黒、Phi = 0°) と垂直面 (赤、Phi = 90°) にある RX2 アンテナ素子の放射パターンを示します。

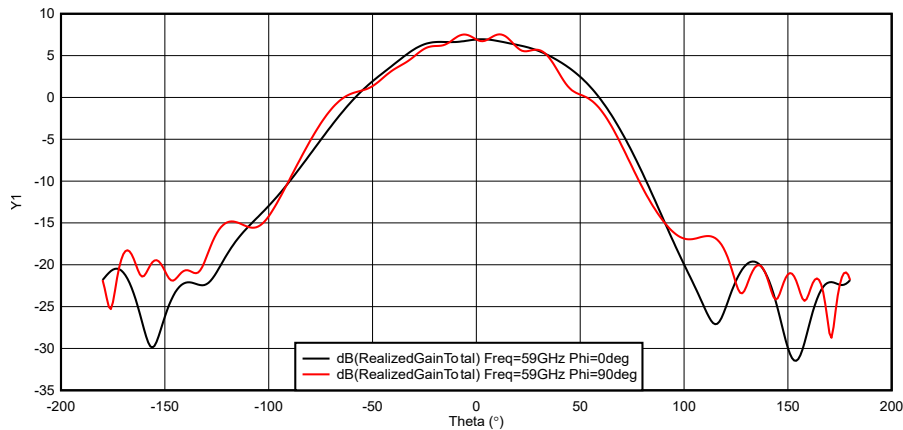


図 2-8. アンテナ パターン

## 2.3 主な使用製品

### 2.3.1 AWRL6432BGAMFQ1

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、57~63.9GHz 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 ラジオ周波数相補型金属酸化膜半導体 (RFCMOS) プロセスで製造され、超小型の仕様 (SFF) で、かつてないレベルの統合を実現しています。AWRL6432 は、子供の存在検出、侵入監視、ジェスチャ検出、物体検出などのアプリケーションのために、車載分野での低消費電力、自己監視機能付き、超高精度レーダー システム向けに設計されています。

### 2.3.2 TCAN3404DDFRQ1

TCAN3404-Q1 デバイスは、車載用の電磁気互換性 (EMC) に準拠する 3.3V コントローラ エリア ネットワーク フレキシブル データレート (CAN FD) トランシーバ PHY です。このデバイスはデータレートに依存しないため、従来の CAN アプリケーションとの下位互換性がありながら、最大 8Mbps の CAN FD ネットワークもサポートします。本デバイスは、スタンバイ モードをサポートしているため、トランシーバを低消費電力モードに変換できます。CAN バスで有効なウェイクアップパターンを受信すると、本デバイスは RXD ピンを経由してマイコンに信号を送信します。その後、MCU は STB ピンを使用して本デバイスを通常モードに設定できます。TCAN3404-Q1 は、ほとんどの内部ブロックが無効化される超低消費電力シャットダウン モードをサポートしています。この機能は、バッテリー駆動アプリケーション用に最適化されています。

### 2.3.3 TPS65036x-Q1

TPS65036x-Q1 デバイスは、車載アプリケーション向けの高集積パワー マネージメント IC です。このデバイスは、3 つの降圧コンバータと 1 つの低ドロップアウト (LDO) レギュレータを組み合わせたものです。BUCK1 降圧コンバータは、最大 35V の入力電圧範囲に対応しています。すべてのコンバータは、強制固定周波数 PWM モードまたは AutoPFM モードで動作でき、EMI 低減のためのスペクトラム拡散変調 (SSM) を任意でサポートできます。TPS65036x-Q1 は、ピンまたは I2C からの制御による低消費電力モードをサポートしています。

### 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 デザインは、VBAT ピン (J2.2 または J3.2) をバッテリー電源 (DC 電源 – 通常は 12V) に接続することで起動できます。もう 1 つのオプションは、R10 抵抗を配置し、J1.2 を使用してデバイスに電源を供給することです。どちらの方法でも、LP-XDS110 が AWRL6432 デバイスと PC のインターフェイスとして使用できます。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。

- Code Composer Studio™ (CCS) 接続用の JTAG
- アプリケーションまたはユーザー ユニバーサル同期 レシーバトランスミッター (UART) (構成および PC とのデータ通信)

##### 3.1.1.1 パワーアップ オプション

図 3-1 に、パワーアップの接続を示します。

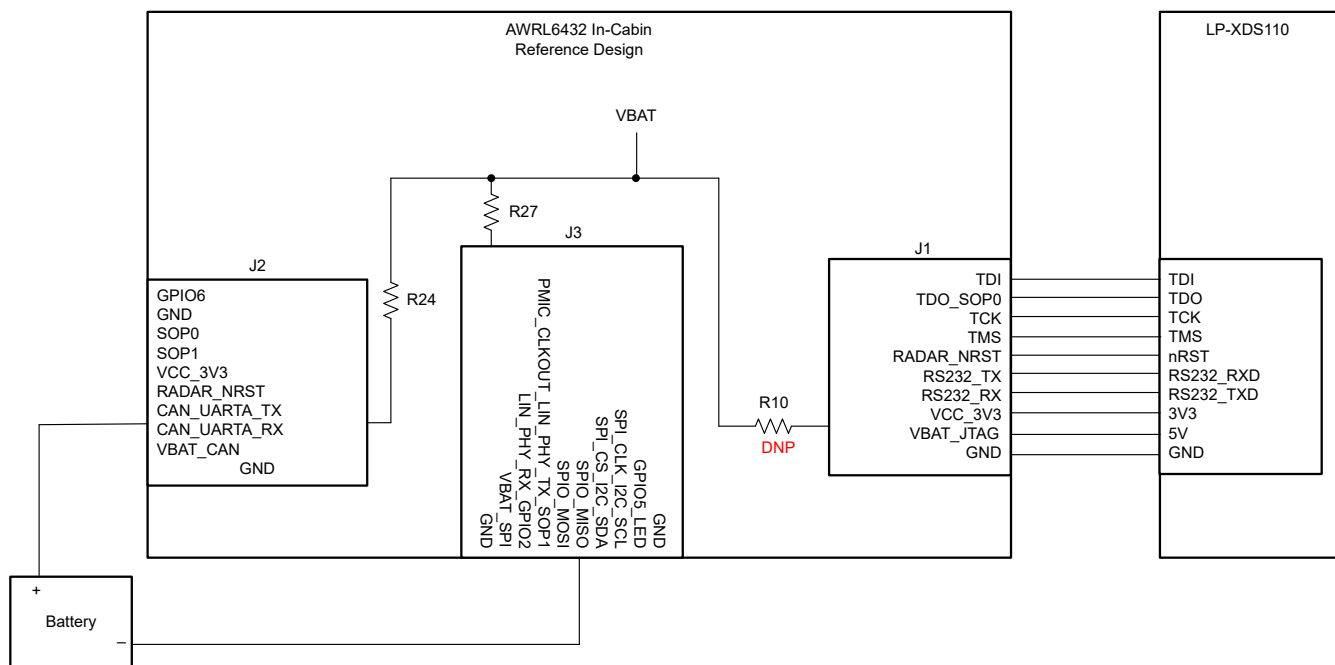


図 3-1. パワーアップの接続

パワーアップ オプションのリファレンス 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. VBAT (J2.2 または J3.2) ピンを 12V DC 電源に接続します。図 3-1 では、VBAT は J2.2 に供給されます。
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 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、電源センス (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 3.1.2 を参照してください。
7. J1.6 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。



または、R10 抵抗を実装した後で、J1.2 から VBAT を供給することもできます。

### 3.1.2 センス オン パワー (SOP)

AWRL6432 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 [クワッド シリアル ペリフェラル インターフェース (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 J1.8 と J1.7 は、それぞれ SOP0 と SOP1 専用です。デフォルトでは、このレファレンス デザインで SOP0 を High、SOP1 を Low にします。そのため、J1.8 と J1.7 が外部に接続されていない場合、デバイスはアプリケーション (機能) モードで起動します。J1.8 を GND に接続して、デバイスをデバイス管理モード (QSPI フラッシュ モード) に切り替えます。同様に、J1.7 を VCC\_3V3 に接続して、デバイスをデバッグ モード (開発モード) に切り替えます。

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	NC	GND
SOP_MODE2	アプリケーション モード (機能モード)	01	NC	NC
SOP_MODE4	デバッグ モード (開発モード)	11	VCC_3V3	NC

### 3.1.3 AWRL6432 の初期化: ボードのプログラミング

ボードに VBAT (通常は 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。これはミリ波センサの AWRLx ファミリー向けの統合ソフトウェア プラットフォームで、評価と開発を実施できます。「ミリ波 Radar Visualizer ユーザーガイド」には、この設計環境の使用方法が記載されています。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 から入手できる UniFlash ソフトウェアをダウンロードしてインストールします: UniFlash フラッシュ プログラミング ツール。インストール後、次の手順に進みます。
2. セクション 3.1.1.1 ま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 [AWRL6432] を選択して [Start] ボタンをクリックします (図 3-2 を参照)。

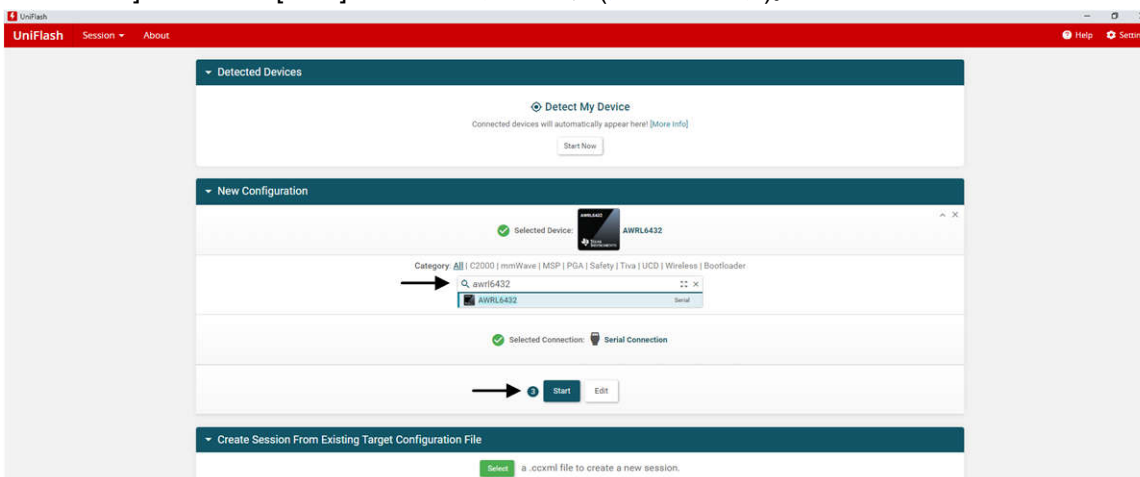


図 3-2. UniFlash の構成

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\InCabin\_Sensing\AWRL6432\_Life\_Presence\_Detection\_Demo\_Capon2D\prebuilt\_binaries\AWRL6432\_LifePresenceDetection\_Capon2D.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 3-3 を参照)。

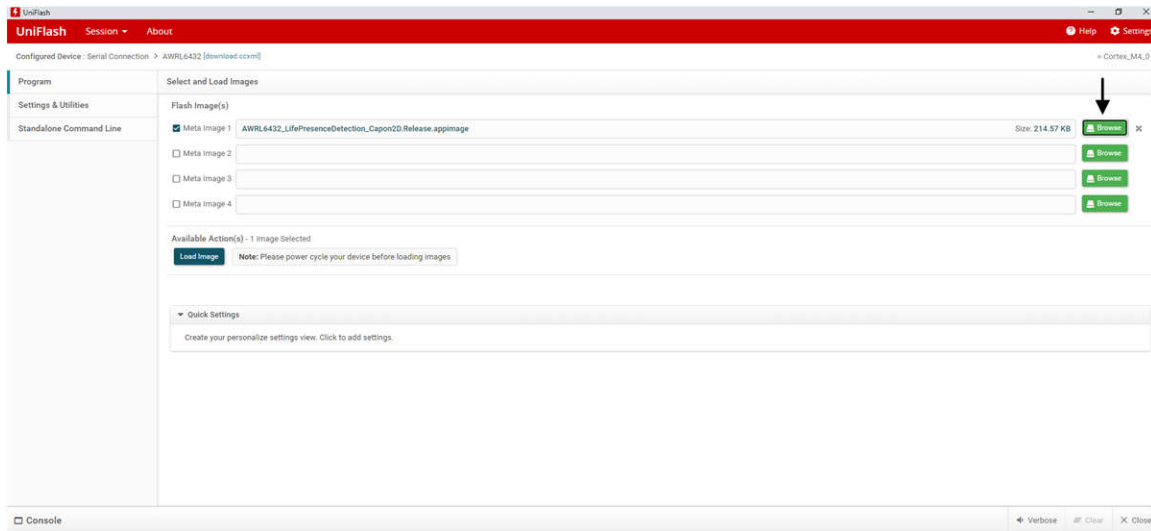


図 3-3. UniFlash の設定

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 3-4 に示す例では、COM ポートは COM20 です。

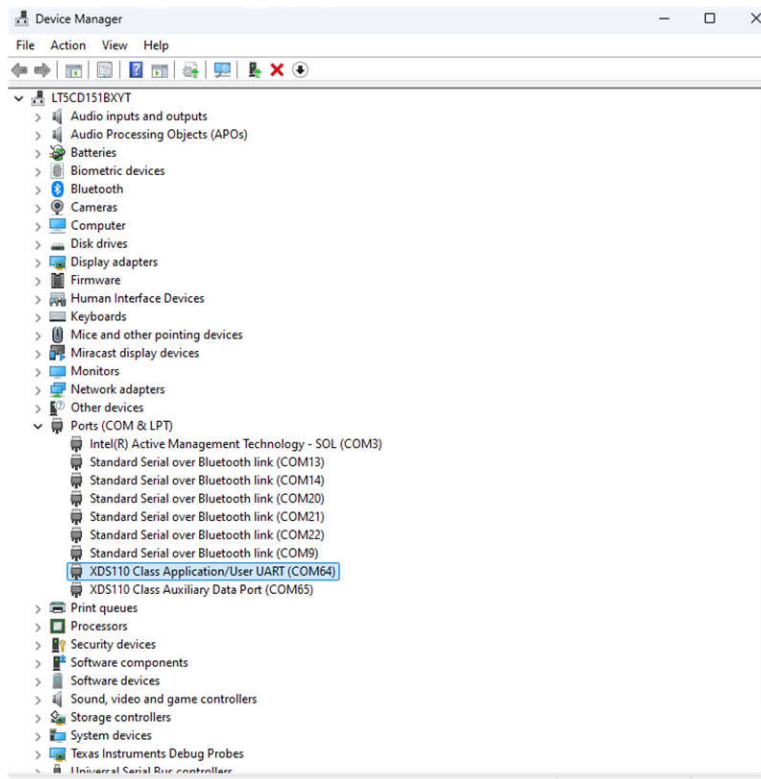


図 3-4. COM ポートの確認

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 3-5 を参照)。

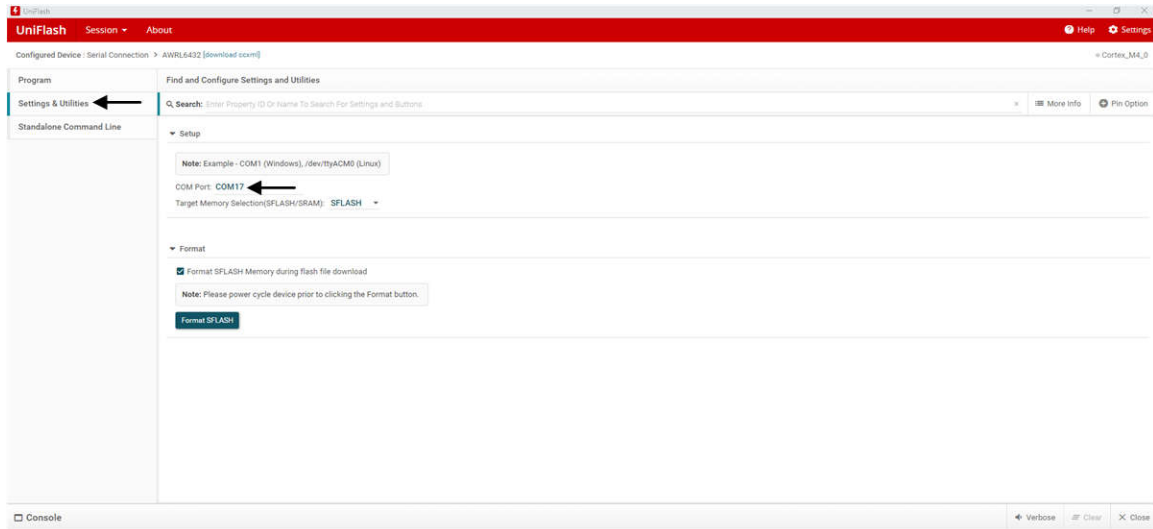


図 3-5. COM ポートの入力

7. LP-XDS110 のリセット ボタンを押して AWRL6432 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。

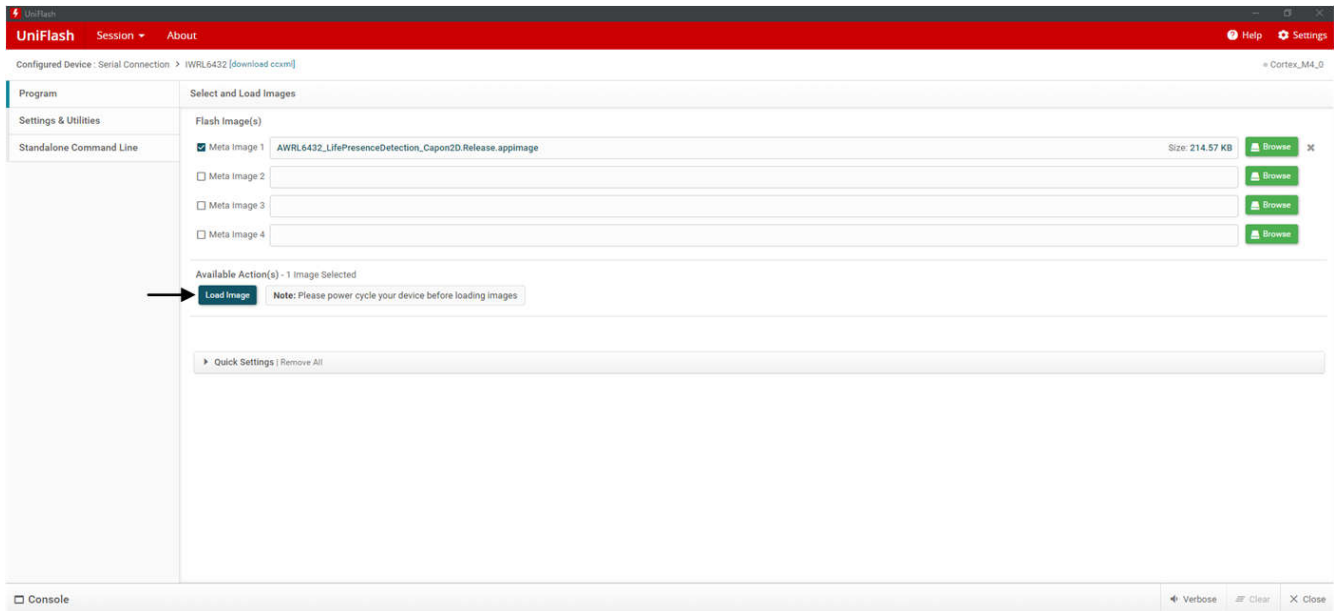


図 3-6. 画像のロード

代わりに、AWRL6432 デバイスを Visualizer で書き込むこともできます。詳細については、「[ミリ波 Radar Visualizer ユーザーガイド](#)」をご覧ください。

### 3.2 テスト設定

「[ハードウェア開発の開始](#)」セクションに従って、デバイスに電源を投入し、デバイスを異なる SOP モードで構成します。

TI Resource Explorer の「[ミリ波レーダー センサ](#)」→「[組み込みソフトウェア](#)」の下に表示されている最新の Radar Toolbox をインストールします。

LPD デモを実行するには、  
radar\_toolbox latest version\source\ti\examples\InCabin\_Sensing  
\AWRL6432\_Life\_Presence\_Detection\_Demo\_Capon2D\docs にある  
AWRL6432\_Life\_Presence\_Detection\_Capon2D\_users\_guide を参照してください。

このリファレンス デザインの生命存在検出機能は、ユーザー アプリケーション コード空間に実装されている AWRL6432 の低消費電力モード (低消費電力ディープスリープ) と Capon2D チェーン アルゴリズムを使用して、自動車の座席で大人と子供、さらに 2 列車の足元にある子供を検出できます。

### 3.3 テスト結果

このセクションでは、2 列車で成人を検出する方法について説明します。[図 3-7](#) および [図 3-8](#) に、前列の成人の検出と 2 列目の成人を検出する GUI の表示する方法を示します。参考のため、ライブキャプチャした画像と GUI 画像も以下の表示画像に含まれています。



図 3-7. 運転席での成人の検出



図 3-8. 2 列目席での成人の検出

## 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-01037](#) 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-01037](#) 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

レイヤ プロットをダウンロードするには、[TIDEP-01037](#) 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 プロジェクトをダウンロードするには、[TIDEP-01037](#) の設計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-01037](#) 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ソフトウェア 開発キット (SDK) 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、[「TPS65036x-Q1 車載用カメラ、レーダー、MCU PMIC」データシート](#)
2. テキサス インスツルメンツ、[「TCAN340x-Q1 3.3V 車載用 CAN FD トランシーバ、スタンバイ モードおよび±58V バススタンドオフ」データシート](#)
3. テキサス・インスツルメンツ、[『AWRL6432 シングル チップ 57~64GHz 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・インスツルメンツの™, Code Composer Studio™, and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

Rogers® and RO3003® are registered trademarks of Rogers Corporation.  
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 インスト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、評価基板の設計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。

**DEEXITH VOONA** は、ミリ波レーダー車体およびシャーシ生産ラインのハードウェア アプリケーション エンジニアです。彼は、ピラーニのビルラ工科大学でマイクロエレクトロニクスの修士号を取得しています。2023 年にテキサス・インストルメンツに入社し、同じ業務を担当してきました。2023 年以来、評価基板とリファレンス デザインの開発に取り組んでいます。

**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・インストルメンツに入社し、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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

## 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 © 2025, Texas Instruments Incorporated