

# BLUETOOTH® LOW ENERGY チャンネルサウンディングの検証

R&S®CMW ワイドバンド無線機テストプラットフォーム (R&S®CMW500、R&S®CMW270) は、位相ベース測距 (PBR) を用いた高精度距離測定 (HADM) を使用して、Bluetooth® Low Energy 物理層の機能を検証するための包括的な完全自動化テストソリューションを提供します。

## 課題

Bluetooth Special Interest Group (SIG) は、新しいチャンネルサウンディング機能により位置決め機能を強化することを計画しています。この機能は、アドバタイジング、RSSI測距、方向検知 (DF) などの機能と一緒に追加される予定です。Bluetooth® チャンネルサウンディング (CS) により、2つのBluetooth® Low Energyデバイス間での高精度距離測定 (HADM) が可能になります。CSIは、複数のRF周波数上の受信無線信号と送信無線信号との間の相対位相シフトか、パケットに基づく往復時間、あるいはこれら両方を組み合わせて使用します。一般的なHADMアプリケーションとしては、キーレスエントリーシステム、屋内ナビゲーション、資産追跡などがあり、これら以外にも将来のアプリケーションを見据えて新しいユースケースが継続的に開発されています。

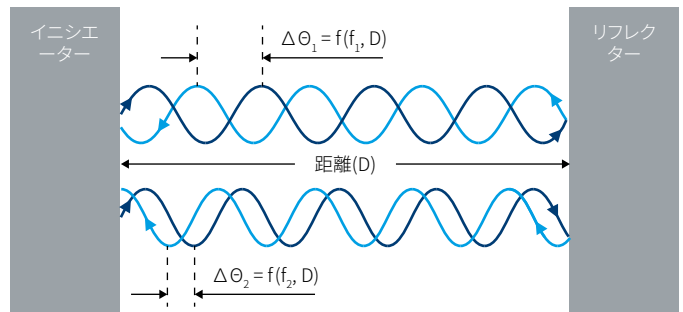
## 位相ベース測距の原理

PBRは、無線信号が周波数 $f$ で距離 $D$ を伝搬する際の位相シフト ( $\theta$ ) を使用します。周波数が異なる2つ以上の信号を使用すれば、信号間で測定された位相差 ( $\Delta\theta$ ) を用いて距離を正確に推定することができます。チャンネルサウンディングにより距離を推定する際、第1のデバイス (イニシエーター) が手順を開始し、第2のデバイス (リフレクター) が位相を変更せずに無線送信を反射させます。周波数 $f$ の伝送ごとに、送信信号と受信信号間の位相変化 ( $\Delta\theta$ ) がイニシエーターによって測定されます。シングルアンテナを使用してコード化されていない狭帯域ガウシアン最小シフトキーイング (GFSK) 信号を送受信できるので、標準のBluetooth® Low Energy無線チップに容易に実装することができます。あるいは、マルチアンテナを使用して、性能またはDF共存を強化することができます。

## クラス最高の確度を実現

Bluetooth SIGは、Bluetooth® DUTがイニシエーターかリフレクターのどちらかとして機能するとき、デバイスのRF性能が十分であることを検証するために、RFPHYテストケース (TC) を定義しています。そのため、テストソリューションは両方の役割を

## 高精度距離測定のための位相ベース測距の原理



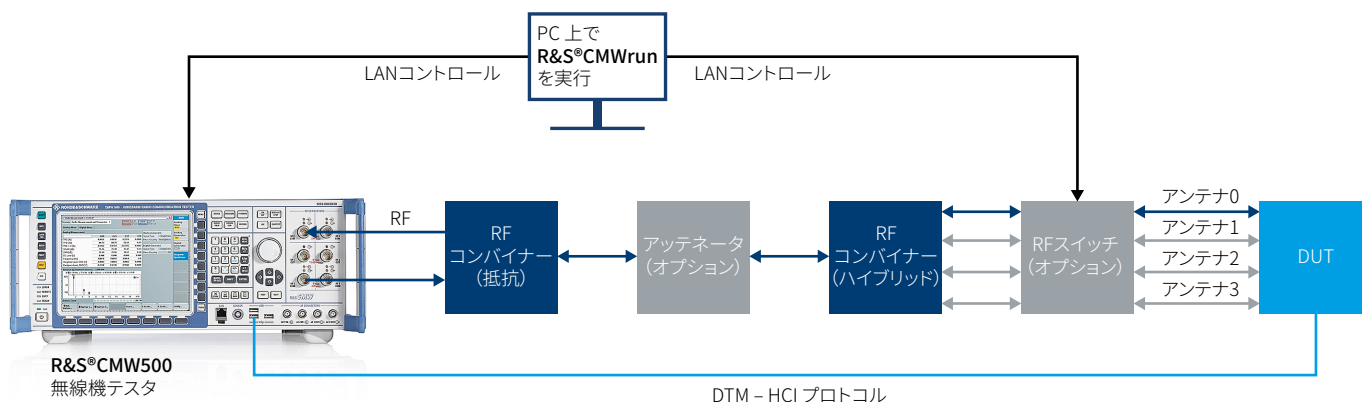
担う必要があります。測定では、イニシエーターが必要な位相安定度でCSパケットとトーンを生成できること、リフレクターが正しい位相で信号を送信すること、一般的なDUTの位相測定が正確であることを示す必要があります。周波数オフセットが特定の制限値の範囲内にあることも必要です。アンテナアレイを使用する場合は、アンテナスイッチング機能も検証する必要があります。

## ローデ・シュワルツのソリューション

R&S®CMW ワイドバンド無線機テストは、必要なすべてのCSパケットとトーンを生成、解析できるワンボックスソリューションです。このソリューションを使用すれば、手動または自動ですべてのRFPHY TCを実行することができます。DUTは、UART/USBインタフェースを介してHCIプロトコルによりダイレクトテストモード (DTM) で制御されます。

トランスミッター/レシーバーのRFPHY測定はすべて、直感的なわかりやすいグラフィカルユーザーインターフェースで簡単に行うことができます。すべてのHCIレポートは記録可能で、後で解析やデバッグに使用することができます。R&S®CMWrun シーケンサソフトウェアツールには、すべてのCSプリコンフォーマンスRFPHY TCをフルにカバーする既製のテストプランが含まれ

# R&S®CMW500とR&S®CMWrunを用いた、Bluetooth® Low Energyチャンネルサウンディング物理層検証用セットアップ



ています。テストケースは、個別に実行することも、テストレポートを含むフルのプリコンFORMANCEテストで実行することもできます。R&S®CMWrun シーケンサソフトウェアツールでは各テストの実行後にログファイルが作成されるため、リグレーション/検証テストを従来よりも簡単に実行できます。

## アプリケーション

1つ以上のアンテナを備えたユーザー機器に対応する Bluetooth® CS完全自動化テストのセットアップは、R&S®CMW ワイドバンド無線機テストとR&S®OSP スイッチコントロール・プラットフォームで構成されます。両者とも LAN/GPIBインタフェースを介してR&S®CMWrun (別の制御PCにインストール) によって制御されます。この完全自動化ソリューションは、何回もRFの接続/切断を行う必要があるアンテナスイッチングインテグリティー (ASI) テストに特に適しています。R&S®CMWrun シーケンサソフトウェアは、従来の Bluetooth® Low EnergyおよびBluetooth® Classicテストに加えて、すべてのBluetooth® CSテストケースをサポートしています。

## トランスミッターテスト

- ▶ 安定した位相テスト
- ▶ コンパニオン信号の検証
- ▶ 変調スペクトラム
- ▶ アンテナスイッチングインテグリティー
- ▶ 変調特性、帯域幅とシンボル時間の積 (BT) = 2.0
- ▶ S/N出力制御

## トランスミッターおよびレシーバーのテスト

- ▶ ステップモード周波数の検証
- ▶ アンテナスイッチングインテグリティー
- ▶ 優れた測定精度

## まとめ

ローデ・シュワルツのBluetooth® Low Energyチャンネルサウンディング電子計測ソリューションは、R&S®CMW プラットフォームを使用して、ファンクションテスト、RFパラメトリック測定、製造要件など、R&Dによる製品設計時のあらゆる検証ニーズに完全に対応します。R&S®CMWrunと組み合わせれば、既製のテストプランにより、リグレーション/プリコンFORMANCEテストを効率的に実現することができます。

## 詳細はこちら

[www.rohde-schwarz.com/bluetooth](http://www.rohde-schwarz.com/bluetooth)

## オーダー情報

名称	タイプ	オーダー番号
ワイドバンド無線機テスト	R&S®CMW500	1201.0002K50
無線接続テスト	R&S®CMW270	1201.0002K75
Bluetooth® Low Energy CS DTM測定およびRX測定	R&S®CMW-KS725	1211.5588.02
Bluetooth® Low Energy CS TX測定	R&S®CMW-KM725	1211.5571.02

Bluetooth®の文字標章とロゴは、Bluetooth SIG, Inc.が所有する登録商標であり、ローデ・シュワルツはライセンスの許諾を受けて、これらの商標を使用しています。

## Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)

### ローデ・シュワルツ トレーニング

[www.training.rohde-schwarz.com](http://www.training.rohde-schwarz.com)

### ローデ・シュワルツ カスタマーサポート

[www.rohde-schwarz.com/support](http://www.rohde-schwarz.com/support)

R&S® は、ドイツRohde & Schwarz の商標または登録商標です。

PD 3647.5149.96 | Version 02.00 | 3月 2024 (ch)

Bluetooth® Low Energyチャンネルサウンディングの検証

掲載されている記事・図表などの無断転載を禁止します。

おことわりなしに掲載内容の一部を変更させていただくことがあります。

あらかじめご了承ください。

© 2023 - 2024 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Munich, Germany

