

実際のレーダー反射波を用いた  
レーダーセンサのテスト

# Real Echoes in the Lab



レーダーセンサをクローズドループでテストできるようにすることは、先進運転支援システムの開発における基本的な課題の1つです。そのため、dSPACEではHILシミュレータを拡張することにより、ラボの限られたスペースにおいても仮想的なレーダー反射波ではなく実際の反射波を使用してテストを行えるようにしています。

レーダーセンサは、最新の車両に搭載される先進運転支援システムに必要な環境情報を提供することにより、事故の回避や自動運転をサポートしています。このレーダーセンサの妥当性確認を行う場合、レーダー波の伝播挙動を可能な限り現実的に捉える必要があります。つまり、通常はコストと時間をかけて路上テストを行うことが不可欠です。ただし、実際のレーダー波（無線）を使用するレーダーセンサを用いれば、実際の路上テストを行うことなく、ラボでテストを実行することができます。

#### 路上テストの前にラボでテストを実行

ラボでレーダーセンサをテストするには、幅広い要件を満たす必要があります。

- まず、通常さまざまな距離（2～3メートルから数百メートルまで）や速度を持つ存在である路上の交通参加者のレーダー反射波を、ラボの限られた空間で生成しなければなりません。
- また、レーダーの開口面積（オブジェクトがレーダー波を反射する能力の基準）だけでなく、（車両がカーブ周辺を走行する際などといった）レーダー反射波の発生源における方向の変化もシミュレートする必要があります。
- さらに、テストベンチにおいて意図しないレーダー反射波が発生するとテスト結果に悪影響が生じるため、これらの反射波を除去するか、テストベンチを反

射波から保護することも必要になるため、テストは特別な吸収槽を用いて行うことになります。

ただし、これらすべての要件を満たすことは困難です。そのため、レーダーベースの運転支援アルゴリズムのテストでは、多くの場合レストバスシミュレーションが使用されます。このアプローチでは、検出されたレーダーオブジェクトはCANバスなどのバスに供給されますが、実際のレーダーセンサなしでテストを行っているため、テスト深度は不十分となります。こうした欠点は、実際のレーダーセンサやレーダー反射波を使用することで克服できます。この場合に、ECU固有の内部情報を必要としないmiro\*sys Automotive Radar Scenery Generatorを使用して汎用的な作業プロセスを実行すると、レーダーセンサをブラックボックスとして扱う形でテストを行うことができます。

#### レーダーベースのアルゴリズムに対応したテストベンチ

レーダーベースのアルゴリズムをテストする場合、メカトロニクステストベンチ、dSPACE SCALEXIO HILシミュレータ、およびmiro\*sys Automotive Radar Scenery Generator（図2a）で構成されるdSPACE無線（OTA）レーダーテストベンチが役立ちます。メカトロニクステストベンチには、レーダーセンサが配置されている吸収槽（低反射空間）、および共通

&gt;&gt;





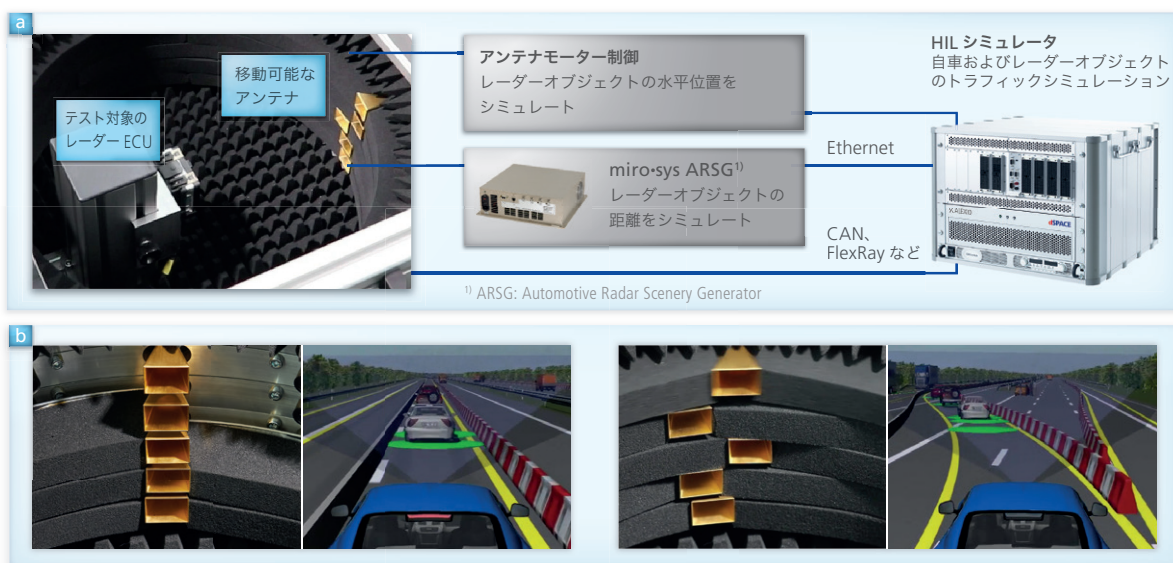
図1：レーダーテストベンチの概要

の垂直軸の周囲を回転しモーターで駆動する複数の積層リングが含まれています。これらのリングにはアンテナが取り付けられます。リングが回転するとアンテナの位置、次にレーダー反射波の発生源の方向が変化します(図2b)。miro\*sys Automotive Radar Scenery Generatorはレーダーセンサが送信したレーダー波を受信し、HIL シミュレータで実行されている運転シ

ナリオに基づいて元の信号を修正します。そのため、信号の送信時から受信時までの経過時間は車両間の距離に応じて変化します。その結果、レーダーセンサが受信するのは実際の道路交通と一致したレーダー反射波となります。この方法を活用すると、ラボで容易にオートクルーズコントロール(ACC)、自動緊急ブレーキ(AEB)、車線変更などの一般的なあらゆる使用事例をシ

ミュレートできるようになります。レーダーセンサが組み込まれることの多いフロントスポイラの特長(形状、光沢塗装)も、すべてのテストで容易に考慮することが可能です。また、このテストベンチは、フロントスポイラやレーダーセンサの部品を組み込むのに十分なスペースを有しています。■

図2：(a) レーダー計測装置は吸収槽に配置されています。dSPACE シミュレータは運転シナリオの計算処理やアンテナ位置の調整を行い、さらにはmiro\*sys Automotive Radar Scenery Generatorを制御して最大4つのオブジェクトから関連するレーダー反射波を生成します。(b) それぞれの運転シナリオでの2つのアンテナ位置の例



## 製品の特長：レーダーテストベンチ

主な機能	詳細
レーダーオブジェクト (数/プロパティ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 次のパラメータを有する4つの独立したレーダーオブジェクト： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 距離</li> <li>■ 速度</li> <li>■ レーダーの開口面積</li> <li>■ 方位角</li> </ul> </li> </ul>
更新レート	■ 1 ms
距離範囲/ステップ幅	■ 2.0 <sup>1)</sup> ~ 1,000 m / 5.6 cm (デジタル)
速度範囲/ステップ幅	■ ± 700 km/h / 4 mm/s
方位角範囲/分解能	■ ± 90° / 0.1°
方位角速度	■ 最大 200° / s
サポートされているレーダー周波数	■ 23 ~ 26 GHz, 75 ~ 82 GHz

<sup>1)</sup> 開発中です。ご要望に応じて距離を短くできます。

レーダーテストベンチの動作を動画で紹介しています。  
[www.dspace.jp/go/dMag\\_20172\\_Radar](http://www.dspace.jp/go/dMag_20172_Radar)



miro•sys GmbHの常務取締役であるMichael Rožmann氏が、実際のレーダー反射波を使用する際の課題について説明します。



Rožmannさん、レーダー反射波を使用する環境では、なぜそれほど要件が厳しいのですか。

光学カメラから受信する画像などの解像度の高い画像とは異なり、レーダー信号を解析するのはより困難です。また、繊細な高周波テクノロジーでは、信号の品質および一貫性に絶対的な精度が求められます。つまり、ごくわずかな相違でも大きなミスにつながる可能性があります。さらに、短波信号は極めて反射性に優れている

ため、反射が意図せず発生していないか常に管理する必要があります。

これらの課題には、どのように取り組まれたのですか。

miro•sys社には高周波テクノロジーおよび光学の分野における数十年の経験があります。レーダー信号ジェネレータの開発には、当社のそのような経験を十分に活用しました。この装置では、正確かつ一貫したレーダー信号をリアルタイムに生成することができるだけでなく、特殊な材料を装着した特製の吸収槽により、意図しないすべての反射を除去することもできるため、実際に発生したレーダー反射波のみをレーダーセンサで検出することができます。

実際のレーダー反射波を使用する利点は何ですか。この方法でしかテストできない状況はありますか。

利点は明白です。テスト対象のレーダーセンサはブラックボックスとして扱うことができるため、センサに関するメーカー個別の知識をユーザが習得する必要はありません。また、レードームから追跡アルゴリズムに至るまでの作用連鎖全体のテストを単一の手法のみで行うことができるのも利点です。電磁信号に対するフロントスポイラなど、周辺材料の影響も考慮に入れることができます。

競合他社製品との違いは何ですか。

当社のコンパクトな単一デバイスでは、レーダー反射波の特性、すなわちレーダーの開口面積、相対距離、および相対速度をミリ秒単位で設定することができます。さらに、最大4つの完全に独立したレーダーオブジェクト、および3つの従来型レーダー周波数(24、77、および79 GHz)をサポートしています。また、当社の信号ジェネレータはモジュラー型的设计であるため、お客様のご要望に応じて柔軟に設定することが可能です。

今後のバージョンではどのような拡張を行う予定ですか。

主に、対応するレーダー反射波の数の増加とレーダーオブジェクトの最短距離の縮小に取り組む予定です。

インタビューにご協力頂き、ありがとうございました。