

# GNSSシミュレーター の選び方

Spirent eブック

## GNSS シミュレーターの選び方

GNSS シミュレーションシステムが生成する信号には、品質、精度、信頼性の面で大幅なばらつきが存在します。また、メーカーから提供される膨大な仕様の一覧は、精度や性能よりも機能や性能、つまり結果の品質よりも周波数の帯域幅やチャンネル数に偏っているため、開発や統合を手掛ける多くの技術者が混乱することになります。

これは、正常に機能する製品の開発において重要な課題となります。試験信号のシミュレーションに満足できない場合、以下の問題が発生するためです。

- ・ レシーバー、チップセット、アンテナ、プロトコルの選択と統合がうまくいきません。
- ・ 新製品の導入が長時間遅れ、理由もなくデバイスを再設計することになります。
- ・ メーカーとティア1 のサプライヤーとの間で深刻な品質管理の問題が発生します。
- ・ 生産ライン試験で不要に不合格することで、正常に機能するデバイスが無駄に終わります

いかなる試験においても、効果を出すためには、試験自体に内在する不正確さとデバイスのエラーを厳密に区別しなければなりません。

従って、全ての試験機器は、被試験デバイスよりも数段上の精度が要求されます。

これはつまり、デバイスに10m の精度が要求される場合、試験機器は1m 以内の信頼性を維持することを意味します。デバイスの許容誤差がcm 単位の場合、試験結果の精度はmm 単位でなければなりません。

残念なことに、シミュレーターの精度は細分化された仕様シートではうまく定量化して判定できません。そのため、当社は各種の実証試験を実行しています。



## 目次

GNSSシミュレーターの選び方 . . . . .	2
1. 低電力における安定性 . . . . .	4
2. 動的な信号安定性 . . . . .	6
3. 動的な位置精度 . . . . .	7
4. 信号純度 . . . . .	9
5. 1PPSからRFへの信号安定性 . . . . .	10
6. RF信号の更新レート . . . . .	12
結論：まず試験そのものを試験しましょう . . . . .	14

## 1

## 低電力における安定性

GNSS 測位信号は、信号雑音比が高く判定が難しい低電力の状態を受信されます。

これは、ビルや木々に囲まれたり、車内や屋内、あるいはRF 干渉の激しい環境でデバイスが動作することを要求される多くの消費者向け製品アプリケーションにおける主要な課題です。

### シナリオ

### 受信時のRF 電力レベル (dBm) - 標準値

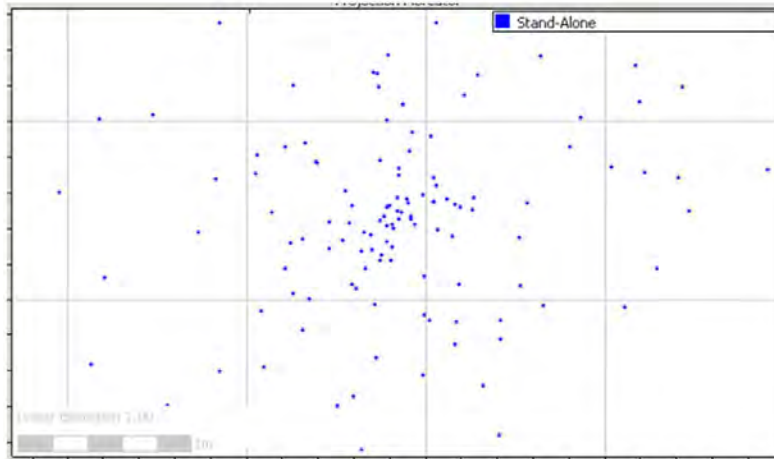
オープンスカイ、マルチパスなし - 理想的な信号環境	-125 ~ -130
中規模の都会、マルチパスあり - 微弱な信号環境	-125 ~ -145
高密度の都会、マルチパスあり - 微弱な信号環境	-125 ~ -155
屋内 - 非常に微弱な信号環境	-150 ~ -165

従って、消費者向けデバイスに適切なGNSS シミュレーターは、動作範囲の下方極限においても安定した信号精度を提供しなければなりません。一部の多目的RF 信号発生器は、特に衛星測位用途を目的として設計されているわけではないため、例えば電力レベルが減少するにつれ精度を維持できなくなります。

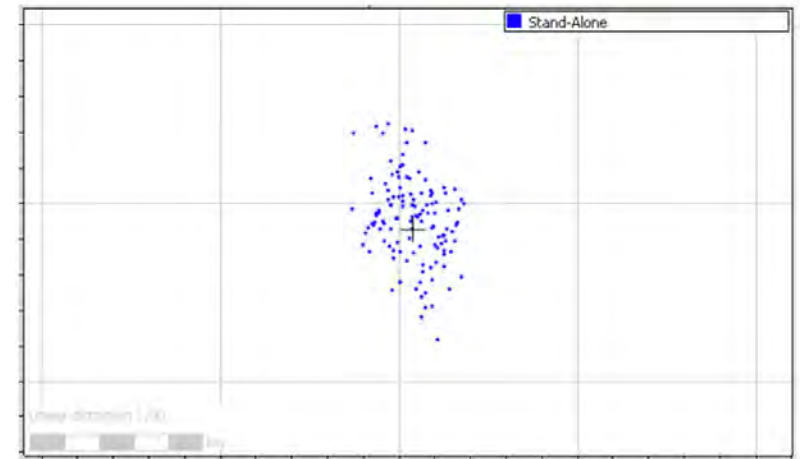
実証のため、当社は消費者向けデバイスが屋内へ1m 程度まで入り込んだ地点で受け取るものと同等の信号レベルにて、同じ業界標準の衛星レシーバーを用いて並行試験を実施しました。シミュレーターを除き、全てを同一に揃えました。シミュレーターの一台はSpirent 製であり、もう一台は無名の代替品です。

1

100 サンプルから得られた測位結果をグラフに表示しました。



競合のシミュレーター



Spirent のシミュレーター

位相ノイズの問題が原因で、低品質のシミュレーターは数メートルの誤差を発生しました。

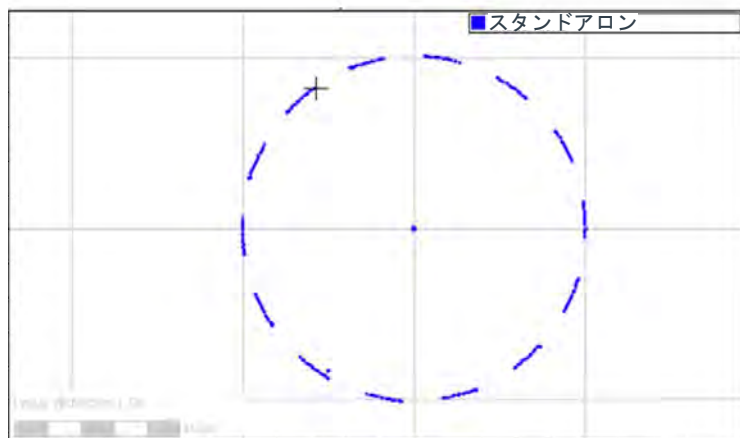
このような標準試験を開発ラボ条件にて低品質のシミュレーターを用いて行う場合、統合を担当する技術者は性能不足の原因がレシーバーにあると判断しがちです。これはサプライヤーとの関係を悪化させるか、新製品の導入を不要に遅らせることにすらつながります。

## 2

## 動的な信号安定性

速度と動作の両方に対応してデバイスの動的なナビゲーション精度を証明するために一般的に用いられるシンプルな試験を通じて、当社はこの手順を繰り返しました。

今回は、45 m/s の速度で直径200m の円周沿いを継続的に移動するようシミュレーションを設定しました。簡単に済ませられるよう、信号出力をわずかに増幅させています。



Spirent のシミュレーター

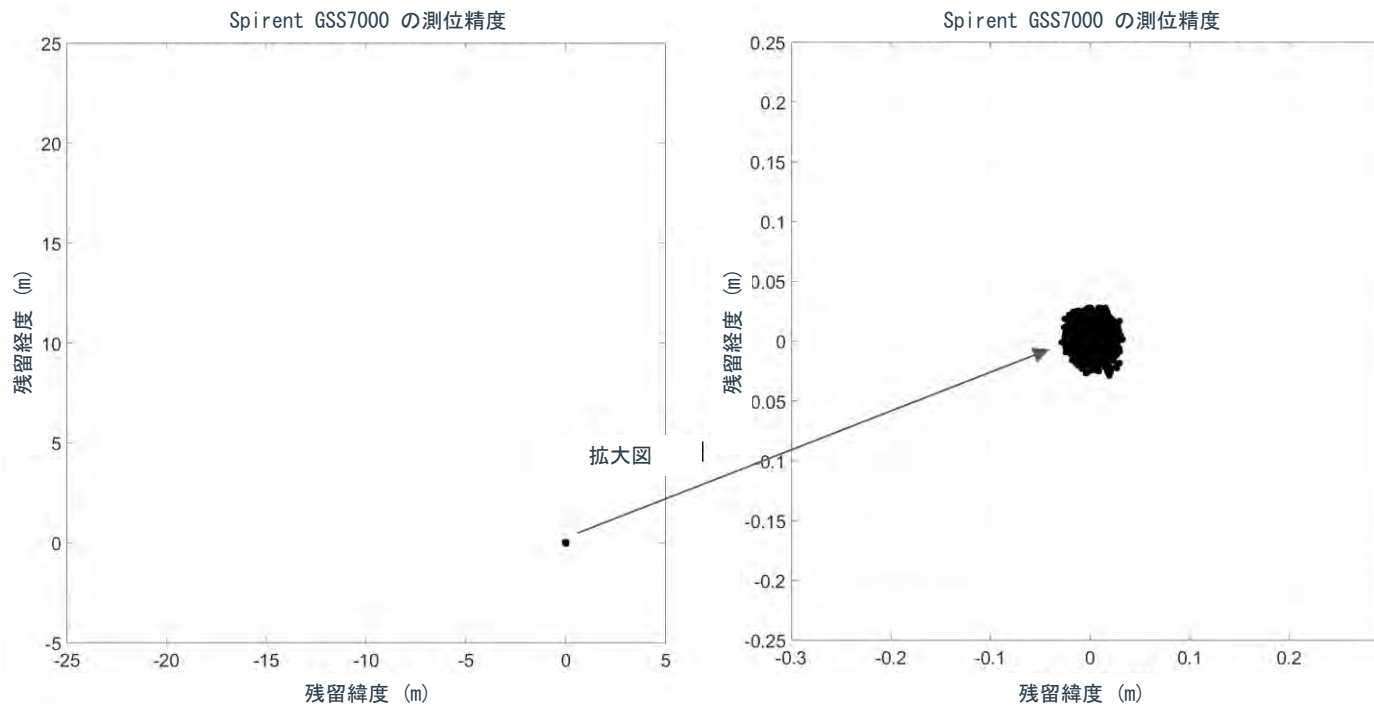
Spirent のシミュレーターでは、レシーバーは正確な円周を描きました。しかし、信号をシミュレートする代替の試験セットでは、レシーバーは衛星信号のロックを全く達成できませんでした。繰り返しますが、開発環境では、第二の試験結果はシミュレーター自身に問題があるにも関わらず、被試験デバイスの深刻な不良として受け止められる可能性があります。

## 動的位置精度

### 3

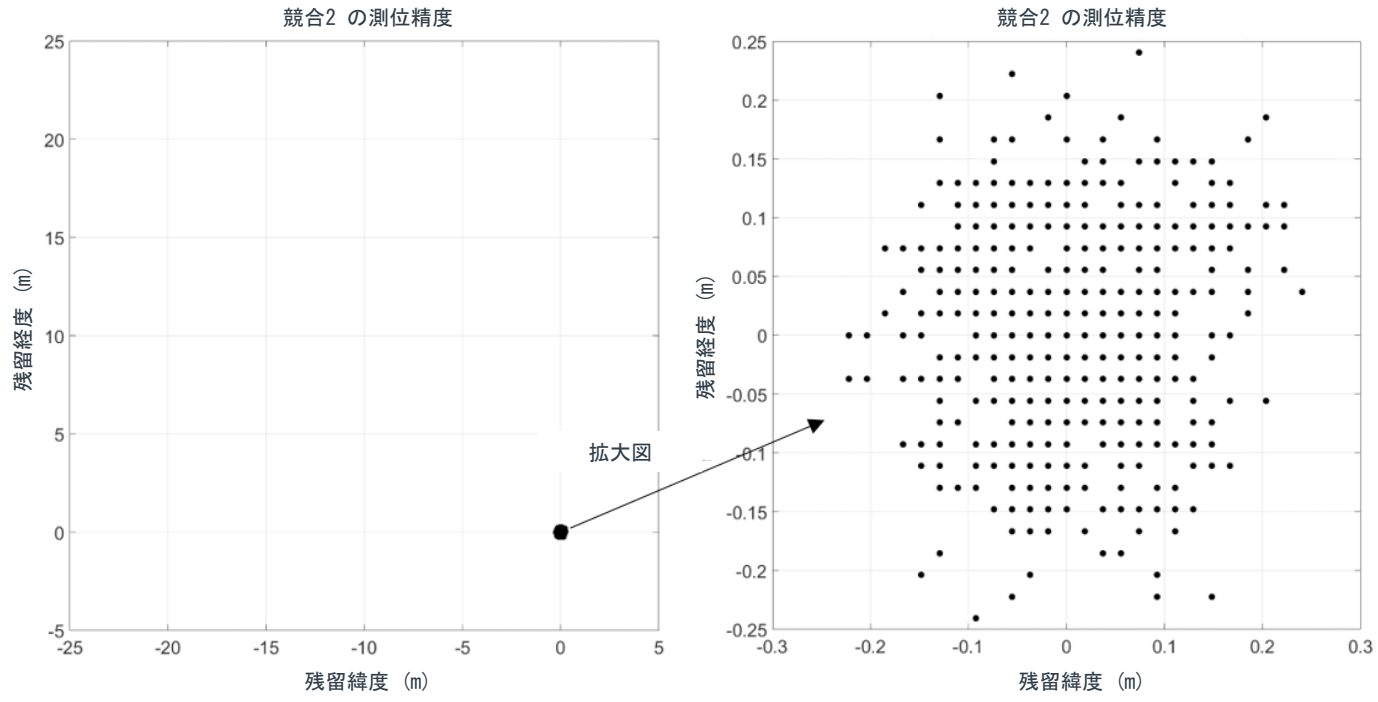
これはあらゆる試験の中でも最も汎用的なものです - シミュレーターとレシーバーを共に使用した場合に得られる全体的な精度です。この評価試験で満足のいく性能が得られない場合、試験機器の深刻な障害を引き起こし、目的に対して使用できなくなります。

Spirent のシミュレーターは0.05m の精度を達成できます。大気および環境の要素が存在しなければ、レシーバーはシミュレートされた信号を使用して非常に高い精度で出力できます。どの出力データが合格または不合格とされるかの詳細はレシーバーに依存しており、最良の判断基準は異なるシミュレーターで同じレシーバーを用いて同一の試験を実施し、エラーを比較することとなります。



Spirent GSS7000 シミュレーターにおける円周移動プランのエラーを高精度のGNSS レシーバーを用いて測定

3



高レベルのレシーバーを用いた競合製品における円周移動プランのエラー

高レベルのレシーバーを用いた競合製品における円周移動プランのエラー



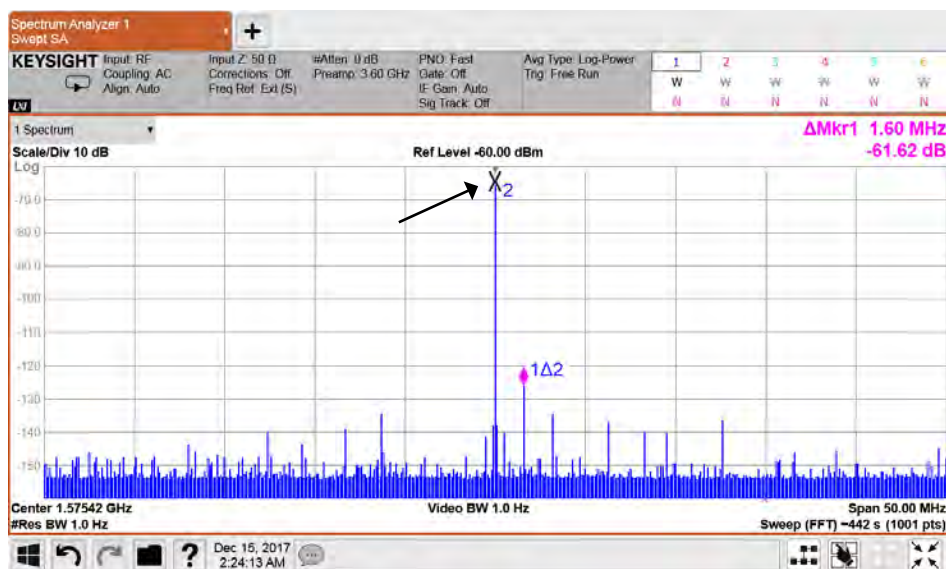
## 信号純度

# 4

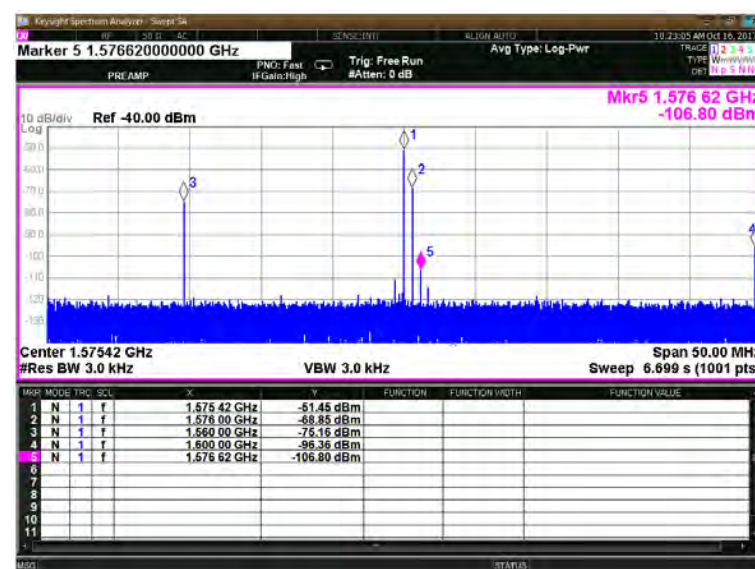
スプリアス放射はデバイスの性能に大きな影響を与える場合があります。この試験はスペクトラムアナライザーを用いて、シミュレーターから発生されるスプリアス放射のレベルを実証する上で役に立ちます。

スプリアス放射は試験時に大量の疑似距離エラーを導入し、被試験デバイスの性能を歪めることがあります。消費者グレードのチップセットは主ローブの範囲を超えるフロントエンドを持つ機種が少ないため、比較的低いレベルであれば、ユーザーにとってはあまり深刻とはなりません。より広範なフロントエンドを備えるレシーバーや、そうしたレシーバーを使用するアプリケーションでは、非常に深刻となります。注意していただきたいのは、スプリアス放射はあらゆる場合で低レベルに抑えることが望ましい点です。

信号とスプリアススパイクとの差異が大きく、大規模なスプリアススパイクの頻度が少ないほど、良好と言えます。



GNSS7000 のスプリアスが50MHz にわたり分布する例



競争シミュレーターのスプリアスが50MHz にわたり分布する例

## 1PPS からRF への信号安定性

### 5

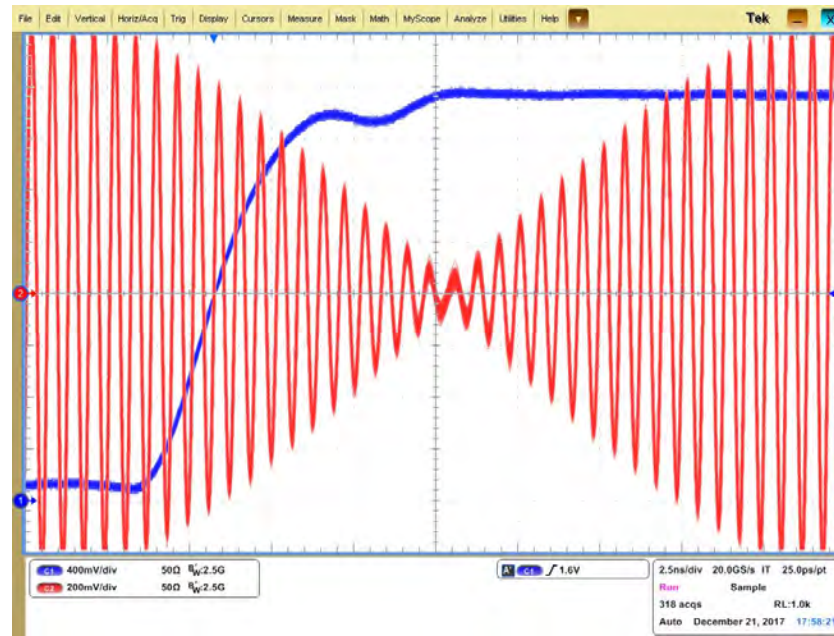
この試験はシミュレーターが生成する信号の制御、コード、キャリア位相の安定性に焦点を当てます。条件の変化に合わせて安定性が保てるよう保証するために、正確に再現された変動が導入されます。

これは、広範囲なアプリケーションに対してシミュレーターを評価する際に最も重要となる試験の一つです。主に、試験の繰り返しを可能にする点が重要となります。科学的に試験を実施するには、位相条件の変動を避けることが不可欠です。この試験が必須となる他の例には以下が挙げられます。

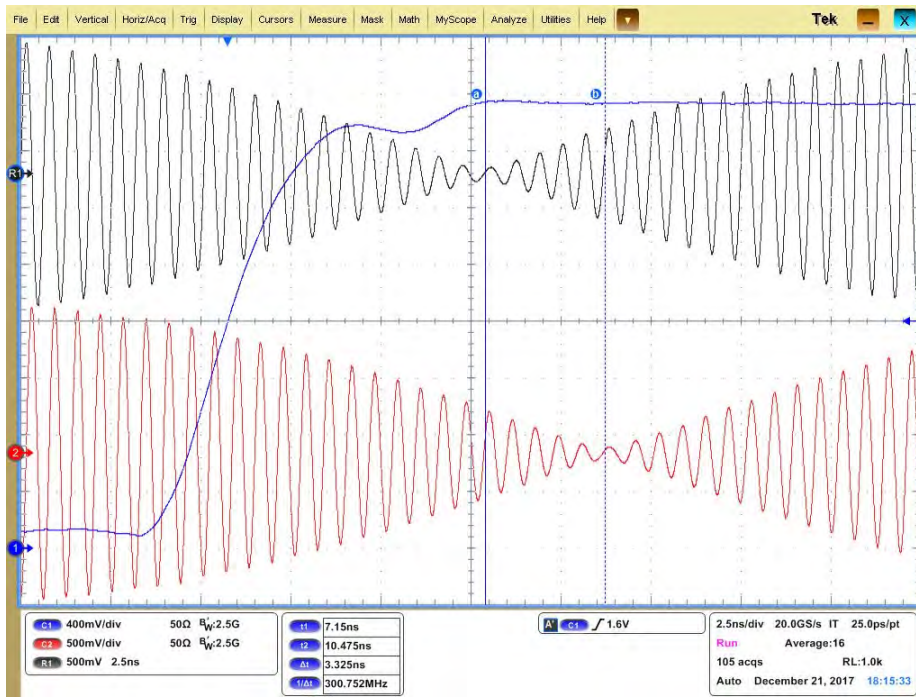
- ・ タイミングレシーバーの開発と評価
- ・ GNSSから取得した1PPS を使用する下流システムの試験
- ・ 特定のなりすまし対策テクニックの評価
- ・ 制御可能な疑似距離ランプを必要に応じて出力できるRAIM の試験
- ・ ジャミング防止アンテナの評価用にマルチボックスの試験システムを使用する場合

キャリアが位相を外れる性能不足のシミュレーターの場合。信号のシフトがランプのサイズに依存しない疑似距離ランプを導入する場合。いずれのケースにおいても、出力は固定/ 不安定/ 不明瞭のキャリアとしてオシレーターに表示されます

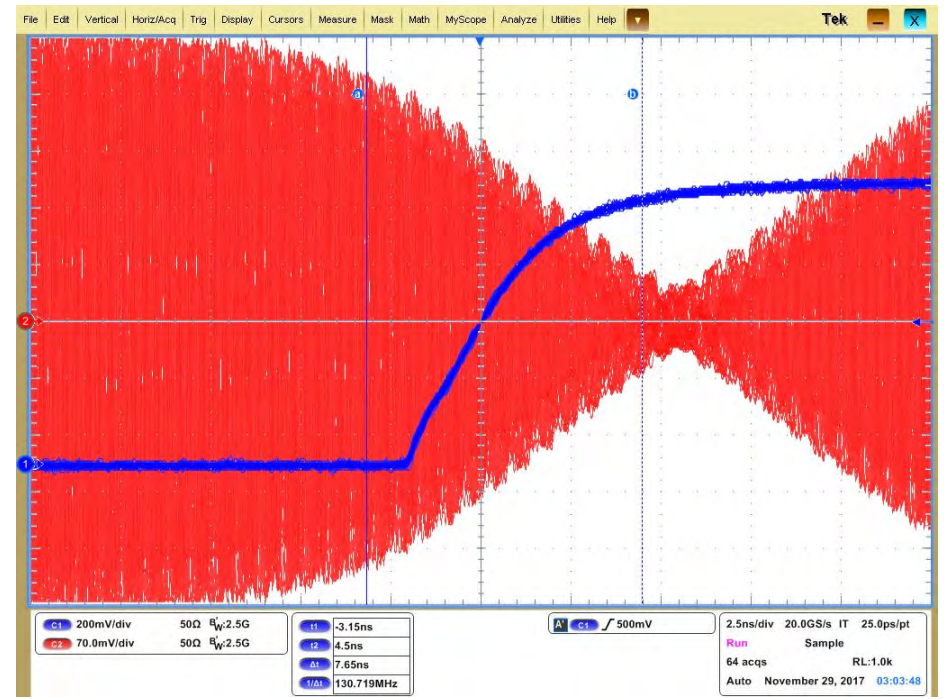
5



安定したキャリア波の例 (GSS7000 を使用)



安定した疑似距離ランプの導入例 (10mm)



性能未達のコードとキャリア位相の安定性の例  
(無名の競合シミュレーターを使用)

## RF 信号の更新レート

### 6

この試験の目的はシミュレーターがRF 信号を更新するレートを評価することです。これはシミュレーター間で大きく異なり、一部のシナリオでは非常に重要となります。

#### 重要となる分野

シミュレーションの反復率(SIR) は、ハードウェア・インザループ(HIL) 構成にて鍵を握ります。DUT が高速で移動したり、急激な動きを示す場合はいずれも、高い更新レートが要求されます。更新レートが不足する場合、大幅な疑似距離エラーが発生するか、レシーバーが衛星の追跡を失います。

動きの激しいユースケースの例は以下が挙げられます。

- ・ HIL - フライトシミュレーション / 自動車シミュレーション / 同様な産業にて使用される機器
- ・ 自動車
- ・ ドローン
- ・ 航空機
- ・ ウェアラブル
- ・ 携帯デバイス

## 評価

より動きの多いアプリケーションにおいては、100Hz-1,000Hz の更新レートが必要となります。これは、ミサイルやドローンなどの飛行物体において最も重要です。より低い更新レートは低速の車両や固定された物体において十分です。この場合、10Hz で許容されます。

この試験において例外なく不合格となる唯一の条件は、評価対象のシミュレーターが仕様に記載される更新レートを確保できないことです。

## レイテンシの考慮

GNSS シミュレーション機器をより大規模な閉鎖HIL システム（飛行物体、車、ドローンのシミュレーターといった移動式のソース）の一部として使用する場合、RF 出力へ動作のレイテンシを入力することを考慮することが重要となります。閉ループシミュレーションは本質的にデータを常に遅らせるため、移動に起因する疑似距離の変化/ ドップラー効果を算出して、可能な限り素早くRF へ導入することが不可欠となります。これによりHIL 設定内のすべてのシステムがリアルタイムに同期されます。

車両の衝突や大きな動きの操作など、予測のつかない、激しい急激な動作が動作の流れに導入される場合、低レイテンシは特に重要性を増します。例えば、そのような場合はGSS9000 は最大4ms 内でRF におけるそうした変化をシミュレートできます。

## 結論：まず試験そのものを試験しましょう

現場にいる消費者にとって、測位パラメーターを測定する最も確実な方法は今のところシミュレーションであることは常識となっていますが、どのシミュレーターも同等であるというわけではありません。シミュレーションされた信号の精度と安定性は試験計画や、究極的には開発中の製品に大きく影響を与えます。

## デバイスを試験する前に、試験機器自体を試験しなければなりません。

この手順は安心できるベンチマークを確立するために不可欠であり、見かけほど困難な作業ではありません。一流のGNSS シミュレーションメーカーはどれも、実用的なデモと比較トライアルに通常は同意し、お客様独自のアプリケーションにどのような試験計画と機器が最適か、詳細なアドバイスを提供できます。

最後に、疑問がおありの場合は、遠慮なく専門家に相談ください。GNSS 試験に対する投資は多額に上り、試験上の選択を誤ると結果的な被害がそれ以上に拡大します。

当社の技術者はこの技術を日常的に扱っており、お客様の開発、統合、生産のあらゆる段階にて安心して作業できるように、適切な試験のフレームワークが使用されているかの確認へ積極的に協力いたします。

Spirent は検証、評価、解析、デバイスインテリジェンスのソリューションを提供する第一人者です。当社はネットワーク、常時接続デバイス、通信サービスを提供する企業がより優れたユーザー体験を実現できるよう支援します。サービスプロバイダーのネットワークから企業向けデータセンター、モバイル通信や常時接続デバイスにいたるまで、Spirent は一流のイノベーターと提携して世界中でより素早く、確実に、安全に通信して協力できるようにします。

[spirent.com](https://spirent.com)

南北アメリカ 1-800-SPIRENT

+1-800-774-7368 | [sales@spirent.com](mailto:sales@spirent.com)

米国政府および国防

[info@spirentfederal.com](mailto:info@spirentfederal.com) | [spirentfederal.com](https://spirentfederal.com)

欧州および中東

+44 (0) 1293 767979 | [emeainfo@spirent.com](mailto:emeainfo@spirent.com)

アジアおよび太平洋

+86-10-8518-2539 | [salesasia@spirent.com](mailto:salesasia@spirent.com)



© 2019 Spirent. 無断複製・転載を禁じます。

本文書において参照される全ての企業名および/ または製品名、特に「Spirent」およびそのロゴを冠したデバイスは、Spirent plc とその子会社の、登録済み、あるいは 該当する国内法に基づき登録申請中の商標です。その他全ての登録商標または商標はそれぞれの所有者の財産です。

本文書に記載された情報は予告なく変更される場合があります、またSpirent の約束を意味するものではありません。本文書に記載された情報は正確で信頼できる内容です。ただし、Spirent は文書内における誤りや不正確さに関していかなる責任や義務も負うことはありません。

MCD00397JP | Issue 1-03 | 10/19