Application Note

# **Anritsu** envision : ensure

モバイル・インターフェアレンス ・ハンティングシステム

モバイル・インターフェアレンス・ハンター™ MX280007A

# はじめに

電波干渉(干渉)は、モバイルサービスプロバイダ、セキ ュリティサービス、および規制当局にとって重大な問題で す。干渉によりネットワークのパフォーマンスが低下し、 重要な通信が中断されることがあります。干渉は違法信号 や非意図的信号が原因で生じます。

これらの干渉源を見つけること、すなわち干渉波探索は、 従来は相当な時間と作業者を必要としていました。従来方 法は、指向性アンテナを使用して複数の場所から測定を手 動で行い、次に、三角測量法を基にして干渉源の位置を割 り出していました。この干渉波探索プロセスは、干渉源の 位置が正確に特定されるまで繰り返されました。

この干渉波探索を自動化したシステムが、アンリツのモバ イル・インターフェアレンス・ハンティングシステムです。 このシステムでは、MX280007A モバイル・インターフェ アレンス・ハンター™ソフトウェアによって、複数の測定 結果が自動的に取得され、干渉波探索が実行されます。こ の時、車両を干渉源の近くに誘導するために、干渉源の方



ェアレンス・ハンティングシステム

向をマップと音声ガイドで干渉波探索者に知らせます。このシステムは干渉源の位置を特定するソフトウェア MX280007A (Windows タブレット PC にインストール)、アンリツのハンドヘルド スペクトラムアナライザおよび、全 方向性アンテナを使用します。



図 2: MX280007A モバイル・インターフェアレンス・ハンター™ (Windows タブレット PC)

このアプリケーションノートでは、モバイル・インター フェアレンス・ハンティングシステムの干渉波探索プロ セスに焦点を当てます。干渉源のタイプと発生地点を探 索する MX280007A とスペクトラムアナライザの機能 および、設定について概説します。また、複数のユース ケースシナリオも検討します。モバイル・インターフェ アレンス・ハンティングシステムが様々なタイプの干渉 源を見つけるために、どのようにシステムの機能を最適 化するかを説明します。

## 干渉源の特定に必要な機材

モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムが動作するには、次の機材が必要です。

- 1. MX280007A ソフトウェア(ライセンス付き)
- 2. Windows タブレット PC (Windows オペレーティングシステム 8 または 10)
- 3. マグネット式全方向性アンテナ
- 4. GPS アンテナ
- 5. アンリツのハンドヘルド スペクトラムアナライザ

その他、推奨されるアクセサリには次のものがあります。(必須ではありません)

- 6. 指向性アンテナ
- 7. MA2700A ハンドヘルドインターフェアレンス・ハンター (妨害波方向探知アンテナシステム、スペクトラムアナライザにはオプション 25 が必要)
  8. Windows タブレット PC の取り付け金具(車両のダッシュボードへの取り付け)
- 8. Windows タンレット PC の取り付けま 9. バンドパスフィルタ
- 9. ハントハスショルショ 10. 車両用電源アダプタ(スペクトラムアナライザ用)
- 11. アンリツ PN 2000-1752-R ワイヤレストラベルルータ

以下は、指向性アンテナ、MA2700A、およびバンドパスフィルタについての概説です。アクセサリの詳細については、アンリツの Web サイトをご覧ください。

### 指向性アンテナ

例えば、建物の最上部にある干渉源(図 3)や車両が侵入できない場所の干渉源(図 4)等、モバイル・インターフェ アレンス・ハンティングシステムが干渉源の位置特定を、正確に出来ない場合があります。



図3:建物の最上部の干渉源



図4:車両のアクセスが困難な干渉源

このような状況では、干渉波探索者が指向性アンテナを持ち込んで干渉源の位置を正確に特定します。モバイル・イン ターフェアレンス・ハンティングシステムの目的は、干渉源の徒歩圏内に車両で素早く到着することです。次に、干渉 源位置を正確に特定する最終ステップを、指向性アンテナを含むポータブルシステムを使って、容易かつ最小限の時間 で達成します。指向性アンテナを図 5、図 6 に示します。対応する代表的放射パターン(図 7、図 8)も示します。



図 5: 八木アンテナ:高い指向性、狭帯域幅(2.4 GHz - 2.5 GHz)、 アンリツ型名 2000-1415-R



図7:八木アンテナの放射パターン



図 6: ログ周期アンテナ:低指向性、広帯域幅(300 MHz - 7 GHz)、 アンリツ型名 2000-1747-R



図8:ログ周期アンテナの放射パターン

# MA2700A ハンドヘルドインターフェアレンス・ハンター

干渉源位置を正確に特定する最終ステップとして、MA2700A と指向性アンテナを共に使用します(図 9、図 10)。 MA2700A には、GPS、電子コンパス、およびプリアンプ(ユーザーが ON/OFF 選択可能)が実装されています。指向 性アンテナと MA2700A の間にバンドパスフィルタを簡単に取り付け可能です。MA2700A を使用するには、スペクト ラムアナライザにオプション 25(妨害波解析機能)を実装します。





図 10:指向性アンテナとチャネルフィルタを実装した MA2700A ハンドヘルドインターフェアレンス・ハンター

図 9: MA2700A ハンドヘルドインターフェアレンス・ハンター による干渉源位置の特定

# バンドパスフィルタ

信号強度の高いエリアで干渉源を探索する場合は、バンドパスフィルタを使うことを強くお勧めします(図 11)。バンドパスフィルタは、干渉波探索に必要な周波数帯域以外の信号を減衰します。セルラネットワークでは、BTS が受信する周波数を通過させるチャネルフィルタが使用できます。このチャネルフィルタは、対象となる干渉波に近い周波数のダウンリンク信号を減衰し、スペクトラムアナライザが過負荷にならないように保護します。セルラ基地局のダウンリンク信号は、アップリンク信号よりもはるかに高いパワーレベルで送信されることがよくあります。図 13 に示すように、通常、バンドパスフィルタ(図 12) は、モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムで使うスペクトラムアナライザの RF IN ポートとアンテナケーブルの間にインラインで挿入します。



図 11: バンドパスフィルタの周波数応答



図 12:バンドパスフィルタ



図 13 : スペクトラムアナライザとアンテナケーブル間 に挿入されたバンドパスフィルタ

# スタート・ガイド

## ハードウェアセットアップ

モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムに使用するハードウェアのセットアップは、わずかな手順で 完了します。

1. マグネット式 RF 全方向性アンテナを車両の屋根に取り付けます。

2. RF 全方向性アンテナに GPS アンテナが含まれていない場合は、GPS アンテナも屋根に取り付けます。

3. スペクトラムアナライザを助手席に固定します。固定するときは、シートベルトを使います。

4. Windows タブレット PC を、車両のダッシュボードに取り付けます。

5. すべての機材を接続します。このとき Windows タブレット PC とスペクトラムアナライザの接続は Wi-Fi リンクが 適しています。手順は、MX280007A Mobile InterferenceHunter™ User Guide (10580-00416) に記載しています。

#### 干渉波の確認

干渉波探索を開始する前に、干渉波探索者はまず、スペクトラムアナライザで干渉波を「見る」ことができなければな りません。干渉波の周波数が事前にわからない場合、干渉波探索者は対象のすべての周波数を含むようにスペクトラム アナライザの掃引を実行します。

セルラネットワークでは、ネットワークで問題が発生したときに、干渉波の存在が最初に疑われる場合があります。通話ドロップ、データレート低下、ノイズフロア上昇等の発生率が高い場合は、オペレーターのネットワーク統計を通じて報告されます。

しかし、これらの問題は、必ずしも干渉波の存在を示すとは限りません。PIM(Passive Intermodulation)、基地局の ファームウェアの問題、機器の誤動作などの原因によっても、ネットワークのパフォーマンスが低下します。まず、最 初に問題が報告された BTS の場所に移動し、BTS 受信機の冗長ポートにスペクトラムアナライザを接続して、受信スペ クトラムを調べます。次に、干渉波の存在(およびその周波数と形状)をスペクトラムアナライザで確認します。

基地局への移動が不可能な場合、問題が報告されたセクタに行きます。車両の屋根に取り付けられた全方向性アンテナを使用して、トラブルのあった領域を運転しながら周波数スキャンを実行します。通常、スペクトラムアナライザの周波数スパンは、そのセクタの BTS 受信機の帯域幅割り当てに設定します。干渉波が特定されると、より狭い周波数スパンを設定します。

非セルラアプリケーション(または違法電波送信を探索している場合)では、干渉波探索者は問題が疑われるエリアに 行く必要があります。スペクトラムアナライザの広帯域掃引を実行して、問題の干渉を調査します。 問題の干渉波が特定されると、狭い周波数スパン設定します。モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステ ムは干渉波へのチャネルパワー測定を実施するため、チャネルパワースパンは干渉波の帯域幅より、わずかに広く設定 します。チャネルパワー測定の概説は、この後の項「スペクトラムアナライザの設定」に記載します。

## スペクトラムアナライザの設定

低レベルの信号を測定するには、スペクトラムアナライザの RBW / VBW 設定をできるだけ低く設定します。通常、RBW / VBW の設定はそれぞれ 1 kHz / 300 Hz が出発点とし適切です。RBW / VBW 設定をさらに下げると、掃引速度が遅くなりますがスペクトラムアナライザのノイズフロアが低下します。さらに、スペクトラムアナライザのプリアンプ(装備されている場合)をオンにすると、ノイズフロアが約 10 ~ 15 dB 改善します。これにより、干渉波探索者は低レベルの干渉波を観察することができます。

干渉波探索者は、スペクトラムアナライザの掃引速度を上げるため、スペクトラムアナライザの高速モードの使用も検討します。高速モードはある程度の振幅精度を犠牲にします。しかし、モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムで使用される干渉波探索アルゴリズムは、POA(power of arrival technology)です。干渉波探索者が干渉源に近づいたり、遠ざかったりするときの振幅の相対的な変化には、絶対信号レベルは、さほど重要ではありません。

ほとんどの場合、干渉波探索者自身がスペクトラムアナライザで平均化をする必要はありません。MX280007A は、設定された Sensitivity (感度レベル)に従って、適切なレベルの平均化を自動的に実行します。MX280007A の Sensitivity および、その他のパラメータに関する概説は、このドキュメントの後半で説明します。

目的の干渉波を測定するとき、干渉波探索者は変調タイプ(変調されている場合)、帯域幅、信号の周波数ドリフトなどの特性に注意します。モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムでは、干渉波に対してチャネルパワー 測定を実施するため、適切なスパンを設定して干渉波の帯域幅を含めます。

干渉波の周波数がドリフトする場合、チャネルのパワー測定スパンには、ドリフトしている周波数の全範囲が含まれている必要があります。スペクトラムアナライザと Windows タブレット PC を接続してモバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムが動作可能になると、スペクトラムアナライザは自動的にチャネルパワー測定モードに設定されます。

チャネルパワー測定は、広帯域信号のトラッキングに重要です(図 14 は代表的なチャネルパワー測定例)。通常、チャ ネルのパワー測定スパンは、信号が占める周波数帯域幅を含むように設定します。

特に、時間の経過とともに周波数がドリフトする干渉波の測定には、チャネルパワー測定が不可欠です。携帯電話のブ ースターからの干渉は、周波数がドリフトする場合の信号例です。干渉波探索者は、スペクトラムアナライザの波形か スペクトログラムを使用して、干渉波の周波数ドリフトを測定します。図 15 は、時間とともに周波数がドリフトする 信号のスペクトログラム波形です。



図 14:チャネルパワー測定



図15:スペクトログラム。信号周波数がドリフトしている例

# モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムの起動

## MX280007A ライセンス

アンリツのモバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムを実行するには、ライセンスキーが必要です。ラ イセンスキーは、Windows タブレット PC に登録するテキストファイル(ライセンスファイル)です。ライセンスキー は、スペクトラムアナライザのモデルとシリアル番号を基に作成され、暗号化されています。ライセンスキーはスペク トラムアナライザと Windows タブレット PC とを通信可能な状態にします。

複数のモバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムを購入した場合、各ライセンスキーは、1 個または複数のスペクトラムアナライザで使用可能です。また、1 つのライセンスファイルで、複数のスペクトラムアナライザとの認証を提供します。ライセンスファイルは複数のタブレット PC にコピーできます。ただし、タブレット PC はライセンスキーに関連付けられている特定のスペクトラムアナライザとのみ、通信できます。

ライセンスキーを MX280007A にアタッチするには、ライセンスファイルを MX280007A の画面にドラッグします。 または、MX280007A の[Help]メニューをクリックし、「Import Licenses」タブに移動して、ライセンスキーを読み 込みます。ライセンスキーが MX280007A にアタッチされると、タブレット PC を再起動してもライセンスキーは<mark>消</mark>え ません。さらに、MX280007A のバージョン更新情報は、ライセンスキーに自動的に添付されます。MX280007A への ライセンスのアタッチは、1 回限りの手順です。

ライセンスキーがMX280007A にアタッチされていることを確 認するには、MX280007A 画面の上部にある[Help]メニューを タッチし、「About Anritsu Mobile InterferenceHunter」 タブ に移動します。ライセンスキーと、キーが関連付けられている 各スペクトラムアナライザ(モデルおよびシリアル番号)を確 認します。



## マップを使用する

モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムは、 GoogleMaps™とOpenStreetMap™の2種類のマップで動作します。 MX280007A 画面の上部にある[Settings]メニューをタッチし、 「Map Source」をタッチします(図16)。そのあと、「Google Maps」 または「Open Source Maps」メニューを選択します。さらに、以前 のマップが既にインストールされている場合は、「Installed Map Files」というメニューを選択して、以前に使用したマップを呼び出し ます。

GoogleMaps™を使用するには、干渉波探索の間、インターネット接続が必要です。インターネット接続のために、タブレット PC にセルラ USB モデムを接続します。モデムからの無線周波数が干渉周波数と競合しないように注意します。

OpenStreetMap™は、Windows タブレット PC にダウンロード可能 です。アンリツ MX280007A Web ページに、OpenStreetMap™への リンクがあります。アンリツのマップサイトへの URL は以下です。



図 17 : アンリツ MX280007A Web ページ

https://www.anritsu.com/ja-JP/test-measurement/products/mx280007a

世界中の何百もの都市のマップがダウンロードできます。タブレット PC にマップファイルをダウンロードしたら、マ ップファイルを MX280007A 画面にドラッグアンドドロップします。この手順により、マップがモバイル・インターフ ェアレンス・ハンティングシステムに自動的に読み込まれます。あるいは、MX280007A の[Settings]メニューの下に ある「Open Source Maps 」選択を使用して、OpenStreetMap™をロードできます。

#### MX280007A 設定メニュー

MX280007A の[Settings]メニューには、干渉波探索者がモバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムを 最適化するために使う、多くの機能があります。例えば、MX280007A 画面フォントサイズとボタンサイズを変更でき ます。また、さまざまなボタン・アイコンが画面の左に表示します。他の設定オプションは、ソフトウェアメニューに リスト表示されます。

#### Audio Tones (オーディオトーン)

「Audio Tones」をON に設定すると、干渉波探索の間、オーディオトーンが再生されます。トーンの音程は、信号強度が増加するにつれて上がります。これは、干渉波探索者(ドライバ)が干渉源に近づいていることを示します。トーンは、運転中に干渉波探索者(ドライバ)が頻繁にマップを参照する必要を軽減します。

#### Voice Prompts(音声ガイド)

「Voice Prompts」は ON/OFF 設定できます。この機能は、車両を干渉源に導く音声ガイドを出し、干渉波探索者(ド ライバ)が運転中に頻繁にマップを参照する必要を軽減します。「left」(左)、「right」(右)、「forward」(前方)、 「back」(後方)などの音声ガイドを、干渉波探索の間、再生します。音声ガイドは、マップに表示される道路の位置 ではなく、GPS による位置に基づくものです。たとえば、音声ガイド「left」(左)を指示したとき、道路上では、す ぐに左折することが出来ない場合、干渉波探索者(ドライバ)は、道路上で可能な位置で左折するか、後の音声ガイ ドの指示に従います。

「Voice Prompts」は、干渉波探索者(ドライバ)に対する干渉源の方向を示します。MX280007A 干渉波探索アルゴ リズムは、GPS を使用して干渉波探索者(ドライバ)の車両移動方向を検知し、車両が干渉源に向かっているか、離 れているかを判断します。車両移動中に追加の測定ポイントを取得することにより、モバイル・インターフェアレン ス・ハンティングシステムは干渉源の位置を、より正確に特定します。左折する音声ガイドは、干渉源が干渉波探索 者(ドライバ)の左にある可能性を示します。干渉波探索者(ドライバ)は、音声ガイドの方向に進むことができる 道路上を移動します。「Voice Prompts」(音声ガイド)の詳細については、このドキュメントの後半で説明します。

#### Min/Max Hold (最小/最大ホールド)

「Min Hold」は、多くの断続的な信号が存在する周波数帯域の干渉源を見つけるのに最適です。最も頻繁に使用され るケースは、LTE アップリンク帯域の干渉波を測定するときです。LTE のトラフィック信号は本質的にバーストです。 その結果 LTE アップリンクトラフィック信号によって、干渉波は、特定の時間に隠れてしまいます。「Min Hold」を 適用すると、測定から LTE 信号が削除され、干渉波のみが残ります。干渉波を測定した後、「Min Hold」がリセット し、新しい測定ができます。「Min Hold」をリセットする時間は干渉波探索者が設定します。経験則としては、「Min Hold」のリセット時間は 3 ~ 5 秒に設定します。ただし、LTE アップリンクのトラフィック信号の強さと車両速度 に応じて設定時間を調整します。「Min Hold」を使用した波形ついては、図 18 を参照してください。

「Max Hold」は、測定期間中に帯域内の最大信号のみを表示します。「Max Hold」は、パルス信号またはバースト信号を見つけるのに最適です。代表的なパルス信号はレーダーで、短いパルスが送信されます。レーダーシステムは、 パルスを送信した後に、反射波を受信するため一定時間、待機します。「Min Hold」と同様に、「Max Hold」をリセットする時間は干渉波探索者が設定します。



図 18: Min Hold を適用する前後の LTE アップリンクバンドのスクリーンショットの比較。 左図の LTE トラフィックによって隠されて いる干渉源は、右図の画面ではっきりと確認できる。

「Max Hold」または「Min Hold」のいずれかを選択すると、MX280007A 画面の右上隅にスライドバーが表示されます。干渉波探索者は、スライ ドバーで Min または Max Hold がリセットされるまでの時間(秒単位) を設定します。スライドバーについては、図 19 を参照してください。

#### Squelch Limit(スケルチリミット)

干渉波探索にとって不必要な低レベル信号が存在することが頻繁にあり ます。これらの信号が測定対象のチャネル内に存在し、干渉波として誤 って認識されます。そこで、「Squelch Limit」は、パワーがそのリミッ トを下回るすべての信号が、モバイル・インターフェアレンス・ハンテ ィングシステムによって無視されるように設定します。「Squelch Limit」は、dBmの単位で干渉波探索者が設定します。

#### Sensitivity (感度)

「Sensitivity」は、測定が行われる地形に基づいて、干渉波探索者が探索アル ゴリズムを最適化できるようにするための設定です。図20の表に示すように、 「Sensitivity」は 0 ~ 5 の範囲で設定可能です。干渉波のパワーレベルは、 一般的に測定瞬時値は使用せず、平均値が使われます。平均長は「Sensitivity」 設定に比例します。例外は、平均化が行われない「0」設定です。

高レベルのマルチパスが存在する環境では、平均化「Sensitivity」設定 を強めます。通常、高層ビルやその他の障害物が多く見られる都市環境 では、マルチパスの信号レベルが増加します。低レベルの「Sensitivity」 設定は、マルチパスが比較的少ない場合に最適です。低レベル設定の利 点は、測定値をより速く処理するため、干渉源を特定する時間を短縮で きる可能性があります。都市部や高レベルのマルチパスが疑われる環境 での干渉波探索では、「4」または「5」の設定を使用します。図 21 に マルチパスのイメージを示します。



図 19 : Min Hold	、	Max Hold	を設定するスライドバ-
-----------------	---	----------	-------------

Sensitivity	Terrain	
0	(No Averaging)	
1	Rural (high sensitivity)	
2	Light Suburban	
3	Suburban	
4	Urban	
5	Dense Urban	

図 20: MIH で使用可能な Sensitivity (感度)



図 21:都市環境におけるマルチパス

#### Peak Detection Threshold (ピーク検出しきい値)

メニューの「Sensitivity」セクションで、「Peak Detection Threshold」というパラメータを設定します。このしき い値は「Low」、「Medium」、「High」の3つの中から選びます。この設定は、干渉源の位置推定を始める前に、測定 する干渉波のレベルの変化程度に合わせます。ほとんどの場合、「Peak Detection Threshold」を「High」のままに しておくと、十分なパフォーマンスが得られます。「Low」または「Medium」に設定すると、小さなエリアの中で干 渉を引き起こす、低レベルの干渉波を探すときに役立ちます。

#### Growing Breadcrumbs (パンくずの成長)

色付きのドット(「パンくず」と呼ばれます)は、干渉波探索者が探索を実施する経路に沿ってマップ上に表示されま す。ドットの色は、各々の場所で測定された信号強度に比例します。Windows タブレット PC の画面がはっきり見え ない日差しの強い地域では、ドットの色だけでなくドットのサイズも信号強度に比例するように、「Growing Breadcrumbs」を設定できます。

#### Log Data While Stopped (車両停止中のデータログ)

通常の操作では、車両が停止している間は、測定データは取得されません。「Log Data While Stopped」設定をチェックすると、車両の動きに関係なくデータを継続的に取得できます。

# 測定モード

## Single Emitter(シングルエミッタ)

「Single Emitter」モードは、モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムの標準動作モードです。一個の 干渉源が探索され位置特定されます。

## Multiple Emitters (マルチエミッタ)

「Multiple Emitters」モードでは、任意の数の干渉波を探索する場合で使います。各干渉波は同じ周波数帯に存在する必要があります。この「Multiple Emitters」モードは、ケーブルテレビの電波漏れによって発生する干渉を捜すのに役立ちます。通常、ケーブルテレビシステムは一ヶ所の設置で近隣全体に展開します。設置から時間が経つにつれて、ケーブルシステムのコネクタおよび、その他のコンポーネントが磨耗し、電波が漏れることがあります。このケーブルテレビ電波放射の周波数は、設置する地域と年によって異なりますが、数百 MHz から 1 GHz の範囲です。

ケーブルテレビの干渉(または他の形式のマル チエミッタ電波放射)を探索するには、 「Multiple Emitters」設定を選択します。干渉 波探索者がしきい値レベルを設定できるウィ ンドウが表示します。このしきい値は、エミッ タソース(電波放射源)と見なされるために、



図 22 : 典型的な CATV 信号

電波のピークがローカルミニマムを超える高さ(dB)です。しきい値を設定した後、干渉波探索者は近隣を車両で探索 します。

干渉が疑われる各場所のマップ上にマーカが自動的に表示されます。この時、干渉波探索者は[File]メニューの「Capture Screen」を選択して、マップのスナップショットを取得できます。または、タブレット PC でキーボードを使用している場合、干渉波探索者は Ctrl-C を押してスナップショットを取得できます。ケーブルテレビ信号の様子については、図22 を参照してください。

# Spectrum Clearing (スペクトラム クリアリング)

「Spectrum Clearing」モードを使用すると、干渉波探索者が設定したしきい値を超える信号が測定されるたびに、マーカをマップに配置できます。しきい値を超えた場所ごとに画面のスクリーンショットを保存します。



# ユーザーインターフェイス

図 23 は、さまざまな機能を紹介した MX280007A の画面です。

# Power vs Time/Position チャート

MX280007A 画面上部の Power vs Time/Position チャート(図 24)は、高さが信号強度に比例する棒グラフを表示します。干渉波探索者(ドライバ)が干渉波探索経路に沿って移動すると、MX280007A 画面上で画面の左から右に棒グラフが描かれます。



図 24: Power vs Time/Position チャートのスクリーンショット。左側の灰色部分は干渉波検出アルゴリズムでは考慮されない測定

干渉源の位置を計算する基になる測定ポイントは上限 350 個です。干渉波探索を実施すると、350 を超える測定ポイントが取得されるため、探索の開始時に計算された測定ポイントは考慮されなくなりますが、最新の測定ポイントが過去 に測定された測定ポイントと入れ替わります。図 24 は、350 以上の測定ポイントを取得した Power vs Time/Position チャートです。チャートの黄色網掛けで示された領域(グラフの右側)が干渉波探索アルゴリズムによって考慮されま す。干渉波探索の開始時に測定された信号(灰色網掛け)は、考慮されません。 図 24 で、干渉波探索者(ドライバ)は、Power vs Time/Position チャートの黄色の縦線カーソル(グラフの左端の部 分にあります)を前後に移動して、測定が行われたマップ上の位置(緑色の車両のアイコン)を表示します。

干渉波探索者(ドライバ)が以前のピークが位置していたエリアを再訪したいという状況があるかもしれません。干渉 波探索者(ドライバ)は、MX280007A アルゴリズムを一時停止し、Power vs Time/Position チャートの黄色の縦線 カーソルを任意の位置にスライドできます。車両のアイコンは、その測定が実施されたマップ上の場所に移動します。

この機能は、MX280007A 干渉波探索アルゴリズムが一時停止している場合に使用できます。これは、画面の左上にある緑色の「Pause」ボタンをタップすることで実行できます。干渉波探索アルゴリズムの実行を続行するには、「Pause」ボタンの上にある三角形のアイコンをタップします。 安全のため、干渉波探索アルゴリズムの実行中(ドライバが運転中)には、すべての設定を変更することはできません。

## Voice Prompts と Map Direction Indicators (音声ガイドとマップ方向インジケータ)

MX280007A ソフトウェアは、車両アイコンに矢印(緑色)を表示して、干渉源の方向を示します。「前方」、「後方」、 「左右」などの方向矢印が示されます。図 25、26、および 27 を参照してください。



図 25 : 前方に進む車両







左右矢印が指定されている場合、干渉波探索者(ドライバ)はどちらの方向に行くかを選択します。MX280007A 干渉 波探索アルゴリズムは常にパワーレベルを測定し、間違った方向に進んだ場合に「戻る」矢印を指定します。この左右 向矢印の目的は、干渉波探索アルゴリズムに追加の測定ポイントを与えて、干渉源の位置を、より正確に判断すること です。図 28 は、干渉波探索者(ドライバ)に左右方向が指定されている状況を示しています。

干渉波探索アルゴリズムは、次の交差点で車両が方向転換することにより、干渉波探索者(ドライバ)が同じ方向を進 むべきか、それとも別の方向に進むべきかを判断します。

マップに表示される方向矢印に加えて、音声ガイドも実施さ れます。音声ガイドは方向矢印を反映しています。たとえば、 前方に進むことを干渉波探索者(ドライバ)に指示するマッ プ上の矢印には、音声ガイド「forward」が対応します。音声 ガイドにより、干渉波探索者(ドライバ)はマップを参照す る必要が軽減されます。



音声ガイドには、「back left」(左に戻る)と「back right」 (右に戻る)もあります。干渉波探索者(ドライバ)はそれぞ れの指示に従います。

図 28 : 「左右」 方向が指定されている

MX280007A ソフトウェアで使用されるマップはオーバーレイです。つまり、「地形認識」ではありません。たとえば、 左折が求められるが、道路上では左折ができない場合があります。干渉波探索者(ドライバ)は、左折が促されたエリ アに移動するために、実際の道路状況を考慮する必要があります。音声ガイド「back left」と「back right」は、最初 の指定を実行できない場合に出される場合があります。

## 干渉源を見つける

スペクトラムアナライザとタブレット PC にインストールした MX280007A ソフトウェアをセットアップすると、干渉波 探索を開始できます。MX280007A 画面の左上にある緑色の三角形のアイコンをタップするだけで、干渉波探索の車両運 転を開始できます。十分なデータ数の測定が行われるまで、干渉源の方向は提示されません。通常、この初期プロセスは 車両運転の最初の数分で完了します。



図 29: 左下のスペクトラムアイコンをタップすると、右上にスペクトラムが表示される

車両運転中にスペクトラムを表示することもできます。画面の左下にあるスペクトラムアイコンをタップします。これに より、スペクトラムが上部(トレースデータビューア)に表示されます(図 29)。

干渉波探索者(ドライバ)は、このトレースデータビューアを ダブルタップして、スペクトラムを全画面表示することもでき ます。全画面表示を1回タップすると、マップに戻ります。 全画面表示の例は図30を参照してください。

車両運転中にスペクトラムを表示できることは、MX280007A ソフトウェアの重要な機能です。特に干渉波探索の初期段階で は、車両運転中に干渉源の信号強度を確認することは、車両が 正しい方向に移動していることを示す良い指標になります。音 声ガイドでの指示が開始されると(またはマップに方向矢印が 表示されたら)、指示に従って進みます。干渉波探索に関する 十分なデータが取得された後、マップ上に円が表示され、干渉 波探索者(ドライバ)が進むべき方向を示します。円は、干渉 源が存在する領域を示します(図 31)。



図 31 に示されているように、円は多色である場合があります。緑の部分は測定を実施した領域を示していますが、オレ ンジ色の部分は不確実な領域を示しています。干渉源位置の信頼性を高めるには、オレンジ色の部分を測定して追加の測 定ポイントを蓄積します。オレンジ色の部分を含む放射状の線は、探索する必要のあるドライブ領域です。(図 32)



図 31:干渉波探索中の円

図 32: 干渉源位置の信頼性を高めるには、干渉波探索者は オレンジのエリアを運転する必要があります

オレンジで網掛けされた領域で追加の測定ポイントが取得された後、干渉源の存在する可能性が高い領域を示す場合、 MX280007A は新しく別の円を表示することがあります。この時点で、干渉波探索者(ドライバ)は Power vs Time/Position チャートでピークパワーを探し、干渉源を見つけます。

干渉源の位置がモバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムによって絞られたら、指向性アンテナとスペク トラムアナライザを使用して、干渉源の位置を正確に特定します。

# 干渉源の位置を正確に特定する

このドキュメントで前述したように、モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムは、干渉波探索者(ドラ イバ)を干渉源に近づけるように設計されています。しかし場合によっては、システムが正確な干渉源位置を特定できな いことがあります。

たとえば、干渉源は、オフィスビル、屋上等、モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムがアクセスでき ない場所にも存在しています。その様な状況では、干渉波探索者は車両を降り、八木または他の指向性アンテナを使用し て干渉源の位置まで歩きます。この最後のステップでは、指向性アンテナと組み合わせた MA2700A が干渉源を正確に特 定するのに適したソリューションになります。

# まとめ

アンリツのモバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムは柔軟に設計されているため、干渉波探索者は MX280007A を最適化して干渉源を効率的に見つけることができます。スペクトラムアナライザは、干渉波探索に使用し ない場合、信号品質分析やカバレッジマッピングなど、他のさまざまなアプリケーションに利用できます。

MX280007A は干渉波探索者による機能設定を記憶し、これをデフォルト設定にできます。これにより、干渉波探索のセ ットアップ時間を最小限に抑えることができます。干渉波探索のログファイルと MX280007A スクリーンショットは、干 渉波探索者がトップメニューの[File]を選択することで簡単に保存できます。これらのログファイルは、干渉波探索の管理 文書のデータに使われます。また、干渉波探索自体をさらに分析するためにも使われます。

モバイル・インターフェアレンス・ハンティングシステムは、干渉波探索者が干渉源を見つけるための理想的な方法です。 規制当局、オペレーター、または公共安全のいずれにとっても、アンリツのモバイル・インターフェアレンス・ハンティ ングシステムは、干渉源を見つけ、除去するための理想的な方法です。

