坤恒顺维
KSW TECHNOLOGIES CO.,LTD

KSW-VSG04 ベクトル信号発生器

ユーザーマニュアル



目次

1 安全な使用 5

1.1 安全表示 5

1.2 動作状態と位置 5

1.3 電気安全 6

1.4 操作上の注意事項 7

1.5 メンテナンス 7

1.6 輸送 8

1.7 廃棄処理と環境保護 8

2 製品概要 9

2.1 製品の特徴 9

2.2 代表的な用途 10

3 クイックスタート 12

3.1 使用前の準備 12

3.2 フロントパネル 12

3.3 背面パネル 13

3.4 ユーザーインターフェース 14

3.5 タッチ操作 14

3.6 パラメータ設定 15

4 ボタンとメニュー 16

4.1 周波数パラメータ設定 16

4.2 振幅パラメータの設定 16

4.3 デジタルベースバンド 16

4.3.1 カスタムデジタル変調信号 17

4.3.2 5G NR 信号モデル 25
4.3.3 LTE 信号モデル 26
4.3.4 マルチキャリア信号 28
4.3.5 GPS信号 ..... エラー！ブックマークが定義されていません。
4.3.6 任意波形発生（ARB） 30
4.4 フェージング 46
4.5 AWGN 47
4.5.1 加法ノイズモデル 49
4.5.2 純粋なノイズモード 50
4.5.3 連続波干渉モード 51
4.6 IQ変調器 52
4.7 RF（高周波） 55
4.7.1 アナログ変調 ..... エラー！ブックマークが定義されていません。
4.7.2 スキャン 56
4.7.3 パルス設定 58
4.7.4 周波数ホッピング設定 ..... エラー！ブックマークが定義されていません。
4.7.5 ALC設定 59
4.8 ショートカットキー 60
4.8.1 「RF On/Off」のショートカットキー 61
4.8.2 「Mod On/Off」ショートカットキー 62
4.8.3 「Preset」 のショートカットキー 63
4.8.4 「デスクトップ」ショートカットキー 63
4.9 設定の参考 64

4.10 システム設定 66

5 実用例 73

5.1 RF信号の出力 73

5.2 アナログ変調信号の出力 73

5.3 パルス変調信号の出力 ..... エラー！ブックマークが定義されていません。

5.4 周波数ステップスキャン信号の設定 ..... エラー！ブックマークが定義されていません。

5.5 電力ステップスキャン信号の設定 ..... エラー！ブックマークが定義されていません。

5.6 波形ファイルの再生 76

5.7 IQ変調信号の出力 ..... エラー！ブックマークが定義されていません。

6 リモート制御 79

6.1 リモート制御の基礎 79

6.1.1 LAN インターフェース 79

6.1.2 IPアドレス 79

6.1.3 VXI-11プロトコル 80

6.1.4 ソケット通信 80

6.2 計器の制御ポートと設定 81

6.3 VISAインターフェースに基づくリモート制御 82

6.3.1 VISA ライブラリ 82

6.3.2 VISA に基づく制御の例 83

6.4 リモート制御コマンド 87

6.5 プログラミング例 87

7 一般的な点検 88

7.1 一般的な点検 88

7.2 トラブルシューティング 88

8 サービスとサポート 91

8.1 保証の概要 91

8.2 お問い合わせ 91

1 安全な使用方法

1.1 安全表示

本製品には以下のマークが表示されている場合があります：

記号	意味
	高電圧警告
	注意
	導電端の保護
	接地端子

1.2 動作状態と位置

機器を操作する前にご注意ください：

1） 特に明記されていない限り、信号源の動作環境は GJB3947A-2009 の環境レベル 3 の要件を満たす必要があります。非動作温度：-40° C ～ +60° C；動作温度：0° C ～ 45° C；相対湿度：（5%

～95%）。

2） 機器を、水のある表面、車両、キャビネット、テーブルなど、固定されておらず、耐荷重条件を満たしていない物の上に置かないでください。機器は、頑丈な物（例：静電気防止作業台）の表面にしっかりと設置し、固定してください。

3） 放熱する物（例：ラジエーター）の表面に本機器を置かないでください。動作環境温度は、

製品の関連仕様説明に記載されている範囲を超えないようにしてください。製品の過熱は、感電や火災などの危険を引き起こす可能性があります。

4） 本機器は予熱が必要です。冷間起動時は30分間の予熱が必要であり、安定した環境温度下で2時間予熱した後

内部温度が平衡状態に達します。本機を環境温度で2時間保管し、予熱およびすべてのユーザー校正を行った後、各性能仕様を満たします。

1.3 電気安全

本機器の電気使用に関する注意事項：

1） 機器の電源を入れる前に、実際の供給電圧が機器に表示されている供給電圧と一致していることを確認してください。

2） 機器の背面パネルに記載されている電源要件に従い、3芯の電源コードを使用してください。使用時には、電源のアース線が確実に接地されていることを確認してください。アースが浮いていたり、接地不良であったりすると、機器が破損したり、操作者に危害が及ぶ恐れがあります。

3） 電源コードを破損させないでください。破損すると漏電を引き起こし、機器の破損や操作者への傷害につながる恐れがあります。外部の電源コードや電源タップを使用する場合は、使用前に点検を行い、電気的安全性を確保してください。

4） 電源コンセントに電源スイッチがない場合、機器の電源を切るには電源プラグを直接抜いてください。そのため、電源プラグが容易に抜き差しできる状態であることを確認してください。

5） 破損した電源コードは使用しないでください。機器に電源コードを接続する前に、電源コードの完全性と安全性を確認し、人為的な要因（例：電源コードが長すぎて操作者がつまずくなど）による影響を避けるよう、電源コードを適切に配置してください。

6） コンセントを清潔に保ち、プラグとコンセントがしっかりと接触し、確実に差し込まれていることを確認してください。

7） コンセントと電源コードに過負荷をかけないでください。過負荷になると、火災や感電の原因となります。

8） 特別な許可がない限り、機器の筐体を勝手に開けてはいけません。内部の回路や部品が露出し、不必要な損傷を引き起こす恐れがあります。

9） 機器を試験場所に固定する必要がある場合は、まず資格を持つ電気技師に、試験場所と機器間の保護接地線を設置してもらう必要があります。

10）過負荷電圧（落雷などによる）によって機器が損傷したり、人身事故が発生したりすることを防ぐため、適切な過負荷保護措置を講じてください。

11）本機の筐体を開けた場合、本機内部に属さない物体を筐体内に置かないでください。短絡を引き起こし、本機を損傷させたり、人身事故を招いたりする恐れがあります。

12）特に明記されていない限り、本機器は防水処理が施されていません。そのため、機器の損傷や人身事故を防ぐため、液体に接触させないでください。

13）機器は、結露が生じやすい環境に置かないでください。例えば、温度変化の激しい環境下で機器を移動させると、機器に水滴が付着し、感電などの危険を引き起こす恐れがあります。

1.4 操作上の注意事項

1） 機器の操作者は、一定の専門技術知識と良好な精神状態を備え、緊急時の対応能力を有している必要があります。

2） 機器の製造過程では、人々にアレルギーを引き起こす可能性のある物質（例：ニッケル）の使用が避けられません。操作中にアレルギー症状（例：発疹、頻繁なくしゃみ、目の充血、呼吸困難など）が現れた場合は、速やかに医師の診察を受け、原因を特定し、症状を緩和してください。

3） 高周波機器は高い電磁放射を発生させます。このため、妊婦や心臓ペースメーカーを装着している操作員は、特別な防護措置を講じる必要があります。放射レベルが高い場合は、人的被害を防ぐために、適切な措置を講じて放射源を除去してください。

4） 火災が発生した場合、破損した機器から有毒物質が放出される可能性があるため、操作者は万が一に備えて適切な保護具（例：防護マスクや防護服）を着用する必要があります。

5） 電磁両立性（EMC）レベルは、GJB3947A-2009 の 3.9.1 に規定された要件に準拠する必要があります。

1.5 保守

1） 機器の筐体を開けることができるのは、権限を与えられ、専門的な技術研修を受けた操作員のみとする。このような操作を行う前には、機器の損傷や人身事故を防ぐため、電源コードの接続を切断する必要がある。

2） 機器の修理、交換、およびメンテナンスは、メーカーの専門電子技術者が実施する必要があり、交換・修理された部品は、製品の今後の安全な使用を保証するために安全試験を受ける必要があります。

1.6 輸送

1） 機器が重い場合は、取り扱いに注意し、必要に応じて工具（例：クレーン）を使用して移動させ、身体への損傷を防いでください。

2） 本機器の取っ手は、個人が機器を運搬する際に使用するためのものであり、輸送機器への固定には使用できません。財産や人身への損害を防ぐため、メーカーの機器輸送に関する安全規定に従って操作してください。

3） 輸送車両内で機器を操作する場合、運転手は輸送の安全を確保するために慎重に運転する必要があります。メーカーは輸送中の不測の事態について責任を負いません。したがって、輸送中は機器を使用せず、製品の輸送安全を確保するために十分な固定・防護措置を講じてください。

1.7 廃棄処理と環境保護

1） 「電池」または「蓄電池」と表示された機器は、一般ゴミとして処分せず、別途回収し、適切な回収場所またはメーカーのカスタマーサービスセンターを通じて廃棄処理を行ってください。

2） 廃棄された電子機器を一般ゴミと一緒に処分せず、別途回収してください。メーカーには、エンドユーザーによる廃棄製品の処分を支援する権利と責任があります。必要に応じて、環境への悪影響を防ぐため、メーカーのカスタマーサービスセンターに連絡し、適切な処理を行ってください。

3） 製品またはその内部部品を機械的または熱的に再加工する際、有毒物質（鉛、ベリリウム、ニッケルなどの重金属粉塵）が放出される可能性があります。そのため、人身事故を防ぐために、特別な訓練を受け、関連する経験を有する技術者が分解を行う必要があります。

4） 再加工の過程で製品から放出される有毒物質や燃料については、製造元の推奨する安全操作規則を参照し、人身事故を防ぐため、所定の方法で処理してください。

2 製品概要

2.1 製品の特徴

KSW-VSG04（以下、VSG04）ベクトル信号発生器は、モジュール式設計と大型タッチスクリーンによる直感的な操作コンセプトを採用しており、極めて高い柔軟性、優れた性能、直感的な操作性を実現し、高品質で複雑なデジタル変調信号を生成するための最適なツールとなっています。

VSG04は9kHz～44GHzの周波数範囲をカバーし、優れたベクトル変調性能を備えています。そのベースバンド信号源の設定は簡単で、性能も柔軟であり、変調方式も多岐にわたります。また、ユーザーのニーズに応じて必要な波形を編集・ダウンロードし、さまざまな複雑な信号のシミュレーションを行うことも可能です。

VSG04は400MHz／2GHzの内部変調帯域幅を備えており、広帯域信号のシミュレーションニーズを満たします。連続波であれベクトル変調信号であれ、信号品質は優れており、理想的な局部発振器およびクロック源であると同時に、高性能な複雑なベクトル変調シミュレーション信号源でもあります。

VSG04は、移動通信システムの試験、レーダー性能の総合評価、高性能受信機の試験、および部品パラメータの試験などに広く利用されており、航空、宇宙、レーダー、通信、ナビゲーション機器など、多くの分野をカバーしています。

VSG04の主な特徴は以下の通りです：

1） 周波数範囲：9kHz～6GHz、20GHz、44GHz

2） 内蔵のベースバンド信号源は、最大2GHzのI/Q変調帯域幅を生成可能

3） ベースバンドにBPSK、QPSK、8PSK、GMSK、SOQPSK、TG、PCM、F、Mなどの一般的なデジタル変調方式を内蔵

信号

4） 重要なデジタル通信規格の波形生成ソフトウェアを多数提供し、カスタム波形ファイル

にも対応

5） 高いスペクトル純度と広いダイナミックレンジの信号出力を備え、高精度なスペクトルおよび変調測定に適しています

6） タッチスクリーンによるブロック図構造を採

用し、直感的な操作が可能です。VSG04の主な技術

仕様：

1） 周波数範囲： 9kHz ～ 6GHz、9kHz ～ 20GHz、9kHz ～ 44GHz

2） チャンネル数： 2チャンネル @6GHz、2チャンネル @20GHz、1チャンネル @44GHz

3） 最大帯域幅： 400MHz（6GHz未満）、1.6GHz／2GHz（6GHz超）

4） ボード内DDR最大記憶容量：1GSample（読み書き速度は最大2GHz帯域幅に対応）

5） 単一メモリボードの最大記憶容量：1 TSample（読み書き速度は最大500MHzの帯域幅に対応）

6） 周波数ホッピングレート： 15ns（最大帯域幅内）、5us（<6GHz）、300us（>6GHz）

7） 狭帯域パルス幅：5 ns

8） パルス立ち上がり時間： <10 ns

9） パルス遮断比： >80dB

10）スプリアス抑制：71 dBc

11）EVM：< 0.4%（代表値）：Fout = 1GHz、BW = 200MHz、QPSK

12）周波数精度／周波数安定度： 10^{7}

13）位相ノイズ： < 140dBc@ F=1GHz、100KHz SSBからの偏差

14）出力電力分解能： 0.01dB

15）出力電力精度： < 0.5 dB @ Pout ≥ 80 dBm、< 2 dB @ Pout ≥ 120 dBm

16）出力電力のダイナミックレンジ： 120dBm ～+13dBm @6GHz～44GHz、 120dBm ～+18dBm@<6GHz

17）基準入力： トリガー入出力、基準クロック入出力、クロック入力に対応：10～100MHz

2.2 代表的な用途

VSG04は、移動通信システムのテスト、レーダー性能の総合評価、高性能受信機のテスト、および部品パラメータのテストなどに広く使用されており、航空、宇宙、レーダー、通信、ナビゲーション機器など、多くの分野をカバーしています。

VSG04の波形信号発生ソフトウェアは、以下のアプリケーションにおける信号生成に対応していま

す：

1） 汎用無線通信規格用信号発生ソフトウェア

a） LTE TDD MS / LTE TDD BS / LTE FDD MS / LTE FDD BS

b） 5G NR

c） DVB S2 / S2X

d) Wi-Fi 信号

e) Bluetooth信号

1) デジタル変調信号

2) リアルタイムフェージングチャネル発生ソフトウェア

3) レーダー信号発生ソフトウェア

4) ユーザー定義信号発生ソフトウェア

3 クイックスタート

3.1 使用前の準備

不適切な設置場所や設定は、本機または接続された機器に損傷を与える可能性があります。本機の電源を入れる前に、以下の点にご注意ください：

1) ファンブレードが妨げられておらず、放熱孔が塞がれていないこと、また本機と壁との距離を少なくとも10cm空けること；

2) 本体を乾燥した状態に保ってください；

3) 本体を水平に、適切な場所に設置してください；

4) 周囲温度がデータシートに記載された要件を満たしていること；

5) ポートへの入力信号電力が指定範囲内であること；

6) 信号出力ポートは正しく接続し、過負荷にならないようにしてください。

本機器のAC電源入力仕様は、100～240V、50/60Hzです。付属の電源コードを使用して、信号源と電源を接続してください。

3.2 前面パネル



図 1 前面パネル

信号源の前面パネルは、電源スイッチエリア、ディスプレイ（タッチスクリーン）エリア、RF出力コネクタエリア、ボタンエリアの4つのエリアに分かれています。

電源スイッチエリアには、信号源の電源オン/オフボタンとステータスインジケータが含まれています。

タッチスクリーン表示エリアは、ユーザーが本機を操作するための主要なエリアです。詳細については、「ユーザーインターフェース」の章および「ボタンとメニュー」の章を参照してください。

RF出力インターフェース領域には、2チャンネル信号源の2つのRF出力

インターフェースが含まれています。ボタン領域には、機能ボタン、

スクロールノブ、方向キーなどが含まれています。

3.3 背面パネル

信号源の背面パネルは、電源および接地エリア、ホストコンピュータ接続エリア、信号接続エリアの3つのエリアに分かれています。

電源およびアースエリアのインターフェースとスイッチには、以下のものが含まれます：

- 電源インターフェース
- 電源スイッチ
- アース接続端子

主制御コンピュータ接続エリアのインターフェースには以下が含まれます：

- USBインターフェース
- LAN インターフェース
- HDMIインターフェース

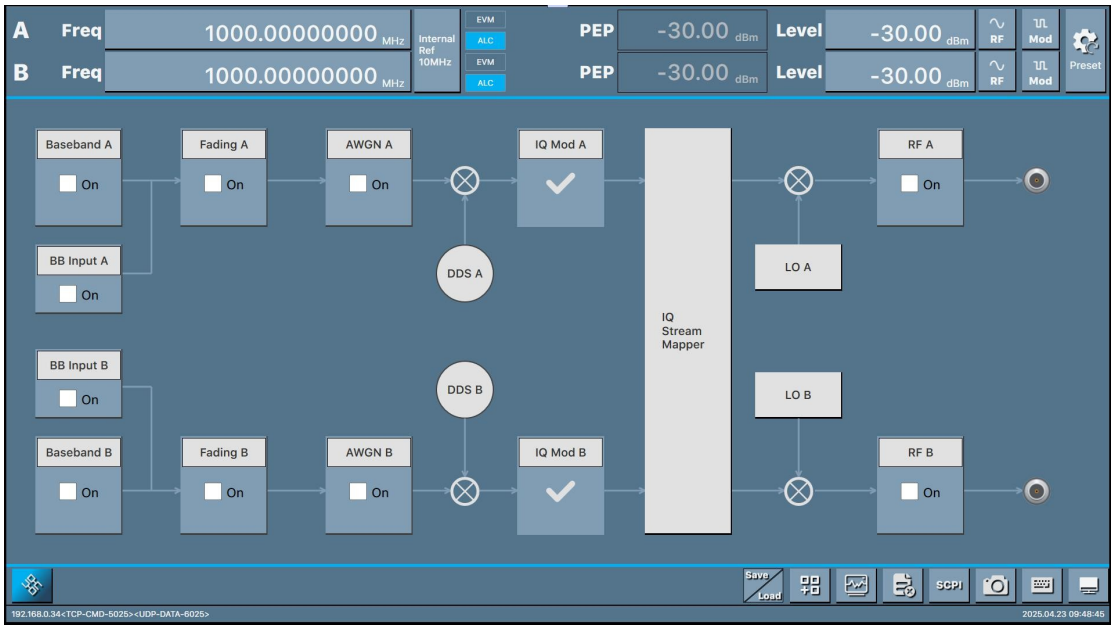
信号インターフェースエリアのインターフェースには以下が含まれます：

- 内部 100MHz 基準出力
- 内部 10MHz 基準出力
- 外部リファレンス入力

- GPSアンテナインターフェース
- トリガー出力
- 外部トリガー入力

3.4 ユーザーインターフェース

ソフトウェアインターフェースは全体的にフロー型デザインを採用しており、主に「周波数・出力設定エリア」、「総合制御設定エリア」、「機能切り替えエリア」の3つの領域に分かれています。下図の通りです：



ソフトウェア画面は主に以下の領域で構成されています：

1) 周波数および電力設定エリア：主に各チャンネルの周波数設定と電力設定を行うほか、ベースバンド信号およびRF信号を有効にするための2つのスイッチ（インジケーター）や、計器のリセットスイッチなども備えています。

2) 信号フロー図設定エリア：チャンネルのベースバンド信号、ベースバンドゲイン、フェージング、ノイズ、変調などのパラメータ設定を制御するために使用されます。

3) システム設定エリア：信号源のフローチャート設定やその他のシステム設定を切り替えるためのエリアです。

3.5 タッチ操作

信号源には静電容量式タッチスクリーンが搭載されており、さまざまなジェスチャー操作に対応しています。これには以下が含まれます：

- 画面上のパラメータやメニューをタップしてパラメータを編集
- 左右にスワイプしてメニューを切り替える
- 上下にスワイプしてメニューを表示

備考：画面をタップして右側にスクロールバーが表示された場合のみ、下にスワイプしてメニューを表示できます。スクロールバーが表示されない場合は、現在のページのみが表示されます。

3.6 パラメータ設定

パラメータの入力は、タッチスクリーン、ボタン、および数字キー、ノブ、方向キーを組み合わせて行うことができます。このセクションでは、3つのパラメータ設定方法について、1つの例を挙げて説明します（周波数を100MHzに設定する場合）。

1．テンキーの使用

1） FREQ ボタンを押します。

2） 数字キーを使用して数値「100」を入力；

3)その後、キーを押して単位を MHz に設定します；

2．タッチスクリーンを使用する場合

1） タッチスクリーン上の周波数入力欄をタップして、テンキーを表示させます；

2） テンキーで「100」を入力し、単位として MHz を選択します；

3、ノブと方向キーを使用する

1）ノブを操作してカーソルを周波数入力欄に合わせ、

2）次にノブを押し、左右の方向キーを操作して調整する桁数を選択し、

3）その後、ノブを回すか上下方向キーを押してパラメータを変更し、目的の値になるまで調整します。

4 キーとメニュー

4.1 周波数パラメータの設定

信号源の周波数設定は、下図に示すようにソフトウェアの上部に配置されています：



ここで、番号 A は RF チャネル 1 を、番号 B は RF チャネル 2 を表します。「Freq」領域で周波数パラメータの設定を行うことができます。

4.2 振幅パラメータの設定

信号源の出力設定は、下図に示すようにソフトウェアの上部に配置されています：



ここで、番号 A は RF チャネル 1 を、番号 B は RF チャネル 2 を表します。

「Level」領域で電力パラメータの設定を行うことができます。Level領域で設定される電力パラメータは平均電力であり、ピークエンベロープ電力（PEP）の値は、平均電力とピーク対平均比に基づいて計器が自動的に計算し、表示します。

RF ボタンを使用すると、RF のオン/オフを切り替えることができます。「RF」の表示がオフ、「RF」の表示が青色の場合は RF がオンであることを示します。

4.3 デジタルベースバンド

信号源は、さまざまな信号タイプに対応しており、具体的には、リアルタイムカスタムデジタル変調信号（Realtime-CDM）、非リアルタイムカスタムデジタル変調信号（Nonrealtime-CDM）、マルチキャリア信号（Multi-Carrier）、5G NR信号モデル、LTE信号モデル、カスタムインポートベースバンドデータ（ARB）、アナログ変調信号（Analog）、パルス変調（Pulse Modulation）、レーダー信号（Radar、レーダー信号
信号生成ソフトウェアと併用）、カスタムOFDM、外部信号、マルチターゲット信号、NVMe大容量ファイルシステム。

4.3.1 リアルタイムカスタムデジタル変調信号（Realtime-CDM）

ソフトウェアのメイン画面で「Baseband」を選択し、ベースバンド設定画面に入ります。

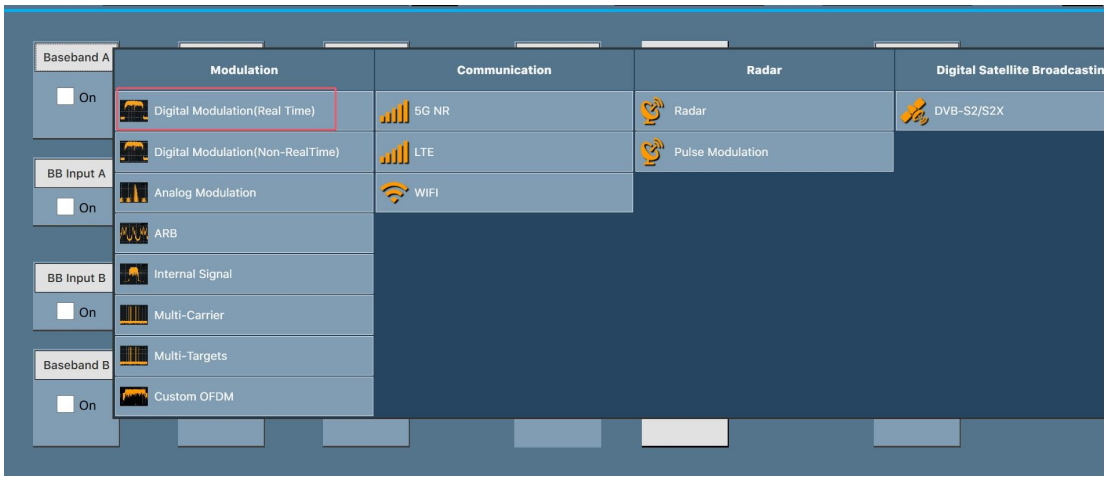


図 2 Realtime-CDM

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、「Baseband」のオン/オフを切り替えることができます。この機能は、「Mod on/off」ショートカットキーでも実行可能です。

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックス内の「baseband」という文字部分をクリックすると、ベースバンド

設定画面に移動できます。

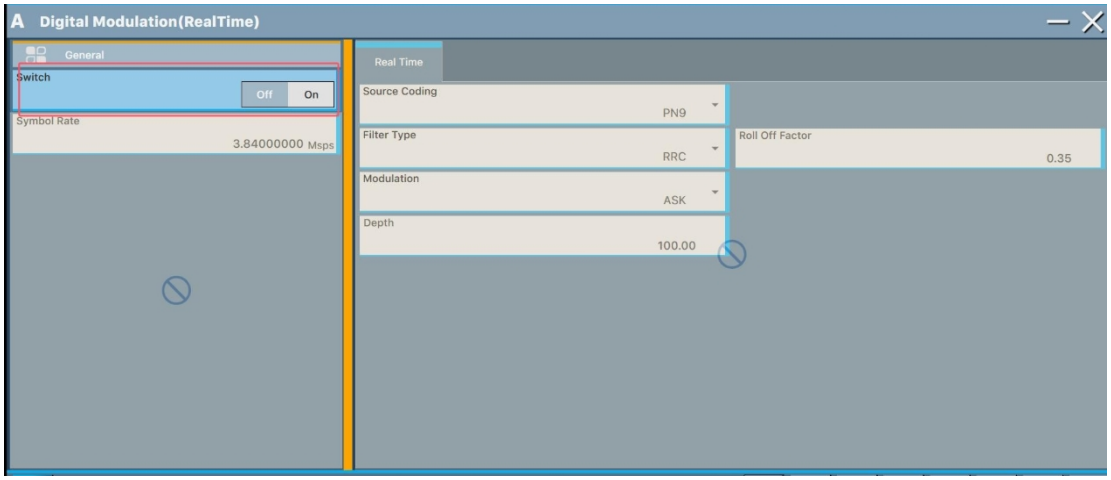


図 3 リアルタイムデジタル変調（無効）

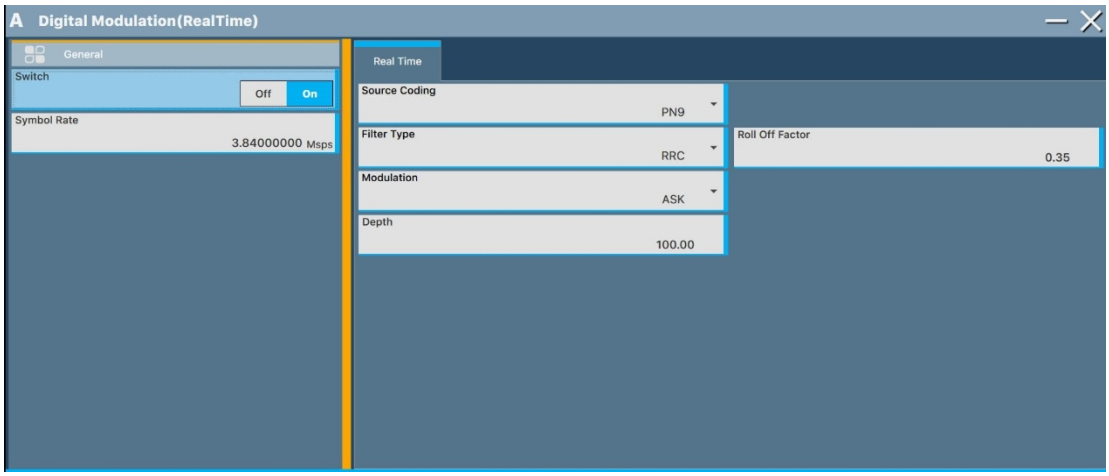


図 4 リアルタイムデジタル変調（有効）

デジタル変調画面は上図の通りで、PSK、MSK、QAM、FSK、ASK、および APSK 変調に対応しています。

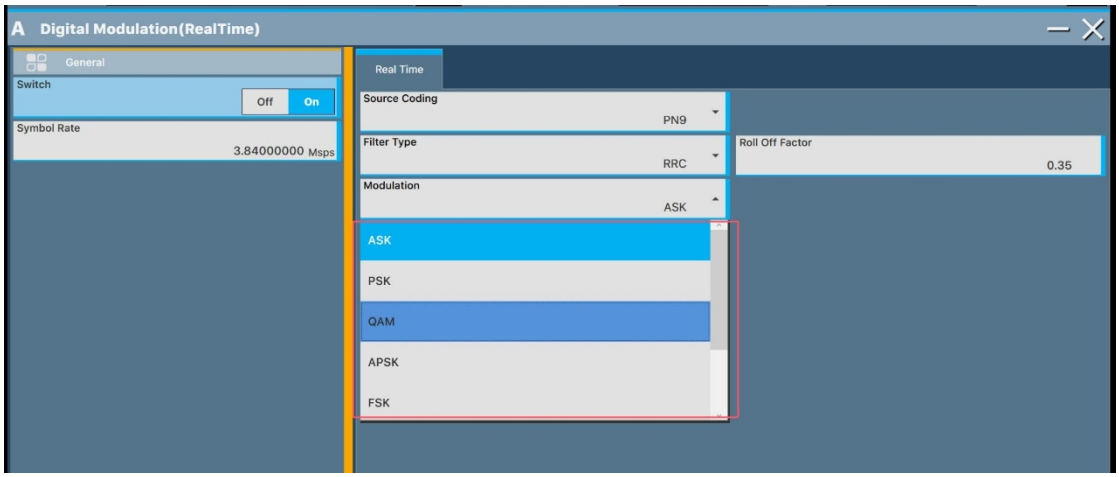


図 5 変調モード

リアルタイムデジタル変調モードでは、ASK、PSK、QAM、APSK、FSK、MSKを含む多様な変調方式に対応しています。

また、リアルタイム変調モードでは、下図に示すようなフィルタタイプの切り替えに対応しています：

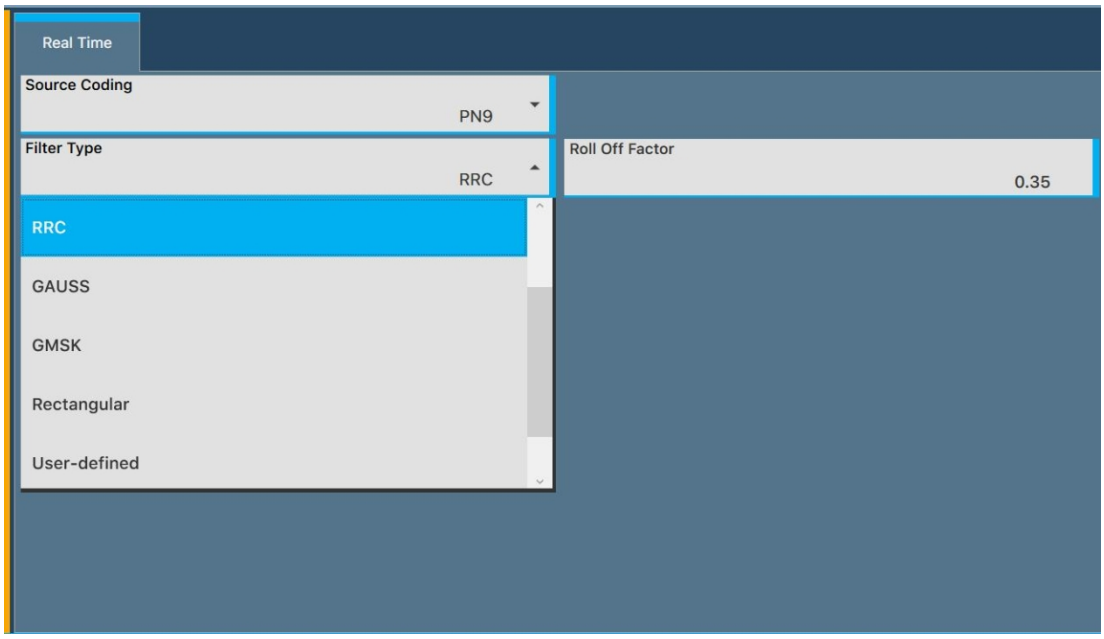


図 6 フィルタの種類

このモードでは、すべてのパラメータの設定は、設定完了後すぐに有効になります。

4.3.2 非リアルタイムカスタムデジタル変調信号（NonRealtime-CDM）

ソフトウェアのメイン画面で「Baseband」を選択し、ベースバンド設定画面に入ります。

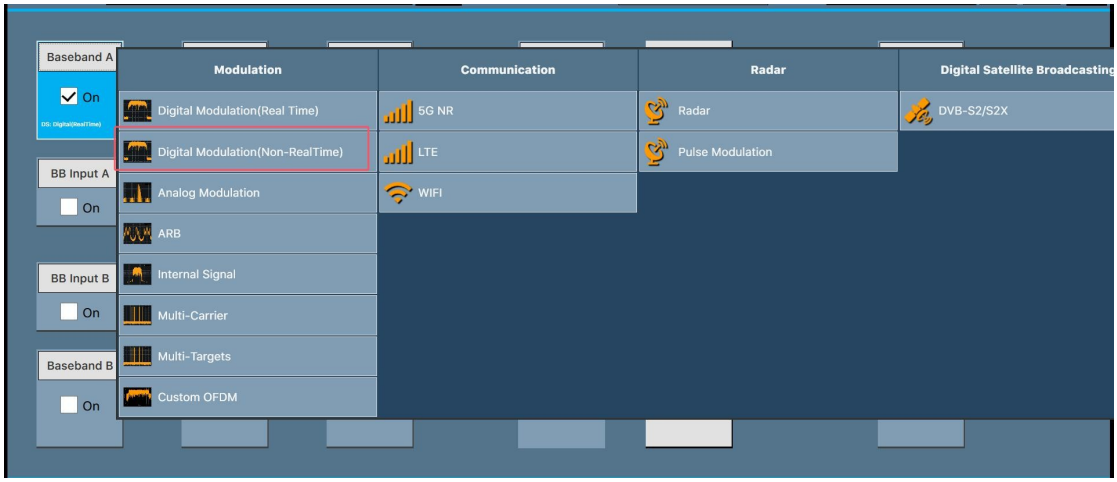


図 7 非リアルタイムデジタル変調

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、Basebandのオン/オフを切り替えることができます。この機能は、「Mod on/off」ショートカットキーでも実行可能です。

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックス内の「baseband」という文字部分をクリ

ックすると、ベースバンド設定画面に移動できます。

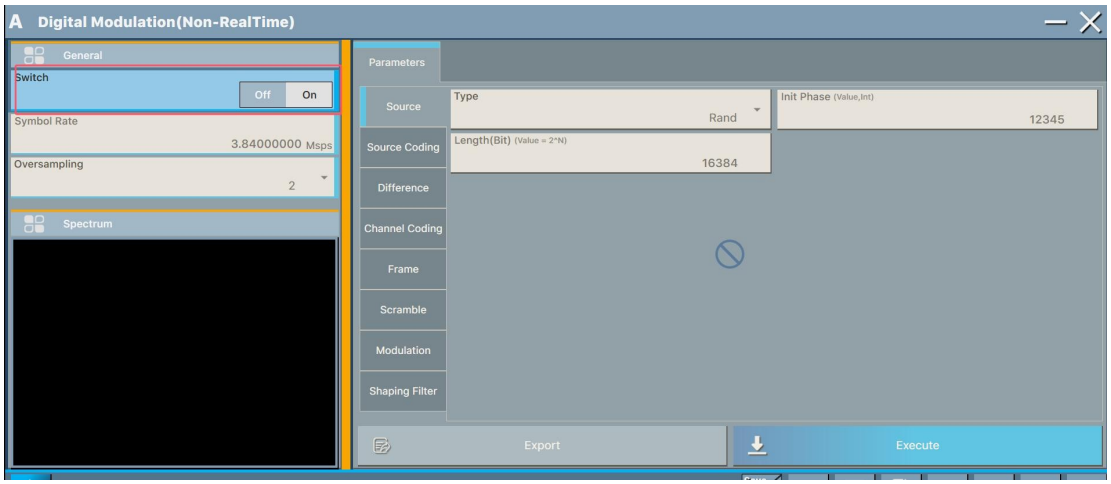


図 8 非リアルタイムデジタル変調（無効）

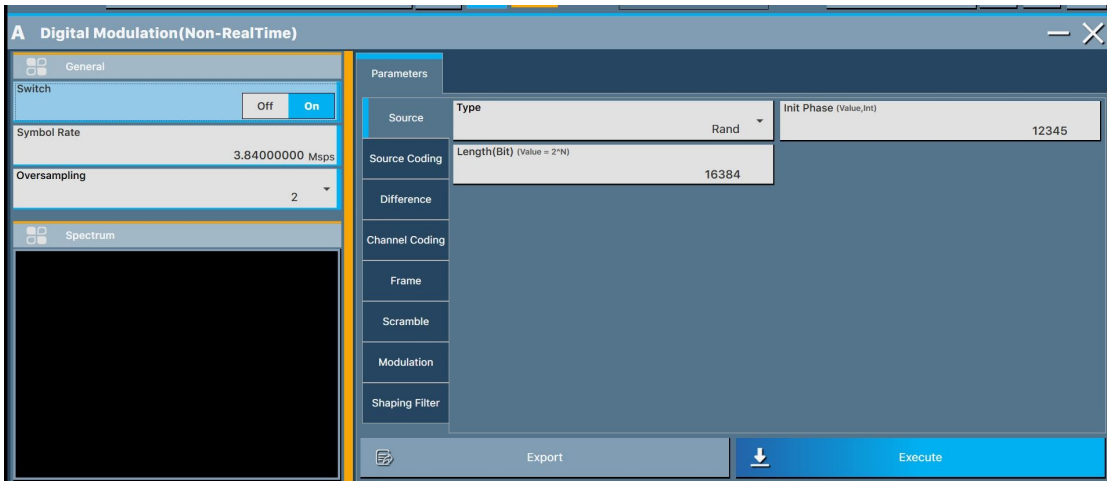


図 9 非リアルタイムデジタル変調（有効）

デジタル変調画面は上図の通りで、PSK、MSK、QAM、FSK、ASK、および APSK 変調に対応しています。パラメータ設定画面には、Source、Source Coding、Difference、Channel Coding、Frame、Scramble、Modulation、Shaping filterの8つのモジュールで構成されています。

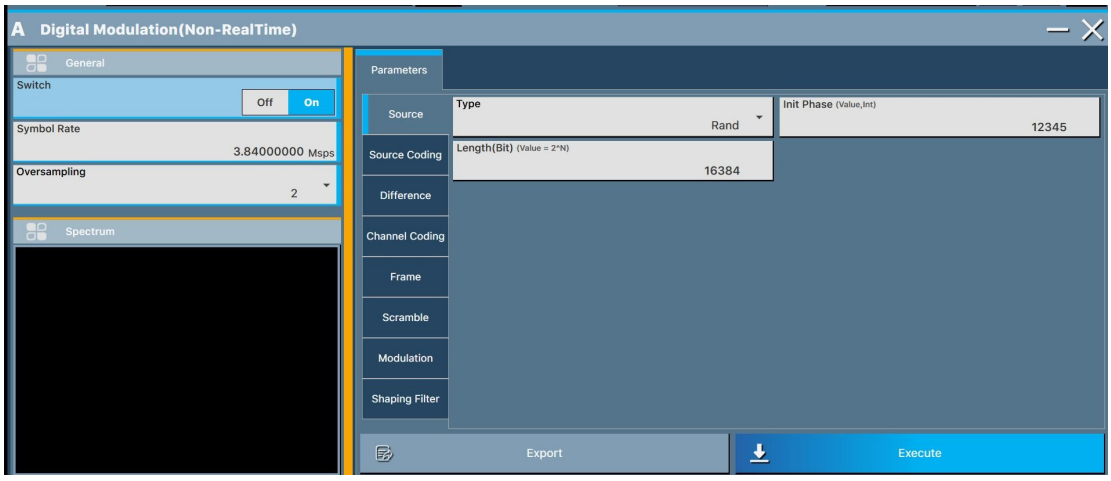


図 10 Source

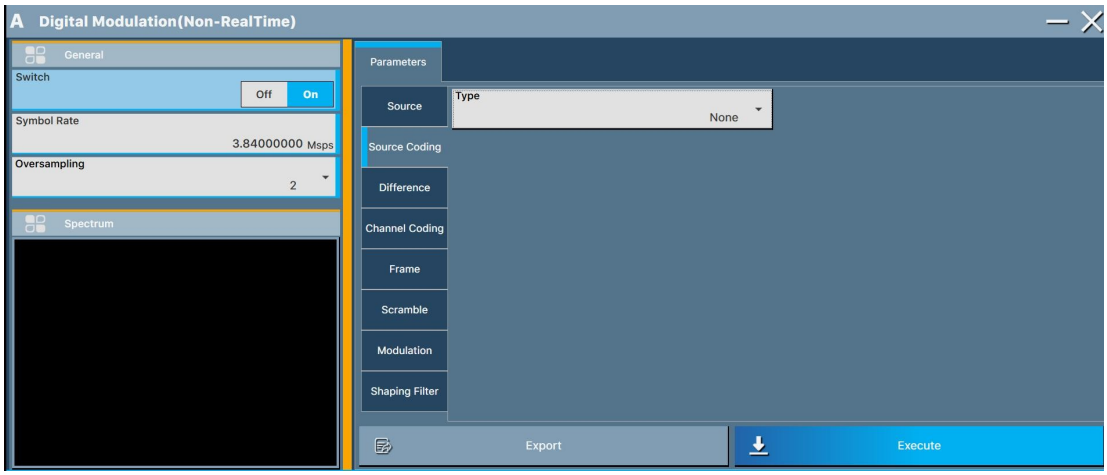


図 11 Source Coding

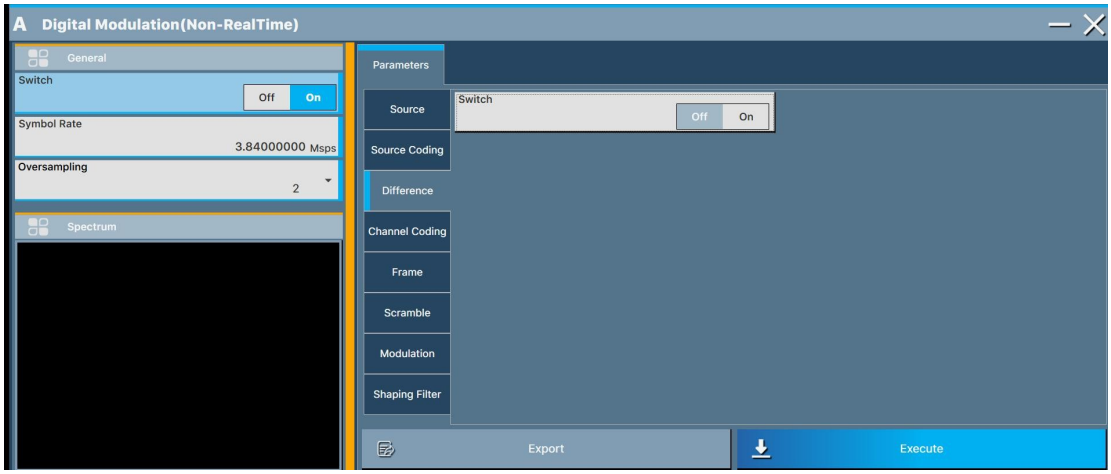


図 12 差分

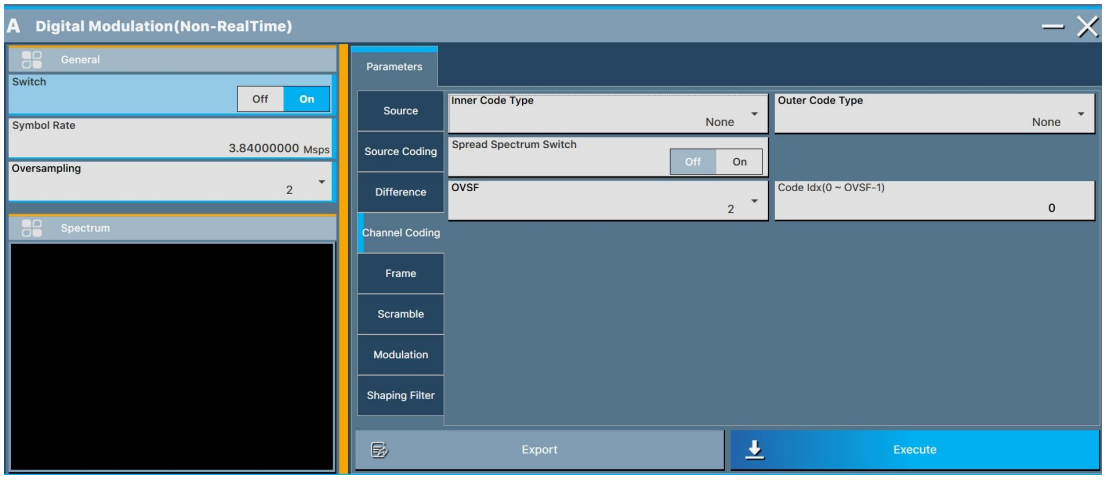


図 13 チャネル符号化

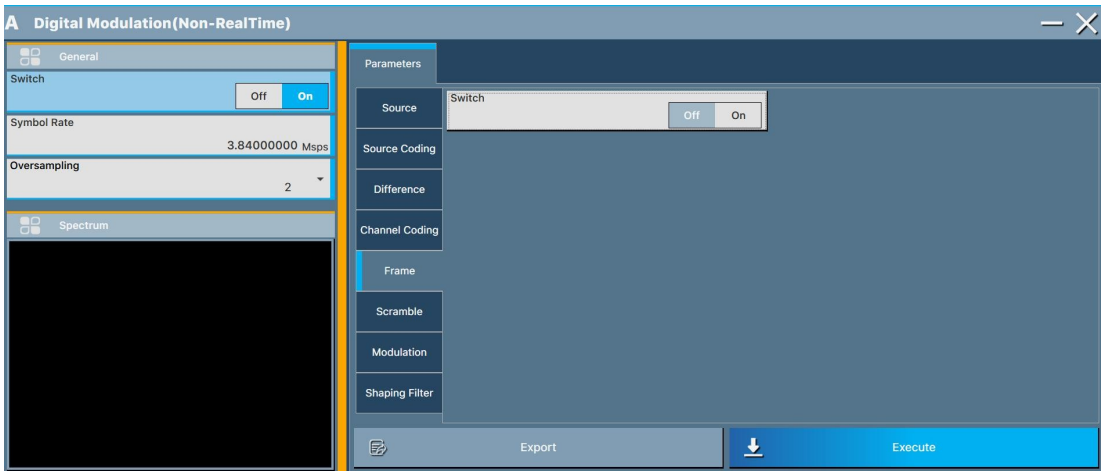


図 14 フレーム

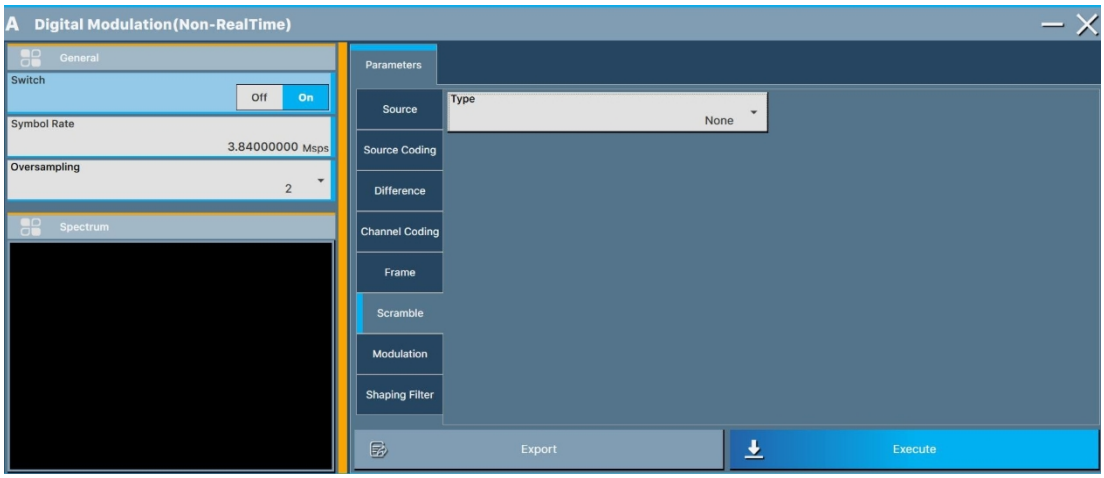


図 15 スクランブル

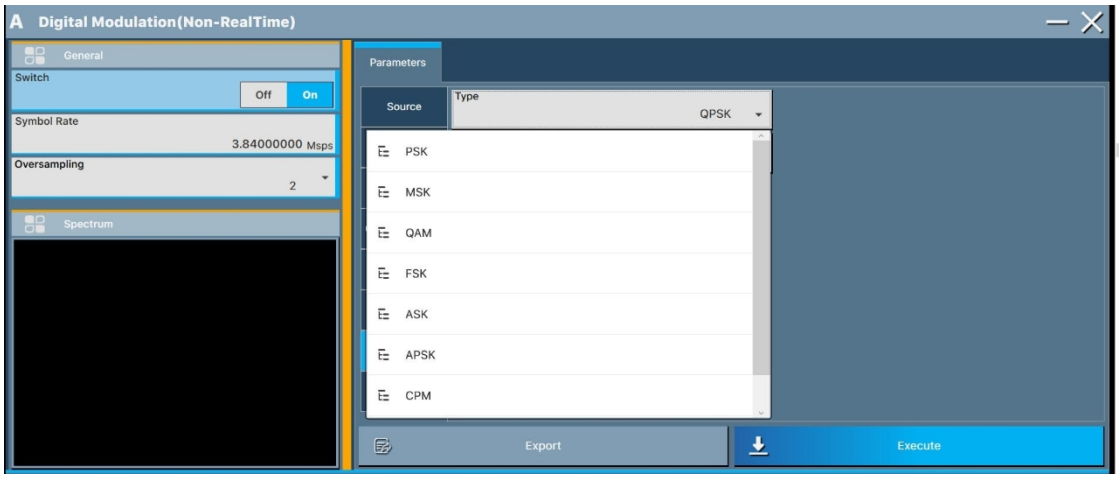


図 16 変調

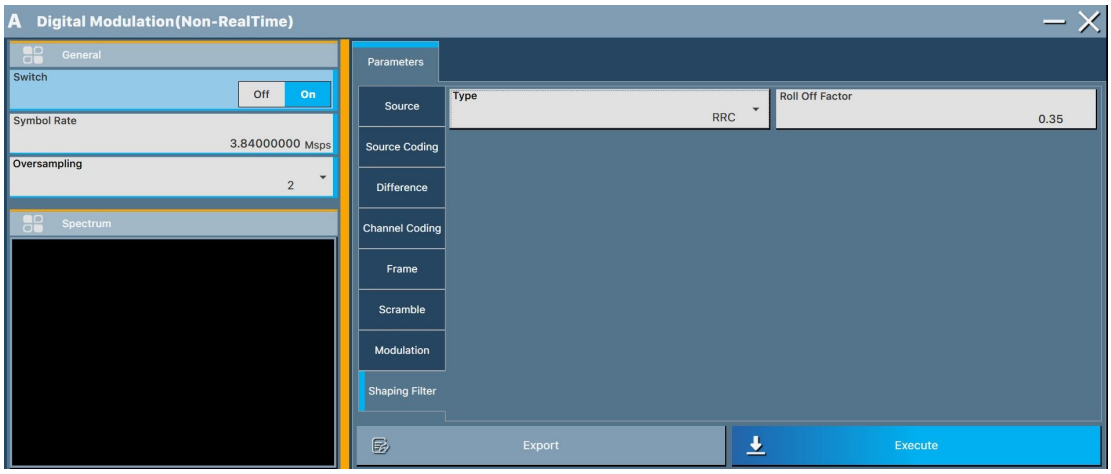


図 17 シェーピングフィルタ

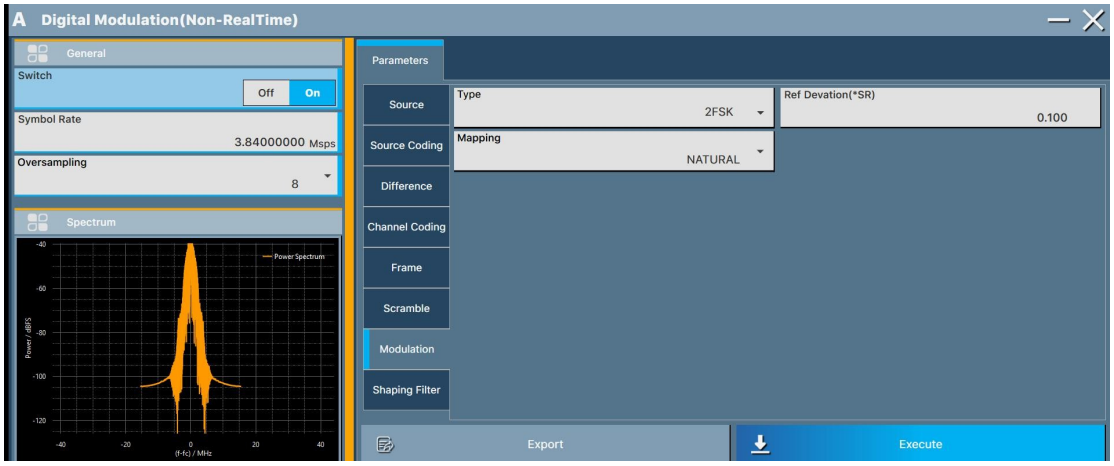


図 18 スペクトルプレビュー

サンプリングレート領域のパラメータの意味は以下の通りです：

- シンボルレート：変調信号のシンボルレート。複素シンボルのレートである。例えば、QPSKでは2ビットが1つの複素シンボルにマッピングされる。情報レート（ビットレート）をRbとすると、シンボルレートはRb/2となる。
- Oversampling：ベースバンド信号のオーバーサンプリング倍率。値の範囲は(1.5, 2, 4, 8,

  16, 32, 64, 128）です。ベースバンド信号のサンプリングレートは、Symbol Rate × Oversampling となります。変調コードソース領域のパラメータの意味は以下の通りです：

- Source->Type：情報源のタイプを設定する。RAND、PN9-ITU、PN9、PN11、PN15、PN23が含まれる。

➢ Source->Init Phase：情報源の乱数シードまたは初期位相を設定します。

変調方式領域のパラメータの意味は以下の通りです：

- Modulation Type->Type：変調タイプを設定します。PSK、MSK、QAM、FSK、ASK、APSKが含まれます。
- Modulation Type->Order：各変調方式の変調次数を設定します（例：QPSK、8PSK、16QAMなど）。
- Modulation Type->Mapping：コンステレーションマップのタイプ（例：NATRUAL）を設定します。フィルタ領域のパラメータの意味は以下の通りです：
- Filter->Type：フィルタの種類を設定します。RRC、RC、Gaussなどが含まれます。
- Filter->Roll Off Factor：フィルタのロールオフ係数を設定します。

上記のパラメータを設定したら、「Download」ボタンをクリックします。なお、Sample Rateの変更はリアルタイムで反映されます。したがって、「Download」ボタンをクリックした後にSample Rateパラメータを変更した場合、その変更はリアルタイムで反映されます。

4.3.3 アナログ変調（Analog）

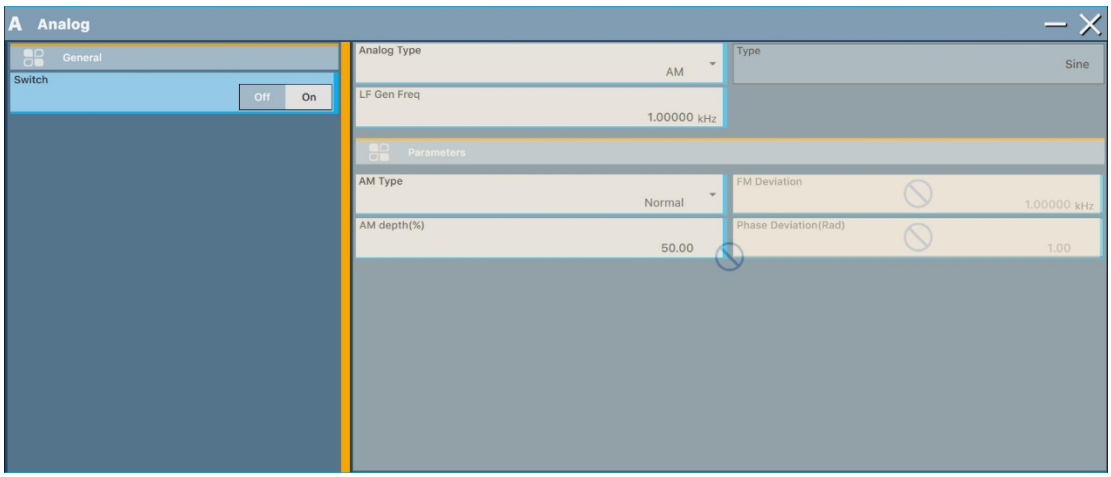


図 19 アナログ変調（無効）

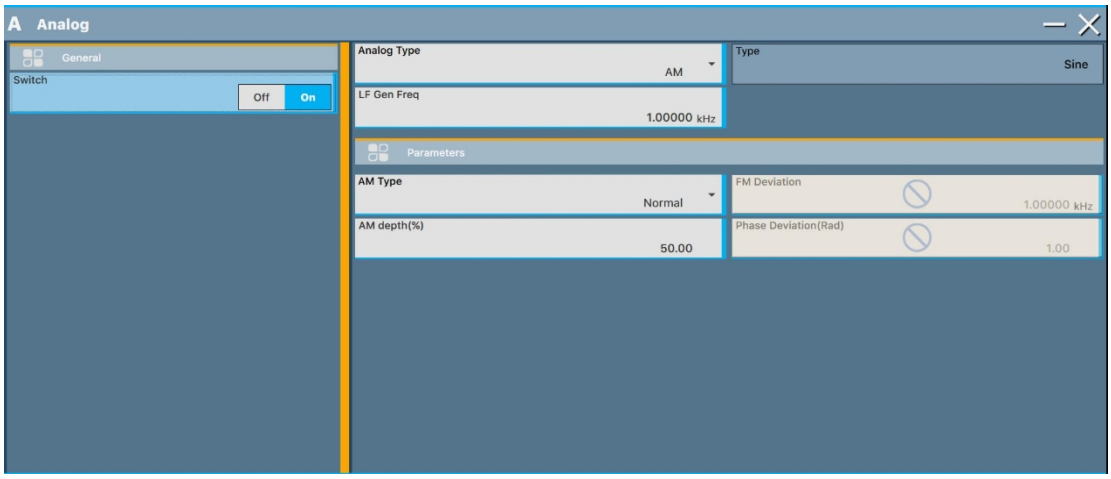


図 20 アナログ変調有効時

アナログ変調モジュールでは、ソフトウェアはFM、PM、AMの3つのモードの選択をサポートしており、モードに応じて、変調深度、周波数オフセット、位相オフセットなどのパラメータを設定できます。

4.3.4 5G NR 信号モデル

5G NR 信号には、3GPP TS38.141 で定義されているテストモデル（TM）が含まれます。ソフトウェアのメイン画面で「Baseband」を選択し、ベースバンド設定画面に入ります。

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、ベースバンドのオン/オフを切り替えることができます。この機能は、「Mod on/off」ショートカットキーでも実行可能です。

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックス内の「baseband」という文字部分をクリックすると、ベースバンド設定画面に移動できます。

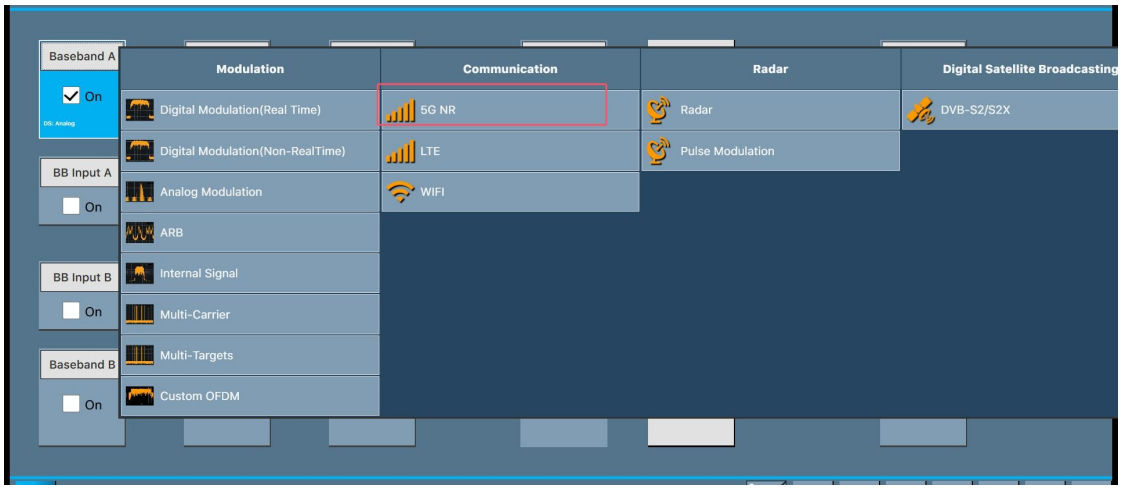
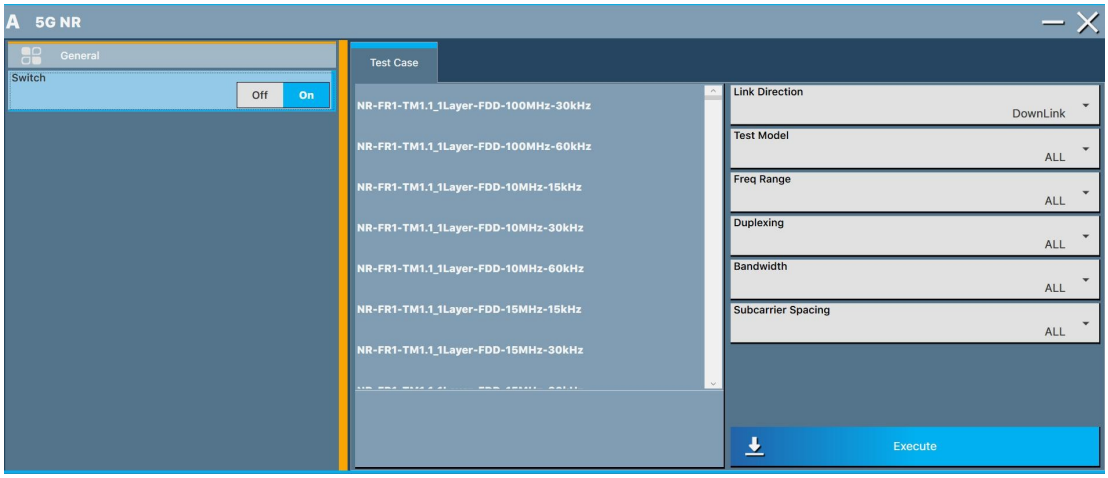


図 21 5GNR

ベースバンド設定画面で「5G NR」タブを選択すると、5G NR設定画面は以下のようになります：



左側のフィルタボックスを使用して、右側の波形ファイルをフィルタリングできます。フィルタ項目には以下が含まれます：

- Test Model：5G NRで定義されたテストモデル。TM1.1、TM1.2、TM2、TM2a、TM3.1、TM3.1a、TM3.2、およびTM3.3が含まれます。
- Freq Range：5G NRで定義された周波数範囲であるFR1およびFR2。
- Duplexing：二重化モード（FDDまたはTDD）。
- Band Width：システム帯域幅。5MHz、10MHz、15MHz、20MHz、25MHz、30MHz、40MHz、50MHz、60MHz、70MHz、80MHz、90MHz、100MHz、200MHz、および400MHzが含まれます。
- Subcarrier Spacing：サブキャリア間隔。15kHz、30kHz、60kHz、120kHz、240kHz があり、そのうち 15kHz、30kHz、60kHz は FR1 用、120kHz、240kHz は FR2 用です。

該当するプロファイルを選択し、「Download」ボタンをクリックしてダウンロードしてください。

4.3.5 LTE信号モデル

LTE信号には、3GPP TS36.141で定義されたテストモデル（TM）が含まれます。

ソフトウェアのメイン画面で「Baseband」を選択し、ベースバンド設定画面に入ります。

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、ベースバンドのオン/オフを切り替えることができます。この機能は、「Mod

on/off」ショートカットキーでも実行可能です。

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックス内の「baseband」という文字部分をクリックすると、ベースバンド設定画面に移動できます。

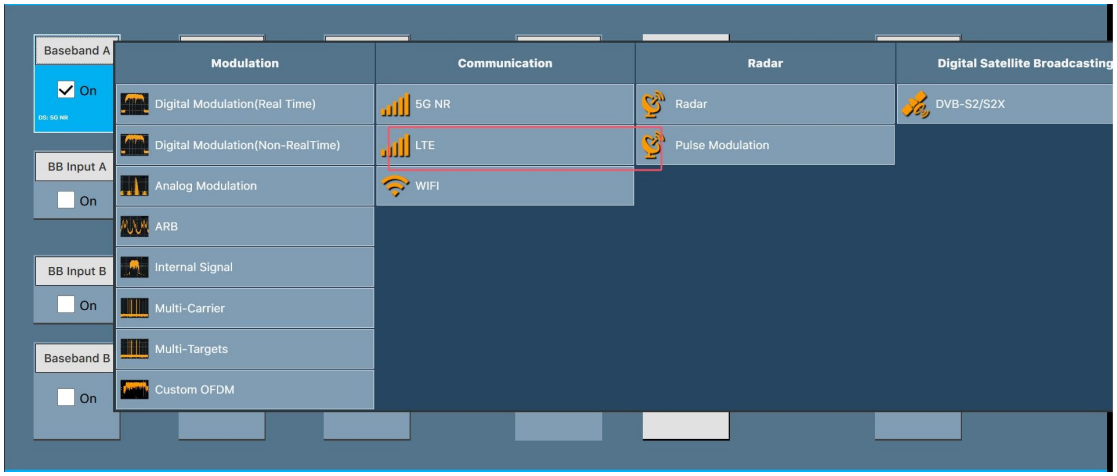


図 22 LTE

ベースバンド設定画面で「LTE」タブを選択すると、LTE設定画面は以下のようになります：

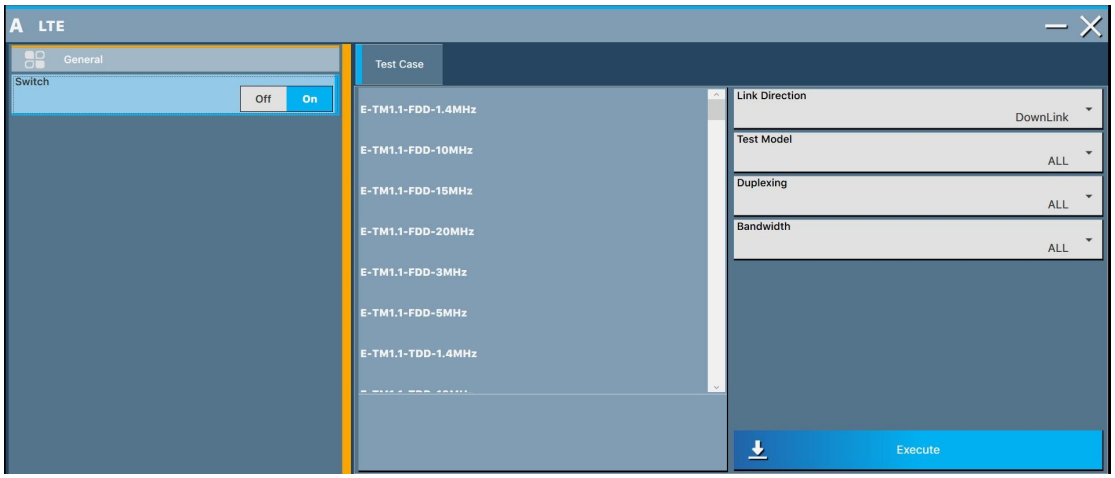


図 23 LTE

左側のフィルタボックスを使用して、右側の波形ファイルをフィルタリングできます。フィルタ項目には以下が含まれます：

- Test Model：LTEで定義されたテストモデル。TM1.1、TM1.2、TM2、TM2a、TM3.1、TM3.1a、TM3.2、およびTM3.3が含まれます。
- Duplexing：二重化モード。FDD または TDD。
- Band Width：システム帯域幅。1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz、20MHzが含まれます。

該当するプロファイルを選択し、「Download」ボタンをクリックしてダウンロードしてください。

4.3.6 マルチキャリア信号（Multi-Carrier）

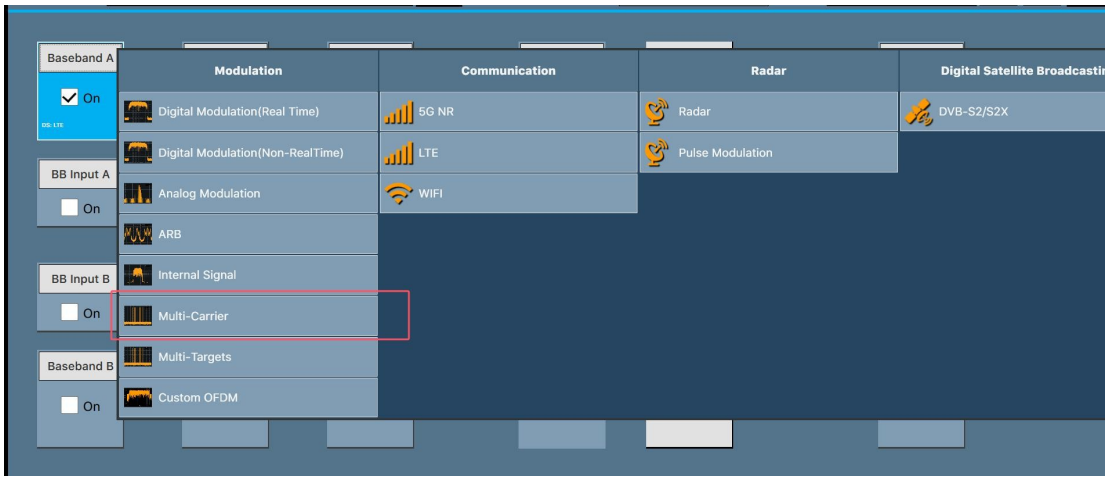


図 24

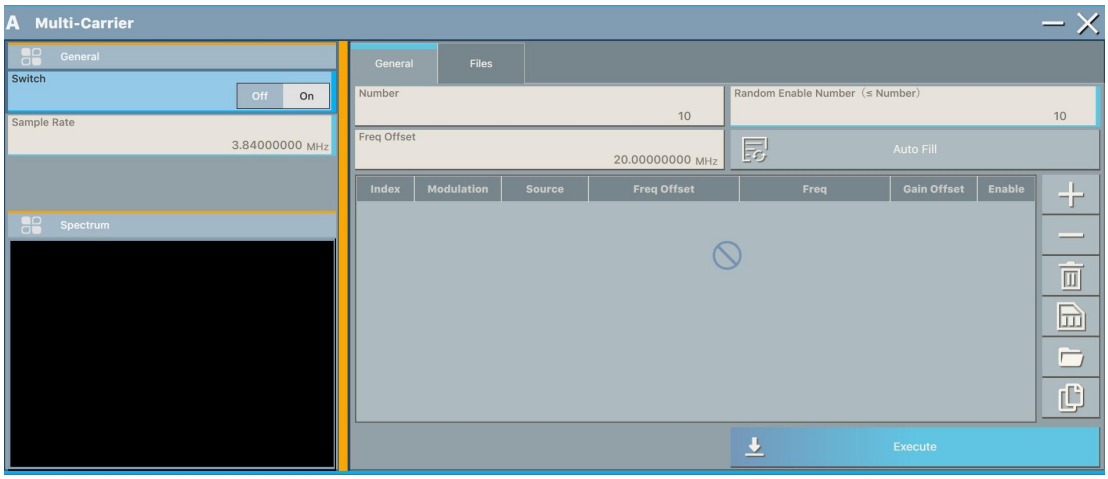


図 25

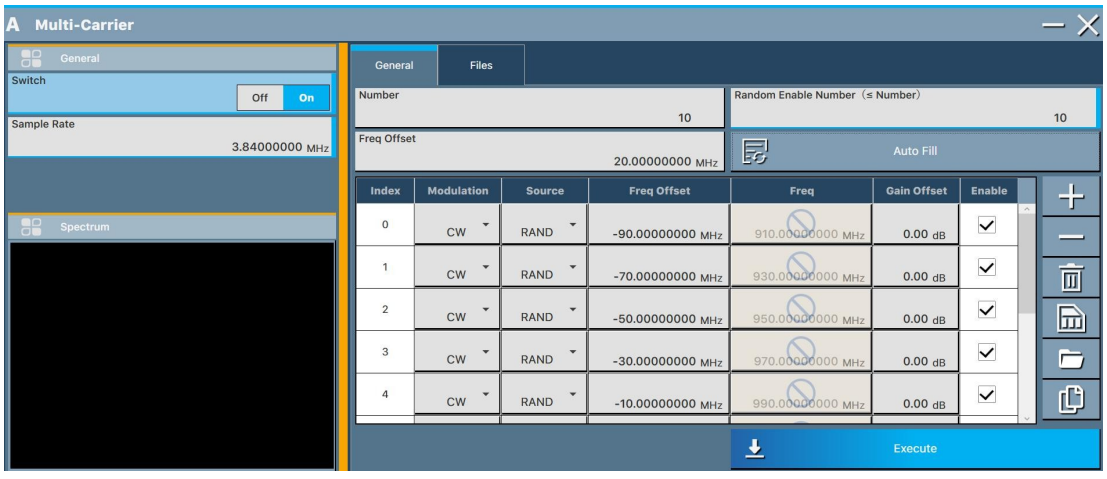


図 26

図に示すように、マルチキャリアモードでは、ユーザーが複数のキャリア信号を設定できます。各キャリア信号には、通常の変調モード、周波数オフセット、電力オフセットなどのパラメータが設定可能です。ユーザーの利便性を高めるため、本ソフトウェアには「周波数オフセットと数に基づく」自動入力機能が用意されています。この自動入力機能に加え、「ランダムな有効数」で波形を有効にする機能も提供されています。

「実行（execute）」をクリックすると、ソフトウェアの左下に周波数偏移のプレビュー機能が表示されます。

マルチキャリアモジュールでは、下図に示すように、ユーザー定義のダウンロードモードが提供されています：

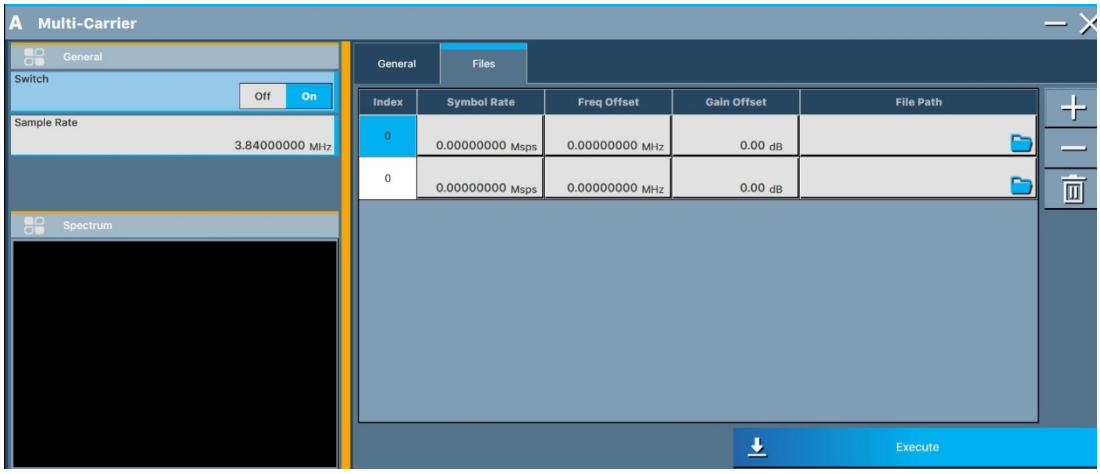


図 27 カスタム波形のマルチキャリア

図に示すように、カスタム波形モードのマルチキャリアでは、個々のキャリアのシンボルレート、周波数オフセット、電力オフセットなどのパラメータを調整できます。

4.3.7 レーダー波形

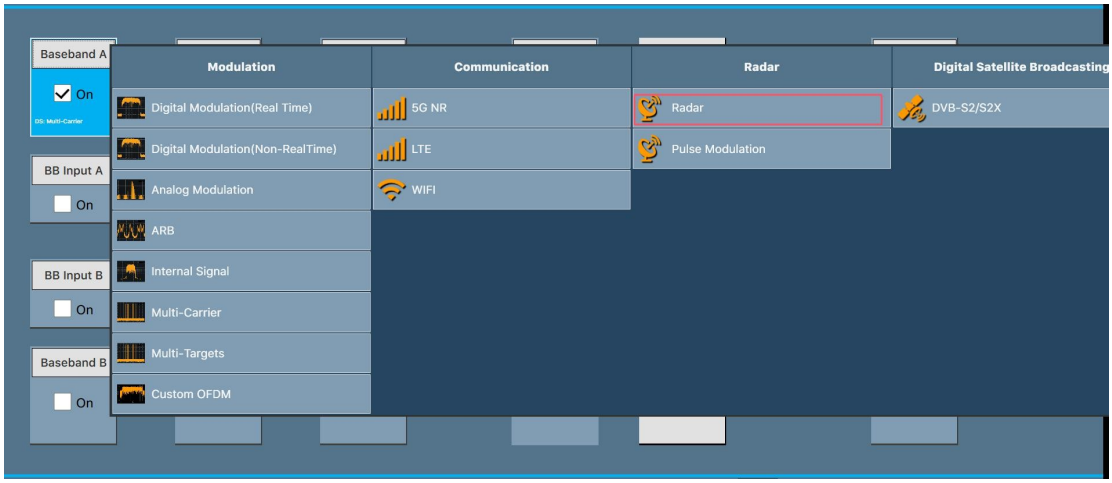


図 28 レーダー信号

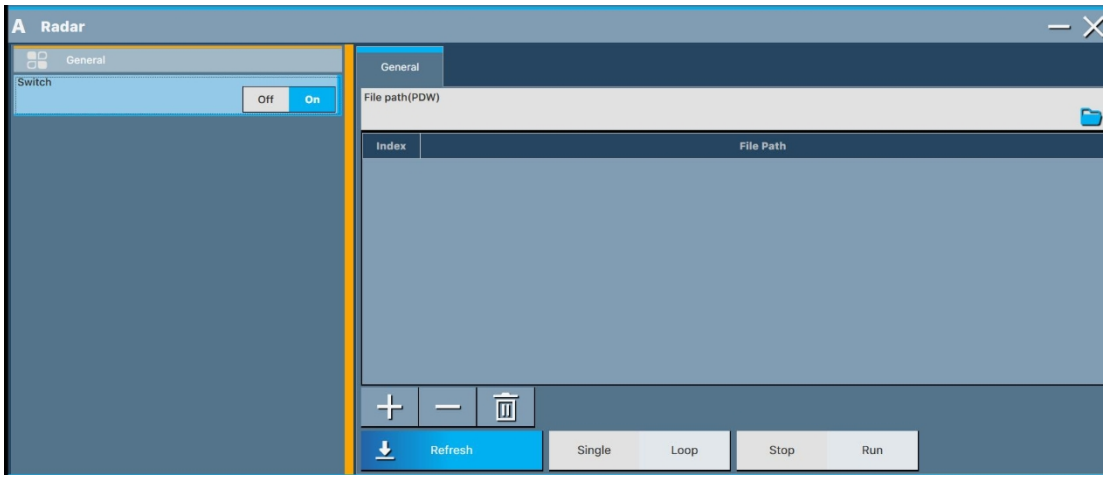


図 29 レーダー信号の設定

このモジュールは、レーダー信号生成ソフトウェアと組み合わせて使用する必要があります。

4.3.8 任意波形生成（ARB）

任意波形生成モードでは、波形ファイルを再生することで変調信号を生成できます。信号源がサポートする波形ファイル形式には、一般的な波形ファイル（txtファイル）およびNVMEモードの波形ファイル（バイナリファイル）が含まれます。

4.3.8.1 通常の波形ファイルの再生

ソフトウェアのメイン画面で「Baseband」を選択し、ベースバンド設定画面に入ります。

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、Basebandのオン/オフを切り替えることができます。この機能は、「Mod on/off」ショートカットキーでも実行可能です。

図中の赤で囲まれた「Baseband」機能ボックス内の「baseband」という文字部分をクリックすると、ベースバンド設定画面に移動できます。

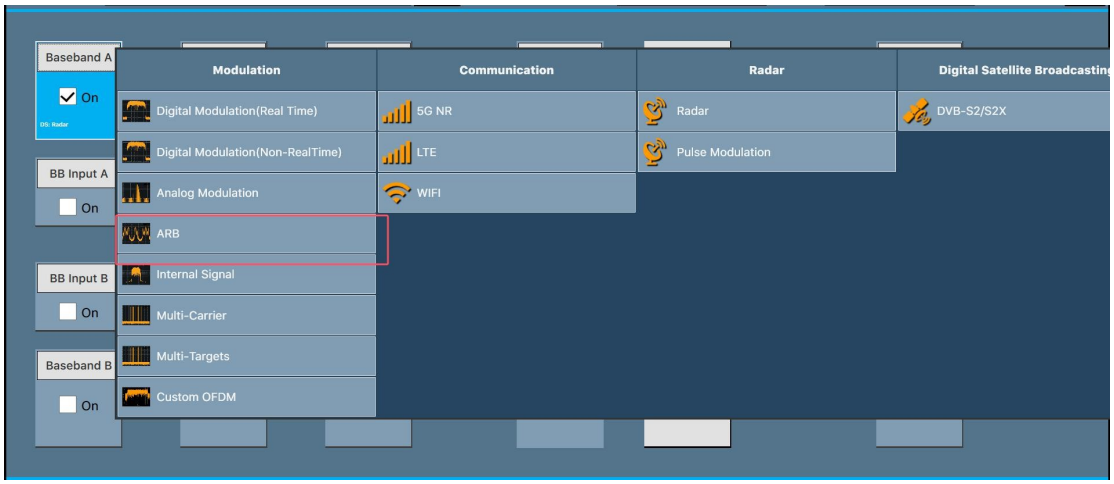


図 30 ARB

ベースバンド設定画面で「ARB」タブを選択すると、Local Fileの設定画面は以下のようになります：

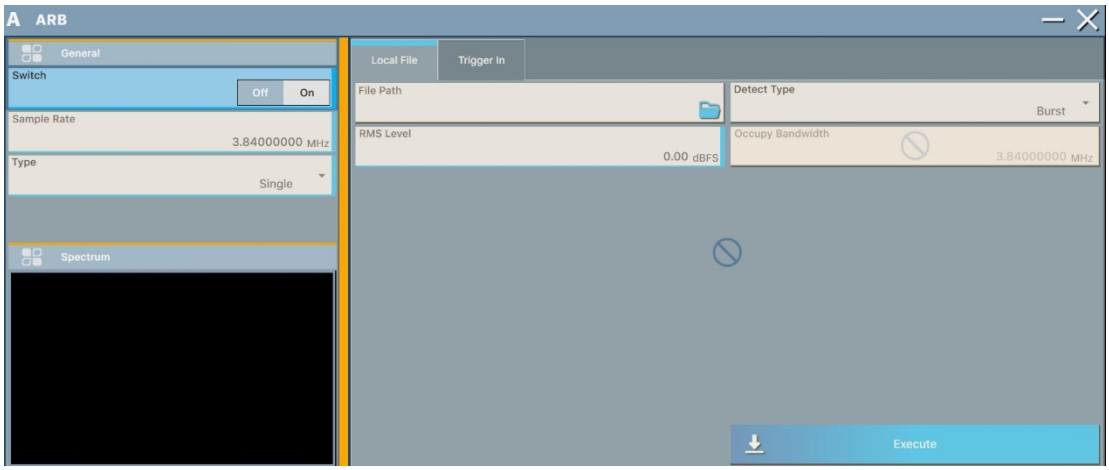


図 31 ARB モード

「File Path」に対応するファイルを開くアイコンをクリックし、一般的なtxtファイルを選択します。信号源がサポートするtxtファイル形式は以下の通りです：ユーザー波形ファイルは2列で、列間はコンマで区切られています。IおよびQは符号付き10進数であり、値の範囲は[-32768,32767]です。下図は波形ファイル形式の例です：

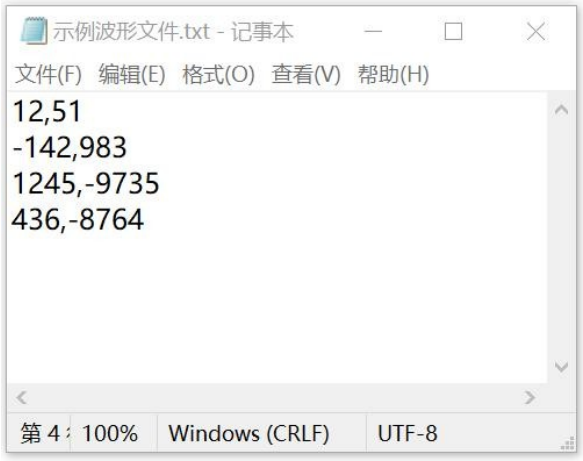


図 32 TXT 波形フォーマット

TXTファイルのサイズは100MBを超えてはなりません。ファイルが大きすぎると、ダウンロードに時間がかかりすぎたり、ダウンロードに失敗したりする原因となります。

「Sample Rate」パラメータの設定を変更して、波形ファイルの再生速度を設定します。

「Download」ボタンをクリックしてファイルをダウンロードします。サンプルレートの変更はリアルタイムで反映されます。したがって、「Download」ボタンをクリックした後にサンプルレートパラメータを変更しても、その変更は即座に反映されます。

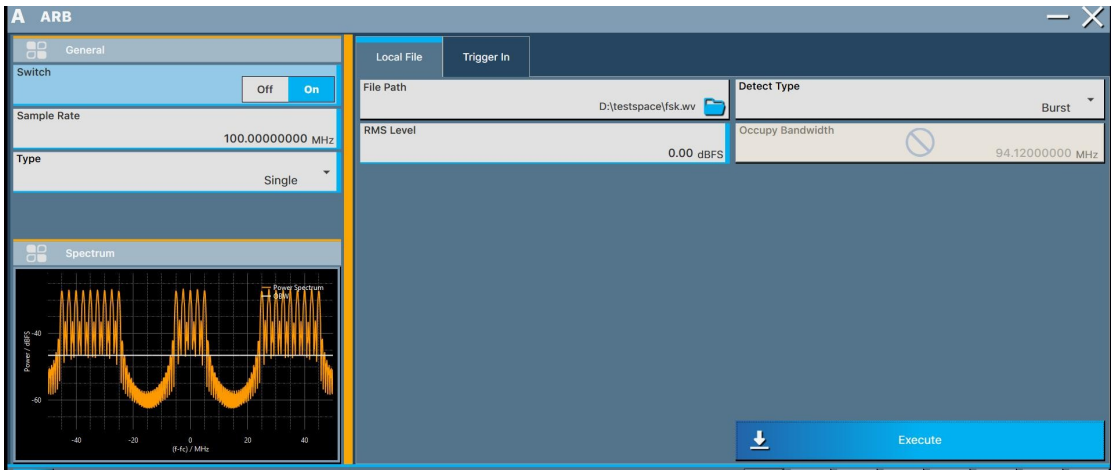


図 33 波形のダウンロードとそのプレビュー

ARBモードでは、下図に示すように、複数の波形を表示するモードがサポートされています：

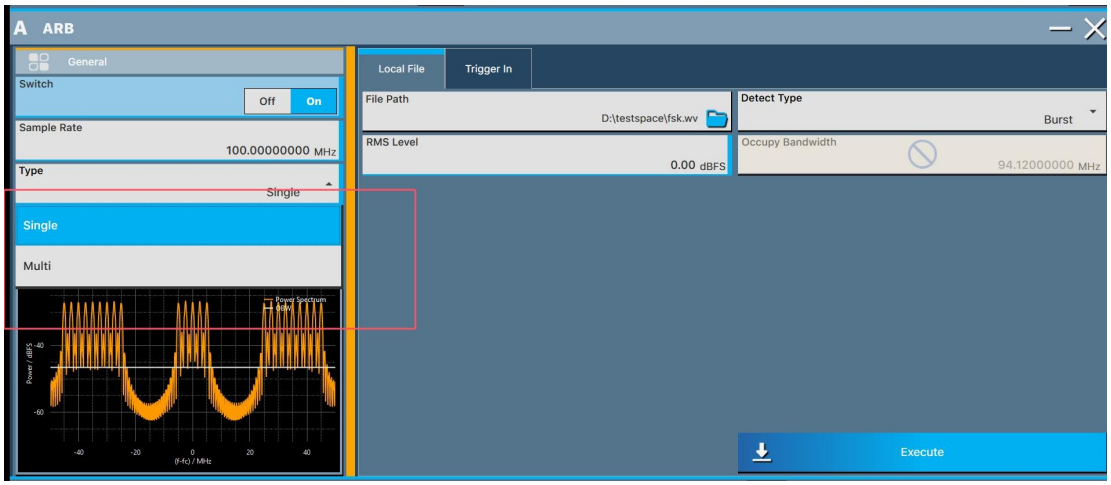


図 34 マルチ波形モードの選択

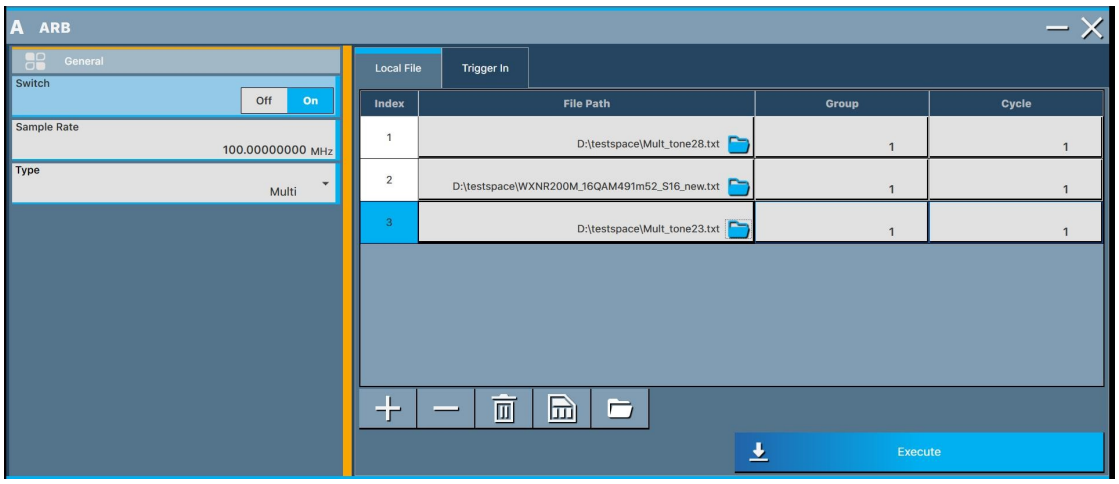


図 35 複数波形モード

上記のモードのように、ユーザーは具体的なニーズに応じてマルチ波形モードを選択できます。

4.3.8.2 トリガー

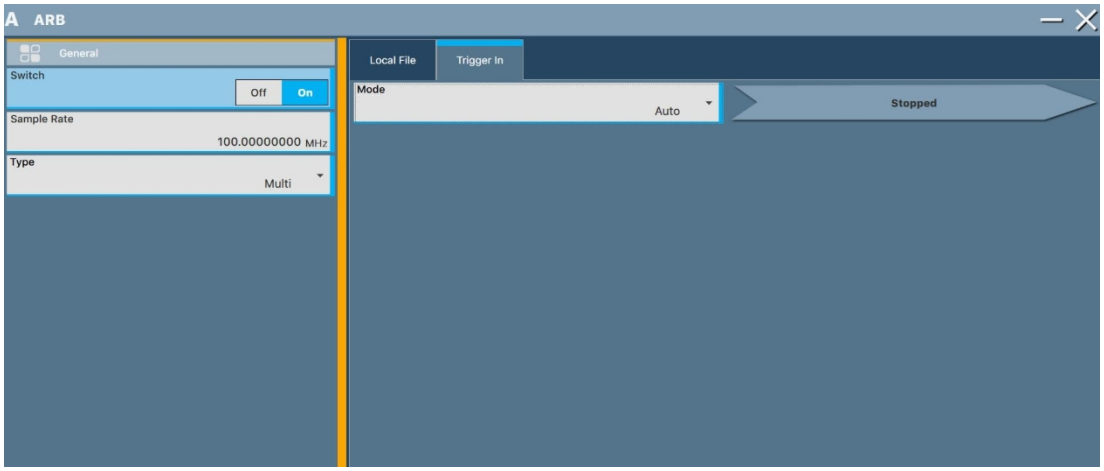


図 36 Auto トリガー

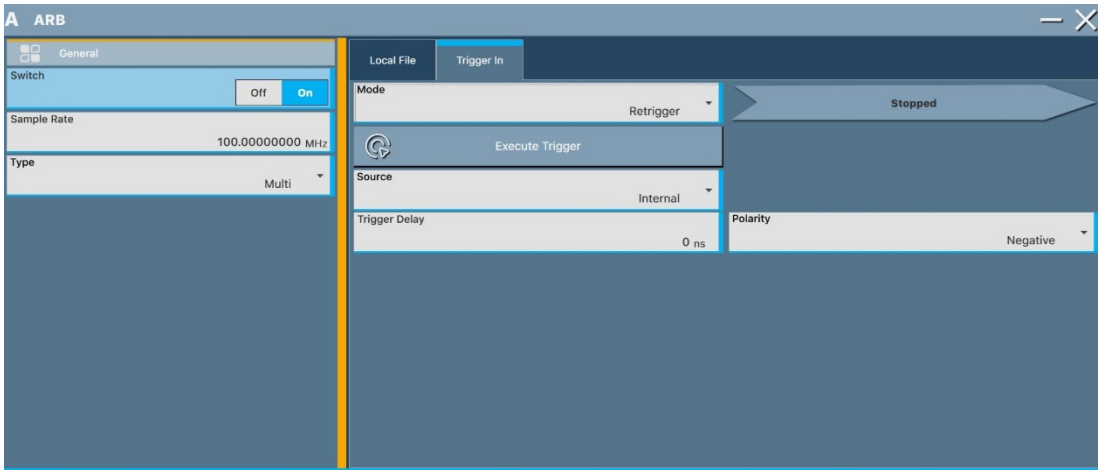


図 37 リトリガーモード

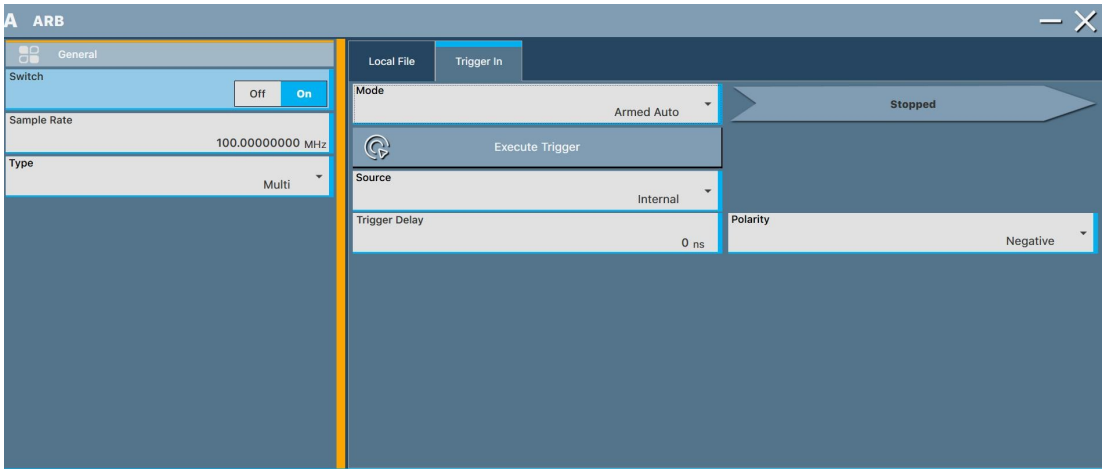


図 38 アーメッド・オート・トリガーモード

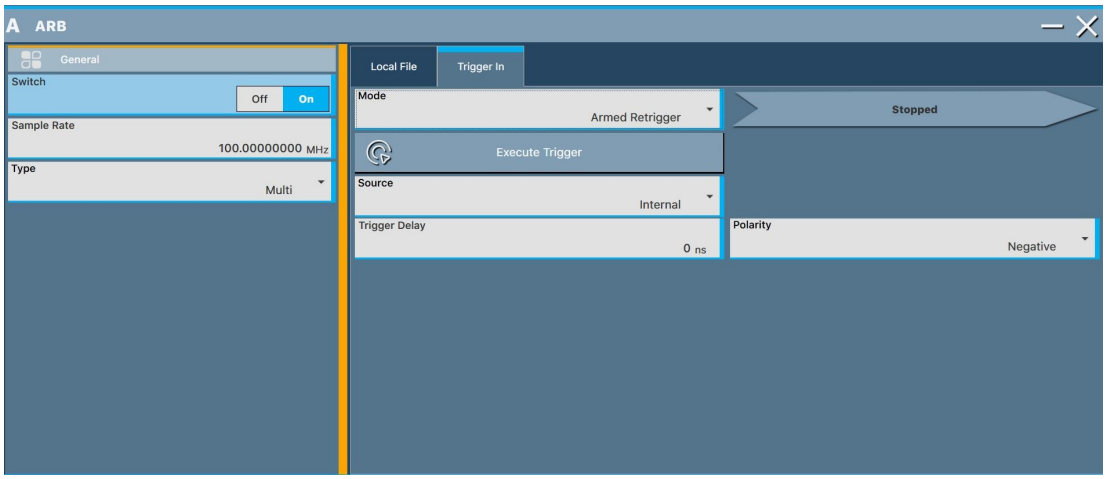


図 39 アームド・リトリガー・トリガーモード

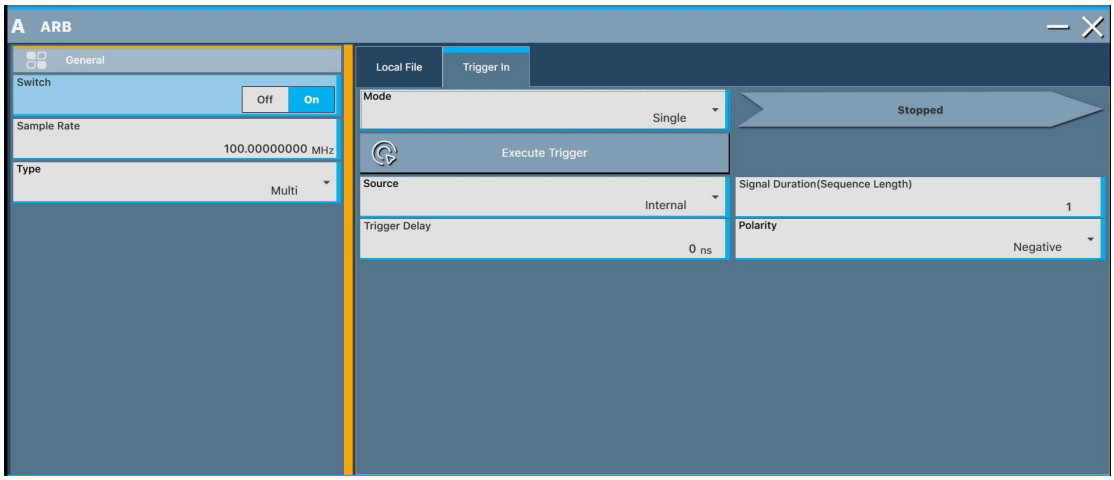


図 40 シングル・トリガーモード

本ソフトウェアでは、5種類のトリガーモード（Single、Armed Retrigger、Retrigger、Armed Auto、Auto）が用意されています。ユーザーはニーズに応じて自由に設定して使用できます。

4.3.9 マルチターゲット信号（Multi-Targets）

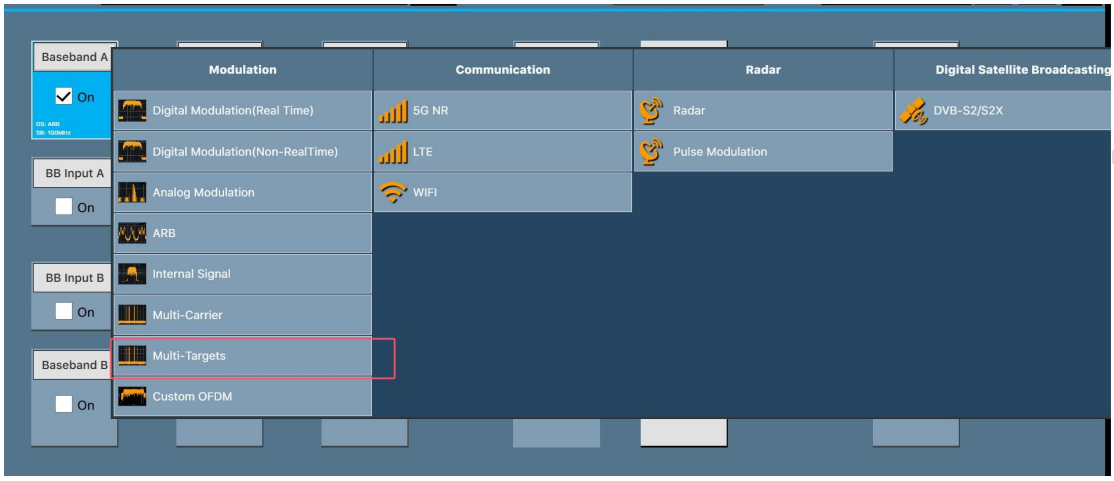


図 41 マルチターゲット設定

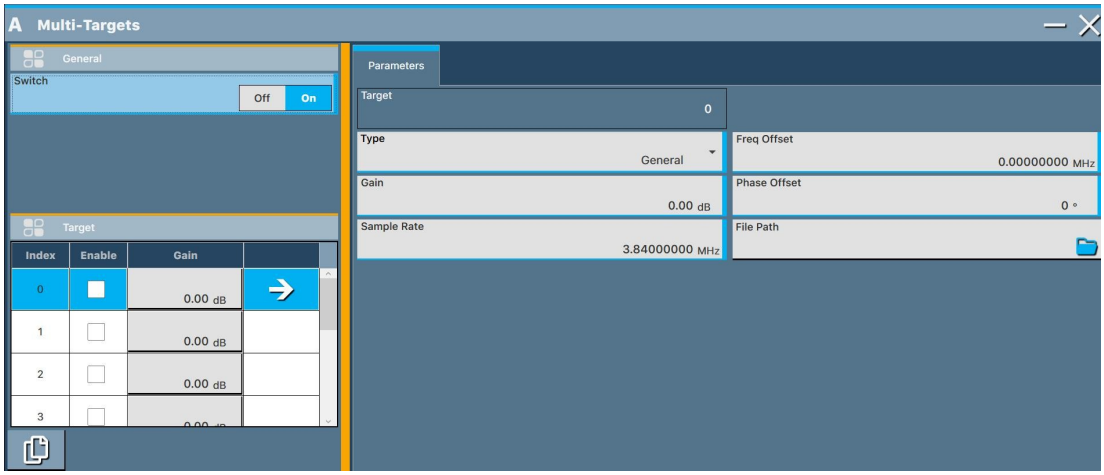


図 42 マルチターゲット

本ソフトウェアは、複数の波形ファイルを並行して再生する機能を提供しています。なお、このモジュールの動作モードでは、ハードウェアによるバージョン切り替えを円滑に行うために、事前にデバイスをプリセットリセットする必要があります。

4.3.10 パルス変調（Pulse Modulation）

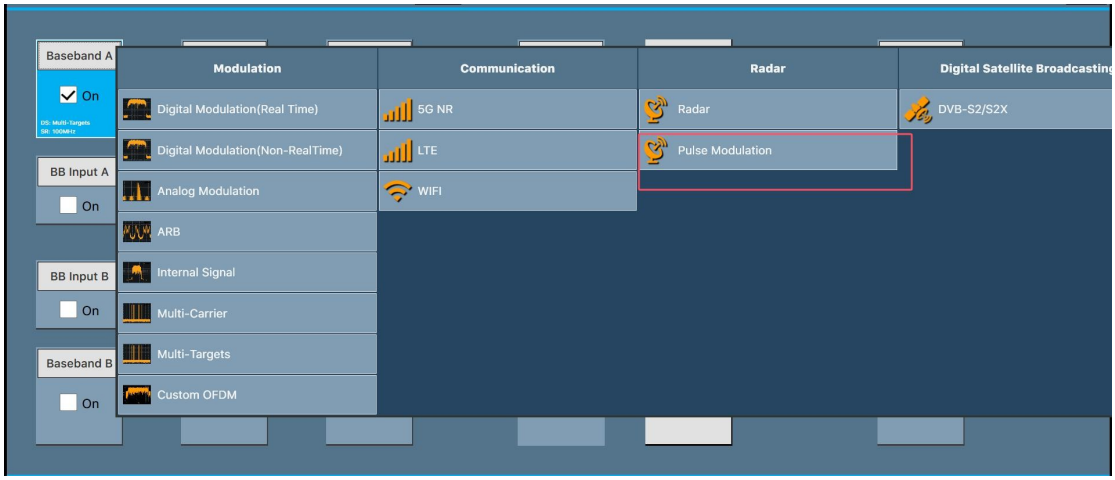


図 43 パルス変調

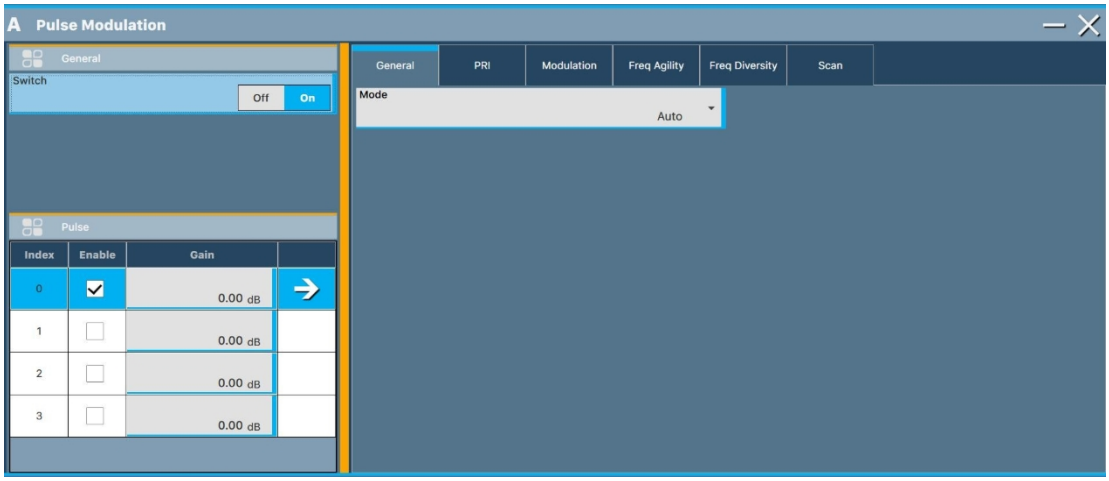


図 44 パルス変調パラメータ設定

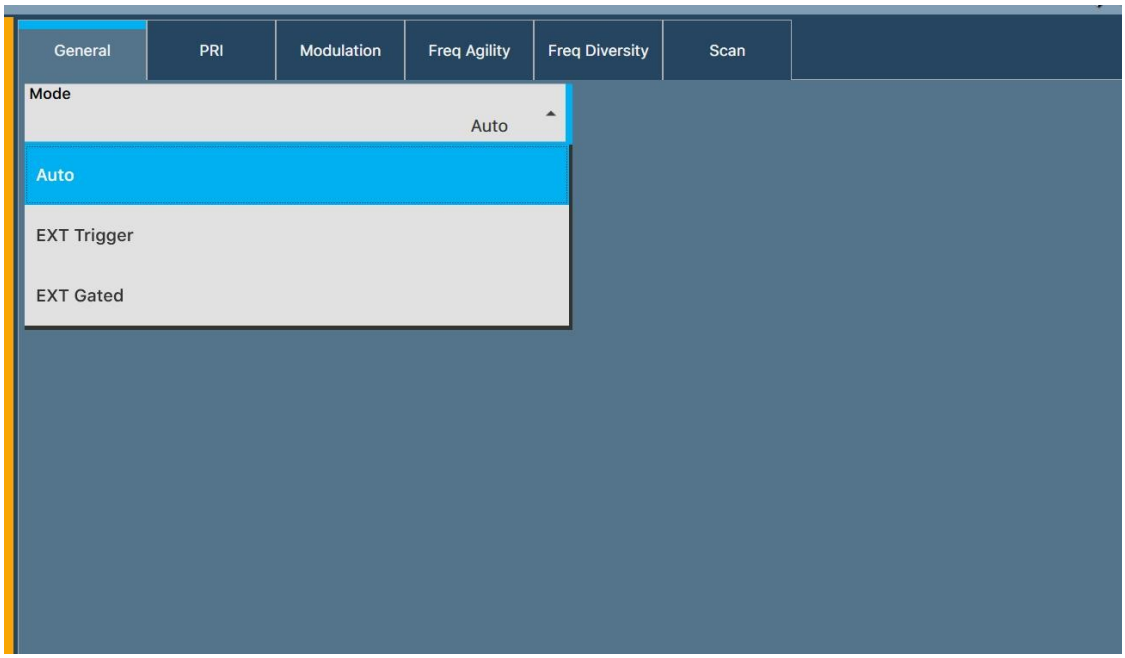


図 45 General

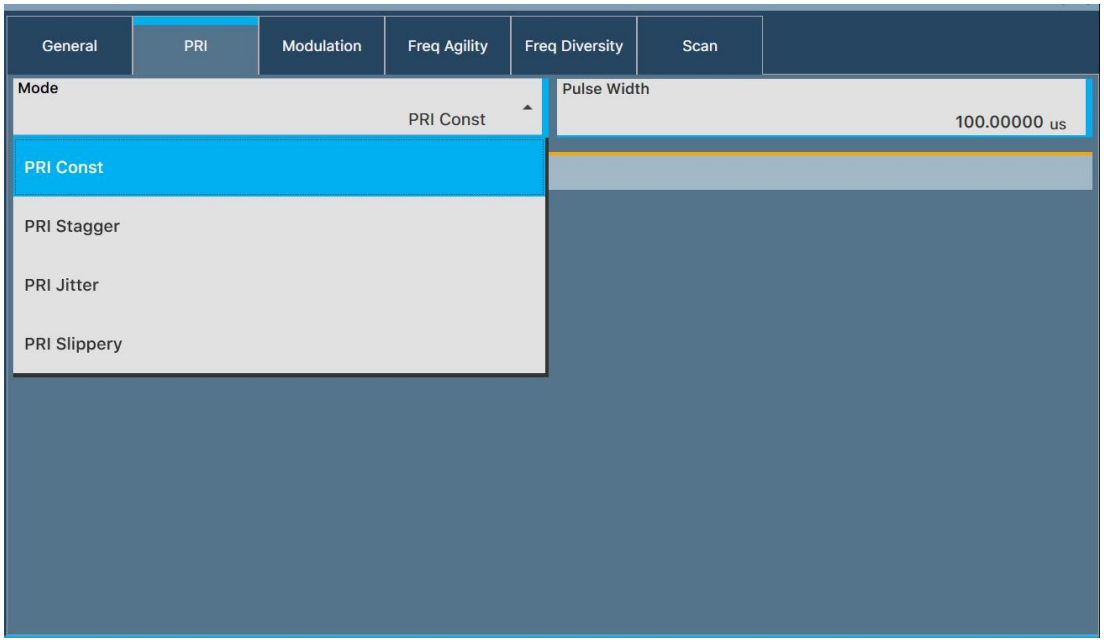


図 46 PRI 設定

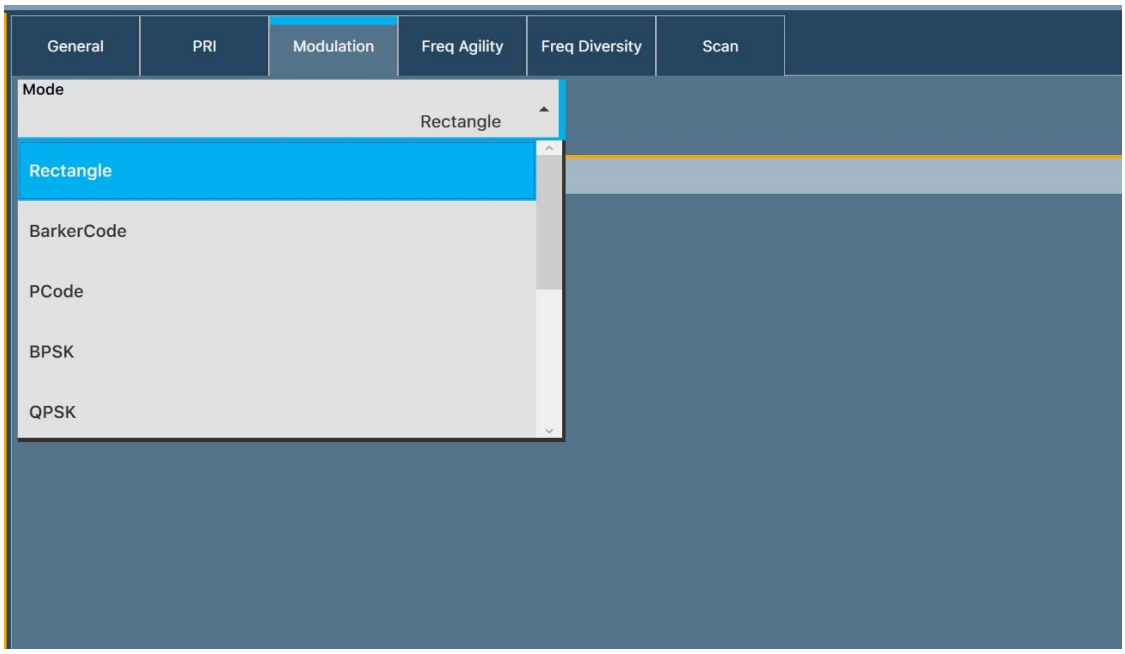

General
PRI
Modulation
Freq Agility
Freq Diversity
Scan
Mode
Rectangle
Rectangle
BarkerCode
PCode
BPSK
QPSK

図 47 変調

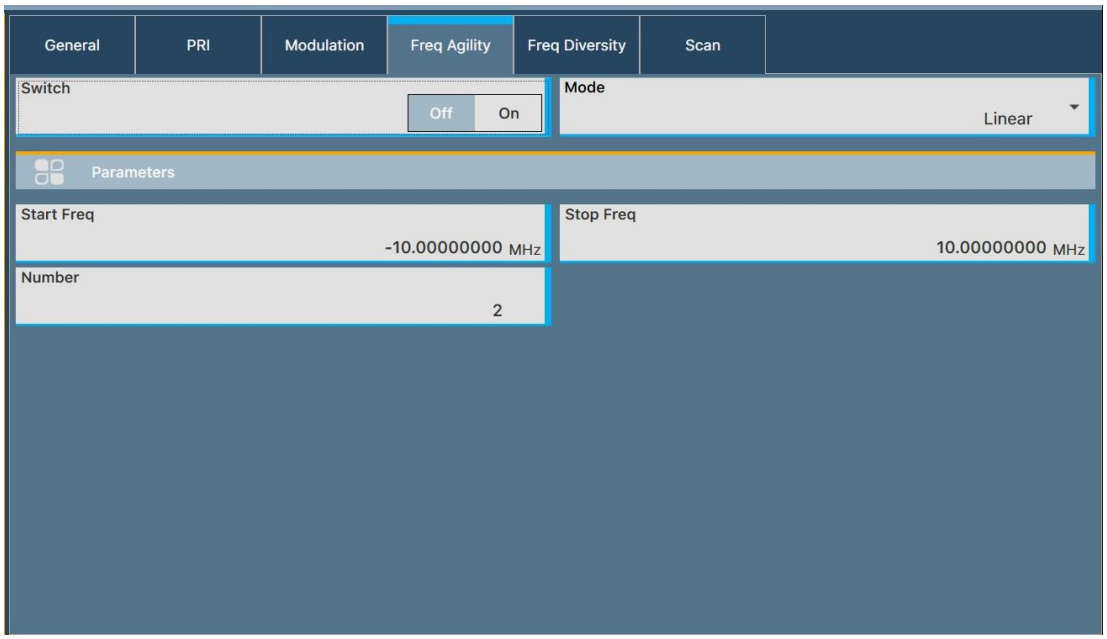


図 48 周波数シフト

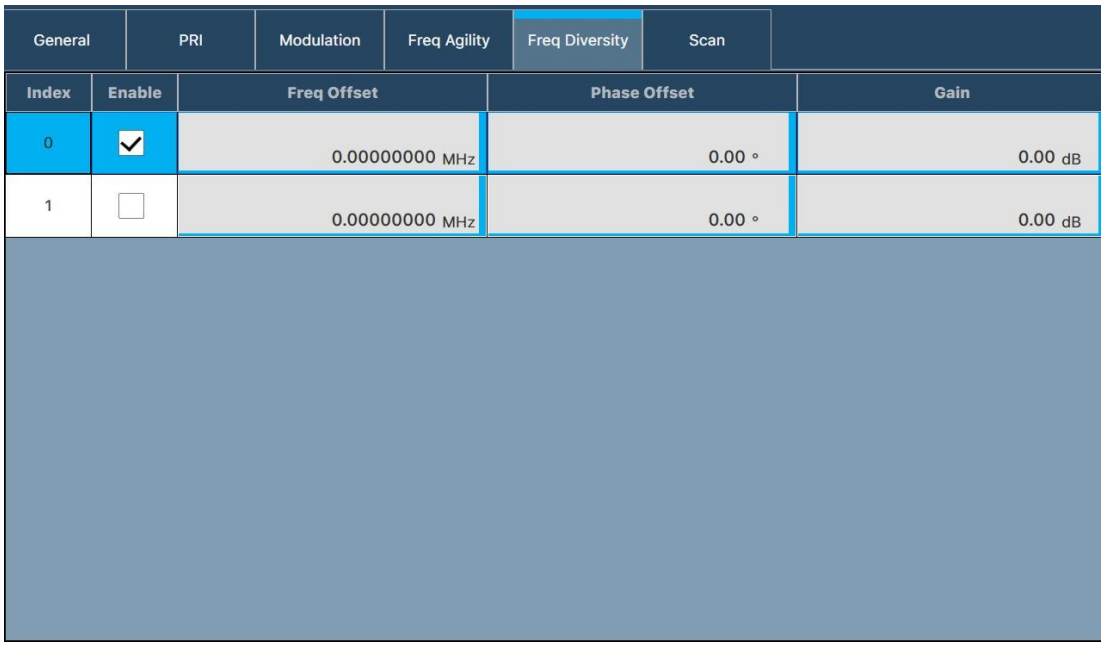


図 49 周波数ダイバーシティ

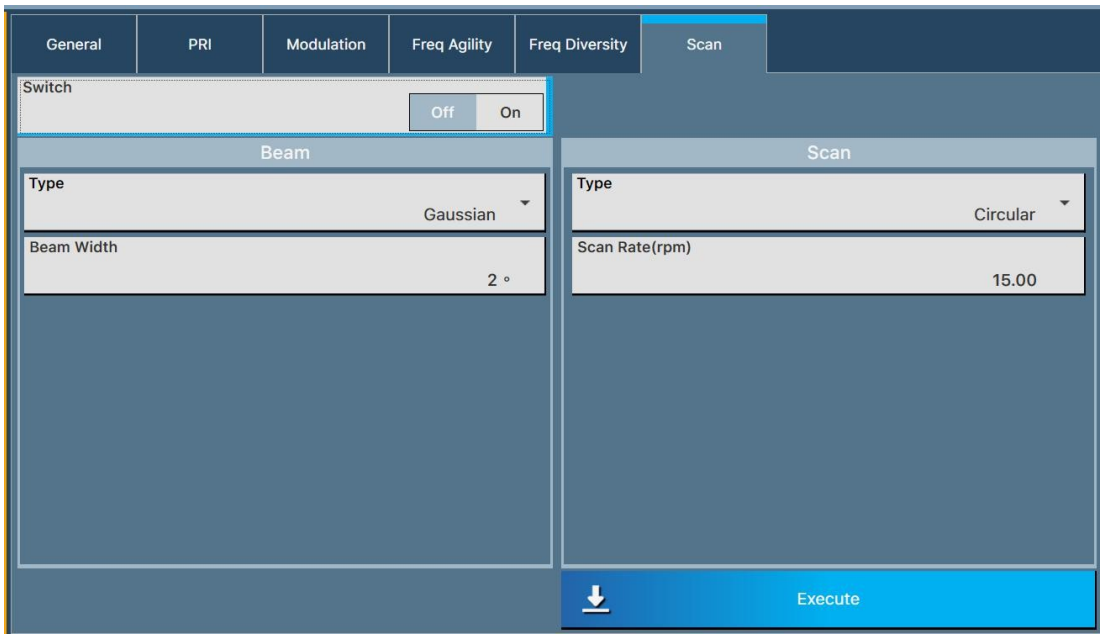


図 50 スキャン

本ソフトウェアは4チャネルのパルス変調信号を提供し、各パルスについて、PRI設定、変調方式設定、周波数ホッピング、周波数ダイバーシティ、スキャンなどのパラメータ設定に対応しています。

4.3.11 カスタムOFDM

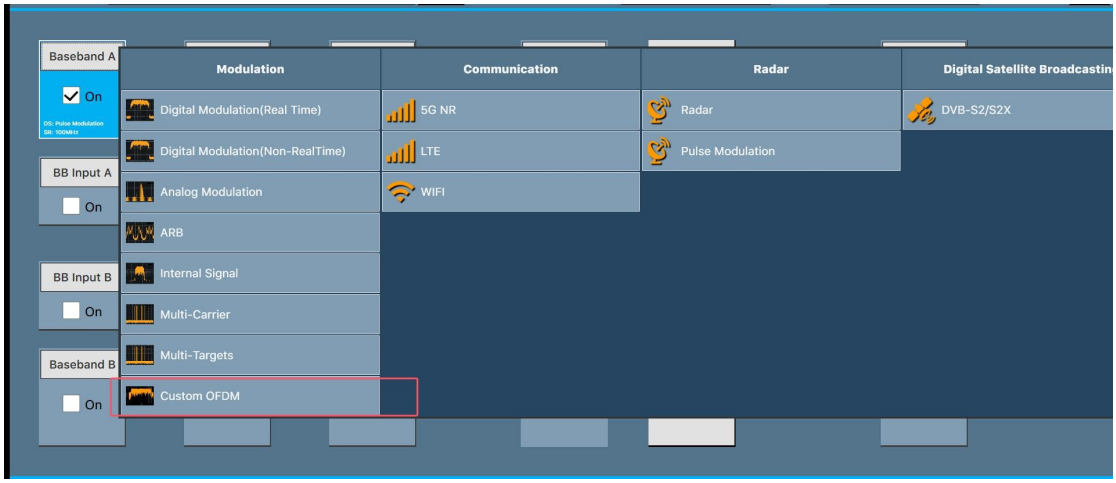


図 51 OFDM

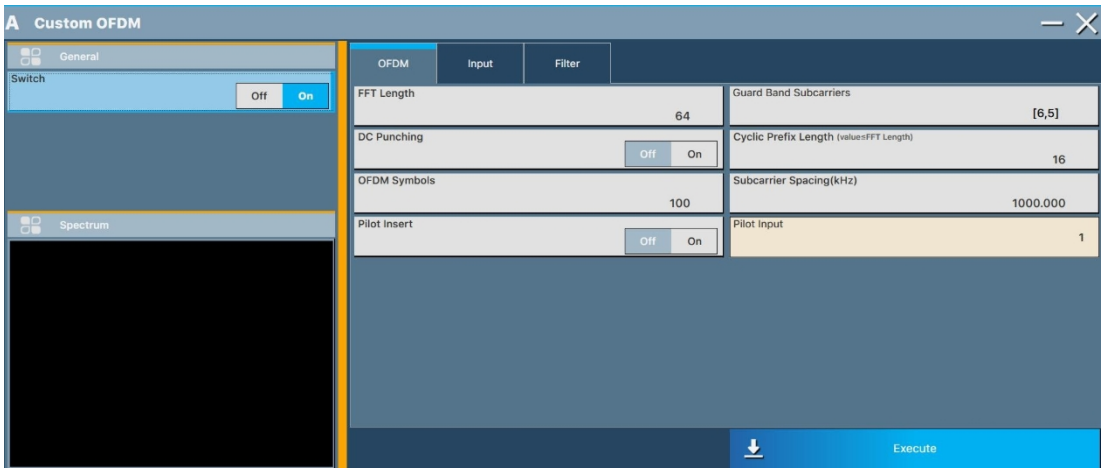


図 52 OFDM 設定

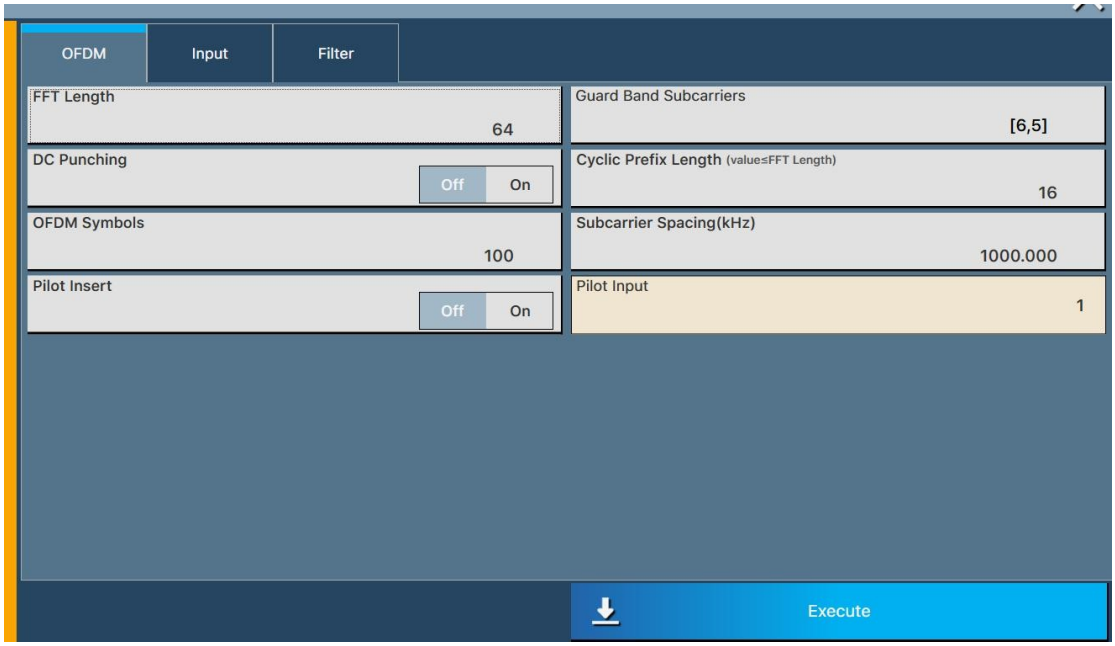


図 53 パラメータ設定

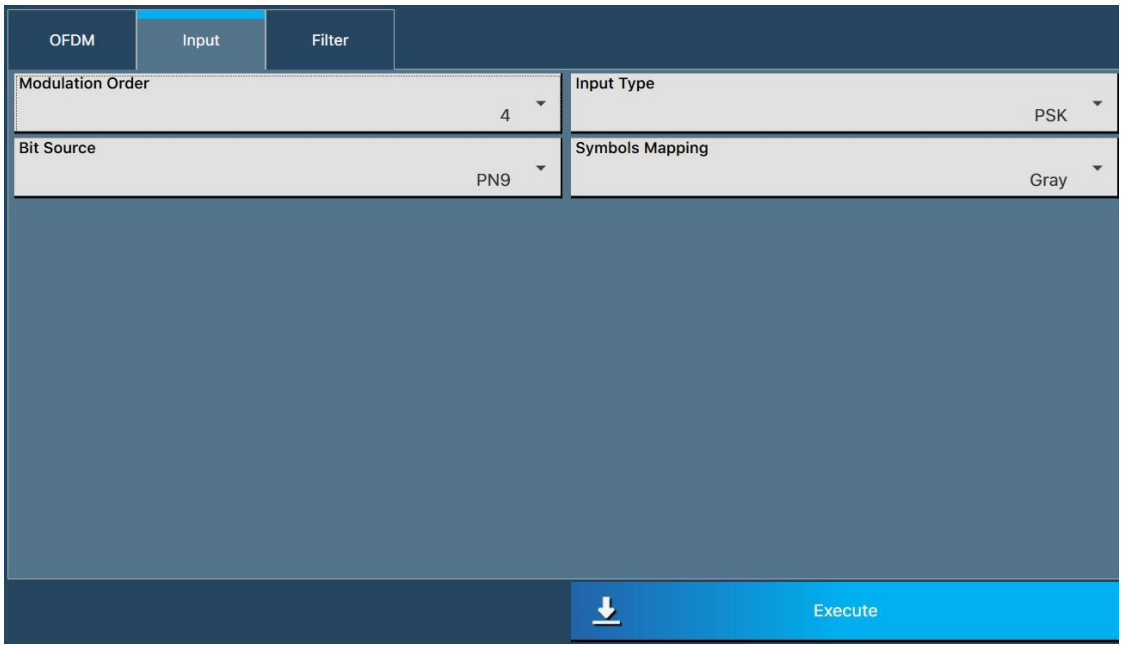


図 54 パラメータ設定

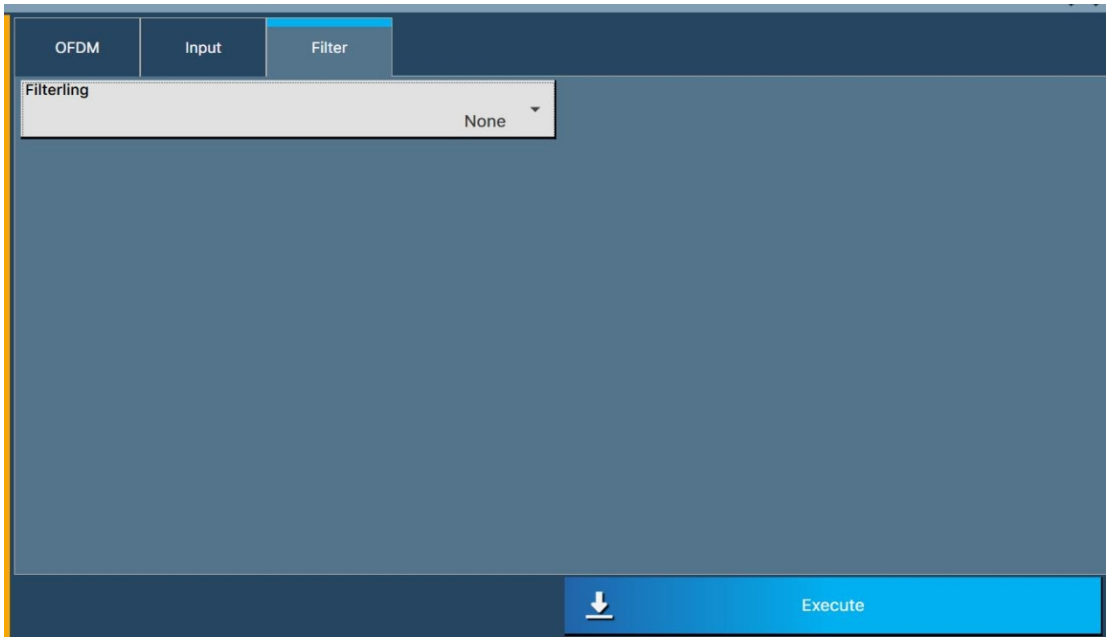


図 55 パラメータ設定

4.4 BB入力

4.4.1 NVMe 大容量ファイル保存モード

ソフトウェアのメイン画面で「BB Input」を選択し、ベースバンド設定に入ります。

図中の赤で囲まれた「BB Input」機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、BB Inputのオン/オフを切り替えることができます。この機能は、「Mod on/off」ショートカットキーでも実行可能です。

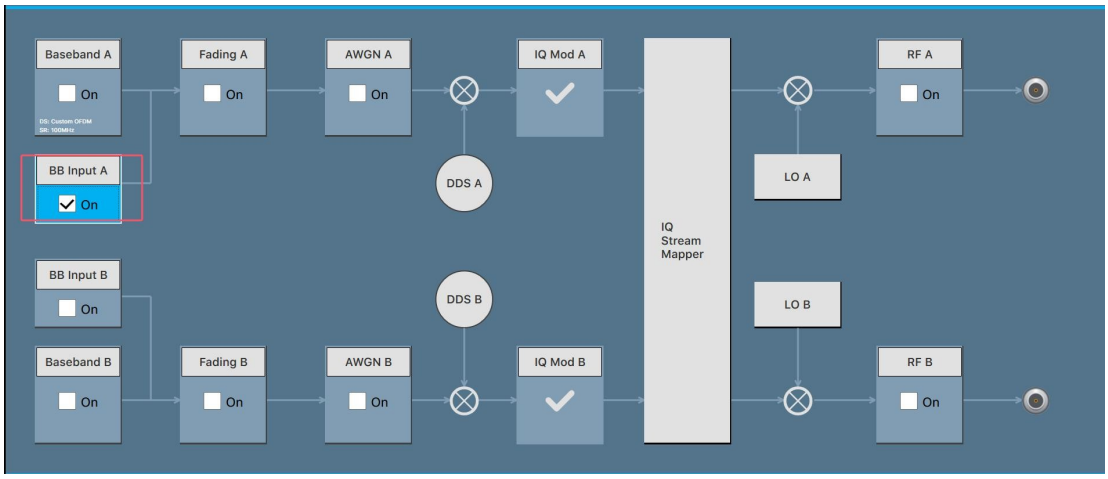


図 56 BB Input

ベースバンド設定画面で「Userfile」タブを選択すると、Userfile設定画面は以下のようになります：

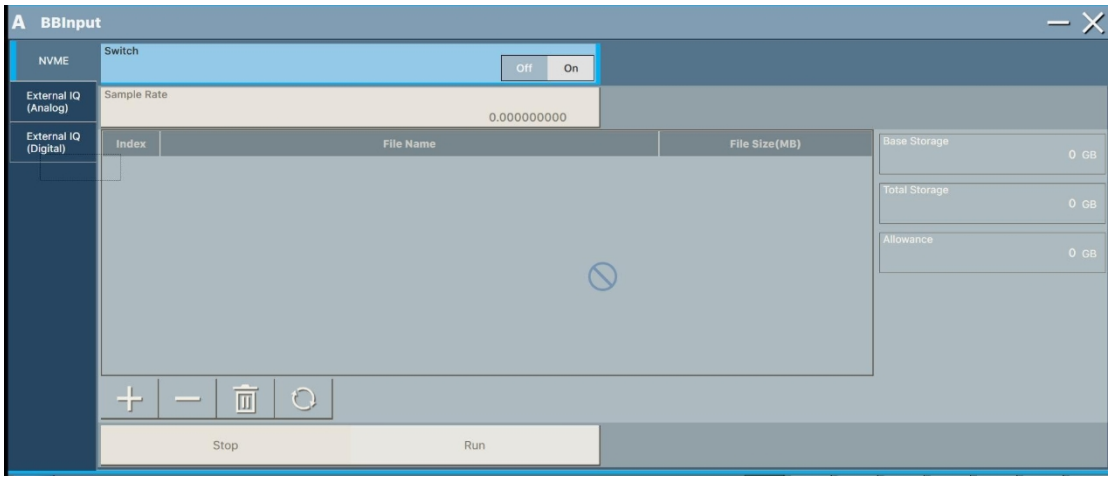


図 57 大容量ファイル保存モード

左側の「NVME」タブを選択すると、NVME波形ファイル再生モードに入ります。

NVMeモードでは、ソフトウェアはユーザーが指定したバイナリファイルをROMキャッシュにダウンロードし、管理を行います。NVMeモードでは、リストに複数の波形ファイルが存在することができ、その中から1つの波形ファイルを選択して再生することができます。

まず、ボタンをクリックして NVMe モードを初期化する必要があります。初期化に成功すれば、正常に使用できます。「Add」ボタンを使用してユーザーバイナリファイルを

追加し、「Del」ボタンを使用してユーザーバイナリファイルを削除します。「Clear」ボタンでROM上のキャッシュをクリアし、「Refresh」ボタンでキャッシュ上のバイナリファイルを更新します。

バイナリファイルはデータファイルであり、ファイルヘッダーや記述バイトは一切含まれません。そのフォーマットは以下の通りです：I0Q0I1Q1I3Q3I4Q4……。ここで、IおよびQは16ビットの符号付き2進数であり、MSBが先頭で、値の範囲は[0bFFFF,0b7FFF]です。

「Sample Rate」パラメータの設定を変更し、波形ファイルの再生速度を設定します。

NVME内のファイルを選択し、「Download」ボタンをクリックすると、対応する波形が再生されます。Sample Rateの変更はリアルタイムで行われ、「Download」ボタンをクリックした後にSample Rateパラメータを変更しても、変更は即座に反映されます。

4.4.2 外部 IQ 信号

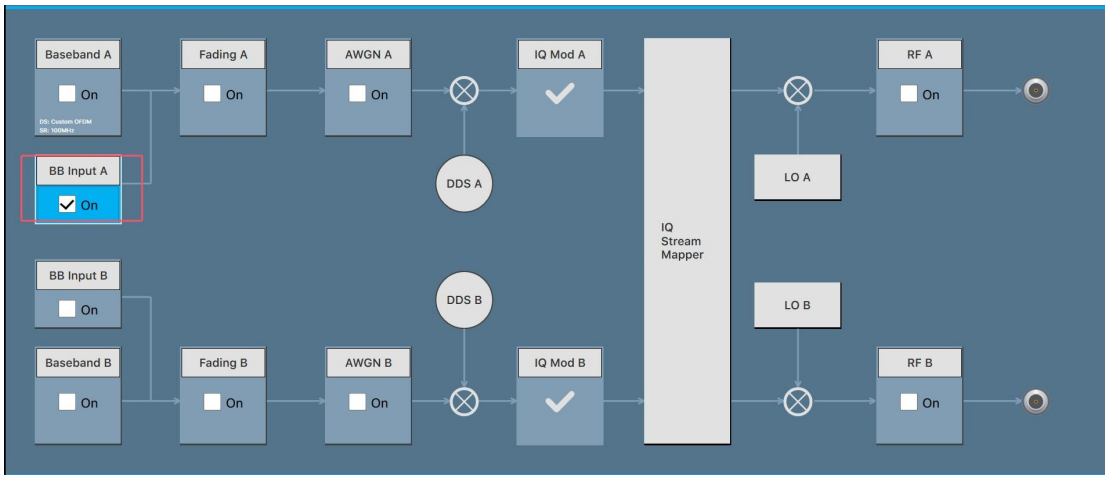


図 58 BB Input

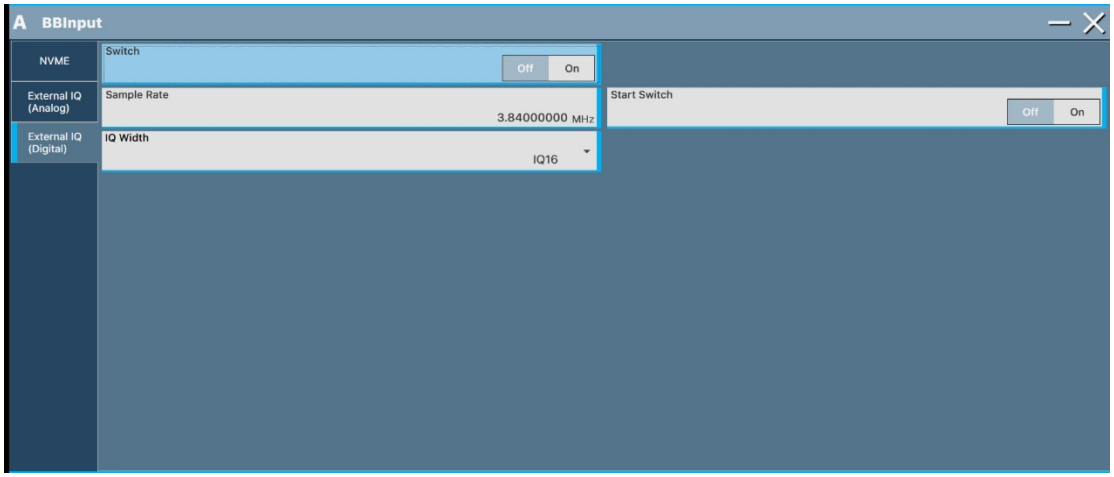


図 59 外部 IQ

4.5 フェージング

ソフトウェアのメイン画面で「Fading」を選択し、フェージング設定画面に入ります。

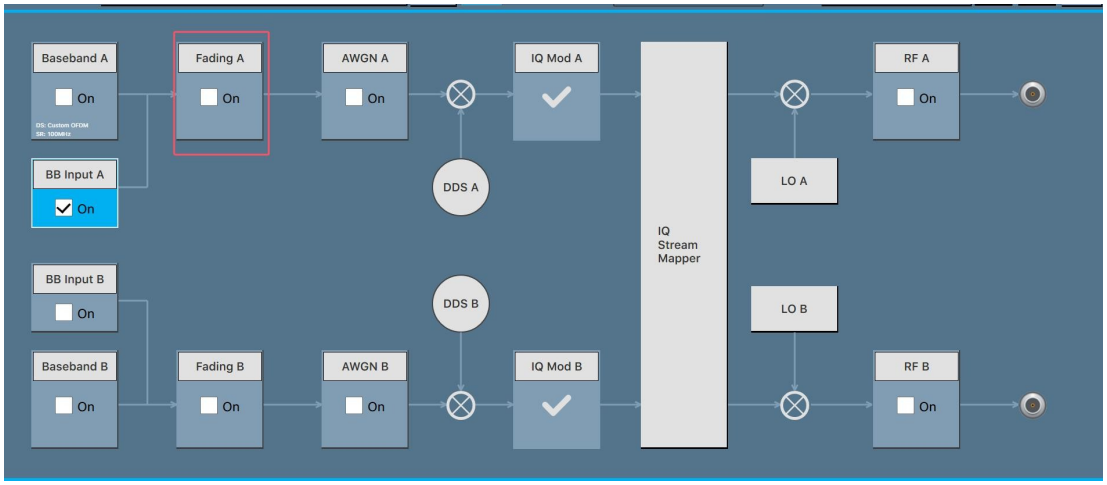


図 60 フェージング

「fading」を選択してフェージング設定に入ります：

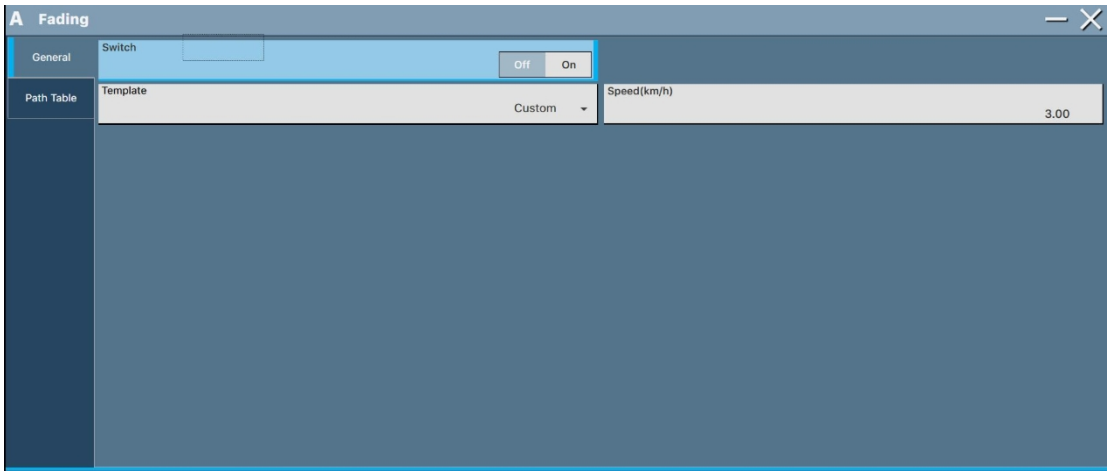


図 61 フェージング設定

チャネルモデルを選択します：

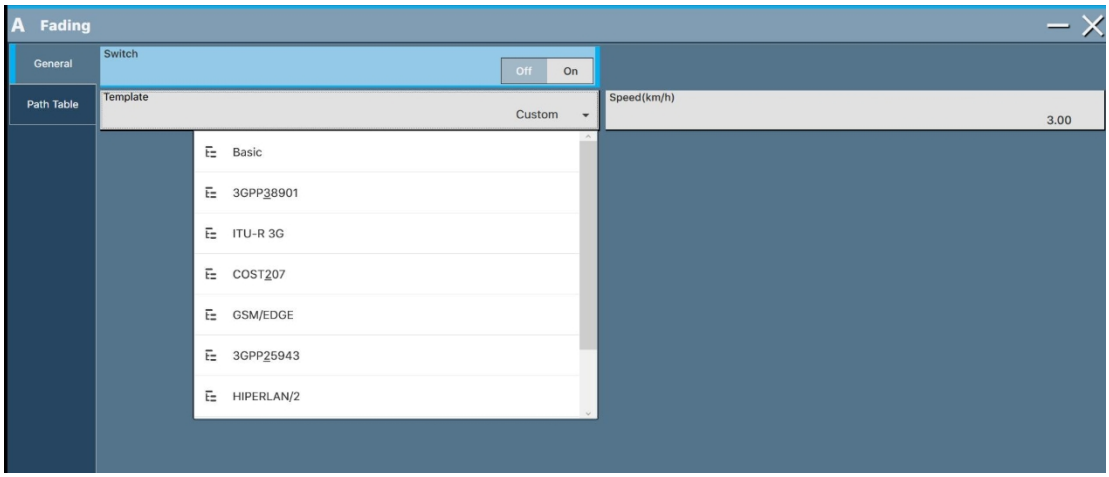


図 62 フェージングモデルの選択

パス・テーブルで各パスのパラメータを設定します：

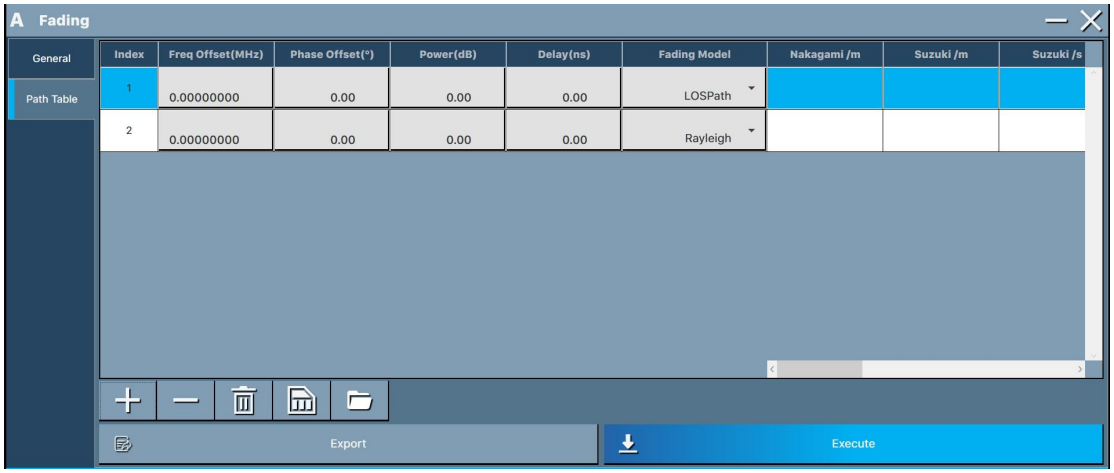


図 63 フェージング多経路設定

4.6 AWGN

ソフトウェアのメイン画面で「AWGN」を選択し、加法性ガウス白色雑音の設定画面に入ります。

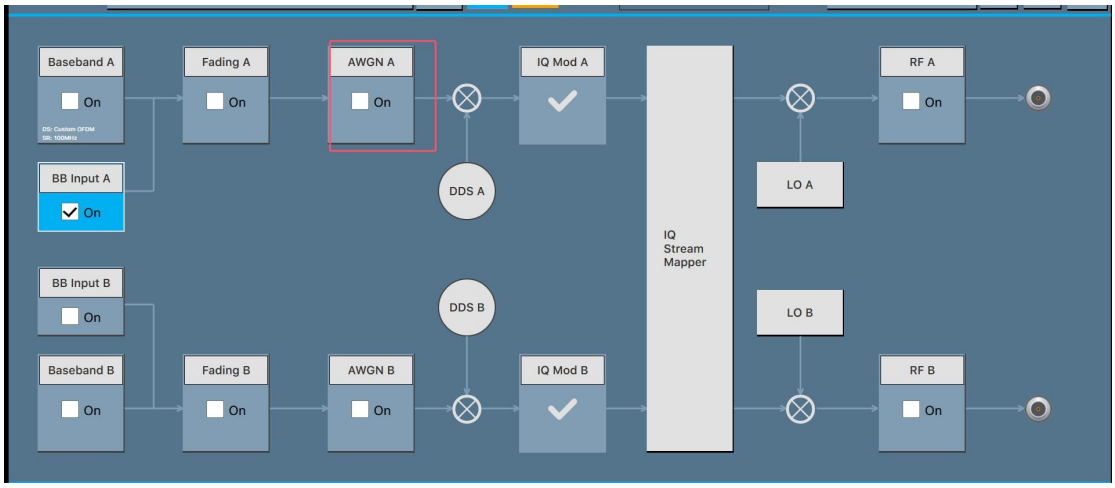


図 64 AWGN

図中の赤で囲まれた AWGN 機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、AWGN のオン/オフを切り替えることができます。図中の赤で囲まれた AWGN 機能ボックス内の「AWGN」という文字をクリックすると、AWGN 画面

画面に遷移します。

AWGNの設定画面は下図の通りです：

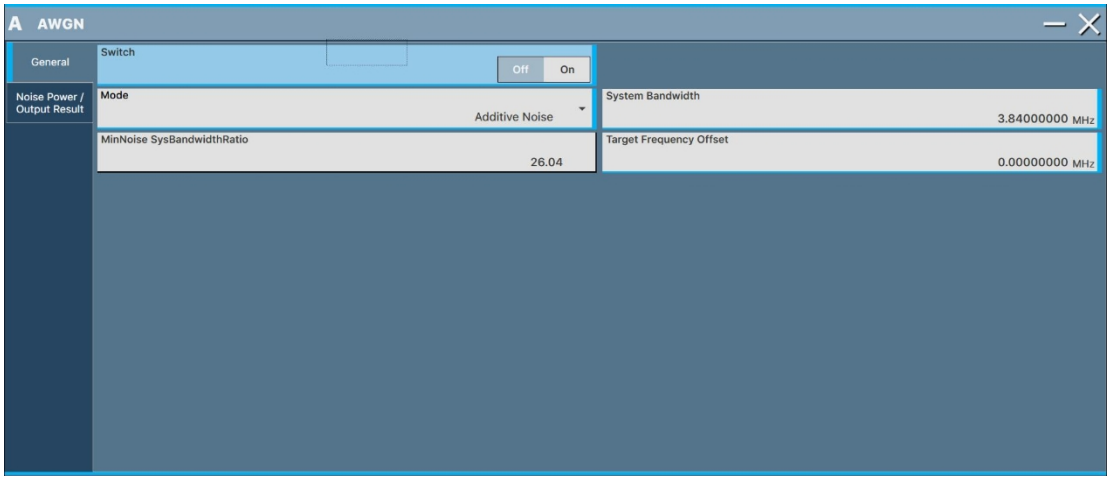


図 65 AWGN の設定

AWGNの設定における重要な概念には、キャリア対雑音比（C/N）、信号対雑音比（S/N）、ビット対雑音比（Eb/N0）があります。これらのパラメータの意味は以下の通りです：

1） C/N

C/Nはキャリア対ノイズ比であり、通常dB単位で表されます。ここで、Cは信号とキャリアを合

わせた平均電力、Nはシステム帯域幅内のノイズの平均電力を指します。

2) S/N

S/Nは信号対雑音比であり、通常dB単位で表されます。ここで、Sは信号の平均電力を、Nはシステム帯域幅内の雑音の平均電力を指します。S/NとC/Nの違いは、S/Nには搬送波の平均電力が含まれていない点にあります。

3） Eb/N0

Eb/N0 はビット信号対雑音比を指し、通常も dB 単位で表される。これは、各ビットの平均電力と雑音スペクトル密度の比を示し、S/N との関係は次の通りである：

$$\frac{b}{O} = -10 * o10(\quad)$$

ここで、Rb は伝送レート、すなわち1秒あたりに伝送されるビット数であり、W は信号帯域幅である

4.6.1 加法ノイズモード

「Mode」オプションで「Additive Noise」を選択すると、加法ノイズモードに入ります。

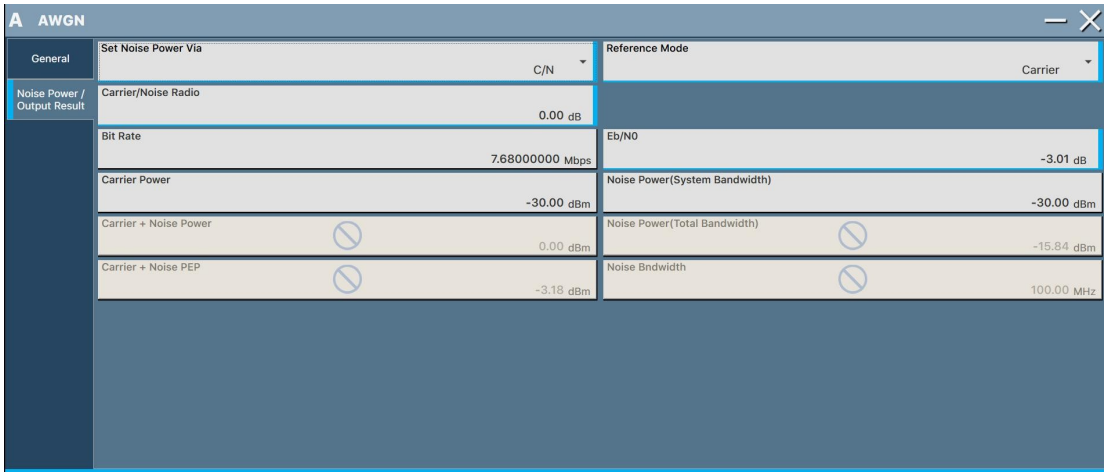


図 66 加法ノイズ

加法ノイズモードで設定可能なパラメータは以下の通りです：

- Set Noise Power Via：信号対雑音比（SN比）の設定方法を示し、C/NおよびS/Nに対応しています。CDMのデジタル変調では、搬送波電力が存在しないため、この場合C/NとS/Nは等しくなります。
- System Bandwidth：システム帯域幅。通常、信号帯域幅に設定します。

- Min Noise/System Bandwidth Ratio：ノイズ帯域幅とシステム帯域幅の最小比。通常は 1 に設定します。ノイズ帯域幅の最大値は、Sample Rate/2 を超えないことを推奨します。

- Ratio：C/N または S/N の数値を設定します。「Set Noise Power Via」が C/N に設定されている場合は、ここで C/N を設定します。「Set Noise Power Via」が S/N に設定されている場合は、ここで S/N を設定します。
- Center Frequency Offset：ノイズ中心周波数のオフセットを設定します。この値は大きすぎないように設定してください。一般的に、左右のオフセットは Sample Rate*3/8-System Bandwidth/2 を超えないことを推奨します。
- Bit Rate：ビットレート Rb を設定します。パラメータの設定が完了したら、「OK」をクリックして適用します。

例：Basebandで帯域幅3.84MHzのQPSK変調信号がすでに設定されていると仮定し、この信号に加法ノイズを追加します。

1) ModeをAdditive Noiseに設定します。
2) 「Set Noise Power Via」を「S/N」に設定します。
3) System Bandwidthを3.84MHzに設定します。
4) 「Min Noise/System Bandwidth Ratio」を 1 に設定します。
5) Ratioを10に設定します。
6) 「Center Freq Offset」を 0 に設定します。
7) 「Bit Rate」を 7.68Mbps に設定します。
8) [OK] をクリックすると、Eb/N0 が更新され、中心周波数で帯域幅 3.84MHz、信号対雑音比 10dB の信号と雑音が出力されます。

4.6.2 純粋なノイズモード

「Mode」オプションで「Noise Only」を選択し、ノイズのみモードに入ります。

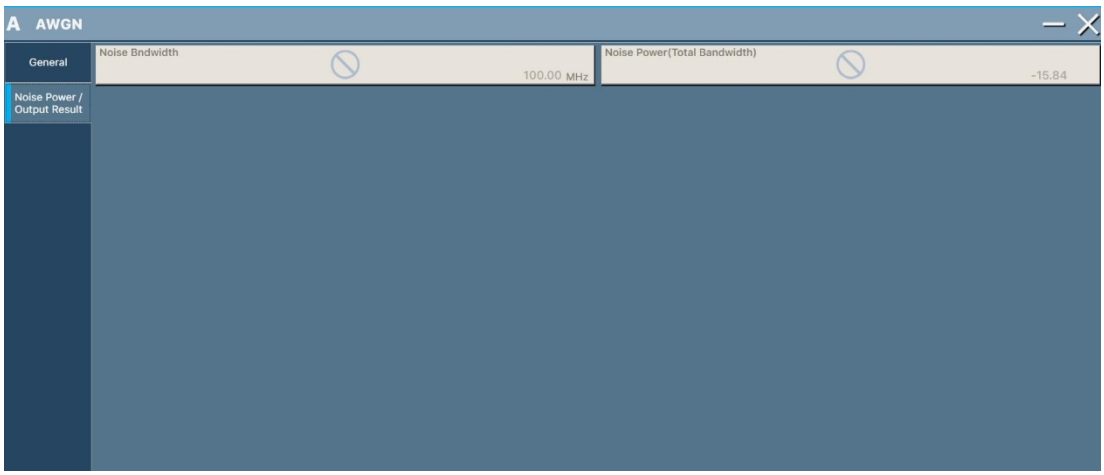


図 67 Noise Only

純粋ノイズモードで設定可能なパラメータは以下の通りです。

➢ System Bandwidth：システム帯域幅。ノイズのみモードでは、ノイズ帯域幅となります。例：帯域幅 10MHz の純ノイズ信号を生成する場合。

1) Modeを「Noise Only」に設定します。

2) System Bandwidth を 10MHz に設定すると、Sample Rate が更新されます。

3) 「OK」をクリックすると、中心周波数位置で帯域幅10MHzの帯域通過型ガウスノイズが出力されます。

4.6.3 連続波干渉モード

「Mode」オプションで「CW Interferer」を選択すると、連続波干渉モードに入ります。

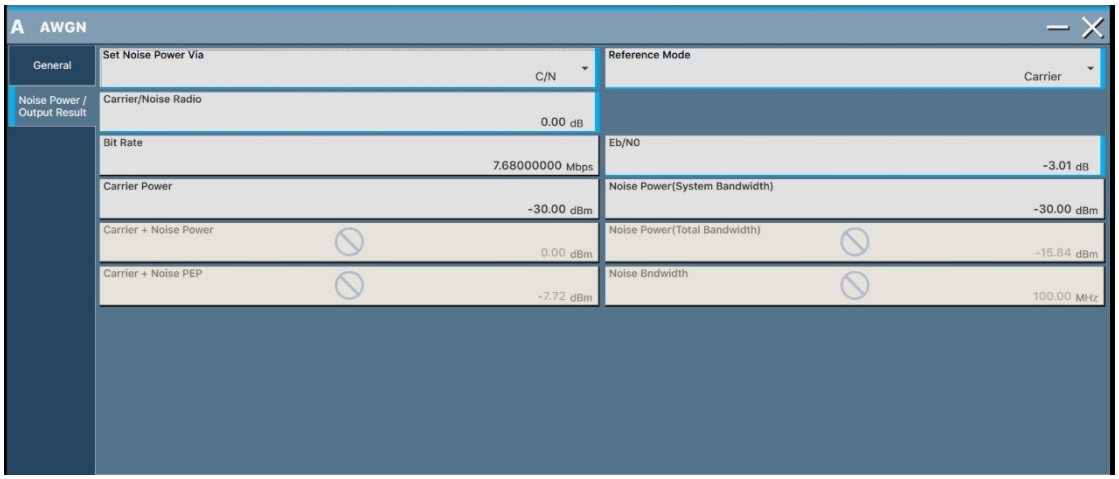


図 68 CW Interferer

連続波干渉モードで設定可能なパラメータは以下の通りです：

- Ratio：CW干渉信号の電力と搬送波信号の電力の比を設定します。
- Center Frequency Offset：CW干渉信号の周波数オフセットを設定します。

4.7 IQ変調器

ソフトウェアのメイン画面で「IQ Mod」を選択し、IQ変調器の設定画面に入ります。

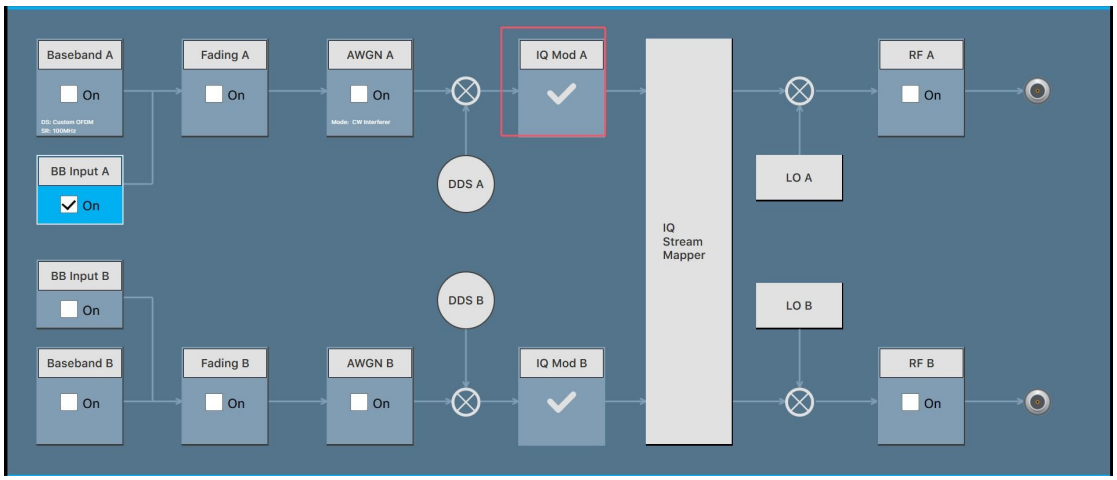
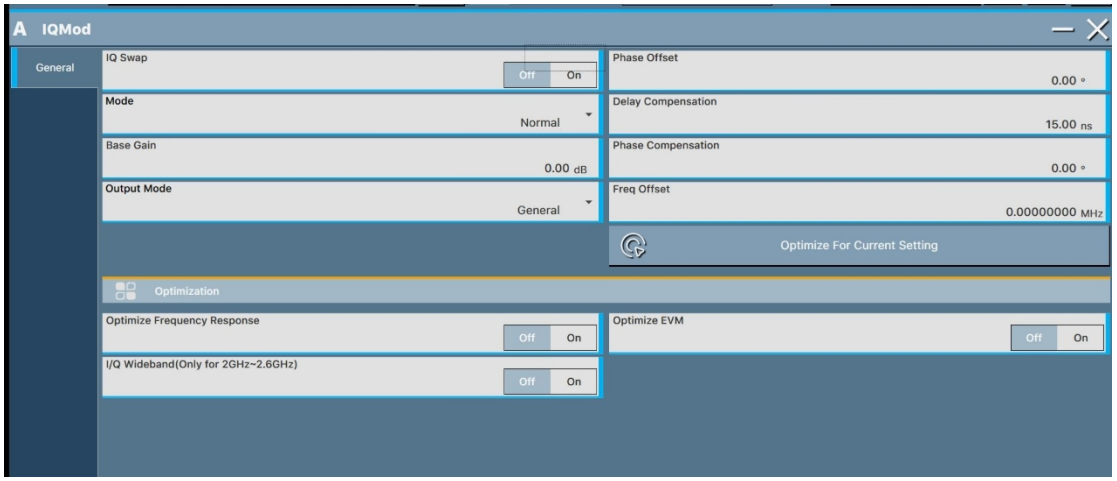


図 69 IQMOD

図中の赤で囲まれた「IQ Mod」機能ボックスの「IQ Mod」という文字部分をクリックすると、IQ変調器の設定画面に入ることができます。

IQ変調器の設定画面は下図の通りです：



IQ変調器の設定画面には、IQ反転・ゲイン領域、IQ変調ソース領域、IQ変調最適化領域が含まれています。

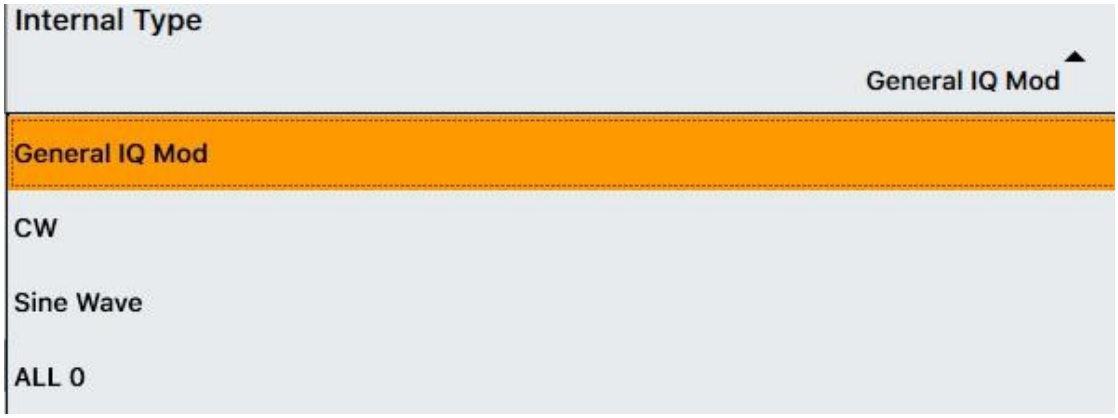
IQ反転およびゲイン領域のパラメータ設定には、以下の項目が含まれます：

- IQ Swap：Iチャネルと Qチャネルを入れ替えます。
- Base Gain(dB)：ベースバンドのゲ

イン。IQ変調ソース領域のパラメータ設

定には以下が含まれます：

- IQ Source：Internal または External を選択できます。Internal を選択すると、内部ベースバンドを使用して IQ 信号を生成します。External を選択すると、外部入力からの IQ 信号を使用します。
- Internal Type：「General IQ Mod」、「CW」、「Sine Wave」、「ALL 0」から選択可能；



4.8 DDS

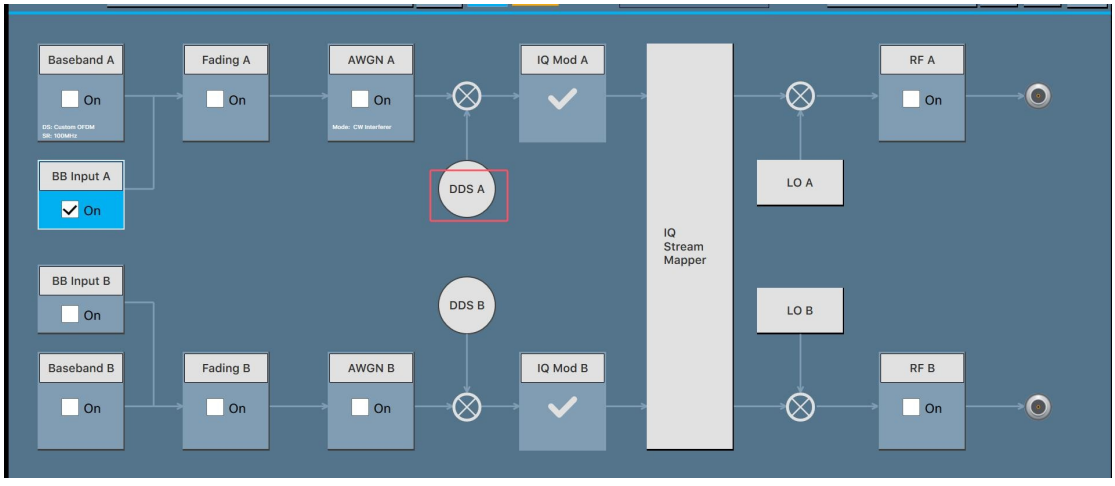


図 70 DDS

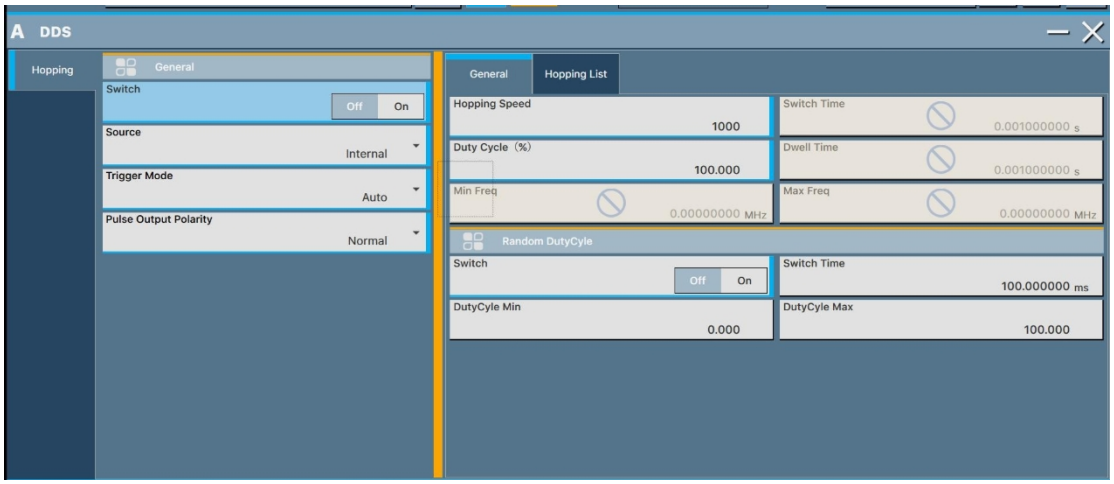


図 71 周波数ホッピング設定

ソフトウェアのDDSモジュールは、主に周波数ホッピング機能を実現するために使用され、ホッピングソース、トリガーモード、ホッピング極性などの基本パラメータに加え、ホッピング速度やデューティ比などのパラメータを設定できます；

ソフトウェアのデバッグでは、表形式によるパラメータ設定がサポートされており、ランダム、線形、

正弦波の3つのランダムモードが用意されており、下図の通りです：

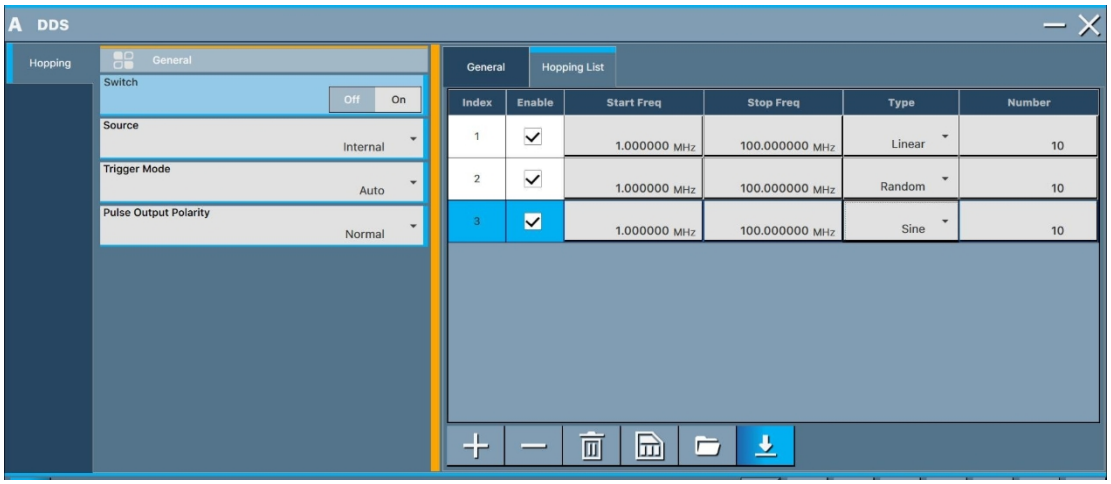


図 72 周波数ホッピング

4.9 LO

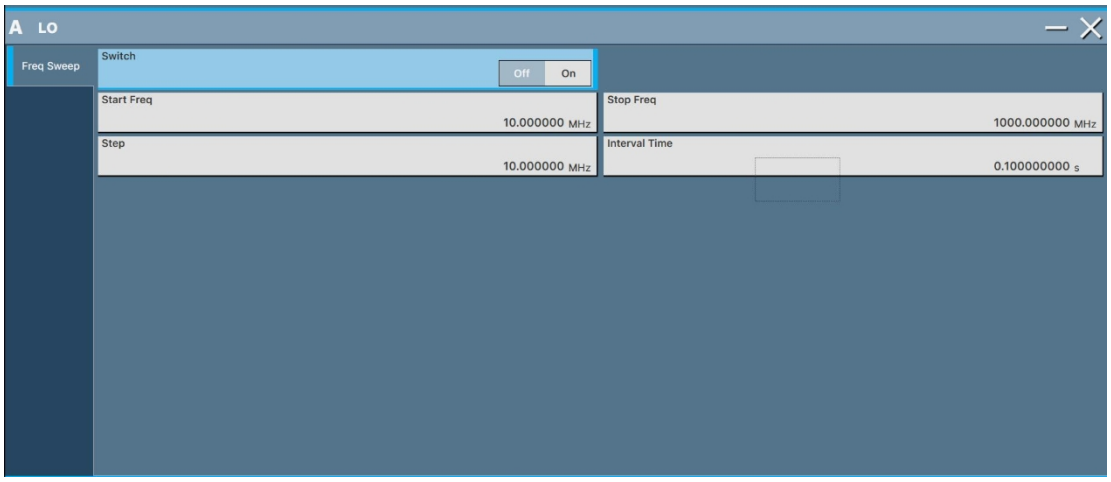
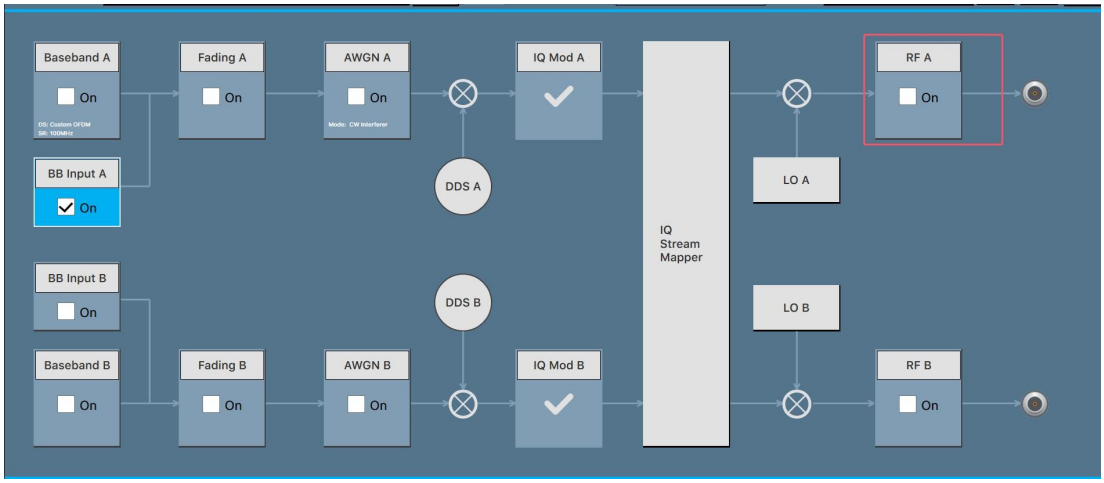


図 73 LO

このモジュールは周波数掃引機能を提供します。

4.10 RF

ソフトウェアのメイン画面で「RF」を選択し、RF 設定画面に入ります。



図中の赤で囲まれた RF 機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、RF 出力のオン/オフを切り替えることができます。また、RF On/Off ショートカットキーを使用して、RF 出力のオン/オフを切り替えることもできます。

図中の赤で囲まれた RF 機能ボックスの「RF」という文字部分をクリックすると、RF

設定画面に入ることができますBF 設定画面は下図の通りです：

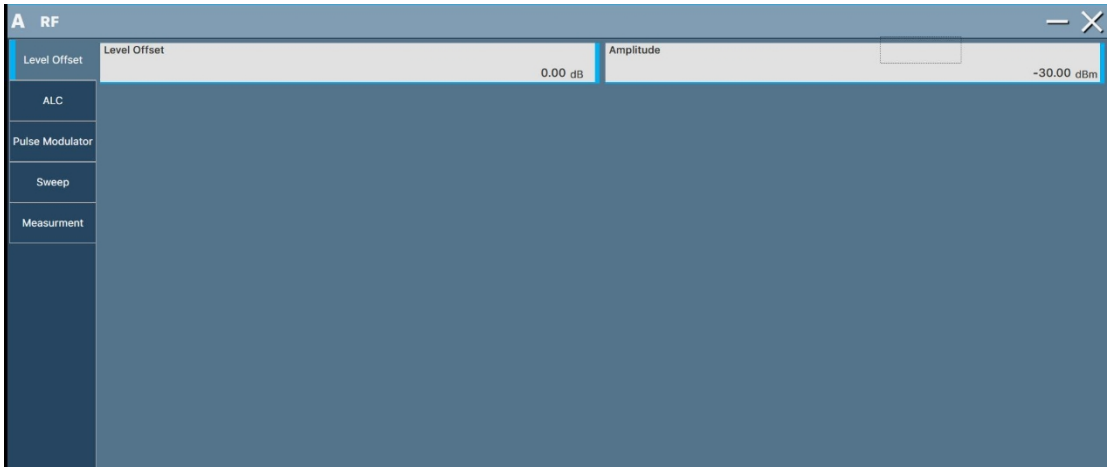


図 74 RF 設定

RF設定セクションは、主に「一般設定」、「アナログ設定」、「スキャン設定」、「パルス設定」、「ALC設定」の6つの部分で構成されています。

一般設定メニューでは、電力オフセットの設定を行うことができます。

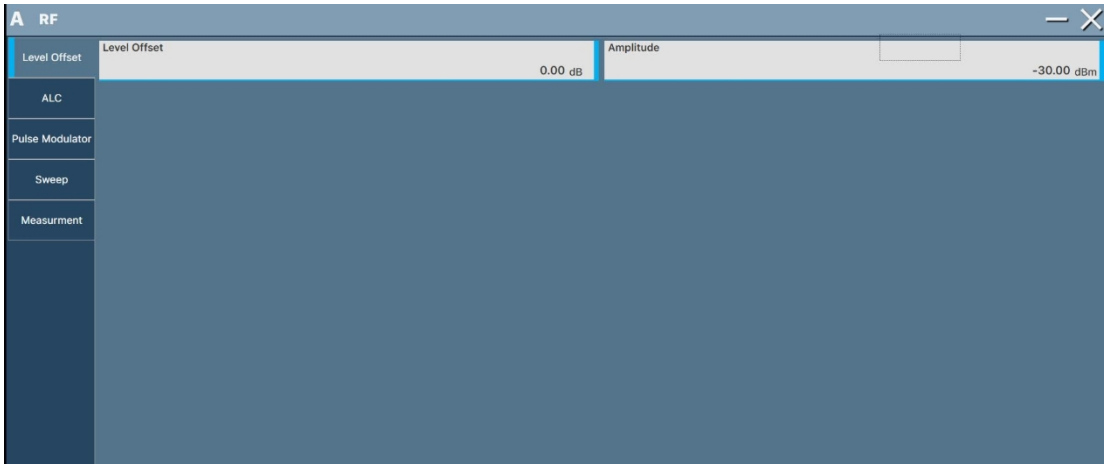


図 75 電力オフセット

4.10.1 スキャン

信号源は、周波数スキャンと電力スキャンに対応しています。

スキャン機能は、ソフトウェアのメイン画面にある RF モジュール内にあります。ソフトウェアのメイン画面で RF を選択して、RF 設定画面に入ります。

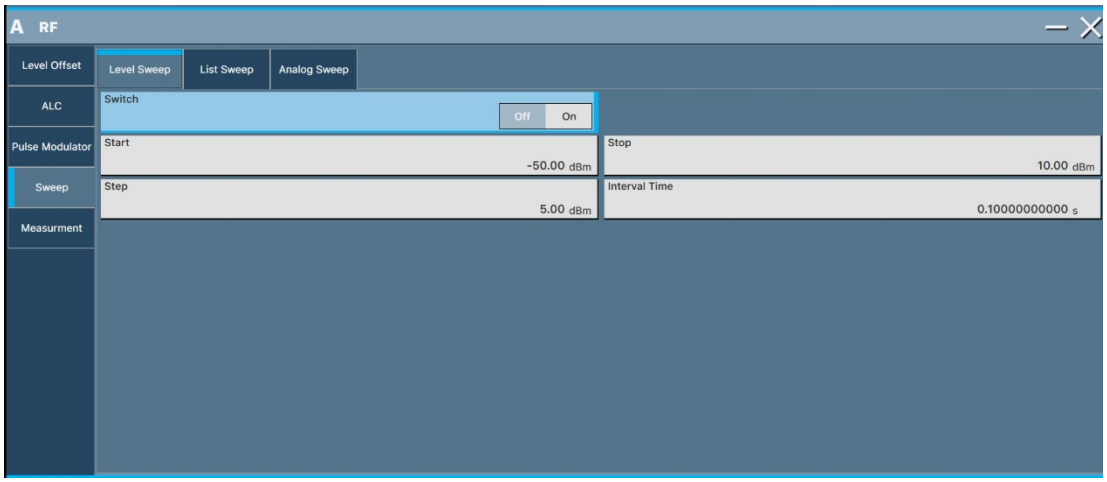


図 76 スキャン

図中の赤で囲まれた RF 機能ボックスのチェックボックスをクリックすると、RF 出力のオン/オフを切り替えることができます。また、RF On/Off ショートカットキーを使用して、RF 出力のオン/オフを切り替えることもできます。

「Sweep」タブを選択して、周波数スイープ設定画面に入ります

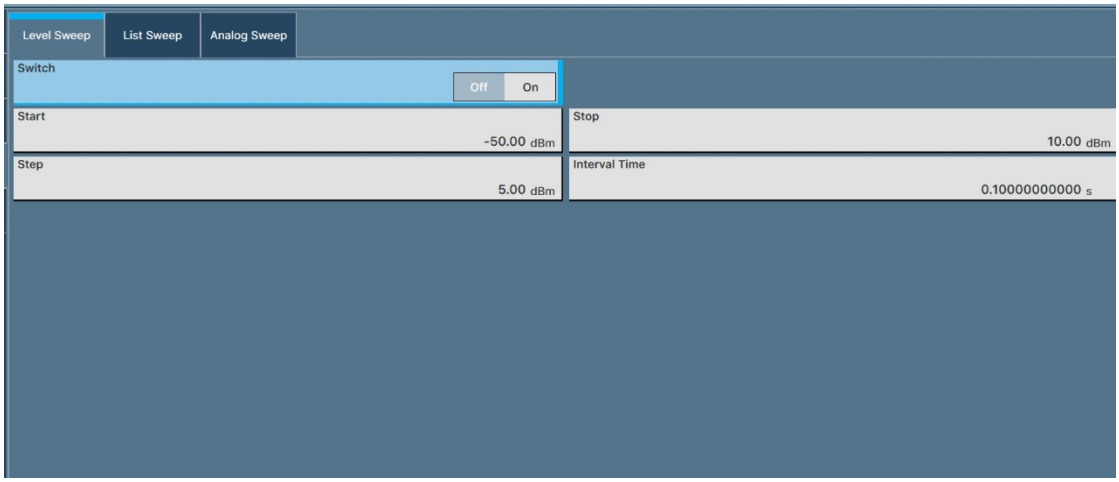


図 77 電力スキャン

パワースキャン設定領域の主な設定パラメータは以下の通りです：

- Level Sweep on/off：電力スキャンを有効または無効にします。
- Start Level：パワースキャン開始時の電力レベル；
- Stop Level：パワースキャン終了時の電力レベル；
- Step：パワー掃引のステップ値；
- Dwell Time：各電力状態の保持時間。

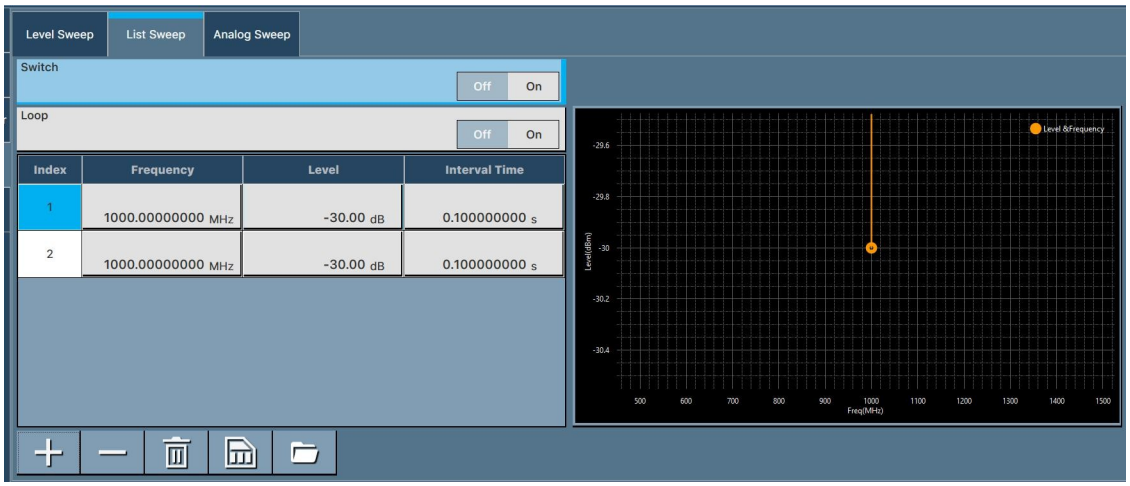


図 78 リストスキャン

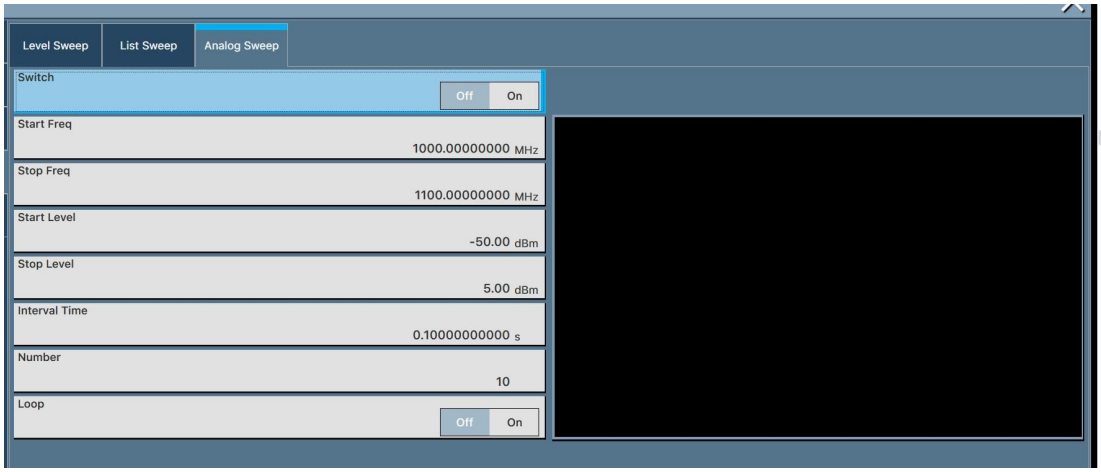


図 79 アナログスキャン

4.10.2 パルス設定

RF設定画面で「Pulse」タブを選択し、パルス設定画面に進みます。



- Pulse Period：パルス変調の周期。
- パルス幅：パルス変調のパルス幅。
- トリガーモード：パルスのトリガーモード；
- パルス極性；
- パルス源：内部／外部パルス；
- デュアルパルス遅延；
- デュアルパルス幅；

4.10.3 ALC の設定

RF 設定画面で「ALC」タブを選択し、ALC 設定画面に進みます。

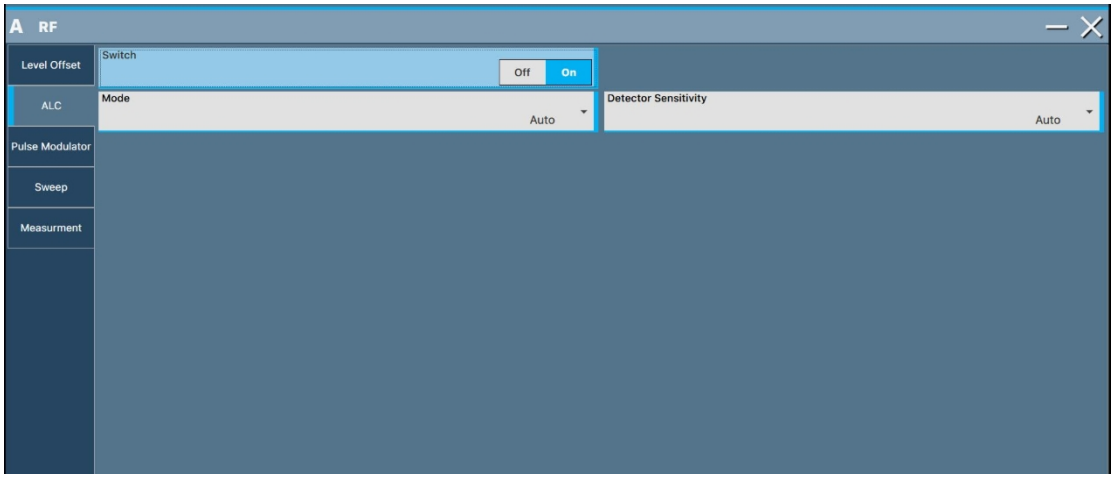


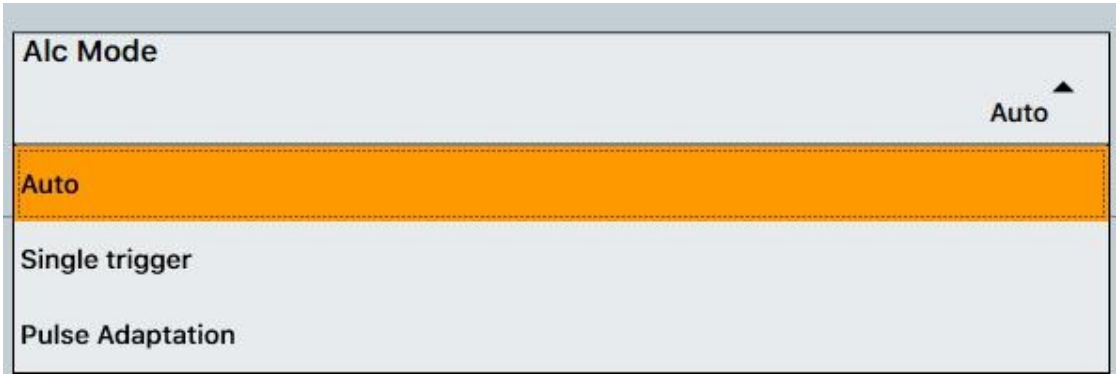
図 80 ALC の設定

ALC 設定画面に含まれるパラメータは以下の通りです：

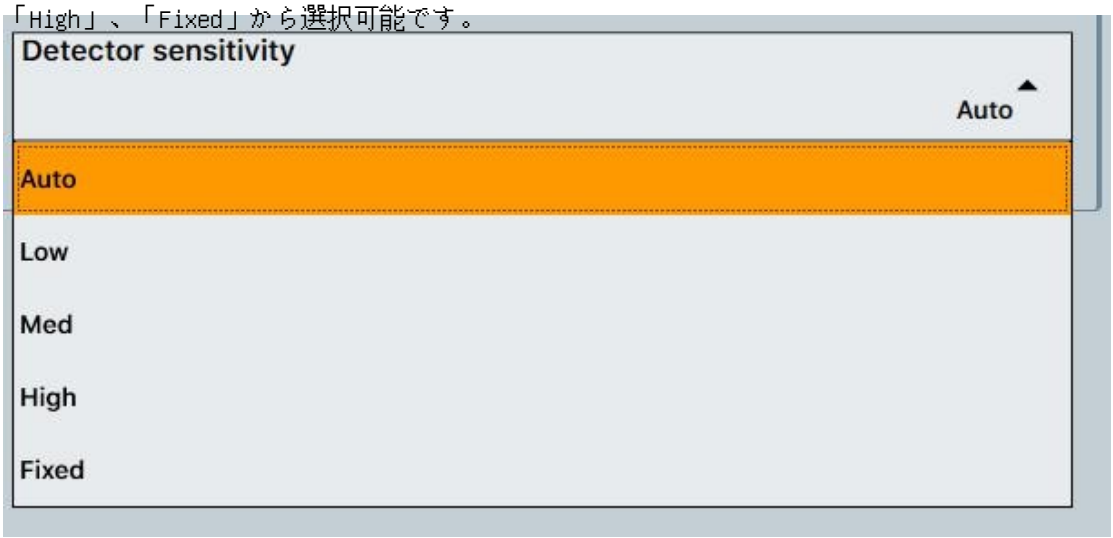
➢ ALC Switch：ALCのオン/オフを切り替えます。

➢ ALC Mode：Auto、Single trigger、Pulse Adaptation から選択可能です。Auto モードでは ALC が継続的に動作します。Single trigger モードでは ALC が 1 回だけ動作します。Pulse Adaptation モードはパルス変調信号に適しており、このモードではパルス変調信号の電力スイッチングに対して

適応的なレベル制御を行います；



➢ Detector sensitivity：ALCのレベル誤差に対する感度。「Auto」、「Low」、「Med」、「High」、「Fixed」から選択可能です。



4.11　ショートカットキー

信号源のメイン画面にあるショートカットボタンには、リセット、RFスイッチ、変調スイッチが含まれており、これらはメイン画面の上部に配置されています。

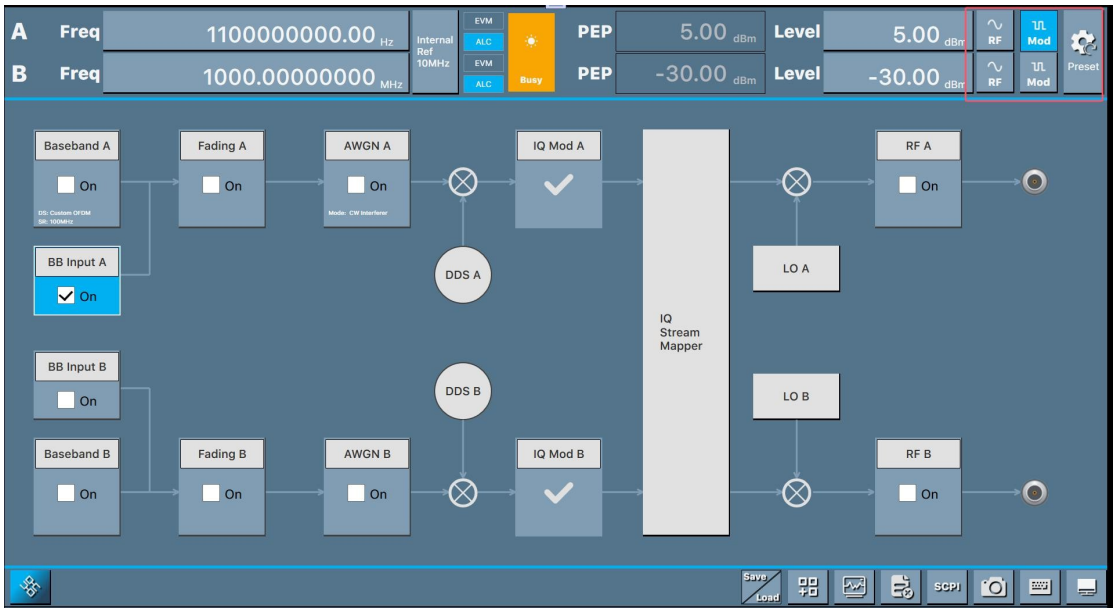


図 81 ショートカットキー

4.11.1 「RF On/Off」 ショートカットキー

「RF On/Off」ショートカットキーは、メイン画面の上部に配置されています。

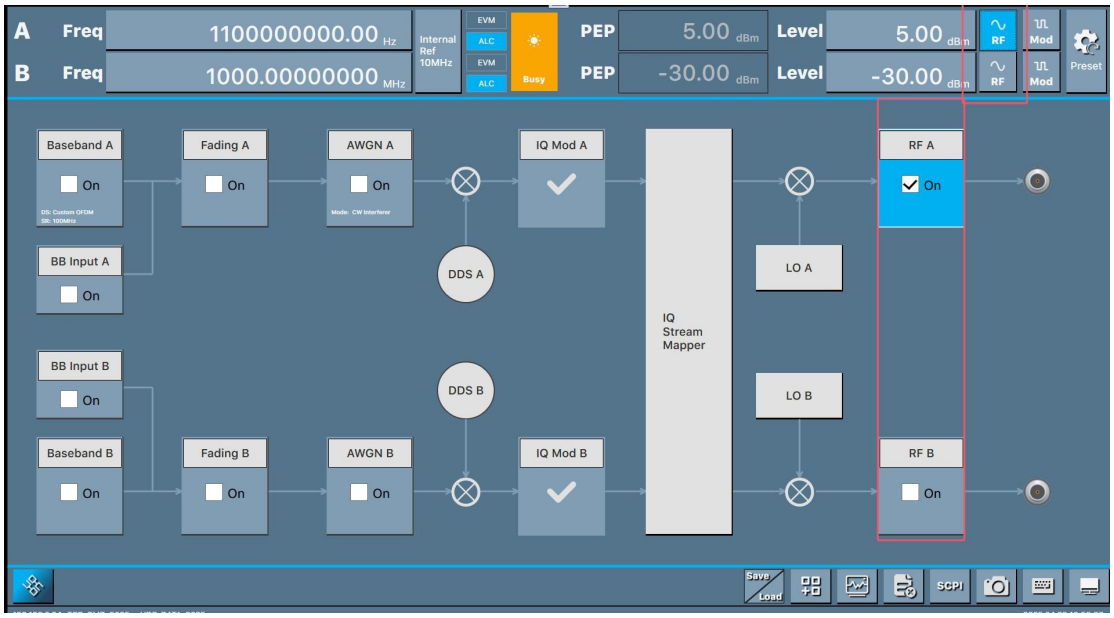


図 82 RF ショートカットキー

「RF On/Off」ショートカットキーを使用すると、出力のオン/オフを素早く切り替えることができ、出力の状態を表示することもできます。

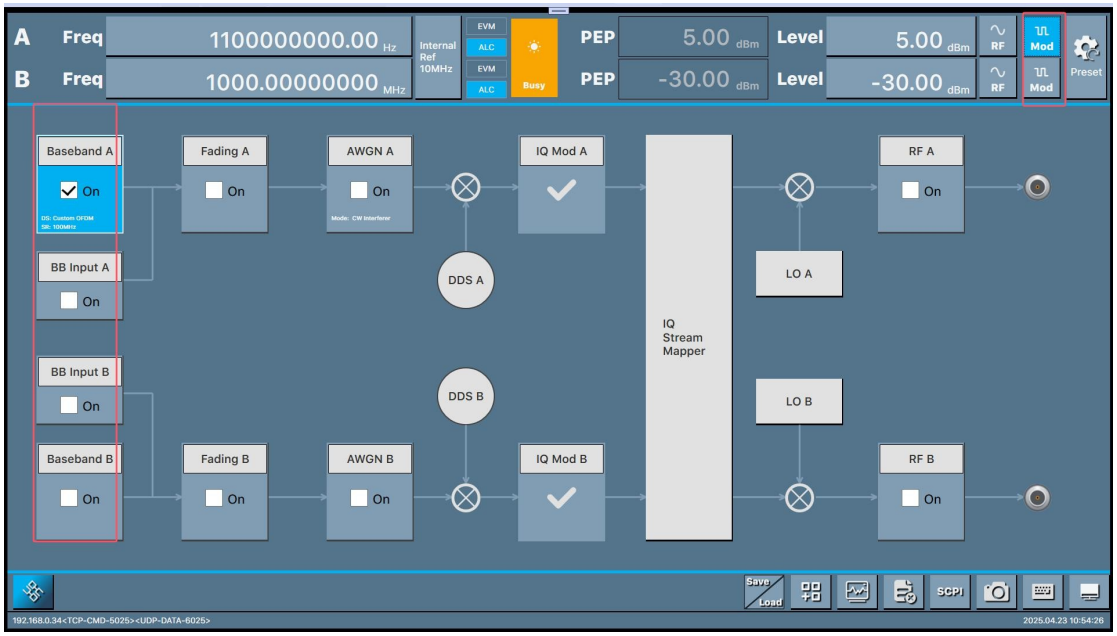
➢ ボタンの文字が「RF」と表示されている場合、現在の状態は出力オフです。

➢ ボタンの文字が「RF」と表示され、背景色が青色に変わっている場合は、出力オン状態です。

ボタンの文字が「RF ON」に変わり、背景色が青色に変わると、出力はオン状態になります 同時に、フローチャート内のRFモジュールの背景色が青色に変わり、チェックボックスにチェックが入ります。

4.11.2 「Mod On/0ff_」 ショートカットキー

「Mod On/Off」ショートカットキーは、メイン画面の上部にあります。



「Mod On/Off」ショートカットキーを使用すると、ベースバンドのオン/オフを素早く切り替えることができ、ベースバンドがオンになっているかどうかの状態を表示できます。

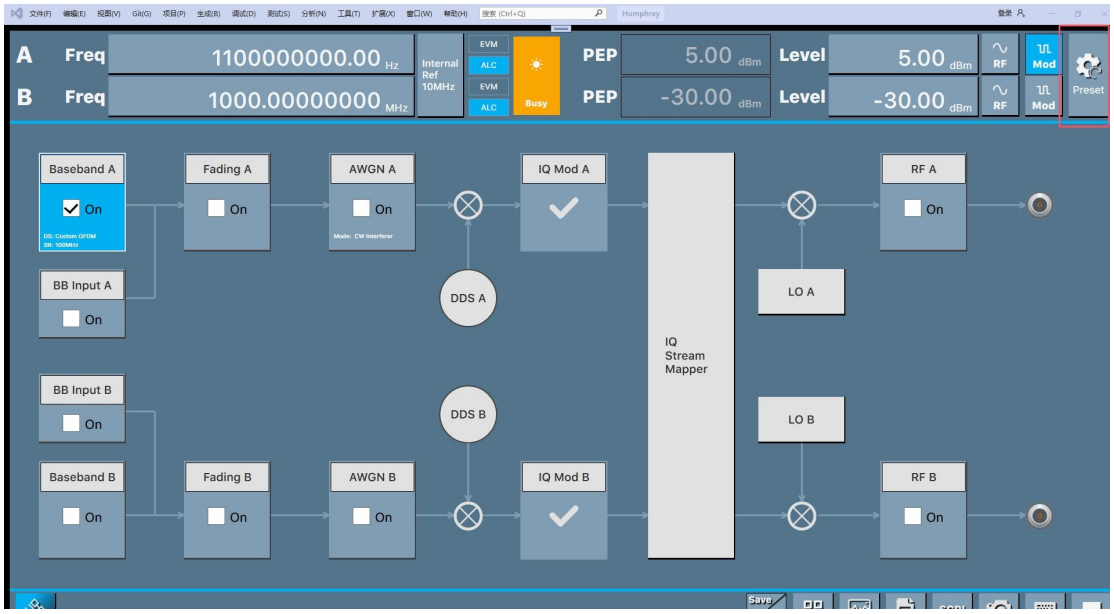
➢ ボタンの文字が「Mod」と表示されている場合、現在の状態はベースバンドがオフであり、出力信号はCW信号です。

➢ ボタンの文字が「Mod」と表示され、背景色が青色に変わると、ベースバンドがオンになっており、出力信号は変調信号となります。

ボタンの文字が「Mod ON」となり、背景色が青色に変わると、出力はオン状態になります同時に、フローチャート内のベースバンドモジュールの背景色が青色に変わり、チェックボックスにチェックが入ります。

4.11.3 「Preset」 ショートカットキー

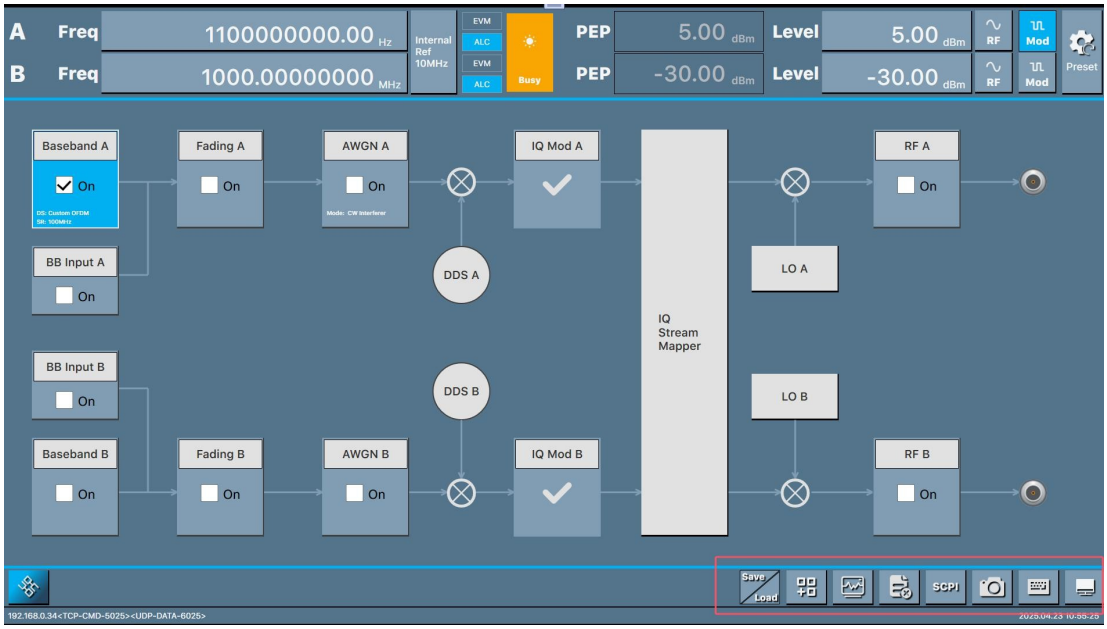
「Preset」ショートカットは、メイン画面の上部にあります。



「Preset」ショートカットキーを使用すると、計器の設定を素早くリセットできます。

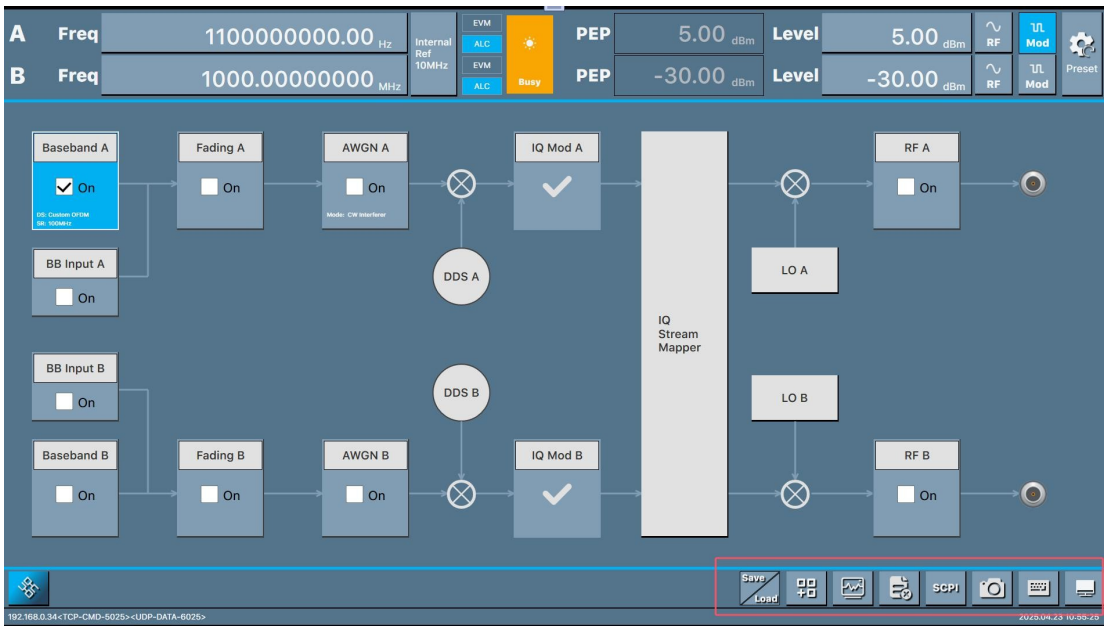
4.11.4 「デスクトップ」 ショートカット

ソフトウェアのメイン画面右下にある「家」のアイコンをクリックすると、Windowsのデスクトップに戻ることができます。



Windowsデスクトップでは、Windowsシステムのファイルコピーや IPアドレス設定などの各種機能を利用できます。

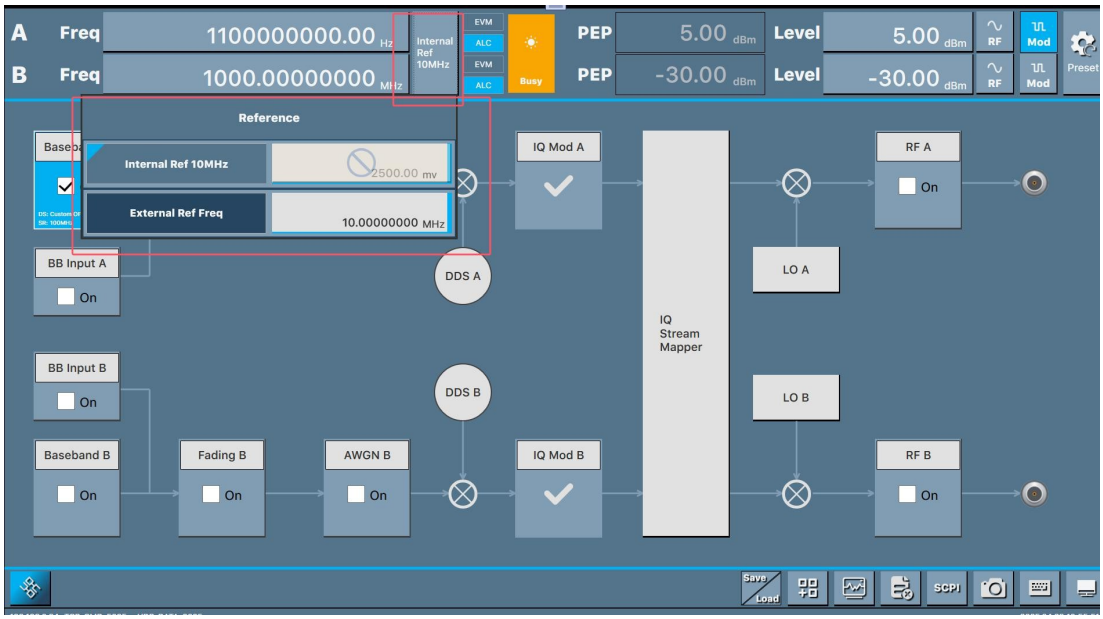
4.11.5 仮想キーボードとスクリーンショット



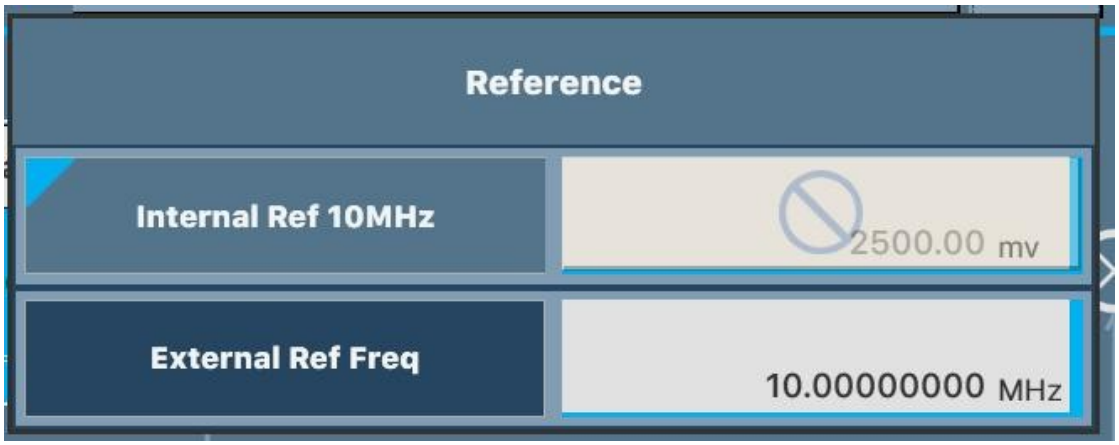
4.12 設定の参照

ソフトウェアのメイン画面下部にある「Reference」ボタンをクリックすると、参照設定画

面に移動できます。



参照設定画面では、外部参照と内部参照を選択できます。

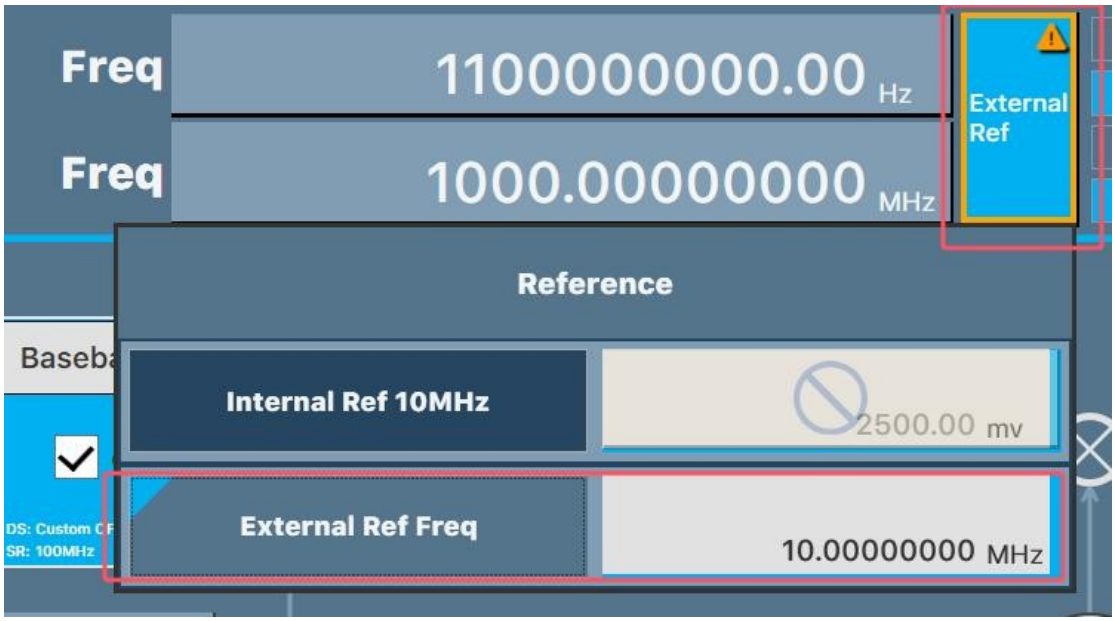


リファレンス設定画面で選択可能なアクティブ状態は以下の通りです：

- Internal Reference 10MHz：内部クロックを基準として使用し、周波数は10MHzです。
- External Reference：外部入力クロックを基準として使用し、周波数範囲は10MHz～100MHzです。

「External Reference」を有効にすると、外部リファレンスモードになります。右側の入力欄で外部入力クロックの周波数を設定でき、周波数範囲は10MHz～100MHzです。

「External Reference」を有効にすると、ソフトウェアのメイン画面上部に「Ext Ref」アイコンが表示され、背景が青色に変わります。

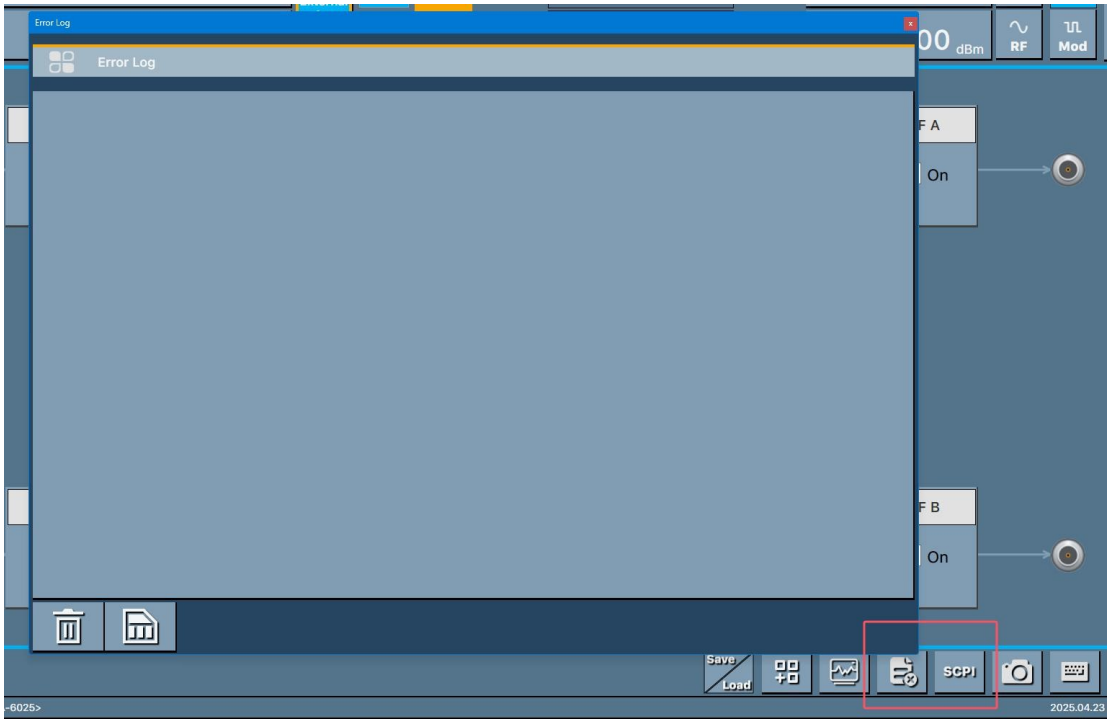


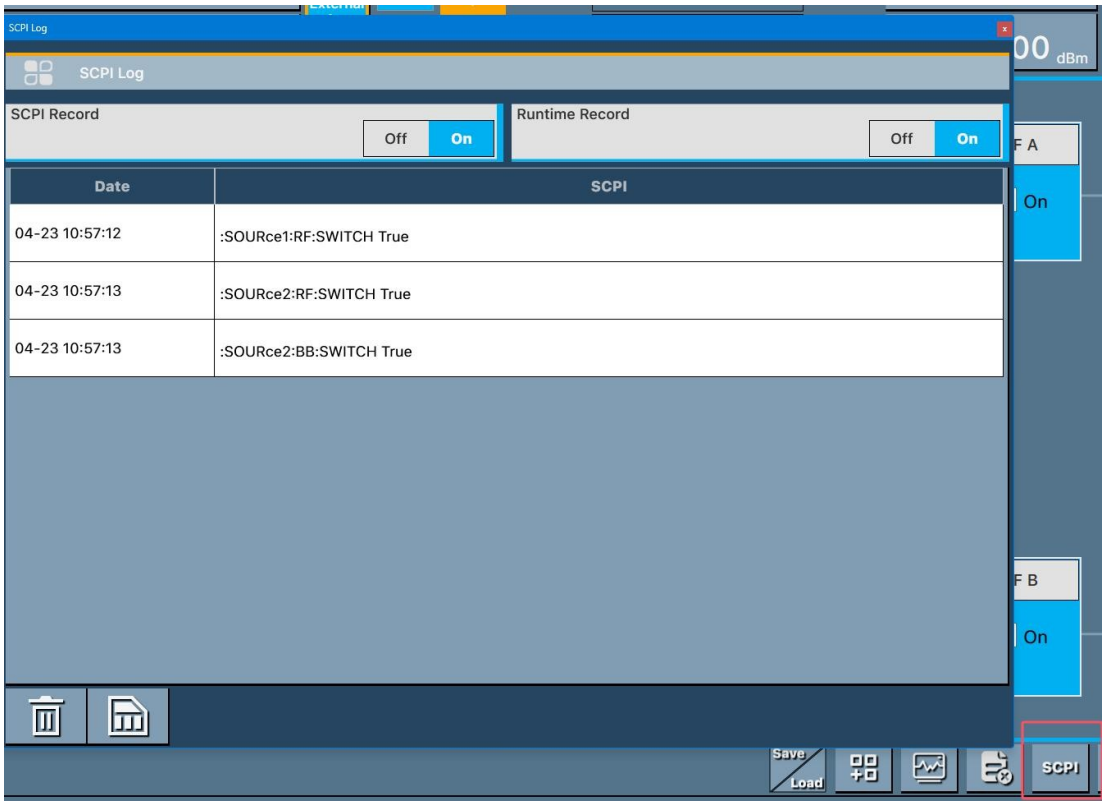
内部リファレンスを選択した場合、右側の入力ボックスで内部クロックの微調整電圧を設定できます。微調整電圧により、内部クロックの周波数を微調整できます。

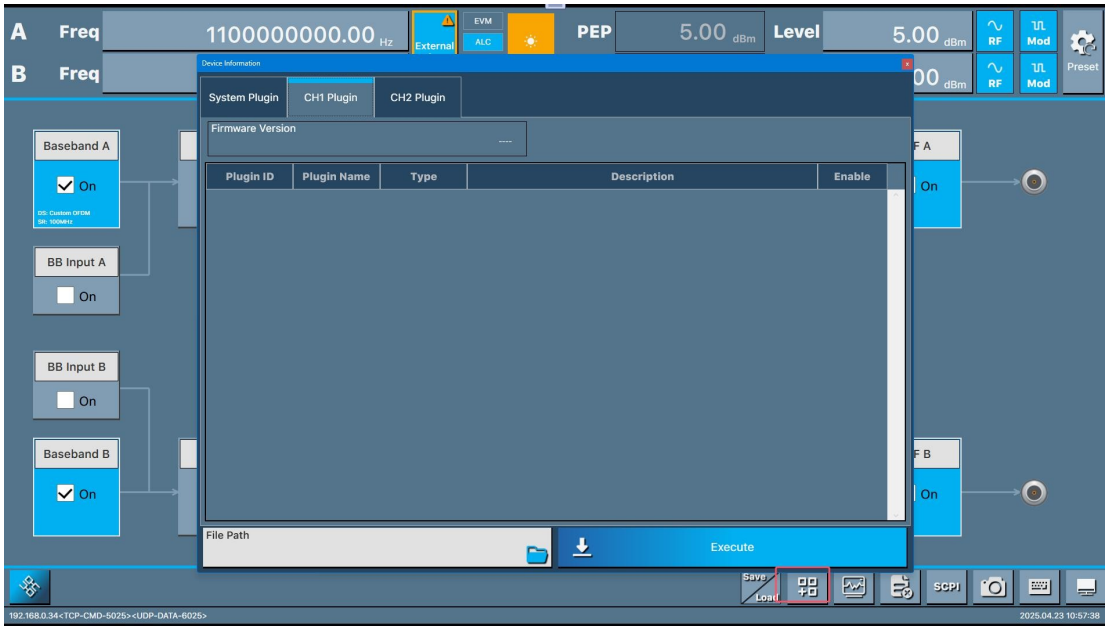
4.13　システム設定



4.14 ログモジュール


Error Log
Error Log
RF
Mod
F A
On
F B
On
Save
Load
SCPI
2025.04.23

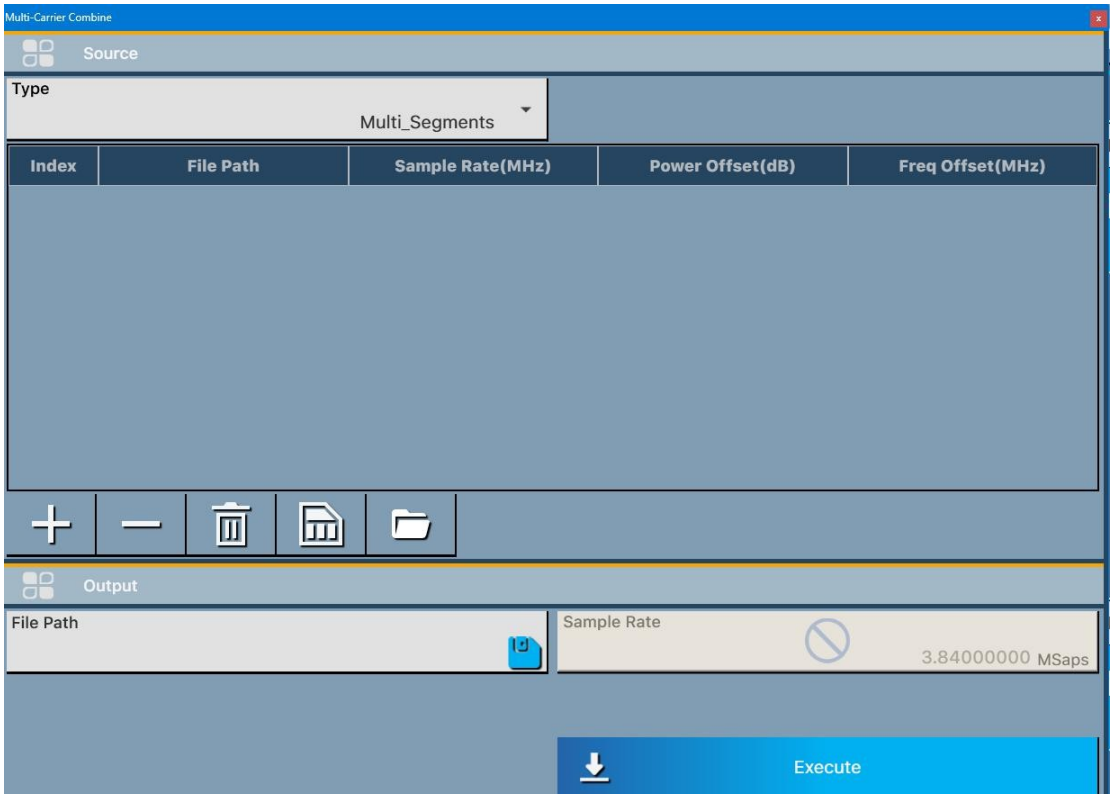

SCPI Log
SCPI Log
SCPI Record
Off
On
Runtime Record
Off
On
Date
SCPI
04-23 10:57:12
:SOURce1:RF:SWITCH True
04-23 10:57:13
:SOURce2:RF:SWITCH True
04-23 10:57:13
:SOURce2:BB:SWITCH True
F A
On
F B
On
Save
Load
SCPI

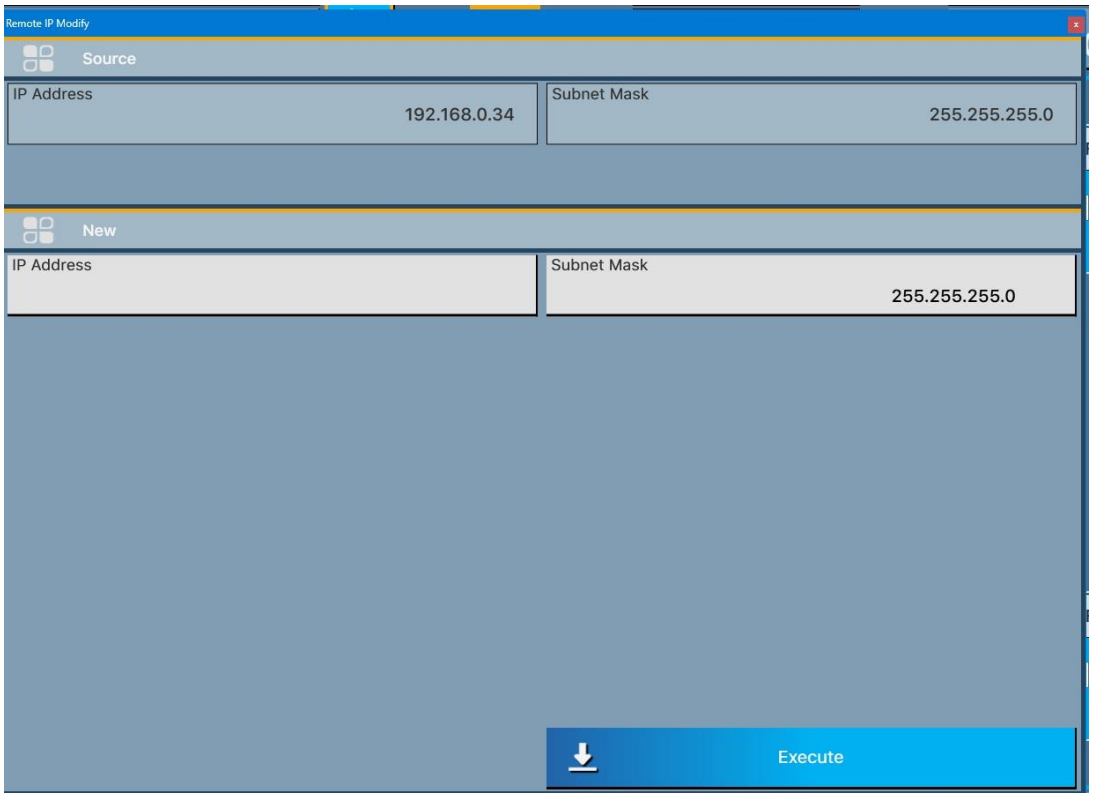

A
Freq
1100000000.00 Hz
External
EVM
ALC
PEP
5.00 dBm
Level
5.00 dBm
RF
Mod
B
Freq
RF
Mod
Preset
Device Information
System Plugin
CH1 Plugin
CH2 Plugin
Firmware Version
Plugin ID
Plugin Name
Type
Description
Enable
Baseband A
On
BB Input A
On
BB Input B
On
Baseband B
On
F A
On
F B
On
File Path
Execute
Save
Load
SCPI
192.168.0.34<TCP-CMD-5025><UDP-DATA-6025>
2025.04.23 10:57:38

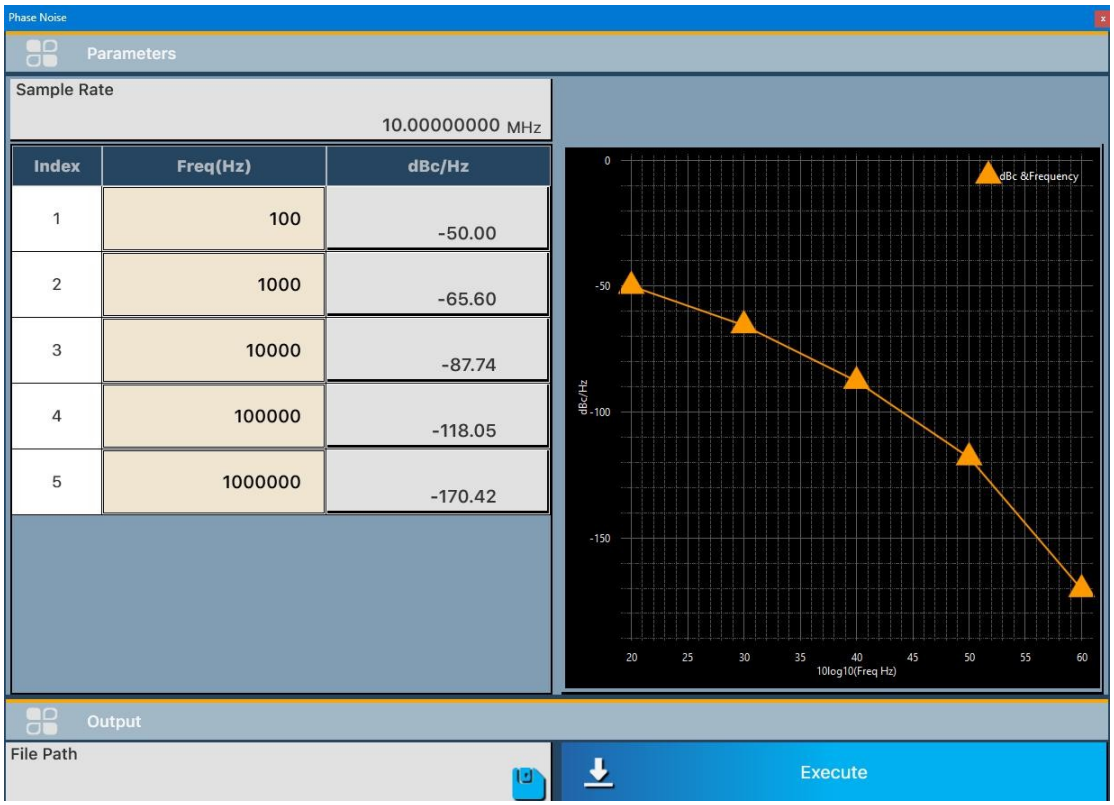
4.15　ツールボックス

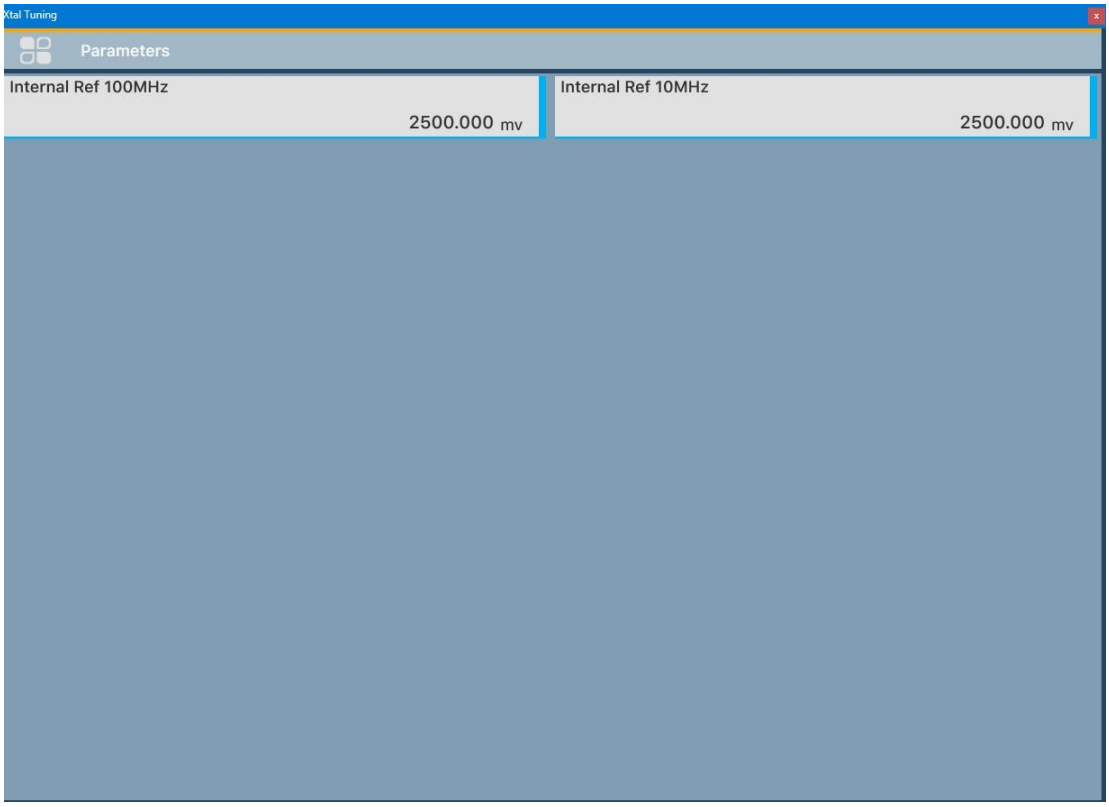

System
Data Processing
Real-time Control
Lauguage
Multi-Carrier Combine
Xtal Tuning
Update Firmware
Phase Noise
Function Wave
Remote IP Modify
SCPI Manual
Exit

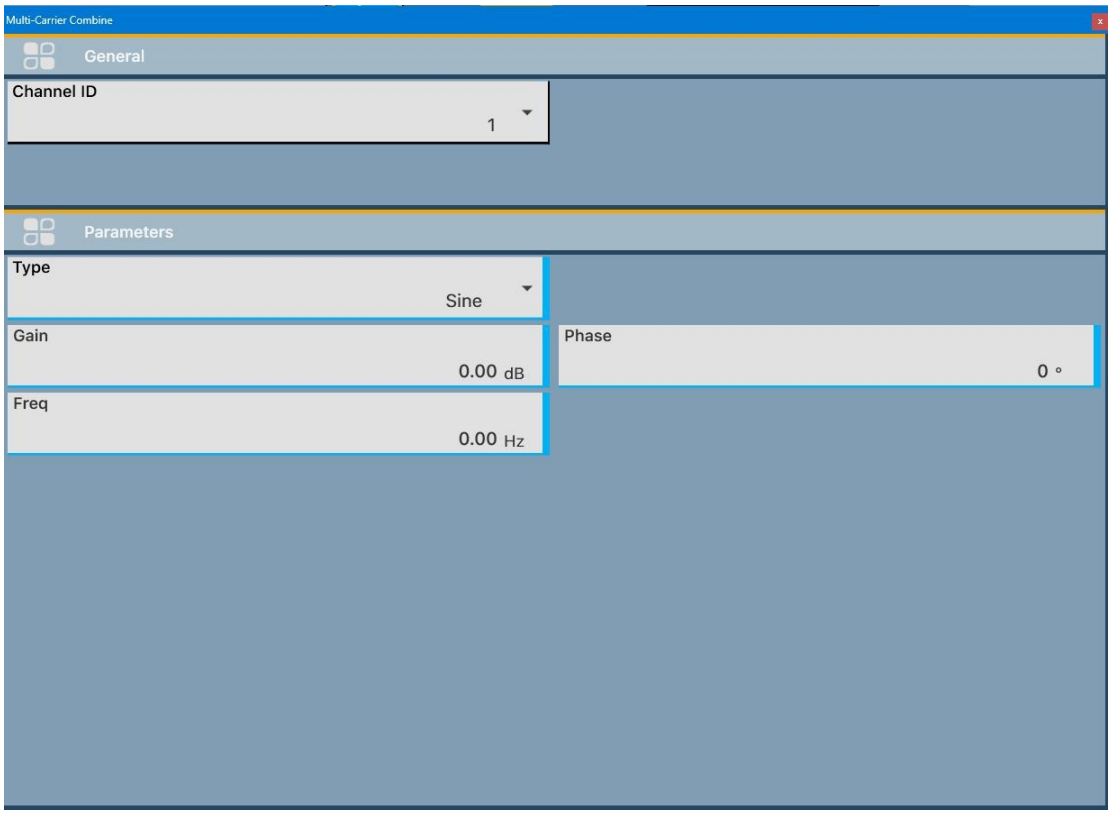

Version 230508
VSG 远程控制 SCPI 指令使用手册


Multi-Carrier Combine
Source
Type
Multi_Segments
Index
File Path
Sample Rate(MHz)
Power Offset(dB)
Freq Offset(MHz)
Output
File Path
Sample Rate
3.84000000 MSaps
Execute


Remote IP Modify
Source
IP Address
192.168.0.34
Subnet Mask
255.255.255.0
New
IP Address
Subnet Mask
255.255.255.0
Execute


Phase Noise
Parameters
Sample Rate
10.00000000 MHz
Index
Freq(Hz)
dBc/Hz
1
100
-50.00
2
1000
-65.60
3
10000
-87.74
4
100000
-118.05
5
1000000
-170.42
dBc &Frequency
0
-50
-100
-150
dBc/Hz
20
25
30
35
40
45
50
55
60
10log10(Freq Hz)
Output
File Path
Execute


Xtal Tuning
Parameters
Internal Ref 100MHz
2500.000 mv
Internal Ref 10MHz
2500.000 mv


Multi-Carrier Combine
General
Channel ID
1
Parameters
Type
Sine
Gain
0.00 dB
Phase
0 °
Freq
0.00 Hz

5 実用例

5.1 RF信号の出力

周波数 1GHz、出力 0dBm の連続波信号を出力します。操作手順は以下の通りです：

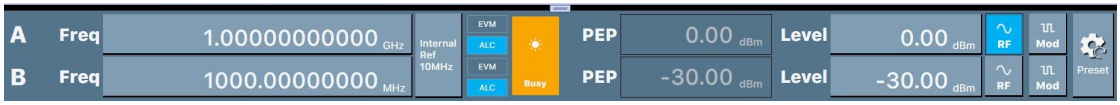
1） 上部の設定画面で、Freq パラメータを 1GHz に設定します。



2） 上部の設定画面で、Levelパラメータを0dBmに設定します；



3） 「RF Off」ボタンをクリックします。クリックすると、ボタンの文字が「RF ON」に変わり、背景色が青色に変わります。これは、RF信号が出力されていることを示しています。同時に、フローチャート内のRFモジュールの背景色が青色に変わり、チェックボックスにチェックが入ります。

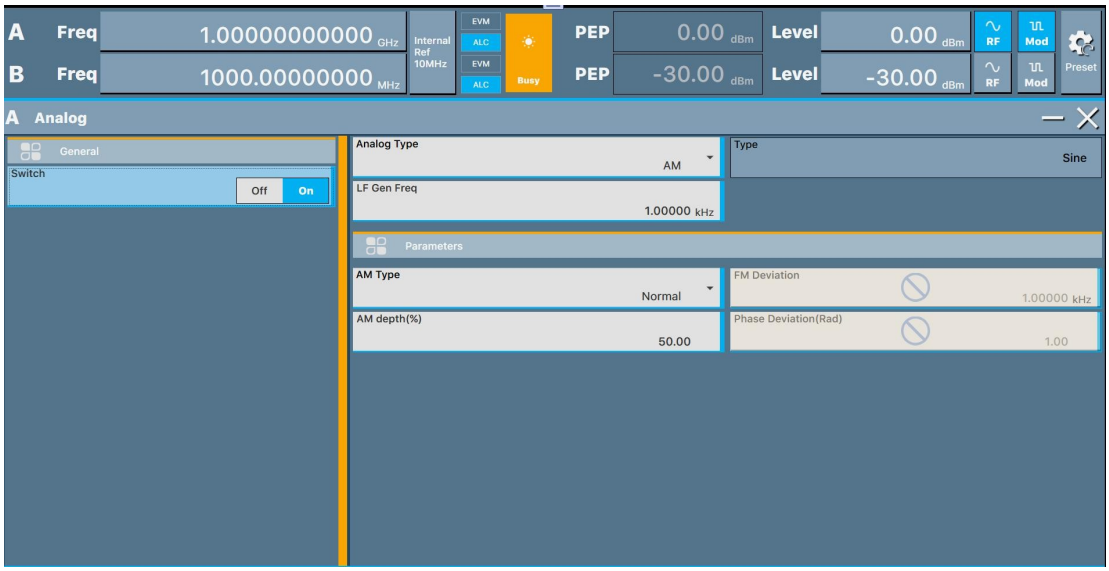


5.2 アナログ変調信号の出力

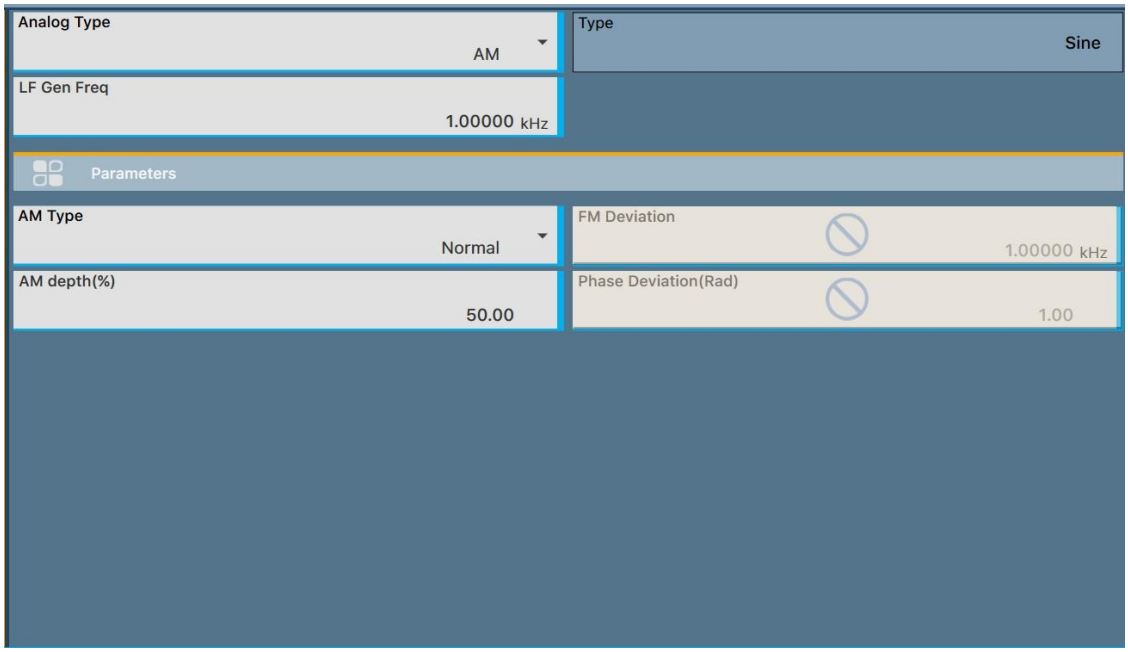
周波数1GHz、出力0dBmのAM変調信号を出力します。変調信号の変調深度は30%、変調周波数は1kHzです。操作手順は以下の通りです：

1） ソフトウェアのメイン画面で「RF」を選択し、ベースバンド設定に入ります。図中の赤で囲まれたRF機能ボックスの「RF」という文字部分をクリックすると、RF設定画面に入ることが

できます。



2） RF設定画面で、「Analog」タブを選択します。

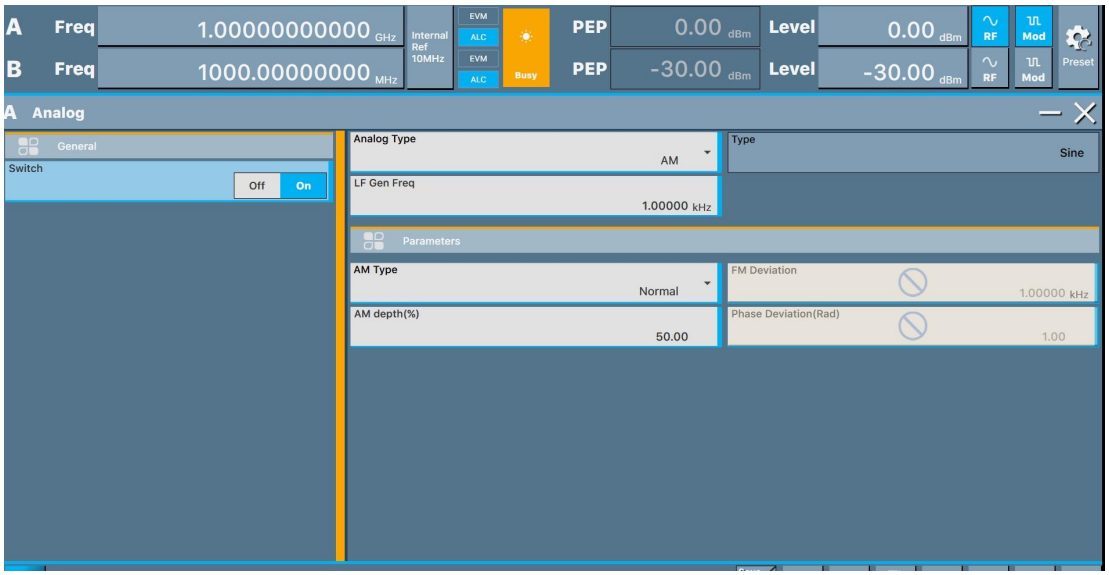


3） 変調源周波数を1kHzに設定し、「LF Gen Freq」パラメータを1kHzに設定します；

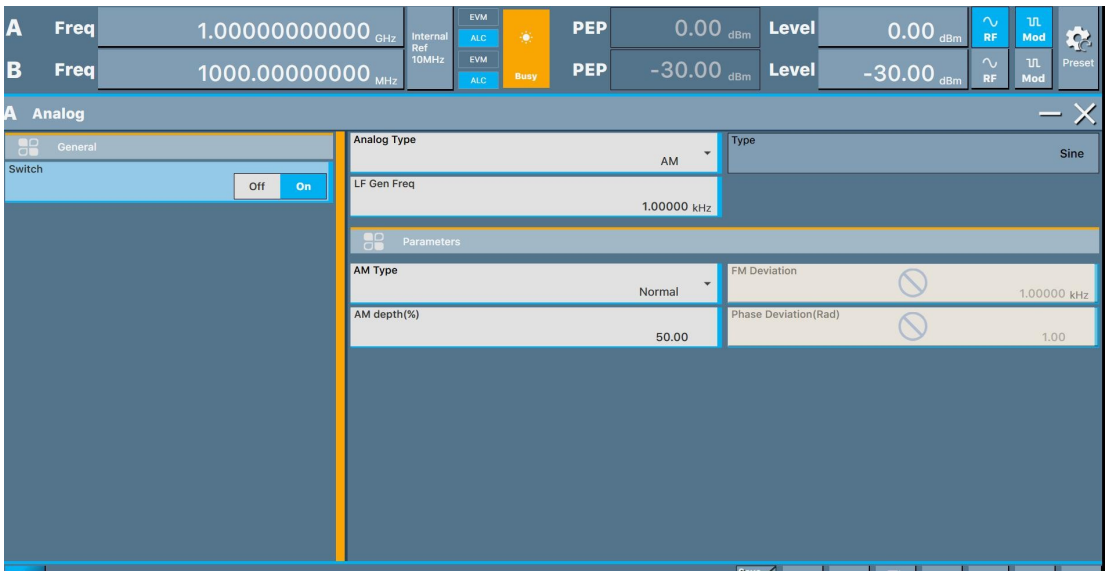
4） 変調方式としてAMを選択し、「AM」ボタンをクリックします。選択されると、「AM」ボタンの背景色が青色に変わります；

5） 変調深度を30％に設定し、「Depth(%)」パラメータを30に設定します；

6） 上部の設定画面で、Freqパラメータを1GHzに設定します；



7） 上部の設定画面で、Levelパラメータを0dBmに設定します；



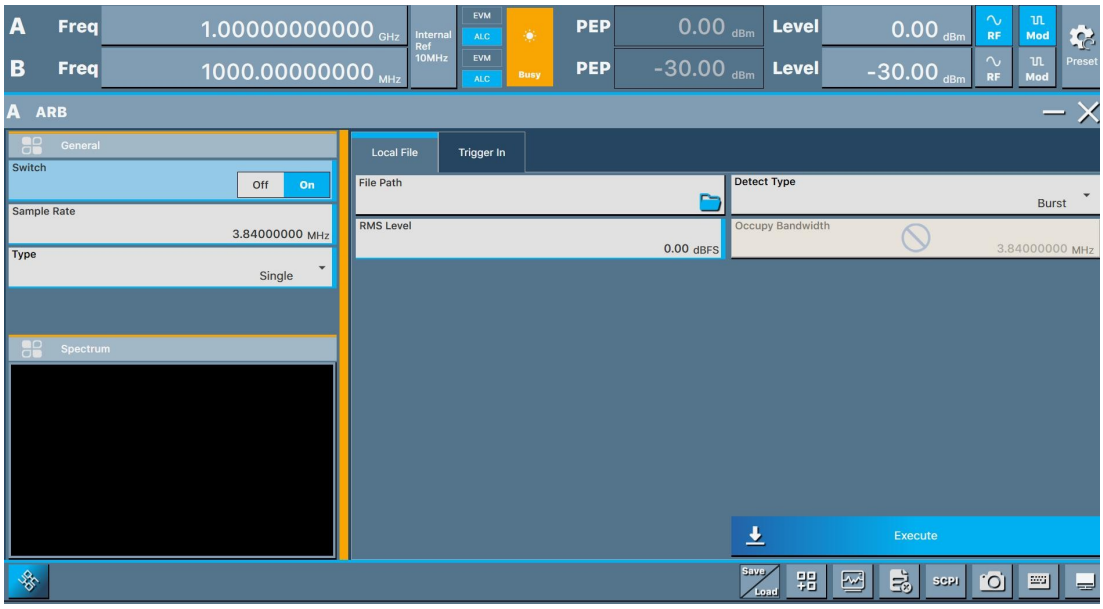
8） 「RF Off」ボタンをクリックします。クリックすると、ボタンの文字が「RF ON」に変わり、背景色が青色に変わります。これは、現在RF信号が出力されていることを示しています。同時に、フローチャート内のRFモジュールの背景色が青色に変わり、チェックボックスにチェックが入ります。

5.3 波形ファイルの再生

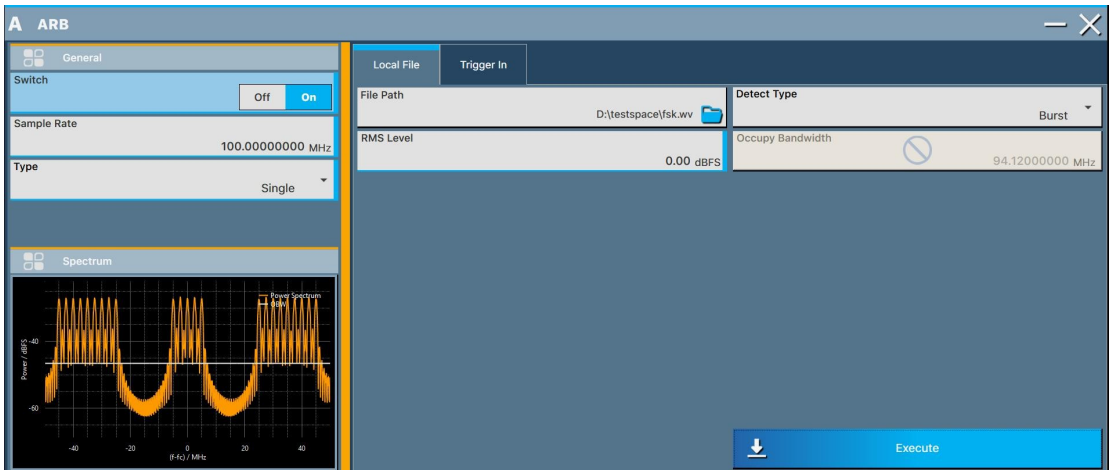
波形ファイルを再生することで、ベクトル変調信号を生成します。ベクトル変調信号の搬送波周波数は1GHz、平均電力は0dBmです。操作手順は以下の通りです：

1） ソフトウェアのメイン画面で「Baseband」を選択し、ベースバンド設定画面に入ります。図中の赤で囲まれた「Baseband」

機能ボックス内の「baseband」という文字部分をクリックすると、ベースバンド設定画面に入ることができます。

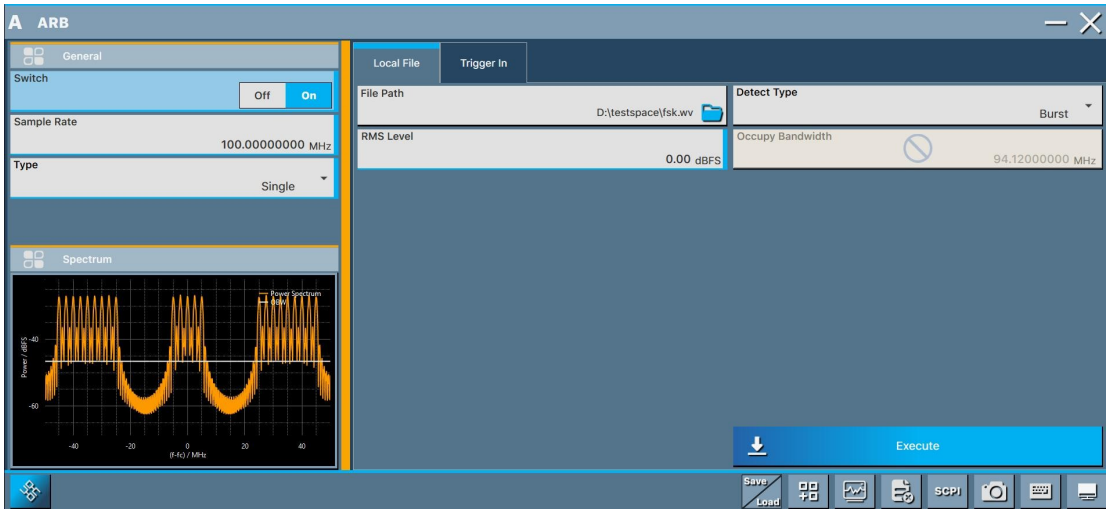


2） ベースバンド設定画面で「ARB」タブを選択すると、Localfile設定画面は以下のようになります：



3） 左側の「Local File」タブを選択し、通常の波形ファイル再生モードに入ります。

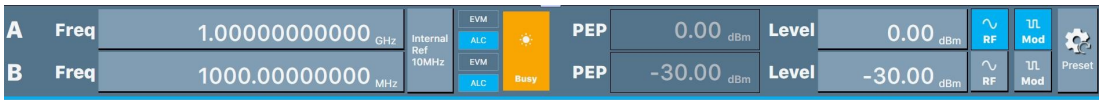
4) 「File Path」に対応するファイルを開くアイコンをクリックし、サンプル波形ファイル「fsk.wv」を選択します。



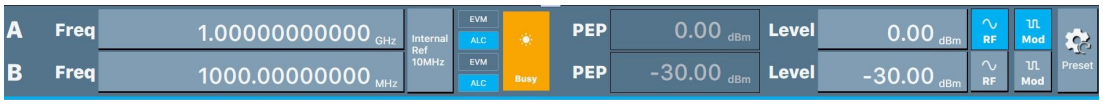
5） 「Sample Rate」パラメータの設定を変更し、波形ファイルの再生レートを50MHzに設定します。

6） 「Download」ボタンをクリックしてファイルをダウンロードします。

7） 上部の設定画面で、Freqパラメータを1GHzに設定します。



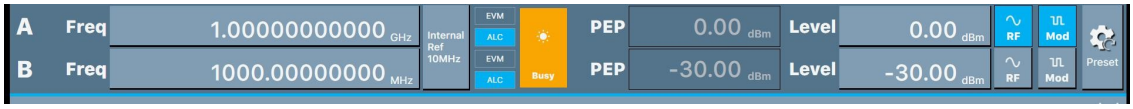
8） 上部の設定画面で、Levelパラメータを0dBmに設定します；



9） 「RF Off」ボタンをクリックします。クリックすると、ボタンの文字が「RF ON」に変わり、背景色が青色に変わります。これは、現在RF信号が出力されていることを示しています。同時に、フローチャート内のRFモジュールの背景色が青色に変わり、チェックボックスにチェックが入ります。

10）「Mod Off」ボタンをクリックすると、ボタンの文字が「Mod ON」に変わり、背景色が青色に変わります。これは、現在変調信号が出力されていることを示しています。同時に、フローチャート内のベースバンドモジュールの背景色が青色に変わり、チェックボック

スにチェックが入ります。



11）フローチャート内のベースバンドモジュールの下にある「Mode Userfile」の表示は、現在出力されている信号がユーザー波形ファイルの再生であることを示しています。

6 リモート制御

6.1 リモート制御の基礎

信号源は、LAN インターフェースを介したリモート制御に対応しています。

6.1.1 LAN インターフェース

信号源は、10Base-T および 100Base-T LAN 内のコンピュータからリモート制御が可能です。各種計測器を LAN 内でシステムとして構成し、ネットワーク内のコンピュータから一元的に制御します。信号源が LAN 内でのリモート制御を実現するには、あらかじめポートコネクタ、ネットワークカード、および関連するネットワークプロトコルをインストールし、関連するネットワークサービスを設定する必要があります。また、ネットワーク内の制御用コンピュータにも、あらかじめ計測器制御ソフトウェアと VISA ライブラリをインストールしておく必要があります。

制御用コンピュータと信号源は、ネットワークポートを介して共通のTCP/IPプロトコルネットワークに接続する必要があります。コンピュータと信号源を接続するケーブルは、市販のRJ45ケーブル（シールド付きまたはシールドなしのカテゴリ5ツイストペアケーブル)を使用します。データ転送にはパケット転送方式が採用されており、LANの転送速度は比較的高速です。通常、コンピュータと信号源間のケーブル長は100メートルを超えてはなりません。

6.1.2 IPアドレス

LANを介して信号源をリモート制御する場合は、ネットワークの物理的な接続が正常であることを確認してください。信号源のメニューにある「本機 IP」から、アドレスを主制御コンピュータが属するサブネット内に設定すればよい。例：主制御コンピュータの IP アドレスが 192.168.12.0 の場合、信号源の IP アドレスは 192.168.12.XXX に設定する必要があり、ここで XXX は 1 から 255 までの

数値となる。

ネットワーク接続を確立するには IP アドレスのみが必要であり、

VISA アドレス指定文字列の形式は以下の通りです：TCPIP::ホスト

アドレス[::LAN デバイス名][::INSTR] または TCPIP::ホストアド

レス::ポート::SOCKET

ここで：

➢ TCPIP は、使用するネットワークプロトコルを表します。

- host address は、機器の IP アドレスまたはホスト名を示し、制御対象の機器を識別および制御するために使用されます；
- LANデバイス名は、プロトコルおよびサブデバイスのハンドル番号を定義します（この項目は省略可能です）。
- INSTR は機器リソースタイプを表します（この項目は省略可能です）;
- port はソケットのポート番号を示します；
- SOCKET は、ネイティブネットワークソケット

リソースクラスを表します。例：

- 機器のIPアドレスが192.1.2.3の場合、VXI-11プロトコルの有効なリソース文字列は次のようになります：TCPIP::192.1.2.3::INSTR
- ネイティブソケット接続を確立する際には、次のように使用できます：

TCPIP::192.1.2.3::5025::SOCKET

6.1.3 VXI-11 プロトコル

VXI-11 規格は、ONC RPC（Open Network Computing Remote Procedure Call）プロトコルに基づいており、これは TCP/IP プロトコルのネットワーク伝送層です。TCP/IP ネットワークプロトコルおよび関連するネットワークサービスは、あらかじめ設定されています。この接続指向の通信は、順序通りの交換に従い、接続の中断を識別できるため、情報の損失を防ぎます。

6.1.4 ソケット通信

TCP/IPプロトコルは、LANソケットを介してネットワーク内の信号源を接続します。ソケットはコンピュータネットワークプログラミングで使用される基本的な手法であり、異なるハ

ードウェアやオペレーティングシステムを使用するアプリケーションがネットワーク上で通信できるようにします。この手法では、ポート（port）を介して信号源とコンピュータ間の双方向通信を実現します。

ソケットは特別に作成されたソフトウェアクラスであり、その中にはIPアドレスやデバイスポート番号など、ネットワーク通信に不可欠な情報が定義されており、ネットワークプログラミングにおける基本的な操作が統合されています。オペレーティングシステムに

ライブラリをインストールすれば、ソケットを使用できます。よく使われる2つのソケットライブラリは、UNIXで採用されているバークレー

（Berkeley）ソケットライブラリと、Windowsで採用されているWinsockライブラリです。

信号源のソケットは、アプリケーション・プログラミング・インターフェース（API）を通じて、Berkeleyソケットおよび Winsockと互換性があります。さらに、その他の標準的なソケットAPIとも互換性があります。SCPIコマンドで信号源を制御する場合、プログラム内で確立されたソケットがコマンドを発行します。LANソケットを使用する前に、信号源のソケットポート番号を設定する必要があります。信号源のソケットポート番号は5025です。

6.2 計器の制御ポートと設定

信号源は、LANインターフェースを介してコンピュータとの通信に対応しています。ユーザーは、LANインターフェースを利用し、適切なプログラミング言語とVISA I/Oライブラリを組み合わせ、SCPI（Standard Commands for Programmable Instruments）コマンドセットに基づいて、機器の遠隔プログラミング制御を行うほか、SCPIコマンドセットをサポートする他のプログラマブル機器との相互運用が可能です。

本章では、信号源とコンピュータ間のリモート通信を構築する方法について説明します。

信号源は LAN 接続機能を備えており、コントローラコンピュータを使用してリモート操作環境を設定することができます。コントローラコンピュータとしては、パーソナルコンピュータ（PC）やミニコンピュータ、および一部のスマート計測器が使用可能です。

LAN 経由で PC と接続するには、以下の手順を参照してください。

1） PCにVISAドライバをインストールします。VISAがない場合は、PCのOSに搭載されているSocketまたはTelnetを使用してください。

2） ネットワークケーブルを使用して、信号源のLANポートをコンピュータ、またはコンピュータが接続されているLANに接続します。

3） 信号源の電源を入れます。

4) ソフトウェアのメイン画面右下にある「デスクトップ」ショートカットを使用して、Windows デスクトップを開きます。

5) WindowsデスクトップでIPアドレスの設定および確認を行います。

6.3 VISA インターフェースに基づくリモート制御

6.3.1 VISA ライブラリ

VISA は、標準的な I/O 関数ライブラリおよびその関連仕様の総称です。その中で、VISA ライブラリ関数は、簡単に呼び出せる一連の関数であり、その中核となる関数により、デバイスのインターフェースの種類や、異なる I/O インターフェース用ソフトウェアの使用方法を考慮することなく、各種デバイスを制御することができます。 これらのライブラリ関数は、計測器のドライバを作成し、コンピュータと計測器間のコマンドおよびデータ転送を行い、計測器のプログラム制御を実現するために使用されます。アドレッシング文字列（VISAリソース文字列）を初期化することで、プログラム制御ポート（LAN、USB、GPIBなど）を備えた計測器との接続を確立できます。

リモート制御を実現するには、まずVISAライブラリをインストールする必要があります。このVISAライブラリには、VXI、GPIB、LAN、USBインターフェースの低レベル転送関数がカプセル化されており、ユーザーが直接呼び出しやすくなっています。信号源がサポートするプログラミングインターフェースは、GPIBとLANです。これらのインターフェースをVISAライブラリやプログラミング言語と組み合わせて使用することで、信号源をリモート制御することができます。現在、Agilent社が提供する「Agilent I/O Library」が低レベルのI/Oライブラリとして一般的に使用されていますが、NI社やR&S社が提供するVISA I/Oライブラリを使用することも可能です。

I/Oライブラリは、計測器用にあらかじめ作成されたソフトウェアプログラムライブラリであり、計測器ドライバ（Instrument driver）と呼ばれます。これは、コンピュータと計測器ハードウェアの間に位置するソフトウェアの中間層であり、関数ライブラリ、ユーティリティ、ツールキットなどで構成される一連のソフトウェアコードモジュールの集合体です。この集合体は、計測器の設定、計測器からの読み取り、計測器への書き込み、計測器のトリガーなど、計画された操作に対応しています。これはコンピュータ内に常駐し、コンピュータと計測器をつなぐ架け橋としての役割を果たします。プログラミングが容易な高水準のモジュール化ライブラリを提供

することで、ユーザーは特定の計測器専用の複雑な低レベルプログラミングプロトコルを習得する必要がなくなります。計測器ドライバの採用は、テスト・計測アプリケーションを迅速に開発するための鍵となります。

テスト分野のアプリケーションは、従来の計測器から仮想計測器へとさまざまな発展段階を経てきましたが、自動テストシステムにおける計測器の互換性やテストプログラムの再利用性を解決するため、計測器ドライバもさまざまな発展過程をたどってきました。現在、広く普及している汎用ドライバはIVI（Interchangeable Virtual Instruments）機器ドライバである。これはIVI仕様に基づき、新しい機器プログラミングインターフェースを定義するとともに、VISAにプラグイン型ドライバおよびVPPアーキテクチャを組み込むことで、テストアプリケーションと機器ハードウェアを

を完全に独立させるとともに、独自の計測器シミュレーション、範囲検出、ステートキャッシュなどの機能を追加することで、システムの動作効率を向上させ、真の計測器互換性を実現しています。

IVIドライバには、IVI-CとIVI-COMの2種類があります。IVI-COMは、マイクロソフトのコンポーネント・オブジェクト・モデル（COM）技術に基づいており、COM APIの形式を採用しています。IVI-CはANSI Cに基づいており、C APIの形式を採用しています。これら2つのドライバタイプはいずれも、IVI仕様で定義された計測器クラスに従って設計されており、Visual Studio、Visual Basic、Agilent VEE、LabVIEW、CVI/LabWindowsなどを含むアプリケーション開発環境も共通しています。

6.3.2 VISA ベースの制御例

以下では、NI-VISAを例に、VISAに基づく計測器制御の例を紹介します。NI-VISAには、ランタイムエンジン版とフルバージョンがあります。ランタイムエンジン版は、USB-TMC、VXI、GPIBなどのNIデバイスドライバを提供します。フルバージョンには、ランタイムエンジンとNI-MAXと呼ばれるソフトウェアツールが含まれており、デバイスを制御するためのユーザーインターフェースを提供します。

NI-VISAのフルバージョンは、以下のURLから入手できます：

http://www.ni.com/download/

ダウンロード後、以下の手順に従ってインストールを行ってください：

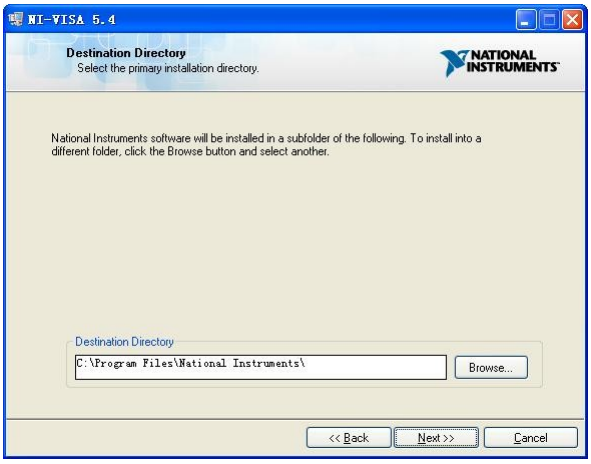
1. visa_full.exe をダブルクリックすると、次のようなダイアログボックスが表示されます。



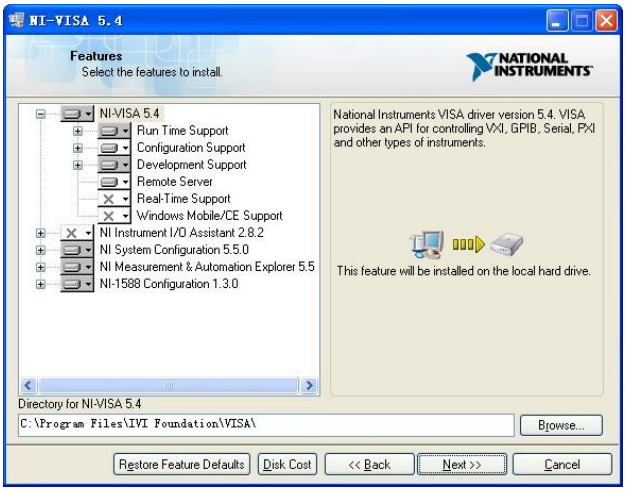
2. [Unzip] をクリックしてファイルを解凍すると、インストールプロセスが自動的に開始されます。お使いのコンピュータに .NET Framework 4 のインストールが必要な場合は、そのインストールプロセスも自動的に開始されます。



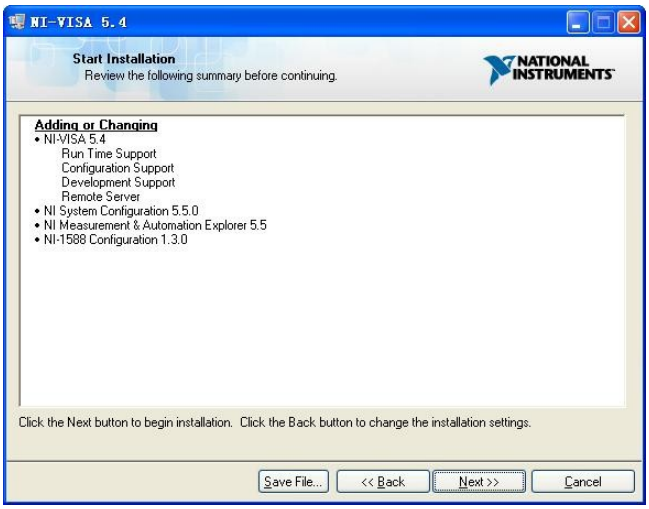
3. 上記は NI VISA のインストールダイアログです。「次へ」をクリックしてインストールプロセスを開始します。



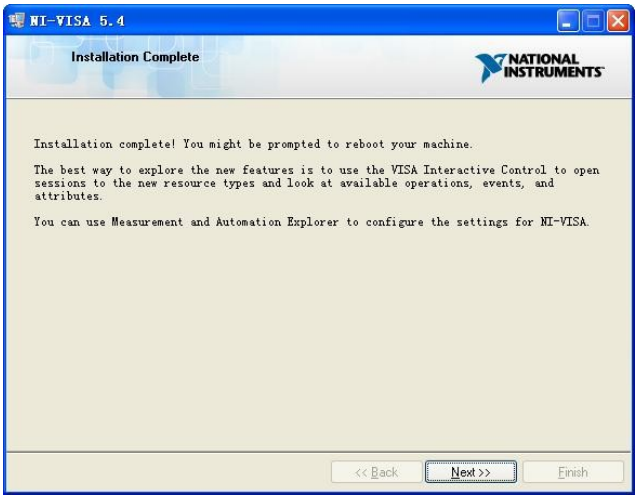
4. インストール先を設定します。デフォルトのパスは「C:\Program Files\National Instruments\」ですが、変更することも可能です。「Next」をクリックすると、上記のようなダイアログが表示されます。



5. 「次へ」を2回クリックし、使用許諾契約のダイアログボックスで「I accept the above 2 License Agreement(s)」を選択してから、「次へ」をクリックすると、ダイアログボックスは下図のようになります



6. [次へ]をクリックしてインストールを開始します。



7. これでインストールが完了しました。コンピュータを再起動してください。

ユーザーは、NI-MAX ソフトウェアを使用して SCPI コマンドを送信し、信号源

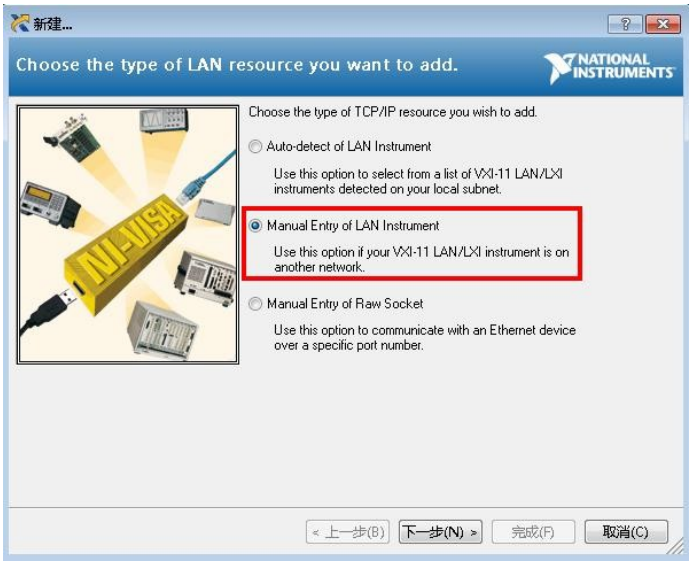
をリモート制御できます。NI-MAX を起動します。

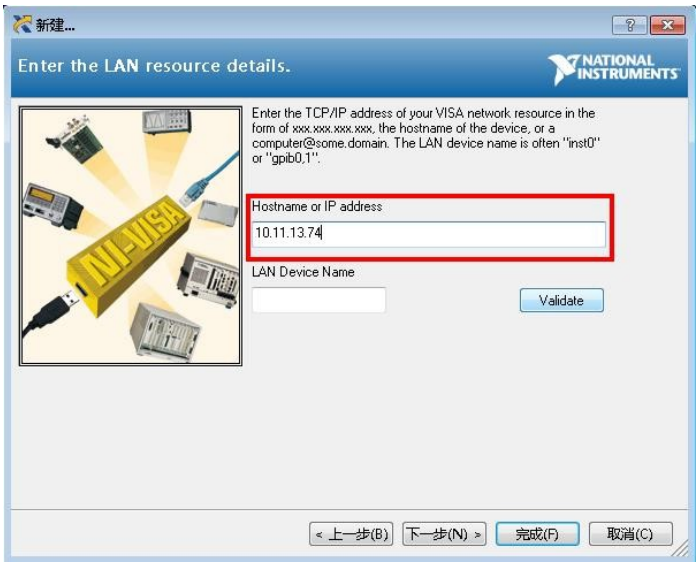
1. ソフトウェアの左上にある「デバイスとインターフェース」をクリックします。

2. 「ネットワークデバイス」のアイコンを見つけ、「ネットワークデバイスの追加」をクリックし、「VISA TCP/IP Resource…」を選択します



3. LAN機器の手動入力を選択し、「次へ」をクリックして、図のようにIPアドレスを入力します。「完了」をクリックして接続を確立します：

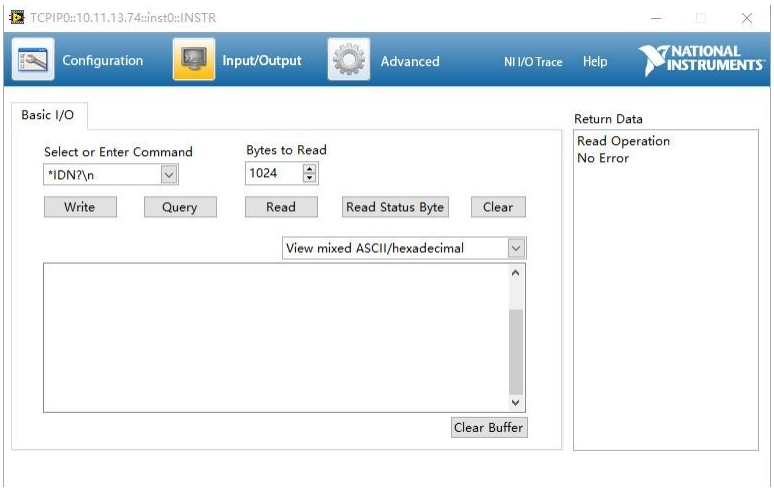




4. しばらくスキャンすると、「ネットワークデバイス」の下に接続が表示されます

5. 製品を右クリックし、「VISA テストパネルを開く」を選択します：

6. 「Input/Output」オプションボタンをクリックし、続いて「Query」オプションボタンをクリックします。正常であれば、図のように読み取り操作の結果が表示されます。



6.4 リモート制御コマンド

VSG付属のSCPIマニュアルを参照してください。

6.5 プログラミング例

以下のプログラミング例では、Python を使用して信号源をリモート

制御する方法について説明します。Python 実行環境には、visa モ

ジュールをインストールする必要があります。

このPythonサンプルコードが実装する主な機能は以下の通りです：

1） visa モジュールのインポート；

2） 信号源への接続。信号源のIPアドレスが分かっている場合、visa関数を呼び出して信号源に接続します；

3） 計測器をリセットする；

4） 計器を連続波モードに設定する；

5） 周波数を設定し、visa関数を呼び出して周波数設定用のSCPIコマンドを送信する；

6） 出力を設定し、VISA関数を呼び出して出力設定用のSCPIコマンドを送信します；

7） RF出力をオンにする。VISA関数を呼び出し、RF出力をオンにするSCPIコマンドを送信する。

Python を使用して信号源をリモート制御する完全なサンプルコードは以下の通りです：

7 一般的な点検

7.1 一般的な点検

新しい信号源を入手した際は、以下の手順に従って順次点検を行うことをお勧めします。

1） 輸送による破損がないか確認してください。梱包箱や発泡スチロールの緩衝材に著しい破損が見られる場合は、本体および付属品が電気的・機械的テストに合格するまで、それらを保管しておいてください。

2）付属品を確認してください。同梱されている付属品の詳細については、「梱包明細書」に詳しく記載されていますので、これを参照して付属品がすべて揃っているか確認してください。付属品の欠品や破損が見つかった場合は、担当の販売代理店または現地事務所にご連絡ください。

3） 本体を確認してください。機器の外側に損傷が見られ、かつ対応する試験に合格しなかった場合は、担当の販売代理店または現地事務所にご連絡ください。弊社にて修理または新品との交換を手配いたします。

7.2 トラブルシューティング

以下に、信号源の使用中に発生する可能性のある不具合とその対処方法を示します。これらの不具合が発生した場合は、対応する手順に従って対処してください。対処できない場合は、弊社までご連絡ください。その際、お使いの機器の情報を併せてお知らせください。

1. 電源ボタンを押しても、信号源の画面が真っ暗なままで、何も表示されない

1） ファンが回転しているか確認してください：

ファンが回転しているにもかかわらず画面が点灯しない場合は、画面の接続ケーブルが緩んでいる可能性があります。

ファンが回転しない場合は、機器の電源が正常に投入されていないことを示しています。手順(2)を参照して対処してください。

2）電源の確認：

電源コネクタが正しく接続されているか、電源スイッチがオンになっているかを確認してください。

4）上記の確認を終えたら、機器を再起動してください。それでも本製品が正常に使用できない場合は、弊社までご連絡ください。

2． ボタンが反応しない、またはボタンが誤動作する

1）電源投入後、すべてのボタンが反応しないかどうかを確認してください。

2）上記の不具合が見られる場合は、キーボードの接続ケーブルが緩んでいるか、キーボードが破損している可能性があります。ご自身で機器を分解せず、速やかに当社までご連絡ください。

3. RF 出力がない

1） 信号接続ケーブルが、対応する［RF OUTPUT 50 Ω］ポートにしっかりと接続されているか確認してください。

2） 接続ケーブルに損傷がないか確認してください。

3） RF ON/OFF キーのバックライトが点灯しているか確認してください。点灯していない場合は、そのキーを押して点灯させ、ユーザーインターフェースのステータスバーにある RF マークが青色に変わることを確認してください。この時点で、RF ON/OFF 出力は正常にオンになっています。

4） 信号の出力振幅が小さすぎないか確認し、必要に応じて出力振幅を調整してください。

4. RF出力に変調がない

1） 信号接続ケーブルが、対応する［RF OUTPUT 50 Ω］ポートにしっかりと接続されているか確認してください。

2） 接続ケーブルに損傷がないか確認してください。

3） MOD ON/OFF および RF ON/OFF ボタンのバックライトが両方とも点灯しているか確認し、さらに変調スイッチがオンになっているか確認してください。

4） 変調パラメータが適切かどうかを確認し、必要に応じて変調パラメータを変更してください。

5） 外部変調源を使用する場合は、外部源が正しく接続され、出力があることを確認してください。また、信号源が指定した範囲内で動作していることを確認してくださ

い。

5. USB デバイスが認識されない

1) USBメモリが他の機器やコンピュータに接続された状態で正常に動作するか確認してください。

2) 使用しているUSBメモリがフラッシュメモリ型であることを確認してください。本機器はハードディスク型のUSBメモリには対応していません。

3) 本機器を再起動した後、USBメモリを再度挿入して確認してください。

4) それでもUSBメモリが正常に使用できない場合は、弊社までご連絡ください。

6. 出力エラーまたは精度不足

データマニュアルから技術仕様を確認し、出力エラーや精度の問題を点検してください。マニュアルに記載されている性能指標を達成するには、以下の手順が必要です：

１）信号源が校正期間内にあるか確認してください（校正周期は1年です);

２）試験の前に、信号源を少なくとも30分間予熱したかどうかを確認してください；

３）使用する試験装置の性能が要件を満たしているか確認してください；

４）使用する試験装置が校正期間内であることを確認する；

５）使用する試験装置が、その取扱説明書で規定された動作条件内にあるか確認すること；

６）すべての接続がしっかりと固定されているか確認する。

8 サービスとサポート

8.1 保証の概要

製品が保証期間内に欠陥が確認された場合、当社は保証書の詳細な規定に基づき、修理または交換サービスを提供します。

サービスのご依頼、または保証書の完全な写しのご請求については、最寄りの当社の販売・サービス事務所までご連絡ください。本概要または適用される保証書に記載された保証を除き、当社は、商品性および特定の目的への適合性に関する黙示の保証を含め、その他いかなる保証も行いません。当社は、間接的、特別、または結果的な損害について一切の責任を負いません。

8.2 お問い合わせ

成都坤恒順維科技株式会社

成都市高新西区新文路22号 融智本部公園 9号棟 電話：

028-87827355

FAX：028-87901547

郵便番号：611731

公式サイト：http://www.ksw-tech.com/