

5G NR TDD 信号の生成と測定

シグナルアナライザとベクトル信号発生器による簡易デモ

シグナルアナライザ MS2850A

ベクトル信号発生器 MG3710E

目次

1	準備	2
2	測定する信号を生成する	3
3	TDD FR1 ダウンリンク信号を測定する	9
4	TDD FR1 アップリンク信号を測定する	11
5	測定がうまくできない場合には	13
6	参考資料	14

1 準備

このドキュメントは、5G NR (New Radio) TDD (Time Division Duplex)の無線信号をベクトル信号発生器で出力し、シグナルアナライザでその特性を解析・表示するまでの操作の過程を説明します。

このデモでは下表の機器を使用します。

品名	形名	必要なオプション・ソフトウェア・ライセンス等
ベクトル信号発生器	MG3710E	MG3710E-036 1stRF 100 kHz to 6 GHz MX370113A 5GNR TDD sub-6 GHz IQproducer (ファームウェア Package 6.00.00 以降) IQproducer 信号生成ソフトウェア (V17.01 以降)
シグナルアナライザ	MS2850A	MS2850A-046 44.5 GHz シグナルアナライザ MS2850A-034 解析帯域幅拡張 1 GHz MX285051A 5G 測定ソフトウェア (基本ライセンス) MX285051A-011 NR TDD sub-6 GHz ダウンリンク MX285051A-061 NR TDD sub-6 GHz アップリンク (ファームウェア Package 17.02.00 以降)
RF ケーブル	-	N コネクタケーブル 1 本 N-SMA(K)コネクタ変換器 1 個

下図のように機器を接続します。

ベクトル信号発生器 MG3710E の RF1 Output コネクタ(N・メス)とシグナルアナライザ MS2850A の RF コネクタ(K・メス)を変換器を介してケーブルで接続します。



このドキュメントで説明する操作には、ケーブル減衰量の設定やキャリブレーション、ソフトウェアのインストールや起動などの一般的な操作は含まれていません。使用する機器の詳細な説明は、各機器・ソフトウェアの取扱説明書を参照してください。

2 測定する信号を生成する

信号生成ソフトウェア IQproducer・5G NR TDD IQproducer について

信号生成 IQproducer MX3701xxA は、各種無線システムに準拠した変調信号を模した波形パターンを MG3710E または PC 上で設定・生成し、ベクトル信号発生器に転送することができます。MG3710E の工場出荷時にプリインストールされています。

5G NR TDD sub-6 GHz IQproducer MX370113A は、3GPP TS 38.211、TS 38.212、TS 38.213 に規定されている 5G NR FR1 仕様に準拠した波形パターンを生成するためのソフトウェア/ライセンスです。5G NR 基地局の送信試験で使用するダウンリンク Test Model 波形パターン、および受信試験で使用するアップリンク FRC (Fixed Reference Channel) の波形パターンを生成できます。「Easy Setup メニュー」からテスト条件を指定するだけで 3GPPTS 38.141-1 (V15.0.0 2018.12) で定義されるパラメータ設定を簡単に行えます。

本デモで生成・測定する 5G NR 信号は下記のとおりです。

① TDD / FR1 (< 6 GHz) / ダウンリンク / Test Model 3.1

この信号は一般に基地局の変調精度測定に使用される波形です。

例として、このドキュメントでは波形パターン名を「[dl_tm31](#)」としています。

② TDD / FR1 (< 6 GHz) / アップリンク

この信号はこのデモの為に構成されたシンプルな PUSCH 解析用の波形です。

例として、このドキュメントでは波形パターン名を「[ul_scs30k_bw100m](#)」としています。

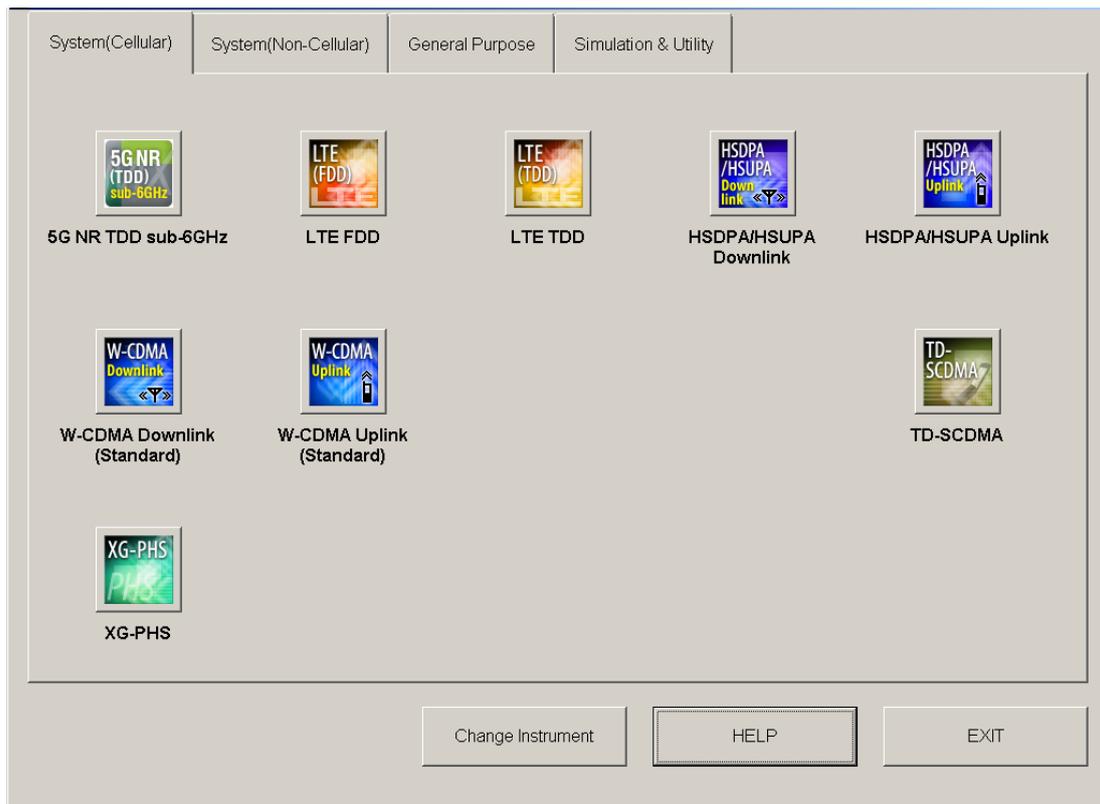
IQproducer による波形パターンの生成

MG3710E にインストールされている IQproducer を使用して波形パターンを作成します。以下は MG3710E ベクトル信号発生器に対する操作手順です。

① TDD / FR1 (< 6 GHz) / ダウンリンク / Test Model 3.1 信号の生成

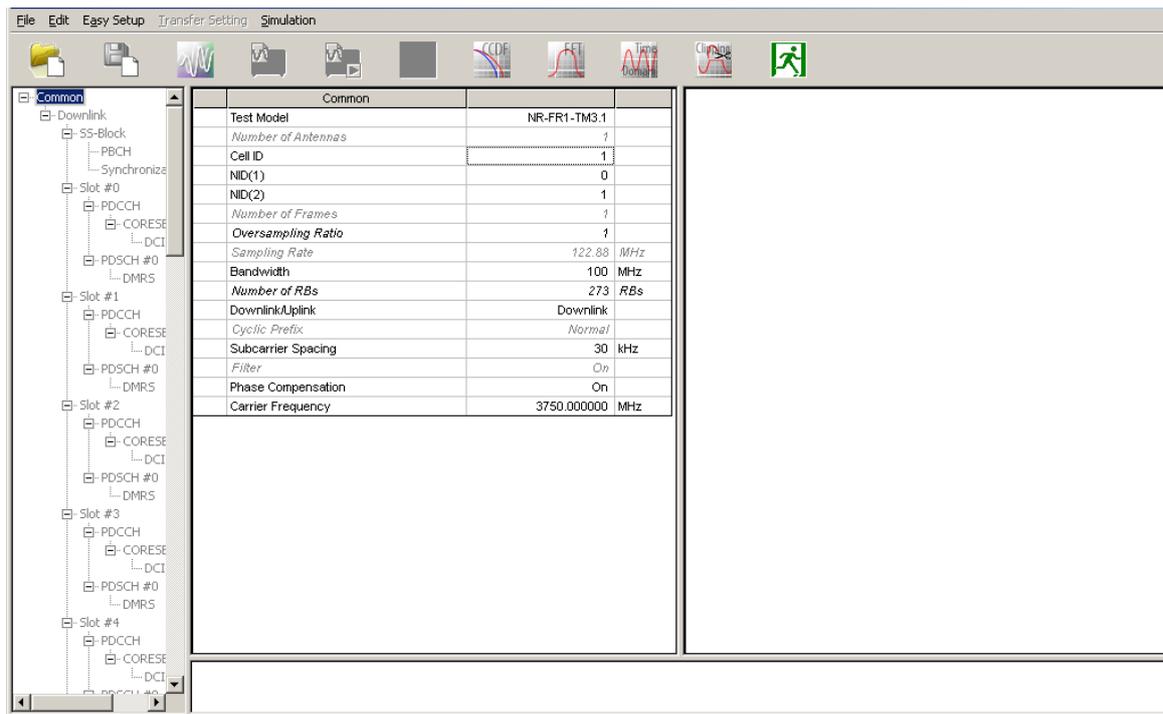
<手順>

1. MG3710E の[IQpro]キーを押して IQproducer を起動します。
2. System(Cellular)タブの「5G NR TDD sub-6 GHz」ボタンを押し、5GNR TDD sub-6 GHz IQproducer を起動します。



IQproducer メニュー

3. File メニューの「Recall Parameter File」から「5GNRIQPro_Initial」を開きます。
4. メニュー「Easy Setup」から「BTS Test」→「Test Model」→「NR-FR1-TM3.1」→「30 kHz」→「BW = 100 MHz」を選択します。
5. 画面内「Common」ツリーの「Phase Compensation」の値が「On」、 「Frequency」が「3750 MHz」になっていることを確認します。



Easy Setup から TM3.1 を選択した後の表示

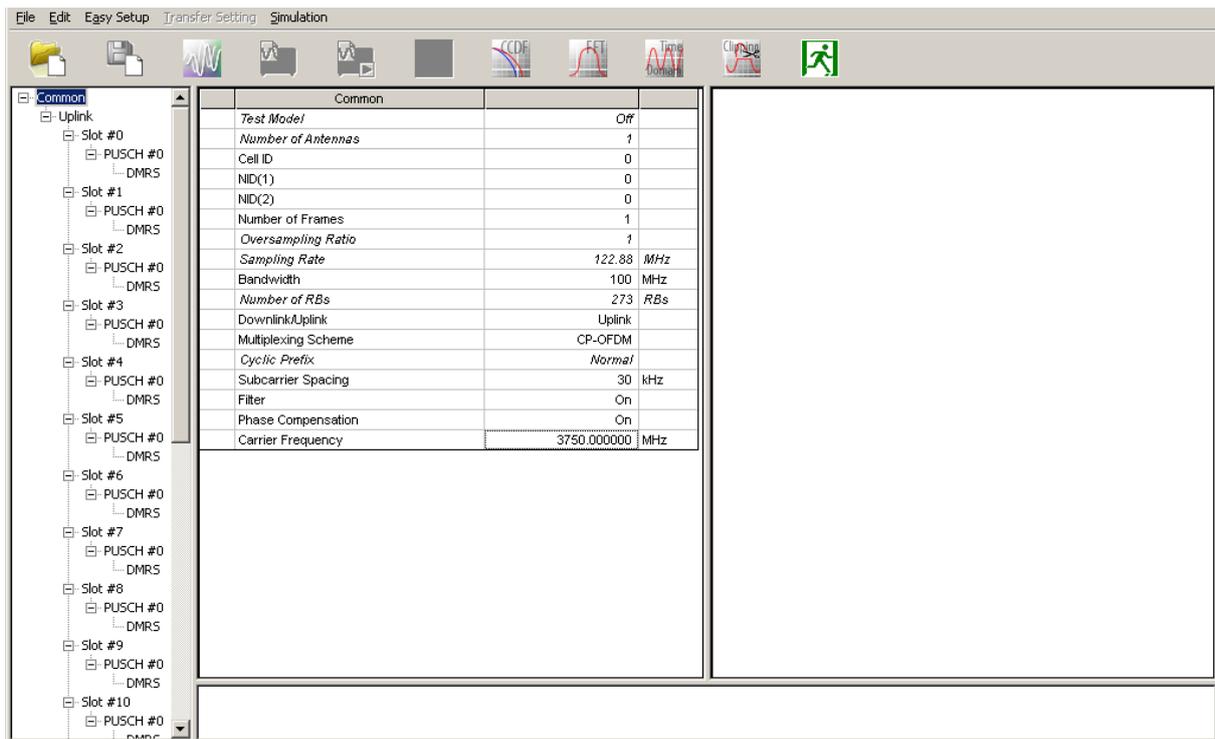
6. Calculation ボタンを押します。
7. パッケージ名 (Package) に「NR_TDD_DEMO」、パターン名 (Export File Name) に「dl_tm31」を入力し、「OK」ボタンを押します。画面に従って波形生成を終了します。

② TDD / FR1 (< 6 GHz) / アップリンク信号の生成

<手順>

1. MG3710E の[IQpro]キーを押して IQproducer を起動します。
2. System(Cellular)タブの「5G NR TDD sub-6 GHz」ボタンを押し、5GNR TDD sub-6 GHz IQproducer を起動します。
3. File メニューの「Recall Parameter File」から「5GNRIQPro_Initial」を開きます。
4. 画面内「Common」ツリーにある「Downlink/Uplink」の値に「Uplink」を選択します。
5. 同様に、「Common」ツリーの各値を次のように設定します。

Cell ID = 0
 Bandwidth = 100 MHz
 Multiplexing Scheme = CP-OFDM
 Subcarrier Spacing = 30 kHz
 Phase Compensation = On
 Carrier Frequency = 3750 MHz

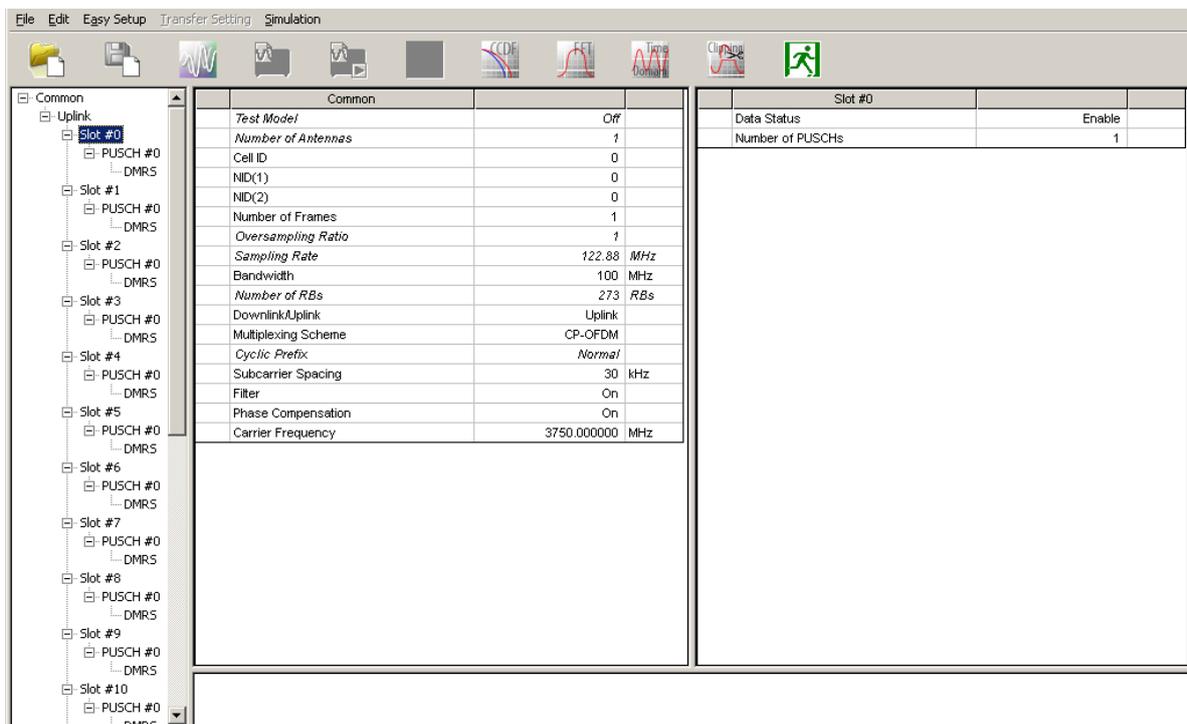


Common パラメータの Uplink 設定例

6. 画面内のツリーから「Common」「Uplink」の下にある「Slot #0」を選択し、各値を次のように設定します。

Data Status = Enable

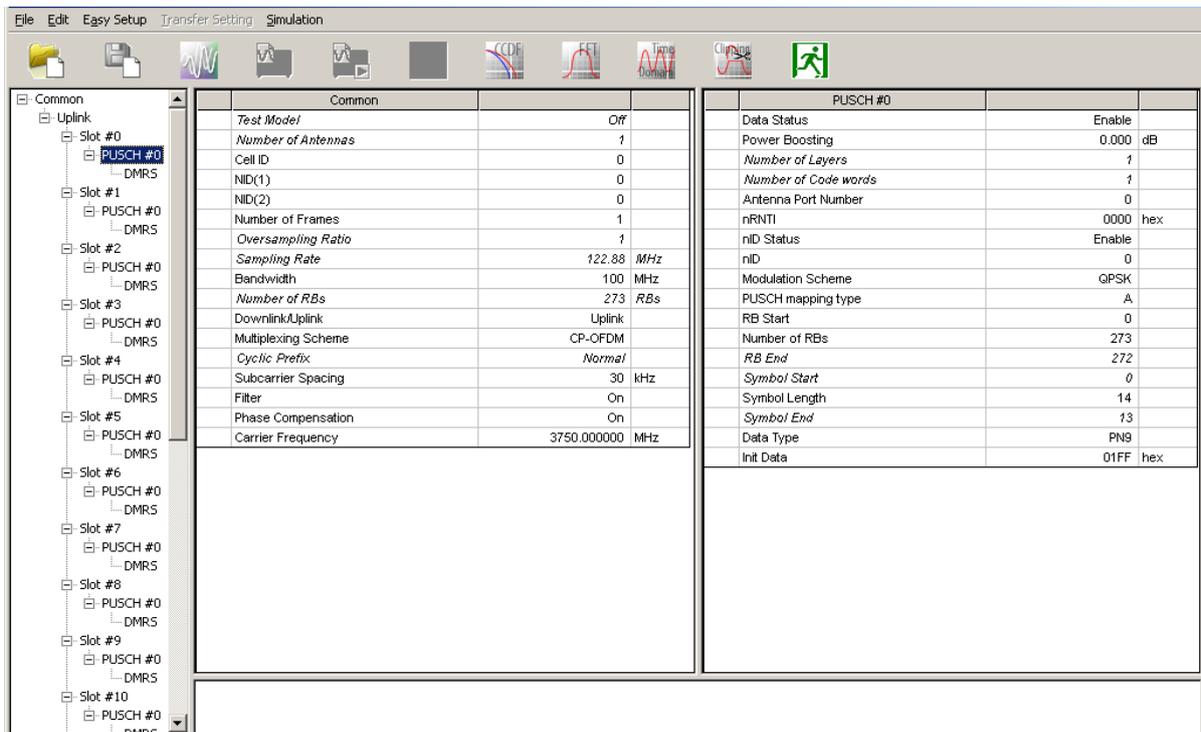
Number of PUSCHs = 1



Common パラメータの Uplink Slot #0 の設定例

7. 画面内のツリーから「Common」「Uplink」「Slot #0」の下にある「PUSCH #0」を選択し、各値を次のように設定します。

- Data Status = Enable
- Power Boosting = 0.000 dB
- Antenna Port Number = 0
- nRTI = 0
- nID = 0
- Modulation Schme = QPSK
- PUSCH Mapping Type = A
- RB Start = 0
- Number of RBs = 273
- Symbol Length = 14



Common パラメータの Uplink PUSCH #0 の設定例

8. 画面内のツリーから「Common」「Uplink」「Slot #0」「PUSCH #0」の下にある「DMRS」を選択し、各値を次のように設定します。

- nSCID = 0
- DMRS nSCID Data Type = Cell ID
- DMRS Additional Position = 0
- DMRS Configuration Type = 1

Number of DMRS CDM groups without Data = 1
DMRS TypeA Position = 3
DMRS Power Boosting = 0.000 dB

9. 画面内のツリーから「Common」「Uplink」の下にある「Slot #0」を選択し、右クリックで「Copy」メニューを押します。その後に、右クリックで「Past All」メニューを押します。これにより 20 スロットすべてに同じ構成が適用されます。
10. Calculation ボタンを押します。
11. パッケージ名 (Package) に「NR_TDD_DEMO」、パターン名 (Export File Name) に「ul_scs30k_bw100m」を入力し、「OK」ボタンを押します。画面に従って波形生成を終了します。

設定ファイルの保存と読み出し

IQproducer で作成した波形パターンの設定値はファイル (XML 形式) として保存する事ができます。設定ファイルを保存するには IQproducer の「File」メニューから「Save Parameter File」を選択し、ファイル名を入力した後、保存ボタンを押してください。設定ファイルを読み出すには IQproducer の「File」メニューから「Recall Parameter File」を選択し、ファイル名を入力した後、開くボタンを押してください。

MG3710E での波形の選択と信号の出力

作成した 5G NR TDD の信号を MG3710E から出力します。操作手順は次のとおりです。

<手順>

1. [Preset] → [F3]Preset All を実行します。
2. [Load]を押して Waveform List to Load のウィンドウを表示します。
3. 画面左の「Packages」のリストから使用するパッケージ名 (ここでは「NR_TDD_DEMO」) を選択します。
4. 画面右の「Pattern in Package」のリストから使用する波形パターン名を選択します。
5. [F6]Load Pattern を実行します。
6. [Select]を押して Waveform List to Play のウィンドウを表示します。
7. 画面左の「Packages」のリストからパッケージ名 (ここでは「NR_TDD_DEMO」) を選択します。
8. 画面右の「Pattern in Package」のリストから使用する波形パターン名を選択します。
9. [F6]Select を実行します。
10. [Frequency]を押して周波数を設定します。
11. [Level]を押してレベルを設定します。
12. RF Output の[Mod On/Off]と[On/Off]を押して変調信号を出力します。

3 TDD FR1 ダウンリンク信号を測定する

第2章で生成・出力した TDD / FR1 (< 6 GHz) / ダウンリンクの信号をシグナルアナライザ MS2850A で測定します。この測定デモではベクトル信号発生器 MG3710E を下記のように設定してください。

<MG3710E の設定>

Frequency = 3.75 GHz (Phase Compensation で指定した値と一致させます)

Output Level = -10 dBm

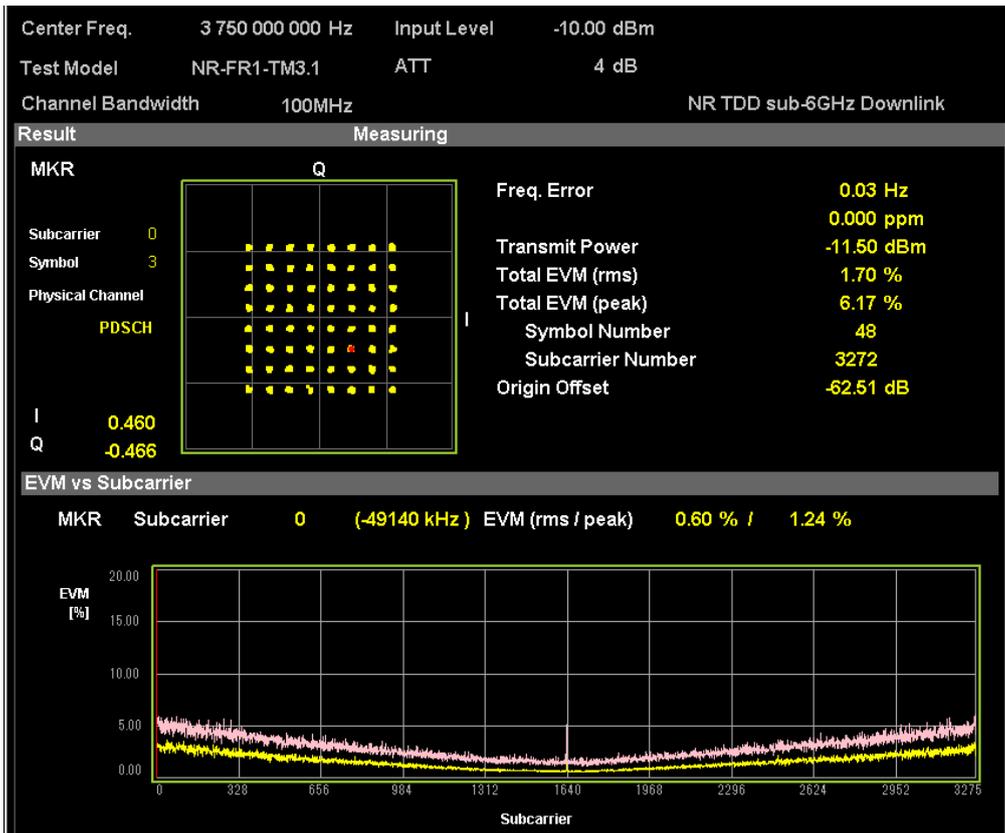
波形パターン = 「NR_TDD_DEMO」パッケージ内の「dl_tm31」

<MS2850A の手順>

1. [Application Switch]を押して「5G Measurement」を選択します。
2. [Preset] → [F1]Preset を実行します。
3. [F3] Standard → [F3] NR TDD sub-6 GHz Downlink を選択します。
4. [Frequency]を押して Carrier Frequency を 3.75 GHz (ベクトル信号発生器と同じ値) に設定します。
5. [Amplitude]を押して Input Level を -10 dBm に設定します。
6. [Measure] → [F1]Modulation Analysis → [F2] Basic Settings を押します。
7. Basic Settings ウィンドウ内の Frame Parameter タブ内にある「Test Model」を「NR-FR1-TM3.1」に設定します。
8. [Single]を押して測定を開始します。

以上の操作によって、入力した信号の周波数誤差と送信電力、各物理チャネル／信号の EVM が測定できます。

[Trace]キーを押して[F1] Trace Mode を押すと、画面下のグラフを切り替えることができ、入力信号の特性を視覚的に捉えることができます。Summary トレースでは物理チャネルごとの EVM と平均パワーが一覧で表示され、測定上の問題をすばやく見つけることができます。



5G NR TDD ダウンリンクの測定例 (EVM vs. Subcarrier トレース)

Center Freq. 3 750 000 000 Hz Input Level -10.00 dBm
 Test Model NR-FR1-TM3.1 ATT 4 dB
 Channel Bandwidth 100MHz NR TDD sub-6GHz Downlink

Result Measuring

PDSCH EVM (rms)
 QPSK *** ** %
 16QAM *** ** %
 64QAM 1.71 %
 256QAM *** ** %

PDSCH EVM (peak) / Subcarrier / Symbol
 QPSK *** ** % **** / ****
 16QAM *** ** % **** / ****
 64QAM 6.31 % 11 / 52
 256QAM *** ** % **** / ****

Freq. Error 0.02 Hz
 0.000 ppm
 Transmit Power -11.50 dBm
 Total EVM (rms) 1.70 %
 Total EVM (peak) 6.31 %
 Symbol Number 52
 Subcarrier Number 11
 Origin Offset -62.11 dB

Summary

Channel Summary

Channel	Avg EVM (rms)	Max EVM (peak) EVM/Subcarrier/Symbol		Avg Power
P-SS	*** ** %	*** ** %	****	*** ** dBm
S-SS	*** ** %	*** ** %	****	*** ** dBm
PBCH	*** ** %	*** ** %	****	*** ** dBm
DM-RS(PBCH)	*** ** %	*** ** %	****	*** ** dBm
PDSCH	1.71 %	6.31 %	11 52	-10.715 dBm
DM-RS(PDSCH)	1.66 %	4.87 %	1638 30	-10.691 dBm
PDCCH	0.58 %	1.99 %	7 140	-10.266 dBm
DM-RS(PDCCH)	0.54 %	1.19 %	5 28	-10.279 dBm

Symbol Clock Error 0.000 ppm
 IQ Skew 0.005 ns
 IQ Imbalance 0.000 dB
 IQ Quad Error -0.061 deg.
 Cell ID 1

5G NR TDD ダウンリンクの測定例 (Summary トレース)

4 TDD FR1 アップリンク信号を測定する

第2章で生成・出力した TDD / FR1 (< 6 GHz) / アップリンクの信号をシグナルアナライザ MS2850A で測定します。この測定デモではベクトル信号発生器 MG3710E を下記のように設定してください。

Frequency = 3.75 GHz (Phase Compensation で指定した値と一致させます)

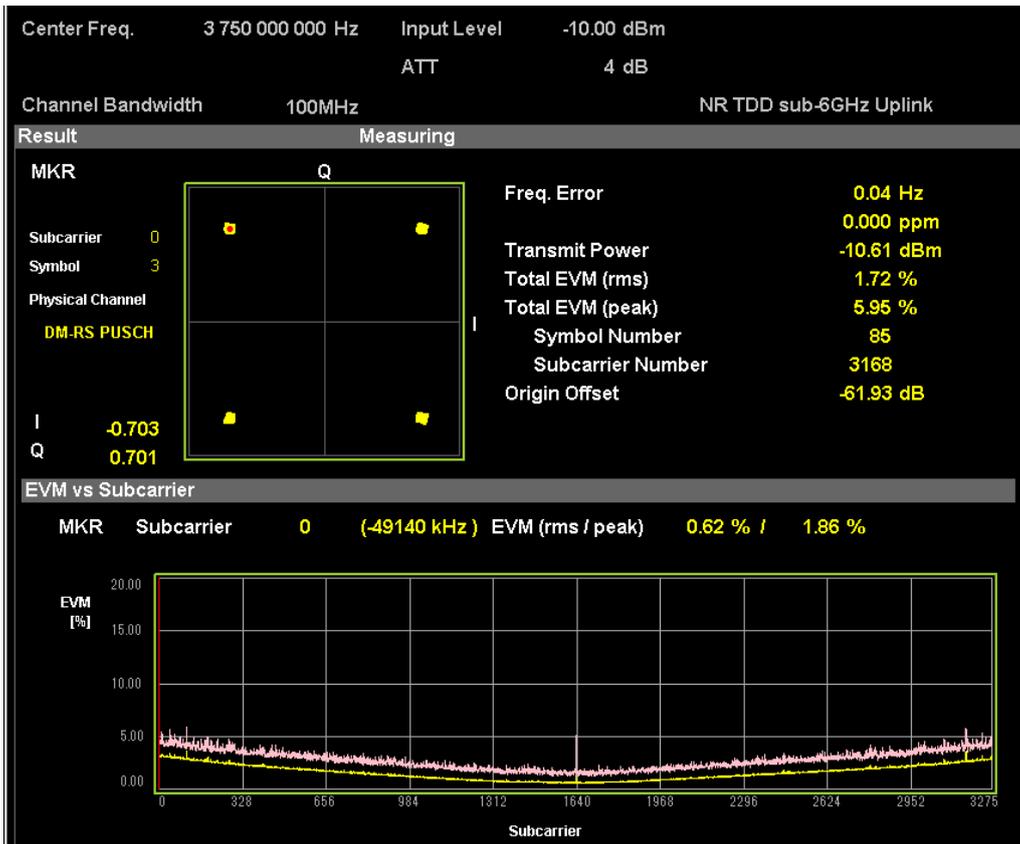
Output Level = -10 dBm

波形パターン = 「NR_TDD_DEMO」パッケージ内の「ul_scs30k_bw100m」

<手順>

1. [Application Switch]を押して「5G Measurement」を選択します。
2. [Preset] → [F1]Preset を実行します。
3. [F3] Standard → [F5] NR TDD sub-6 GHz Uplink を選択します。
4. [Frequency]を押して Carrier Frequency を 3.75 GHz (ベクトル信号発生器と同じ値) に設定します。
5. [Amplitude]を押して Input Level を -10 dBm に設定します。
6. [Measure] → [F1]Modulation Analysis → [F2] Basic Settings を押します。
7. [F1]Frame Parameter を押し、タブ内にあるパラメータが入力信号と一致していることを確認します。
 - Subcarrier Spacing = 30 kHz
 - Number of RBs = 273
 - Cell ID = 0
 - Phase Compensation = On
8. [F2]PUSCH/DM-RS を押し、タブ内にあるパラメータが入力信号と一致していることを確認します。
 - Antenna Port = 1000 (Antenna Port Number = 0)
 - Modulation Schme = Auto または QPSK
 - PUSCH Mapping Type = A
 - Number of Symbol (Symbol Length) = 14
 - DM-RS typeA-pos (DMRS TypeA Position) = 3
 - DM-RS config-type (DMRS Configuration Type) = 1
 - DM-RS add-pos (DMRS Additional Position) = 0
 - CDM Group Without Data (Number of DMRS CDM groups without Data) = 1
9. [F2]PUSCH/DM-RS タブ内の「Copy to All Slot」を押します。
10. [F7] Set を押して Basic Settings メニューを閉じます。
11. [Single]を押して測定を開始します。

以上の操作によって、入力した信号の周波数誤差と送信電力、物理チャネル PUSCH とその DM-RS に対する EVM が測定できます。



5G NR TDD アップリンクの測定例 (EVM vs. Subcarrier トレース)



5G NR TDD アップリンクの測定例 (Summary トレース)

5 測定がうまくできない場合には

5G NR の無線特性試験の方法は LTE と似ているところもありますが、5G NR は LTE と比較してはるかに高度化で物理信号も多様なオプションがあります。測定が成功しない場合は、基本的な RF パラメータの確認や機器の状態を確認した後、被測定物の状態と測定信号の条件が測定器の設定と一致していることを慎重に確認してください。ここでは測定に関するトラブルの一般的なチェックポイントを説明します。

- 測定ソフトウェアの設定／入力信号との不一致

注意が必要なパラメータ：

- Number of RBs と Subcarrier Spacing の組合せ（Channel Bandwidth が決まります）、あるいは Channel Bandwidth と Subcarrier Spacing の組合せ（Number of RBs が決まります）
- Cell ID
- Phase Compensation（波形生成時に指定した周波数以外では変調精度を測定できません）

- 製品上の制約／測定可能な信号でない

MX285051A-xx NR TDD ダウンリンク/アップリンク測定ソフトウェアの取扱説明書（W3963A）の付録 B「測定可能な信号」を参照してください。

- 信号発生器の基本設定：周波数、レベル、変調状態、出力状態、波形メモリ／波形パターンの選択等

- シグナルアナライザの基本設定：アプリケーションの選択、CAL の未実行、周波数、レベル、スパン等
→測定ソフトウェアを使用した変調精度の測定に失敗し、画面に有効な情報が表示されない場合は、シグナルアナライザやスペクトラムアナライザを使用して波形を確認してください。



シグナルアナライザ機能を使用した 5G NR TDD アップリンク信号のスペクトラム観測例

- 一般的なセットアップ上の問題：ケーブル接続不良、機器のウォームアップ不足、補正值設定不備等
- 測定に必要な測定機器のオプションやソフトウェアの不足、ファームウェアバージョンの問題等
- その他：ハードウェア機器の故障、ソフトウェアの不具合等

トラブルシュート・お問い合わせ時に必要な情報を記録する

期待する結果と実際の違いの内容、問題の再現手順、使用している測定器の形名・シリアル番号、そのときの測定系や動作環境の説明と共に、下記のデータを記録・保存しておくこと、問題の再現やお問合せの際に役立ちます。各データの保存方法についてはご使用の製品の取扱説明書を参照してください。

- 測定器の画面コピー（問題の症状を記録した画像データ）
- パラメータ設定ファイル（測定器の設定値を保存したデータ）
- デジタイズデータファイル（シグナルアナライザでキャプチャした無線信号の I/Q データ）

6 参考資料

下記ドキュメントは、アンリツ株式会社の Web サイトからダウンロードできます。

[取扱説明書]

W3920AW	MS2850A シグナルアナライザ取扱説明書 本体操作編
W3963AW	MX285051A-011 NR TDD ダウンリンク測定ソフトウェア取扱説明書
同上	MX285051A-061 NR TDD アップリンク測定ソフトウェア取扱説明書
W3580AW	MG3710A/MG3710E ベクトル信号発生器取扱説明書
W3984AW	MX370113A/MX269913A 5G NR TDD sub-6 GHz IQproducer™ 取扱説明書

[アプリケーションノート]

MS2850A_5G NR sub-6 GHz 測定方法	MS2850A_J-F-1
より良い EVM 値を得るためのダイナミックレンジ最適化手法	MS2850A_J-F-1

アンリツ株式会社

<https://www.anritsu.com>

本社 〒243-8555 神奈川県厚木市恩名5-1-1 TEL 046-223-1111
厚木 〒243-0016 神奈川県厚木市田村町8-5
計測器営業本部 TEL 046-296-1202 FAX 046-296-1239
計測器営業本部 営業推進部 TEL 046-296-1208 FAX 046-296-1248
仙台 〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央4-6-1 S S 3 0
計測器営業本部 TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
名古屋 〒450-0003 愛知県名古屋市中村区名駅南2-14-19 住友生命名古屋ビル
計測器営業本部 TEL 052-582-7283 FAX 052-569-1485
大阪 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1-23-101 大同生命江坂ビル
計測器営業本部 TEL 06-6338-2800 FAX 06-6338-8118
福岡 〒812-0004 福岡県福岡市博多区榎田1-8-28 ツインスクエア
計測器営業本部 TEL 092-471-7656 FAX 092-471-7699

ご使用の前に取扱説明書をよくお読みのうえ、正しくお使いください。

1804

■カタログのご請求、価格・納期のお問い合わせは、下記または営業担当までお問い合わせください。
計測器営業本部 営業推進部

☎ TEL: 0120-133-099 (046-296-1208) FAX : 046-296-1248
受付時間 / 9 : 00 ~ 12 : 00、13 : 00 ~ 17 : 00、月 ~ 金曜日 (当社休業日を除く)
E-mail : SJPost@zy.anritsu.co.jp

■計測器の使用法、その他については、下記までお問い合わせください。
計測サポートセンター

☎ TEL: 0120-827-221 (046-296-6640)
受付時間 / 9 : 00 ~ 12 : 00、13 : 00 ~ 17 : 00、月 ~ 金曜日 (当社休業日を除く)
E-mail : MDVPOST@anritsu.com

■本製品を国外に持ち出すときは、外国為替および外国貿易法の規定により、日本国政府の輸出許可または役務取引許可が必要となる場合があります。
また、米国の輸出管理規則により、日本からの再輸出には米国商務省の許可が必要となる場合がありますので、必ず弊社の営業担当までご連絡ください。