

テレマティクス制御ユニットの 無線機能試験

SSM Test PKG Telematics Connectivity MX847503A-TL660

SSM Test PKG Telematics Throughput MX847503A-TL661

SSM Test PKG Telematics Mobility Basic MX847503A-TL662

目次

1. テレマティクス制御ユニットとは	2
2. TCUの機能性能試験	2
2.1 発生しやすい通信の不具合	3
2.1.1 接続不良	3
2.1.2 データスループットの低下.....	3
2.2 TCU性能試験の課題.....	4
2.3 アンリツのソリューション	5
3. 試験方法	6
3.1 試験の流れ	6
3.2 測定系.....	6
3.3 UE Capability Informationの取得	7
3.4 テストケース作成	7
3.5 試験の実行と結果	8
4. 製品紹介	9

1. テレマティクス制御ユニットとは

通信機器を搭載して外部の機器やシステムとインターネットを介してつながることができる車をコネクテッドカーと呼びます。コネクテッドカーで実現されるサービスとしては、事故時に自動的に緊急通報を行うシステム、盗難時に車両の位置を追跡するシステムなどがあります。

車に搭載される無線機器をテレマティクス制御ユニット (Telematics control unit, TCU) と呼び、車の中のほかのユニット (Electric control unit, ECU) から情報を受信して外部と双方向の情報通信をします。インフォテインメントや運転支援、さらには自動運転の実現など、コネクテッドカーのユースケース拡大に伴い、通信が担う重要性が高まっています。

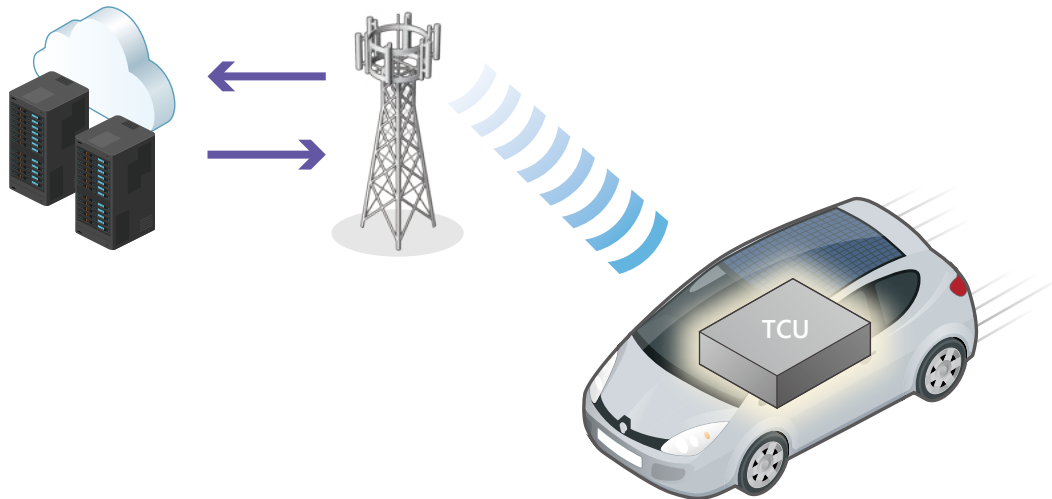


図1 コネクテッドカーに搭載されるテレマティクス制御ユニット

車が移動してもネットワーク接続が維持できるように、TCUには4Gや5Gと呼ばれるモバイルネットワークと接続する機能があります。十分なサービスを提供するには、走行中であってもモバイルネットワークに安定して接続できることを確認する必要があります。

関連リンク : [5G Connectivity](#)

2. TCUの機能性能試験

TCUの無線性能試験として、車にTCUを搭載して走行試験で動作確認をする方法が広く実施されています。この方法では同じルートを走行する場合であっても気象条件や交通状況によって電波の状況が変わり、再現性のある試験は難しいです。TCUの機能性能を確認するには、膨大な試験パターンを再現性がある方法で繰り返し実施する必要があります。

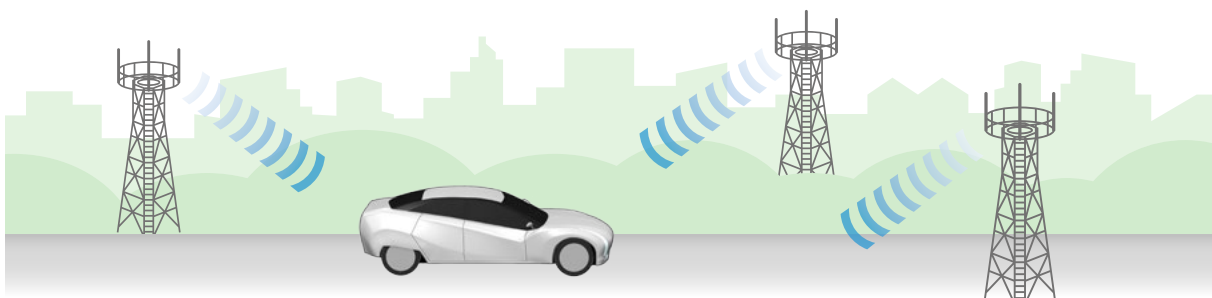


図2 走行試験によるTCUの無線性能試験

2.1 発生しやすい通信の不具合

TCUの無線性能試験の条件は、実際の走行中に発生し得る無線通信状態の一部に限られます。したがってTCUの性能が納入先メーカーの要求仕様を満たしていても、車に搭載して走行すると通信の不具合が発生することがあります。起こりやすい不具合としては、接続不良とデータスループットの低下があります。

2.1.1 接続不良

接続不良とは、ネットワークとの接続が途切れることです。車が走行して無線基地局のカバーエリアを通過すると、TCUは通信中に無線接続をする基地局を切り替えます。この基地局の切り替える処理をハンドオーバーと呼びます。モバイルネットワークの通信規格は、3G、4G、5Gと呼ばれるように進化を続けてきました。世界全体で見ると、各世代の規格のモバイルネットワークが混在して運用されていて、使用する周波数バンドも国ごとに異なります。TCUは世界各国のモバイルネットワーク状況に応じて無線通信機能の品質を保证する必要があります。

5G基地局には、4G基地局と連携して無線接続をするノンスタンドアローン (NSA) 基地局と、単独で無線接続できるスタンドアローン (SA) 基地局があります。キャリアアグリゲーションという複数の周波数帯を使う方式で無線接続をする場合は、複数の周波数でハンドオーバーをします。

したがって、モバイルネットワーク状況については次の2点がハンドオーバーの条件に影響します。

- 2Gから5Gまでの無線アクセス技術 (Radio Access Technology, RAT) 整備状況
- バンドなどの周波数利用状況

基地局との接続方法については、次の3点を考慮します。

- モバイルネットワークに対して位置登録完了までのシグナリング処理
- 5Gの場合ではNSA基地局/SA基地局
- キャリアアグリゲーションの利用

コネクテッドカーのサービス実現のために、このような多様な条件下でTCUのハンドオーバー機能を確認することが重要です。

2.1.2 データスループットの低下

データスループットの低下とは、ネットワークと接続していてもデータの通信速度が遅くなることです。自動車メーカーが提供する位置情報サービス、エマージェンシーコール、インフォテイメントなどのコネクテッドサービスを実現するには、TCUの安定した高速データ伝送通信機能が重要です。モバイルネットワークは、走行時の電波強度やデータのエラー発生率などの通信環境によって、TCUの以下の通信パラメータを調整します。

- 帯域幅：使用する無線周波数の帯域幅です。道路の幅と同じように広いほどデータ速度を上げられます。一方で複数の端末が同時に通信をすると使用できる帯域幅は限られます。
- 符号化と変調方式：符号化と変調の方式によって1回の変調で送るデータ量が変わります。基地局からの電波強度が強いときはデータ量が多い方式を使用できます。符号化と変調方式は、Modulation and Coding Scheme (MCS) という定義が通信規格にあります。
- MIMO：複数の送受信器とアンテナを使って同時に通信をする方式をmulti-input multi-output (MIMO) と呼びます。3G以降のネットワークで使用できます。
- キャリアアグリゲーション：規格で決められている複数のバンドを組み合わせで通信する方式です。使用するバンドとバンド数をTCUと基地局の間で決めます。

2.2 TCU性能試験の課題

TCUの試験パラメータとして、通信規格が世代ごとに異なること、データ速度を決定するパラメータが多数あることを説明しました。通信に使用する周波数バンドも多数あり、ハンドオーバーやパラメータの変更とともに周波数バンドの組み合わせを考慮すると、試験条件の数は膨大な数になってしまいます。

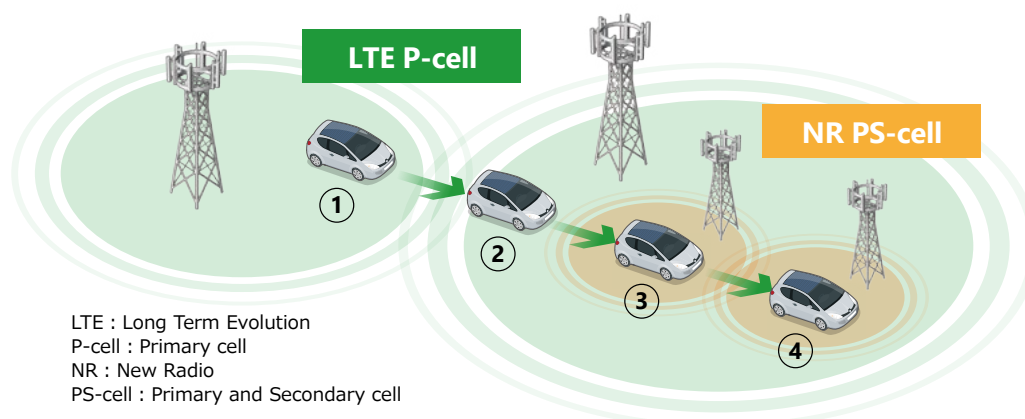


図3 LTE基地局から5G基地局へのハンドオーバー

図3は、車が移動して4G (LTE) の基地局から5G (NR) の基地局にハンドオーバーする様子を示しています。

①の位置では、TCUはLTEの基地局に接続しています。

②の位置に車が移動すると今まで接続していた基地局からの信号が弱くなり、TCUは別のLTE基地局の信号を検出します。ここでTCUはLTE基地局間のハンドオーバーを実行します。

③の位置に車が移動するとTCUは5G基地局 (NSA) を検出します。TCUはLTE基地局との無線接続を維持したまま、データ伝送に使用する回線だけ5G基地局 (NSA) にハンドオーバーをします。LTE基地局と5G基地局 (NSA) の両方に接続するために複数の周波数バンドを使用する方式は、EUTRA-New Radio Dual Connectivity (EN-DC) と呼ばれます。このとき、LTE基地局の周波数バンドが変わることがあります。

④の位置に車が移動するとTCUは別の5G基地局 (NSA) を検出し、この5G基地局にハンドオーバーをします。

例としてTCUが対応する周波数バンドがLTEでは5つ、5Gでは2つある場合では、1から4までのハンドオーバーで使用する周波数の組み合わせは500通りになります。

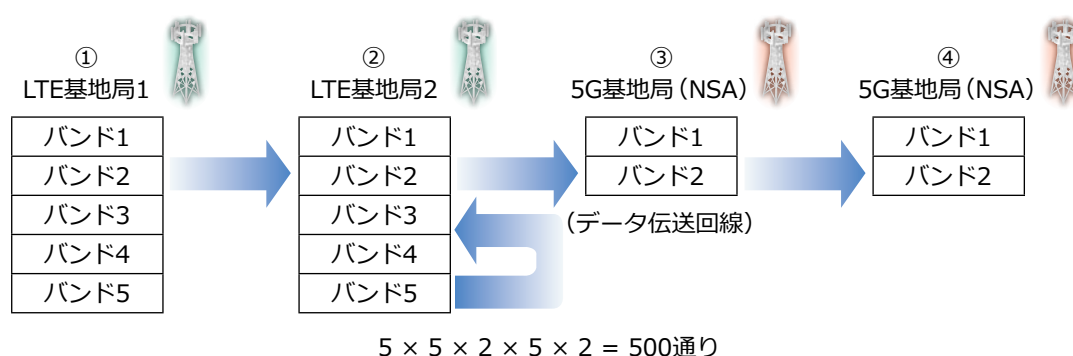


図4 ハンドオーバーで使用する周波数バンドの組み合わせ

このほかに周波数帯域幅、キャリアアグリゲーション、MIMO、MCSなどのパラメータを組み合わせで考えられるすべての試験をするのは現実的ではありません。

2.3 アンリツのソリューション

TCUの性能評価や受け入れ試験において通信条件を増やすことにより、TCUの動作に対する信頼性は上がりますがテストにかかるコストも増加します。TCUに記録されている通信能力の情報から試験する周波数バンド、ハンドオーバーの条件などを妥当と考えられる値に決定し、その試験を実行するためのプログラム(このプログラムをテストケースと呼びます)を作成します。この方法により、TCUの試験内容を最適化できます。

UE Capability Informationの取得と解析

UE Capability Informationとは、TCUにインストールされている情報で、位置登録時にTCUからネットワークに送信されるメッセージです。この目的はTCUが有する通信能力をネットワークに通知し、その能力の範囲で通信条件を最適化することです。UE Capability Informationには多くのパラメータが含まれており、特にNRではNRシステムの複雑さからLTEよりかはるかに多様な情報が用意されています。

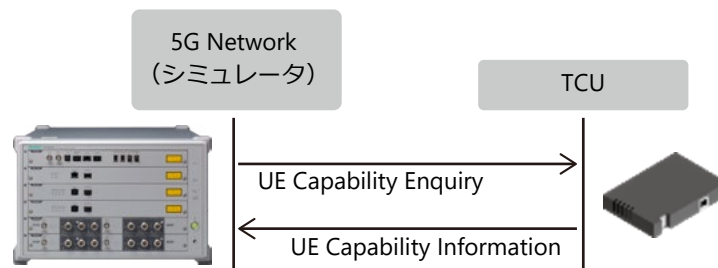


図5 UE Capability Informationの取得

TCUに対してUE Capability Informationを問い合わせるテストケースを実行すると、次の情報を取得できます。

- | | |
|---------------------------|-------------|
| • LTE bands | • 各バンドのMIMO |
| • NR SA bands | • ダウンリンク帯域幅 |
| • NR NSA bands | • アップリンク帯域幅 |
| • LTE Carrier Aggregation | • 変調方式 |
| • NR Carrier Aggregation | • サブキャリア間隔 |

取得したLTEバンドおよびNR バンドのUE情報を分析してどのような試験をするか検討し、UE Capability Informationを基準にした機能性能試験を実行するシナリオを作成します。

車を走行させるTCUの通信性能試験から測定器を使用したシミュレーション環境で通信性能試験に移行することにより、テストの再現性の向上と自動試験によるテスト工数の削減ができます。シミュレーション環境での通信性能試験は繰り返して同じ試験をできるため、TCUの受け入れ検査やソフトウェア更新時などの動作確認などで効果を発揮します。

3. 試験方法

3.1 試験の流れ

TCUの機能性能試験の流れを図6に示します。

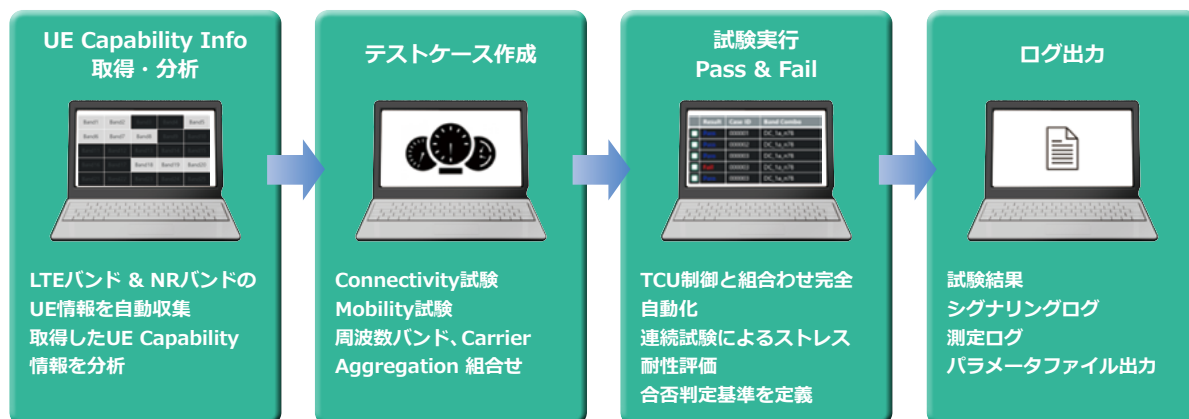


図6 TCUの機能性能試験の流れ

UE Capability Informationの取得と分析

TCUにUE Capability Informationを問い合わせ、取得したデータを解析します。

テストケース作成

UE Capability Informationに基づいて基地局への接続試験、ハンドオーバー試験、またはスループット試験の内容を記載します。周波数バンド、キャリアアグリケーションなどの組み合わせを変えながら連続試験をできるようにします。

試験の実行と合否判定

テストケースを実行してTCUの無線通信性能を試験します。周波数バンド、キャリアアグリケーションなどの組み合わせごとに試験の合否判定をします。

試験結果の出力

試験が終了すると、試験の合否判定結果、通信内容を記録したシグナリングログ、測定ログ、試験パラメータファイルが保存されます。

3.2 測定系

測定を図7に示します。2G/3G/4Gモバイルネットワークのシミュレータには、シグナリングテスト MD8475Bを使用します。5Gモバイルネットワークのシミュレータには、ラジオ コミュニケーション テストステーション MT8000Aを使用します。コンピュータにはシミュレータを制御するソフトウェアをインストールして、各シミュレータを制御します。



図7 シミュレータを使用したTCUの試験

3.3 UE Capability Informationの取得

ソフトウェアから、UE Capability Informationを取得するテストシーケンスを実行します。実行する前に、測定対象のTCUとの通信パラメータや取得時の条件(RFパワー、バンドなど)をテストシーケンスに設定します。

N No.	Timestamp	Step	Type	Message
47	2022/11/17 15:45:27	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(38/52) 4G Band 5,7,66
48	2022/11/17 15:45:28	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(39/52) 4G Band 5,40,41
49	2022/11/17 15:45:30	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(40/52) 4G Band 7,20,38
50	2022/11/17 15:45:31	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(41/52) 4G Band 8,28,41
51	2022/11/17 15:45:31	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(42/52) 4G Band 8,39,41
52	2022/11/17 15:45:33	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(43/52) 4G Band 20,38,40
53	2022/11/17 15:45:34	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(44/52) 4G Band 25,26,41
54	2022/11/17 15:45:35	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(45/52) 4G Band 2,17
55	2022/11/17 15:45:36	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(46/52) 4G Band 4,17
56	2022/11/17 15:45:37	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(47/52) 4G Band 5,17
57	2022/11/17 15:45:38	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(48/52) 4G Band 5,25
58	2022/11/17 15:45:38	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(49/52) 4G Band 5,38
59	2022/11/17 15:45:39	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(50/52) 4G Band 12,25
60	2022/11/17 15:45:40	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(51/52) 4G Band 20,41
61	2022/11/17 15:45:41	Get DUT Capability	INFO	Get Band Combination(52/52) 4G Band 39,40
62	2022/11/17 15:45:43	Get DUT Capability	INFO	Finish
63	2022/11/17 15:45:43	Analyze DUT Capability	INFO	Start
64	2022/11/17 15:45:43	Analyze DUT Capability	INFO	Analyze start
65	2022/11/17 15:45:52	Analyze DUT Capability	INFO	Finish
66	2022/11/17 15:45:52	Finalize	INFO	Start
67	2022/11/17 15:46:18	Finalize	INFO	Finish

図8 UE Capability Informationの取得結果例

取得したUE Capability Informationは、TCUごとに名称をつけてファイルに保存されます。

3.4 テストケース作成

取得したUE Capability Informationからテストケースを作成します。テストケースはConnectivity、Throughput、Mobilityの3種類があり、以下ではハンドオーバー試験をするMobilityのテストケース作成を説明します。

最初にUE Capability Informationからテストパターンを生成します。テストケースは、どのテストパターンを実行するか編集します。Mobilityのテストパターンの編集画面でハンドオーバーをする基地局の組み合わせ、MIMO、キャリアアグリゲーションなどを設定すると、UE Capability Informationに基づいて試験可能バンドな周波数と基地局の組み合わせたテストパターンが生成されます。

Test Conditions:

- Source: ☒ 2G ☒ 3G ☒ 4G ☒ 5G (NSA) ☒ 5G (SA)
- Target: ☒ 2G ☒ 3G ☒ 4G ☒ 5G (NSA) ☒ 5G (SA)
- 2G Parameter: 4G Parameter: 5G Parameter:
- Number of Signaling Unit:

DUT Connection Diagram:

MT8000A MD8475B

Generated Test Patterns:

No.	Procedure	Cell	DL	UL	Cell	DL	UL	Band	Band	Band	Band	Band	Bandwidth	DL MIMO	Band	Band
00001	Handover	2G[1]	Gsm850	Gsm850	2G[2]	Gsm850	Gsm850	Gsm850	Gsm850							
00002	Handover	2G[1]	Gsm850	Gsm850	2G[2]	Egsm900	Egsm900	Gsm850	Egsm900							
00003	Handover	2G[1]	Gsm850	Gsm850	2G[2]	Dcs1800	Dcs1800	Gsm850	Dcs1800							
00004	Handover	2G[1]	Gsm850	Gsm850	2G[2]	Pcs1900	Pcs1900	Gsm850	Pcs1900							
00005	Handover	2G[1]	Egsm900	Egsm900	2G[2]	Gsm850	Gsm850	Egsm900	Gsm850							
00006	Handover	2G[1]	Egsm900	Egsm900	2G[2]	Egsm900	Egsm900	Egsm900	Egsm900							
00007	Handover	2G[1]	Egsm900	Egsm900	2G[2]	Dcs1800	Dcs1800	Egsm900	Dcs1800							
00008	Handover	2G[1]	Egsm900	Egsm900	2G[2]	Pcs1900	Pcs1900	Egsm900	Pcs1900							
00009	Handover	2G[1]	Dcs1800	Dcs1800	2G[2]	Gsm850	Gsm850	Dcs1800	Gsm850							
00010	Handover	2G[1]	Dcs1800	Dcs1800	2G[2]	Egsm900	Egsm900	Dcs1800	Egsm900							
00011	Handover	2G[1]	Pcs1900	Pcs1900	2G[2]	Gsm850	Gsm850	Pcs1900	Gsm850							

図9 テストパターンの編集画面

次にテストシーケンスで、送信パワー、伝送損失、ハンドオーバー時のパワー変化範囲などの試験条件を設定し、生成したテストパターンのリストから試験に使用するテストパターンを選びます。

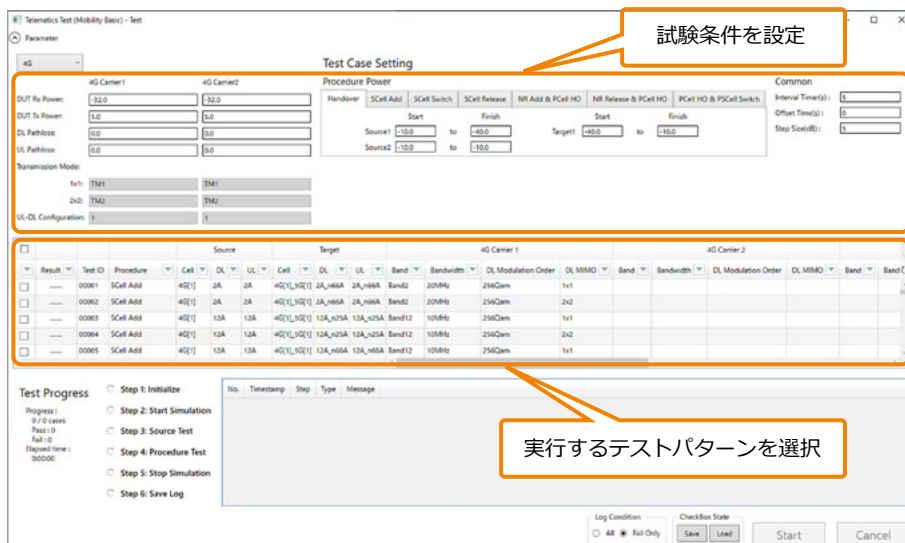


図10 テストシーケンスの編集画面

3.5 試験の実行と結果

図10でStartをクリックすると、テストケースに従ってシミュレータとTCU間でハンドオーバー試験が実行されます。試験の合否結果やログが画面に表示されるとともにファイルに保存されます。

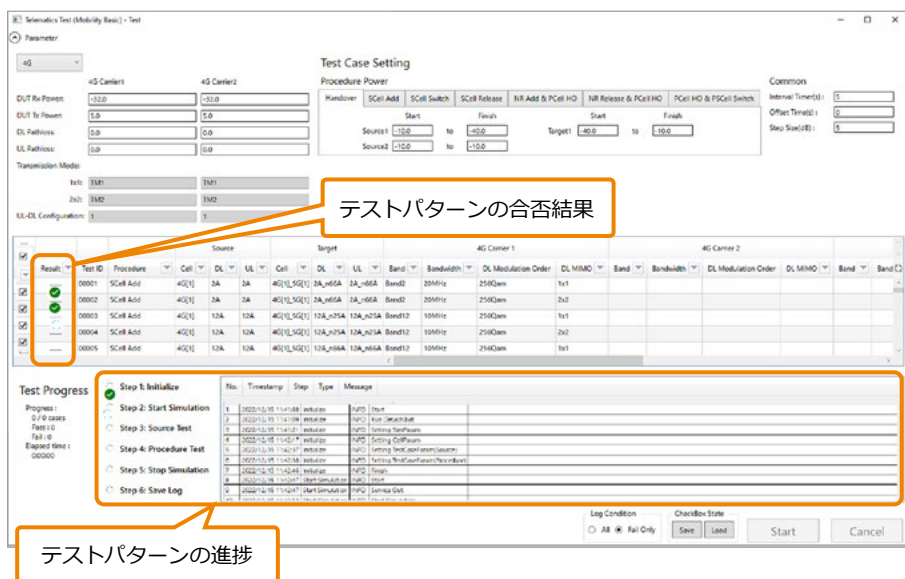


図11 テストシーケンスの実行結果

4. 製品紹介

シグナリングテスト MD8475B

シグナリングテスト MD8475Bは、2GからLTE-Advancedまでのさまざまな通信方式を1台でサポートできる基地局シミュレータです。

リーフレット：[高品質な車載TCUと自動走行システムの早期実現に向けて](#)



ラジオ コミュニケーション テストステーション MT8000A

MT8000Aは、5G NRのsub-6 GHzとミリ波帯において、RF測定とプロトコル試験の双方をサポートできる基地局シミュレータです。

リーフレット：[5G SA/NSA端末の無線性能試験と機能試験に1台で対応](#)

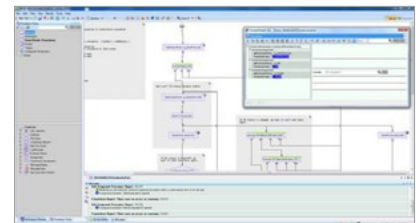


SmartStudio Manager MX847503A

SmartStudioの操作を自動化するためのソフトウェアです。

テスト内容の編集とテストの実行、テスト結果の表示が可能です。

リーフレット：[指数的に増加するCA Band Combinationの効率的な試験環境を提供](#)



SSM Test PKG Telematics Connectivity MX847503A-TL660

無線基地局との接続を確認するソフトウェアの年間使用権(1年)を販売致します。

GSM、W-CDMA、LTE、NR (NSA)、NR (SA) の接続確認が可能です。

SSM Test PKG Telematics Throughput MX847503A-TL661

無線基地局との通信スループット(UDP下り)のパフォーマンスを確認するソフトウェアの年間使用権(1年)を販売致します。

LTE、NR (NSA)、NR (SA) のスループット確認が可能です。

SSM Test PKG Telematics Mobility MX847503A-TL662

複数の無線基地局間の移動(Handover)を確認するソフトウェアの年間使用権(1年)を販売致します。

GSM/W-CDMA/LTE、LTE/NR (NSA)、LTE/NR (SA) のハンドオーバーの確認が可能です。

MX847503A-TL660 1year Technical Support MX847503A-TS120

SSM Test PKG Telematicsについて、メールでの問い合わせに対応致します。

※ お客様自身で編集されたテストケースはサポート対象外とさせていただきます。

