

2-cell Test Environment

MD8475A

シグナリングテスト

1. LTE 普及の背景

1980 年前後に登場した携帯電話は 90 年代から 2000 年にかけて大きく進化を遂げたとともに、通信のインフラとして世界的に普及を続けています。携帯電話は音声通信で 2 者間の情報をやりとりすることにとどまらず、SMS(Short Message Service)の送受信やインターネット接続による Web ブラウジング、さまざまなアプリケーションツールのダウンロードやビデオデータのダウンロードなど、人々の嗜好を動機として豊かな生活を享受できる文化的ツールの代表となりました。

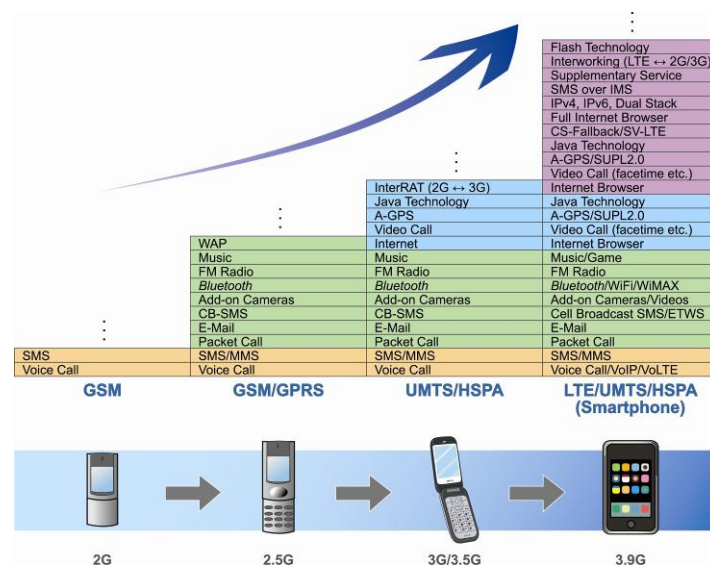


図1. Evolution on UE

ある調査会社の情報によれば、2010 年末時点で、セルラー移動端末の出荷額は全体で\$38Billion であり、そのうち 2G システムが 45%、3G システムが 49%となっています。

表1. Mobile Terminal Shipments

	移動端末出荷額割合 (全体\$38B)
LTE	1.3%
WiMAX	4.0%
W-CDMA	40.0%
CDMA	9.3%
GSM	45.4%

2G システムから 3G システムに移行したときは、その目的は周波数利用効率を高めることにあり、この作用として爆発的な成長を遂げていたインターネットとの親和性を確立したことがあげられます。携帯電話の可搬性を維持しながら、ユーザーは時と場所を選ぶことなく必要な情報を手軽にインターネットにアクセスして得ることができました。

そして第 3 世代の技術を踏襲しつつ、来たる第 4 世代の導入期においても競争力が維持されるように 3.9 世代と位置付け

られるLTEのシステム要件は検討されました。パケットドメインによりマルチメディアやユビキタスネットワークをサポートできるようにIPベースのコアネットワークとの接続性を維持し、その大きな特長は、100Mbpsという高いデータスループットを獲得し、かつ低いレイテンシーを実現可能となるようにデザインされています。

ユーザーは無線通信であろうとも有線通信のxDSLと同程度のIPサービスを受けるデータスループットを期待します。下り100Mbpsのデータスループットが実現できるLTEにより、ユーザーエクスペリエンス極大化を実現します。

2. LTE 導入期における通信インフラ

LTEは2010年に北欧でサービスが開始されたのをはじめ、順次北米やアジアでサービスが提供されています。各国のオペレータはLTEが収容できる基地局を整備し対応エリアを拡大化させていますが、カバレッジを100%まで高めるためには莫大な設備投資が必要となり、そのスピードには限界があります。

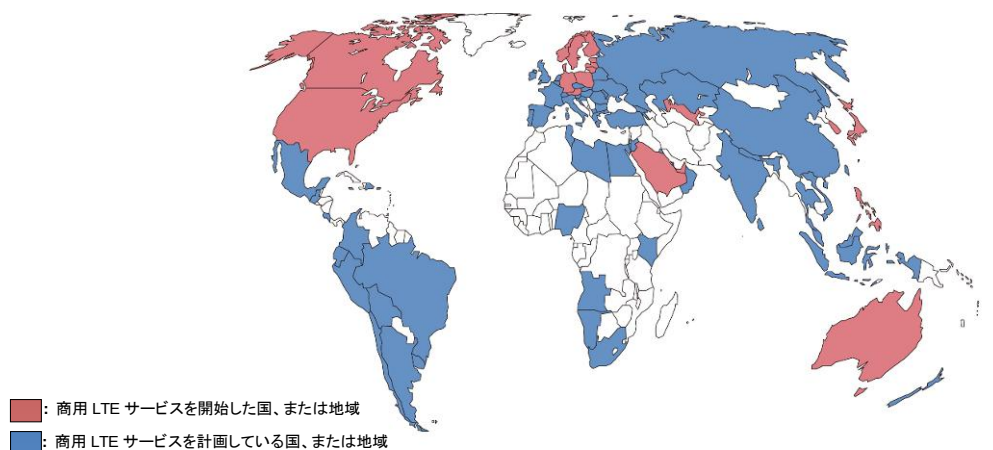


図2. LTE Service Coverage

一方、ユーザーは高速な通信環境におけるモバイルサービスの享受を第一と考えますが、この前提の前に移動体通信は端末とネットワークの接続が第一となります。したがって、LTEサービスの導入期においては、移動端末としてはLTEサービスのみ接続できるのではなく、世界的、とりわけG8の人口カバレッジがほぼ100%まで到達している3Gや2Gサービスとの併用を前提とする必要性が生じます。すなわち、LTEサービスエリア内では、下り最大スループット100Mbpsのダウンロード環境を提供し、LTEサービスエリア外に出たところで3Gサービス等に切り替える、というファンクションが必須となります。

表2. LTE System Requirements (3GPP TS 25.913より抜粋)

項目		内容
スペクトル	帯域幅	1.4, 3, 3.2, 5, 10, 15, 20MHz
	Duplex	FDDとTDDサポート
交換モード		パケット交換モードのみ
伝送速度 (最大)		下り: 100Mbps, 上り: 50Mbps (Category3)

また、LTEサービスはこれまでの無線セルラシステムでサポートしていた回線交換をサポートしません。これは、次世代移動通信のコアネットワークであるEPC(Evolved Packet Core)は3GやLTEだけではなく無線LANまでも含めた複数の無線アクセスネットワークを収容し、移動端末のユーザーに無線ベアラの違いを意識させないシームレスなモビリティ制御を提供するため、すべてのサービスがIPベースの技術で実現されるためです。すなわち、3Gまでは回線交換で提供されていた音声通話などはVoLTE(Voice over LTE)に置き換えられることとなります。このVoLTEにより音声通話を提供するために、コアネットワークとしてはIMS Server(IP Multimedia Subsystem Server)の構築が不可避となります。しかし、上述のとおり、IMS Serverの構築についてもネットワークインフラの設備投資が導入期では十分ではないことから、VoLTEによる音声通話の提供は段階的に提供されていくものとなり、具体的には3Gの回線交換技術を併用していくこととなります。LTEと併用される2G/3Gのシステムの違いやオペレータが提供するサービスの違いにより、CS FallbackやSV-LTE、SR-VCCなどの技術の使い分けが生じるものの、これらの技術を運用することでLTEで接続している状態において音声着信を移動端末に認識させることが可能となります。特に、CS Fallbackのファンクションは移動端末のファンクション試験として、LTE導入期における非常に重要な試験項目となります。

3. UE 開発シーンで必要となる 2 セル試験

前項で触れたとおり、LTE 導入期の移動端末のモビリティ接続性試験はベアラの種類を含め、多岐にわたります。本項ではまず移動端末のセル選択について解説します。続いて、LTE と 2G システムや 3G システムとの回線交換技術との連携について説明します。これは前項にて触れたとおり、LTE の音声通信は VoLTE により提供されますが、LTE の導入期におけるネットワークインフラによる制約に伴い必要性が生じます。

セル選択の技術

◆ Selection

移動端末は対応している周波数バンド内の全チャネルをスキャンし、キャンピングするセルを選択します。通常の移動端末のパワーオン時に行われる動作です。なお、選択されるセルは、基地局からの下り信号の受信強度と移動端末が持つセル選択アルゴリズムによって決定されます。

◆ Reselection

移動端末がキャンピングしている状態で、基地局からの下り受信信号品質の優れたセルにキャンピングする動作です。移動端末がアイドル(待ち受け)状態において最初にキャンピングしているセルから移動し、このセルカバーから別のセルカバーに移動した場合に移動端末が行う動作です。本動作は、移動端末が主導して行われるものです。

◆ Redirection

例えば LTE でパケット通信中に、LTE セルのカバレッジから外れ、W-CDMA セルのカバレッジに移動端末が移動した場合に行われます。この場合、W-CDMA セルのカバレッジに入るとともに、W-CDMA のアイドル状態に移動端末の状態は遷移します。Redirection は Handover の一種であり、Handover message をネットワークが受信後ただちに LTE 通信を切断し、指定された W-CDMA のセルサーチを実施、再接続動作を行うものです。なお、この Redirection 動作は、移動端末が基地局へ通知する受信レベル状態などの Measurement Report 機能を用い、ネットワーク主導で行われるものです。

◆ Active Handover

例えば LTE でパケット通信中に、LTE セルのカバレッジから外れ、W-CDMA セルのカバレッジに移動端末が移動した場合に行われます。Redirection との違いは、パケット通信状態を維持し、W-CDMA セルのカバレッジに入る際においてはアイドル状態とはなりません。また、Redirection と同様に、Handover は Measurement Report 機能を用いてネットワーク主導で行われます。

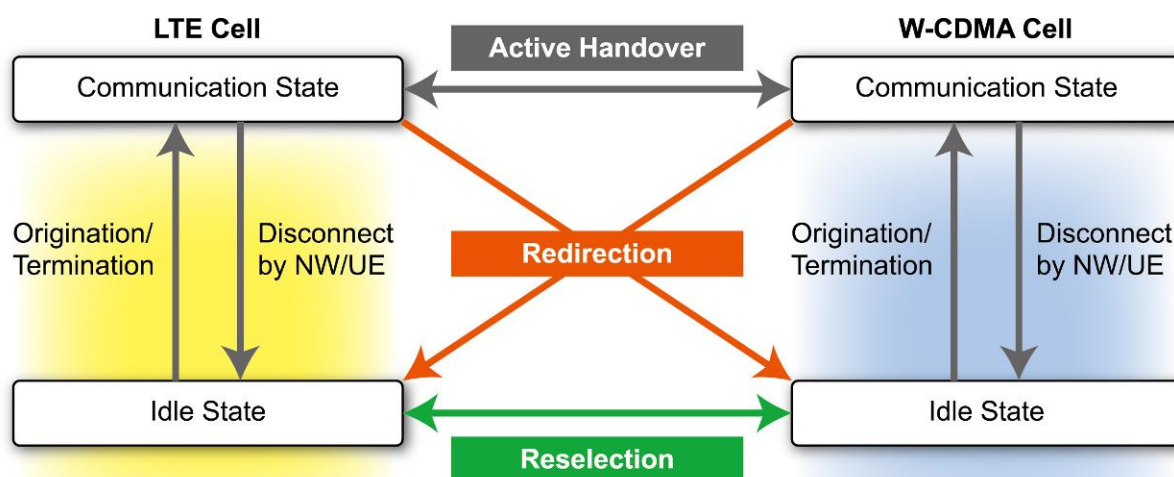


図3. Case of UE Connection Cell in LTE and W-CDMA

2G/3G システムの回線交換との連携技術

◆ CS Fallback

LTE のセルにおいて、移動端末がパケット交換網に接続し通信を行っているときに、移動端末に対するネットワーク側からの 2G や 3G の回線交換網経由の着信が発生した場合は LTE のパケット交換網と接続されているため移動端末に対して着信を知らせることができません。移動端末が進化を遂げてさまざまなサービスを楽しむツールとなっても、音声通話は移動端末の最も基本的かつ重要なサービスであるため、なんらかの手段で移動端末に着信を知らせる必要があります。これを解決する技術が CS Fallback です。

具体的な動作は、LTE のパケット交換網と接続している際に、2G や 3G の回線交換網からの着信が発生したときは、回線交換網から EPC(Evolved Packet Core)を経由させ、LTE に接続している移動端末に対して一斉呼び出しを行います。この一斉呼び出しを受けた端末は、回線交換による音声着信であることを認識し 2G や 3G の回線交換通信に切り替えます。これに対する移動端末の応答は 2G や 3G の回線交換に送信され、この後は通常の 2G や 3G の回線交換接続による音声通信が行われます。

◆ SV-LTE (Simultaneous Voice LTE)

SV-LTE は、LTE と cdma2000 のサービスで行われます。この機能を持った移動端末は、LTE と cdma2000 のセルそれぞれと同時に接続することができます。すなわち、LTE によるパケット交換網と接続しているときに、cdma2000 の回線交換網と独立して接続することが可能です。しかし、この技術は移動端末のベースバンド処理ブロックや RF 送受信回路が同時に動作するため、必然的にバッテリー消費が大きくなります。

LTE のパケット交換網に接続し、パケット通信を行っている間に cdma2000 の回線交換網からの着信が発生しても、移動端末は 2 波を同時に送受信することが可能であるため、移動端末に着信を知らせることが可能となります。

◆ SR-VCC (Single Radio Voice Call Continuity)

LTE のセル内で VoIP により音声通話を行い、このまま 2G/3G システムのセル内に移動したとき、音声通話を維持したまま 2G/3G システムに Active Handover を行い音声通話を維持します。セルを移動したときに無線通信を LTE のパケット交換網から 2G/3G システムの回線交換網に切り替え、音声通話を維持します。なお、2G/3G システムのセル内で回線交換網に接続し LTE のセルに移動した場合、LTE のパケット交換網に Handover を行うことも可能です。

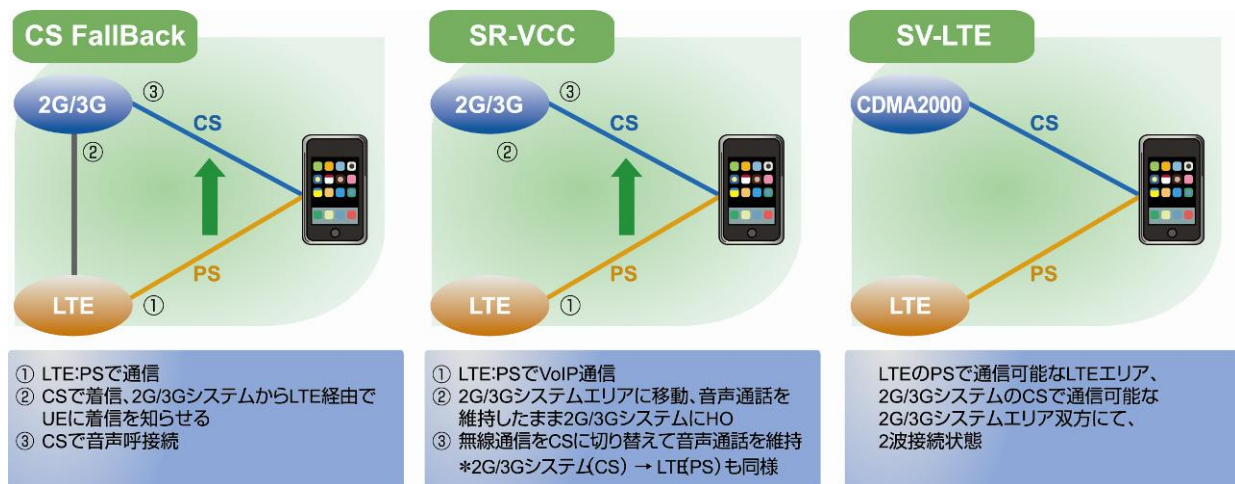


図4. Technology Linked with 2G/3G System Circuit Switching

4. アンリツの提供する試験プラットフォーム

2G システムの GSM, 3G システムの W-CDMA や cdma2000 のセルラ人口カバレッジがほぼ 100%にある現在、4G を見据えた 3.9 世代の LTE が全方位的に拡大をみせています。移動端末ユーザーの期待は常に高く、それは高データスループットの通信環境によりストレスフリーでサービスを楽しむことができるモビリティ環境を求めています。もはや音声通信は接続できることが当然であり、それはどのような環境下においても普遍的なニーズです。すなわち、移動端末を提供するサプライヤは、このような音声通話試験が移動端末のさまざまなファンクションをバックグラウンドで持つ中で正常に機能するかをテストする必要があります。

従来は、テストを実行するまでに、3GPP スペックに則って移動端末の動作定義を行うシナリオを編集する必要がありました。移動端末のファンクションテストを実行するために必要なシナリオ作成を行い、シナリオが意図した通りの動作であるかを確認しながら評価対象の移動端末の検証を行うことが求められました。結果的に、非効率な検証環境だったと言えます。

アンリツの MD8475A に実装される SmartStudio™はこのような課題をただちに解決します。

SmartStudio™が提供する GUI(Graphical User Interface)により、必要なパラメータ設定を行い Simulation Start ボタンを押すだけで移動端末の評価を実行できます。

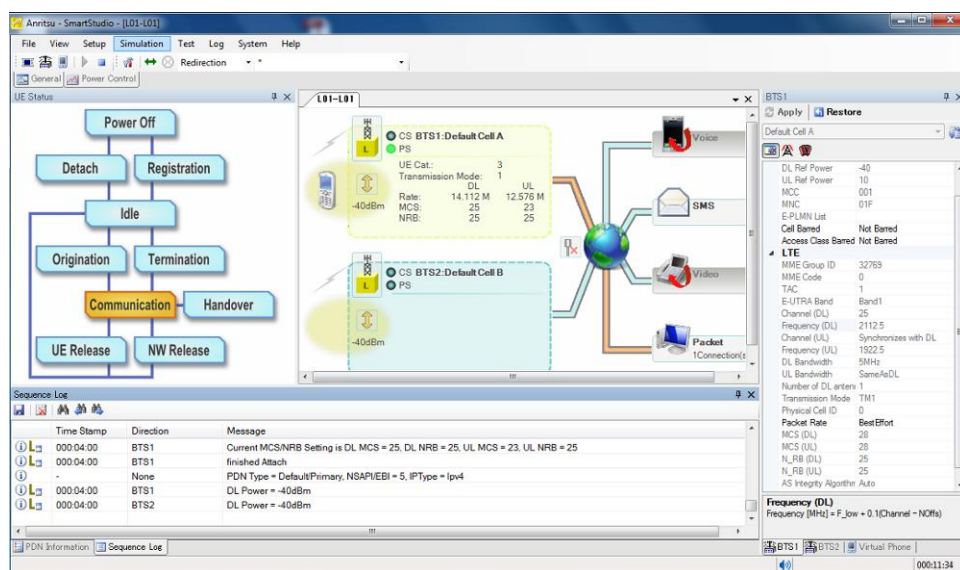


図5. UE Connects to BTS1 (LTE)

この試験プラットフォームを用いることにより、これまで説明したセル選択や 2G/3G システムとの連携などのファンクションテストをシナリオレスでかつ少ない実行オペレーションで試験を実施することが可能となります。

具体的に、

- LTE システムと W-CDMA システムの Redirection テスト
- LTE システムと W-CDMA システムの CS Fallback テスト

について説明します。

◆ LTE システムと W-CDMA システムの Redirection テスト

移動端末を試験する環境をセットアップします。

LTE と W-CDMA の試験をおこなうために、シミュレーションモデルのセットアップを以下のとおり GUI 上で選択します。

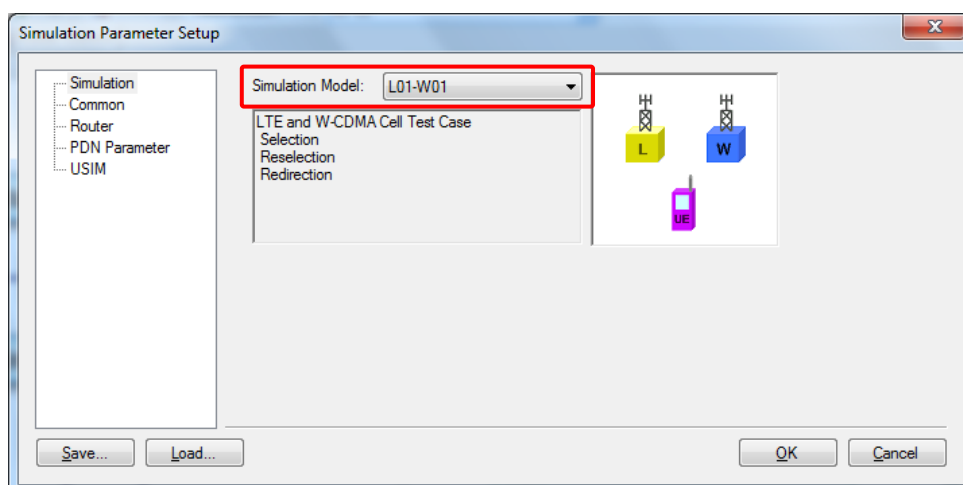


図6. Simulation Parameter Setup (L-W Redirection)

また、LTE と W-CDMA のセル設定をおこないます。BTS1 が LTE, BTS2 が W-CDMA として設定します。なお、これらの設定は試験環境に依存しますので、一例を以下に示します。

表3. BTS1 parameters (EUTRA: LTE)

Parameters	BTS1 Example	Note
DL Ref Power	-40 dBm	(1)
UL Ref Power	10 dBm	(1)
TAC	1	
E-UTRA Band	Band1	(1)
Channel (DL)	25	(2)
Channel (UL)	Synchronized with DL	
DL Bandwidth	5MHz	(2)
UL Bandwidth	Same as DL	

(1) Setting depends on UE specs.

(2) Channel of both cells should be separate more than bandwidth.

In LTE case, Bandwidth is variable parameter. Its value depends on Band setting. In case of Band1, it is listed in 5MHz, 10MHz, 15MHz and 20MHz. On the other hand, W-CDMA band width is fixed value as 5MHz.

表4. BTS2 parameters (UTRA: W-CDMA)

Parameters	BTS2 Example	Note
DL Ref Power	-40 dBm	(1)
UL Ref Power	-20 dBm	(1)
Band	Band I	(1)
NMO	NMO I (Combined)	(3)
Channel (DL)	10563	(2)
Channel (UL)	Synchronized with DL	(2)

(1) Setting depends on UE specs.

(2) Channel of both cells should be separate more than bandwidth.

In LTE case, Bandwidth is variable parameter. Its value listed in 5MHz, 10MHz, 15MHz and 20MHz. On the other hand, W-CDMA band width is fixed value as 5MHz.

(3) NMO (Network Mode of Operation) should be set as NMO I (Combined mode).

MD8475A の RF Main コネクタと移動端末を RF ケーブルで接続し、SmartStudio™のメイン画面の Simulation Start アイコンを押します。LTE の移動端末が Registration され、移動端末を操作し BTS1 の LTE システムと接続します。これにより下図のように BTS1 の LTE システムにおいて通信状態の Communication ステートに遷移します。

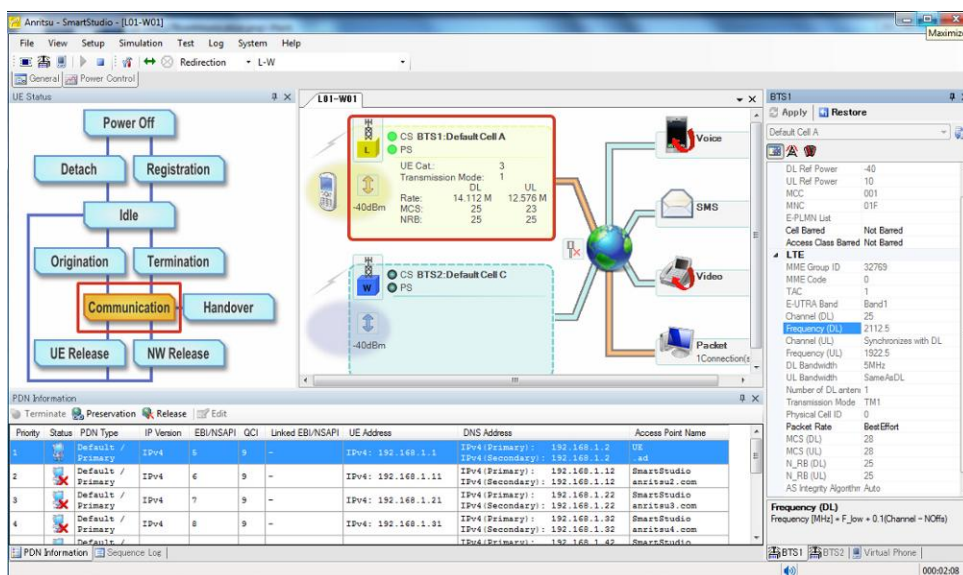


図7. UE Connects to BTS1 (LTE)

この状態で BTS2 である W-CDMA への Redirection を試験するために下図のようにメイン画面において Test Case を選択します。

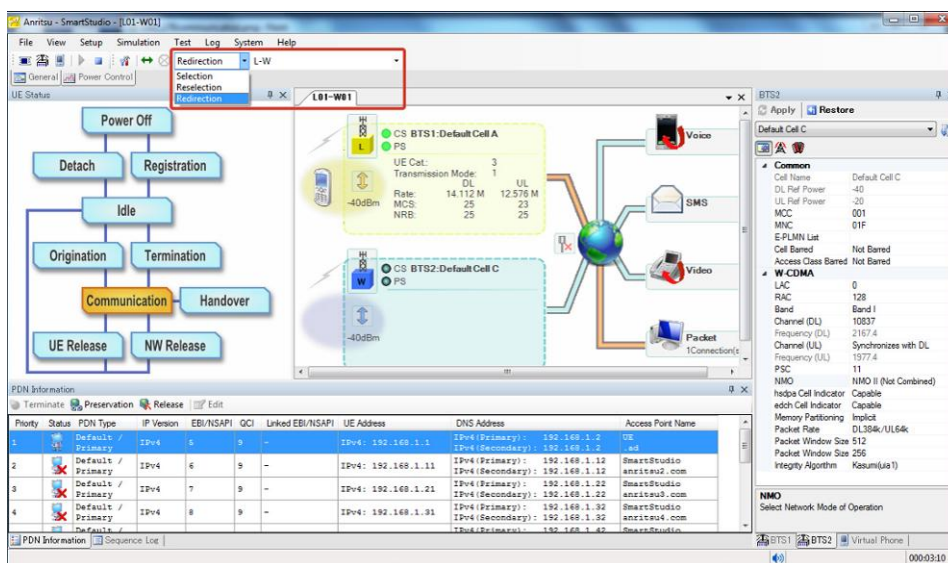


図8. Set Redirection Test Mode

続いて、下図のとおり Start Test Case ボタンを押し、Redirection 試験を実行します。

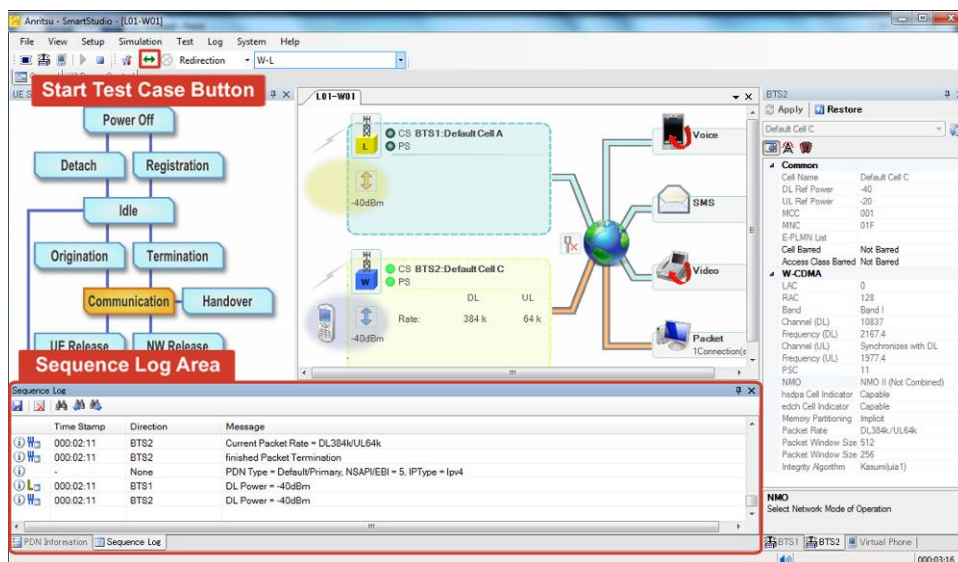


図9. Set Redirection Mode

Sequence Log Area には、Test Case 編集画面で設定された RF 出力レベルや PDN 情報、設定されている Packet Rate 情報などが表示され、Redirection 動作のプロセスを観測することができます。

LTE と W-CDMA の Redirection 動作は以下のプロトコルシーケンスにより成立します。MD8475A の Trace Log 画面と合わせて説明します。

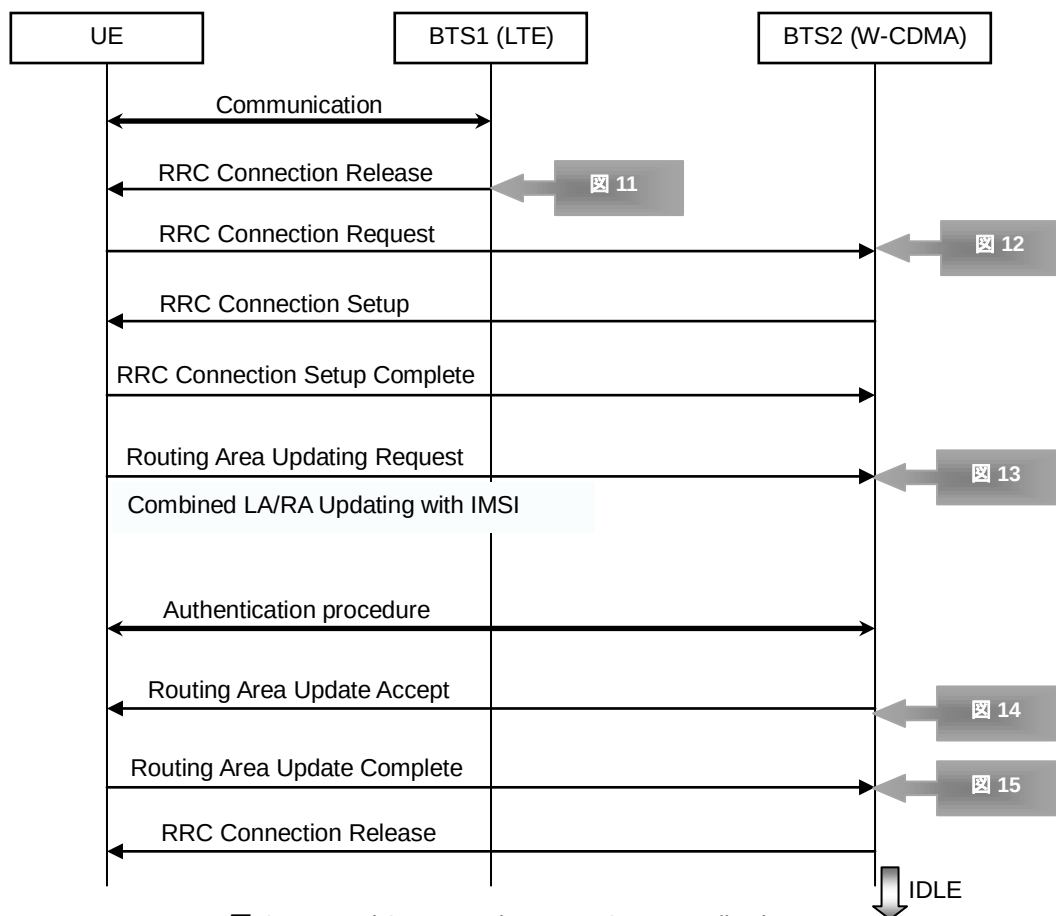
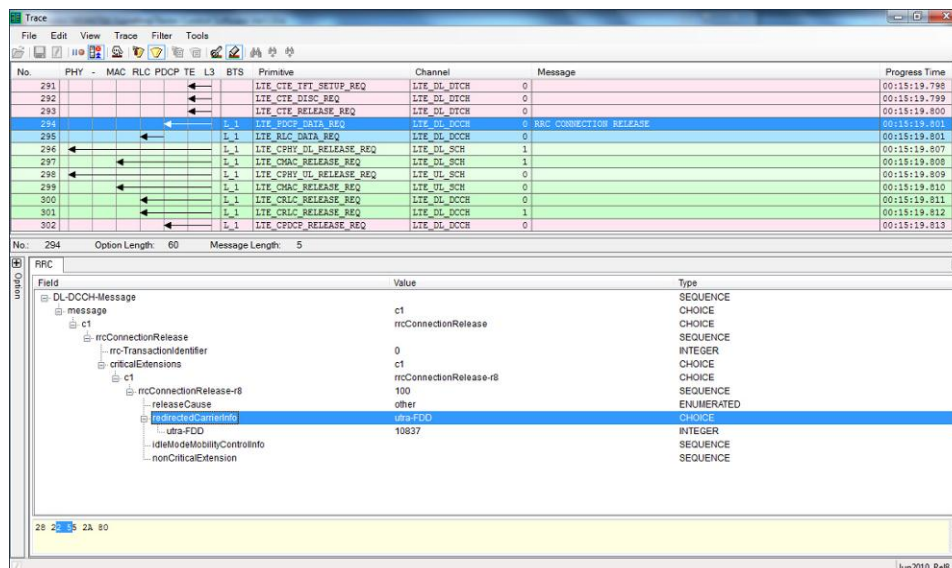


図10. Protocol Sequence in LTE W-CDMA Redirection

RRC Connection Release:

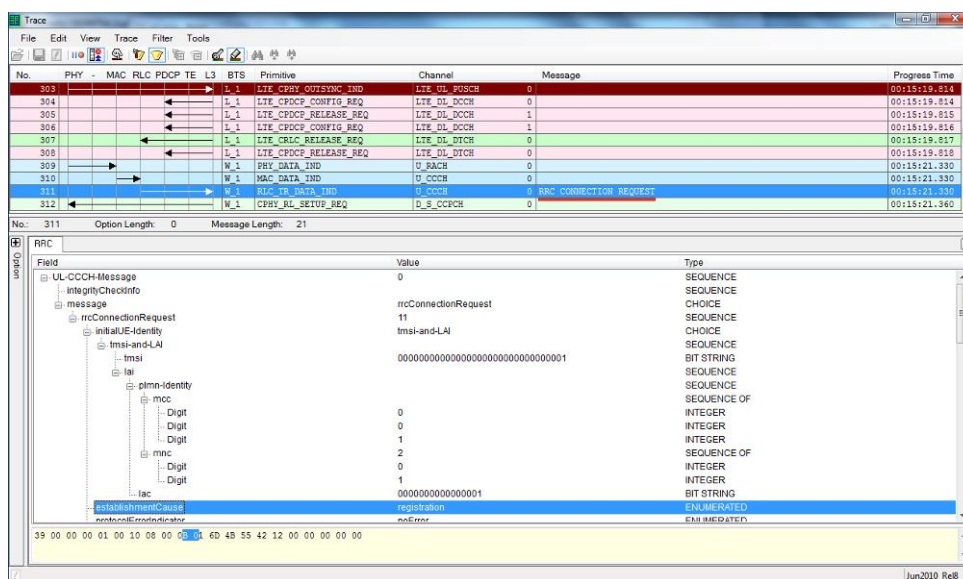
最初に LTE と接続されていますので、MD8475A は RRC Connection の Release を移動端末に対して行います。



例11. RRC Connection Release

RRC Connection Request:

移動端末は RRC Connection Release を受信した後、RRC Connection Request を W-CDMA セルとして存在する BTS2 に対して送信します。



12. RRC Connection Request

この後、W-CDMA セルとの移動端末は RRC Connection Setup のメッセージングを行い、移動端末の処理が完了すると RRC Connection Complete を送信します。

Routing Area Update Request:

続いて、移動端末は Routing Area Update Request を W-CDMA セルに対して送信します。

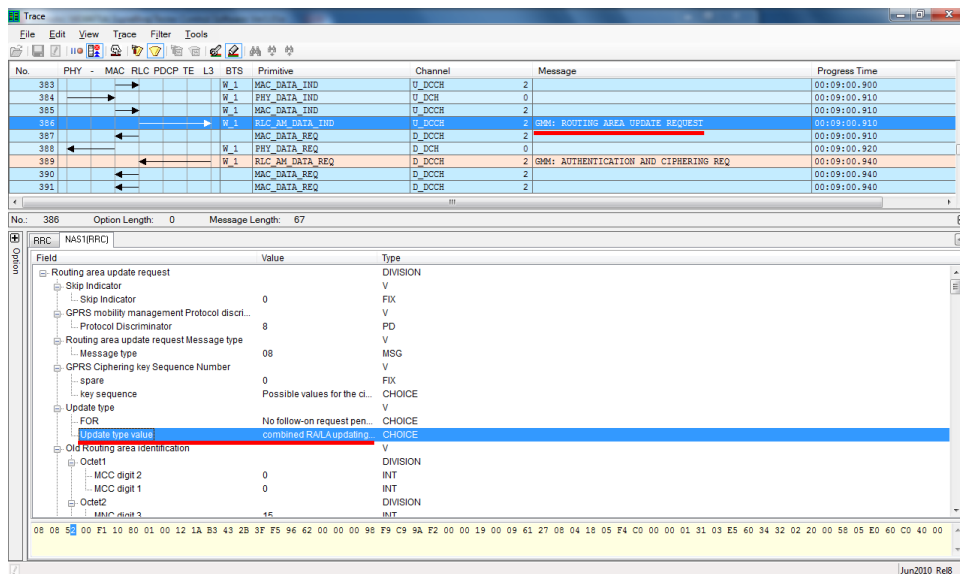


図13. Routing Area Update Request

Routing Area Update Accept:

認証手続きが移動端末と W-CDMA セルの間で行われ、完了すると W-CDMA セルから Routing Area Update Accept が送信されます。

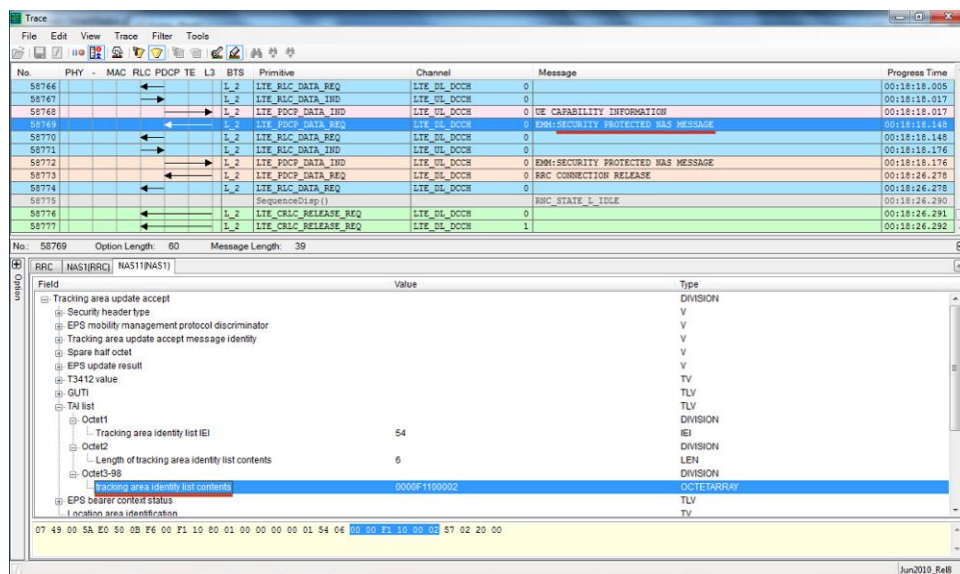


図14. Routing Area Update Accept

Routing Area Update Complete:

Routing Area Update Acceptを受信した移動端末は W-CDMA セルに対して Routing Area Update Complete を送信し、Redirection 動作を完了させ、W-CDMA セルの通信を確立します。

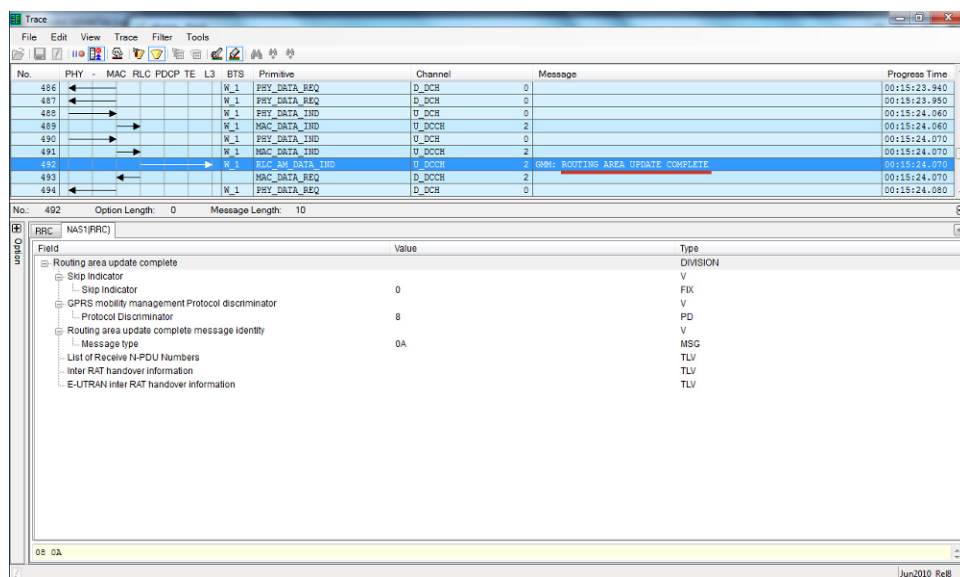


図15. Routing Area Update Complete

◆ LTE システムと W-CDMA システムの CS Fallback テスト

Redirection テストと同様に、LTE システムと W-CDMA システムのシミュレーションモデルを SmartStudio™で設定します。

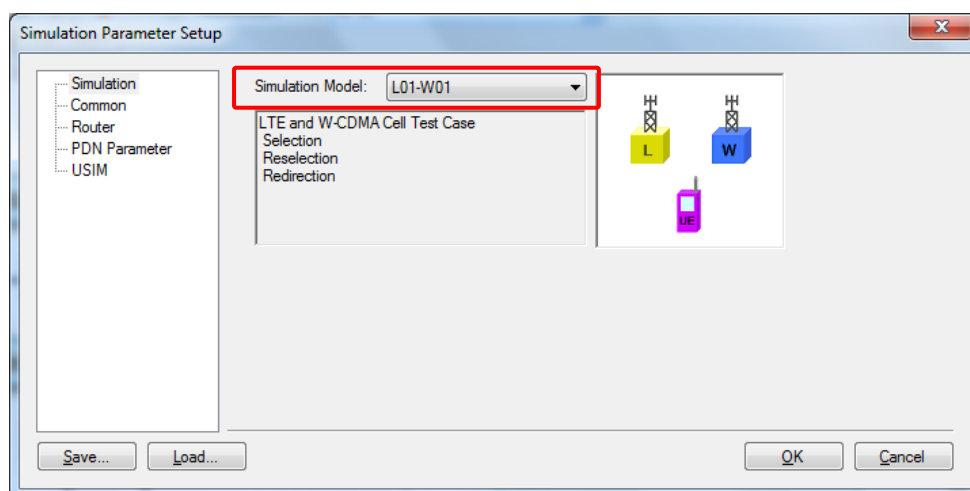


図16. Simulation Parameter Setup

また、LTE と W-CDMA のセル設定をおこないます。BTS1 が LTE, BTS2 が W-CDMA として設定します。なお、これら

の設定は試験環境に依存しますので、一例を以下に示します。

表5. BTS1 parameters (EUTRA: LTE)

Parameters	BTS1 Example	Note
DL Ref Power	-40 dBm	(1)
UL Ref Power	10 dBm	(1)
TAC	1	
E-UTRA Band	Band1	(1)
Channel (DL)	25	(2)
Channel (UL)	Synchronized with DL	
DL Bandwidth	5MHz	(2)
UL Bandwidth	Same as DL	

(1) Setting depends on UE specs.

(2) Channel of both cells should be separate more than bandwidth.

In LTE case, Bandwidth is variable parameter. Its value listed in 5MHz, 10MHz, 15MHz and 20MHz. On the other hand, W-CDMA band width is fixed value as 5MHz.

表6. BTS2 parameters (UTRA: W-CDMA)

Parameters	BTS2 Example	Note
DL Ref Power	-40 dBm	(1)
UL Ref Power	-20 dBm	(1)
Band	Band I	(1)
NMO	NMO I (Combined)	(3)
Channel (DL)	10563	(2)
Channel (UL)	Synchronized with DL	(2)

(1) Setting depends on UE specs.

(2) Channel of both cells should be separate more than bandwidth.

In LTE case, Bandwidth is variable parameter. Its value listed in 5MHz, 10MHz, 15MHz and 20MHz. On the other hand, W-CDMA band width is fixed value as 5MHz.

(3) NMO (Network Mode of Operation) should be set as NMO I (Combined mode).

MD8475A の RF Main コネクタと移動端末を RF ケーブルで接続し、SmartStudio™のメイン画面の Simulation Start アイコンを押します。LTE の移動端末が Registration され、移動端末を操作し BTS1 の LTE システムと接続します。これにより下図のように BTS1 の LTE システムにおいて通信状態の Communication ステートに遷移します。

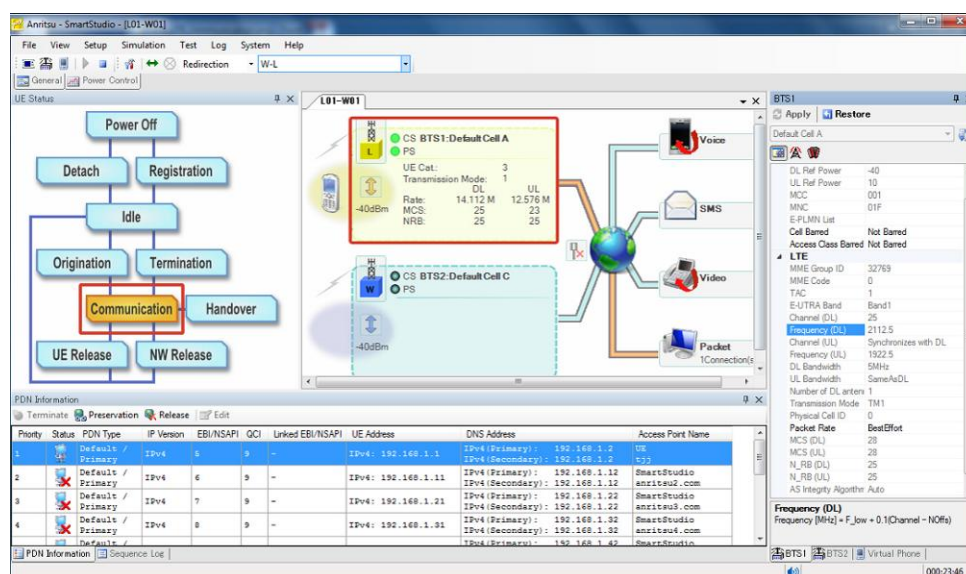


図17. UE Connects to BTS1 (LTE)

LTE システムのパケット交換網と接続しているこの状態において、W-CDMA と回線交換網で接続するために、

SmartStudio™の GUI で用意されている Virtual Phone を使用して、ネットワーク側からの音声通話着呼を行います。Virtual Phone は SmartStudio™メイン画面上で操作します。

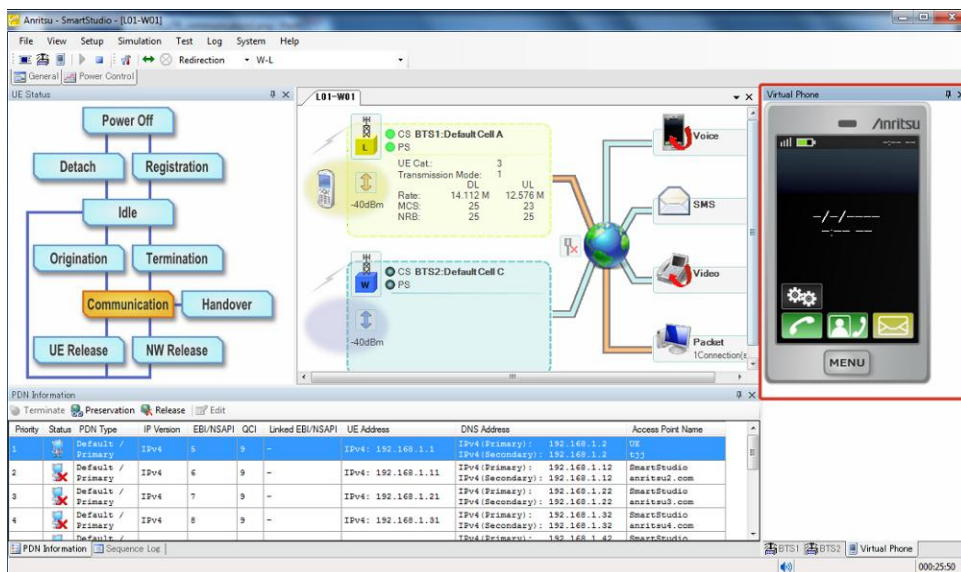


図18. Open Virtual Phone

Virtual Phone から呼を張ると、LTE システムのパケット交換網の通信は一旦切断され、LTE システムは Idle ステートに遷移し、W-CDMA システムの回線交換網からの着信を受けるために Registration, Idle, Origination ステートに遷移し、移動端末で着信を受けることにより Communication ステートに遷移します。

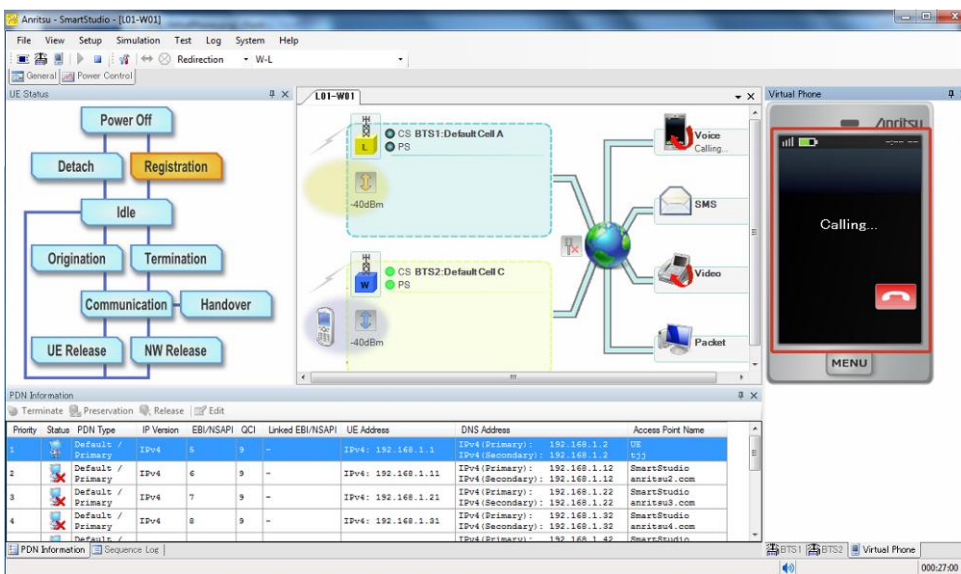


図19. Calling Message in Virtual Phone

これにより、LTE システムと W-CDMA システムの CS Fallback の動作検証を行えます。
以上の LTE システムと W-CDMA システムの CS Fallback は以下のプロトコルシーケンスにより成立します。

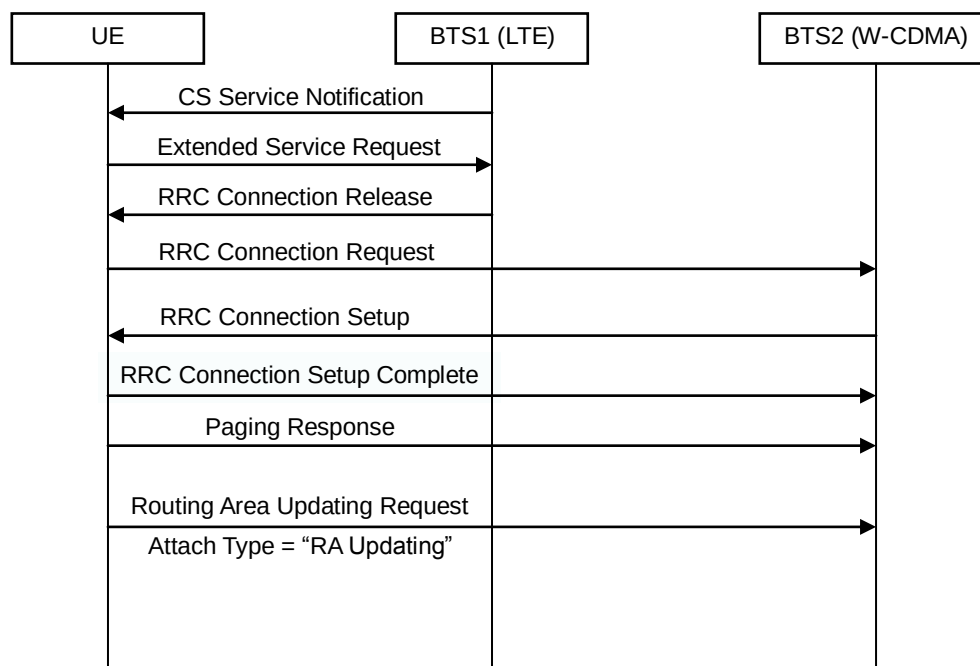


図20. Protocol Sequence in LTE W-CDMA CS-Fallback

5. まとめ

LTE システムの導入期における 2G, 3G との移動端末のモビリティ検証の必要性と MD8475A SmartStudio™を用いた試験の簡便性を概説しました。

MD8475A のテストソリューションは、これだけにとどまりません。

例えば、LTE システムがもたらす 100Mbps という高速ダウンロードアクセス環境の検証プラットフォームとして大変有用です。進化を続けるスマートフォンなどに代表される移動端末は、マルチセルラの無線通信だけではなく、無線 LAN や NFC(Near Field Communication)などさまざまな無線テクノロジーを小さなボディに凝縮し、かつあらゆるアプリケーションが並列動作しています。このような複雑なデザインで構築されているスマートフォンのスループット評価やハードウェア/ソフトウェア両側面に対するデバッグアシストソリューションとしても最適なスループット表示や Measure 機能, PHY Monitor 機能を有しています。

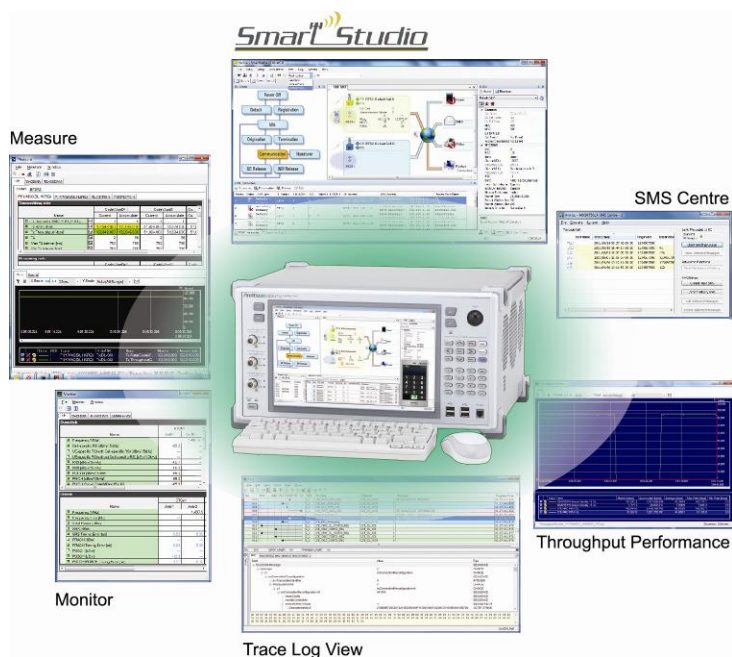


図21. MD8475A includes Test Functions for Smartphone Development

また、スマートフォンのバッテリー消費を改善するために、定量的な移動端末評価を実施するための評価環境を提供します。例えば、バッテリー消費に直接的に影響する、Periodic Update Timer や Paging Cycle, SIB(System Information Block)などの柔軟な設定による報知情報を送信することにより、スマートフォンのバッテリー消費実力の検証を強力にサポートします。

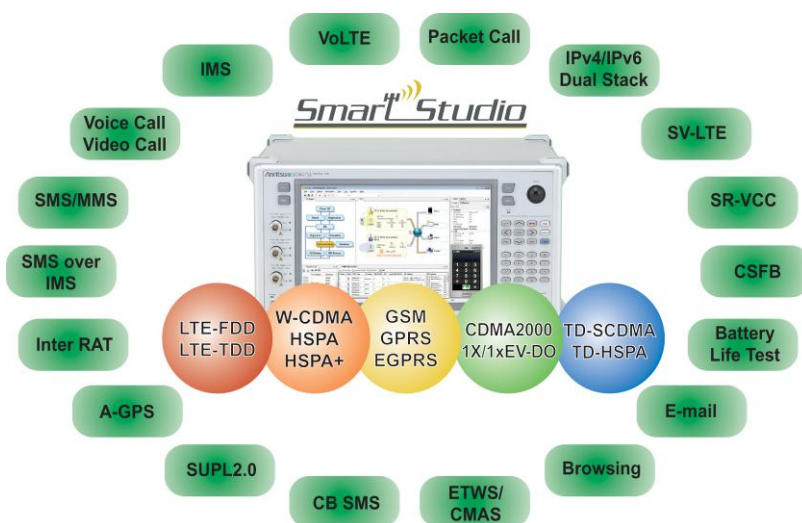


図22. MD8475A will Continue Evolving as Smartphone Evaluation

さらに、今後も MD8475A SmartStudio™は、スマートフォンの進化に合わせ、スマートフォンの評価プラットフォームとしてふさわしい評価環境、例えば VoLTE による音声通話評価環境などの IMS(IP Multimedia Subsystem)評価ソリューション、ETWS(Earthquake and Tsunami Warning System)などの緊急同報配信サービスの PWS(Public Warning System)などを提供し、スマートフォン開発を全方位でアシストします。

- Note -



お見積り、ご注文、修理などは、下記までお問い合わせください。記載事項は、おことわりなしに変更することがあります。

アンリツ株式会社

<http://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
	〒243-8555 神奈川県厚木市恩名 5-1-1	
	ネットワーク営業本部	TEL 046-296-1205 FAX 046-225-8357
新宿	〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-14-1	新宿グリーンタワービル
	計測器営業本部	TEL 03-5320-3560 FAX 03-5320-3561
	ネットワーク営業本部	TEL 03-5320-3552 FAX 03-5320-3570
	東京支店(官公庁担当)	TEL 03-5320-3559 FAX 03-5320-3562
札幌	〒060-0042 北海道札幌市中央区大通西 5-8	昭和ビル
	ネットワーク営業本部北海道支店	TEL 011-231-6228 FAX 011-231-6270
仙台	〒980-6015 宮城県仙台市青葉区中央 4-6-1	住友生命仙台中央ビル
	計測器営業本部	TEL 022-266-6134 FAX 022-266-1529
	ネットワーク営業本部東北支店	TEL 022-266-6132 FAX 022-266-1529
大宮	〒330-0081 埼玉県さいたま市中央区新都心 4-1	FSKビル
	計測器営業本部	TEL 048-600-5651 FAX 048-601-3620
名古屋	〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅 3-20-1	サンシャイン名駅ビル
	計測器営業本部	TEL 052-582-7283 FAX 052-569-1485
	ネットワーク営業本部中部支店	TEL 052-582-7285 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
	ネットワーク営業本部関西支店	TEL 06-6338-2900 FAX 06-6338-3711
広島	〒732-0052 広島県広島市東区光町 1-10-19	日本生命光町ビル
	ネットワーク営業本部中国支店	TEL 082-263-8501 FAX 082-263-7306
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
	ネットワーク営業本部九州支店	TEL 092-471-7655 FAX 092-471-7699

再生紙を使用しています。

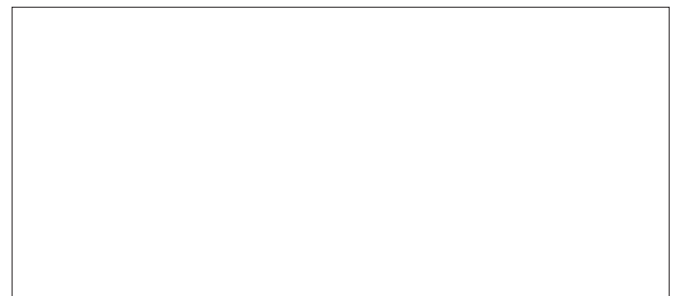
計測器の使用方法、その他については、下記までお問い合わせください。

計測サポートセンター

 TEL: 0120-827-221、FAX: 0120-542-425
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

● 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。

1106



■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。

No. MD8475A-J-F-1-(1.00)



2012-1 MG