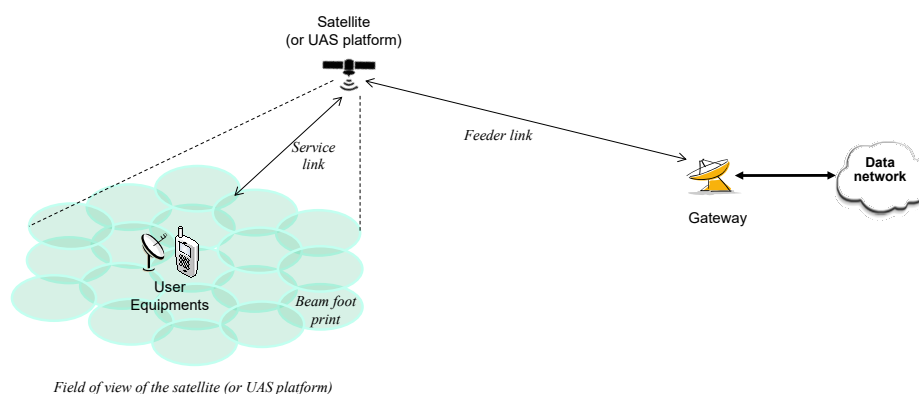


NTN の標準化動向

今回は NTN(Non Terrestrial Network)の標準化動向と基本的な技術要素についてご紹介いたします。先日の Starlink 日本向けサービス開始の話題が記憶に新しいですが、NTN は海上や僻地などへの高速ブロードバンド通信環境提供の選択肢として大きな注目を集めています。3GPP では、地上通信ネットワークと衛星通信ネットワークの連携・統合の議論がリリース 15 から開始され、リリース 17 では NTN 関連の標準仕様としていくつかの TR(テクニカルレポート)がリリースされています。

3GPP TR38.821 は NTN の通信アーキテクチャに関する技術レポートです。リリース 17 から GEO(Geostationary Earth Orbiting:静止衛星)と LEO(Low Earth Orbiting:低軌道周回衛星)の詳細技術要件や試験に関わるパラメータなどが初期フェーズとして仕様化されました。



3GPP TR38.821 4.1 NTN overview

NTN のネットワークは、衛星 - ゲートウェイ(地上基地局)間のフィーダリンクと、地上の移動/固定端末 - 衛星間のサービスリンクによって構成されます。

フィーダリンクは Ka / Q / V バンドなど 30GHz 以上の周波数帯の利用が想定されており、3GPP 準拠または Non-3GPP の通信路が用いられます。ゲートウェイから先は地上系のモバイルネットワークと同じく、eNB/gNB+コアネットワークへ接続されます。フィーダリンクは複数の衛星中継、ISL(Inter-Satellite Link)を介してゲートウェイに接続されるケースもあります。

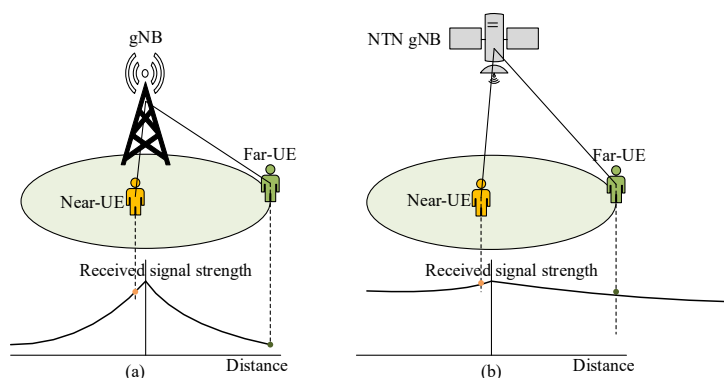
サービスリンクは現時点では n255(1.6GHz 帯 FDD)および n256(2GHz 帯 FDD)の 2 バンドが規定されています。NTN 向けバンドは n256 から始まり、今後降順で追加されていきます。最大通信距離は GEO(高度約 36,000km、成層圏内静止衛星 NB-IoT 端末向けなど)で約 40,000km、LEO(高度約 600km/1,200km、低軌道の周回衛星 高速低遅延回線向けな

ど)では 2000 – 3000km となっています。GEO を用いたサービスはフランスのユーテルサット(衛星放送/ブロードバンド)などがあり、冒頭で話題に挙げた Starlink は LEO を用いた衛星ブロードバンドサービスに該当します。

GEO は静止衛星のため、基本的に 3 衛星で極地を除く地球全体をカバーでき、端末からは一定の方位仰角で捕捉することができます。そのため、一旦通信を確立すれば安定したサービス提供が可能ではありますが、長大な通信距離をカバーするための高出力アンテナが求められるため端末の小型化が難しくなるというデメリットもあります。

一方 LEO は低軌道を周回していることから、小型かつ低消費電力が求められる携帯端末に向いています。しかしこちらは短周期で相対する衛星の切り替わり(ハンドオーバー)が起こることから、既存の eNB/gNB や CN も含めて、システム全体で新たな通信制御の実装が必要になります。

TR38.821 では多くのテストシナリオパラメータが挙げられています。通信路が長いことの影響として、遅延量やドップラを始めいずれのパラメータも従来の地上系ネットワーク検証で求められていたものとは比較にならない大きな変動幅になります。具体的に、サービスリンクの最大往復遅延は GEO で 270.73ms、LEO(高度 1,200km)で 20.89ms になり、ドップラシフトは LEO(1,200km)で最大 21ppm + 最大変動 0.13ppm/s の変動が想定されています。端末側も携帯電話や固定受信機だけでなく、高速鉄道のユースケースでは最大 500km/h、さらに航空機の最大で 1,200km/h のケースも含まれています。



3GPP TR38.821 7.3.2.1.2 Cell overlap and signal strength variation

試験要素のひとつとして、ハンドオーバーを例に挙げたいと思います。

NTN では基地局 – 端末間の位置関係が変わることで、ハンドオーバーの仕組みも変わっています。地上系ネットワークでは端末の RSRP は基地局との距離に依存しており、端末は各基地局の RSRP 値を参照することで自身がサービスエリアのどこに位置しているかを知り、ハンドオーバーの要否を判定することができました。NTN の場合は 1 衛星がカバーする

サービスエリア円の直径に比べて衛星との距離が非常に大きくなるため、エリア内の RSRP 変動が非常に少なくなり、測定値からのセルエッジ判定が非常に難しくなっています。加えて、LEO の場合は地上相対速度 7.56km/s (軌道高度 600km にて)で周回するため、より短時間のハンドオーバー処理が求められることとなります。そのため、NTN では RSRP を含む測定ベースのハンドオーバートリガに加えて、新たに位置情報ベース (SIB 経由で配信されるエフェメリスと併せて処理される)や時間/タイムベース、TA(Timing Advance)値ベース、仰角ベースのトリガが併用されます。

上記以外にも 3GPP で議論されている技術要素は多くあります。NTN の通信品質評価では従来の地上局間通信のテクニックをベースに、同じく RF チャネルエミュレータを活用した試験モデルの検討が進められています。3GPP では TR38.811 にてチャネルモデル等の評価手法がまとめられています。こちらは本稿と同時期に配信される別記事にて詳しくご紹介していますので併せてご確認ください。