

原田産業 グランドマスタクロック「GM200」、GNSSタイミングモジュール「RES720」

なぜ、5Gの「超低遅延」の実現に高精度な時刻同期が不可欠なのか？

2020年3月に商用サービスが開始した5G。今はまだノンスタンドアロン方式を採用するため、5Gが本来持つ機能をフルに発揮できていない。だが2021年以降、スタンドアロン方式によるサービスが始まると、5Gの真骨頂である「超低遅延の世界」が到来する。その超低遅延の世界に欠かせないのが、より高精度な時刻同期を実現するグランドマスタクロックだ。

5Gの商用サービスが始まり、各デバイスメーカーから5G対応のスマートフォンやIoT端末、チップなどが続々と登場している。

5Gの特徴は「超高速」「超低遅延」「多数同時接続」の3つだが、現在の5G商用サービスはノンスタンドアロン(NSA)方式を採用しているため、この3つの特徴すべては提供できていない。今は超高速のみという状況だ。これら3つの特徴が揃うのは、スタンドアロン(SA)方式への移行後となるが、中でも5Gの真骨頂として期待が高いのが超低遅延である。

遅延とは、例えばロボットに命令を出してから、ロボットが動き出すまでの時間差のことだ。超低遅延の5Gでは、この時間差を大幅に短縮できる。

だが、実際に超低遅延を実現するには「高精度の時刻同期がポイントになる」と原田産業 AIF チーム プロダクト

マネージャーの小山肇氏は語る。

原田産業は大正12年創業の貿易会社。AIFチームは通信・鉄道インフラ向けのソリューションを提供しているチームで、海外20カ国、50社以上の情報通信サプライヤーと取引している。特に大手通信事業者向けの計測器導入においては、「30年以上の実績を持つ」とAIFチーム セールスマネージャーの乾充一氏は力を込める。

しかしなぜ、時刻同期が5Gの超低遅延のポイントとなるのか。

3GPPで定められた5Gの時刻同期要件

5Gの仕様を策定する3GPPは、2019年12月に公開した技術仕様書「TS38.104 V16.2.0」において、2つの基地局(アンテナ)間における時刻差であるTAE (Time Alignment Error: 時間整合エラー)に関して、3つのケー



(左から)原田産業 AIF チーム セールスマネージャーの乾充一氏と同プロダクトマネージャーの小山肇氏

スに分類して要件を定めている。各基地局の時刻がバラバラでは、超低遅延は実現できないからだ。

1つめのケースは、TDD (時分割複信)の場合で、TAEを3マイクロ秒以下に抑える必要がある。2つめはキャリアアグリゲーションの場合で260ナノ秒以下が基準となる。最も厳しいのが3つめのTxダイバーシティ法のTAEで、65ナノ秒以下である。

Txダイバーシティ法とは、空間位置が異なる複数のアンテナから同じ周波数帯の信号を送信することにより端末の受信品質を向上する技術で、ファクトリーオートメーション(FA)など、よりクリティカルな産業用途での利用が想定されている。

3GPPで定められた、このTAEの要件はいかに厳しいものか。例えば、工場内の複数の基地局に時刻を送り出すケースで考えてみよう(図表1)。

大元の基準となる時刻は、UTC (協定世界時)である。UTCは、GPSや準天頂衛星といったGNSS (全球測位衛

星システム)から配信されている。このUTC信号を受信したグランドマスタクロックは、配下のスイッチへ時刻情報を配信。スイッチ内のバウンダリークロック(BC)で補正を行ったうえで、基地局に時刻情報を届ける。

装置で内部処理する際に発生する時刻のズレであるTE (Time Error)は、一般的なBCで70ナノ秒、基地局自体で35ナノ秒だ。このケースでは、BCと2つの基地局のTEを加算することでTAEの値は求められる。つまり、 $70 + 35 + 35 = 140$ ナノ秒となり、先の65ナノ秒を優に超える。「グランドマスタクロック自体の時刻精度が悪い場合は、さらに最終的な値が大きくなる」(小山氏)。

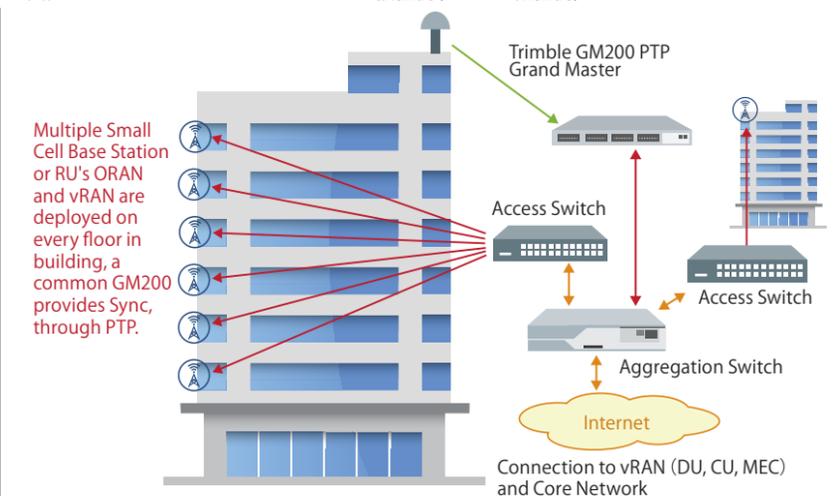
4Gまでのネットワーク構成では、大きな局舎にグランドマスタクロックを設置し、途中のBCを介して個々の基地局へ時刻情報を配信していたが、こうした構成では5Gの超低遅延は到底実現できないのである。

そこで小山氏はこう強調する。「5Gでは、より精度の高いグランドマスタクロックを基地局側に設置することが不可欠になる」(図表2)。

時刻精度 15ナノ秒 劣悪環境でも動作するGM200

このニーズを満たすのが、米Trimble (トリンプル)社の小型・軽量・高精度なグランドマスタクロック「GM200」である。1978年に米HP社からスピニングアウトして設立されたトリンプル社の特徴は、低コストと高性能の両立だ。「GNSSチップやGPSアンテナ、GNSS信号を失っても時刻精度を保持するOCXO (Oven Controlled Xtal Oscillator)機能など、すべて一貫して開発しているから安く、性能も優れる。外部から買ってきて、すり合わせで開発している他社は、どうしても高くなる」と小山氏は指摘する。

図表2 LTE and 5GにおけるGM200の設置例(インドア配置例)



GM200の時刻精度は15ナノ秒と非常に高精度だ。「現在、市場に出ているマスタクロックの精度は100ナノ秒が主流。最近ようやく40ナノ秒のものが出てきたぐらい」(小山氏)。

耐環境性能にも注目だ。ビルの屋上など劣悪な環境に置かれることを想定し、-40度から85度の動作温度を実現している。そのため、工場内にローカル5Gエリアを構築し、GM200で高精度な時刻同期を行うといった事例も今後増えていくだろう。

とある公共交通機関の構内ネットワークでも、GM200の導入プロジェクトが進んでいる。当初、多数のGPSアンテナを設置することで、高い時刻精度を保つことも考えたが、GPSアンテナの設置コストがネックとなった。そこで白羽の矢が立ったのがGM200だ。GM200は、512スレーブ@8ppsの時刻情報を配信できる。GPSアンテナを複数台設置する必要がないというコストメリットだけでなく、地下などGPSアンテナが敷設できないところでも高精度に時刻同期できるというメリットも享受できる。

スイッチがマスタクロックに変身する新製品が12月登場予定

さらに原田産業では、トリンプル社の

GNSSタイミングモジュール「RES720」を12月にリリースする予定だ。RES720は、5ナノ秒の時刻精度を誇る。

「PTPに対応したスイッチにRES720を内蔵すると、グランドマスタクロックとしても機能するようになる」と乾氏は説明する。

イーサネットを拡張した産業用ネットワーク規格「TSN (Time-sensitive networking)」が大きな注目を集めているが、PTP(Precision Time Protocol)はTSN向けの時刻同期プロトコル。「様々な産業用ネットワーク機器メーカーとRES720の評価・検証を現在行っているところ」と乾氏は付け加える。

2021年度には、国内でもSAでの5Gサービスがスタートする見込みだ。このとき、SAの最大の特徴の1つである超低遅延を実現するには、より高い時刻精度が欠かせない。現在の市場で最も高い時刻精度を実現でき、コスト的にもメリットが大きいのがトリンプル社のGM200とRES720。5Gの真骨頂である超低遅延の世界に、トリンプル社の製品は必須と言っていいだろう。

お問い合わせ先

原田産業株式会社
AIFチーム
TEL:03-3213-8391
E-mail:koyama@haradacorp.co.jp
URL:https://infocom.haradacorp.co.jp/

図表1 TAE(Time Alignment Error)の計算

