

1. 通信関連技術の概要

今回、このレポートの題材として、スペースX社が開発をした starlink を選んだ。Starlink は人工衛星に基づく低軌道衛星通信サービスである。世界中様々な場所で、このルーターを持っていくことで、インターネットへの回線が提供される。Starlink は高度 550km の低軌道上に配置された通信衛星を用いてインターネットをしており、現時点で 2000 機近くの人工衛星が打ちあげられている。また、ほかの軌道衛星と比べて地表への距離が近いので、低遅延で高速な回線を提供することができる。スターリンクはケーブルをセットアップし、空に向けるだけで使用することができる。これは自動適応ビームフォーミング技術を使用していて通信を最適化しているからである。これにより、ユーザーミナルが動いても、最適な通信パスが維持される。

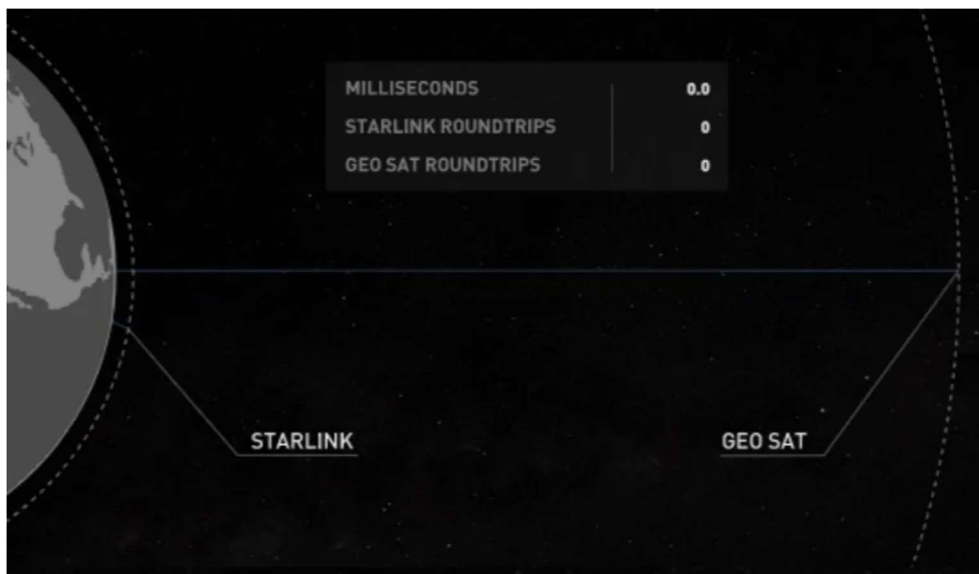


図 1 ほかの通信衛星の距離と starlink の距離の比較

(画像引用元：Starlink)

また、Starlink はフェーズドアレイアンテナという技術を採用している。アンテナの向きを変えずに電波の向きを変えることができる。これによりたくさん打ち上げられた低軌道を移動する人工衛星を次々に切り替えることができるようになり、高速な回線を実現している。

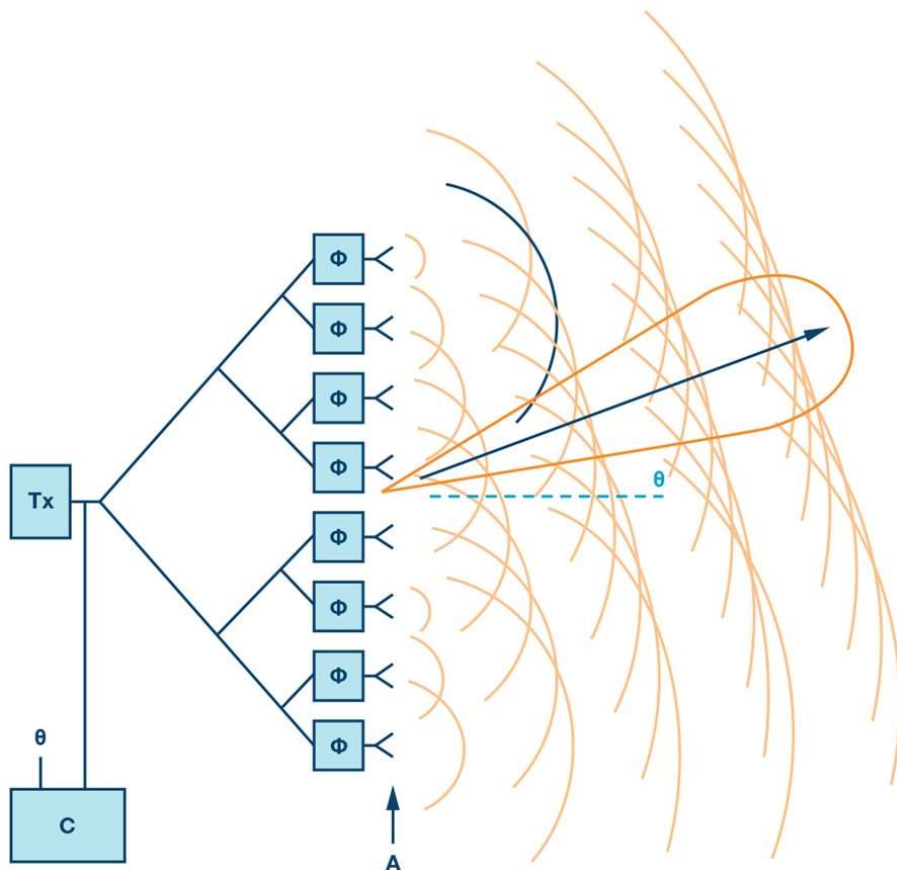


図 2 : フェーズドアレイアンテナの仕組みに関する図
(画像引用元: Wikimedia)

2. スターリンクの技術的課題

様々な場所で回線を提供してくれるスターリンクだがいくつか技術的な課題が存在する。それらをここでは紹介する。

1) 天候や地形の影響

スターリンクは天候の影響を受ける可能性がある。地球上の様々な場所で使えることを長所としている Starlink であるが、雪や雷、大雨などの環境では通信に影響が出るといわれている。また、Starlink 自体が空のひらいた場所に設置する必要があるため、物理的にダメージを与えられるような場合も使用が制限されてしまう。

2) 通信遅延

前日した通り、Starlink は低軌道の通信衛星を使用することで比較的高速な回線の提供を実現している。通信速度が最大下り 220Mbps、上り 25Mbps となっており、実用的な値ではあるが、ほかの光回線などに比べ低速である。また回線の上りが 25Mbps となり、高速な回線が必要な場合などには不十分であることがある。

3) 星間衝突事故

スターリンクは多くの通信衛星を使用することで快適な回線の提供を行っている。ただその数が非常に多いので、衛星同士で星間衝突を起こす可能性がある。2019年には、欧州宇宙機関（ESA）が、Starlink 衛星と衝突しないよう地球観測衛星 Aeolus の位置を移動させねばなりませんでした。2021年には、Starlink 衛星 2 機との衝突を避けるため宇宙ステーションの方向を変更を強いられたとして、国連に提訴している。 Source: Space.com

現時点で実際に星間衝突は起こっていないが、起こる可能性は常にはらんでおり、起こった場合、スペースデブリ発生する。スペースでブリは現在の宇宙開発の大きな問題点の一つである。

3. 通信遅延の解決策

通信遅延の解決策として、エッジコンピューティングの活用があげられる。衛星上でのデータ処理を強化し、重要なデータ処理を地上のエッジコンピューティングユニットにオフロードすることで、通信遅延を低減できる。これにより、リアルタイムな処理が要求されるアプリケーションに対しても迅速な応答が可能となる。

4. おわりに

本レポートでは、Starlink の技術的概要、仕組み、そして通信遅延の課題とその解決策について取り上げた。Starlink のサービスの需要はますます高まることが予測されている。spaceX 社がより良いサービスを提供するためには、本レポートで挙げたような課題を解けるすることが重要になるだろう。