

低高度衛星通信の性能と現場適用性について

安藤ハザマ 正会員 ○藤本 直也, 武石 学, 伊藤 圭佑

1. はじめに

衛星通信は地上の通信インフラが利用できない山間部の建設現場で有効な通信手段となっているが、これまでの衛星通信は通信性能が低い、費用が高い、取り扱いが難しい等の問題点があり、建設現場での普及は進んでいなかった。しかし最近になって低高度衛星を利用した高速衛星通信のサービスが開始され、安価で簡単に高速衛星通信が利用可能となったことから、その通信性能と建設現場への適用性について確認を行った。

2. StarLink について

衛星コンステレーションは1つのシステムで数十～数千の衛星を連携させ地球全土を覆い、機能やサービスを達成するシステムである(図-1)。低軌道衛星は低軌道を周回する衛星で、地上との距離が短いことから高速・低遅延な通信が可能となっている(図-2)。

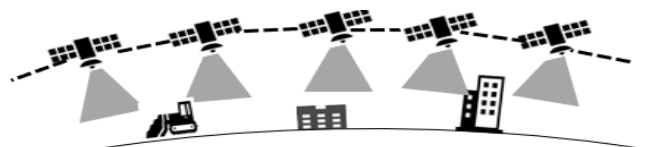


図-1 衛星コンステレーション



図-2 低軌道衛星

StarLink^[1]は低軌道衛星を利用した衛星コンステレーションで、海外では2020年に試験運用が始まり、日本国内では2022年10月からサービスが開始されている。直径55センチメートル程度のアンテナが自動的に向きの調整を行うため、簡単な設置で高速インターネットの利用が可能となる衛星通信である。

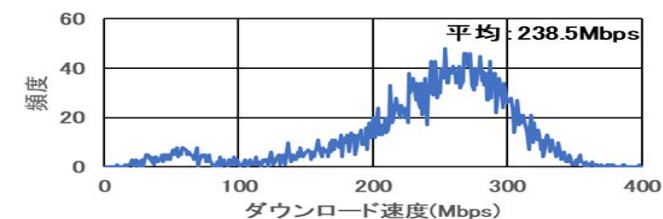
3. 通信性能測定

StarLinkの長期的な通信性能を確認するために、当社技術研究所内の上空が開けている場所にStarLinkのアンテナを設置し、Speedtest-CLI^[2]を用いて10分毎に約1ヶ月間連続で約4,600回の測定を行った(図-3)。測定はアップロード通信速度、ダウンロード通信速度、往復遅延時間について行い、その結果を図-4に示す。ダウンロード通信速度と往復遅延時間は光通信に匹敵する通信性能^[3]となっており、アップロード通信速度はダウンロード通信速度の1/10程度ではあるが、高画質の動画が転送可能な通信速度^[3]となっている。

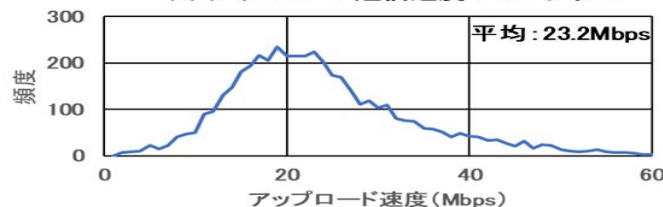
また、頻度は少ないものの、スピードテストサーバーとの通信が確立できなかった場合があり、通信が確立されスピードテストの測定が可能な割合(接続率)は99.3%であった。



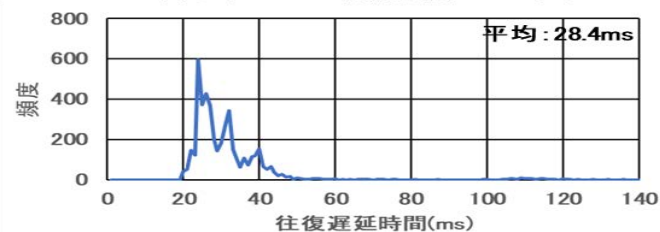
図-3 通信性能測定系統図



(a) ダウンロード通信速度・ヒストグラム



(b) アップロード通信速度・ヒストグラム



(c) 往復遅延時間・ヒストグラム

図-4 通信性能測定結果

キーワード 衛星通信, 低軌道衛星, 高速インターネット, StarLink

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ技術研究所 TEL 029-858-8815

4. 障害物の影響

衛星通信を利用して良好な通信を行うためには、ある程度上空が開けている必要がある。必要な上空の範囲はStarLink モバイルアプリ^[1]（図-5）を使用して簡単に確認を行うことが可能で、このモバイルアプリを使用してエリアの下限の仰角を測定した結果を図-6に示す。

次に、このエリア内に障害物がある場合の通信性能への影響について測定を行った。当社技術研究所内と山間部の造成現場で図-3に示した測定系を用いて、1分毎に測定を行った結果を表-1に示す。測定結果から障害物が存在する場合、遮蔽の範囲の大きさに対応して通信できない時間帯が長く発生することが確認できた。

また、通信可能な時間帯での通信性能については図-4に示した障害物が無い場合の通信性能と比較して大きな性能低下はないことが確認できた。

この測定結果により、通話や遠隔臨場などのリアルタイム性を必要とする用途については、図-6に示す範囲の上空がほぼ開けている必要があるが、固定カメラによる状況の確認やデータ伝送などの用途では、ある程度の障害物があっても使用可能な場合もあることが考えられる。

なお、今後さらに衛星数が増加すれば接続率は改善されるものと推察される。

5. その他留意事項

StarLink アンテナは Wi-Fi アクセスポイントなどの短距離無線通信装置に比べ消費電力が大きく 50～100W となっているため、100W 程度の電力供給が可能な AC 電源を準備する必要がある。

また、StarLink アンテナに付属の 5GHz 帯 Wi-Fi は屋内専用の周波数となっているため、屋外で 5GHz 帯 Wi-Fi を使用する際には別途屋外用の Wi-Fi を準備する必要がある。

6. おわりに

本稿では、低軌道衛星の通信性能と建設現場へ適応性について確認を行った。この結果を踏まえ、山間部などの建設現場への導入を開始しており、今後は高層ビルの上部など光通信ケーブルを敷設しにくい場所での使用や災害時のBCP（事業継続計画）対策としての使用、将来的には遠方からのテレワークや時差を利用した海外からの遠隔作業などの使用などについても検討を進めていく（図-7）。

参考文献

[1]StarLink ホームページ： <https://www.starlink.com>
[2]SPEEDTEST ホームページ： <https://www.speedtest.net/ja/apps/cli>
[3]フレッツ光ホームページ： <https://bb-navi.jp/column/internet-speed-rough-indication0201>
[4]総務省国際戦略局,Beyond 5G の実現に向けた宇宙ネットワークに関する技術戦略について, 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会（第31回）資料, 2022, P42

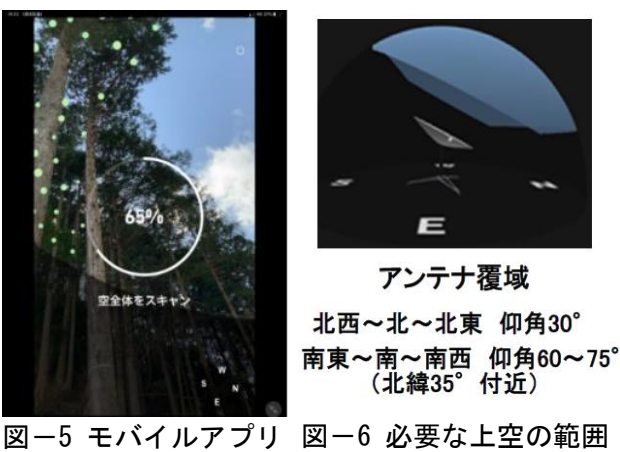


図-5 モバイルアプリ 図-6 必要な上空の範囲

表-1 障害物の影響

	研究所内	現場A	現場B
遮蔽状況 ●クリアな視界 ●障害物			
接続率	99%	81%	60%
ダウンリンク平均速度	199Mbps	157Mbps	163Mbps
アップリンクへ平均速度	29.6Mbps	30.3Mbps	28.9Mbps
往復遅延平均時間	33.9ms	37.3ms	45.3ms
設置場所写真			

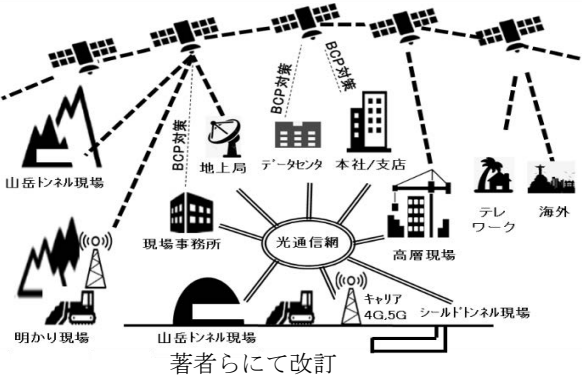


図-7 今後の展望^[4]