

Q/V 帯 LEO コンステレーション衛星通信と ペイロードのデジタル RF 化

Q/V-Band LEO Constellation SATCOM and Its Digital Payload

末松 憲治[†]
Noriharu SUEMATSU[†]

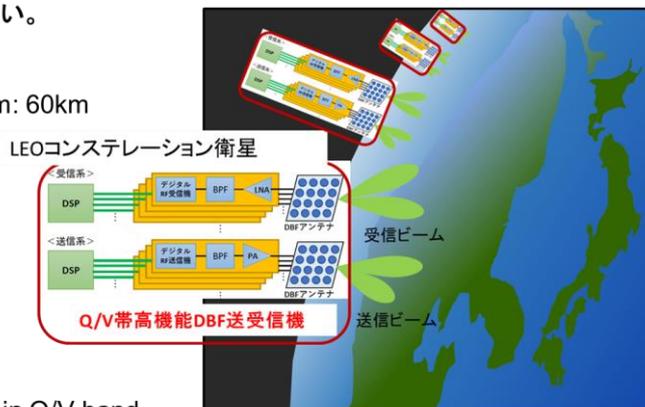
[†] 東北大学 電気通信研究所

概要

非地上系ネットワーク(Non-Terrestrial Network, NTN) の1つとして Starlink に代表される低軌道(LEO) コンステレーション衛星通信(Satellite Communication, SATCOM)は、衛星系にあって大容量・低遅延特性が得やすいことから注目され、Ku 帯、Ka 帯の従来の衛星通信用周波数帯でグローバルサービスが開始されている。このため、我が国独自の LEO コンステレーションによる NTN 構築のためには、新しいミリ波の周波数帯である Q/V 帯 (40/50GHz 帯) の開拓が急務となっている。ミリ波帯の衛星通信システムでは、より多数かつフレキシブルなビーム形成も求められているため、フルデジタルディジタルビームフォーミング(Digital Beam Forming, DBF)アンテナが必要となっている。ここでは、想定される LEO コンステレーション衛星通信の概要を示すとともに、5mm 程度の短いミリ波アンテナ素子間隔に適したダイレクトディジタル RF 送受信機構成を用いた衛星搭載用 Q/V 帯 DBF アンテナ装置の構成と試作例を示す。さらに、従来の送受信機に比べてデジタルリッチなダイレクトディジタル RF 送受信機で問題となるディジタル信号処理の演算量の削減手法についても議論する。

・衛星(の地球表面との関係)が動く、さらに、高度が数百Kmであるため、ビームは 45° 程度はふれる必要がある。ビームトラッキングが必要、かつ、災害時などのトラフィック変動に対してフレキシブルな特性が求められるので、フルデジタル方式のビームフォーミングが望ましい。

- Altitude: 500km
- Diameter of each spot beam: 60km
- 3dB Beamwidth : 7°
- Beam steering angle : 45°
- Number of beams : 128



- Total RF bandwidth : 2GHz in Q/V-band
(Temporary target: Downlink: 39.0-41.0GHz, Uplink: 47.2-49.2GHz)
- Channel bandwidth (variable): 400/200/100/20/... MHz

図 提案する Q/V 帯 LEO コンステレーション衛星搭載用 DBF アンテナの仕様

Abstract

Since the existing Low Earth Orbit (LEO) constellation satellite communication (SATCOM) already occupied Ku/Ka-bands, explore of new frequency band in millimeter-wave is required for future Japanese LEO constellation SATCOM. In order to adopt higher frequency usage, relatively large number of flexible beams are also required. As the result, Q/V-band on-board digital beam forming (DBF) antenna system based on array antenna should be developed. In this presentation, the outline of proposed Q/V-band LEO constellation SATCOM system and transceiver architecture based on direct digital RF are described. In the case of digital rich direct digital RF transceiver, the size of digital signal processor becomes a problem. To solve this, a new DBF system using split array-antennas is proposed and the reduction of computational complexity is discussed.