

超小型衛星編隊飛行を用いた 大型宇宙アンテナの構想と飛行制御技術 Concept and Flight Control Technologies for a Large-Aperture Space Antenna Using Microsatellite Formation Flying

森岡 澄夫
Sumio Morioka

インターステラテクノロジズ株式会社 / 大阪大学

Interstellar Technologies Inc. / The University of Osaka

概要

携帯端末への直接通信（D2D）や航空機・車両等を含む広域・大容量の宇宙通信の実現には、衛星側の大開口・高利得アンテナが鍵となる。本講演では、単一の大型構造物を展開するのではなく、数万機の超小型衛星を編隊飛行させ、各衛星をフェーズドアレーアンテナの素子として協調動作させることで、開口 20 m 級以上の大型アンテナを軌道上に構成する構想を述べる。素子衛星は一边数 cm・1 kg 未満級を想定し、低軌道（高度 600～1,000 km）に配置して D2D（700 MHz～2 GHz）サービスを提供する。フェーズドアレーとして機能させるには、各衛星の中心間距離を運用周波数の半波長、すなわち約 8～21 cm に保つ必要があり、数万機の相対位置および絶対姿勢を高精度に維持する飛行制御が重要となる。本講演で扱う編隊は、一般円形相対軌道（GCO: general circular orbit）に基づく相対運動を利用し、軌道力学によって相対配置をできるだけ自然に維持することを前提とする。飛行制御では、その上で残る微小な外乱による位置・姿勢のずれを補正する。この補正には、各衛星に搭載した電磁石同士の吸引・反発力を利用する電磁力編隊飛行（EMFF）を適用し、配置維持のためのスラスタ自体を不要とする構成とする。数万機規模の編隊制御アルゴリズムについては、理論解析、HPC による精密シミュレーション、および地上小規模実験を組み合わせる構築を進めている。なお、本講演で紹介する研究開発の一部は、総務省委託研究および JAXA 基金委託研究のもとで実施している。

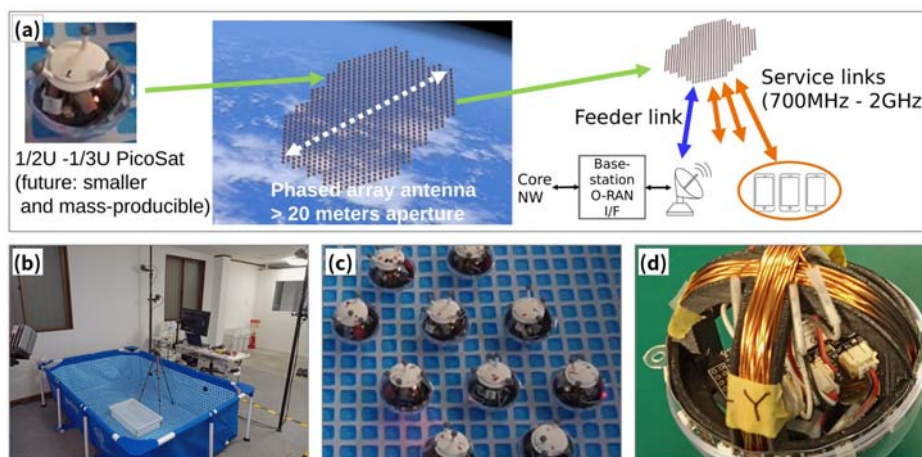


図 (a) 超小型衛星の編隊飛行による大開口フェーズドアレーアンテナと通信システムの構想（開口 > 20 m, D2D: 700 MHz～2 GHz）、(b) 飛行制御の地上実験環境（水槽テストベッド）、(c) 水上での配置制御実験の様子、(d) 電磁力編隊飛行（EMFF）用コイルを搭載した模擬衛星内部

Abstract

We present a large-aperture antenna concept in which tens of thousands of microsatellite-class spacecraft fly in formation as phased-array elements, forming an aperture over 20 m in low Earth orbit for direct-to-device links at 700 MHz–2 GHz. Control algorithms address relative position and absolute attitude using a general circular orbit and EMFF based on onboard electromagnet attraction and repulsion, eliminating formation-maintenance thrusters. They are being developed through theory, HPC simulations, and ground experiments.