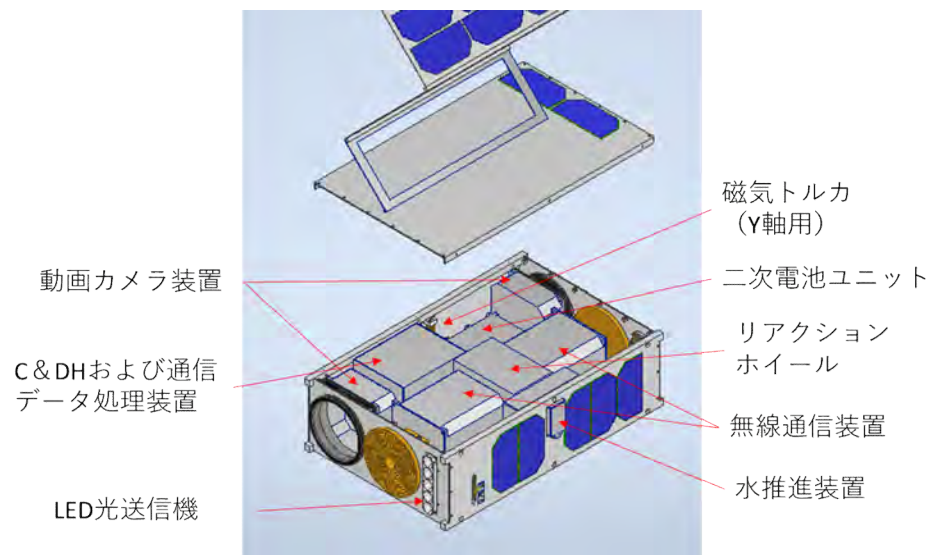
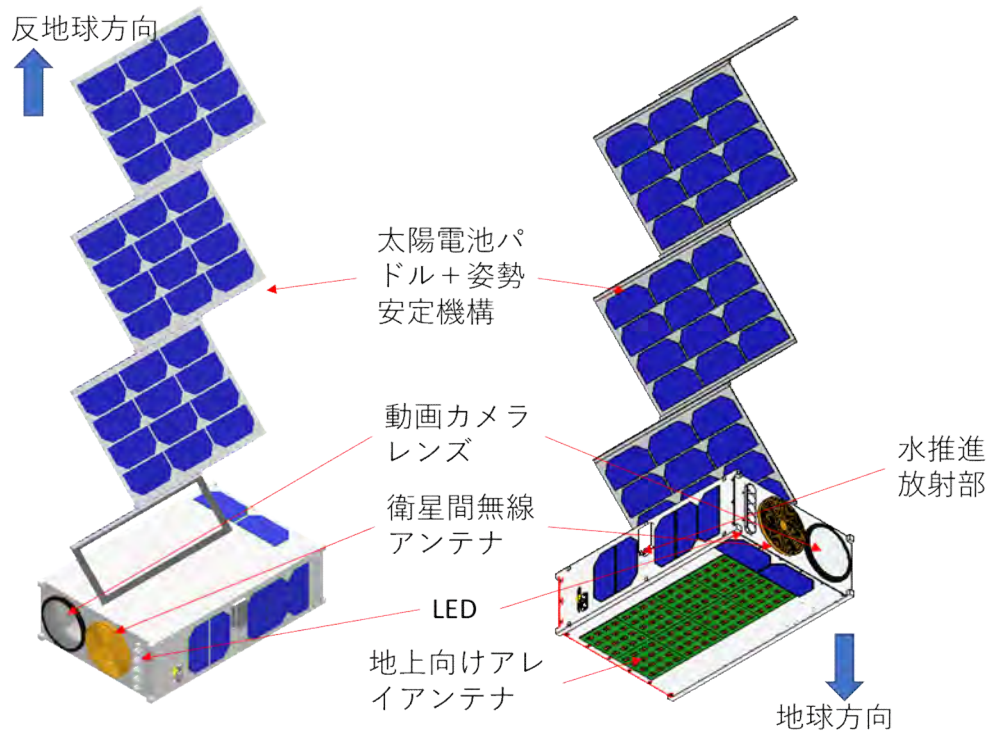
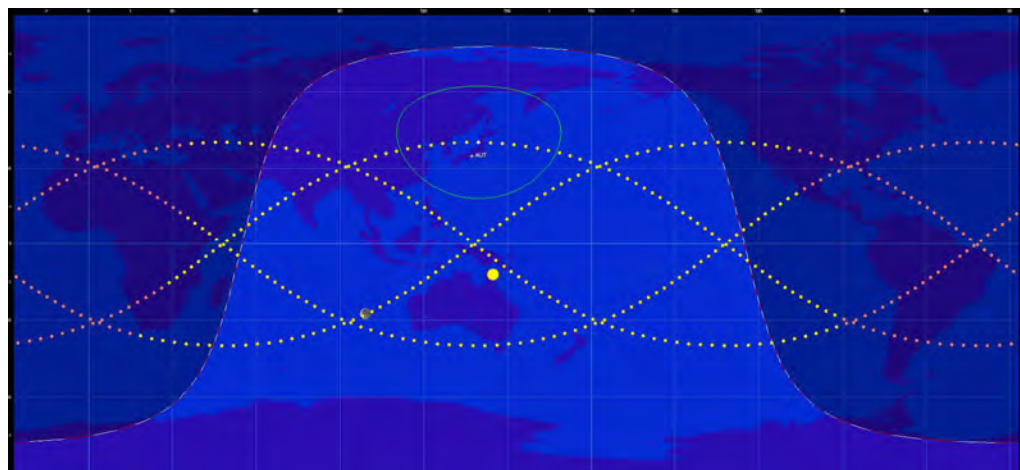


①発表番号	②セッション	③セッション名	
8-2	セッション8	超小型衛星利用に関連する新しい構想	
④発表タイトル			⑤発表者所属・氏名
キューブサットで構築する衛星通信ネットワークの試み			愛知工科大学 西尾 正則
⑥著者	⑦所属	⑧代表者メールアドレス	⑨現在の状況：
西尾正則 ¹⁾ ・中谷淳 ¹⁾ ・鎌田尚允 ²⁾ ・林衆治 ³⁾ ・戸谷一幸 ⁴⁾	1)愛知工科大学・2)株式会社シムスバイオ・3)財団法人グローバルヘルスケア財団・4)株式会社ダイレクトアールエフ		開発移行可能
⑩概要（200字程度）		⑪本ミッションの狙い	⑫実現のキーとなる要素技術
低軌道衛星通信システムを6Uキューブサット級の衛星により構築するための要素技術を宇宙実証するものである。衛星-地上間については、WiFiルータの機能を衛星に搭載し、衛星を介した複数の地上局間でのデータ通信を評価する。衛星間の通信のために、拡散光ビームと動画カメラを用いた衛星間光通信を軌道上で評価する。衛星-地上間通信は送信電力1W、通信速度40Mbps程度、衛星間通信は当面100kbps程度、衛星間距離400kmとする。本ミッションをもとに、スペースデブリの発生リスクを抑えた、低軌道衛星通信網を実現する。		6Uキューブサット級の超小型・軽量人工衛星による低軌道衛星通信網の構築に向けた ・衛星間光通信軌道上実証 ・地上-衛星-地上間での高速データ中継の軌道上実証を行う。	1) 衛星搭載用拡散ビーム型高出力レーザー 2) 二次元センサーによる送信側衛星の補足アルゴリズム 3) リアクションホイールと二次元光学センサーによる姿勢安定 4) 衛星搭載用Ku帯WiFiルータ 5) 超小型衛星での排熱技術
⑬衛星のスペック		⑭開発状況・計画	
<ul style="list-style-type: none"> ・ (6U, 8 kg) × 2機 ・ 微小重力安定+リアクションホイール ±1.5 deg. ・ Ku帯サービスリンク回線+Ku帯フィーダリンク ・ 衛星間光通信（拡散ビーム型レーザー光） ・ 高度500 km円軌道、軌道傾斜角 40 度程度 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 室内および室外実験により、衛星間400 kmで40 Mbps程度の光通信の実現可能性を確認済み。 ・ 室内実験により、カメラによる光源の位置追跡とデータ再生に関する手法を確認済み ・ 衛星-地上間の通信システムの基本設計を実施している。 	

⑮衛星のイメージ図



⑯ミッションのイメージ図 (※あれば)



⑰ ミッションや技術詳細

StarlinkやOneWebなど、多数の小型通信衛星によるブロードバンド通信サービスを行う低軌道衛星コンステレーションの実用化が急速に進んでいる。これらのネットワークを構成する衛星は数mの大きさ、数100 kgを持ち、打ち上げや維持は数兆円ともいわれている。

本ミッションは、低軌道ブロードバンド衛星通信網を6Uサイズあるいはそれ以下の超々小型衛星により低価格かつ迅速に実現するための要素技術の軌道実証を行うものであり、6Uサイズの衛星2機を高度500km、軌道傾斜角40度の円軌道に投入し、地上との通信および衛星間通信を行う。実現を目指す衛星ブロードバンドネットワークは、軌道傾斜角約40度、軌道高度500 kmの4軌道面に、1機当たり100端末程度の地上局ブロードバンドサービスを行う6Uキューブサットを各軌道面あたり100機配置し、衛星間通信を光通信で行うことにより、緯度40度以下の地域において低遅延での常時通信サービスを行うものである。500 km以下の軌道とすることで、1年程度で大気圏突入することとなるので、スペースデブリの発生を抑制することができる。4軌道面に繰り返し衛星を軌道投入することになるが、1回の打ち上げで1軌道面に100機の衛星を投入できるように衛星サイズ、重量を設計することで、低価格で衛星網を維持することが可能である。

本ミッションでは、衛星-地上間の通信にはKu帯を使用し、ブロードバンドサービスにはWi-Fiルーターを機能拡張した技術を利用する。キューブサットの場合、精密な姿勢制御のための機器の搭載が困難であることから、衛星間光通信には、拡散ビーム型レーザー光（またはLED光）によるデータ送信装置と動画カメラによるデータ受信装置を用いる。LEDを用いた室内および室外実験により、9000ルーメンの光束、ビーム角1.5度で構成する光送信器および口径100mのレンズで構成するカメラで構成する光受信機により、衛星間距離400 kmで40 Mbpsの通信速度を達成できることを確認している。また、衛星の姿勢変化に追従してデータ再生を行うことができる光受信機のデータ再生アルゴリズムの動作実証も行っている。軌道実証では、市場で入手できるカメラの性能により、衛星間光通信の速度は100 kbpsとする。軌道実証後にカメラセンサーとの共同研究を進め、Gbpsクラスの通信速度を目指す。

⑱ 参考文献など (optional)

- 1) 廣野敦士, 西尾正則, 田中俊行, 山下達也, 林衆治: LEDと動画カメラによる衛星間光通信の検討, 第66回宇宙科学技術連合講演会, P045 (2022.11.2).
- 2) 西尾正則, 加藤雅也, 林衆治: 1Uキューブサットによる衛星間光通信システムの開発, 第64回宇宙科学技術連合講演会講演集, 2L16, オンライン (2020.10).
- 3) Masanori NISHIO, Masatoshi ONISHI, Yasuhiko NAWA: Development of Cubesat for LED Light Communication, Proc. Joint Symposium of 32nd ISTS & 9th NSAT, 2019-f-17, Fukui (2019.6).