



アマチュア通信技術実証衛星 NEXUS の運用経過報告 (4)

2019年2月17日

日本大学理工学部航空宇宙工学科
NEXUSプロジェクトチーム

日本アマチュア衛星通信協会 (JAMSAT) と日本大学理工学部航空宇宙工学科 NEXUS プロジェクトチームが共同開発したアマチュア通信技術実証衛星 NEXUS は、2019年1月18日 (金) 9時50分20秒 (日本標準時) に内之浦宇宙空間観測所からイプシロンロケット4号機で打ち上げられました。

ここに、関係各方面に謝意を表すとともに、打ち上げ22日後～28日後の1週間の運用経過をご報告いたします。

1. これまでの運用結果

この1週間のハイライトは次の2つです。

1) 地球が映っているフル画像を取得：2019年2月12日

2019年2月8日～2月12日の6回にわたって9600bpsのGMSK送信にて2592×1944サイズの画像をダウンリンク。

2) 角速度の増加原因の調査

打ち上げ1週間後あたりから確認されている角速度増加について、引き続き検討中。太陽電池セルの発電および機器 (特に、通信機とヒーター) の電流消費により、磁気トルクが生じ、角速度が増加しているであろうとの結論を得たが、詳細なメカニズムは未だはっきりしていない。

1)については、日大地上局では図1のような画像を得ています。なお、運用結果により得られたデータはNEXUSのwebサイトに順次掲載しています。

http://sat.aero.cst.nihon-u.ac.jp/nexus/3_Download.html

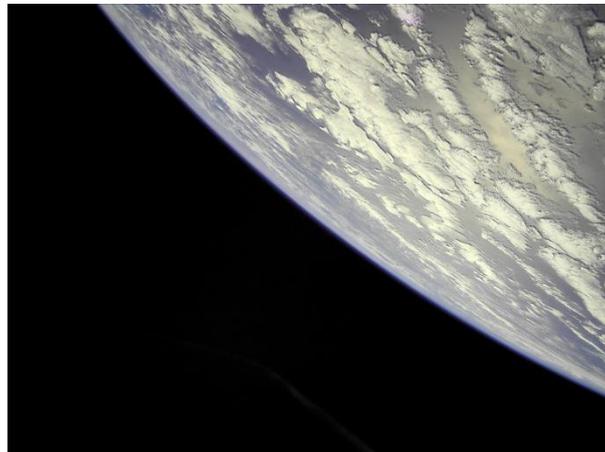


図1 CAMのフル画像のダウンリンク結果

2019年2月14日夜の時点で、以下の結果を得ています (2019年2月7日時点と同様です)。

- 1) 初期運用を終了。
- 2) 七つのミッション (表1) のうち、ミッション①, ②, ⑤, ⑥を完了

ただし、全く問題がないわけではなく、以下の2つの問題を確認しています (これも、2019年2月7日時点と同様です)。

- 3) 衛星搭載ソフトのバグにより、予約コマンド (実行時間を指定してコマンドをアップリンクするもの) の予約時間が、アップリンク時から約3.5時間先までしか指定できない (932時間先まで予約できる仕様にしたはずだった)。
- 4) 運用第2週目から確認されている、角速度の増加について、発生メカニズムを解明できていない。

4)の角速度増加問題については、今後も運用により原因を特定していきたいと考えています。

表1 NEXUSの7つのミッション

ミニマムサクセス	ミッション①	$\pi/4$ シフト QPSK 送信機の動作実証
	ミッション②	FSK 送信機の動作実証
フルサクセス	ミッション③	$\pi/4$ シフト QPSK 送信機の実用性実証
	ミッション④	FSK 送信機の実用性実証
	ミッション⑤	リニアトランスポンダの動作実証
	ミッション⑥	N-CAMの実用性実証
エクストラサクセス	ミッション⑦	高度約500kmにおける145MHz帯電界強度マップ作成

2. 今後1週間の運用

今後は、角速度増加原因の特定に注力しつつも、カメラのパラパラ画像やフル画像のダウンリンクをはじめ、ミッションを着実に遂行していきたいと考えています。また、リニアトランスポンダの試験運用も継続し、運用ノウハウを蓄積してゆき、一般公開（3月中旬に開催されるJAMSATシンポジウムあたりを予定）に向けて、運用方法を詰めていきたいと考えています。

この他、webサイトの充実、ダウンリンクデータのフォーマットの詳細の公開や解析ソフトのアップデート等、NEXUSをより多くの方々に使っていただくための工夫を進めていきたいと思ひます。

3. 運用内容の詳細

1節に示した結果を得るまでに、様々な知見を得ることができました。特に、角速度増加について、原因は特定できていないものの、状況をかなり理解できてきました。今後、原因が特定でき次第、報告したいと思ひます。

なお、2019年2月8日（金）午前から2019年2月14日（木）夜までの運用内容の詳細は表2の通りです。

4. 謝辞

運用にあたり、受信協力をいただいているたくさんのアマチュア無線家の皆様に、深く感謝いたします。NEXUSのwebサイト（http://sat.aero.cst.nihon-u.ac.jp/nexus/3_Download.html）に掲載させていただいている結果には、アマチュア無線家の皆様に受信していただいたデータも数多く利用させていただいています。

表2 2019年2月2日(金) 午前~2019年2月14日(木) 夜までの運用内容

日付	Pass number	運用内容				運用結果	
		運用条件	日照・日陰	検証事項	検証目的	解析結果	考察及びわかったこと
2019/2/8	1	AOS (JST) : 08:44:30 LOS (JST) : 08:55:06 Max Elevation : 22.21 [deg]	日照	・CW省電力運用 (437.075MHz) ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341241, SC_S=57, SSC=57, SP=0, ESC=57, EP=223	・2/4の1stで撮影した画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.179 [V] ・パケット取得数 水平偏波: 50 垂直偏波: 74 円偏波: 72	・違法無線の影響で取得パケット数が低い結果となった。
	2	AOS (JST) : 10:18:26 LOS (JST) : 10:28:20 Max Elevation : 17.14 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.139 [V] ・角速度: 32.17 [deg/s] ・バッテリー温度1: -1.860 [°C] ・バッテリー温度2: -3.520 [°C]	
	3	AOS (JST) : 19:20:55 LOS (JST) : 19:28:44 Max Elevation : 67.01 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.100 [V] ・角速度: 31.20 [deg/s] ・バッテリー温度1: -5.290 [°C] ・バッテリー温度2: -3.930 [°C]	
	4	AOS (JST) : 20:52:07 LOS (JST) : 21:03:41 Max Elevation : 67.01 [deg]	日陰	・CW省電力運用 (437.075MHz) ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341248, SC_S=57, SSC=57, SP=0, ESC=57, EP=223	・2/8の1stで画像データを満足にダウンロードできなかったため。	・バス電圧: 4.108 [V] ・パケット取得数 水平偏波: 669 垂直偏波: 669 円偏波: 546	・2/4の1stで撮影した画像データ(JPEG, 解像度2592 x 1944)の1/6を取得。
	5	AOS (JST) : 22:22:32 LOS (JST) : 22:34:11 Max Elevation : 1.36 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.096 [V] ・角速度: 30.56 [deg/s] ・バッテリー温度1: -4.460 [°C] ・バッテリー温度2: -3.160 [°C]	
2019/2/9	1	AOS (JST) : 08:24:18 LOS (JST) : 08:33:33 Max Elevation : 11.89 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.179 [V] ・角速度: 29.51 [deg/s] ・バッテリー温度1: -0.800 [°C] ・バッテリー温度2: 1.590 [°C]	
	2	AOS (JST) : 09:57:18 LOS (JST) : 10:08:03 Max Elevation : 30.98 [deg]	日照	・CW省電力運用 (437.075MHz) ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341248, SC_S=57, SSC=57, SP=224, ESC=57, EP=447	・2/4の1stで撮影した画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.140 [V] ・パケット取得数 水平偏波: 610 垂直偏波: 779 円偏波: 260	・2/4の1stで撮影した画像データ(JPEG, 解像度2592 x 1944)の2/6を取得。
	3	AOS (JST) : 19:01:54 LOS (JST) : 19:06:40 Max Elevation : 2.04 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.106 [V] ・角速度: 28.43 [deg/s] ・バッテリー温度1: - [°C] ・バッテリー温度2: - [°C]	
	4	AOS (JST) : 20:31:20 LOS (JST) : 20:42:50 Max Elevation : 60.58 [deg]	日陰	・CW省電力運用 (437.075MHz) ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341248, SC_S=57, SSC=57, SP=448, ESC=57, EP=671	・2/4の1stで撮影した画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.112 [V] ・角速度: - [deg/s]	・2/4の1stで撮影した画像データ(JPEG, 解像度2592 x 1944)の3/6を取得。
	5	AOS (JST) : 22:07:08 LOS (JST) : 22:15:00 Max Elevation : 6.43 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.105 [V] ・角速度: 28.39 [deg/s] ・バッテリー温度1: -0.440 [°C] ・バッテリー温度2: 2.130 [°C]	
2019/2/10	1	AOS (JST) : 08:04:19 LOS (JST) : 08:11:29 Max Elevation : 5.32 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.139 [V] ・角速度: 28.98 [deg/s] ・バッテリー温度1: 0.790 [°C] ・バッテリー温度2: 2.670 [°C]	
	2	AOS (JST) : 09:36:19 LOS (JST) : 09:47:29 Max Elevation : 62.51 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.045 [V] ・角速度: 29.12 [deg/s] ・バッテリー温度1: 3.630 [°C] ・バッテリー温度2: 2.810 [°C]	
	3	AOS (JST) : 11:14:44 LOS (JST) : 11:16:56 Max Elevation : 1.77 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.158 [V] ・角速度: 29.35 [deg/s] ・バッテリー温度1: 0.700 [°C] ・バッテリー温度2: 1.910 [°C]	
	4	AOS (JST) : 20:10:48 LOS (JST) : 20:21:51 Max Elevation : 30.94 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・SSTV運用 (FM, Scottie1, 437.075MHz)	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・SSTVの動作検証を行うため。	・バス電圧: 4.113 [V]	・偏波ダイバーシティアンテナ(垂直偏波)で受信した。
	5	AOS (JST) : 21:50:03 LOS (JST) : 21:54:56 Max Elevation : 13.33 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.101 [V] ・角速度: 31.02 [deg/s] ・バッテリー温度1: 0.330 [°C] ・バッテリー温度2: 3.260 [°C]	
2019/2/11	1	AOS (JST) : 09:15:29 LOS (JST) : 09:26:40 Max Elevation : 62.50 [deg]	日照	・CW省電力運用 (437.075MHz) ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341248, SC_S=57, SSC=57, SP=672, ESC=57, EP=895	・2/4の1stで撮影した画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.102 [V] ・パケット取得数 水平偏波: 505 垂直偏波: 556 円偏波: 420	・2/4の1stで撮影した画像データ(JPEG, 解像度2592 x 1944)の4/6を取得。
	2	AOS (JST) : 10:50:26 LOS (JST) : 10:57:56 Max Elevation : 6.37 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.144 [V] ・角速度: 33.02 [deg/s] ・バッテリー温度1: 0.700 [°C] ・バッテリー温度2: -3.430 [°C]	
	3	AOS (JST) : 19:50:32 LOS (JST) : 20:00:42 Max Elevation : 17.36 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341248, SC_S=57, SSC=57, SP=896, ESC=58, EP=95	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・2/4の1stで撮影した画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.101 [V] ・角速度: 33.90 [deg/s] ・パケット取得数 水平偏波: 91 垂直偏波: 311 円偏波: 170	
	4	AOS (JST) : 21:23:40 LOS (JST) : 21:34:31 Max Elevation : 24.30 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341248, SC_S=57, SSC=57, SP=896, ESC=58, EP=95 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・2/11の3rdで画像データを満足にダウンロードできなかったため。	・バス電圧: 4.096 [V] ・角速度: 33.88 [deg/s] ・バッテリー温度1: 5.780 [°C] ・バッテリー温度2: -3.160 [°C] ・パケット取得数 水平偏波: 1249 垂直偏波: 1442 円偏波: 880	・2/4の1stで撮影した画像データ(JPEG, 解像度2592 x 1944)の5/6を取得。
2019/2/12	1	AOS (JST) : 08:54:48 LOS (JST) : 09:05:35 Max Elevation : 30.44 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341248, SC_S=57, SSC=57, SP=896, ESC=58, EP=95 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・2/4の1stで撮影した画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.094 [V] ・角速度: 34.29 [deg/s] ・パケット取得数 水平偏波: 604 垂直偏波: 615 円偏波: 運用なし	
	2	AOS (JST) : 10:28:56 LOS (JST) : 10:38:11 Max Elevation : 12.69 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 341248, SC_S=57, SSC=57, SP=896, ESC=58, EP=95 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・2/12の1stで画像データに満足に欠損があったため。	・バス電圧: 4.144 [V] ・角速度: 34.29 [deg/s] ・パケット取得数 水平偏波: 309 垂直偏波: 258 円偏波: 21	・2/4の1stで撮影した画像データ(JPEG, 解像度2592 x 1944)の6/6を取得。撮影日時は、2019/02/04 AM8:39 (JST)頃だったため、TLEから計算すると東経153.7423度 北緯36.7279度周辺だとわかった。
	3	AOS (JST) : 19:30:36 LOS (JST) : 19:39:20 Max Elevation : 9.53 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CAM画像データ移行 (VGA) コマンド送信 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・CAM画像データ移行をするため。	・バス電圧: 4.104 [V] ・角速度: 32.44 [deg/s] ・バッテリー温度1: -5.880 [°C] ・バッテリー温度2: -4.010 [°C]	
	4	AOS (JST) : 21:02:29 LOS (JST) : 21:13:53 Max Elevation : 46.34 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 33536, SC_S=51, SSC=51, SP=0, ESC=51, EP=13 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・2/13の3rdでデータ移行した画像データを確認するため。	・バス電圧: 3.950 [V] ・角速度: 32.40 [deg/s] ・バッテリー温度1: 6.970 [°C] ・バッテリー温度2: -1.450 [°C] ・パケット取得数 水平偏波: 1280 垂直偏波: 1546 円偏波: 1134	
2019/2/13	1	AOS (JST) : 08:34:18 LOS (JST) : 08:44:13 Max Elevation : 16.33 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.149 [V] ・角速度: 30.93 [deg/s] ・バッテリー温度1: - [°C] ・バッテリー温度2: - [°C]	
	2	AOS (JST) : 10:12:53 LOS (JST) : 10:18:03 Max Elevation : 22.75 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 99072, SC_S=2, SSC=2, SP=0, ESC=2, EP=195 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・2/13の3rdでデータ移行した画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.144 [V] ・角速度: - [deg/s] ・バッテリー温度1: - [°C] ・バッテリー温度2: - [°C] ・パケット取得数 水平偏波: 925 垂直偏波: 612 円偏波: 429	
	3	AOS (JST) : 19:11:10 LOS (JST) : 19:17:38 Max Elevation : 4.14 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.099 [V] ・角速度: 30.39 [deg/s] ・バッテリー温度1: -3.460 [°C] ・バッテリー温度2: -0.550 [°C]	
	4	AOS (JST) : 20:41:34 LOS (JST) : 20:53:06 Max Elevation : 86.26 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 99072, SC_S=2, SSC=2, SP=196, ESC=2, EP=387 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・2/13の3rdでデータ移行した画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.110 [V] ・角速度: 30.45 [deg/s] ・バッテリー温度1: - [°C] ・バッテリー温度2: - [°C] ・パケット取得数 水平偏波: 1003 垂直偏波: 1032 円偏波: 740	・今回のパスで、ロケット分離直後に撮影した初期撮影画像のうち1枚を復元することができた。日陰であったため、黒一色の画像が復元できた。
	5	AOS (JST) : 22:18:18 LOS (JST) : 22:24:35 Max Elevation : 3.63 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.096 [V] ・角速度: 30.22 [deg/s] ・バッテリー温度1: -0.800 [°C] ・バッテリー温度2: -2.040 [°C]	
2019/2/14	1	AOS (JST) : 08:14:04 LOS (JST) : 08:18:16 Max Elevation : 8.30 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.160 [V] ・角速度: 31.34 [deg/s] ・バッテリー温度1: - [°C] ・バッテリー温度2: - [°C]	
	2	AOS (JST) : 09:52:09 LOS (JST) : 09:57:37 Max Elevation : 43.04 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 99328, SC_S=48, SSC=48, SP=0, ESC=48, EP=195 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・初期撮影画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.086 [V] ・角速度: 31.19 [deg/s] ・バッテリー温度1: -1.280 [°C] ・バッテリー温度2: 2.760 [°C] ・パケット取得数 水平偏波: 632 垂直偏波: 491 円偏波: 209	・画像データの50%を復元できた。
	3	AOS (JST) : 20:20:54 LOS (JST) : 20:32:10 Max Elevation : 42.51 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。	・バス電圧: 4.110 [V] ・角速度: 33.05 [deg/s] ・バッテリー温度1: 7.77 [°C] ・バッテリー温度2: 1.31 [°C]	
	4	AOS (JST) : 21:55:57 LOS (JST) : 22:10:49 Max Elevation : 9.42 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, バッテリー温度1, バッテリー温度2, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (FSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンロード →サイズ: 99328, SC_S=48, SSC=48, SP=196, ESC=48, EP=387 ・CW省電力モード移行コマンド送信	・角速度およびバッテリー温度を確認するため。 ・初期撮影画像データを確認するため。	・バス電圧: 4.100 [V] ・角速度: 33.16 [deg/s] ・バッテリー温度1: -1.030 [°C] ・バッテリー温度2: 1.370 [°C] ・パケット取得数 水平偏波: 1081 垂直偏波: 1172 円偏波: 608	・今回のパスで、ロケット分離直後に撮影した初期撮影画像のうち1枚を復元することができた。日陰であったため、黒一色の画像が復元できた。

付 録

A.1. NEXUS の概要

NEXUS とは「**N**ext generation **X**Unique **S**atellite」の略で、NEXUS には“絆”，“つながり”といった意味があります。NEXUS は 10cm 立方で質量が約 1.3kg の CubeSat であり、日本大学にとって 4 機の超小型人工衛星となります。

NEXUS には、① リニアトランスポンダ、② FSK 送信機、③ $\pi/4$ シフト QPSK 送信機の 3 つの通信機、ならびに、④ 小型のカメラシステム (N-CAM) が搭載されており、これら 4 つのミッション機器の宇宙実証をメインミッションとしています。

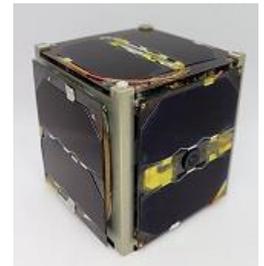


図 2 NEXUS 外観



リニアトランスポンダ



FSK 送信機



$\pi/4$ シフト QPSK 送信機



N-CAM

図 3 ミッション機器

ここ 5 年程で、CubeSat の打ち上げ数は急激に増加しており、その多くがアマチュア無線帯を利用していますが、通信速度がそれほど高くないものや、高速通信は可能だが消費電力が大きいもの、高価なものなどが多く、小型・安価で使い勝手のよい通信機が見当たりませんでした。

そこで、NEXUS では安価でかつ比較的性能の高い通信機を開発・実証することを目的としています。そして、目的達成後は、今後ますます増加する CubeSat にこれらの通信機を搭載していただければと考えています。また、併せて、今後、N-CAM の設計詳細を公開し、こういった小型カメラシステムを自作したい方々に参考にしていただければと考えています。

ミッション機器および衛星システムの詳細は、NEXUS の web サイトをご覧ください。

http://sat.aero.cst.nihon-u.ac.jp/nexus/1_System.html

また、NEXUS のミッションは以下の通りです。詳細は NEXUS の web サイトをご覧ください。

http://sat.aero.cst.nihon-u.ac.jp/nexus/1_Mission.html

ミニマムサクセス	ミッション①	$\pi/4$ シフト QPSK 送信機の動作実証
	ミッション②	FSK 送信機の動作実証
フルサクセス	ミッション③	$\pi/4$ シフト QPSK 送信機の実用性実証
	ミッション④	FSK 送信機の実用性実証
	ミッション⑤	リニアトランスポンダの動作実証
	ミッション⑥	N-CAM の実用性実証
エクストラサクセス	ミッション⑦	高度約 500km における 145MHz 帯電界強度マップ作成

A.2. 打ち上げ前の運用計画と実際の運用状況

打ち上げ前に考えていた運用計画は以下の通りです。

表 3 当初の運用計画

打ち上げ直後	NEXUS との電波の送受信の確認, 初期運用開始
1 か月後	初期運用 (衛星システム全体およびミッション機器の動作確認) の終了
2 か月後	ミッション① $\pi/4$ シフト QPSK 送信機の動作実証達成
3 か月後	ミッション② FSK 送信機の動作実証達成 【ミニマムサクセス達成】
4 か月後	ミッション⑤ リニアトランスポンダの動作実証達成
5 か月後 ～最大 12 か月後	ミッション⑥ N-CAM の実用性実証達成
	ミッション③ $\pi/4$ シフト QPSK 送信機の実用性実証達成
	ミッション④ FSK 送信機の実用性実証達成 【フルサクセス達成】
	ミッション⑦ 高度約 500km における 145MHz 帯電界強度マップ作成 【エクストラサクセス達成】
最大 12 か月後	ミッション運用終了
これ以降	アマチュア無線運用に移行

これに対し, 実際の運用状況は以下の通りです。

表 4 実際の運用状況

打ち上げ直後	NEXUS との電波の送受信の確認, 初期運用開始
9 日後	初期運用 (衛星システム全体およびミッション機器の動作確認) の終了
5 日後	ミッション① $\pi/4$ シフト QPSK 送信機の動作実証達成
5 日後	ミッション② FSK 送信機の動作実証達成 【ミニマムサクセス達成】
8 日後	ミッション⑤ リニアトランスポンダの動作実証達成
16 日後	ミッション⑥ N-CAM の実用性実証達成
	ミッション③ $\pi/4$ シフト QPSK 送信機の実用性実証達成
	ミッション④ FSK 送信機の実用性実証達成 【フルサクセス達成】
	ミッション⑦ 高度約 500km における 145MHz 帯電界強度マップ作成 【エクストラサクセス達成】
	ミッション運用終了
	アマチュア無線運用に移行