



アマチュア通信技術実証衛星 NEXUS の運用経過報告 (3)

2019 年 2 月 8 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 15 日後～21 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 4 つです。

- 1) ミッション⑥ N-CAM の実用性実証の達成：2019 年 2 月 2 日
2019 年 1 月 29 日～2 月 2 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) バッテリー消費と回復
コマンドミスにより、バッテリー電源 ON 状態で約 9 時間周回した結果、バッテリー残量が減り、バッテリー電圧が低下したが、省電力モードに移行することで、回復 (2019 年 2 月 4 日～2 月 6 日)
- 3) 角速度の増加原因の調査
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。
- 4) 無線局免許取得
2019 年 2 月 6 日に実通検査を実施していただき、合格。無線局免許 (衛星局および地球局) を取得。

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

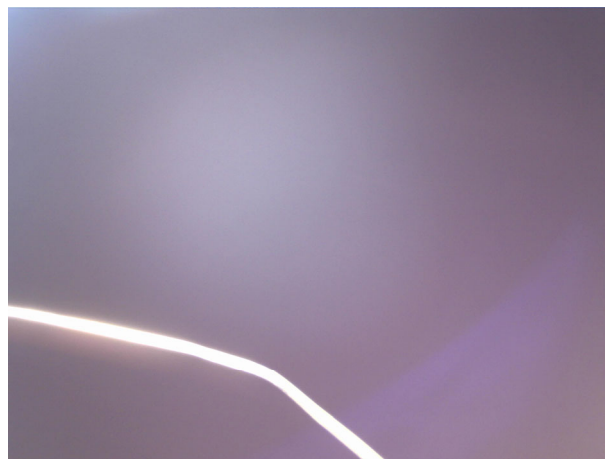


図 1 CAM のフル画像のダウンリンク結果

2019 年 2 月 7 日夜の時点で、以下の結果を得ています。

- 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。

- 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 周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っています。

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、報告したいと思います。

なお、2019 年 2 月 1 日(金)午前から 2019 年 2 月 7 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 1 日（金）午前～2019 年 2 月 7 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
2019/2/1	1	AOS(JST) : 08:04:30 LOS(JST) : 08:11:45 Max Elevation : 5.40 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・C&DH/OFFコマンド送信	・角速度を確認するため。 ・昨日の夜からの軌道6周分のセンシングが終了し、C&DHの電源を切るため。	・バス電圧 : 4.016 [V] ・角速度 : 21.24 [deg/s]	
	2	AOS(JST) : 9:36:30 LOS(JST) : 9:47:45 Max Elevation : 63.36 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いた軌道上約6周分HKデータダウンリンク	・角速度を確認するため。 ・1/31の5thバスでセンシングした軌道約6周分HKデータをダウンリンクするため。	・バス電圧 : 3.928 [V] ・角速度 : 21.09 [deg/s] ・パケット取得数 水平偏波 : 460 垂直偏波 : 453 円偏波 : 250	
	3	AOS(JST) : 11:12:38 LOS(JST) : 11:17:17 Max Elevation : 1.97 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ	・角速度を確認するため。	・バス電圧 : 3.933 [V] ・角速度 : 20.76 [deg/s]	
	4	AOS(JST) : 20:10:58 LOS(JST) : 20:22:05 Max Elevation : 30.98 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いた軌道上約6周分HKデータダウンリンク	・角速度を確認するため。 ・1/31の5thバスでセンシングした軌道約6周分HKデータをダウンリンクするため。	・バス電圧 : 3.983 [V] ・角速度 : 20.24 [deg/s] ・パケット取得数 水平偏波 : 224 垂直偏波 : 578 円偏波 : 151	
	5	AOS(JST) : 21:45:19 LOS(JST) : 21:51:11 Max Elevation : 13.63 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンリンク →サイズ : 227328, SSC=608, SP=53, ESC=53, EP=759	・角速度を確認するため。 ・CAMの撮影画像データの一部をダウンリンクするため。	・バス電圧 : 3.981 [V] ・角速度 : 20.80 [deg/s] ・パケット取得数 水平偏波 : 943 垂直偏波 : 1012 円偏波 : 運用なし	
2019/2/2	1	AOS(JST) : 09:15:42 LOS(JST) : 09:26:57 Max Elevation : 62.22 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ	・角速度を確認するため。	・バス電圧 : 3.969 [V] ・角速度 : 24.10 [deg/s] ・パケット取得数 水平偏波 : 935 垂直偏波 : 777 円偏波 : 運用なし	
	2	AOS(JST) : 10:50:37 LOS(JST) : 10:58:15 Max Elevation : 6.59 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・FSK送信機 (GMSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いたCAMの撮影画像ダウンリンク →サイズ : 227328, SSC=53, SP=760, ESC=53, EP=887	・角速度を確認するため。 ・CAMの撮影画像データの一部をダウンリンクするため。	・バス電圧 : 3.947 [V] ・角速度 : 24.12 [deg/s]	
	3	AOS(JST) : 19:50:44 LOS(JST) : 19:55:51 Max Elevation : 17.49 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いた軌道上約6周分HKデータダウンリンク →バッテリー電圧3.9 V以下を確認、C&DH/OFFコマンド送信	・角速度を確認するため。 ・1/31の5thバスでセンシングした軌道約6周分HKデータをダウンリンクするため。	・バス電圧 : 3.862[V] ・角速度 : 23.14 [deg/s]	・バス電圧が3.9 Vを切っていたため、軌道上HKデータダウンリンクを行わなかった。 ・朝の運用から12時間以上C&DH/ONIにしていたため、バッテリー電圧が落ちていた。バッテリーの回復を待つために、C&DH/OFFコマンドを送信した。
	4	AOS(JST) : 21:23:51 LOS(JST) : 21:34:47 Max Elevation : 24.75 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・FSK送信機 (GMSK, 9600bps, 435.900MHz) を用いた軌道上約6周分HKデータダウンリンク	・角速度を確認するため。 ・2/2の3rdバスで軌道上HKデータダウンリンクが行えなかったため、バス送信機(GMSK)よりも多くのパケット取得が期待できるFSK送信機を用いた。	・バス電圧 : 3.884 [V] ・角速度 : 23.48 [deg/s] ・パケット取得数 水平偏波 : 1209 垂直偏波 : 1433 円偏波 : 運用なし	
2019/2/3	1	AOS(JST) : 08:55:02 LOS(JST) : 09:00:30 Max Elevation : 30.49 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・リニアトランスポンダの試験運用 (UP : 145.900~145.930 MHz/ DOWN : 435.880~435.910 MHz)	・角速度を確認するため。 ・リニアトランスポンダからの応答を確認し、受信したリニアトランスポンダの電界強度を測定するため。	・バス電圧 : 3.884 [V] ・角速度 : 26.38 [deg/s]	・送信周波数145.915MHz(送信側固定)、送信電力10Wでリニアトランスポンダ運用を行い、JAMSATの方々に受信側(USB)の調整を行っていたが、音声送信(LSB)を行い、その返答は日大局で若干間こえたものの電界強度を測定することはできなかった。
	2	AOS(JST) : 10:29:10 LOS(JST) : 10:38:30 Max Elevation : 12.95 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・リニアトランスポンダの試験運用 (UP : 145.900~145.930 MHz/ DOWN : 435.880~435.910 MHz)	・角速度を確認するため。 ・リニアトランスポンダからの応答を確認し、受信したリニアトランスポンダの電界強度を測定するため。	・バス電圧 : 3.916 [V] ・角速度 : 26.81 [deg/s]	・送信周波数145.915MHz(送信側固定)、送信電力10Wでリニアトランスポンダ運用を行い、JAMSATの方々に受信側(USB)の調整を行っていたが、音声送信(LSB)を行い、その返答は日大局で若干間こえたものの電界強度を測定することはできなかった。
	3	AOS(JST) : 19:30:49 LOS(JST) : 19:39:38 Max Elevation : 9.67 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・デジトールカ運用(FM, 437.075MHz)	・角速度を確認するため。 ・デジトールカの動作検証を行うため。	・バス電圧 : 3.940 [V] ・角速度 : 25.90 [deg/s]	・正常にデジトールカ音声をダウンリンクすることができた。
	4	AOS(JST) : 21:02:41 LOS(JST) : 21:14:11 Max Elevation : 47.05 [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, 437.075MHz)	・角速度を確認するため。 ・SSTVの動作検証を行うため。	・バス電圧 : 3.933 [V] ・角速度 : 26.00 [deg/s]	・C&DHのROMに保存されているSSTV用画像データをダウンリンクし、画像を取得することができた。
2019/2/4	1	AOS(JST) : 08:34:33 LOS(JST) : 08:44:31 Max Elevation : 16.40 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・CAM撮影コマンド (JPEG, 解像度2592×1944) 送信	・角速度を確認するため。 ・小型カメラシステム (N-CAM) の実用性実証のため。	・バス電圧 : 4.002 [V] ・角速度 : 26.82 [deg/s]	・CAM撮影が日本上空で行えるようにコマンドを送信し、アップリンクに成功。
	2	AOS(JST) : 10:07:57 LOS(JST) : 10:18:23 Max Elevation : 23.09 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・ヒーターの自動制御/OFFにしてから、約6周分の軌道上HKデータセンシング開始コマンド送信	・角速度を確認するため。 ・角速度に対するヒーターの影響を確認するため。	・バス電圧 : 3.984 [V] ・角速度 : 26.63 [deg/s]	・ヒーター自動制御/OFFコマンドを送信したが、スイッチ情報からヒーター/OFFになっていないこととバッテリー電圧が回復しないことよりヒーター/OFFになっていないことを疑った。 →EPSのプログラムを確認した結果、ヒーター/ONのときにはこのコマンドを送信してもヒーター自動制御/OFFにはならないことがわかった。
	3	AOS(JST) : 19:11:22 LOS(JST) : 19:17:57 Max Elevation : 4.28 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・All switch Offコマンド送信	・角速度を確認するため。 ・ヒーター/OFFにするため。	・バス電圧 : 3.602 [V] ・角速度 : 28.4 [deg/s]	・All switch offコマンドでヒーター/OFFにする前に、ヒーターを常時にONにしたことで、NEXUSは省電力モードに入りヒーターが切れると考えていたが、受信したスイッチ情報よりヒーター/ONであったことがわかり、約9時間(軌道約6周分)ヒーター/ONのまま軌道上を周回していたと考えられる。 ・電力解析の結果から、NEXUSは省電力モードに入ると予想できたにもかかわらず、入らなかったことは現在の衛星の状態と解析条件に不一致があるということである。バス電圧回復後に、約9時間分のHKデータをダウンリンクし、解析結果との合わせこみを行っていく予定である。
	4	AOS(JST) : 20:41:47 LOS(JST) : 20:53:25 Max Elevation : 85.73 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ	・バス電圧の回復および角速度を確認するため。	・バス電圧 : 3.646 [V] ・角速度 : 29.05 [deg/s]	
	5	AOS(JST) : 22:18:28 LOS(JST) : 22:24:56 Max Elevation : 3.84 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ	・バス電圧の回復および角速度を確認するため。	・バス電圧 : 3.666 [V] ・角速度 : 29.05 [deg/s]	
2019/2/5	1	AOS(JST) : 08:14:22 LOS(JST) : 08:22:45 Max Elevation : 8.35 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ	・バス電圧の回復および角速度を確認するため。	・バス電圧 : 3.658 [V] ・角速度 : 31.97 [deg/s]	
	2	AOS(JST) : 09:46:55 LOS(JST) : 09:46:55 Max Elevation : 43.52 [deg]	日照	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ	・バス電圧の回復および角速度を確認するため。	・バス電圧 : 3.653 [V] ・角速度 : 31.75 [deg/s]	
	3	AOS(JST) : 18:53:31 LOS(JST) : 18:54:49 Max Elevation : 0.14 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ	・バス電圧の回復および角速度を確認するため。	・バス電圧 : 3.535 [V]	・バッテリー電圧の回復状況があまり良くない。
	4	AOS(JST) : 20:21:08 LOS(JST) : 20:32:30 Max Elevation : 42.63 [deg]	日陰	・CWカスタム運用 (437.075MHz) →バッテリー電圧, GyroX, GyroY, GyroZ ・ヒーター常時OFFおよびCW省電力モード移行コマンド送信	・バス電圧の回復および角速度を確認するため。	・バス電圧 : 3.669 [V]	
	5	AOS(JST) : 21:56:10 LOS(JST) : 22:05:10 Max Elevation : 9.70 [deg]	日陰	・CW省電力運用 (437.075MHz)	・バス電圧の回復のため。	・バス電圧 : 3.714 [V]	
2019/2/6	1	AOS(JST) : 07:54:45 LOS(JST) : 08:00:16 Max Elevation : 2.76 [deg]	日照	・CW省電力運用 (437.075MHz)	・バス電圧の回復のため。	・バス電圧 : 4.013 [V]	・バス電圧4.0 V以上を確認後にCEカスタムモードに移行する予定であったが、仰角が低くバス時間も短かったためTNCでのデコードができず、運用中のバス電圧の確認はできなかった。LOS後に、SDRの画面より目視にてデコードを行った。
	2	AOS(JST) : 09:26:01 LOS(JST) : 09:37:16 Max Elevation : 89.81 [deg]	日照	・CW省電力運用 (437.075MHz) →CWカスタムモード移行コマンド送信	・バス電圧の回復が確認でき、再び角速度の監視を行うため。	・バス電圧 : 4.003 [V] ・角速度 : 27.01 [deg/s]	
	3	AOS(JST) : 11:01:28 LOS(JST) : 11:07:45 Max Elevation : 4.01 [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, GyroX, GyroY, GyroZ ・ヒーター/OFF状態でのバッテリー電圧と角速度を確認するため。	・ヒーター/OFF状態でのバッテリー電圧と角速度を確認するため。	・バス電圧 : 4.055 [V] ・角速度 : 26.67 [deg/s] ・バッテリー温度1 : -7.35 [°C] ・バッテリー温度2 : -7.35 [°C]	
	4	AOS(JST) : 20:00:44 LOS(JST) : 20:11:26 Max Elevation : 23.14 [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, GyroX, GyroY, GyroZ ・ラインチェックコマンド送信	・ヒーター/OFF状態でのバッテリー電圧と角速度を確認するため。	・バス電圧 : 4.091 [V] ・角速度 : 27.11 [deg/s] ・バッテリー温度1 : -2.82 [°C] ・バッテリー温度2 : -0.38 [°C]	・日大局まで総務省の方々にお願いいただき、新地上局と衛星局の新設検査を行った。ラインチェックコマンドをアップリンクし、衛星からの応答としてUPLINK OKとラインチェック結果が返ってくることを確認し、新地上局およびNEXUSは新設検査に合格できた。
	5	AOS(JST) : 21:34:28 LOS(JST) : 21:44:54 Max Elevation : 18.24 [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, GyroX, GyroY, GyroZ ・CW省電力モード移行コマンド送信	・2/6の3rdから5thのCWカスタム運用時には角速度が増加傾向にあったのに対して、2/6の2ndから3rdにかけてのCW省電力運用時には角速度の減少傾向が見られたため。	・バス電圧 : 4.099 [V] ・角速度 : 27.43 [deg/s] ・バッテリー温度1 : -2.31 [°C] ・バッテリー温度2 : 0.92 [°C]	
2019/2/7	1	AOS(JST) : 09:05:15 LOS(JST) : 09:16:19 Max Elevation : 42.87 [deg]	日照	・CWカスタムモード移行コマンド送信後 に角速度を確認 ・CW省電力モードに移行コマンド送信	・日大局の可視範囲に入ったときのみ、角速度を角速度を確認するためにCWカスタムモードに移行する。	・バス電圧 : 4.144 [V] ・角速度 : 29.53 [deg/s]	
	2	AOS(JST) : 10:39:46 LOS(JST) : 10:48:17 Max Elevation : 9.33 [deg]	日照	・CWカスタムモード移行コマンド送信後 に角速度を確認 ・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いたCAMステータス情報ダウンリンク	・2/4の1stにCAMで撮影した画像データのサイズから地球が写りこむ画像がないか判別するため。	・バス電圧 : 4.179 [V] ・パケット取得数 水平偏波 : 335 垂直偏波 : 265 円偏波 : 64	
	3	AOS(JST) : 19:02:02 LOS(JST) : 19:06:54 Max Elevation : 2.11 [deg]	日陰	・CWカスタムモード移行コマンド送信後 に角速度を確認 ・CW省電力モードに移行コマンド送信	・日大局の可視範囲に入ったときのみ、角速度を角速度を確認するためにCWカスタムモードに移行する。	・バス電圧 : 4.077 [V] ・角速度 : 30.79 [deg/s] ・バッテリー温度1 : -6.66 [°C] ・バッテリー温度2 : -4.33 [°C]	
	4	AOS(JST) : 22:07:15 LOS(JST) : 22:15:14 Max Elevation : 6.65 [deg]	日陰	・バス送信機 (GMSK, 9600bps, 437.075MHz) を用いた軌道上約6周分HKデータダウンリンク	・2/4の2ndバスからセンシングした軌道上約6周分のHKデータをダウンリンクするため。	・バス電圧 : 4.107 [V] ・パケット取得数 水平偏波 : 426 垂直偏波 : 476 円偏波 : 121	

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。

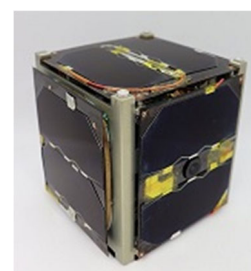
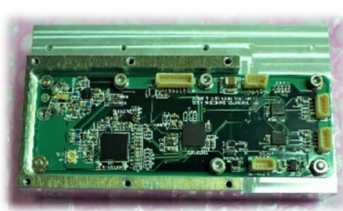


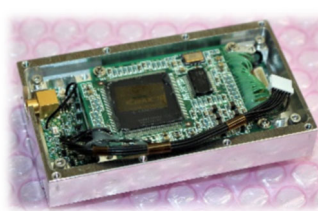
図 2 NEXUS 外観



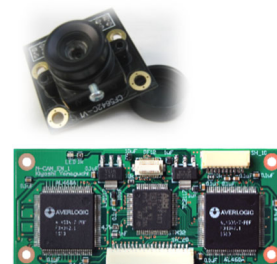
リニアトランスポンダ



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	ミッション⑥ N-CAM の実用性実証達成
～最大 12 か月後	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