



アマチュア通信技術実証衛星 NEXUS の運用経過報告 (1)

2019年1月25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、打ち上げ後1週間の運用経過をご報告いたします。

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。

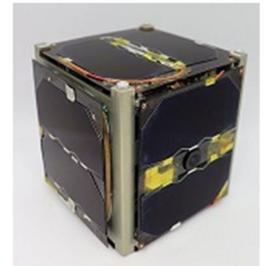
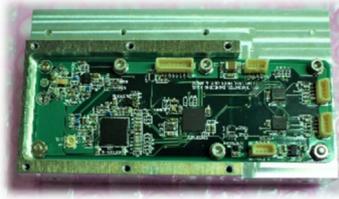


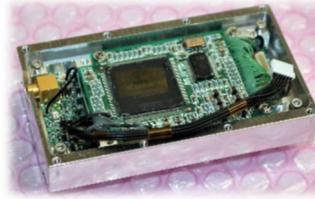
図1 NEXUS 外観



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2 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

2. 運用計画

打ち上げ前に考えていた運用計画は以下の通りです。

表1 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

3. これまでの運用結果

2019年1月24日夜の時点で、以下の結果を得ています。

- 初期運用のうち、以下の3つを除き、終了。
 - SSTV 画像の送信 (衛星に搭載されたメモリに保存してある画像を SSTV 方式で地上に送信)
 - Digi-talker 音声の送信 (衛星に搭載された音声メモリに保存してある音声を地上に送信)
 - リニアトランスポンダの動作確認
- ミニマムサクセスの達成** (ミッション①, ②の達成) : 2019年1月23日

また、初期運用の一つとして、低解像度のカメラ画像 (VGA, 640×480) の撮影およびダウンリンクを1月21日に実施しました。得られた画像は図3の通りであり、左側の画像には、右上に白飛びした地球が、右側の画像には陸と海および雲が映っていることがわかります。右側の画像の撮影位置はアイスランド東部の海上であり、アイスランド東部の海岸線が映っています。なお、初期運用の状況は次ページの表2の通りです。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

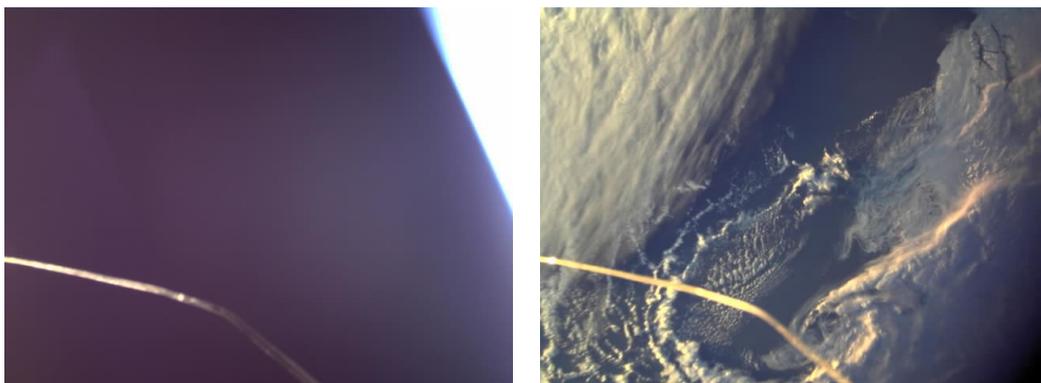


図3 カメラシステムの動作確認結果

以上の通り、当初予定 (表1) に比べると、きわめて順調に運用は進んでいます。

4. 今後1週間の運用

初期運用のうち、前節に示した、終了していない SSTV および Digi-talker の動作確認を終了させるとともに、「ミッション⑥ N-CAM の実用性実証」を達成したいと考えています。また、メインミッションの中でも最も重要な、「ミッション⑤ リニアトランスポンダの動作実証」を、JAMSAT 殿と一緒に実施・達成したいと考えています。

表2 初期運用の状況 (2019年1月24日(木)現在)

No.	系統	関連システム	確認事項	内容	実施状況
1	バスシステム	all	NEXUSの分離および電源投入	分離機構からNEXUSが分離し、分離と同時に電源投入されること	○
2		EPS, FMR	アンテナ展開	アンテナが正常に展開すること	○
3		FMR, CW	初期アップリンク	バス無線機で地上局からのコマンドを受信し、その返答となるCWビーコンを地上局で受信できること	○
4		EPS, C&DH, SG, FMR, CW	全ラインチェック	バスシステム間の通信ラインが確立されていること	○
5		C&DH	C&DHのROM0から初期センシングデータダウンロード	C&DHのROM0からNEXUS放出時及びアンテナ展開前後の初期センシングデータをダウンロードし、そのデータを地上局ソフトで復調できること	○
7		C&DH, SG, CW	初期センシングデータの確認	ダウンロードした初期センシングデータをグラフ化し、各センサの値が正常であることを確認すること	○
8		C&DH	バス無線機を用いたSSTV画像送信	バス無線機を用いたSSTV画像をダウンロードし、画像データに誤りがないことを確認すること	-
9		C&DH	バス無線機を用いたデジタル音声送信	バス無線機を用いたデジタル音声データをダウンロードし、音声データに誤りがないことを確認すること	-
10		ミッション機器	CAM	CAMとC&DHの通信ライン	CAMとC&DHの通信ラインが確立されていること
11	CAMの電源ON/OFF			CAMの電源ON/OFFができること	○
12	CAMのROM0から画像データダウンロード			CAMのROM0から画像データをダウンロードし、解析ソフトで画像に復元できること	○
13	CAMのROM1から画像データダウンロード			CAMのROM1から画像データをダウンロードすること、解析ソフトで画像に復元できること	○
14	QPSK		$\pi/4$ shift QPSK送信機とC&DHの通信ライン	$\pi/4$ shift QPSK送信機とC&DHの通信ラインが確立されていること	○
15			$\pi/4$ shift QPSK送信機の電源ON/OFF	$\pi/4$ shift QPSK送信機の電源ON/OFFができること	○
16			$\pi/4$ shift QPSK送信機を用いたデータダウンロード	$\pi/4$ shift QPSK送信機を用いたデータダウンロードを行い、地上局ソフトでそのデータの復調ができること	○
17	FSK		FSKとC&DHの通信ライン	FSK送信機とC&DHの通信ラインが確立されていること	○
18			FSK送信機の電源ON/OFF	FSK送信機の電源ON/OFFができること	○
19			FSK送信機を用いたデータダウンロード	FSK送信機の通信速度9600bpsを用いたデータダウンロードを行い、地上局TNCでそのデータが復調できること	○
20	TRP		リニアトランスポンダとC&DHの通信ライン	リニアトランスポンダとC&DHの通信ラインが確立されていること	○
21			リニアトランスポンダの電源ON/OFF	リニアトランスポンダの電源ON/OFFができること	○
22		リニアトランスポンダを用いた音声継	地上局から145MHz帯でアップリンクした音声を435MHz帯に変換し、地上局で明確な音声としてダウンロードできること	-	

C&DH	コマンド&データハンドリング系(メインコンピュータ)
CAM	小型カメラシステムN-CAM
CW	CW系(モールス信号送信)
EPS	電源系
FMR	フライト・マネージメント・受信系(バス系受信機)
FSK	FSK送信機
QPSK	$\pi/4$ シフトQPSK送信機
SG	センサ系
TRP	リニアトランスポンダ

5. 運用内容の詳細

3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、今回、NEXUS用に構築した地上局システムの長所、性能の高さを確認することができました。地上局システムについては、今後、その詳細をご報告したいと考えております。

なお、2019年1月18日(金)午前から2019年1月24日(木)夜までの運用内容の詳細は表3の通りです。

6. 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.est.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3 2019年1月18日(金)午前~2019年1月24日(木)夜までの運用内容

日付	Pass number	運用条件		運用内容		運用結果	
		適用条件	日照・日陰	検証事項	検証目的	解析結果	考察及び良かったこと
2019/1/18	1	Time(JST): 11:23:59 11:25:06 11:26:14 Max Elevation: 0.42 [deg]	日照	・初期アップリンク	・アンテナ展開に成功し、地上局からのアップリンクの返答としてバス送信機のCWビーコンが受信できることを確認するため。	・バス電圧: 4.160[V]	・NEXUSのCWビーコンは強力との報告を多くいただいた。 ・バス送信機が地上局からのコマンドを受信できることを確認。 ・アンテナ展開に成功していることを確認。 ・バス送信機がCWビーコンを送信できることを確認。
	2	Time(JST): 20:21:23 20:27:00 20:32:40 Max Elevation: 40.03 [deg]	日陰	・全ラインチェック ・OBJECT B追尾	・バスシステム間の通信ラインが確立されていることを確認するため。	・バス電圧: 3.999[V]	・バスシステム間の通信ラインが確立されていることを確認。 ・OBJECT推定(軌道推定)について OBJECT A B C D E F Gの7つが確認され、このうちのどれかがNEXUS。
	3	Time(JST): 21:56:21 22:00:53 22:05:28 Max Elevation: 10.24 [deg]	日陰	・バス送信機のGMSK変調を用いた初期センシングデータダウンリンク ・OBJECT C追尾	・バス送信機のGMSK変調がダウンリンクできることを確認するため。 ・初期センシングデータから衛星の初期状態及びセンサ類の値が正常であることを確認するため。	・バス電圧: 4.025[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 0バケット ・垂直偏波: 30バケット ・円偏波: 40バケット	・バス送信機のGMSK変調を用いたダウンリンクができることを確認。
2019/1/19	1	Time(JST): 07:53:33 07:56:14 07:58:55 Max Elevation: 2.54 [deg]	日照	・バス送信機のGMSK変調を用いた初期センシングデータダウンリンク ・OBJECT F追尾 →OBJECT Gを追尾したかったが、可視範囲に入らなかったためOBJECT Fを追尾	・初期センシングデータから衛星の初期状態及びセンサ類の値が正常であることを確認するため。	・バス電圧: 4.028[V]	・バス電圧が3.9V以上であること確認後にLOSしたため、GMSK変調のダウンリンクは行えなかった。
	2	Time(JST): 09:24:33 09:30:21 09:35:59 Max Elevation: 83.38 [deg]	日照	・バス送信機のGMSK変調を用いた初期センシングデータダウンリンク ・OBJECT F追尾	・初期センシングデータから衛星の初期状態及びセンサ類の値が正常であることを確認するため。	・バス電圧: 4.018[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 47バケット ・垂直偏波: 45バケット ・円偏波: 21バケット	
	3	Time(JST): 10:59:43 11:03:10 11:06:37 Max Elevation: 4.91 [deg]	日照	・バス送信機のGMSK変調を用いたCAMのROM0のステータス情報ダウンリンク ・OBJECT F追尾	・CAMの初期撮影の画像データサイズを確認するため。	・バス電圧: 4.021[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 285バケット ・垂直偏波: 149バケット ・円偏波: 5バケット	・CAMのROM0からデータを読み出し、ダウンリンクできることを確認。 ・ダウンリンクした画像データサイズより真黒な画像と判断した。
	4	Time(JST): 19:58:39 20:03:55 20:09:14 Max Elevation: 21.29 [deg]	日陰	・バス送信機のGMSK変調を用いたCAMのROM0のステータス情報ダウンリンク ・OBJECT F追尾	・CAMの初期撮影の画像データサイズを確認するため。	・バス電圧: 4.038[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 174バケット ・垂直偏波: 135バケット ・円偏波: 179バケット	・ダウンリンクした画像データサイズより真黒な画像と判断した。 ・OBJECT推定(軌道推定) ・OBJECT Jが追加され、OBJECT J G F E D C B Aの順に飛翔。 このうちの1つはロケットの部品とみられる。
	5	Time(JST): 21:32:05 21:37:21 21:42:42 Max Elevation: 20.07 [deg]	日陰	・バス送信機のAFSK変調を用いたリアルタイムセンシング ・OBJECT F追尾	・バス送信機のAFSK変調ができることを確認するため。 ・C&DHのリアルタイムセンシングができることを確認するため。	・バス電圧: 4.033[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 249バケット ・垂直偏波: 260バケット ・円偏波: 188バケット	・バス送信機のAFSK変調を用いてダウンリンクできることを確認。 ・ダウンリンクしたセンシングデータを確認後、データがバグっていることを確認。 ・ドップラーシフトが上向き一致することから、NEXUSはOBJECT Fであることがわかった。
2019/1/20	1	Time(JST): 09:05:16 09:10:57 09:16:31 Max Elevation: 42.40 [deg]	日照	・日照におけるCAM画像撮影	・地球が写りこんでいる画像データをダウンリンクするため。	・バス電圧: 4.029[V]	
	2	Time(JST): 10:39:44 10:44:09 10:48:33 Max Elevation: 10.06 [deg]	日照	・バス送信機のGMSK変調を用いたCAMのROM1のステータス情報ダウンリンク	・1/20の1stバスで撮影した画像のデータサイズを確認するため。	・バス電圧: 4.033[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 146バケット ・垂直偏波: 120バケット ・円偏波: 32バケット	・CAMのROM1のステータス情報より、画像データサイズを確認した結果、白飛びしている可能性が高いことがわかった。
	3	Time(JST): 19:40:44 19:45:31 19:50:19 Max Elevation: 12.92 [deg]	日陰	・バス送信機のGMSK変調を用いたリアルタイムセンシング ・CAMの撮影コマンド送信	・1/20の1stバスで撮影した画像が白飛びしている可能性があるかと判断し、再度撮影を行うため。	・バス電圧: 4.068[V]	・CAMの撮影コマンドを送信するタイミングがLOS直前だったため、通らなかった。
	4	Time(JST): 21:13:13 21:18:49 21:24:31 Max Elevation: 34.51 [deg]	日陰	・1/20の1stバスで送信したCAMの撮影コマンドが通っていないことを確認 →CAMの撮影コマンド送信 ・1/20の1stバスで送信したCAMの撮影コマンドが通っていることを確認 →CAMのROM0のステータス情報ダウンリンク ・バス送信機のGMSK変調を用いたデータセンシング	・CAMの撮影を行うため。	・バス電圧: 4.063[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 101バケット ・垂直偏波: 24バケット ・円偏波: 32バケット	・1/20の3rdバスで送信したCAMの撮影コマンドが通っていないことを確認。 ・日が当たる境目の場所をCAM撮影を行うコマンドを送信し、受信したことを確認。
2019/1/21	1	Time(JST): 08:44:44 08:50:05 08:55:21 Max Elevation: 22.31 [deg]	日照	・バス送信機のGMSK変調を用いたCAMのROM1のステータス情報ダウンリンク	・1/20の4thバスで撮影した画像のデータサイズを確認するため。	・バス電圧: 4.093[V] ・バケット取得数: 1 ・水平偏波: 1バケット ・垂直偏波: 34バケット ・円偏波: 119バケット	・CAMのROM1のステータス情報より、画像データサイズを確認した結果、白飛びしていない写真撮影ができている可能性があることがわかった。
	2	Time(JST): 10:18:28 10:23:35 10:28:37 Max Elevation: 18.12 [deg]	日照	・バス送信機のGMSK変調を用いたCAMのROM1の画像データダウンリンク	・1/20の4thバスで白飛びしていない写真撮影ができていると判断し、該当する画像データをおとすため。	・バス電圧: 4.058[V] ・バケット取得数: 99 ・水平偏波: 99バケット ・垂直偏波: 115バケット ・円偏波: 27バケット ・画像データ1枚取得 VGA(640×480)	・画像データを解析後、写真には衛星のアンテナとわずかに地球が写りこんでいることを確認。
	3	Time(JST): 19:21:03 19:24:57 19:28:52 Max Elevation: 6.66 [deg]	日陰	・CAMの画像データ移行 ・バス送信機のGMSK変調を用いたCAMの画像データダウンリンク	・地球が写りこんでいる可能性のある画像データをおとすため。	・バス電圧: 4.073[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 0バケット ・垂直偏波: 45バケット ・円偏波: 0バケット	
	4	Time(JST): 20:52:13 20:57:59 21:03:51 Max Elevation: 69.24 [deg]	日陰	・バス送信機のGMSK変調を用いたCAMの画像データダウンリンク	・地球が写りこんでいる可能性のある画像データをおとすため。	・バス電圧: 4.071[V] ・バケット取得数: 854 ・水平偏波: 854バケット ・垂直偏波: 636バケット ・円偏波: 282バケット ・画像データ1枚取得 VGA(640×480)	・画像データを解析後、写真には衛星のアンテナと地球がきれいに写りこんでいることを確認。
	5	Time(JST): 22:30:01 22:32:14 22:34:29 Max Elevation: 1.64 [deg]	日陰	・バス送信機のGMSK変調を用いたセンシングデータダウンリンク	・バス送信機のAFSK変調を用いたリアルタイムセンシングデータダウンリンクにおけるデータがバグっていたことを踏まえ、GMSK変調でのセンシングデータダウンリンクを行いおとしたデータが正常であることを確認するため。	・バス電圧: 4.058[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 61バケット ・垂直偏波: 0バケット ・円偏波: 0バケット	・仰角が低くバス時間も短かったため、あまりデータ取得ができなかった。
2019/1/22	1	Time(JST): 08:24:25 08:29:10 08:33:50 Max Elevation: 12.06 [deg]	日照	・FSK送信機を用いたリアルタイムデータダウンリンク	・FSK送信機の通信速度9600bpsでのダウンリンクができることを確認するため。	-	・地上局にてCWビーコンが確認できなかった。
	2	Time(JST): 09:57:24 10:02:56 10:08:22 Max Elevation: 32.47 [deg]	日照	・CW通常運用	・CWビーコンが送信されることを確認するため。	-	・昨夜5バス目にCW再開コマンドを入れ忘れたため、CWビーコンが確認できなかった。 ・アップリンクをしたが、通らなかった。 ・アップリンクが通らなかった原因は、アップリンク用無線機の出力が本来50Wのところ、10Wになってしまったこととわかった。また、CWビーコンが音が聞こえないため確実にアップリンク周波数を調整することが難しかったことも原因の1つと考えられる。
	3	Time(JST): 19:02:04 19:04:28 19:06:52 Max Elevation: 2.04 [deg]	日陰	・CW通常運用	・CWビーコンが送信されることを確認するため。	-	・アップリンクが通らなかった。 ・アップリンクが通らなかった原因としては、最大仰角が2.04度と低かったことが考えられる。
	4	Time(JST): 20:31:28 20:37:13 20:43:02 Elevation: 59.13 [deg]	日陰	・CW通常運用	・CWビーコンが送信されることを確認するため。	・バス電圧: 4.058[V]	・CWの再開及びCWテレメトリデータから衛星の状態は正常であることを確認。
	5	Time(JST): 22:07:12 22:11:12 22:15:15 Max Elevation: 6.80 [deg]	日陰	・FSK送信機の通信速度9600bpsを用いたリアルタイムデータダウンリンク	・FSK送信機の通信速度9600bpsを用いたダウンリンクができることを確認するため。	・バス電圧: 4.054[V]	・アップリンクが通らなかった。
2019/1/23	1	Time(JST): 08:04:29 08:08:10 08:11:49 Max Elevation: 5.48 [deg]	日照	・CW通常運用	・アップリンクが通るか確認するため。	・バス電圧: 4.045[V]	・前のバスでアップリンクが通らなかったことを踏まえ、周波数調整を改善し再度アップリンクを試したが、アップリンクが通らなかった。
	2	Time(JST): 09:36:28 09:42:12 09:47:50 Max Elevation: 64.77 [deg]	日照	・FSK送信機の通信速度9600bpsを用いたリアルタイムデータダウンリンク	・FSK送信機の通信速度9600bpsを用いたダウンリンクができることを確認するため。	・バス電圧: 4.055[V] ・バケット取得数: 123 ・水平偏波: 123バケット ・垂直偏波: 83バケット ・円偏波: 0バケット	・前のバスでアップリンクが通らなかったことを踏まえ、周波数調整を改善し再度アップリンクを試し、成功した。 ・FSK送信機の通信速度9600bpsを用いたダウンリンクができ、そのデータを地上局TNCで復調できることを確認。
	3	Time(JST): 11:12:30 11:14:59 11:17:28 Max Elevation: 2.25 [deg]	日照	・CW通常運用 ・リニアトランスポンダの運用	・衛星の状態を確認するため。 ・リニアトランスポンダの動作確認を行うため。	・バス電圧: 4.049[V]	周波数調整を改善し再度アップリンクを試し、成功した。 LSB(送信)し、USB(受信)により、リニアトランスポンダの動作確認を行ったが、LSB送信の帯域が狭く、周波数を合わせる自分が自分たちの技術では困難であった。そのため、きれいな音をダウンリンクすることが出来なかった(かすかに機械音に混じった人の声は聞こえた)。
	4	Time(JST): 20:10:59 20:16:30 20:22:05 Max Elevation: 30.60 [deg]	日陰	・C&DHのROMにセンシングデータ保存 ・FSK送信機の通信速度9600bpsを用いたリアルタイムデータダウンリンク	・RF放射時と放射していない時で、センサの値がぶれるかを比較するため(センシングデータをなるべく連続データとする)。	・バス電圧: 4.046[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 613バケット ・垂直偏波: 507バケット ・円偏波: 295バケット	・FSK送信機を使用している場合もデータの値が振れる現象が見られた。
	5	Time(JST): 20:10:59 20:16:30 20:22:05 Max Elevation: 30.60 [deg]	日陰	・π/4 shift QPSK送信機を動作確認 →0詰めされたテストデータとリードンロモンデータのダウンリンク	・π/4 shift QPSK送信機を用いたテストデータのダウンリンク及び地上局ソフトでの復調ができることを確認するため。	・バス電圧: 4.036[V] ・バケット取得数: 1バケット	・π/4 shift QPSK送信機を用いたテストデータダウンリンクができ、そのデータを地上局ソフトで復調できることを確認。 ・仰角が低く、π/4 shift QPSK送信機の通りが悪かったと考えている。また、日陰であり、電源状態も日照に比べ弱かったことも考えられる。
2019/1/24	1	Time(JST): 7:45:46 7:47:06 7:48:26 Max Elevation: 0.54 [deg]	日照	・CW通常運用	・ミッション通信機を用いて消費した電力回復を確認するため。 ・仰角が低くバス時間が短いため。	・バス電圧: 4.047[V]	・ミッション通信機を用いた運用後の電力回復が確認できた。
	2	Time(JST): 9:15:41 9:21:25 9:27:02 Max Elevation: 61.57 [deg]	日照	・π/4 shift QPSK送信機を動作確認 →0詰めされたテストデータとリードンロモンデータのダウンリンク	・π/4 shift QPSK送信機を用いたダウンリンク及び地上局ソフトでの復調ができることを確認するため。	・バス電圧: 4.012[V]	・π/4 shift QPSK送信機自体の電波は強力であったが、違法無線の影響がダウンリンク周波数に出ており、復調することはできなかった。
	3	Time(JST): 10:50:34 10:54:29 10:58:23 Max Elevation: 6.93 [deg]	日照	・バス送信機のGMSK変調を用いたセンシングデータダウンリンク	・1/24の4thバスでC&DHのROMに保存したセンシングデータをダウンリンクするため。 ・RF放射時と放射していない時で、センサの値がぶれるかを比較するため。(センシングデータをなるべく連続データとする)。	・バス電圧: 4.003[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 320バケット ・垂直偏波: 207バケット ・円偏波: 0バケット	・RF放射時センシングしたセンサデータとそうでない時にセンシングしたセンサデータを比較した結果、RF放射は一部のセンサデータに影響を与えていることがわかった。
	4	Time(JST): 19:50:45 19:55:51 20:00:59 Max Elevation: 17.33 [deg]	日陰	・バス送信機のGMSK変調を用いた初期センシングデータダウンリンク	・NEXUS放出直後200秒のデータより、放出直後のNEXUSの角速度を確認するため。	・バス電圧: 4.018[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 181バケット ・垂直偏波: 325バケット ・円偏波: 0バケット	・放出直後のNEXUSの角速度は約3.5deg/sであった。
	5	Time(JST): 21:23:51 21:29:18 21:34:49 Max Elevation: 25.16 [deg]	日陰	・バス送信機のGMSK変調を用いた初期センシングデータダウンリンク	・ニクロム線加熱開始前後100秒のデータより、アンテナ展開時の角速度を確認するため。	・バス電圧: 4.012[V] ・バケット取得数: 0 ・水平偏波: 745バケット ・垂直偏波: 833バケット ・円偏波: 283バケット	・ニクロム線加熱開始前後100秒の角速度データより、一瞬角速度が増加することを確認でき、このときにアンテナが展開されたのではないかと考えられる。