



アマチュア通信技術実証衛星「NEXUS」

「CW システム通信仕様書」

Doc.No.TBD3
版：第1版

作成日：2019/01/29

改訂履歴

ver	作成日	改訂内容	作成者	承認
1.0	2018/10/10	初版	小野	
1.1	2018/11/28	送信時間と送信間隔 の訂正	小野	
1.2	2019/01/29	Gyro データ換算方法 とカスタムモード総 word 数の訂正	藤井	

1. システム概要

本システムは、超小型人工衛星 NEXUS の CW ビーコンを送信するシステムである。本システムは運用モードを持ち、衛星の状態に応じて通常モード、省電力モードを切り替える機能を持っている。通常モードと省電力モードは衛星の健康状態を EPS(Electric Power Supply system)からの信号をもとに判断し、自動で切り替わるものである。このほかにも、CW を停止する機能、送信データの可変機能(カスタムモード)、を有する。これらの機能は最上位システムである FMR(Flight Management Receiver)からのコマンドでも制御することが可能である。

2. 運用モード

本節では CW システムが持つモードの説明を行う。以下に各モードの詳細を記述した表を示す。

Table 1 CW 運用モード内訳

モード	詳細
通常モード	SG から衛星時間、スイッチ情報、リセット情報、センシングデータを受け取り、データを CW ビーコンに変換し送信する。データの送信時間は約 50sec であり、送信間隔は約 3sec である。 送信データは次節で説明。
省電力モード	衛星の電力状態が危険な状態のとき、EPS のフラグを検知しこのモードに入る。送信データは通常モードと同様であるが、送信間隔が 30sec となっている。 送信データは次節で説明。
カスタムモード	SG からのデータを CW ビーコンに変換し送信する。送信データを任意で設定し送信している。送信時間は約 30sec から 100sec である。送信間隔は約 3sec である。 送信データは次節で説明。
ラインチェックモード	FMR からのコマンドでのみ動作する。衛星がロケットから分離した時に、各システムが正常に動作しているかを確認するラインチェックが行われる。その時のモードがこのラインチェックモードである。ラインチェックの結果は 10 回送信する。送信時間は約 30sec であり、送信間隔は約 3sec である。 ラインチェック後は、ラインチェックモードに入る直前の運用モードに切り替わる。
アップリンク受信返答	FMR が地上局からのアップリンクを受けた時に、コマンドを受け動作する。送信回数は 3 回である。送信間隔は約 3sec である。 送信内容 : uplink_is_ok

3. 通信フォーマット

3.1. SG からの通信データ

CW が SG から受け取るデータは以下の通りである。

Table 2 SG からの通信データ

データ内容	データ型	データ量
衛星時間	int 型	4 bytes
スイッチ情報	int 型	1 byte
リセット情報	int 型	5 bytes
バッテリー電圧	long 型	2 bytes
バッテリー電流	long 型	2 bytes
バッテリー温度 1	long 型	2 bytes
バッテリー温度 2	long 型	2 bytes
5V レギュレータ温度 1	long 型	2 bytes
5V レギュレータ温度 2	long 型	2 bytes
3.5V レギュレータ温度	long 型	2 bytes
トランスポンダ用パワーアンプ温度	long 型	2 bytes
QPSK 送信機温度	long 型	2 bytes
FSK 送信機温度	long 型	2 bytes
Gyro データ(x,y,z の順)	long 型	6 bytes
磁気データ(x,y,z の順)	long 型	6 bytes
合計		42 bytes

データは hex で送信するので、受信したデータを換算する必要がある。換算については以下に示す。

3.1.1. 衛星時間

衛星時間は 0.5sec でカウントしているため、次式で換算できる。

$$\text{Time} = 0.5 \times \text{衛星時間(dec)} \tag{1}$$

3.1.2. スイッチ情報

スイッチ情報はバイナリデータであるので換算は不要である。バイナリデータが意味する情報は以下の通りである。

7bit(MSB)	6bit	5bit	4bit	3bit	2bit	1bit	0bit(LSB)
強制実行	ヒーター	3.5V regulator	CDH	CAM	QPSK	FSK	TPR

< 注 >

強制実行：電力状態の如何にかかわらず、運用可能にすること。

ヒーター：バッテリーを温めるためのヒーター。

CDH：Command Data Handling の略のことで衛星のデータを取扱うシステム。

CAM：CAMera system のことで写真撮影が可能。

QPSK：QPSK 送信機のこと。

FSK：FSK 送信機のこと。

TPR：リニアトランスポンダのこと。

bit が 1 の場合、スイッチが ON であることを示し、0 の場合はスイッチが OFF であることを示す。

3.1.3. リセット情報

リセット情報も換算は不要である。各 1byte でリセット回数をカウントしている。カウントする 5bytes の内訳は以下の通りである。

reset info[0]	reset info[1]	reset info[2]	reset info[3]	reset info[4]
FMR	CDH	CW	EPS	SG

< 注 >

- FMR : Flight Management Receiver の略で衛星の最上位システム。
- CDH : Command Data Handling の略で衛星のデータを取り扱うシステム。
- CW : CW システムのこと。
- EPS : Electric Power Supply の略で衛星の電源を制御するシステム。
- SG : Sensor Group の略で衛星の状態をセンサで取得するシステム。

3.1.4. バッテリ電圧

バッテリ電圧は以下の式で換算できる。

$$\text{Voltage Data [V]} = 0.001 \times \text{バッテ電圧(dec)} \tag{2}$$

3.1.5. バッテリ電流

バッテリ電流は以下の式で換算できる。

$$\text{Current Data [A]} = 0.001 \times \text{バッテリ電流(dec)} \tag{3}$$

3.1.6. 温度データ

温度データは以下の式で換算できる。温度データは符号付データなので、2 の補数を計算する。

$$\text{温度データ(dec)} = \text{温度データ(hex)の 2 の補数} \tag{4}$$

計算された符号付データに対し 0.01 を掛けることで物理量に換算できる。

$$\text{Temperature [deg]} = 0.01 \times \text{温度データ(dec)} \tag{5}$$

3.1.7. Gyro データ

Gyro データは以下の式で換算できる。Gyro データは符号付データなので、受信したデータの 2 の補数を計算する。

$$\text{Gyro データ(dec)} = \text{Gyro データ(hex)の 2 の補数} \tag{6}$$

計算された補数に対し、0.0125 をかける。

$$\text{Rate Data [deg/sec]} = 0.0125 \times \text{Gyro データ(dec)} \tag{7}$$

3.1.8. 磁気データ

磁気データは以下の式で換算できる。磁気データは符号付データであるので、受信したデータの 2 の補数を計算する必要がある。

$$\text{磁気データ(dec)} = \text{磁気データ(hex)の 2 の補数} \tag{8}$$

計算された符号付データが物理量を示す。単位は nT(ナノテスラ)である。

3.2. 通常モード

CW の通常モードでは以下の図に示すデータを送信する。

コールサイン	衛星名	CW 運用モード	衛星時間	スイッチ情報	リセット情報	バッテリー電圧
JS1YAV	NEXUS	2 words	8 words	2 words	10 words	4 words
バッテリー電流	バッテリー温度 1	バッテリー温度 2	5V レギュレータ温度 1	5V レギュレータ温度 2	合計	
4 words	4 words	4 words	4 words	4 words	57 words	

Figure 1 通常モード通信フォーマット

上記のデータは約 50sec で送信され、次のデータの送信間隔は約 3sec である。

3.3. 省電力モード

省電力モードの場合、送信するデータは 3.2 項に示すものであるが、送信間隔が約 30 秒となっており、通常モードの 10 倍の間隔でデータを送信する。

3.4. カスタムモード

カスタムモードは CW をカスタムモードに移行させる際、備考データ(4bytes)の値を読み取りそのデータに応じて送信するデータを選択する。選択可能なデータは Table 2 に示すデータである。通信フォーマットは以下の通りである。

コールサイン	衛星名	CW 運用モード	衛星時間	スイッチ情報	リセット情報
JS1YAV	NEXUS	2 words	8 words	2 words	10 words
センシングデータ					合計
Variable (0 to 64) words					Variable (33 to 97) words

Figure 2 カスタムモード通信フォーマット

データの送信時間は約 30sec から 100sec である。データの送信間隔は約 3sec である。

3.5. ラインチェックモード

ラインチェックモードは FMR が実施したラインチェックの結果を送信するモードである。そのため、送信回数を 10 回としており、通常モード、省電力モード、カスタムモードとは異なる。通信フォーマットは以下の通りである。

コールサイン	衛星名	CW 運用モード	衛星時間	スイッチ情報	リセット情報	ラインチェック結果	合計
JS1YAV	NEXUS	2 words	8 words	2 words	10 words	2 words	35 words

Figure 3 ラインチェック通信フォーマット

3.6. アップリンク受信返答

衛星が地上からのアップリンクを受信したとき、CW ビーコンにて衛星地震がコマンドを受信したことを地上局に知らせる必要がある。その時の返答は以下の通りである。

UPLINK IS OK

このモールス信号を 3 回送信する。送信間隔は約 3sec である。

以上