

文書番号: ORI-2-0031-OPR

Version(PDFへの発行日): 2026-04-19

OrigamiSat-2

5.8GHz帯ダウンリンク通信 データフォーマット



東京科学大学

機械系宇宙動設計学研究室 & 電気電子系戸村研究室

改訂履歴

作成年月日	改訂番号	改定内容	担当者
2026/4/5	Ver. 0	初版草稿作成	越智
2026/4/19	Ver. 1.0	体裁の調整	坂本

目次

改訂履歴	2
目次	2
1. 概要	3
2. 関連文書	3
3. 5.8GHz帯 CW通信フォーマット	3
4. 5.8GHz帯 BPSK/QPSK通信フォーマット	3
4.1 物理層諸元	3
4.2. データリンク層諸元	4
4.2.1. 同期マーカ	5
4.2.2. VCDU Primary Header	5
4.2.3. MPDU Header	5
4.2.4. MPDU Packet Zone	6
4.2.5. VCDU Error Control Field	6
4.3. アプリケーション層諸元	6
4.3.1. VCID: 0x00 (C-Data)フォーマット	6
4.3.2. VCID: 0x3F (Fill)フォーマット	8

1. 概要

本仕様書では3UキューブサットOrigamiSat-2(JS1YRU)の5.8GHz帯通信のデータフォーマットについて記載する。5.8GHz帯通信はCWによるダウンリンクとBPSK/QPSK変調によるダウンリンクに大別される。以降ではそれぞれのダウンリンク方式について通信データフォーマットを示す。

2. 関連文書

- ORI-2-0027-OPR_OrigamiSat-2_CWダウンリンク通信データフォーマット
- ORI-2-0030-OPR_OrigamiSat-2_FMダウンリンク通信データフォーマット
- CCSDS 131.0-B-2 TM SYNCHRONIZATION AND CHANNEL CODING
- CCSDS 732.0-B-4 AOS SPACE DATA LINK PROTOCOL

3. 5.8GHz帯 CW通信フォーマット

本節では5.8GHz帯によるCWの通信データ(テレメトリ)フォーマットについて説明する。表3-1にCW通信データフォーマットの概要を示す。CWの送信速度は24cpmであり、CWはコールサイン、衛星名、データ部の順番に送信される。

本データフォーマットは送信速度を除いて、UHF帯CWダウンリンクと同一である。そのため、フォーマットの詳細は関連文書「ORI-2-0027-OPR_OrigamiSat-2_CWダウンリンク通信データフォーマット」を参照のこと。

表 3-1 CW通信データフォーマット

コールサイン	衛星名	データ部
JS1YRU	ORIGAMI2	28byte

4. 5.8GHz帯 BPSK/QPSK通信フォーマット

本節では5.8GHz帯によるBPSK/QPSK変調の通信データ(テレメトリ)フォーマットについて説明する。

4.1 物理層諸元

本節は、5.8GHz帯BPSK/QPSK変調通信の物理層諸元を示す。送信周波数は5840MHz、送信電力は0.8Wである。本衛星では複数種類のデータレートを設定可能で、地上局からのコマンドで切り替える。ダウンリンク運用時のデータレートは事前に公開予定である。

各データレートにおける変調方式、符号化方式、帯域幅を表 4.1-1に示す。符号化方式は関連文書「CCSDS 131.0-B-2 TM SYNCHRONIZATION AND CHANNEL CODING」に準拠しており、RS訂正符号はInterleave深さ5を適用する。

表 4.1-1 各データレートにおける変調方式

データレート	シンボルレート	変調方式	符号化方式	帯域幅
100 kbps	200 ksps	BPSK	畳み込み符号+RS訂正符号+ランダムイズ	300 kHz
500 kbps	1 Msps	BPSK	畳み込み符号+RS訂正符号+ランダムイズ	1.5 MHz
1 Mbps	2 Msps	BPSK	畳み込み符号+RS訂正符号+ランダムイズ	3 MHz
5 Mbps	10 Msps	BPSK	畳み込み符号+RS訂正符号+ランダムイズ	15 MHz
10 Mbps	10Msps	QPSK	畳み込み符号+RS訂正符号+ランダムイズ	15 MHz
20 Mbps	10 Msps	QPSK	RS訂正符号+ランダムイズ	15 MHz

※RS訂正符号: Reed-solomon訂正符号

4.2. データリンク層諸元

本節は、5.8GHz帯BPSK/QPSK変調通信のデータリンクの概要を示す。フォーマットは関連文書「CCSDS 131.0-B-2 TM SYNCHRONIZATION AND CHANNEL CODING」及び「CCSDS 732.0-B-4 AOS SPACE DATA LINK PROTOCOL」に準拠している。図4.2-1にパケット構成を示す。また、本節の以降では各項目の詳細について述べる。

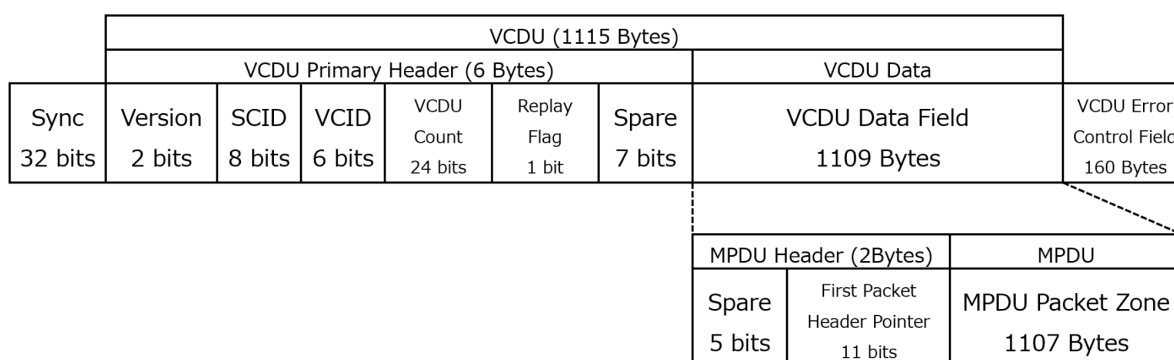


図4.2-1 パケット構成

送信データのChannel Codingも関連文書「CCSDS 131.0-B-2 TM SYNCHRONIZATION AND CHANNEL CODING」に準拠している。すなわち、衛星側ではVCDUパケット(1115Byte)に対して①RS訂正符号を付加し、RS訂正符号を含む1275Byteのパケットに対して②ランダムイズを行い、③畳み込み符号化を行う。その後、パケット先頭に④同期マーカを付加し、変調を行う。地上局での受信時は復調後に④同期マーカによってパケットを識別し、③～①の逆手順を行うことによってデータを復元できる。Channel Codingの仕様を表4.2-1に示す。

表4.2-1 Channel Codingの仕様(CCSDS準拠)

項目	仕様
①RS訂正符号	J=8,E-16;(255,223) L=5 interleave
②ランダムイズ	255-bit pseudo-random sequence, $h(x) = x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + 1$
③畳み込み符号化	Code rate $r = 1/2$, Constraint length $K = 7$, Connection Vectors $G1 = 1111001$ (171 octal); $G2 = 1011011$ (133 octal), $G2$ inversion

※SCID: Spacecraft Identifier

※VCID: Virtual Channel Identifier

※VCDU: Virtual Channel Data Unit

4.2.1. 同期マーカ

同期マーカは図4.2-1の”Sync”に相当し, 0x1ACFFC1Dの4Byteで固定である.

4.2.2. VCDU Primary Header

同期マーカの直後にはVCDU(Virtual Chanel Data Unit)のヘッダがつく. VCDU Primary Headerの長さは6Byteである. VCDU Primary Headerの構成を表4.2-2に示す.

表4.2-2 VCDU Primary Headerの構成

項目	ビット数	内容
Version	2bit	0b00固定
SCID	8bit	0x00固定
VCID	6bit	C-Data: 0x00, Fill: 0x3F
VCDU Count	24bit	0x000000~0xFFFFFFFFの値を取る. 各VCIDごとのカウンタ.
Replay Flag	1bit	0b0固定
Spare	7bit	0b0000000固定

4.2.3. MPDU Header

VCDUデータの先頭には, MPDU Headerが配置される. MPDU Headerの長さは2Byteである. VCDU Primary Headerの構成を表4.2-3に示す.

表4.2-3 MPDU Headerの構成

項目	ビット数	内容
Spare	5bit	0b00000固定
First Packet Header Pointer	11bit	C-Data: 0x001, Fill: 0x7FE

※MDPU: Multiplexing Protocol Data Unit

4.2.4. MPDU Packet Zone

VCDUデータのHeaderの後には、MPDU Packet ZoneとしてVCIDごとに異なるフォーマットでデータが配置される。MPDU Packet Zoneの長さは1107Byteである。フォーマットの詳細は4.3節で説明する。

4.2.5. VCDU Error Control Field

パケットの末尾には、誤り訂正を目的としてVCDU Error Control Fieldが付加される。データ長は160Byteである。RS訂正符号であり、詳細仕様は表4.2-1に示す。

4.3. アプリケーション層諸元

本節では図4.2-1におけるMPDU Packet Zone(1107Byte)のフォーマットを示す。MPDU Packet ZoneはVCIDによって異なる。OrigamiSat-2ではC-Data: 0x00とFill: 0x3Fの2種類のVCIDを用いているため、2種類のフォーマットを以降で示す。

4.3.1 VCID: 0x00 (C-Data)フォーマット

VCID: 0x00 (C-Data)は衛星搭載のC帯送信機のHKデータ及びMOBCから送信されたパケットデータから構成される。MPDU Packet Zone(1107Byte)のフォーマット詳細を表4.3-1に示す。

表4.3-1における、CTx動作モード(1)(Byte Number 1, 1Byte)とCTx動作モード(2)(Byte Number 2, 1Byte)の領域にはC帯送信機の動作状態(変調モード, VCID, データレート)が入る。解釈方法は表4.3-2および表4.3-3に示す。

表4.3-1における、UARTデータ(Byte Number 41, 256Byte)の領域にはMOBCからC帯送信機に転送されたパケットが入る。この領域のパケットフォーマットの概要を図4.3-1に示す。256Byteの領域にMOBCからの転送パケットが複数パケット配置され、256Byteに満たない部分は0x00で埋められる。転送パケットのフォーマットは、関連文書「RI-2-0030-OPR_OrigamiSat-2_FMダウンリンク通信データフォーマット」に示されるUHF帯FMダウンリンクパケットと類似している。具体的にはFMダウンリンクパケット(AX.25フォーマット)のヘッダ部(先頭17Byte)を0xEB90に置換し、フッタ部(末尾3Byte)を0xC579に置換したものである。

表4.3-1 VCID: 0x00 (C-Data)フォーマット詳細

Byte Number	バイト長	項目	内容
0	1	未使用	
1	1	CTx動作モード(1)	表4.3-2にて説明
2	1	CTx動作モード(2)	表4.3-3にて説明
3	12	未使用	
15	1	CTx温度	変換式は以下: CTx温度[degC] = データ(DEC)-128
16	35	未使用	
51	256	UARTデータ	MOBCからの転送データ. 詳細は3.3.1節 中で説明.
307	2	有効UARTデータ数	
309	1	UARTデータカウンタ	
310	797	未使用	0x5A固定

表4.3-2 CTx動作モード(1)の解釈方法

		項目	内容
上位4bit	0x0	変調モード	BPSK/QPSK信号を送出している
	0xF	無変調モード	CW信号を創出している
下位4bit	0x0	VCID: 0x00 (C-Data)	VCID: 0x00 (C-Data)パケットを送出している
	0x5	VCID: 0x3F (Fill)	VCID: 0x3F (Fill)パケットを送出している

表4.3-3 CTx動作モード(2)の解釈方法

		項目	内容
上位4bit	0x0	固定値	常時0x0
下位4bit	0x0	100 kbps	データレート100 kbps
	0x1	500 kbps	データレート500 kbps
	0x2	1 Mbps	データレート1 Mbps
	0x3	5 Mbps	データレート5 Mbps
	0x4	10 Mbps	データレート10 Mbps
	0x5	20 Mbps	データレート20 Mbps

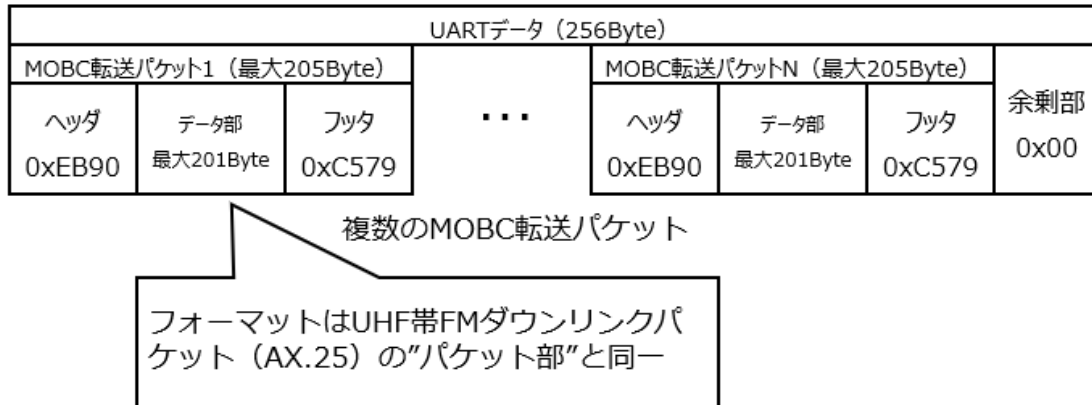


図4.3-1 UARTデータ部の概要

4.3.2. VCID: 0x3F (Fill)フォーマット

VCID: 0x3F (Fill)は衛星搭載のC帯送信機からの固定データで構成され、1107Byteの大部分を0x5Aが占める。VCID: 0x00 (C-Data)のパケットが送出できないときに送出される、穴埋め用のパケットである。PDU Packet Zone(1107Byte)のフォーマット詳細を表4.3-4に示す。

表4.3-4 VCID: 0x3F (Fill)フォーマット詳細

Byte Number	バイト長	項目	内容
0	20	未使用	0x00固定
20	1	未使用	0x14固定
21	2	未使用	0x00固定
23	6	未使用	0x058130501E01固定
29	3	未使用	0x00固定
32	4	未使用	0x01固定
36	1071	未使用	0x5A固定

(以上)