

平成 30 年度

OrigamiSat-1 報告書

東京工業大学 名前

何か書く？

目 次

第 1 章	背景および衛星の概要	1
第 2 章	ミッション定義	2
2.1	開発の目的・ミッションステートメント/サクセスクライテリア/ミッションシーケンス	2
2.2	システム要求(ミッション系(坂本)/バス系/インターフェース/安全(中西))	2
2.3	システム設計	2
第 3 章	サブシステム開発の経緯(設計・試験)	3
3.1	電源系(概要/EPS/インヒビット設計(二重絶縁)/電源系統図/電池/SAP)(池谷・中塚)	3
3.2	通信系(衛星)(大本)	3
3.2.1	通信機, アンテナ概要	3
3.2.2	VHF 系	4
3.2.3	UHF 系	6
3.2.4	5.8GHz 系	6
3.3	地上局(加藤・飯島)	8
3.4	C&DH 系(OBC 岩崎・小出・林・井手, COBC 黒崎・中塚・大本, Rpi 飯島)	8
3.5	姿勢制御系(恒光・中西)	8
3.6	構体系(奥山・大野) 重量管理も含む	8
3.7	熱系(中村)	8
3.8	VHF/UHF 展開アンテナ(仁尾・坂本)	8
3.9	ミッション系	8
3.9.1	5.8GHz 通信ミッション(井手)	8
3.9.2	伸展カメラ	8
3.9.3	膜展開部	8
第 4 章	統合試験	9
4.1	放射線試験(寺田(報告書)・池谷・黒崎)	9
4.2	形状計測試験(大野・奥山)	9
4.3	振動試験(加藤・飯島)	9
4.4	衝撃試験(大野)	9
4.5	連続動作試験 EMver(?)	9
4.6	姿勢制御試験(恒光)	9
4.7	通信系 機能試験(大本)	9
4.8	熱真空試験(中村): ベーキングについても言及	9
4.9	表面あらさ計測(大野・奥山)	9
4.10	放出試験(大野・奥山)	9

第 5 章	安全審査（中西・坂本）	10
5.1	Phase 0/1	10
5.2	Phase 2	10
5.3	Phase 3	10
第 6 章	引き渡し	11
6.1	コンプライアンスマトリクス（大野・中西）	11
6.2	内之浦での引渡し（中西・坂本）	11
第 7 章	運用と不具合解析（加藤？）	12
7.1	運用（坂本・加藤・井手）	12
7.2	軌道上データ（坂本・井手・岩崎）	12
7.3	不具合解析（岩崎・大本）	12
第 8 章	革新的衛星技術実証プログラムへの参加（坂本）	13
第 9 章	国際周波数調整（中西）	14
第 10 章	内閣府宇宙活動法（坂本）	15
第 11 章	物体登録（中西）	16
第 12 章	プロジェクトマネジメント（池谷・岩崎・大野）	17
12.1	開発日程	17
12.2	人員配置・引継ぎ	17
第 13 章	付録	18
13.1	システム設計	18
13.2	5.8	18
13.3	構体系	18
13.4	VHF/UHF 展開アンテナ	18
13.5	通信系	18
13.6	C&DH 系	18
13.7	電源系	18
13.8	振動試験	18
13.9	熱真空試験	18
13.10	連続動作試験	18
13.11	引渡し	18
13.12	プロジェクトマネジメント	18
13.13	展開膜	18
13.14	MDC	18
13.15	伸展カメラ部	18
13.16	運用	18
	参考文献	19

第1章 背景および衛星の概要

本文 aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa

第2章 ミッション定義

2.1 開発の目的・ミッションステートメント/サクセスクライテリア/ ミッションシーケンス

test

2.2 システム要求 (ミッション系 (坂本) /バス系/インターフェース/安全 (中西))

test

2.3 システム設計

test

第3章 サブシステム開発の経緯（設計・試験）

3.1 電源系（概要/EPS/インヒビット設計（二重絶縁）/電源系統図/電池/SAP）（池谷・中塚）

3.2 通信系（衛星）（大本）

3.2.1 通信機，アンテナ概要

本衛星に搭載する通信機としては，以下の3つがある．

- 1 地上局からのアップリンクを受信する VHF 系
- 2 地上局へ CW 信号，FM 信号をダウンリンクする UHF 系
- 3 地上局へ大容量データをダウンリンクする 5.8GHz 系

衛星と地上局の通信の概略図を図 3.1 に示す．本衛星の回線設計は本衛星の軌道情報，東工大松永研究室地上局設備の性能を加味し，図 3.2 のようになされた．それぞれに要求される性能を記述する．

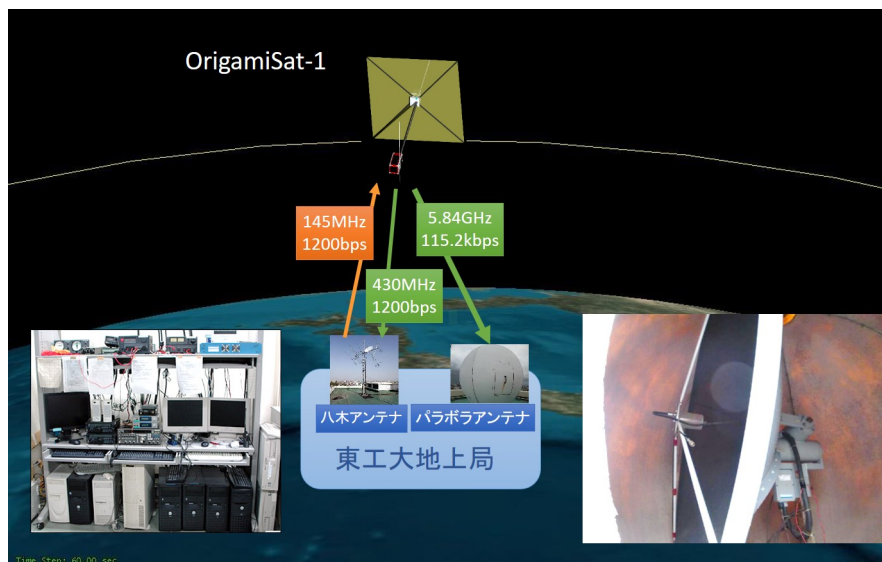


図 3.1: 通信系概略図

軌道：高度 500km, 太陽同期軌道
 最大通信距離：2071km
 通信仰角：5° 以上

項目	単位	記号	UP LINK	DOWN LINK (FM)	DOWN LINK (CW)	DOWN LINK (S-BAGHz)
周波数	MHz		145.0	435.0	435.0	5840.0
送信 EIRP	dBW	P.E	20.59	-4.18	-13.21	3.01
送信出力	dBW	P.TX	16.99	-0.97	-10.00	3.01
給電損失	dB	L.FTX	2.70	0.21	0.21	0.00
送信アンテナ利得	dB	G.ATX	9.30	0.00	0.00	3.00
ポインティング損失	dB	L.APTX	3.00	3.00	3.00	3.00
自由空間損失	dB	L.d	142.00	151.55	151.55	174.10
伝送損失	dB	L.P	3.00	3.00	3.00	0.00
電離層吸収損失	dB	L.ion	0.00	0.00	0.00	0.00
大気吸収損失	dB	L.A	0.00	0.00	0.00	0.00
降雨損失	dB	L.RA	0.00	0.00	0.00	0.01
受信 G/T			-34.07	-14.61	-14.61	9.39
ポインティング損失	dB	L.APRX	0.83	3.00	3.00	3.00
受信アンテナ利得	dB	G.ARX	-5.00	19.00	19.00	38.62
給電損失	dB	L.FRX	0.45	4.30	4.30	0.00
システム雑音	dBK	T.S	27.79	26.31	26.31	26.23
受信 C/N0	dBHz		70.12	55.26	46.23	66.89
要求 C/N0	dBHz		49.79	45.79	44.03	65.61
ビットレート	dBHz	BR	30.79	30.79	29.03	50.61
要求 Eb/N0	dB		10.50	9.50	9.50	9.50
変調方式			AFSK (1200bps)	AFSK (1200bps)	CW (80wbm)	2 値- FSK
変調損失	dB	L.m	6.00	6.00	6.00	6.00
ハードウェア劣化量	dB	L.DM	2.50	2.50	2.50	2.50
符号化利得	dB	G.c	0.00	3.00	3.00	3.00
回線マージン	dB		20.32	9.47	2.20	1.27

図 3.2: 回線設計

3.2.2 VHF 系

VHF 帯 (Very High Frequency) の通信機では地上局からのアップリンクを受信するために用いる。通信機は西無線研究所の 301A 型 (図 3.3) を用いた。アンテナにはコンベックス加工を行ったリン青銅製のモノポールアンテナ (幅 5mm, 厚さ 0.1mm) のものを用い、長さはインピーダンスマッチング試験を通じて決定した。以下に設計スペックおよび系統図 (3.4) を示す。

- 周波数：145.980MHz
- 送信出力：100mW(CW), 800mW(CW)
- 寸法：60x50x10.5mm
- 重量：38g
- アンテナ利得：0dBi
- 周波数帯域幅：500Hz(CW), 20kHz(FM)

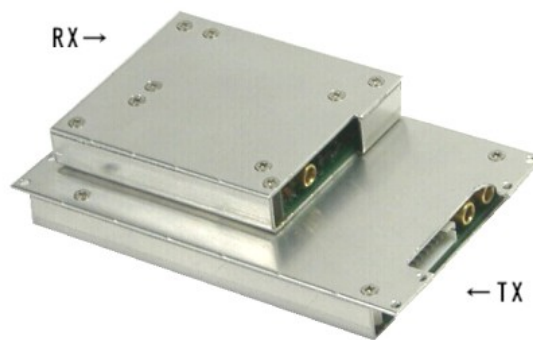


図 3.3: TXE430MFMCW-301A, RXE145M-301A

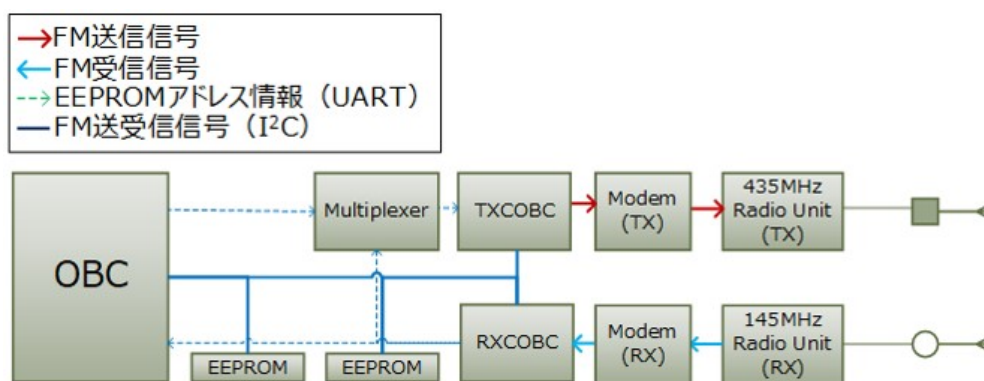


図 3.4: UHF/VHF 系通信系統図

購入した無線機内部にはモデム回路が組み込まれておらず、そのため本衛星ではCIB上にモデム回路が搭載された。モデムICはCML Microcircuits社のFX614を購入した(購入先は誠大電機)。初期はTexas Instruments社のTCM3105NLを用いて開発を行っていたが、調整必要なパラメータが大きくそれぞれの感度が高く送受信困難であったため、CubeSat仕様実績のあるFX614に変更した。モデム回路図を図3.5に示す。

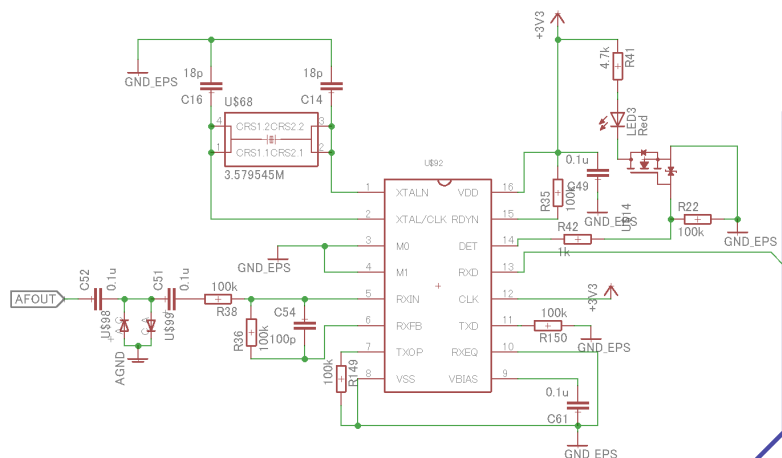


図 3.5: RX Modem Circuit Schematic

3.2.3 UHF 系

UHF 帯 (Ultra High Frequency) の通信機では地上局へ CW 信号, FM 信号をダウンリンクするために用いる. 通信機は西無線研究所の 301A 型を用いた. アンテナにはコンベックス加工を行ったリン青銅のモノポールアンテナ (幅 5mm, 厚さ 0.1mm) のものを用い, 長さはインピーダンスマッチング試験を通じて決定した. 以下に設計スペックおよび系統図 (3.4) を示す.

- 周波数 : 437.505MHz
- 寸法 : 100x60x10.5mm
- 重量 : 60g
- アンテナ利得 : 0dBi

こちらにもモデム回路は CIB 上に新たに搭載された (図 3.6). 無線機の FMMOD 端子には約 0.5Vp-p の AFSK 信号入力を推奨されていたため, この回路図の R155 と R156 の抵抗値は変更されるべきである. 実験によってこの値でも問題なく通信できることは確認済であった.

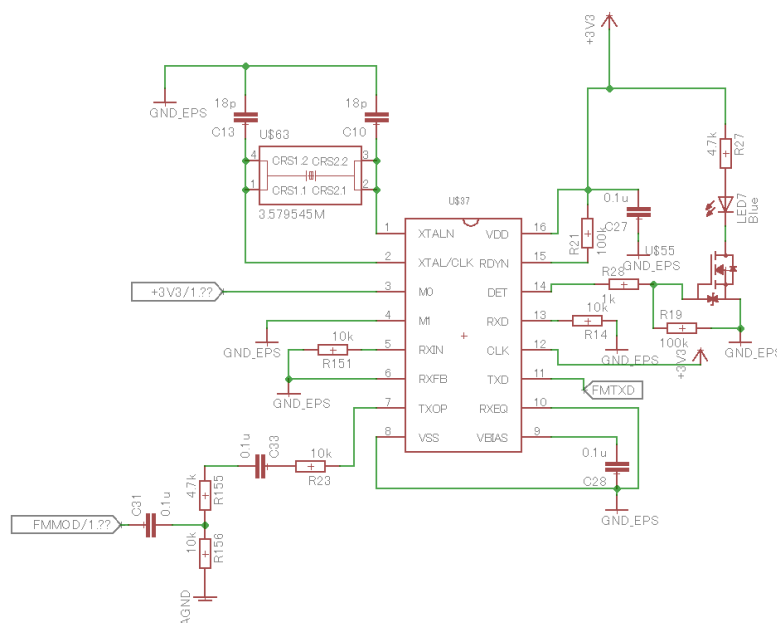


図 3.6: TX Modem Circuit Schematic

3.2.4 5.8GHz 系

5.8GHz 系の通信機では画像などの大容量データをダウンリンクするために用いる. 通信機はロジカルプロダクト社製 LPTX5840-1 を用いた. アンテナには円偏波パッチアンテナ (30x30x1.6mm) を用いた. 以下に設計スペックおよび系統図 (3.7) を示す.

- 周波数 : 5840MHz
- 送信出力 : 2W
- 寸法 : 76x70x16mm

- 重量 : 220g
- アンテナ利得 : 3dBi
- 周波数帯域幅 : 210kHz

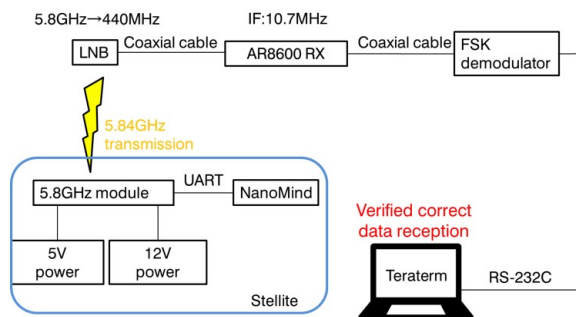


図 3.7: 5.84GHz 系通信系統図

3.3 地上局（加藤・飯島）

3.4 C&DH系（OBC 岩崎・小出・林・井手, COBC 黒崎・中塚・大本, Rpi 飯島）

3.5 姿勢制御系（恒光・中西）

3.6 構体系（奥山・大野） 重量管理も含む

3.7 熱系（中村）

3.8 VHF/UHF 展開アンテナ（仁尾・坂本）

3.9 ミッション系

3.9.1 5.8GHz 通信ミッション（井手）

3.9.2 伸展カメラ

(1) システム開発（ウェル・坂本）

(2) 3次元計測（飯島・黒崎）

(3) 動画計測（飯島）

3.9.3 膜展開部

(1) 展開膜開発（古谷・坂本）

(2) MDC（大本）

(3) 薄膜太陽電池ミッション（大野）

(4) SMA アンテナミッション（鳥阪）

(5) 球状太陽電池ミッション（サカセ・坂本）

第4章 統合試験

- 4.1 放射線試験（寺田（報告書）・池谷・黒崎）
- 4.2 形状計測試験（大野・奥山）
- 4.3 振動試験（加藤・飯島）
- 4.4 衝撃試験（大野）
- 4.5 連続動作試験 EMver（?）
- 4.6 姿勢制御試験（恒光）
- 4.7 通信系 機能試験（大本）
- 4.8 熱真空試験（中村）：ベーキングについても言及
- 4.9 表面あらさ計測（大野・奥山）
- 4.10 放出試験（大野・奥山）

第5章 安全審査（中西・坂本）

5.1 Phase 0/1

5.2 Phase 2

5.3 Phase 3

第6章 引き渡し

6.1 コンプライアンスマトリクス（大野・中西）

6.2 内之浦での引渡し（中西・坂本）

第7章 運用と不具合解析（加藤？）

7.1 運用（坂本・加藤・井手）

7.2 軌道上データ（坂本・井手・岩崎）

7.3 不具合解析（岩崎・大本）

第8章 革新的衛星技術実証プログラムへの参加（坂本）

本文

第9章 国際周波数調整（中西）

本文

第10章 内閣府宇宙活動法（坂本）

本文

第 11 章 物体登録（中西）

本文

第12章 プロジェクトマネジメント（池谷・岩崎・大野）

12.1 開発日程

12.2 人員配置・引継ぎ

第13章 付録

- 13.1 システム設計
- 13.2 5.8
- 13.3 構体系
- 13.4 VHF/UHF 展開アンテナ
- 13.5 通信系
- 13.6 C&DH 系
- 13.7 電源系
- 13.8 振動試験
- 13.9 熱真空試験
- 13.10 連続動作試験
- 13.11 引渡し
- 13.12 プロジェクトマネジメント
- 13.13 展開膜
- 13.14 MDC
- 13.15 伸展カメラ部
- 13.16 運用

参考文献

謝辞

謝辞 本文

2019 年 5 月
名前