

## 3-4 搭載用Ka帯フィーダリンク装置

### 3-4 Onboard Ka-band Feeder Link Communications Equipment

高畑博樹 (独立行政法人 宇宙航空研究開発機構) 浜 真一  
KOHATA Hiroki and HAMA Shin'ichi

#### 要旨

搭載用Ka帯フィーダリンク装置(FLCE)は、技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)のメインミッションである移動体通信実験を実施するために必要な搭載実験機器の一つであり、地上の基地局との間でKa帯を使用して移動体通信信号の送受信を行う。宇宙開発事業団(現宇宙航空研究開発機構)は、これまで技術試験衛星Ⅵ型(ETS-Ⅵ)、通信放送技術衛星(COMETS)及びデータ中継技術衛星(DRTS)において衛星間通信用Ka帯フィーダリンク装置を開発・搭載しており、その技術を活用しETS-Ⅷ用FLCEの開発を行った。本稿では、FLCEの機能・性能を述べるとともに、開発成果についてもまとめる。

Onboard Ka-band Feeder Link Communications Equipment (FLCE) is one of the mobile satellite communications payloads carried by the Engineering Test Satellite Ⅷ (ETS-Ⅷ) and communicates signals with a ground feeder link station. NASDA (currently JAXA) has developed and installed the Ka-band feeder link communications equipments for inter-satellite communications on the ETS-Ⅵ, COMETS and DRTS, and developed the FLCE based on their technologies. This paper describes the function and performance of the FLCE and summarizes its development.

#### [キーワード]

フィーダリンク装置, Ka帯, 移動体通信, 技術試験衛星Ⅷ型

Feeder link communications equipment, Ka-band, Mobile satellite communications, ETS-Ⅷ

## 1 まえがき

技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)では、S帯(2.6/2.5 GHz帯)を用いて、地上移動局と衛星に搭載される移動体通信・放送用実験機器(MCB)の間で回線(サービリンク)を設定し、さらにKa帯(30/20 GHz帯)を用いて、地上基地局と衛星搭載用Ka帯フィーダリンク装置(FLCE)の間で回線(フィーダリンク)を設定し、地上移動局から衛星経由で地上基地局までEnd-to-Endで接続された回線を用いて各種の移動体通信実験を行う。FLCEとしては、フォワードリンクとして地上基地局から送られてくる30 GHz帯の移動体通信信号を受信し、140 MHz帯の中間周波数(IF周波数)に変換してMCBに入力するとともに、リターンリンクとしてMCBから140 MHz帯で出力される移動体通信信号を20 GHz帯に変換し、地上基地

局に向けて送信する。FLCEの主な機能は下記のとおりである。

- (1) 地上基地局からのフィーダリンクのアップリンク信号を受信し、MCBのS帯コンバータ(SCNE)、オンボードプロセッサ(OBP)、パケット交換機(PKT)へ信号を伝送する。
- (2) SCNE、OBP、PKTで中継・交換された地上移動局からの信号を増幅した後、フィーダリンクのダウンリンク信号として地上基地局へ送信する。
- (3) 地上基地局が、自動周波数制御に使用するKa帯のビーコン信号を常時地上基地局へ送信する。

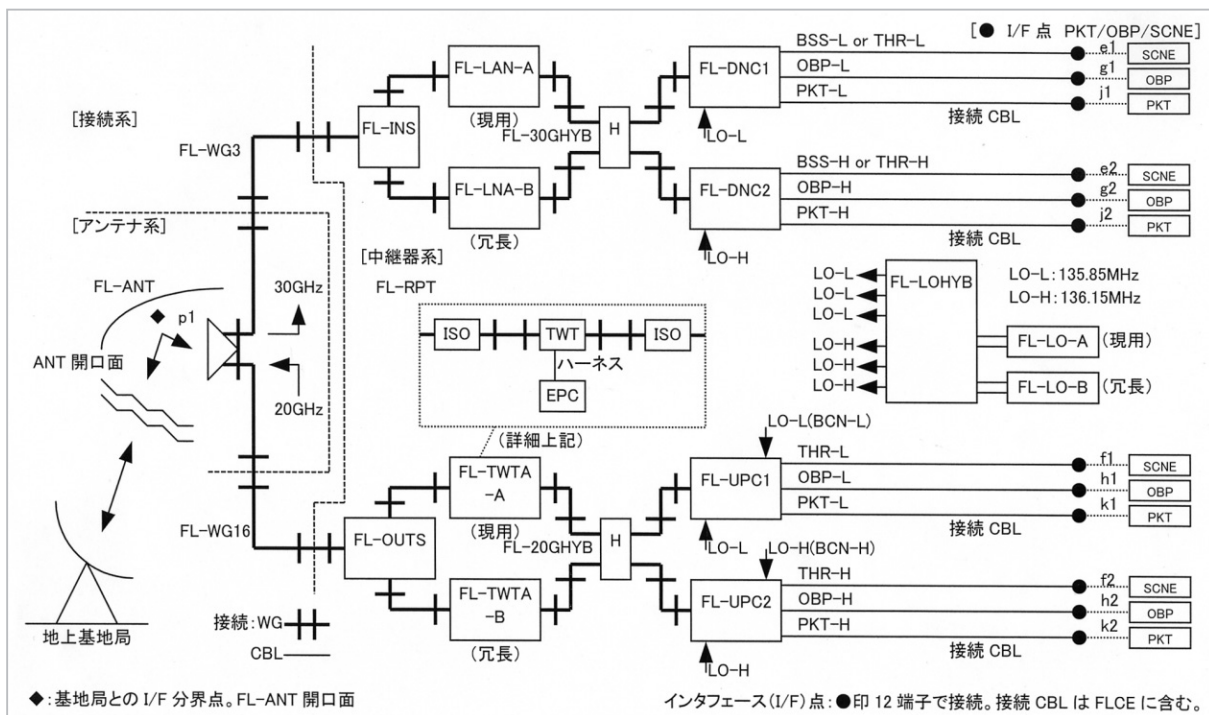
## 2 FLCEの構成

表1にFLCEの機器構成を示す。また、図1に

表 1 FLCE 機器構成

コンポーネント		台数	質量 [kg]	消費電力 [W]	主な開発ベース
名称	略称		実測値	最大値	
アンテナ系	FL-ANT	1	9.560	-	DRTS, COMETS
中継器系	FL-RPT				
入力サブアッセンブリ	FL-INS	1	0.298	0.5	DRTS, COMETS
低雑音増幅器 A	FL-LNA-A	1	0.548	2.1	DRTS, COMETS
低雑音増幅器 B	FL-LNA-B	1	0.545	0.2	DRTS, COMETS
30 GHz ハイブリッド	FL-30GHYB	1	0.036	-	DRTS
ダウンコンバータ A	FL-DNC-A	1	2.920	5.8	DRTS, COMETS
ダウンコンバータ B	FL-DNC-B	1	2.900	5.8	DRTS, COMETS
局部発信器 A	FL-LO-A	1	1.420	9.5	DRTS, COMETS, ETS-VI
局部発信器 B	FL-LO-B	1	1.447	0.2	DRTS, COMETS, ETS-VI
LOCAL ハイブリッド	FL-LOHYB	1	0.229	-	DRTS, COMETS
アップコンバータ A	FL-UPC-A	1	2.708	4.9	DRTS, COMETS
アップコンバータ B	FL-UPC-B	1	2.732	4.9	DRTS, COMETS
20 GHz ハイブリッド	FL-20GHYB	1	0.047	-	DRTS
進行波管増幅器 A	FL-TWTA-A	1	3.120	84.5	DRTS, COMETS
進行波管増幅器 B	FL-TWTA-B	1	3.238	0.2	DRTS, COMETS
出力サブアッセンブリ	FL-OUTS	1	0.813	0.9	DRTS, COMETS
接続導波管	FL-WG	1 式	0.694	-	
接続ケーブル	FL-CBL	1 式	1.127	-	
接続系					
	FL-WG3	1	0.119	-	
	FL-WG16	1	0.093	-	
合計			34.594	119.5	

注：消費電力は通常動作時（2 系統同時運用、8 W 出力、SW 切替無し）の値であり、FL-LNA、FL-LO、FL-TWTA の冗長系は OFF 状態である。



FLCE の機能システム図 / インタフェース分界点を示す。

FLCE はフィーダリンクアンテナ (FL-ANT)、フィーダリンク中継器系 (FL-RPT) 及び両者を接続する接続系から構成されている。FL-RPT は入力サブアッセンブリ (FL-INS)、低雑音増幅器 (FL-LNA)、30 GHz ハイブリッド (FL-30GHYB)、

ダウンコンバータ (FL-DNC)、局部発信器 (FL-LO)、LOCAL ハイブリッド (FL-LOHYB)、アップコンバータ (FL-UPC)、20 GHz ハイブリッド (FL-20GHYB)、進行波管増幅器 (FL-TWTA)、出力サブアッセンブリ (FL-OUTS) から構成される。

FL-ANT の外観図を図 2 に、FL-RPT の外観図を図 3 に示す。

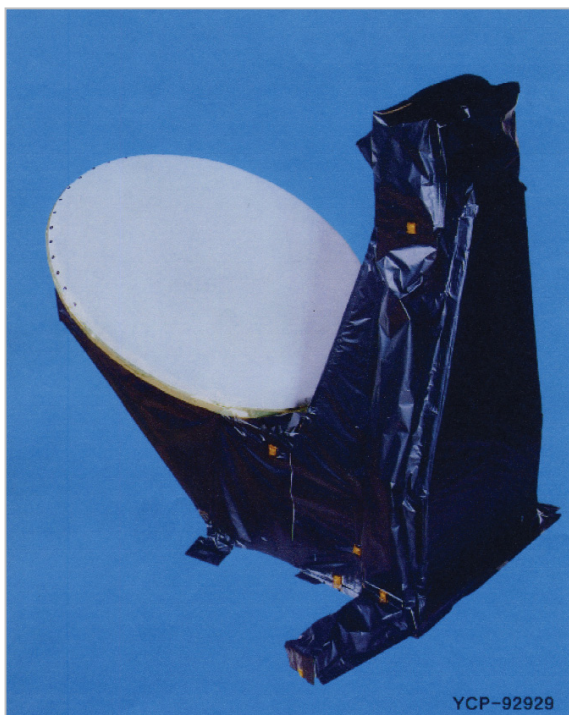


図2 フィーダリンクアンテナ (FL-ANT) 外観図

### 3 FLCEの特徴

FLCEの開発に際しては、宇宙開発事業団

(NASDA)が技術試験衛星VI型(ETS-VI)、通信放送技術衛星(COMETS)及びデータ中継技術衛星(DRTS)で開発してきた衛星間通信用フィーダリンク装置の技術を継承し、特にDRTSの開発成果を活用することで、開発モデルによる検証を省略し、従来のEM-PFM方式ではなくETS-VIIIシステムの開発試験フェーズからフライト品を製作し、コスト削減を図った。このように、ETS-VIIIのフィーダリンク装置はDRTSをベースに開発しているが、ETS-VIIIのミッション要求により、100V一次電源バスインタフェース等については、一部設計変更して対応している。特徴的な変更点として、アンテナ、冗長構成、局部発振器、信号周波数配置が挙げられるが、それらについて以下にまとめる。

#### 3.1 アンテナ

これまでの衛星のフィーダリンクアンテナは展開アンテナを使用しているが、FL-ANTは固定型のオフセットパラボラアンテナを採用した。これは、ミッション要求から、伝送する信号の容量が大きくないため開口径0.8m程度のアンテナで回線が成立すること、開口径を小さくすることでビーム幅が広がりアンテナの指向制御が

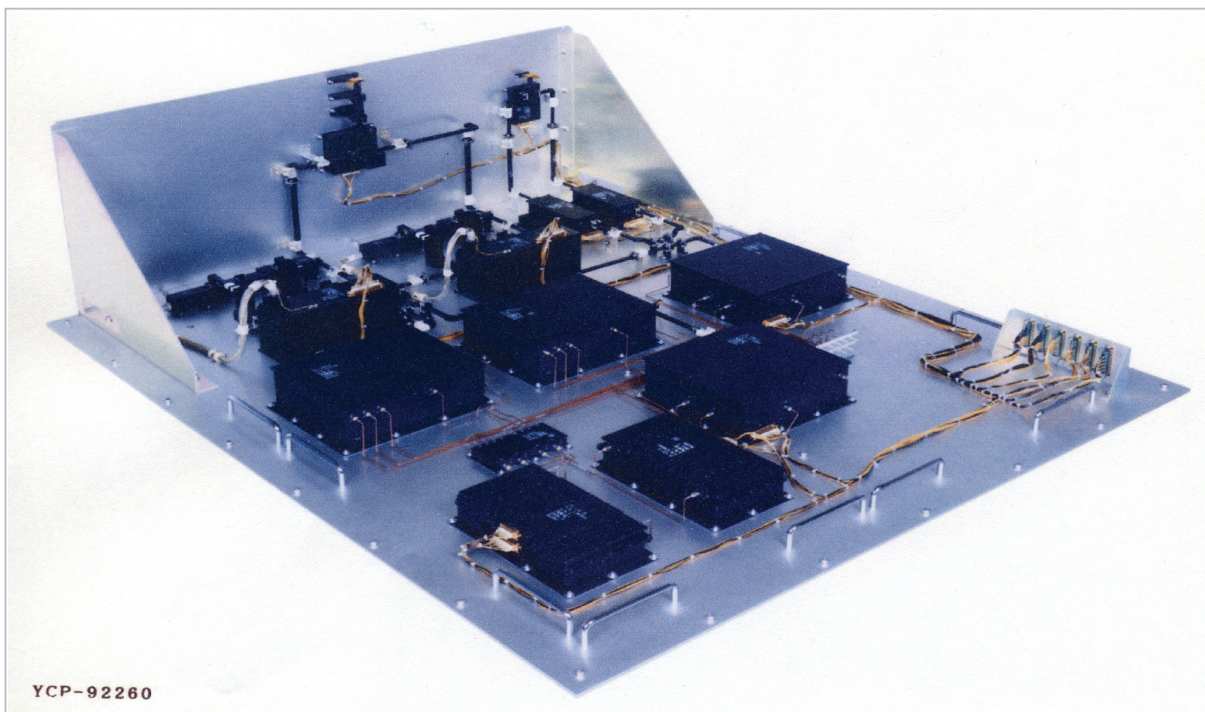


図3 フィーダリンク中継器系 (FL-RPT) 外観図

不要になること、固定アンテナでも衛星への搭載領域が確保できるとともにロケットフェアリングに収納できること、展開機構が不要になるためアンテナハードウェアが簡素化でき、信頼性も向上し、質量も削減できるというメリットがあるためである。また、アンテナの周波数、偏波については、基地局として独立行政法人通信総合研究所(CRL)鹿島にあるCOMETS用地上局の流用を計画していたため、その局で対応可能なようにアップリンク(FLCEの受信)は30.622 GHzの右旋円偏波、ダウンリンク(FLCEの送信)は20.811 GHzの左旋円偏波とした。そのために必要なアンテナ給電部については、COMETS、DRTSの技術をベースにしている。

### 3.2 冗長構成

FLCEはアンテナを除き、中継器系は冗長構成となっている。しかし、一部のコンポーネントについては、従来のように全く同一の機能・性能を持ったコンポーネントによる冗長構成ではなく、使用周波数を少しずらすことにより、1系統での待機冗長に加えて2系統同時運用が可能な構成になっている。このような構成になっているコンポーネントはFL-DNC及びFL-UPCである。この2系統同時運用機能は、同時に使用できる帯域の倍増(OBPの機能確認等)、アンテナパ

ターン測定時における基準信号経路の確保等のために要求されたものである。

### 3.3 局部発振器

従来のフィードリンク装置では、基準信号発生用にパイロット同期発振器を使用していたが、ETS-Ⅷでは恒温槽付き水晶発振器(OCXO)を用いた局部発振器とし、高い周波数安定度の基準信号をFL-DNC、FL-UPCに供給している。本方式の発振器を採用した理由は以下のとおりである。

- パイロット同期発振器は基地局からパイロット信号を送信することが必要
- 基地局で周波数補正が可能

また、周波数の経時変化を補正するために、コマンドにより周波数を微調整する(AFC)機能を有している。この周波数補正用に、基地局で発振器の周波数をモニタする必要があるため、発振器の基準周波数に周波数同期したビーコン信号をFLCEから基地局に送信する。このため、本局部発振器の出力周波数は、通信信号の140 MHz帯のIF周波数近傍の136 MHz帯を選定している。

### 3.4 信号周波数配置

FLCEの運用では以下に示す4種類の信号のいずれか一つを中継する。

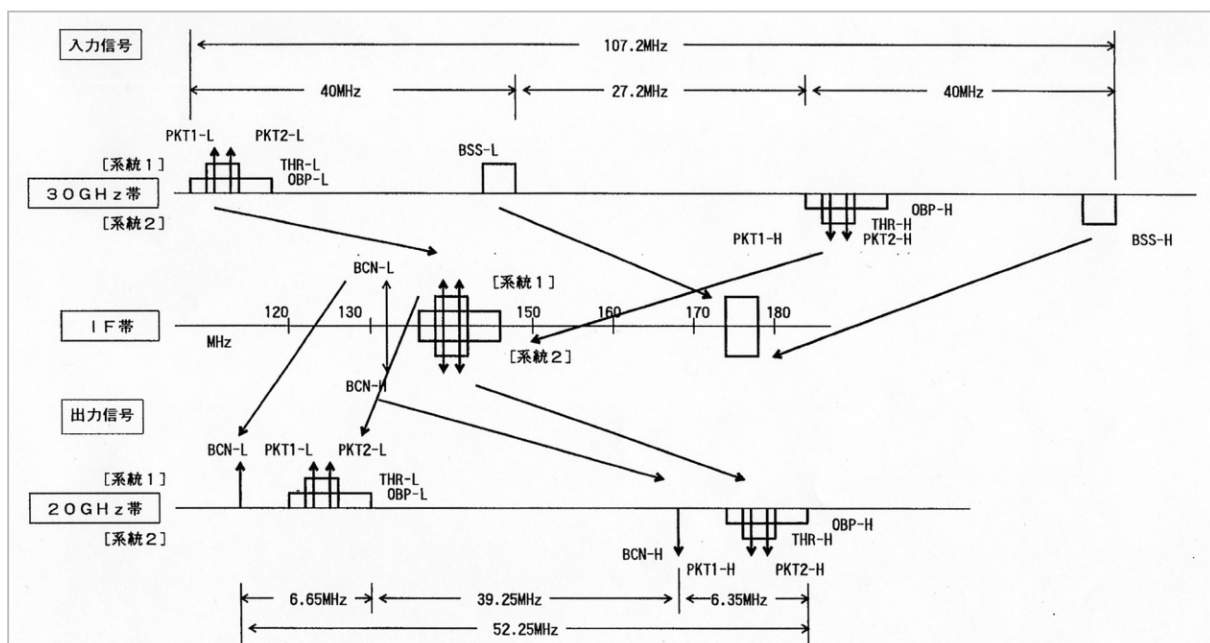


図4 FLCE信号周波数配置

- (1) 音声 (OBP) 信号
- (2) パケット (PKT) 信号
- (3) 同報通信 (BSS) 信号
- (4) 応用通信 (THR) 信号

このほかに、地上局の AFC 動作のために 20 GHz 帯のビーコン (BCN) 信号が FLCE 内で生成され常時出力される。

これらの信号の FLCE における信号周波数配置を図 4 に示す。アップリンク周波数は 30 GHz 帯、ダウンリンク周波数は 20 GHz 帯を使用している。この周波数帯の選定理由は下記のとおりである。

- FLCE ハードウェアの開発面から、DRTS の周波数に近づけ、その開発技術を活用できること。
- 地上基地局とのインタフェース面から、COMETS の周波数に近づけ、COMETS 用 CRL 鹿島の地上局を転用できること。

IF 周波数は 140/176MHz 帯である。FLCE とインタフェースする MCB の三つのサブシステム (SCNE、OBP、PKT) とは、基本的に 140MHz 帯の IF 周波数を使用する。ただし、SCNE でインタフェースする場合のみ、140MHz 帯 (THR 信号用) に加えて 176MHz 帯 (BSS 信号用) の IF 周波数を使用する。

図 1 に示されるように、FL-DNC、FL-UPC は動作周波数が異なる 2 系統から構成される。これは OBP 信号及び THR 信号で 2 系統同時運用が要求されているためである。PKT 信号は系統 1 (-L)

又は系統 2 (-H) のどちらかで 2 チャンネル (PKT1 及び PKT2) を運用し、2 系統同時運用は行わない。また、BSS 信号も系統 1 又は 2 のどちらかで運用し、同時運用は行わない。同時運用を行う場合、IF 周波数は共通であるため、両系統の局発信号周波数に、わずかに差をもたせてアップ/ダウンリンク周波数が異なるようにしている。表 2 に各系統の詳細な周波数を示す。

## 4 FLCE の主要機能

### 4.1 フォワードリンク受信機能

地上基地局から送信される 30 GHz 帯通信信号を、フイーダリンクアンテナ系で受信し、受信系にて低雑音増幅及び 140 MHz 帯へ周波数変換して、IF 周波数信号として MCB へ出力するフォワードリンク受信機能の詳細は以下のとおりである。

- ① 2 系統 (OBP-L 又は OBP-H) の音声通信信号 (MC-TDM 信号) を、OBP へ出力する。なお、本系統には、特別の帯域制限フィルタはない。
- ② 2 系統 4 信号 (PKT1-L 及び PKT2-L 又は PKT1-H 及び PKT2-H) のパケット信号を、PKT へ出力する。  
 なお、本系統には特別の帯域制限フィルタはない。
- ③ 2 系統 (BSS-L 又は BSS-H) の同報通信信号 (OFDM 等) を、帯域制限した後、SCNE へ

表 2 FLCE 各系統の詳細周波数

フォワードリンク Ka帯全体周波数: 30.622 GHz±60 MHz (公称)					
信号名称 動作/ルート		MC-TDM信号 OBP動作: F-a	パケット信号 PKT動作: F-b	同報通信信号 BSS/THR動作: F-c	応用通信信号 BSS/THR動作: F-c
Ka帯アップリンク 点p1	系統1	30.5704 GHz±2.5 MHz (OBP-L)	30.5689 GHz±0.5 MHz (PKT1-L) 30.5704 GHz±0.5 MHz (PKT2-L)	30.60665 GHz±1.25 MHz (BSS-L)	30.56965 GHz±1.25 MHz (THR-L)
	系統2	30.6376 GHz±2.5 MHz (OBP-H)	30.6361 GHz±0.5 MHz (PKT1-H) 30.6376 GHz±0.5 MHz (PKT2-H)	30.67385 GHz±1.25 MHz (BSS-H)	30.63685 GHz±1.25 MHz (THR-H)
IF帯出力	系統1	140±2.5 MHz (OBP-L)	138.5±0.5 MHz (PKT1-L) 140.0±0.5 MHz (PKT2-L)	176.25±1.25 MHz (BSS-L)	139.25±1.25 MHz (THR-L)
	系統2	140±2.5 MHz (OBP-H)	138.5±0.5 MHz (PKT1-H) 140.0±0.5 MHz (PKT2-H)	176.25±1.25 MHz (BSS-H)	139.25±1.25 MHz (THR-H)
リターンリンク Ka帯全体周波数: 20.811 GHz±30 MHz (公称)					
信号名称 動作/ルート		MC-TDM信号 OBP動作: R-a	パケット信号 PKT動作: R-b	応用通信信号 BSS/THR動作: R-c	ビーコン信号
IF帯入力	系統1	140±2.5 MHz (OBP-L)	138.5±0.5 MHz (PKT1-L) 140.0±0.5 MHz (PKT2-L)	139.25±1.25 MHz (THR-L)	N/A
	系統2	140±2.5 MHz (OBP-H)	138.5±0.5 MHz (PKT1-H) 140.0±0.5 MHz (PKT2-H)	139.25±1.25 MHz (THR-H)	N/A
Ka帯ダウンリンク 点p1	系統1	20.7892 GHz±2.5 MHz (OBP-L)	20.7877 GHz±0.5 MHz (PKT1-L) 20.7892 GHz±0.5 MHz (PKT2-L)	20.78845 GHz±1.25 MHz (THR-L)	20.78505 GHz (BCN-L)
	系統2	20.8348 GHz±2.5 MHz (OBP-H)	20.8333 GHz±0.5 MHz (PKT1-H) 20.8348 GHz±0.5 MHz (PKT2-H)	20.83405 GHz±1.25 MHz (THR-H)	20.83095 GHz (BCN-H)

出力する。

- ④ 2系統(THR-L又はTHR-H)の応用通信信号を、帯域制限した後、SCNEへ出力する。
- ⑤ 上項①～④項は、それぞれ交互に運用するものとし、同時運用はないものとする。

各系統ごとのON/OFF機能はなく、すべての系統が常時動作状態になる。

- ⑥ 上項①～④項の出力信号レベルを可変(すべての系統が同じ増幅利得可変)できる。ただし、利得切替時の信号の瞬断の可能性

表3 FLCEプロトフライト試験結果

項目	仕様	試験結果
受信 G/T	+10 dB/K 以上	11.5～15.6 dBK 詳細は第4表参照
送信 EIRP	+73 dBm 以上 (合計出力時で NPR>20 dB、 2波三次 IM>25 dB とする)	77.6～80.2 dBm (NPR>20 dB) 詳細は第5表参照 79.8～81.8 dBm (C/3IM>25 dB)
局発周波数安定度 温度安定度 経年変化 制御ステップ	±0.2 ppm 以内 (温度変化幅 20℃当り) ±0.8 ppm 以内 (打上げ後 3年) 0.1 ppm/ステップ (公称)	+0.17/-0.13 ppm 以内 (温度変化幅 20℃当り) +0.16/-0.01 ppm 以内/3年 0.08～0.10 ppm/ステップ
増幅利得 フォワードリンク系 (受信) 標準利得 利得可変  リターンリンク系 (送信) 標準利得 利得可変	115 dB 公称 +10 dB～-10 dB 以上  88 dB 公称 +10 dB～-10 dB 以上	第6表参照 +15.67/-16.00 dB (DNC1) +15.34/-15.73 dB (DNC2)  第7表参照 +15.77/-15.47 dB (UPC1) +15.62/-15.68 dB (UPC2)
振幅周波数特性 フォワードリンク系 (受信) リターンリンク系 (送信)	1.0 dBp-p 以下 (THR) 0.75 dBp-p 以下 (THR)	0.43 dBp-p 以内 0.19 dBp-p 以内
3 dB 帯域幅 フォワードリンク系 (受信) リターンリンク系 (送信)	4MHz 公称 (THR) 適用せず	4.0MHz
群遅延周波数特性 フォワードリンク系 (受信) リターンリンク系 (送信)	200 nsp-p 以下 (THR) 50 nsp-p 以下 (THR)	同左 同左
スプリアス D/U IF 帯出力 帯域内 帯域外  20GHz 帯出力 帯域内 帯域外	35 dB 以上 [但し、2波入力3次 IMは30dB以上] 50 dB 以上 [但し、2倍波及び2 波入力3次IMは30dB以上]  35 dB 以上 [但し、2波入力3次 IMは25dB以上] 50 dB 以上 [但し、2波入力3次 IMは25dB以上]	53 dB 以上 (スイッチングノイズ) 52 dB 以上 (2波3次IM) 33 dB 以上 (2倍波) 52 dB 以上 (2波3次IM)  43 dB 以上 (スイッチングノイズ) 33 dB 以上 (2波3次IM) 57 dB 以上 (局発リーク) 33 dB 以上 (2波3次IM)
位相雑音	[-35-10logf] dBc/Hz 以下	同左
帯域外スプリアス特性 フォワードリンク系 (受信) リターンリンク系 (送信)	D/U 50 dB 以上 [但し、2倍波は D/U 30 dB 以上] D/U 50 dB 以上	D/U 52dB 以上 D/U 33dB 以上 (2倍波) D/U 57dB 以上

がある。

- ⑦ 2台のダウンコンバータ (FL-DNC1 及び 2) は、個別に動作 ON/OFF できる。

#### 4.2 リターンリンク機能

MCBから入力される 140 MHz 帯 IF 周波数の通信信号を、20 GHz 帯送信系にて周波数変換及び高電力増幅し、フィーダリンクアンテナ系から地上基地局へ送信するリターンリンク受信機能の詳細は以下のとおりである。以下のいずれの系統においても、特別の帯域制限フィルタは有していない。

- ① OBPから入力される2系統(OBP-L及びOBP-H)の音声通信信号(MC-TDM信号)を、地上基地局へ送信する。
- ② PKTから入力される2系統4信号(PKT1-L及びPKT2-L又はPKT1-H及びPKT2-H)の packets 信号を、地上基地局へ送信する。
- ③ SCNEから入力される2系統(THR-L及びTHR-H)の応用通信信号を地上基地局へ送信する。
- ④ 上項①～③項は、それぞれ交互に運用するものとし、同時運用はないものとする。各系統ごとの ON/OFF 機能はなく、すべての系統が常時動作状態になる。
- ⑤ 30 GHz 帯受信系と 20 GHz 帯送信系の局発信号は周波数同期し、かつ、局発信号に同期した2系統(BCN-L及びBCN-H)のビーコン信号を地上基地局へ送信する。
- ⑥ 局発信号周波数は、コマンドにより微調できる。
- ⑦ 上項①～③項の出力信号レベルを可変(すべての系統が同じ増幅利得可変)できる。ただし、利得切替時の信号の瞬断の可能性はある。
- ⑧ Ka帯信号の送信系出力レベルをテレメトリ信号としてモニタできる。
- ⑨ 2台のアップコンバータ(FL-UPC1及び2)は、個別に ON/OFF できる。

### 5 FLCE の性能及び開発結果

FLCE はシステムの開発試験フェーズにおいて、システム電気モデル試験のためにアンテナ

系及び中継器系のうち1系統の開発を行い、FLCEとして機能・性能として問題ないことを確認した後、MCBと組み合わせ、システム的に要求を満足することが確認された。その後、中継器系の残りの1系統を開発し、FLCEのフルコンフィギュレーションでのプロトフライト試験

表4 FLCE 受信G/T

	G/T [dBK]		備考
	MSS	BSS	
最大値	15.6	15.5	LNA-A
	15.5	15.7	LNA-B
標準値	14.9	14.8	LNA-A
	14.8	15.1	LNA-B
最小値	12.5	12.4	LNA-A
	12.4	12.5	LNA-B
仕様値	10.0	10.0	T=290K

注：アンテナ利得は鹿嶋方向における値

表5 FLCE 送信EIRP

	EIRP [dBm]			備考
	MSS	BCN-L	BCN-H	
最大値	80.1	62.2	62.2	TWTA-A
	80.2	63.0	62.9	TWTA-B
標準値	79.7	61.8	61.8	TWTA-A
	79.8	62.6	62.5	TWTA-B
最小値	77.6	59.7	59.7	TWTA-A
	78.2	60.3	60.3	TWTA-B
仕様値	73.0	56.0	56.0	NPR≥20dB

注：アンテナ利得は鹿嶋方向における値

表6 FLCE フォワード系総合利得

	FLCE フォワード系総合利得 [dB]				備考
	LNA-A/ DNC1	LNA-B/ DNC1	LNA-A/ DNC2	LNA-B/ DNC2	
最大値	119.5	120.6	120.2	121.0	THR 信号
	120.3	121.2	121.0	121.8	OBP 信号
	120.6	121.4	120.9	121.7	PKT 信号
	118.7	120.0	122.0	122.7	BSS 信号
標準値	117.1	118.0	117.7	118.7	THR 信号
	118.8	119.7	119.3	120.1	OBP 信号
	118.9	119.9	119.2	120.1	PKT 信号
	116.7	117.6	119.1	120.1	BSS 信号
最小値	111.9	113.7	113.7	115.0	THR 信号
	113.4	115.5	115.4	116.8	OBP 信号
	113.8	115.8	115.3	116.6	PKT 信号
	112.3	112.9	114.3	115.5	BSS 信号
仕様値 (標準値)	115	115	115	115	FL-DNC 標準利得設定状態 (GAIN STS 16)

注：アンテナ利得は鹿嶋方向における値

表7 FLCE リターン系総合利得

	FLCE リターン系総合利得 [dB]				備考
	UPC1/ TWTA-A	UPC1/ TWTA-B	UPC2/ TWTA-A	UPC2/ TWTA-B	
最大値	90.7	91.0	90.8	90.8	THR 信号
	90.8	91.1	90.7	90.6	OBP 信号
	90.7	91.2	90.9	90.8	PKT 信号
標準値	90.3	90.6	90.4	90.4	THR 信号
	90.4	90.7	90.3	90.2	OBP 信号
	90.3	90.6	90.5	90.4	PKT 信号
最小値	88.0	88.1	88.2	88.1	THR 信号
	88.1	88.2	88.1	88.0	OBP 信号
	88.0	88.2	88.3	88.0	PKT 信号
仕様値 (標準値)	88	88	88	88	FL-UPC 標準利得設定状態 (GAIN STS 16)

注：アンテナ利得は鹿嶋方向における値

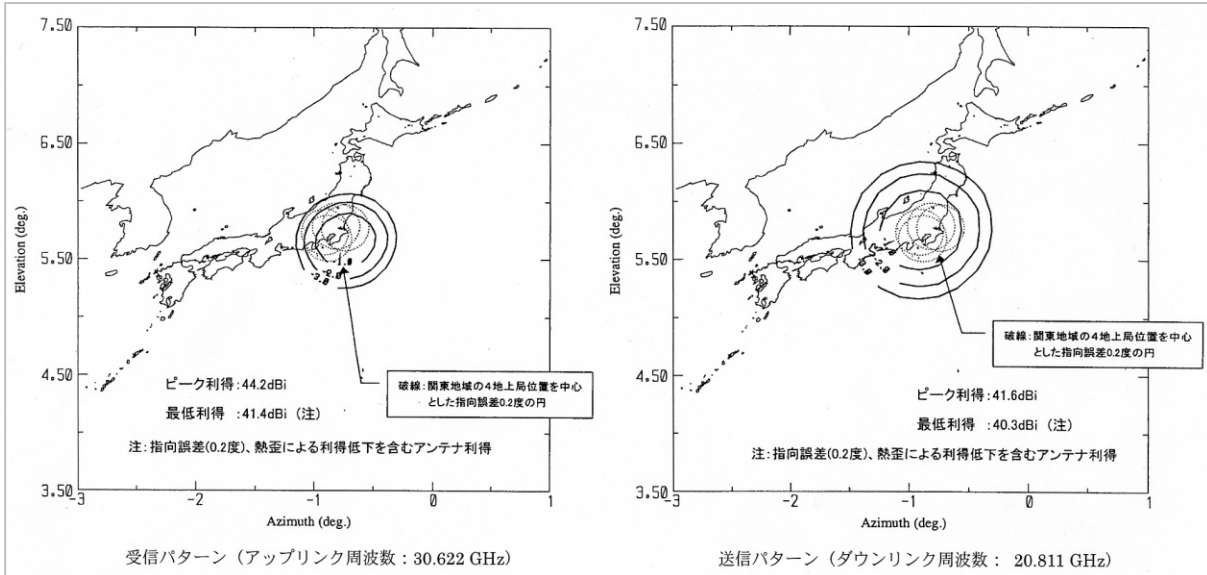


図5 FL-ANT実測アンテナ放射パターン（静止軌道位置：東経146度）

表8 FL-ANTプロトフライト試験結果

項目	仕様値	試験結果			備考	
		標準値	最大値	最小値		
利得	アップリンク (30.622 GHz)	鹿嶋	43.9	44.2	42.3	注1
		筑波	43.8	44.2	41.9	
		小金井	43.6	44.2	41.4	
		横須賀	43.8	44.2	42.0	
利得	ダウンリンク (20.811 GHz)	鹿嶋	41.2	41.6	40.3	注1
		筑波	41.4	41.6	40.7	
		小金井	41.5	41.6	41.0	
		横須賀	41.4	41.6	40.7	
偏波	アップリンク	右旋円偏波(RHCP)	RHCP			
偏波	ダウンリンク	左旋円偏波(LHCP)	LHCP			
軸比	アップリンク	3.0dB以下	2.2以下		注2	
	ダウンリンク	3.0dB以下	1.3以下		注2	

注1：「標準値」はアンテナの指向方向を最適化した場合の指向誤差を含まない値であり、「最大値・最小値」は指向誤差（0.2度）を加味したときの最大・最小値である。なお、最小値には熱歪による利得低下を含む。

注2：衛星静止軌道位置：146度における関東地域4つの地上局方向に相当する指向角における、ビーム指向誤差（0.2度）を含む値。

注3：地上局の緯度・経度は、鹿嶋（35.95° N, 140.67° E）、小金井（35.72° N, 139.48° E）、横須賀（35.25° N, 139.67° E）、筑波（36.07° N, 140.12° E）とした。

(PFT)を行い、要求事項に対し、すべての項目について満足していることを確認した。FLCEのPFT試験結果を要求性能(仕様)と比較して表3に示す。また、アンテナの実測パターンを図5に、アンテナ単体のPFT試験結果を表8に示す。

## 6 むすび

FLCEはETS-Ⅷの移動体通信実験用搭載機器の構成機器であり、DRTSをはじめ、これまでの衛星間通信用フィーダリンク装置の技術を基に開発が行われ、FLCEサブシステムレベルでの試験を終え、良好な機能・性能が確認されている。

今後、システムレベルでMCBと組み合わせて、移動体通信実験用搭載機器全体の機能・性能確認を経て、H-IIAロケットにより軌道上に打ち上げられ、ETS-Ⅷのメインミッションである移動体通信実験において所期の機能・性能を発揮することが期待される。

## 謝辞

FLCEの開発に携われた宇宙開発事業団及びNEC東芝スペースシステムの関係各位に感謝します。



たかほり たくみ  
高畑博樹

独立行政法人宇宙航空研究開発機構  
宇宙利用推進本部ETS-VIIIプロジェクトチーム



あらい けんいち  
浜 真一

電磁波計測部門準天頂衛星グループリーダー  
衛星通信、VLBI

