

# 技術試験衛星VIII型(ETS-VIII)衛星実験の進捗状況について

平成19年9月5日

独立行政法人 情報通信研究機構

# 目次

- ・移動体通信実験について

1. 移動体通信ミッション機器の構成と状況
2. 搭載機器の初期実験評価について
3. NICTが行うアプリケーション実験について
4. ETS利用実験協議会へのNICTの協力状況
5. ギャップフィラーによる機能補完

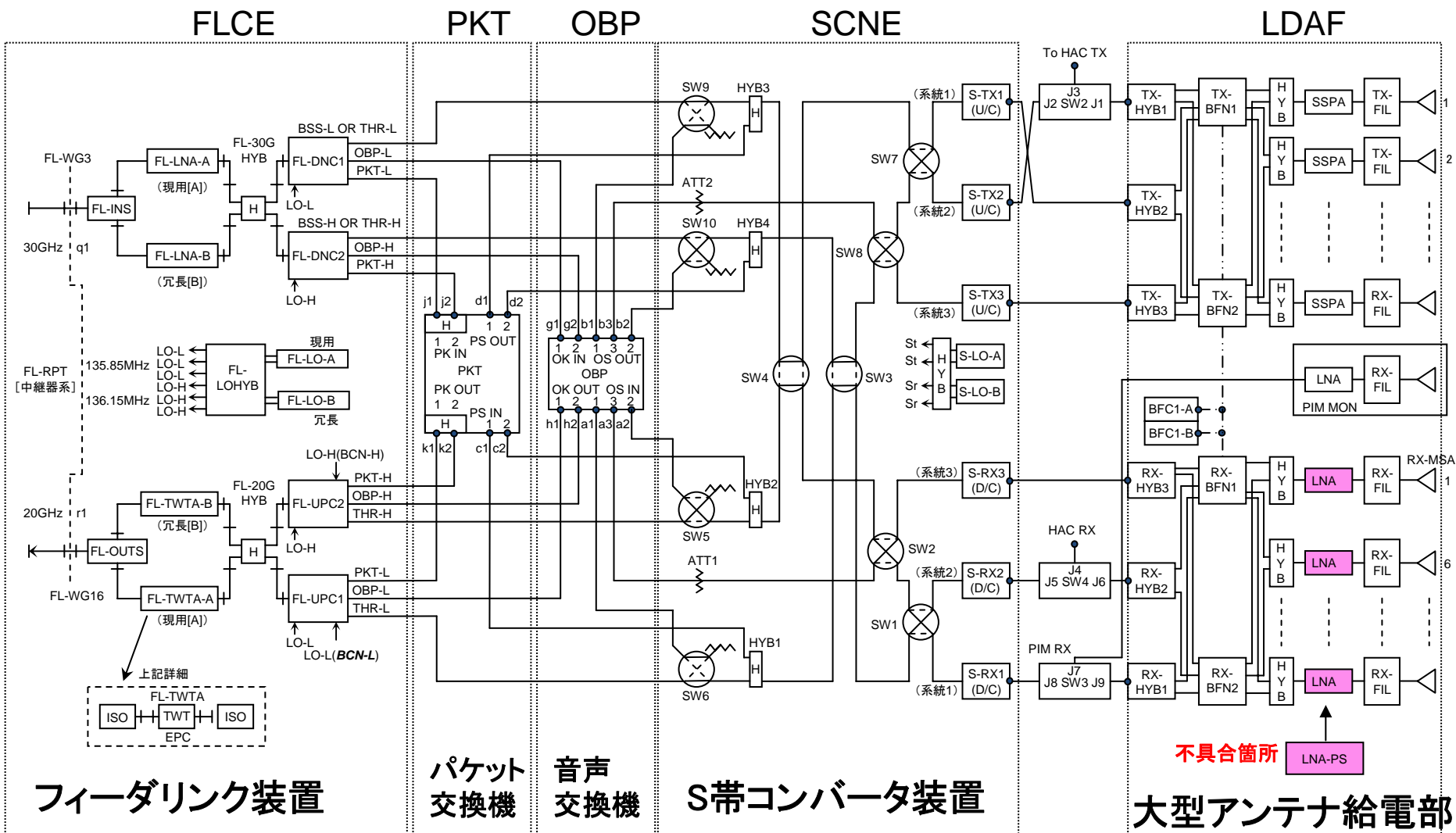
- ・時刻比較実験について

6. 時刻比較実験の構成
7. 時刻比較実験の現状

---

# 移動体通信実験について

# 1-1. 移動体通信ミッション機器の構成



## 1-2. 移動体通信ミッション機器の状況

- \* 大型展開アンテナ反射鏡部 (LDR)
- \* 大型展開アンテナ給電部 (LDAF)
- \* S帯コンバータ部 (SCNE)
- \* 音声交換機 (OBP)
- \* パケット交換機 (PKT)
- \* フィーダリンク装置 (FLCE)

正常

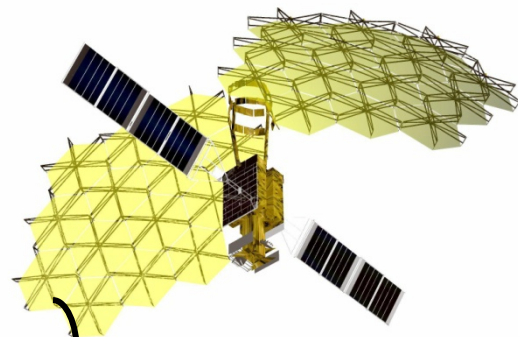
不具合

正常

正常

正常

正常



正常機器多数  
については技術データの取  
得、実験が可能である。

## 2. 搭載機器の初期実験評価について

### 現在までに行ったNICTミッションにおける初期実験項目

#### 2-1 搭載機器の性能実証実験

- 2-1-1 大型展開アンテナの特性評価 (送信側実施済)
- 2-1-2 中継器系特性評価 (実施済)
- 2-1-3 パケット交換機特性評価 (実施済)
- 2-1-4 音声交換機特性評価 (実施済)

正常である  
搭載機器の  
性能評価を  
実施。

#### 2-2 通信システム評価実験

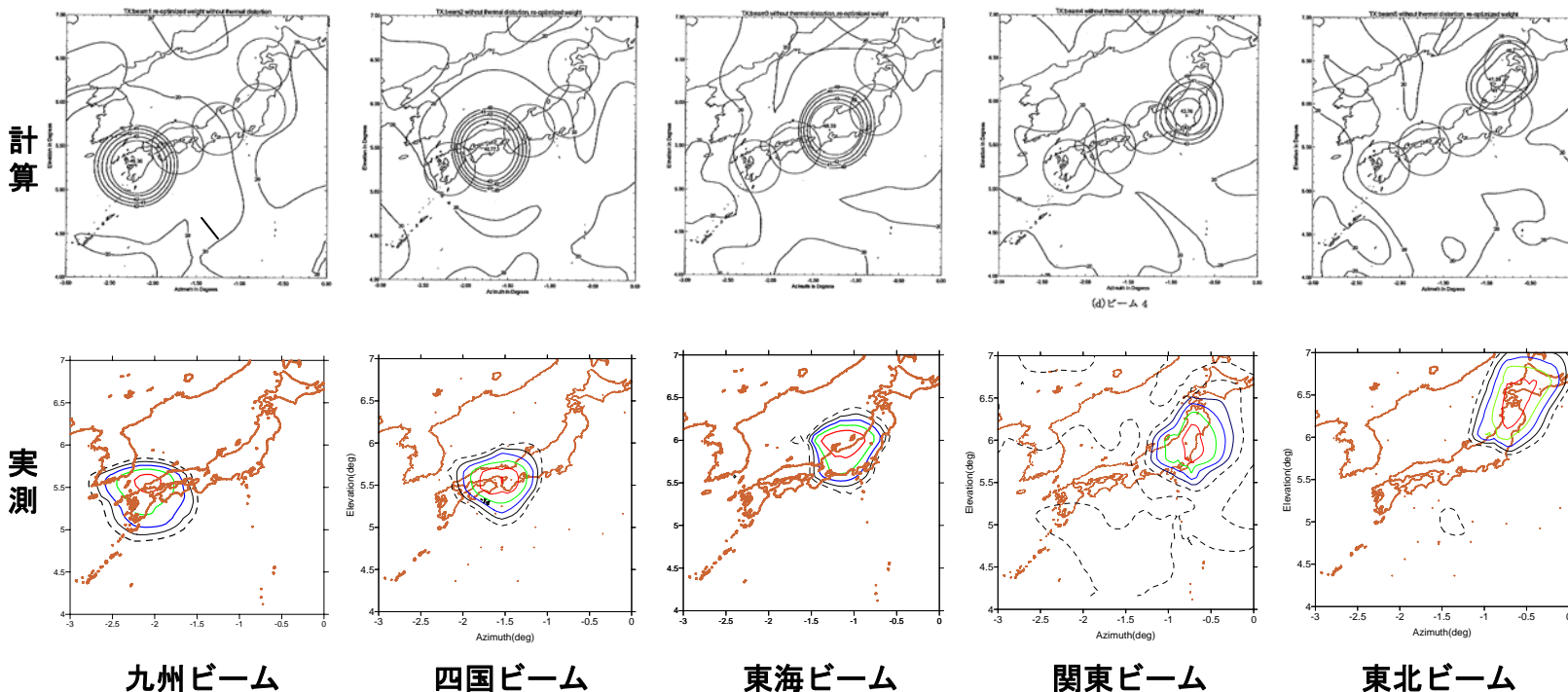
- 2-2-1 パケット通信システム評価
- 2-2-2 音声交換機通信システム評価
- 2-2-3 符号化変調技術評価
- 2-2-4 OFDM通信システム評価 (実施済)
- 2-2-5 アンテナパターン補正評価
- 2-2-6 高機能移動局アンテナ評価
- 2-2-7 伝搬特性評価
- 2-2-8 携帯実験地球局評価 (実施済)

システム評価  
も一部開始。

スケジュール  
に沿って予定  
通り進行して  
いる。

# 2-1-1. 大型展開アンテナの特性評価

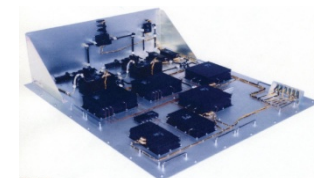
送信側アンテナについて、ビーム指向の計算値と測定値が約  $0.3^\circ$  の誤差範囲内にあり正常である事を確認



— : -3dB  
以降2dBステップ

## 2-1-2. 中継器系特性評価

移動体通信用中継器の軌道上での性能を確認



### (1) Kaフィーダリンクアンテナ(FL-ANT)パターン測定

カット面パターンを測定した結果、地上試験結果とほぼ一致していることを確認した。

### (2) 中継器の利得、入出力特性、振幅周波数特性、スプリアス測定

フォワード回線(Ka帯 ⇒ S帯)、リターン回線(S帯 ⇒ Ka帯)、クロス回線(Ka帯 ⇒ Ka帯、S帯 ⇒ S帯)について、中継器が正常に動作していることを確認した。

### (3) フィーダリンク装置およびS帯コンバータの利得可変機能

アップコンバータおよびダウンコンバータの利得可変機能について、地上試験結果をほぼ再現していることを確認。

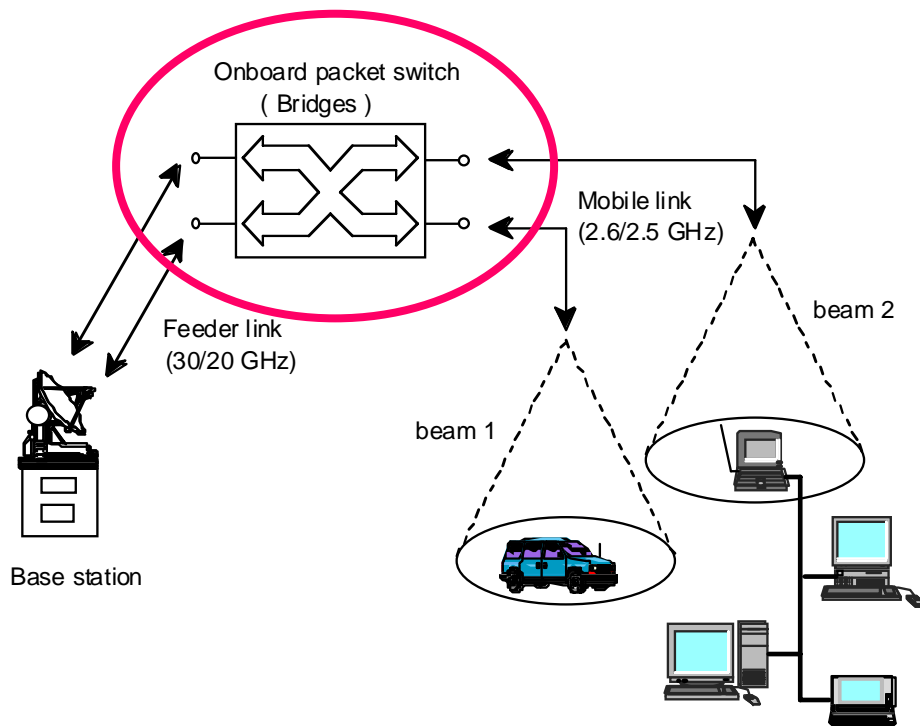
### (4) フィーダリンク装置およびS帯コンバータの局発信号の周波数可変機能

地上試験結果をほぼ再現していることを確認した。

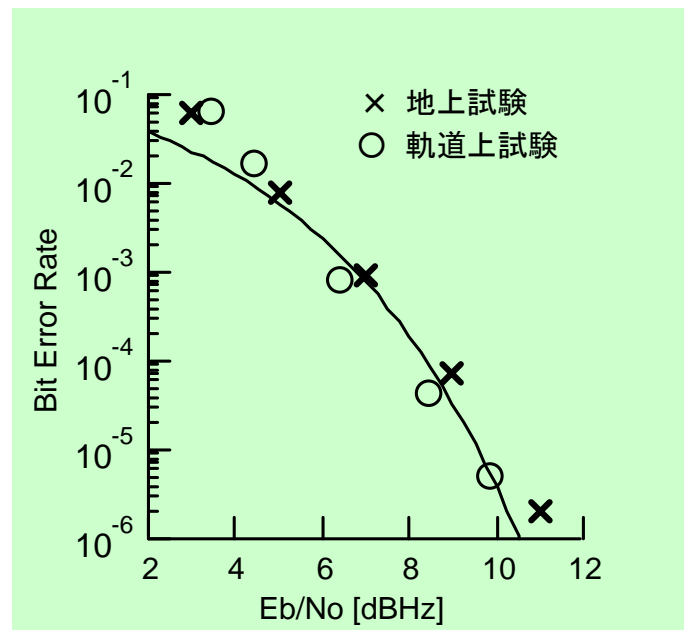


## 2-1-3. パケット交換機特性評価

イーサネットのブリッジに相当する交換機能を有する高速データ(1024kbps)用パケット交換機に関して、高速データ用パケット交換機のビットエラーレートを測定



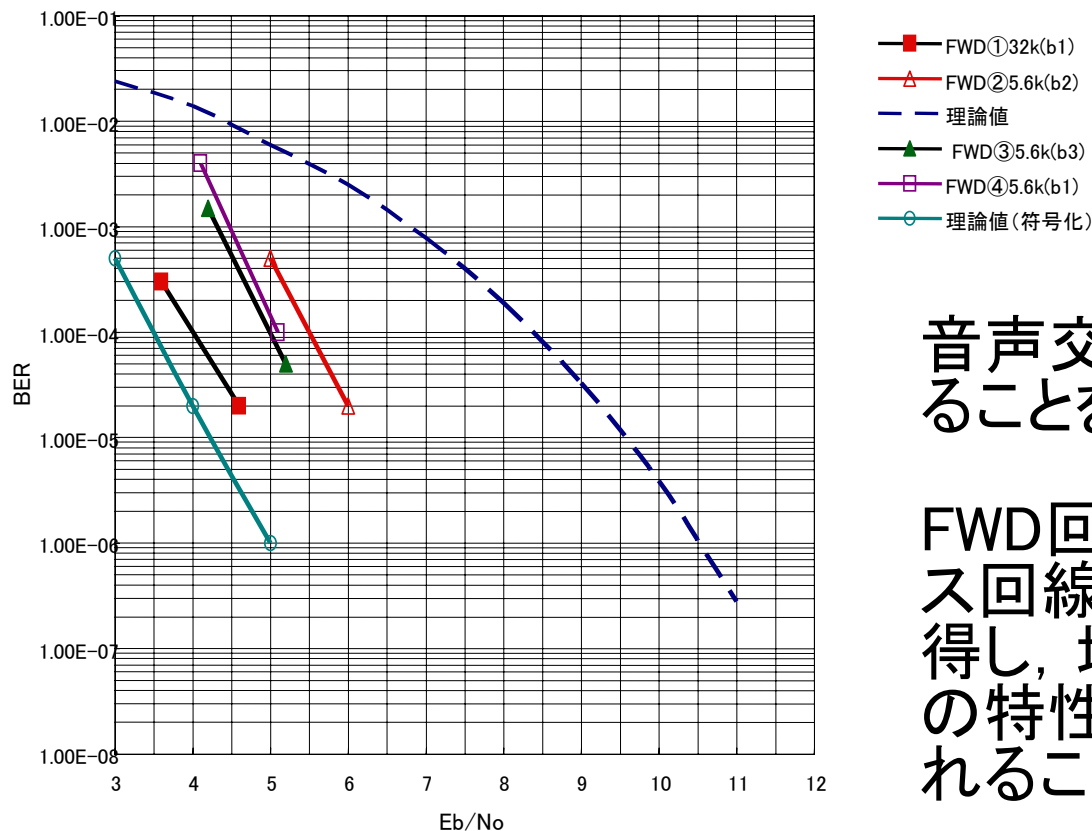
きく8号高速パケット通信構成図



測定されたパケット交換機の軌道上BER特性。  
信号S/Nに対し期待されたエラー率

## 2-1-4. 音声交換機特性評価

音声交換機(OBP)の対雑音特性などを測定し、衛星において音声通信交換機能が正常であることを確認



音声交換機が正常に動作することを確認した。

FWD回線, RTN回線及びクロス回線においてBER特性を取得し, 地上で行った固有試験の特性とほぼ同じ特性が得られることを確認した。

## 2-2-4. OFDM通信実験

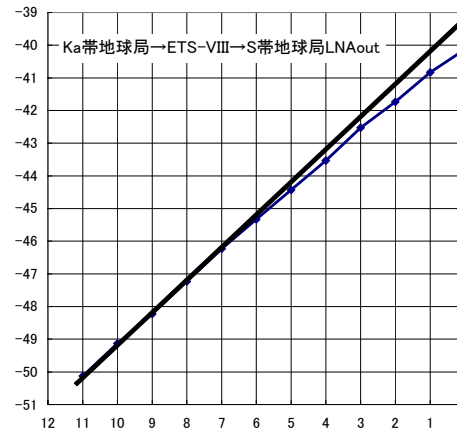
### OFDM通信を行う衛星中継器について、非直線性の影響を衛星回線を通じて評価

#### 目的

- OFDM信号(キャリア数:192)について、飽和領域で用いる衛星中継器の増幅器(SSPA)の非直線性についての評価を行う。

#### 結果

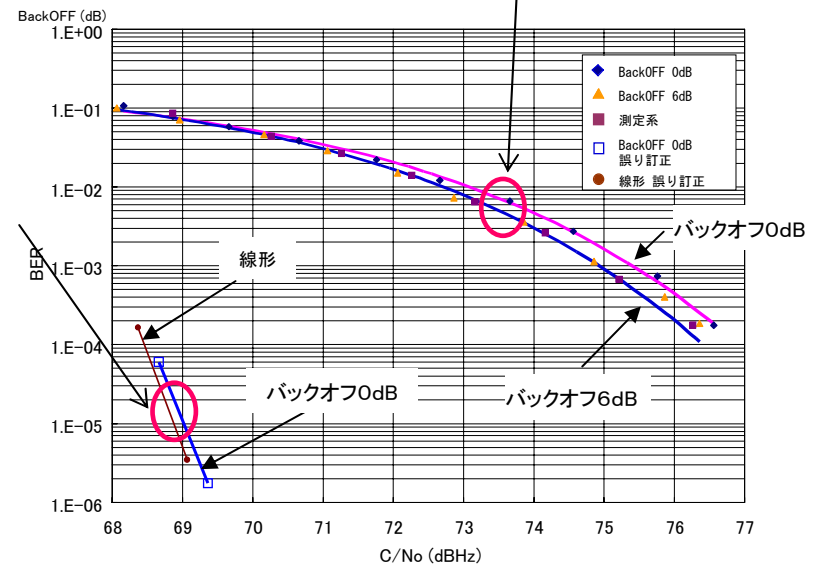
- バックオフ0dB(1dB圧縮点)と6dBとの場合のデータ誤り特性を、衛星折り返し中継により確認した。
- 誤り訂正を併用した場合には、バックオフ0dBの場合でも、SSPAを経由しない線形のシステムと同程度の特徴が得られることを確認した。



←1dB圧縮点をバックオフ0dBと定義

バックオフを変えたときのBER特性を測定

誤り訂正適用時は直線性の高い系と同程度の特徴



## 2-2-8. 携帯実験地球局評価

S-Sクロス回線のシングルホップでの音声通話(8kbps)が正常に行えることを確認



携帯実験地球局(PDA型)  
送信電力: 1W

使用アンテナ  
送信: 折り畳み型パラボラ(利得: 22.4dBi)  
受信: 内蔵パッチアンテナ(利得: 2.9dBi)

衛星折り返しC/No=約45dBHz

## 3. NICTが行うアプリケーション実験について

---

### 3-1 平成19年9月1日防災の日のデモ実験(実施報告)

以下は予定

### 3-2 位置情報送信端末を使ったアプリケーション実験

### 3-3 IP通信実験

## 3-1. 平成19年9月1日防災の日のデモ実験（実施報告）

9月1日の東京都防災の日にETS-VIIIを用いた通信デモ実験を下記の通り実施した。

日時： 9月1日（土） 9:00～12:00

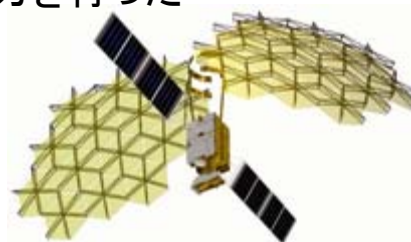
場所： 東京都昭島市防災訓練会場および武蔵村山市防災訓練会場

実施形態

昭島会場と武蔵村山会場にそれぞれETS-VIII用携帯端末を準備し、ETS-VIIIを経由した音声伝送の参加型デモンストレーションを実施した。

使用した衛星携帯端末

- ・受信アンテナは内蔵アンテナ（2cm四方のパッチアンテナ）を使用
- ・送信アンテナとして70cmの外部アンテナを使用
- ・イヤホンマイクを接続して、音声入出力を行った



昭島会場



武蔵村山会場

## 3-1. 平成19年9月1日防災の日のデモ実験（実施報告）

### 実施内容

大地震が発生し地上通信網に障害が発生し、携帯電話が使えないという設定で、昭島側を救助本部（NICT職員）と見立てて、武蔵村山側は通報者（一般市民）が災害現場写真を見ながら、救助本部の質問に答える形で被災状況を音声で伝える実験を行った。救助本部を武蔵村山側、通報者を昭島側にする設定でも実施した。

### デモ実験結果

体験者の主な感想は、「会話は十分出来る。また、伝送遅延は感じなかった」であった。ETS-VIII受信系の不具合に対して代替手段（外部アンテナ使用）で対応することにより、ETS-VIIIが社会的に有効であることを多くの体験者にアピールできた。



デモ実験の様子  
（通報者が災害現場写真を見て、ETS-VIII携帯端末で被災状況を伝えているところ）



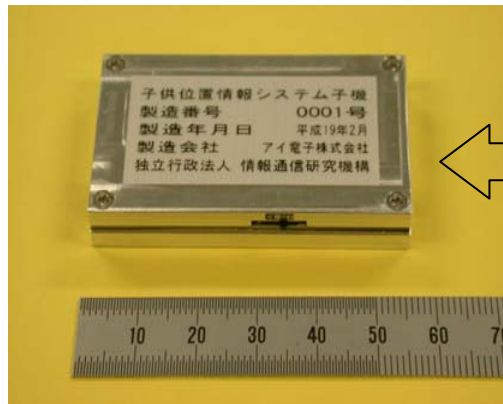
## 3-2. 位置情報送信端末を使ったアプリケーション実験

### 目的

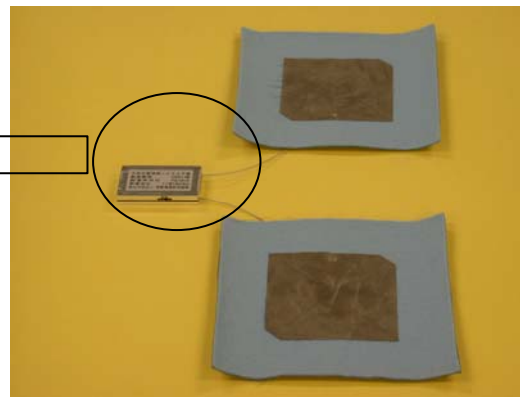
地上インフラの整っていない地域で、災害救助者・登山者・子供などの個人の位置情報を把握する。

### 特徴

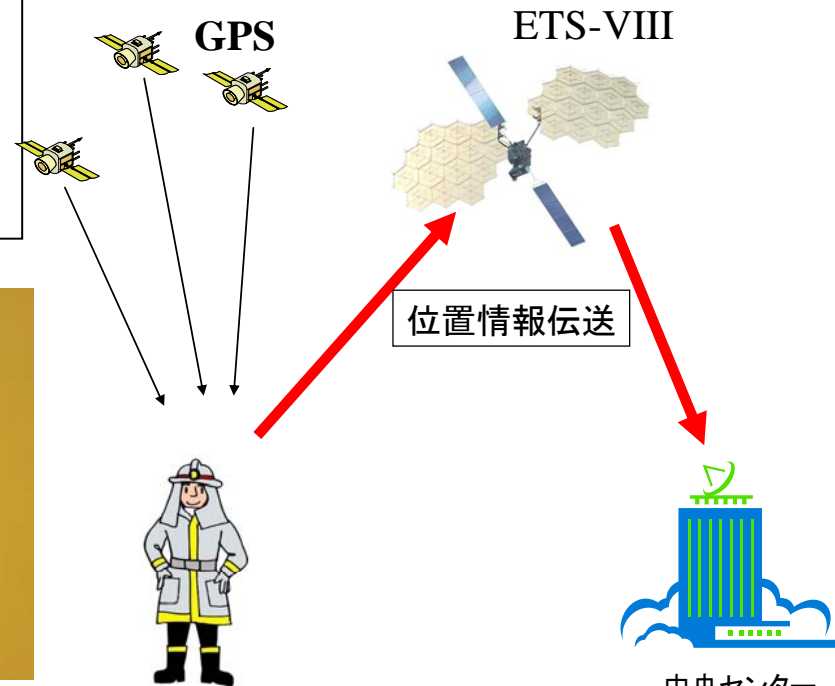
- ・個人が携帯する装置は30gでマッチ箱大。
- ・GPS受信機能とETS-VIIIへの送信機能を有す。
- ・アンテナは軽量で柔軟な布製アンテナを使用。



位置情報送信端末  
(GPS受信機内蔵)



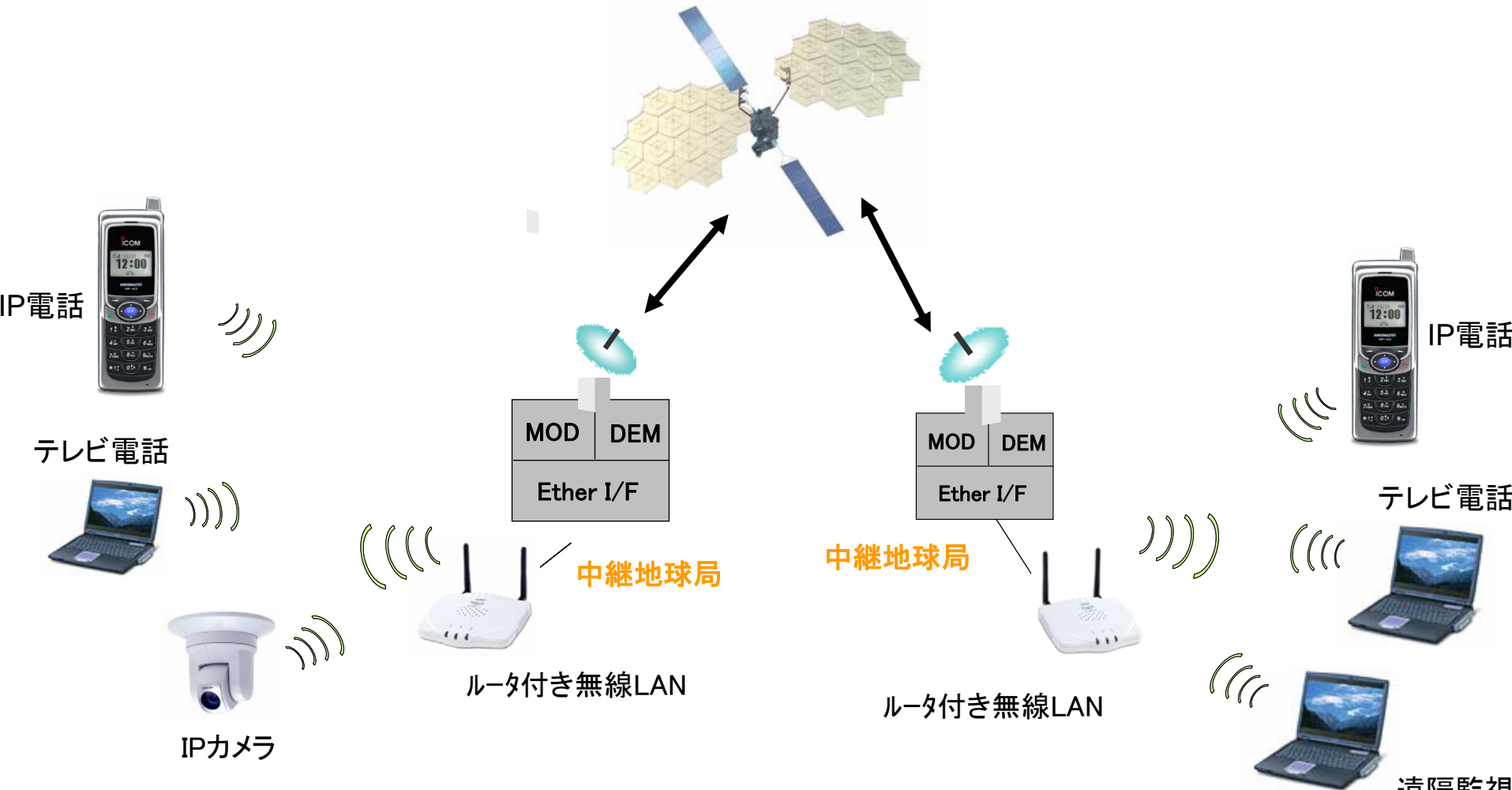
位置情報送信端末と布製アンテナ





# 3-3. IP通信実験

中継地球局に無線LANを接続し、衛星回線を使用した各種IP通信実験を実施する。



## 4. ETS-VIII利用実験協議会へのNICTの協力状況

平成14年及び平成18年にETS-VIII利用実験に関する募集が、総務省により行なわれ、衛星アプリケーション推進会議(会長:高畑文雄早稲田大学教授)における審議を踏まえて、計26件が採択されている

NICTの開発機器をETS-VIII利用実験実施協議会(会長:近藤喜美夫メディア教育開発センター教授)へ貸与することにより協力。

携帯型端末及びPDA型端末については操作説明会を実施済み。

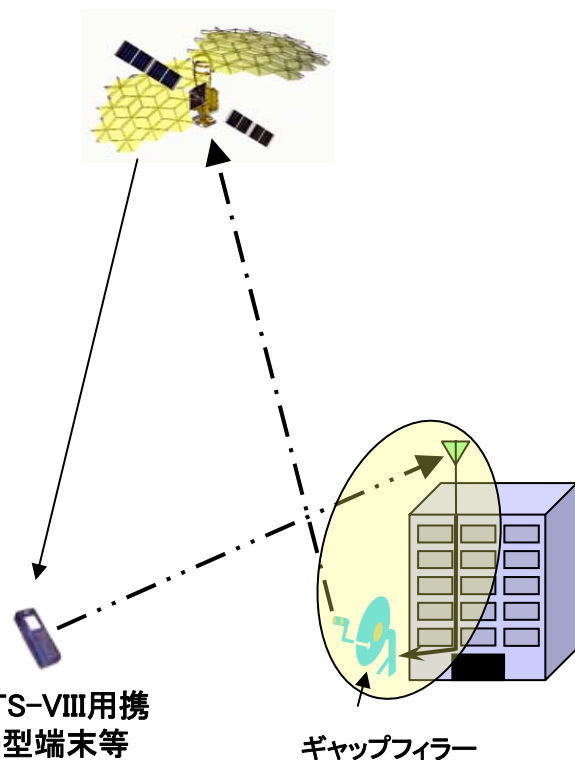


操作説明会の様子

## 5. ギャップファイラーによる機能補完

大型受信アンテナに代わって機能を補完するギャップファイラーについて検討し実験実施を可能とする目処を得た。動作モードは以下の2つ。製作台数3台。

(a) 無線中継局モード



ギャップファイラーの性能諸元

サービスエリア: 半径1km以内

受信アンテナ: オムニアンテナ (4~7dBi)

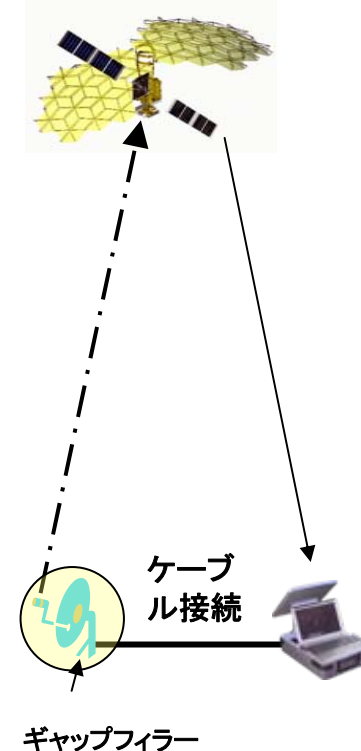
送信アンテナ: パラボラアンテナ

φ 120cmの場合: 27.9dBi

φ 60cmの場合: 21.5dBi

送信電力: 20W以上

(b) ブースターモード(外付アンテナ)



# ギャップファイラー使用時の各種端末の動作

(a) 無線中継局モード: NICT端末(8kbps)での通信が可能

(b) ブースターモード: 512kbpsまでの通信が可能。

(指向誤差等が最小の場合は1.5Mbpsまで可能)

端末	伝送レート	ギャップファイラー方式	
		(a) 無線中継局	(b) ブースター
NICT 携帯端末	8[kbps]	○	—
NICT PDA型端末	8[kbps]	○	—
NICT 位置情報送信端末	100[bps]	○	—
JAXA超小型端末	50/100/250/400 [bps]*4	○	—
JAXAポータブル端末	64[kbps]	—	○ * 1
	128[kbps]	—	○ * 2
	384[kbps]	—	○ * 2
	512[kbps]	—	○ * 2
	768[kbps]	—	△ * 2, 3
	1.5 [Mbps]	—	△ * 2, 3

\* 1:送信機 10W、アンテナ1.2mΦ

\* 2:送信機 20W、アンテナ1.2mΦ

\* 3:指向誤差等が最小の場合通信可能。

\* 4:情報レート

---

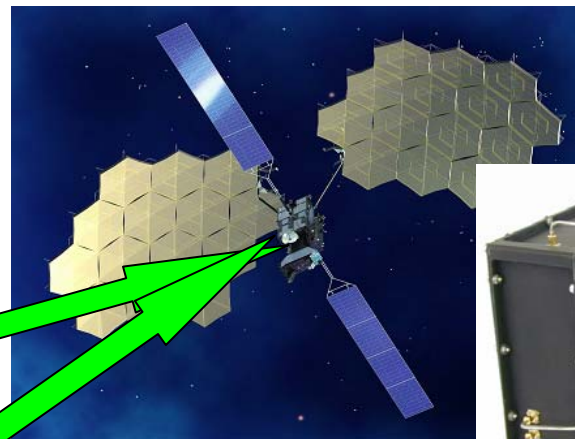
# 時刻比較実験について

## 6 時刻比較実験の構成

### ETS-VIIIを用いた衛星測位の基礎実験

日本初の原子時計搭載衛星で、カーナビに用いる衛星測位の国産技術を開発します。

GPSの従来技術より2桁高精度な地上-衛星間時刻比較を世界初で実施します。



ETS-VIII(きく8号)



高精度時刻比較装置  
(TCE)



TCE地球局(固定局)



TCE地球局(可搬局)

- ・高精度時刻比較装置(TCE) NICT
  - ・高精度基準時刻装置(HAC) JAXA
- 両者の協力で、衛星搭載原子時計の性能把握を3年間かけて行います。

## 7 時刻比較実験の現状 (1)実験項目

### 時刻比較実験項目

- 1 性能確認試験
  - 1-1 搭載機器の性能確認 (実施中)
  - 1-2 校正系の性能確認
  - 1-3 電離層補正の性能確認
- 2 長期安定度測定 (実施中)  
(短期安定度測定を長期間行うことにより実施)
- 3 短期安定度測定 (実施中)
- 4 外乱時の測定 (一部実施中)
- 5 地上間時刻比較
- 6 その他
  - 6-1 応用実験
  - 6-2 HACとの協調実験
  - 6-3 搭載原子時計の性能把握 (実施中)

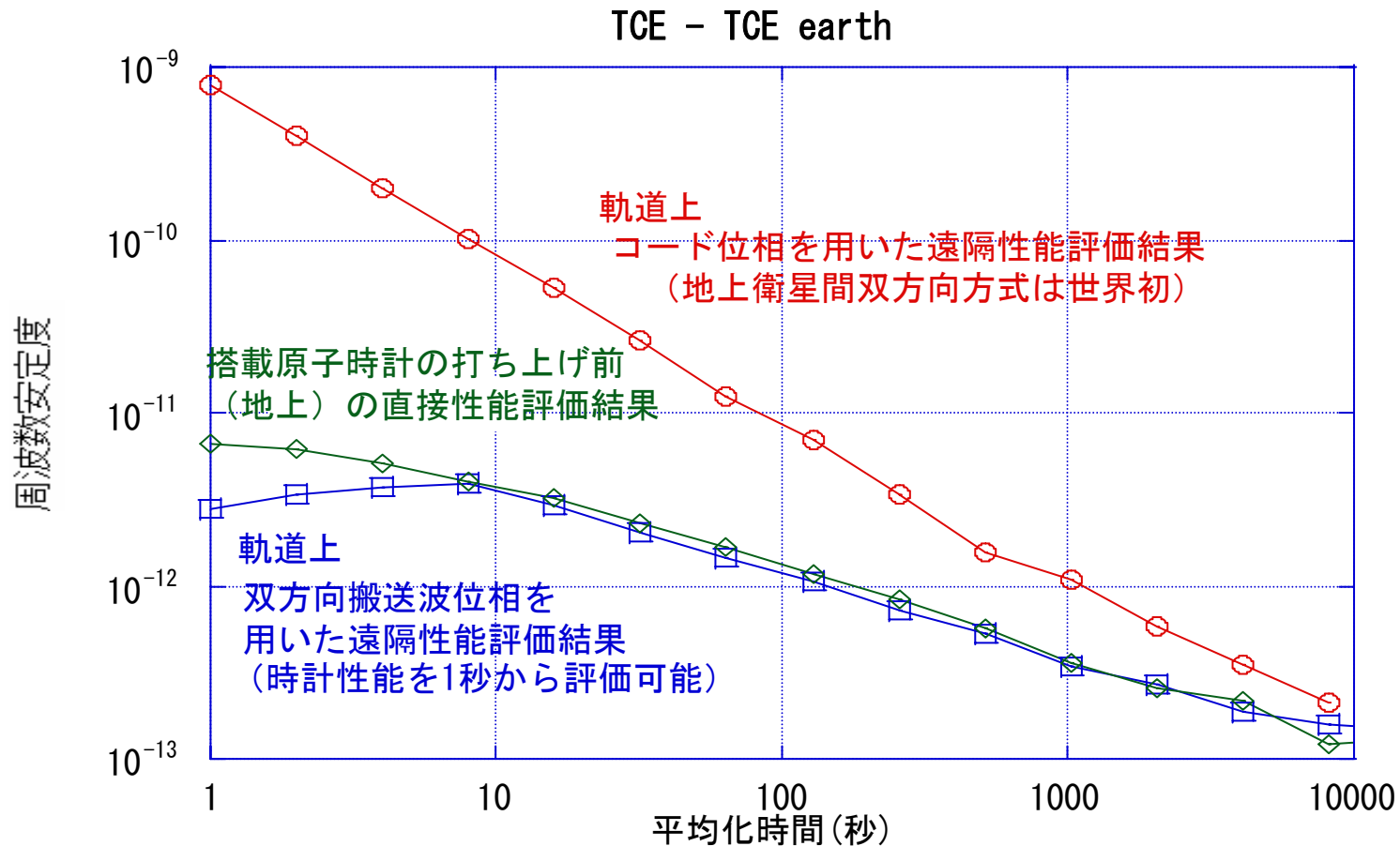
## 7 時刻比較実験の現状 (2)搭載機器の性能確認

\* チェックアウト、及びその後の測定により、高精度時刻比較装置(TCE)は、すべての機能は正常であり、打上げ前と同等の性能を有していることを確認した。



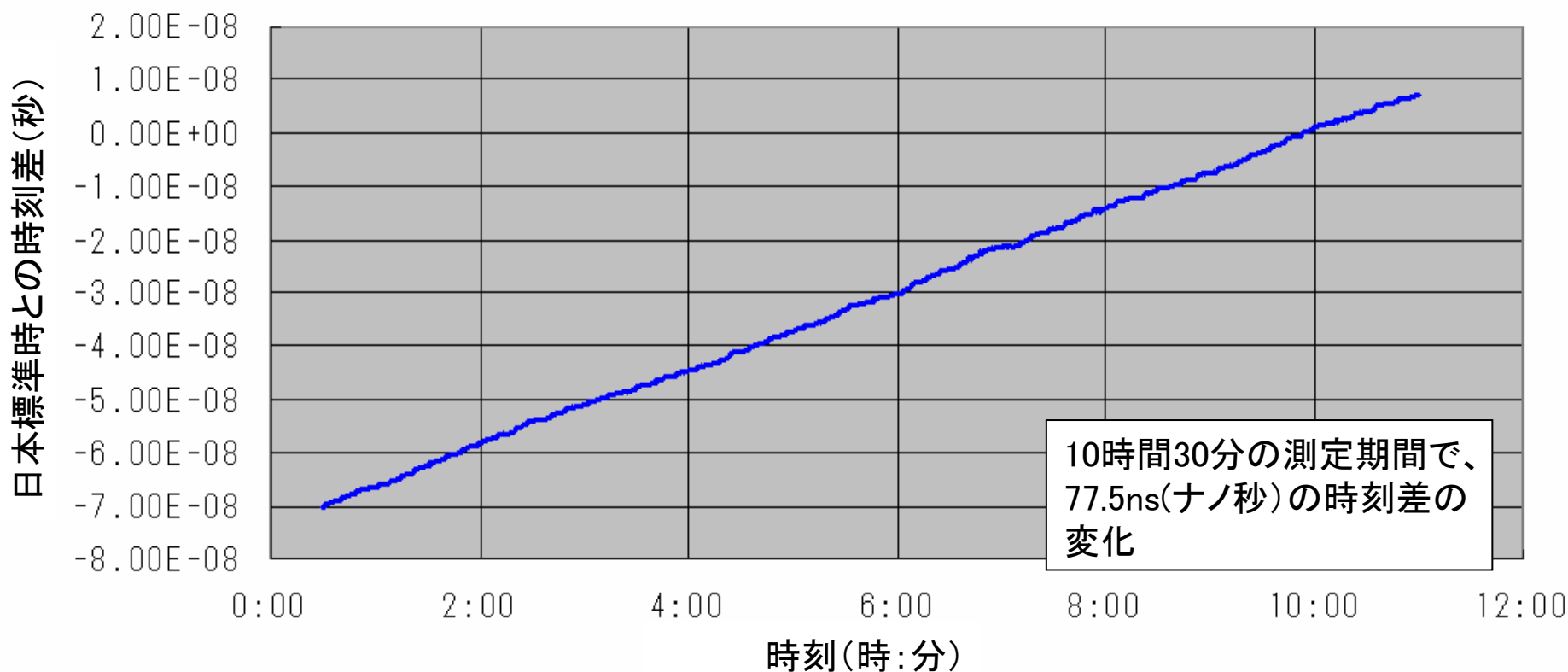
# 7 時刻比較実験の現状 (4)短期安定度測定

コード位相、搬送波位相ともに、GPSより高度な**双方向方式**を**世界初採用**。搬送波位相方式では、搭載原子時計の**打ち上げ前(直接)性能評価**と有意な差はなく、**コード位相方式**より二桁以上の高精度遠隔時刻比較ができています。



## 7 時刻比較実験の現状 (3)搭載原子時計の性能把握

搭載原子時計が地上の基準、NICTの日本標準時に対し、10.5時間で77.5ns(1万年に1秒)ずれていくこと、またその比がほぼ一定で容易に補正できるものであることを観測した。



---

# 付録

(衛星アプリケーション推進会議採択課題)

# (付録) 衛星アプリケーション推進会議採択課題(1/2)

実験実施者	共同実験者	実験プロジェクト名
(独)水産総合研究センター	農林水産技術会議、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、有人宇宙システム(株)等	洋上調査船におけるリアルタイム観測データ転送システムと観測機器遠隔操作
海上保安庁	なし	海上における緊急通報等の検証
欧州宇宙開発機構(ESA)	EUTELSAT	携帯移動端末における映像放送実験
(株)昭電	東京大学海洋研究所	衛星を利用した海上のデータロガーからの伝送実験
ヤマハ発動機(株)	なし	無人ヘリにおける衛星通信システムの開発・検証
大阪府立大学	NICT	ETS-VIIIとWINDSの2衛星を用いた移動体衛星通信方式の開発と検証
JSAT(株)	なし	CI-OFDM伝送実験
JSAT(株)	なし	S帯衛星通信における地上伝送方式の適応性の検討
NEC東芝スペースシステム(株)	なし	衛星上再生中継システムの有効性、改良検証
三菱電機(株)	なし	S帯衛星通信における地上移動体通信方式の適応性検証
消防庁消防大学校消防研究センター	NICT、工学院大学、産業技術総合研究所 等	災害情報を活動現場から危機管理センターまでシームレスにつなぐ衛星伝送実験
長岡科学技術大学	(株)KDDI	非常時IPネットワークング技術に関する研究
九州工業大学ネットワークデザイン研究センター	大阪大学、長岡科学技術大学	DTN (Delay Tolerant Network) 技術の衛星通信環境における評価
明治大学	なし	ソフトウェア無線による複数メディアアクセスのための基礎実験

## (付録) 衛星アプリケーション推進会議採択課題(2/2)

実験実施者	共同実験者	実験プロジェクト名
中国杏林大学	なし	ETS-VIIIを用いた移動体衛星通信の応用に関する実験
首都大学東京	信州大学	衛星回線を利用したCT検査車(移動体)および山間部、離島からの医療情報受信解析とその評価及び遠隔医療教育に関する研究
メディア教育開発センター	千葉大学、宮崎大学(調整中)	フィールド教育実験
(独)海洋研究開発機構	JAXA	衛星を利用した深海巡航探査機「うらしま」の情報伝送
千葉大学	NICT	一般車両を対象とした簡易衛星追尾及び通信実験
大阪工業大学、広島国際大学、摂南大学	その他	多大学間での衛星ネットワークを用いた教育ならびに研究協力の高度化に関する研究
九州大学	(調整中)	電波伝搬特性の評価に関する研究
東北大学	NICT	衛星回線を使った災害救助・不整地走行ロボット遠隔制御技術の実験
(株)NTTドコモ	なし	画像伝送アプリケーションに関する研究
(独)農業・食品産業技術総合研究所	農林水産研究計算センター	衛星における農村無線LAN環境のインターネット接続実験
電気通信大学	なし	電離層擾乱観測プロジェクト
(独)電子航法研究所	なし	準天頂衛星での利用を目指した高精度測位補正実験