



委3-2

# 技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」(ETS-VIII)の 基本実験および利用実験の成果について

海洋研究開発機構 海洋工学センター サブリーダー 吉田 弘  
宇宙航空研究開発機構 執行役 本間 正修  
情報通信研究機構 宇宙通信ネットワークグループ  
サブリーダー 平良 真一



# 目次

---

1. 実験状況
2. 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験  
(利用実験: 海洋研究開発機構)
3. 桜島火山爆発総合防災訓練における通信実験  
(基本実験: JAXA)
4. 桜島火山爆発総合防災訓練における通信実験  
(基本実験: NICT)

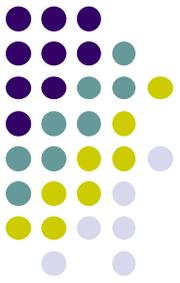


# 1. 実験状況

- ・ 平成18年12月18日 打上げ
- ・ 平成19年4月25日の定常段階移行後、移動体通信実験及び測位実験の各種基本実験並びに利用実験を実施中。



## 2. 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験



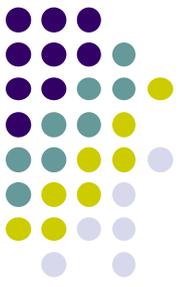
### 2.1 実験の概要

#### (1) 背景

- 地球温暖化、海溝型地震、生物多様性等の調査、エネルギー資源の探査の目的で、自律型無人探査機(Autonomous Underwater Vehicle)、光遠隔制御探査機(Remotely Operated Vehicle)等の開発が注目されている。
- 国家機関技術「海洋地球観測探査システム」では、複数機関連携のもと、宇宙～深海までの地球全体の観測と得られたデータの利活用が求められている。
- 以上の目的で、「きく8号」を利用した、深海探査機(AUV、ROV等)の遠隔制御システム開発を開始した。

#### (2) 目的

- 科学者が研究室で、リアルタイムに深海映像を見ることができ、ROVの操作ができるシステムを実現する。小型船に搭載できるROVと4素子パッチアンテナを開発し、「きく8号」の特長により、動揺の大きい小型船上からの通信が可能となる。これにより小型船の運用フレキシビリティを生かしつつ、数人の科学者しか乗船できない欠点を補い、効果の高い深海観測ができるようになる。
- AUVによる効率的な深海観測を行うためには、海上のAUVの現在位置と状態をリアルタイムに知ることと、観測した画像データの遠隔アップロード・次のミッションシナリオの遠隔ダウンロード機能が必要である。これらを実現するために、深海から浮上して使用できるアンテナシステムを開発し、「きく8号」の特長を利用したAUVの遠隔制御実証試験を行う。



## 2. 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

### (3) 実験期間および場所

実験は次の段階を踏んで実施する:

- 予備試験：平成20年7月～10月、JAXA宇宙センター、JAMSTEC岸壁等
  - a. ギャップファイラー(GF)を用いた中継伝送試験
  - b. 浮体を用いた追尾試験
  - c. Sバンド海上伝搬試験(GF-洋上局間通信特性)

- ① ROV遠隔制御試験：平成20年11月18日、20日 三浦市 油壺湾(プレス発表済)
- ② AUV遠隔制御試験：平成21年3月21日～27日 相模湾 初島周辺(予定)

### (4) 実験実施者

(独)海洋研究開発機構 海洋工学センター

実験代表者：先端技術研究プログラム サブリーダー 吉田 弘

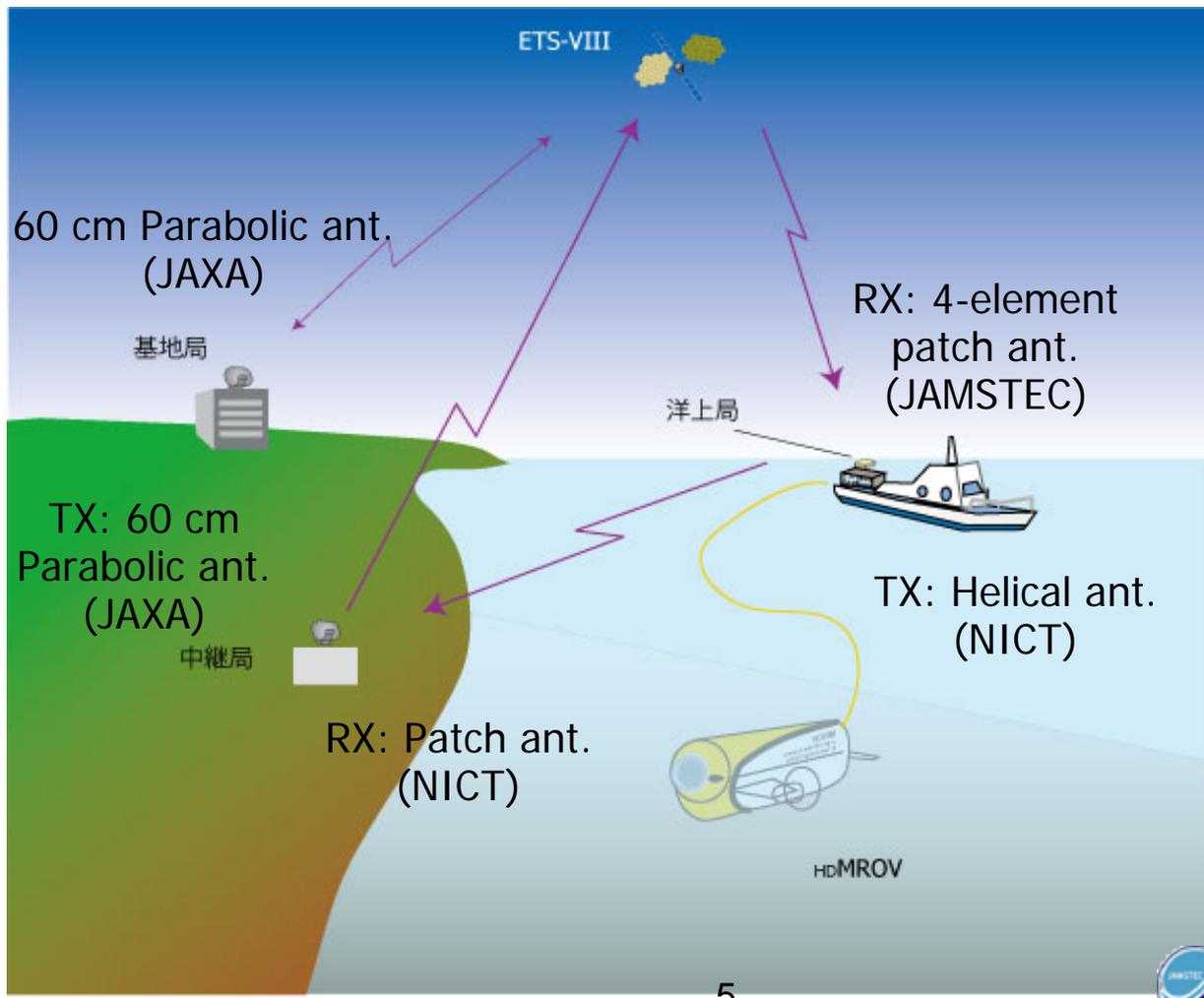
協力：JAXA, NICT, 東京大学臨海実験所



## 2. 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

### 2.2 ROV遠隔制御試験 実験システム

ETS-8: 鹿島ビーム  
SX Tx2 Gain STS-18 state



HDMROV(High Definition camera Marine ROV)はハイビジョンカメラを搭載した深海探査機です。



## 2. 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

### 2.3 実験結果

強い季節風が吹く合間をぬって、11月18日と11月20日の2日間に渡って、三浦市油壺湾・諸磯湾内で、潜航中のHDMROVの遠隔制御試験を実施し、JAMSTEC 横須賀本部からリアルタイム映像を見ながらの無人探査機の遠隔制御に成功した。

月日	試験内容	結果
11月18日	<ul style="list-style-type: none"><li>• HDMROVの着水試験</li><li>• 衛星回線の確立確認</li><li>• 母船を棧橋に係留した状態で潜航・遠隔操作</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• HDMROVの遠隔操縦に成功</li><li>• 母船は係留状態であったため追尾動作はほとんどなし</li></ul>
11月20日	<ul style="list-style-type: none"><li>• 母船を湾内で航行させ、HDMROVを潜航させた</li><li>• 湾内深度5m地点で遠隔操作に切り替え</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 母船航行中の連続追尾に成功</li><li>• 湾内で遠隔操作に成功</li><li>• 映像伝送は極めて良好</li></ul>



## 2. 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験



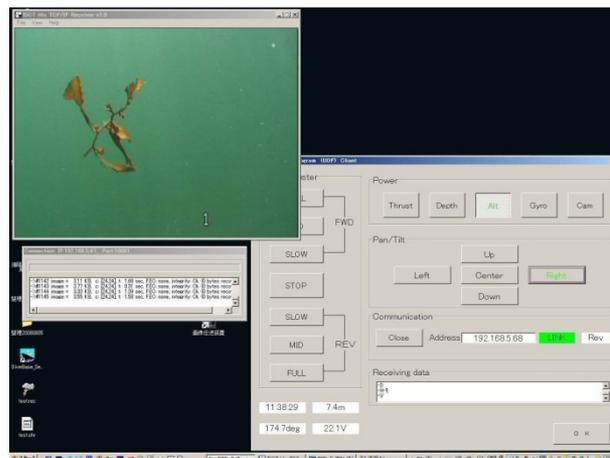
揚収前のHDMROV



横須賀本部に設置した基地局



洋上局アンテナと追尾装置



基地局遠隔制御画面



## 2. 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

### 2.4 今後の予定 (AUV遠隔制御試験)

- (1)概要: 浮上中のAUVのデータをリアルタイムで陸上に伝送するとともに、新しいミッションシナリオをダウンロードして潜航させる試験を実施
- (2)配置: 洋上局: 相模湾 初島沖、中継局: 初島、基地局: 横須賀本部
- (3)探査機: 自律型深海作業ロボット「MR-X1」
- (4)期間: 平成21年3月20日から27日のうち2日程度
- (5)内容

JAMSTECの大型母船「なつしま」(1700トン)に搭載した「MR-X1」(2.5m, 800kg)に、

- ①防水アンテナ、
- ②防水追尾装置、
- ③防水ケースに入れたポータブル端末、
- ④耐圧容器に収納した制御装置、
- ⑤ヘリカルアンテナ等を搭載して通信を行う。



「MR-X1」



「なつしま」

※ AUVに静止衛星通信装置を搭載して、リアルタイムに制御を行った例は世界で初めてとなる。本実験に成功することで、日本の宇宙～海に関する技術力をアピールすることができる。



### 3. 桜島火山爆発総合防災訓練における通信実験 (基本実験: JAXA)

平成21年1月14日(水)に行われた「平成20年度 桜島火山爆発総合防災訓練」に参加し、「きく8号」のJAXA基本実験として災害発生時の情報伝達実験を実施し、防災アプリケーションの有用性評価を行った。



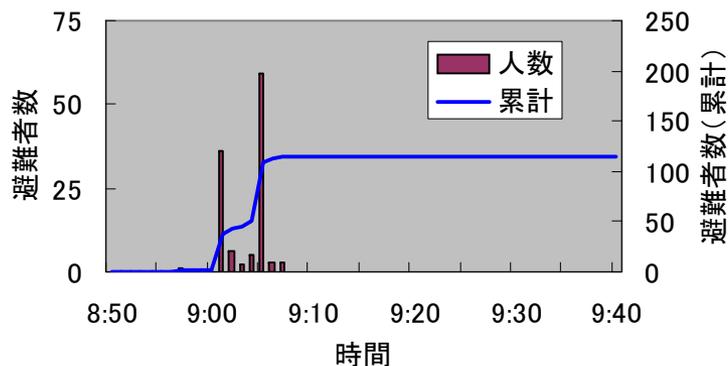


### 3. 桜島火山爆発総合防災訓練における通信実験 (基本実験: JAXA)

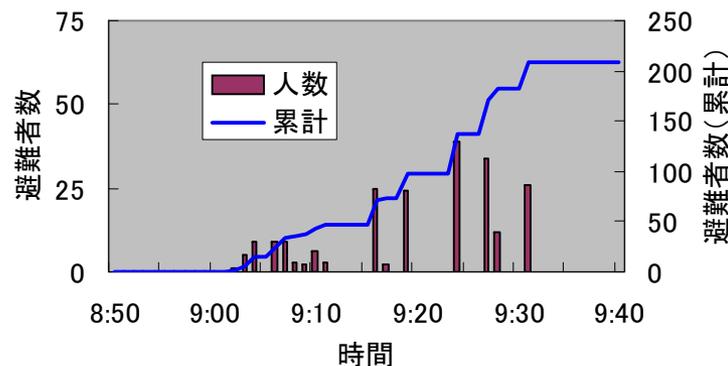
#### 3.1 ICタグを用いた避難住民管理／映像による避難状況確認

- ▶各避難港において読込んだ356名(下村:32名、湯之:115名、赤生原:209名)のICタグの情報は、災害対策本部にて受信、モニタ上に表示された避難者者情報と100%一致し、正確な避難住民管理(誰が何処に避難したか)が災害対策本部にて即座に可能であることを実証した。
- ▶避難者情報により、災害対策本部にて避難住民の集結状況(時間)が正確に把握可能であることを確認した。また、避難所からの映像は、住民の避難状況把握に効果的であることを確認した。

避難者数の変遷(湯之港)



避難者数の変遷(赤生原港)



▶従来の「避難用家族カード」※を用いた場合とICタグを用いた場合の人定までの作業時間の比較を鹿児島市職員が実施し、ICタグでは読取から人定までの作業が非常に容易で、迅速に可能であることを確認した。

	避難用住民カード	ICタグ
読取開始時刻	10:50	10:50
人定作業終了時刻	11:12	10:51
所要時間	22分	1分

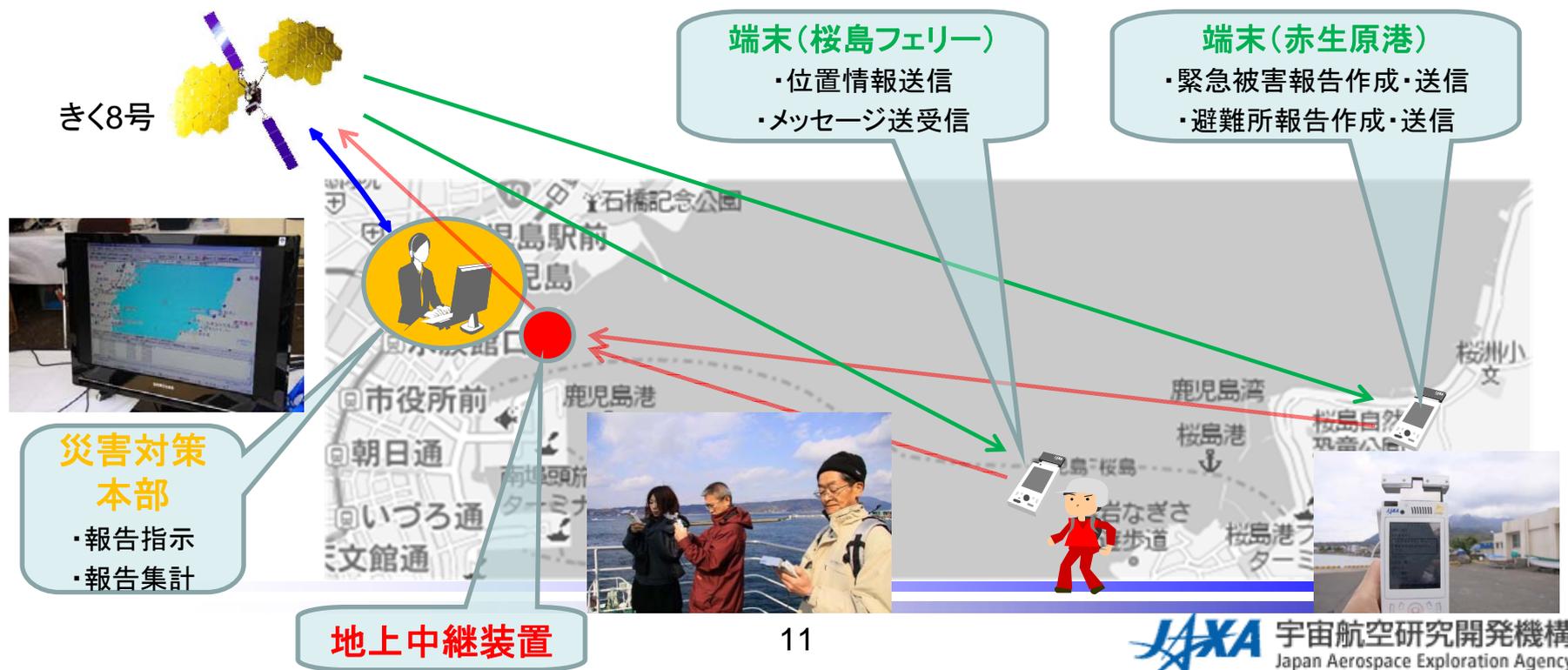
※避難用家族カード(3枚複写)は、事前に桜島の各家庭に一枚配付され、住所や家族全員の氏名、緊急時の連絡先、避難の有無等を記載し、住民は避難の際、避難誘導責任者に提出し、避難住民の把握等に利用している。



### 3. 桜島火山爆発総合防災訓練における通信実験 (基本実験: JAXA)

#### 3.2 被災地状況報告

- 超小型携帯通信端末を用いた防災アプリケーションの機能実証のため、鹿児島市職員等が4台の超小型携帯端末を同時に用いて、災害対策本部から端末への一斉配信、ならびに赤生原港からの緊急被害報告、桜島フェリーで移動しながら位置情報及びメッセージの送受信を行った。
- 予定していた情報伝送は行えたものの、電波環境の変化による通信エラーの発生や端末の操作性等の課題を抽出、確認した。



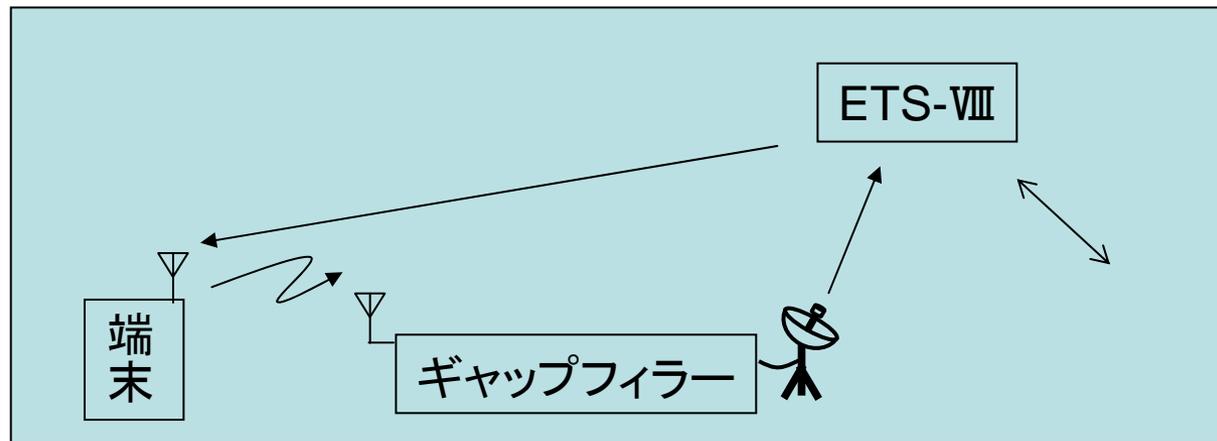
## 4. 桜島火山爆発総合防災訓練における通信実験 (基本実験:NICT)

- 今年の実験では音声用衛星通信携帯端末からの信号をギャップファイラーで受信し、再生中継してETS-VIIIへ送った。また端末で衛星からの直接信号を受信することにより双方向通信ができることを確認した。
- 訓練においては、端末を片手に持ち移動しながら明瞭な音声による通信ができ、災害時に有効なことが確認できた。

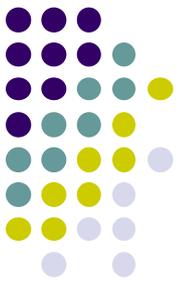


↑ 桜島防災訓練状況

← ETS-VIII中継地球局 (ギャップファイラー)



音声用衛星通信携帯端末とギャップファイラーを用いた実験系統



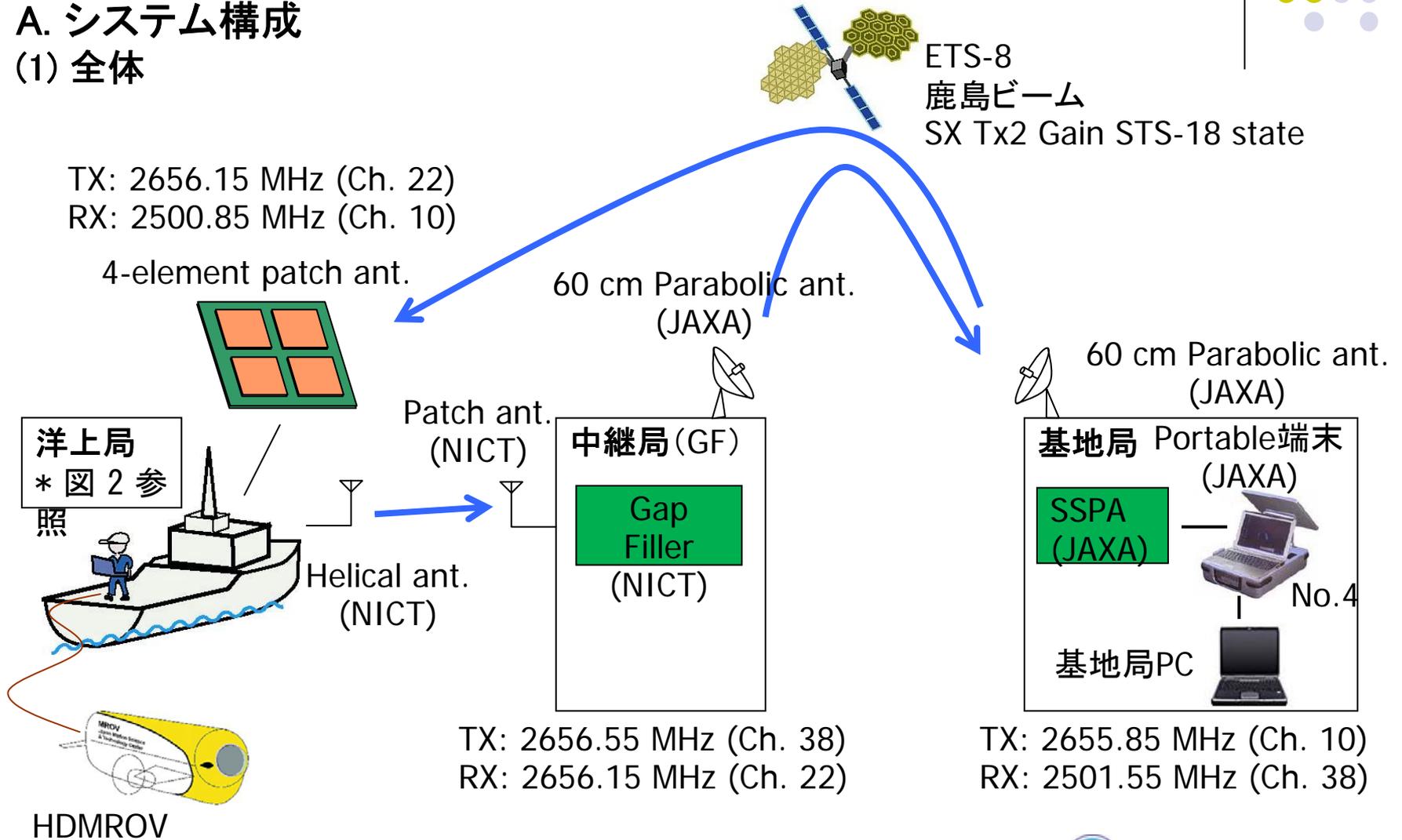
## 補足説明用資料

### 2. 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

# 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験



## A. システム構成 (1) 全体

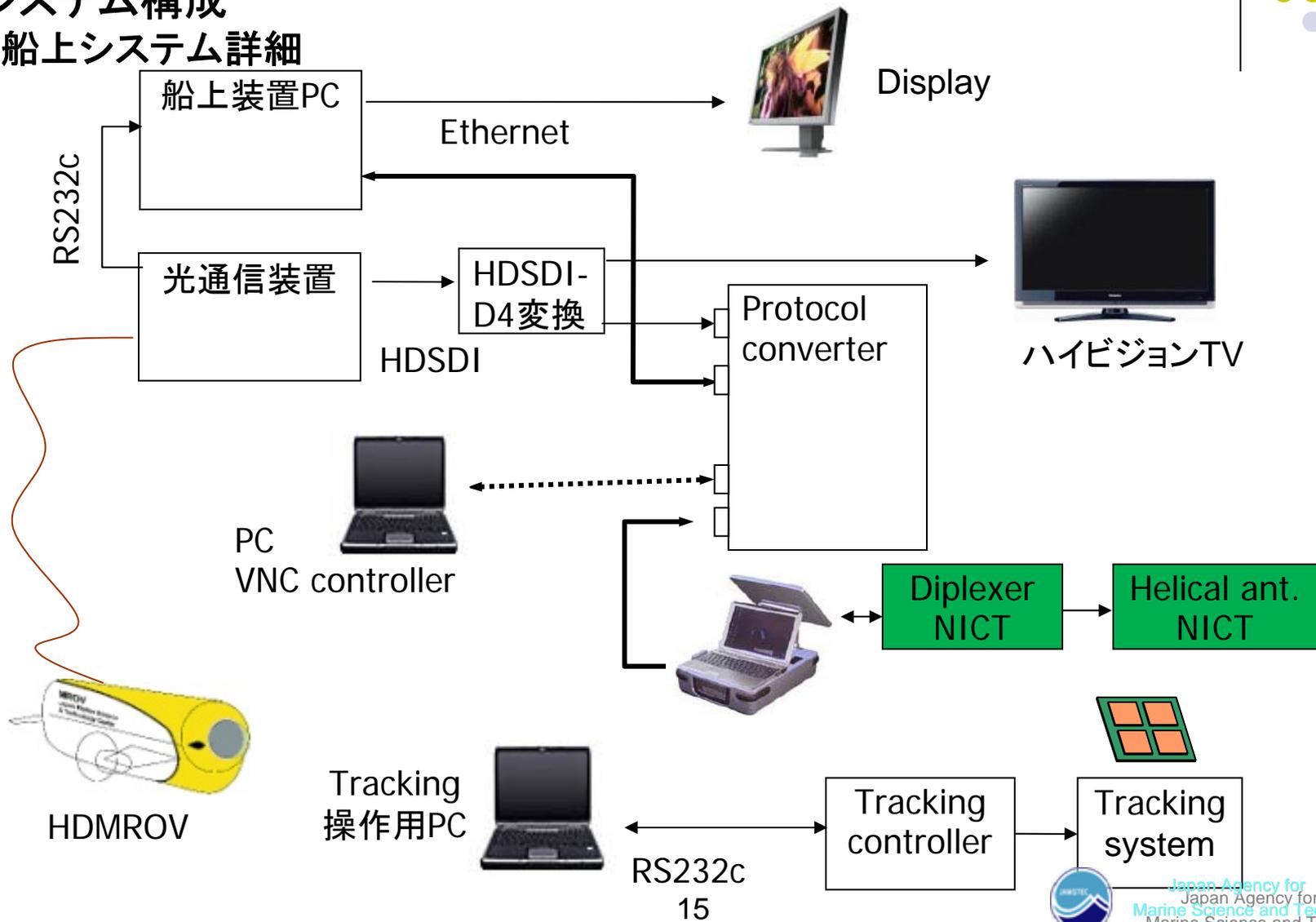




# 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

## A. システム構成

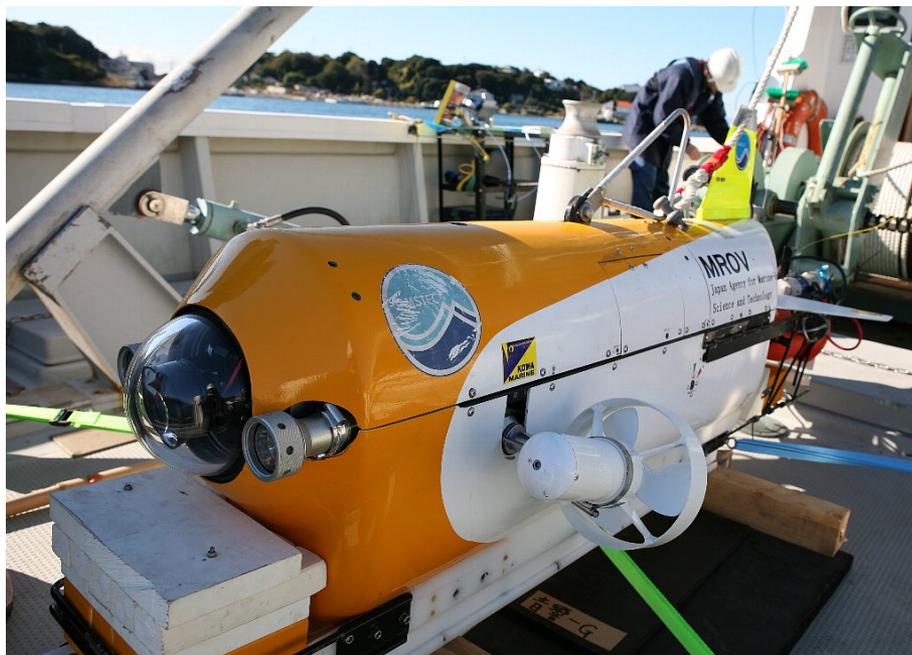
### (2) 船上システム詳細



# 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

## B. 深海探査機

### (1) HDMROV



#### 仕様:

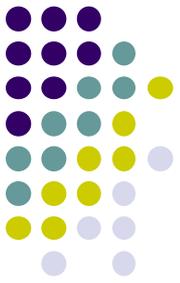
重量	100 kg (空气中)
大きさ	1.8 x 0.7 x 0.4 m
潜航深度	1,000 m
巡航速度	2 ノット
潜航時間	4 時間以上
観測機器	ハイビジョンカメラ サイドスキャンソナー CTD

High Definition camera Marine Remotely Operated Vehicle は浅海で使用することを目的として開発したフルハイビジョンカメラ搭載型UROV(Untethered ROV)です。小型・軽量化することで専用母船を不要としました。

水温や、溶存酸素、溶存二酸化炭素、プランクトンの量は、水面から深度1000m以内で大きく変化することが知られており、地球温暖化、物質循環等の研究に効果を発揮することができます。またハイビジョンカメラにより深海生物を鮮明にとらえることができます。



# 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験



## B. 深海探査機

### (2) 自律型深海作業ロボット「MR-X1」



### Marin Robot Experimental 1

重量	800 kg (空気中)
大きさ	2.5 x 0.8x 1.2 m
潜航深度	4,200 m
巡航速度	2 kt
運用時間	15 時間以上
運用モード	UROV/AUV
観測装置	TV カメラ, サイドスキャンソナー, CTD

MR-X1は深海において詳細な調査や軽微な作業を行うために開発中のロボットで、翼をもたずに5のストラスタで自由な姿勢が取れるように設計されています。

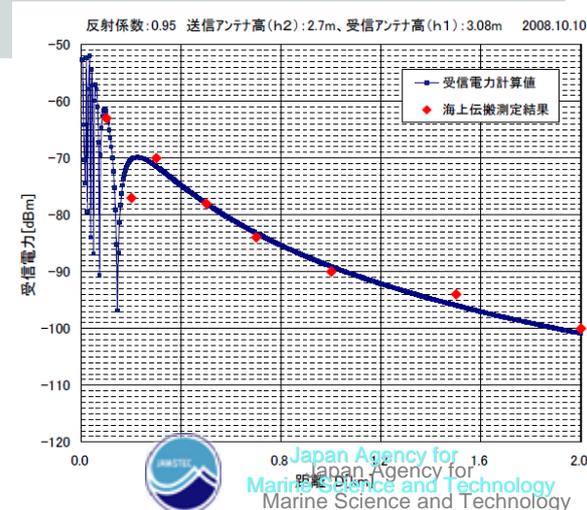




# 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

## C. 予備試験結果

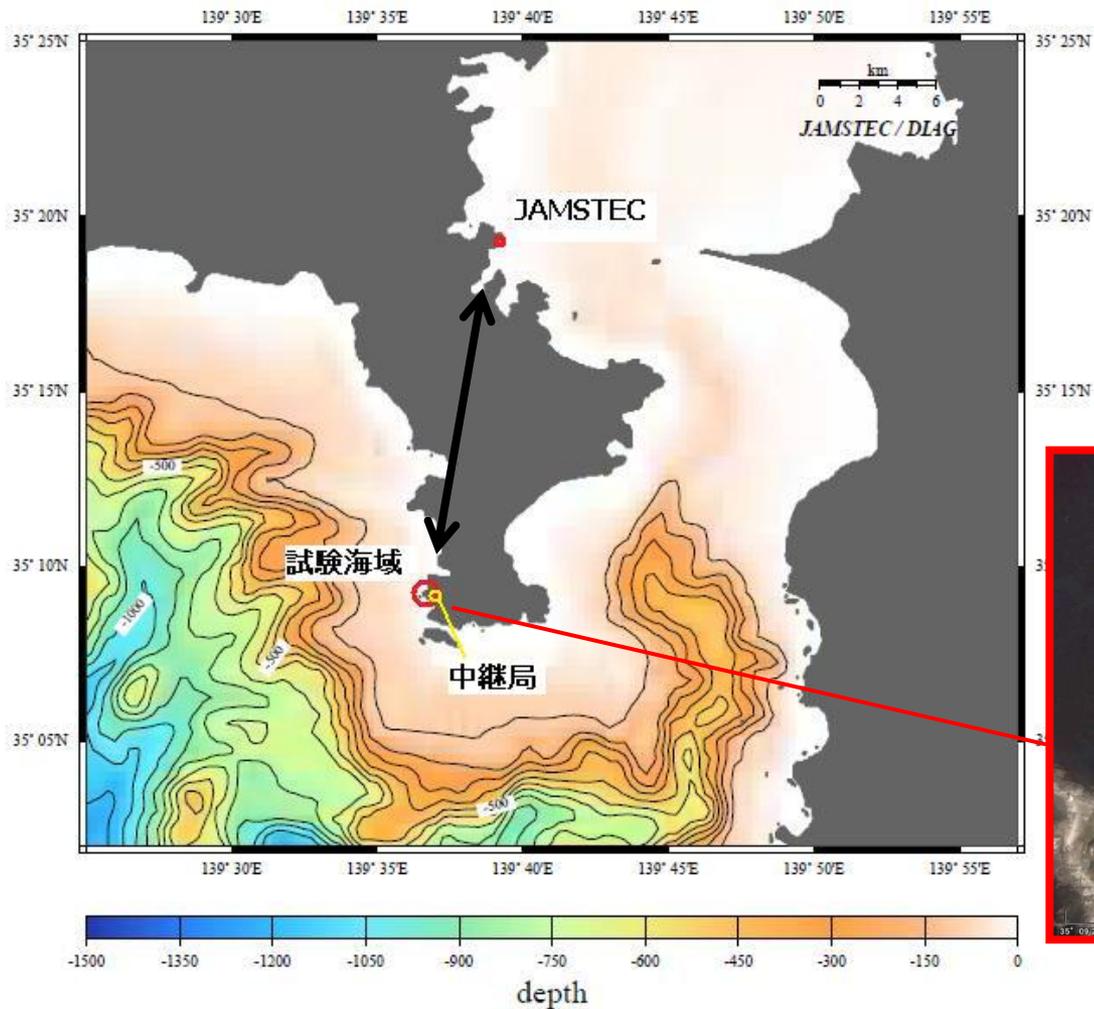
試験項目	内容	結果
GFを用いた中継伝送試験	GFとJAMSTEC製アンテナを使用した実衛星回線通信試験	BER計測によりアンテナ間干渉の問題等を把握 JAMSTEC制御ソフト実通試験成功
浮体を用いた追尾試験	浮体にJAMSTEC製アンテナと追尾装置を取付けキャリア伝送試験	10分間の連続追尾に成功
Sバンド海上伝搬試験	油壺棧橋にGF, 小型船舶にポータブル端末を搭載し、海上伝搬による受信電界強度とBERを計測	理論海上伝搬特性（2波干渉モデル）に一致する結果を得た



# 人工衛星を利用した深海探査機の遠隔制御試験

## D. ROV遠隔制御試験 実験配置図

Bathymetric Map



基地局： JAMSTEC 横須賀本部

中継局： 東大臨海実験所敷地

洋上局： 諸磯湾・油壺湾



諸磯湾・油壺湾