

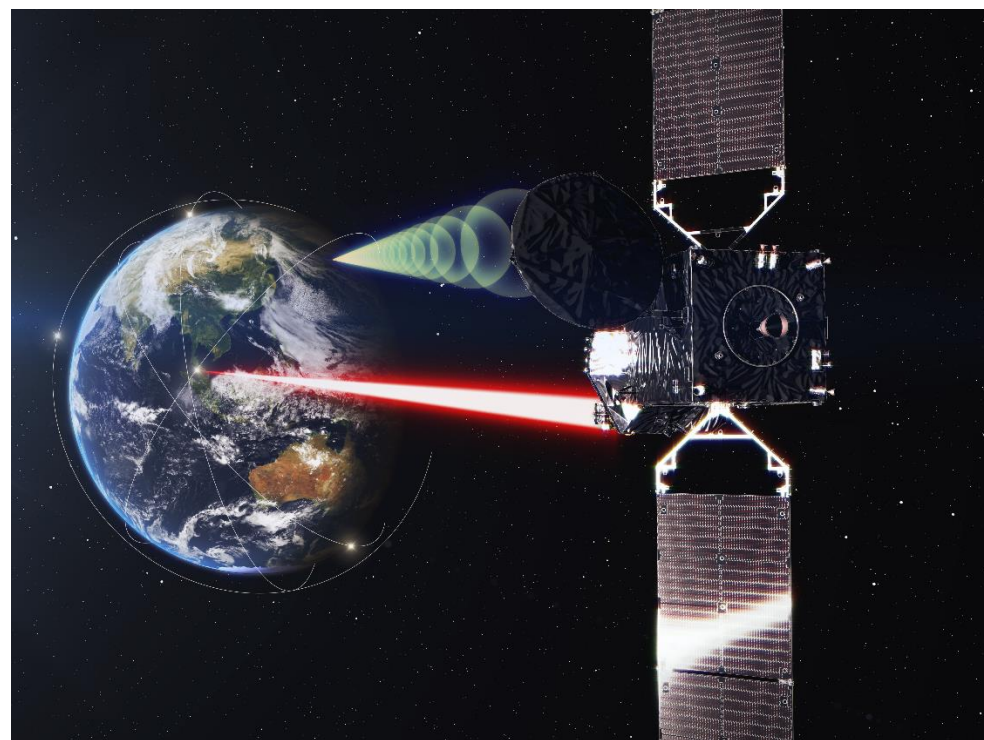
# 光衛星間通信システム (*LUCAS*) について



宇宙航空研究開発機構(JAXA)

## □ 目次

- 概要
- データを中継する衛星のメリット
- データを中継する衛星の「光化」のメリット
- 光衛星間通信システム（LUCAS）について



- 「だいち4号」には、光衛星間通信機器が搭載されており、光データ中継衛星との間で光衛星間通信システム（LUCAS※<sup>1</sup>）の技術実証／運用実証を行う計画です。

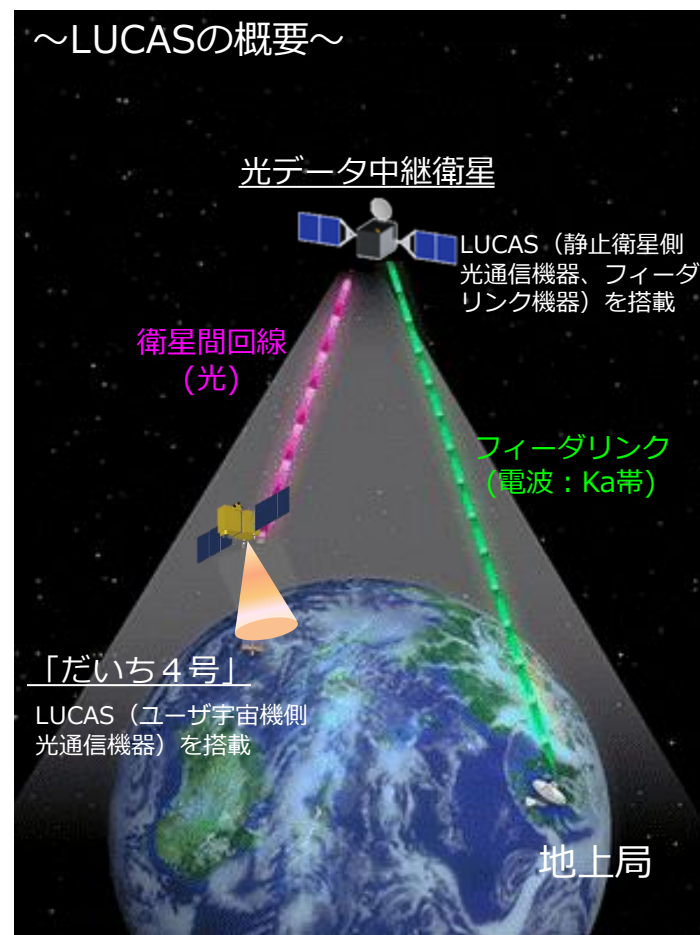
※<sup>1</sup> LUCAS: Laser Utilizing Communication System

- LUCASは、過去にJAXAが開発・運用した「こだま」（データ中継技術衛星）に、「きらり」（光衛星間通信実験衛星）で培った宇宙空間での“光通信技術”を適用することで発展させた通信システムです。

- “光通信技術”の適用により、データを中継する衛星のメリット（通信時間の長時間化、即時性）を活かしつつ、データの高速度化、衛星搭載機器の小型・軽量化、干渉耐性※<sup>2</sup>向上等が図られます。

※<sup>2</sup> 干渉耐性：通信システム間の干渉や混線に対する耐性

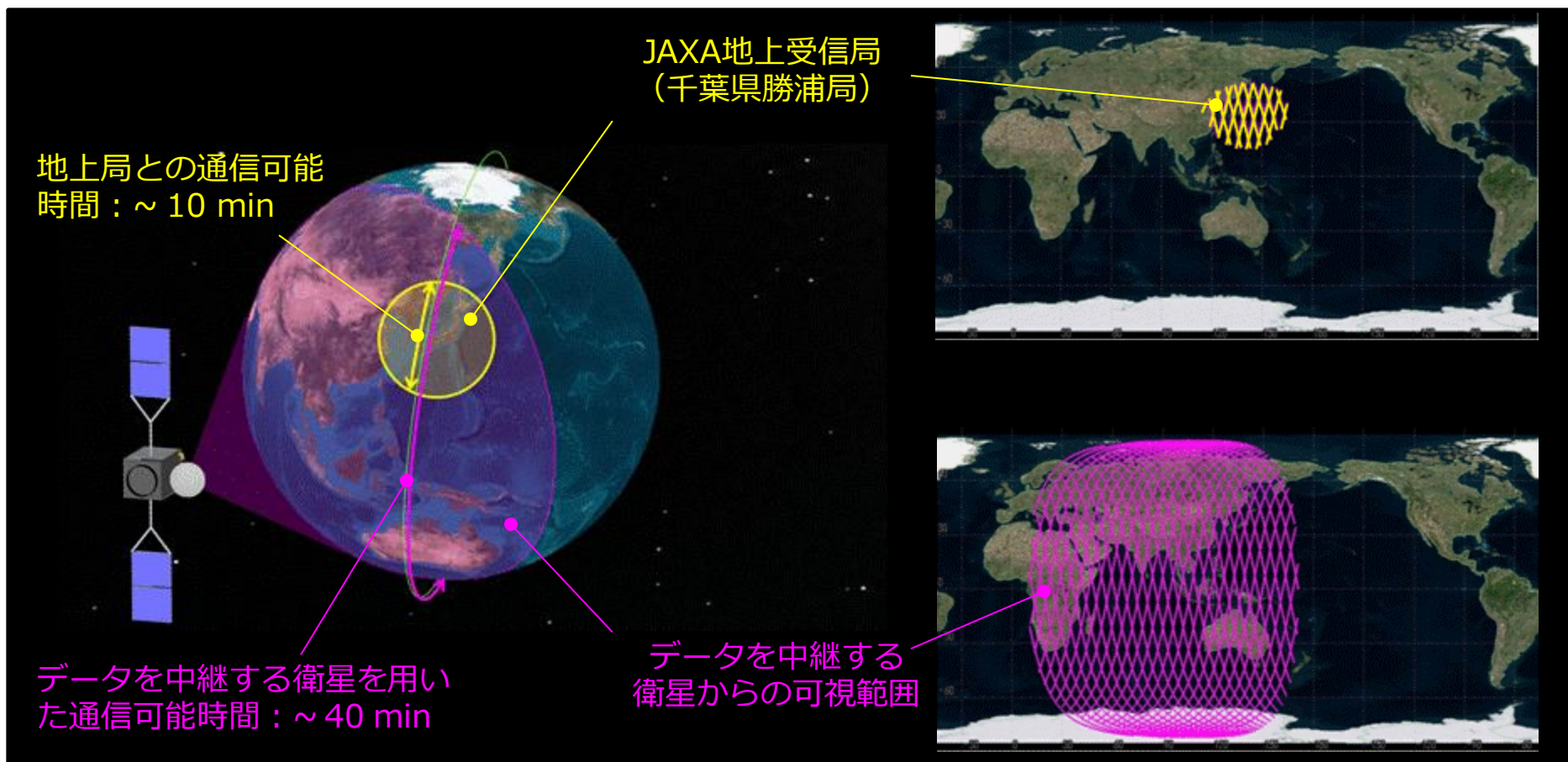
- 静止衛星側の「光データ中継衛星」は、2020年11月29日にH-IIAロケットにて種子島宇宙センターより打ち上げられています。



# データの中継する衛星のメリット ～直接通信との比較～

## □ 広い可視範囲 = 高い即時性

- より長いリアルタイム通信
- 地球観測衛星へのコマンド送信も可能：より短い “turn around time”





# データを中継する衛星の「光化」のメリット

## ➤ 高速大容量の信号伝送が可能

地上における光通信の普及理由と同様に帯域等の制限が少なく、ギガビットオーダーの高速・大容量伝送が可能。

## ➤ 小型・軽量化が可能

小型・軽量の通信機器を実現することができ、衛星への搭載性が良い。  
また、高分解能な地球観測センサへの擾乱による影響を小さくすることができる。

## ➤ 通信システム間の干渉が発生しにくい

通信波の拡がり小さく通信システム間の干渉が発生しにくい。

## ➤ 通信妨害及び受信傍受に強い(秘匿性)

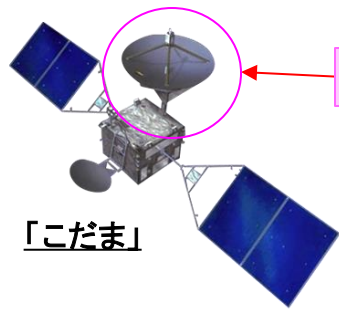
通信を妨害あるいは、傍受するには技術的に極めて困難である。

## ➤ 周波数資源の制約を受けにくい

極めて高い周波数を用いるため、通信の広帯域化に関し周波数資源の制約が少ない。

# データを中継する衛星の「光化」のメリット ～小型・軽量化～

## 「こだま」と「だいち」の通信(電波通信)

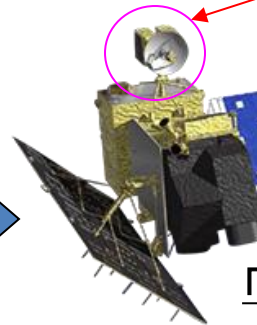


アンテナ径: 3.6m



電波

240Mbps

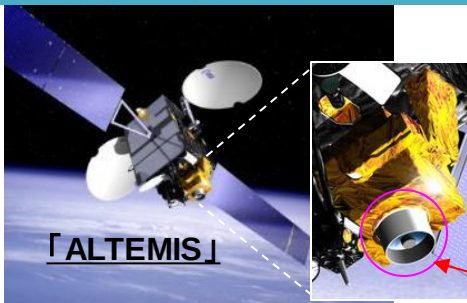


アンテナ径: 1.3m

「だいち」

「きく6号」  
「かけはし」(静止衛星)  
及び「みどり」「みどりⅡ」  
(周回衛星)での搭載実績を  
経て実用化済

## 「ARTEMIS」と「きらり」の通信(光通信)



「ARTEMIS」

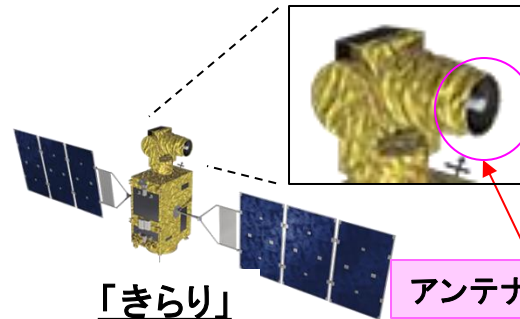
※欧州宇宙機関(ESA)の衛星



光

~50Mbps

アンテナ径: 25cm

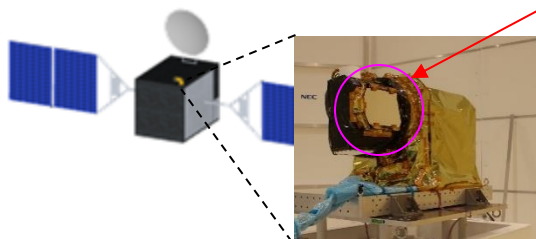


「きらり」

アンテナ径: 26cm

光衛星間通信  
としてはARTEMISと  
SPOT-4間に続き世界で  
2例目(2005年)。  
双方向の光衛星間通信  
は世界初。

## LUCAS

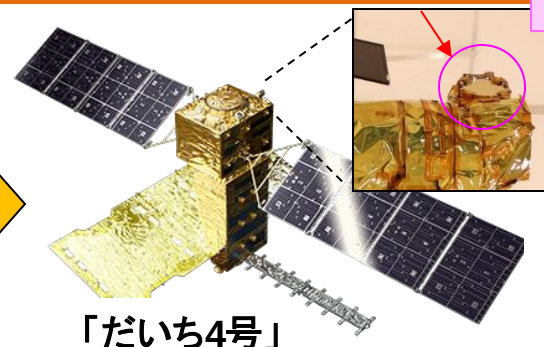


アンテナ径: 15cm



光

~1.8Gbps



「だいち4号」

アンテナ径: 10cm

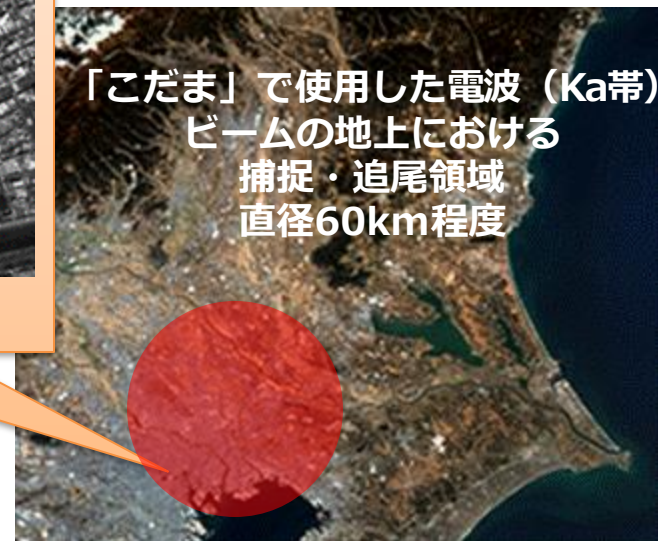
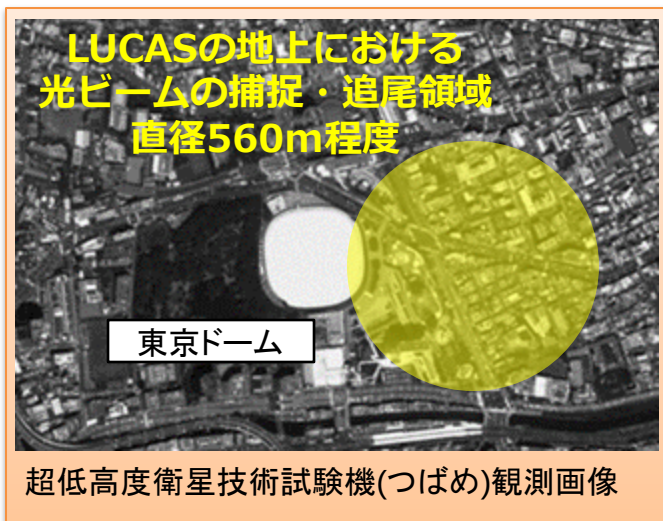
通信速度1.8Gbps  
実現のため、「こだま」  
「きらり」の軌道上実績に  
加え、構成や変復調方式  
について地上の光通信技術  
を最大限活用

# 光衛星間通信システム（LUCAS）について ～キー技術（捕捉・追尾・指向）～



- 光通信と電波（Ka帯通信）の捕捉・追尾領域の「広がり」の比較  
⇒この「広がり」内に通信相手の衛星がいるときのみ通信が可能。

極めて高精度な  
ポインティング制御  
を実現する必要  
がある。



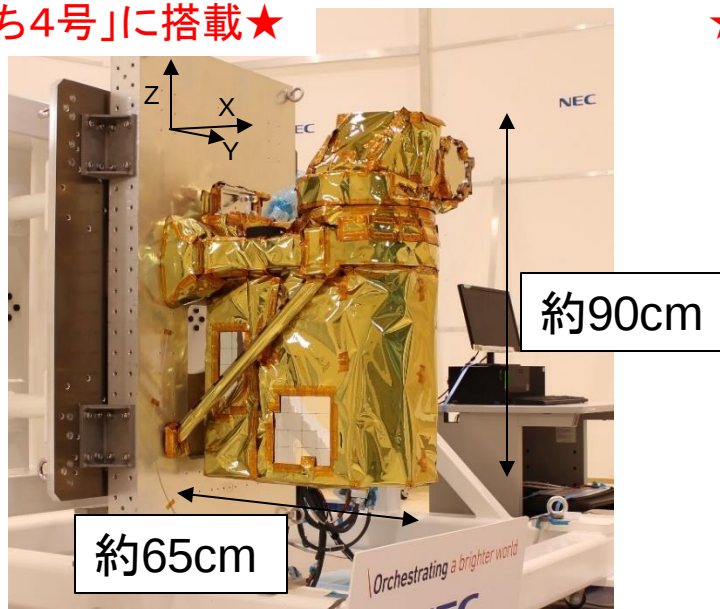
光データ  
中継衛星





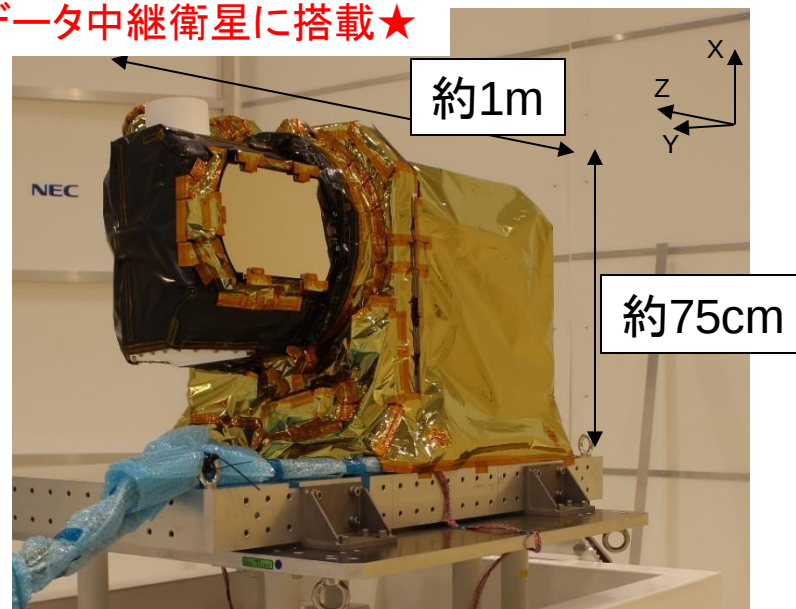
# 光衛星間通信システム (LUCAS) について ～LUCASの光学部～

★「だいち4号」に搭載★



【低軌道衛星(LEO)用光学部】

★光データ中継衛星に搭載★



【静止衛星(GEO)用光学部】

|            | LEO用                           | GEO用                            |
|------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 粗捕捉追尾機構の構造 | Az/EL: 2軸ジンバル                  | Az: ジンバル EL: ミラー駆動              |
| 光アンテナ有効径   | Φ約10cm                         | Φ約15cm                          |
| 寸法(光学部全体)  | 636mm(X) × 580mm(Y) × 920mm(Z) | 745mm(X) × 570mm(Y) × 1038mm(Z) |

- ❑ 光ターミナルのうち、光学部のみが衛星の外部に搭載されます。
- ❑ GEO用光学部はLEO用光学部より大口径とし、その分LEO用光学部を小型化
- ❑ GEO用光学部はLEO用光学部と比較して必要な指向範囲が狭い: EL軸にミラー駆動方式を採用し、搭載機器の小型化を図っています。

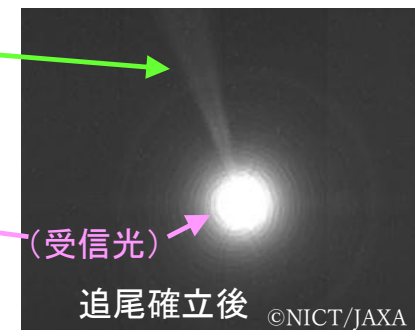
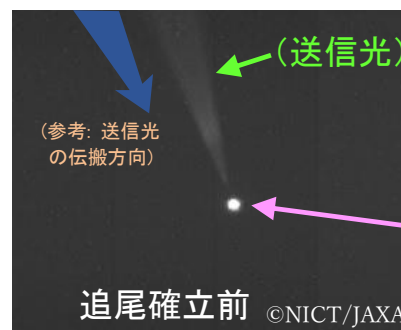


# 光データ中継衛星の打上げ&軌道上確認

- ① 2020年11月29日16時25分（日本標準時）：H-IIAロケット43号機により、種子島宇宙センターから打ち上げられました。
- ② 同12月9日に軌道上で機器の正常な起動を確認しました。
- ③ 2021年2月17日に距離が約40,000km離れた光データ中継衛星と情報通信研究機構(NICT)の光地上局とを対向させた試験を実施、相互の捕捉・追尾を成功させ、双方向の光リンクが成立したことを確認しました。



NICT沖縄電磁波技術センター内の光地上局に設置されている1m光学望遠鏡とJAXAチェックアウト機器



光地上局側の赤外線カメラで捉えた捕捉・追尾確立前後の光データ中継衛星からの信号光(受信光)の変化  
(追尾確立後は、信号光(受信光)が正確に光地上局に向き、受信光の強度が増加していることが分かる。信号光は肉眼では確認できないため、赤外線カメラで撮像した。)

# 今後の運用予定

- ① 今回、打上げる「だいち4号」に搭載した光衛星間通信機器と光データ中継衛星の間で光衛星間通信を実施、更に「だいち4号」搭載センサ（合成開口レーダ）の観測データを、1.8Gbpsの通信速度でデータ中継する予定。欧州EDRS（通信速度は同じ）とならび世界最高速の光データ中継衛星システムが実現することになります。
- ② 国際宇宙ステーション「きぼう」においても、船外実験プラットフォームに光衛星間通信機器を搭載し、光データ中継衛星を利用した実験データの伝送を計画中です。

