

光衛星間通信実験衛星 (OICETS)「きらり」の後期 利用段階(その2)の成果 及び運用終了について

平成21年9月9日

独立行政法人	宇宙航空研究開発機構	理事	本間 正修
独立行政法人	情報通信研究機構	新世代ワイヤレス研究センター	
	宇宙通信ネットワークグループリーダー		鈴木 龍太郎



光衛星間通信実験衛星(OICETS)「きらり」概要

- 光衛星間通信実験衛星(OICETS)「きらり」は、平成17年8月24日(日本時間)に、カザフスタン共和国バイコヌール宇宙基地よりドニエプルロケットにより打上げ。
- 光衛星間通信は、電波による衛星間通信に比べ、機器の小型化及び通信能力の向上が図れ、他の通信との干渉の発生が少ない等の特徴を有し、将来の衛星間通信に重要なものとされている。OICETSは、この衛星間通信技術の実証プロジェクトとして位置付けられ、捕捉・追尾・指向技術、双方向光通信技術等の、光衛星間通信に必要な基盤技術を確立することを目的したプロジェクトである。



光衛星間通信実験衛星「きらり」

(衛星間通信実験イメージ図)



光衛星間通信機器

衛星主要諸元

寸法	衛星本体: 0.78m × 1.1m × 1.5m (高さ) 光アンテナを含む全高 2.93m 太陽電池パドルを含めた全長 9.36m
質量	打上げ時 約570kg
軌道	円軌道(高度約610km、軌道 傾斜角: 約98度)

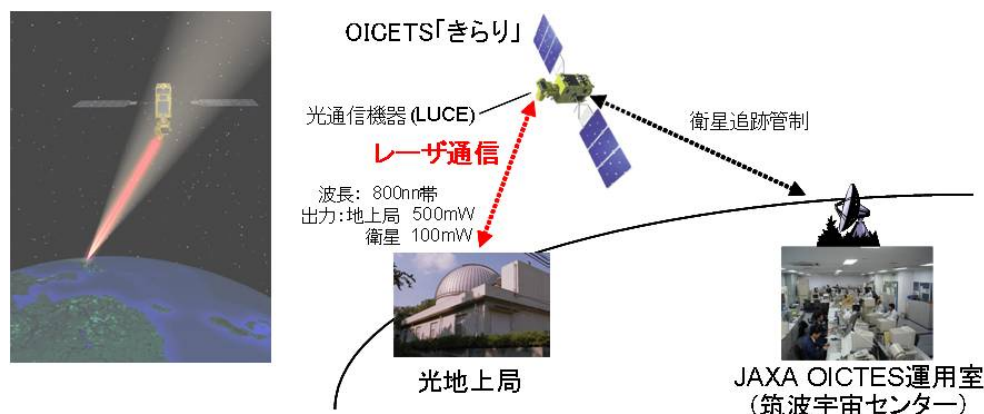
経緯

- ミッション期間として予定していた1年間にわたる軌道上運用を良好に実施し、平成18年9月に計画していた実験を完了した。同年10月から後期利用段階へ移行。平成20年3月に宇宙開発委員会の事後評価として本プロジェクトは「期待通り」との判定を得た。
 - ESAのARTEMISとの双方向光衛星間通信実験に世界で初めて成功（平成17年12月～18年9月）。
 - （独）情報通信研究機構（NICT）光地上局との間で、世界初となる低高度周回衛星と地上局間の光通信実験に成功（平成18年3月、5月、9月）。
 - ドイツ航空宇宙センター（DLR）の可搬型光地上局との光通信実験に成功（平成18年6月）。
- その後、NICTや海外宇宙機関から地上局との光通信実験の強い要望を受け、後期利用段階（その2）^{*1}としてOICETS－光地上局通信実験を追加実施することとした。

* 1 宇宙開発委員会事後評価後の追加フェーズを後期利用段階（その2）とする。

OICETS—光地上局間通信実験

- 光地上局を有する国内外の宇宙/研究機関との間で共同実験として実施。



実験機関(光地上局)	実施期間
(独)情報通信研究機構(NICT) 東京都小金井市(平地)	#1: 平成20年10月-平成21年1月(計24回実施) #2: 平成21年4月-5月(計6回実施) #3: 平成21年8月-9月(計4回実施)
NASAジェット推進研究所(JPL) アメリカカリフォルニア州テーブルマウンテン(標高2,000m級高地)	平成21年5月-6月(計6回実施)
ドイツ航空宇宙センター(DLR) ドイツ ミュンヘン郊外(平地)	#1: 平成21年6月-7月(計4回実施) #2: 平成21年8月-9月(計6回実施)
欧州宇宙機関(ESA) スペイン カナリア諸島 テネリフェ島(標高2,400m級高地)	#1: 平成21年7月(計6回実施) #2: 平成21年9月(9/10より計3回実施予定)

- 我が国がリーダーシップをとって本実験を実施し、光宇宙通信に関するコミュニティを形成することができ、光宇宙通信に対する利用推進に大きく貢献。
- 本日は、平成20年10月から平成21年9月にかけて計34回実施したNICT-JAXA共同実験の成果について報告する。なお、他機関との共同実験の成果については現在取りまとめ中。

実験成果(1) 大気伝搬特性の実測

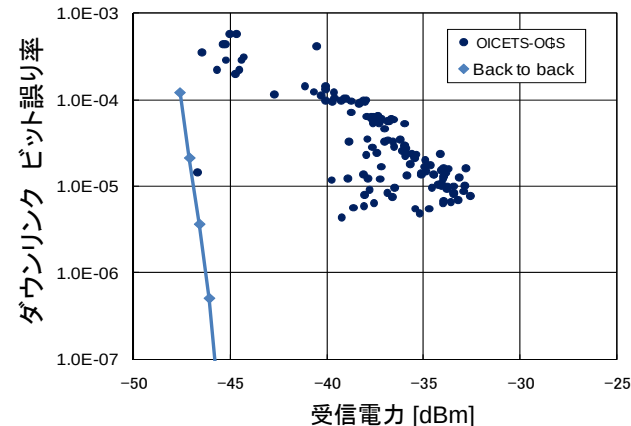
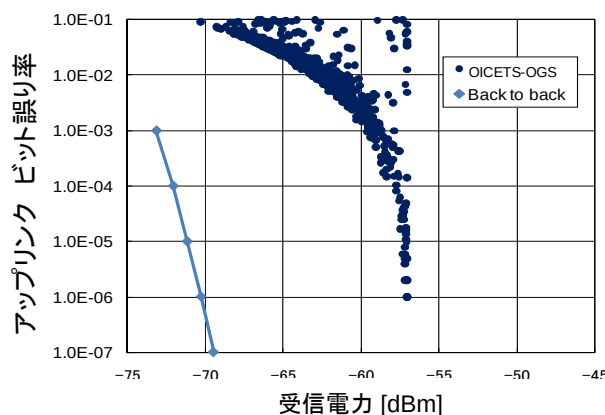
■ 目的

- 衛星からの光直接ダウンリンクは、電波では困難な大容量通信を可能にする。この可能性を評価するための基礎データとして、大気中におけるレーザ光の伝搬特性の評価を行う。また、これまでの実験では得られなかった季節(冬季)、地域(米国、スペインカナリア諸島)での実測による評価データの更なる充実を図る。

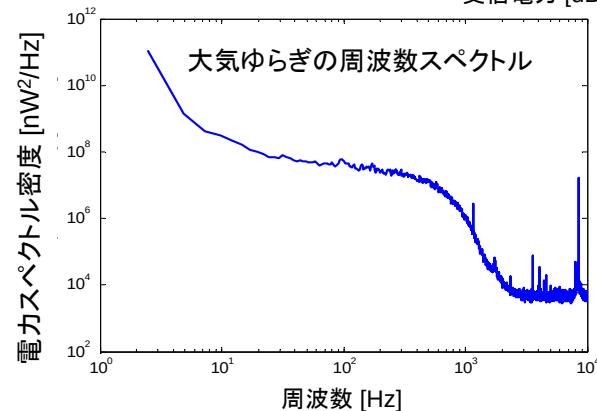
■ 成果

- 地上一衛星間での光通信実験をこれまでの実験に引き続き実施し、回線設計の手法を確立した。更に、大気ゆらぎの影響を考慮した誤り訂正符号を付加すれば、高品質に地上のブロードバンド網との接続が可能で、衛星に高速にアクセスできる見込みを得た。

- 大気ゆらぎの影響による通信品質の劣化特性の取り扱いが確立されておらず、光通信に用いる装置や適用する符号の設計など、通信品質を向上する技術の研究を行うために必須の基礎データとなる。



- 大気ゆらぎの周波数スペクトルは、地上局に実装した受信光のファイバへの取り込み技術の評価と共に、その効果を向上するための研究を行う基礎データとなる。測定結果は、大気ゆらぎの影響を除去する精追尾機構の実用化に必須。(地上一衛星間光通信の場合は数kHz必要)



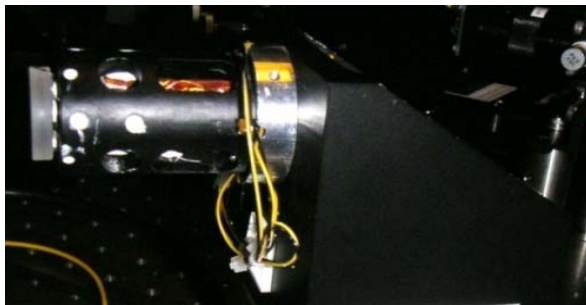
実験成果(2) 光衛星間通信機器要素技術の評価

■ 目的

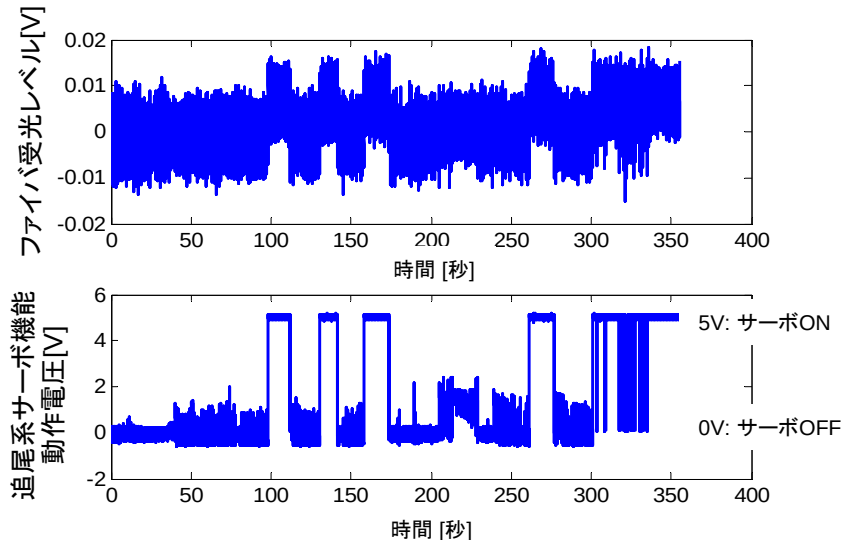
- 次世代の光通信機器に必須の機能である受信光のファイバへの取り込み技術を付加した精追尾機構の試作機を地上局に実装し、動作評価実験を行う。

■ 成果

- OICETSとの光通信実験の実施中に、次世代の光通信機器に必須の機能である受信光のファイバへの取り込み技術の動作評価を行った。精追尾機構の動作のONとOFFを繰り返した結果、ON時には、受信光の光ファイバへの結合効率(ファイバカップリング)を向上させることに成功した。



新規に試作した精追尾機構
高速に可動する反射鏡により、大
気の影響を被った受信光の伝搬
方向を補正する機構。



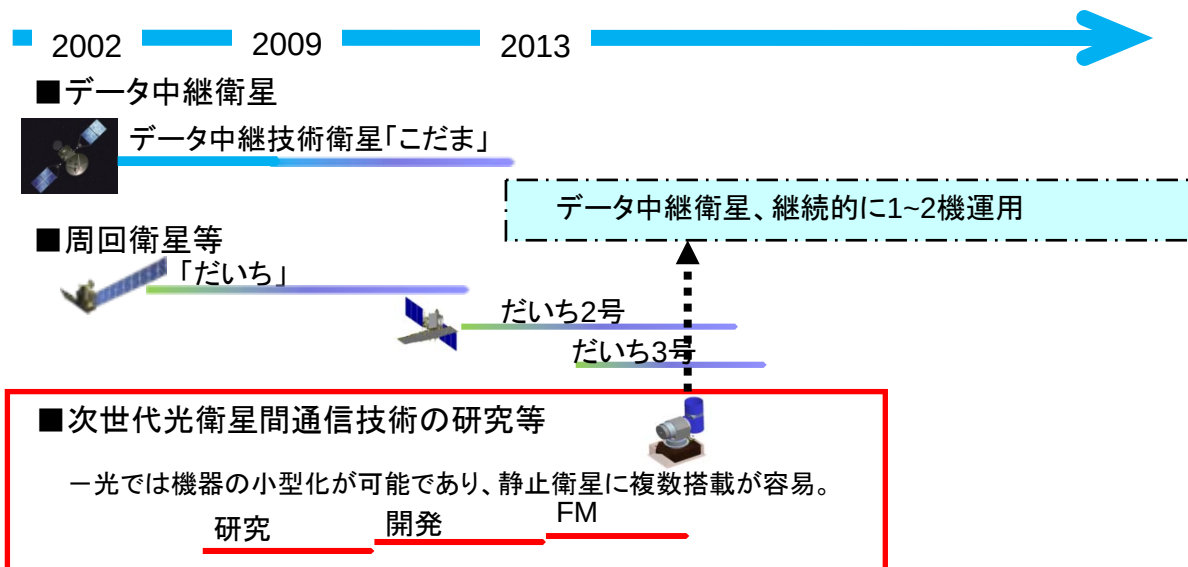
精追尾機構による世界初の
ファイバカップリングの実証

実験成果(3) 搭載機器のトレンド及び劣化評価

- OICETS—光地上局通信実験時において、熱や放射線等の宇宙環境の影響によるレーザダイオード、素子等の劣化、また、内部光学機器のアライメントの劣化等は特に見受けられず、光衛星間通信機器として4年を超える軌道上運用を良好に実施。
- これまでに引き続き、姿勢制御系機器(ホイール、ジャイロ)、電源系機器(バッテリー等)等のトレンド評価を実施し、特段の問題は生じていないことを確認。

次世代光衛星間通信技術の研究への取り組み

- JAXAにおいて、OICETSにより得られた技術成果をもとに、データ中継衛星への光衛星間通信機器の搭載に向けた研究を実施中。
 - 衛星間通信機器の小型・軽量化の実現(OICETS光通信機器:150kg)
 - 中・小型衛星への搭載を視野に、低軌道ユーザ衛星搭載機器を35 kg 以下(目標)に小型・軽量化。
 - OICETSと比較して衛星間通信容量を大幅に向上(OICETS通信容量:最大50Mbps)
 - 観測衛星等の伝送要求の増加に対応し、通信容量を2.5Gbps(目標)に向上。



- NICTは、OICETSとの実験により得られた成果を最大限に活用し、宇宙光通信に関する最先端の研究を継続。

停波運用の実施

- 停波日時(予定):平成21年9月24日(予備日:9月25日～9月30日)
 - 停波運用として、光衛星間通信機器、姿勢制御装置、SバンドトランスポンダのOFFを実施。なお、スペースデブリ発生防止標準に則った処置として、軌道変更を行い残留推薬を減らす処置等を既に実施済みであり、停波に際してはバッテリーへの充電回路の遮断を行い、全ての処置を完了する。
 - 停波運用後、OICETSをJAXA追跡管制局を用い複数可視にて追尾し、衛星からの入感がなく停波が正常に完了していることを確認する。
 - 無線免許については失効後、速やかに免許状を返納する。