

OICETS 軌道上実験

宇宙航空研究開発機構
OICETS プロジェクトチーム
高山佳久, 杵野正明

独立行政法人宇宙航空研究機構 JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) が開発した光衛星間通信実験衛星 OICETS (The Optical Inter-orbit Communications Engineering Test Satellite) は、欧州宇宙機関 ESA (European Space Agency) が開発した静止軌道衛星 ARTEMIS (Advanced Relay and Technology Mission) との光衛星間通信実験を主な目的として、2005年8月24日、バイコヌール宇宙基地より高度 610km の極軌道へ予定通り打ち上げられた。OICETS には光通信装置 LUCE (Laser Utilizing Communications Equipment) が搭載されており、基本仕様は文献[1]に記載されている。本稿では、LUCE の初期機能確認および現在も進行中の ARTEMIS との光衛星間通信実験について現状を述べる。

表 1 に、OICETS の打ち上げ後に軌道上で実施した LUCE の初期機能確認項目およびその時期を示す。初期機能の確認では、同表のように、まず LUCE が持つ CCD や APD などの光検出素子の動作を確認し、次に光学素子を組み合わせた光学系としての評価を行った。軌道上試験のデータを OICETS の地上設備を介して取得し、地上での試験結果などと比較することにより、各機能が正常であることを確認した。これらの試験では、LUCE に予め備えた試験用の光源、星の光の影響を受けない暗天空および恒星からの光などが利用された。またこの期間中、光アンテナを駆動するジンバルの動作精度や不要な迷光の影響についても同時に評価を行っている。オープンポインティングの角度精度は 0.2deg 以下、精追尾の角度誤差は、 $1\mu\text{rad}$ 以下であり、測定した角度誤差がそれぞれ許容の範囲内であることを確認した。光学系の評価の後、恒星や惑星を自動的に捕捉追尾する試験および ARTEMIS との光通信を模擬する試験などを行い、システム全体が問題なく動作するとの認識に至った。

OICETS の光通信機能の初期確認に続き、ARTEMIS と OICETS との光通信実験を実施した。ARTEMIS を捕捉追尾する自動シーケンスおよびデータ伝送品質を評価するビットエラーカウント機能の動作を再確認した後、2005年12月9日、ARTEMIS と OICETS による世界初の双方向光衛星間通信に成功した。光通信の経路を形成して互いに既知のデータを送受することにより、データ伝送の品質を評価した。初めて光通信に成功した12月9日では、ARTEMIS から OICETS へのデータ伝送品質は高く、ほとんど伝送エラーがない程度であったが、OICETS から ARTEMIS への伝送品質は低く、ビット誤り率でおよそ 10^{-4} 程度であった。しかし、OICETS から ARTEMIS へ射出する通信光へ与える光行差補正角の調整を行うことにより、ビット誤り率 10^{-9} 程度からほぼエラー無しと考えられる程度までにデータ伝送品質を向上できている。ARTEMIS との光通信は2005年末までに7回の試

みを行い、全てにおいて双方向通信に成功している。2006年は、ARTEMISとの光通信実験を繰り返す行くと共に、LUCEの光学系およびこれを構成する光学素子の機能確認をそれぞれ定期的実施する予定である。また、これらの実験に加えて、OICETSの姿勢を慣性空間に固定してLUCEを地球方向に向ける慣性ロック試験および独立行政法人情報通信研究機構NICT(National Institution of Information, Communications and Technology)が保有する光地球局との通信実験を予定している。

年明けより実施している実験結果より、LUCEの光学素子と光学系が正常かつ、光行差補正角度の調整結果を反映した高いデータ伝送品質も維持できていることを確認しており、2月20日現在までに15回の光通信実験に成功している。軌道上で取得した貴重なデータの一部は解析の後に公開されており[1]、現在はデータの詳細な解析が進行中である。

本稿の最後に、OICETSの開発から実験の実施に至る10年以上の期間に渡りご協力を頂いたESAの方々に感謝する。また、OICETSならびにLUCEの作製から実験の実施に至るまでご協力頂いたNEC東芝スペースシステム株式会社、地上設備の整備および衛星の運用・実験実施にご協力頂いた宇宙技術株式会社、富士通株式会社、ソラン株式会社、大興電子通信株式会社の方々に感謝する。

表1 光通信装置の初期機能確認項目

Date (2005)	Estimated items
22-28, Sep.	CCD sensor's threshold value for light sensitivity Affection of undesired light to optical sensors <hr/> CCD sensor's performance for light detection QD and APD sensor's performances for light detection Open pointing accuracy of two axes gimbals Bit error count function
29 Sep. - 10 Oct.	Acquisition and tracking sequences Point ahead mechanisms operation LD emission Affection of undesired light when pointing dark sky Alignment of optical axis between LD and PA sensor
11 Oct. - 29 Nov.	Automatic acquisition and tracking of the Sirius Alignment of optical axis between ORX and FPS Automatic acquisition and tracking of Mars Automatic sequences for ARTEMIS communications
5 - 22 Dec.	ARTEMIS-OICETS inter-satellite communications Beam pointing
10 Jan. -	ARTEMIS-OICETS inter-satellite communications Beam pointing CCD, QD and APD s sensor's performance for light detection and alignment of the optical system

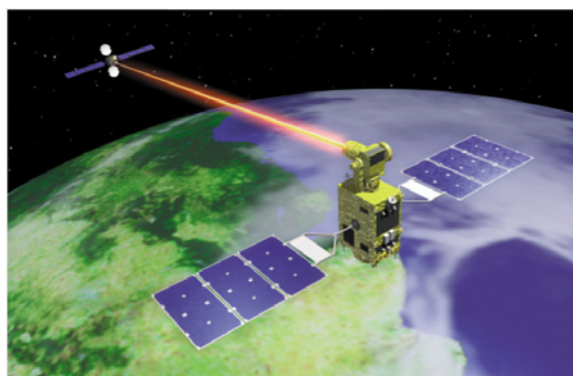


Figure 1 In-orbit laser communications between ARTEMIS (left-hand) and OICETS (right-hand).

[1] T. Jono et al., "OICETS on-orbit laser communication experiments", Proc. SPIE 6105, to be published.