

3

地上-衛星間レーザ光伝送実験

Experiments for Earth-to-Space Laser Beam Transmission

有賀 規, 荒木 賢一, 林 理三雄, 五十嵐 隆

T.Aruga, K.Araki, R.Hayashi, T.Igarashi

郵政省 電波研究所

Radio Research Labs., Ministry of Posts & Telecoms.

1. はじめに

前回(第8回)のシンポジウムでは、人工衛星の姿勢をレーザを利用して高精度に求めるため、地上の装置を開発したこと述べた。今回は、国産の技術試験衛星Ⅲ型(ETS-III)に搭載されたビジコンカメラを利用して、開発された地上装置でETS-III型衛星を追尾し、地上-衛星間のレーザ光伝送実験を行い成功し、所期の目的を達成することができたので、この結果について報告する。

2. 装置の概要

地上の装置(衛星追尾光学装置)について簡単に述べる。アルゴンレーザ(入=0.5145 μm , 出力6W, CW)を衛星に照射する。太陽光に輝く衛星を視野内に入れて追尾状態をチェックするため50cmのカセグレン型反射望遠鏡を備えている。カイド望遠鏡の口径は10cmで、主・カイド両望遠鏡ともに超高感度SITテレビカメラで星や衛星を観測できる。視野は前者が3.5 mrad後者が20 mradである。測角の精度は1/1000度である。衛星か望遠鏡の視野の中心からずれて入っていることが観測された場合、手動で微調整し、追尾中衛星を視野の中心に入れることができ、さらに追尾データの中からこの時のデータ(衛星の正確な位置を示すデータ)のみをサンプリングする機能も有している。

ETS-III衛星に搭載されたビジコンカメラは3チャンネルの波長帯, 1) 0.48~0.60 μm
2) 0.60~0.70 μm , 3) 0.70~0.88 μm を有しており、アルゴンレーザの検出には第1チャンネルが用いられた。カメラの露光時間は32 msec, 露光間隔は5secで実験を行った。即ち、ビジコンカメラのシャッターを32ミリ秒開き、5秒おきに地表の写真

を撮った。視野は $15.9^\circ \times 12.0^\circ$ で、100kmの高度の本衛星では地表面で280km×210kmとなる。有効走査線数は480TV本であり、分解能は地上400mくらいである。

3. レーザ光伝送とスポット像の検出

レーザ光を地上からETS-III衛星へ伝送して、衛星上のビジコンカメラでレーザ光送信点のスポット像を検出し、姿勢を求める実験の概略図を第1図に示した。画像データはマイクロ波でNASDAの沖縄追跡管制所に送られ、受信した画像データは磁気テープに記録され、これを電波研究所の大型コンピュータで解析する。

アルゴンレーザの出力は6Wで実験したが、クーデ光学系の反射による減衰のため宇宙空間への送信出力は3Wであった。ETS-IIIの軌道については、NASDAから国分寺で見える衛星の位置を30秒おきにリストしたもの提供され、これを内挿して10msecごとのAZ, ELの値を求めて追尾を行った。レーザ光伝送実験に備えて1~2週間は夕方~夜にかけて太陽光に輝くETS-III衛星を追尾し、衛星の実際の位置を観測し、予報値とのずれを求め、予報値の改良を行った後レーザ光発射実験時の追尾を行った。衛星の光学観測を同時に行なながら、レーザ光を衛星に伝送するとともに衛星の真の位置のデータをとった。衛星の姿勢を決定する際には、このデータを使用する。地上で観測されたETS-III衛星とレーザビームを第2図に示す。

レーザ光送信点のスポット像を検出した例を第3図に示した。1点のスポット像をある1つの時刻に検出(テレビカメラの画面に1個のスポット像が現れる)ただけでは、衛星の姿勢の3成分を求ることはできないが、異なった時

間に検出し、複数個(少くとも2個必要)のスポット像を利用すれば姿勢の三成分が求まり、姿勢を一意的に求めることができ。姿勢の求め方については次の講演で述べる。

4. まとめ

地上-衛星間のレーザ光伝送実験の成功により、本実験の主目的である衛星の高精度姿勢決定システムの有効性が実証された。さらに衛星アンテナや光学観測装置の方向制御の可能性も現実のものとなつた。1000km高度の衛星を対象とした実験の成功をふまえ、今後本システムの最終目標である静止衛星を利用したシステムの実験を目指したい。ETS-Ⅲ衛星を利用した実験はNASDAとの共同実験として行われた。共同実験に参加されたNASDAの各位及び関係者に深く感謝します。

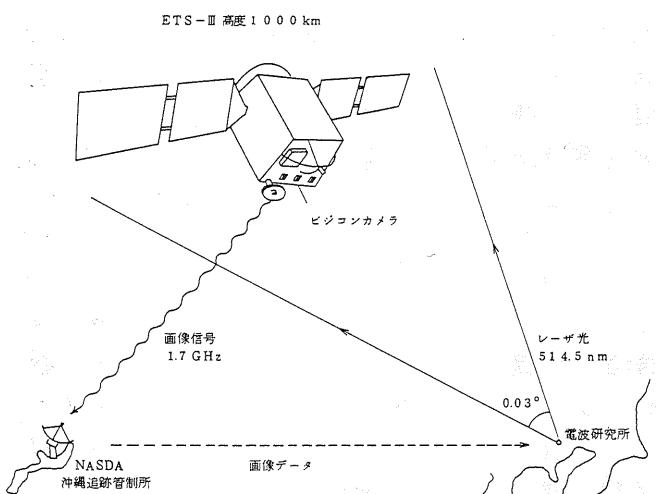


図1. ETS-IIIを利用した実験の概略図

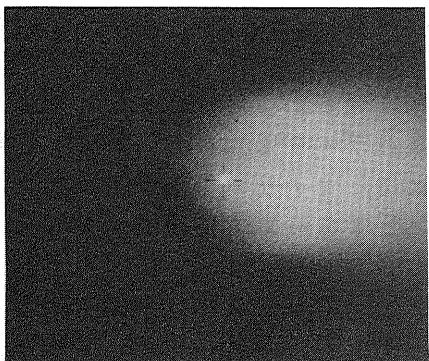


図2. 地上の望遠鏡で撮えたETS-III(中央の輝点)と、レーザビームの大気からの散乱光(周辺の明るい部分)

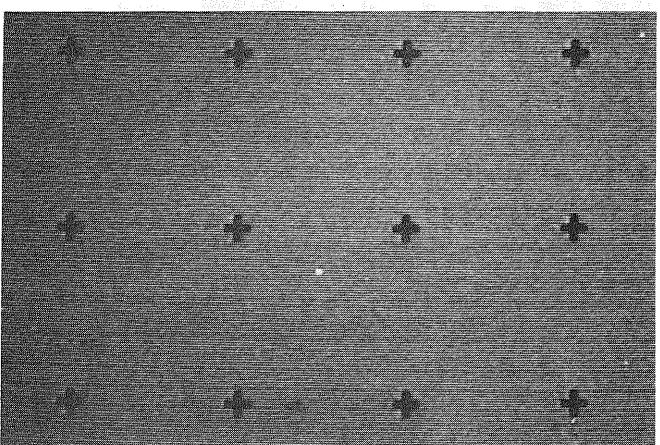
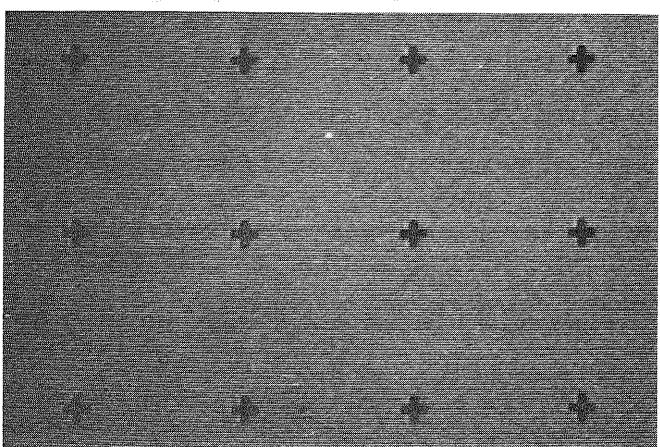
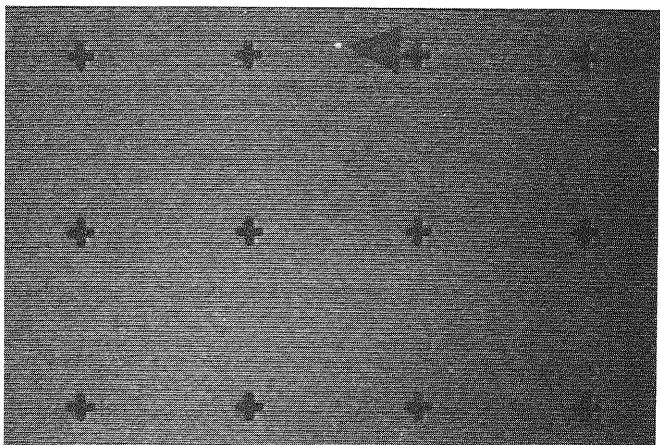


図3. ETS-III ビジコンカメラで撮った連続レーザ・スポット像の例。ビジコンカメラの画面の約1/3×1/3が示されている(約120Km×80Kmに相当)。