

C 4

静止気象衛星ひまわり3号へのCO₂レーザー光伝送実験 Experiments on CO₂ Laser Beam Transmission from Ground to Geostationary Meteorological Satellite - III

荒木賢一* 板部敏和** 高部政雄** 有賀 規** 猪股英行**
K. Araki* T. Itabe** M. Takabe** T. Aruga** H. Inomata**

* ATR 光電波通信研究所

** 郵政省通信総合研究所

* ATR Optical and Radio
Communications Res. Labs.

** Communications Res. Lab., MPT

[SYNOPSIS] The compact, ten watts class CO₂ laser transmitter with two-axis gimbal mechanism was mounted on the CRL's optical satellite tracker to illuminate the Geostationary Meteorological Satellite-III (GMS-III). After solving such problems as laser instabilities at the outdoor operation and high precision beam alignment, the CO₂ laser beam was successfully transmitted to GMS-III. Results obtained through this experiment enhance space-link technologies in optical space communications and space laser radar.

1.はじめに

宇宙光通信、宇宙からの光計測等[1],[2],[3]の基礎になる実験として、1986年度冬から春にかけてArレーザー光(波長0.5145 μ m)とCO₂レーザー光(波長10.6 μ m)を静止気象衛星ひまわり3号(GMS-III)へ同時伝送することを試みた。これは、以前に行った可視のレーザー光伝送[2],[4]の技術を、通信や計測に対して広範な利用がある赤外領域へも拡張することを目的としている。

実験では、CO₂レーザーの屋外動作における不安定さ、高精度ビームアライメント、混雑している静止軌道スロット上の衛星の光学追尾による識別など多くの問題があったが、可視では以前と同様にかかなりの高レベルで伝送することができ、同時にCO₂レーザー光も伝送に成功した。ここでは、本実験全体のうちCO₂レーザー光伝送の実験概要について報告する。

2.実験概要

伝送実験の概念図をFig.1に示す。通信総研(旧電波研)CRLの衛星追尾光学装置[4]からGMS-IIIへその東京近辺の観測時間に合わせて可視・赤外レーザー光を同時に伝送する。その時のGMS-III搭載の可視・赤外放射計VISSRで観測されたデータは気象衛星センターで処理された後、観測輝度温度の計算機リストとして得られる。伝送ビームのパラメータをTable 1.に示している。今回の赤外レーザーとしては、共振器長が約90 cmのコンパクトな10 W級CO₂レーザーを、光学追尾用望遠鏡の鏡胴下側に抱き合わせて取り付け光学追尾とビーム指向が同じになるようにした。ビームエキスパンダ

は、倍率10倍、出射口径47 mm ϕ のものを用いた。ジンバル機構によってCO₂レーザー装置全体の方向の微調ができる。また、アライメントの補助用にHe-Neレーザーを装置下部に取り付けた。

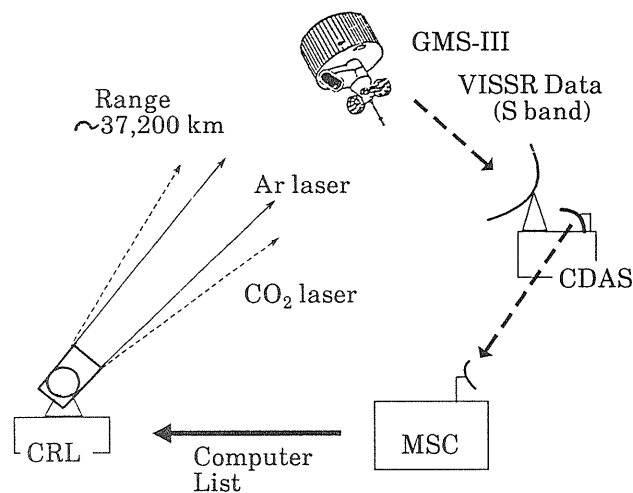


Fig. 1. Schematic diagram of laser beam transmission experiments and data acquisition system.

CRL : Communications Research Laboratory
MSC : Meteorological Satellite Center
CDAS : Command and Data Acquisition Station
VISSR : Visible and Infrared Spin Scanning Radiometer

Table 1. Laser beam transmission parameters

Laser	Ar laser (visible)	CO ₂ laser (infrared)
Wave length	0.5145 μ m	10.6 μ m
Transmitting power	3 W	6 W
Beam divergence (full angle)	0.2 mrad	0.4 mrad

```

(a) V11 1930(JST)
HHHHGFEEFFFGFFGGIIHGGFFGGG
HHGGFFFGGGGGGGGGHHHHIHKKKJJJI
GGGGGGGGGGGGHHHHIJJJKLLMLLLL
(*)->GGFFFGHHHHI IIIIJJJKLLNNOOM
HGGHHHHHHHHHHIJJJKLLMMOOPNO
GGGGGGGGHHHHI IIIIJJJKLLMMOOPP
GGHHHHGGGGHHI IIIIJJLLMNPQOR
GHHIGHHHHHHHHHIJJLLNNQRRSS**S
HHHHHHHHHHHHHHI IKLLNNRR*****SS
JJLLNNPPOOONMMLLKKNNSS****SRO
*****RRLMMQR*****S
*****SNNQR*****S
N *****
W ---+--- E *****
S
(b) W12 2005(JST)
GGGDEBCCDDEECCDDFFGGFFEEFFDD
EFDEEEFFFGGGGGGGGGIIHGGHHHG
GEFFFGGGGGHHHHIHKKKKKJJJI
(+)>FFFFFHHKKMLI IIIIJJLLMMNMLL
HFFFGGGHHHHIHHH IIIIJJKKMMOONNM
HGGGGGGGGGGGGHHHHIJJJKMMOOPPQ
GGGGGGGGGGHHHHHHJJJKMMOQQRR
HHHHGGGGHHGGGGHHI IKMOOPRRSSSS
HGGGGGGGGGGGGHHI IKLNOQQSSSSSSQ
HHIJJJKKKJJJJJKKNOR*****RROO
*****OOLMMORSS****SSM
*****SRMMNPS*****SS
*** (Sagami Bay)***RRSS*****L
*****RP
(Miura Pen.)

```

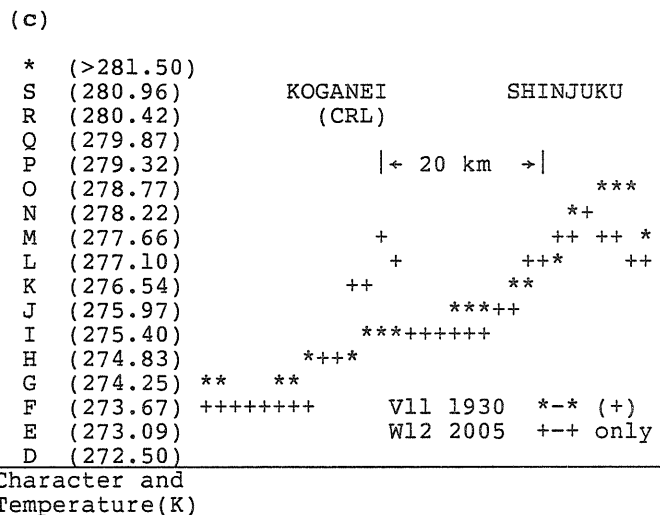


Fig.2. Radiance distributions around CRL at (a)19:30(JST),(b)20:05(JST) on March 3,1987, and (c) temperature plot along the E-W line including CRL laser beacon. In the figures (a) and (b),one character corresponds to the area of 1.8 km(E-W) by 7.0 km(N-S),and each represents equivalent blackbody temperature as shown in the figure (c).

Table 2. Characteristics of VISSR

Wave length	Vis. 0.5 - 0.75 μ m IR. 10.5 - 12.5 μ m
Instantaneous field of view	Vis. 35 x 31 μ rad ² IR. 140 x 140 μ rad ²
Temperature range	170 K - 330 K
accuracy (near 300K)	0.5° or less
Gray level	Vis. 64 steps IR. 256 steps

地上赤外レーザービーコンの像が顕著に検出された例をFig.2に、VISSRの諸元をTable 2.に示している。レーザービーコンは約2.5°の観測輝度温度の上昇に寄与している。Table 1.のパラメータによる予想温度上昇は8°になるが、その1/3が得られている。この原因としては、レーザー伝送の側では衛星追尾中のレーザー出力低下とビーム方向の変化、大気透過率の低下があり、さらにVISSR Dataの処理方式に関して、ローパスフィルタによる帯域制限、リサンプリングなどによってスポット像に多く含まれる高い空間周波数成分が切り落とされることがある(これらにより見かけ上検出感度は最悪の場合33%に低下する)。これらを総合すると、得られたリスト出力はほぼ妥当な結果であると考えられる。

3.おわりに

赤外レーザーによる地上-静止衛星間リンクの形成は世界で初めてであり、特に、特別な安定化装置等を設けない小型のレーザー装置で実現できたことは意義がある。また、今回GMS-IIIの近くに他の衛星を視野角0.2°の光学観測で発見した(ソ連の衛星Golizont-6とStatsionar-7の可能性有り)。混雑している静止軌道スロットにいる衛星の光学的な識別や追尾を容易にする有効な一つ的手段にレーザービーコンを衛星に搭載す

ることがある。レーザー技術の宇宙への展開がよいよ期待される。

[謝辞] 本実験は気象衛星センターの研究協力の元に行われた。GMS観測データのリスト出力等、多忙な業務の中御尽力頂いた高橋正清システム管理課長を始めとする関係各位に感謝致します。

[参考文献]

[1] J. N. McElroy *et al.*, "CO2 Laser Communication Systems for Near-Earth Space Applications", Proc. IEEE 65 221 (1977).
 [2] T. Aruga *et al.*, "Earth - to - Geosynchronous Satellite Laser Beam Transmission", Appl. Opt. 24, 53 (1985).
 [3] Y. Furuhashi *et al.*, "Present Status of Optical ISL Studies in Japan", SPIE Proc. -810, Rep No. 22 (1987).
 [4] T. Aruga *et al.*, "Earth - to - space Laser Beam Transmission for Spacecraft Attitude Measurement", Appl. Opt. 23, 143 (1984).