

# F2

## ADEOS搭載RISを用いた分光計測における伝送誤差の解析

The analysis for the transmit error in the spectroscopic measurement using  
the Retroreflector in Space(RIS) on the ADEOS satellite

小澤健一<sup>1,2</sup>, 斉藤保典<sup>2</sup>, 板部敏和<sup>3</sup>, 青木哲郎<sup>3</sup>, 野村彰夫<sup>2</sup>,  
伊藤隆志<sup>2</sup>, 古閑信彦<sup>1</sup>, 杉本伸夫<sup>1</sup>

Kennichi Ozawa<sup>1,2</sup>, Yasunori Saito<sup>2</sup>, Toshikazu Itabe<sup>3</sup>, Tetsuo Aoki<sup>3</sup>, Akio Nomura<sup>2</sup>,  
Atushi Ito<sup>2</sup>, Nobuhiko Koga<sup>1</sup>, Nobuo Sugimoto<sup>1</sup>,

国立環境研究所 1、信州大学工学部 2、通信総合研究所 3

1 National Institute for Environmental Studies, 2 Shinshu University,

3 Communication Reserch Laboratory

This paper reports the analysical results for the transmit error in the spectroscopic measurement using the Retroreflector in Space(RIS) on the ADEOS satellite in orbit. The RIS is a single-element hollow retroreflector with an effective diameter of 0.5 m. It has a single element structure instead of an array of small retroreflectors to avoid interference between elements which causes noise in spectroscopic measurement. After the launch of the ADEOS, we measured the intensity of the return beam of TEA CO<sub>2</sub> laser from RIS. We calculated the scintillation statistics in an earth-space-earth retroreflector link using results of the RIS experiment.

1996年8月に打ち上げられた地球観測衛星ADEOS（みどり）にはレーザーリフレクターRIS（Retroreflector in Space）が搭載されていた。RISは地上衛星間レーザー長光路吸収測定用に開発されたセンサー<sup>1,2</sup>で、大口径単一素子のホロー型レトロリフレクターである。レーザー測距衛星のようにリフレクターを複数並べた場合、分光測定において各リフレクターからの反射光の干渉は雑音となるが、RISの場合単一素子であるため反射光の干渉は起こらない。このRISと分光測定用TEA炭酸ガスレーザーを用いて、地上-衛星-地上間リンクでの再帰光反射光強度の確率密度関数を求めることにより伝送誤差の評価を行う。

RIS実験のための地上局は、東京都小金井市の通信総合研究所宇宙光通信センターの口径1.5mの追尾望遠鏡システムと、国立環境研究所が開発した分光観測用のレーザー送受信システムから構成されている。実験の光源にはTEA炭酸ガスレーザーを吸収の少ない波長に同調して用いた。Fig.1に地上局の概略、Table.1に地上局のパラメータを示す。

地上-衛星-地上間でレーザーを伝搬させた場合、その伝送誤差はアップリンクとダウンリンクの伝送誤差に分けられる<sup>3</sup>。この、アップリンクとダウンリンク伝送誤差は対数正規分布に従い、統計的に独立であるとする、受信光強度 $I$ の確率密度関数 $P(I)$ は

$$P(I) = \frac{1}{2I\sqrt{2\pi(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)}} \exp \left[ -\frac{\left( \frac{1}{2} \ln \frac{I}{\langle I \rangle} + \sigma_x^2 + \sigma_y^2 \right)^2}{2(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)} \right]$$

で表される。ここで  $\sigma_x^2$ 、 $\sigma_y^2$  はそれぞれアップリンク、ダウンリンク規格化伝送誤差の分散である。この  $\sigma_x^2 + \sigma_y^2$  を求めることにより、RIS実験での伝送誤差を評価する。ここで、RIS実験の場合、人工衛星ADEOSは秒速7kmという速さで移動しているため、反射光はドップラーシフトにより反射光の波長が変化し、大気の透過率が変化する。また、光路長も時間と共に変化するため、この2つを考慮に入れた受信光強度Iの確率密度関数を求めなくてはならない。

レーザー測距衛星を用いた実験の伝送誤差は、主に大気揺らぎと反射光の干渉効果からなる<sup>4,5)</sup>が、RISによる実験では大気揺らぎと望遠鏡の追尾誤差が伝送誤差に効くと考えている。

- 1) N. Sugimoto and A. Minato, "Optical characteristics of the retroreflector in space for the Advanced Earth Observing Satellite," Opt. Rev. 3(2), 62-64 (1996).
- 2) N. Sugimoto and A. Minato, "Data reduction method for the laser long-path absorption measurement of atmospheric trace species using the retroreflector in space," IEICE Trans. Commun. E78-B(12), 1585-1590 (1995).
- 3) The November 1976 issue of J. Opt. Soc. Am. contains many papers on current research on speckle in optics.
- 4) J. L. Bufton, R. S. Iyer, and L. S. Taylor, Appl. Opt. 16, 2408 (1977).
- 5) J. L. Bufton, Appl. Opt. 16, 2654 (1977).

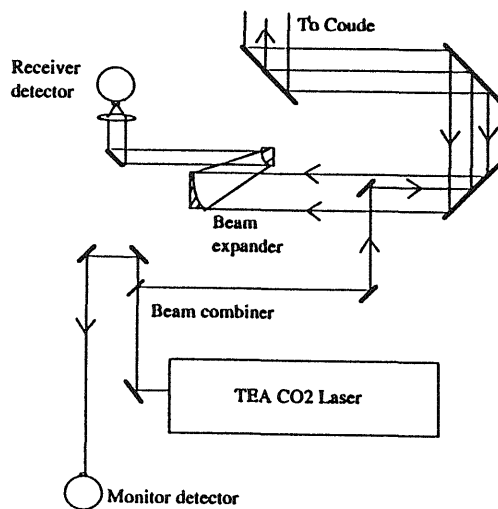


Fig. 1 Ground system

Table 1 Ground system parameters.

TEA CO2 laser	
output pulse energy	100mJ (10 $\mu$ m)
Pulse repetition	50Hz
Beam divergence	0.1mrad
Receiver telescope	
Diameter	1.5m
Detector	
Detectivity	$7 \times 10^{10}$ cm Hz <sup>1/2</sup> W <sup>-1</sup>