

## P-5-16

### インターネット回線を介した赤道ライダー遠隔制御システムの開発

Development of remotely controlled equatorial lidar system through the Internet

阿保 真、柴田泰邦、長澤親生

Makoto ABO, Yasukuni SHIBATA and Chikao NAGASAWA

東京都立大学大学院・工学研究科

Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan University

Abstract : We are constructing the sophisticated lidar system for studies of aeronomy of mesosphere and lower thermosphere (MLT) over Kototabang (West Sumatra), Indonesia in the equatorial region. This lidar system will be remotely controlled from Japan through the Internet, but the satellite line between Japan-Kototabang has long delay time (0.2~0.4s) and narrow bandwidth (40~90kbps). We are developing independent lidar system including laser wavelength control, optical axis controls, temperature monitoring and so on.

### はじめに

我々は、赤道域での成層圏上部から下部熱圏までの垂直温度構造と中間圏界面近傍の金属原子層の連続観測および、熱帯積雲対流活動などに重要な役割を担う水蒸気の鉛直分布の観測を行い、対流圏から熱圏下部までの大気上下結合や中間圏界面付近の複雑な力学・化学反応過程の理解を目的として、インドネシア・コトタバンの赤道大気レーダー (EAR) 敷地内に設置する大型高機能ライダーを開発している。インドネシアという遠隔地においても、出来る限り連続運転が出来るよう、ライダーは完全遠隔操作可能のシステムとして開発している。

インターネットを利用したライダー制御システムの開発は従来から行われているが、いずれも国内の安定かつ高速なインターネット環境を前提としており、どこからでもだれでも操作できるという GUI を用いた制御が多い。それに対して我々のインドネシアに設置する大型高機能ライダーの特徴として、

- (1) ベストエフォート 128Kbps という比較的低速で信頼性の低い衛星回線を利用する。
- (2) 制御に対してセキュリティを確保するとともに、規制の厳しくなりつつあるインターネット環境での動作を考慮する必要がある。
- (3) ライダーシステムはミー散乱ライダーと異なり波長同調レーザを用いるなど高機能である。

があげられる。このような条件下では従来提案されている方式では不十分であり、新たに遠隔制御システムの開発を行っている。

### 通信回線の調査

ライダー遠隔制御システムを設計するための基礎データを得るために、都立大-コトタバンのインターネット回線の、遅延時間、伝送速度を調査した。遅延時間はtracerouteプログラムによりRTT (Round Trip Time)として測定した。国内回線 (インターネット) と衛星回線 (EAR用専用回線) 部分のRTTの日変化をFigure 1に示す。衛星回線部分のRTTは400 ~800ms (平均570ms)、国内回線部分は30~200ms (平均52ms)であった。

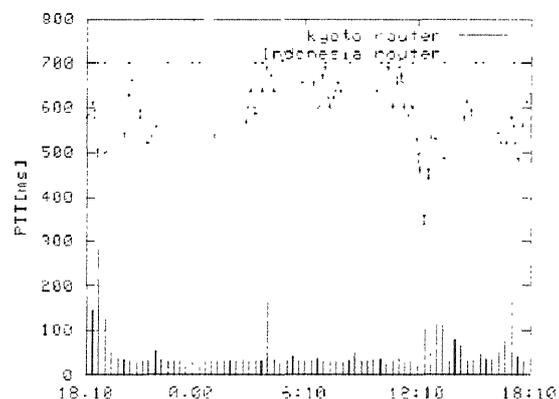


Figure 1 Time variations of the round trip time inside Japan and satellite line.

次に伝送速度を iperf プログラムにより測定した。Figure 2に24時間の伝送速度の測定結果を示す。0:00 ~12:00では90kbps 近い速度が出ているが、12:00 から22:00では40kbps 以下の値しか得られなかった。この日1日の伝送速度の平均は52.4kbps であった。

### ライダー遠隔制御システム

はじめに述べた本ライダーシステムの特徴のうち、特に(1),(2)について考慮すると、遠隔制御はGUIを用いた制御ではなく、基本的にはライダー内で自立した制御を行い、必要な制御指示や状況の把握に遠隔制御機能を限定した、コマンドベースの制御システムが望ましいといえる。(2)のセキュリティに関してはSSHによる暗号化手法を用いる。これを考慮した现阶段のライダー遠隔制御システムの概略図をFigure 3に示す。現在この基本設計に基づき詳細設計、基礎実験を行っている。

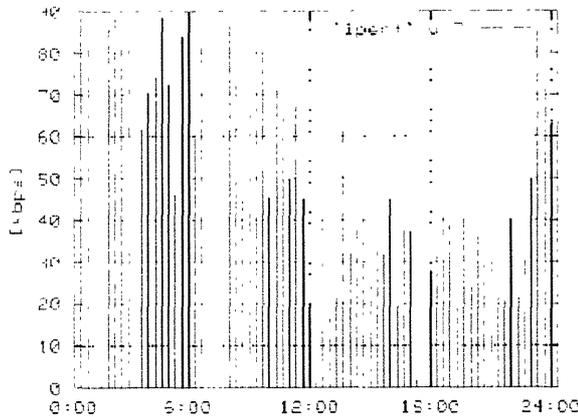


Figure 2 Time variation of data rate between TMU-Kototabang.

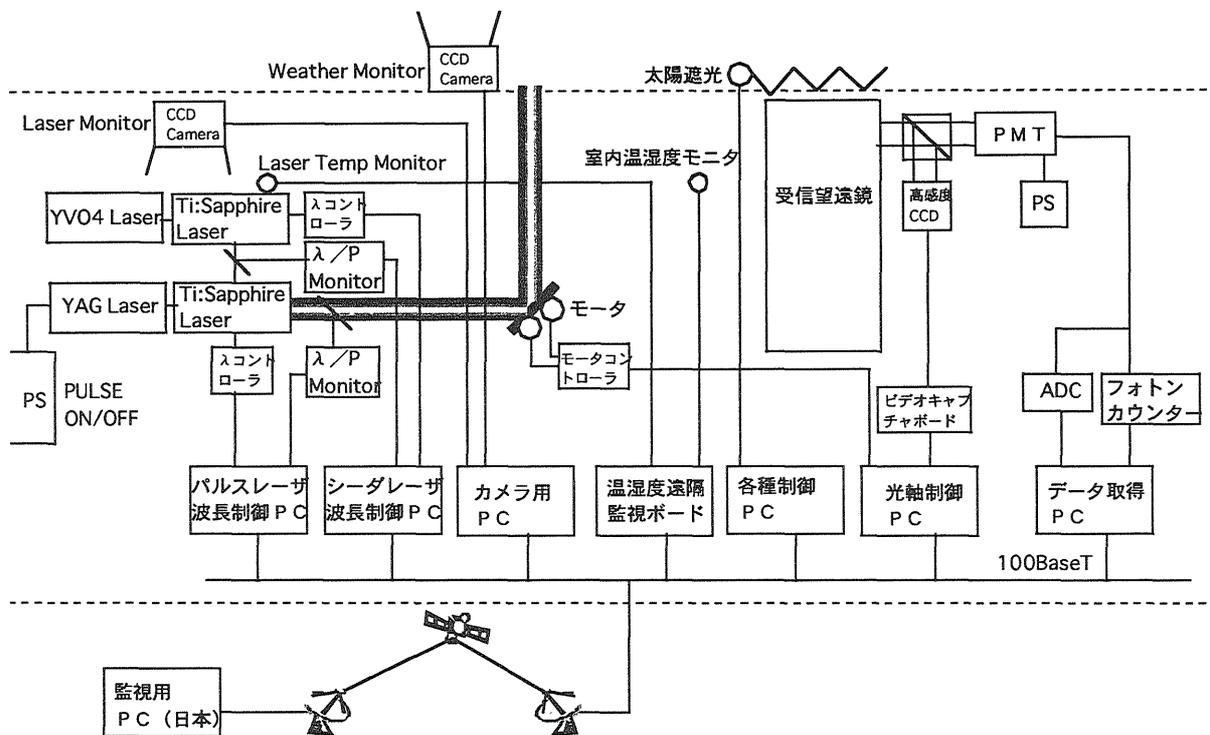


Figure 3 Schematic diagram of remote controlled equatorial lidar system.

### 参考文献

菅田他：第19回レーザーセンシングシンポジウム予稿集、p.49-50、1998。  
 相原他：第21回レーザーセンシングシンポジウム予稿集、p.62-65、2001。  
 本田他：第21回レーザーセンシングシンポジウム予稿集、p.106-107、2001。