

大型ライダーの遠隔制御・自動観測システムの開発と運用 Development of Remote Controlled and Automatic Lidar System

阿保 真、長澤親生、柴田泰邦
Makoto Abo, Chikao Nagasawa and Yasukuni Shibata

首都大学東京大学院システムデザイン研究科
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

Abstract

The equatorial atmospheric lidar have installed and operating at Kototabang (0.2S, 100.3E), Indonesia since 2004. This lidar system consists of Mie-lidar, Rayleigh-lidar, Raman-lidar and Resonance-lidar, and receiving system with multiple mirrors. The most parts of this lidar system will be remotely controlled via the Internet from Japan. The lidar system is basically self-controlled and the remote control functions are limited. The Rayleigh lidar will automatically start when Mie lidar detect effective signal at 10km altitude. Parameters of the lasers can set remotely and monitor the situation by several cameras for safety. We have also developed automatic adjustment system of the overlap between the field of view of the receiver-optics and the area of laser illumination using a low cost high sensitivity CCD camera and image processing technique.

1. はじめに

我々は、赤道域での対流圏から熱圏下部までの大気上下結合の理解を目的として、インドネシア・コトタバング (100.3° E, 0.2° S) の赤道大気レーダ敷地内に大型高機能ライダーを設置し、観測を行っている。設置場所には最大 128kbps という比較的低速な衛星回線を介したインターネット環境が用意されており、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に、ライダーは遠隔操作可能なシステムとなっている。本稿では赤道大型高機能ライダーの遠隔制御及び自動観測システムの概要とその運用状況について報告する。

2. 遠隔制御ライダーシステム

ライダーシステムは、コンクリートの小屋に収められており、大小 7 個の望遠鏡の上部及び大型レーザの出射口の計 8 箇所には無反射コートされた天窓がはめ込まれ、室内は停電復旧時自動起動のエアコンにより温度コントロールされている。Fig. 1 に遠隔制御システムのブロック図を示す。日本からはカメラによる室内外の状況、温度・湿度、電源等の状態が必要に応じてモニターできる。

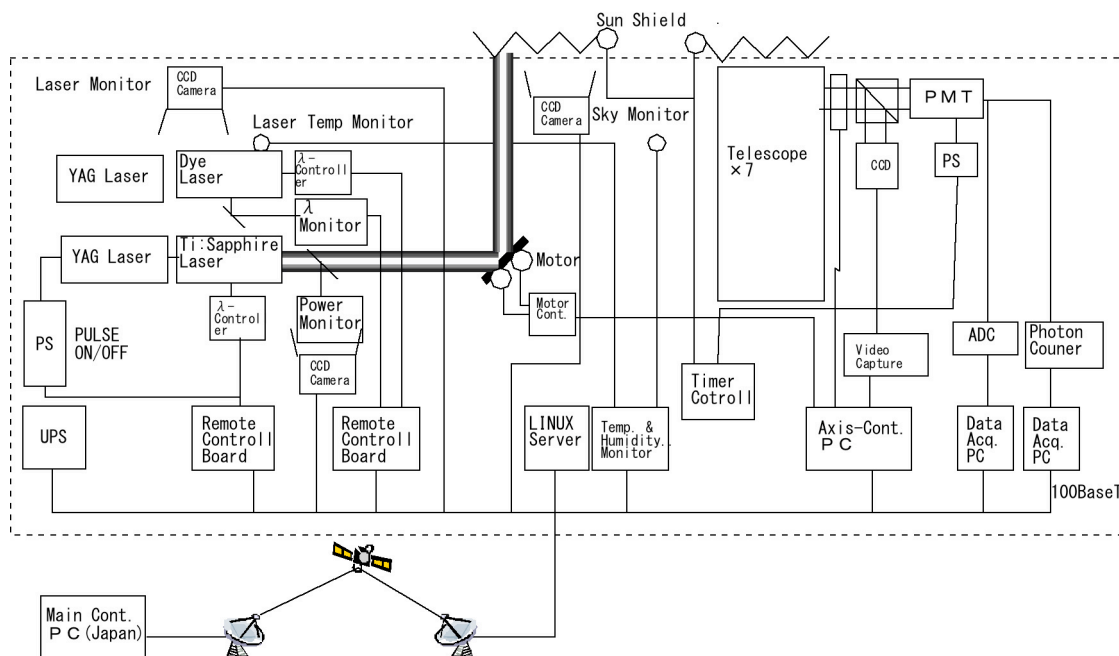


Fig.1 Block diagram of remote controlled system.

また、レーザの ON/OFF・動作設定、コンピュータ電源の ON/OFF はネットワークに接続したインタフェースボードを介して直接制御できる。2台のフォトンカウンタとADコンバータはそれぞれ Windows2000 の PCにより制御されるが、データ取得パラメータの設定と START/STOP は LINUX サーバを介して行い、取得されたデータもサーバに蓄積される。これによりデータ取得関係の接続先を一元化し、データ取得の PC に負担をかけないようにしている。

3. 大型レイリーライダーの自動観測システム

遠隔地に設置されたレイリーライダーで晴天時の夜間に定常的な観測を行うため、大型ライダーの自動起動システムを構築した。自動化には同所に設置されている小型ミーライダーによる連続観測データを利用した。Fig. 2 はミーライダーによる観測例を示している。この図より 18 時～19 時半の高度 12km～14km、19 時半～21 時の高度 3km 付近にそれぞれ雲が存在していることがわかる。特に 19 時半～21 時には光学的に厚い雲のため 3km より上部のミーライダー信号が全く得られていない。

レイリーライダーの自動化にはこの情報を利用し、高度 12km～16km の信号強度を監視して信号が得られていないならば下部に雲があると判断する。また 12km～16km の高度に雲がある場合は、強い後方散乱光を受光するため雲があると判断できる。以上の処理を現地時間 18 時から翌朝 5 時まで 5 分毎に行い、雲がないと判断されればただちにレイリーライダーを起動する。また 15 分間曇りであると判断されればライダーを停止する。以上の手法により晴天時のデータのみを取得できるため、気温、大気密度の測定に用いることのできるデータ取得効率が向上した。

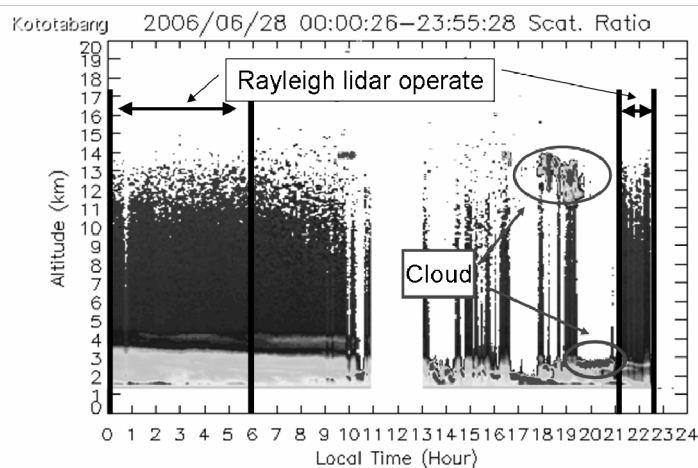


Fig. 2 An example of Mie lidar observation and check points for automatic operation of the Rayleigh lidar.

4. 自動光軸調整システム

ライダーにおいて自動調整が困難であった送信ビームと受信視野の光軸調整を、CCD カメラと画像処理技術により行うシステムの開発を行った。天文観測用の高感度 CCD カメラ (Watec WAT-100N) をチップ面に望遠鏡の焦点が来るよう受信光を 10% 程度分岐して設置し、観測中も光軸のズレがモニターできるようにした。Fig. 3 に実際に得られた望遠鏡から見たレーザビーム画像を示す。この画像よりビームの先端が視野の中心に来るように視野をコントロールする。

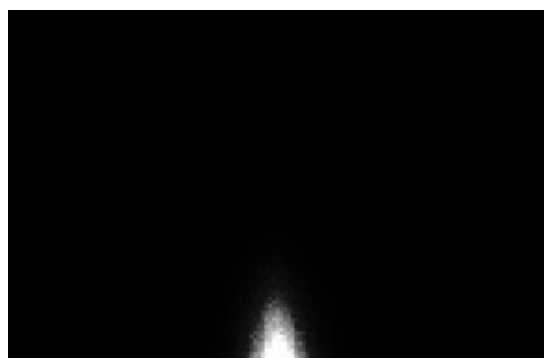


Fig. 3 An example of CCD Image of the laser beam.

5. おわりに

本システムは 2004 年以降現在も稼動しており観測を継続している。自動観測システムを用いることにより、天気の変化が激しく、中緯度のように晴天が長続きしない悪条件の赤道域でも、2004 年 10 月から 2006 年 7 月までの約 1 年半で 25 晩の 2 時間以上の連続観測データを得ることができた。自動光軸調整システムは、結果としては観測小屋の温度がほぼ一定に保たれていたため、送信系、受信系とも光軸のズレが生ずることはなく、調整システムを動作させる必要はなく、光軸のモニターとしてのみ使用した。

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究費補助金の特定領域研究「赤道大気上下結合」により行われた。また研究の一部は当時大学院修士課程の貫井亨君、野島介君に協力していただいた。