

## イメージングライダーとモノスタティックライダーによる昼夜連続観測

Daytime and Nighttime Observations with the Bistatic Imaging Lidar and  
the Monostatic Lidar in Nagano Olympic Winter Games

久保田康裕, 三島英嗣, 塩崎和彦, 小林史利, 北原 司, 川原琢也, 斉藤保典, 野村彰夫

Y. Kubota, H. Mishima, K. Shiozaki, F. Kobayashi,

T. Kitahara, T. D. Kawahara, Y. Saito and A. Nomura

信州大学工学部

Faculty of Engineering, Shinshu University

**Abstract:** Weather conditions about snow, fogs and clouds were observed simultaneously with two kinds of lidar systems, a monostatic lidar and a bistatic imaging lidar, at Happo'one alpine ski area during the 18<sup>th</sup> Olympic Winter Games, Nagano 1998. The monostatic lidar with an elevation angle of 14 degree gave the weather information along Happo'one every three minutes and the bistatic imaging lidar did the vertical information every one minutes. Real time color image data were obtained with a personal computer and transferred to the computer at the NAOC Racing Office through a portable wireless telephone. In the presentation, we show the whole day data for ten days, Feb. 7 to 16 and discuss the feasibility of lidar for monitoring the local weather.

### 1.はじめに

1998年2月に長野冬季オリンピックが開催された。その中でも屋外での競技は天候の影響を受けやすく、円滑な競技運営を行うためには正確な予報が要求される。特に滑降競技においては選手の安全も含め競技を実行するためには非常に慎重な判断を必要とする。その際、滑降競技の会場である白馬村八方尾根上空の大気状態の変化が把握できれば、それは貴重な参考資料となる。特に夜中から明け方にかけての大気状態を把握する事は昼間の予報を行うために非常に役立つ。しかし夜間は目視による斜面上における視界の良し悪しの確認は難しい。そこでライダーを用いて斜面沿いの観測を行う事で夜間における霧や雲等の有無だけでなく高度情報まで知る事ができるため、その観測結果を大会本部へ携帯電話を用いて転送し競技実行を決定する際の判断材料とした。また、斜面方向と共に鉛直方向の観測も同時に行い両者を比較して関連性を調べた。

今回は昼夜連続観測を行った2月7日～16日の10日間の結果と斜面方向と鉛直方向の関連性についての発表を行う。

### 2.システム構成

観測システムは滑降競技のゴール地点から約1km程離れた場所に設置された。Figure 1に示すように斜面方向はモノスタティックライダー、鉛直方向はバイスタティックライダーで観測を行った。また、モノスタティックライダーの観測条件をTable 1に、バイスタティックライダーの観測条件をTable 2に示す。送信レーザーはNd:YAGレーザーの第二

高調波を用い、ハーフミラーにより斜面方向（仰角 14deg）と鉛直方向に分けた。波長は 532nm、パルスエネルギーはそれぞれの方向に約 100mJ、繰り返しは 10Hz であった。モノスタティックライダーの受信系はシュミットカセグレン型望遠鏡と光電子増倍管から成っており、そこで得られた信号はデジタルオシロスコープを通してコンピュータに時系列のデータとして記録される。コンピュータでは一定時間毎に携帯電話を用いて、記録されたデータの転送を行った。一方、バイスタティックライダーの受信には CCD カメラを用い、得られた信号は定期的に別のコンピュータに送られ同様に時系列のデータとして記録された。CCD カメラには高速ゲート付きイメージインテンシファイアが取り付けられてあり、送信レーザーと同期してゲート動作を行う事で背景光を減少させた。

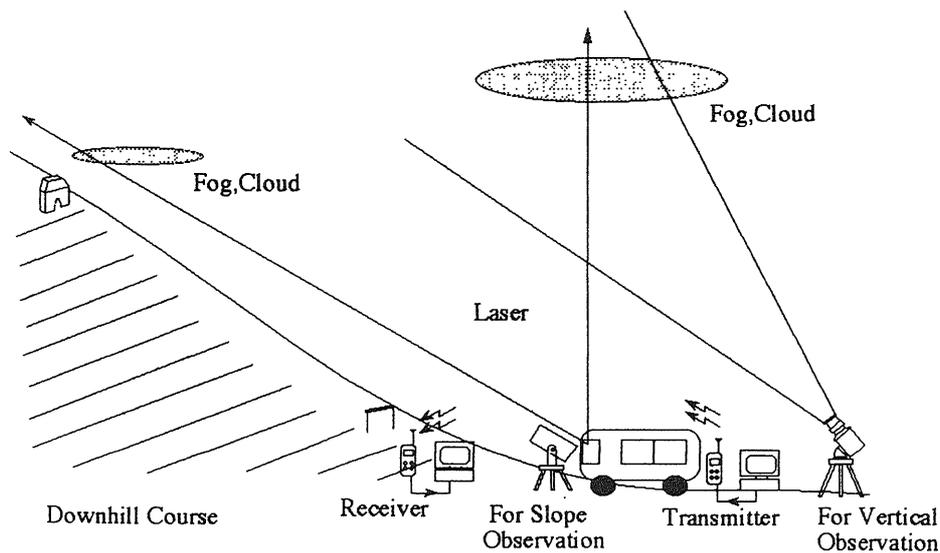


Fig.1 Lidar system of Olympic observation

Table 1 Parameters of the monostatic lidar

Receiver	
Diameter	355mm
Focal length	3910mm
F.O.V.	2mrad
Elevation angle	14deg
Signal processor	
Accumulating time	153.6sec
Time resolution	3min
Range resolution	
Shot direction	15m
Vertical direction	3.6m
Horizontal direction	14.6m

Table 2 Parameters of the bistatic imaging lidar

Receiver	
Diameter	14mm
Focal length	28mm
F.O.V.	18deg
Elevation angle	81deg
Base line	11.2m
Gate time	20 $\mu$ sec
Signal processor	
Accumulating time	10sec
Time resolution	1min

### 3.観測結果

以下に観測結果の一例をいくつか示す。それぞれ上側の図はバイスタティックライダーによる観測地点上空の観測結果、下側の図はモノスタティックライダーによる八方尾根斜面上空の観測結果である。縦軸は標高、横軸は時間、色は白に近づくほど強い信号である事を表しており白い部分は雲からの信号である。

Figure2 は 11 日から 12 日にかけての観測結果である。この時の天候は 11 日 12 時から 12 日 7 時までは晴れでその後は雨や雪の他に雹も降り雷も鳴っていた。深夜は鉛直方向、斜面方向共に非常に澄み渡りどちらの観測結果にも特に目立った信号は得られていないが明け方になるとどちらの方向にもほぼ同じ時刻に雲が出始めた様子が分かる。

Figure3 は 14 日から 15 日にかけての観測結果である。この時の天候は 14 日朝から弱い雨が降り続き深夜 2 時頃から雪に変わり 15 日 10 時以降は曇りとなった。深夜 2 時まではどちらの観測結果からも雲が二層になっている状態が観測されている。2 時以降はレーザーが雪に遮られてしまい上空にあるはずの雲からの信号が得られていないが雪がやんだ 15 日 10 時以降は再び観測されている。

Figure4 は 15 日から 16 日にかけての観測結果である。この時の天候は曇り時々雪であった。どちらの方向とも常に雲が存在しているが雲底高度の時間変化はほぼ同じである事から同一の雲を観測している事が考えられる。また 16 日 8 時以降になると斜面上空の雲底高度は徐々に上昇しているが観測地点上空では雲が突然消え全く観測されていない。

これらの結果より山沿いから 1km だけ離れた地点では同様な気象状態になる事が多いが異なる場合もあるという事が分かった。

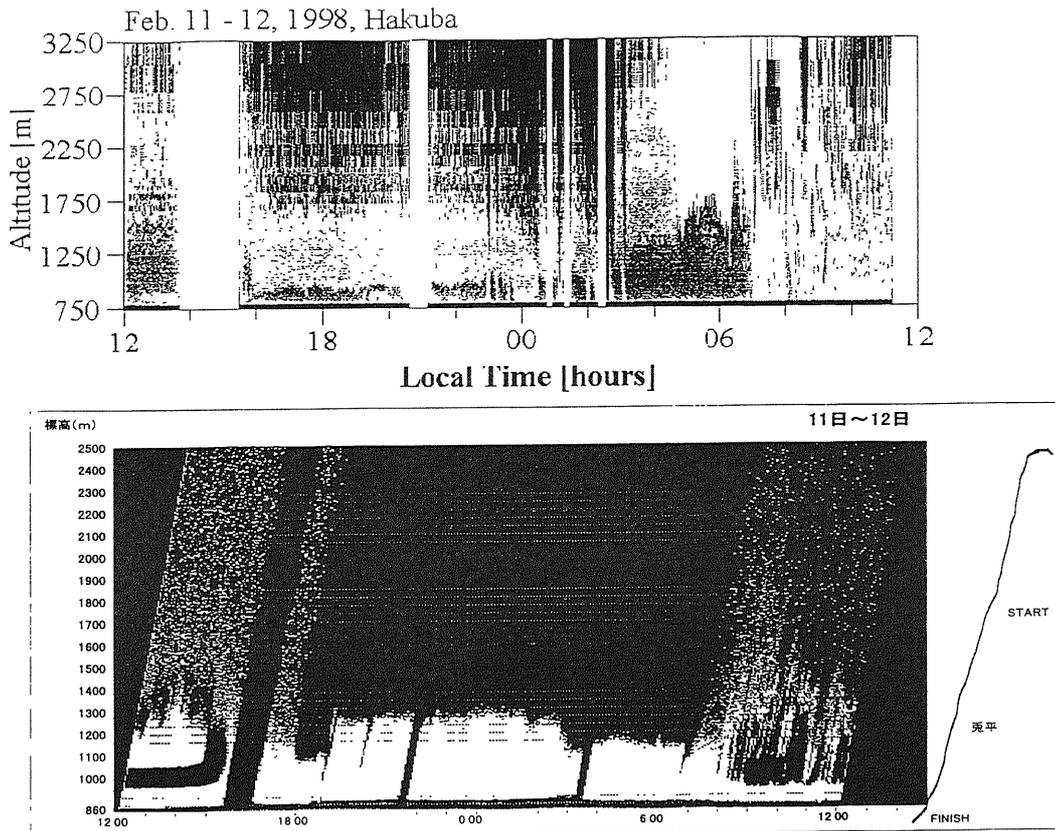


Fig.2 Laser return signal intensity (2/11-2/12)

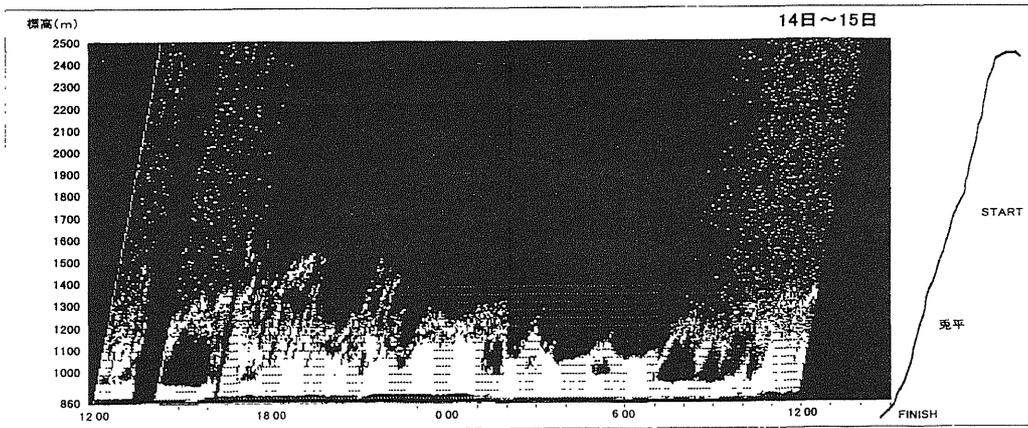
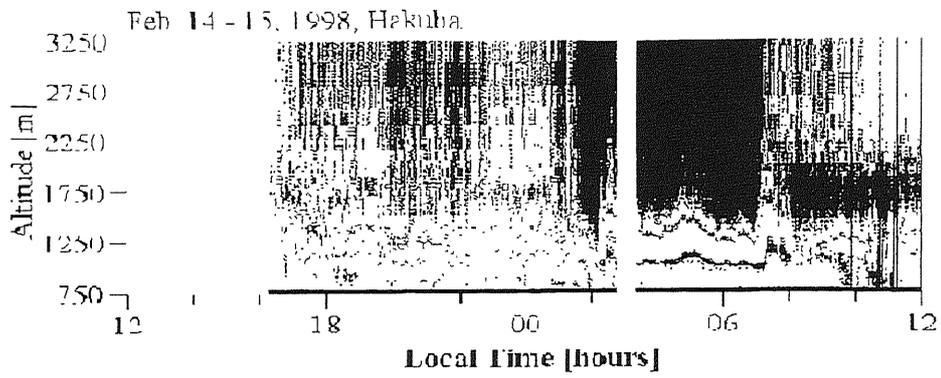


Fig.3 Laser return signal intensity (2/14-2/15)

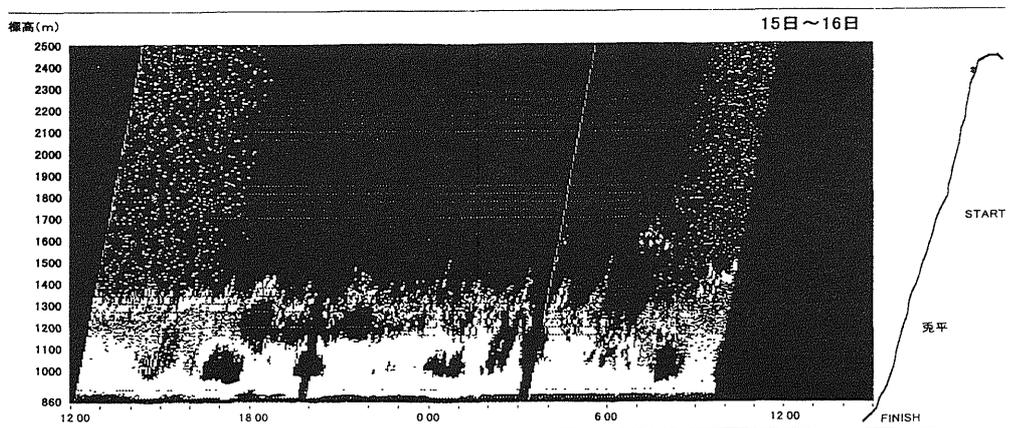
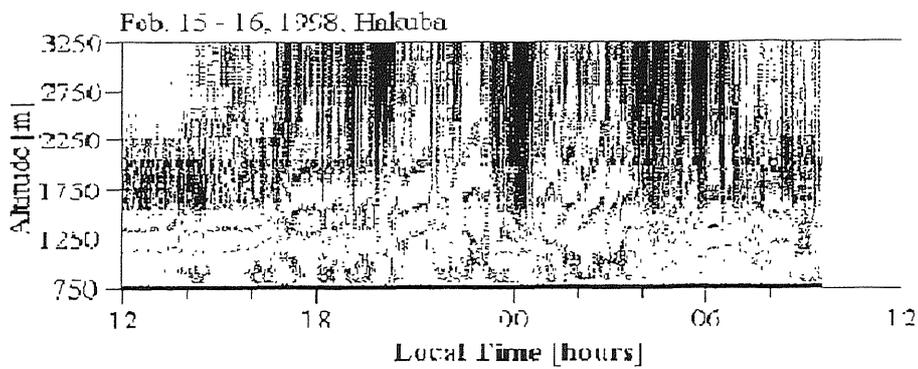


Fig.4 Laser return signal intensity (2/15-2/16)