

ドップラーライダーとステレオカメラ計測による雲底高度の把握 および数値気象モデルの検証

Estimation for heights of cloud base by a doppler lidar and a stereo camera
and validation of a numerical weather prediction model

田村英寿¹・中島慶人¹

Hidetoshi Tamura, Chikahito Nakajima

1. (一財)電力中央研究所

Central Research Institute of Electric Power Industry

Abstract We carried out a field observation of the heights of cloud base from SN ratio information obtained by our doppler lidar system. The observed heights were compared with their values measured by a stereo camera. It is found that the observed height of cloud base by the lidar coincides with the height identified with eyes. Finally, we compared the results of the heights simulated by the weather forecasting model WRF on a cloudy day with observed heights by the doppler lidar in order to validate the time series of numerically simulated clouds.

1. はじめに

数値気象モデルを用いた予測計算や再現計算において、放射や降水に大きな影響を及ぼす雲の計算は重要であるが、その精度検証は容易とはいえない。電力中央研究所では、三菱電機製の大型コヒーレントドップラーライダー装置（以下、大型ライダー）を導入し、上空の風の観測に利用しているが、風と同時に得られる後方散乱光の SN 比（信号対雑音比）から雲底高度も把握できることが知られている¹⁾。本報告では、大型ライダーの SN 比から雲底高度を推定し、ステレオカメラ計測との比較によって推定結果の妥当性を確認した上で、数値気象モデルで計算された雲の検証を試みた事例を報告する。

2. 大型ライダーによる雲底高度の観測の概要

大型ライダーでは、ビーム方向に 80 点の SN 比が 30,75,150m の距離間隔で取得できる。ここでは、距離間隔を 30m とし、光源から 2,400m (30m×80 点) までの範囲を計測した。Fig.1 は、大型ライダーが設置されている千葉県我孫子市内において、ビームを東向き水平面→真上→西向き水平面に 2° 間隔で 180° スキャンさせて SN 比の分布を計測した例である。図中の白い部分は SN 比が大きいエリアで、主に雲のある位置と推定される。ただし、ビームが雲で遮蔽されて弱まるため、ビーム方向に複数重なった遠方の雲や厚い雲の全体はデータに現れていない可能性がある。計測対象として雲底高度に着目したのはこのためである。

3. ステレオカメラ計測との比較による観測された雲底高度の妥当性確認

ステレオカメラでの距離計測用に、ビデオカメラ 2 台を直線上に配置した装置 (Fig.2 a) 参照) を準備した。距離計測では、水平方向にカメラを向け、周囲の建物までの距離を利用し、距離計測に必要なカメラパラメータを測定した。本実験では 2 台のカメラ間隔を 145cm とし、両カメラの光軸が 720m で交差する設定とした。その後、両光軸の相対角度を変えずに、カメラを真上に向け、雲の高さを計測した。Fig.2 b) にカメラによる

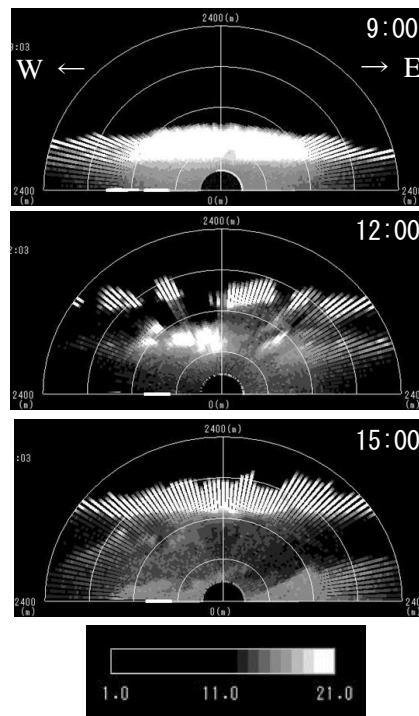


Fig.1 Distribution of SN ratio in east-west section with 2,400m radius observed by doppler lidar system at Abiko on April 5, 2013

カメラによる

撮影画像を示す。左右画像での横方向の雲座標の違いから、Fig.2 b) の雲の高さは1,570m となった。ここで、計測誤差は約±60m である。一方、同時刻付近の大型ライダーから推定された真上方向の雲底高度（ここでは、SN 比が 10 以上でかつ直下の SN 比よりも 2 以上大きくなった高度とした）は 1,400~1,600m であった。このことから、大型ライダーから推定された雲底高度が目視で確認される雲底高度に近い値であることが確認できた。

4. 数値気象モデルで計算された雲底高度の検証

Fig.3 a) は、Fig.1 の観測日の 3~18 時にかけて、真上方向の雲底高度の時系列変化をプロットした結果である。一方、Fig.3 b) は数値気象モデル WRF で計算された雲水量が 0.2g/kg 以上の位置をプロットしたものである（計算条件等は既報²⁾ 参照）。計算された雲の最下部の高度は 3 時以降に低くなり、6~12 時に最も低く、その後高くなり 17 時頃に消滅する。これらの傾向は大型ライダーの推定結果と定性的に符合する。ただし、計算では 16 時過ぎに南から北へと通過する水平規模の小さな厚い雲が見られたが、大型ライダーではそのような雲は計測されていない。

5. おわりに

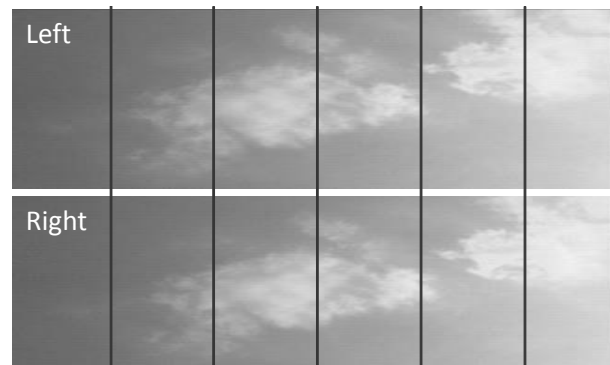
SN 比からの雲の把握に関しては、ビーム距離方向の減衰を考慮するなど改良の余地があり、ステレオカメラ計測との比較事例を重ねるとともに今後の課題である。ドップラーライダーは、風速と雲底の情報が同時に得られる点が大きな特長であるため、今後は風と雲との関係分析などへの活用も検討している。

参考文献

- 1) 山下和也・藤吉康志：札幌で観測された大気境界層内の様々な流れ～3 次元走査型コヒーレントドップラーライダーによる観測～日本気象学会北海道支部平成 17 年度第 1 回研究発表会、2005
- 2) 田村英寿・平口博丸：気象モデル WRF による国内の地域・季節別の日射量予測誤差の特性評価、太陽／風力エネルギー講演論文集（2012）

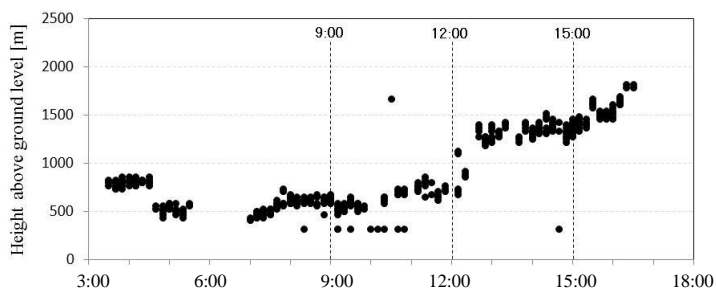


a) Prepared stereo-camera equipment

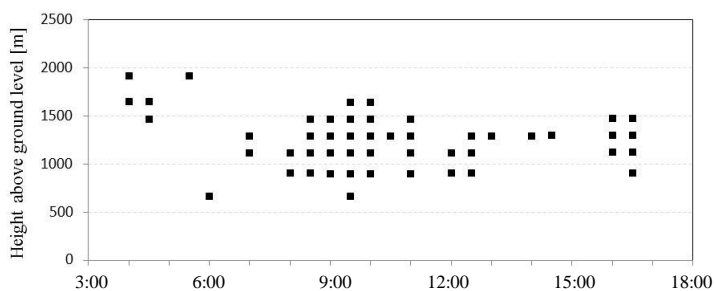


b) Left camera image and right camera image.

Fig.2 Stereo-camera and photo images of each camera at 14:30 on July 26, 2013



a) Estimated heights of cloud base by doppler lidar



b) Simulated clouds by numerical simulation model

Fig.3 Time series and vertical distribution of clouds at Abiko on April 5, 2013