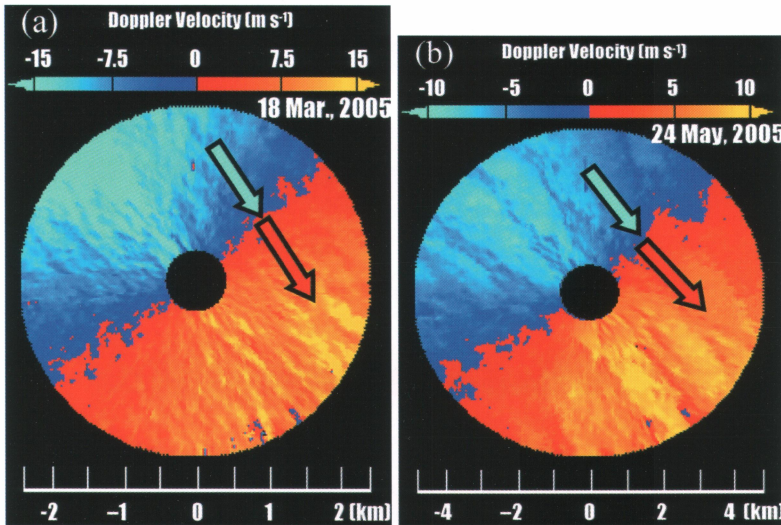
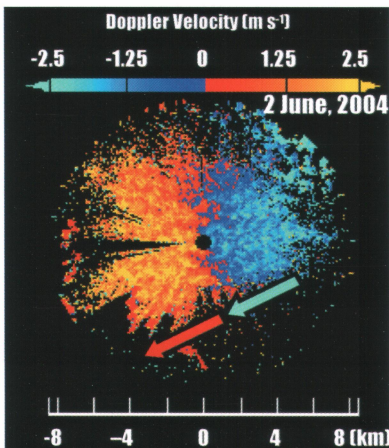


第1図 高層建築物によって生じた後流の可視化例 (2005年3月15日). 仰角2.2度のドップラー速度の水平分布. 南東の風で, 風速は 5 m s^{-1} 程度. 右下の JR 札幌タワーやホテルの風下で, 周囲に比べてドップラー速度が小さくなっている. 太い矢印は風の流れる方向を示す. 暖色系はライダーから遠ざかる方向, 寒色系は近づく方向に風が吹いていることを意味し, それぞれ, 赤から黄色, および青から水色ほどドップラー速度の動径成分が大きいことを意味する.



第2図 水平ロール渦の可視化例. (a) 2005年3月18日の観測事例. 仰角2.2度. 北西の風で, 風速は 18 m s^{-1} 程度. 幅約250 m の縞状構造が見られる. 地表面はまだ積雪で覆われていて, 雲は発生していない. (b) 2005年5月24日の観測事例. 風速は 10 m s^{-1} 程度で, 縞の間隔は約1 km. この事例ではエアロゾルからの信号強度分布にも縞状構造が見られた. 上空は層雲で覆われていた.



第3図 プリユームの可視化例(2004年6月2日). 仰角0度. 東の風で, 風速は 2 m s^{-1} 程度で極めて弱い. 図の広い範囲で, 直径約1 km のほぼ円形の構造(右上部分で顕著)が見られる. 図には示さないが, エアロゾルからの信号強度分布にも同様な構造が見られた.

3次元走査型コヒーレントドップラーライダーによる 大気境界層の流れの可視化*

藤吉 康 志^{*1}・山下 和 也^{*2}・藤原 忠 誠^{*3}

これまで我々は、主にドップラーライダーを用いて降雨・降雪機構の研究を行ってきた。しかし、モデルが扱う物質の多要素化や高解像度化、他分野との共同研究が必須となり、測定項目が多様化せざるを得なくなった。そこで、雲に関わる大気現象を総合的に研究する「雲科学」研究の一環として、コヒーレントドップラーライダー (Coherent Doppler Lidar, 以下 CDL と記す) (亀山ほか, 2004) を導入した。CDL は、大気中に浮遊する微粒子 (エアロゾル, 昆虫, 霧粒, 雲粒, 氷晶, 吹雪粒子など) によって後方に散乱される光の強度, ドップラー速度および速度分散の 3次元分布が測定できる。

石井ほか (2005) が観測に用いた CDL の波長は $2.012 \mu\text{m}$ であるが、我々も同じくアイセーフ波長帯である $1.54 \mu\text{m}$ を使っている。観測範囲は最大で半径 20 km であるが、これは巻雲など遠方の雲を観測する際に用い、通常はサンプリング間隔 25 m (50 m, 100 m) (切り替え) の 80 レンジピンで観測を行っている。基本的には、ドップラーライダーと同じ走査・表示・解析が可能であるが、光のコヒーレンスを保つため、アンテナの回転速度は最大 1 rpm であり、レーザーに比べるとかなり遅い。研究所の屋上 (地上約 30 m) で観測を開始したのは 2004 年 5 月からであるが、既にこれまで観ることのできなかつた大気境界層内の興味深い流れが数多く捉えられたので、以下にその一部を紹介する。

第 1 図は、ドップラー速度の水平分布 (仰角 2.2 度) である。ライダーの南東方向には、JR 札幌タワーやホテル、そして北大病院などの高いビルがあり、その風

下で、周囲に比べてドップラー速度が小さくなっている。このことは、これらの背の高い建物の風下では風が弱まっていることを示しており、建物の影響が風下方向へ数 km にも及んでいることが分かる。また、このいわゆる後流域が直線ではなく波打っていることから、建物の風下では風の時間変動が、他の場所にも比べて大きいことが分かる。

第 2 図 a, b も第 1 図と同様な図であるが、 10 ms^{-1} 以上の北西風が吹いた事例である。赤や青の下地の中に、水平ロール渦と思われる縞が何本も見える。縞の間隔は風速の遅い第 2 図 b の方がやや広い。エアロゾルからの信号強度分布にも縞模様が見られる場合もあるが、太さと長さや間隔は時間・空間的に変動が大きい。一方、風が弱い晴天時には、第 3 図に示したようなプリユームが観測された。セルの直径は 1 km 前後である。これらの構造自体は、レーザー観測でも見出されている (Gossard, 1990)。

ここで示した各画像は水平分布に限ったが、鉛直分布の時間変動を見ると、局地前線の密度流的鉛直構造や、地表からエアロゾルが上昇し凝結高度で雲が発生する過程までも既にとらえている。このように、CDL は、空気の流れを可視・定量化し、気象学のみではなく、都市工学、災害科学、生態学などにも大きな貢献が期待される。

参 考 文 献

- Gossard, E. E., 1990: Radar research on the atmospheric boundary layer, Radar in Meteorology (Ed. D. Atlas), American Met. Soc., 477-527.
- 石井昌憲, 水谷耕平, 青木哲郎, 佐々木華織, 菅野洋光, 岩崎俊樹, 余 偉明, 松島 大, 野田 暁, 澤田雅洋, 氏家将志, 松浦陽介, 2005: コヒーレントドップラーライダーによる清川ダシ観測, 天気, 52, 329-330.
- 亀山俊平, 安藤俊行, 柳澤隆行, 酒巻 洋, 若山俊夫, 平野嘉仁, 古田 匡, 萩尾正廣, 藤井康宏, 2004: レーザーによる風の計測—コヒーレントドップラーライダーの各分野への応用—, 検査技術, 9 (8), 25-29.

* Visualization of airflows in the atmospheric boundary layer by using a 3D-scanning coherent Doppler lidar.

^{*1} 北海道大学低温科学研究所,
(fujiyo@lowtem.hokudai.ac.jp).

^{*2} 北海道大学大学院地球環境科学研究科.

^{*3} 北海道大学大学院環境科学院.

© 2005 日本気象学会