

ドップラーライダーと数値モデルを用いた局地循環の研究

岩崎俊樹¹、余偉明¹、山崎剛¹、吉田龍平¹、田村一卓¹、松島大²、野田暁³、石井昌憲⁴
岩井宏徳⁴、水谷耕平⁴、村山泰啓⁴、佐々木華織⁵、菅野洋光⁵、加来信之⁶、山田泉⁶
又吉直樹⁷、奥野善則⁷

東北大学¹、千葉工業大学²、地球フロンティア³、通信総合研究機構⁴
東北農業研究センター⁵、電子航法研究所⁶、宇宙航空研究開発機構⁷

1. はじめに

ドップラーライダーは高い時空間解像度でレーザービームの風速の視線方向成分(以下、視線風速と呼ぶ)を測ることができる。高解像度数値モデルと組み合わせることにより、局地循環のメカニズム解明に大いに威力を発揮することが期待される。加えて、局地的な気象の実況監視予測システムの構築も期待される。

本研究グループでは2002年より清川だし観測を実施しながら観測システムの改良を続けた。2006年より仙台空港で、デュアルライダー観測を実施し、海風のベクトル風の3次元構造の同定を試みるとともに、ヘリコプター観測により検証を行った。並行して、数値モデルの検証と現象再現のための最適化を進めている。

2. ドップラーライダーについて

ドップラーライダーは、レーザー光を照射し、大気中の塵(エアロゾル)による散乱光のドップラーシフトから、視線風速を算出する。通常、エアロゾルの濃度が高い地上から対流圏中層の5km程度まで、観測が可能である。厚い雲がある場合はそれより上空は見えないが、薄い雲やもやなどがかかっている場合は10km程度の高度でも観測できる。水平には、条件さえ良ければ10km程度まで観測可能である。パルスレーザーをスキャンすることにより、極めて高い時空間解像度で、風の4次元分布を観測することができる。優れた実況監視機能を有しているため、昨年(2006年)、羽田空港に設

置された。なお、可視レーザーは眼に入れると危険なので、通常は波長1.5 μm や2 μm の近赤外のアイセーフレーザーを用いる。

複雑な大気境界層の風をビーム方向に100m程度の解像度で、ビームと直行する方向にはさらに細かい解像度(観測のピッチ角)で3次的に観測できるため、数値モデルの格好な検証データとなる。数値モデルの解像度依存性、境界層スキーム、さらには下層雲の形成などの数値モデリングに有益な参照データとなる。

なお、比較的コンパクトな測器であるので航空機搭載による上空からの観測実験も行われ(cf. THORPEX)、衛星搭載による全球観測も検討されている。

3. 清川だし観測

清川だしは、鳥海山と月山の間に最上川が造る深い峡谷の出口から庄内平野に吹き降る強い東風である。強風は、峡谷の出口付近だけではなく、平野に広く分布するところから、そのメカニズムに興味をもたれている。農業被害や風力発電などにも関係するので、社会的関心も高い。

東北大学、情報通信研究機構と東北農業研究センターは、2002年より、ドップラーライダーを用いた清川だしの特別観測を実施している。特に、2004年に観測コンテナごと車に搭載した後は、機動的な観測が可能となった。

清川だしでは、地上は東風だが上空は偏西風である。このため、途中に東西風速が0m/sとなる臨界層(クリティカルレベル)が存在する。ライダー観測によれば、その高

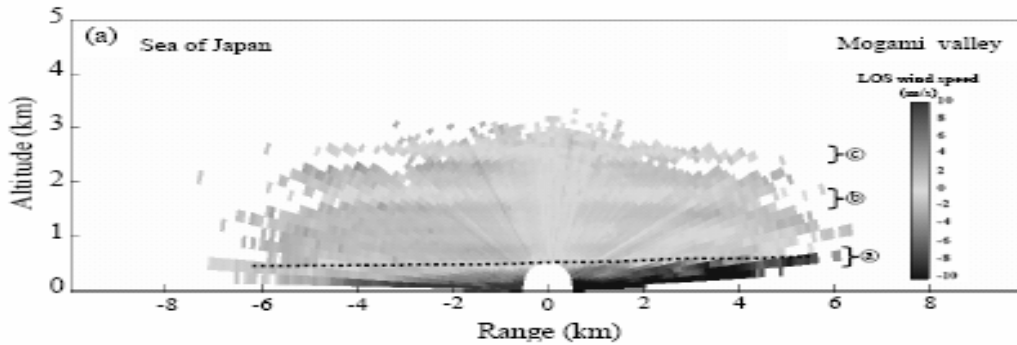


図1. 2004年8月30日の北西—南東方向の視線風速のRHI観測 (ms^{-1}). 点線は臨界層.

度は1km程度と低いことが多い(図1)。この臨界層の存在が下層風強化の原因であることが、数値実験によって確かめられている。水平スキャン(PPI)の観測結果では、西方に10km程度まで定常な強風が吹く中、時々非定常な風が流されていく。

4. 仙台空港の海風観測

2006年8月20–24日、2007年6月9–20日に、東北大学と情報通信研究機構のほか、東北大学流体科学研究所、電子航法研究所、宇宙航空研究開発機構、仙台航空測候所が協力して、仙台空港で特別観測を実施した。我々の狙いは夏の海風と冬の蔵王おろし(予定)の立体構造を調べることである。とくに電子航法研究所の協力を得て、デュアルドップラーライダー観測を実施した。

ドップラーライダーの観測では、視線風速および反射強度から、海風前線を特定できた。海風侵入時は複雑な層構造が観測された。図2は、デュアル観測で得られた滑走路の中央付近でのベクトル風の鉛直分布である。海風の厚さは300m程度で、反流は1km以上であり、その途中の弱風は複雑な微細構造を示唆している。そのほか、ベクトル風の水平面解析や擬似観測タワー観測についても紹介する。また、宇宙航空研究開発機構のヘリコプター観測を利用してベクトル風の直接検証を行う予定である。

並行して、数値モデルによる再現実験を行っている。層構造はある程度再現されているが、その構造や風速の絶対値などは不整合があり、改良が必要である。とくに、

鉛直解像度や陸面過程などの改良が必要である。今後、十分系統的誤差をなくした上で、4次元データ同化実験に進みたいと考えている。

(謝辞) 本研究には、多くの機関がボランティアベースで参加した。参加されている研究者の意欲に敬意を表したい。情報通信研究機構の清川と仙台空港のドップラーライダー観測には、多くの大学院生が参加している。仙台航空測候所には、参照のため定常観測データを提供していただいたほか、データの航空気象業務への利用法について議論していただいた。

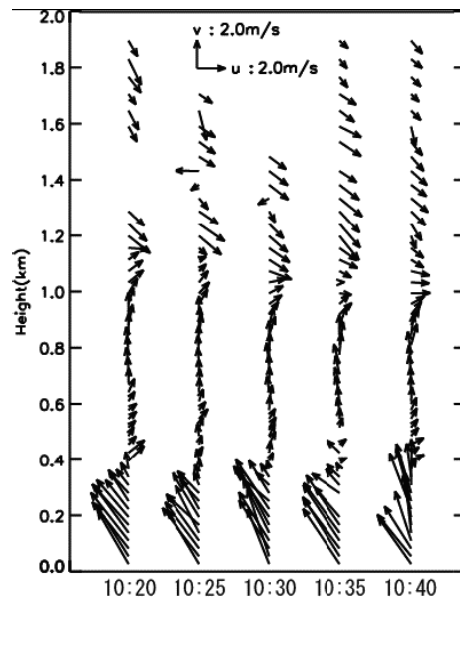


図2 5分間隔のデュアルドップラー観測滑走路中央部の水平ベクトル風の高度分布。