

Topic

ドップラーライダーによる局地循環観測について

岩崎俊樹 (東北大学大学院理学研究科)、 石井昌憲、岩井宏徳 (情報通信研究機構)

1. ドップラーライダーとは

情報通信研究機構は、長年にわたり、ドップラーライダーによる風観測システムの開発を進めてきた。ドップラーライダー観測に数値実験を組み合わせれば、局地循環の研究が飛躍的に前進することが期待される。

局地循環の研究はこれまで主としてアメダスなどの地上観測が用いられてきた。しかし、局地循環のメカニズムを理解するには、地上風だけでは不十分で、下層風の3次元的な構造を知る必要がある。ウィンドプロファイラーは上空のベクトル風を測ることができるが、測候所などの設置場所の頭上しか観測できない。竜巻検出が期待されているドップラーレーダは、風の3次元分布を得ることができるが、観測できるのは降水粒子のあるところに限られる。既存の観測システムは局地循環の観測には十分とはいえない。

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、風のレーザービーム方向成分(視線風速)を算出する。通常鉛直には、エアロゾルの濃度が高い地上から対流圏中層の5 km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10 km程度の高度でも観測できる。水平には、条件さえ良ければ10 km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。

数値モデルは、解像度の向上に伴い、局地循環も直接の予測対象になりつつある。しかし、数値モデルの結果を検証するための観測データが乏しいことが問題であっ

た。局地循環の主役は大気下層に励起される波長数kmの重力波である。ドップラーライダー観測は地上から下層の複雑な風についての格好の検証データを提供する。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。

2. 清川だし観測

清川だしは、広戸風(岡山県)、やまじ風(愛媛県)とならぶ日本三大悪風の一つとして知られている。清川は鳥海山と月山の間に最上川が造る深い峡谷の出口に位置する。村山盆地の南東風が峡谷を越えて、強い東風となって庄内平野に吹き降る。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もたれている。また、清川だしは、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。

東北大学大学院理学研究科、東北農業研究センターと情報通信研究機構は、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



図1 車載の観測コンテナ、右上はミラースキャナー

観測が可能となった (図1)。

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、途中で東西風速が 0 m/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、その高度は 1 km程度と低いことが確認された。下層に存在する臨界層が下層風を強化することが、数値実験によって確かめられている。図2は水平スキャン (PPI) の観測結果である。西方に10km程度まで定常な強風が吹く中、非定常な風 (印) が動いていくように見える。

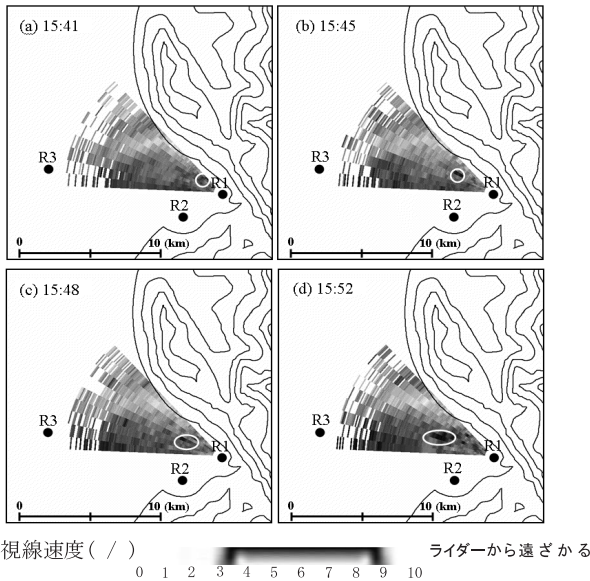


図2 2004年8月30日のドップラーライダー観測
数字は観測時刻

3. 仙台空港の海風観測

2006年8月20-24日に、東北大学大学院理学研究科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、仙台航空測候所により、仙台空港の風に関する特別観測を実施した。東北大学大学院理学研究科と情報通信研究機構の狙いは海風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日本で初めて実施した。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、データの活用法について議論していただいた。

海風前線は、視線風速および反射強度のコントラストから、1台のCDLでも特定することができるが、デュアル観測によってその構造は一層明瞭になる。図3は、海風前線通過直後に、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、反流はおそらく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。現在、デュアルによる水平スキャン観測から地上風の分布を解析中で、数値モデルと合わせて海風進入の4次元的な構造を

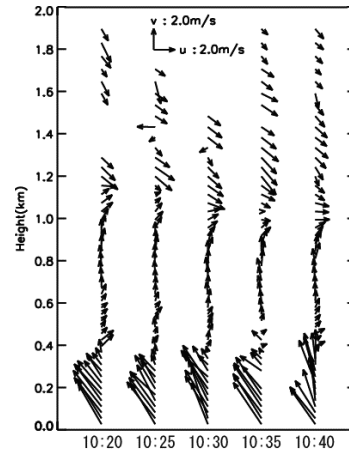


図3 デュアルドップラーライダー観測による水平風ベクトルの鉛直プロファイル

明らかにしたい。

なお、東北大学流体科学研究所と電子航法研究所および宇宙航空研究開発機構の目的は離発着時の障害となる航空機の後方乱気流の観測と数値シミュレーションである。われわれの目的とはやや異なるが、どちらもドップラーライダーを利用して風を測ることは共通である。また、両者とも航空機の安全に貢献することを目指している。2台のドップラーライダーと超高解像度数値モデルを利用して、空港気象の実況監視予測を行う日が来るであろう。

4. ドップラーライダーの航空機搭載と衛星搭載

ドップラーライダーはコンパクトな測器である。ここで紹介したのは地上設置型のリモートセンシングであるが、航空機に搭載し空からのリモートセンシングも可能である。山岳地域の複雑な局地風観測や海上の観測空白域の観測実験が行われている。ヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) では機動的観測 (日々の大気状態を考慮し予報に重要な場所で観測) を行い中期予報の改善に有効であることを確認している。また、航空機が晴天乱気流を回避し安全に航行するため、ドップラーライダーを自ら搭載し気流の常時モニター装置として利用することも考えられている。ただし、巡航高度付近では、エアロゾル濃度が低いので信号検出のための技術的課題を解決していく必要がある。さらに、情報通信研究機構では、衛星に搭載し、気象予測のための全球観測システムの一翼を担うことも検討している。

謝辞

本研究には、多くの機関がボランティアベースで (外部資金の獲得に成功していないためだが) 参加している。参加されている研究者の意欲に敬意を表したい。ドップラーライダーと数値モデルという将来性豊かな2つの道具をベースに、東北地域をフィールドとし、多くの機関の研究者と協力しながら、局地循環のメカニズムと予測可能性を明らかにしたい。

集中豪雨、突風予測への秘密兵器が 仙台管区气象台に設置



— 仙台管区气象台にドップラーレーダーが設置される —

勝山 税 (仙台管区气象台)

気象庁では、全国の20か所の気象レーダーで(図1)、雨や雪の状況を常に監視しています。的確な防災気象情報を発表するためには、災害を引き起こす台風や集中豪雨などの気象現象を把握することが不可欠です。気象レーダーによる観測は、気象衛星やアメダスとともに重要な観測手段です。東北地方では、仙台と秋田に気象レーダーが設置されています。このうち仙台管区气象台に設置してある気象レーダーが、このたび新しく気象ドップラーレーダーに更新され平成19年2月22日から観測を開始しました(平成17年度には東京レーダー(千葉県柏市)が、平成18年度には新潟、仙台、名古屋のレーダーがドップラーレーダーとなりました)。

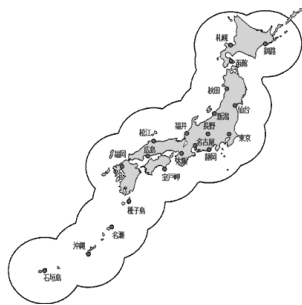


図1 気象レーダーの配置

気象レーダーは、アンテナから電波を発射し、雨や雪(降水)の粒子で反射され戻って来た電波を利用して降水がある場所、降水の強さを観測するものです。気象ドップラーレーダーは、これに加えて、電波のドップラー効果(注)を利用して降水雲内のきめ細かな風の分布が観測できるレーダーです。

集中豪雨は、幾つもの積乱雲が同じような場所で次々と発生・発達・衰弱を繰り返し、激しい雨が継続する現象です。一つ一つの積乱雲の水平スケールは数キロから数十キロメートルと非常に小さいため、局地的な集中豪雨の発生を的確に予測するためには、この規模の活発な積乱雲の構造や盛衰を高解像度の観測で把握する必要があります。気象ドップラーレーダーはこの観測に威力を発揮するレーダー(図2)であり、得られたデータは、高分解能な数値予報に利用され、集中豪雨の予測精度の向上が図られます。

気象ドップラーレーダーによる観測結果は、数値予報の精度向上とともに、今後の的確できめ細かな防災気象情報の発表に寄与することとなります。



図2 集中豪雨の監視・予測精度の向上に威力を発揮する気象ドップラーレーダー



図3 ドップラーレーダーの観測原理
ドップラー効果により雨雲が遠ざかる場合には受信周波数が低くなり、近づく場合には周波数が高くなる(波長は遠ざかるとき長くなり、近づく場合に短くなる)

(注) ドップラー効果とは、移動する物体から発せられた電波や音の周波数が、物体の速度に応じて変化する現象で、救急車が近付くときにサイレンが高い音に聞こえ、遠ざかる時には逆に低い音に聞こえるのと同じ現象です。

写真は、更新された仙台レーダーのレドームです。レドームの直径は7m、パラボラの直径は4m(従来は3m)です。

図4は、平成19年2月23日14時の降水域(図4(左):仙台、秋田レーダー他周辺のレーダーによる合成図)と、仙台に設置されたドップラーレーダーによる風の分布(図4(右))です。ドップラーレーダーで観測する風データは、動径方向(レーダーのビーム線方向)に沿う風の成分として観測されます。図4(右)では、レーダーに近づく風域を寒色系の色で、レーダーから遠ざかる風域を暖色系の色で表しています。したがって、この時には南西から北東にかけての風が吹いており、また上空に行くほど強い風が吹いていることがわかります。

なお、平成19年度には、釧路、函館、松江、福岡、種子島、沖縄、室戸岬の気象レーダーがドップラーレーダーに更新される予定です。



(写真) 更新された仙台ドップラーレーダー
手前の丸いドーム(レドーム)の
中にレーダーが設置されています。

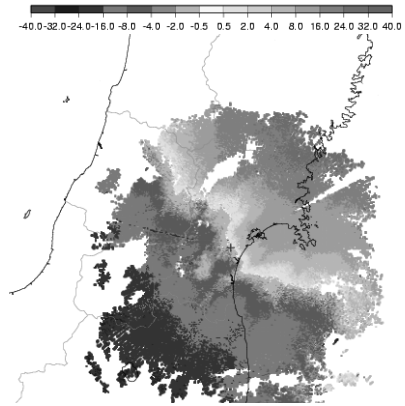
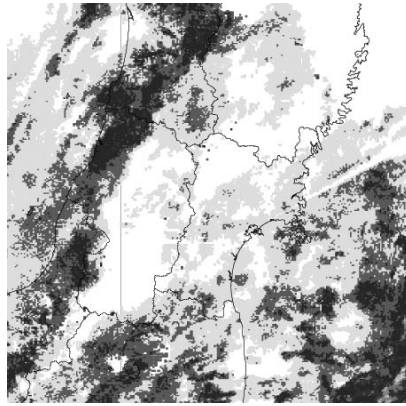


図4 2007年2月23日14時00分の降水分布(左)と、同時刻の仙台ドップラーレーダーで
観測された風の分布(右)(仰角2.2度)

理事会報告

2006年度日本気象学会東北支部第2回理事会議事録

日 時：2007年3月16日(金) 15時00分～16時30分

場 所：仙台管区気象台中会議室(3階)

出席者：小澤、浅野、岩崎、宇平、境田、松本、森田、
福沢、長澤、渡邊(以上理事：敬称略)
中村(以上会計監査：敬称略)
玉山、安田(以上幹事)

支部長の挨拶の後、次第に従い議事が進められた。

【議 事】

1. 役員の交代(内示)

小澤支部長 転出
宇平 理事 転出
長澤 理事 転勤
福沢 理事 (気象講演会担当地方理事の交代)
玉山 幹事 転勤

- ・支部長は2007年度第1回理事会で互選
それまでの支部長代理の選出
支部規則第11条により支部長が浅野理事を指名し、
了承された(4月1日から第1回理事会まで)。
- ・その他の役員は2007年度第1回理事会で推薦し補
充することとなっている。

後任予定者

大島氏 仙台管区気象台長
関田氏 仙台管区気象台技術部長
高山氏 青森地方気象台防災業務課長
中島氏 福島地方気象台長(福沢地方理事の後任)
須田氏 仙台管区気象台技術部予報課

2. 2006年度事業報告

- ①支部気象講演会(山形市で開催。テーマ：雪氷に
見る気候変動とそこに生きる知恵。聴講者数51名)
- ②支部気象研究会(仙台市で開催。7題の発表講演)

③東北支部だよりの発行(年3回)

④支部理事会(年2回)及び支部創立50周年記念事
業準備委員会開催(1回)

⑤平成19年度科学研究費補助金(研究成果公開促進
費)の申請は青森市での気象講演会で提出した。
原案どおり承認された。

3. 2006年度会計報告および会計監査報告

原案どおり承認された。

4. 2007年度事業計画

- ①支部気象講演会は10月中旬に青森市で開催予定
(テーマ：予報官が、そして衛星が捉える青森の空)
- ②支部気象研究会は気象台の東北地方調査研究会と
共催で開催予定
- ③東北支部だよりは年3回(7月、11月、3月)発
行
- ④支部理事会は年2回(5月：50周年記念事業のた
め早める、3月)に開催することで了承された。

5. 支部創立50周年記念事業について

- ・講演会、記念文集、協力依頼などについて、予算
を含めた最終計画案が事務局より示され、
原案どおり了承された。

6. 2007年度予算(案)

原案どおり承認された。

7. 2008年度秋季大会について

- ・日程や会場選定等の準備を始めるため、秋季大会
準備委員会を立ち上げることで了承された。

8. 全国理事会の報告

- ・新理事長の選任、気象研究コンソーシアム計画な
どが報告された。

9. その他

事務局から

- ・会員数について(12月26日現在の支部会員数 個
人218名 団体28)
- ・旅費について(今理事会の旅費)