

次世代ウィンドプロファイラの研究開発

*川村 誠治(NICT)・橋口 浩之・山本 真之・東 邦昭・山本 衛(京大RISH)・

梶原 佑介・別所 康太郎・工藤 淳・岩渕 真海・星野 俊介(気象庁/気象研)・足立 アホロ(気象研)

1. はじめに

航空機の運航に重大な支障をもたらす要因としては種々の気象現象が挙げられるが、中でも大気中の乱気流(ウィンドシアアを含む)は、機体の改良・改善で対処しうるものではなく、基本的には回避するしか方法がない。航空機の巡航高度における乱気流検出・予測など航空路の完全確保も視野に、より高高度まで高い高度分解能で観測可能なウィンドプロファイラ(WPR)の開発を目指して、2011年から情報通信研究機構(以下NICT)・京都大学・気象庁/気象研による共同研究が行われている。NICT保有の従来型WPR2台を合体・改修して大型化を図るとともに、レンジイメージングの機能を付加して次世代WPRのプロトタイプ機が製作された。2012年末には集中観測も実施され、現在も連続した観測を継続している。次世代WPRの研究開発について紹介する。

2. プロトタイプ機の製作

2011年にNICT本部(東京都小金井市)において2台の従来型WPR(通称LQ-7)を合体・改修して1台のWPRを製作した(通称LQ-13)。中心周波数は1.3575 GHz、送信ピーク電力は5200 Wである。2012年には最大5周波を用いてレンジイメージングをするための局部発振器が付加され、無線局免許を取得した。

LQ-13は接続を変更することでLQ-7相当として運用することも可能である。短時間での切り替え観測により、LQ-13がほぼ想定通りに感度上昇していることが確認された。また同じくNICT本部に設置している小型のLQ-4との比較でも、LQ-13が想定通りの感度を得ていることが示された。

3. レンジイメージング

高高度の観測のためには送信電力を大きくする必要があり、なるべく長いパルス幅で電波を発射したい。長パルスで失う高度分解能を補うべく、レンジイメージング処理を行う。レンジイメージングは従来型レーダの信号処理システムでは処理できないため、京都大学で開発しているソフトウェア無線装置によりデータ取得・処理を行う[1]。

図1は観測結果の一例である。左列は上から順に従来型LQ-4で観測されたSN比、スペクトル幅、水平風速を表す。中列は同じ時刻にLQ-13によって得られたデータであるが、レンジイメージング処理はしていない。右列がレンジイメージング処理をしたLQ-13の観測データである。LQ-4は $0.667\mu\text{s}$ (高度分解能100 m)の短パルスを、LQ-13は $4\mu\text{s}$ (高度分解能600 m)の長パルスを使用している。LQ-13の感度上昇の効果に加え、レンジイメージングでは分解能600 mの長パルスを用いているにも関わらず厚み100 m程度の薄い層を解像可能なことが示された(例えば図中の囲み部分)。

パルス幅 $4\mu\text{s}$ (帯域250 kHz)のレンジイメージングでは50 kHz刻みで周波数を振るため、必要な帯域は約500 kHzである。この帯域は通常観測では $2\mu\text{s}$ パルス幅・300 m分解能に相当する。同じ帯域でもレンジイメージングの方が通常観測より高分解能で高い高度まで観測できる可能性があると考えられ、今後検証していきたい。

レンジイメージングではスペクトル幅も通常処理よりも少し狭くなっている。これはレンジイメージングによって等価的にレンジ方向の散乱体積が小さくなっているこ

とに起因している。ビームブロードニング、シアブロードニングなどスペクトル幅を広げる効果はいくつか存在するが、レンジイメージングではレンジ方向に散乱体積を絞ることで風速分散を抑えるという本質的なブロードニング軽減効果が期待でき、乱気流強度などスペクトル幅が指標となる量の推定精度向上にも貢献すると期待される。

4. 集中観測

LQ-13の検証と乱気流観測のため、2012年11月30日から約一カ月間GPSゾンデ放球を含めた集中観測を行った。11月30日から12月9日を前半、12月15日から12月24日を後半とし、それぞれ27発、40発、計67発のGPSゾンデ放球を行った。GPSゾンデは3時間間隔に放球のウィンドウを設け、乱気流の発生が予測される時に放球するという手法を取った。

LQ-13による風速はGPSゾンデの観測結果と概ね良く一致した。この集中観測で得られたデータを用いた解析が今大会の他の講演で報告される[2, 3]。

5. 連続観測と自動処理システム

レンジイメージング観測では、観測パラメータにもよるが取得されるIQデータが1日で約128 Gbyte程度になり、処理にはかなりの時間を要する。現時点ではFPGAを用いるなどの高速化は行っていないが、ソフトウェア無線装置で取得したIQデータファイルを自動転送し、マルチコアのPCで並列処理することで、準リアルタイムでの処理を実現している。

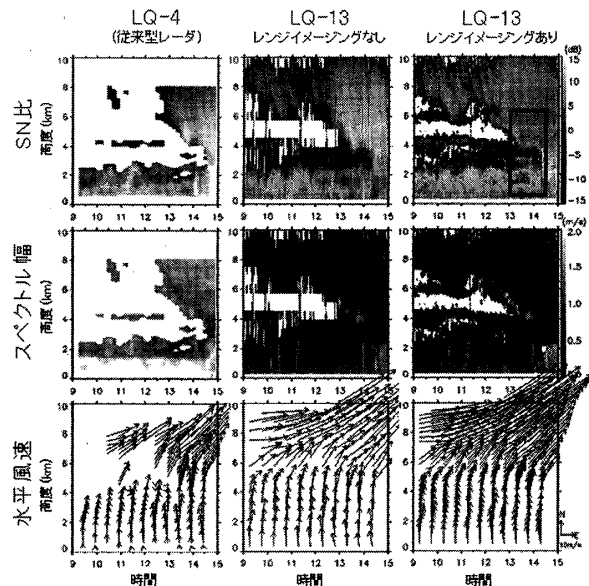


図1: 観測結果の一例(2013年4月6日9時から5時)。

謝辞

本研究は、(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」による支援を受け実施しました。

参考文献

- [1] 藤田他、信学技報、SANE2012-110, pp. 1-6
- [2] 梶原他、日本気象学会 2013年秋季大会(今大会)講演
- [3] 星野他、日本気象学会 2013年秋季大会(今大会)講演