

周波数領域干渉計を用いた RASS による気温観測の高鉛直分解能化

篠田 智仁, 古本 淳一, 津田 敏隆
京都大学生存圏研究所

1. はじめに

気象現象の振舞いを理解するには、大気熱力学を支配する主要なパラメータの一つである気温を高高度分解能で観測することが重要である。特に、台風や梅雨前線に伴う集中豪雨など寿命の短い気象現象を捉えるためには、高時間分解能かつ高高度分解能で精度良い観測が必要である。

電波と音波を併用したレーダー間接測定法である RASS (Radio Acoustic Sounding System) は、天候や昼夜を問わず優れた時間高度分解能で気温を観測できるため、激しい気象擾乱の内部構造を観測するのに適している。

MU(Middle and Upper atmosphere) レーダーを用いた RASS (MU レーダー・RASS) は高度分解能 150m での観測が可能である。さらに周波数干渉計映像法 (Frequency domain Interferometric Imaging: FII) を適用することで (RASS-FII)、高度分解能を約 60m まで向上させることが可能となっている。本研究では、RASS-FII の鉛直分解能をさらに向上させることを目的とする。

2. RASS-FII の高鉛直分解能化

RASS 観測では広い高度範囲でブラッグ条件を満たすため、音波周波数を時間方向で掃引する FM チャープ音波が用いられる。このとき、RASS エコーはブラッグ条件を完全に満たす高度の周辺 L_{fm} の高度範囲から散乱される。 L_{fm} が単一送受信周波数を用いた際の高度分解能の最小値を決定する。 L_{fm} は、チャープ音波の周波数変化率 ($|\Delta F|$) の $1/2$ 乗に比例することが知られている。

RASS-FII 法では、複数の送受信周波数を用いた観測データを組み合わせることで鉛直分解能を向上させる FII 法を RASS に適用し、さらに所望高度からの散乱を含む時間のみのデータを抽出することで高度分解能を向上させる。

RASS-FII 法では $|\Delta F|$ が大きいほど L_{fm} が小さくなるため高度分解能が向上する。一方で $|\Delta F|$ を大きくすると RASS エコーの強度が低下することで FII における高度分解能低下することが考えられる。そこで、 $|\Delta F|$ を変化させた際に得られる高度分解能を数値実験を用いて求めた。

MU レーダー・RASS を用いた FII において $|\Delta F|$ を従来の 10 倍である 125(Hz/s) とした時の感度高度分布を図 1 に示す。この際高度分解能は約 40m まで向上する。

図 2 に $|\Delta F|$ を 12.5~125 (Hz/s) に変化させた際の高度分解能の変化を示す。高度分解能は $|\Delta F|$ が大きくなるにつれ小さくなり、SNR が低下する影響よりも L_{fm} が小さくなることにより高度分解能が向上させる影響が大きいことが示唆される。

3. 今後の課題

上記シミュレーション結果をもとに、2008 年 7 月 14~18 日に $|\Delta F|$ を大きくした FM チャープ音波を用いて MU レーダー・RASS-FII 観測を実施した。今後、観測結果を解析し高度分解能向上を検証する。講演では本解析結果についても紹介したい。

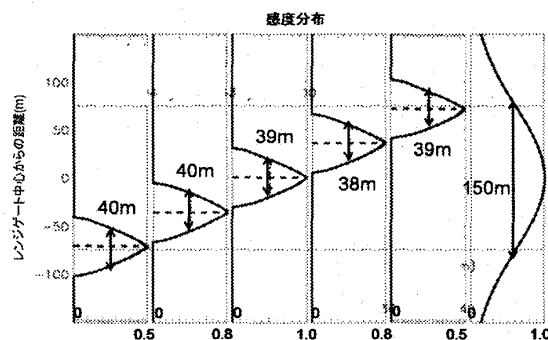


図 1: $|\Delta F|$ を 125 Hz/s とした際の RASS-FII 結果の感度分布。左から右に拘束高度をレンジゲート中心から -72, -36, 0, 36, 72(m) としたときの結果を示す。右図は 1 つの送受信周波数を用いた場合のレンジゲート感度分布。感度の半値幅で定義する RASS-FII 結果の高度分解能を矢印で示す。

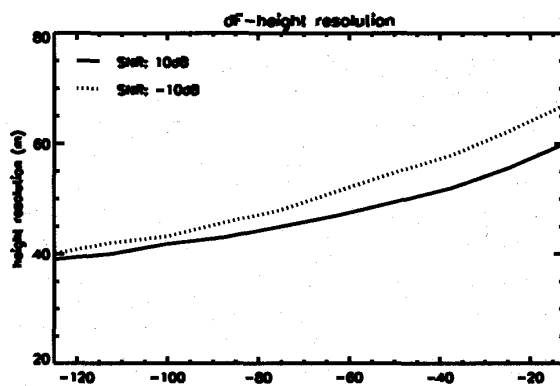


図 2: $|\Delta F|$ を 12.5 Hz/s から変化させた際の高度分解能。実線、点線はそれぞれ $|\Delta F| = 12.5$ Hz/s で SNR が 10 dB、-10 dB であったときの結果を示す。2006 年 11 月の MU レーダー・RASS-FII 観測より、 $|\Delta F| = 12.5$ Hz/s の時には高度 3km での SNR は一般的に -10~10 dB である。