

## イメージング・ウィンドプロファイラーの開発

# 橋口 浩之 [1]; 森谷 祐介 [1]; 山本 真之 [1]; 妻鹿 友昭 [2]; 脇阪 洋平 [1]; 山本 衛 [3]; 今井 克之 [4]; Luce Hubert[5]; 足立 アホロ [6]; 柴垣 佳明 [7]

[1] 京大・生存研; [2] 大阪府大・工・航空; [3] 京大・生存圏研; [4] 住友電工; [5] LSEET, Toulon Univ.; [6] 気象研; [7] 大阪電通大・工

### Development of Imaging Wind Profiler

# Hiroyuki Hashiguchi[1]; Yusuke Moritani[1]; Masayuki Yamamoto[1]; Tomoaki Mega[2]; Yohei Wakisaka[1]; Mamoru Yamamoto[3]; Katsuyuki Imai[4]; Hubert Luce[5]; Ahoro Adachi[6]; Yoshiaki Shibagaki[7]

[1] RISH, Kyoto Univ.; [2] Dept. Aerospace Eng., Osaka Pref. Univ.; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] Sumitomo Ele. Ind.; [5] LSEET, Toulon Univ.; [6] MRI; [7] OECU

Turbulent mixing at small scales in the lower atmosphere is an important process contributing to energy dissipation and vertical transport of heat and materials. Small scale turbulence associated with clouds can also play an important role for mixing and can significantly impact on precipitations. Convective instabilities due to mixing of dry air with cloudy air through entrainment at the top or bottom of clouds can also be an important source of turbulence in addition to radiative cooling processes. In 2004, the MU radar was upgraded for radar imaging capabilities. Imaging observation mode has enabled us to improve the spatial and range resolutions of the MU radar. Turbulence associated with thermal convection could also be imaged and original observations of clear air turbulence triggered by an upside-down convective instability due to evaporative cooling below a cirrus cloud could be obtained. However the MU radar cannot observe the atmospheric boundary layer lower than 2 km height due to the limitation of TR switch. Therefore now we have been developing an Imaging Wind Profiler (IWP) which enables us to observe the detailed structure of turbulence in the lower atmosphere.

A transportable wind profiler (called LQ-7) is an active phased array radar using seven Luneberg lens antennas (see Figure). It has the center frequency of 1357.5 MHz and the peak output power of 2800 W and is located at the Shigaraki MU Observatory. We plan to modify LQ-7 to realize IWP.

Frequency Domain Interferometry (FDI) is a technique to obtain high range resolution using the phase difference among receiving signals for various transmitting frequencies. First we applied the FDI technique to LQ-7 which was upgraded to use five frequencies of -500 kHz, -250 kHz, 0, +250 kHz, +500 kHz relative to 1357.5 MHz. FDI observation results using Capon method could provide us the detailed turbulence structure. Now we are developing digital receivers to enable Spatial Domain Interferometry (SDI).

大気中の微量成分の輸送は、対流によるもの以外に大気乱流に伴う拡散による効果が大きく、成層圏のみならず対流圏においても乱流拡散の効果は無視できない。大気レーダーは、大気乱流からの散乱エコーを観測すること、時間・空間的に連続観測可能である点で、大気乱流の観測装置として優位にあるが、従来空間分解能に限界があった。単一の周波数、単一の受信アンテナを用いる通常のパルスレーダーでは、距離分解能はパルス幅で、空間分解能はアンテナビーム幅で規定される。MUレーダーでは、2003年度に「超多チャンネルデジタル受信システム」が導入され、送受信周波数を切り替えながら、アンテナ各群からの受信信号を、同時に並行して取得することができるようになり、レーダー上空の大気乱流エコー強度の空間分布を3次元イメージング(映像化)することが可能になった。しかしながら、MUレーダーは大型のレーダーであるがゆえに、送信から受信の切り替えに時間がかかり、高度2km以下を観測できない。MUレーダーで観測不可能な高度2km以下の下層大気における乱流の3次元構造を観測可能とすることを目的として、イメージング・ウィンドプロファイラー (Imaging Wind Profiler; IWP) の開発を行っている。

住友電気工業(株)と共同開発したルネベルグレンズアンテナ7台を用いた小型ウィンドプロファイラー(通称:LQ-7)は、中心周波数1357.5MHz、ピーク送信電力2800Wのアクティブフェーズドアレイ方式のレーダーである。LQ-7は現在信楽MU観測所内に設置されており、IWPはこのレーダーの改良により実現する。図にLQ-7の概観を示す。

周波数領域干渉計(FDI)法とは、わずかに周波数の異なる複数の送信波を照射し、受信信号間の位相差をもとにレーダーの送信パルス幅より細かい高度分解能を得る手法である。まずLQ-7の高度分解能を向上させるため、5周波(1357.5MHzに対して、0, ±250kHz, ±500kHz)を切り替えて送受信する機能を付加した。一般に位相と散乱体の絶対位置の関係を決めることは難しいため、観測データからサンプリング体積の中央の基準位相を推定した。すなわち、十分長い時間の観測を行えば、散乱体はサンプリング体積中に一様に分布し、パルス形状で重み付けされた散乱強度分布が得られると考えられるので、異なる周波数で得られた受信信号の位相差の頻度分布を求め、その最大頻度を与える位相差を基準位相とした。Capon法によりFDI処理した結果、分解能が向上し、薄い乱流層を検出できることを確認した。現在、外付けのデジタル受信機による空間領域干渉計の開発を行っている。

