

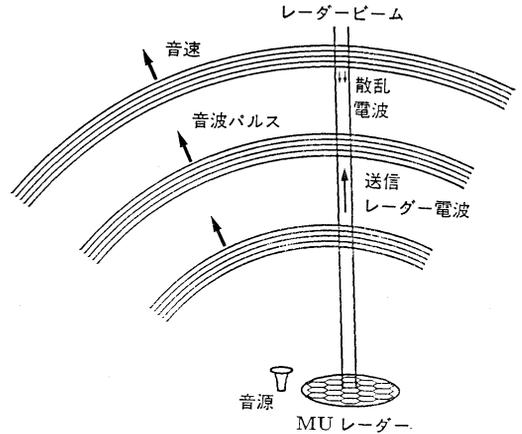
## R A S S

RASS (ラス) は Radio Acoustic Sounding System の略称であり、電波と音波を併用した大気温度プロファイルのリモートセンシング技術をさし、一般に音波発射器とドップラーレーダーで構成されるが、標準化した日本語訳はない。基本概念図に示したように地上に置かれた音源から発射された音波パルスは大気中を音速で伝搬し、ほぼ球面状に広がっていく(散乱には大気温度勾配のため回転楕円体となる)。このとき大気密度に音波波長スケールの粗密が生成され、さらに大気の屈折率変動が引き起こされるために、これにレーダーから送信された電波を照射すれば、ごくわずかながら電波が散乱される。音波面による後方散乱電波(RASS エコーと呼ばれる)をレーダーの受信機で検出し、ドップラースhiftを測定することで音波パルスが通過する各高度における音速を決定することができる。

ところで音速  $C_s$ (m/s) と大気温度  $T$ (K) (絶対温度) には  $C_s = kh\sqrt{T}$  の関係があることから、RASS による  $C_s$  の測定から大気温度プロファイルを得ることができる。ここで  $kh$  は比熱比と平均分子量で決まる比例係数であり、乾燥大気中で20,047となるが、湿度によりわずかに変化する。従って乾燥大気に対する  $kh$  を変換式に用いた場合は RASS により仮温度(virtual temperature) が得られる点に注意が要する。

さて強い RASS エコーを受信するには二つの基本的な条件がある。まず、レーダーのアンテナビームが音波面に垂直に入射し散乱電波がレーダー方向に最も強く反射されること(直交条件)、さらに屈折率変動のスケール(つまり測定高度における音波波長)がレーダー波長の半分となり散乱電波が同相に強め合うこと(ブラッグの共鳴条件)が必要である。

RASS は1960年代に発案され、国内外において開発・研究が続けられてきているが(松浦・増田, 1985, 福島1987), 従来、主にマイクロ波帯レーダーとそれに対応した数 kHz 以上の音波が用いられたため、乱流により音波が高度1—2 km までで減衰してしまい、RASS 観測は境界層内に限定されていた。最近、通信総合研究所と京都大学超高層電波研究センターとが共同で、MUレ



ーダー(送信周波数 46.5 MHz)を用いて RASS を開発し、100 Hz 程度の低周波の音波による RASS 実験を行ったところ音波が成層圏まで到達することが分かった。さらに平均大気温度と背景風を考慮した音波面のレイトレーシングを用いて直交条件を詳しく研究した結果、RASS の観測対象高度を対流圏、あるいは好条件下では下部成層圏まで飛躍的に広げることができた(増田1987)(現在の最高観測高度は約 22 km である)。

一方、ブラッグ条件が十分に満足されないと温度の測定に誤差を生じるが、音波パルスの形状を工夫することで、温度プロファイルを  $0.5^\circ\text{K}$  の精度で、高度 150 m 毎に時間分解能約 1—2 分で測定することができている。MU レーダーと RASS とを組み合わせることで風速三成分と温度の時間高度変化を連続観測することができ、各種の気象擾乱の微細構造や地表からの顕熱輸送量などの観測への応用が期待されている。

(津田敏隆)

## 参考文献

- 福島 1987: ラスレーダーの開発研究, 日本リモートセンシング学会誌, 7, 123-133.  
 増田悦久, 1987: 音を用いた大気の遠隔測定技術, 日本音響学会誌, 43, 425-430.  
 松浦延夫・増田悦久, 1985: ラスレーダーによる大気の遠隔測定, 電子通信学会誌, 68, 529-534.