

Convective cell patterns revealed by
a Mie laser radar

笹野 春弘 · 竹内 延夫

Y. Sasano and N. Takeuchi

国立公害研究所

The National Institute for
Environmental Studiesはじめに

Mie 散乱レーザレーダーによるスキャン測定から、エアロゾル分布パターンをトレースとして大気境界層内の対流の構造を捉える試みは、例えば Kunkel et al. (1977) によってなされ、筆者らのグループでも行なわれてきている。この際、データ処理において重要なことの一つはレーザレーダーの受信ノイズから、少くとも相対的な比較ができる物理量(= 比例する量)に変化することであり、他の一つは二次元画像データを効率的に表示することである。前者は即ち、大気中の光の減衰を正しく補正することであるが、ここではこれには触れない。

画像データの効率的な表示は具体的には、(1)画像としての表示、(2)表示領域の拡大・縮小、(3)スライスレベルの変更、等が容易に行なえることが要求される。また、デジタル画像データに対する画像処理技術の導入も有効である。

本報告では、これに関連して、画像としてのレーザレーダーデータの処理・表示システムについて述べ、次に画像処理、特に edge enhancement の方法を提案し、これにより明らかにされる大気中の対流の構造の観測例を示す。

画像データの処理・表示

国立公害研大型レーザレーダー (LAMP ライダー) では、制御用ミニコンを用いて取得データのセミリアルタイム処理を行なうラインプリンターによるグレイスライス表示 (重畳印字) を行なっている。詳細な解析のためのデータ処理は、データを磁気テープに収録した上で大型電算機 (HITAC M-15C) に入力し、オフライン処理を行なっている。

オフラインのデータ処理は、レーザレーダー方程式に基づいて通常の変換を施した後、XY 直交座標系の画像メッシュデータに変換してディスクあるいは磁気テープに格納する。この画像データの表示のためのプログラムは TSS 端末あるいはカラーグラフィック表示装置のキーボードとフロッピーディスクを介して、対話的に処理を実行できるように作成した。いずれも、出力画像を見ながら出力領域の指定、メッシュの大きさ指定、画像の拡大・縮小、スライスレベルの変更などが指定できる。また、次に述べる画像の加工 (edge enhancement) の指定ができる。これらの機能により、極めて容易に分布構造を抽出・把握することが可能になっている。

エッジ強調の方法として空間微分をとる方法が種々、提案されている。ここでは、局所的な濃度で正規化した濃度勾配を次のように定義する。(図 1, 参照)

$$G_1(i, j) = \{C(i+1, j) - C(i-1, j)\} / (2 \cdot \Delta X \cdot \bar{C}_3)$$

$$G_2(i, j) = [\{C(i+1, j) - C(i-1, j)\}^2 / (2 \cdot \Delta X)^2 + \{C(i, j+1) - C(i, j-1)\}^2 / (2 \cdot \Delta Y)^2]^{1/2} / \bar{C}_5$$

ここで、 \bar{C}_3 は $C(i+1, j)$, $C(i, j)$, $C(i-1, j)$ の平均を、 \bar{C}_5 は $C(i+1, j)$, $C(i, j)$, $C(i-1, j)$, $C(i, j+1)$, $C(i, j-1)$ の平均を意味する。これらを用いると、濃度の場所的な違いや時間的な変化に因らなく、濃度の相対的な空間変化だけを抽出することになり、分布構造を把握しやすくなる。また、大気の減衰の項に比べて、局所的な濃度変化の方が大きいので、減衰項の補正を厳密に考慮する必要はない。

混合層内の対流セル構造

図2にRHIスキャン測定で得た混合層の構造(濃度分布画像に G_1 を施した)を示している。高度300~500mは混合層内の対流セルが上空の低濃度域に貫入する遷移領域である。

図3(a)は仰角1.9°でPPIスキャン測定したもので、この遷移層は高度300m付近にあることがRHI測定から知られている。距離9km付近の高濃度のパッチは遷移層にある対流セルを水平に輪切りにした状況を示している。8km付近より距離は混合層の内部に相当し濃度は高い。

図3(b)は(a)に対して G_2 の操作を施したもので、パッチ状の部分がドーナツ構造として現われている。

これらの構造は、従来からsodarやFM-CWレーダー等で観測されてきた混合層内の対流セル構造(造り字、ドーナツ状)と類似している。sodarやレーダーは温度・湿度の空間的な乱れの構造を反映するもので、対流セルの外縁を良く検出する。ここで得たエッジの構造との類似性が理解できる。

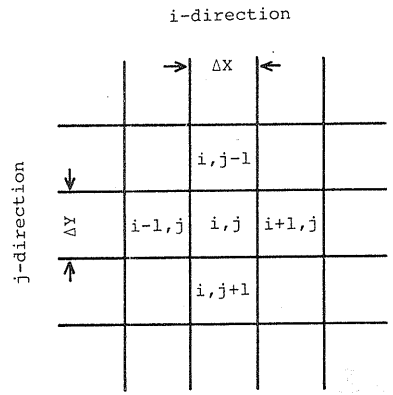


図1 Xツリユテ - 7

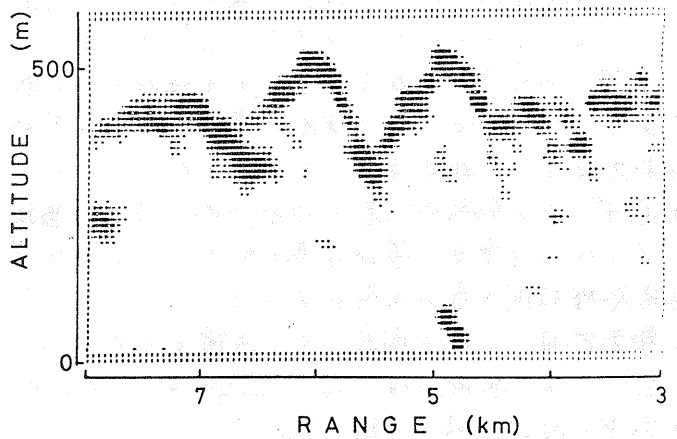


図2 G_1 操作を施したRHI画像データ

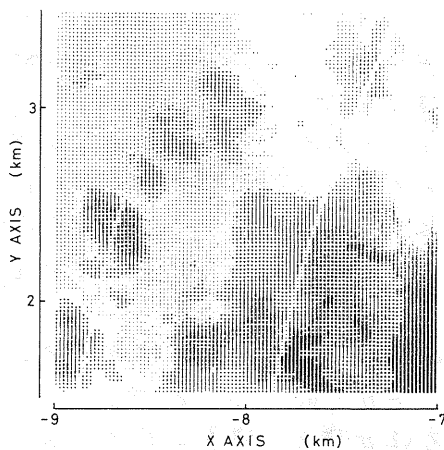


図3(a) PPI画像データ

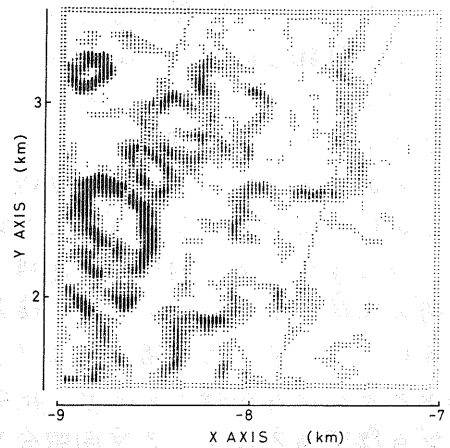


図3(b) (a)に G_2 操作を施したものの