

## 気体力学におけるコンピューター・グラフィックスの一例

東北大・流体研 五十嵐 三武郎(正員), 南部 健一

## 1. まえがき

従来、流体力学の分野においては数値実験と称されていたコンピューターによる数値計算も「数値流体力学」(Computational Fluid Dynamics: CFD)としてその地位を確立するに至っている。これはとりもなおさずコンピューター、とりわけスーパー・コンピューターの発達によるところが多い。本年8月にはCFDに関する国際シンポジウム<sup>(1)</sup>が名古屋において開催された。

さて、スーパー・コンピューターを用いて得られた数値データを視覚化するという事は現象の理解のみならず、新しい現象の発見につながるという点で必要不可欠である。本報告では、流れ場、特に密度場に焦点をあてて、そのカラーグラフィックスのアルゴリズムについて述べ、その結果の一例を示すものである。

## 2. 流れ場の補間と色づけ

図1に示すように、真空にした管内を超音速や極超音速で飛翔する物体周りの流れ場を求める。計算はボルツマン方程式の確率解法である直接シミュレーション・モンテカルロ法を用い、抗力、流れ場の密度、温度、速度場をスーパーコンピューター SX-2Nを用いて求めた<sup>(2,3)</sup>。得られたデータをワークステーション(ソニーテクトロニクスの4125J)で視覚化した。すなわち、図2のように2次元平面内の直交座標系(x,y)の4点 $(x_i, y_i)$ で密度 $\rho_{i,j}$ が与えられているとする。このとき四辺形内部の点をつぎの双1次式<sup>(4)</sup>で近似する。

$$\rho(x_i+p\Delta x, y_i+q\Delta y) = (1-p)(1-q)\rho_{i,j} + p(1-q)\rho_{i+1,j} + q(1-p)\rho_{i,j+1} + pq\rho_{i+1,j+1} \quad (1)$$

得られた $\rho$ の値を16分割してそれぞれに異なった色を割り当てる。これをドット単位で実行すると、ドット単位で色づけ(RGBモード)されたグラフィックスが得られる。用いたグラフィックルーチンはソニーテクトロニクスのPLOT 10に類似のunix上で動く「STI」ルーチンである。CRTは1280X1024ドットである。なおグラフィックルーチンGKS(日本データゼネラルのMV7800)も使用したがCRTのドット数が粗い(1024X800)ため前者を用いた結果を別紙に示す。

## 3. まとめ

簡単な補間公式(1)を用いて、流れ場をドット単位で補間し、それに16色の色づけをすることにより、鮮明なグラフィックスを得ることができた。これにより、流れ場の様子が直感的に理解できる助けとなろう。この補間法はきわめてメモリーを必要とするので「セグメント」の機能が使えなかったこと、および描画時間に約2時間ほど必要とした点がこれからの問題点として残されたが、いずれもハードウエアに直接関係し、今後の一層のコンピューターグラフィックスのハードウエアの発展が望まれる。

## 文 献

1. A collection of Technical papers, 1252p, ISCFD NAGOYA (August 28-31) 1989.
2. K. Nanbu, Hypersonic Astrotrain in a Tube, Proc. Compu. Expt. Approach to a Hypersonic Flow, Inst. Aerospace Symp. Nagoya, 1989(in press).
3. K. Nanbu and S. Igarashi, 文献1の p.959-964.
4. M. Abramowitz and I. A. Stegun (eds.), Handbook of Mathematical Functions, National Bureau of Standards, 25.2.66, p.882 (1964).

または

日本図学会編, CGハンドブック, 146頁, 森北出版, 1989.

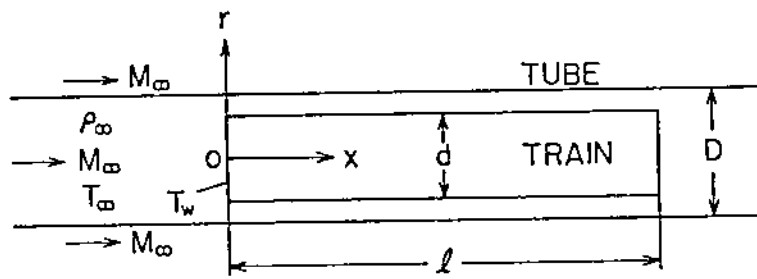


図1

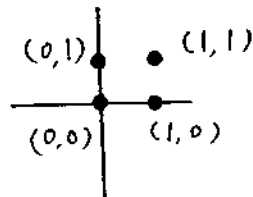


図2