

正会員 小林信行<sup>1\*</sup>  
同 田中宣仁<sup>2\*</sup>  
同 伊藤一秀<sup>3\*</sup>

ラインスキャンカメラ 濃度変動 校正

### 1 はじめに

風洞実験や室内・室外の汚染物質濃度測定法は、その対象となる汚染物質毎に様々な方法が開発され、実用化されている。特に、風洞実験においては、炭化水素計やマルチガスモニタを用いて濃度測定を行うことが一般的である。しかし、これらの濃度測定法では、流れ場を乱すこと、応答性が低いこと、また、濃度場を線的に同時計測することは難しい。

このような背景のもとで、本研究は、比較的簡易・安価な機器であるラインスキャンカメラと、可視化用のArイオンレーザーを用いて、平均濃度および濃度変動を線的に測定可能であり、応答性の高いシステムの開発を行うことを目的とする。

特に本報(その1)は、システムの概要と密閉模型を用いたキャリブレーションの結果に関して報告する。また、続報(その2)は、開発した濃度測定システムを用いて、風洞型チャンバー内に単純流れ場を再現し、ポイントソースから発生するトレーサ粒子の拡散性状(平均濃度および濃度変動)を測定した結果について報告する。

### 2 既往の濃度測定システム

屋外実測においては、対象とする汚染物質に合わせて炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)濃度計やマルチガスモニタ(光音響法)などの計測機器を採用することが一般的である。また、室内における汚染物質濃度測定も計測機器を、対象とする汚染物質に合わせて採用することが一般的である。近年、揮発性有機化合物を対象として、対象化学物質を吸着もしくは、キャニスター等で捕獲し、GC/MSもしくは、HPLC等で成分分析および濃度分析を行う例が報告されている。<sup>1)</sup>

従来、風洞実験では、トレーサ粒子を用いた濃度場の測定が行われてきた。特に、炭化水素系のトレーサガスを用いて、汚染物質を再現した場合の濃度測定法は、炭化水素計やマルチガスモニタが一般的である。また、濃度変動を詳細に測定するために、高応答の炭化水素計を用いた測定結果も報告されている。<sup>2)</sup>これらの濃度測定法は、空間のある一点における濃度測定を原則としており、多点で同時に濃度計測を行うことは、困難である。また、高応答の炭化水素計を用いる場合でも、チューブ長を短くする必要から、分析器を風洞内に設置するため、流れ場を乱す等の問題が生じる。

近年、PIV(Particle Image Velocimetry)と呼ばれる面的な風速分布測定法が開発され、実用化されている。このシステムは、トレーサ粒子として、蛍光成分を含む特殊成

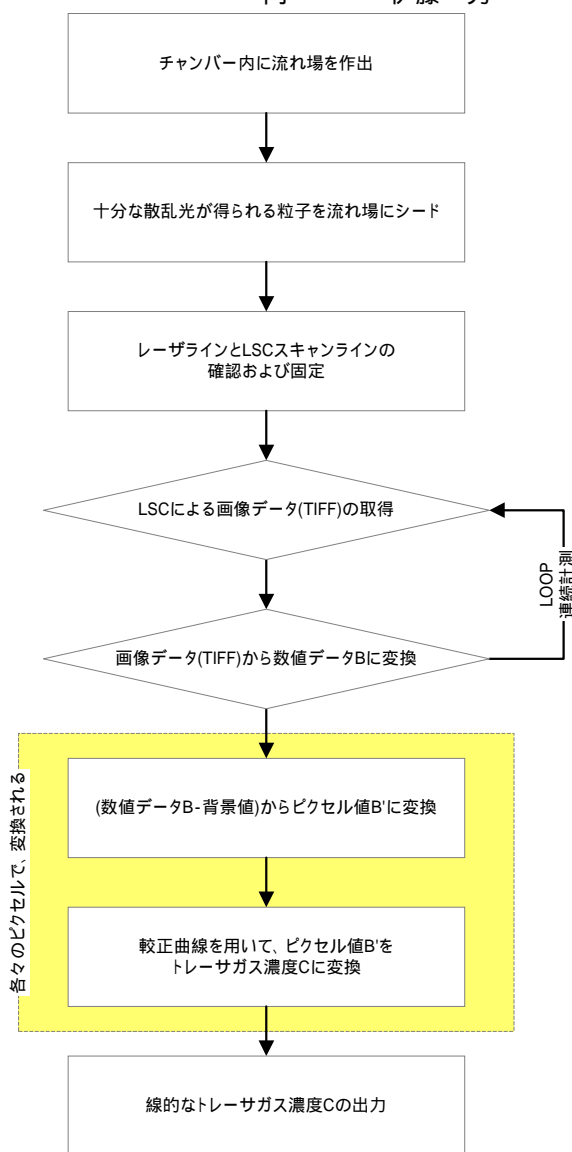


図1 LSCを用いた濃度測定システムのフロー

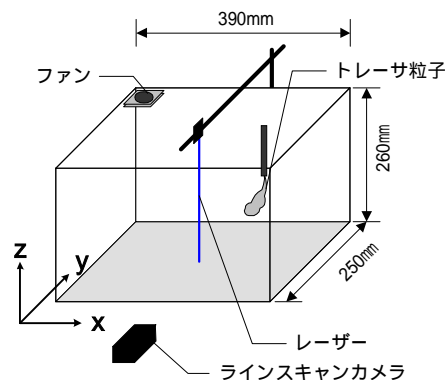


図2 密閉模型の概要

分を用いることで、濃度測定システムとして使用することが可能であり、この方法によって濃度計測を行った結果も報告されている。<sup>3)</sup>しかし、PIVシステムは、一般に高価であり、十分に普及した測定システムとは言えない。

### 3 ラインスキャンカメラを用いた濃度測定システム

本研究で開発する濃度測定システムは、ラインスキャンカメラ(以下、LSC)、最大出力4Wの可視化用Arイオンレーザーおよび、サンプリング周波数1Hzのデータ処理系としてのコンピュータにより構成されている。

濃度測定システムのフローを図1に示す。

レーザーのラインをシーディング粒子であるトレーサ粒子が通過する際の測定値Bの変化をLSCにより撮影し、画像データとしてコンピュータに蓄積する。本システムで使用した画像処理系は、8bitの分解能を持ち、256階調で画像信号値を処理することが可能である。レーザーのラインと一致する測定ラインを512画素に分解し、その各々において、出力値を256階調デジタル信号に変換して、コンピュータに取り込み、背景値を差し引き<sup>注1)</sup>、較正曲線に代入し、濃度情報に置換する。

### 4 較正曲線

コンピュータ上に蓄積されたデータは、トレーサ粒子がレーザーを通過する際の輝度変化値に相当するピクセル値であるため、濃度情報への置換には、較正曲線のデータが必要となる。

本研究では、図2に較正曲線の導くための実験に用いた密閉模型を示す。トレーサ粒子は、密閉模型内に段階的に増加させて投入し、模型上部に設置したファンにより可能な限り攪拌させてから、較正実験を行った。

### 5 トレーサ粒子

本研究では、トレーサ粒子として、エタノールによって希釈したDOP(フタル酸ジオクチル)粒子を使用した。トレーサ粒子の粒径は、約1μmである。トレーサ粒子の発生装置は、定常発生の可能なエアロゾル発生装置を使用した。

### 6 較正曲線の導出結果

密閉模型内トレーサ粒子濃度C(g/m<sup>3</sup>)は、投入したトレーサ粒子量m(g)と密閉模型の容積V(m<sup>3</sup>)によって決定する<sup>注2)</sup>。図3に較正曲線を示す。

密閉模型内の濃度を0~0.13(g/m<sup>3</sup>)の間で、24段階に変化させた結果、LSCによる出力値であるピクセル値B'は、0~60の間で変化し、両者には、ほぼ線形の相関性が確認された。本測定条件で得られた較正曲線を直線近似した場合の較正式を(1)式に示す。

$$C = 0.0020 \times B' \quad (1)$$

(C:トレーサ粒子濃度(g/m<sup>3</sup>)、B':ピクセル値(-))

続報(その2)では、(1)式で示す較正式を用いて、濃度値への置換を行っている。

### 7 結論

LSCを用いた線的な濃度変動測定システムを開発した。

\*1 東京工芸大学 教授 工博 Prof.Tokyo Institute of Polytechnics Dr.Eng

\*2 東京工芸大学大学院 Graduate school,Tokyo Institute of Polytechnics

\*3 東京工芸大学 講師 工博 Tokyo Institute of Polytechnics Dr.Eng

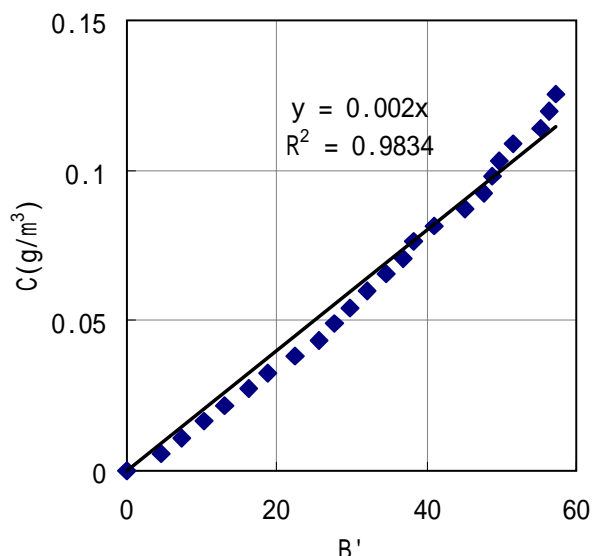


図3 較正曲線

密閉模型を用いて較正曲線を求めた。結果、密閉模型内濃度Cとピクセル値B'の間には、線形の相関性が確認され、濃度測定システムとしての有効性が示された。

続報では、本測定システムを単純流れ場内における汚染質拡散の測定に適用した結果について報告する。

### 注

1)  $B' = B - B_0$

B':ピクセル値

B:測定値(0~255)

B<sub>0</sub>:背景値(0補正值)

2)  $C = m / V$

C:トレーサ粒子濃度(g/m<sup>3</sup>)

m:トレーサ粒子放出量(g)

V:室の容積(m<sup>3</sup>)

### 参考文献

1)P.Wolkoff, Volatile Organic Compound source, Measurement, Emissions and The Impact on Indoor Air Quality, Indoor Supplement, No.3 1995

2)村上周三、持田灯、他:浮力のあるガスが排出された場合の建物周辺の濃度変動、乱流拡散構造に関する風洞実験1992年12月 第12回風工学シンポジウム論文集

3)可視化情報学会編:実践集中講義 PIVの要点 1998年

4)根元承次郎:レーザー工学 培風館 P.111

5)村上周三:新建築学体系 8 自然環境 第3章風論

6)近江和生、李 航宇、Dao Hai Lam:可視化情報学会誌 P.39 ~ 47 2000年

### 謝辞

本研究の一部は、文部科学省学術フロンティア「風工学研究センター」の活動の一環として行った。記して深甚なる謝意を示す。