



C-05

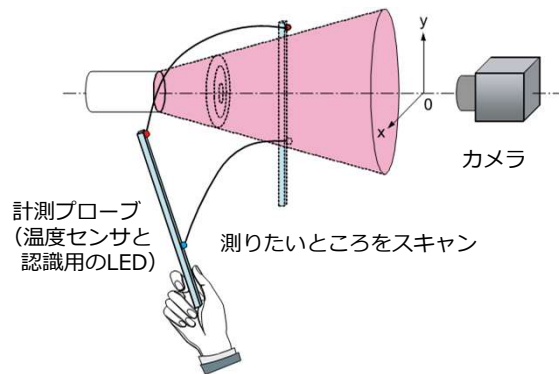
# 流体温度場スキャナによる 気流温度分布のリアルタイム可視化計測

電気・機械工学専攻 准教授 保浦 知也, 教授 田川 正人

## 概要

## 見えなかった気流温度を手軽に可視化

- 暮らしの質を向上するには、快適な温熱環境が必要。
- 気流温度をその場で可視化計測し、温熱環境の改善に役立てる。
- 「**流体温度場スキャナ**」は、温度センサの移動軌跡をカメラで撮影し、撮影画像上に測定対象の温度分布を手軽に可視化する。



## 特長

- センサ（極細のK型熱電対、直径 13  $\mu\text{m}$ ）とLEDからなるプローブを手で動かすだけ。
- USBカメラとノートPCとの組合せで手軽。
- 従来の流体温度場の多次元計測では、研究用レーザが使用されるため、複雑・高価で安全にも配慮が必要。
- 赤外線サーモグラフィは、表面温度を計測しており、流体温度の計測は不可。
- より太いセンサでも、実現可能。  
（ただし、応答遅れの補償技術が必要。）

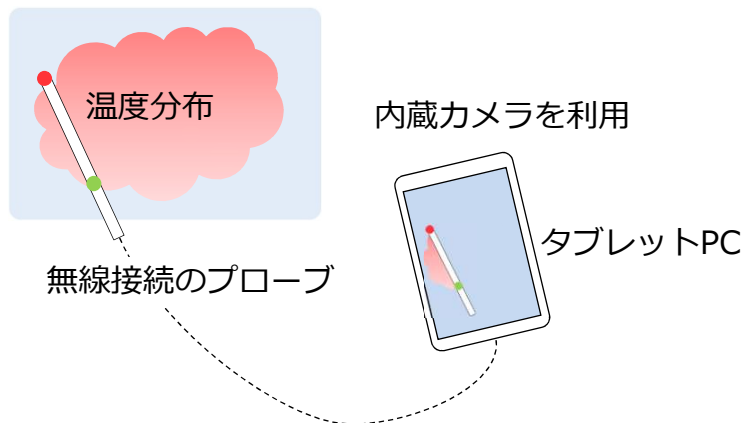
|              | 手軽さ          | 価格            | 安全性                   |
|--------------|--------------|---------------|-----------------------|
| <b>本技術</b>   | ○<br>可搬性に優れる | ◎<br>センサ製作費のみ | ○<br>食品工場でも           |
| <b>レーザ計測</b> | △<br>専門知識が必要 | △<br>システムが複雑  | △<br>高出力レーザとトレーサ粒子が必要 |

## 実用化イメージともたらされる喜び・驚き

- 気流温度分布のコンパクトな可視化システム  
センサ、USBカメラとノートPCからなる手軽なシステムのため、自由に持ち運び可能で、どこでも簡単に温度分布の可視化ができる。

## 今後の課題

- 温度センサの小型化・無線化
- 3次元位置計測の高精度化
- タブレットPC上での可視化結果の表示や保存
- 測定対象となる物理量の種類（速度や湿度など）



## 求める連携先とメッセージ

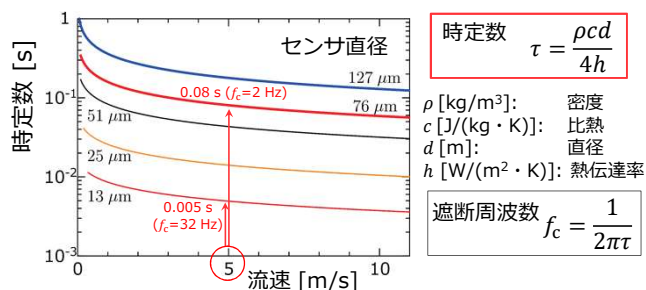
- 厳しい温熱環境下での作業時における作業者の安全確保や、熱流体機器の設計開発においても、流体温度を簡便に短時間で可視化できる技術が望まれています。
- 実用化を視野に入れた研究開発を共同できる連携先を探しています。

## 特長が発揮される仕組み

- 細線温度センサの応答遅れは、一次遅れ系で近似できる。  
その時定数は、センサ直径と流速に依存して大きく変わる。

$$T_g = \underbrace{T}_{\text{センサ出力 (検知温度)}} + \underbrace{\tau}_{\text{時定数}} \frac{dT}{dt} \quad \leftarrow \text{時間}$$

流体温度



常温空気流中でのK型熱電対の時定数

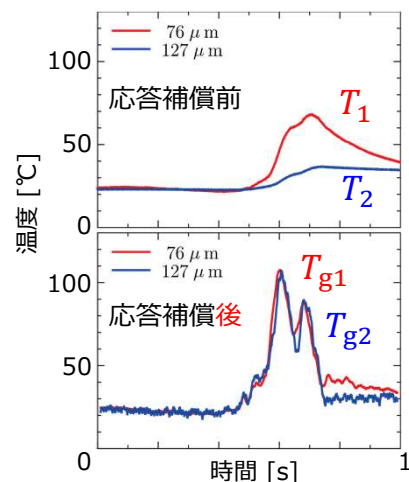
極細熱電対は応答遅れによる測定誤差は小さい。線径が太い場合には、応答補償が必要。

- 適応応答補償法（二線式熱電対の利用）

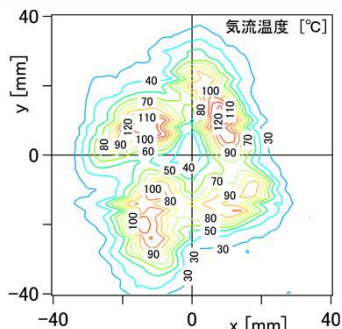
直径の異なる2本の線を同時に用いると、センサ出力から時定数を推定できる。

$$\left. \begin{aligned} T_{g1} &= T_1 + \tau_1 \frac{dT_1}{dt} \\ T_{g2} &= T_2 + \tau_2 \frac{dT_2}{dt} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{推定される流体温度の差 } e \text{ を} \\ &\text{最小化するように時定数を決定。} \\ &e = (T_{g2} - T_{g1})^2 \end{aligned}$$

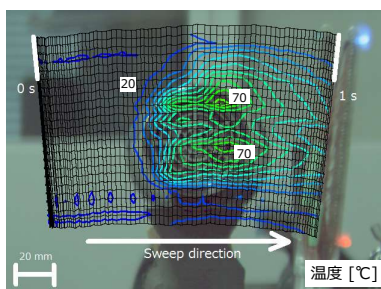
※添え字の数字は異なるセンサを表す。



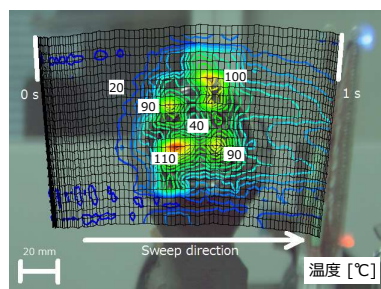
## 技術の特長の根拠となる実験データ等



測定対象の温度分布  
(計測時間は約2時間)



応答補償前  $T_1$



応答補償後  $T_{g1}$

(計測時間は1秒。応答補償により正確に温度分布が得られる。)

## 試作品の状況

提示可

## 研究フェーズ

基礎固め 1 2 3 4 5  
 原理検証 開発研究 実用性評価 技術移転可

## 文献・特許の情報

- 稲葉・貝吹・保浦・田川, “流体温度場スキャナの開発 (細線熱電対列の適応応答補償と画像位置計測の融合)”, 日本機械学会論文集 (B編), Vol. 77, No. 775(2011), pp. 875-881.
- 田川・保浦, “熱設計のための熱流体計測”, 機械の研究, 第64巻 第1号 (2012), pp. 29-41.
- Houara, T., Tomita, H., Tagawa, M., “Improvement of the Fluid Temperature Scanner for Practical Use,” 4th Int. Forum on Heat Transfer, IFHT2016-1891 (6 pages), Sendai, Japan (2016).

## 【お問合せ】名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627 FAX:052-735-5542

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp URL: <http://technofair.web.nitech.ac.jp/>