

近赤外光を用いたマイクロ流路内のアルコール水溶液の 温度・濃度同時イメージング

Simultaneous Imaging of Temperature and Concentration of Alcohol Aqueous Solutions in Microchannels Using Near-Infrared Light

首都大理工¹, 鳥取大工², 産総研³, 電通大⁴

○角田 直人¹, 川嶋 大介¹, 乙黒 奈津希¹, 近藤 克哉², 有本 英伸³, 山田 幸生⁴

Tokyo Metropolitan Univ.¹, Tottori Univ.², AIST³, Univ. Electro-Communications⁴

○Naoto Kakuta¹, Daisuke Kawashima¹, Natsuki Ootoguro¹, Katsuya Kondo², Hidenobu Arimoto³, Yukio Yamada⁴

E-mail: kakuta-n@tmu.ac.jp

1. はじめに

マイクロ領域の熱物質移動現象の定量的解明には温度と物質濃度の測定が必要である。我々はこれまで、水の $\nu_1 + \nu_3$ 吸収バンドの温度感度波長と等吸収点の吸光度画像を高速で交互取得する測定システムを開発し、温度と水体积分率の同時測定法を提案した^(1,2)。本稿では、流路深さが 0.1 mm 以下のマイクロ流路内のアルコール水溶液の温度と濃度の同時イメージングを目的とし、 $\nu_2 + \nu_3$ 吸収バンド⁽³⁾内の波長 1905 nm と 1937 nm を利用した測定結果について報告する。

2. 方法

Fig. 1 はエタノール水溶液の温度と濃度による $\nu_2 + \nu_3$ 吸収バンド付近の吸光度変化である。波長 1905 nm (以後 λ_1 と表記) に極大値が出現し、1937 nm (λ_2) には温度に依存しない等吸収点が存在する。一方、両波長は吸収バンド内に位置するため水分濃度(溶質濃度に相反)に敏感である。従って、両波長の吸光度を同時測定できれば、事前に重回帰分析等で定量化しておいた吸光度と各変数の関係を用いて、温度と濃度を推定できる。今回の測定には、チョップパディスクと狭帯域

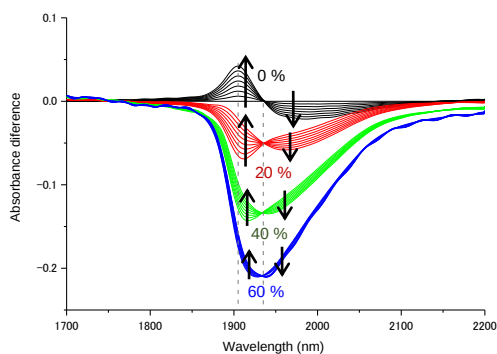


Fig. 1 Absorbance differences of water/ethanol mixtures with ethanol concentrations of 0, 20, 40, and 60 wt% from 16.0°C to 44.0°C with 4.0 °C increments. The arrows indicate the direction of the temperature increase. The absorbance of pure water (0 wt%) at 16.0°C is the reference for all the absorbance differences.

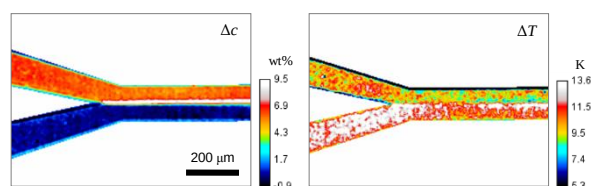


Fig. 2 Constructed images of ethanol concentration (left) and temperature (right) when an ethanol solution (20 wt%) and pure water flow in from one branch channel (upper) and the other (lower), respectively.

透過フィルタを組み合わせ波長 λ_1 と λ_2 の光を交互に試料に照射し、近赤外カメラで撮影する測定システム^(1,2)を用いた。

3. 結果と考察

Fig. 2 は幅 200 μm 、深さ 50 μm の Y 字型流路に同温度のエタノール水溶液 (20 wt%) と純水を流して合流させたときの濃度および温度画像の一例である。濃度画像では、2 液体の濃度の違いが明瞭に表れており、2 層流の形成が観察される。ただし、設定された濃度よりも低い値が算出された。温度画像では、2 つの流体の境界は濃度画像より曖昧であるが、本来存在しないはずの温度差が見掛け上表れる結果となった。以上の結果は、温度・濃度画像の同時イメージング法の原理についてはその有効性を示したといえるが、実値との違いについては、今後、予測値に影響を与える回帰モデルや光路長を調査し、改善していく必要がある。

謝辞

日本学術振興会科研費 No.23360102 とキャノン財団の支援を受けました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 角田ら, 第 4 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム講演論文集, P-G1-2 (2012).
- (2) Kakuta et al., Proc. Third Int. Forum Heat Transfer, 028 (2012).
- (3) Kakuta et al., Lab Chip **11**, 3479 (2011)