

## マイクロ流路を用いた気体および液体粘度の測定

### Microchannel measurements of viscosity for both gases and liquids

物材機構<sup>1</sup>, ハーバード大<sup>2</sup>, 筑波大<sup>3</sup> ○柴 弘太<sup>1,2</sup>, Li Guangming<sup>2</sup>, Viro Emmanuel<sup>2</sup>,

吉川 元起<sup>1,3</sup>, Weitz David A.<sup>2</sup>

NIMS<sup>1</sup>, Harvard Univ.<sup>2</sup>, Univ. Tsukuba<sup>3</sup> ○Kota Shiba<sup>1</sup>, Guangming Li<sup>2</sup>, Emmanuel Viro<sup>2</sup>,

Genki Yoshikawa<sup>1,3</sup>, David A. Weitz<sup>2</sup>

E-mail: SHIBA.Kota@nims.go.jp

粘度は、流体が有する代表的特性の一つである。例えば我々は、水は粘度が比較的小さく、はちみつは粘度がかなり大きいことを経験的に知っている。気体も粘性を有するが、その値は液体のそれよりはるかに小さい。したがって、我々は異なる気体間の粘度の違いを、水とはちみつのように簡単に識別することはおろか、そもそもその粘度を認識することすらできない。液体と気体という大きく性質の異なる二種類の流体の、文字通り桁違いに異なる粘度ゆえ、これら両者の粘度測定を同一手法によってカバーすることは技術的に困難である。近年、小型の簡易デバイスによる液体や気体の測定・識別技術に対する関心が高まっており、ウェアラブルな血圧計や携帯型においてチェッカーなどの開発が加速している。そうした観点からも、従来にない測定レンジ・対象を有する新規流体粘度測定法には様々な期待がもたれる。

本研究では、単一デバイスで気体から液体まで広いダイナミックレンジにわたって粘度を測定可能な手法を開発した (Figure) <sup>1</sup>。この手法は、ポリジメチルシロキサン (PDMS) からなるマイクロ流路を用いて、任意の流体が上記流路内を通過する際に生じる流路壁の機械的変形を測定することにより実現する。

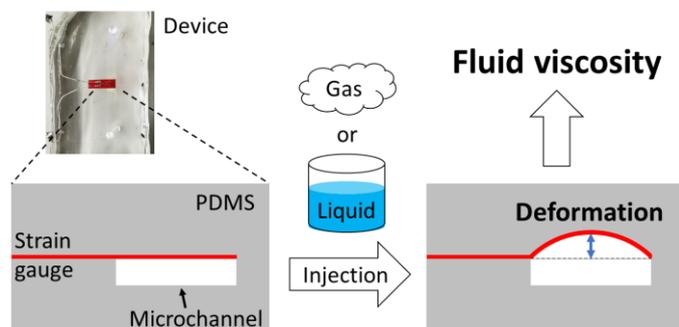


Figure Overview of the present technique for measuring viscosity of both gases and liquids.

ここで、上記変形は流体流れを駆動するための圧力に比例するが、この圧力は流体の粘度に比例する。したがって、流路変形を測定することにより粘度を見積もることが可能となる。より具体的には、マイクロ流路の直上に流路を横切る形でひずみゲージを埋め込むことで、流れによって引き起こされる流路壁のひずみを流路の変形として測定した。実際の測定には、気体として二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、窒素、空気、ヘリウム (He) およびアルゴン (Ar)、液体としてメタノール (MeOH)、水、イソプロピルアルコール (IPA) および4通りの異なる濃度のメタノール水溶液を用いた。その結果、ひずみゲージの出力と粘度の間には指数関数で記述される相関があることを見出した。この傾向は液体を測定した際にも同様であり、混合比によって非線形に変化する MeOH 水溶液の粘度を再現できたことから、本手法が任意の流体に適用可能であることが示された。

1. K. Shiba, G. Li, E. Viro, G. Yoshikawa, and D. A. Weitz, *Lab Chip*, DOI: 10.1039/D1LC00202C