

補助事業番号 2020M-158

補助事業名 2020年度吸い込み時の圧力変化を利用したピペット型粘度計の開発補助事業

補助事業者名 慶應義塾大学 理工学部機械工学科 高橋英俊

1 研究の概要

本事業では、ピペットの吸い込み時の液体の吸い込み速度の違いによって液体の粘度を正確かつ高速に測定できる小型の粘度計の原理検証に取り組んだ。提案した粘度計は従来とは異なる測定原理に基づいた測定方法で、液体の粘度を簡単に測定するものである。最初に検証実験のためのセットアップの構築を行った。次に、異なる粘度の液体に対して原理の検証実験を行った。

2 研究の目的と背景

従来の粘度計で粘度を計測する場合においては一般的に多量の試料を必要とし、また原理的に低粘度になるほど測定が難しくなる。さらに、粘度計は大型で高価であるため、現状では、使用される場所は研究所など限られた施設に限定されていた。一方、食品などの分野では、食品を扱う現場に置いて、手軽に粘度を測定したいという需要がある。例として、学校や介護施設では、誤飲防止のため食品にとろみをつけ粘度を高めており、この粘度を定量的にチェックしたいという要望があった。

そこで本補助事業では、わずかピペットの吸い込み時の吸い込み速度を、圧力センサを用いて計測することで液体の粘度を測定できる粘度計の原理検証を目的とした。

3 研究内容

(1) 粘度計の開発 (<http://www.takahashi.mech.keio.ac.jp/research.html>)

液体の粘度はピペット先端のチューブを液体界面に刺入し、ピペット内の圧力をステップ応答的に減らすことで、液体がピペットのチューブ内に流入する現象を利用して算出される。ピペット内の圧力が小さくなるとそれに伴って、液体がチューブを上昇する。このときの上昇する速度は液体の粘度によって決まり、粘度が小さいと上昇の速度は速く、一方で粘度が大きいと上昇する速度は遅い。液体の上昇によって、ピペットの体積が減少するため、それに伴ってピペット内の圧力は上昇する。ピペットの体積変化、すなわち液体の上昇速度とピペット内の圧力変化は一對一の関係であるため、圧力変化を計測することで粘度を算出できる。

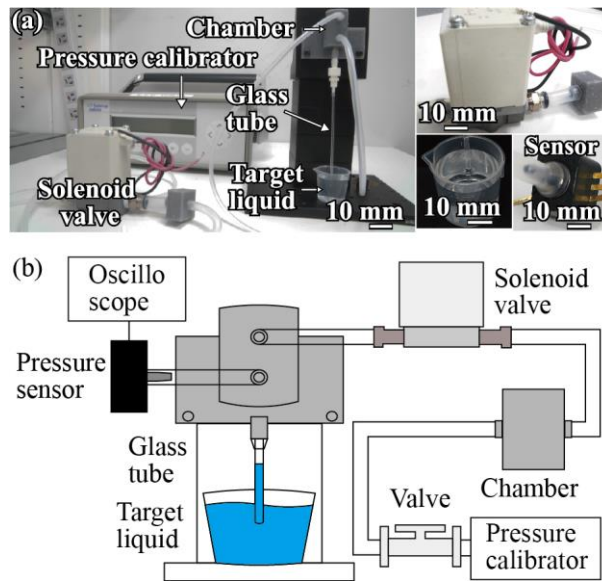


図1 実験デバイスの写真及び概念図

原理検証のための実験では、空気チャンバとソレノイドバルブを用いてステップ応答的な圧力変化を発生させる機構を組み込んだピペットを模した構造を製作した(図1)。さらにピペット内の圧力を検出できるセンサを組み込んだ。ピペットを液体に刺入し、ソレノイドバルブを駆動させた際のセンサの応答から圧力変化の勾配を計測した。計測した勾配を減衰係数と定義し、理論式と比較することで原理検証を行った(図2)。

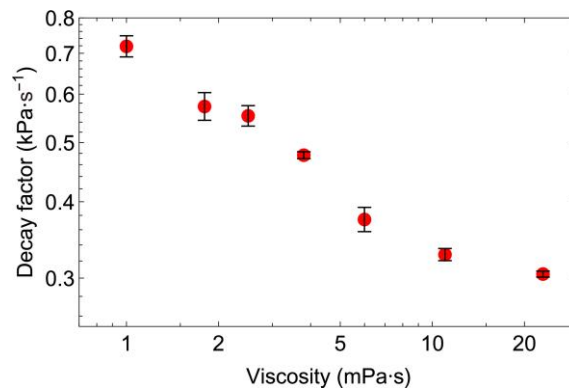


図2 粘度と減衰係数の関係

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業の粘度計の研究開発では、粘度計の原理検証を行った。これらの成果として、ガラス管のピペットで液体を吸い上げる際の内部の圧力変化から粘度を計測できることを実証した。

本事業で開発された粘度計は従来の粘度計とくらべて、微量(数 μ L)かつ短時間(数秒)で計測できるという利点があり、食品の定量的な評価に利用できると考えている。さ

らに将来的には血液・汗・涙・唾液などの粘度を測定して、診断に役立てるといった使い方も想定される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者はこれまでに、MEMSデバイスを研究し、差圧センサや触覚センサなど様々な用途で利用できる力センサを実現してきた。申請者がこれまでに研究開発したセンサは細胞のようなマイクロメートルサイズから人間などのメートルサイズにわたるマルチスケールの対象物に適用できる。これらのセンサを用いて、これまでは実現できなかった計測ができるようになるため、計測で得られた結果は学術的貢献にとどまらず、産業・工学応用にもつながる。

本事業では申請者のコア技術である力センサを利用して、新しい粘度計測原理を実証した。本事業を実施したことにより、微小液滴の物理、力センサ、計測技術などの幅広い分野において多くの新たな知見が得られた。また、大学で開発した技術を社会実装する上で、様々な課題を解決するためのノウハウも得られた。今回行った事業の成果は粘度計に限らず、様々なセンサデバイスの商品化・実用化に役立つと考えられる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

なし

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

なし

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 慶應義塾大学理工学部（ケイオウギジユクダイガクリコウガクブ）

住 所： 〒223-8522

神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1矢上キャンパス25棟302室

担 当 者： 高橋英俊 専任講師（タカハシヒデトシ センニンコウシ）

担 当 部 署： 機械工学科（キカイコウガクカ）

E - m a i l: htakahashi@mech.keio.ac.jp

U R L: <http://www.takahashi.mech.keio.ac.jp/>