

研究室訪問記 2024 年度 奨励研究助成（情報通信）

訪問日 2025 年 8 月 29 日

静岡大学 工学部化学バイオ工学科 講師

研究題名：AI による流体内多体運動解析を活用したソフトセンサーの開発

静岡大学 村上裕哉先生の研究室を訪問し、これまでの研究や助成研究について伺いました。（図 1）

プロフィール

昨年の暮れに PI（Principal Investigator）としてこちら（静岡大学）で研究室を立ち上げました。当初は、慣れてなく頼れるのは自分自身だけで、また、学生さんも多く抱えており大変でしたが、今は、やりがいを感じています。

専門は化学工学です。もともと流動に興味があって、流体の動きやマイクロ流路を用いたフロープロセスに関する研究を行ってきました。化学工学は割と古い学問というイメージがあるので、何か新しい手法を持ち込んで差別化していこうと常に意識しています。また、実装を視野に入れた研究をしたいと思い、お金もそんなに掛からないことに取り組みたいと考えています。助成の申請書には実装時の総導入コスト目標も書かせて頂きました。

現在は、化学工学の専門知識を活かしつつ、機械学習を取り入れた研究を進めています。機械学習は専門外ですが、情報処理の重要性を認識し、東京理科大学在籍時から独自に学んできた知識を活用しています。

私は化学工学会のマイクロ化学プロセス分科会に参加しているのですが、マイクロ流路を利用したモノづくりに取り組む企業が多いと感じています。特に、医薬品やナノ粒子というのは扱う量は少ないですが、高価な試料なので、それらを製造する企業の関心が増えており、技術の需要が高まっていると感じています。これらのニーズに応えられるように実装を目標とした研究をしています。

助成研究の概要、進捗

この研究は、液体の物性（粘度、密度、流量など）を測定するための新しい手法、特にフロープロセスを用いたインライン測定の開発に焦点を当てています。フロープロセスは、マイクロチップ内で液体を連続的に流しながら、混合や反応を行い、生成物を得る効率的な方法です。このプロセスの利点は、バッチ式に比べて手間が少なく、低コストで、熱や反応の制御が容易であることです。しかし、フロープロセスを実施するには、プロセス内での物性のモニタリングが必要です。既製のモニタリング手法では測定精度は満たしているものの、マイクロ流路への利用ができないサイズのものになります。また、高精度の検出器は高価なので、今回の目標から外れてしまいます。測定装置が安価、簡易的である、且つリアルタイムで測定できる手法としてソフトセンサーを考案しました。カメラと機械学習を用いて、流量、粘度、密度を推算する手法を提案しています。具体的



図 1 村上先生

には、マイクロ流路内での粒子の運動をカメラで観察し、そのデータを機械学習を使って解析することで、物性を推定します。（図2）

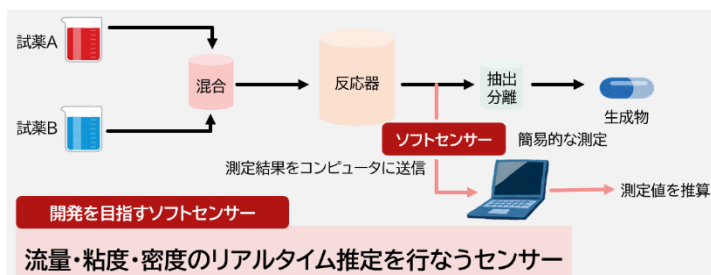


図2 ソフトセンサーを用いたフロープロセスの概要

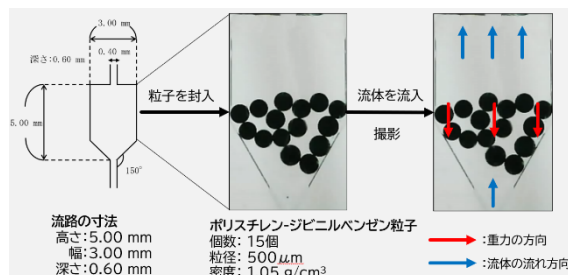


図3 マイクロ流路の様子

研究では、流路（図3）の形状（高さ、幅、角度）や粒子の動きに関する条件を最適化し、リアルタイムでの測定を目指しています。初期の実験では、流量や密度の変化に応じた粒子の動きを観察し、機械学習モデルを用いて測定精度を評価しました。機械学習に用いるAIですが、多くの種類の中から少し特殊なモデルを使っています。流動という分野に機械学習を使うときに、どういう現象を押さえると、この機械学習が活躍できるのかというのを理解していないとモデルの選定ができないので、このあたりは今までの経験値が役に立っていると思っています。

申請書に書いた目標値に対してですが、①精度に関しては見通しが立ってきたところで、（図4）、②応答速度は達成済み、③総導入コストは、量産時には達成できる見込みを立てています。

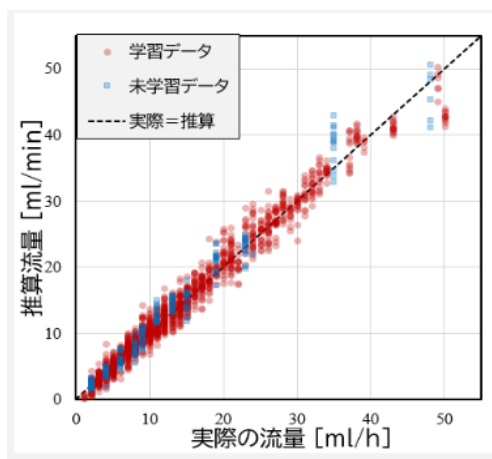


図4 実流量と推算流量

勘所

動画から情報を効率的に抽出することは簡単ではなく、特に畳込み処理が重要な役割を果たします。畳込み処理は画像解析に広く使われ、動画内の粒子の速度などの情報を抽出する際に利用されます。重要なのは、すべての粒子の情報を扱うのではなく、特に運動が活発な粒子の情報を選択することです。この選択は、波形の中から重要な部分を見つけ出し、機械学習を通じて推算に利用することで行われます。

今後

実験の効率化のために考えているものがあります。マイクロ流路に自動制御できるシリンジポンプを繋いで、人手を介さずにデータを集めることを構想しています。また、今は一律の粒子径で実験していますが粒子径を変えると測定範囲を変えられると思うので、そういうところにチャレンジしていきたいです。9月に学会で発表するので、フロープロセスにおいて、流量・粘度・密度をリアルタイムに測定できることをアピールし、ユーザーニーズとマッチングできるものにしていきたいと考えています。