



複雑管内流れの可視化および

均質混合の評価・検討

流体の流動・混合特性を知ることは、流体エネルギーの有効利用・変換の新方法の開発等に欠かすことのできないものです。現在、ヘリカル流路内流れや微小な流路（マイクロチャネル）内流れの流動・混合特性の解明、マイクロバブル発生装置の評価・検討、さらに、マイクロポンプやマイクロミキサ・リアクタの開発を行っています。

早水 庸隆

Yasutaka Hayamizu
機械工学科 講師

E-mail : hayamizu@yonago-k.ac.jp

所属学会：日本機械学会，日本流体力学会
専門分野：流体工学

対応できる主な相談分野

● 流れの可視化

レーザー，高速度カメラ，顕微鏡などを用いてマイクロからマクロスケールのさまざまな流れの可視化および粒子画像流速測定（PIV: Particle Image Velocimetry）を行います。

● 均質混合流動

単相流動や混相（固気液）流動の連続画像を対象に PIV やマクロ処理を行い，流動と混合の関係を明らかにできます。

キーワード：可視化，混合，マイクロバブル，マイクロポンプ，マイクロミキサ・リアクタ

研究内容

■ 研究テーマ 1

「ヘリカルロータ式粘性ポンプ内の流動・混合特性に関する研究」

本研究で開発を目指すヘリカルロータ式粘性ポンプとは，ヘリカルな溝（流路）を有するロータの回転により流体を輸送するポンプです。このポンプは，層流（低レイノルズ数）時においても強い二次流れを利用して混合促進を目的とした流体輸送も可能です。このことから，マイクロポンプとしての応用が期待されており， μ TAS（Micro Total Analysis Systems）あるいは

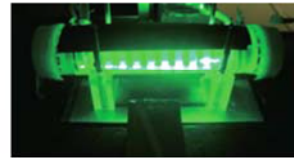


図1 ヘリカルロータ式粘性ポンプ

は LOC（Lab on a Chip）と呼ばれる超小型化学分析・合成装置への利用が考えられています。これまでに，平成 18・19・20 年度鳥取県環境学術研究テーマとして，ヘリカルロータ式粘性ポンプ内（図 1 参照）における流動・混合特性の測定評価（可視化，PIV，圧力測定）をレイノルズ数が 30~18000 の範囲において実施しました。現在，マイクロポンプ内流れを想定した低レイノルズ数（ $Re < 30$ ）での流動・混合特性の測定評価を実施しております。

■ 研究テーマ2

「マイクロミキサ・リアクタ内流れの可視化および均質混合の評価・検討」

近年、マイクロチャンネル内での流体の物性を考慮したマイクロポンプ、マイクロミキサ・リアクタ、マイクロバルブなどのマイクロ流体デバイスの研究開発に注目が集まっています。マイクロチャンネル内での流体の流れは、従来の設計では想定されていない低レイノルズ数 ($Re < 10$) 流れ(層流)となります。そのため、レイノルズ数が小さく乱流による攪拌効果が期待できないため、流体輸送の圧力損失係数は非常に増大し、一方、混合特性や伝熱特性は著しく低下します。そこで、本研究では、低レイノルズ数流れにおける運動量および熱伝達・交換特性を改善する目的で、流体のカオス運動による混合(カオス混合)を利用したマイクロミキサ・リアクタの開発を行っております。図2は本研究で作製したマイクロミキサ・リアクタ内流れの一例を示したものです。



図2 カオス混合

■ 主な設備・装置

- ・グリーンレーザーシート カトウ光研株式会社 Green Laser Seat 200m/G
グリーンレーザーシートはLD励起Nd/YVO4レーザー(波長:532nm,出力:200mW)を光源とし、シリンドリカルレンズを装着した流れの可視化用光源装置です。
- ・高速度カメラ カトウ光研株式会社 HAS-500
最大4000コマ/秒の撮影,最長16.8秒の録画,最大2 μ 秒の電子シャッターが可能な高速度カメラです。
- ・実体顕微鏡 株式会社ニコン SMZ1000
高速度カメラと組み合わせることで、マイクロスケールの流動現象観察に利用できます。
- ・流体解析ソフト 株式会社ディテクト DIPP-Flow
水流や気流といった基本的な現象から、噴霧、火炎の高速現象、クリーンルーム内の粉塵発生の特定など汎用性のあるPIV・PTVソフトウェアです。また、解析後は数値、イメージ共に汎用のWindowsファイルに簡単にエクスポートできます。
- ・マクロ処理ソフト 株式会社ディテクト DIPP-MACRO
液滴の挙動、噴霧や火炎など汎用ビデオカメラや高速度カメラ等により得られた連続画像を対象に各種フィルター処理や背景処理・輝度抽出などのマクロ処理を施し、面積、形状、濃度、粒径などを自動算出するソフトウェアです。

■ 過去の実績

- ・「多用途で環境に優しいラセン回転式ポンプの研究開発」,平成18・19・20年度鳥取県環境学術研究テーマとして実施。ラセン回転式ポンプは、ポンプのみの利用ではなく、混合装置としても利用することが有効であることを明らかとした。