

研究の全体概要

研究背景

従来の微小流量計測は点滴や投薬,輸血等の輸液システム等で利用され,安定性や再現性を確保するために長時間計測する必要があり,現在の輸液機器の定期検査は,医療現場にとって大きな業務負担となっている。

研究目的

そこで本研究では医療現場の課題を解決するために、輸液機器の流量の検査を高精度で効率的に行うことができる微小液体流量計測システムの検討を研究目的として研究を行う。

研究方法

ガラス細管の中を流れる液体の先端界面を高速度カメラで追跡して,液体界面の移動距離,細管内径および撮影の時間間隔より,流れる液体の流量を算出し、歪曲収差の影響を考慮に入れ定流量ポンプとの相対誤差で評価を行う。

研究結果

歪曲収差の補正の効果を考察し、補正後の画像の結果が無補正の画像よりも精度が向上したため歪曲補正による微小流量計測の精度向上の予測は妥当であると結論付けた。

研究目的

様々な流量計測機器の
精度評価は、流量標準を基
に行われている。



流量標準の精度向上が、
流量計測機器の精度向上に
不可欠である

他研究*¹では、画像処理を利用した計測手法を用いて、
5nl/minから100nl/minの流量範囲における計測で誤差率2%以下を達成している

*¹ 「An experimental setup for traceable measurement and calibration of liquid flow rates down to 5 nl/min」 2015, Martin Ahrens
画像処理により、毛細管内を移動する界面の移動速度を取得し、毛細管内径と界面移動速度から流量を算出している



研究目的

流量標準として用いることが出来るシステムの開発を目的として、
同様の手法を用いて、数nl/minの流量を1%の誤差率で計測する

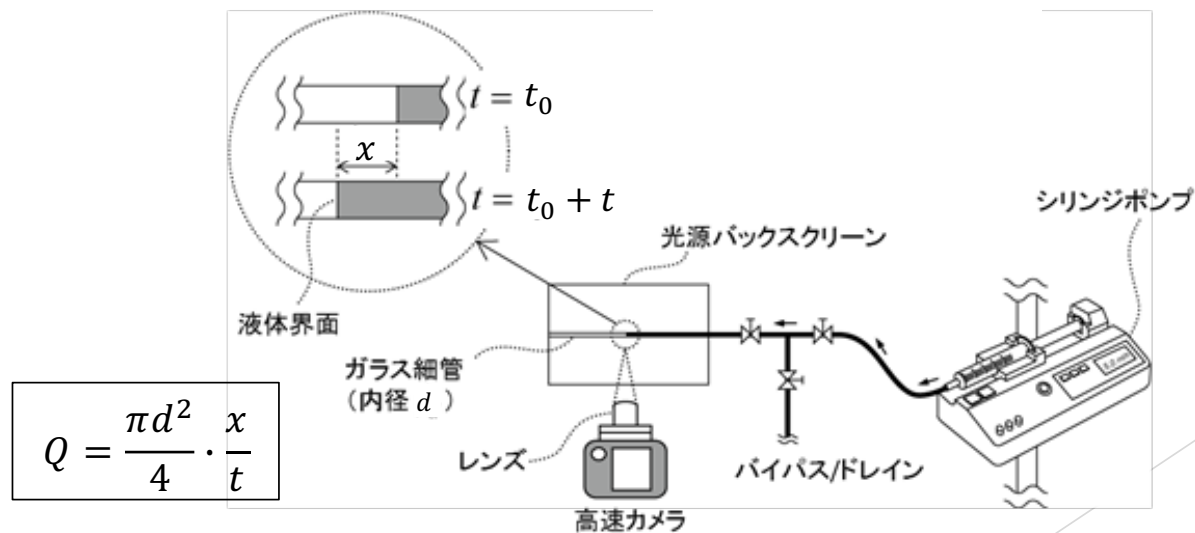
研究方法

研究目的

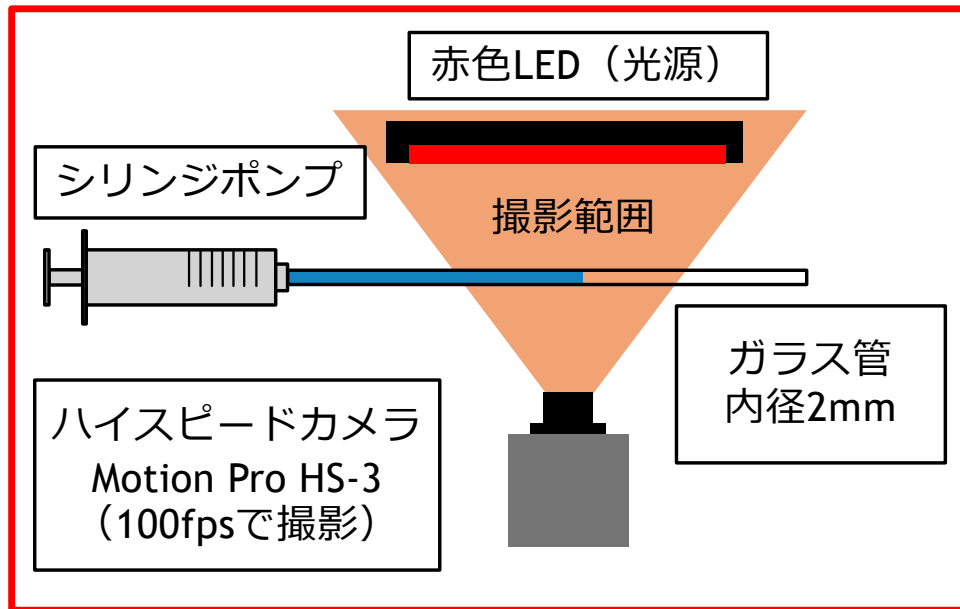
数nl/minの流量を1%の誤差率で計測するシステムの開発を目的とする

研究方法

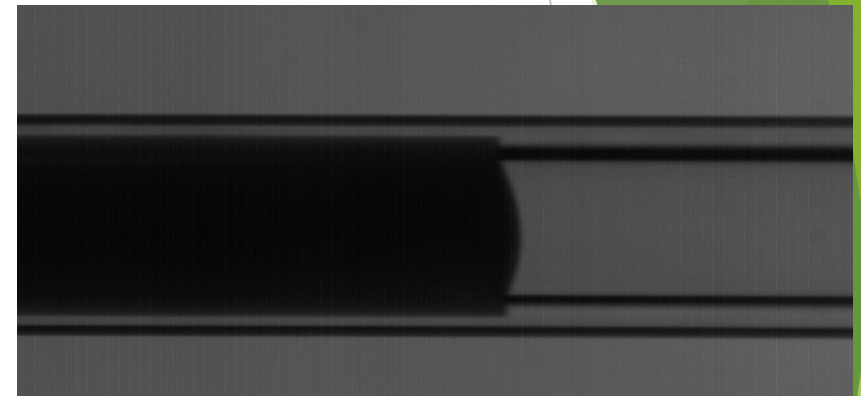
- ▶ 画像処理によって界面を追跡し、流量を算出するプログラムの作成
- ▶ レンズの歪曲収差を補正プログラムを作成し、適応の有無の誤差を評価



画像データの取得



シリンジを用いて液体（水）をガラス管に流し、界面が移動する様子をカメラで撮影する



グレースケール画像
縦：1024 pixel
横：1280 pixel

撮影した連続画像をデータとして、
流量測定プログラムを実行する

画像処理を用いた流量算出

- ▶ 画像取得
- ▶ 背景差分
- ▶ 二値化
- ▶ 界面位置取得
- ▶ 流量算出

取得画像

背景差分

二値化



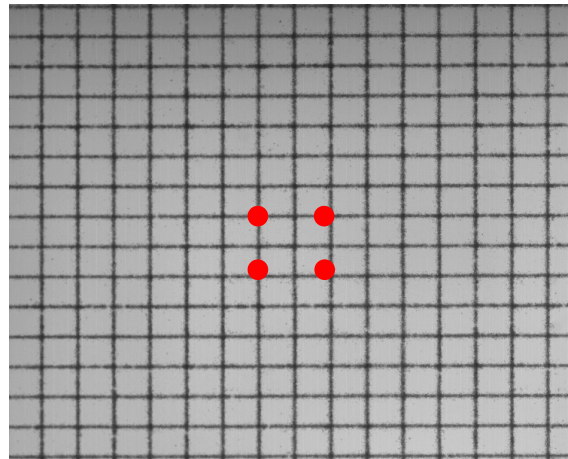
$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot u \times 10^{-3} \times 60$$

Q:流量[ml/min]
d:内径[mm]
u:界面速度[mm/s]

歪曲収差補正

- ▶ 格子板画像取得
- ▶ 特徴点（交差点）座標を検出
- ▶ 近似多項式の係数を最小二乗法で推定
- ▶ 求めた式でピクセルを再配置
- ▶ 歪み補正

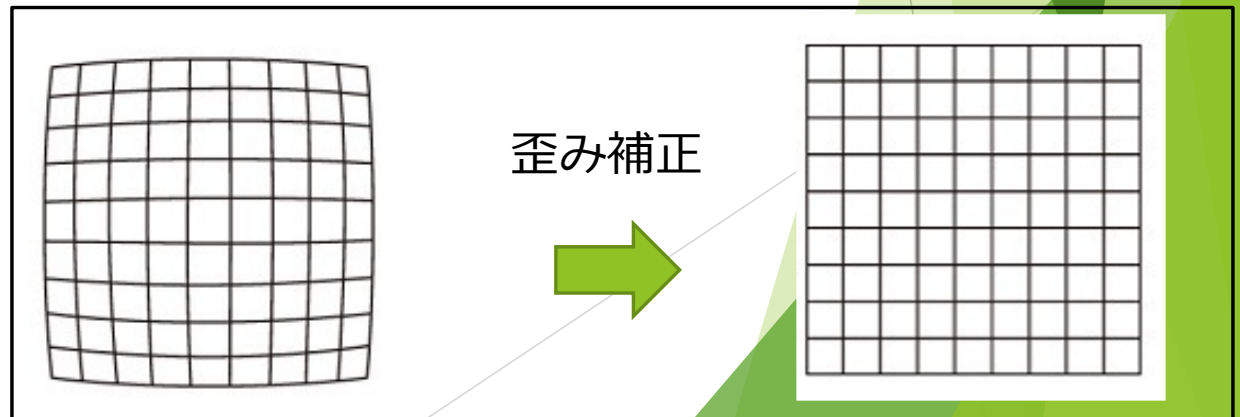
位置校正用格子板画像



近似多項式

$$x' = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5xy + a_6x^3 + a_7y^3 + a_8x^2y + a_9xy^2$$

$$y' = b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4y^2 + b_5xy + b_6x^3 + b_7y^3 + b_8x^2y + b_9xy^2$$



レビュー

画像処理計測における問題点

- ・歪曲補正が正しく行われているのかが判定できない
→使用したレンズにおいて最大限拡大した画像を用いているため、印刷可能な格子板の間隔の最小値では補正しきれていない可能性が高いことが考えられる。
- ・実験に用いたシリンジポンプの秤量法による流量測定が本当に正しいのかという問題
→試行回数や室内温度の変化は加味して実験を行なったが、ポンプの圧力(吐圧力)や実験値のばらつきが統計的に有意であるか、さらに細かい範囲で調べる必要があると考えられる。

今後の展望

問題点を加味した実験を行い計測精度の向上を目指す。
特に歪曲収差については格子板を用いる以外の補正方法を適応し実験を行う。