

「タイトル：超音波を用いた液状食品生産プロセスの非侵襲診断ツール開発」

研究者名：田坂裕司
所属・役職：北海道大学大学院工学研究院・准教授
共同研究者：

研究分野	研究キーワード
番号：T-2-20 分野：流体工学, 食品工学, 衛生・品質管理, 非侵襲計測	キーワード：

背景・目的

液状食品加工の分野において、インラインでその流動状態を把握することは、品質管理や衛生管理の面で重要である。しかしながら、従来の検査手法や水などの液体で用いられている流体工学的計測手法では、生産性を低下させるなど要求に十分に応えられていない。そこで本研究では、流量計測など流れの非侵襲計測に用いられている超音波流速分布計(UVP)の技術を発展させることで、液状食品の生産プロセスを非侵襲でモニタリングできるツールの開発を目的とした。

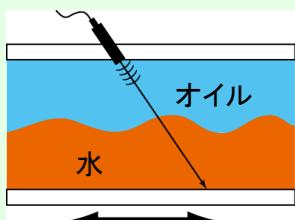
研究の成果

初期型のツールとして、従来のUVPで可能な超音波伝播線上の流速分布に加え、音速の温度依存性を利用してその線上における平均温度を計測しモニタリングできるツールの開発を試みた。計測において、音速 c は超音波の伝播時間 t と移動距離 x から求めることができる。超音波のエコー信号に対し、管壁など界面の検出が精度良く行うことができれば、音速を高い確度で見積もることができる。本研究では界面の検出に困難が予想される、2種類の液体が層を成し、しかもその界面形状が時間的に変化しているような系を考えた。図のように容器に水と油を満たし、それらを容器ごと振動させることにより流れと界面形状の変化を引き起こした。容器の上部に設置した超音波トランスデューサから著音波パルスを照射し、超音波エコーの変化を計測した。界面からの超音波エコーの強度は界面の傾きに依存するため、エコー信号を解析することより界面の位置と傾きとを同時に計測する手法の確立に成功した。

将来展望

本研究の成果により、変形する液-液界面を含む液体の流動に対して、各層の速度分布と界面位置並びにその形状を時間変化として取得できることが可能になった。下に示すブロック図に従い、これから各層の平均温度を計測することが可能となる。さらにこの技術は、層を成して流れる複数の液体、例えば原油の流動に対し、その流量や、界面形状の変化から他の物性を計測できる可能性がある。

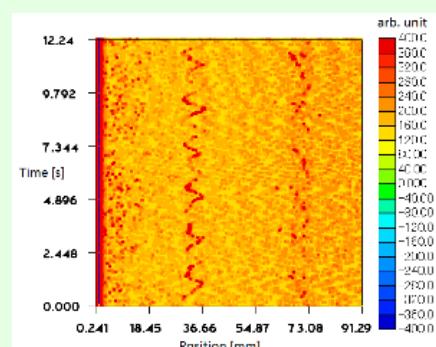
超音波プローブ



速度分布: $u(x, t)$
エコー強度分布: $I_{\text{echo}}(x, t)$

超音波エコー強度の時間変化

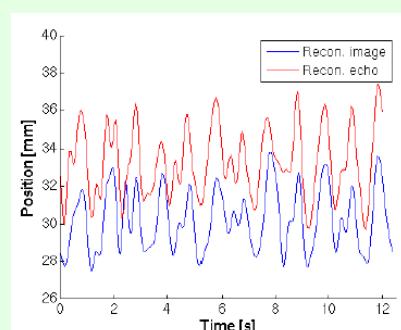
$$I_{\text{echo}}(x, t)$$



界面位置と形状

検出した界面位置の時間変化(赤)

$$x_{\text{int}}(t)$$



伝播距離と時間から音速 c へ
 $c = f(T)$ から温度 T へ