

2023 年度年次報告書

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来

2023 年度採択研究代表者

荘司 成熙

室蘭工業大学 もの創造系領域

助教

マルチエレメント超音波センサを用いた混相流モニタリングデバイス

研究成果の概要

本研究では混相流流動場の 3 次元時空間構造を可視化する超音波モニタリングデバイスの開発を目的とし、超音波センサシステムの構築、超音波送受信ハードウェアおよび超音波信号処理ソフトウェアの開発をそれぞれ行う。本年度においては、超音波パルスドップラー法を利用した可搬型流体流速分布計測デバイスを実現するため、高電圧パルサ回路、超音波エコー信号増幅／フィルタリング回路、A/D 変換回路、およびこれらを同期的に制御する FPGA (Field Programmable Gate Array) ボードなどを一体とした可搬型ハードウェアデバイスを設計・実装し試作した。本デバイスでは試験的に 2 本の超音波センサを同時的に扱える設計とし、超音波センサシステムとして 2 本の超音波センサ (送受信兼用および受信専用) を用いた 2 次元流速分布計測システムを構築した。また、本デバイスを用いて取得される超音波エコー信号は全てコンピュータに転送される仕様とし、これらエコー信号からドップラー周波数の推定および速度ベクトル分布の再構成をリアルタイムに行うソフトウェア基盤を構築した。試作したデバイスによる流体流動可視化の動作確認のため、化学工学などで混合／攪拌作用が期待されているテイラー渦流れを発生させる試験流路を作成し、これを対象に本デバイスを適用した。実験においては作動流体として水を用い、水中に固体ナイロン粒子を懸濁させ、その速度ベクトル分布を計測した。その結果、懸濁した粒子が渦状に攪拌されている様子がリアルタイムに捉えられ、本デバイスを用い、超音波センサを流路外から当てるだけで、流動構造の可視化が可能であることが示唆された。今後、ハードウェアを拡張することで 3 次元計測へと発展させるとともに、より複雑な混相流流動場における超音波信号処理法を開発する。