

研究タイトル：円周方向溝付管内振動流中の物質移動と高頻度振動換気



氏名：	清水昭博／SHIMIZU Akihiro	E-mail	shimizu%tokyo-ct.ac.jp ： (%を@に置換して下さい)
職名：	准教授	学位：	工学修士
所属学会・協会：	日本機械学会・日本工学教育協会・日本ヒートパイプ協会		
キーワード：	振動流、高頻度振動換気、伝熱素子		
技術相談 提供可能技術：	ヒートパイプ、流れの可視化、温度測定、シーケンス制御		

研究内容：

管内の振動流中の分散(dispersion)による熱物質移動の速さは通常の拡散(diffusion)による物質移動と比較して非常に大きく、増強拡散とも呼ばれており、水の振動流を応用したドリームパイプや空気の振動流を利用した高頻度振動換気法(High Frequency Oscillation Ventilation)による人工呼吸器に应用されている。

振動流によって物質移動の速さを評価する指数として「有効拡散係数」を定義し、特に空気中の二酸化酸素の濃度測定実験によってその数値を算出する手法を確立した。

管内の表面の形状を滑らかな直円管の場合と脊椎動物の気管内面の気管軟骨による凹凸を機械的に模した長方形断面の円周方向溝で構成されている場合について、振動数、拍出体積等のパラメータを変化させて、実験的にその数値を比較したところ、管路内面が演習方向溝付管の方が大きくなった。

空気の振動流と力学的に相似な振動流を同じ寸法の管路内で可視化実験を行い、2次元 PIV 流れ解析システムを利用して管路内の軸と母線を含む断面の流速分布を測定し、各種条件の1周期中の速度分布の変化を調べている。拍出体積と振動数に対して、空気中の有効拡散係数と流速とが強い相関を示すことを突き止めた。一方、長方形断面の円周方向溝付管の寸法と有効拡散係数との関係はまだ明らかになっていない。

また、振動流の種類を間欠振動流にすることで、有効拡散係数が向上することを実験で示した。流れの可視化による流速と有効拡散係数の間には、強い相関があることがわかった。

現在、実用化されている高頻度振動換気法による人工呼吸器は肺や脳に優しく、特に乳幼児用として、全国の NICU (Neonatal Intensive Care Unit 新生児特定集中治療室) に合計 1000 台以上が導入され、多くの乳幼児の生命を維持してきた。現在、成人用も実用化されている。しかし、気管挿管を必要とする侵襲式であり、気管挿管の際に死亡事故が発生しているため、安全な非侵襲型人工呼吸器の開発を目指し、1ストロークで呼気と吸気を同時に実施できる高頻度振動換気法によるタンデムピストン式人工呼吸器を発明し、従来からの単一ピストン式人工呼吸器との比較実験を実施している。

上気道閉塞による無呼吸症候群患者のための換気装置として、CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) が利用されているが、睡眠中に大きな陽圧の空気が継続的に肺に送られるため、苦しくて眠れないとこぼす患者も多い。そこで、拍出体積の大きめの高頻度の振動流により、無呼吸症候群患者の肺に優しい人工呼吸器の開発を目指して、生体外換気実験を繰り返している。

ヒートパイプとは2相の作動流体を閉じたコンテナ内に閉じ込め、作動流体の蒸発と凝縮の熱力学的サイクルを繰り返す伝熱素子で、発熱源と吸熱源が離れていても多くの熱を輸送できる。特に、コイル内蔵型回転式ヒートパイプ、毛細管力の大きいカーボンファイバーウィック式ヒートパイプ、カーボンファイバーウィック式フレキシブルヒートパイプ等の実験を条件を変えて実験してきた。カーボンファイバーウィック式ヒートパイプは 200メッシュ金網ウィック式ヒートパイプのトップヒートモードにおける作動限界が大きく上昇することがわかった。

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)

2次元 PIV 流れ解析ソフト・Koncerto II (西華産業)	歯車試験機・Nr.218(カールツァイス)
ハイスピードカメラ・CR450-ST(ナック)	サーモカップル溶接機・116SRL(東京ハイマックス)
レーザーシート光照射装置・DPSS532-300-ST(西華産業)	
マルチ入力データロガー・NR500(キーエンス)	
モバイル型温度レコーダ・NR-1000(キーエンス)	