

氏名(本籍)	とだ ひで き 戸 田 英 樹 (長野県)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 乙 第 2280 号		
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	MBI 位相偏移原理を用いた超音波高速気体センサの開発と鼻口腔気体センシングへの応用		
主 査	筑波大学教授	工学博士	山 海 嘉 之
副 査	筑波大学教授	工学博士	鬼 沢 武 久
副 査	筑波大学教授	博士 (工学)	葛 岡 英 明
副 査	筑波大学教授	Ph. D. (工学)	堀 憲 之
副 査	筑波大学助教授	博士 (工学)	眞 島 澄 子
副 査	産業技術総合研究所主任研究員	Ph. D. (工学)	小早川 達

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究では鼻口腔気体センシングという概念を提案し、その原理について考察するとともに、試作された実験装置による実証試験を行い、鼻口腔気体センシングに関わる応用例を示している。呼吸器疾患解析やにおい解析（感性解析）に必要となる鼻口腔気のセンシングに関しては、従来詳細な定量的研究が困難とされてきた。主たる原因は、従来のセンシングにおける時間分解能の低さにある。本研究では、人間の鼻および口からの気体交換で観測することが出来る様々な生理情報をリアルタイムで捉える事に焦点をあて、この気体交換時の生態情報の観測の為に我々はミリ秒レベルで駆動する新しい気体濃度センサを開発している。本論文で提案するセンサは「多重波干渉パターンのシフトを利用する」という従来の超音波センサとは異なる計測原理で機能し、気体の分子量の変化に高い感度をもつ。本センサ最大の特徴はその時間分解能であり、1ミリ秒以下の時間分解能を持つことを、理論と実験で示している。音波を利用した各種応用計測手法を本提案原理に変えることで、それら各種超音波応用計測の能力を飛躍的に高める可能性を持っていることにも言及している。従来利用されるガス濃度検出手法としてガスクロマトグラフがあるが、その時間分解性能は数分から数秒であり、高速で変化するガス濃度を検出する目的には利用できるものではなかった。本研究で提案する手法では、従来の手法では実現できなかった超高速のセンシングを実現している。この開発されたセンサを用いて人間の詳細な呼気の分析を行い、風邪など気管支に症状がある場合の診断に関して、本センサが有効であることを示すことに成功している。更に、本センサを利用しニオイ刺激が被験者の鼻に到達する時間を厳密に計測し、嗅覚事象関連電位・脳磁場の計測を行うことで、従来観測されなかった短潜時における前頭葉での活動の観測に成功している。

基本原理の骨子についての提案と各種基礎実験による検証を行うことで、本手法の有効性を示し、提案する原理の物理学的、数学的解析については、現状で可能な限り考察し、完全な物理的、数学的証明については、今後の更に研究を推進するとして、本論文をまとめている。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、ニオイ物質を含む人間のガス交換すべてに焦点をあて、鼻口腔気体センシングに関して、従来困難とされてきた高速計測と物質の同定を目標とする手法の提案、手法の理論的考察、検証のための試験システムの構築を行い、当該手法の有効性を各種の鼻口腔気体センシングに応用することで示し、その重要性を総括している。本研究は、呼吸器疾患の診断・解析、感性工学におけるニオイ解析・評価などの分野への展開が期待でき、工学的にも社会的にも重要な成果を示すものであると評価される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。