

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Gas Phase Odorant Detection System Based on Cell Expressing Olfactory Receptors
著者(和文)	DENGHongchao
Author(English)	Hongchao Deng
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11845号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中本 高道,山口 雅浩,小池 康晴,長谷川 晶一,吉村 奈津江
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11845号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		Deng Hongchao	
		氏名	職名		氏名	職名	
論文審査 審査員	主査	中本 高道	教授	審査員	吉村 奈津江	准教授	
	審査員	山口 雅浩	教授				
		小池 康晴	教授				
		長谷川 晶一	准教授				

論文審査の要旨 (2000字程度)

本論文は「Gas Phase Odorant Detection System Based on Cell Expressing Olfactory Receptors」と題し、英文7章からなっている。

第1章「Introduction」では、従来のガスセンサ、匂いバイオセンサ、気相測定を行う匂いバイオセンサの研究の現状を述べている。匂いバイオセンサの研究はこれまでも行われてきたが、液相動作の研究が多く、気相測定の手法を確立する必要があると説明している。気相測定の研究例が少なく、これまでに報告されたセンサも、複雑な操作が必要であったり寿命が短く繰り返し測定が十分にできなかったと述べている。気相測定の場合にも嗅覚受容体の動作にはリンガー液等の液膜が必要となるが、その液膜の厚さを薄く一定に保ちさらに液体をフローさせる匂いバイオセンサシステムを本研究で構築すると述べている。

第2章「Gas-phase odor biosensor system without liquid thickness control」では、嗅覚受容体発現細胞を用いた匂いバイオセンサの仕組み、液層で動作する匂いバイオセンサの先行研究及び気相測定を行うためのシステム拡張の方法について説明している。そして、電磁弁を用いた匂い供給系を製作し、気相測定用のチャンバを開発したと述べている。しかし、本章のシステムでは液膜の厚さを制御していないためにすぐに乾燥してしまう問題があると説明している。

第3章「Odor biosensor performance evaluation and human sensory test」では、開発した気相動作匂いバイオセンサシステムによる測定結果を示している。ショウジョウバエの嗅覚受容体 OR13aを発現した Sf21 細胞を用いて、1-octen-3-ol の供給前後の蛍光輝度変化をセンサ応答としている。そして、センサ応答に関して、匂い供給持続時間依存性、液相厚さの依存性、匂い選択性、濃度依存性を調べている。最適化した条件でセンサの検出限界を調べて、同条件で官能検査を行い人間の嗅覚閾値と比較した結果、人間と比べて同等以上の感度が得られたと述べている。しかし、高濃度領域でセンサの応答が抑制される現象も見られたと説明している。

第4章「Extending the cell lifetime by liquid thickness control」では、2つのシリンジポンプを制御してリンガー液の乾燥を防ぎその厚さを一定に保つシステムを構築している。リンガー液の厚さに対応するものとして、チャンバに挿入した電極間のインピーダンスを用いたと説明している。膜厚を制御することにより細胞の寿命は長くなったが繰り返しセンサ応答が得られる期間はあまり変わらなかったと述べている。

第5章「Extending the biosensor lifetime by liquid exchange and response enhancement by intermittent liquid flow」では、第4章でセンサ応答が得られる期間が液膜の膜厚制御しない場合と比べて変わらなかった理由を検討し、匂い物質が細胞周辺に蓄積されていくことが原因であると説明している。そこで、膜厚を一定に保ちながらリンガー液をフローさせる実験を行い、応答が得られる期間を大幅に拡張できたと述べている。また、匂い導入前後でリンガー液フローを停止させる間欠フローの実験も行い、初期の感度は増加するものの時間経過により感度が連続フローと同程度になると述べている。さらに濃度依存性を調べた結果、第3章で述べた応答抑制が生じずに濃度に対してセンサ応答が単調増加する特性が得られたと説明している。

第6章「Maintaining the limit liquid thickness」では、リンガー液の厚さを可能な限り薄くして感度向上が可能かを検討している。リンガー液の厚さを薄くするとポンプの吸い込み口が乾いてしまい、リンガー液を吸い込めなくなるために薄くするのに限界があるが、段階的にインピーダンス設定値を大きくすることで、より薄い膜厚にすることができると述べている。そして、限界まで厚さを薄くした結果、通常の液体フローで膜厚制御を行う場合に比べてセンサ感度が向上したと述べている。

第7章「Conclusion」では、本研究の成果をまとめている。

以上を要約すると、本論文は匂いバイオセンサの動作メカニズムを検討して液膜の厚さを制御しフ

ローさせることによりその寿命と感度を向上させたもので、学術上その貢献するところが大きい。よって、我々は本論文が博士（学術）の学位論文として、十分価値があるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。