

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	嗅覚受容体を用いた大規模センサアレイによる匂いバイオセンサシステム
Title(English)	
著者(和文)	祐川 侑司
Author(English)	Yuji Sukekawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11275号, 授与年月日:2019年9月20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,吉村 奈津江,長谷川 晶一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11275号, Conferred date:2019/9/20, 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

(博士課程)

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	祐川 侑司	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	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「嗅覚受容体を用いた大規模センサアレイによる匂いバイオセンサシステム」と題し、和文8章からなっている。

第1章「序論」では、嗅覚受容の原理、ガス・匂いバイオセンサの研究の現状を述べ、多数の嗅覚受容体発現細胞の蛍光画像を利用した大規模センサアレイが生物に近い応答を再現する匂いバイオセンサシステムを実現するのに適していると述べている。

第2章「センサ細胞の蛍光画像測定系の構築」では、複数種類の嗅覚受容体発現細胞をランダムに配置してその蛍光応答画像を得、その画像をパターン認識して匂いを識別できると述べている。電磁弁によりサンプルを切り替える流路密閉型チャンバと液滴射出電磁弁による流路開放型チャンバを試作し、後者によりサンプルの残留や気泡の問題を解決できたと述べている。さらに、励起光を点滅させてそれと同期した蛍光成分のみを検出するロックイン計測法が、外乱光等の雑音を低減させて信号雑音比を向上させるのに有効であると述べている。

第3章「蛍光画像における細胞認識」では、蛍光画像において細胞位置を認識し大規模センサアレイを蛍光画像から構成する方法を述べている。円形 Hough 変換で細胞位置を認識し、細胞がわずかながら移動するのを補正するために、細胞追跡処理を実装したと述べている。そして、この細胞追跡処理の有無によるセンサ応答を比較し、細胞追跡処理の有効性を示している。

第4章「匂いの識別と濃度依存性の検討」では、代表的カビ臭である geosmin と 1-octen-3-ol について匂い識別実験を行っている。そして、判別分析法を用いて匂い識別実験を行い、交差検定によりすべてのテストデータについて正しく両者を識別できたと述べている。さらに、2種類の濃度を有するサンプルを用意し濃度の違いも区別できることがわかったと述べている。

第5章「領域分割による並列ロックイン計測と匂いの識別」では、画像の領域分割を行い各小領域をベクトル要素としてロックイン計測及び匂い識別実験を行っている。画像を 10x10 の小領域に分割し100個のデジタルロックインアンプをFPGA (Field Programmable Gate Array) に実装して並列ロックイン計測を実時間で実行、主成分分析法で geosmin と 1-octen-3-ol の応答パターンが分離できることを確認したと述べている。

第6章「細胞蛍光退色とその対策法の検討」では、センサ応答が時間とともに減少していく現象は細胞の蛍光退色に起因していると述べている。間欠照射を行った場合や弱い励起光を連続照射することにより、連続で強い励起光を照射する場合に比べてセンサ応答の減少を抑制できると述べている。

第7章「匂い結合たんぱく質の特性予測」では、たんぱく質ーリガンドドッキング計算により匂い結合たんぱく質と匂い分子の結合特性の予測について述べている。匂い結合たんぱく質は、疎水性を有する匂い分子と結合して液相中の嗅覚受容体まで運搬する役割を有しており、気相中のガス分子を匂いバイオセンサで計測する際に有用であると述べている。計算の結果、様々な匂い結合たんぱく質の間の差異は現れず、炭素数が大きく水への溶解度の小さい匂い分子とよく結合することが示唆されたと述べている。

第8章「結論」では、本研究の成果及び将来展望をまとめている。

以上を要約すると、本論文は複数種類の嗅覚受容体発現細胞をランダムに配置した蛍光画像をセンサアレイとしてその画像解析により匂いの識別を行う匂いバイオセンサシステムの手法を提案し実験により有効性を確認したもので、工業上学術上貢献するところが大きい。よって、我々は本論文が博士(工学)の学位論文として、十分価値あるものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(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。