

昆虫嗅覚受容体を利用したカビ臭検出センサの開発

25021A

分野 適応地域
食品-検査-評価 全国

〔研究グループ〕

東京大学先端科学技術研究センター、東京工業大学
精密工学研究所、豊橋技術科学大学エレクトロニクス
先端融合研究所

〔研究総括者〕

東京大学先端科学技術研究センター 神崎 亮平

〔研究タイプ〕

Aタイプ

〔研究期間〕

平成25年~27年(3年間)

キーワード ロボット、カビ臭、センシングデバイス、昆虫、嗅覚受容体、培養細胞

1 研究の背景・目的・目標

微量の化学物質を検出する技術は、生活の安全・安心、質の向上のためにきわめて重要である。食品・農林水産業界では、カビによる食品や飲料の汚染により発生する匂い物質の検出は品質管理の上で必須である。これまでに、工学技術に基づく匂いセンサは実用化されているが、感度や選択性を兼ね備え簡便にカビ臭を検出できるセンサの開発には至っていない。本研究では、昆虫の嗅覚受容体を発現するSf21細胞をセンサ素子として、カビ臭をppbレベルの高感度で検出可能な匂いセンサシステムの開発を目標とした。

2 研究の内容・主要な成果

- ①昆虫の嗅覚受容体を発現させた培養細胞が、食品や飲料由来の匂い(背景臭)が存在する中でも、カビ臭を100nM(溶液換算;ジオスミン約18ppb)の検出限界で検出できる匂い検出素子を開発した。
- ②昆虫の嗅覚受容体を発現させた培養細胞から、多様な匂い物質に対する応答を網羅的に取得する手法を確立し、匂い物質-嗅覚受容体の関係を集約したデータベース構築の基盤技術を確立した。
- ③複数種類の培養細胞を導入し蛍光計測が可能な計測チャンバを設計・製作し、異なるカビ臭を検出できる培養細胞を導入することで、複数種類の匂い物質を蛍光のパターンとして区別できることを明らかにした。
- ④作出した細胞を計測チャンバと蛍光計測系と組み合わせる匂いセンサシステムを構築し、このシステムのジオスミン検出限界が100nMであり、ジオスミン濃度に依存した細胞応答が検出できることを実証した。

公表した主な特許・論文

- ①Mujiono, T. *et al.* Lock-in measurement technique in fluorescent instrumentation system for cell-based odor sensor. 電気学会論文誌E Accepted (2016)
- ②Mitsuno, H. *et al.* Novel cell-based odorant sensor elements based on insect odorant receptors. *Biosensors and Bioelectronics* 65, 287-294 (2015)

3 今後の展開方向、見込まれる波及効果

- ①匂い検出素子の高感度化や蛍光計測系の改良により、カビ臭発生の初期段階の食品や飲料、また飲料水で要求される感度で、カビ臭を検出できる匂いセンサシステムの開発が期待できる。
- ②気体の溶解技術と組み合わせることで、食品や飲料のカビ臭を非接触で検出できる匂いセンサシステムの開発が期待できる。
- ③目的に匂い物質を検出できる嗅覚受容体に交換することにより、カビ臭だけではなく、食品の劣化や腐敗臭といった異臭や有害物質を含む様々な用途に利用可能な匂いセンサの開発が可能になる。

4 開発した技術・成果が活用されることによる国民生活への貢献

- ①現場に導入できる匂いセンサシステムへと改良し、食品加工ラインや取水口に設置することで、製造段階でカビ臭の混入の検出が可能となり、商品回収等にかかる費用の低減に貢献できる。
- ②カビ臭検査システムを導入し、消費者に届く前に製造者にカビ臭情報を提供することで、常に安全で安心な食品を提供することが可能となる。

(25021A) 昆虫嗅覚受容体を利用したカビ臭検出センサの開発

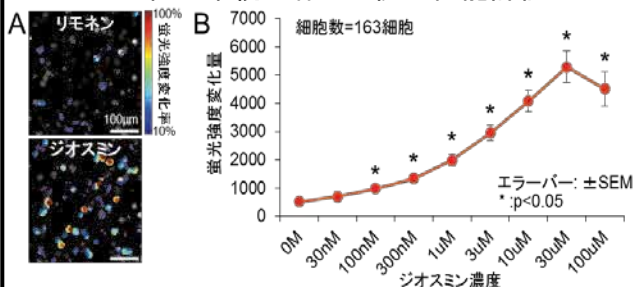
達成目標

昆虫嗅覚受容体を発現するSf21細胞をセンサ素子として、カビ臭をppbレベルの高感度で検出可能な匂いセンサシステムを開発する。

主要な成果

匂い検出素子の開発

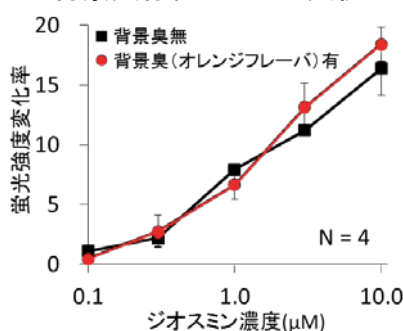
細胞システムの作出と検出性能評価



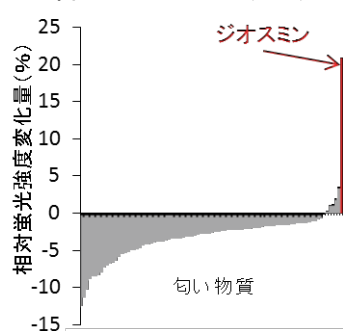
A: カビ臭選択的応答、B: カビ臭の濃度依存的検出

- カビ臭(ジオスミン、1-オクテン-3-オール)を検出限界100nMで選択的に検出できる細胞システムを作出した。
- 作出した細胞システムを用いた簡易検査手法を開発し、簡便かつ迅速にカビ臭を測定できることを示した。

背景臭存在下のカビ臭検出



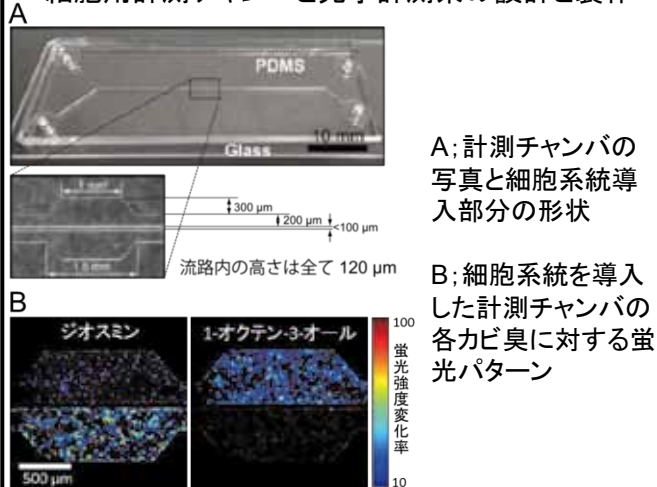
応答データベース(DB)化



- 飲食物由来の背景臭(オレンジフレーバ、リモネン)の存在下で特異的にカビ臭を検出できることを実証した。
- 嗅覚受容体の網羅的解析手法を確立し、応答特性データを集約したDBを構築した。

検出系の開発

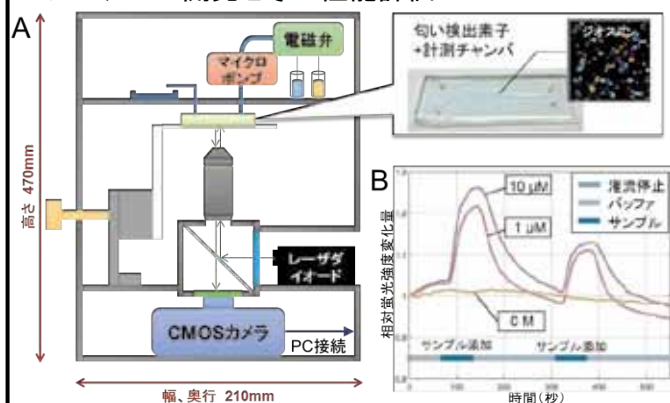
細胞用計測チャンバと光学計測系の設計と製作



- 2種類の細胞システムを隣接配置でき、蛍光パターンを取得可能な計測チャンバを開発した。

匂いセンサシステムの開発

匂い検出素子と検出系を組み合わせた匂いセンサシステムの開発とその性能評価



A: 匂いセンサシステムの構成、B: システムからの出力

- 匂いセンサシステムでカビ臭(ジオスミン、1-オクテン-3-オール)を濃度依存的に検出できることを実証した。
- 100nMのカビ臭の検出に成功した。

今後の展開方向、波及効果

- ① 高感度化により飲料水等にも適用可能なカビ臭センサの開発
- ② 気体溶解技術と組み合わせてカビ臭を非接触で検出できる匂いセンサシステムの開発
- ③ 目的の匂い物質を検出できる嗅覚受容体を用いることで、異臭(食品劣化や腐敗臭等)センサの開発

国民生活への貢献

- ① カビの混入した飲食物の回収にかかる費用の低減(経済効果)
- ② 消費者へのカビ臭の混入のない安心・安全な食品の提供

問い合わせ先: 東京大学先端科学技術研究センター TEL 03-5452-5195