

感性バイオセンサの開発

Development of Kansei Biosensor

都甲 潔 (Toko Kiyoshi)

九州大学・大学院システム情報科学研究院・教授



研究の概要

化学物質に由来する味と匂いに関して分子と人工受容膜とのナノレベル相互作用の構築とそのメカニズム解明, さらにこの結果に基づき, 味・匂いの計測を可能とする感性バイオセンサの研究, 開発を行う。

研究分野: 工学

科研費の分科・細目: 電気電子工学・計測システム

キーワード: 分子鑄型法・味覚センサ・匂いセンサ

1. 研究開始当初の背景

食の多様性, 高品質化, 大量生産に伴い, その味, 香り, 品質, 安全性の客観的評価手法の早急な確立が強く望まれている。また同様に生活環境において, 有害物質等の簡単かつ迅速な検出法の開発など, 環境の安全性への改善意識が, 急激に高まりつつある。

2. 研究の目的

本提案では, このような状況を踏まえ, 化学物質に由来する味と匂いに関して分子と人工受容膜とのナノレベルでの相互作用の構築とそのメカニズムの解明, さらにこの結果に基づき, 味・匂いの計測を可能とする感性バイオセンサの研究, 開発を行うものである。

3. 研究の方法

味覚の受容膜の開発に関して, 糖類に親和性を有する物質で脂質膜を修飾すること(修飾型脂質膜)で, 甘味感受性を出す。

匂いコードセンサの検出部の開発に関して, 生体系の匂い受容体は **odotope** (匂い分子の待つある共通の特性) を認識しているのに対し, センサでは匂い分子の部分構造の認識を目指す。また, 人工嗅上皮チップの開発としてのセンサとして機能する電極表面修飾, 匂い物質吸着層を持った匂いセンサ電極の開発を行う。

さらに, スパッタリング装置(購入備品)を用いて, プラスチック基板上へのディスプレイポータブル味覚センサチップの作製を行う。

4. これまでの成果

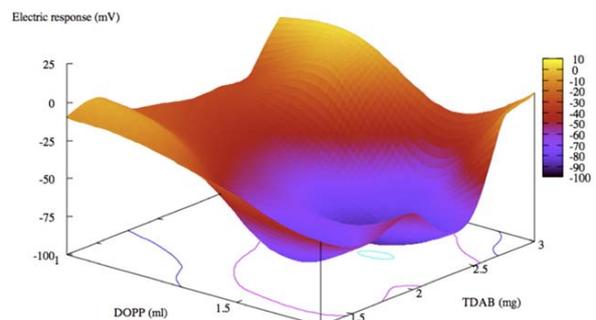


図 1. 修飾型脂質膜によるショ糖に対する応答電位

DOPP: ジオクチルフェニルホスフォネート, TDAB: テトラドデシルアンモニウムブロマイド

甘味物質の受容膜に関して, 芳香族置換基上にヒドロキシ基を持つフェノール化合物を, 甘味に対する膜表面修飾物質として用いることを提案した。その修飾型脂質膜において, 膜の電荷密度及び疎水性について検討を行った結果, 最適な膜組成比を得ることができた(図 1)。

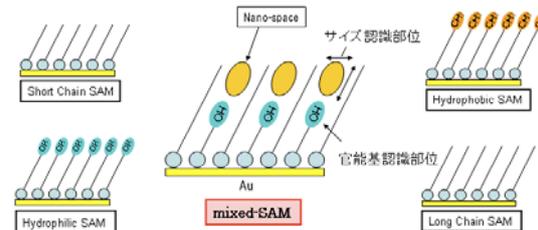


図 2. mixed SAMs を用いた分子認識型表面

また、匂いコードセンサに関して、mixed SAMs (SAM: Self-Assembled Monolayer: 自己組織化単分子膜) センサ表面を作製し、官能基や分子サイズに関する情報を得ることができた (図 2)。

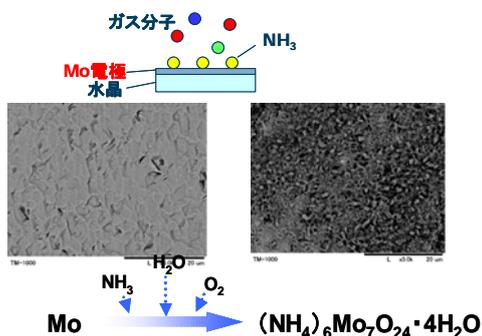


図 3. モリブデン素子による検知メカニズム

さらに、無機系金属薄膜と特定の匂い物質との選択的な化学反応特性から、本手法が有効な検知手法であることを明らかにした (図 3)。

また、要素回路を集積回路化し (図 4)、購入備品である高周波マグネトロン三層スパッタリング装置を用い、プラスチック基板への味覚センサチップの作製が可能となった (図 5)。

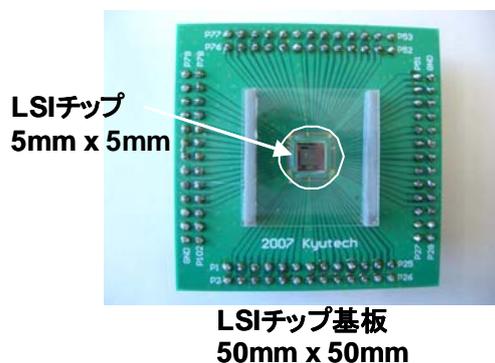


図 4. 要素回路の集積回路

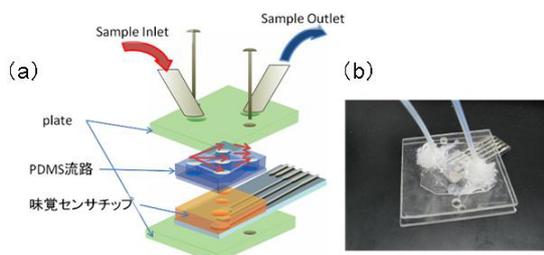


図 5. フロー型味覚センサの概略図(a)と作製した PDMS マイクロ流路味覚センサチップ(b)

5. 今後の計画

甘味受容膜の開発に関しては、糖と受容膜の相互作用メカニズムの解明と同時に、人の感性に対応させるために、閾値や味強度に対する設計を行う必要がある。さらに本手法の一般の非荷電物質 (苦味を呈するカフェイン等) への適用も試みる。

匂いに関しては、ゆるやかな分子認識能を持つ単分子膜表面と簡易型マルチチャネルセンサを組み合わせた匂いセンサデバイスの作製を試みる。また、匂いの質に対する高い選択性を備えた薄膜を作製する。

センサの小型化に関しては、最終的には、LSI を試作して検証と評価を行う。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

【受賞】

- (1) 都甲 潔, 「プロの官能試験を強力にサポートする味覚センサ」, (財)りそな中小企業振興財団, 日刊工業新聞社, 第 20 回 中小企業優秀新技術・新製品賞/産学官連携特別賞, 2008
- (2) 都甲 潔, 「生体を模倣した感性バイオセンサーの研究」, 応用物理学会, 第 2 回応用物理学会フェロー表彰, 2008
- (3) 都甲 潔, 「生体を模倣した味覚センサの開発」, (財)安藤スポーツ・食文化振興財団, 第 13 回安藤百福賞/優秀賞, 2008

【論文】

- (1) フェノール化合物を用いた脂質高分子膜における膜電位変化の研究, 崔 紅, 羽原 正秋, 池崎 秀和, 都甲 潔, 日本味と匂学会誌, 査読有, 15 巻, 401-404, 2008
- (2) Study of Surface-Modified Lipid / Polymer Membranes for Detecting Sweet Taste Substances, H. Cui, M. Habara, H. Ikezaki and K. Toko, Proceedings of 3rd International Conference on Sensing Technology, Tainan, Taiwan, 査読有, 610-614, 2008
- (3) Odor Quantification of Aromatic Alcohols Using Artificial Olfactory Epithelium, R. Izumi, H. Abe, K. Hayashi and K. Toko, Sensors and Materials, 査読有, Vol.19, 299-307, 2007
- (4) 人工嗅上皮による匂いの計測, 泉 龍介, 林 健司, 都甲 潔, 日本味と匂学会誌, 査読有, 13 巻, 521-524, 2006

ホームページ等

<http://ultrabio.ed.kyushu-u.ac.jp/>