

「イオンを見る」化学イメージセンサの開発

東北大学 大学院工学研究科
電子工学専攻 吉信研究室

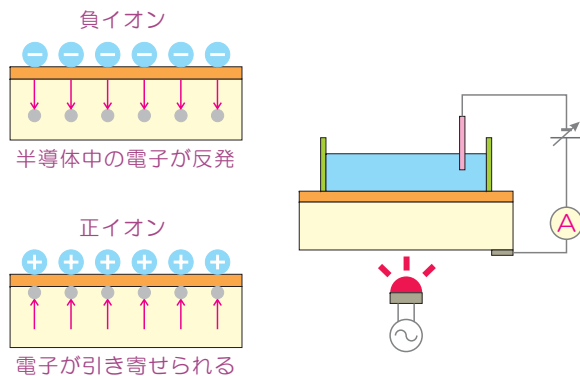
化学イメージセンサとは？

当研究室では、半導体を用いた「化学イメージセンサ」の開発を行っています。

通常のイメージセンサが「光を見る」センサであるのに対して、化学イメージセンサは溶液中の「イオンを見る」センサであるといえます。

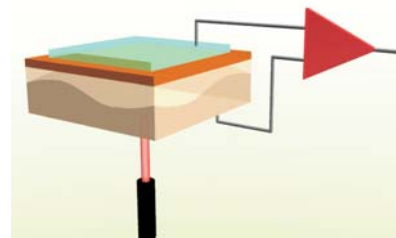
イオン測定の実理

化学イメージセンサの測定原理は、LAPSと呼ばれる半導体化学センサの原理に基づいています。イオンが持つ電荷によって生じる半導体中の電子の移動を、光照射によって発生する電流の大きさに読み取ります。



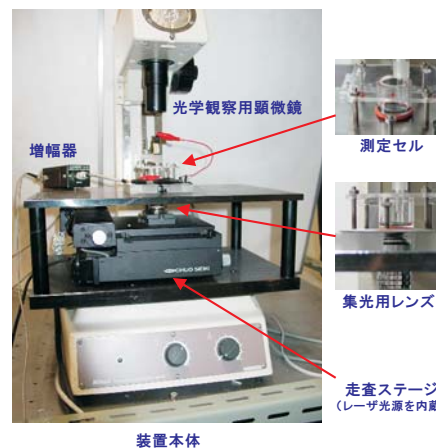
画像化の原理

画像測定を行うためには、走査レーザービームを用いて各点での光電流値を測定・記録します。



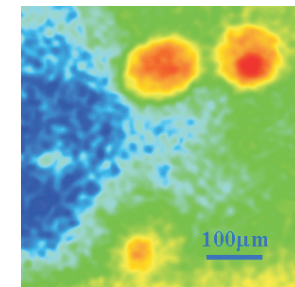
測定装置

開発した測定装置は、レーザー走査用の可動ステージと光学系、測定回路、パソコンなどで構成されています。



測定例

下の図は、化学イメージセンサのセンサ面上で培養した神経細胞を観察した例です。



装置の性能は？

これまでに実現されている化学イメージセンサの諸性能は以下の通りです。

空間分解能	5ミクロン
測定精度	10ミリpH
測定速度	毎秒100ピクセル

測定可能なイオンは？

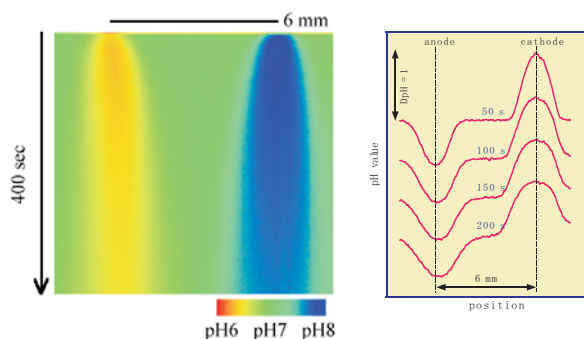
- ・水素イオン (pH)
- ・アルカリ (土類) 金属イオン
K⁺, Li⁺, Ca²⁺, Mg²⁺など
- ・重金属イオン
Cu²⁺, Pb²⁺, Cd²⁺, Hg²⁺など

化学イメージセンサの応用例

化学反応の視覚化

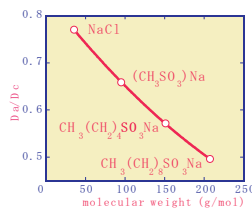
化学イメージセンサを用いれば、化学反応によって試料中に生じるイオン分布の変化を視覚化することができます。

下の例は、電解質溶液中に置かれた2枚の平行平板電極の近くで、イオンの拡散に伴って酸性・アルカリ性の領域が広がっていく様子をとらえたものです。



この方法を使うと、本来は見えないはずの反応を視覚化できるだけでなく、定量的な解析も可能になります。

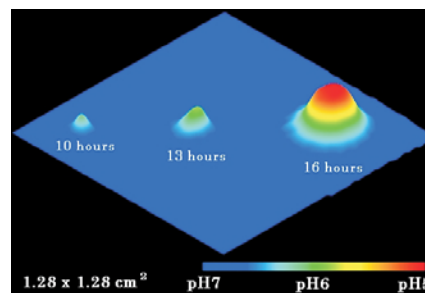
右のグラフは、上の方法で測定したpH画像をもとに各種イオンの拡散係数を解析した例です。



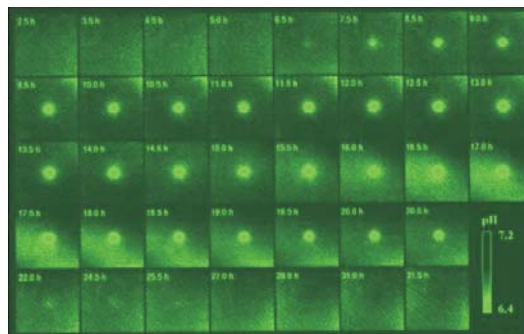
生物の代謝活動の測定

化学イメージセンサを用いて、生物の代謝活動を測定することができます。

下の例は、大腸菌の増殖によって周囲が酸性化する様子をとらえたものです。



この測定を自動化することによって、食品の安全検査を迅速に行ったり、医薬品の開発段階でその効果を定量的に調べたりするのに役立つと期待されます。



微小流路型分析システム

微小流路型分析システムは、試料溶液が微小流路を通過する間に種々の化学分析を行うため、非常に少ない量の試料で測定を行うことができます。

化学イメージセンサのセンサ面上に微小流路型分析システムを構築すれば、流路内の任意の場所で測定を行うことができ、反応の様子をリアルタイムで解析することが可能になると期待されます。

