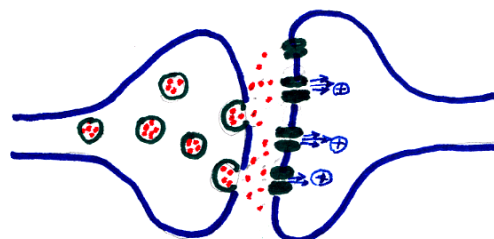


ディビジョン番号	1
ディビジョン名	物理化学

大項目	3. 凝縮系の物性と機能
中項目	3-1. 表面・界面
小項目	3-1-10. 半導体表面における生体情報伝達素子

#### 概要（200字以内）

生体系の情報通信システムの特徴は分子を情報の搬送媒体として用いている点である。この通信システムの各種素子を人工的に制作する研究分野は、光通信、電気通信とならぶ分子通信という概念で表現できる新しい総合科学技術研究分野と言える。半導体表面はこの通信システムの各種素子を作成するうえで多くの有利な点を有する。筆者は分子受信素子であるイオンチャンネルバイオセンサーを Si 基板を用いて製作した。



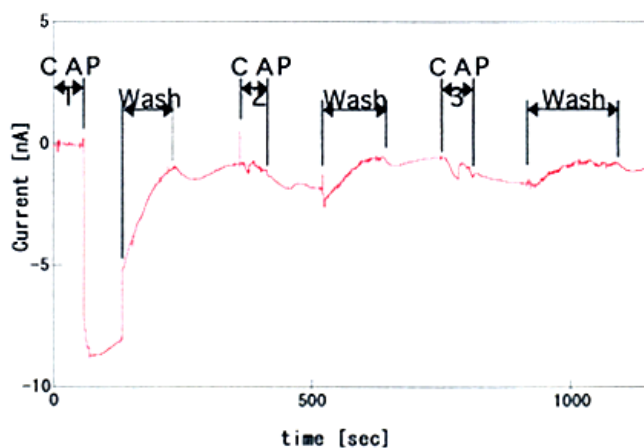
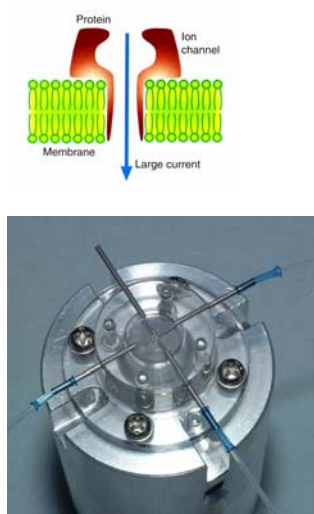
シナプスは分子発振素子、分子伝送路、分子受信素子など分子通信システムを構成する素子を開発するうえで、多くのヒントを与えてくれる生体系部品である。

#### 現状と最前線

生体系の機能は膨大な情報伝達・処理システムによって制御されている。その最もユニークな点は、分子を情報の搬送媒体として利用していることである。ここに、電気、光につぐ第三の情報通信システムとしての“分子通信 (molecular communication)”という概念が成立する。生体系の通信システムの構造と機能を研究するだけでなく、発信素子、伝送媒体、受信素子、変調素子、記憶素子などの概念に基づき、生体系を模倣した人工素子や、さらには生体系を越えた素子を実現することにより、光・電気通信に劣らぬ、科学・技術・産業での発展と肥沃な応用が期待される。

プレーナー型イオンチャンネル素子など、分子受信素子の開発自体は、創薬のハイスループットスクリーニング用素子としてのニーズを背景として、2000年頃に欧米で研究がスタートしている。これらの研究において、半導体表面の利用は、永年蓄えられた、超平坦表面、well define 表面、超高純度、超高密度、ナノ加工などの高度なプロセス技術を簡単に利用できるメリットがある。筆者が開発をすすめているイオンチャンネルバイオセンサーについては、イオンチャンネル自体が中枢神経系疾患、神経変性疾患などの難病と密接な関係があること、さらには膜タンパク自体が全創薬ターゲットの 50 数パーセントを占め、そのスクリーニング素子開発が急務となっていることから、世界的に数十の研究グループが研究開発を活発に進めている。しかし技術的に難しい点が多く、分子信号の検出にまで成功しているグループ

は筆者のグループを含めて 10 程度と推定される。筆者のグループでは SiSOI 基板に形成した 1  $\mu\text{m}$  程度の微細孔に TRPV1 チャンネルを発現した HEK293 細胞を固定しホールセルモードでリガンド分子であるカプサイシン刺激によるセンサー動作の確認に成功した (図参照)。このようなイオンチャンネルバイオセンサーはマイクロ流体回路への組み込みによりその応用範囲が格段に広がると考えられ、筆者のグループを含め、すでにいくつかのグループが研究を開始しているが、まだ成功例はなく、素子の製作歩留まり、シール抵抗、動作寿命、安定性、小型化などの点で問題だらけで、産声を上げたばかりの研究分野と言える。



カプサイシン刺激によるホールセルモードでのチャンネル電流

#### 将来予測と方向性

- ・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題
  - 1) 生細胞利用素子の製作歩留まりの向上 (90%以上)。
  - 2) 動作寿命の原理的限界の明確化と長寿命化 (1 日以上)。
  - 3) Si 電子回路との融合による超小型化とマイクロ流体回路への導入技術の開発。これによる神経細胞機能解析素子などの応用技術の開拓。
  - 4) 細胞内シグナリング系を利用する代謝型受容体センサー素子への拡大。
- ・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題
  - 1) イオンチャンネルの動作原理である分子認識を模倣した、生細胞を用いない人工素子の開発。
  - 2) 分子の発信器、伝送線路など他の分子通信素子の開発

#### キーワード

分子通信、分子受信素子、イオンチャンネルバイオセンサー、膜タンパク、シリコン

(執筆者: 宇理須 恒雄 )