研究課題別中間評価結果

1．　研究課題名：　イオンイメージセンサ技術を利用した医療生体ナノシステム構築

2．　研究代表者：　澤田　和明（豊橋技術科学大学大学院　工学研究科　教授）

3．　研究概要

本研究では 2 つのステップに向けた研究を行う。第 1 のステップは、イオンイメージセンサの医療・生化学分析システムへの応用である。このために種々の神経伝達物質の動きを 2 次元画像上にイメージングできるセンサの開発を行う。イメージングの解像度を上げると共に、センサ上での神経細胞の培養系を確立する。これにより、生体関連物質の動きをリアルタイムで画像化し、細胞レベルでの医療用診断システムを構築する。

第 2 のステップでは上記センサをベースに「細胞の自己組織化を利用した電子細胞集積回路」を実現する。このため、ナノチャンネルを利用した選択的イオン刺激素子、イオン I/O デバイスの開発を行う。これにより細胞ネットワークの柔軟性を持った“電子細胞集積回路”の構築を目指す。

4．　中間評価結果

4－1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

種々の神経伝達物質（アセチルコリン、Ca^{2+}、K^{+}、Na^{+}）をリアルタイムに非標識でイメージングできるセンサの開発に成功した。また半導体微細化プロセスにより、10 万画素、40 万画素のセンサチップの試作にも成功、高解像度の画像が得られている。これらは他の追随を許さない独自の技術であり、高く評価する。細胞への化学刺激で、アセチルコリンの放出や Ca イオンの吸収が起きることを本手法を用いてリアルタイム観察することに成功している。診断医療を目的に脳機能や胃機能の解析も進めている。これらの技術はイメージング応用にフォーカスした当初の構想を超えて、インフルエンザの効率的、高感度検出やアルツハイマーの早期診断などの医療診断応用にも適用可能であり、前者は経産省プロジェクトに採択され、進められている。

一方、電子細胞集積回路実現に向けて MEMS 技術によるイオン刺激デバイスの試作にも成功、イオン I/O デバイス構築への要素技術が用意されつつある。

4－2. 今後の研究に向けて

神経伝達物質の動きをノンラベルでイメージングできるセンサとしては独自の技術であり、今後、多様な医療・診断応用への展開が可能と考えられる。本技術の情報発信を進め、医学系の研究者との連携、あるいは企業との共同開発を積極的に展開していって欲しい。本手法の実用化を考えると、同じくイメージングセンサーとして使用される蛍光法とのベンチマークが必要である。本手法は生体への蛍光物質の付与が不要という特徴をもつが、それだけでなく、どのように両手法が住み分けられ、お互いに補完し合えるか見極める事も重要である。本手法の性能追求という意味で、高解像度化は重要であり、引き続き 100 万画素実現へ進んでいって欲しい。細胞内のイオンチャンネルの動きやシナプス形成のプロセスが可視化できたら素晴らしい。

上記に比べると、長期的な視点になるが、イオンを伝達物質とする I/O デバイスアレイを用意し、自律的に形成される細胞ネットワークの情報伝達を制御、観測するシステムの構築は挑戦的な目標である。本 CREST で上記システムが手の届くところまで進めていって欲しい。

4－3. 総合的評価

水素イオン以外の種々の神経伝達物質に対しても本手法が有効なことが実証できたことは高く評価したい。微細半導体プロセスによる高解像度化は遅れ気味であったが、40 万画素まで手が届いた。さらなる高解像度化を進め、医学系研究者へのデバイス提供を通じた連携で、そのポテンシャルを実際の応用で示していく事を期待する。その意味で医療診断応用に向け、多様な試みが始まっていることは心強い。今後は医学系研究者、企業との連携をどのように進めていくかが発展の鍵となると認識する。上記の開発と並行して、イオン伝達物質の I/O

デバイスを通じた細胞ネットワークシステムの実現も長期的な視点で進めていくべき重要な課題と認識する。