

高尾 英邦

香川大学 工学部 知能機械システム工学科  
教授

繊細な触覚を定量的に感知する「ナノ触覚神経網」の開発と  
各種の手触り感計測技術への応用

## § 1. 研究実施体制

### (1) 「ナノ触覚・応用開発」グループ (研究機関別)

① 研究代表者: 高尾英邦 (香川大学・工学部・教授)

② 研究項目: 研究総括と推進

- ナノ触覚デバイスの研究

手触りに関する情報を高精細かつ高感度を実現する「ナノ触覚デバイス」の実現を目指して研究を進める。現在の「マイクロ触覚」が持つ感度と空間分解能をさらに上回る性能を実現し、触感の定量化につながる効果的な情報を取得する高性能触覚デバイスを実現する。

- 定量化アルゴリズムの策定

従来のマイクロ触覚デバイスを用いながら、触感定量化アルゴリズム策定に向けた検討を行う。開始初年度は触覚センサのデータを触感覚と結びつける手がかりを探り、定量化するアルゴリズムを構築するための指針を得る。

### (2) 「神経網アルゴリズム」グループ (研究機関別)

① 主たる共同研究者: 有本和民 (岡山県立大学・情報工学部・教授)

② 研究項目: 神経網アルゴリズムチーム統括・設計評価研究

- 3D<sup>2</sup>アルゴリズムの検討と検証

触覚神経網を想定したセンサアレイ情報の並列処理化プラットフォームを構築し、並列処理アルゴリズムを実装するソフトウェア・ハードウェアアーキテクチャ設計と実装環境の基本設計を行う。物質表面形状を反映した触覚センサ挙動および計測形状の動画情報と、触覚センサの電気出力信号との整合性検証評価のための環境設計、また、触覚センサおよび計測回路を対象とした協調検証環境の検討と開発の基本検討を実施する。

## § 2. 研究実施の概要

本研究では「ナノ触覚レイヤー」「神経網アルゴリズムレイヤー」「応用開発レイヤー」の研究者が相互に連携し、「人間の指先」が持つ繊細な触覚をセンサ技術で再現することで各種の手触り感を数値化できる新しい計測技術の開発に取り組んでいる。今年度においては「ナノ触覚デバイスの研究」、「定量化アルゴリズム策定」、「3D<sup>2</sup>アルゴリズムの検討と検証」について研究を遂行した。

### ・ナノ触覚デバイスの研究(高尾グループ)

平成27年度は、ナノレベルの表面情報が取得できる人間の指先を目指して、マイクロ触覚をより鋭敏かつ高感度なナノスケールの触覚を実現するデバイス技術を開発した。マイクロ触覚が持つ感度と空間分解能をさらに上回り、触覚の定量化アルゴリズム策定に効果的な高性能の「ナノ触覚」デバイスの実現を目指して研究を遂行した。本年度は、「高分解能型ナノ触覚センサ」と「柔軟対象用ナノ触覚センサ」の二種類の触覚デバイスについて新規に開発をおこなうとともに、内視鏡治療などの先端医療応用に向けた「生体組織レベルの硬さを計測可能なナノ触覚デバイス(図1)」を実現し、2HS程度の硬さ分解能を2mm程度のセンサチップで実現することができた。

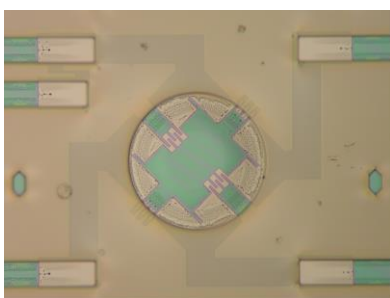


図1 生体組織の硬さ計測が可能なナノ触覚

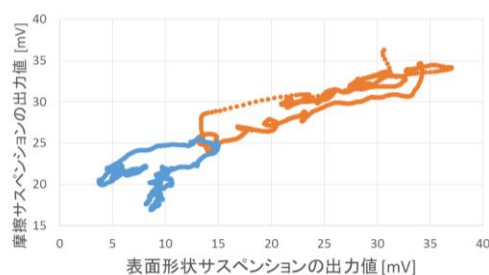


図2 二種の対象における表面形状と摩擦

### ・定量化アルゴリズム策定(高尾グループ)

本年度においては、手触り感を定量化するアルゴリズムを策定すべく、研究準備段階で既に実現された「マイクロ触覚」を用いて定量化アルゴリズムの検討を開始した。従来のセンシング技術では明らかにされなかった、「微小な表面形状」と「発生する摩擦力」の関係を解明することが可能となり、素材の手触り感の定量化や、全く新しい手触りを持つ素材の開発などに貢献できる可能性見いだされた。図2は二種類の対象表面の形状と摩擦信号をプロットしたグラフであり、異なる手触りの対象を明確に区別し、なおかつ定量的にそれらを比較することが可能となった一例である。

### ・3D<sup>2</sup>アルゴリズムの検討と検証(有本グループ)

本グループでは、ナノ触覚レイヤーの研究者と連携して触覚情報処理のシステム構築と、提案する「(3D)<sup>2</sup> プロセッシング技術」のアルゴリズム検討と検証を行っている。平成27年度においては、物質表面形状の特徴抽出アルゴリズムの構築にむけて、ナノ触覚センサアレイによる物質表面形状の特徴(手ざわり感)抽出のための、極低電力、高信頼を目指した3D<sup>2</sup>アルゴリズムの基本検討を実施した。3D<sup>2</sup>とは、空間・時間・エネルギーの3次元の並列・パイプライン処理および多重化であり、

これらを駆使した超高エネルギー効率のセンシング処理システム構築を目指している。また、ナノ触覚レイヤーと連携しながら、手触り感の意味づけモデル作成の基本検討を実施した。物質表面形状の特徴抽出のために、計測時のセンサの動画情報と電気出力情報の相関情報から、意味付けモデルを作成する実験を行うための評価・検証環境を設計した。