

## 【特別推進研究】

### 理工系（工学）



#### 研究課題名 統合ナノバイオメカニクスの創成

東北大学・大学院医工学研究科・名誉教授

やまぐち たかみ  
山口 隆美

研究分野：人間医工学

キーワード：バイオメカニクス、計算生体力学、実験生体力学、理論生体力学、医工学

#### 【研究の背景・目的】

生体は分子、細胞、組織、臓器からなる階層構造をしており、各種疾患を含む生命現象を理解するためには分子から臓器レベルまでの階層間相互作用を明らかにする必要がある。

本研究では、分子スケールから臓器スケールまで生命現象の連続性に基づく、新しい生命現象の探求手法として、計算・理論・実験の三者を統合した総合的な手段である「統合ナノバイオメカニクス」を創成する。これを先導的原理として、細胞・組織・臓器における生命現象を再現・解析するためのヒト生命現象解析プラットフォームを構築し、マラリアなどの感染症、がん、原発性線毛機能不全症等の疾患を含む病態生理現象を解明し、新しい診断・治療方法を創出する。

#### 【研究の方法】

本研究では分子スケールからのボトムアップアプローチによって、統合ナノバイオメカニクスを構築する（図1）。

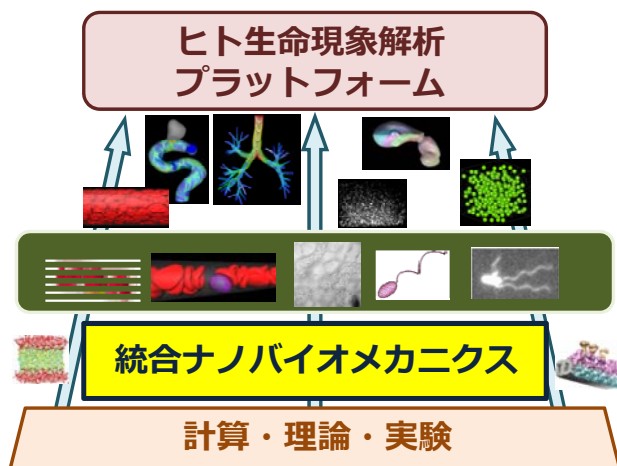


図1. 統合ナノバイオメカニクス

分子スケールでは、血管内皮細胞とマラリア感染赤血球に発現するタンパク間のリガンドレセプタ結合を、原子間力顕微鏡による実験結果に基づき数理解・計算モデルを構築する。またクライオ電子線トモグラフィ法により気管繊毛の三次元構造を解明し、繊毛運動を数理解・計算モデル化する。

次に、これら分子スケールのモデルおよび細胞の力学特性の実験結果に基づき、細胞スケールの数理解・計算モデルを構築する。さらに多数の細胞からなる組織・臓器スケールのモデルへとスケールアップし、マラリア感染赤血球の接着現象や血栓形成、繊毛細胞による流れ場などのシミュレーション技術を構築する。

これに基づき、ヒト生命現象解析プラットフォームを構築し、マラリア、がんの血行性転移、原発性線毛機能不全症、嚥下障害、消化不良などの疾患を解析する。

#### 【期待される成果と意義】

統合ナノバイオメカニクスの創成により、感染症を始めとする様々な疾患を力学的観点から再構成することが期待できる。これにより疾患を計算機上で再現することができるようになり、疾患の進行や薬効の定量的予測に基づく新しい診断・治療方法が創出される。さらに医療用 MEMS デバイスの設計に応用することができ、例えば、がん細胞や病原性バクテリアを分離・検出するバイオチップの開発などに貢献できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Ueno H, Ishikawa T, Bui KH, Gonda K, Ishikawa T, Yamaguchi T, “Mouse respiratory cilia with the asymmetric axonemal structure on sparsely distributed ciliary cells can generate overall directional flow”, *Nanomedicine*, 8, 1081-1087 (2012).
- ・ Imai Y, Kobayashi I, Ishida S, Ishikawa T, Buist M, Yamaguchi T, “Antral recirculation in the stomach during gastric mixing”, *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 304, G536-G542 (2013).

#### 【研究期間と研究経費】

平成 25 年度－29 年度  
448,900 千円

#### 【ホームページ等】

<http://www.pfsl.mech.tohoku.ac.jp/nanobiomech/index.html>  
takami@nanobme.org