

3次元揺動構造のサブナノレベル計測・解析システム

研究開発代表者： 福間 剛士 金沢大学 新学術創成研究機構 ナノ生命科学研究所 所長

共同研究機関： Aalto大学、大阪大学、東京大学、理化学研究所、日立ハイテクサイエンス



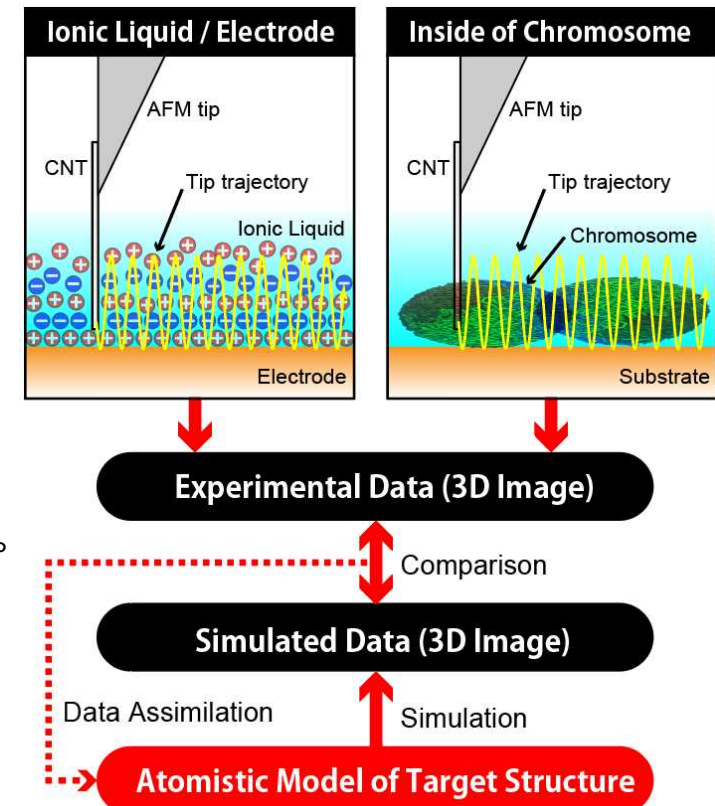
目的：

デバイス特性や生命現象の発現に重大な影響を与える液体分子や分子鎖の3次元密度分布を直接ナノスケールの分解能で観察し、そこから原子レベルの構造モデルを推定できる3次元揺動構造解析システムを開発する。

研究概要：

【技術開発】 我々はこれまでに固液界面で揺動する水分子や比較的短い分子鎖の密度分布をサブナノスケールの分解能で計測できる3次元原子間力顕微鏡（3D-AFM）を開発してきた。本研究では、3D-AFMを高速化、大容量化するとともに、計測対象ごとに最適化されたカーボンナノチューブ探針を開発することで、2 nm以上の厚みを持つ様々な3次元揺動構造のナノスケール観察を実現する。一方で、計測対象である液体や分子鎖の揺動構造を数理的にモデリングし、それをを用いたシミュレーションの結果と実験データを比較して、モデルをデータに同化させることで、原子レベルの実像を推定する解析手法を開発する。

【応用研究】 開発した技術を、生命科学および材料科学分野で注目を集めている研究課題へと応用し、各分野における本技術の有用性を実証する。生命科学分野の応用においては、染色体を構成するクロマチン鎖の折り畳み構造を直接観察・解析し、それと遺伝子発現機構との関係解明を目指す。一方、材料科学分野への応用では、電気二重層トランジスタ内部のイオン液体の3次元密度分布を直接観察・解析し、それと超伝導性発現機構との関係解明を目指す。



Realization of Common Platform Technology, Facilities, and Equipment that creates Innovative Knowledge and Products

Subnanometer-Scale Measurement and Analysis System for Three-dimensional Fluctuating Structures

Project Leader : Takeshi FUKUMA, Director,
Nano Life Science Institute (WPI-NanoLSI), Kanazawa University

R&D Team : Aalto University, Osaka University, University of Tokyo, RIKEN,
Hitachi High-Tech Science Corporation



Summary :

We will develop a method for directly imaging three-dimensional (3D) distribution of mobile liquid molecules or flexible molecular chains in liquid. In addition, we will develop a method for deducing the atomic-scale real-space model representing the target 3D structure.

[Technical Development] We previously developed 3D atomic force microscopy (3D-AFM) that can visualize subnanoscale 3D distribution of water and relatively short molecular chains. In this study, we will enhance the speed and capacity of 3D-AFM and employ a carbon nanotube probe for visualizing various 3D fluctuating structures with a relatively large thickness (> 2 nm). In the meantime, we will also develop the data analysis method. In the method, we construct an atomistic 3D model of the target 3D structure and simulate a 3D-AFM image. By repeating the comparison between the images obtained by the experiment and simulation, we will improve the similarity between them and eventually obtain the best guess of the atomistic real-space model of the target 3D structure.

[Applications] We will apply the developed technique for the studies in both materials and life sciences. As a life science study, we will visualize the 3D chromatin structures inside a chromosome and investigate their correlation with the gene expression mechanism. As a materials science study, we will visualize 3D distribution of ionic liquids in an electric double layer transistor for understanding the correlation with the mechanism of its superconductivity.

