特徴的な３次元構造を抽出するための３次元 AFM データ解析手法の開発

Development of 3D-AFM Data Processing Method for Extracting Characteristic 3D Structures

金沢大 °前坂 智弘，宮下 尚之，宮澤 佳甫，Marcos Penedo Garcia，宮田 一輝，福間 剛士

Kanazawa Univ. °Tomohiro Maesaka, Naoyuki Miyashita, Keisuke Miyazawa, Marcos Penedo Garcia, Kazuki Miyata, Takeshi Fukuma

E-mail: yatk1789@stu.kanazawa-u.ac.jp

近年の AFM 技術の革新により、固液界面における試料の揺動構造や水和構造を３次元で可視化することが可能となった。さらに、これまでに我々は先端が鋭く細長いナノニードルを用いた３次元 AFM 計測により、試料の内部へ探針を繰り返し挿入しつつその内部の構造や物性を反映したデータを取得することに成功しており、細胞や染色体などの複雑な構造を持つ生体試料への応用が期待されている。このように３次元 AFM の計測技術が発展する一方で、得られた３次元データの解析手法については従来の２次元 AFM で用いてきた技術の延長に留まっており、意味ある３次元構造を抽出することが困難だった。これを解決するため、本研究では３次元 AFM データにおける特徴的な構造の抽出に特化した包括的な解析技術を開発した。

本研究では、３次元 AFM で計測した線維芽細胞の内部構造の可視化に取り組んだ（Fig. 1）。３次元 AFM では、探針が受ける力の分布を３次元ピクセルデータとして収録しており、このデータをそのまま３次元的に可視化すると、探針が試料から受ける長距離力やノイズの影響によってデータに本来含まれているはずの特徴的な内部構造が描写されない問題がある（Fig. 2a）。この内部構造の抽出にあたって、まず始めに、計測時のノイズなどの影響で欠損したデータの補間処理を行う。その後、探針が特異な構造を貫く際に受ける特徴的な力のみを抽出する処理を行う。最後に内部構造の視認性を向上させるためのスムージング処理や線維芽細胞内の各構造に応じてカラーコントラストの調節を行い３次元空間上に描画した。本技術を線維芽細胞の３次元 AFM 計測データに適用することで、細胞膜（青色）とその下の繊維状の構造（緑~赤色）が明確に区別することが可能となった（Fig. 2b）。今後、複雑な構造を持つ生体試料の内部を計測した際の解析を、本技術を用いることで効果的に行うことができるようになると考えられる。

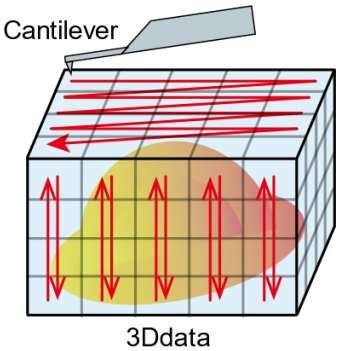

Fig. 1： Image of 3D data.

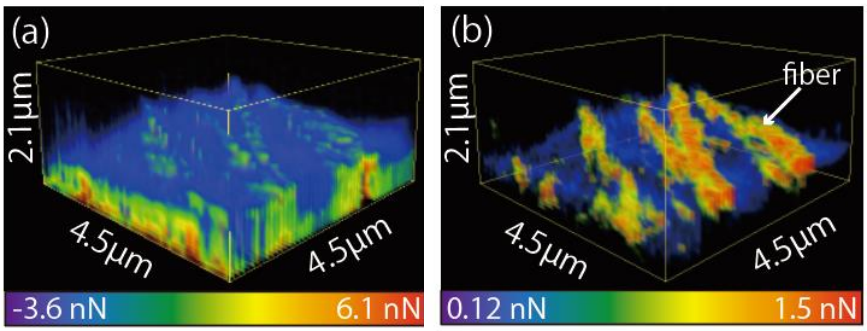

Fig. 2： 3D-AFM images of intracellular structure of fibroblast. (a) Before image processing. (b) After image processing.