

環境とバイオテクノロジー  
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

宮澤 佳甫

金沢大学 理工研究域  
助教

生物の表面と内部を可視化する超解像液中 AFM

## § 1. 研究成果の概要

本研究では、先端径 0.4 nm の原子レベルで制御された原子間力顕微鏡 (AFM) 用探針を開発することにより、生体試料の表面や内部の超解像 AFM 計測を達成することを目指している。本年度は、Si を FIB で研磨したニードル探針で細胞が生きたまま細胞内のアクチンフィラメントや核を観察した結果について報告した[1, 2]。また、ニードル探針の先鋭化については、電子顕微鏡のチャンバー内部でカーボンナノチューブ (CNT) を AFM 探針先端に取り付ける機構を実装した。昨年度までに作製した CNT 取り付け機構を改良し、今年度はタングステンプローブを使用しなくても CNT を AFM 探針に直接を取り付けられるようにマニピュレーターに装着可能な Si 基板用ホルダーを開発した。SEM のステージ側には AFM 探針を、マニピュレーター側には CNT 探針付き Si 基板を固定し、ステージとマニピュレーター双方を動かすことで CNT のナノスケール取り付け作業ができる機構を実装した。これにより、実験時間を大幅に短縮させることで SEM 観察中のカーボンの堆積を極力防ぎながら CNT 探針を作製できるようになった。一方で、探針評価用のモデル計測試料の確立では、マイカ上に作製する IgG 基板の条件出しを行った。IgG の濃度条件やマイカの表面処理を検討した結果、再現性良く平坦な IgG 基板を作製できることが分かった。また、汎用的な AFM 探針 (先端径 7 nm 程度) を使用すると、分子レベルの高分解能液中 AFM 計測は困難であることも分かった。そのため、本研究で開発する超先鋭 CNT 探針の評価モデルとしては最適であり、探針先端径を小さくすることでさらなる高分解能計測が期待できると考えられる。来年度は、開発する CNT 探針で IgG 抗体の分子レベル高分解能表面観察を行い、本手法による CNT 探針の有効性や応用可能性を示したい。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Cell penetration efficiency analysis of different atomic force microscopy nanoneedles into living cells”, Scientific Reports, 11, 7756, 2021
- 2) “Visualizing intracellular nanostructures of living cells by nanoendoscopy-AFM”, Science Advances, 7, 52, 2021