

海中原子間力顕微鏡の実海域実証試験

○西田周平（東大生研）、松原直貴・藤井輝夫（東大生研）
許正憲・福場辰洋（海洋研究開発機構）

深海を含む海洋環境に広く分布する微小試料は、海洋物質循環を形成する重要な構成要素の一つである。海底熱水噴出孔の近傍においては、熱水活動により生成した鉱物微粒子、熱源と溶存成分に依存して生息する微生物など、環境特異的な微小粒子が豊富に存在するため、これらの定性的・定量的指標は海底熱水活動を示す重要なマーカーとなりうる潜在性を秘めている。従って、海中微小試料を高精度に同定・定量し、その時空間分布を解析する技術システムの開発は、海底下も含めた熱水活動の科学的根拠に基づく大規模探査にとって極めて重要である。この目的のためには微小試料を現場環境で採取し直接観察することが有効な手段である。しかし回折限界を超えるナノメートルサイズの微小試料に対しては、光学的手法を取ることが不可能なためにその観察が困難であった。筆者らは、海中環境で使用可能な原子間力顕微鏡（AFM）を開発中であり、海中探査の現場環境における極限精度微小試料観察の実現を目指している。AFMは先鋭化した探針を用いて試料を走査することより、表面の凹凸形状を画像化する装置あり、回折限界による制限を受けないため、ナノメートルオーダーの分解能を実現することができる。

海中 AFM は、内部に自己検知型カンチレバー、3 軸円筒型ピエゾスキャナ、フィルタ付き AFM 試料台、およびアプローチ用ステッピングモータを備える。自己検知型カンチレバーは表面にたわみを検出するための抵抗素子が組み込まれており、液中で観察するために膜厚 120~200nm のポリレン樹脂で絶縁コーティングしてある（図 1）。フィルタ付き AFM 試料台は海水中の懸濁試料を採取・固定するための機構であり、容器の外部からシリンジ採水器、またはリングポンプを用いて海水を吸引することにより、液中環境と保持したまま観察に適した試料濃度に達するまで濃縮することが可能である（図 2）。

NT15-22 調査航海（2015 年 12 月 18~30 日、沖縄トラフ）では、海中 AFM をハイパードルフィンに搭載し、深海における動作試験を行った（図 3）。この結果、水深 600~1700m の海域でアプローチ、スキャン、試料採取用ポンプ等全ての動作が正常に行われていることを確認した。また探針試料間の相互作用があることを示す、スキャナー駆動と相関のある画像が得られた。

謝辞

本試験の実施にあたり、「ハイパードルフィン」運航チームならびに「なつしま」乗組員の皆様に多大なる協力をいただいた。ここに感謝の意を表す。また本研究は JSPS 科研費 26289331 の助成を受けたものである。

参考文献

S. Nishida, N. Matsubara, T. Fukuba, M. Kyo, and T. Fujii “Underwater atomic force microscope -Toward in situ nanoscale measurements in deep sea-” Proceedings of OCEANS 2015 Washington DC, 2015, Washington DC, USA



図 1. パリレン樹脂でコーティングしたカンチレバー

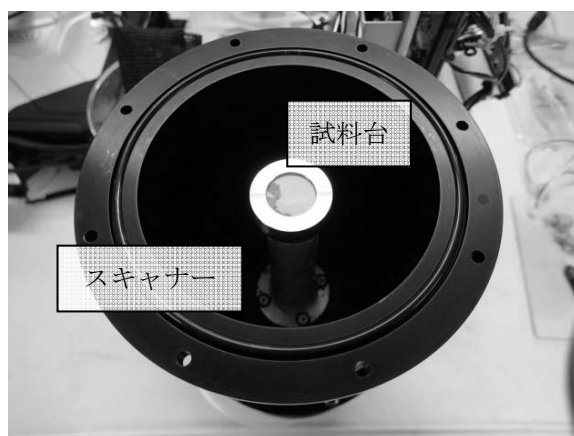


図 2. フィルタ付き AFM 試料台



図 3. ハイパードルフィンに搭載した海中 AFM