

# ペンシル型走査型プローブ顕微鏡の開発

育成研究：JSTイノベーションプラザ石川 平成16年度採択課題  
「ペンシル型走査型プローブ顕微鏡の開発」

代表研究者：北陸先端科学技術大学院大学  
マテリアルサイエンス研究科 教授 富取 正彦



## 研究概要

インレンズ方式の超高分解能走査型電子顕微鏡（SEM）のホルダー内に収まる小型のペンシル型走査型プローブ顕微鏡（SPM）を開発した。本開発によって、ナノスケールの分解能を持つ2つの顕微鏡（SEMとSPM）の機能を同時にシームレスに動作させることができるようになる。試料表面の狙った原子・分子を見て触って操作して、ナノ物質の特性を解明できる装置として普及させる。

## 研究内容、研究成果

外径8mmのパイプ内にすべての機構が収まる小型なペンシル型走査型プローブ顕微鏡（scanning probe microscope: SPM）を開発した。インレンズ方式の超高分解能走査型電子顕微鏡（SEM、例えば日立ハイテクノロジーズ社製S-5200、最高分解能：0.5nm）にそのまま挿入することができ、SPMの試料・探針およびその動作を超高分解能でSEM観察することができる。SPMは、原子スケールで鋭利な探針先端を試料表面に接近させ、探針と試料の間に授受される電流や力を検出しながら探針を試料面に沿って走査して表面形状を描き出す顕微鏡である。さらに局所的な物性計測をしたり、原子・分子を操作することもできるナノテクノロジーに必須の装置である。本開発機と超高分解能SEMを組み合わせるとSEMのズーム機能や分析機能を活用すれば、mmの範囲からナノスケールの分解能で試料の状態や探針形状・組成を高精度に調べることができ、また、試料表面の狙った部位に探針先端を近づけて特徴的な構造を持つ試料の詳細な観察・測定・操作ができる。インレンズ方式の超高分解能SEMとSPMを組み合わせた例は過去になく、この2つの顕微鏡の視野と分解能をシームレスに組み合わせることによって「見たいところを狙って見て測って触って操作する」ことができる顕微鏡となる。本開発機は、新開発の粗動機構によって探針先端と試料の相対位置をxyzの3次元方向に約2mmの範囲にわたって100nm以下の精度で変えることができる。SPMとして、走査型トンネル顕微鏡（STM）と非接触原子間力顕微鏡（NC-AFM）として動作させることができる。ペンシル型SPMの本体フレームはチタン製であり、軽量・頑強なものとなっている。本開発機を利用して、表面観察のみならず、試料を500℃に加熱しながら接近させた探針先端にナノピラーを成長させたり、微粒子の力学的・電気的特性を観察・計測している。

## 今後の展開、将来の展望

本育成研究によって、インレンズ方式の超高分解能SEMのホルダー内に収まる小型のペンシル型SPMを製作する技術、稼働させる技術を完成させた。現在、主要ノウハウである探針と試料の位置決め機構、チタンによる本体フレームの作製技術などを基盤として普及モデルを組み立てている。また、粗動位置決め機構の制御エレクトロニクスを含め、ユーザフレンドリーでありながら将来の多様な要求に応えられるシステム構築も行っている。本装置の機能・性能を十分に発揮させることで実現できる呈示実験を行い、その結果を学会、展示会（実機のデモ、順次改訂したパンフレットの配布など）、HPで情報発信をしていく。今後の事業化展開として、本装置に興味を持つ方々を積極的に勧誘し、見学や試料の持ち込みテスト、共同研究を行う。その結果を装置製作に反映させる。今期中に普及モデルの生産技術・販売体制を確立し、今年下期には希望者への貸し出し評価を行い、平成21年度には本格的な販売を開始する。また、本要素技術を基にすれば、他の計測装置（TEM、FIB、プローバなど）への応用も図れるので、この点も積極的に進める。

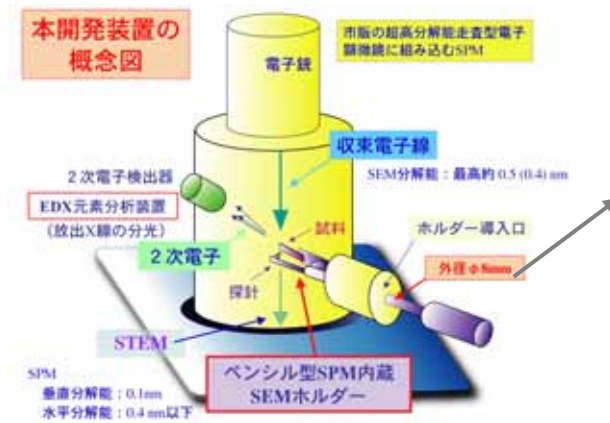


図1 開発装置の概念図

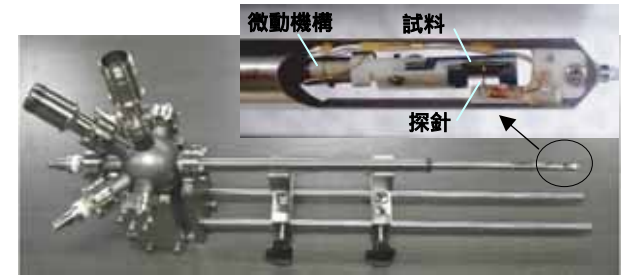


図2 開発したペンシル型走査型プローブ顕微鏡（外観写真）

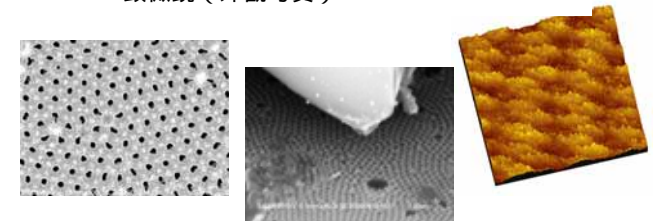


図3 陽極酸化アルミのSEM像、STM像（窪みの間隔は約100nm）

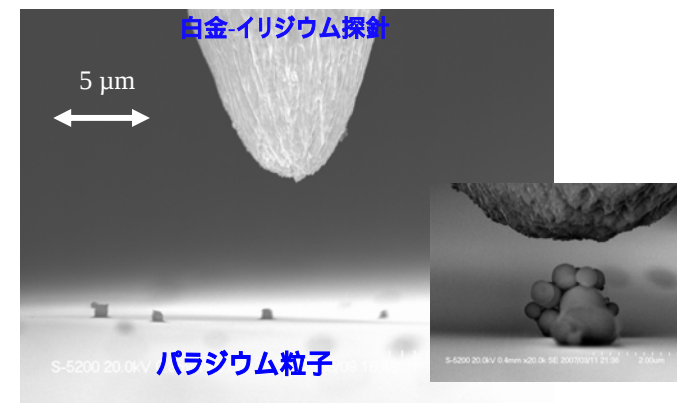


図4 パラジウム粒子に接近する探針のSEM像

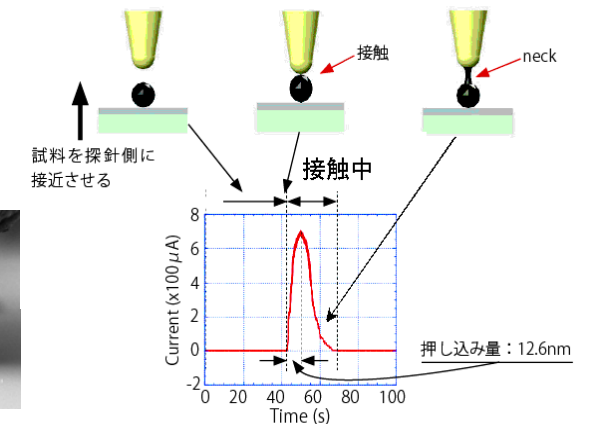


図5 探針とパラジウム粒子の接触電流の測定

## 研究体制

- ◆ 代表研究者  
北陸先端科学技術大学院大学 マテリアルサイエンス研究科 教授 富取 正彦
- ◆ 研究者  
新井 豊子(金沢大学)、大久保 芳彦(科学技術振興機構)、谷 正安(フジ・インバック(株))、高輪 正夫(フジ・インバック(株))、斎藤 秀樹(フジ・インバック(株))
- ◆ 共同研究機関  
北陸先端科学技術大学院大学、金沢大学、フジ・インバック(株)

## 研究期間

平成17年4月 ～ 平成20年3月