



針を使ってナノ世界を覗き、測り、
開拓する顕微鏡。
その先にあるものとは!?

未知なるナノの世界に 新しい発見が眠っている!?

無限の可能性を秘めているナノの世界へ

「走査型プローブ顕微鏡」という装置で挑む富取教授。
マテリアルが抱える多様な問題を解くための糸口を探して、
表面科学の基礎研究に取り組んでいる。

日本にまだ一台もなかった 走査型プローブ顕微鏡を作る

1ナノメートルは、0.000000001mというとても小さな単位だ。このスケールの構造は光学顕微鏡では見えない。そんなナノの世界をつぶさに描きだしてくれる装置が**走査型プローブ顕微鏡 (SPM)**だ。SPMでは、鋭利な針(探針)を試料表面に極接近させ、針と試料の間で授受される電流や力が一定になるように針の高さを制御する。その状態で、針を試料面に沿って走査すると、針は表面をなぞるように動いていく。その動きを画像化すると、表面の凹凸がナノスケールで描きだされる。このSPMの登場によって現在のナノテクが生まれたといっても過言ではない。1982年、IBMの研究チームが走査型トンネル顕微鏡 (STM、SPMの原型器)を開発した。さらに1990年には、別のIBMチームがSTMで原子の並びを巧みに操作して「IBM」という文字を書いた。

STMの紹介記事を初めて読んだとき、当時大学院生だった富取教授は「やられた! すごい!」とショックを受けた。

「当時、半導体界面の研究をしていて、試料表面に触らないように電極を近づけて計測をしたいと考えていました。研磨工場に修業に行ったりして、装置作製の要素技術の開発を進めていたんです。もちろん、スケールや原理は全く違

いますが、『物に触らずに近づけて測る』という点は同じでした。その先に、まさか原子が見える可能性があったとは発想すらしませんでした」

学位を取得したら企業に就職しようと考えていた頃、西川治教授(東京工業大学、現 金沢工業大学教授)がSTMの開発を始めていると聞いた。その少し後、西川教授が助手を探していると指導教官・早川宗八郎教授を介して知り、早川教授からの強い薦めもあり、内定していた企業を断って、STM開発の世界へ飛び込むことになった。

まだ日本にはSTMが1台もない時代だった。文献を読み、自分で出来そうな仕掛けを考え、材料を購入して加工し、機械部品から電子回路、コンピュータプログラムまで、すべて学生と協力して自作したという。

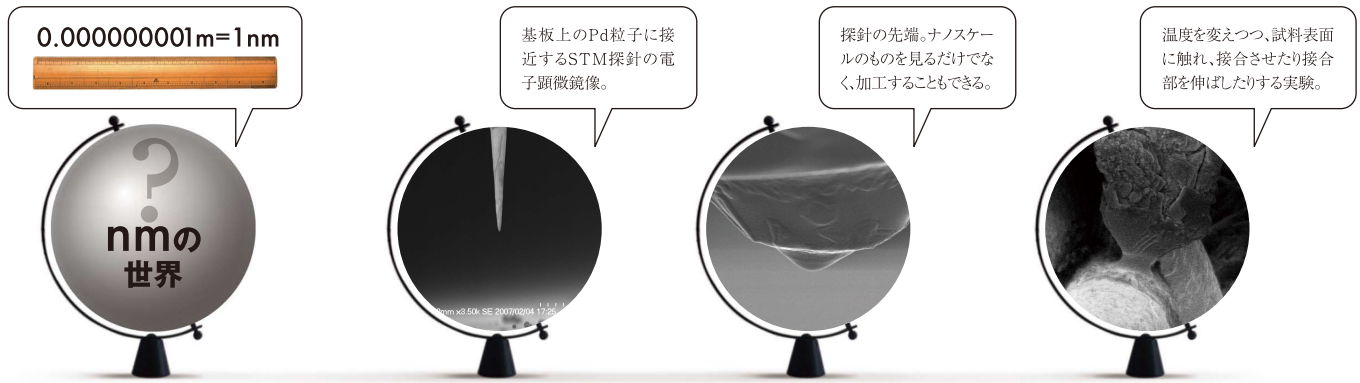
「なぜ“針”で原子が見えるのか」という基本的疑問を抱えていましたが、装置を試作しながらさまざまなことを実感できました。と同時に、STMの原理だけでなく、その動作を実現するための機構や装置の背景にある物理・技術を学びました。そして、こんな工夫をしたらもっと性能が上がり、あんなことも出来るかもしれないと考えながら、試行錯誤を繰り返しました」

約3ヶ月の期間をかけて、手のひら大の自作1号機が完成した。この装置を使って金表面のナノスケールの凹凸を観察できた。その後、2年の歳月を費やし、当時トップレベルの分解能を持った装置に仕上げた。

「その自作STMでシリコンの原子像を観察できたときは本当に感動しました。このときの成功体験は強烈でしたね。一つ一つ思索を積み上げて、科学技術の裏づけを取りながら進めていけば、**出口は確かにあるのだ**と実感できました」

以来、富取教授はSPM技術を基盤に、手法に工夫を凝らしながら、ナノスケールの表面科学研究に携わっている。





走査型プローブ顕微鏡による「見る」「触る」「測る」研究

1990年代、SPMによる原子・分子の科学技術の進歩があり、DNA分子の構造解明に端を発するバイオ科学技術の躍進があった。2000年、米国ゴア副大統領が「ナノテクノロジー国家戦略」で大規模な資金投入を決定し、各国もナノテクノロジーに力を入れ始めた。富取教授もそのような時代背景の中、SPM技術を土台に半導体や酸化物、生体分子をナノスケールで観察した。さらに、針を原子レベルでどうやって鋭くするのか、そこで起きている現象は何か、どうしたらもっと良く見えるようになるのか、SPM以外の手法はないのか、といったさまざまな観点から研究を進めた。現在、その成果を発展させ、複数の企業と顕微鏡の共同開発を進めている。

ナノの世界では、弱い力で固い金属が簡単に変形し、よく知られた元素同士の組み合わせでも予想外の性質を持つなど、**無限の可能性**がある。

「こんなことをしたら何が起こるのかと考え、装置に工夫をして日々観察・計測をしています。捉えた現象は従来の科学で説明できるのか、それとも何か新しい科学があるのか、技術展開はありえそうか、世の中で何か役に立つ芽となるのか、そんな思いで研究に取り組んでいます」

また、富取教授は、研究を通じた教育の視点も大切だと語る。「基礎学問やノウハウ、スキルに触れ、身につけようとすることは、人の思考を鍛え、可能性を広げます。その結果、自分も含めて人が育てば、**多様な問題解決**につながります。学問は、過去の偉人達の知恵の集大成で、切磋琢磨され传承されています。もちろん、学問がいつも正しいわけではないですが、科学的学問は、人間の陥りやすい偏見、先入観、誤りを修正する術、現実の観察や実験を重んじる帰納的手法を持っています。大学ではそれを学び、また研究

を通して学問を検証しながら身につけます。

さらに、応用を通して学問を少しずつ確たるものにする作業にも携わります。社会が直面するエネルギー・環境などの問題に対しても、研究を通して得た学問を駆使して問題の本質を捉え、切り込めば、答えが見つかると思います。

そういうものを創造的活動といって良いと思うのですが、大学はそのような創造力を育む場です。基礎科学や『なぜだろう』という単純な思いには、人をその入り口に導く力があると思います。そのうえで、皆で知恵と技術を持ち寄り、科学的思考と実践を根気よく続けていけば、必ず『問題解決の糸口』や『**新しい科学・技術の地平線**』が見えてくると思っています」

3人の研究者による コラボレーション型研究

富取教授は、最先端の独自の技術を持つ研究者とチームを組んで、各専門を融合したナノハイブリッドエレクトロニクスの新潮流を作り出す活動を進めている。

村田英幸教授は、分子・界面制御をキーテクノロジーとして有機ELなどの分子エレクトロニクスの研究を進めている。高村禪准教授は、病気の診断、創薬、生命現象の解析への応用が期待される微小流体デバイスやバイオチップを開発している。そして富取教授は、SPMを使った「見る」「触る」「測る」研究を行っている。

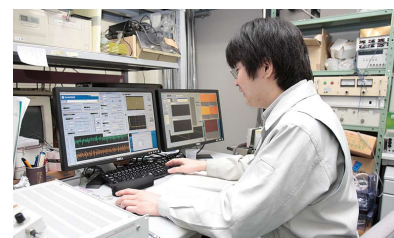
この研究の狙いのひとつが、**インクジェット印刷法を活用した手法開発**だ。実用デバイスの開発までを視野にいれ、基板上へ有機材料をインクジェットで直接描画してナノハイブリッド界面をもつ2次元回路を形成する。その界面を原子・分子レベルで評価し、デバイスへとつなげる。インクジェット技術を軸に、先端研究を融合するという、科学・技術の地平線に向けての新しい挑戦がJAISTで始まっている。



先端が鋭いSPM探針を電解研磨によって作成。



探針をSPMに装置して観察準備中。



パソコンでSPMを操作して観察開始。

基礎的な研究の積み重ねが、 社会問題を解決する糸口となります。

マテリアルサイエンス研究科 教授

富取正彦

Professor Masahiko Tomitori

【趣味】

旅先などで出会うワインや日本酒など、その地方のお酒を飲むのが好きですね。ここ石川には、いい日本酒がたくさんあります。あと、美術館巡りもします。スポーツなら野球です。

【子供時代】

子供の頃は宇宙に憧れを抱く、いわゆる天文少年でした。天体望遠鏡で月や惑星、星をよく見ていました。宇宙の構造がどうなっているのか、夢想していました。今から考えると、見るという点では、現在の顕微鏡の研究につながるものがありますね。

【学生に対して】

基礎学力や専門力以外に、コミュニケーション力を身につけてください。コミュニケーション力とは、異分野の人に自身の研究や活動の意味をわかりやすく話し、相手の話す内容を真摯に聞き、自分の理解を自分の言葉で相手に投げ返す力です。

【今の仕事観に影響を与えた出来事】

大学院生のとき、さまざまな装置を自作しました。装置にはそれを裏づける科学があり、すべて開けてみれば理解できる、真偽は装置で実証出来るという感性が身についたようです。



学位

東京工業大学 理学修士(1982) / 東京工業大学 理学博士(1986)

経歴

東京工業大学 大学院 総合理工学研究科 助手(1986)

エクセレントコア形成支援プロジェクト研究テーマ

有機材料描画型ナノハイブリッド2次元パターンニングへの展開研究

「 π 共役電子系有機材料技術」「バイオデバイス技術」「走査型プローブ顕微鏡技術」の3つの技術を駆使して、ナノハイブリッドデバイスを作る。

物理・バイオ・化学の
3つの領域から
研究を行っていく

インクジェット印刷法によって
デバイスの創製を
目指す

本研究を通して
イノベーションを創出できる
人材を育てる

研究の成果

有機ELの研究を行う村田英幸教授、ナノとバイオを融合した次世代のバイオチップ創製の研究を行う高村禪准教授、そして最先端の走査型プローブ顕微鏡を使った研究を行う富取教授の3名によって、それぞれの専門の技術を最大限に活かしながら、共同研究が進んでいる。準備段階として、シリコンの基板に有機物の分子を付着させ、さらにその上に垂直に分子を積み上げるなど、ハイブリッド界面で分子を効率よく並べる方法や、自然に並ぶ性質をもつ物質の研究を行っている。次のステップとして、インクジェット印刷法などによって、ナノハイブリッド界面の構築と評価、デバイス化に取り組んでいく予定。

富取研究室

マテリアルサイエンス研究科棟 1棟 6F

TEL 0761-51-1501

FAX 0761-51-1149

E-mail: tomitori@jaist.ac.jp http://www.jaist.ac.jp/ms/labs/kkk/Tlab/Tlab_home-j.html



国立大学法人 北陸先端科学技術大学院大学

〒923-1292

石川県能美市旭台1丁目1番地

<http://www.jaist.ac.jp>

お問合せ

広報係

TEL 0761-51-1031

FAX 0761-51-1025

E-mail: kouhou@jaist.ac.jp