

「観る」を極める

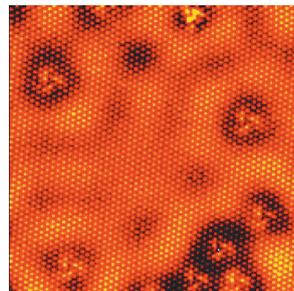
16世紀までさかのぼる顕微鏡の歴史は、17世紀のフックやレーウェンフックによる微生物の観察から、2014年ノーベル化学賞の超解像蛍光顕微鏡へとつながっている。限外顕微鏡（1925年）、位相差顕微鏡（1953年）、ホログラフィ顕微鏡（1971年）、結晶電子顕微鏡（1982年）、透過電子顕微鏡および走査トンネル顕微鏡（1986年）と、いく度となくノーベル賞の対象となってきた。

光や電子を試料に照射して、そこからの透過・散乱波をレンズで拡大して結像する従来型顕微鏡と違い、ビニッヒとローラーらによって発明された走査トンネル顕微鏡（STM）は、レンズを使わずに原子分解能が得られるもので、人々を驚かせる画期的な発明であった。鋭くとがった金属針（探針）を試料物質の表面から百万分の1ミリ程度まで近づけ、両者に電圧を印加したときに流れるトンネル電流を測定しながら、探針を横方向に走査する。トンネル電流の変化として、個々の原子がパチンコ玉のように明瞭に観察できる。江崎玲於奈らが実証したトンネル効果がこのような形で顕微鏡に利用されるとは、当時誰が予想したか。

その後、探針と試料表面との間に働く微弱な力など、さまざまな信号を利用する顕微鏡が考案され、「走査プロ-

ブ顕微鏡」と総称されている。不導体の原子像やDNAなど個々の分子の引っ張り強度の測定、磁区構造、磁束、表面電位、誘電率などを高い空間分解能で観測できる。さらに、パルスレーザーと組み合わせることでフェムト秒の時間分解能までもあわせもち、種々のダイナミクスの測定も可能となってきた。

このような研究の流れは、静的な構造からダイナミクス観察へ、そしてデバイス動作や化学反応、生体機能発現の最中の観察（「オペランド観察」と総称される）へと力点が移りつつある。そのためには、実環境下での観察と特性測定が要求される。形や構造を観察するだけでなく、機能や特性を観察する顕微鏡、原子・分子レベルでなにが起きているのか「実況中継」する顕微鏡ができるのではないかと予想される。



結晶表面での原子の並びと電子定在波が同時に見えるSTM像（長谷川幸雄氏提供）。