

# 超高解像度の光学顕微鏡を開発 “多元物質顕微鏡”の素晴らしき世界

多元物質科学研究所 附属先端計測開発センター  
教授

## 山本 正樹

Masaki Yamamoto

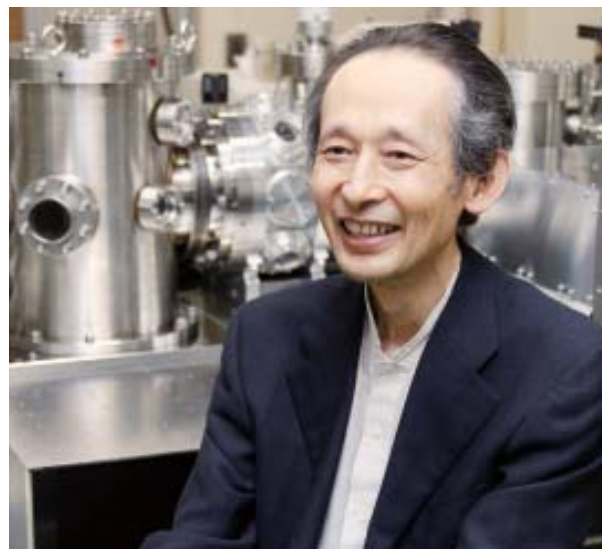
1947年生まれ。1974年、学習院大学大学院自然科学研究科博士課程単位取得退学。理学博士(学習院大学) 1975年、英国ヨーク大学理学部リサーチフェロー。1979年、学習院大学理学部助手。1981年、東北大学科学計測研究所助手。1998年、同教授。2001年、改組により東北大学多元物質科学研究所教授。

東北大学多元物質科学研究所の山本正樹教授らは、軟X線を利用した超高解像度の光学顕微鏡多元物質顕微鏡を開発した。正式には、「透過型X線多層膜ミラー顕微鏡TXM<sup>3</sup>」という。これは、世界的に見ても他では成しえない開発研究である。

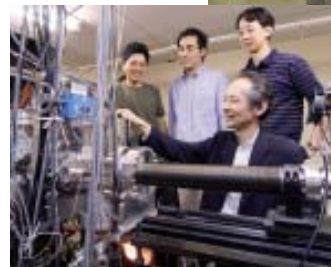
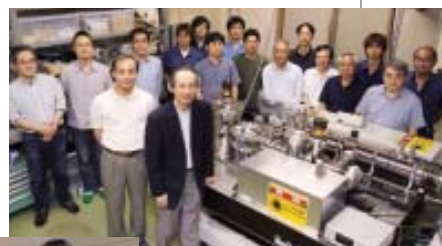
では、何が“世界的”なのか。通常、1万分の1ミリほどの小さな物質や生体細胞を観察する場合、電子顕微鏡を使う。しかし、水が邪魔をするため対象を乾燥させなければならず、生きたままの観察はできなかった。テレビで風邪のウイルスの写真などをよく見るが、あれはウイルスの死骸なのだ。つまり、生きた細胞のある瞬間の活動を固定して捉え、多元物質を調べるのに力を発揮する顕微鏡と言える。もっと具体的に言えばがん細胞の活動の様子など、医学分野・バイオテクノロジーなどの分野での応用が期待できるという。

光を使う光学顕微鏡で見える大きさは、光の波長とほぼ同じ。人間の目に見える可視光では、2000分の1ミリほどが限界だ。山本教授は、光源として紫外線よりもさらに波長の短い「軟X線」に注目。空気に吸収される性質を持つため安全とされる軟X線は、レンズも通らず屈折もしないので、普通の顕微鏡のガラスレンズや鏡が使えない。そこで、モリブデンとシリコンを交互に何層も塗り重ねた反射鏡を作製。併せて正確に像を結ぶよう原子の大きさの100分の1の精度で層の厚みを制御する装置も開発。その結果、1万分の1ミリの解像度で1ショット撮像を世界で初めて実現した。現在はさらに3倍の精度アップに取り組む。軟X線は、光と同じく電気や磁気の影響を受けないので、ナノテクノロジー（超微細技術）分野、未踏領域での活躍も見込まれる。

世界最高性能の光学顕微鏡は、これからの顕微鏡の使い方を変えてしまうほどインパクト大である。

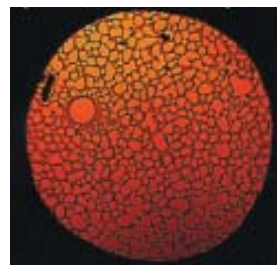


山本正樹教授、柳原美広教授の両研究室グループ、技術室グループのスタッフたち。独自設計の本体や精密な部品も附属の機械工場やガラス器械工場で製造した。



「特殊多層膜成膜装置」。鏡の曲面に塗るモリブデンとシリコンはムラが生じると画像がゆがむ。0.1nmで鏡面を整える。

TXM<sup>3</sup>による世界初の高分子マイクログリッドの1ショット撮像例。直径は0.1mm。視野0.2mmを100mm解像で一括撮像できる。軽元素でできている高分子は電子に透明であり、顕微鏡飼料の支持メッシュとして使われる。



手元においてよく眺めているというプリズムから、偏光による3D形状計測法を着想、その実用化をめざしている。新技術を応用すると、光ディスク容量の9倍の情報を記録できるという。「原理原則を捉え、広く興味を持って、発想を固定化しないこと。新しいことを思いつくことが非常に楽しくて、研究を続けているようなものです」。

[http://www.tagen.tohoku.ac.jp/labo/m\\_yamamoto/indexTok.htm](http://www.tagen.tohoku.ac.jp/labo/m_yamamoto/indexTok.htm)