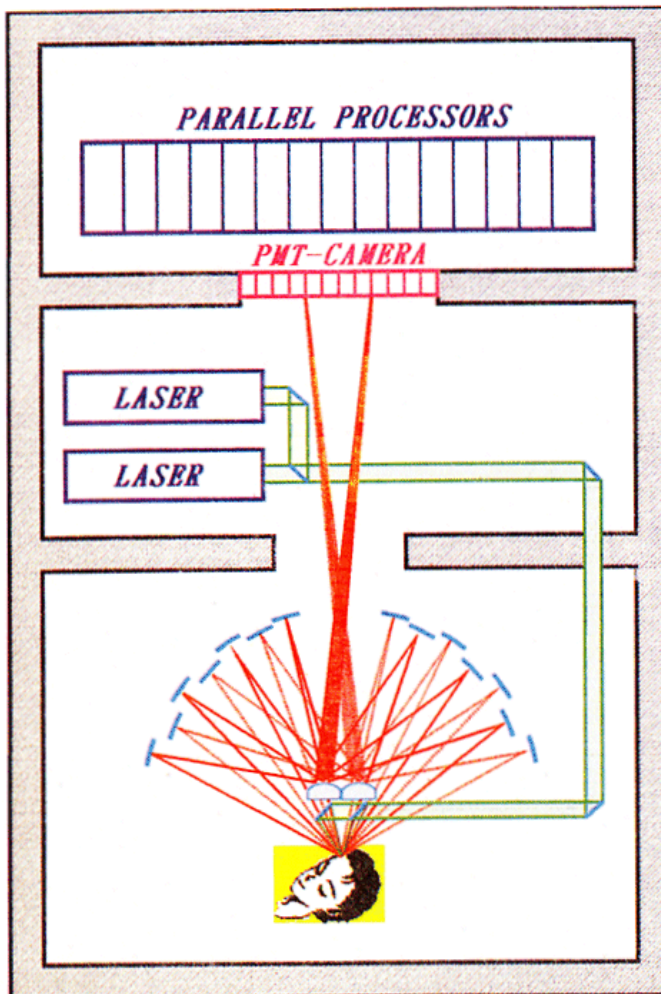


てがみ

顕微鏡ビルディングの夢

木下一彦

ビルディングがそのまま顕微鏡になっているような巨大な顕微鏡，たとえば下図に示すように一階に試料台があり，高い天井をいっぱいに使って光を集め，何階か上に光センサーがずらっと並んでいてコンピューター群に直結しているといった代物，を作りたいのです。何を馬鹿な，と自分でも思いかねないのですが，夢の中でいいから少しずつ組み立てていこうと考えています。



顕微鏡は今ルネッサンス

生命科学の分野での最近の光学顕微鏡技術の発展は，まさに目を見張るばかりです。細胞の形態を見る道具だった顕微鏡が，今や分子の振る舞いを見，さらに分子をいじる道具として脚光を浴びつつあります。生きた細胞の中で特定の分子やイオンがいつどこでどう動き何をするのか，あるいは細胞から取り出した一個一個の「分子機械」がどのように働くのか，動画として目の当たりにすることが出来るようになってきました。工夫次第で，動きや距離を測るときの分解能は実に原子の大きさ以下，また時間分解能も百万分の1秒が達成されています。見るだけでなく，「光ピンセット」で細胞をこわさずに中身をつまんだり，分子機械一個の出すたった百億分の1グラム相当の力を測ることも出来ます。

ルネッサンスはまだ始まったばかりです。細胞劇場での分子劇を理解するには，舞台全体をしっかりと視野に入れつつ，複数のスポットライトを自在に当て，必要部分にはズームインし，脇役の動きも見逃さず，など多くの要求を充たす顕微鏡を作っていかななくてはなりません。顕微鏡屋さんの腕のふるい時です。

どうして巨大顕微鏡？

細胞を越えて，組織さらに個体といった大舞台で分子がどう振る舞うかまで見てみたい，たとえば脳を覗いてみたい，というのが巨大顕微鏡の目的の一つです。しかし，本当のねらいは少々違います。

現在の顕微鏡は完成されすぎていて，新しい機能を加えるのがなかなか厄介です。上記のルネッサンスも，高感度ビデオカメラやプローブ(色素)の開発など，顕微鏡本体の外での発展によるとこ

ろが大きいのです。せっかくの新手法も、いくつか一台の顕微鏡に組み込もうとすると、たちまち障害にぶつかります。

このさい、既製の顕微鏡の概念を一度取り払って見たらどうでしょう。たとえば光源からコンデンサー、試料、対物レンズ、撮像用カメラと一本の線でたどれる現在の構成を、何本にも分割して、異なる画像情報の同時収集、並列処理を試みるといったことは考えられないでしょうか。もっと極端に、レンズ一枚を何十万個にも分割したりしてみたならどんなものでしょう。

こんなことを考える上で、いくら夢の中とはいえ、ふつうの顕微鏡のサイズに収めようとする、実現可能なイメージがなかなか湧きません。しかし巨大顕微鏡でよければ、サイズとサイフの制約から解放してもらえるなら、既存の技術の範囲内でもかなり自由にプランを練れそうな気がするのです。

並列処理、インテリジェント部品

夢の見始めは、顕微鏡でなくビデオカメラに対する不満でした。ビデオカメラは走査線に沿って順に画像を読み込んでいきます。これがまだるっこしい。どうして一度に並列読み出しをしないのでしょうか。コンピュータでさえ並列処理を目指す時代、どこか並列読み出しした画像情報の処理こそ、並列コンピュータがもっとも得意とする仕事のはずです。

ついでに、真空管世代の生き残りとしては、総合性能においてホトマル（光電子増倍管）にまさる光検出器はまだないと思っています。ホトマルを何十万本並べてカメラにしてみたい。天井にぎっしりならればよいというわけです。並列読み出しの配線も簡単だし、一本一本感度や応答の制御もできるし、波長特性も変えられます。目の中の網膜によく似た、もしかしたらより優れた、インテリジェントな撮像システムが出来そうです。

レンズだってバラバラに切り刻んで、ついでに各破片に駆動装置をつけて見たらどうでしょう。形状の変わり得るインテリジェントレンズです。いくつかおきにずらして立体視を試みるとか、倍

率の異なる像を同時に見るとか、あるいは振動させてみるとか。

もう一步進めて、とんぼに習って複眼にしてみます。試料を複眼ですっかり囲んでしまってもいい。さすがにホトマルカメラとはいきませんから、何十万個の複眼の後ろにそれぞれビデオカメラ。各眼の分解能は落ちるでしょうが、総合的な画像処理で取り戻せそうな気がします。複眼の使い方は、それこそいくらでもあるでしょう。

さらに光源も何種類も並列に、いろいろな方向から、とかホログラフィーを使ったら、とか切りがありません。

画になっていない餅

顕微鏡ビルディングが出来たとしても、大きすぎて実用にはとても向きません。ナノテクノロジーによる軽薄短小化を待つ前に、可能性を実証するための、一里塚です。と言ってしまうとサイフのほうにゆるみそうもなく、私もまだ餅をきちんと画にする段階にすら至っておりません。前頁の図が陳腐なことの言い訳ですが、どなたか一緒に枕を並べて夢を広げてくださるなら大歓迎です。

参考文献

宝谷紘一・木下一彦 編：「限界を越える生物顕微鏡一見えないものを見る」, 学会出版センター (1991)

きのした かずひこ

1946年 愛知県豊川市生まれ。1969年東京大学理学部 物理学科卒。同大学院を経て米国ジョンズホプキンス大学に留学、1978年より理化学研究所 生物物理研究室研究員。1989年より慶應義塾大学理工学部物理学科教授。専門は生物物理学で、今は顕微鏡の中で細胞や分子を覗いたりいじったりすることに凝っている。

趣味はスキー、マンガ、嫌み・皮肉など。

