

工学研究科応用物理学専攻 光計測制御工学領域



研究室紹介

河田 聡*

1. 分子を一つずつ光で見る顕微鏡を作りたい

1995年、大学院重点化に伴い応用物理学科は、他の4学科とともに学部においては応用自然科学学科となり、応用物理学第4講座は物理工学講座の中で表記のような領域を名乗ることになった。

光計測制御の中で、私たちが今熱中しているのは、光の波長よりも2~4桁も小さなスケール空間に光の場を閉じこめることである。これが実現できれば、分子を一つずつ見る光学顕微鏡ができる。すでに5nm程度の空間分解能が、

私たちの手作りの装置で得られるようになっていく。このような顕微鏡はニアフィールド走査光学顕微鏡(NSOM)と呼ばれる。この技術を用いて、分子スケールの光加工や光制御も目指している。物理の常識であった光の回折限界を

LaSIE :
Advanced Optics Laboratory

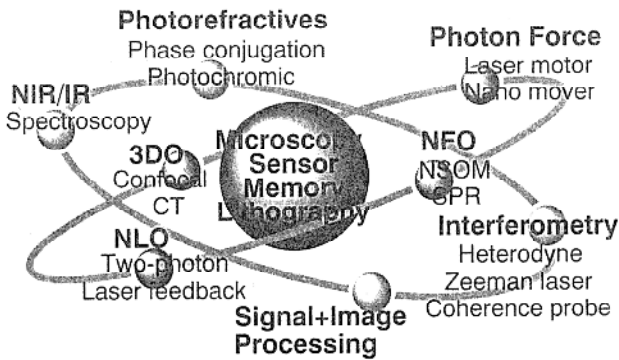


図1 研究室のテーマにおけるフィジックスとエンジニアリング。

*Satoshi KAWATA
1951年10月1日生
1974年大阪大学工学部応用物理学科卒業
1979年同大学院博士課程修了
現在、大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻教授、工学博士、光学、分光学、計測工学
TEL 06-879-7845
FAX 06-879-2004
E-Mail kawata@ap.eng.osaka-u.ac.jp

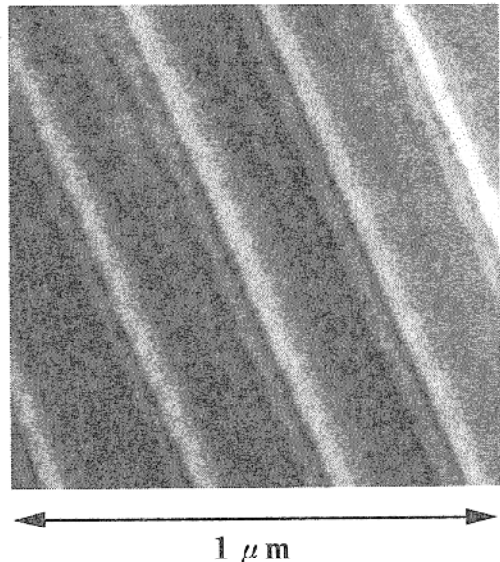


図2 ニアフィールド顕微鏡が見たナノメートルの世界。使った波長(670nm)の10分の1の解像力が得られている。

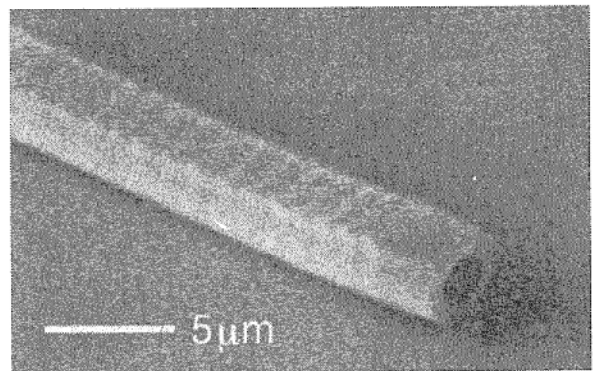


図3 2光子吸収顕微鏡で作成した1.8 μmの内径を持つチューブ。

超えて、物質を光で計測したり制御するのである¹⁾。

この顕微鏡の物理を支配するのは、虚数の運動量と虚数の波数を持つエバネッセントフォトンである。エバネッセント場は、光導波路や超微細構造によってその光学的ニアフィールドにおいて形成される。メゾスコピックスケールの物質科学と、そのスケールが丁度対応する。

ニアフィールド光学(あるいは表面光学)とともに、もうひとつの研究室のメインテーマは3次元光学である。非線形な光学系であるコンフォーカル顕微鏡や、2光子顕微鏡、位相共役顕微鏡など、3次元顕微鏡の研究とともに²⁾、3次元光メモリや3次元フォトリソグラフィ、3次元フォトン力学(レーザートラッピング)などの研究も積極的に行っている³⁾。そこではフォトリフラクティブ結晶やフォトクロミック材料、フォトポリマーなどの機能性光材料が用いられる。

2. 顕微鏡と分光器の研究室史

私たちの研究室は、一昨年までは応用物理学第4講座(計測学講座)であった。藤田茂教授が創設し、その後、南茂夫教授が分光学および光学を基礎にした科学計測学を、この研究室において確立された。

1993年に河田聡が教授に昇任し、96年に中村収が助教授に着任したが、南教授の「ものづくりを大切に作るエンジニアリング」を踏襲しつつ、機器(Instumentation)と組み立て(Assembling)の時代からデバイスとファブリケーションの時代へ、あるいは小型・コンパクトの時代からマイクロ・ナノの時代へ転換を進めている。そうはいっても、いまなお、顕微鏡と分光器を日本でリーディングする研究室でもある。

コンピュータの普及により、だれでもがデータ処理・画像処理をできる時代になり、以前のようにデータ処理や画像処理を研究テーマとして取り上げることは、少なくなったが⁴⁾、先に述べたニアフィールド光学のような非線形フィールドバック機構を有する物理のデータ解析(逆問題)には、興味を持ち続けている⁵⁾。近赤外分

光は、より実用的な研究が進んでいる⁶⁾。

3. 学際と国際と産学の中での自己形成

55年体制が崩壊して、旧来のシステムに生きる人達には厳しい時代が訪れる。応用物理学や応用自然科学の定義を議論することよりも、しばらくは学問分野にとらわれることなく、どん欲に興味を広げていこうと思う。応用自然科学は、そんなチャレンジ精神によく合うのではないか。電気や機械、材料工学などとの壁も低くなればよい。昨年の「生産と技術」には微小機械についての研究を紹介させていただいたが、マイクロマシンも私たちの興味の一つである⁷⁾。ニアフィールド光学や3次元光学において私たちが扱う世界では、測定することによって試料の状態が壊れたり光源が変動する。これは、カオスや複雑系の数理科学の範疇であろう⁸⁾。

このような学際的研究環境を支援するのは、異なる経験と文化を持つ人の集まり(社会)である。幸い、昨年はドイツ、イギリス、スイス、デンマークからそれぞれポスドク・客員研究員が、イギリス、オーストラリア、フィリピンからは客員教授が研究室に滞在した。一方、研究室からは川田善正助手がAT&T Bell研に9ヵ月、井上康志博士研究員(ポスドク)と加野裕博士研究員はIBM Zurich研究所とFinlandのTurku大学にそれぞれ半年、滞在した。重岡利孝助手をはじめ、企業の研究所などを経て研究室に戻った連中も多く、年齢と性別、国籍の多彩化を積極的に進めている。

このカオスの中から新しいサイエンスとエンジニアリングが生まれてくるよう、努力を続けたい。関係者のますますのご支援をお願いいたします。

最近の著作物から

- 1) 河田 聡, 「ニアフィールド・ナノ光学」パリティ, pp.23-29, (1997年5月号)
- 2) 河田 聡編著, 「新しい光学顕微鏡: 第1巻」(学際企画, 1995)
- 3) 河田 聡, 桑野幸徳編著, 「光が作るマルチメディア新時代」(三田出版会, 1996)
- 4) 南 茂夫, 河田 聡編著, 「科学計測のた

- めの画像処理」(CQ出版, 1994)
- 5) 河田 聡, 「ニアフィールド光学における逆問題」数理科学, pp.64-69 (1997年1月号)
- 6) 尾崎幸洋, 河田 聡編著, 「近赤外分光法」(学会出版センター, 1996)
- 7) 河田 聡, 「ニアフィールドフォトン力学」生産と技術, pp.15-20 (1996年1月号)

