

重点研究「ニアフィールドナノ光学」と 「フォトニック生体情報計測制御」プロジェクト



河田 聡*

Mombusho Project on “Near-field Nano-optics” and JSPS Project on “Photonic Bio-medical Sensing & Control”

Key Words : near-field optics, photonic sensing and control

今年の夏は、初めてオーストラリアの地を訪れ、1ヶ月シドニー大学に滞在している。そして、この原稿はシドニー大学から電子メールで日本語で日本に送っている。こんなことが簡単にできてしまうと、日常から逃れて研究に没頭することもできなくなる。今回は、私の関わるプロジェクトについて紹介するよう執筆依頼を受けた。「夢はバラ色」というコラムだそうだ。去年の「生産と技術」では、私の描く微小機械の夢を図にした¹⁾。今年の「生産と技術」では、研究室を紹介させていただいた²⁾。今回は、どんな「夢」を描けば良いのでしょうか？

夢はバラ色

大学受験の時、阪大は自宅から20分の距離だったので、下宿代も交通費も要らない阪大を受けた。本当はもっと遠く、東京に行きたいと

「夢」見た。大学に入ったら東京への憧れは消えて、今度はアメリカへ行きたくなくなった。この夢は現実し、大学院を終えてアメリカに職を得た。アメリカのスケールの大きさと合理性には心底感激した。その後、アメリカには何度も戻ったけれど、もうかつての感激はなく、その次にはヨーロッパに憧れを持ち始めた。3年前、初めてヨーロッパを訪れることができ、イギリスに一夏暮らした。ヨーロッパの歴史の深さには、また感激した。

最近では、外国のあちらこちらへ行っても、その分野では私をよく知ってくれていて、親切にしてもらえる。以前のように、知らない世界でひとり不安になったり虚勢を張ったりすることがなくなってしまった。それだけ異邦での感激も少なくなった。そうすると、もっと大きな「夢」を探したくなる。昨日は、Mars Finderが火星に着いた。火星に行きたいと、そのうち真剣に思うようになるかもしれない。

研究では、画像処理から始まり、医用工学、赤外分光、光計測、顕微鏡と、次々分野を変えて、夢を追い求めた。もっと一つのことを全うする方がいいと、忠告してくれる人もいたけれど、夢が実現してしまったら、もう夢ではなく続ける気がしない。だからといって、実現する気のないことを夢見る気にはならない。

夢を追い求める気持ちがあれば、新しい分野を開拓することができる。10年ほどの間、位相共役光を発生するフォトリフレクティブ結晶

* Satoshi KAWATA
1951年10月1日生
1974年大阪大学工学部卒業
1979年大阪大学大学院工学研究科
博士課程応用物理学卒業
現在、大阪大学大学院工学研究科、
応用物理学専攻、教授、文部省科
研費・重点領域研究「ニアフィー
ルドナノ光学」代表、学振未来開
拓研究推進事業「フォトニック生
体情報計測制御」プロジェクトリ
ーダー、工学博士、光学、分光学
TEL 06-879-7845
FAX 06-879-7876
E-Mail kawata@ap.eng.
osaka-u.ac.jp



と3次元顕微鏡光学のふたつのテーマを独立にやってきたが、共に大きなブレイクスルーを得られないと感じていた頃、フォトリフラクティブ結晶を用いた3次元光メモリを思いついた。同様に長年、表面プラズモンの研究とレーザー走査顕微鏡の研究を独立にやっていたところ、両方の原理を融合させたアイデアとしてニアフィールド顕微鏡に到達した。今は、キロワットの近赤外のパルス光源を用いた2光子吸収顕微鏡とフォトリソグラフィのコンビネーションから、新しいサイエンス&エンジニアリングが生まれることを夢見ている。ふたつの異なる個性から別の個性の子供が生まれてくるように、フュージョン(融合)が次世代(未来)を産む。でも、子どもを作って育てるのも、たくさんになるとそのうち慣れてしまう。もっと大きな「バラ色の夢」を探したい。

科研費・重点研究「ニアフィールド・ナノ光学」

というわけで、なかなか簡単には実現しそうでない大きな夢を探すことにした。そのひとつが、ニアフィールド光学という研究分野である。光の波長よりも十分狭い領域に光を閉じこめて物質との相互作用を見よう、というテーマである。500nmの波長の光を使って5nmの分解能の画像を得たい、と夢見た。10年ぐらい研究しているうちに、これもだんだん実現してきつつあるが³⁾、本当はまだ奥が深く、これからが正念場である。もっとたっぷりと熟睡して、もっともっと大きな夢が見たい。

一人の夢だけでは小さいなら、たくさんの人に集まってもらって、それぞれに夢を見ればよいかもしれない。というわけで、今年度から文部省の科学研究助成費の重点領域研究として、「ニアフィールド・ナノ光学」を発足させた。小さなグループだけど、学際的に異分野の人が集まってくださった。互いの夢を語り合おうと、応用物理、電子工学、機械工学、生物物理、有機化学などの人たちに呼びかけて始まった。いざ始まると、予想をはるかに越えるたくさんの人たちが参画して下さることになった。総勢50人ぐらいの集まりである。もっともっと多くの方にも興味を持っていただいたのだが、

表1 文部省重点領域研究「ニアフィールド・ナノ光学」プロジェクトで目指すもの

- ナノメータ・スケールにフォトン閉じ込める
- ↓
- ① 超高分解・光学顕微鏡・センサ=生きたまま、大気中、水中で観察
 - ② 分子1つ1つを、個々に光化学反応・制御、分光分析
 - ③ 1つの生体分子の動きを制御・観察、微細構造の情報を得る
 - ④ 量子デバイスの微小ナノ領域からの発光のスペクトロスコピー
 - ⑤ 超高密度光メモリ・フォトリソグラフィ
 - ⑥ ナノスケールのレーザー・マイクロマシンの実現
- ↓
- ニアフィールド・ナノ光学
- ↓
- ⑦ 物質系との強い相互作用を組み込んだ新しいニアフィールド光学理論の構築

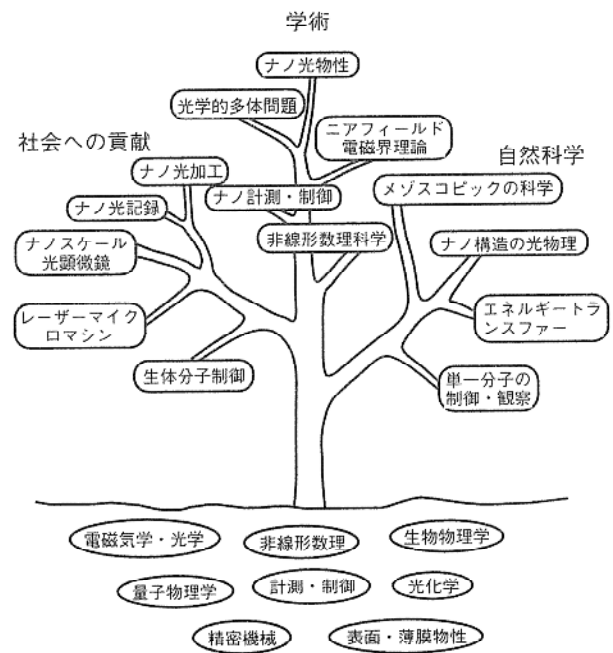


図1 ニアフィールド・ナノ光学の木

公募研究は一般C(現在の基盤C)並みの採択率(20%)とのことで、残念ながら参加いただけない方々が大多数になってしまった。とても残念に思っている。

意図的ではないのだけれど、阪大からの参画者が相対的に多い。阪大には、夢を見る人が多いのだろうか？あるいは、現実に充たされていない人が多いのだろうか？表1に、私

たちの夢、めざす目標をまとめた。図1には、ニアフィールド・ナノ光学の基礎を支える学問とその波及が期待される自然科学・産業及び学術分野を示した。

未来開拓研究推進事業「フォトニック生体情報計測制御」プロジェクト

ところで、最近では、科学基本法のせい(おかげ?)で、「明日までに夢を見なさい」とか「今ここで夢を見て、それをすぐに申請書を書きなさい」といったような、研究の予算申請を求められることが多くなってきた。そんな無理な!と思いつつも、お金がほしいから準備をする。金額は科研費よりずーっといいが、そんなに都合良く夢なんて見れない。無理矢理の計画は、後が心配になり、夜毎「悪夢」を見てしまう。夢はバラ色がいい。

表2 「フォトニック生体情報計測制御」プロジェクトの5つのテーマ

「フォトニック生体情報計測制御」プロジェクト
研究テーマ:

- 1) エネルギーリモート供給型マイクロセンサ・マシンの開発
- 2) 多光子吸収レーザーを用いた組織・器官の非手術的リモート・センシングとリモート・イメージング
- 3) 表面プラズモンポラリトンセンサと光導波路を用いた極微量な分子の選択的モニタリング
- 4) フォトン力学的血管内ドラッグ・デリバリーシステムの開発
- 5) フォトニック生体計測制御における非線形複雑系の逆問題

私も今年から、学振の未来開拓研究推進事業のひとつとして、「フォトニック生体情報計測制御」プロジェクトを始めることになった。生体の光計測は、これまでにたくさんの研究者によって研究がなされているが、調べてみると、応用物理の立場において感銘を受けるものはあまり多くない。本気で実用化するつもりなのだろうかと思われるような研究テーマや、あるいは実用化のためだけの研究テーマもある。このプロジェクトでは、私は「重点」的ではなく、まさに「未来開拓」的に冒険をしたいと思って

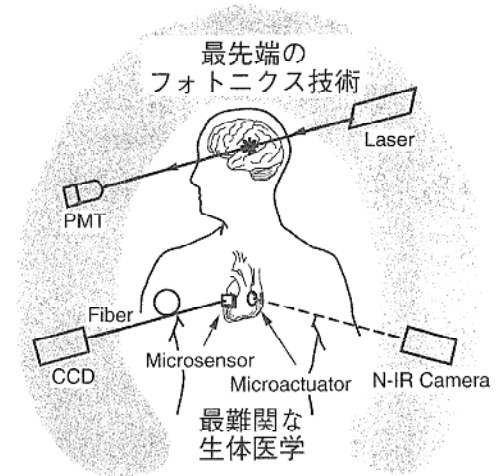


図2 最先端フォトニクスで生体情報を計測制御する

いる。既に行われてきている研究はやらずに、今までだれも試みていないことを始めたい。

表1に、私たちのめざす未来の開拓テーマの例を示す。図2に示すように、超短パルスの近赤外レーザーや光ファイバーなど、光通信・光記録・光加工で用いられる最先端のフォトニクス技術を用いて、組織から細胞レベルに至るスケールにおける生体情報の計測制御の解決に取り組みたい。たとえば、体内のマイクロセンサやマイクロマシンに遠隔的に電磁波によって、エネルギーを輸送したり通信・制御を行うことや、組織・器官レベルでの非手術的リモートセンシングやリモートイメージングを検討している。始めてみて、かなりのブレークスルーが必要なことを痛感している。

これらのプロジェクトが成果を出せないという「悪夢」を見る夜もある。でも、夢はあくまで夢。「正夢」を追いかけようと思っている。

ここで述べた研究内容に関して、バラ色の夢やアイデアをお持ちであったり一緒に研究をしようと思って下さる方がおられたら、参画を歓迎します。連絡は電子メールにて、ニアフィールド光学関係は nfno@ap.eng.osaka-u.ac.jp、生体計測制御関係は mirai@ap.eng.osaka-u.ac.jp です。また、研究室のホームページは、<http://lasie.ap.eng.osaka-u.ac.jp>。一緒にバラ色の夢を見ませんか。

シドニー大学物理学部にて、1997年8月。

参 考 文 献

- 1) 河田 聡, “ニアフィールドフォトン力学
—光導波路の上を走る微小機械”, 生産と
技術, Vol.48, No.1, 15-20(1996).
- 2) 河田 聡, “研究室紹介”, 生産と技術,
Vol.49, No.2, 30-32(1997).
- 3) 河田 聡, “近接場ナノ光学: 波長の壁を
越えた新しい光技術”, パリティ, Vol.12,
No.5, 23-29(1997)

