

INTERVIEW

ナノ技術が通信に新たな可能性を拓く



大友 明 (おおとも あきら)

未来ICT研究所
ナノICT研究室 室長

大学院修了後、1996年、郵政省通信総合研究所（現NICT）に入所。分子フォトンクスやナノフォトンクスを光制御技術に応用する研究などに従事。2011年より現職。Ph.D.

我々の社会生活にとって必要不可欠な存在となった情報通信ネットワーク。しかし、ますます進む高速化と大容量化は、看過できないまでにシステムの消費電力量や発熱量の増大を招き、新たな技術的ブレークスルーが切実に求められる事態となっている。こうした課題に対する有望な回答と考えられるのが、ナノ技術を駆使した材料やデバイスの登場である。その先端の研究について、未来ICT研究所 ナノICT研究室の大友明室長にお話を伺った。

■情報通信におけるナノ技術とは

——「ナノ技術」という言葉は、注目の先端技術としてよく耳にしますが、「とても微細な世界の話」という以上になかなかイメージが掴みづらいところがあります。そしてまた、それはどのように情報通信技術に関わってくるものなのでしょうか。

大友 確かに一言で「ナノスケール」と言っても、なかなかピンと来ないかもしれません。ナノメートルとは10億分の1メートルの単位ですが、1/10ナノメートルが原子の世界、数ナノメートルが分子の世界といえ、どれくらい微細であるか分かってもらえるでしょうか。

ナノICT研究室は、そうしたナノスケールの材料技術、加工技術を情報通信の分野に活かし、既存の技術の延長では達成できない、革新的なICTハードウェアに繋がる研究開発を手掛けています。ナノ技術により、従来よりもはるかに高機能・高効率で、しかも小型化されたデバイスの可能性が開けてきます。ますます大規模化するネットワーク・インフラにおいて、これは大きなメリットとなります。

■革新的ハードウェアを産む2つの分野

——具体的には、どのような研究が行われているのですか。

大友 大きく分けて、2つの研究テーマを手掛けています。

1つは、有機材料の分野です。有機材料は、分子内の π 共役電子が光の電磁場と共鳴するため、無機材料に比べ高速で高効率の光応答性を持ちます。ただし、その機能は分子構造や配列で変化するため、数ナノの分子レベルで設計・制御・合成する必要があります（図1）。この分野を担当するのが、有機ナノデバイス研究グループです。

もう1つは超伝導材料です。ご存知のように、超伝導とはある物質がある温度以下



図1 新規有機分子材料の合成

になると電気抵抗が0になる現象ですが、その完全導電性、磁束量子化などのユニークな特性を利用したデバイス開発に大きな可能性があります。この超伝導デバイス開発においては、10ナノメートル程度の厚みで原子を積み上げ、薄膜を生成させるといった微細な加工・成膜の技術が必要とされます。この分野は、超伝導デバイスグループが担当しています。

■実用化される成果

——すでにこちらでの研究開発のなかで、実用の段階に入っているもの、それに近づいている技術があれば教えてください。

大友 特に実用に向けて実を結びつつある

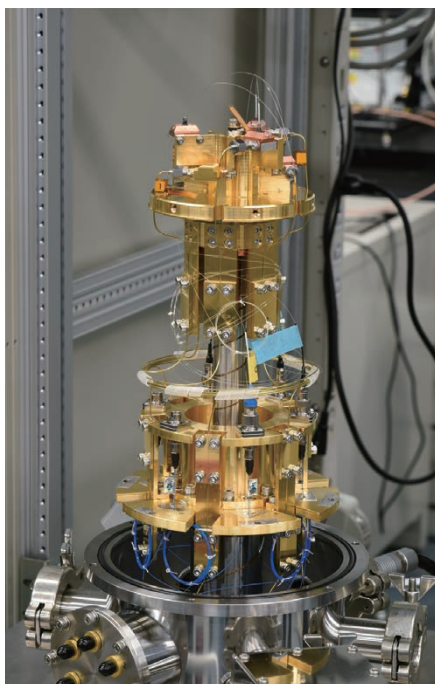


図2 超伝導ナノワイヤ単一光子検出システムの内部

ものとして、超伝導デバイスの研究における窒化ニオブ (NbN) 薄膜形成技術、ナノワイヤ作製技術などをもとに開発された超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (SSPD) (図2) があげられると思います。これは現在広く利用されているアバランシェフォトダイオード (APD) よりもさらに高性能な光子検出器で、情報通信分野では、量子暗号通信システムにおいてキーデバイスの1つになりつつあります。

SSPDは、情報通信以外の分野にも大きな波及効果を持つことが期待されています。蛍光顕微鏡やレーザー測距技術などの分野でも、今まで半導体で構築されてきたものをSSPDで代替することにより、格段の性能向上、高速化が図れるのではと考えられます。

また、有機電気光学 (EO) ポリマーも、実用性の向上が図られています。情報通信技術の基盤を担うようになった光通信には光変調器などさまざまなコンポーネントが必要です。効率がよい有機材料を使うことで、省エネルギー化、高速化を図ることができます。既に100GHzを超える変調を実現しています。

従来、有機材料は無機材料に比べ「環境に弱い」がデメリットとされてきました。これに対し、熱に強いEOポリマーの開発や、周囲の酸素や水から保護するため、表面を無機材料の原子の層で覆って保護し、実用性を高める技術も開発しています。

また、現在NICT全体でテラヘルツ (THz) の研究を推進していますが、これにも有機材料分野が大きく関わってきます。一般に変調器を動かすギガヘルツ (GHz) 帯より周波数が高くなりますが、相互作用は基本的に同じ。そこで超高速光変調用に我々が作った材料やデバイスを使えば、従来より

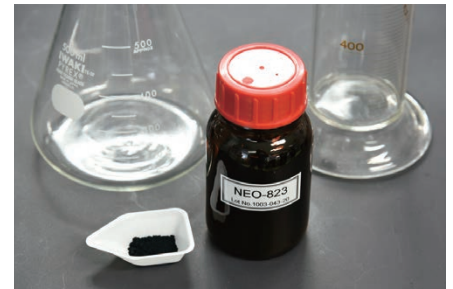


図3 試薬として提供予定の高性能有機EO材料

も高効率でコンパクトなTHz発生器が実現できるのです。これも現在、精力的に取り組んでいるテーマです。

■「材料からデバイスまで」の体制に強み

——今後も興味深い成果が数多く生まれてきそうですね。特にこの研究室における研究体制の特長、強みなどはありますか。

大友 一般に、材料の研究は材料、デバイスはデバイスとそれぞれ専門が分かれています。なかなかうまく連携が取れないことが多いのです。しかし、我々ナノICT研究室では、材料の合成も自ら行いますし、測定技術、設計やデバイス開発まで、一貫して行っています。したがって、デバイス開発においても材料の特性をよく理解して作ることができ、何か課題に突き当たった時も、原理的な部分まで立ち戻ってアイデアを出し、解決を図ることができます。共同研究の話も数多く来ていますし、研究開発の裾野を広げるため、その有効性を評価してもらうための試薬として提供を開始する予定です (図3)。

もちろん、我々の手掛けているものに最初からマーケットのあるものは少なく、課題も多いのですが、今後の情報通信技術を考える上で、必要性は非常に高い。責任は重大だと考えています。