

Vol.0の研究室より

電子物理工学科

末松・古屋研究室のそれから



本誌 Vol.0 の末松・古屋研究室の記事

光通信の特長は伝達距離が長いこと、速いこと、そして多量の情報を送れることであろう。近年では光通信が情報伝達媒体の主流となりつつあるが、その光通信が研究対象となったのはほんの30年前のこと。勿論そのころは、信号の発光源にしても導線にしても実用とはほど遠いものであった。レーザーや光ファイバを用いる方法はあったのだが、光のエネルギー損失が大きい、などという問題があった。その様な状況で、将来情報化社会の到来とともに光の通信が必要になると確信しておられたのが、東工大工学部電子物理工学科の末松先生（現在名誉教授）である。その当時まだ何もない分野で、未開の地を自分で道を作るような状況で歩んでこられた。光のエネルギー損失は、光ファイバの材質の純度や光の波長により変

化する。光ファイバの材質の純度は高いことに超したことはないが、光波長は最もエネルギー損失の少ない値というものがある。しかも材質の純度の高さによって、エネルギー損失の少ない値は変わる。ファイバの質があまり良くなかった時代は $0.85 \mu m$ という値が支配的だった。だが、末松・古屋研では $1.55 \mu m$ の波長が、ファイバの純度向上に伴って主流になることを見通して研究されてきた。また、発光源としてのレーザーも、状態の変化によらない単一の波長の光を発振できる単一モードレーザーを世界で初めて開発している。12年前に LANDFALL が取材した頃、末松・古屋研究室は既に光通信の最先端を走っていた。そしてここ12年のうちに、情報伝達手段は光通信が主流となった。その発展に数多くの貢献をした末松・古屋研だが、それら光通信研究はしっかりと他の研究室に受け継がれている。現在、古屋・宮本研では別の研究に取り組んでおられる。それは新原理のトランジスタを開発することである。現在の集積回路はどんどん小さくなっているが、このままの手法では限界がある。古屋先生は、電子の波の性質を利用してトランジスタを造ることができないかと考えている。光通信の研究とは違うが、現代社会の情報の殺到をさばくのに努力していらっしゃるのは間違いない。

今回、創刊準備号で取材した末松・古屋研の古屋先生に再び御協力をいただいた。

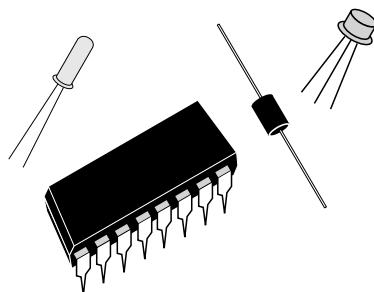
新たなる研究テーマ

現在の研究テーマはこの当時とは違うということですが、現在の研究テーマをお聞かせ下さい。また、そのテーマに興味を持ったのは理由は何ですか？

一言で言うと、電子に秘められた波の性質を利用して、新しいエレクトロニクス創造を目指す、ということでしょうか。

もう少し詳しく説明しましょう。集積回路はどんどん進歩していますが、それを構成する個々の

トランジスタは、いったいどこまで小さくすることができるのでしょうか？この問題は、どこまで小さいものが作れるかという技術的側面と、小さくしていったときにどこまでトランジスタは動作するかという物理的側面とをもっています。限界は明らかに存在します。物理的側面では量子力学的現象が密接に関係します。この限界を打破するには、従来のトランジスタに代わる新しい基本デバイスを創造する必要があると考えます。これがどんなものになるのかはまだよく分かっていません。一方で、原子を一つずつ操作して構造を組み立てることが、近い将来可能なほどに微細構造形成技術は進歩してきております。そのような構造中では、古典力学ではなく量子力学で説明されるような興味深い現象が生じます。その一つは、電子が粒子ではなく波動として振る舞うことです。このような新しい現象の工学的応用を探ることにより、新しいデバイス原理を創造できるかもしれません。私たちはこんなことを研究し、学問にして行こうとしています。最終目標としては新しいエレクトロニクスの創造を目指しておりますが、いくつかの段階を踏んで一步一步進んで行こうと考えています。第一段階は超微細構造を設計通りに作製して、波動現象の観測と制御を達成することです。第二段階は使いこなすことができるようになった波動現象を利用して、有用な働きをする新しいデバイスを創り出すことです。最後に第三段階で、新しいデバイスの集積によるこれまでにない情報処理システムを構築する予定です。現在は第一段階を着々と進行させているところです。このような最先端の研究では、副産物として重要な技術が生まれる可能性もあります。私は



たちの研究室では電子ビーム露光装置と半導体結晶成長装置とを用いて超微細な半導体や金属の構造を形成し半導体結晶中に埋め込む技術を開発していますが、現在世界で一番小さな構造形成を達成しています。この技術は他の用途にも応用可能だと思います。

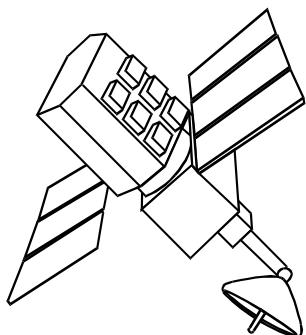
この分野に興味をもった理由ですが、末松先生にご指導いただいて、博士論文研究およびそれに続く数年間は光通信の研究を行わせて頂きました。ちょうどその時期が「創刊準備号の研究室」だったと思われます。ご指導をいただきながら、皆が実現できるとは信じないほど早くから光通信の研究を手がけられた末松先生はすごいな、と思いました。私も新たな分野のパイオニアを目指し、そのために前人未踏の分野に進もうと考えました。1980年頃にベル研究所に1年半滞在し、物理に強い関心を持っている研究者らと一緒に研究する機会を持ちました。超微細な人工構造中で、電子が量子力学的波動現象を現すことに物理的関心が集まり始めた頃でした。帰国してしばらくしてから、この量子力学的波動現象を工学的に応用して新しいエレクトロニクスを創り出す研究をしようと考えだしたのです。

光通信がもたらしたもの

現在の光通信技術は、この研究室で研究されていた技術が使われているのでしょうか？

末松先生の貢献で重要なことは、光を用いて通信を行うという概念を創出し、その光通信の実現に向けて研究を推進されたことでしょう。そして、技術発展途上のいくつかの岐路で、正しい方向を的確に指し示したことも大きな貢献です。具体的に言えば、単一モード光ファイバの優位性、

光ファイバの伝送損失最小波長 $1.5 \mu m$ 帯での通信の重要性、そのためのレーザーの半導体結晶成長技術の重要性、高速変調しても波長の純度が保たれる動的単一モードレーザーの重要性を、学界や産業界に指し示しました。もちろん一番強力な指し示し方は自らそれらを実現して見せることで、 $1.5 \mu m$ 帯半導体レーザー、および動的単一モードレーザーは共に世界で最初に実現しております。そして、これらは現在実用されています。



末松先生が多数の受賞をなさったことは、ご業績の客観的評価を表していると思います。

末松先生が切り開かれた光技術の分野が本学でその後どのように進展しているのか、についてですが、伊賀健一教授は面発光レーザーを発明されて初めて実現し、世界から面発光レーザーの父または祖父と呼ばれ、本学がこの技術のセンター・オブ・エクセレンス(COE)と認められております。さらに末松先生の数々の業績達成後に設置された量子効果エレクトロニクス研究センターにおいて、荒井滋久教授は量子サイズ効果を用いて光デバイスの高性能化を目指すという先端的研究を推進されています。

現在の光通信の普及ぶりについての感想をお聞かせください。

みごとなものですね。この技術の草分け期から普及期、そしてこれなしでは社会が成り立たないまでになっている現在まで、技術者として、この目で見ることができたのは幸せです。

この12年間での東工大の変化や先生ご自身の考え方について、感想をお聞かせください。

電気・情報分野はこの間に、範囲を広げ大きく変化したと思います。材料、デバイス、集積システム、さらにそれらを組み合わせたより大きなシ

情報を大量に扱っている今日、光通信が果たす役割は大きい。今、古屋先生が開発しつつあるトランジスタも完成したら情報化社会に大いに役立つであろう。多少失礼な質問もありましたが、お

ステム、これらをつなげる通信ネットワーク、あるいはコンピュータシステム、それらを働かせるソフトウェア、コンピュータサイエンス等々ものすごく拡大しています。古くからの分野に新しい分野（古くはソフトウェア分野、最近では金融分野など）が割り込んでくるときには、真剣かつ深刻な議論が起こります。結局は技術社会人間とのかかわり合いに応じて重要な分野が伸びて行きます。現在コンピュータやネットワークシステムなどハードウェアを応用する分野がマンパワーを要求しています。しかし、もしハードウェアの進歩がスローダウンし皆が応用だけに関心をもつようになつたら…。ある日気がついたら、工場で自動生産されているCPUの中身を理解できる人が工社の地下室に唯一一人いるだけだった、などという悪夢を誰かが語っていました。コンピュータ、光通信、これらはいずれもトランジスタ、光ファイバ、半導体レーザー、などのキーデバイスの発明が技術の発展と社会への受け入れを導きました。21世紀に向けてどんなキーデバイスが発明されるのでしょうか。これが気になってしかたありません。

LANDFALLについての感想があればお聞かせください。

10年以上継続してこられたのは大したこと、ご同慶の至りです。研究室紹介など学生、職員に大いに役立っていることだと思います。学生が自主的にこういう活動をおこなうことはたいへん重要なことだと思います。

その他に、「創刊準備号の研究室は今」という企画に対して、何かあればお聞かせください。

興味深い企画だと思います。12年前にあんなことを言っていましたが、本当に実現したのですか、などと聞かれるのはつい場合もあると思いますが、末松先生の場合はその点楽でしたね。

忙しい中取材に応じて下さった古屋先生に感謝いたします。また、今後ますますの発展をお祈りします。

（清木 真明）