

Samco-Interview

北海道大学 電子科学研究所 ナノ光高機能材料研究分野 教授

末宗 幾夫 先生



プロフィール

- 1972(昭和47)年 広島大学工学部 卒業
- 1977(昭和52)年 東京工業大学大学院工学研究科博士課程 修了
広島大学工学部 助手
以後6年間、位相同期レーザー、半導体レーザーの非発光プロセスの研究に従事
- 1983(昭和58)年 広島大学工学部 助教授
以後10年間、シュタルク効果による量子井戸電界変調発光デバイスの研究、ひずみ量子井戸・量子細線におけるバンド混合の理論解析とひずみ効果による半導体レーザー高性能化の研究、 α -族半導体青色レーザーの研究に従事
- 1993(平成5)年 北海道大学電子科学研究所 教授
以後現在に至るまで、ナロウギャップ窒化物半導体の新規物性の解明とこれを用いた高性能光通信レーザー光源の研究、ワイドギャップ半導体を用いた量子ドットと3次元微小光共振器の結合による高性能光素子の研究、量子ドットによる単一光子発生、量子情報処理への応用に関する研究に従事

今回のSamco-Interviewは、北海道大学を訪ね、電子科学研究所の末宗幾夫先生にナノ光高機能材料のご研究などについてお話を伺いました。

ナノ光高機能材料のご研究についてご紹介いただけますか。

ナノ光高機能材料の研究は、字の示すとおりナノテク技術を活用して作製したナノ構造、微細構造の特長を利用して、光、フォトリソの分野に活用できる高い機能を持った材料、構造を作製、実現しようとするものです。具体的には、例えばLED(発光ダイオード)やLD(レーザー)から光が発生するプロセスを、光の最小単位である光子1個ずつの精度で制御する技術を開発しようというものです。光子はものすごく弱い光で1個ずつ制御することが非常に難しいため、我々は原子の利用を考えています。原子の周りを回っている電子軌道では、同じエネルギー状態に電子が2個までしか入らないということを使うと、光子の制御が可能になります。入る電子の数が限られているので、電子を2個だけ入れておいて、そこから1つずつ光子を出すという具合です。しかし、原子も小さすぎて制御が非常に難しいので、半導体量子ドットを使っています。半導体量子ドットは人工原子と呼ばれ、内部に数万個もの原子が含まれているにもかかわらず、原子と同じような機能を持っています。半導体量子ドットを1個だけ自然形成するのは困難なので、ナノテク技術を使った微細加工で単一の量子ドットを取り出し、光子を発生、吸収するプロセスの研究を進めています。

ご研究を始められたきっかけと経緯についてお聞かせください。

これまでLEDやLDなどの光応用に関連した半導体の新しい可能性を開拓してきました。当初、LEDやLDなどの発光波長は、GaAs系の800nmくらいに限られていましたが、時代とともに赤、青、紫外、また、より長波の方へも広がってきました。酸化亜鉛などワイドギャップの α -族半導体を使って波長を短波に広げたり、GaAsなどの化合物半導体に窒素を加えて波長を長波に広げるなど、発光波長域を拡大する研究をずっと行ってきました。

2003年に、北海道大学電子科学研究所付属ナノテクノロジー研究センターの建物が新設され、クリーンルームの立ち上げに従事し、こちらに移りました。ここではサムコさんの装置を含め、微細加工の装置がかなり整備されました。せっかくチャンスをいただいたので、もう少し「ナノ」に踏み込んだ研究をしたいと思い、それまでの「光材料研究分野」から「ナノ光高機能材料研究分野」に改め、先ほどの研究を進めるようになりました。現在は、主に光子1個を制御して発光するLED、光子光源を研究していますが、その理由として、この5年ほどで量子情報処理、通信分野の研究が盛んになってきたことがあります。光子はそれ以上分割できない最小単位ですので、光子1個1個に情報を乗せて通信すれば、それを見るためにはその光子を通信路から取り出さな

ければいけません。そういう意味で、最小単位の光子を使って通信すると、安心安全な通信ができるといわれています。そのため光子を使った量子暗号通信の研究がかなり盛んになり、いろいろな実証実験が行われています。ただ、そういう中にありながら光源はまだ未熟な状況です。今の光ファイバー通信に使われているLDに相当するような単一光子の光源ができれば、量子暗号通信分野への貢献は大きいだろうと考え、このような研究を始めました。

平成17年度から始まった、科学技術振興機構の戦略的創造研究「超伝導フォトリソの創成とその応用」についてご紹介いただけますか。

研究テーマの「超伝導フォトリソ」という名前は、あまり聞きなれない名前だと思います。先ほどの光子を使った量子情報通信とともに、量子コンピュータなどの量子情報処理という分野の研究も結構盛んになってきております。特に、集積化しやすく拡張性があるという理由で有望視されているものの1つが、超伝導による量子情報処理です。これは世界的に結構盛んに研究が行われています。しかし、超伝導は今までパワー応用や医療応用などで注目されてきましたが、光の分野との接点はほとんどなかったというのが実状です。超伝導の量子情報をどこかへ輸送するときには、光子を使った通

信と超伝導による量子情報処理をうまく結びつけるインターフェース技術がこれから必要になると思います。そういう分野を開拓するために超伝導フォトンクスというコンセプトを提案し、研究を行っているところです。具体的には、超伝導状態から光子を出すことを狙っていますが、これまでそういう技術は、ずっと波長の長いマイクロ波以外にはありませんでした。超伝導金属の中では、電子はバラバラではなく2個ずつのペアになっており、このペアを形成した電子対を半導体の中に注入してペアを組んだまま発光させると、超伝導から光への橋渡しができたこととなります。このような研究を現に行っており、電子がペアを組んで発光する効果として、発光が1桁以上増強するとか、光子を出す基本スピードが3倍以上速くなるといったことを確認しています。

サムコの装置はどのようなことにご使用いただいていますか。

先ほども申しましたが、ナノテクセンターが2003年に完成し、センターのファシリティとして、サムコさんからは絶縁膜形成用CVD装置やICP、RIEなどのエッチング装置を納入していただきました。ここでは、電子ビーム露光による微細パターン形成から絶縁膜形成とエッチングという、微細加工の一連のプロセスを行うことができます。我々自身は、先ほどのナノ構造や量子ドットの作製、ダイオード構造の作製などに使っています。

また、北海道大学の特長として、これらの装置をオープンファシリティという形で運用しており、大学内部だけでなく外部の方にも利用していただける体制を整えています。センターの方はもちろん、センター以外の北大の職員、学生も利用しており、さらに東京や関西などからも装置を使いに来られています。そういう意味で、オープンファシリティとして幅広く有効に活用させていただいています。

先生が日頃のご研究において心がけておられることはどのようなことでしょうか。

我々のような研究の場合、実験が中心になります。実験では思ったような結果にならないことやうまくいかないことがよくあります。そういう意味で心がけていることは、観測された現象が「なぜなのか」ということを十分理解することです。私の経験上、実験というのは同じ方面から攻めても扉は開きません。少し違った方面から問題を捉えて、どういった結果が得られるかという検証を複数

行います。多面的に問題を捉えて合理的な説明ができるかを確認し、得られた知識のネットワーク化を試みます。そうすることで解決できなかった問題の原因が明確に理解でき、次に進むことができると思います。

最近の産官学連携についてはどのようなお考えでしょうか。

超伝導フォトンクスの研究は、CRESTのサポートで企業と共同で行っています。我々大学は、半導体結晶の作製や量子ドットの作製、その光学評価などは得意ですが、それをデバイス化することは難しく、特に超伝導については素人です。超伝導については、専門家であるNTT物性科学基礎研究所のグループにカバーしていただいています。光デバイスに関しては、我々では再現性の優れた構造は作れませんが、浜松ホトニクス中央研究所のデバイス技術を得意とするグループと一緒に研究することで順調に進んでいます。たまたま今の場合官は入っていませんが、産官学の連携は必須ではないかと感じます。連携することでやっとはじめて1つの大きな目標に向かって進む力が得られるのではないのでしょうか。産官学の連携をサポートするシステムを、今以上に強化していただけたらと思います。

先生のご趣味についてお聞かせください。

学生の頃はほとんどスポーツはやっていませんでした。40代の半ばに札幌に来ましたが、ウィンタースポーツを楽しまなければ冬を越せないというアドバイスをいただき、毎年冬はスキーをするようになりました。今では夏はテニスをするなどして、週末時間があればなるべくスポーツをするようにしています。スポーツをすると日頃たまったストレスを発散でき、リフレッシュした上で研究に取り組めます。

最後にサムコに対して一言お願いします。

我々の研究の進展は、微細加工技術に律速されていると思います。サムコさんには積極的にチャレンジされ、微細加工の極みを追及していただきたいです。そして、新しい装置をどんどん開発し、我々に提供していただければと期待しております。

お忙しいところ貴重なお時間をいただき、誠にありがとうございました。