

プロフィール

学歴	1997年3月 東京工業大学 工学部 電子物理工学科 卒業	職歴	2001年 Corning Incorporated Science and Technology Research Associate —2006年
	2001年3月 東京工業大学 総合理工学研究所 物理情報システム創造専攻 博士課程 修了		2006年 東京工業大学 大学院・理工学研究科 助教
			2012年 東京工業大学 大学院・理工学研究科 准教授
受賞歴	2009年 文部科学大臣表彰 若手科学者賞		2016年 東京工業大学 工学院 電気電子系 准教授
			2020年 東京工業大学 工学院 電気電子系 教授



東京工業大学 工学院 電気電子系 教授

にしやま のぶひこ
西山 伸彦 先生

今回のSamco-Interviewは、東京工業大学の大岡山キャンパスを訪ね、西山伸彦先生に半導体レーザーや光集積回路などのご研究についてお話を伺いました。

▶ 西山先生のご研究についてご紹介ください。

高性能半導体レーザーおよび大規模光集積回路の実現と、それを利用した光通信や光レーダー（通称LiDAR: Light Detection and Ranging）などに関する研究をしています。私どもは、末松安晴栄誉教授、伊賀健一名誉教授といった半導体レーザー研究の創成期から続いている知識やノウハウを継承してきました。

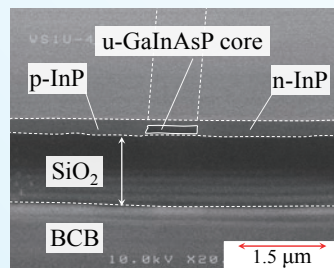
今の世の中、半導体レーザー単体で出来ることは多くないため、半導体レーザーに出来ることを加えてやる必要があります。集積回路の基板にはシリコンが使われますが、私どもはシリコン基板上に光集積回路を作る研究をしています。シリコンは微細加工が容易なこともありシリコンフォトニクスという分野も存在しておりますが、問題点としてシリコンは光らないことが挙げられます。シリコンを光らせる研究をされている方もいらっしゃいますが、一般的に光らせるには化合物半導体を使う必要があります。つまり、大規模な光集積回路を作るにはシリコンが最適ですがシリコンは光らないため、化合物半導体で光る部分を作らないといけない。そのためにはシリコンと化合物半導体という異なる材料を接合しなければならず、私どもは“異種材料接合”技術を使用しております。

一般的に材料を接合するには糊を使いますが、糊が無くとも表面を非常に活性化した状態にすれば異なる材料でも付きます。原子は結合手を持っており、大気中では何らかのもの手と手を繋いでいますが、プラズマ中で特殊な条件下に置いてやると、結合手が手を放す（エネルギー活性）状態になります。その状態で違う材料を持ってくれば、本来は付かないものが付き、シリコン基板上に化合物半導体を接合できます。この技術を元に、私どもは通信速度が毎秒10テラビットの光トランシーバーを作ろうとしており、複数の企業や大学と共同研究をしています。今の世の中に出回っているものは毎秒400ギガビットくらいです。数

十倍の速度を持った光トランシーバーを作ることが可能であると考えております。

また、車やドローン用の光レーダー（LiDAR）への光集積回路の応用化を目指した研究もしております。車載用のLiDARは、今は多くの部品を組み合わせて作られていますが、それ自体が車の価格を上回るほど高価です。自動車に搭載できるように低消費電力で安価なLiDARを作るシステム実験などに取り組んでおります。

加えて、LSIの電気配線を光回線に置き替える研究も行っております。LSIはムーアの法則に従って高速化・高集積化を続けてきましたが、更なる微細化により素子間の配線におけるRC遅延、発熱、高抵抗化といった問題が懸念されています。その解決策の1つとして、電気配線を光配線へ置き替える“メンブレン光集積回路”を研究しております。シリコン基板上に200nm～300nm程度の薄い化合物半導体をコア層として形成し、その上下に低屈折率材料を用いたクラッド層で挟み込み、コア層の光を閉じ込める構造により、小型かつ低電力動作が可能なデバイスが実現できます。この技術は、荒井滋久名誉教授が提案をされた半導体薄膜レーザーで、次世代の配線技術として進化を続けています。



メンブレン半導体レーザーの断面
(半導体エッチングにRIE-10NRを使用)

最近では、東工大の波多野睦子先生とともに光集積回路の技術とダイヤモンドの窒素—空孔（NV）センターを利用した量子センサーの研究を開始しました。ダイヤモンドのエッチング用にサムコさんのRIE-400iPを購入したところ。更に、雨宮智宏助教を中心にトポロジカルフォ

ニクスと呼ばれる新しい光回路の研究も始めるなど、幅広いテーマに取り組んでおります。

▶ ご研究を始められたきっかけと現在に至る経緯についてご説明ください。

高校生の時、担任の先生から貰った冊子に載っていた東工大の伊賀研究室の光コンピューティングに関する記事を見て、その目新しい言葉に惹かれて伊賀研究室に入ったことがきっかけです。入学当時は、伊賀健一先生、小山二三夫先生が面発光レーザーの室温連続動作を達成された後ではありましたが、私は在籍当初に華々しい成果を出すことが出来ませんでした。ただ、そのおかげでプロセスや設計を土台の部分から考え、何が悪いのかを徹底的に洗い出す機会がありました。当時の努力や実験に取り組む姿勢が今に生きていると感じます。

幸いにも短期で博士課程を修了することが出来たため、武者修行として米国のCorning社の研究所へ就職しました。Corningは、トーマス・エジソンが発明した白熱電球に用いた球状ガラス容器を製造したことで有名なガラスメーカーです。私は長波長帯面発光レーザーという長距離の光ファイバー通信に適したレーザーの開発グループの立ち上げを任せられました。材料にインジウムリン（InP）を使わねばならず、ガリウム砒素（GaAs）に比べて開発のハードルは高かったのですが、特に衝撃的だったのはCorningの技術者のレベルの高さでした。絶対に作れないであろうと思い込んでいた難易度の高いトリッキーなデバイス構造を、Corningの技術者がいとも簡単に作り上げてしまったことは今でも忘れることのない出来事です。また、人間的にも深みのある面白い人達が多かったことも印象的でした。そして、お客様に対して自分の研究領域でないものの説明を求められる機会もあり、研究所にいながらビジネスの勉強も出来たことは貴重な体験でした。

Corningで5年ほど過ごした後、東工大に戻

り、荒井先生とともにそれまで研究してきた垂直共振でない平板型のレーザーへ切り替え、今に至ります。振り返れば、人生の色々なタイミングで師匠に恵まれたような気がしております。

▶ 将来の展望についてご説明ください。

光通信分野で言えば、コロナ禍で様々なネットワークに頼った生活が続きますが、ワクチン予約のシステム障害が起こったり、ライブ視聴が途中で止まったりとまだまだ課題があります。そういったフラストレーションを我々の技術で無くせると考えており、2030年を目途に、企業や大学の仲間と一緒にやり遂げることを目標にしております。また、究極の光デバイスを追いつけることが研究者の使命と考えています。半導体レーザーでは、発振するための電流や、しきい値電流など特定のパラメータを突き詰めることは可能です。ただ、究極のしきい値を突き詰めたレーザーは、光が外に出てこないレーザーになってしまいます。究極とは色々なパラメータに対してどのようにバランスを付けていかに集約されると考えております。レーザーやアプリケーションの種類によって明確な答えは異なりますが、そういったものを上手く体系化していきたいです。時折、光デバイスの分野は“農業”と呼ばれることがあります。アナログな要素や技術者の勘といった要素が多く存在し、“工業”とは呼べません。様々なレーザーやアプリケーションを全て体系化できれば、光デバイスも“工業”になると考えております。

また、自動車・モビリティフォトンクス研究会の代表幹事を務めております。本研究会では、複数の大学や企業の研究者と、光センシングや処理技術、通信技術、ヘッドライト・ブレーキライトに関する情報収集や意見交換をしています。産業界の窓口との橋渡しが大学の役目でもあると思っておりますし、幸い企業での勤務経験もあることから企業が何を求めているかも理解しているつもりです。自動車産業は日本のモノづくりの根幹ですから、企業同士が積極的に交流していただくことで産業社会に貢献する一助になればとの使命感を持っております。

▶ 弊社の装置をご使用いただいておりますが、ご感想をお聞かせください。

プラズマCVD装置2台(PD-100ST、PD-240)、ICPエッチング装置2台(RIE-400iP、RIE-101iPH)、RIE装置3台(RIE-10NR×3台)の計7台があります。プラズマCVD装置は、光導波路のクラッド層であるシリコン酸化膜(SiO₂)の形成に使わせていただいております。光導波路は屈折率の高い中央のコア層と、屈折率が低い外側のクラッド層から出来ており、クラッド層の品質も光学損失に与える影響があることが分かっています。高品質のシリコン酸化膜を形成でき、助かっております。また、導波路をエッチングした際の側壁の粗さも重要になりますが、エッチング装置は低圧の条件でも綺麗に加工でき、安定的に稼働しております。ま

た、学内に限らず多くの研究者が使用しておりますが、フレキシビリティが高く、学生でも難なく使える装置であると感じています。

▶ 日頃のご研究において、心掛けておられることはどのようなことでしょうか？

大学は何か1つの素子が出来れば充分、と言われることもあるのですが私はそうは思いません。光集積回路の研究でも複雑なことをやるうとした際、1つ出来れば万々歳な状態ですと、次に同じことをやっても出来ません。今ある技術の上に、次の新しい技術がないと進化しませんから、1つだけ出来れば充分ということは絶対にない訳です。研究室の学生には、新人の学生でも理解して実行できるよう、条件出し、レシピ、装置や測定器の使い方など、正確にまとめて記録しておくように指導しています。安定した技術を土台に、突飛なアイデアで新しいものを作ることが私どもの役割であると思っております。

▶ 座右の銘をお教えてください。

自分の経験を踏まえて「目の前にあることを一所懸命やっていれば、必ず自分をよく見てくれている誰かが良いアドバイスをくれる」ということを学生に伝えております。自分のことをよく見て理解してくれている人のアドバイスに従えば、自然と良い方向に進んでいくものです。今の学生は将来に何をやればいいのか悩む子が多いですが「まずは目の前のことをやっごらん」と声をかけています。何か一所懸命に取り組んでいる人を見たら、アドバイスしたくなりますよね。

▶ 休日はどのようにお過ごしでしょうか？

小学生の子供2人と家で遊ぶことが多いです。子供たちが大好きなパスタ、ピザ作りが私の担当になっています。パスタを茹でる際、遠慮せず塩をぶちまけるため、私のパスタは美味しいそうです(笑)。昔はピザ生地から作っていた時もあったのですが、最近は無地のピザを購入し、家庭菜園で育てているバジルを乗せ、オーブンで焼いて食べております。

▶ 最後にサムコに対して一言お願いします。

学生時代から20数年の付き合いになります。サムコさんの装置があつてこそ私だと思っております、大変感謝しております。近年、装置を購入した際はプロセスレシピ付きで納品いただけるため、非常に助かっております。最近では、学生時代にサムコさんの装置を愛用していた学生が、就職後にサムコさんの装置を希望して購入することもあると聞き、「三つ子の魂百まで」の言葉が思い浮かびました。全国の研究者や学生の方々にとって愛着のある装置を、世界を舞台に送り出し続けていただきたいと思います。

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。