

## 米国電気電子学会 (IEEE) フェロー会員となるまでを振り返って

横浜国立大学大学院工学研究院 教授 馬場俊彦



電子情報分野の研究者にとって、国内では電子情報通信学会、応用物理学会、電気学会、情報処理学会などが活動の舞台ですが、世界に目を向ければ、何といてもIEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) でしょう。米国の学会なので、便宜上、米国電気電子学会と和訳されますが、もともとAmericanという言葉はなく、全世界的な学会と認識されています。また学会名に直接は含まれない情報・通信においても最高の学会であることは言うまでもありません。このIEEEにおいて、このたびフェロー会員に昇格しましたため、ご報告させていただきます。他の学会と同様にIEEEにも様々な会員種別がありますが、その最高位がフェローです。

ノミネータと各国5名以上のフェローの推薦を得て申請、審査、投票されるもので、全会員の0.1%以下が認定されるそうです。今回の昇格理由は、「フォトニックナノ構造光導波路と発光素子に対する貢献」です。

私は1984年、横浜国立大学の学部4年時から38年間、光エレクトロニクスを研究してまいりました。当時は幸運にも、光ファイバ通信や光ディスクの普及が始まったばかりで脚光を浴びており、またエレクトロニクス以上に日本の技術力が世界を席巻していました。さらに、この分野と深く関わるインターネット、携帯端末など、その後の社会を変革する新しいツールの登場を待つ時代でもありました。私の研究は、当時の指導教員の國分泰雄先生が目指していた光集積回路からスタートしました。1990年の学位取得後は、國分先生の恩師である東京工業大学の元学長・伊賀健一先生のもとで3年間、助手を務め、面発光半導体レーザVCSELに取り組みました。これらの二つは今日まで私の研究の重要な核となっており、先生方に深く感謝すると共に、若い頃の人と

の出逢いの重要性を実感するところです。ちなみにお二人ともIEEEフェローであり、VCSEL (世界で最も数多く使われるレーザ) を発明した伊賀先生はノーベル賞候補でもあります。

その後、1993年に横浜国立大学に戻り、自身の研究室をスタートさせましたが、当時の大学は教授を助教授らが支えてグループを作る小講座制から、若手も独立して活動する大講座制への移行期にありました。大講座制は自由な反面、自立が求められ、若い教員は誰でも、新しいテーマを考え、資金や設備を調達するのに苦労します。私には上述の光集積回路やVCSELを続ける選択肢もありましたが、それでは先人たちに到底追いつけません。そこで、全く新しいモノに取り組もうと考え、始めたテーマの一つがフォトニック結晶です。一般に、分子が多次的に整列した結晶材料では、バンド理論が電子の振る舞いを解明し、エレクトロニクスの様々な機能を生み出しました。一方、フォトニック結晶は光波に対して機能する人工的な多次元周期構造体のことで、こちらも光版バンド理論を用いれば、複雑な構造でも光波の振る舞いが正確に予想できるようになります。ただし当時はこの理論ができあがったばかりで、応用の議論はほとんどありませんでした。私には、VCSELに含まれる周期構造の多次元版と考えると理解し易かったので、まずはこの理論を勉強して自前の解析プログラムを作成、構造を設計し、またそれまでの研究で多少の経験があった半導体加工による製作を試みました。1995年、これを国内で地味にポスター発表していると、偶然、招待講演で来日していた分野創始者であるベル研究所・Yablonovitch博士 (後にUCLA、UCバークレーの教授) の目に留まり、ギリシャ・クレタ島で開かれるフォトニック結晶を主題とした2週間のNATO会議に来ないかと誘われました。興味津々、空路を2日かけて渡航したところ、集まったのは50人足らず、ほとんどが物理学者で面識がなく、私が唯一の日本人でした。しかし実は、当時の分野の各国リーダーとその後の世界を牽引する気鋭の若手が集結し

ており、歴史的な会議と呼ぶべきものでした。エーゲ海が眼前に広がる、全室プライベートプール付きの美しく静謐なホテルが会場でしたが、そんな環境を感じつつも全員が缶詰めになって長時間の議論を行うという、経験したことがないような刺激的な時間を送ることができました。さらにこれが終了すると、すぐに3か月後のフランス・コルシカ島での別のNATO会議の招待状が届き、これにも参加することになりました。こちらはVCSELやフォトニック結晶を包含する微小光学の会議で、参加者は100名を超えましたが、その顔ぶれや議論の充実ぶりは同様でした。

とにかくこれらの会議では、分野の主要プレーヤーと重要な話題を一気に俯瞰できたことと、そのような聴衆に自分の発表を楽しんでもらえたことが、その後の大きな自信になりました。これもYablonovitch博士をはじめ、多くの人との出逢いのおかげですし、これが日米豪韓の5名のフェローの方々に出していただいた今回の推薦書にもつながっています。ちなみに日本でこういった推薦をお願いする際、被推薦者が文章のたたき台を作って参考にしてもらうという文化があると思います。今回もこれを考えたのですが、ノミネータからは、そのようなことは不要、そのようなことをしないと推薦してもらえない認知度なら昇格は無理、と言われました。ありがたいことに、上の方々には二つ返事で引き受けていただきまして、本当に感謝です。

さて、今回の昇格理由は最初に書いた通りですが、その細目は、1) フォトニック結晶導波路とスローライトの実証や応用、2) シリコンフォトニクス光集積基盤の構築、3) 微小レーザの実証と応用の3点になります。1) のフォトニック結晶導波路は上述の会議で話題になったもので、光を自由に曲げ、超高密度な光配線や光集積回路を可能にすることから、当時の衆目を集めそうなテーマでした。実際、会議の後でこれに注力しましたが、当時、計算されていた柱状構造ではどうしても光伝搬が得られませんでした。そこで構造を思い切って反転させ、孔状構造にしたところ、これが奏功し、1999年に世界初の実証に成功しました。私自身、発表時に体が震えたのは、唯一、このときだけです。この成功は話題になり、方々で報道されたのですが、実は同時期に2) も並行して取り組んでいて、本音ではそちらの方が実用に近いとも感じていました。シリコン

フォトニクスは、エレクトロニクスの製造インフラを活用して光集積回路を構築する技術で、1980年代に提案、2007年に実用化され、現在の基盤技術に発展しています。1999年当時、この技術は加工精度の制限などから、比較的大型の光集積回路が対象でしたが、私は1) の研究で半導体を微細加工できる状況にあったので、それまでよりはるかに微細なシリコンフォトニクスを作ってみました。これが思いのほかうまく動いたため、1) の裏セッションでひっそりと発表したのですが、こちらは、当時、2) に取り組んでいたMITやインテルの目に留まり、2) の開発を大きく方向転換させ、実用化を加速させる契機になりました。では1) はどうなったかということ、光配線の話からは離れ、むしろフォトニック結晶導波路がもつスローライトと呼ばれる効果で光変調器や光ビームスキャナが高性能化することを発見して、これらを応用した小型の光トランシーバやLiDAR（周囲の3次元形状を把握するイメージセンサ）に関する大型国プロを受託、これらを完成させることが現在の私の主な仕事となっています。3) については、VCSELが契機となって1990年代にレーザの超小型化が一気に進み、様々なレーザ構造がサイズや動作電力の最小記録を競っていました。私は特にディスクレーザとフォトニック結晶レーザを研究し、長年、世界記録を保持していました。2010年以降はこれを医療用バイオセンサとして使う研究に舵を切り、最近、PCR検査と同様の高感度で、PCR検査よりもはるかに迅速にCOVID-19を検出することに成功しています。以上、大雑把な研究紹介でしたが、これらはいずれも世界的に注目され、分野を先導したと自負しています。

ところでIEEEフェロー昇格には、先述のような手続きがあり、それを面倒に感じて申請をしない研究者も多いです（私自身もそうでした）。しかしIEEEのような世界的な学会のフェローは、単に個人の名誉だけでなく、大学ランキングなどにおいても重要なポイントになるそうです。私が本学在職中に、学科では現職教員4名がIEEEフェローという時期がありました。25名前後の教員の16%なので、全会員の0.1%以内というフェローの基準からすると、100倍以上の高比率になります。大学、企業、国研を問わず、世界に対するプレゼンスを高めるために有効であろうと思いを新たに、周囲の教員にも申請を勧めているところです。