

次代のインテリクチャルリーダをいかに育成 するかを真剣に考えることが重要

量子光学の手法を用いた量子力学の実験的検証をはじめ、量子光学、量子情報処理関係で世界で有数の業績をあげている山本喜久NTT R&Dフェロー、スタンフォード大学教授に、量子情報処理や量子暗号通信の研究が社会に与えるインパクト、新しい時代をリードする人材育成の重要性など、お話をうかがった。

膨大な計算能力を持つ計算機は
どうあるべきかを根本から考え直す

山本フェローは、現在スタンフォード大学の教授でいらっしゃいますが、まずは現在進めていらっしゃる量子情報処理、量子暗号通信の研究について、またそれらの社会に与えるインパクトについて簡単に教えてください。

山本 私は、学部の卒論のテーマが光ファイバーであり、大学院時代も光の研究をしていました。1978年にNTT研究所に入って最初の5年間は、引き続き光通信の要素技術の一つである光コヒーレント伝送や光増幅について主に研究していました。その後、光の雑音とかゆらぎといった量子光学の基礎的な研究にシ

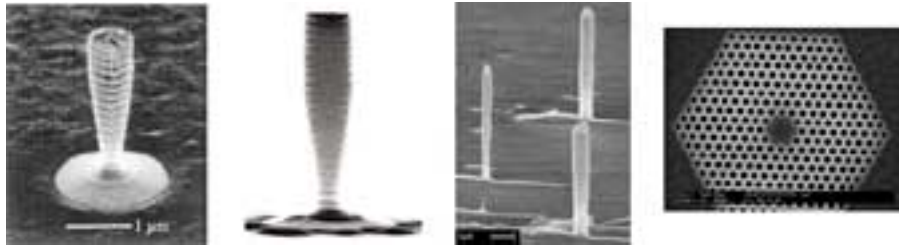
フトしました。1992年にスタンフォード大学に移るまで、量子光学の理論と実験が主な研究テーマでした。スタンフォード大学に移ってから量子光学の研究がメインでしたが、同時に少しずつ量子情報の方にシフトしてきて、量子暗号や量子コンピュータ、量子シミュレーションの研究を行うようになりました。光に代表される電磁場の量子状態の制御、つまり光の振幅と位相のゆらぎ（量子ゆらぎ）を人工的に制御して、役に立つ、使いやすい、有用な光をいかにつくるかの研究をライフワークにしています（図1参照）。現在の量子情報の研究はその延長線上にあります。

現在進めている研究の社会に及ぼすインパクトという面では、私たちのようなフィジカルサイエンスといえますか、物理と工学の境界領域にいる人間が社会に果たしていく大きなミッションというのは、通信におけるプライバシーとかセキュリティをどのように守っていくとか、あるいは既存のコンピューティング技術の延長線上では処理することができないような非常に複雑な問題（例えば、生命現象であるとか経済活動、トラフィック制御、気象現象など）



NTT R&Dフェロー
スタンフォード大学 応用物理・電気工学科
教授 山本喜久氏
やまもと よしひさ

1973年東京工業大学工学部卒業、1975年東京大学大学院工学系研究科修士課程（電子工学）を修了し、1978年同大学大学院にて博士課程終了後、工学博士の学位を取得。1978年日本電信電話公社（現NTT）武蔵野電気通信研究所入所。1992年よりスタンフォード大学 応用物理学科・電気工学科教授、2003年より国立情報学研究所教授に就任して、現在に至る。また、NTT R & Dフェロー、及び科学技術振興機構（JST CREST）研究総括を担当。主に量子光学、メソスコピック物理、固体磁気共鳴、量子情報を研究分野としている。



単一のInAs半導体量子ドットを閉じ込めたGaAs/AlGaAsマイクロキャビティ構造。左から3つは分布帰還反射器型キャビティ、右は2次元フォトニック結晶キャビティである。単一量子ドットからの自然発光の寿命時間と放射パターンをマイクロキャビティで人工的に制御する。

図1 単一量子ドットを含む様々なマイクロキャビティ構造

の処理に役立つような膨大な計算能力を持つ計算機について根本から考え直すことです。やっていることは極めてファンダメンタルですが、非常に遠い将来に社会との接点があると思います。

- 量子暗号は実用化に近い段階にあるといわれていますが・・・。

山本 それは、意見の分かれるところで、技術としての成熟度は非常に上がってきています。しかし、商用システムとしての活用という点では、社会需要がまだそのレベルには達していないと思います。需要がなければ技術は本物にはなりません。今の量子暗号が、実用技術としてすぐにテイクオフできるようなレベルにきているかという、正直私にはよく分かりません。まだ、世の中の需要がそういうレベルに達しているという確証は持てません。将来に向けた研究を行う私たちにとって、それが本物の実用技術として社会で活用されていくかどうかは、判断が難しいですね。いろんな要素がありますし、多分いろいろな代替技術もあるはずで、そこでの熾烈な競争というのは今のところ真剣に議論されたりしていません。まだ基礎研究の段

階です。

大きな波を創り出すサイドに身を置くことを意識

- 山本フェローは、NTTの研究員でいらしたところから、光通信技術や光スライズド状態の解明などの量子光学で優れた業績をあげられたとうかがっています。「光」「量子」というのがキーワードになるかと思いますが、研究テーマを選ばれるときの拘りや信念のようなものがあれば教えてください。

山本 拘りという言い方をすると、研究者というのは大きな波を創る人間と、波に乗っていく人間の2通りがいると思います。研究が完成するためには、どちらのタイプの人も必要です。私は、できれば自分を波を創り出すサイドに置いていたと思っていました。そのためには、他の人と違うこと、手がけていないことをテーマに取り上げるということを意識して、あるいは無意識のうちにやってきたような気がします。それぞれの分野には何十年、何百年という伝統があって、知識や技術が継承され、ある意味でベクトルが決まっています。みんなが歴史の中でそういう方向に向かって動いてきていま

す。したがって、個人が考えたり発明できるものというのは非常に小さなことです。全体として大きなサイエンスの流れがあり、時代の時々で多くの研究者がその流れに乗っていくわけですが、常識として捉えている考えと真っ向から対立するような軸というか、みんなが考えているものと直交する軸に自分の考えをおくとか、みんなができないと思っているものの中からできるものを探すとかといったことは、わりと好きなほうです。エキスパートが回りにいて、その人たちに意見を聞いたときに、それは何かの原理に違反するからできないとか、これこれの法則に違反するからできないというものを好んで取りあげるといったことはあります。それが、強いていうと拘りかもしれませんね。

- 研究環境という面では、NTT研究所は、かなり恵まれていた・・・。

山本 非常に恵まれた研究環境というのは、NTT研究所の強みであると同時に弱点でもあると思います。非常に優秀な人と設備と研究資金があるために、大きな波に乗って、その上で常にトップにたつて到達点まで行くというのが得意な研究所です。しかしそれだけだと研究というのは回っていかなくて、やはりどこかで誰かが次の波を創らなければいけません。ともするとサーフィンの上手な人ばかりになってしまうと、そういうものができません。そういう点で、NTT研究所の持っている強みと弱点というのは、非常に恵まれた環境にあると思います。

例えば、流行している研究分野で他と競争していくためには、研究資金が足りなくて装置が購入できないとか、リソースが足りないとかで、どこだったら誰も研究者がいなかったか、そういうことを考えていかなければいけない立場の人間というのは一方にいるわけです。そこには、弱点はあるものの逆にメリットもあり、そういう意味での利害得失があると思います。

- 新しいアイデアを思いつかれる秘訣のようなものがあるのでしょうか。

山本 研究上の発想を何時思いつくかということ、私の場合は決まっています。瞬間的なスパークというか、ある人の論文を読んでいて、自分に響くような文章やコメント、将来展望に関する記述に触れて突然スパークしたり、ある人とディスカッションしているときに閃くとか、そういう瞬間的なものです。外部から入ってくる情報に対して、自分がリアクトしている時に思いつくことが多いようです。一人で机に向かっているときは大抵作業していますので、研究上のアイデアは生まれてきません。

創造性を発揮し、新しい時代をリードする人材の育成が国家的な課題

- NTTにおける研究生生活、スタンフォード大学の教授としての研究生生活と日米の両方を経験されているわけですが、研究の進め方、研究環境などの違いについて、何か感じられているところがあれば教えてください。

山本 私は、NTT研究所とスタン

フォード大学という2つの研究現場しか知りませんが、違いはあると思います。それが、日米という国籍の違いなのか、企業研究所と大学の違いなのか、あるいはNTTとスタンフォードという固有の違いなのかはつきりしません。一番確かなのは、当たり前ですが、NTT研究所の中には学生はいなくて、教育という活動がありません。したがって研究専門職です。スタンフォード大学は基本的には教育機関であり、学生を教育するのが本業で、研究をその傍らで行うということです。もともと主たる目的は、一方は研究にあって、一方は教育にあります。それが一番の違いです。したがって、NTT研究所時代は、どのようにしてオリジナリティのある研究成果を生産するかというのを第一義に考えていたと思います。一方、スタンフォード大学では、どのようにして創造性を将来発揮することができる学生を育てるかということに変わっています。研究室の運営は、それが最初にあって、それからテーマの選択とかテーマのアプローチとかが後からついてくるといった違いがあります。

- 日本の科学技術、産業分野に対して、何か提言のようなものがあればお願いします。

山本 普段から考えていることをいいますと、結局人をどのように育てるかに尽きると思います。それは、主に大学院教育がどうあるべきかという問題と、その後の研究現場である国立の研究所や企業研究所、ある

いはアカデミアの研究所の中で、若い研究者がどのように育っていくかという問題に尽きると思います。やはり、基礎学力が非常にしっかりしていて、自分の考えで研究していく方向とかテーマを選んで、しかもそれを自由に変えていくことができるような人をたくさん育てることが非常に大切だと思います。そういうクリエイティブな、創造性に富んだ若い人をどのようにして育成していくか、社会も大学も政府ももう少し真剣に取り組む必要があるのではないかと思います。

- 若い研究者が育つような環境を作ることが必要……。

山本 非常に卑近な例でいいますと、世界の中でも給料を支払われない大学院生がいるというのは、おそらく日本くらいだと思います。それは結局、いつまでも勉強していないで実社会にでて働くということをインカレッジ（奨励）するといいますか、勉強することをディスカレッジするような風潮が社会の中にあって、そのために新しい時代を担うといいますか、創造性を発揮して新しい時代をリードしていくような人材が十分に育ちきらない。やはり自分の考えで、動いていけるような人材を育てるためには大学院教育は極めて大切で、それを受けるのは仕事の一つだと社会が捉えて、同じ年代の人が社会に出て給料をもらうのと同じくらいの報酬を大学院生がもらえるようにしていかないと、今後もたくさんの有用な人材が大学院教育を受けずに、早々と実社会に出て

いくこととなります。やはり大学は非常に広い分野の教育者と研究者がいて、いろんな意味で広く世界を捉えることができる場だと思います。ひとたび企業や官公庁に入ると、そのモノカルチャーの中で仕事をしていくこととなりますから、もう一度世界全体を見ていく機会というのはなかなかありません。視野の広い人間、自分の考えで行動したり考えたりすることができる人間をたくさん育てるためには、社会や政府の側が若い人により高度な学問、より高度な知識を身につけてそのマインドで社会に貢献することを期待しているということを明確に分かる形で提示しないといけないと思います。やはり産業界の側にも、政府の側にも、社会一般の側にも、大学を中心に日本のこれからの知的社会を創っていくというコンセンサスができていないというのは、外から見ていると物足りなさがあるというか、残念なところですね。ベンチャー企業をいかにたくさん輩出するかといった短絡的な思考ではなくて、大学院教育で学問的な基礎をしっかりと教え、10年先、20年先、あるいは30年先に、インテリクチャルリーダーとして日本の社会をリードできるような人材を継続的に供給し続けるという大きな責任が大学にはあると思います。その責任が十分に全うできるような施策が、展開されているかどうかをまず議論することが重要だと思います。

－ 大学院教育について、米国の状況はいかがですか。

山本 米国の特に私立大学の場合

は、政府からの財政支援はありませんので、財政基盤は卒業生からの寄付金です。その意味で、大学にとって何が一番大切かというと、社会に出て成功する学生をいかに高い確率で輩出するかです。良い教育を施して、良い学生を育て、将来その学生が大学に貢献してくれる。その貢献によって、次の世代の学生が育成できるという循環で成り立っています。その意味で、教育を疎かにできないというのは深刻な問題で、そこにだけ大学が存立できる基盤があります。つまり、質の良いプロダクトを生産することにより、社会から認められ、さらにそれが次の生産のためのリソースになるということと同じです。

流行を追いかけずに、新しい時代を切り拓く鍵を見つけることが重要

－ 山本フェローの研究者としての「夢」を教えてください。

山本 自分がそうであったように、論文を読んで非常に感動して、その分野の研究を行おうと決心するとか、講演を聞いて非常に感動して、同じ研究分野に入っていかとか、触発された研究者がいます。このように、次の世代を担う研究者に認められたり、インパクトを及ぼすような研究者になるのが、私にとっての一番の夢ですね。このため、若い研究者の琴線に触れるような論文を書くとか、感動を伝えられるような講演を行うことを自分の目標にしています。

－ 最後に若い研究者、技術者へのメッセージがあればお願いします。

山本 若い研究者や技術者へのメッセージとしては、特に現在、量子情報の分野は非常に研究が盛んで、たくさんの研究者がいて、たくさんの論文が発表されています。このため、勉強すべきことがたくさんあって大変ですが、基本的にはまず量子力学の基礎をしっかりと勉強する。実験であろうと理論であろうと、基礎をしっかりと身につけることが極めて大切です。もう一つは、多くの人が言ったり、やったりしていることの中には、新しい時代を切り拓く鍵というのがなくて、誰もが気がつかないこととか、誰もがしていないことの中にあると思います。流行を追いかけることは、研究者としてのスケールを小さくすることになると思います。したがって、どんなに時間がかかっても、自分の視点で考え、世界中でその人しか考えつかないようなこと、その人しかやらないようなことを見つけて挑戦していただきたいと思います。今は、研究の評価がシビアに問われる時代ですが、その際に論文の発表数や論文の引用数など、数字が一人歩きするような傾向が見られます。しかし、研究者にとって重要なのは、そういう数字ではなくて、自分しかできないこととか、自分だけのアイデアとかを大切に、長い時間をかけて少しずつ暖めて育てていくということだと思います。これは、自分自身の反省も含めて、本物の研究者とか技術者は、そういうスタンスで取り組むべきではないかと思っています。

－ 本日は有り難うございました。