



植物の高度利用で高付加価値機能性材料を開発する

植物由来の機能性材料開発に取り組む竹井敏さん。

微細加工向けのパターンニング材料やガス高透過性モールド材などで、すでに成果を上げている。企業に勤めていた経験があるため、大学でも地域や産業に貢献できる実需化に近い研究を目指したいという。「大学は情報の共有があまりできていない」と課題も提起する。

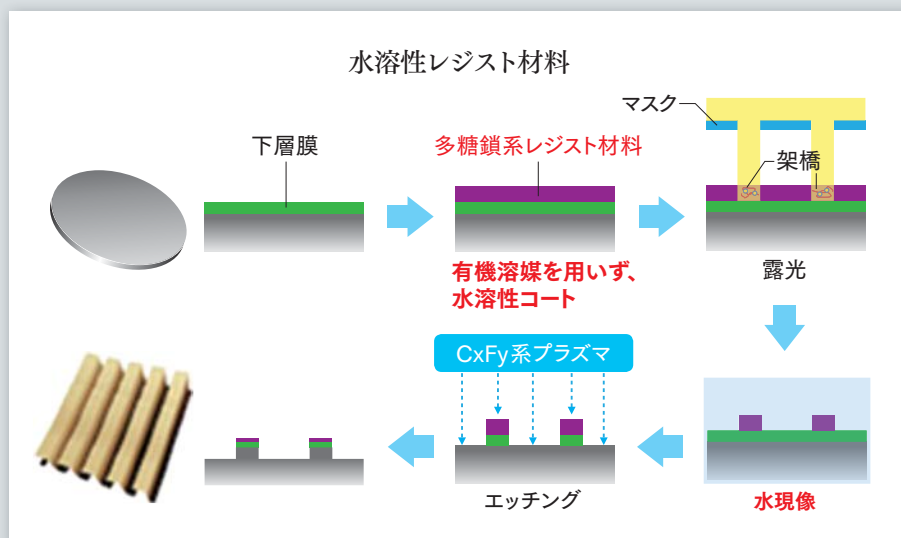
富山県立大学

工学部 機械システム工学科
エコマテリアル工学講座 准教授

竹井 敏

[たけい・さとし] 1973年、京都府出身。京都工芸繊維大学繊維学部高分子学科卒。京都工芸繊維大学大学院工学科学研究科高分子学専攻博士前期課程修了。1998年、日産化学工業に入社し、中央研究所に勤務。その間、ベルギーの国際研究機関のIMECや米国のテキサス大学などに留学。また大阪大学大学院基礎工学研究科物質創成専攻博士後期課程を修了し、工学博士号を取得した。2010年3月、日産化学工業を退職し、同4月より現職。富山県立大学に来てから「子どもと遊ぶ時間ができた」という。研究で行き詰ったときは、キーとなる技術を持つ人と情報交換することになっている。

「第33回松嶺科学技術振興財団研究助成 受賞」



企業と同じ研究をしても意味がない

—2010年まで企業に勤めておられたそうですね。どういう仕事をされていたのですか。

日産化学工業に12年間、在籍していました。そのうち約11年間は研究職で、高付加価値の機能性材料、特に微細加工に使う材料の開発をしていました。最後の1年間は、異動となり、企画開発の仕事に就きました。

—研究がしたかったということですか。

研究の新しいタネを探すのが企画開発のミッションで、アメリカに行くこともよくありました。仕事自体

は面白かったのですが、大学の教育研究に興味を持ちました。

—大学でも機能性材料の開発をされているとお聞きしています。日産化学のときと同じ研究をされているのでしょうか。

半導体などのデバイス開発では、日本は韓国などに負け気味ですが、日本の材料メーカーの技術力は世界のトップクラスですし、国際競争力も非常に強いといえます。日本はこの分野で未来を切り開いていくことが大切だと思っていますし、大学でも機能性材料の研究をすべきだと考えています。ただ、会社にいたときとまったく同じ研究をしても意味がないし、面白くない。そこで感光性

のインク材料を研究テーマに選びました。本学が環境配慮を重視していることもあり、大学では植物由来の材料開発をすることにしたのです。

有機溶剤は一切使わずにすむ

—具体的にどういう研究をされているのか、お聞かせください。

ここでは2つ、お話しします。まずひとつ目は、先ほど触れた感光性のインク材料です。フォトマスクに形成された微小な回路などを樹脂などに転写する光リソグラフィ向けのナノパターンニング材料ですね。こういう材料はこれまでその大半が石油由来のもので、有機溶剤を使ってい

ました。現像液には、テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド (TMAH) という強アルカリのものを使っていますが、これは目に入ると失明すると言われていて、半導体製造装置メーカーなどは、安全性に十分配慮してつくっていますが、廃液の処理にもコストがかかりますし、環境的には決していいものとは言えません。TMAHは欧州の環境規制物質の候補にもなっています。

——その石油由来の材料を植物由来でつくったということですね。

セルロースナノファイバーや糖鎖を使っています。糖鎖は水に溶けやすいのが特徴で、私の研究でもそこがキーポイントになっています。ちなみに富山県には「とやまナノテククラスター」という次世代ものづくりプログラムがあり、私のこの研究もこのプログラムに参加しています。

——この場合、水に溶けやすいということにはどういう利点があるのですか。

水でコートでき、水で現像できます。つまり、有機溶剤を一切使わないということです。ソルベントフリーのナノパターンニング材料なのです。したがって環境に優しいし、廃液の特別な処理も不要ですからコスト的にも安くできるということです。すでに試作品もできています。

実用化より実需化を狙いたい

——性能的な評価は？

波長が365ナノメートルと比較的低エネルギーの光で、線幅300ナノメートルの高解像度を実現しています。水溶性のレジスト材料はこれまでもありましたが、性能的には私たちが開発した材料の方が上回っています。ただ、残念ながらまだ石油

由来の材料に比べると十分高いというレベルではありません。そこは改良の必要があるというのが現状です。100ナノメートル以下のパターンは厳しいですが、200~300ナノメートルの限界現像度でいいデバイスなら使えます。富山県には医薬品や化粧品容器をつくる産業が集積しており、そういうものの加工であれば十分使えるでしょう。医工連携で新しい用途を開発することがこれから大切になると考えています。

本学では来年度から医薬品工学科が新設されます。私はカテーテルや医療デバイスなど患部で使われる医療機器の開発にもこのナノパターンニング材料は使えると考えています。

——この研究ではどういうところに苦労されましたか。

糖鎖を水でコートできるように、基板との表面エネルギーとか接触角を調整できるように側鎖の化合物を最適化するのが難しかったですね。

糖鎖をそのまま使うと付加価値の高いものはできません。だからそこは化学・物理処理しています。そうしたところの技術や知見は日産化学で身に付けたものが役に立っています。試作品もできていますし、来年あたり、発表できるかもしれません。

——実用化が近いということですか。

そうですね。でも、企業で働いたものとしては、実需化まで行って欲しいと思っています。大学の先生には、企業と共同研究をして、成果を企業に受け渡したら実用化だとおっしゃる方がいらっしゃいます。でも、企業はお付き合いでサンプル評価をすることもありますが、実際の、そのあと製造ラインには乗らないというケースもよくあります。企業が事業化して初めて実用

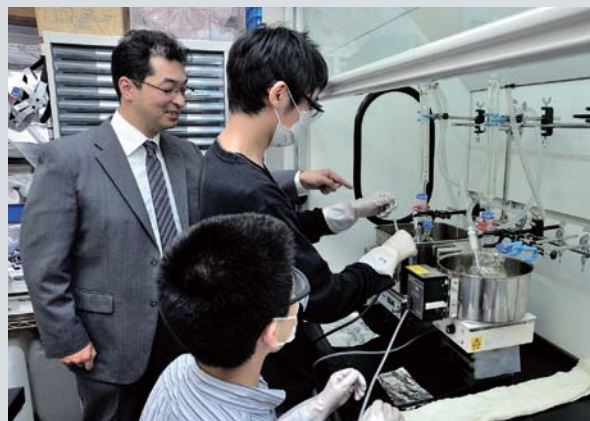
化と言えるのではないのでしょうか。私の理想としては、富山県の産業に貢献できるような実需化まで行きたいですね。それなら地域の活性化にもつながりますから。

学生には必ず発表の場を与える

——もうひとつの研究はどういうものですか。

セルロースナノファイバーを使ったガス高透過性のモールド材料を開発しています。これは光ナノインプリント向けの材料です。光ナノインプリントは、基板に光硬化性ポリマーを塗布し、モールドを高圧で押し付けて紫外線を照射し、回路などを転写する微細加工技術です。この光ナノインプリントで使うモールドは金属や石英製が多いのですが、こうした材料はガス透過性がありません。

そのため大面積のものをプレス加工するとき、空気が入っていると抜けないので、それが原因の成型不良が起きることもあります。エンボス・射出成型でも同じような問題があります。この問題を解決するため多孔質の金属モールドを開発した企業がありますが、私たちはセルロースナノファイバーを使っています。このモールドだと、コンパウンドに揮発性溶剤も使うことができます。この開発も、先ほどお話しした「とやま



「ナノテククラスター」で、植物の高度利用研究として採択されています。

——モールド材としての硬度や耐久性に問題はありますか。

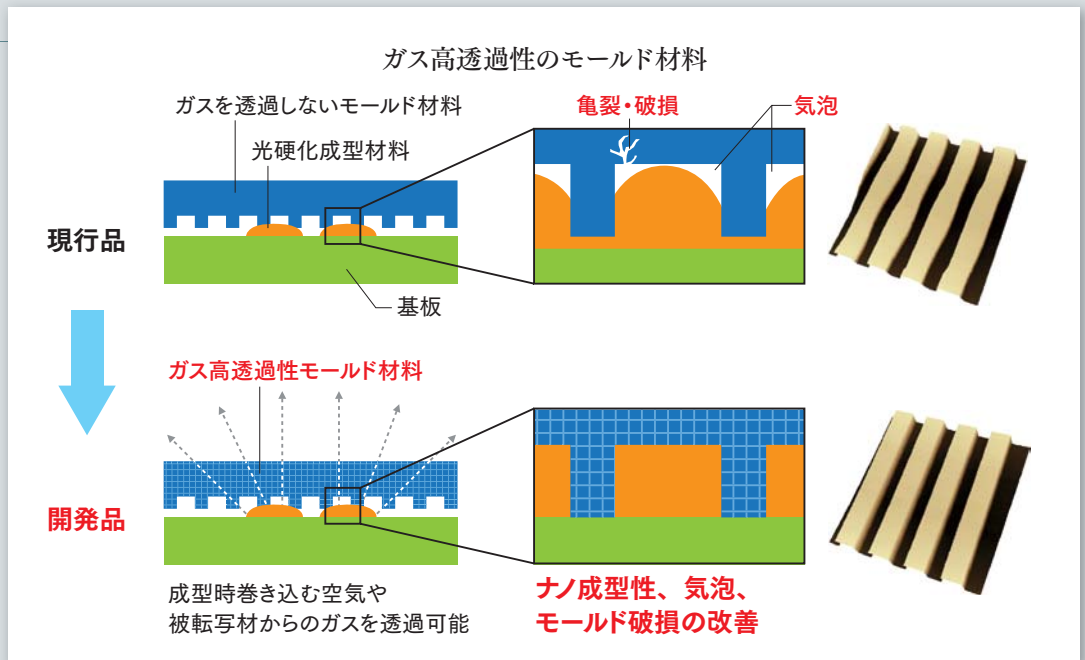
セルロースナノファイバーは金属の代わりになるくらいの硬度や耐久性を持っていますから、大丈夫です。この開発は、種をまいて芽が出て、葉っぱが出

てきたくらいの段階です。このタイミングで特許を書き、プロジェクトとしての期間はあと2年半ですが、それまでの間に企業に譲渡しようと思っています。といっても、企業と駆け引きをして、特許を高額で売ろうという気はまったくありません。

私も教員ですから、これで利益が欲しいわけではありません。社会に貢献できればいいので、この研究に興味がある企業なら、安くライセンスするつもりです。我が国のより多くの企業に使っていただきたいです。

——もう少し研究を発展させてから譲渡するというのですか。

私の所属する機械システム工学科では、修士の学生には対外的な発表の機会を必ずつくるようにしています。これはとても重要なことで、大学で1本特許を書いても、周辺も押えないとあまり実効性はありません。しかしそれには時間がかかり、それを待っていたら学生は卒業してしまいます。ですからそこは企業と相談する必要がありますが、学生に発表をさせて、他の先生や企業の意見も聞きながら、自分の研究にしっかり向き合い、次の研究サイクルをどう設定していくのか考えるように指導



しています。だから私の研究室では、国際学会に出て英語で発表しなさいと学生には言っているんです。

企業に戻りたいとは思わない

——企業で研究の仕事をされてから大学に転じてこられた方として、企業と大学の研究風土などの違いについてはどうお感じですか。

本学に来てからは、情報を得る機会が企業勤めのときに比べて10分の1くらいに減ったような気がします。企業にいと、自分で情報を集めるだけでなく、企画部門などからどんどん情報が入ってきます。それに対して大学はちょっとタコツボ的なところがあるように感じます。情報があまり共有されていないのです。研究装置なども、研究室ごとに入れて、他の研究室と共同で使うということが少ないのではないのでしょうか。そういうところは海外の大学も日本とあまり変わらないと思います。これは何とかした方がいいですね。維持・修理費を負担する仕組みをつくれれば解決できると思うのですが……。

それと私は企業にいたということもありますし、機能性材料は実用化が近い領域なので、市場性とか実用

性ということを考えながら研究をしています。でも多くの先生は、産業に役立つかどうかということは考えず、産業界のニーズ調査をせず、自分の興味のあるテーマを中心に研究しているように感じます。基礎的な研究は大学で非常に大切ですので、それを否定するつもりはありません。

ノーベル賞を取るような基礎的な研究と、私たちのように企業に採用されて社会に還元されることを目指す研究とでは、テーマの選び方や研究に対するスタンスが違うのは当然のことです。ただ私は、自分で見つけたものでなくても大学にあるノウハウや原理は活用させてもらいますし、自分の研究は産業界のニーズに合わせてながら、成果が出たら企業に「ドンドン マスマス」的に橋渡ししていこうと考えています。

——企業に戻りたいとは思いませんか。

それはいいですね(笑)。本学は富山県がサポートしてくれていますし、事務局もしっかりしています。研究予算面でも恵まれている方だと思います。それに研究テーマから方法からすべて自分で決められるのですから、企業にいたときはストレス度がまったく違いますよ。