



環境負荷を大きく低減する ナノファイバーの創製と実用を目指して

医学の発展からスキンケア商品 衣類への応用まで

「私が取り組んでいるのはシンプルに言うと太さがナノサイズの繊維を作ることです」と先生。ナノメートルは10億分の1m。ちなみに1マイクロメートルは1ナノメートルの1000倍にあたり、いかにナノが小さな単位なのかわかります。そしてナノファイバーは、今は主流であるマイクロファイバーより格段に細い糸として注目されています。「同じ重さ、体積でも糸が細くなれば表面積が大きくなります。氷砂糖とコーヒー用のシュガーを比べるとコーヒー用シュガーのほうが溶けやすいですね。これは表面積が大きいからです。また表面積が大きいとさまざまなものに接触しやすく、吸着性が高くなります。こういう特性がナノファイバーの強みなんです」。

今は実用化に向け研究開発段階ですが、期待される用途は実に幅広いもの。たとえば医療分野では、ドラッグデリバリー（体内における薬物送達）システムにおける研究において、医薬品有効成分をナノファイバーに取り込むことで、作用してほしいところにだけスピーディーに薬が届くようになる材料が開発されつつあります。またIPS細胞の足場材料となったり、マスク、スキンケア製品、衣類、各種フィルターや、電池材料の部材、センサーなど、数えればキリがないほどです。



材料化学系

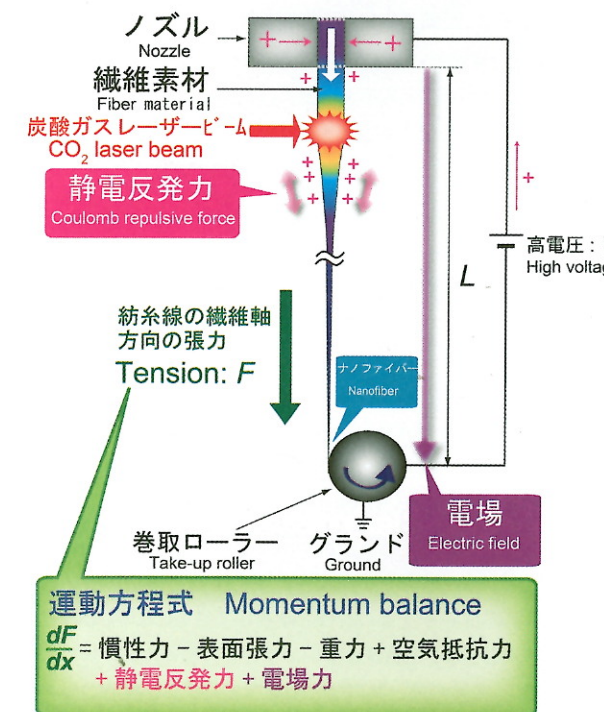
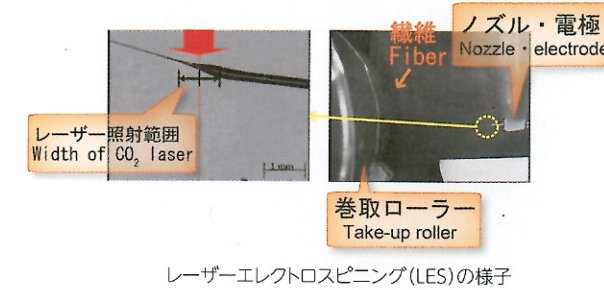
高崎 緑 准教授

そのプロセスを簡単に紹介しましょう。樹脂を一定の速度で押し出すのですが、このときノズル（押し出す部分）に数十キロボルトという雷のような高電圧をかけます。さらにノズル直下で炭酸ガスレーザー光を照射。するとレーザー光を吸収して加熱され、樹脂は融けて柔らかくなります。対極には静電気が接地するグラウンド（アース）があり、静電力によって引き伸ばされた樹脂は、川の流れのようになってそこへ向かいます。それをミシン糸のように巻き取ると「糸」、巻き取らずに降り積もらせれば、マスクや女性にはフェイスマスクなどでお馴染みのシート状の「不織布」ができます。

溶媒フリーというように、このような熱で融かす製法では溶媒を使うことがなく、その分、回収コストの削減、溶媒の残存の懸念がなくなることから環境面や健康面でも大きなメリットがあります。さらに静電力で引き延ばすことで、安定して均一かつ極細な紡糸が可能です。

課題としては、「溶媒がないことで細くするのが難しいこと。現在はようやく1マイクロを切るくらいのもの、数百ナノのものができつつあるという段階です。さらに細くするにはどうすればいいのか

が最大のテーマですね」。この間にも用途開発はどんどん進んでいるそうです。



レーザーエレクトロスピニングプロセスの概念図

「そういう夢を見ながら研究するのは、若い学生にはとても大切なこと。一方で、ナノファイバーが本当に求められている分野や領域を開発し、それに必要なスペックを提供できる準備しておくことは必須です。技術開発は、そのどちらかに偏るいびつな形では、真に社会に役立つことになりませんから」。

ナノファイバーを中心に バイオマスの利活用も研究

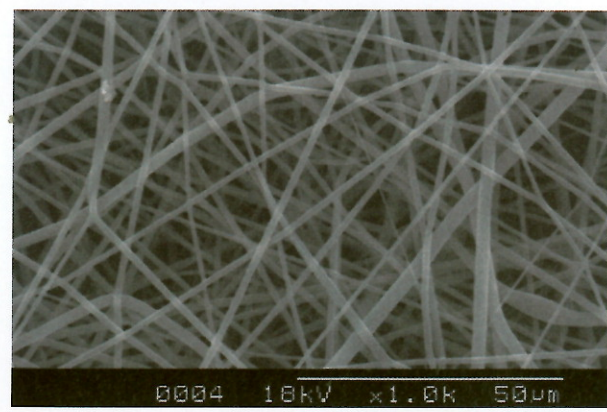
この言葉を反映するように、先生は地域由来のバイオマスの探索や、それらを使った繊維化などにも取り組んでいます。一例では、蚕のエサである桑が持つ、糖の吸収を阻害するなどの機能性成分の利活用、ポリ乳酸（でんぷんから作られるプラスチック）の繊維化など。

研究室ではほかに2名の先生が、それぞれに繊維・高分子材料の未来を見据えた研究を遂行しています。田中克史教授の研究テーマのひとつは、「エレクトロロロジー（ER）」。ERとは電圧をかけたり遮断したりすることで流体の粘性や弾性率が変化すること。田中先生は液体に微粒子（ナノ粒子）を混ぜたER流体などについて、その特性評価や解析を行っています。小林治樹助教は、たとえば「高強度繊維材料の力学的性質の評価」。高強度繊維は、すでに炭素繊維やアラミド繊維として広く一般化していますが、金属材料に替えることで材料の軽量化につながり、環境問題対策においても注目されているとのこと。

ナノファイバーを中心に繊維を創製したり解析、制御することは、工業品やメディカル、衣食住に関わるすべてのものの形や重さ、性質などを変えることを可能にします。こうした「繊維製品設計研究分野」は、私たちに遠いようでいて、実際はとても身近な研究といえそうです。その醍醐味を先生は、「予測し、それを発見できたときの喜びと、いかなる場合でも課題は出てきますから、それに挑むこと。その繰り返し、やがては人と社会に役立つ機会につながる。研究のモチベーションとなっています」。

自ら開発を手掛けたプロセスで 溶媒を使わず創製する

ナノファイバーの創製法には、溶媒を用いるエレクトロスピニングや風を吹きつけるメルトブローなどいくつかの方法がありますが、先生は、自身も開発の中心となった「溶媒フリーのレーザーエレクトロスピニング（LES）」というプロセスを用い、加熱して融かして紡糸を行っています。



ポリ乳酸ナノファイバーウェブ写真

近未来を思い描きながら 今、本当に必要な用途を開発

興味深いことにナノファイバーは、私たちに近未来の暮らしを見せてくれるかもしれません。「もっともっと細くできれば、それを使った衣類を着ることで透明人間ができるかも。ウェアラブル素材といいますが、着ることで音楽を聞けるようになるかもしれません。限りなく軽く薄くすることでいろいろな機能が付けられますから」。人工知能やITロボットなどのように、かつては漫画の世界でしかなかったものが具現化するかもしれないと思うと、ナノファイバーに俄然興味が湧いてきます。

