



古海哲一准教授（前列中央）と研究室の皆さん
※写真撮影時のみマスクを外しました

セルロースから液晶材料を創製

再生可能な資源のセルロースから、新しい機能を持つ液晶材料を作ることに成功。
その研究をさらに発展させ、古海誓一さんは実用化を視野に入れた応用研究を進めている。

東京理科大学
理学部第一部応用化学科 准教授

古海誓一

ふるみ・せいいち 1973年、東京都生まれ。上智大学理工学部化学科卒業、東京工業大学大学院総合理工学研究科物質科学創造専攻博士課程修了。独立行政法人通信総合研究所（現情報通信研究機構）、独立行政法人物質・材料研究機構を経て、2014年から現職。中学生の頃、自宅近くに化学メーカーの研究所があったことから漠然と「ああいうところで仕事ができるようになれば」と思うようになった。同時に、理科の授業でリトマス試験紙の色が瞬時に変わることや、美術の授業ではいろいろな絵の具を混ぜると新しい色を作り出せることに興味を持ち、化学への関心を強めていったという。大学のある神楽坂周辺は評判のいいレストランが多いが、「今は新型コロナウイルスの感染が怖いので、外食はせずにお弁当で済ませることが多い」と話す。

[第36回松籟科学技術振興財団研究助成 受賞]

新型コロナの影響でいつも以上に多忙

——新型コロナウイルスの感染拡大により、今回は取材をオンラインで行っていますが、大学の授業もやはりオンラインですか。

はい、今はすべてオンラインです。今年の新入生には、一度も大学に登校していない学生も多いのではないのでしょうか。

——オンラインで授業を進めるのは大変ですか。

授業そのものもそうですが、授業を行うための準備が大変です。というのも、授業を撮影して録画しておかなければならないからです。私の場合、従来の授業では板書していたものを全部スライド化しているのですが、文章や数式、さらには図もス

ライド用に作り直す必要がありますし、撮影自体もともと素人ですから一苦労です。当然間違っている部分もあったりするわけで、そうすると訂正のテロップも作らないといけなし、もちろん編集作業もしなければなりません。試行錯誤の毎日です。授業の後では学生の理解度を深めるため課題を出し、その評価も必要です。1回の授業を行うため、丸1日以上準備時間が必要になります。

——コロナ禍で先生たちの負荷は従来以上に重くなっているということですか。

それは間違いなくそうとも言えます。オンラインの授業に不満を言う学生もいますが、教員は確実に例年以上に頑張っていますし、忙しいのが実情です。そこは学生にも保護者の方々にもぜひ、理解していただきたいと思います。

——学生が登校できないと実験などはどうしているのですか。さすがに実験はオンラインというわけにはいきませんよね。

私の研究室に所属している学生15人は登校しています。ただし、三密を防ぐため、一つのグループは午前10時から14時まで、もう一つのグループは14時から18時までというように分けています。一人の学生が研究室にいるのは最長でも4時間程度に制限しています。都内にいる大学なので、学生の通学時間がラッシュアワーの時間帯と重ならないようにも配慮しています。とにかく

研究室から新型コロナウイルス感染者を出さないことが重要で、そこは細心の注意を払っています。

セルロースから作る コレステリック液晶

——しかしそれでは、研究の進捗にも影響が出てくるのではありませんか。

残念ながらそのとおりです。いつもは4月スタートですが、今年は緊急事態宣言が出たので、学生に来てもらったのは6月になってからでした。しかもこの夏は猛暑でしたから、研究が進むスピードはいつもと全然違います。

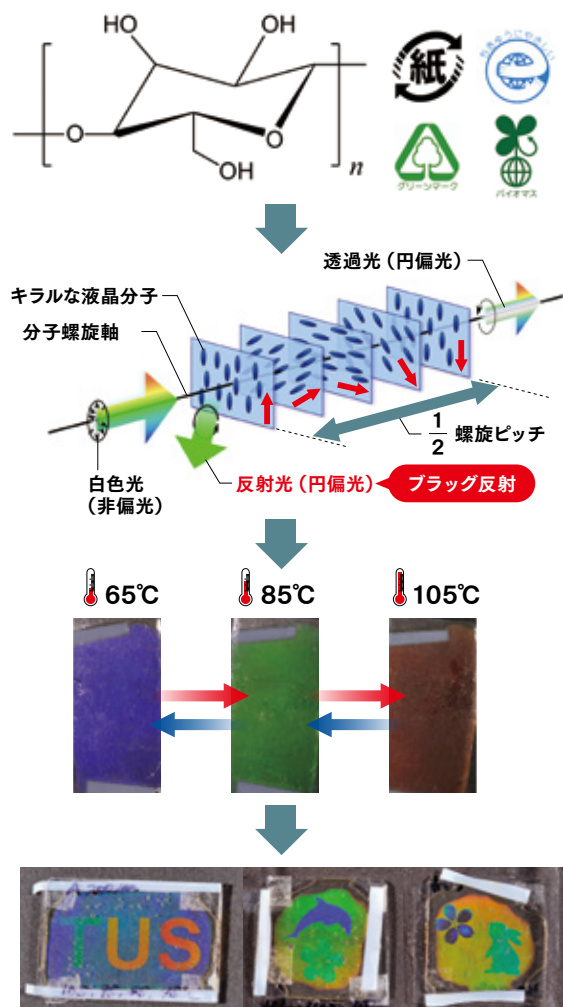
——そうした大変な状況の中で先生は今、どういう研究をされているのですか。

低環境負荷な半導体ナノ結晶とか高分子微粒子を用いたソフトなコロイド結晶などいくつかのテーマで研究していますが、松籟科学技術振興財団の助成金をいただいたのは、セルロースを原料にしたコレステリック液晶の創成を目指す研究です。

——ではせっかくですからその助成金の対象となった研究について、もう少し詳しくお聞かせください。

パソコンやテレビなどのディスプレイに使われている液晶は、ネマチック液晶と呼ばれるもので、液体に近い状態でありながら棒状の分子がある方向に並んでいる構造になっています。それに対してコレステリック液晶は、棒状の分子が幾重にも重

セルロースを用いた地球環境に優しいカラフルな液晶の創成と応用



紙、綿、木材の主成分であるセルロースは、環境や人体に優しい天然資源である。

ある種のセルロース誘導体は、分子螺旋構造を形成した“コレステリック液晶”といわれる分子集合状態になる。

適切な化学反応を行うと、温度によって青・緑・赤に変色するセルロース誘導体を得ることができる。

架橋性セルロース誘導体を用いれば、多種多様なフルカラーイメージングフィルムを作製できる。

【新聞発表】日経産業新聞 (2016.11.8) 【テレビ出演】TBSテレビ 未来の起源 (2017.1.22)

能であり持続可能な資源です。そういう意味でSDGs (持続可能な開発目標) の理念にも合致しており、セルロースでコレステリック液晶を作成することは社会にも貢献できると信じています。

——セルロース由来のコレステリック液晶にはどのような特性があるのでしょうか。

私たちはセルロースの側鎖をアルキル基とコレステリル基で混合エステル化すると、室温付近で鮮やかな反射特性を示す新しいコレステリック液晶材料を見いだすことに成功しました。さらにその研究を発展させ、架橋性のセルロース誘導体を用いて光の三原色を表現できるフルカラーフィルムの作製にも成功しました。面白いことに、この新しいコレステリック液晶の材料はゴム弾性を備えていて、力を加えると色が変わるのです。しかも押すのをやめると形状とともに色までも元に戻るのです。このようなセルロース・コレステリック液晶エラストマー膜に関する報告はほかになく、私たちは2016年に特許を出願しています。

社会インフラや医療介護分野での応用も

——その材料はこれまでの液晶と同じように表示装置などに使われるのでしょうか。

現在、実用化されているネマチック液晶のディスプレイはとてよくできていて、スイッチングスピードがとても速く大面積化も可能です。だから同じようなところに応用しようとは考えていません。今、お話ししたような、色が変わる特性を生かせる新しい展開を考えています。

——具体的に言うとうどういう用途ですか。

日本では近年、インフラの老朽化

なる層状になっていて、一定周期の分子螺旋構造を形成しています。私たちはこのコレステリック液晶に着目して、従来のような石油資源からではなく、セルロースを原料にして作っています。セルロースで分子螺旋構造を形成し、そのピッチを250～400ナノメートルくらいの長さにすると、色を調整することができます。例えばコガネムシは体表面が金属光沢をしていて、緑色のように見えますが、あれはコガネムシの体にあるセルロースと類似した生体分子が金属光沢を放っているのです。私たちが作っているセルロース由来のコレステリック液晶は、生体模倣をしているようなところがあります。

ゴム弾性を有し色が変わる材料を発見

——なぜセルロースを材料にしているのですか。

石油資源は今後50年くらいで枯渇すると言われています。さらに海洋マイクロプラスチック問題などでもわかるように、石油資源は環境に大きな負荷を与えてもいます。それに対してセルロースは生分解性を示し、その基本骨格はブドウ糖ですから環境にはほとんど負荷をかけません。しかもセルロースは地球上で最も多く存在する炭水化物で、水と二酸化炭素を使った光合成によって植物が作り出してくれますから再生可

が大きな問題になっています。2012年に中央自動車道の笹子トンネルで天井のコンクリート板が崩落する痛ましい事故が起きたことは、覚えている方も多いと思います。そこでこのコレステリック液晶材料で作ったフィルムをコンクリートの壁などに貼り付けておけば、それまでになかった力が作用すると色が変わり、誰でも外壁の劣化や危険性を察知することができるようになる可能性を秘めています。そういうひずみセンサーとか圧力センサーに応用できるのではないかと考え、企業との共同研究も始めています。

——社会インフラ、あるいは建設分野への展開ですね。その他の分野はいかがですか。

これはある看護大学の先生と共同で研究しているのですが、体に貼るとかベッドのシーツの下に貼るとかすれば、寝たきりの高齢者の体にかかる圧の変化がわかるのではないかと考えています。そういう変化が遠隔でわかるようになれば、褥瘡、いわゆる床ずれを防ぐことができるかもしれません。このフィルムは体に貼り付けることもできるので、ウェアラブルセンサーへの応用も考えられます。

——それは面白い着想ですね。どこからそういう発想が出てくるのですか。

実は私たちの研究成果は学会だけでなく新聞やテレビでも紹介されたことがあります。そうするといろいろな分野の方々から問い合わせなどが来るんです。褥瘡に関する研究はまさに、そうした報道を見た看護大学の先生からの問い合わせがきっかけで始めたものです。

——こうした研究にはいつから取り組んでこられたのですか。

以前、所属していた物質・材料研

究機構でもコレステリック液晶の研究はしていましたが、それは石油資源から作ったもので、セルロースからつくるコレステリック液晶の研究を始めたのは2014年に東京理科大に移ってきてからです。

これからも続けたい 低負荷材料の研究

——古海先生は、なぜ物質・材料研究機構から東京理科大に転じてこられたのですか。

大学生の頃から将来は国の研究機関で仕事をしたいと考えていました。ずっと同じところにいて同じテーマで自由に研究できるだろうと考えていたからです。それは確かにそうだったのですが、しかしその自由を得るためには相当の努力をしなければならず、実際、その頃は深夜まで研究をするのが普通でした。また一方でこうした研究機関では、独立した研究を一人で行うのが基本ですから、研究したいテーマがいろいろあってもあまり手を広げられません。その点、大学の研究室には、やる気に満ちた学生が多く、いろいろなテーマと一緒に研究することができます。もちろん、研究だけでなく教育にも携わってみたいという気持ちもありました。

——ここまで研究を進めるうえで、どのようなことにご苦労されましたか。

実際に手を動かして研究するのは学生ですが、当然のことながら研究はうまくいかないこともあります。むしろそのほうが多いくらいで、自分が学生だったときもそうでしたが、実験などに失敗すると学生はくじけてしまうことがあります。そういう学生をエンカレッジして研究を前に進めさせることが大変で、今も難しい課題と痛感しています。まあ、これは私に指導能力がないせいかもしれませんが（苦笑）。しかし、学生が粘り強く研究に取り組んでくれたおかげで、先ほど説明したような興味深い研究成果を得ることができました。本当に感謝しています。

——コロナ禍でとにかく大変な時期だと思いますが、これからの抱負はいかがですか。

セルロースを使った研究には、社会貢献できることから学生も共感してくれています。これから石油資源などが確実に減っていくことを考えると、身近な材料から環境とか人体に低負荷な材料やデバイスを作ること、はますます重要になっていくと思います。そういう考えをつねに持ちながら、これからもずっと研究を続けていきたいと思っています。



暗室での実験の様子