

世界初！光でほどけるらせん状人工ナノ線維の開発に成功～人工細胞からドラッグデリバリーまで幅広い分野への応用に期待～

平成 29 年 5 月 8 日
国立大学法人千葉大学
高エネルギー加速器研究機構

千葉大学大学院工学研究科の矢貝史樹准教授を中心とした研究チームは、光を当てることで「らせん構造」がほどける人工のナノ線維の開発に成功しました。

この成果は、思い通りのタイミングで内包した物質を放出したり、あるいは物質を取り込んだりすることができるナノ材料の開発へと発展することが期待されます。

■背景 ー微小線維とはー

微小線維とは、細胞内に存在し、細胞形状の維持、形の制御、さらには細胞内での物質移動を担っている線維状ナノ構造体です。主にアクチンと呼ばれる粒子状のタンパク質がユニットとなり、らせん状に結合することで形成されます。生体系に見られるような精緻な構造を持つ線維状の微小材料を人工分子で構築することは挑戦的な課題であり、世界中で活発に研究されています。人工の材料を使い様々な機能を持った分子をユニットとして用いることで、生体系にはない独自の機能を実現することができます。

■本研究の成果

研究チームは、今回世界で初めて、光でらせん構造がほどける人工のナノ線維（太さはわずか 10 ナノメートル！）の開発に成功しました。線維の見かけの長さ（末端から末端までの直線距離）は 2 マイクロメートル程度から 10 マイクロメートルまで大きく変化することもわかりました。この新しいナノ線維は、光で折れ曲がる性質を持ったアゾベンゼン分子が結合することで形成されます。研究チームは、アゾベンゼン分子を水素結合によって 6 個集め、「ロゼット」と呼ばれる根生葉の形にすると、ロゼットが次々と連なり、らせん状のナノ線維（超分子ポリマーとも呼ぶ）を形成することを発見しました。ロゼットの「葉」が全て開いている時は、ロゼットは一定の湾曲率を保ちながら結合してゆき、らせん状の線維を形成します。光をあてるとアゾベンゼン分子が異性化するためにロゼットの「葉」が部分的に折れ曲がり、その結果、湾曲性が損なわれます。この局所的な構造変化がらせん構造全体で起こるため、らせん構造がほどけて伸びきった線維へと構造変化するので、このようなナノ線維の構造の変化は、高エネルギー加速器研究機構の X 線小角散乱測定装置などによる計測によ

り明らかになりました。

■今後の展望

近年、様々な刺激を用いて分子の形状を制御することが可能になってきています。しかし、分子より少し大きなサイズ、すなわちナノメートルスケールの物体の形状を外部刺激によって変化させることは未だ困難な課題であり、身近な現象である光の照射によってこれを可能にするという本成果は画期的といえます。

今後は、らせん構造内に内包された薬剤などを患部へ任意のタイミングで放出するドラッグデリバリーシステムや、コンパクトに折りたたまれたらせん構造から網目のような線維ネットワークを一気に広げて物質を捕捉するナノシステムなど、生体機能を高度なレベルで模倣したスマートナノマテリアルへの発展が期待できます。

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・新学術領域研究『 π 造形科学』（領域代表福島孝典）における研究課題「複合アセンブリー π 造形システム」（研究代表者：矢貝史樹）の一環として行われました。また、本研究の成果は Nature Communications (DOI:10.1038/NCOMMS15254) にて日本時間 2017 年 5 月 10 日（水）午後 6 時に公開されます（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/press20170511.pdf> をご覧ください）。