



令和2年10月5日

報道機関 各位

東北大学流体科学研究所

夢の新素材セルロースナノファイバーを原料とした 革新的セルロース単繊維創製法を開発

—電場と流れ場による繊維配向制御で高強度化に成功—

【発表のポイント】

- セルロースナノファイバーを原料とする高強度・高靱性セルロース単繊維の新たな創製法を開発
- 交流電場と流動場を組み合わせた繊維配向法により、セルロース単繊維の引張強度および靱性がそれぞれ 63%および 120%増加することを実証
- 高強度・軽量というセルロースの特性を生かした新素材としての応用期待

【概要】

植物繊維(パルプ)をナノレベルまで細分化することにより得られるセルロースナノファイバー(CNF)は、高い機械的特性(密度が鉄鋼の 5 分の 1 でありながらも、強度は鉄鋼の 5 倍以上)を持つ優れた環境適応新素材として世界的に注目を集めています。東北大学流体科学研究所の高奈秀匡准教授は、米国ワシントン大学 Dichiara 助教、スウェーデン王立工科大学の Lundell 教授との国際共同研究により、電場と流れ場による革新的な CNF 配向制御法を開発し、CNF から成るセルロース単繊維の高強度・高靱化に成功しました。

本成果は、米国科学誌 ACS Applied Materials & Interfaces および Nanotechnology に掲載されるとともに、2020 年 9 月 9 日に Advances in Engineering (AIE)のウェブサイトにて紹介されました。

【詳細な説明】

○ 研究の背景

木材繊維を機械的・化学的にナノオーダーまで解きほぐすことのできるセルロースナノファイバー(CNF)は、直径数 10 nm 程度の高結晶性の超微細繊維であり、次世代のバイオマス素材として世界的な注目を集めています。化石資源の少ない日本において、豊富に存在する森林資源から得られる CNF を有効活用し、付加価値の高い新素材を創製することは極めて重要な技術課題です。本研究室においては、セルロースナノファイバー(CNF)を再合成することにより、ガラス繊維と同程度の高い比強度を有するセルロース単繊維を創製することを目的として研究を行ってまいりました。CNF 本来の有する優れた材料特性を示すセルロース単繊維を得るためには、繊維中の CNF を繊維長軸方向に配向することが不可欠となります。しかしながら、超微細な CNF はブラウン運動による拡散が強く、従来の方法では CNF を配向制御することが難しく、十分な強度を持つセルロース単繊維を創製することができませんでした。

○ 研究の内容

今回、高奈秀匡准教授らの研究グループは、TEMPO 酸化 CNF(注1)が交流電場に対して高い応答性を示すことを見出し、米国およびスウェーデンとの国際共同研究により、交流電場による CNF の配向制御と従来の流動場による配向法を組み合わせた革新的なセルロース単繊維創製法を開発することに成功しました。数値シミュレーションにより、本創製法における交流電場による配向機構を明らかにしたうえで、実験によりその効果を実証しました。流れ場による繊維配向と交流電場を組み合わせることにより、CNF の配向度が 0.95 (1.0 が完全配向)にまで向上し、セルロース単繊維の引張強度および靱性がそれぞれ 63%および 120%増加するという、著しい向上効果が得られました。本成果は、高強度・軽量というセルロースの特性を生かした新材料開発へ貢献します。

謝辞

本研究は、JSPS科研費 19K04187 および流体科学研究所公募共同研究の助成、ワシントン大学・東北大学アカデミックオープンスペース(UW-TU:AOS)の支援を受けて遂行されました。

【論文情報】

タイトル: "Numerical simulation on electrostatic alignment control of cellulose nano-fibrils in flow"

著者: Hidemasa Takana and Mengfei Guo

掲載誌: Nanotechnology, Vol. 31 (2020), 205602 (7pp)

DOI: 10.1088/1361-6528/ab703d

<https://advanceseng.com/electrostatic-alignment-control-cellulose-nano-fibrils-flow/>

タイトル: "Field-Assisted Alignment of Cellulose Nanofibrils in a Continuous Flow Focusing System"

著者: Heather Wise, Hidemasa Takana, Fumio Ohuchi, and Anthony B. Dichiara

掲載誌: ACS Applied Materials & Interfaces, Vol. 12, pp. 28568-28575 (2020)
DOI: 10.1021/acsami.0c07272.

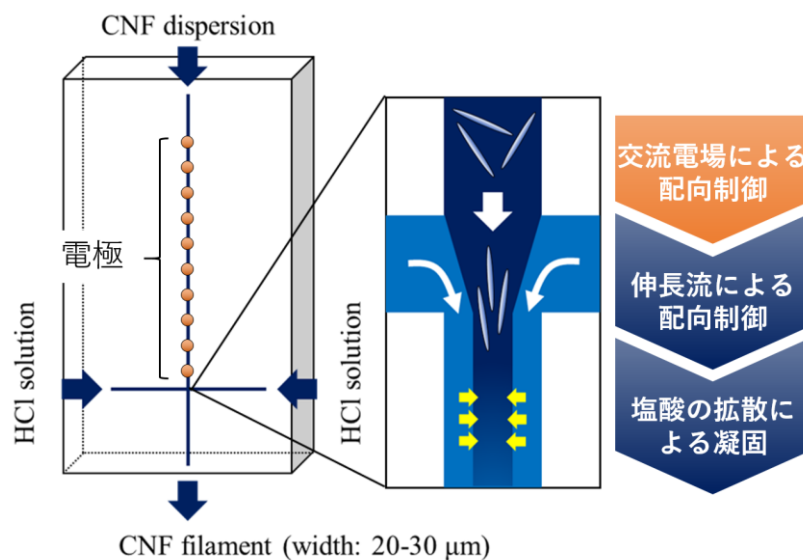


図1 交流電場と流れ場を組み合わせたセルロースナノファイバー配向法による革新的セルロース単繊維創製法

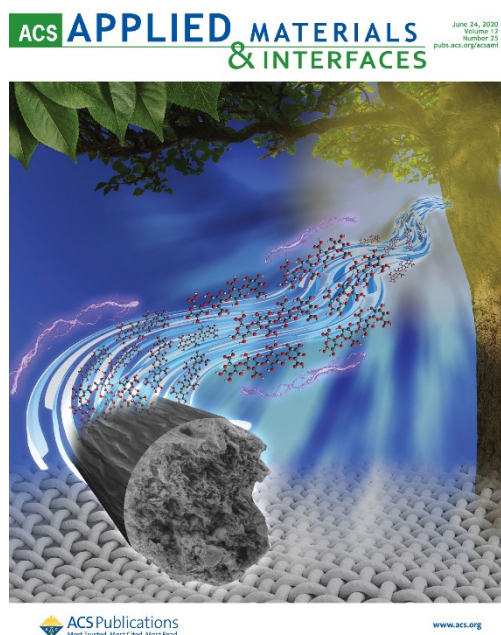


図2 ACS Applied Materials & Interfaces のカバーページに採用された本研究成果

【用語説明】

注1：TEMPO 酸化セルロースナノファイバー

TEMPO (2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl radical) 触媒酸化により得られたセルロースナノファイバー。ファイバー間の高密度の電荷反発と浸透圧効果により、ナノファイバー化が可能となる。

【内容についてのお問い合わせ先】

東北大学流体科学研究所

担当 准教授 高奈秀匡

電話 022-217-5223

E-mail takana@tohoku.ac.jp

【報道についてのお問い合わせ先】

東北大学流体科学研究所 広報戦略室 担当 内村博子

電話 022-217-5873

E-mail ifs-koho@grp.tohoku.ac.jp