

各位

第一工業製薬株式会社

**セルロースナノファイバーに関わる共同研究成果が、
米国科学誌 『Science Advances』 (オンライン) に掲載**

第一工業製薬（本社：京都市南区、代表取締役社長：山路直貴）は、大阪大学、東京大学、海洋研究開発機構との共同研究成果として、木材由来のナノ繊維であるセルロースナノファイバー（CNF）から、新奇なプラスチック様材料の形成に成功しました。

本研究成果は、2026年5月16日（土）午前3時（日本時間）に米国科学誌 『Science Advances』 （オンライン）に掲載されます。

【掲載内容】

タイトル：“Thermoforming nanoparticle aggregates via interfacial ionic self-diffusion”

著者名：Shun Ishioka*, Yuki Hiromatsu, Jiaxin Peng, Taizo Kabe, Takaaki Kasuga, Kazuho Daicho, Yohsuke Goi, Noriyuki Isobe, Tetsuo Yamaguchi, Shuji Fujisawa, Hirotaka Koga, Tadahisa Iwata, Junichiro Shiomi, Masaya Nogi, Tsuguyuki Saito* (*責任著者)

DOI：[10.1126/sciadv.aeb3281](https://doi.org/10.1126/sciadv.aeb3281)

リリース内容詳細は、別紙の共同プレスリリースをご参照ください。

当社は、引き続きセルロースナノファイバーをはじめとする、天然由来素材の材料開発、応用技術の開発を促進し、持続可能な社会の実現に貢献していきます。

第一工業製薬の CNF 「レオクリスタ」について

CNF は木材や草など、どこにでもある植物の主要成分であるセルロースを原料とした、カーボンニュートラルを実現する次世代の素材です。温室効果ガスやプラスチック量の削減など、持続可能な開発目標（SDGs）に貢献できる環境に配慮した素材として注目されています。当社の CNF 「レオクリスタ®」は、微粒子の沈降防止や、スプレー可能でタレないゲルとして利用できます。また、高透明性、高強度で、さらに折り曲げることができる皮膜を形成するなどユニークな形状を作り出すことができます。当社では CNF の特徴を生かした開発を進め、社会のニーズに合わせた製品を提供することで持続可能な社会に貢献していきます。

【本リリースについてのお問い合わせ先】

第一工業製薬株式会社 管理本部 戦略統括部 広報 IR 部
TEL. 075-276-3027 E-mail: d-kouhou@dks-web.co.jp
コーポレートサイト <https://www.dks-web.co.jp>
〒601-8002 京都市南区東九条上殿田町 48 番地 2



本研究成果は論文掲載先である『Science Advances』から、以下の通り報道解禁設定があります。
TV・ラジオ・WEB・・・5月16日(土)午前3時(日本時間)
新聞・・・5月16日(土)朝刊(日本時間)

2026年5月15日

分野:自然科学系

キーワード:ナノ粒子、セルロースナノファイバー、イオン液体、熱成形、SDGs

木材由来のナノ繊維から プラスチック様材料の形成に成功

【研究成果のポイント】

- ◆ 熱可塑(かそ)性を持たない、木材由来のナノ繊維であるセルロースナノファイバー(CNF)から、新たなプラスチック様材料の形成に成功
- ◆ CNF はその優れた特性にもかかわらず、プラスチックや金属では可能な「加熱による成形」ができず、加工の可能性を狭めることが課題となっている
- ◆ CNF 表面を負電荷に改質し、イオン液体の正電荷イオンとペアを形成させることで、ナノ粒子同士の界面を選択的に熱可塑化する手法を開発
- ◆ 本成果により、CNF の集合体から、強度や熱寸法安定性に優れた部材をより高い自由度で成形可能になり、将来的には車のフレームや建材といった構造用途や放熱用途への展開が期待される

❖ 概要

大阪大学産業科学研究所の石岡瞬助教、東京大学大学院農学生命科学研究科の齋藤継之教授、および同大学大学院工学系研究科、第一工業製薬、海洋研究開発機構からなる研究グループは、熱可塑性を持たない木材由来のナノ繊維である CNF から、成形自由度の高いプラスチック様材料を形成する手法を開発しました。

CNF は、高強度、低熱膨張性、高熱伝導性などの優れた特性を有し、密に集合(会合)させると、これらの特性を併有した高性能材料を形成できます。しかし、CNF 会合体に熱を加えても、そのナノ粒子構造を維持させたまま軟化させることができない(熱可塑性を持たない)ため、従来は自由度の高い成形加工が困難でした。そこで本研究では、CNF 表面を負電荷に改質し、解離性※1が高く、低融点の塩を形成しやすいイオン液

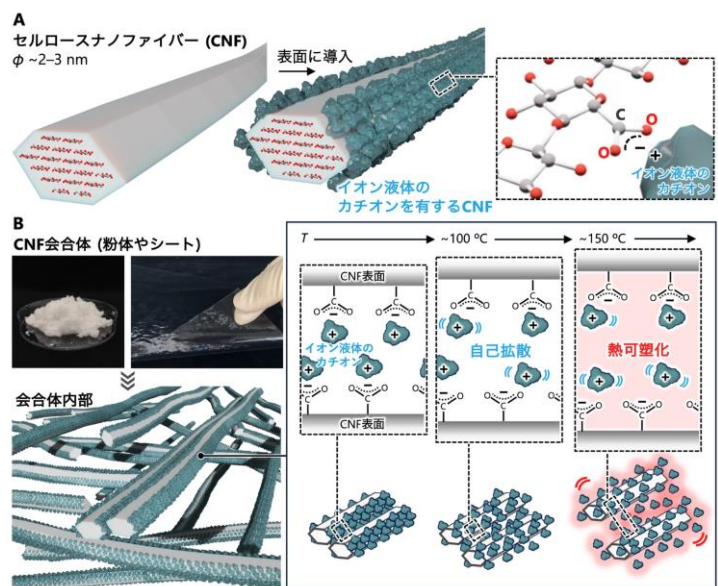


図1. CNF を用いて開発した、ナノ粒子会合体の熱成形戦略。
(A) CNF 表面へのイオン液体カチオンの導入。
(B) CNF 会合体の熱可塑化機構。

体^{※2}の正電荷イオン(カチオン)とでペアを形成させました(図 1A)。この CNF を昇温すると、CNF 同士の界面でイオンの位置交換を伴う運動(自己拡散^{※3})が誘起され、CNF 会合体が熱可塑性化されます(図 1B)。

これにより CNF の会合体からなる粉体やシートを、様々な形状の部材へとより高い自由度で成形可能となり、プラスチック代替材や構造部材や、放熱部材としての応用を促進することが期待されます。

本研究成果は、米国科学誌『Science Advances』(オンライン)に、5月16日(土)午前3時(日本時間)に掲載されます。

【石岡助教のコメント】

ナノ粒子会合体の優れた特性を活かした構造材料の形成を目指し、この研究をスタートしました。ナノ粒子会合体の熱可塑性には比較的早い段階で成功しましたが、その機構を明らかにすることに非常に苦労しました。機構解析など、実験にご協力いただいた各研究機関の方々に、感謝申し上げます。

❖ 研究の背景

CNF は、優れた機械特性および熱特性を有しており、これらを密に会合させると高性能材料(ナノ粒子会合体)を形成できます。プラスチックや金属などの汎用材料は熱可塑性を有し、所定の形状へ熱成形できますが、CNF 会合体を、そのナノ粒子構造を維持したまま熱可塑性化することはできません。よって、一般に CNF 会合体は CNF の分散液を乾燥させることにより成形され、得られる材料は薄膜やフィラメント(細長い繊維)となります。このような理由から、CNF 会合体には、大断面積や複雑形状が必要な場面で活用することが難しいという課題がありました。

❖ 研究の内容

本研究では、**木材由来のサステナブルなナノ粒子である CNF の会合体を熱成形する手法を開発**しました。CNF は、木材の細胞壁を解きほぐして得られる直径 2~3 nm(ナノメートル、ナノは 1 メートルの 10 億分の 1)の結晶性ナノ繊維で、優れた機械特性や熱特性を有しますが、熱可塑性はありません。本研究グループは、この CNF の表面が負電荷(アニオン性)を持つように改質し、熱可塑性の構造を持つ正電荷を持つイオン(カチオン)とペアを形成させることで、CNF 会合体中の CNF 同士の界面のみを選択的に熱可塑性化させることを試みました。予備検討で様々なカチオンの導入を行ったところ、イオン液体と呼ばれる低融点の塩を形成しやすく、高い解離性を有するカチオンの導入が、CNF 会合体の熱可塑性化に効果的であることがわかりました(図 1A)。このようにして得られた CNF の会合体中では、**高温でカチオンの位置交換を伴う運動(自己拡散)が誘起され、CNF 界面が効果的に熱可塑性化します**(図 1B)。これにより、CNF からなる粉体やシートから、多様な形状の構造体を熱成形可能となることを実証しました(図 2A、B)。

また、本研究の熱可塑性 CNF 会合体は、常温の状態でも多くのプラスチックやガラスよりも高強度かつ、熱膨張係数はそれらの中間に位置するという特性を有します。この特性は、熱可塑性 CNF 会合体中で、個々の CNF が結晶構造を保持したまま、カチオンが CNF 表面に局在化した独自の構造を有することに由来すると考えています。

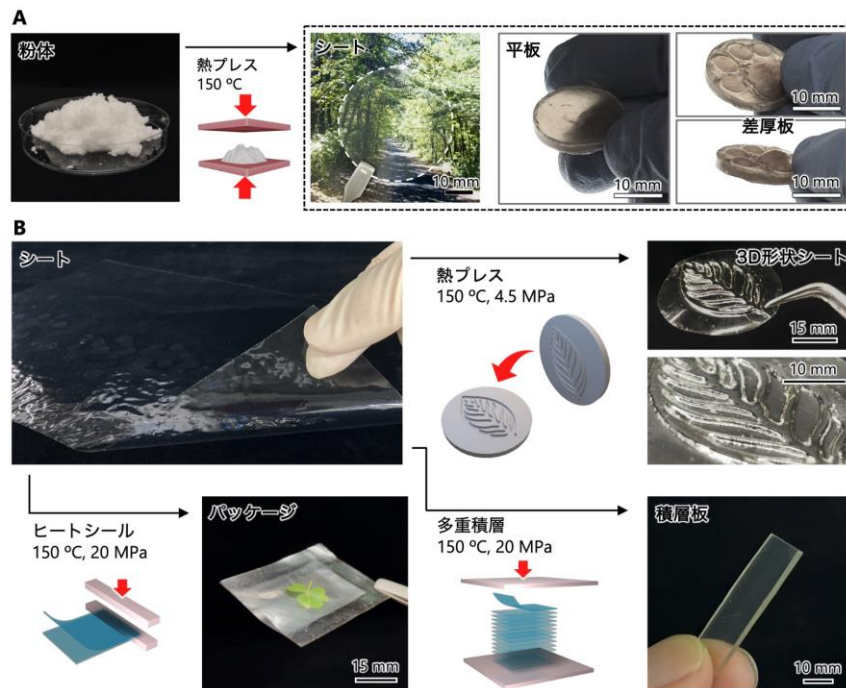


図 2. 熱成形性の実証。CNF 会合体からなる (A) 粉体および (B) シートを熱成形して得た、様々な形状の部材。

❖ 本研究成果が社会に与える影響(本研究成果の意義)

本手法は、酸化グラフェン^{※4}の会合体にも適用可能であり(図 3)、多様な組成や形状のナノ粒子の会合体の熱成形が可能となることが示唆されます。今後、本研究をさらに発展させ、ナノ粒子会合体の拡張性と成形性を拡充することで、ナノ粒子会合体が有する優れた特性の活用範囲が広がり、プラスチックでも金属でもない、新たな熱可塑性材料の実用化に繋がると期待されます。

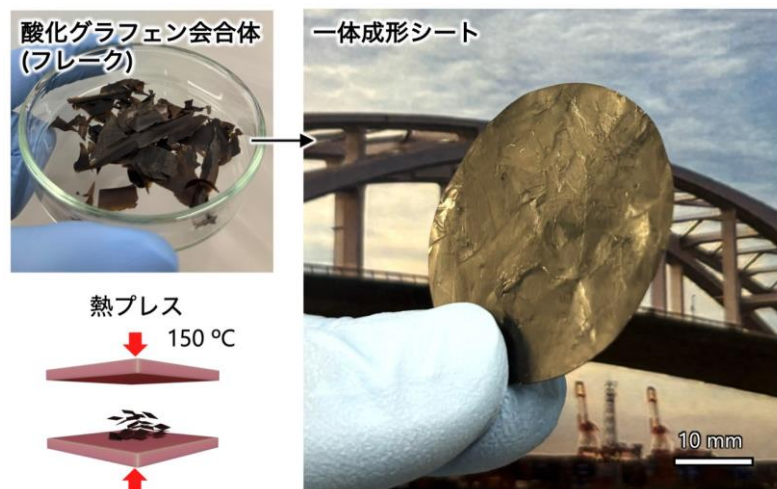


図 3. 酸化グラフェン会合体の熱成形。会合体からなるフレークの熱プレスにより形成した、一体成形シート。

❖ 特記事項

本研究成果は、2026年5月16日(土)午前3時(日本時間)に、米国科学誌『Science Advances』(オンライン)に掲載されます。

タイトル: “Thermoforming nanoparticle aggregates via interfacial ionic self-diffusion”

著者名: Shun Ishioka*, Yuki Hiromatsu, Jiaxin Peng, Taizo Kabe, Takaaki Kasuga, Kazuho Daicho, Yohsuke Goi, Noriyuki Isobe, Tetsuo Yamaguchi, Shuji Fujisawa, Hirotaka Koga, Tadahisa Iwata, Junichiro Shiomi, Masaya Nogi, Tsuguyuki Saito>(*責任著者)

DOI: [10.1126/sciadv.aeb3281](https://doi.org/10.1126/sciadv.aeb3281)

なお、本研究は、科学技術振興機構(JST) 戦略的創造研究推進事業 CREST「植物細胞壁のナノ分解と再会合の精密制御」(JPMJCR22L3)、同 先端国際共同研究推進事業(ASPIRE)「極限アスペクト比(EXAR)ナノ材料の学際的研究」(JPMJAP2310)、日本学術振興会(JSPS) 科学研究費助成事業(科研費) 若手研究(JP25K21403、JP25K18274)、JSPS 科研費 基盤研究(B)(JP22H03786、JP23K26963)、JSPS 科研費 挑戦的研究(萌芽)(JP22K19885)、朝日ウッドテック財団 研究助成給付事業 研究Ⅱ(24-Ⅱ-05)、池谷科学技術振興財団 単年度研究助成(0371007-A)の一環として行われ、文部科学省 マテリアル先端リサーチインフラ(申請番号: JPMXP25UT0204)、Spring-8 BL40B2 および BL40XU ビームライン(申請番号: 2023A1134、2024B1293)の協力を得て行われました。

❖ 用語説明

※1 解離性

塩がイオンへと分離する性質

※2 イオン液体

広義には、融点 100 °C以下の塩を指す。本研究では、臭化物イオンなどの単原子アニオンともイオン液体を形成可能なカチオンを、イオン液体のカチオンと定義した

※3 自己拡散

濃度勾配なしに、イオンなどが位置の入れ替えを行う現象

※4 酸化グラフェン

黒鉛(炭素の同素体の一種)を酸化させて得られるシート状ナノ粒子

❖ SDGs 目標



❖ 参考 URL

石岡瞬助教 研究者総覧

<https://rd.iai.osaka-u.ac.jp/ja/e368c788df18cdb2.html>

自然材料機能化研究分野(能木研究室)

<https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/organization/sec/sec01.html>

齋藤継之教授 研究者紹介

https://www.a.u-tokyo.ac.jp/profile/prof-saito_tsuguyuki

製紙科学研究室

<https://psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp>

❖ 本件に関する問い合わせ先

<研究に関するお問い合わせ>

大阪大学 産業科学研究所 助教

石岡 瞬(いしおか しゅん)

TEL: 06-6879-8441

E-mail: s.ishioka@eco.sanken.osaka-u.ac.jp

東京大学大学院農学生命科学研究科 教授

齋藤 継之(さいとう つぐゆき)

TEL: 03-5841-5271

E-mail: saitot@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

<広報に関するお問い合わせ>

大阪大学 産業科学研究所 広報室

TEL: 06-6879-8524

E-mail: press@sanken.osaka-u.ac.jp

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部 総務課広報情報担当

TEL: 03-5841-5484

E-mail: koho.a@gs.mail.u-tokyo.ac.jp

第一工業製薬株式会社 管理本部 戦略統括部 広報 IR 部

TEL: 075-276-3027

E-mail: d-kouhou@dks-web.co.jp

科学技術振興機構 広報課

TEL: 03-5214-8404

E-mail: jstkoho@jst.go.jp

<JST 事業に関すること>

科学技術振興機構 戦略研究推進部 グリーンイノベーショングループ

安藤 裕輔(あんど うすけ)

TEL: 03-3512-3531 Fax:03-3222-2066

E-mail: crest@jst.go.jp

❖ 発信先 報道機関

大阪大学から 大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会

東京大学から 大学記者会(東京大学)

第一工業製薬から 京都経済記者クラブ、化学工業日報社