

セルロースナノファイバーの技術開発動向と事業展開

Gemini Deep Research

はじめに

セルロースナノファイバー（CNF）は、植物由来の持続可能な新素材として、近年注目を集めています。鋼鉄の5分の1の軽さで5倍の強度を持つなど優れた特性を有し¹、複合材料、電子材料、医療分野など幅広い分野への応用が期待されています。CNFは、高い比表面積を有しており、軽量でありながら高い強度や弾性率を持つ素材として、様々な基盤素材への活用が期待され、精力的な開発が進められています²。特に、高強度材料（自動車部品、家電製品筐体）や高機能材料（住宅建材、内装材）への活用は、軽量化や高効率化等によるエネルギー消費の削減に繋がり、地球温暖化対策への多大なる貢献が期待されています²。加えて、“高強度・軽量”や“断熱等の高機能性”、“植物由来で高い再利用性”という性質を活かし、あらゆるモビリティや住宅建材等において製品ライフサイクルでの低炭素・脱炭素化の実現が想定されています²。本稿では、CNFの技術開発動向と事業展開について、最新の研究開発動向、市場規模、主要企業の動向などを踏まえ、包括的に解説します。

セルロースナノファイバーの製造方法

CNFは、植物細胞壁の主要成分であるセルロースをナノサイズまで解繊することで得られます。その製造方法は、化学処理と物理処理の2つに大別されます³。

化学処理

化学処理では、TEMPO触媒酸化法が広く用いられています¹。この方法では、TEMPOと呼ばれる触媒を用いてセルロース繊維を酸化し、その後攪拌することでCNFを生成します。1本単位の微細な繊維を、少ないエネルギー消費で生成できることが特徴です¹。TEMPO触媒は高価ですが、再利用が可能です¹。その他、リン酸エステル化や塩化亜鉛処理などの方法も存在します¹。

物理処理

物理処理では、高圧ホモジナイザーやウォータージェット法、水中カウンターコリジョン法などが用いられます¹。高圧ホモジナイザーは、原料分散液に高圧をかけ、細いノズルから大気圧に解放する際の圧力変化を利用して解繊処理を行う装置です⁴。ウォータージェット法は、水流の衝突エネルギーを利用して解繊する方法です¹。水中カウンターコリジョン法は、原料スラリーを高速で衝突させることで解繊する方法です¹。これらの方法では、化学処理に比べて薬品を使用しないため、環境負荷が低いという利点があります³。

セルロースナノファイバーの種類と特性

CNF は、その製造方法や原料、処理条件によって、様々な種類に分けられます。それぞれの CNF は異なる特性を有しており、用途に応じて使い分けられています⁵。ここでは、機械解繊 CNF と化学処理 CNF の特性を比較した表を示します。

種類	繊維幅	形状	分散液	特長
機械解繊 CNF	10~50nm	不均一（枝分かれ構造やネットワーク構造を含む）	半透明または白色不透明	高濃度化、繊維長制御が可能
化学処理 CNF	3nm	均一	透明	親水性が高く、水系での分散性に優れる

CNF は、以下のような優れた特性を有しています¹。

力学的特性

- 軽量・高強度: 同量の鉄に比べ、重さは 5 分の 1、強度は 5 倍
- 高弾性率: 強い力で引っ張ってもほぼ変形しない
- 耐摩耗性・平滑性: 摩擦に強く、表面が滑らか

化学的・生物学的特性

- 高比表面積: 1 グラムあたり 250 m² という大きな比表面積
- 低環境毒性: 毒性が低く、安全性が高い
- 生分解性: 微生物によって分解される性質
- 再生可能資源: 植物由来で持続可能な資源

物理的特性

- チキソ性: 力を加えると液状になり、放置すると粘性が戻る性質
- 高い透過性: 超微細繊維のため、気体に対する抵抗や圧力損失が低い
- ガスバリア性: 酸素を通しにくい樹脂を作成可能

光学的・熱的・電気的特性

- 透明性: 繊維の直径が光の波長よりも短く、乱反射しない
- 耐熱性: 融点は 260～270°C
- 低線膨張率性: $\pm 200^{\circ}\text{C}$ の温度変化でも寸法が変わらない
- 絶縁性／蓄電性: 電気を通しにくい反面、電気を蓄える性質がある

セルロースナノファイバーの応用分野

CNF は、その優れた特性から、複合材料、電子材料、医療分野など、幅広い分野への応用が期待されています。

複合材料

CNF を樹脂やゴムなどに複合化することで、軽量化、高強度化、高弾性率化などの効果が期待できます⁸。例えば、自動車部品や家電製品の筐体などに CNF 複合材料を用いることで、軽量化による燃費向上や CO2 排出量削減に貢献できます⁹。また、CNF 複合材料は、リサイクル性に優れていることも特徴です¹。使用済みの CNF 複合材料を回収し、再び CNF 複合材料として再生利用することが可能です。

CNF 強化樹脂

企業	製品名	特徴
星光 PMC	STARCEL®	京都プロセスを用いて製造された CNF 複合材料。ランニングシューズのミッドソール素材などに採用。 ⁹
大王製紙	ELLEX-R67	セルロース濃度を 67%まで高濃度化した CNF 複合樹脂。 ¹⁰
中越パルプ工業	nanoforest® -MB	高機能材料や高付加価値商品への利用を想定した CNF 複合材料。 ¹¹
花王	ルナフレックス®	CNF を配合する樹脂や溶

企業	製品名	特徴
		媒に合わせて適切な修飾基をカスタマイズしたオーダーメイド型 CNF 複合材料。 ¹¹
日本製紙	Cellenpia Plas®	CNF の割合が 30-50% の高強度な新素材。 ¹¹
豊田合成	CNF 強化プラスチック	木材パルプを疎水化した疎水化パルプを解繊すると同時に、樹脂に熔融混練することで作られる CNF 強化樹脂。 ¹¹
吉川国工業所	CNF / PP 複合材料	¹¹
スターライト工業	セルロスター®	¹¹
KRI	アシル化 CNF 樹脂複合材	¹¹
GS アライアンス	樹脂 CNF 複合体ペレット	¹¹
ユニチカ	CNF 含有ナイロン 6 樹脂	未変性の CNF が高濃度にナイロン 6 樹脂中に均一分散されており、ガラス繊維 30% 含有ナイロン 6 以上の剛性、低線膨張係数といった特徴を持つ。 ¹¹

セルロース繊維強化樹脂

企業	製品名	特徴
パナソニックプロダクションエンジニアリング	kinari	セルロースファイバーを55～70%の高濃度でポリプロピレン (PP) 複合した成形材料。 ¹¹
巴川製紙所	グリーンチップ® CMF®	ナノオーダーからマイクロオーダーのセルロースマイクロファイバー (CMF) をポリプロピレン (PP) 樹脂に55%配合した複合材料。 ¹¹
王子ホールディングス	セルロースを補強繊維とした樹脂ペレット	ポリオレフィン系樹脂にセルロース繊維を均一に分散させた、射出成型が可能な樹脂ペレット。 ¹¹

自動車部材への応用とマテリアルリサイクル

CNF 複合材料は、自動車部材への応用が期待されています。CNF は、軽量で高強度であるため、自動車の軽量化に貢献し、燃費向上や CO2 排出量削減に繋がります。⁹ さらに、CNF 複合化によるマテリアルリサイクル (MR) 材の性能向上が注目されています。¹²

自動車部材に用いられる樹脂には、耐熱性や耐衝撃性、耐摩耗性など高い性能・品質が要求されます。しかし、一般的なりサイクル技術である MR 樹脂では、異物の完全な除去が難しいことやリサイクル工程でかかる熟履歴などからバージン樹脂に比べて品質の低下は避けられず、使用できる箇所は限られます。¹²

CNF を MR 樹脂に複合化することで、MR 樹脂の強度や弾性率を向上させることができます。¹² 例えば、CNF を 10% 配合した CNF 強化 PP (ポリプロピレン) の弾性率は、未強化 PP の 2 倍弱、ガラス繊維を 10% 配合した PP と比べても約 40% 向上します。¹² また、CNF はガラス繊維よりも密度が低いため、強化樹脂の軽量化にも貢献できます。¹² さらに、CNF は植物由来のフィラーであるため、LCA 全体での CO2 排出量削減にも繋がります。¹²

電子材料

CNF は、絶縁性と蓄電性を併せ持つというユニークな特性を有しています¹。この特性を利用して、CNF を電子材料として活用する研究開発が進められています。例えば、CNF を用いたフレキシブルなディスプレイや、軽量で高性能な電池などが開発されています¹³。また、CNF

は、透明性にも優れているため、透明電極材料への応用も期待されています⁷。

エアフィルター濾材

北越グループでは、CNFを用いた高性能エアフィルター濾材を開発しています。¹⁴ ガラス繊維の隙間にCNFをクモの巣状に張り巡らせることで、極少量のCNFでフィルタ性能を大きく改善し、従来にない省エネ効果や超微細粒子の捕集が期待できます。¹⁴

バルカナイズドファイバー

北越グループでは、CNFで強化されたオールセルロース材料「バルカナイズドファイバー」を開発しています。¹⁴ バルカナイズドファイバーは、衝撃強度、電気絶縁性、耐熱性、耐油性に優れておりながら生分解性も有する異次元の紙素材です。¹⁴ 人との親和性が高いという感性価値にも優れ、多様なポテンシャルを秘めたセルロース素材です。¹⁴

スーパーキャパシタ

日本製紙は、東北大学との共同研究で、CNFに蓄電効果があることを発見し、CNFを用いたスーパーキャパシタの開発に成功しました。¹⁵ 鉛蓄電池やリチウムイオン電池と比べて性能効率が向上し、環境への影響が少ないエネルギー貯蔵・放出デバイスとして期待されています。¹⁵

医療分野

CNFは、生体適合性が高く、人体に無害であることから、医療分野への応用も期待されています⁷。例えば、CNFを創傷被覆材や人工血管、薬物送達システムなどに利用する研究開発が進められています¹⁶。CNFは、保水性が高いため、傷口の乾燥を防ぎ、治癒を促進する効果が期待できます¹。また、CNFは、細胞の足場材料としても利用できます¹⁷。

CNFの医療分野への応用として、具体的には以下のようなものがあります。

- 細胞足場¹⁷
- 創傷治癒¹⁷
- 創傷被膜¹⁷
- 人工血管¹⁷
- DDS（ドラッグデリバリーシステム）¹⁷
- 骨再生¹⁷
- 人工角膜¹⁷
- 神経再生¹⁷

セルロースナノファイバーの市場規模と成長予測

試作やサンプル供給分を含む2024年のCNF世界生産量は、前年比120.0%の132t、出荷金額は同107.7%の62億9,000万円と予測されています¹²。

現在、国内の CNF メーカーが保有する CNF 生産設備の合計生産能力は 1,220t/年であり、CNF 生産設備の稼働率（アウトプットベース）は 2024 年世界生産量（見込）で約 10%程度となっています¹²。CNF のサンプルワークは 2016 年から 2017 年頃に本格化し、化粧品や塗料などに添加して分散安定性や乳化安定性、チキソ性などの機能を付与する機能性添加剤と、樹脂と複合化して自動車部材（内装材・外装部品）や家電筐体、建材などの強度アップにつなげる構造材（樹脂強化材）の、2つの方向で開発が進められました¹²。

CNF の市場は、今後さらに拡大すると予想されています²。特に、複合材料分野での需要増加が期待されています¹⁸。環境規制の強化や、軽量化・高強度化のニーズの高まりなどにより、CNF 複合材料の需要は拡大すると予想されます¹²。また、電子材料や医療分野など、新たな応用分野の開拓も市場拡大を後押しすると考えられます。2030 年における CNF 関連材料の市場創造目標は年間 1 兆円で、期待される分野は自動車部材、情報電子材料、包装材料、建築材料、食品増粘剤、高機能フィルターなどです¹⁹。

セルロースナノファイバーの主要企業と事業展開

CNF の製造・販売を行う主要企業としては、日本製紙、大王製紙、王子ホールディングス、中越パルプ工業などがあります²⁰。これらの企業は、CNF の製造技術の開発や、用途開発、製品化などを積極的に進めています。

企業	事業展開
日本製紙	TEMPO 酸化セルロースナノファイバー、カルボキシメチル化セルロースナノファイバー、セルロースナノファイバー強化樹脂などを製造・販売。 ²⁰
大王製紙	省エネルギー型 CNF 製造プロセスを開発。CNF 複合樹脂「ELLEX-R67」などを製造・販売。 ²¹
王子ホールディングス	リン酸エステル化法を採用した CNF 製造技術を開発。CNF スラリー「AUROVISCO」、CNF シート「AUROVEIL」などを製造・販売。 ²¹

企業

事業展開

中越パルプ工業

高機能材料や高付加価値商品への利用を想定した CNF「nanoforest」を製造・販売。²¹

第一工業製薬

TEMPO 酸化法により製造される CNF「レオクリスタ」を製造・販売。繊維幅が約 3 nm と非常に細く、均一であることが特徴。²¹

ダイセルミライズ

CNF「セリッシュ」を製造・販売。²¹

レンゴー

CNF「XCNF」「RCNF」を製造・販売。²¹

丸住製紙

CNF「ステラファイン」を製造・販売。²¹

東亜合成

CNF「アロンフィブロ」を製造・販売。²¹

横河バイオフィロンティア

CNF「S-CNF」を製造・販売。²¹

スギノマシン

CNF「ビンフィス」を製造・販売。²¹

モリマシンアリー

CNF「セルフイム」を製造・販売。²¹

増幸産業

CNF「フィブリマ」を製造・販売。²¹

愛媛製紙

CNF「MaCSIE」を製造・販売。²¹

服部商店

CNF「セナフ」を製造・販売。²¹

スターライト工業

CNF「セルロスター」を製造・販売。²¹

企業	事業展開
星光 PMC	CNF 複合材料「STARCEL」を製造・販売。 ²¹
北越東洋ファイバー	CNF 素材「バルカナイズドファイバー」を製造・販売。 ²¹

セルロースナノファイバーに関する特許出願動向、標準化動向、政策動向

特許出願動向

CNF に関する特許出願は、近年増加傾向にあります¹⁹。特に、日本は CNF 関連特許の出願件数が多く、世界をリードしています²²。これは、日本が CNF の研究開発に積極的に取り組んできたこと、そして、CNF の応用分野が幅広いことが要因と考えられます。

特許ライセンスプログラム

京都大学と三菱化学は、CNF 関連特許のライセンスプログラムを実施しています²³。両者が保有する CNF 関連の特許について、一括して外部へライセンスを付与することで、CNF 技術の有効活用を促進しています²³。

標準化動向

CNF の標準化に向けた動きも進められています。国際標準化機構（ISO）では、CNF の用語や定義、試験方法などを規定する国際規格の策定が進められています⁷。CNF の標準化は、CNF の品質向上や、取引の円滑化、安全性確保などに貢献すると期待されています。

政策動向

日本政府は、CNF を次世代の基幹素材として位置づけ、その普及促進に向けた取り組みを進めています¹⁹。経済産業省は、「セルロースナノファイバー関連技術開発」プロジェクトなどを推進し、CNF の製造コスト低減や用途開発などを支援しています⁸。また、環境省は、「ナノセルロースビークル（NCV）プロジェクト」などを推進し、CNF の自動車への利用を促進しています¹。NCV プロジェクトでは、CNF 補強材料を使って自動車を製造することで、燃費向上や軽量化、CO₂ 削減を図るための実験が行われました¹。

セルロースナノファイバーの課題と今後の展望

CNF は、様々な優れた特性を有する新素材ですが、実用化に向けては、いくつかの課題も存在します。

コスト

CNF の製造コストは、従来の素材に比べて高価であることが課題です¹²。CNF の普及促進のためには、製造コストの低減が不可欠です²⁴。各企業や研究機関では、製造プロセスの効率化や、低コストな原料の利用など、製造コスト低減に向けた取り組みを進めています。NEDO は、「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」プロジェクトにおいて、社会実装に向けた技術開発を進めており、その中で製造コスト削減のための研究開発にも取り組んでいます⁸。

量産化

CNF の量産化技術も、まだ確立されていないことが課題です²⁵。CNF の需要増加に対応するためには、安定的に CNF を供給できる量産化技術の確立が求められます。

安全性

CNF の安全性に関するデータも、まだ十分に蓄積されていません⁷。CNF を安心して利用するためには、安全性に関する研究を進め、必要なデータを取得していく必要があります。

これらの課題を克服することで、CNF は、持続可能な社会の実現に貢献する重要な素材として、ますます普及していくことが期待されます。

結論

CNF は、軽量・高強度、高弾性率、低熱膨張性など、多くの優れた特性を有する植物由来の新素材です²。複合材料、電子材料、医療分野など、幅広い分野への応用が期待されており、世界中で研究開発が進められています。日本は、CNF の研究開発において世界をリードしており、多くの企業が CNF の製造・販売や用途開発に取り組んでいます。政府も、CNF の普及促進に向けた政策を推進しています¹⁹。

CNF の実用化に向けては、コスト、量産化、安全性など、いくつかの課題も存在しますが、これらの課題を克服することで、CNF は、持続可能な社会の実現に貢献する重要な素材として、ますます普及していくことが期待されます。新素材で市場開拓するには、その出会いの場が必要です²⁶。素材を作る側の製紙業や化学メーカー、それを使う自動車産業など、あらゆる業界に集まって交流し、新素材のサンプルを使っただき、その評価結果をもう一度素材メーカーに返してもらい、そしてまた改良する。新素材の実用化には、そういう早い段階でユーザー業界とキャッチボールできる場を作ることが大事なポイントです²⁶。

引用文献

1. セルロースナノファイバー（CNF）とは？デメリットと将来性・実用化に向けた課題や製品・企業事例, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://spaceshipearth.jp/cnf/>
2. セルロースナノファイバー 利活用ガイドライン - 環境省, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.env.go.jp/content/900441261.pdf>
3. セルロースナノファイバー（CNF）とは？用途や今後の展望もご紹介 - 岡畑興産, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://okahata.co.jp/blog/functional-material/what-cellulose-nanofiber>
4. 研究紹介 セルロースナノファイバーの一般的製造方法（概要）セルロース材料グループ ナノセルロース セルロースナノファイバー CNF セルロース - 産総研, 2月 20, 2025 にアクセス、 https://unit.aist.go.jp/ischem/ischem-clm/research_theme/theme/research_theme1.html
5. 機能性材料セルロースナノファイバー（CNF）の特徴・用途 | 株式会社スギノマシン, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.sugino.com/column/guidance/>
6. セルロースナノファイバーとは？特徴・用途例・普及に向けた課題点を解説します, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://evort.jp/article/cellulose-nano-fiber>
7. 森から生まれる新素材「セルロースナノファイバー」を紐解く - 日本森林学会, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.forestry.jp/content/images/2021/10/81.pdf>
8. 炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発 | 事業 - NEDO, 2月 20, 2025 にアクセス、 https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100169.html
9. ナノ繊維化と樹脂複合化を一度に CNF 複合樹脂が商品化 | メディア - NEDO, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.nedo.go.jp/media/practical-realization/202102seikopmc.html>
10. セルロースナノファイバー（CNF） | 研究・開発 | 大王製紙株式会社, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.daio-paper.co.jp/development/cnf/>
11. 日本で開発されたセルロースナノファイバーを混ぜた樹脂複合材料, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://nanocellulose.biz/cnf-resin/>
12. セルロースナノファイバー世界市場に関する調査を実施（2024年） | ニュース・トピックス, 2月 20, 2025 にアクセス、 https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3540
13. セルロースナノファイバーで半導体特性を発見 高価な... | プレスリリース・研究成果 | 東北大学 -TOHOKU UNIVERSITY-, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2023/01/press20230110-01-si.html>
14. セルロースナノファイバー：北越コーポレーション株式会社, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.hokuetsucorp.com/develop/cnf.html>
15. ナノファイバー市場シェア、需要、2030年までの成長予測 - Straits Research, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://straitsresearch.com/jp/report/nanofibers-market>
16. ナノセルロース・セルロースナノファイバーに関する世界のニュース 2024年5月～8月, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://nanocellulose.biz/2024-05/>
17. ナノファイバーの近況 - 株式会社メック ナノファイバー事業, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.mecc-jp.com/nano/technology-2/>
18. セルロースナノファイバー市場 - SVP ジャパン, 2月 20, 2025 にアクセス、 https://www.svpjapan.com/insight/download/report_20250130_01.pdf
19. 令和元年度 大分野別出願動向調査 (化学分野) ニーズ即応型技術動向調査 -セルロースナノファイバー, 2月 20, 2025 にアクセス、 https://www.jpo.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/needs_2019_cellulose.pdf
20. セルロースナノファイバー関連銘柄の本命は？業績への寄与は, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://nanocellulose.biz/related-stocks/>
21. セルロースナノファイバーを製造する国内企業と製品一覧, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://nanocellulose.biz/manufacturing-jp/>
22. 事業紹介 - ナノセルロースジャパン, 2月 20, 2025 にアクセス、

<https://www.nanocellulosejapan.com/business/>

23. 第5章 CNF最新動向調査 - 環境省, 2月 20, 2025 にアクセス、

<https://www.env.go.jp/content/900444052.pdf>

24. 2022年度 NEDO 調査事業「セルロースナノファイバーの市場及び技術動向調査」報告書の公開について, 2月 20, 2025 にアクセス、

https://www.nedo.go.jp/news/other/ZZEF_100041.html

25. 夢の新素材！セルロースナノファイバーの今 製造コストがネックで量産化が進まず -

YouTube, 2月 20, 2025 にアクセス、 <https://www.youtube.com/watch?v=fTsasanYxx0>

26. 最先端テクノロジーが導く新たな社会 Vol.1 日本発の新素材「セルロースナノファイバー」が実用化に向けて乗り越えてきた課題とこれから - SciREX, 2月 20, 2025 にアクセス、

<https://scirex.grips.ac.jp/newsletter/7-2017-12/01.html>