

コーヒー粕から得られた新しい ホロセルロースナノファイバーと その優れた水再分散性

横浜国立大学 大学院工学研究院 機能の創生部門
教授 川村 出

2025年6月10日

セルロースナノファイバー (CNF)

- ・ 植物由来のバイオナノ素材、超極細繊維 幅 3~ 100 nm
- ・ 高強度 (強度: 3 GPa、鋼鉄の5倍)
- ・ 軽量 (密度: 1500 kg/m³、鋼鉄の1/5)
- ・ 熱膨張係数 (0.1 ppm/K、石英ガラス並み)
- ・ 比表面積 (100 m²/g以上)
- ・ 高チクソトロピー性
- ・ 再生型資源*から製造可能
*最も普及しているCNF原料:木材パルプ

農業・食品廃棄物CNF原料と必要性

植物性の農業・食品廃棄物（非木材由来のCNF原料）
（木材に比べて成長サイクルが早く、加工工場などで
多量に入手可能）

サトウキビ搾汁後の搾りかす、
果物の果皮（みかん、バナナ）、
パイナップルの葉、ホップのつる

廃棄物から付加価値の高いCNFを生成することでアップ
サイクルが可能となり、廃棄物系バイオマス原料の経済
的・環境付加価値を高めることにつながる。

コーヒー粕の特徴

- ・ コーヒー粕は世界中で年間600万トンが排出
- ・ 燃料、埋め立て処分
- ・ 最近、洋服や樹脂に直接練り込んだ循環型製品が一部で普及

コーヒー粕は焙煎度や豆の種類によらず、およそ同じ化学組成をもつ高純度のセルロース系廃棄物資源である。



成分	コーヒー粕
セルロース	約10%
ヘミセルロース	約40%
リグニン	約30%
脂質	約15%

構成糖	コーヒー粕
グルコース	11%
マンノース	29%
ガラクトース	11%
アラビノース	2.1%

従来技術とその問題点 1

セルロースナノファイバーの生成には機械解繊、化学修飾、酵素処理法などがある。

- 物理的な機械解繊法では微細化レベルに限界がある。

コーヒー粕処理において

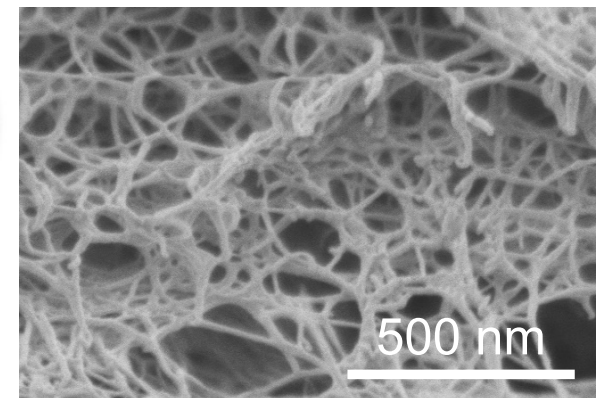
- コーヒー粕に含まれる細胞壁が強固であることから、直接的な機械解繊法・酵素処理法は低効率
- コーヒー粕の乾燥・回収経路

従来技術とその問題点 2

コーヒー粕のセルロースは木材と共通するセルロースI型の結晶構造をもつ。化学解繊法であるTEMPO触媒酸化法を適用することで、CNFを得ることができる。

しかし、**コーヒー粕に元々含まれるセルロース含有量が10%と低いことから、低収率でしかCNFを得られず、歩留まりが悪いという問題。**

コーヒー粕由来TEMPO酸化型CNF



N. Kanai, T. Honda, N. Yoshihara, T. Oyama, A. Naito, K. Ueda, I. Kawamura,
Cellulose **2020**, 27, 5017-5028.

等の問題があり、広く利用されるまでには至っていない。

新技術の特徴

コーヒー粕から得られた新しいホロセルロース ナノファイバーとその優れた水分散性

- コーヒー粕の乾燥重量の約50%を占めるホロセルロース(セルロース+ヘミセルロース)から、高圧湿式ジェットミルによる機械解繊方式によって、高収率でホロセルロースナノファイバー(HCNF)を得た。
- 繊維形態は繊維幅2~3 nm、平均長さ 0.7 μm であった。同時に5~10 nm径のマンナンの結晶粒子が存在する。
- 凍結乾燥させたHCNFは任意の濃度で水に再分散させることが可能であるため、貯蔵・運搬に有利である。

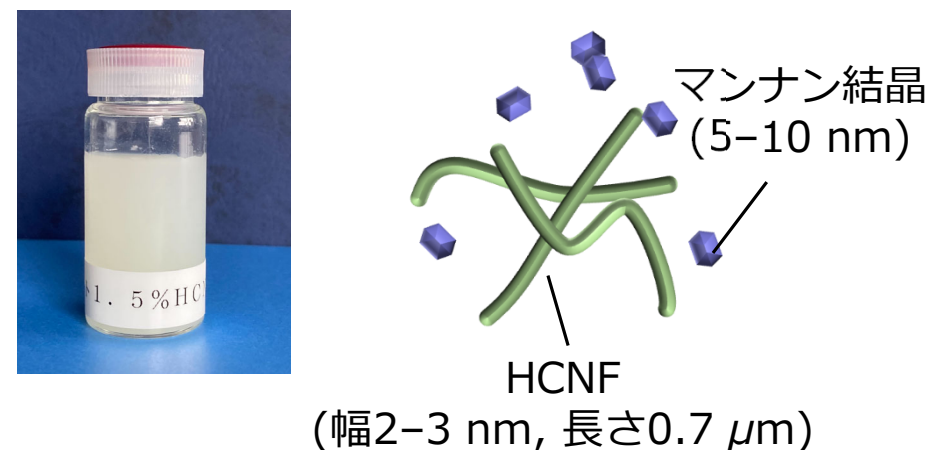
新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、低収率を改善することに成功した。
- 従来は機械解繊方式での微細化レベルは10 nm~100 nmに限られていたが、コーヒー粕HCNFにおいては2~3 nmまで微細化することが可能となった。

コーヒー粕由来HCNF製造プロセス

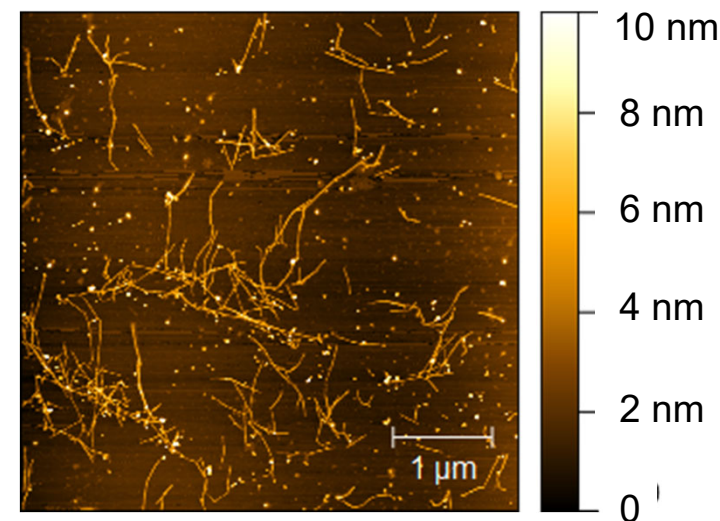


コーヒー粕由来HCNF

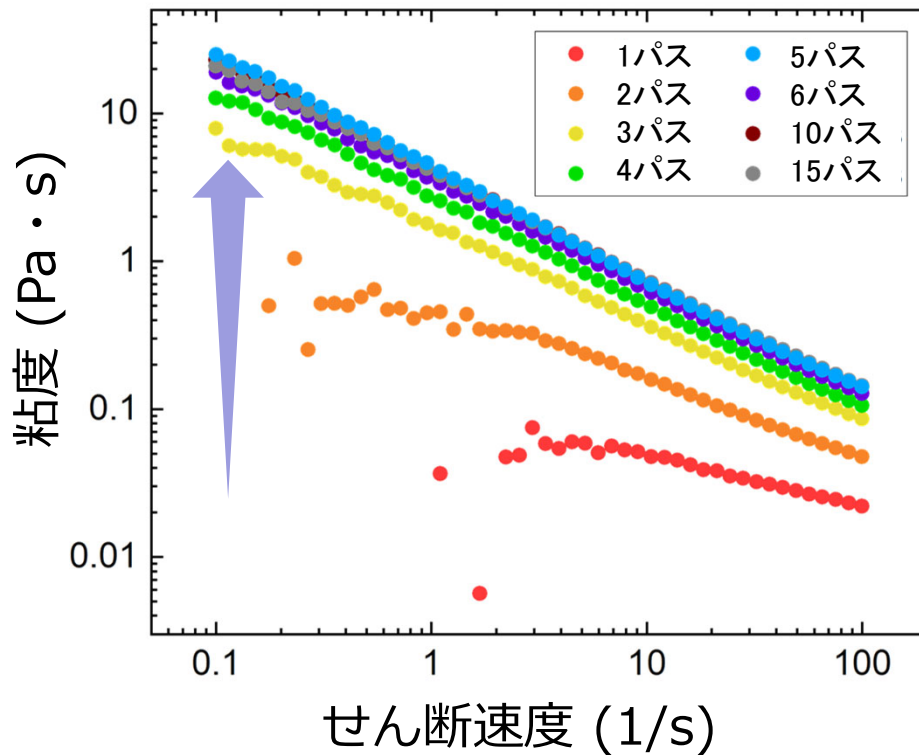


化学的な修飾を行うことなく、最も微細化が進んだ2-3 nm幅にナノ分散されている。

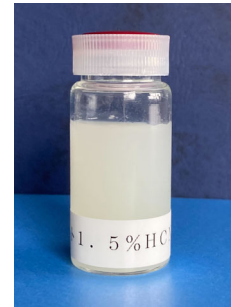
N. Kanai, K. Yamada, C. Sumida, M. Tanzawa, Y. Ito, T. Saito, R. Kimura, M. Saito-Yamazaki, T. Oyama, A. Isogai, I. Kawamura,
Carbohydr. Polym. Technol. Appl. **2024**, 8, 100539.



HCNFのレオロジー特性と構造解析

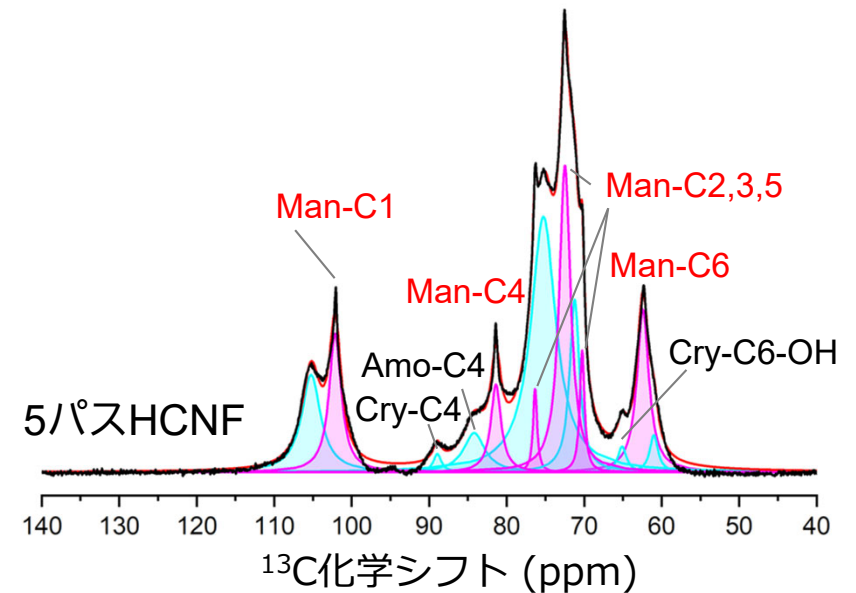


HCNFはチクソトロピー性を備えた
高粘度ハイドロゲルを形成する



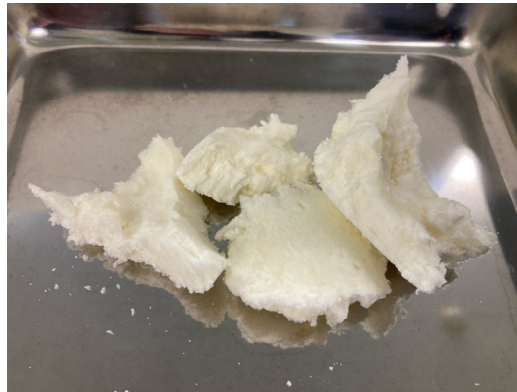
HCNF
(5パス)

固体NMRスペクトル (^{13}C CP-MAS NMR)



HCNFの主成分は
セルロースとマンナン

HCNFの再分散性



HCNF凍結乾燥体

再分散



2%再分散液

- ・ 保存料無添加
- ・ 長期的な保存が可能
- ・ 輸送時の体積を大幅に減少

想定される用途

- 食品、飲料、化粧品、香料等への展開が可能な
乳化安定剤・分散剤・増粘剤
- 包装材、コーティング剤・フィルム成形への添
加剤
- 3Dプリンタ用フィラメント

実用化に向けた課題

- 機械解繊方式でのミクロフィブリル幅への極微細化や再分散性を有する理由が未解明であり、多糖類の高次構造解析が必要である。
- 実用化に向けた大量生産や工業スケールへのスケールアップには、工程最適化が必要である。
- 具体的な用途探索が必要である。

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究 現在	・コーヒー粕HCNFのラボスケールでの製造プロセスが完了	サンプル提供が実現
1年後	・HCNFに含まれる多糖類の高次構造解析が完了 HCNFの特性に関わる分子レベルでの挙動が解明 ・乳化安定剤などの機能性材料の検討開始	サンプル提供が実現 評価基礎データの提供
3年後	・コーヒー粕HCNFの疎水化処理	サンプル提供が実現
5年後	・コーヒー粕HCNF製造ラインの構築・量産化 (回収-前処理-ナノ微細化-出荷)	

企業への期待

- 農業・食品廃棄物由来ナノ繊維のニーズと課題
についての情報提供
- コーヒー粕HCNFの量産化
- HCNFの疎水化处理
- 生体利用に向けた安全性試験

企業への貢献、PRポイント

- 本技術はコーヒー粕の乾燥重量の50%をナノ繊維として取り出すことが可能なため、廃棄物を高付加価値な素材へとアップサイクルすることで、資源循環の観点でより企業に貢献できると考えている。
- 本技術の導入にあたり必要な追加実験を行うことで科学的な裏付けを行うことが可能。
- 本格導入にあたっての技術指導・サンプル提供等

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ホロセルロースナノファイバー水分散液の製造方法、凍結乾燥体ホロセルロースナノファイバーの製造方法及びホロセルロースナノファイバー水再分散液の製造方法
- 出願番号 : 特願2025-039578
- 出願人 : 横浜国立大学
- 発明者 : 川村出、金井典子、澄田智香

産学連携の経歴

- 企業との共同研究3社
- 企業へのサンプル提供1件
- 2020年-2022年 NEDO官民による若手研究者
発掘支援事業/マッチングサポートフェーズ

お問い合わせ先

横浜国立大学

研究推進機構 産学官連携推進部門

産学官連携支援室

T E L 0 4 5 – 3 3 9 – 4 4 5 0

e-mail sangaku-cd@ynu.a c . j p