

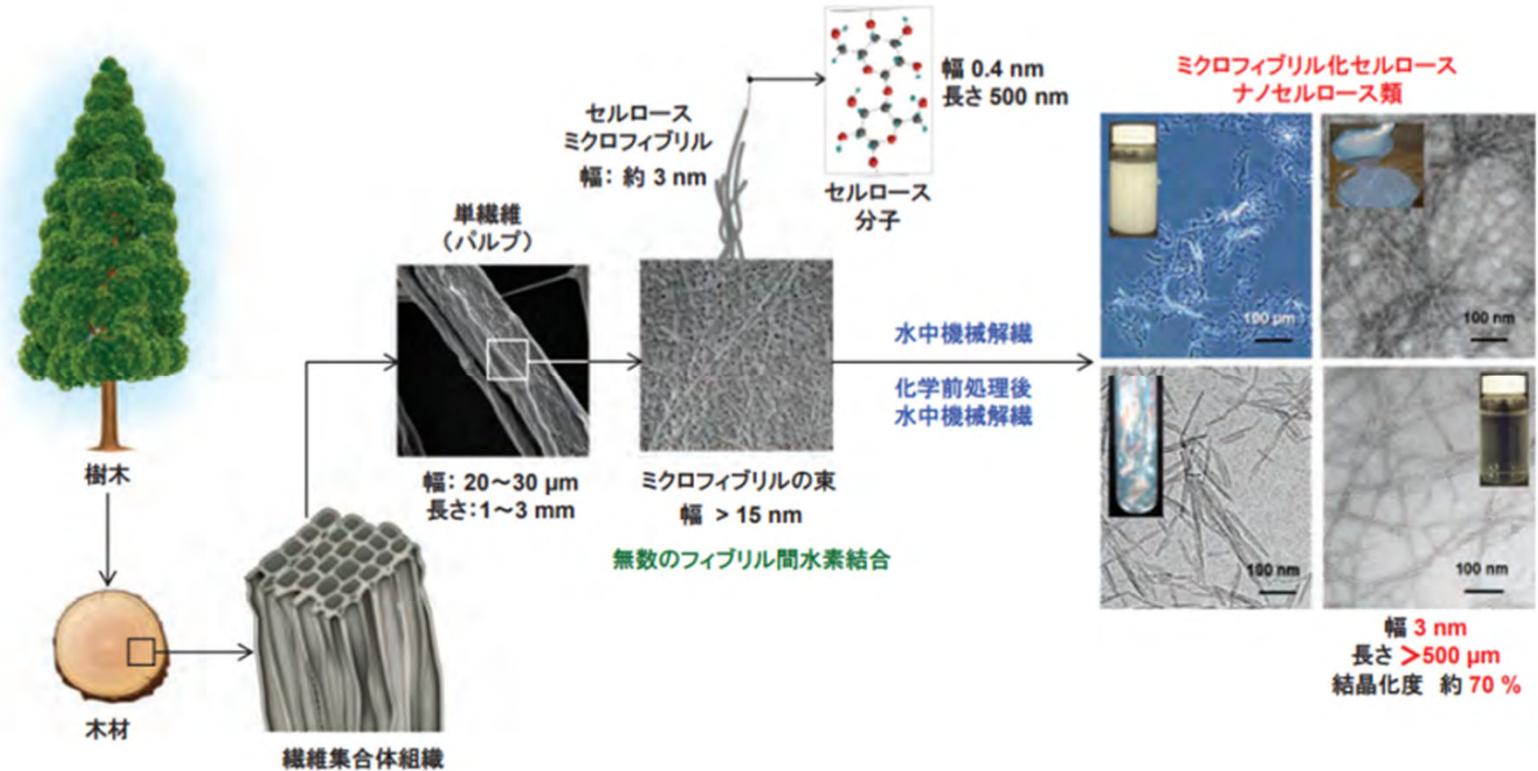
第5回環境研究機関連絡会研究交流セミナー
「カーボンニュートラルに向けた環境研究」
2024年1月24日

セルロースナノファイバーの 社会実装を支援する安全性評価研究

(国研) 産業技術総合研究所
安全科学研究部門
小倉 勇

セルロースナノファイバー(CNF)

- 植物由来
- 優れた特性
 - 軽量・高強度
 - 低熱膨張
 - ガスバリア性
 - チキン性 等
- 多様な用途への期待
 - 樹脂補強材
 - 包装部材
 - 化粧品
 - 食品 等



国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)WEBサイトより
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100169.html

一方で、本格的な社会実装に向けては、安全性の確認が重要

CNFの安全性評価の必要性

- 新しい材料が社会で使われていくためには、安全性を確認しておくことが重要。
- ナノ材料については、市場化にあたって安全性の確認を求めるのが国際的な流れ。
- 実際には有害性や暴露可能性が低いとしても、情報が無いことで、風評被害が起きたり、他の材料との競争で不利になったりする可能性がある。

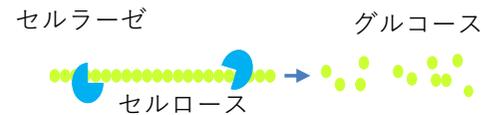
NEDO委託事業 「CNFの安全性評価手法の開発」 (2017-19年度)

•検出・定量手法の開発

分析

夾雑物存在下における微量CNFの検出・定量方法を開発

→酸分解法、酵素分解法、熱分解法の適用



実施体制：

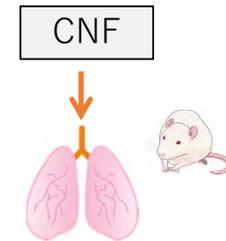
産業技術総合研究所
王子ホールディングス(株)
第一工業製薬(株)
大王製紙(株)
日本製紙(株)
京都大学(再委託)

•気管内投与手法の開発

吸入影響

CNFの吸入影響を評価するために、ラット気管内投与試験手法を開発

→CNFによる炎症反応は90日後には減衰、多層カーボンナノチューブと比較して軽度

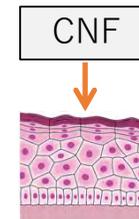


•皮膚透過性試験手法の開発

経皮影響

三次元培養ヒト皮膚モデルを使ったCNFの皮膚透過性試験手法を開発

→皮膚透過性試験：透過せず。皮膚刺激性試験：非刺激性

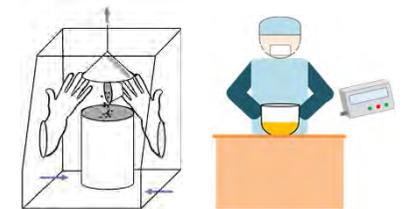


•排出・暴露評価手法の開発

暴露

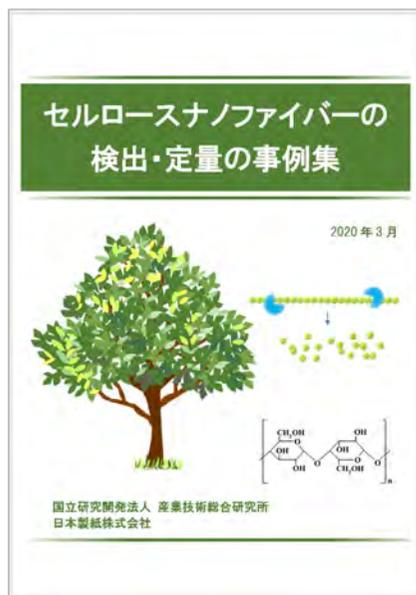
CNF及びその応用製品の製造・使用・廃棄プロセス等におけるCNFの排出・暴露を評価

→乾燥粉体の取り扱い時はCNFに暴露しやすい。生分解性試験：易生分解性



安全性評価に関する文書類の公開

2020年3月26日 産総研安全科学研究部門WEBサイトより無償公開



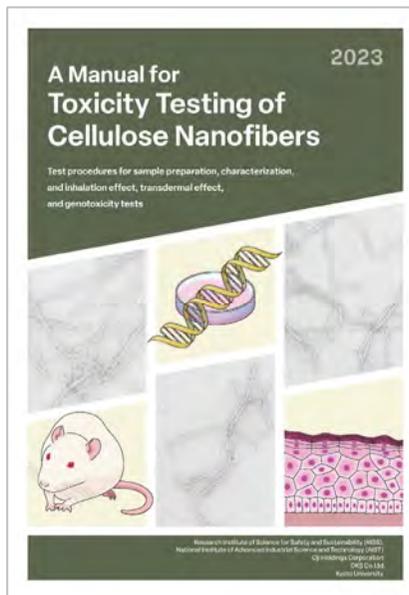
検出・定量の事例集

CNFの検出・定量手法として、酸分解法、酵素分解法、熱分解法について、その手順や測定事例、注意点などについてまとめたものです。



有害性試験手順書

CNFの有害性試験のための試料調製、物性評価、吸入影響試験、経皮影響試験などに関する手順と、手順に基づいて得られた評価結果や知見についてまとめたものです。



排出・暴露評価事例集

現場調査や排出模擬試験、CNF複合材の加工・摩耗・劣化時の評価、CNFの生分解性等、排出・暴露評価の事例についてまとめたものです。

<https://riss.aist.go.jp/results-and-dissemin/1625/>



NEDO委託事業「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」(2020-24年度予定)

• 簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価 **吸入影響**

多様なCNFのすべてについて動物試験を行うことは現実的ではないことから、培養細胞試験により、多くのCNFを相対的に吸入影響評価する手法を開発



実施体制：
産業技術総合研究所
香川大学(再委託)

• 中皮腫発生の検証 **吸入影響**

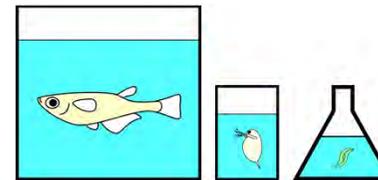
動物試験(腹腔内投与)および培養細胞試験により、CNFの中皮腫誘発性の可能性を評価



連携：
福井大学
→生体安全性
(動物試験)評価

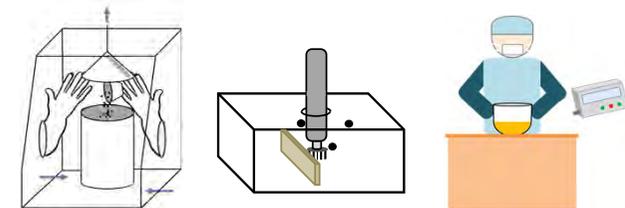
• 生態影響の評価 **生態影響**

CNFの水生生物(藻類、ミジンコ、メダカ)への影響を評価



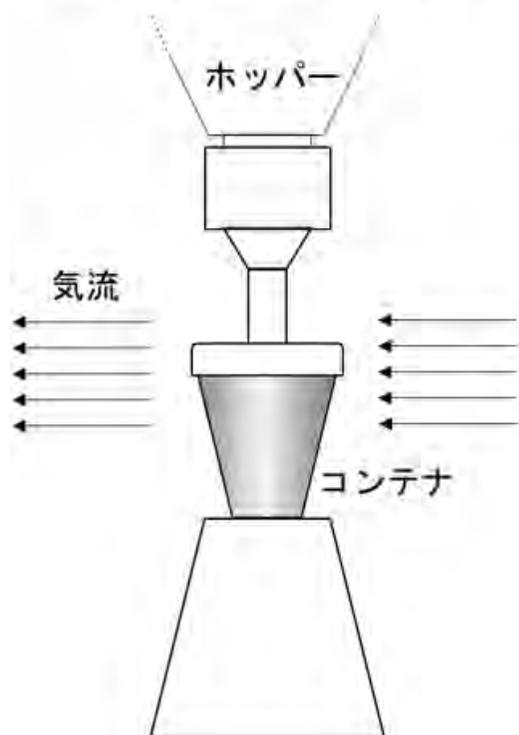
• 多様性や実用化に応じた排出・暴露評価 **暴露**

模擬排出試験や作業環境測定により、CNFの排出・暴露の実態や可能性を評価

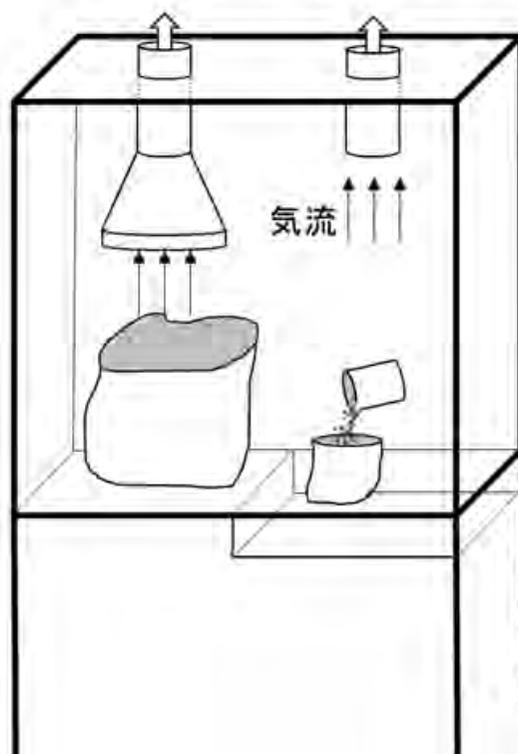


CNF製造施設におけるCNFの排出暴露の測定

CNF粉末を回収する工程



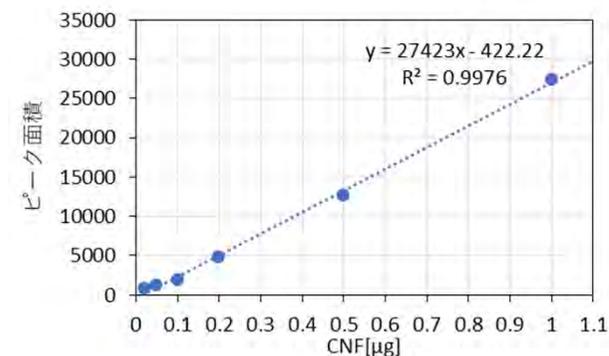
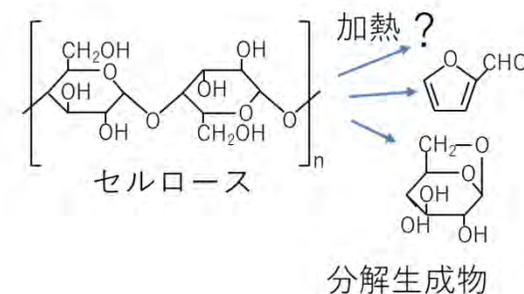
CNF粉末を小分けする工程



飛散するCNFを測定

- ・エアロゾル計測器
- ・フィルタ捕集
- 重量分析
- 炭素分析
- 熱分解GC-MS
- 電子顕微鏡観察

熱分解GC-MSにより、
CNFの分解生成物を指標に
CNFを定量

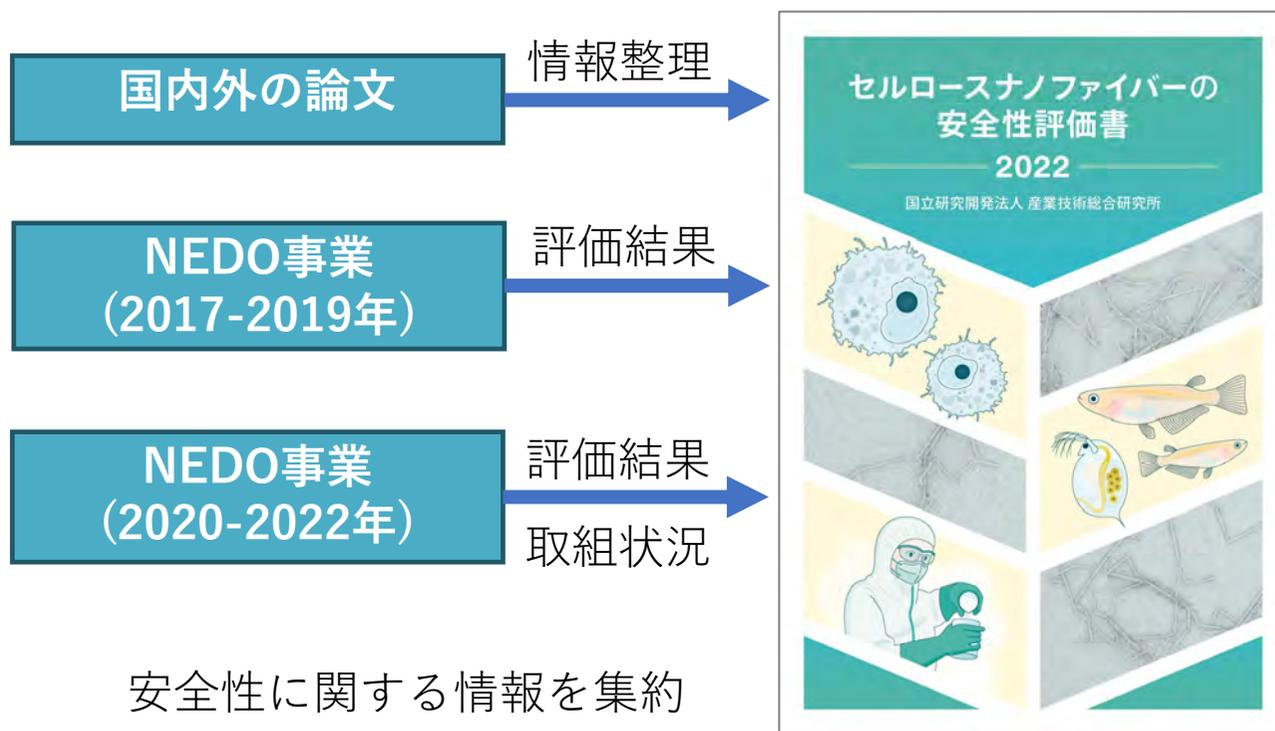


- 熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC-MS) を用いたCNFの定量法を開発
- CNFの製造施設において、CNFの排出と暴露を定量的に評価 (作業員近傍のCNF濃度は2 μg/m³未満)
- 既存の粉塵対策がナノ材料にも有効であることを確認

Ogura et al. (2020) NanoImpact 10:100273

セルロースナノファイバーの安全性評価書

2022年12月5日 産総研安全科学研究部門WEBサイトより無償公開



第1章 本書の構成

第2章 遺伝毒性の評価

第3章 中皮腫の評価

第4章 吸入影響の評価

第5章 皮膚影響の評価

第6章 経口毒性の評価

健康影響

第7章 排出・暴露の評価 暴露

第8章 生態影響の評価

第9章 生分解性の評価

環境影響

第10章 まとめ

<https://riss.aist.go.jp/results-and-dissemin/1625/>



謝辞

本発表の内容は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発／CNF安全性評価手法の開発」(P13006)および「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／CNF利用技術の開発／多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」(P20009)によるものです。