

「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」(終了時評価)

2020年度～2025年度 6年間

プロジェクトの詳細説明（公開版）

2025年12月3日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
バイオ・材料部

報告内容

2. 目標及び達成状況（詳細）

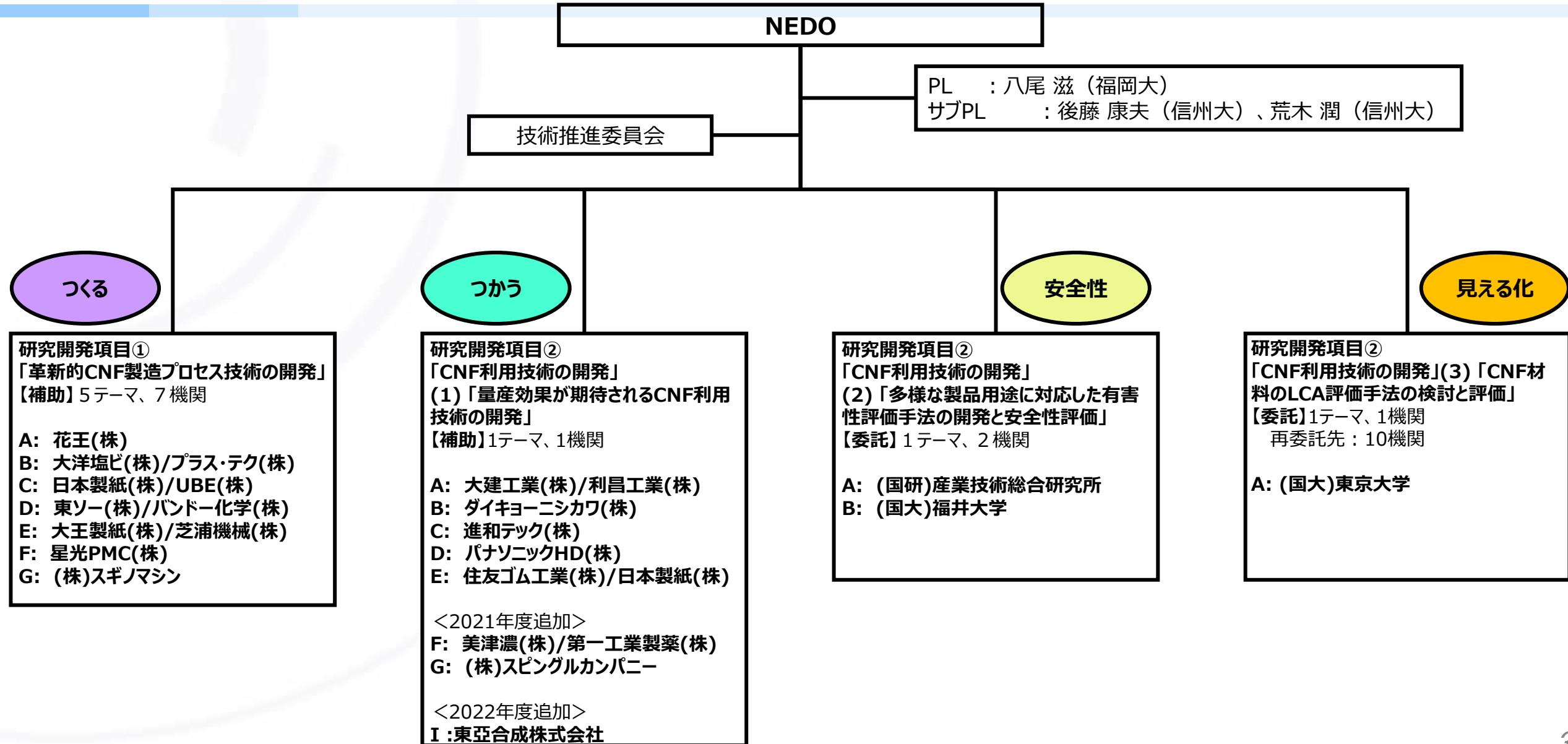
研究開発項目●

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

ページ構成

- アウトカム達成に向けた戦略・具体的な取組
- アウトカム目標達成の見込み
- 個別事業ごとの目標と根拠
- 個別事業ごとの目標達成状況
- 個別事業の成果（アウトプット目標達成度）と意義

体制図 (1)



体制図（2）

	<p>八尾 滋：プロジェクトリーダー（PL） 広島大学客員教授・福岡大学名誉教授 工学博士 京都大学大学院工学研究科高分子科学専攻 宇部興産株式会社、三菱総合研究所を経て現職 NEDO革新的プラスチック資源循環プロジェクト材料再生TL 研究テーマ：マテリアルリサイクル、成形加工</p>
	<p>後藤康夫：サブプロジェクトリーダー（サブPL） 信州大学纖維学部化学・材料学科教授 博士（工学） 神戸大学大学院工学研究科工業化学専攻 研究テーマ：纖維・高分子材料の高機能化、高性能化 溶液紡糸による高性能纖維の創成</p>
	<p>荒木 潤：サブプロジェクトリーダー（サブPL） 信州大学纖維学部化学・材料学科教授 博士（農学） 東京大学大学院農学生命科学研究科生物材料科学専攻 研究テーマ：セルロース／キチンナノクリスタル粒子の表面修飾による物性制御と機能性材料の創成</p>

プロジェクトの概要・目的 <事業内容>

研究開発項目①「革新的CNF製造プロセス技術の開発」【助成事業】

CNF複合樹脂の製造コストを300円～500円／kg程度まで低減させるためには、

つくる

①生産性の大幅な向上による労務費、原動費の削減

②樹脂との相溶性を高めるための化学処理での薬品コストの低減等を含む製造プロセスの見直し

が必要であり、コスト目標を実現するために、従来の技術の延長ではなく、抜本的な見直しを行った新しい製造プロセス技術の開発を行う。

研究開発項目②「CNF利用技術の開発」(1)「量産効果が期待されるCNF利用技術の開発」【助成事業】

広く普及出来る可能性のある自動車、建築資材、土木資材、家電分野等に適用させていくため、各種用途に適した製造の開発、成形・加工技術の開発等を行う。

つかう

研究開発項目②「CNF利用技術の開発」(2)「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」【委託事業】

多様な用途への拡大が見込まれることから、それら用途に対する安全性評価、及び企業が製品化の際に、各自で簡易的に評価可能な有害性評価手法の開発を行い、事業化支援につなげる。

安全性

研究開発項目②「CNF利用技術の開発」(3)「CNF材料のLCA評価手法の検討と評価」【委託事業】

多様な用途への拡大が見込まれることから、LCA解析手法の検討と評価、CO₂削減効果、産業連関影響の解析等を実施し、CNF市場の拡大につなげる。

見える化

2022年～2024年ナノテク展でのパネルテーマ

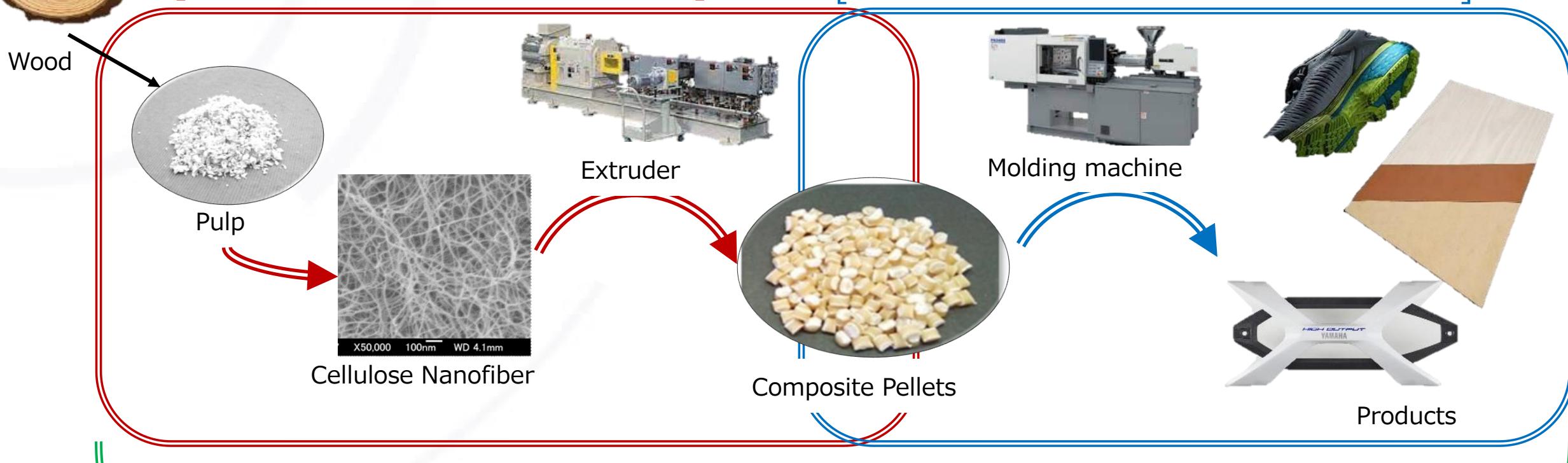


2022年パネルテーマ
CNFで変える社会

～2050カーボンニュートラル実現に向けて～
[革新的CNF製造プロセス技術の開発]

2023年パネルテーマ
発展・拡張する“CN”Fの世界

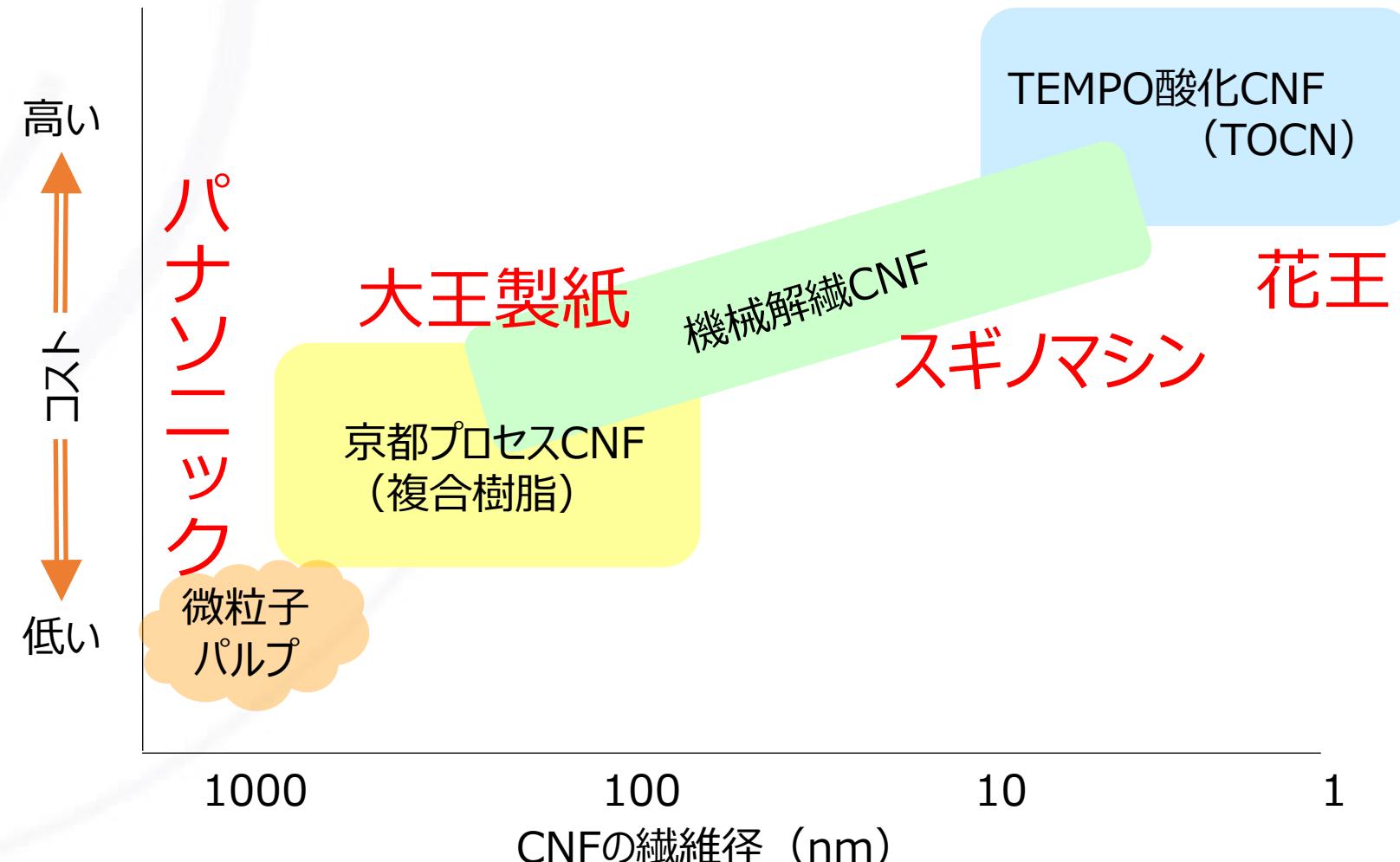
～セルロースナノファイバーの社会実装を進める先駆者たちの戦略～
[量産効果が期待されるCNF利用技術の開発]



[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、LCA評価]

2024年パネルテーマ
私たちがCNFを使うワケ

CNFのサイズとコストの関係



2022年～2024年ナノテク展でのパネルテーマ

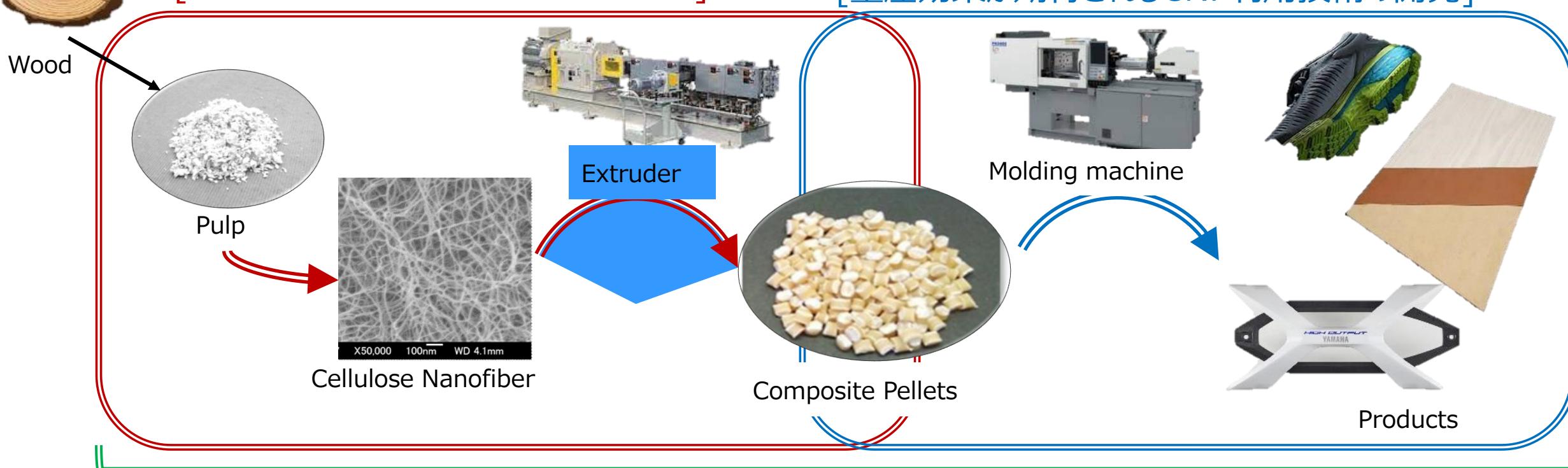


2022年パネルテーマ
CNFで変える社会

～2050カーボンニュートラル実現に向けて～
[革新的CNF製造プロセス技術の開発]

2023年パネルテーマ
発展・拡張する“CN”Fの世界

～セルロースナノファイバーの社会実装を進める先駆者たちの戦略～
[量産効果が期待される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、LCA評価]

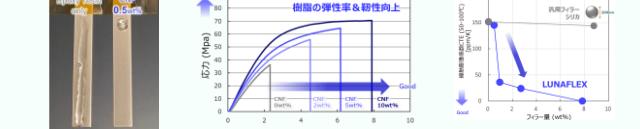
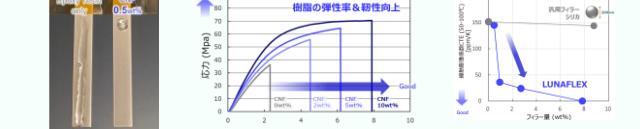
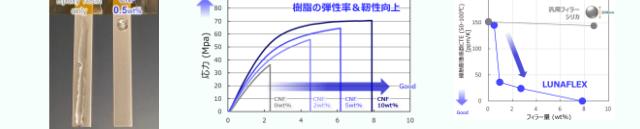
2024年パネルテーマ
私たちがCNFを使うワケ

PLミーティング 一覧表

開催日時	テーマ名	場所	対象事業者（再委託先）
2022/4/21	自動車部品実装に向けたC N F 複合材料開発、成形・加工技術開発	東広島市 本社工場	ダイキヨーニシカワ(株)
2022/6/3	C N F 技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発	岡山市 R&Dセンター	DAIKEN(株) (秋田県立大学) / 利昌工業(株) (筑波大学)
2022/6/20	疎水化 T O C N 及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株) (東大)
2022/9/8	全体会議&見学ツアー&マテリサ講演（翌日事業者交流会）	福岡県 福岡大学	全者対象（全24機間中22機関参加）
2022/10/3	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	東ソーコ四日市事業所	大洋塩ビ(株) / プラス・テク(株) (京大、京都市産技研)
2022/10/12	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	茨城県 龍ヶ崎工場	CHEMIPAZ(株) (京大、京都市産技研)
2022/11/25	ウォータージェット技術を用いた革新的C N F 製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	富山県 滑川工場	(株)スギノマシン (富山県立大学)
2023/2/24	水性樹脂を用いた環境適合型C N F 複合樹脂の製法開発とC F R Pへの適用	和泉市 大阪産技研	美津濃(株) / 第一工業(株) (大阪産技研、広島大)
2023/3/30	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	茨城県 つくば	産総研、福井大学
2023/4/27	疎水化 T O C N 及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株) (東大)
2023/5/25	水性樹脂を用いた環境適合型C N F 複合樹脂の製法開発とC F R Pへの適用	Teams	美津濃(株) (大阪産技研、広島大) / 第一工業(株)
2023/8/1	C N F 強化樹脂（P A 6、P P）の低コスト製造プロセス技術の開発	静岡県 富士工場	日本製紙(株) (三井化学(株)、京大、京都市産技研) / (株)UBE
2023/8/29	ウォータージェット技術を用いた革新的C N F 製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	富山県 滑川工場	(株)スギノマシン (富山県立大学)
2023/8/30	疎水化 T O C N 及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株) (東大)
2023/10/3	全体会議 & ミニ展示会 & 事業者交流会	幕張	全者対象（全25機間中19機関参加）
2023/10/20	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	茨城県 龍ヶ崎工場	CHEMIPAZ(株) (京大、京都市産技研)
2023/10/31	C N F を使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発	名古屋市 R&Dセンター	東亞合成(株)
2023/11/13	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	茨城県 筑波工場	大洋塩ビ(株) / プラス・テク(株) (京大、京都市産技研)
2023/12/8	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	福井大学	産総研、福井大学
2024/3/6	疎水化 T O C N 及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株) (東大)
2024/5/29	C N F のLife Cycle Assessment (L C A) 等評価手法の検討及び評価	東京駒場キャンパスII	東大UTLCA (福島大、立命館大、福岡女子大、電中研他)
2024/7/5	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	京都市産技研	大洋塩ビ(株) / プラス・テク(株) (京大、京都市産技研)
2024/7/19	疎水化 T O C N 及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株) (東大)
2024/9/5	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	千葉研究所	CHEMIPAZ(株) (京大、京都市産技研)
2024/9/17	C N F 強化樹脂（P A 6、P P）の低コスト製造プロセス技術の開発	UBE大阪開発センター	日本製紙(株) (三井化学(株)、京大、京都市産技研) / (株)UBE
2024/9/24	ウォータージェット技術を用いた革新的C N F 製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	早月事業所	(株)スギノマシン (富山県立大学)
2024/10/1	C N F を使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発	川崎市 R&Dセンター	東亞合成(株)
2025/3/17	疎水化 T O C N 及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株) (東大)

アウトカム目標の達成見込み (CNF製造技術の例)

- 各事業者、低コスト化と特性向上を両立した技術開発の製品化により、利用技術普及寄与
- CNF複合樹脂の利用拡大や、CNFと複合化する石油由来の樹脂をバイオマス由来に置き換えも行うことで、2030年には373万t-CO₂/年の削減*

複合樹脂	乾燥体	液材
<ul style="list-style-type: none"> 独自の変性処理、機械メーカーとの共同開発により、低コスト、高品質化を実現 商用プラントを稼働、量産効果に寄与 	<ul style="list-style-type: none"> 強み技術(WJ)のカスタマイズにより、高品質のCNFの生産性向上による低コスト化。 顧客共創により、複合材料への展開 	<ul style="list-style-type: none"> シングルナノサイズレベルCNFを低成本で生産 離型剤・滑液材、複合樹脂への応用展開 国内外の顧客評価により、用途拡大を推進
	 	<p>新シリーズ CNF配合高機能性樹脂 2025.1上市 "LUNAFLEX®"</p> <p>CNF/有機溶剤・樹脂の界面制御 10 wt% CNF / アクリル樹脂</p>  <p>レオロジーコントロール</p>  <p>強靭化</p>  <p>低熱膨張</p> 
大王製紙株式会社殿、芝浦機械株式会社殿	株式会社スギノマシン殿	花王株式会社殿

* <https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/wp-content/uploads/2021/05/chousa2018.pdf>

アウトカム目標の達成見込み (CNF利用技術の例)

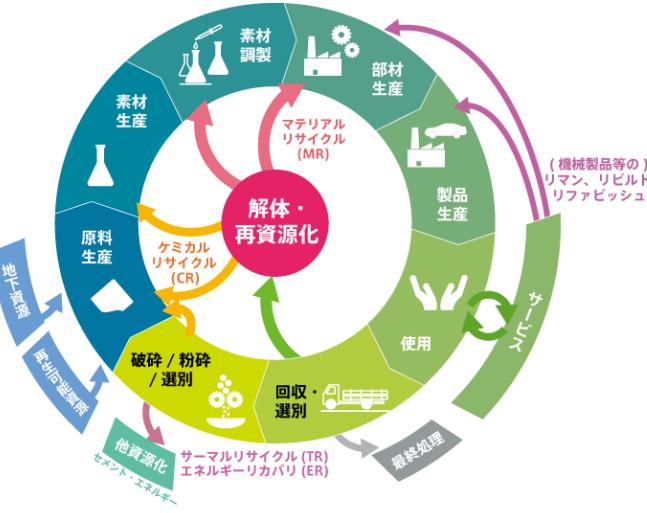
- 自動車、建築土木資材、家電等の利用技術を製品化、CNF低コスト化の相乗効果により、事業化推進中
- CNFの自動車タイヤ使用の効果：Aグレード→AAAになることによる、軽量化、転がり性能の改善、燃費向上により、国内377万t以上の排出量削減効果が期待できる(自動車タイヤ工業会データより)*

自動車（タイヤ、内装部品等）	建築土木材（押縁、床材等）	家電等(子家電、靴底、スポーツ品等)
<p>タイヤ</p> <p>エナセーブ NEXT III</p> <p>①CNF原料コスト（製造費 + 輸送コスト）と②WMB製造コスト（脱水 + 乾燥工程）での低コスト化が必須</p> <p>CNFの特性を維持しながら、大幅なコストダウン可能なCNFエラストマー配合を目指し開発</p> <p>内装部品</p> <p>CeF55%-PP CeF55%-BioPE CeF70%-PP</p>	<p>樹脂サッシ押縁</p> <p>床材</p>	<p>冷蔵庫部品</p> <p>シューズ</p>

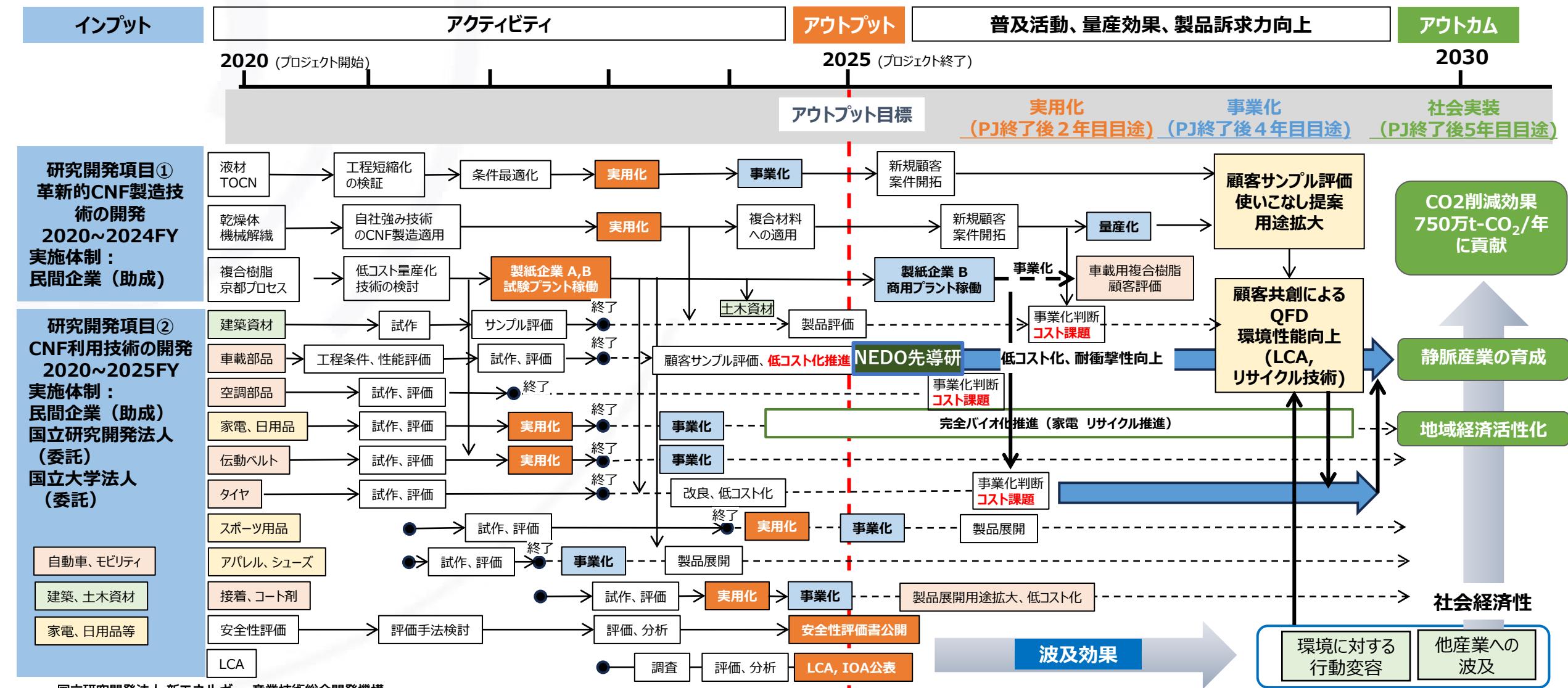
* https://www.jatma.or.jp/environment_recycle/aboutlabelingsystem.html

アウトカム目標の達成見込み（安全性、LCAの例）

- CNFの安全評価書（日本語版、英語版）を公開、CNFを対象とした先制的LCAの国内外で学会、論文発表
- 安全性評価、LCAの公開、公表により、本事業外の企業にも開発、事業化の障壁を下げ、普及拡大を促進

安全性評価書（産総研、福井大）	環境評価 LCA（東京大学）
 <p>安全性に関する情報を集約し、関連事業者に情報提供 ↓ CNFの開発や普及を支援</p>	 <p>論文投稿7件 国内外の学会発表35件 広報活動13件</p>
<ul style="list-style-type: none"> 簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価 中皮腫発生の検証 生体安全性（動物実験）評価 排出・暴露評価 生態影響の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ライフサイクル思考に基づく評価要件の設定 CNFを対象としたLCAの実施 経済影響評価のための産業連関分析の実施 社会への評価手法ならびに結果の普及 学会・論文等における公表

アウトカム達成までの道筋 -ロジックモデル（本事業詳細）-



アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	目標（2025年3月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発	1. CNF複合樹脂の製造コストを、プロジェクト終了時(2024年)に 700円/kg程度 (樹脂により500円～900円)まで低減。 2. 高機能性CNF材料として、 従来コストの1/4以下 で、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減。	1. 700円/kg まで低減 (但し、原料価格の上昇の影響有) 2. 高機能性CNF材料として、 従来コストの1/10 で、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減	○	工程短縮化、条件最適化、量産プラントの立ち上げによる 低コスト化推進
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	実用化の目途 5件	建築資材(押縁、床材)、土木資材(パイプ)、家電分野、化学製品(接着剤、コート剤)で 6件以上 の実用化に目途 (一部事業化)	○	自動車、建材、家電、日用品等 利用拡大を実証、一部事業化を前倒しで推進
研究開発項目②-2 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	安全性評価書 の作成、公開	安全性評価書の作成、 国内外での公開	○	安全評価書の国内外公開

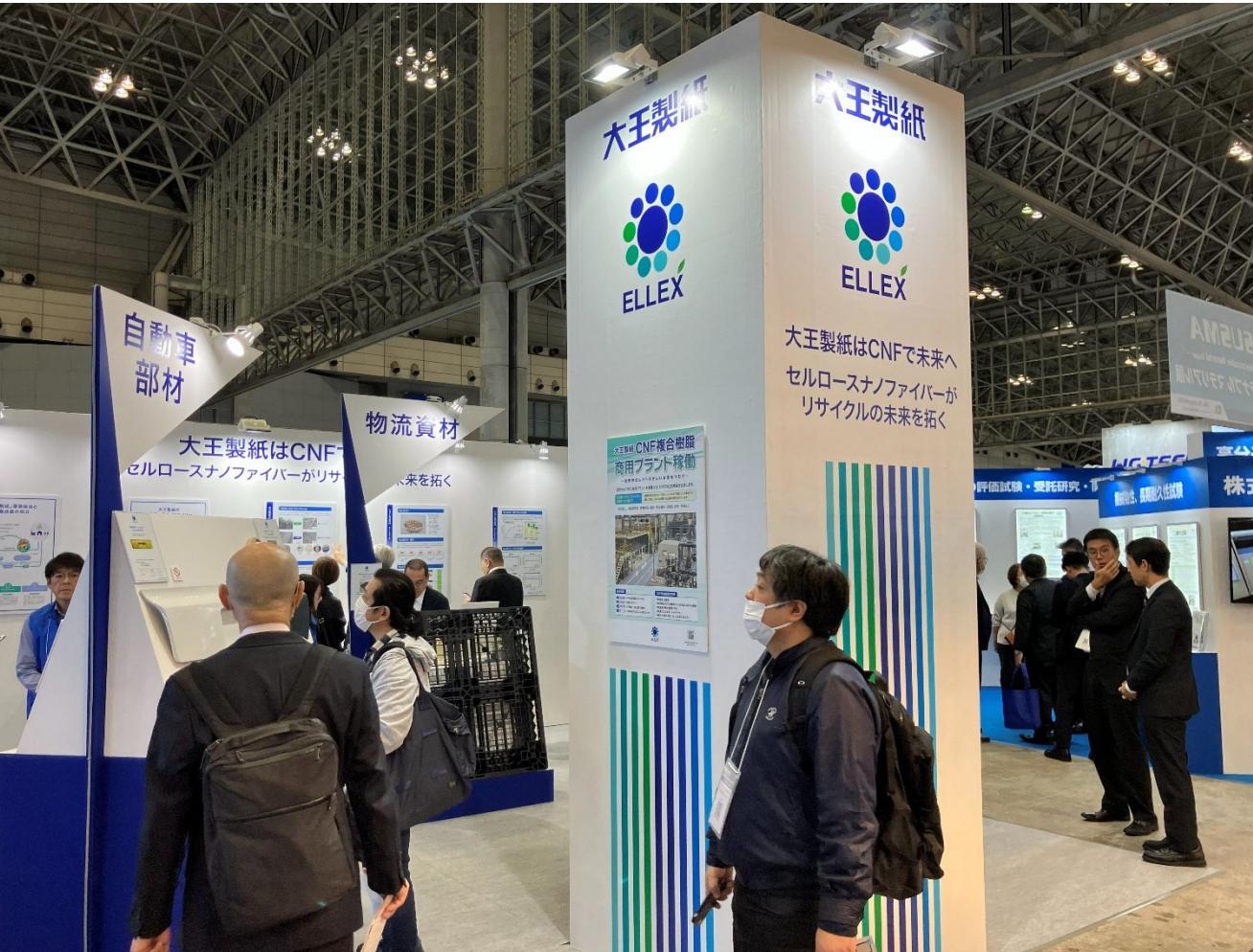
研究開発項目	目標（2026年3月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目②-3 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	先制的LCA評価 を開発し、これを元に、他事業との関連、原材料等の国内循環等を考慮した 産業連関分析（IOA） を行う。	CNF導入による環境・経済評価手法の体系化、可視化 政策立案や地域展開の基盤整備 LCA、IOAの 国内外での公表	○	先制的LCAの国内外での学会、論文発表 副次的效果として、 製品使用、リサイクルにおけるCO₂削減効果を提言

○ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

アウトプット目標の達成状況



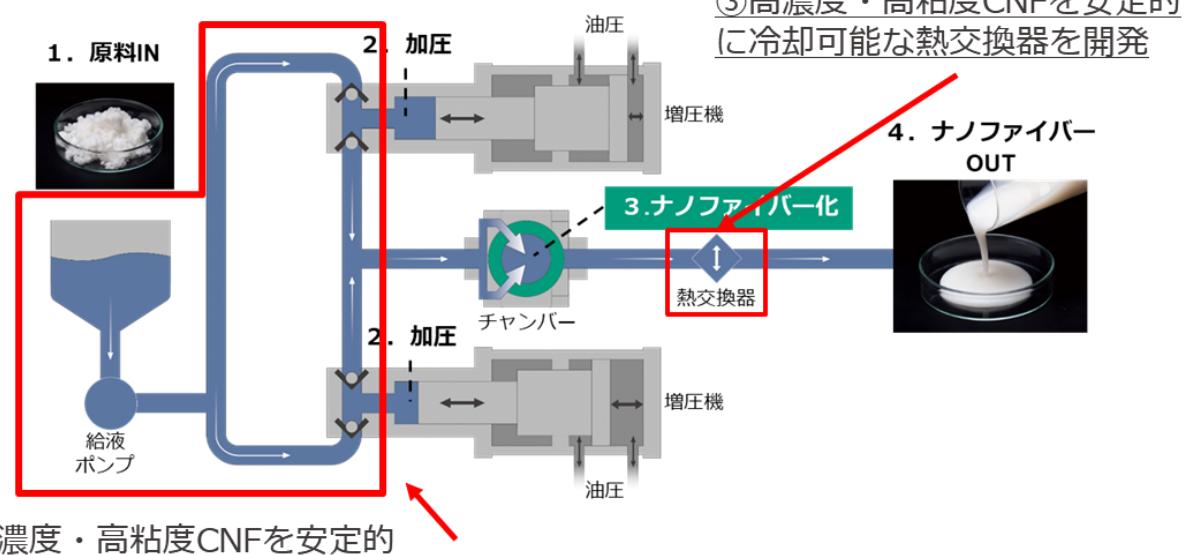
11月12日～14日幕張メッセで開催された展示会の様子



ウォータージェット技術を用いた革新的CNF製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発の成果と意義

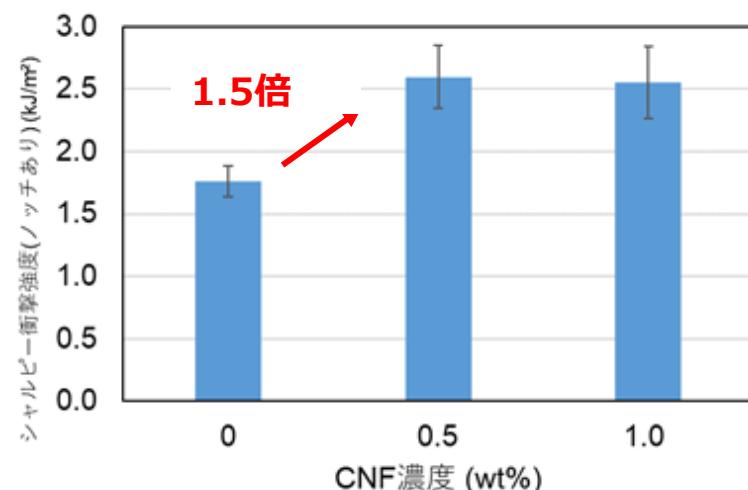
実施者名	株式会社スギノマシン	達成状況	○
達成状況の根拠	<p>高濃度CNFを安定的に製造可能なシステムを構築した（自動化については、費用対効果を鑑みて一部のみ） CNF乾燥粉末については、研究開発前から約12倍の生産量を達成し、大幅なコストダウンも可能となった。 CNF乾燥粉末とポリ乳酸（PLA）の複合体の開発、CNF乾燥粉末添加炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の開発などより具体的で製品に近い材料の開発を行った。</p>		

①投入から回収までの自動化



高付加価値CNF水分散液の製造コストを約60 %にし、
 乾燥粉末の製造コストを約10 %にするという当初目標をほぼ達成

開発したマシンでのCNFを用いたPLAコンポジットの物性

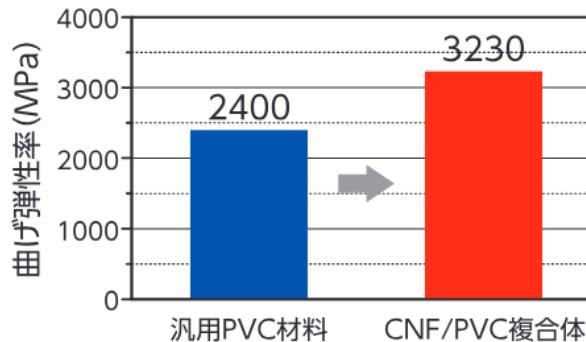


- ゴルフシャフトの試作など、実用化を展開中
- マインメーカーとしての設備の販売も検討

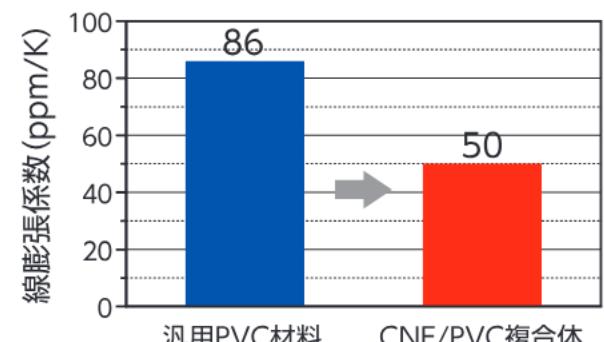
塩化ビニル系樹脂複合体の低成本化技術の確立の成果と意義

実施者名	大洋塩ビ株式会社、プラス・テク株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	①押縁をターゲットとして、未変性パルプを押出混練でCNFに解纖することで、目標値（ビカット軟化温度100°C以上、線膨張係数50ppm/K以下、塩素化PVCコンパウンドと同等以下の価格）をすべて達成 ②実機スケール押出機を使い、当初目標のコンパウンド生産速度500kg/hを達成し、上記の目標物性を満たすコンパウンド量産化技術を確立 ③樹脂サッシ部材（押縁）の実機成形テストでは、加工性や製品外観に問題がなく、合格が得られた。		

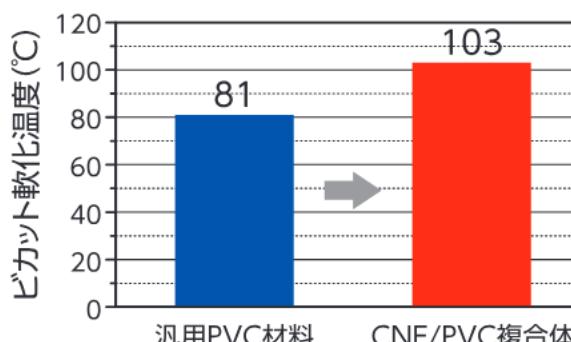
曲げ弾性率1.3倍



線膨張係数40%低減



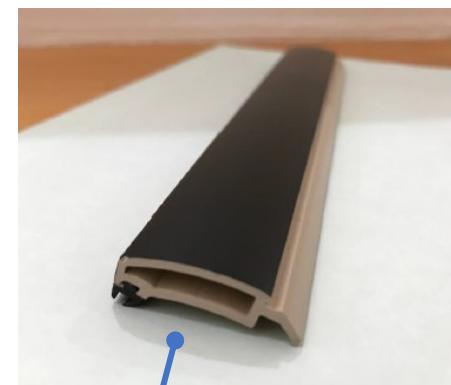
軟化温度22°C上昇



<物性向上を確認>

引き続き、押縁、雨どい、パイプなどへの実用化を目指しユーザーワークを実施中

YKK AP(株)の押縁成形テストをクリア



CNF/PVC使用

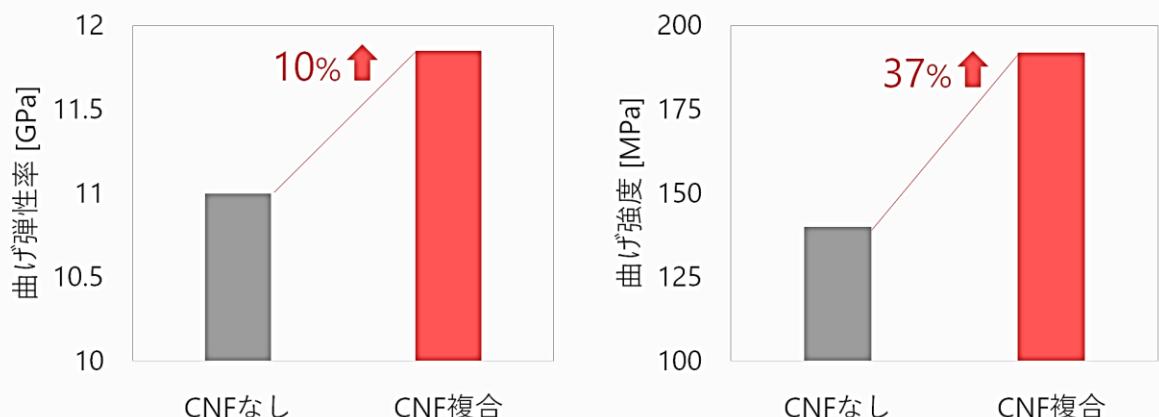
樹脂窓の作製



水性樹脂を用いた環境適合型CNF複合樹脂の製法開発とCFRTPへの適用の成果と意義

実施者名	ミズノ株式会社、第一工業製薬株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	<p>CNFを均一に分散させた熱可塑性樹脂（TPU）を用いたCFRTP（炭素繊維強化熱可塑プラスチック）の開発を行い、以下の目標を達成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> • CNF分散技術の確立 • 脱水・シート化プロセスの確立 • CNF分散CFRTPにおいて強度10%アップ • スポーツシューズ部品への適用と現行品に対する優位性の確認 		

炭素繊維不織布×ウレタン×CNF複合材の物性



CNFとの複合化によって、曲げ弾性率と曲げ強度が向上

軽くて薄く、剛性、ばね性
が高い特性が求められる
インソールプレートへ応用



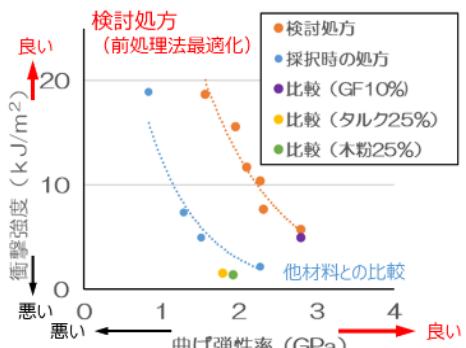
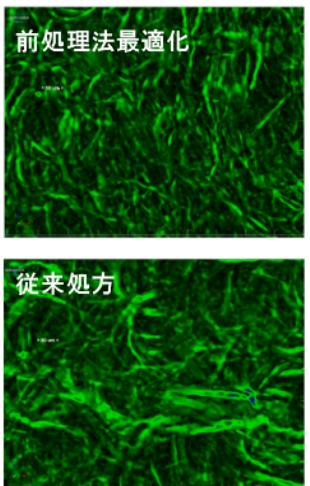
CFRTPインソールプレート

再生炭素繊維を利用したCNF複合TPU樹脂シートによる
CFRTP部品の自動車・航空機分野へ展開を構想中

CNF強化樹脂（PA6、PP）の低成本製造プロセス技術の開発の成果と意義

実施者名	日本製紙株式会社、UBE株式会社	達成状況	<input checked="" type="radio"/>
達成状況の根拠	CNF強化樹脂の目標とする物性およびコスト達成を確認 (PA樹脂) 助剤・添加剤の検討により物性目標を達成。実機試作により目標コストでの実施可能を確認した。 (PP樹脂) パルプの検討を中心に物性目標達成を確認。導入機を用いて事業用の生産性があることを確認した。		

前処理法の検討



パルプ前処理法の最適化により、衝撃強度のレベルが変化することを見出す

- パルプの前処理法の検討により強度バランス（弾性率と衝撃強度）が向上
- 疎水化パルプが不要により、従来の製造工程から大きな簡略化が可能（コストダウン）
- シミュレーション技術を活用し、本結果の妥当性を確認。
- 混練機中に、パルプに疎水性の付与、解纏、分散を一括で実施することで工程を大きく省略可能

		2020年度		2024年度
PA6 (CNF 10%)	曲げ弾性率 (Gpa)	3.5	➡	4.0
	衝撃強度(kJ/m ²)	2.0	➡	4.0
	コスト (円/kg)	>30,000	➡	1,000
PP (CNF 10%)	曲げ弾性率 (Gpa)	3.0	➡	1.0~2.0
	衝撃強度(kJ/m ²)	2.0	➡	10~15
	コスト (円/kg)	>20,000	➡	500

モビリティ用途では世界初となるCNF強化樹脂の製品販売に至り、複数の有望メーカーと共同研究を進展中→ 成果の企業化、さらには輸出となるよう検討を行う

革新的CNF複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発の成果と意義

実施者名	大王製紙株式会社、芝浦機械株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	<p>下記研究開発を実施し、予定通り2022年度に事業を修了し、2025年度から量産を開始</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大王製紙が有する抄紙塗工技術を活かして、連続的かつ一貫的に製造可能な原料調製技術を確立。 ・芝浦機械が得意とする二軸混練押出機を用いた樹脂複合化技術と、そのフィードバックを受けた大王製紙（株）の原料調製プロセスの改良。 		

NEDO助成事業 CNF複合樹脂一貫製造プロセスの開発



CNF複合樹脂「ELLEX-R67」商用プラント



■設備概要

- ・生産能力
年産 2,000 トン 国内最大※
- ・設置工場
大王製紙(株)三島工場
- ・設備投資額 約 40 億円
- ・営業運転開始 2025 年 7 月

マテリアルリサイクル性にも優れており、自動車部材、家電製品、建材、物流資材、日用品、容器・包装等の分野での用途展開を積極的に進める。

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の成果と意義

実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人福井大学	達成状況	○
達成状況の根拠	多用なCNFについて各種の安全性評価を実施し、その成果を「セルロースナノファイバーの安全性評価書」にまとめ公開した。		

簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価

気管内投与試験と培養細胞試験を組み合わせてCNFの吸入影響を評価



中皮腫発生の検証

腹腔内投与試験および培養細胞試験により、CNFによる中皮腫誘発の可能性を評価



生体安全性（動物実験）評価

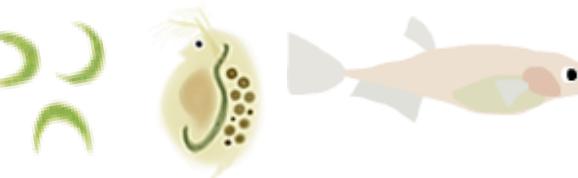
経口投与試験、遺伝毒性試験、吸入曝露試験を実施

排出・暴露評価

作業環境測定や模擬排出試験により、CNFの排出・暴露の実態や可能性を評価

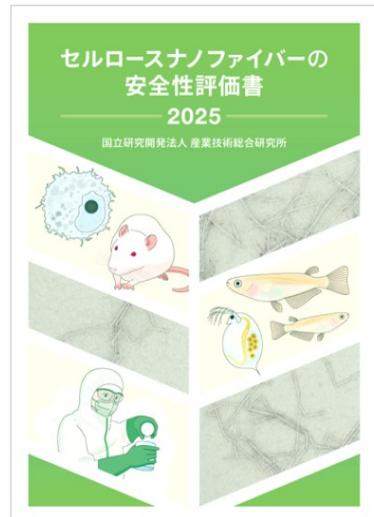


生態影響の評価



藻類、ミジンコ、メダカなどの水生生物に対するCNFの急性影響や慢性影響を評価

安全性評価書



安全性に関する情報を集約
(本事業の成果 + 国内外の論文)

包括的な安全性情報を関連事業者に提供し、CNFの開発や普及を後押し

セルロースナノファイバー材料のLife Cycle Assessment (LCA) 評価手法の検討と評価の成果と意義

実施者名	国立大学法人東京大学	達成状況	◎
達成状況の根拠	技術成熟度に応じたCNFのLCA・産業連関分析（IOA）評価を実施し、CNF強化樹脂等の事例分析により、社会実装に向けた環境・経済的優位性を定量的に示した。これら成果は、目標を大きく超える英語論文10報（採択済：3件 投稿済：4件 年度内投稿予定：3件）、加えて学会、展示会、Web等各媒体を通じた活発な広報活動51件により普及に努めた。		

①ライフサイクル思考に基づく評価要件の設定

リグノセルロース資源のライフサイクルに固有の特徴に対処できるよう農林業プロセスの不確実性を考慮した評価範囲、機能単位、指標を特定し、CNFが他素材と比較して優位性をもちうる要件を解析できるようにした。産業連関分析では原料の国産/輸入の違いや、地域性、CNF添加率、リサイクル率を考慮することが社会経済性の解析に重要であることなどを特定できた。

②CNFを対象としたLCAの実施

複合樹脂や添加剤などに関する7団体・10件以上の事例（技術成熟度TRL3～7）を対象に、将来の技術開発と規模拡大を想定した将来性LCAケーススタディを実施した。

③経済影響評価のための産業連関分析の実施

林業・パルプ・紙部門における経済波及効果の偏在性を可視化とともに、CNFが代替する素材との比較を通じて導入効果を分析した。また製品寿命やストックフローを考慮した導入量・排出量の推計モデルを構築した。

④社会への評価手法ならびに結果の普及

消費者選好性のWeb調査を実施し、拡張規範活性化理論を用いて分析した。バイオマス由来製造に関する認知度が依然として低い一方、環境情報の提供が消費者の心理的過程を活性化し、行動意図に影響を与えることを示した。

⑤学会・論文等における公表

論文投稿10件（うち採択済みは3件、年度内投稿予定3件を含む）、日本LCA学会やInternational Conference on Life Cycle Managementなど国内外の学会における研究発表37件、学会企画セッション・展示会・Web等を通じた広報活動14件を実施し、広く成果を公表した。（2025年9月時点。予定を含む）

