

令和3年度環境省委託業務

令和3年度

脱炭素革新素材セルロースナノファイバー普及のための
課題解決支援事業委託業務

成果報告書

令和4年3月

国立大学法人 京都大学

令和3年度セルロースナノファイバー適用部材拡大のための課題解決支援事業委託業務
成果報告書
要約

1. 業務の目的

セルロースナノファイバー（以下、CNF）を自動車部品、家電製品、住宅建材、事務用品などへ活用することは、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ることから、地球温暖化対策への多大なる貢献が期待されている。環境省では、省庁連携の枠組みの中で、社会実装に関する取組を担当し、平成27年度から各種委託事業を通じて、CNF製造工程の低炭素化、CNF活用製品の性能評価、リサイクル工程の検証等を行ってきており、それぞれについてのノウハウが蓄積されてきている。また、令和2年度からは、環境省において実際の製品にCNFを導入する事業者が商用規模生産の設備投資等を行う事業に対する支援（以下、環境省設備補助事業）も始まったところである。環境省で今までに実施されてきた委託事業の成果を活用しながら、CNFの適用部材拡大に向けた取組を促進し、更に社会実装までをスピード感を持って着実に取組をつなげていくことが重要なステージに入ってきている。

本業務では、新たなCNF利活用ニーズの掘り起こしと、社会実装に必要な個々の技術や知見をこれまでの環境省委託事業や各省事業の枠を超えて結集させ、過去の環境省委託事業の成果物の展示などを伴う情報交換の場及び個別ニーズ毎に調整されたシーズとニーズのマッチングの場を提供し、CNF適用部材拡大のための課題解決を支援し、社会実装を促進することを目的とする。

2. 業務の概略と実施体制

業務としては、①有望分野別に最適化された市場化課題解決の実施、②CNF製品等の環境性能情報の取り纏めおよび評価、③CNF活用製品等の市場化の拡大に向けた普及・啓発業務の実施、④事業運営委員会の実施が主務である。

参画機関：京都大学、京都市産業技術研究所、サステナブル経営推進機構（SuMPO）の3機関

3. 業務内容

3.1 有望分野別に最適化された市場化課題解決の実施

当初に選んだ5つの分野（生活関連用品分野、高機能包装分野、建築資材・インフラ関係分野、業務機器・産業機器分野、モビリティ・家電分野）のうち包装分野以外の4分野、下記12社を支援先企業として選んだ。花王（株）、（株）吉川国工業所、タキロンシーアイ（株）、利昌工業（株）、阪神プラスチック工業（株）、（株）アспект、SOLIZE（株）、トヨタ車体（株）、（株）デンソー、トヨタ紡織（株）、豊田合成（株）、（株）小糸製作所である。

その中で豊田合成（株）は環境省設備補助事業に採択され社会実装を進めている。同じく前記補助事業に採択されたCNF材料の製造企業である日本製紙（株）は、（株）アспектの3D成形装置を導入し、両社の連携により、3Dプリンター成形分野でのCNF材料の社会実装を進める予定である。豊田合成（株）は、自動車部品の工場間移動で使用する樹脂製容器（通い箱）にCNFを用いることにより薄肉軽量化し、輸送時の二酸化炭素排出量を低減するというもの、日本製紙（株）は、素材をガラスビーズ入りからCNF強化素材に変更して3Dプリンター成形で各種樹脂部品（自動車等）の製造を目指すものである。素材の再利用が容易になり製造段階での素材補充量が減少するとともに、最終製品の軽量化

により CO₂排出量の削減につながることが期待される。

3.2 CNF 製品等の環境性能情報の取り纏めおよび評価

支援先企業 12 社の中から現在試作できるレベルであり、かつ市場化の見込みが高いと考えられる吉川国工業所、タキロンシーアイ、SOLIZE、トヨタ車体、豊田合成の 5 製品に対して、LCCO₂の算定を行った。社会実装後の効果は、2025 年～2035 年を想定し、評価対象製品のライフサイクルでの削減効果に普及量に乗じることで削減ポテンシャル量として算出した。

LCCO₂の削減効果については、材料の変更による軽量化や、製造プロセスの効率化（例えばサイクルタイムの短縮、成形温度の低温化）、製品寿命の向上などを考慮したうえで LCCO₂の評価を行った。また、普及量については、市場調査を行い、販売量を普及量とした。その普及量を用いて、削減ポテンシャル量を算出した。

なお、CNF の CO₂排出量については、「令和 2 年度セルロースナノファイバー利活用ガイドライン作成事業委託業務」（以下、「CNF ガイドライン事業」）と連携し、支援事業者 5 社の試作材料構成に合わせて算出を行った。すべての 5 製品で LCCO₂低減の見込みが確認できた。

3.3 CNF 活用製品等の市場化の拡大に向けた普及・啓発業務の実施

下記のセミナー 1 件と展示会 5 件を実施した。NCJ・環境省 NCP 事業ジョイントセミナー、国際社会における CNF 動向とカーボンニュートラルへの取組（オンラインセミナー、2021/10/5）、BioJapan（2021/10/13-15@パシフィコ横浜）、徳島ビジネスチャレンジメッセ（2021/10/21-23@アスティ徳島）、SDGs AICHI EXPO（2021/10/22.23@愛知県国際展示場）、ふじのくに CNF 総合展示会（オンライン展示会 2021/12/1-2022/2/28）、エコプロ 2021（2021/12/8-10@東京ビックサイト）。BioJapan、SDGs AICHI EXPO、エコプロ 2021 は以前環境省 NCV 事業（2016-2019 年度で実施）で試作したコンセプトカーの実車を展示し多くの方にアピールできた。

3.4 事業運営委員会の実施

2021 年 7 月 20 日、9 月 21 日、11 月 22 日、2022 年 1 月 19 日の 4 回、事業運営委員会を実施した。最初の 3 回はオンラインで開催、4 回目はオンラインと現地出席のハイブリッド方式で行った。環境省、事業実施機関、支援対象事業者 12 社、特別委員（有識者）5 名、オブザーバー 4 名の方が出席し、毎回各支援対象事業者からの進捗報告と特別委員、オブザーバーからのコメントをいただき活発な意見交換ができた。

4. まとめ

今年度も昨年度に引き続き、コロナ感染拡大を防止する観点から対面での打合せ、会議、展示会、講演会に代えて、主に Web を使って業務を遂行した。支援先企業の努力もあり当初の目的である社会実装の促進に向けて進むことができた。特に 2 点の環境省設備補助事業が採択され社会実装に向けて進んだことは大きな成果である。今後は CNF 材料の特徴を活かした製品づくり、CNF の更なる低コスト化による需要拡大などが重要であり、原料メーカーとユーザー間との連携が必須である。最近は今まで実施してきたセミナーや展示会の波及効果があり CNF 材料が広く知られるようになり、問い合わせが増えている。ユーザーの声を受け止め今後も更なる CNF 材料の普及に努めていく必要があると思われる。

業務実施期間

令和 3 年 6 月 4 日～令和 4 年 3 月 31 日

2021 Commissioned Project Supporting Solutions for Expanding the Use of Cellulose Nanofiber-
Based Parts
- Project Report -
Summary

1. Purpose of the project

The application of cellulose nanofibers (CNF) to automobile parts, household appliances, residential building materials, office supplies, etc., will lead to reduced energy consumption due to low weight and higher efficiency, and is therefore expected to make a major contribution to tackling global warming. The Ministry of the Environment, Japan (MOEJ), working under a cooperative framework with other ministries and government offices, oversees initiatives for the social implementation of CNF. Various projects commissioned since 2015 have resulted in the decarbonization of CNF manufacturing processes, performance assessment of products using CNF, and validation of the CNF recycling process, together with the accumulation of expertise on these topics. In 2020, MOEJ also began supporting businesses introducing CNF into their products who were investing in equipment for commercial-scale production (MOEJ equipment subsidies program). We have now entered the stage where it is important to promote initiatives for expanded adoption of CNF-based parts and to move with speed towards achieving the social implementation of CNF, building on the fruits of the previous projects commissioned by MOEJ.

The objective of this project is to promote the social implementation of CNF by supporting solutions for expanding the use of CNF-based parts. This will be achieved by discovering new needs for use and application of CNF, gathering together all of the technology and knowledge needed for social implementation beyond the framework of projects commissioned by MOEJ and other ministry projects, providing opportunities for the exchange of information including the fruits of past projects commissioned by MOEJ, and providing opportunities for matching seeds and needs.

2. Outline and organization of project

The main elements of the project are (1) implementing optimized solutions for commercialization in promising areas, (2) gathering and evaluating environmental performance data for CNF products, (3) raising awareness to expand the commercialization of products using CNF, and (4) meetings of the project steering committee.

Participating organizations: Kyoto University, Kyoto Municipal Institute of Industrial Technology and Culture, Sustainable Management Promotion Organization (SuMPO)

3. Project details

3.1 Implementing optimized solutions for commercialization in promising areas

Five fields were initially selected (lifestyle related goods, high-performance packaging, building materials and infrastructure, business equipment and industrial equipment, and mobility and household appliances). After excluding packaging, the following 12 companies were selected as

recipients of support in the remaining four fields: Kao Corporation, Yoshikawakuni Plastics Industries, Ltd., C.I. TAKIRON Corporation, Risho Kogyo Co., Ltd., Hanshin Plastics Ind. Co., Ltd., ASPECT Inc., SOLIZE Corporation, Toyota Auto Body Co., Ltd., DENSO Corporation, Toyota Boshoku Corporation, Toyoda Gosei Co., Ltd., and Koito Manufacturing Co., Ltd.

Of these companies, Toyoda Gosei was selected for the MOEJ equipment subsidies program, and is moving forward with social implementation. Nippon Paper Industries, a manufacturer of CNF materials that was selected for the same subsidies program, has introduced 3D molding equipment made by ASPECT Inc., and this cooperation is expected to lead to social implementation of CNF materials in the field of 3D printing. Toyoda Gosei is aiming to use CNF in its resin-made containers (returnable boxes) for transporting automotive parts between factories. This will make the containers thin-walled and lightweight, thereby cutting CO₂ emissions during transport. Similarly, Nippon Paper Industries aims to produce resin components (for automobiles, etc.) by 3D printing, switching from materials containing glass beads to CNF-reinforced materials. As well as facilitating the recycling of these materials and cutting the amount of material replenished in the manufacturing stage, these initiatives should lead to lower CO₂ emissions by reducing the weight of the finished product.

3.2 Gathering and evaluating environmental performance data for CNF products

Five of the 12 supported companies (Yoshikawakuni Plastics Industries, C.I. TAKIRON, SOLIZE, Toyota Auto Body, and Toyoda Gosei) currently have products ready for trial manufacture with good prospects of commercialization, and the LCCO₂ for these five products has been calculated. As a way of estimating the effects after social implementation of each product, the CO₂ reduction potential was calculated by multiplying the adoption of the product by the CO₂ reduction effect over the hypothetical lifecycle of the product from 2025 to 2035.

In calculating the LCCO₂ reduction effect, LCCO₂ was evaluated taking into account factors such as weight reduction by switching materials, increased efficiency of manufacturing processes (e.g., shorter cycle times, lower molding temperatures), and longer product lifetimes. Adoption was defined by sales volumes based on market surveys, and the CO₂ reduction potential was calculated using the adoption figures.

CO₂ emissions from CNF were calculated according to the material composition of the prototypes developed by the five supported companies, working with the “2020 Commissioned Project for Creating Guidelines for Utilization and Application of Cellulose Nanofibers” (CNF Guideline Project). As a result, the potential for LCCO₂ reduction was confirmed for all five products.

3.3 Raising awareness to expand the commercialization of products using CNF

The following seminar and five exhibitions have taken place: NCJ/MOEJ Joint Seminar on NCP; CNF Trends and Carbon Neutral Initiatives Around the World (online seminar, Oct. 5, 2021); BioJapan (Oct. 13-15, 2021 at Pacifico Yokohama); Tokushima Business Challenge Messe (Oct. 21-

23, 2021 at ASTY Tokushima); SDGs AICHI EXPO (Oct. 22-23, 2021 at Aichi Sky Expo); Fujinokuni CNF General Exhibition (online exhibition Dec. 1, 2021 to Feb. 28, 2022); and Eco-Pro 2021 (Dec. 8-10, 2021 at Tokyo Big Sight). Many people at BioJapan, SDGs AICHI EXPO, and Eco-Pro 2021 were able to witness the prototype Nano Cellulose Vehicle (NCV) concept car created as part of the MOEJ NCV Project (2016-2019).

3.4 Meetings of the project steering committee

The project steering committee has met four times, on July 20, September 21, and November 22, 2021, and January 19, 2022. The first three meetings were held online, and the 4th was in hybrid format combining online and in-person attendance. The meetings were attended by the MOEJ, the project steering committee, the 12 supported companies, five special committee members (experts), and four observers. Each meeting included progress reports from the supported companies and comments from the special committee members and observers, leading to enthusiastic exchanges of ideas.

4. Summary

To continue preventing the spread of COVID-19, meetings, exhibitions, and seminars were mainly replaced with Web-based activities this year in the same way as last year. Through the efforts of the supported companies, progress has been made in promoting the initial objective of social implementation. In particular, the selection of two businesses for the MOEJ equipment subsidies program is a great success that will further accelerate social implementation. In the future, it is important to create products that take advantage of the properties of CNF materials, and to increase demand by further bringing down the cost of CNF. Cooperation between the makers and users of raw materials is also essential. We have recently seen a ripple effect from the previous seminars and exhibitions, generating a broader awareness of CNF materials and a growing number of enquiries. Further work is needed to extend the adoption of CNF materials in response to the voices of users.

Project duration

June 4, 2021 to March 31, 2022

目次

第1章 有望分野別に最適化された市場化課題解決の実施	3
1.1 有望分野別に最適化された市場化課題解決の実施	3
1.1.1 分野別市場化課題解決計画の策定	3
1.1.2 支援先候補企業の選定	4
1.1.3 支援対象事業者の選定及び CNF 材料の提供	4
1.1.4 支援対象事業者への技術指導・技術支援	4
1.1.5 支援対象事業者からの成形結果に基づくフィードバック	4
1.1.6 支援対象事業者への技術的課題以外の市場化課題の解決に資する支援等	5
1.2 支援対象事業者の支援内容、評価結果等	6
第2章 CNF 製品等の環境性能情報の取り纏め及び評価	75
2.1 支援対象事業者毎の市場化ステージ把握	75
2.2 LCA の観点で環境性能情報を整理・算定	75
2.3 取り纏めた環境性能情報を支援対象事業者に対してフィードバック	75
2.3.1 普及量の考え方について	76
2.3.2 算定結果について	81
2.3.3 ホットスポット分析および削減ポイント	92
2.4 革新素材として適切かつ効果的な環境情報開示方法の検討	92
第3章 CNF 活用製品等の市場化の拡大に向けた普及・啓発業務の実施	95
3.1 情報交換会の実施	95
3.2 Web セミナーの開催	96
3.3 展示会への出展	104
3.4 座談会の実施	113
3.5 Web サイトによる情報提供	115
3.5.1 NCP 特設 Web サイトの概要	116
3.5.2 CNF セミナー動画の公開	119
3.5.3 メーリングリストの作成と発信	120
3.6 アンケート分析	121
3.6.1 アンケートの概要	121
3.6.2 アンケート実施内容	121
3.6.3 アンケートの収集結果と回答者の属性	124
3.6.4 セミナー全体の運営について	124
3.6.5 CNF の取組状況	125
3.6.6 CNF の LCA 算定について	128
3.6.7 環境省と CNF	131

第4章 事業運営委員会の実施	133
4.1 概要	133
4.1.1 事業運営委員会の設置、運営等	133
4.1.2 推進会議の設置、運営等	134
4.2 開催状況	135
4.3 特別委員からのコメント	139
第5章 その他業務の実施	168
5.1 令和3年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（革新的な省CO ₂ 実現のための 部材や素材の社会実装・普及展開加速化事業）に関する広報活動	168
5.1.1 本補助事業の広報	168
5.1.2 類似の補助事業等の調査	168
5.1.3 本補助事業の活用促進にあたり（まとめ）	170
5.2 本補助事業の応募事業者及び採択事業者に対するLCA手法によるCNF活用製品等 のCO ₂ 排出削減量の算定支援	171
5.3 令和3年度に新たに浮上したCNF活用用途に関するCO ₂ 排出削減効果の検証・評 価・社会実装への課題その他関連情報の共有	171
5.4 広報資料の作成	171
5.5 国内外への環境省事業の効果的なプロモーションの実施	173
5.6 CNFに関する国内外の動向調査および最新の論文などの調査	174
5.7 本事業やCNFの補助金制度に係るプロモーションの協力依頼	174
第6章 まとめ	176
第7章 本業務で用いる略語、用語の解説	177
7.1 略語の解説	177
7.2 用語解説	178
巻末資料	179

はじめに

セルロースナノファイバー（以下、CNF）を自動車部品、家電製品、住宅建材、事務用品などへ活用することは、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ることから、地球温暖化対策への多大なる貢献が期待されている。環境省では、省庁連携の枠組みの中で、社会実装に関する取組を担当し、平成 27 年度から各種委託事業を通じて、CNF 製造工程の低炭素化、CNF 活用製品の性能評価、リサイクル工程の検証等を行ってきており、それぞれについてのノウハウが蓄積されてきている。また、令和 2 年度からは、環境省において実際の製品に CNF を導入する事業者が商用規模生産の設備投資等を行う事業に対する支援（以下、環境省設備補助事業）も始まったところである。環境省で今までに実施されてきた委託事業の成果を活用しながら、CNF の適用部材拡大に向けた取組を促進し、更に社会実装までをスピード感を持って着実に取組をつなげていくことが重要なステージに入ってきている。

「令和 3 年度セルロースナノファイバー適用部材拡大のための課題解決支援事業委託業務」（環境省ナノセルロースプロモーション（NCP）事業）では、新たな CNF 利活用ニーズの掘り起こしと、社会実装に必要な個々の技術や知見をこれまでの環境省委託事業や各省事業の枠を超えて結集させ、過去の環境省委託事業の成果物の展示などを伴う情報交換の場及び個別ニーズ毎に調整されたシーズとニーズのマッチングの場を提供し、CNF 適用部材拡大のための課題解決を支援し、社会実装を促進することを目的とする。

業務としては、①有望分野別に最適化された市場化課題解決の実施、②CNF 製品等の環境性能情報の取り纏めおよび評価、③CNF 活用製品等の市場化の拡大に向けた普及・啓発業務の実施、④事業運営委員会の実施が主務である。

参画機関は、国立大学法人京都大学が代表事業者となり、地方独立行政法人京都市産業技術研究所、一般社団法人サステナブル経営推進機構（SuMPO）が共同実施者となる 3 機関である。（図 1、図 2）

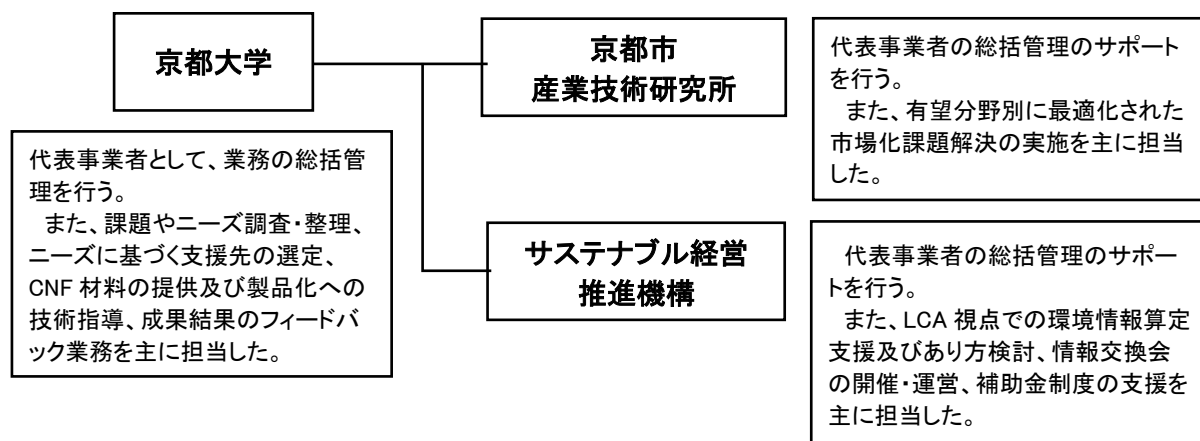


図 1 実施体制

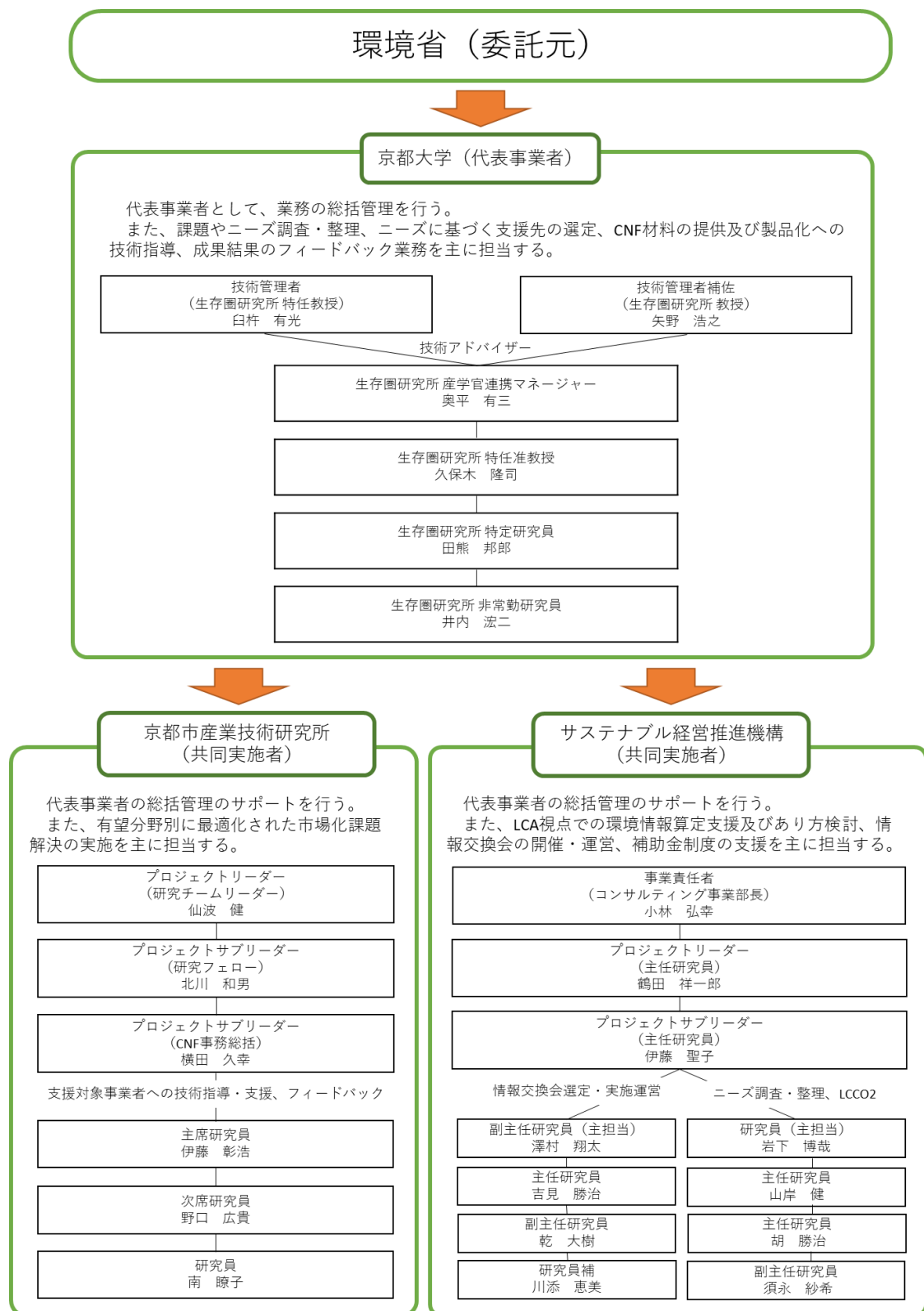


図2 実施体制（詳細）

第1章 有望分野別に最適化された市場化課題解決の実施

1.1 有望分野別に最適化された市場化課題解決の実施

1.1.1 分野別市場化課題解決計画の策定

本事業においては、CNFの活用により、脱炭素化や資源循環の促進が期待される分野として次の5つの支援対象グループを設定した。

- ①生活関連用品分野（日用品、汎用型簡易容器包装等）
- ②高機能包装分野（食品容器包装、化学品等専用容器包装等）
- ③建築資材・インフラ関係分野
- ④業務機器・産業機器分野（ブレード、集塵装置、産業機器等）
- ⑤モビリティ・家電分野

その上で、CNF活用製品等の市場化に向けた課題解決に取り組む事業者（以下「支援対象事業者」という。）を選定した。

グループ毎に、製品等で求められる機能や性能、現状と今後の展望を明らかにした上で、それぞれに対して最適化された市場化課題解決計画（取組と支援のロードマップ）を策定し、計画に沿って、各支援対象事業者の課題解決を図ることとした。

表 1.1.1.1 市場化課題解決計画

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
G1 生活関連用品	CNF複合材料組成確立 長期耐久性確保 成形加工条件最適化・試作	↓ 量産性確立 ↓ 製品コスト試算 (材料費, 加工費など) ↓ 販促活動		
G2 高機能包装	CNF複合材料組成確立 長期耐久性確保 成形加工条件最適化・試作	↓ 量産性確立 ↓ 製品コスト試算 (材料費, 加工費など) ↓ 販促活動		
G3 建築資材・インフラ	CNF複合材料組成確立 長期耐久性確保 成形加工条件最適化	↓ 量産性確立 ↓ 製品コスト試算 (材料費, 加工費など) ↓ 採用促進活動		
G4 事務機器・産業機器	CNF複合材料組成確立 長期耐久性確保 成形加工条件最適化	↓ 量産性確立 ↓ 製品コスト試算 (材料費, 加工費など) ↓ 目標機器設定 採用促進活動		
G5 モビリティ・家電 (自動車部材最短ケース)	CNF複合材料組成確立 長期耐久性確保 成形加工条件最適化	↓ 量産性確立 ↓ 製品コスト試算 (材料費, 加工費など) ↓ サフ라이チェーン整備 目標車型設定 採用促進活動		
事業実施機関 による 課題解決支援	◆材料組成のカスタマイズ・最適化検討 ◆成形加工のアドバイス ◆製品におけるLCO2の評価・改善点のアドバイス			

活用製品等によっては、性能確保、材料開発のため長期化となる。

外板等の場合、耐久性試験、材料開発のため長期化となる。

1.1.2 支援先候補企業の選定

事業実施機関においては、令和2年度、「セルロースナノファイバー適用部材拡大のための課題解決支援事業」（以下「NCM事業」という。）にて21社に対するサンプル提供事業のほか、経済産業省事業でもサンプル提供事業を行ってきた。この間、これらの評価結果を分析しており、当該企業の取組姿勢や事業方針を熟知している。一方、当該企業も CNF 材料の特性や取扱い方法等を理解・経験しており、これらの企業の中から支援先候補企業を選定することとした。

また、自社製品等へ CNF 活用に意欲的な企業からの提案も得て、適宜候補先を加えていくこととした。

更に、地域の CNF 支援組織等とも連携し情報交換会、セミナー等を通じて新たな支援先候補企業の発掘に努めた。

1.1.3 支援対象事業者の選定及び CNF 材料の提供

選定した支援先候補企業から、環境省担当官との協議の上、支援対象事業者を決定した。（表 1.2.1 参照）

また、提供する CNF 材料については、京都大学及び京都市産技研において次の手法にて行うこととした。

- ①母材と、CNF、添加剤等の組合せ、配合量について、これまで取り組んできた NCV プロジェクト、NCM 事業、京都プロセス等の蓄積データから最適と考えられる設定に絞り込む。
- ②過去に経験ある組成の場合、速やかに原料メーカー及びコンパウンドメーカーに手配し、性能評価のうえ提供する。
- ③経験ない組成の場合、支援対象事業者の開発チーム、コンパウンドメーカーや試験・評価機関を活用しながら組成・配合を吟味し、必要なデータを測定のうえ提供する。

1.1.4 支援対象事業者への技術指導・技術支援

京都大学及び京都市産技研においては、支援対象事業者が提供された CNF 材料を適切に評価できるようそれぞれの CNF 活用製品等に合わせて、成形時における加工条件、加工工程などあらゆる視点から助言、指導した。その際、コロナ禍において現場での立ち合いが困難な中において、オンラインによるヒアリング等を通じて、成形時に発生する不良現象（フローマーク、着色、臭い、発泡不良など）の把握を行い、問題点の把握に努めた。

1.1.5 支援対象事業者からの成形結果に基づくフィードバック

京都大学及び京都市産技研においては、支援対象事業者の成形結果をもとに、力学的特性（弾性率、強度、衝撃強度など）、耐熱性（線熱膨脹、荷重たわみ温度など）、機能的（軽量化、吸湿性、結晶性制御など）等々を評価する。とりわけ、試験片と製品等を念頭に

おいた実成形品とは、異なる物性が発現することが多いことに留意し、CNF 活用製品等が実際に使用される環境（クリープ、温度、湿度、振動など）を考慮した性能評価により問題点を抽出する。その結果をもとに、原材料メーカー及びコンパウンドメーカーと協議のうえ提供する CNF 材料の配合調整を繰り返し行い課題解決に向けアドバイスすることにより、CNF 活用製品等の社会実装のスピードアップを図った。

1.1.6 支援対象事業者への技術的課題以外の市場化課題の解決に資する支援等

事業実施機関においては、CNF 材料の提供・評価を繰り返し良好な結果が得られた支援対象企業に対して、商用規模生産の早期移行を支援する環境省施策等の情報提供等を通じて、技術的課題以外の市場化課題の解決に資する支援を行った。また、SuMPO においては、支援対象企業が試作する際、LCCO₂の観点から適宜助言、サポートを提供した。

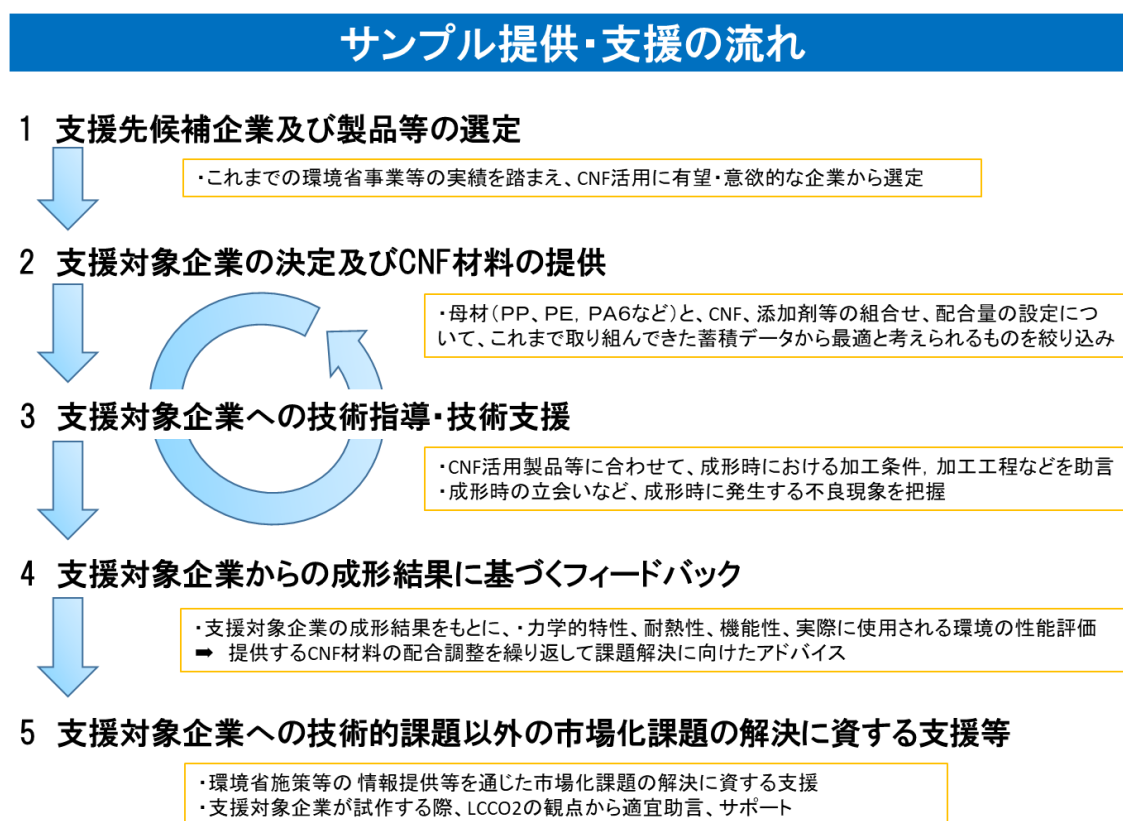


図 1.1.6.1 サンプル提供・支援の流れ

1.2 支援対象事業者の支援内容、評価結果等

支援対象事業者（12 社）における支援内容、結果等の概要について表 1.2.1 にまとめた。

なお、各支援対象事業者の評価結果等を後続のページにまとめた。

表 1.2.1 支援対象事業者一覧表

支援対象分野	支援先企業	支援内容、結果等
G 1 生活関連用品	花王株式会社 〔東京都中央区〕	自社製品に CNF を活用する際の CNF のうれしさと課題について検討した。
	株式会社吉川国工業所 〔奈良県葛城市〕	PP-CNF10%を提供し、自社の製品を成形して評価を実施した。
G 2 高機能包装		
G 3 建築資材・インフラ	利昌工業株式会社 〔大阪市北区〕	CNF100%成形体が試作できており、今回は建材ボードなどへの応用を検討した。
	タキロンシーアイ株式会社 〔大阪市北区〕	PP-CNF10、リサイクル PP-CNF を提供し、評価を実施した。
G 4 事務機器・産業機器	阪神プラスチック工業株式会社 〔大阪市平野区〕	PP-CNF10 を提供し、発泡射出成形で自社製品への適用検討を行った。
	株式会社アスペクト 〔東京都稲城市〕	PA6-CNF10 パウダーを提供して 3 D プリンターによる部品を試作しており、今回は高次構造を評価し、性能向上につなげた。
	SOLIZE 株式会社 〔東京都千代田区〕	PP-CNF5 パウダーを提供し 3 D プリンターによる成形品の評価を行った。
G 5 モビリティ・家電	トヨタ車体株式会社 〔愛知県刈谷市〕	今まで実用化しているウッドプラスチックと比較し、提供した PP-CNF の課題抽出を行った。
	株式会社デンソー 〔愛知県刈谷市〕	PP-CNF10 改良品を提供し、エアコンケースを試作することにより材料の課題抽出を行った。
	トヨタ紡織株式会社 〔愛知県刈谷市〕	ドアトリム（PP-CNF10）やクリーナーケース（バイオ PE-CNF10）を試作しており、その知見からオリジナル CNF 強化樹脂開発へ移行中である。
	豊田合成株式会社 〔愛知県清須市〕	自社で PP-CNF10 を試作し、クラブボックスを試作した。また採択された補助事業では通い箱を試作した。
	株式会社小糸製作所 〔東京都港区〕	CNF、パルプ、木粉と PP の複合材料を提供し、各添加量の違いによる物性と耐久性を評価した。

＜株式会社吉川国工業所＞

- 代表者 代表取締役社長 吉川利幸
- 本 社 奈良県葛城市加守 646-2

1. CNF の取組

1.1 企業の概要

1932 年、初代吉川国太郎が「吉川セルロイド工業所」として創業し、2022 年には 90 周年を迎える。

「商品を通じて快適・合理的な生活を提供できる企業を目指すこと」を経営理念とし創業した。製品の製造にとどまらず、営業販売から製品の企画開発と徐々に枠を広げている。

2002 年から、ヨーロッパ展示会に出展し、『Like-it』商品をヨーロッパ・アメリカへの市場拡大を実践し、現在、25 ヶ国へ販売している。2017 年、環境にやさしい CNF 材料の用途研究に取り組み、『地域未来牽引企業』に認定された。

更に、『SDGs』への取組も実践し、『Like-it』をグローバルブランドへ成長させるべく、日々努力している。

株式会社 吉川国工業所



1932年初代吉川国太郎が吉川セルロイド工業所として創業、1959年に株式会社吉川国工業所を設立し、家庭用品プラスチック製品の製造販売をし、本年創業89年を迎えました。

「商品を通じて快適・合理的な生活を提供する」を企業理念として創業、製品製造にとどまらず企画・開発やデザインに注力、グッドデザイン『Gマーク』を46点選定を受けています。

- 創 業 1932年
- 資本金 2,000万円
- 代表者 代表取締役社長 吉川利幸
- 従業員 102名
- 所在地
本社 奈良県葛城市加守646-2
東京 東京都千代田区神田神保町2-20-6
- 関連会社
ライクイット株式会社



図 1 会社概要

1.2 CNF のこれまでの取組

CNF の取組については、「京都プロセス」を活用している。



図2 「京都プロセス」パルプ直接混練法の概念図

星光PMC株式会社から疎水化された変性パルプを購入し、社内でコンパウンドし、現在、CNF40%のマスターバッチを製造している。

CO₂削減に貢献するバイオマス原料について早くから取り組んできている。

その成果として2015年には、ポリプロピレンとペーパーミックスの高濃度品の成形品「Nacel light」を開発し、翌年には上市した。

そして、この技術をもとにCNFに取り組もうと考え、2017年から国の競争的資金を活用し、2021年4月からポリプロピレンとCNF40%のマスターバッチを開発してきた。

2021年には、国の競争的資金の事業完了後、直ちに一般公開し、「Nacel」として商標登録した。

CO₂削減に貢献するバイオマス原料 「NEXT」バイオプラ Nacel/Nacel light

2015年 Nacel light(PP+ペーパーミックス)の開発
(ペーパーミックス高濃度品の成形技術を有する)
2016年 Nacel light 上市



2016年 セルロースナノファイバー(CNF)との出会い
2017年 ものづくり・商業・サービス向上促進事業採択
2018年 サポイン事業採択(Supporting Industry)
2021年 3月サポイン事業完了、4月一般公開

*PP+CNF40%MB ⇒ 「Nacel」商標登録



図3 「Nacel」及び「Nacel light」

また、ASA 変性 CNF を活用し製品を試作してきた。例えば、ダストボックスは CNF5% を、くつホルダーは 10% を、右下のザルは 40% をそれぞれ添加し試作している。



図 4 ASA 変性 CNF を活用した試作品

更に、マスターバッチの販売のみならず、自社製品の製造・販売を予定している。



図 5 スタックアップコンテナ (PP+CNF 5 %)

1.3 CNF の今後の展開

CNF 複合材料の今後の展開については、「Nacel」のマスターバッチでの供給を開始し、「Nacel light」はペーパーミックス 30%であるが、51%のものも上市した。出展した展示会を含め、これまで各方面から様々な問い合わせが来ている。

今後は、「Nacel」の物性改良と顧客に応じたカスタマイズ材料の開発を行うとともに、「Nacel light」の物性改良にも取り組んでいく。更に、射出成形技術として、機械設備、金型、成型条件等の研究も日々繰り返していく。

また、自社商品の展開としては、『Like-it』ブランドとして多くの方に愛用されているが、CNF 複合材料を使った製品作りをしていくため、「Nacel」を使用した製品の絞込みに着手し、2022 年の春には上市をしたいと考えている。

更に、令和 4 年度以降、環境省補助事業への応募も予定している。

CNF複合材料の今後の展開

項 目	実 施 事 項
➢ Nacel(PP+CNF 40%)	⇒ MBでの供給開始
➢ Nacel light(PP+ペーパーミックス30%)	⇒ *Nacel light 51%上市
➢ ターゲット分野へのワーク	「住設・建材」「OA・事務機器」 「日用家庭用品関係」「その他」
➢ Nacel 改良グレードの開発	⇒物性改良のカスタマイズ材料開発
➢ Nacel light 改良	⇒物性改良
➢ 射出成型技術	⇒機械設備・金型・成型条件等の研究
➢ 自社商品への展開	「like it」ブランドの製品作り

- PP+CNF複合樹脂(Nacel)を使用した製品絞込み着手⇒2022年春上市予定
*SuMPO:LCA評価予定
- 令和4年度 環境省(二酸化炭素排出抑制対策事業費等)補助金事業にオールバイオ(CNF/バイオPE)で応募予定

2021/12/22

10

図 6 CNF 複合材料の今後の展開

2. 適用部材成形評価報告

2.1 評価結果①

NCP 事業から提供したアセチル化変性 CNF10%と、当社製造の ASA 変性 CNF10%の物性データ等は、以下のとおりである。

左側は、アセチル化変性と当社の ASA 変性 CNF の偏光顕微鏡画像比較である。

右側は、物性データである。

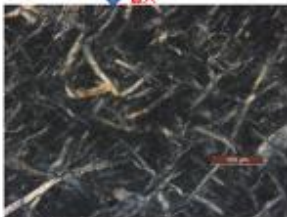
Ac変性CNF(NCPご提供:10%Wt%) とASA変性CNF / PP(ポリプロピレン) - ①

★偏光顕微鏡画像比較

Ac変性CNF 10Wt% / PP



X100倍



X200倍

ASA変性CNF 10Wt% / PP



X100倍



X200倍

物性データ <CNF10%>

項目	単位	アセチル化	Nacel
引張強度	Mpa	51	30
曲げ強度	Mpa	79	47
曲げ弾性率	Mpa	3340	2117
シャルピー衝撃	KJ/m ²	2.5	2.4
MFR	g/10min	3.6	16

Nacel: ASA変性CNF10%Wt%

* Ac : (アセチル)
ASA : (無水アルケニルコハク酸)

** Ac-ホモPP
ASA-ブロックPP

図 7 評価結果①

2.2 評価結果②

NCP 事業から提供頂いたアセチル化変性 CNF10%と、アセチル化変性 CNF10%（高剛性）を利用した成型品サンプルは次のとおりである。



アセチル化 CNF アセチル化高剛性 CNF

写真1 ブリックス 9018



アセチル化 CNF アセチル化高剛性 CNF

写真2 アースピース (L)

* 上記成型品の評価は下記のとおりである。

1) 成型品-1 (既存材料)

①ブリックス 9018

②アースピース (L)



写真3 ①ブリックス 9018



写真4 ②アースピース (L)

2) 成形材料

①ABS (ブリックス 9018 既存材料)

②ペーパーパウダー 30%複合/PP 材料 (アースピース (L) 既存材料)

③アセチル化 CNF10%複合/PP(N) (NCP 事業提供)

(N)のマトリクスは PP

④アセチル化 CNF10%複合/PP(P) (NCP 事業提供)

(P)のマトリクスは PP 高剛性



3) 成形品-2 (アセチル化 CNF 複合/PP 材料)



写真5 ブリックス9018



写真6 アースピース (L)

4) 成形品評価

以下、従来品に対してアセチル化 CNF 複合材・成形品の評価

①ブリックス9018

表1 ブリックス9018の評価

	物性	成型性	外観	軽量化	コスト
(N)	➡	➡	➡	➡	➡
(P)	➡	➡	➡	➡	➡

↓
着色すると、➡

☆コスト以外では、ABS 材からの置き換え可能

②アースピース (L)

表2 アースピース (L) の評価結果

	物性	成型性	外観	軽量化	コスト
(N)	➡	➡	➡	➡	➡
(P)	➡	➡	➡	➡	➡

↓
ウェルド部は、➡

☆軽量化

表3 軽量化

	(従来品)	(N)	(P)
ブリックス9018	87.5	75	78
アースピース(L)	162	145	157

※表中の単位は g (グラム)

5) 成形品物性試験ー引張（引っ掛け）試験ーについて

アースピース（L）については、ウェルド部（写真赤丸部）の強度に弱点があった経緯があり、アセチル化 CNF 複合材による強化が図られたかどうかを試験した。



写真7 アースピース（L）

①試験治具、及び試験方法



写真8 試験治具

試験治具：棒型テンションゲージ（最大 5000cN（センチニュートン）の荷重）



写真9 試験方法

試験方法：成形品を固定し、測定箇所にはフックを引っ掛け、→方向に引っ張り、破損時のゲージ目盛を読み取る。

②試験結果

表4 引張試験結果

（従来品）	（P）	（N）
NB	3600	3800

※NB は、ゲージ最大荷重において、破損せず。

（P）、（N）においては、左右の平均値（単位：cN）

→CNF 複合材料による結果は、従来品より弱い結果となった。

熔融流動性が低いことが要因と考えられる。

<利昌工業株式会社>

1. 企業および製品紹介

1.1 企業概要

木質材料、木質繊維材料、樹脂材料等からなる複合材料をベースに電子基材（積層板）、電気絶縁材料や機器（変圧器、変成器）などを製造販売するこの分野における日本トップ企業である。会社概要を図1に示す。

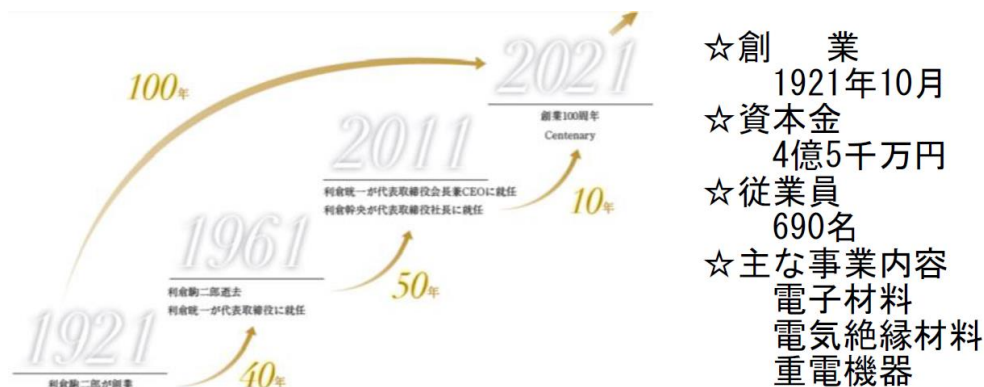


図1 利昌工業株式会社の会社概要

1.2 コア技術の開発経緯

弊社のコア技術の開発経緯を図2に示す。

1925年、紙基材フェノール積層板の製造プロセスを国内で初めて開発し、事業を開始した。ほぼ同時に木材に樹脂を含浸し、電気絶縁性を付与した絶縁強化木「ウッドライト」を開発し、絶縁材料として市場に出した。

2016年から、環境省 NCV（ナノセルロースヴィークル）プロジェクト(2016～2020 年度)に参画し、100%ナノセルロースファイバーからなる自動車部材を試作し、将来の事業の柱の一つとして研究開発、事業化に取り組んでいる。



図2 利昌工業株式会社のコア技術と応用商品

図2に示したコア技術を進化させ、図3に示す多種の商品を世に出し、事業を拡大強化している。



図3 利昌工業(株)の商品群

2.1 100%-CNF ボード開発の概要

CNF の成形体は、水に分散した CNF スラリーから水を取り除き加熱加圧成形して得られる。端的に言えば、CNF スラリーから水を除去すれば成形ができるということになる。弊社は、この CNF のみからなる成形体の力学特性が優れていることに着目し、2016 年に CNF 成形板の工業的製法の基本技術を開発した。

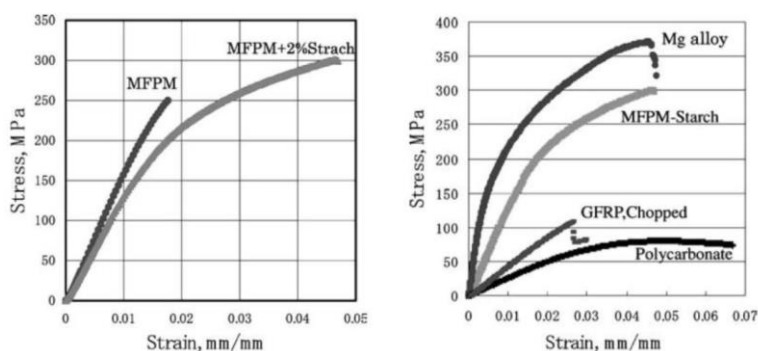


図 4 MFRP (Micro-fabricated Pulp Molding) の強度

図5に木材チップからパルプをへて、CNFを製造する材料の流れとパルプ及びCNFの顕微鏡拡大写真を示す。

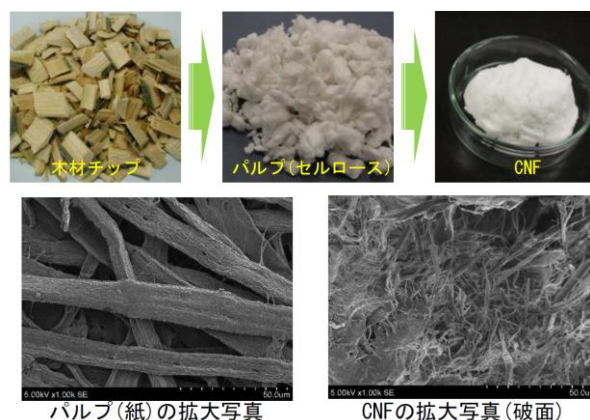


図5 木材チップからCNFスラリーの製造

2.2 100%-CNF 成形体について

100%-CNF 成形体は、CNF スラリーから水をある程度除去したのち、加熱加圧下で乾燥させて得られる。ただし、一度乾固してしまったCNFは可塑性を全く示さないため、2次的に所望の形状に再成形・再加工することは極めて困難である。

図6（左図）には、当社が一般的に用いている固形分10%のCNFスラリーを示す。図6（右図）に、100%-CNFの成形板を示す。100%-CNF板の物性は、組成がセルロースだけのため、湿度の影響を強く受けて変化することが分かってきた。例えば、いわゆる絶乾状態であれば曲げ弾性率は17GPa、曲げ強度は250MPaをそれぞれ示す。これは、非連続補強の成形体としてはかなり大きい値である。しかし、JISに規定されているような常態環境下（25°C/50%RH）では、CNF成形体は5～7%程度吸湿しており、曲げ弾性率は10～12GPa、曲げ強度は約200MPaになる。

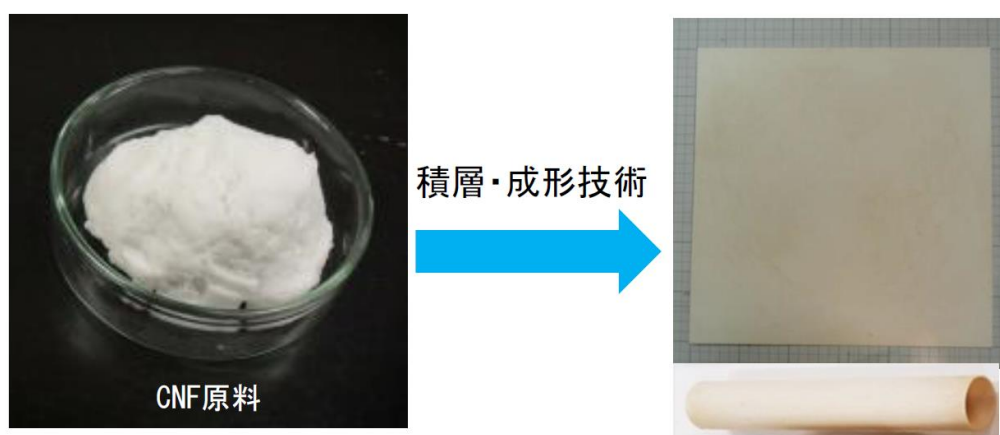


図6 CNFスラリー（左図）と100%-CNF成形体（右図）

100%-CNF 成形体は、吸水や吸湿しやすい材料で水に浸漬すると、水が成形体内部まで容易に浸入し膨潤した状態となる、しかし、耐油性には極めて優れており、トルエンやアセトンなどの有機溶剤に浸漬した場合でもCNF成形体は膨潤せず、物性も保持される。さ

らにメタノールのような水溶性の有機溶剤でも同様の傾向を示す。したがって 100%-CNF 成形体は水以外とは相互作用が極めて小さいと思われる。

ここで弊社の CNF の主な成形技術をまとめると次のようになる。

- ・ 100%-CNF 成形体の工業的製法

- 切削性、耐油性に優れる、熱の膨張収縮が非常に小さい

- これらの特徴を生かして機能性フィルム、高誘電材料、生体材料に応用可能である

- ・ CNF 高含有樹脂複合成形体 ・ CNF の複合積層品 ・ CNF/フェノール樹脂プリプレグ

- ・ CNF の 3 次元成形体

2.3 CNF の積層・複合成形

当初、厚さ 5mm 上の 100%-CNF 板などは、製法の制限のため現時点では製造は困難であった。しかし、あらかじめ成形した CNF スラリーを特定の条件下で接着剤等を用いず積層して成形する手法を開発したことで、比較的厚い CNF の板の成形が可能になってきた。

100%-CNF 成形体は $1.4\sim 1.5\text{g/cm}^3$ 程度の密度を示す。CNF は軽量の素材と一般的に言われているが、成形体単体で持つと比較的重量感がある。そのため、大型の成形板では十分な剛性が得られずたわみ易いため、CNF 成形板を構造部材に用いようとするれば剛性が不足する。ここで、材料の剛性はヤング率と断面モーメントの積によって計算される。剛性を大きくするためには、材料のヤング率を大きくするか厚くする必要がある。材料物性であるヤング率の向上は、CNF の配向制御など、製法の開発によるところがあり現在も検討中である。

一方で、剛性を得るために厚くすれば重量も大きくなる。そこで着目したのが、軽量で高い剛性を容易に得る手法として知られているハニカムサンドイッチ構造であり、これはハニカムコアの両面にスキン材を接着した構成となる。ハニカムコアはアラミド布やアルミ、紙を材料として用いる。このような構造を用いるため、密度が極めて小さくなる。

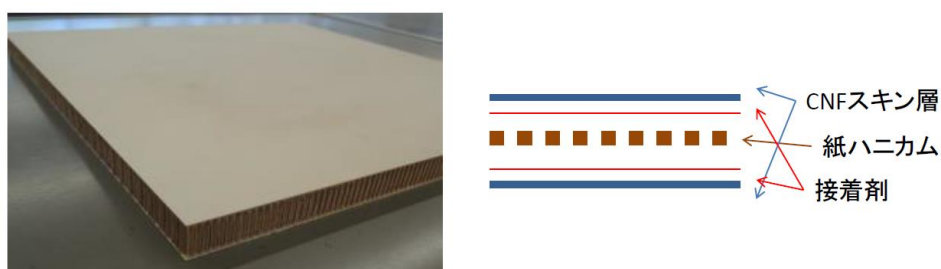


図 7 CNF スキン層を用いたハニカムサンドイッチ構造活用

CNF 板材をハニカムサンドイッチ材の表面層（スキン材）にすることで、軽量で剛性のある部材として CNF を活用できる。ハニカムサンドイッチ材は、スキン材およびハニカムコアの厚さやセルサイズをそれぞれ変えることで、軽くてたわみにくい構造となる。表 1 にスキン材の厚さ、ハニカムコアの厚さを組み合わせたときの物性例を示す。

ハニカムサンドイッチ材の曲げ弾性率は、ハニカムコアのセルサイズが同じ場合、表面材が厚くなると大きくなる傾向を示す。しかし、材料の重量も大きくなる。また、曲げ破壊強度は、コアが厚くなれば低下する傾向になる。ハニカムサンドイッチ材の材料設計は、必要とする材料剛性を得るためには、表面材とコア厚さをそれぞれ工夫して組み合わせることが重要となる。

表 1 ハニカムサンドイッチ材の特性例

コア厚さ (mm)	表層材厚さ (mm)	密度 (g/cm ³)	曲げ弾性率 (GPa)	比弾性率	曲げ強度 (MPa)
2.0	0.3	0.39	5.7	14.6	46
	0.5	0.53	8.1	15.2	78
	0.8	0.67	10.7	16.0	128
3.0	0.3	0.32	4.3	13.4	35
	0.5	0.46	7.6	16.5	72
	0.8	0.58	9.4	16.2	117

表注 ハニカム素材：CNF 紙、ハニカムセルサイズ：3.3 mm、試験条件：ASTM-C613

2.4 NCVプロジェクトでの取り組み

当社は、2016年度から2019年度に実施された環境省の委託事業である「NCVプロジェクト」に参画し、100%-CNF成形体の自動車部材への適用を検討した。100%-CNF成形体は、射出などの既存の成形ができないため、自動車部材を試作するためには成形方法を改良する必要があった。プロジェクト期間中に鋭意検討を進め、CNFスラリーから3次元の成形体を得る基本的な技術を基に、部材とする品質を得るための方法を見出すに至ることができた。

100%-CNFの3次元成形体は、目的とする型を用いてCNFスラリーをあらかじめ成形し、そのままの形状を維持して水を除去して得る。この技術に応用することで、2018年度には実車寸法の100%-CNF製トランクアウターを作製し、実装することが



図 8 トランクアウターの実装



図 9 NCVプロジェクトで作成したボンネット

できた（図 8 参照）。このとき作製した 100%-CNF のトランクアウターは、2 mm の厚さであり、重量は約 2 kg であった。

また、ハイテンの鋼板よりも軽い一方、厚さがあるため剛性は大きく、たわみが非常に小さい部材になった。

2018 年度後半からは、ハニカムサンドイッチ構造を有する 3 次元成形体の試作を始め、NCV プロジェクトコンセプトカーのボンネットの試作に着手し、2019 年の東京モーターショーで展示した。（図 9 参照）。このハニカムサンドイッチ構造のボンネットアウターは、大きさや重量、たわみ性を考慮して表面材とハニカムコアの厚さの最適値となった、CNF の表面材厚さ 0.5 mm、ハニカムコア厚さ 3 mm をそれぞれ用いて作製した。この時の CNF 製ボンネットアウター（未塗装）は、4 mm の厚さで重量は約 2 kg、密度 0.46g/cm³、比剛性 16.0 であった。これは、同じ寸法の 0.7 mm の鋼板と比較すると約 4 倍の剛性を示し、80% もの軽量化を達成できた。

3. 環境省 NCP プロジェクトでの取り組み

環境省 NCP 事業運営委員会で、弊社の CNF 開発状況を発表した。報告は、100%-CNF ボードに樹脂を含浸することにより耐水性、耐湿性を高めた CNF 樹脂複合薄型ボードの開発と応用が中心であった。NCP 参画企業の大部分の企業は射出成形、3 D 成形により製品を製造しているものの、弊社の CNF 樹脂複合薄型ボードは違った形で製品化できる可能性についての議論があった。NCV プロジェクトで試作したトランクアウターやボンネットなども当然のことながら、新たに開発した耐水性、耐湿性を高めた CNF 樹脂複合薄型ボードの応用対象になると考えられる。

また、京都大学、および京都市産業技術研究所の NCP プロジェクト推進者と数回にわたり、事業化に関する情報収集、意見交換を行い、CNF 樹脂複合薄型ボードの応用商品について検討した。その結果の一部を次に記す。想定される応用商品の実現可能性をさらに追及していくことを考えている。

（1）木造住宅用耐震ボード

木造住宅において、従来は柱間に筋交いを設けることにより家屋全体の構造を高めることが行われてきた。近年、木材加工や施工に要する時間の短縮化、耐震強度の要求性能の高まり等のニーズ拡大に伴い、筋交いの代りに厚さ 9mm や 12mm の構造用ボード（針葉樹合板や無機質のボードなど）を梁、柱にくぎ打ちし貼り付けることにより、木造住宅の耐震性を高めるパネル工法の割合が増加してきている。ただし、1 戸の木造住宅では平均して約 70 枚の構造用ボードを施工するが、その約半分は 2 階まで運ぶ必要がある。針葉樹合板や無機質ボードは重いため、これには大きな労力が必要とされ、また施工の際の持ち運びも二人作業となり容易ではない。このようなボードの代替として 耐震性が高く（せん断強度が大きい）軽量・薄型（3～4mm 厚以下）の CNF 樹脂複合薄型ボードが使える可能性がある。（図 10 （1）参照）

(2) トムソンプレス用刃物取付ボード

トムソンプレスは段ボール、厚紙、マットなどを打ち抜くことにより、任意の形状に加工するプレスである。刃物を取りつけるボードは16～18mm厚の合板が使用される場合が多い。合板が使用される理由の一つとして、合板は熱容量が小さいため、レーザー照射により刃物取付用の溝加工が容易であることが挙げられる。トムソンプレス用の合板として、従来はシナ合板が主に用いられてきたが、近年、木材資源保全の観点から良質のシナ合板の入手が難しくなっており、早生樹のポプラ合板が使用される割合が増えてきている。ポプラ合板は安価であるが、湿気による伸びが大きく、湿度が高い環境下においては、刃物の固定力が小さくなり刃物が着脱する場合がある。また、ボード全体にそりが大きくなり、正確な形状の打ち抜きができないなどの問題点がある。刃物取付ボードは湿気に対し変形が少ないことが要求される。CNF樹脂複合薄型ボード(0.5mm厚程度の薄物)をポプラ合板に積層することにより、湿気による伸びを抑え、ボードのそりを抑制できる。また、刃物取付用溝の変形量の低減により刃物の保持力を向上させる効果がある。さらに、CNF樹脂複合ボード(0.5mm厚程度の薄物)は、樹脂の割合が低いいため熱容量が比較的小さくレーザーによる穴加工が容易である。(図10(2)参照)

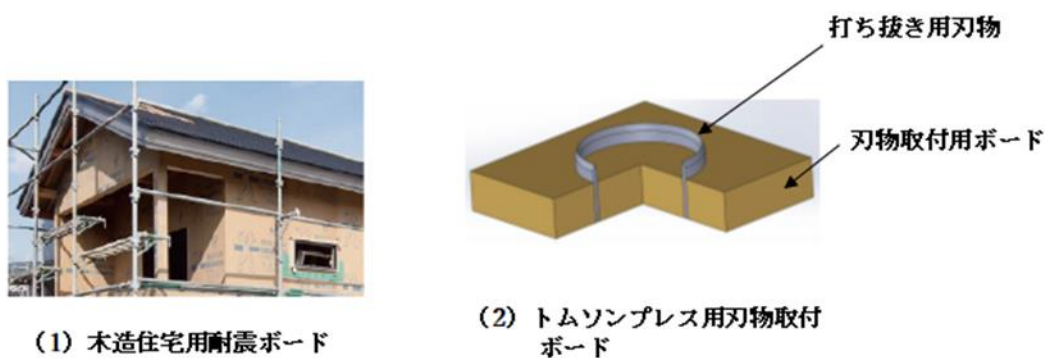


図10 CNF・樹脂複合薄型ボードの応用

<タキロンシーアイ株式会社>

1. 会社概要

商 号 タキロンシーアイ株式会社

(C.I. TAKIRON Corporation)

本 社 大阪市北区梅田三丁目 1 番 3 号 ノースゲートビルディング

創 立 大正 8 年 10 月 10 日 (1919 年)

設 立 昭和 10 年 12 月 20 日 (1935 年)

役 員 代表取締役社長 齋藤 一也

2. 評価結果

2.1 実施内容

CNF+リサイクル PP+発泡の組合せ

2.2 背景

当社製品にリサイクル材を使用する目的は、コストダウンの場合が多い（環境の場合もあり）。そのため、より安価なリサイクル材を求める傾向があり、「リサイクル材を使いこなす」という発想になりにくい。ただ、本年 4 月には、プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律が施行され、3R 特に「リサイクル」、「リデュース」をプラスチック製品の設計に組み込んでいくことが求められている。

一方、リサイクル材は、一般的には「品質の劣化」や「品質が不安定」がネックとなり、使われる用途が限定されることが多い。

2.3 今回の評価の狙い

そこで、今回の評価では、CNF で物性の安定化（ベース物性の UP）を図りながら、発泡による軽量化でコストダウンも検討する。

また、CNF による均一発泡の効果も確認する。

2.4 評価用のサンプル

10%CNF 強化 PP

容リ法由来のリサイクル PP

2.5 試験の進め方

表 1 試験の進め方

STEP1：リサイクル材の評価 リサイクル材の LOT 内のバラツキを評価する → 20 kg袋ごとに基本物性（後述）を測定する ブランクデータ (①)
STEP2：2%CNF 添加となるようにリサイクル PP で希釈したサンプルを作成し物性を評価 → STEP1 の評価をブランクデータとし比較する → 物性の安定化を確認する コンパウンド (C P) 方式による混合 (②) コンパウンド (C P) 方式による混合 (②)
STEP 3：発泡材 (ADCA or 重曹) による化学発泡 → コアバック方式 INJ によるサンプル作り (任意の発泡倍率) 未実施

ブランクデータ (①)

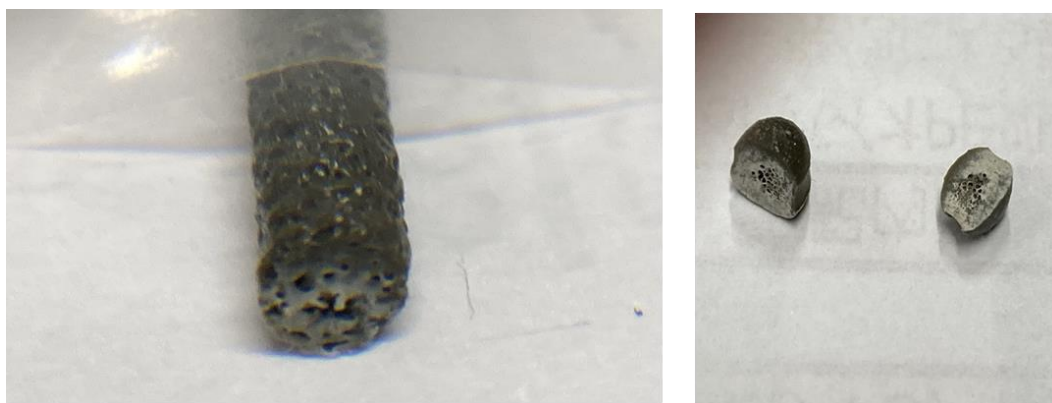


図 1 容り法由来のリサイクル PP

表面のがさつきや気泡が見られた（写真左）ため、ペレットを半裁すると内部に気泡（写真右）が確認された。



図 2 CP (②)、DB (③) の状態

成形品 左：コンパウンド (②)

ノズルからの樹脂 左：コンパウンド (②)

比重

測定法 : JIS K7112 水中置換法 (23°C)

測定機器 : 電子比重計 MDS-300 (アルファミラージュ (株))

表 2 比重の評価結果

(n=15)		(n=9)	
	容り法PP (①)	CNF2%添加	
		CP (②)	DB (③)
平均	0.961	0.969	0.970
σ	0.0009	0.0010	0.0006
MIN	0.959	0.968	0.968
MAX	0.962	0.971	0.970

101 101

※CP…コンパウンド、DB…ドライブレンド

引張降伏応力及び破断点歪み

測定法 : JIS K7161-2-1B/50 試験速度 50 mm/min つかみ具間距離 115 mm

測定機器 : オートグラフ AGX-V ((株) 島津製作所)

表 3 引張降伏応力及び破断点歪みの評価結果

(n=25)		(n=15)	
降伏応力 (MPa)	容り法PP (①)	CNF2%添加	
		CP (②)	DB (③)
平均	25.1	31.6	31.4
σ	0.23	0.12	0.12
MIN	24.78	31.41	31.21
MAX	25.55	31.85	31.70
破断点歪み (%)	容り法PP (①)	CNF2%添加	
		CP (②)	DB (③)
平均	18.8	10.9	8.4
σ	3.41	0.77	0.41
MIN	12.89	9.65	7.62
MAX	25.70	12.40	9.20

125 124

56 43

曲げ応力及び曲げ弾性率

測定法 : JIS K7171 試験速度 2 mm/min 支点間距離 64 mm

測定機器 : オートグラフ AGX-V ((株) 島津製作所)

表 4 曲げ応力及び曲げ弾性率の評価結果
(n=15) (n=9)

曲げ応力 (MPa)	容リ法PP (①)	CNF2%添加	
		CP (②)	DB (③)
平均	32.9	42.3	42.0
σ	0.42	0.22	0.26
MIN	32.17	41.93	41.47
MAX	33.85	42.39	42.39
曲げ弾性率 (MPa)	容リ法PP (①)	CNF2%添加	
		CP (②)	DB (③)
平均	1275.4	1704.9	1712.1
σ	18.39	16.64	13.37
MIN	1239.00	1673.51	1692.17
MAX	1311.24	1737.77	1737.77

128 127

134 134

シャルピー衝撃強さ

測定法 : JIS K7111-1/1eA ハンマー 2J

測定機器 : インパクトテスターIT ((株) 東洋精機製作所)

表 5 シャルピー衝撃強さの評価結果
(n=25)

衝撃強さ (kJ/m ²)	容リ法PP (①)	CNF2%添加	
		CP (②)	DB (③)
平均	3.2	2.8	2.4
σ	0.54	0.45	0.27
MIN	2.28	2.27	2.22
MAX	3.78	3.50	3.10

83 73

荷重たわみ温度

測定法 : JIS K7191-2 B 法 (0.45MPa)

測定機器 : ヒートディストーションテスター ((株) 安田精機製作所)

表 6 荷重たわみ温度の評価結果
(n=10)

規定たわみ量 (mm)	容リ法PP (①)	CNF2%添加	
		CP (②)	DB (③)
平均	81.1	97.0	96.0
σ	0.72	1.82	2.48
MIN	80.0	94.8	92.9
MAX	82.4	99.8	99.6

119

118

<阪神プラスチック工業株式会社>

1. 会社概要

射出成形機を使用し、顧客の要求するプラスチック製品を製造する企業で、大企業の一次下請け的存在である。

顧客からの3Dデータに基づき金型を製造し、顧客の要求する品質・納期・コスト削減を満たしたプラスチック部品の供給を業とする。

主たる製品はエアコンに使用される構造部材で、主にPP、PS、ABSを使用している。部品厚は2～2.5mmが多く、最終製品は部品同士のネジ止めとツメによる嵌め込みにより組み立てられるため、ネジ止め及び破断ひずみに対する強度が必要とされる。

本事業への参加は、窒素使用の物理発泡によるプラスチック材料削減効果と発泡による強度低下をCNFで補完すること、かつ、コスト上昇分を上回る付加価値を見出し、既存材料の構造部品に置換出来るかを実証することにある。

表1 会社概要

所在地	大阪府大阪市平野区加美東 2-8-38
設立	1955 年 6 月 2 日
資本金	12 百万円
代表取締役	藤井 浩幸
従業員数	48 名
主要顧客 (敬称略) (50 音順)	ダイキン工業株式会社 トヨタ自動車様系列商社様 東レ株式会社 フクシマガリレイ株式会社 理研計器株式会社
保有設備	型締力 25T～280T 射出成形機 14 台 (日精樹脂工業製) 3D CAD (ソリッドエッジ) 流動解析ソフト (モールドフロー)
取得特許	特許第 6919942 (成型機の金型冷却装置)

2. 評価結果

2.1 試験 1

金型用ロケーティングキャップを既存 PP と CNF10%強化 PP (京都プロセス・高剛性グレード) で製造し、成形性・成形上の臭気・外観比較を実施。

試験 1 により、成形性良好・臭気問題なし・固いが割れやすい (柔軟性に欠ける)・既存 PP との収縮性の相違により金型ロケーティング部に嵌合しないことが判明。

ロケーティングキャップは、金型保管時にロケーティング部分から水滴が金型内に漏入して錆びないようにするための保護キャップ。弊社では、以前より廃棄樹脂の有効活用及

び顧客貸与金型の保護のために、専用金型を製造して、弊社内使用目的で成形している。



図1 ロケーティングキャップの外観（黄褐色：CNF10%PP、白色：PP）

2.2 試験 2

25mm×100mm×厚さ 2mm の薄板を作る金型で、CNF10%PP を含む 6 種類の材料を成形し、収縮率・重量・曲げ強度を比較

表 2 試験 2 の結果

材料	材料収縮率 (長辺) ※1	重量※2	曲げ荷重 (g)	
			2mm 変形必要荷重	6mm 変形必要荷重
CNF10%PP	0.120	1.16	969.4	2,894.8
ABS	0.271	1.16	600.0	1,654.2
PS (高衝撃)	0.251	1.15	552.8	1,517.8
PP	1.000	1.00	480.4	1,452.4

※1、2 は PP を 1 として表示

試験 2 により、CNF10%PP は、収縮が少なく、曲げ強度もその他材料を凌駕する。
ただし、無発泡では材料の軽量化にはつながらない。

2.3 試験 3

PP、ABS、PS、CNF5%PP、CNF10%PP の 5 材料で、90mm×90mm×厚さ 2mm、発泡（2 倍）有無の計 10 種類の薄板を成形し比較実験を実施

表 3 試験 3 の結果

材料	発泡有無	曲げ弾性率 ※1	曲げ強度 ※2	ネジ止め強度 ※3	破断ひずみ (%)
PP	無	1.000	1.000	1.000	破断しない
	有	0.860	0.769	0.512	破断しない
ABS	無	1.670	1.838	1.284	破断しない
	有	1.018	0.857	0.309	破断しない
PS	無	1.870	1.652	1.788	破断しない
	有	1.137	0.827	0.520	13.6
CNF5%PP	無	1.898	1.573	1.317	6.1
	有	1.403	0.979	0.526	5.1
CNF10%PP	無	2.365	1.873	1.478	5.3
	有	2.198	1.424	0.663	4.4

※1, 2, 3 は PP 発泡無を 1.000 として表示

2.4 試験 4

PP、ABS、PS、CNF5%PP、CNF10%PP の 5 材料で、90mm×90mm×厚さ 2.5mm、発泡（2.5 倍）有無の計 10 種類の薄板を成形し比較実験を実施

表 4 試験 4 の結果

材料	発泡有無	曲げ弾性率 ※1	曲げ強度 ※2	ネジ止め強度 ※3	破断ひずみ (%)
PP	無	1.000	1.000	1.000	6.7
	有	0.729	0.669	0.297	破断しない
ABS	無	1.596	1.777	2.504	破断しない
	有	0.555	0.356	0.357	破断しない
PS	無	1.602	1.760	2.471	破断しない
	有	0.838	0.881	0.520	破断しない
CNF5%PP	無	1.760	1.514	1.348	5.4
	有	1.089	0.780	0.326	5.2
CNF10%PP	無	2.506	2.048	1.703	5.3
	有	1.713	1.102	0.394	4.0

※1, 2, 3 は PP 発泡無を 1.000 として表示



図 2 薄板射出成形品の外観（厚さ：2 / 2.5mm、発泡：無/有）

2.5 試算 1

PP、CNF5%PP、CNF10%PP の 3 材料で発泡有無の場合のプラスチック使用量の比較

表 5 試算 1 の結果

材料	発泡無	2 倍発泡	2.5 倍発泡
PP	100	50	40
CNF5%PP	95	47.5	38
CNF10%PP	90	45	36

試験 3、4、試算 1 により未発泡 PP に対し、発泡 CNF10%PP は曲げ弾性率及び曲げ強度は上昇するものの、破断ひずみ、ネジ止め強度は低下する。

未発泡 PS、ABS と比較すると、破断ひずみ、ネジ止め強度に加えて強度も劣るものの、高い弾性率を示している。

また、CNF 添加 PP 発泡有はプラスチック使用量を 36～47.5%に削減できるが、現状の価格では大幅なコストアップとなる。

2.6 本事業の評価結果

ネジ止め強度、破断ひずみ強度については、添加材料追加やネジ止め部のみ発泡無とする成形技術等によってクリアできる可能性はあり、窒素発泡+CNF+PPによる低収縮性・高曲げ弾性率・高曲げ強度・プラスチック削減・軽量化を勘案すると、構造部品としての付加価値を高めることができる。

また、化学発泡ではなく窒素利用の発泡成形は、成形品中に発泡残渣が残らず、リサイクル性も良い点で環境に優しいと言える。

ただし、材料の高コスト以外に金型製作コスト、成形機及び周辺設備コストが発生することを考慮すると、更なる付加価値を見出さなければならぬと思料する。今後、柔軟性を向上させた材料での試作や強度以外の特性評価についても検討を進め、部材への適用可能性を見極めていきたい。

<株式会社アスペクト>

1. 企業および製品紹介

1.1 企業概要

AM（Additive Manufacturing= 3D Printing）のハード、ソフトウェア技術等を提供する企業である。特に樹脂材料を用いた PBF 法（Powder Bed Fusion=粉体床溶融結合法、Laser や電子ビームで粉体材料を溶融し、結合する AM の一種）に技術的強みを有する。

（PBF 法は SLS 法（Selective Laser Sintering）とも称する。）

- ・所在地：本社 東京都稲城市
名古屋支店 愛知県一宮市
技術センター 東京都多摩市
- ・設立：1996 年 11 月 18 日
- ・資本金：3000 万円
- ・従業員：40 名
- ・業務：AM 技術の開発・販売・保守
材料の開発・販売
装置のカスタマイズ対応
AM 技術を用いた受託造形サービス
AM 技術の用途開発や共同研究
AM 技術のソフトウェア開発



図 1 東京都ベンチャー技術大賞受賞



図 2 製品の外観

1.2 製品のベース技術

PBF 法に基づく造形装置の外形を図 2 に、概要を図 3 に示す。熱エネルギーによって粉末床の特定の領域を選択的に溶融結合する。

左右の予備加熱槽の粉体材料をリコーターにより成形槽に薄く積層していき、造形部分にレーザーを選択的に照射することにより成形する。造形部分は溶融後、冷却により結溶融、結合を繰り返すことにより成形が進む。

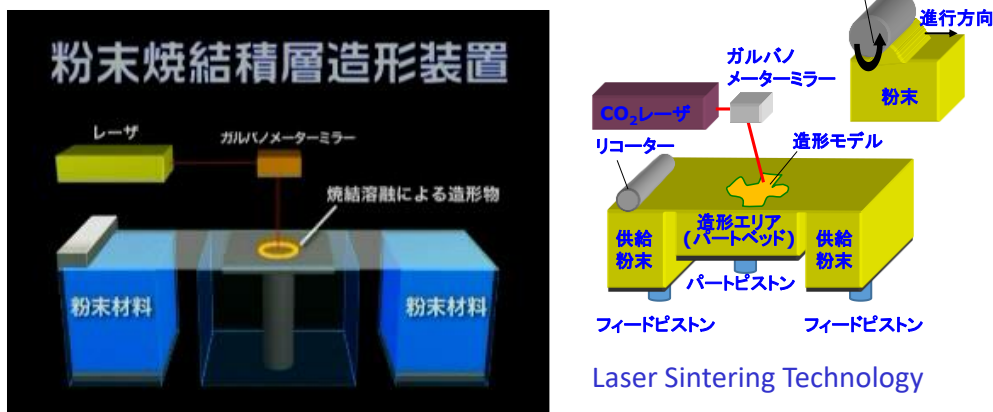


図 3 粉末焼結積層造形装置の概要

1.3 AM の今後の事業方向

- ・一台で多様な材料が使用できる。(PP、PA6、PBT、PPS)
- ・金型が不要で自由に形状が成形できる。

という特徴を活かして、現在まで製品開発時の試作品の成形に使われることが多かった。今後、成形速度の向上により、多品種少量生産の分野から実製品の製造への適用が徐々に増えていくと考えられる。

装置としては、複数レーザーの使用、レーザーや積層速度の高速化などにより成形速度の向上、レーザーの高出力化により融点の高いエンジニアリングプラスチックへの対応などを進めていくことを考えている。

図4に弊社が市場に送り出してきた装置の沿革とその特徴を示す。

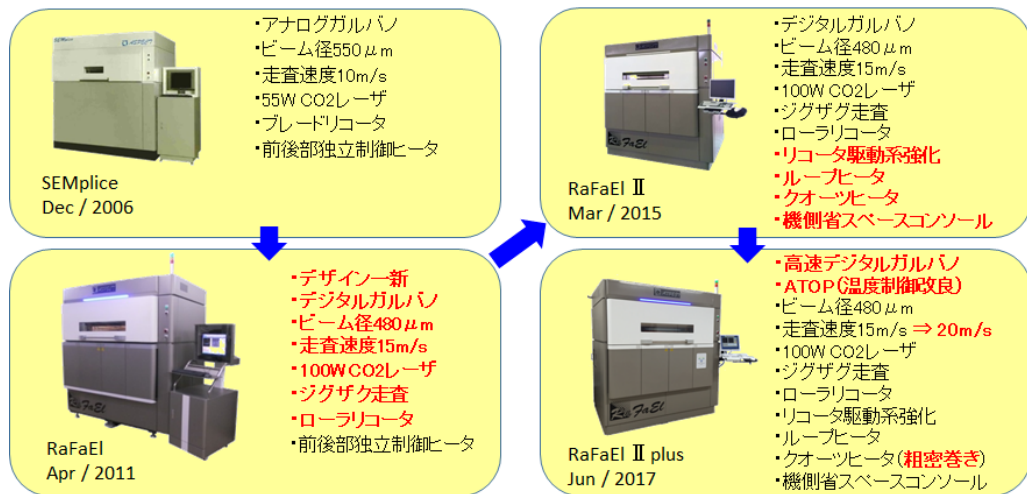


図4 (株)アスペクト製のAM成形装置の進化

近年、上市した最新機種「RaFaElII」シリーズの高温対応機はPPS、PBS、PA66、フッ素樹脂等を成形材料として使用できる。その特徴を次に示す。

RaFaEl®II300HT

- ・駆動系、光学系の冷却を強化
- ・プロセス温度は Max. 280 °C (上限 Up カスタマイズ可)
- ・熱画像リアルタイムモニタ (オプション)
- ・通常材料も造形可
- ・コネクタ、電気関連部品の成形も可。

ワークサイズ = 300 × 300 × 400 mm (36L)

レーザー = 60 W CO₂ (Φ0.32 mm)

最高走査速度 = 10 m/sec

RaFaEl®II550HT

- ・駆動系、光学系の冷却を強化
- ・プロセス温度は Max. 280 °C (上限 Up カスタマイズ可)
- ・熱画像リアルタイムモニタ (オプション)
- ・通常材料も造形可
- ・航空宇宙関連部品の成形も可

ワークサイズ = 550 × 550 × 500 mm (151L)

レーザー = 100 W CO₂ (Φ0.48 mm)

最高走査速度 = 20 m/sec

図 5 に造形時間の短縮について弊社の造形装置の推移を示す。2010 年から 2 倍以上の高速化（造形時間が 1/2）が達成されている。

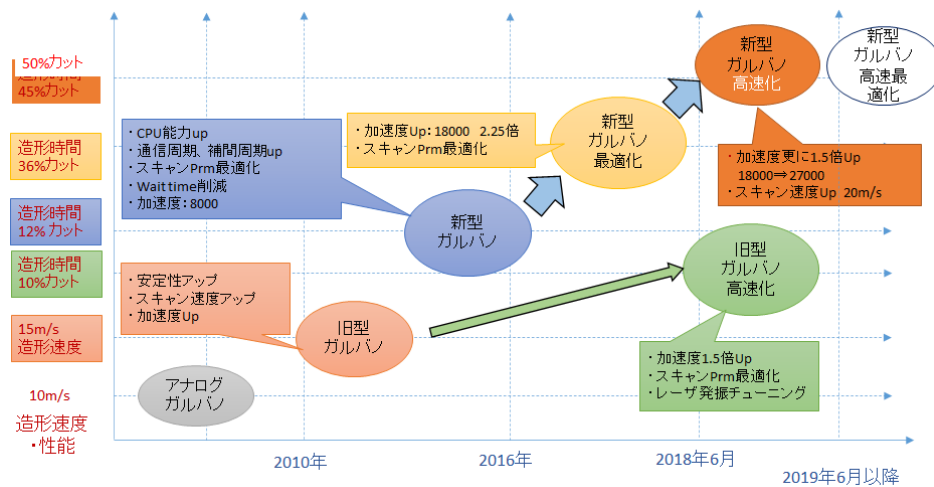


図 5 造形速度の高速化の推移

1.4 使用する材料の方向性

図 6 に PBF 法（粉末溶融結合法）に適用可能な結晶性樹脂材料を示す。
また、表 1 に現在、弊社が提供している PBF 用粉末材料を示す。

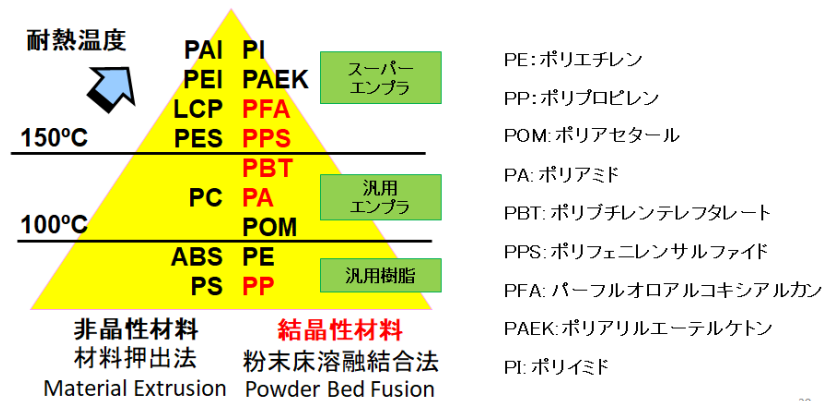


図 6 PBF 法に適用可能な樹脂材料

表 1 現在弊社が提供している PBF 用粉末材料

用途	製品	材料種類	特徴
機能模型 製品	ASPEX -PA	ナイロン12	良好な面粗度
	ASPEX- PA2NEO	ナイロン12	靱性に優れた材料
	ASPEX- GB	ナイロン12+ガラスビーズ	機械特性と面粗度
	ASPEX- GB2NEO	ナイロン12+ガラスビーズ	機械特性に優れた材料
	ASPEX- GB3	ナイロン6+ガラスビーズ	機械強度が特に優れた材料
	ASPEX -FPA	ナイロン11	植物由来の環境材料
	Asphia-PP	ポリプロピレン (ランダムPP)	柔軟性と靱性に優れた材料
	ASPEX -PBT	ポリブチレンテレフタレート	電気的特性
	ASPEX -PPS	ポリフェニレンサルファイド	耐熱性
	ASPEX -PPS-GB	PPS+ガラスビーズ	高剛性
開発中 (近日販売予定)	ASPEX -PPS-CF	PPS+カーボンファイバー	高強度
	高弾性PP	ポリプロピレン(開発中)	高弾性と靱性に優れた材料
	PFA(フッ素樹脂)	パーフルオロアルコキシアルカン(開発中)	耐薬品性
	PA12FR	耐熱性PA12(開発中)	耐熱認証
	PA6FR	耐熱性PA6(開発中)	耐熱認証

低出力レーザーに対応できる PA12、PP などの成形品の機械物性の向上、高融点材料である PA6、PPS などを用いた成形品の軽量化（ガラスビーズの使用量低減）、ケーキ材料（一度 成形槽において加熱した材料のリサイクル）の再使用、環境負荷負荷の観点から PA11 などバイオプラスチックの使用などが市場から要求されており、これに対応していくことが求められている。

以下に、AM 関連の環境等に対応に関する近年の施策をまとめた。

① エアバス製造に、3Dプリンターを導入するに至る経緯

- － EADS 社（エアバス 100% 子会社）は、製造プロセスの見直しを図り、材料消費量を 75%、CO₂排出量を 40% 削減試算。
（他メーカー装置活用）注：但し、形式は弊社と同じレーザー焼結（SLS）装置を活用。その活用は金属材料や鋳造用の砂（型）、ポリアミドやポリスチレンなどの樹脂対応が可能

② 3Dプリンター（AM）装置は、単体での環境対応よりは、製造プロセス全体としての省エネ効果が高い。

- － 材料の最小化、最適化：除去加工と異なり要求される形状の最小限の材料で実現可能。
- － 軽量化：ラティス構造（構造強度そのままに肉抜きを行う）による軽量化。
当該構造は、3Dプリンターでしか実現できない方法（除去加工、金型加工、射出成型では無理）。等々

③ 弊社の環境への取組

- ナイロンを始めとするプラスチック原料を主体とする弊社においては将来的に環境へ配慮した製品製造（積層造形）の実現を目指していきたい。
- － セルロースナノファイバー（CNF）を始めとする、環境にやさしい（生分解性）素材の積層造形を目指したい。
例としては、ポリ乳酸（PLA）やナイロン 11（FPA：再生可能原料（ヒマシ油）由来の高性能ポリアミド製品。軽量、再生可能、リサイクル可能）との組合せ等将来的に検討を進めていきたい。

2. CNF 複合材料の現在までの取り組み（2018～2019 年度）

環境省 NCV（ナノセルロースヴィークル）プロジェクト（2016～2019 年度）から成形委託を受け、PBF 法材料として AM 成形に適用する場合、PA6/CNF 複合材料の基本物性評価、自動車部品への適用可能性を検討した。また、引き続いて実施された環境省 NCM（ナノセルロースマッティング）プロジェクトに参画し、PA6/CNF 複合粉体材料を用いてドローンのアタッチメントを AM で製作し評価した。

2.1 PA6/CNF 複合材料を用いた成形品の機械物性評価

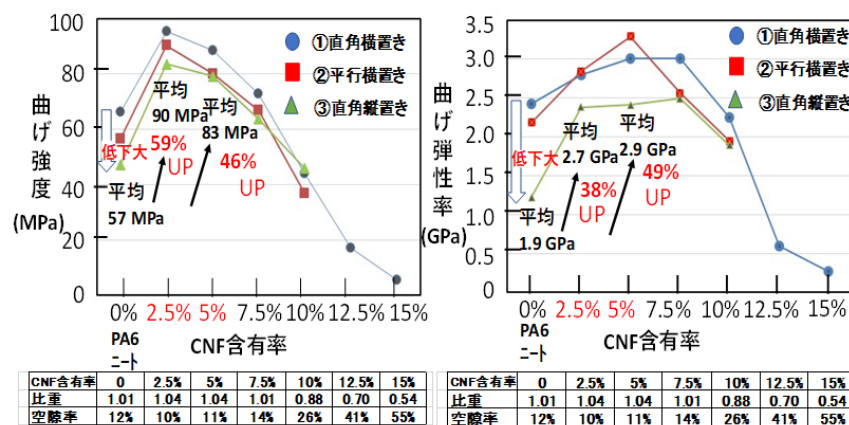


図 7 PA6/CNF 材料を用いた成形品の曲げ強度、曲げ弾性率

図7に示すように CNF を樹脂に少量 (2.5~5%) 複合することにより、ニート樹脂の成形品に比べて曲げ強度が 46% から 59%、曲げ弾性率が 38% から 49% 向上する。また、成形槽内の設置方向による強度、弾性率の差は小さくなる。このことは CNF の複合により、3D 成形時の設置自由度が高まることを示しており、どのような方向で成形しても機械物性のバラツキが小さくなる。

2.2 環境省 NCV プロジェクトで自動車用部材成形

環境省 NCV (ナノセルロースヴィークル) プロジェクト (2016~2019 年度) で試作したコンセプトカーにおいて、バンパーフィン (バンパーの両サイドの部材) とホイールフィンを PA6/CNF 複合材料を用いた成形した。バンパーフィンは中空構造でリブを設けることにより、軽量で高強度を達成した。また、ホイールフィンのねじ止め強度は実用上問題がないことを確認した。両部品とも通常の塗装で対応が可能であった。(図8参照)

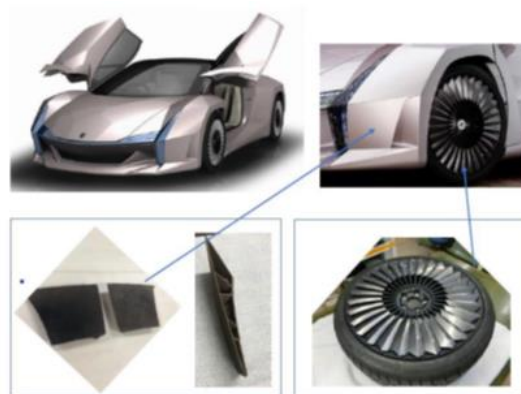


図8 NCV プロジェクトのコンセプトカーの 3D 部品

2.3 環境省 NCM プロジェクトでドローンのアタッチメントを成形

環境省 NCM (ナノセルロースマッティング) プロジェクト (2020 年度) において、3D 造形会社 FES 株 (京都市) と連携し、ドローンのアタッチメントを作製した。従来のエポキシ樹脂を使用した光造形による成形品に比べて PA6/CNF3% 材を使うことにより約 30% の軽量化を達成した。(図9参照)



図9 ドローンのアタッチメント

NCM プロジェクト (2020 年度) 参画の成果として、日本製紙株が採択された一般社団法人日本環境衛生センターの環境省設備補助事業 (2021 年度) において弊社の 3D プリンター 成形装置が導入され、日本製紙株が 3D 成形品の社会実装を目指すことが明確になった。2022 年 3 月末までに設備導入される予定である。

3. 本事業 (NCP プロジェクト) での評価結果

3.1 電子顕微鏡による解析 (京都大学が実施)

少量の CNF の複合により 3D 成形品の機械物性が大きく向上する原因を解析した。

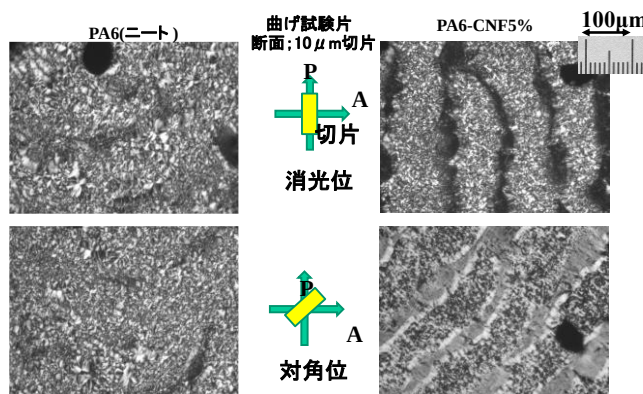


図10 配向顕微鏡写真

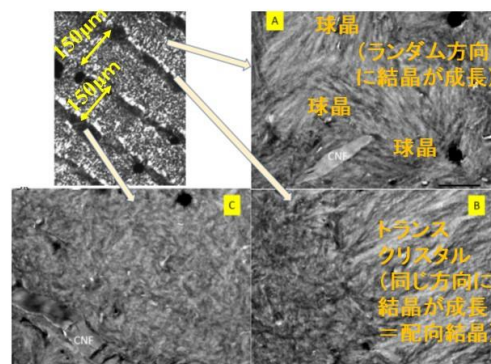


図11 SEM 写真による結晶観察

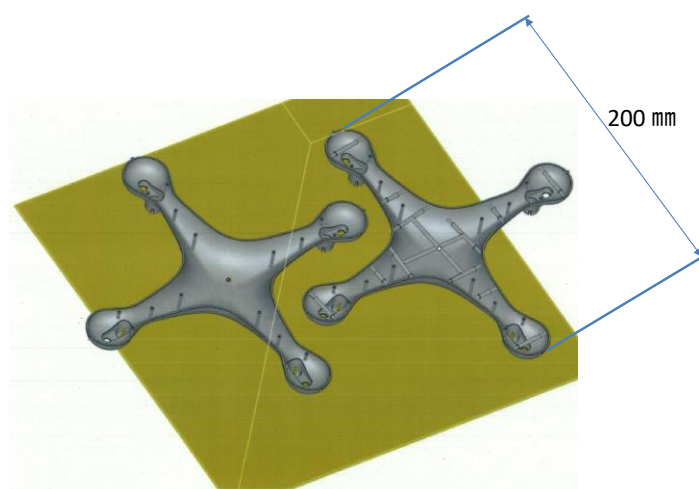
図 10 に PA6（ニート）と PA6/CNF5%の 2 種類の成形サンプルの配向顕微鏡の写真を示した。PA6 の場合には現れない縞が PA6/CNF5%複合材料の場合は 150 μ m 毎に縞が現れている。この縞は PA6 の結晶が 150 μ m 毎（3 D成型時の積層厚に相当）に結晶が配向していることを示唆している。これを確かめるために SEM 顕微鏡により、縞部分と縞と縞の間を観察した。縞と縞の間は球晶と呼ばれるランダム方向に結晶が成長しているが、縞の部分はトランスクリスタルと呼ばれる同じ方向に成長した結晶が見られる。これは、CNF の存在によって成形時のレーザー照射により生じたものと考えられる。樹脂結晶が配向すると成形品の強度、弾性率が数倍以上高くなることが知られているが、この配向結晶によって CNF が少量複合された場合においても成形品の機械物性が大きく向上したと考えられる。

3.2 薄型ドローンボディの成形

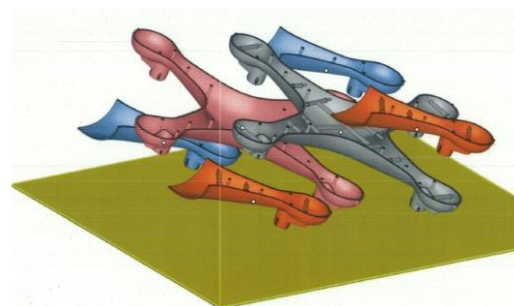
PA6/CNF 複合材料を用いた成形品の強度、軽量化を確認するため、薄型構造の成形品を作成した。対象としてドローンのボディを取り上げ、成形を実施した。図 12 (A) にボディの CAD 図面を示した。直径は 200mm、ボディの厚さは 20 mm である。通常、ドローンボディの肉厚は 1mm 程度であるが、今回の 3 D成形品の肉厚は 0.7~1.0 mm（平均 0.9 mm）と約 10%薄くした。全体の強度を確保し、また変形を抑えるため、内部に補強のためのリブや上下ボディの連結用ピンを設けた。3 D成形品の構造材の比重は約 1.0 であり、射出成型品の比重 1.1 と比べ約 10%小さい。全体として約 20%の軽量化が達成できた。

ドローンは航続距離の増大につながる軽量性が特に要求されており、PA6/CNF 複合材料を用いた軽量・高強度の 3 D成形のボディは非常に有効であると考えられる。また使用目的に応じて様々な形状、寸法のものが容易に成形できる 3 D成形は、ドローンボディ製造に非常に有効であり、市場ニーズは今後増大していくと考えられる。

弊社として環境へ配慮した製品製造（積層造形）の実現を目指していく過程において、今後セルロースナノファイバー（CNF）材料を積極的に機器ユーザーに薦めていきたいと考えている。



(A) ドローンボディのCAD設計



(B) 3D成形槽内の配置



(C) 造形品

図 12 ドローンボディの 3 D成形

<SOLIZE 株式会社>

1. 企業および事業紹介

1.1 企業概要

AM（Additive Manufacturing= 3D printing）に関して、樹脂、金属粉末利用成形装置の販売、試作品から最終製品までの設計製作エンジニアリングサービス、CAD ソフトウェア技術の開発支援、AM 用新材料を提供する3Dプリンターの総合的企業である。図1に弊社の企業概要、また図2には、弊社が目指している「既存領域にとどまらないあらゆる価値創造の変革」を目指し取り組んでいるエンジニアリング領域での事業拡大を示す。

理念 進化を感動に

使命 知恵と技術をエンジニアリングし、価値創造を革新する
「本質的に美しいものづくり」を実現する

名称	SOLIZE株式会社
設立	1990年7月27日
代表者	宮藤 康聡
従業員	1,719名（連結 2020年12月末時点）
グループ企業	- SOLIZE Shanghai Corporation - SOLIZE India Pvt. Ltd - SOLIZE USA Corporation
本社所在地	東京都 千代田区 三番町
大和工場	神奈川県 大和市
横浜工場	神奈川県 横浜市
豊田工場	愛知県 豊田市

図1 SOLIZE(株)の会社概要

SOLIZE 3つの主要エンジニアリング技術と、5つのコア事業

Design, 3D Printing, Innovationの3つのエンジニアリング領域
既存領域にとどまらないあらゆる価値創造の変革を目指し、新たなエンジニアリング領域へと事業を拡大

3D CAD
エンジニアリングサービス

3D CADを駆使した設計および
3Dデータの会社活用を支援

CAE
エンジニアリングサービス

構造解析や落下解析、流体解析など
多面的な解析を支援

MBD
エンジニアリングサービス

モデルベース開発の仕組み構築から
運用までを実現

3Dプリンティング
エンジニアリングサービス

試作から少量生産までの
Digitalものづくりを実現

変革
エンジニアリングサービス

熟練知能とAIを融合した業務変革

図2 SOLIZE(株)のエンジニアリング技術とコア事業

37

1.2 SOLIZE が取り組むエンジニアリング事業

金型での成形という従来の方法とは異なった視点で、AMに最適な設計技術を確立し、その技術をベースとして個々の顧客の現場ニーズに合った形で成形に連動したエンジニアリングサービスを行い、製品の品質向上、コストダウンにつなげることがAM分野のトップ企業である弊社の使命と考えている。その具体的な内容を図3に示す。



図3 SOLIZE のエンジニアリングサービス

今までは3Dプリンティングの利用は、新商品開発時の試作品の設計・試作（ラピッドプロトタイピング）が主流であったが、今後、成形装置の高速化に伴い、実製品の製造分野が拡大していくと考えられる。その時には、顧客側の製造プロセスまで入り込み、AMを核とした製造技術、製造プロセスを顧客と連携して新規開発していく必要がある。その時代に迅速に対応できるよう社内のエンジニアリング体制を強化していく。その具体的な取り組み(Digital Manufacturing 事業)を図4に示す。

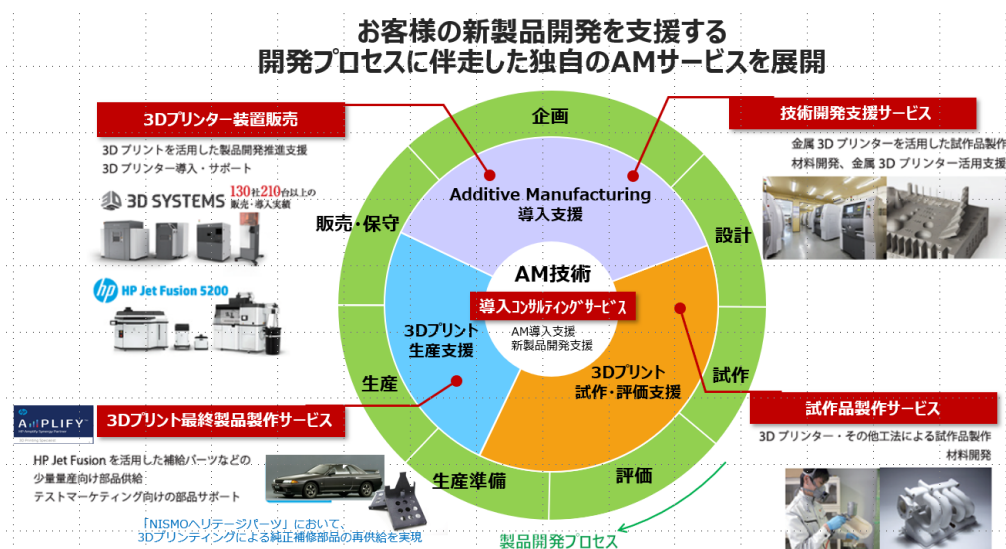


図4 Digital Manufacturing 事業

1.3 開発している7つの技術と蓄積されたサービス

3Dプリンティングの新たな価値を創造するために弊社が開発している7つの技術をまとめると次のようになる。

①アプリケーション技術

3Dプリンティングを製品へ適用・応用する技術

②造形装置に関わる技術

造形装置の改造、立上、点検、修理、良品を出すための各構成部品やパラメータの調整方法に至るまでの一連の知識と技術

③材料を使いこなす技術、材料を開発する技術

各種材料に対してのレシピ（材料組成とその造形条件）を設定する技術。また自社でオリジナル材料開発できる技術

④造形技術

Pre Process ～ 造形 Process ～ Post Process における多くの要素をコントロールし、造形品への要求を実現する技術

⑤オペレーショナル・エクセレンス

常により良いオペレーションを追求しようという考え方を営業から製造までのすべての工程において浸透させ、継続的なオペレーションの進化を可能にする仕組みを構築する技術

⑥デジタル開発技術

3Dプリンティングの強みを最大限に活かすために、最適化設計、解析、造形シミュレーション、データマネジメントシステムなどの、様々なデジタル開発技術を積極的に取り入れ、私たちの手の内化する技術

⑦共創技術

異なる文化や専門性を持った技術者との交流を通じ、それぞれの領域単独では生み出せなかった新たな発想や具体的な物、仕組みなどを創造する技術

弊社は大規模造形受託と3Dプリンター装置の販売を両方行っている世界でも数少ない事業形態をとっているが、その事業を通じて創業以来30年以上にわたり蓄積した3Dプリンターのノウハウは世界一と自負している。そのノウハウの内容と、現在造形受託に使っている装置を図5に示す。



図5 蓄積した3Dプリンターを駆使したサービス

1.4 材料開発に期待すること

図 6 に AM 市場の動向を過去から将来にわたってまとめている。2020 年代は航空宇宙産業・医療分野における特殊部品用途から始まり、徐々に自動車分野での実用部品用途も拡大していくものと考えられる。市場環境的には図 6 に示すように次の理由が挙げられる。

- ① 金型レス 多種の金型を長期保存、メンテナンスの負担を小さくしたい。
- ② 成形機レス 多種の材料を 1 台で成形し、機械保全の負担を小さくしたい。
- ③ 製品設計の自由度の拡大（部品統合、軽量化）
- ④ 材料のリサイクル性の向上 等

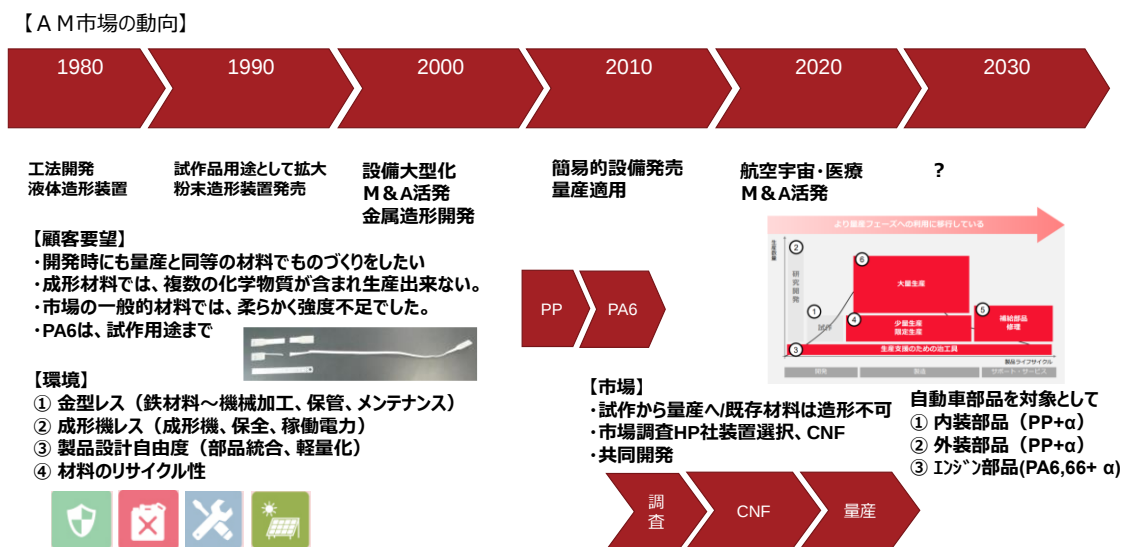


図 6 AM 市場の動向

このような状況のもと、3Dプリンティングを念頭に置いた自動車部品に使われる材料としては、これまで射出成形品の主材料として使われてきた PP（ポリプロピレン）が主流になると考えられる。ただし、現状の 3D 用 PP 材料は、成形が困難である、柔らかく強度不足であり使用できない。機械物性的には、曲げおよび引張両方で強度、弾性率が高い物性と同様、変形時の伸び、衝撃特性が求められる。特に自動車の内装部品として、衝突破壊時の人身保護の観点から衝撃特性の向上が重要なファクターである。

2. CNF 複合材料について弊社の現在までの取り組み

2.1 PA6/CNF10%複合材料の機械物性評価

環境省 NCM プロジェクト（2020 年度）に参画し、PA6/CNF 複合材料の 3D プリンティングの可能性を検討した。PA6（6 ナイロン）を用いたのは、環境省 NCV プロジェクトで京都大学が PA6/CNF 複合材料を用いて、自動車部品の成形に取り組んでいたからである。2018 年 11 月の東京モーターショーで 3D プリンティング部材の試作品が搭載されたコンセプトカーを実際にみて、弊社も CNF 複合材料の可能性を検証することを社内で決定し、環境省 NCP プロジェクトに参画した。NCP プロジェクトでは、京都大学から材料提供を受け、弊社の 3D 造形装置で試験片を製作し、基本物性を計測し、社会実装の可能性を検証した。

NCM プロジェクトで試作し、機械物性を評価した結果を表 1 に示す。

2.2 評価のまとめ

当社保有の3D造形装置で造形可能であり、表1に示すようにCNF添加による強度向上の効果が認められることが明らかになった。

材料は、バージン材（V材）のみよりも、リサイクル材（B材）を配合した材料のほうが平滑な平面が形成できた。その理由として、3～5 μm以下の微粉がリサイクル時に除去されたり、造形時の熱により融着して存在量が減ったりしたために、減少したためと考えられる。

機械強度については、CNF添加材料は現行材料には及ばなかった。しかし、CNF添加前と比較してCNF添加材料の強度が向上していることから判断して、複合材料（粉体）の粒度分布、レーザーの照射条件等の最適化を行えば、現行材料よりも強度を高められる可能性があり、軽量・高強度の成形物の造形を可能とする次世代3D材料として期待できる。

表1 得られた造形物の機械強度

水準	1	2	3	4
材料詳細	GB 強化 PA6 (現行使用材料)	CNF 強化 PA6 (B:V=3:7)	CNF 強化 PA6 (京大実施)	PA6 ニート (京大実施)
曲げ強度 (MPa)	105	84	90.6	57
曲げ弾性率 (MPa)	6,300	2,959	2,730	1,900
引張強度 (MPa)	75	55	未確認	未確認
引張弾性率 (MPa)	6,500	3,629	未確認	未確認
伸び率(%)	4.0	2.9	未確認	未確認
比重	未確認	1.02	1.05	1.01

3. 環境省 NCP プロジェクトでの取り組み

3.1 取り組みの概要

環境省 NCM プロジェクトに引き続いて、2021 年度の環境省 NCP プロジェクトに参画し、樹脂・CNF 複合材料を用いた3Dプリンティングの実用化に向け、研究開発を継続することを決定した。弊社販売先として想定している自動車メーカーから要望が非常に大きいPP（ポリプロピレン）を主たる樹脂材料として、PPにCNFを複合した材料の検討を開始した。現状のPP材料で、自動車メーカーが提示する3Dプリンティング品の目標性能を満足するものはないため、PP/CNF 複合材料の実用可能性を追求することは弊社の事業として非常に大きな意味がある。

第一ステップとして、京都大学、京都市産業技術研究所と連携し、PP/CNF 材料を用いた3Dプリンティング試験片を製作し、機械物性を計測した。

3.2 PP/CNF 複合材料の物性評価

自動車メーカーから部品に要求されている基本物性の項目と目標数値を示す。

- ① 曲げ強度----- 30～50 MPa 以上
- ② 曲げ弾性率----- 1.7～2.0 GPa 以上
- ③ シャルピー衝撃強度（ノッチ無し、23℃）----- 8～10 kJ/m² 以上

この項目以外にも引張降伏ひずみ、荷重撓み温度、低温衝撃強度、燃焼性、耐熱性などの要求項目があり、また、使用される部位によって項目、要求項目と目標数値は変わってくる。特に内装材として使用される場合は、衝突破壊時の人身保護の観点から衝撃特性の向上が重要な項目となっている。

まず、上に示した3項目について評価を開始した。

PPには大きく分けて次の3種類に分類できる。

- (A) プロピレンのみを重合した剛性が高いホモポリマー
- (B) 少量のエチレンを共重合した柔軟なランダムポリマー
- (C) ゴム成分 (EPR) がホモ・ランダムポリマーに均一微細に分散した耐衝撃性が高いブロックコポリマー

本事業の取り組みとして上記①～③を満たす可能性のある材料ということで (A) ホモポリマー (本報告中では PP (ホモ) と記す) および (C) ブロックコポリマー (本報告中では PP (ブロック) と記す) の樹脂に CNF を複合した材料を用いる。

まず、PP (ホモ)、PP (ランダム) のニート材料とそれぞれに CNF を 5% 複合した材料について 3D プリンティングにより試験片を製作し、曲げ試験及び衝撃試験を実施した。その結果を表 2 に示す。

表 2 CNF 複合粉体 PP 材料の 3D 成形サンプルの機械物性向上効果

樹脂	CNF含有率 (%)	曲げ強度 (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)	シャルピー衝撃 強度(ノッチ無) (kJ/m ²)	比重
PP(ホモ)	ニート	30.8	1.91	4.0	0.90
PP(ホモ)	5	30.9	2.24	3.2	0.91
PP(ブロック)	ニート	20.7	1.13	10.7	0.89
PP(ブロック)	5	22.8	1.25	7.98	0.89

CNF 複合により、PP (ホモ)、PP (ブロック) については、曲げ弾性率が約 10% 向上するが曲げ強度については、CNF の複合効果は見られない。これは、CNF の充填割合が小さいためと考えられる。5% 程度であれば、CNF の補強効果は大きくないため、CNF の充填率を 10% 程度、あるいはそれ以上に大きくする必要がある。(逆に CNF の充填率が一定の値を超えると粒子同士の融着固結力が低下し、機械物性が低下する。)

PP (ブロック) の場合は、曲げ強度、曲げ弾性率は約 10% 程度向上するが、シャルピー強度については CNF の複合により約 20% 低下する。これは CNF により、ブロックコポリマー内のゴム成分 (EPR) の変形が妨げられることによると考えられる。したがって、衝撃強度を確保するためには、CNF の含有量を制限する必要がある。①曲げ強度、②曲げ弾性率、③衝撃強度をすべて向上させるためには、PP (ホモ) と PP (ブロック) の樹脂の両方を使う必要があるが、その混合比率や CNF の充填率の最適化を図る必要がある。

今回、まず物性向上の見通しを得るために PP (ホモ) と PP (ブロック) について 2 種類の混合粉体で試験片を 3D プリンティングし、機械物性を計測した。その結果を表 3 に示す。

表3 CNF複合粉体PP材料の混合粉体を用いた3D成形サンプルの機械物性向上効果

材料(A)		材料(B)		曲げ強度 (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)	シャルピー衝撃 強度(ノッチ無) (kJ/m ²)	比重
樹脂	CNF含有率 (%)	樹脂	CNF含有率 (%)				
材料(A)と材料(B)の混合比							
PP (ホモ)	5	PP (ブロック)	5.0	24.8	1.56	6.02	0.9
1:1							
PP (ホモ)	10	PP (ブロック)	ニート	22.3	1.34	7.50	0.9
1:1.47							

表3によると、PP（ホモ）/CNF10%複合粉体とPP（ブロック）のニート粉体の混合粉体を使用した成形サンプルはシャルピー衝撃強度についてはほぼ目標レベルに達している。

3.3 今後の取り組み

曲げ強度、曲げ弾性率の向上においては、PP（ホモ）PP（ブロック）の樹脂の選定、CNF含有率の調整、2種類の粉体の粒径の調整（シャルピー衝撃強度を発現しやすい構造を粒度分布の変更）などにより材料設計をおこなう。

PP/CNF複合材料の3Dプリンティング分野での実用化を目指し継続して開発に取り組む予定である。

<トヨタ車体株式会社>

これまで我々は木粉をフィラーとしてポリプロピレンを補強した材料を開発してきた。スギの間伐材を使い、繊維状に細かく粉碎したものをフィラーとする。これをポリプロピレンと熔融混練する。こうしてできた材料を TABWD（タブウッド）と称して、様々な自動車部品に既に使っている。TABWD の詳細を図 1 に示す。

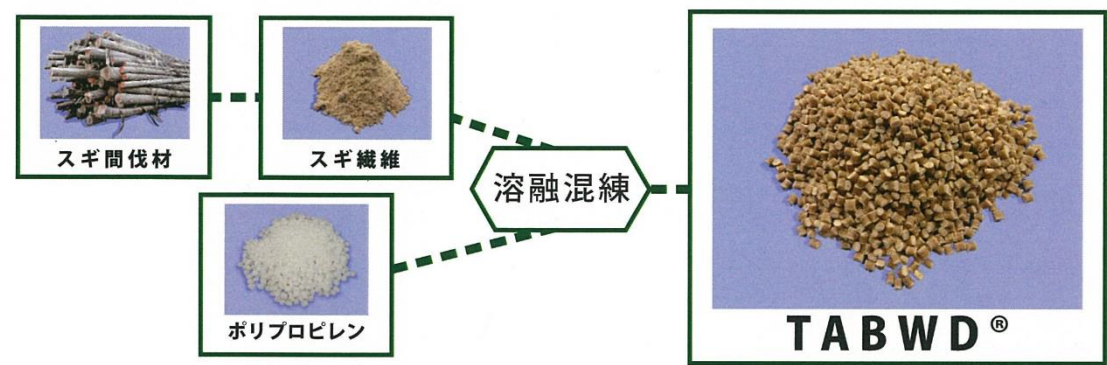


図 1 TABWD について

また、TABWD の基本性能を表 1 に示す。

表 1 TABWD の基本性能

	試験項目	試験法	単位	試験条件	高剛性・高耐熱性 TABWD-001
物理的性質	密度	ISO 1183	g/cm ³	23℃	1.02
	MFR	ISO 1133	g/10min	230℃、21.18N	7
機械的性質	引張強度	ISO 527	MPa	50 mm/min	32
	引張破断ひずみ	ISO 527	%	50 mm/min	6
	曲げ強度	ISO 178	MPa	2 mm/min	56
	曲げ弾性率	ISO 178	MPa	2 mm/min	3000
	シャルピー衝撃強度	ISO 179	kJ/m ²	23℃	3.3
熱的性質	荷重たわみ温度	ISO 75	℃	0.45 MPa	142

既存の自動車部品によく使われるタルクやガラス繊維で補強したポリプロピレンに比べ、TABWD は軽い材料である。また弾性率が高いこと、さらには耐熱性に優れているところが特徴である。この特性を活かし、図 2-1 に示すフォグランプブラケットやワイヤーハーネスプロテクターに採用されてきた。TABWD を採用するメリットは部品の軽量化である。既存のタルクやガラス繊維といった材料に比べ植物は軽いので、材料の密度を下げることができる。これにより部品の軽量化が達成される。

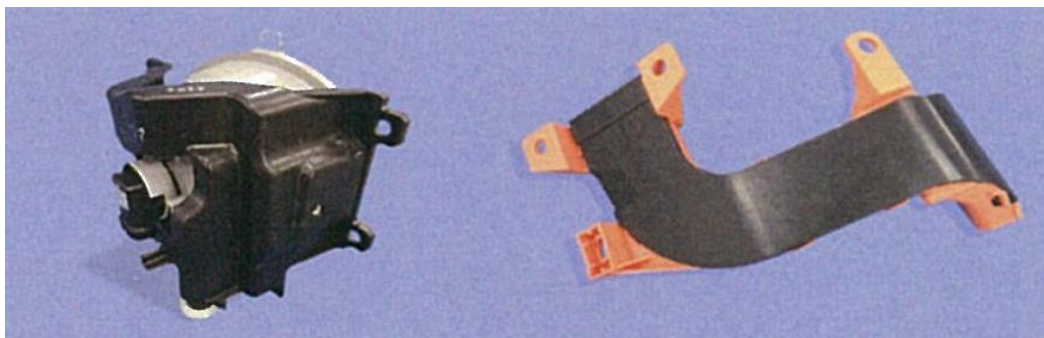


図 2-1 TABWD を用いた自動車部品

この TABWD をさらに進化させる手段として我々はセルロースナノファイバーを考えている。原料であるパルプに疎水化処理を施し、疎水化パルプとする。これを TABWD ではスギ繊維であったが、その代わりに疎水化パルプを使い、ポリプロピレンと熔融混練する。この際に疎水化パルプを混練機中で細かくしながら熔融混練させることで、疎水化パルプがセルロースナノファイバーとなり、セルロースナノファイバーで補強した射出材料、TABCNF を開発した。図 2-2 に TABCNF を示す。

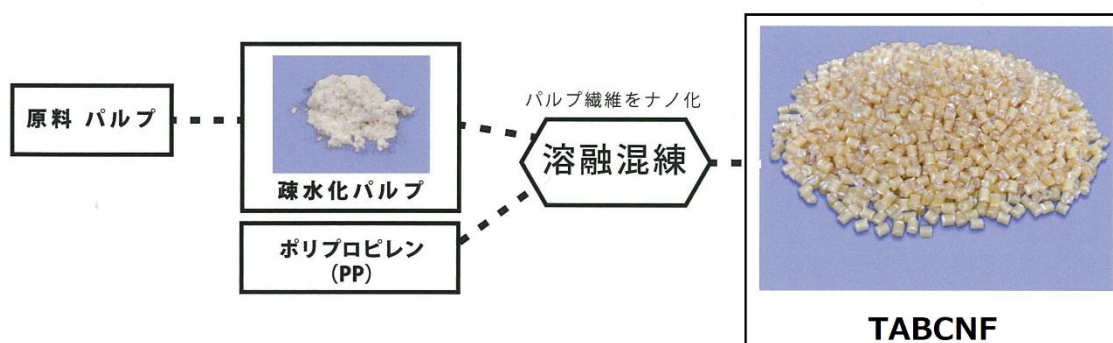


図 2-2 TABCNF について

また、TABCNF の基本性能を表 2 に示す。

表 2 TABCNF の基本性能

	試験項目	試験法	単位	試験条件	開発材料
物理的性質	密度	ISO 1183	g / c m ³	23℃	1.00
	MFR	ISO 1133	g /10min	230℃、21.18N	3
	流動性 (L/T)	独自規格	-	200℃、金型40℃ T=2mmのスパイラル型流動長 L	345
機械的性質	引張強度	ISO 527	MPa	50mm/min	47
	引張破断ひずみ	ISO 527	%	50mm/min	3
	曲げ強度	ISO 178	MPa	2mm/min	71
	曲げ弾性率	ISO 178	MPa	2mm/min	3900
	シャルピー衝撃強度	ISO 179	kJ/m ³	23℃	1.3
				-30℃	1.1
熱的性質	荷重たわみ温度	ISO 75	℃	0.45MPa	133
				1.82MPa	81

TABWD と比べると、引張強度、曲げ強度、曲げ弾性率が高いことが TABCNF の特徴である。一方で、引張破断ひずみ、シャルピー衝撃強度が低いことがあげられる。このことから、セルロースナノファイバーは木粉に比べポリプロピレンを強固に補強しているといえよう。しかしその補強効果ゆえに、材料が硬くなり、引張破断ひずみ、シャルピー強度が低下したと考えられる。荷重たわみ温度が TABWD より TABCNF が低い理由に関しては、まず原因の解明から行っていきたい。密度については TABCNF の方が TABWD よりも低い。これはセルロースナノファイバーの添加量が木粉の添加量に比べ少ないことに起因する。以上より、TABCNF は TABWD に比べ、少量添加でポリプロピレンを効率的に補強できていると言えよう。

本 TABCNF の特徴を活かし、バッテリーキャリアという部品を題材に、TABCNF の部品適用化検討を行った。その成果は、環境省委託事業の NCV (Nano Cellulose Vehicle) プロジェクトでバッテリーキャリアとして部品に適用され、東京モーターショー2019 にて披露された。通常の金属製バッテリーキャリアを TABCNF で置き換えることで軽量化に貢献することを目的とした。実際にバッテリーキャリアを作るにあたり最も心配した事項は射出成形に部品製造が可能かどうかである。MFR (Melt Flow Rate : メルトフローレート) とは、熱可塑性樹脂の熔融時の流動性の大きさを数値化したものである。この数値を TABWD と TABCNF で比較すると、TABCNF は TABWD の半分以上の数値しかない。しかし、これまで様々な文献でも触れられているように、セルロースナノファイバーは静置すると高い粘

度を示すが流動時には極端に粘度が低下するチキソ性を持っているが知られている。そこで、スパイラル形状に一定条件で射出した際の流動長（L）を厚さ（T）で割った値、 L/T を TABCNF の流動性の指標として実験し測定した。その結果、我々の経験値ではあるがバッテリーキャリア程度の形状、大きさであれば成形可能と判断をした。結果、図3に示すバッテリーキャリアが製造できた。



図3 TABCNF を用いたバッテリーキャリア試作品

この部品に求められる性能は、重いバッテリーを固定することである。悪路走行時でも振動に耐え得る強度、またエンジンルーム内に格納されていることが多い部品のため、走行時にはエンジンからの発熱による高温環境に晒される部品である。そこで、図4に示すように、実際にバッテリーを TABCNF で製造したバッテリーキャリアに装着し、耐熱性、冷熱繰り返し性、落錘衝撃性、そして振動耐久性の評価を行った。



図4 バッテリー装着時の TABCNF 製バッテリーキャリア

材料の特性を理解し、部品形状を設計することで部品要求性能が満足できた。一連の検討の中で強く感じたことは、材料特性だけでなく、部品の形状からも求められる性能を満足することができるように配慮することが重要であるということ。そして、その結果として部品の軽量化が達成できることが目的である。

今後は、更に材料の特性を向上させ、部品の軽量化を飛躍的に進めたい。特に金属が使われている部品、硬さや強さが求められる部品に対して、TABCNF の適応検討を進めていきたい。

＜株式会社デンソー＞

PP-CNF 材料のエアコンケースへの適用化検討

1. 調査の目的

京都大学から提供された植物由来原料からなる低比重・高弾性率なセルロースナノファイバー（CNF）10%をポリプロピレン（PP）の強化材に用いた PP-CNF 材料（タルク 5%を併用）を用いてエアコンケースの作製し、成形性及び機械特性の評価を行った。その結果を現行のタルク（TD）15%を強化材に用いた PP-TD 材料と比較し、PP-CNF をエアコンケースに適用する際の課題を明らかにして材料改良の方向性を示すことを目的とする。

2. 評価結果

エアコンケース用材料に要求される主要な要求特性は大型・複雑・薄肉形状を成形できる成形性および面剛性を確保するのに必要な曲げ弾性率である。本研究ではエアコンケースの構成部品の中で大型・複雑・薄肉形状の部品を PP-CNF 材料及び現行の PP-TD 材料を用いて作製し（図 1）、成形性及び部品から切出した試験片の曲げ弾性率を評価した。

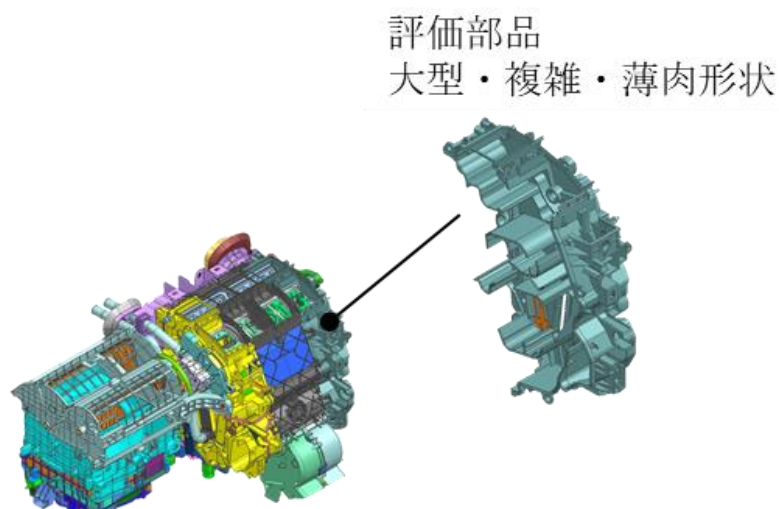


図 1 エアコンケースの評価部品

試作金型は形状及び板厚は流動品構造を踏襲し、PP-CNF 材料の低流動性を考慮してゲート点数を量産品の 1 点对し 3 点と増やして現行材と成形性の比較を行った。成形温度 180℃、190℃、200℃の 3 条件で行ったところ、全ての成形温度で現行材と同様に PP-CNF 材料でも樹脂の充填が不十分なショート部を発生することなくエアコンケースの構成部品を得ることができた。外観状も焼けやシルバーストリーク、フローマークなどは見られず良好な結果が得られた（図 2 及び図 3）。このように PP-CNF 材料の粘度を考慮したゲート

数にすることで PP-CNF 材料のエアコンケース部品の製造は可能と考えられる。しかしゲート数を増やすことで面剛性の弱いウェルド部の発生個所が多くなるので、高い面剛性を必要とする部分にウェルド部が発生しないようにゲート位置を最適化する等のトータルの金型設計が重要になる。

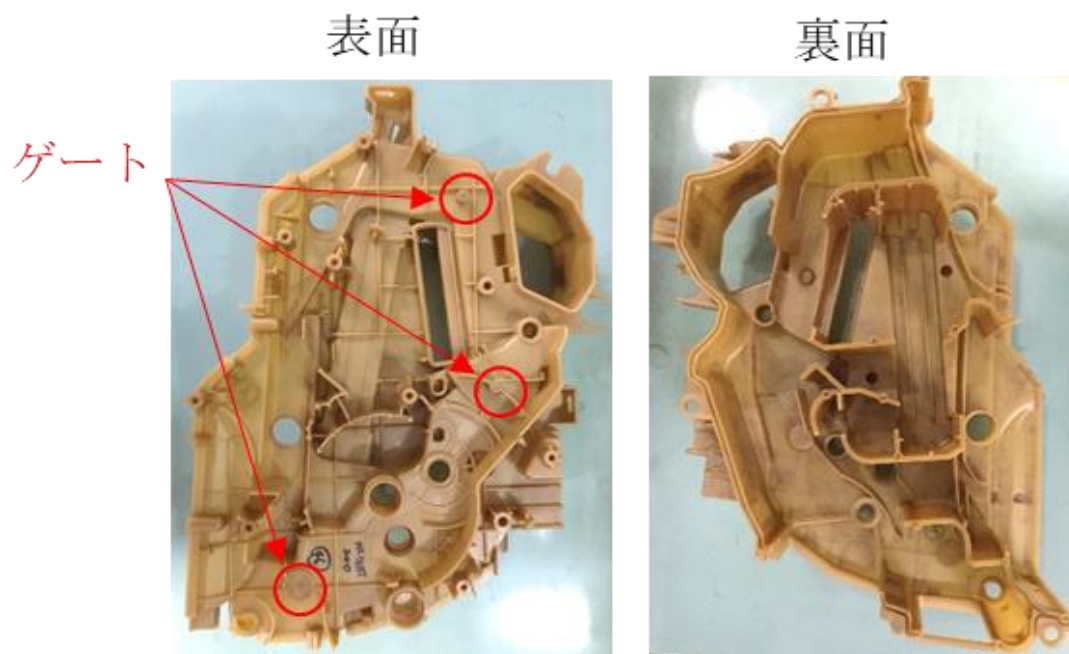


図 2 PP-CNF のエアコンケース成形部品

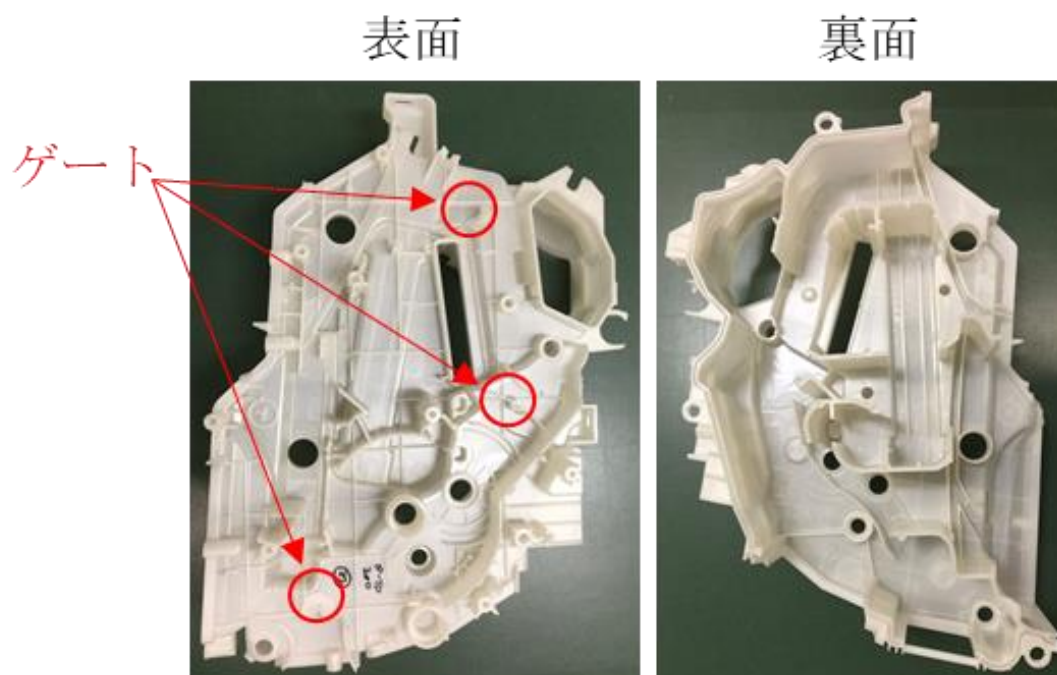


図 3 PP-TD のエアコンケース成形部品

成形圧力は現行の PP-TD 材料に比べると、いずれの温度でも約 15% 高く、PP-CNF 材料を PP-TD 材料と同じ成形圧力にするには樹脂温度を約 20°C 上げる必要があった (図 4)。CNF の耐熱性を考慮すると 200°C を超える温度で成形するのは好ましくないため、樹脂温度向上による流動性向上には限界がある。また、量産工程では生産効率を向上させるために、1 つの金型内で部品を同時に複数個の部品を成形 (セット取り) する方法が主流となっているため、PP の分子量の最適化等により PP-CNF 材料の高流動化する技術開発が望まれる。

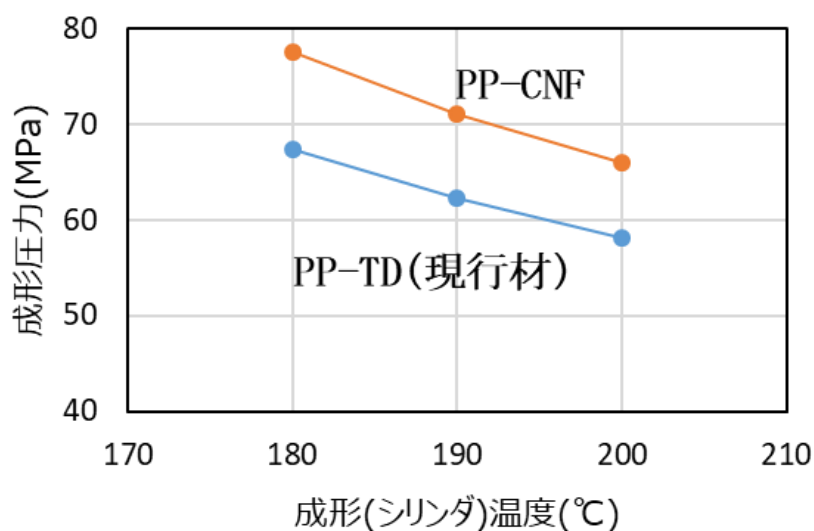


図 4 PP-CNF 及び PP-TD の成形性評価結果

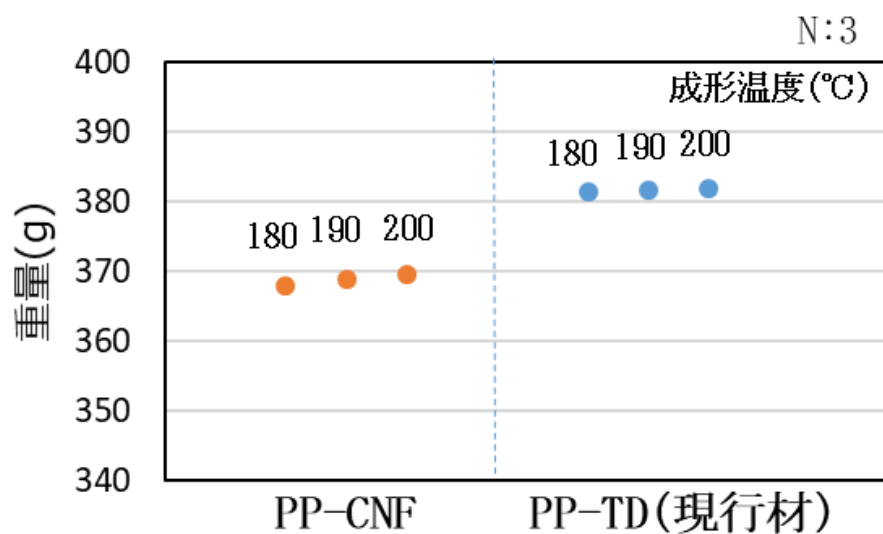


図 5 エアコンケース成形部品の重量

成形品の重量から PP-CNF 材料を用いた際の軽量化効果を評価した。CNF の比重は 1.5 とタルクの 2.7 と比べて小さいため、PP-CNF 材料を用いることで PP-TD 材料に比べて部品の軽量化が期待される。得られた PP-CNF 材料の成形品は PP-TD 材料のものに比べて約 3 %の軽量化効果が見られた (図 5)。今回の PP-CNF 材料は CNF10%とタルク 5%を強化材として併用して高弾性率化を実現しているが、CNF の PP 中へのナノ分散技術開発等を進めて CNF 強化材単独で高弾性率化が実現できればさらなる軽量化が期待される。

次に成形したエアコンケースの構成部品の曲げ弾性率を評価した。ゲート部近傍の樹脂の流れ方向 (MD) 及び流れと直角方向 (TD) に切出した曲げ試験片の弾性率の評価を行った (図 6)。MD 及び TD とともに PP-CNF 材料の部品の方が PP-TD 材料よりも約 10%高い弾性率を示した (図 7)。PP-CNF 材料の MD の弾性率が PP-TD 材料より高いのはタルクに比べて CNF の弾性率が高いことによるものと思われる。TD に関しては、アスペクト比の大きい繊維形状である CNF を強化材に用いた場合は MD に配向するため異方性の小さいタルク強化材よりも弾性率は低くなる可能性がある。しかし、今回 TD についても PP-CNF 材料の方が高い弾性率を示したのは、製品の形状の影響及び CNF 強化材とタルク強化材を併用したため CNF の配向がある程度ランダムになったためと推定される。

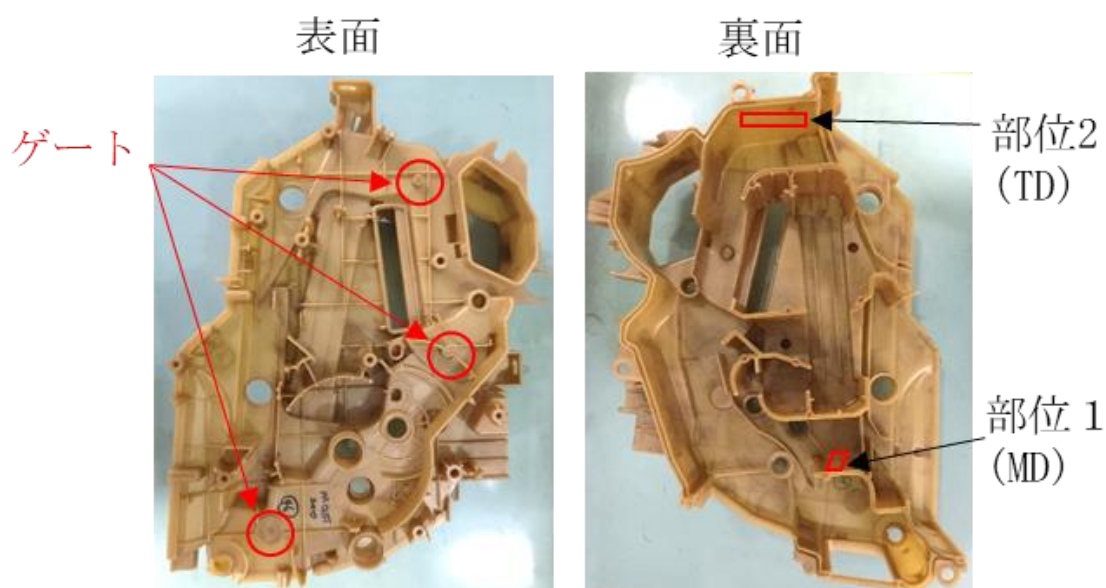


図 6 曲げ特性の評価部位

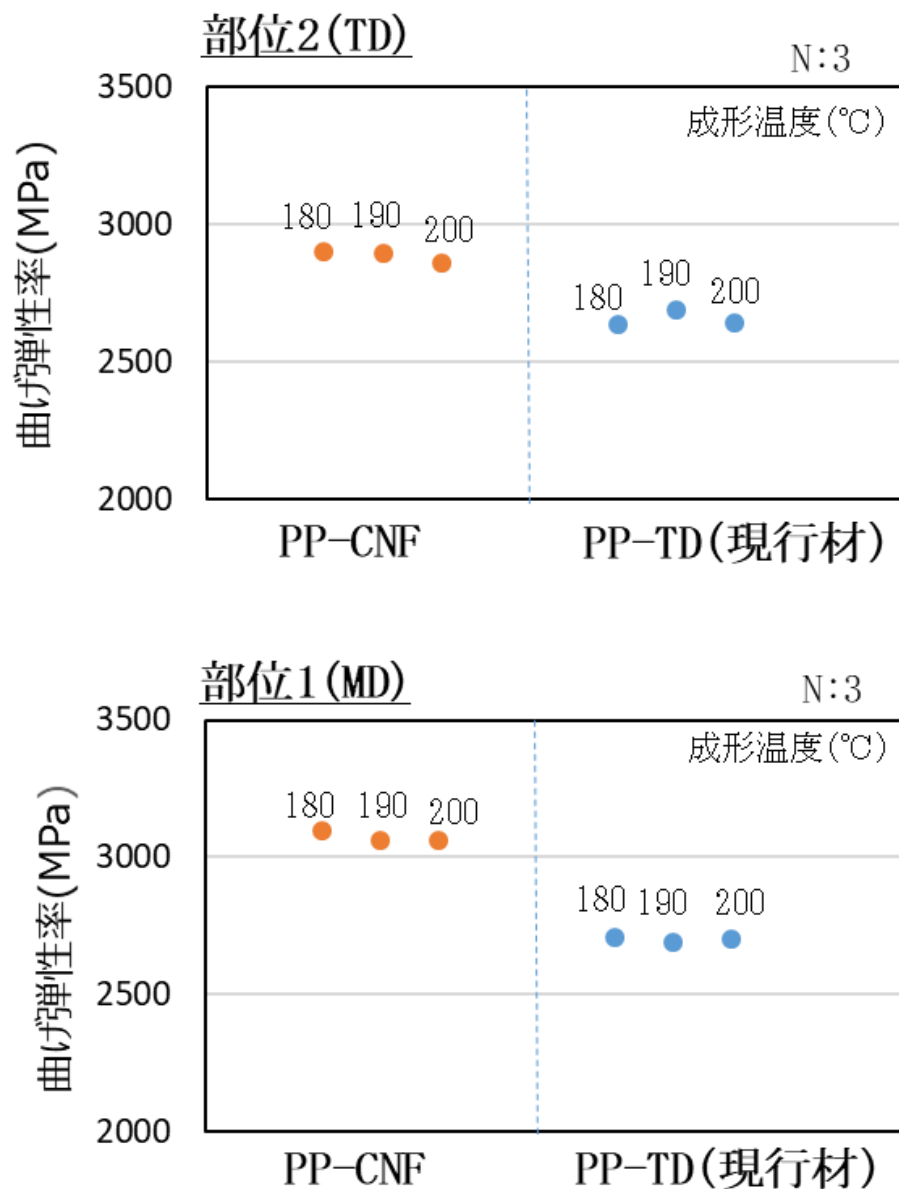


図7 エアコンケース評価部品の曲げ弾性率

エアコンケースの構成部品の曲げ強度に関しても同様に PP-CNF 材料と PP-TD 材料の比較評価を行った。曲げ弾性率の結果と同様に、MD 及び TD とともに PP-CNF 材料の部品の方が PP-TD 材料よりも高い強度（約 20% 向上）を示した（図 8）。このように PP-CNF 材料を用いることにより部品の曲げ弾性率及び曲げ強度を向上させることができるため、部品の薄肉化によるさらなる軽量化の可能性がある。

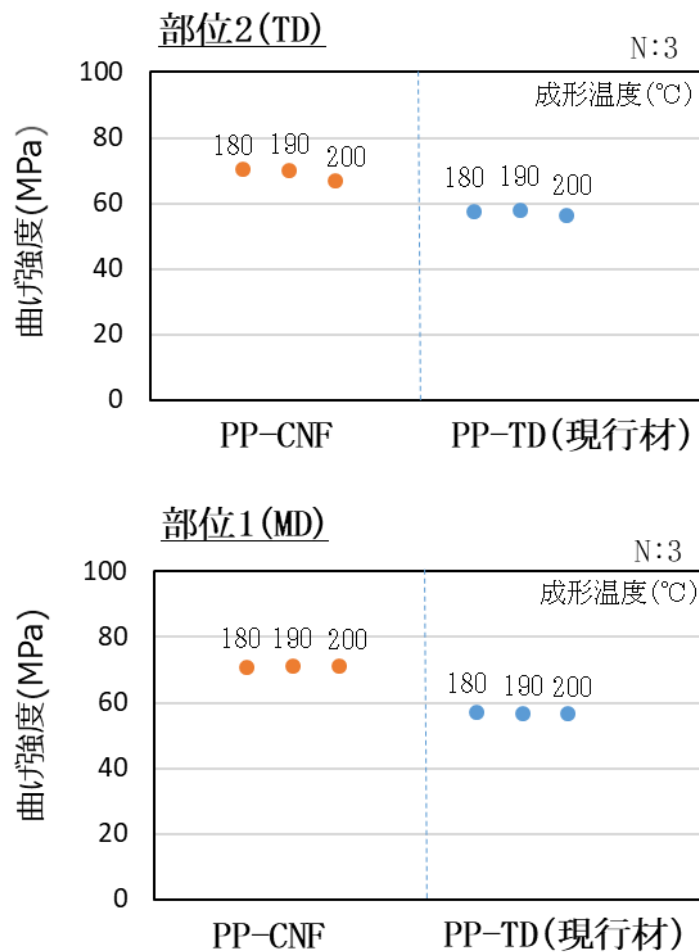


図8 エアコンケース評価部品の曲げ強度

3. まとめ

セルロースナノファイバー（CNF）10%をポリプロピレン（PP）の強化材に用いた PP-CNF 材料（タルク 5%を併用）を用いてエアコンケースを評価したところ以下の結果が得られた。

- 180 から 200°Cの成形温度範囲で樹脂の充填が不十分なショート部を発生することなく良好な外観のエアコンケースの構成部品を得ることができた。
- 成形圧力は現行材料に比べると約 15%高くなるため、量産工程の部品の複数個同時成形（セット取り）のためには PP-CNF 材料の高流動化が望まれる。
- 低比重な CNF を強化材に用いた PP-CNF 材料の成形品は現行材料のものに比べて約 3 %の軽量化効果が見られた。
- エアコンケースの成形部品の曲げ弾性率及び曲げ強度は、MD 及び TD とともに現行品に比べ高くなった。

PP-CNF 材料のエアコンケースの早期の実用化に向けて、今回得られた知見を基に PP-CNF 材料の改良及び材料の特性を反映した製品設計を推進していく。

<トヨタ紡織株式会社>

<会社紹介>

Concept

乗る人のまなざしを思い、
魅力ある移動空間を創る。

お客さまがクルマに求める性能とはなにか、
快適や安全とはなにかを常に考え、
移動空間をトータルにとらえた技術開発に
取り組んでいます。



Seat

Interior & Exterior

Unit Components

トヨタ紡織株式会社
TOYOTA BOBINKU CO., LTD.

<製品ラインナップ>

シート	 スポーツシート		 航空機用シート  ラウンドリクライナー シート骨格	 写真提供：JRC 東日本 鉄道車両用シート
内外装	 内装システム	 天井  イルミネーション	 ドアトリム  バケットシート シートファブリック カーテンシェード エアバッグ	 バンパー  フェンダーライナー
ユニット部品	 吸気システム	 エアクリナー  エアフィルター	 シリンダーヘッドカバー  オイルフィルター  キャビン エアフィルター	 インテークマニホールド (水平対向エンジン用)  スタックマニホールド (燃料電池関連部品)  モーターコア構成部品 (ハイブリッドシステム用)  セパレーター (燃料電池関連部品)

トヨタ紡織株式会社
TOYOTA BOBINKU CO., LTD.

1. トヨタ紡織の環境への取り組み

当社は環境問題に対して長期的な視野を持ち、より高いレベルでの挑戦が必要と考え、2016年5月に「2050年環境ビジョン」を策定しライフサイクルCO₂排出量ゼロチャレンジをはじめ、2050年に向けて成し遂げるべき6つの環境チャレンジ目標を設定している。(図1参照)



図1 トヨタ紡織 2050 環境ビジョン

2. トヨタ紡織の植物由来材料に関する取り組み

当社は2000年からケナフ繊維を始めとする様々な植物由来素材を使った自動車内装部品を開発し現在も多くの車種に採用されている。(図2参照)

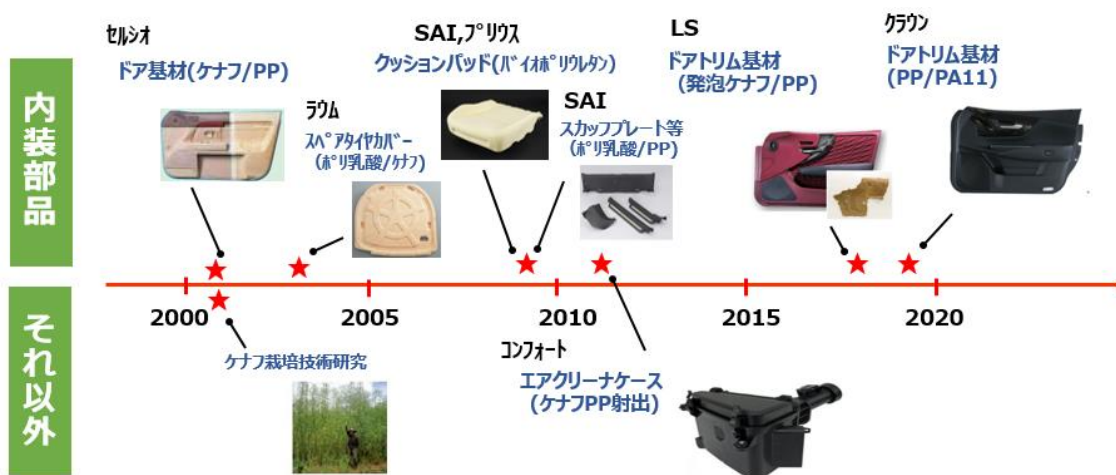


図2 トヨタ紡織の植物材料開発ヒストリー

3. 過去の CNF アプリケーション開発から見えた技術課題

主に過去の2つの環境省プロジェクトを通じて PP 及び PE に CNF を添加する事により剛性が向上し等剛性であれば軽量化が可能であると言う事が解った。一方で技術課題として自動車部品への適用において耐衝撃性のレベルアップが必要と言うことが解った。(図3、4、5 参照)



図3 今までの環境省プロジェクトでの結果

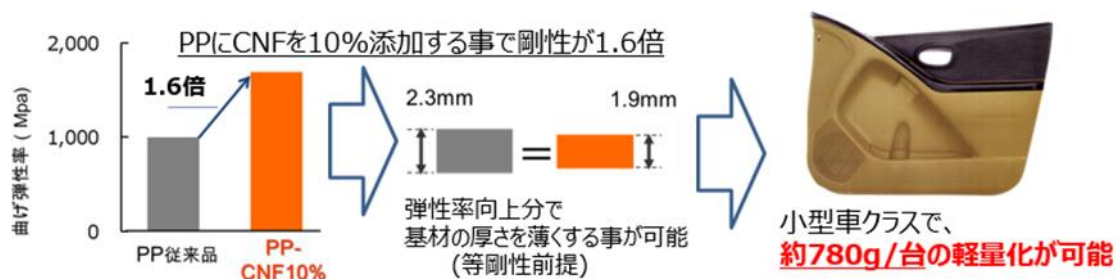


図4 PP に CNF を添加する事でのドアトリムの軽量化(NCV プロジェクト)

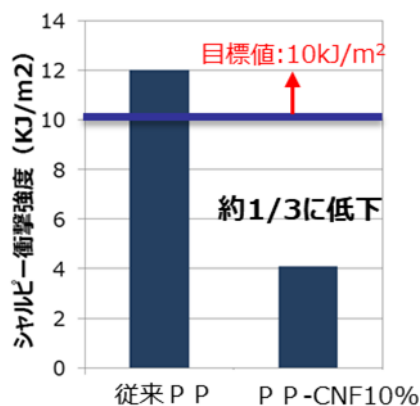


図5 CNF 添加による耐衝撃性の低下

4. トヨタ紡織の材料に関する要素技術の紹介(ナノオーダー相構造制御技術)

当社は独自のコンパウンド技術により,PC/ABS を超える耐衝撃ポリマーアロイ (名称:TBi-Alloy) を開発し 2018 年トヨタ・クラウンのドアトリムに採用されている。(図 6 参照)

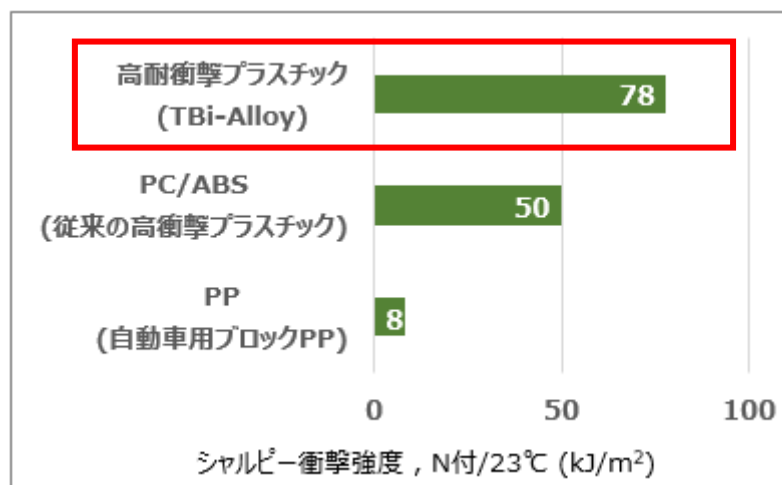


図 6 自社開発の耐衝撃プラスチック* (PP/PA アロイ) の衝撃特性

* 豊田中央研究所様との共同開発

本技術は自己組織化を利用したモルフォロジー制御技術により, 特異な相構造であるサラミ構造を形成することにより, 耐衝撃特性を飛躍的に向上させるものであり当社オリジナルの要素技術である。このモルフォロジー制御技術を CNF 複合樹脂開発に適用することにより高い剛性を保持したまま耐衝撃性の向上を狙う。(図 7 参照)

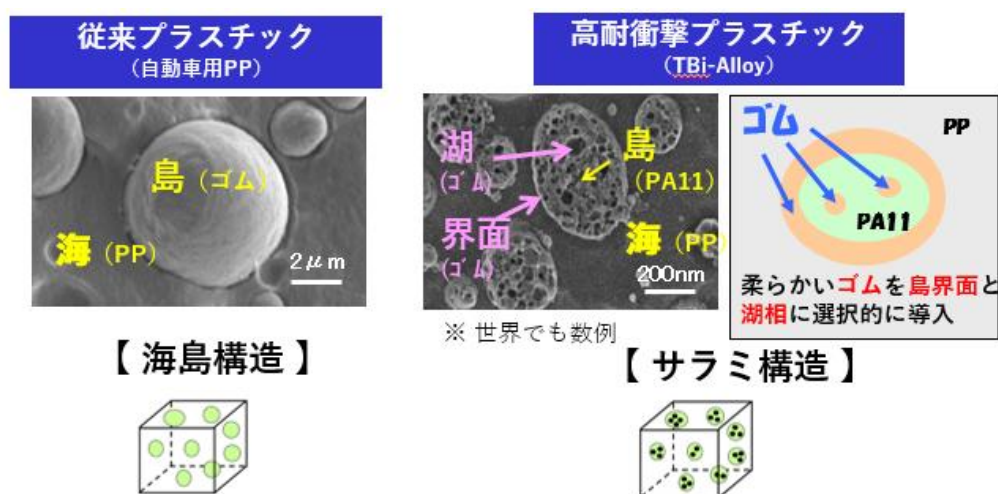


図 7 自社開発の耐衝撃プラスチックのモルフォロジー比較

本要素技術は外部機関から多くの受賞実績があり耐衝撃性向上技術として認められている。(図8参照)



図8 外部機関からの受賞実績

5. オリジナル CNF 強化樹脂開発

現在、単純に TBi-Alloy に CNF を 5% 添加すると剛性は少々向上するが耐衝撃性が大きく低下 (-10KJ/m²) することが解っている。これに対し自己組織化などを活用したモルフォロジー制御技術を取り入れることにより、「剛性」×「耐衝撃特性」のトレードオフ解消を目指して開発を進めている。(図9参照)

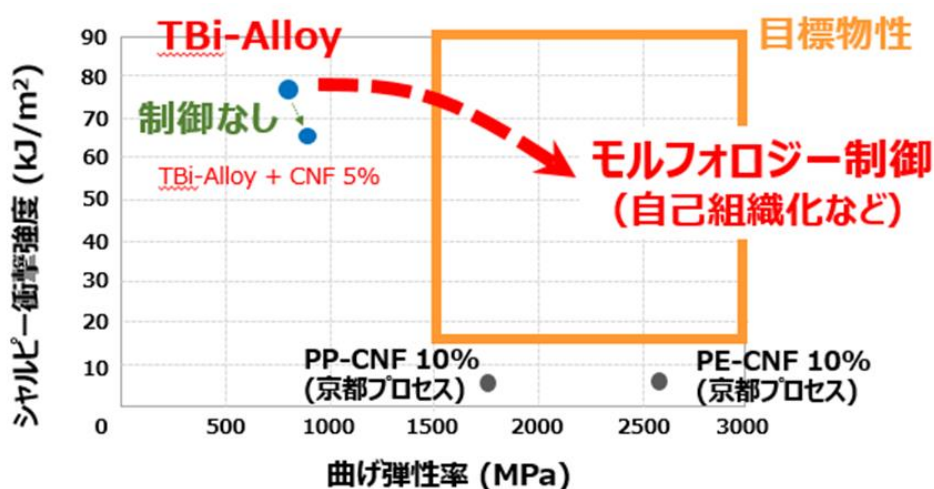


図9 モルフォロジー制御による開発目標

6. まとめ

今後も温室効果ガス排出実質ゼロ向け植物由来素材の開発とその早期社会実装を目指して CNF 強化樹脂の自動車部品への適用検討を継続する。

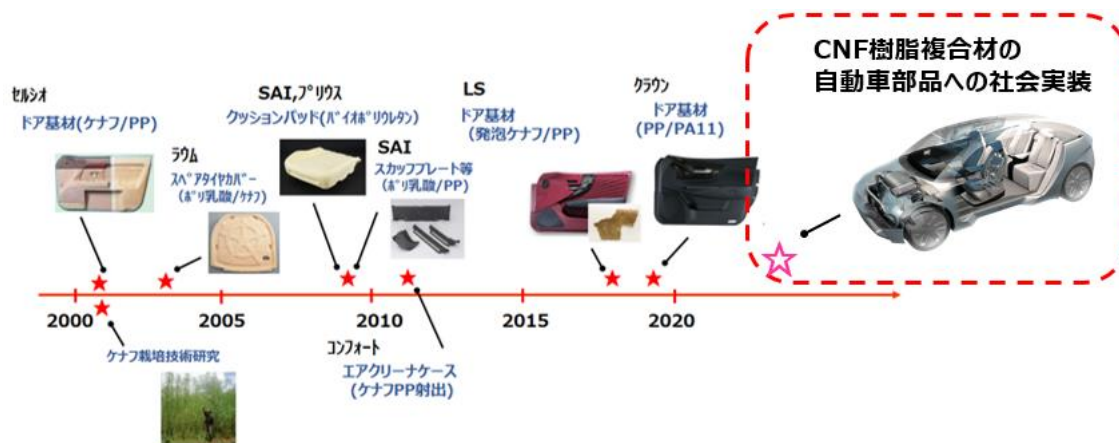


図 10 トヨタ紡織における CNF の位置づけ

【謝辞】

TBi-Alloy 開発において京都大学/臼杵先生 (当時:豊田中央研究所所属)と共同開発という形で大変お世話になりました。

<豊田合成株式会社>

第1 セルロースナノファイバーを活用した材料開発

1. はじめに

2020年の“カーボンニュートラル宣言”により、低CO₂、脱炭素やカーボンネットゼロが様々な領域で求められている。さらには、資源・エネルギー・食料需要の増大、廃棄物量の増加、気候変動等の環境問題の深刻化が世界的な課題となる中、従来の大量生産・大量消費・大量廃棄型のリニアエコノミー（線形経済）から、中長期的にサーキュラーエコノミー（CE）への移行が必要となっている（図1）。CEへの移行は、事業活動の持続可能性を高め、中長期的な競争力の源泉となりうる。

たとえば、ESG要因（環境（E）、社会（S）、ガバナンス（G）の3つの分野）を考慮する投資は国内外で年々拡大しており、循環ビジネスの市場規模の拡大が見込まれることから、CE分野に関するサステナブル・ファイナンスの動きが活発化している。自動車材料にも、脱炭素が求められ、高分子素材はもとより、材料を構成する充填剤等についても同様に脱炭素が求められている。

脱炭素の方策として、樹脂・ゴムの原材料をCO₂が固定化されたバイオ素材へ代替するバイオナフサ化や、使用済み製品からのマテリアル・ケミカルリサイクル材料を自動車製品へ適用を進めることで、CEへ移行する。ここでは、CNF複合材料開発を実施し、自動車部品への適用可能性を検証した。

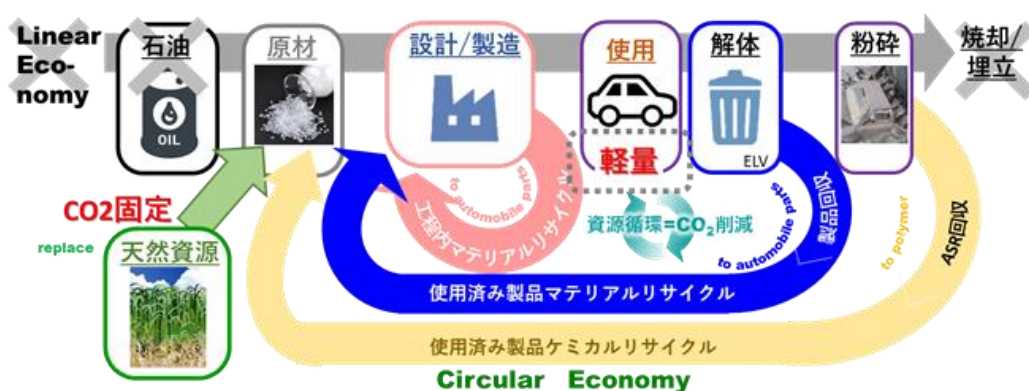


図1 リニアエコノミーからサーキュラーエコノミーへの変換に伴うサプライチェーンの変化

2. 背景と目的

2.1 背景

自動車に用いられる材料において、走行時のCO₂排出量抑制を目的に軽量化が計られ、金属から高分子材料への置換が進んでいる。高分子の素材の中でも比重が低いことを特徴とするPPやエチレンープロピレンゴム（EPDM）への材料変更と統合が進んでいる。これらの自動車材料は、樹脂やゴムなどの高分子量材料だけではなく、カーボンや無機フィラーなどの充填剤を含んでいる複合材が多くを占め、CO₂を低減する複合材の配合設計が求められている。豊田合成では、高分子材料と各種フィラーを配合設計し、工場で混練し、各種成形手段を駆使することで自動車部品を製造している。

カーボンニュートラルの社会ニーズに対して、これらのフィラーへの要求性能も、従来の剛性、低コストに加え、軽量、環境性などが新たなニーズとして重要となっている。

ここでは、軽量、環境性に優れるバイオ素材に注目し、その中でも、近年、間伐材や食物残差などから得られるセルロースファイバーに注目する。

表1 各種フィラーのニーズ変化

出展 フィラー研究会、2010年 フィラー一覧

フィラー種類 ※社団法人フィラー研究会	特 性				
	コスト	分散性	剛性	軽量	環境性
炭酸カルシウム（重質、沈降、軽質）	○	○	○	-	○
水酸化アルミニウム、アルミナ	-	-	○	-	-
マグネシウム	-	-	○	-	×
シリカ（天然、熔融、合成、気相法）	△-×	○	◎	-	○
タルク	○	○	○	-	○
マイカ	○	○	○	-	○
カオリン・クレー	○	○	○	-	○
ウォラストナイト	-	-	○	-	×
酸化チタン	-	○	△	-	×
ガラス繊維	○	△	◎	-	×
炭素繊維	×	×	◎	○	×
天然セルロース（Cellulose Fiber）	×	×	◎	○	○
カーボンブラック（CB、CNT）	○	◎	○	-	×

○：優 ×：劣

新たなニーズ

2.2 セルロース材料

豊田合成は、2020年度にセルロースマッチング事業（NCM）に参画し、その成果を公表した（<https://cnf-ncp.net/deliverable2.html>）。

自動車用の材料について、取扱いの多い各種フィラーとCNFの比較を図2、3に示す。

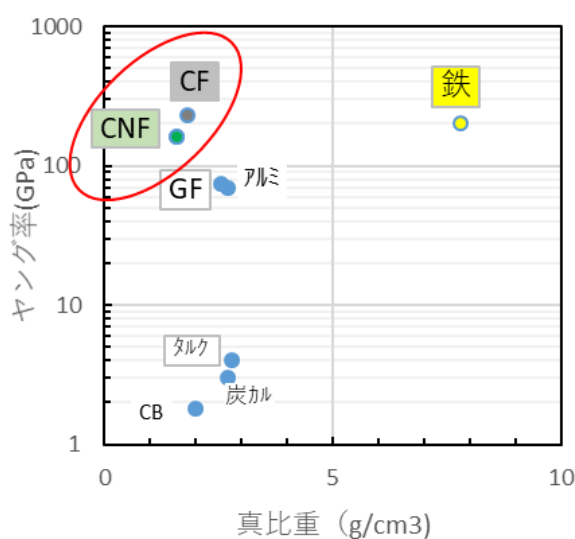


図2 フィラーの比重とヤング率

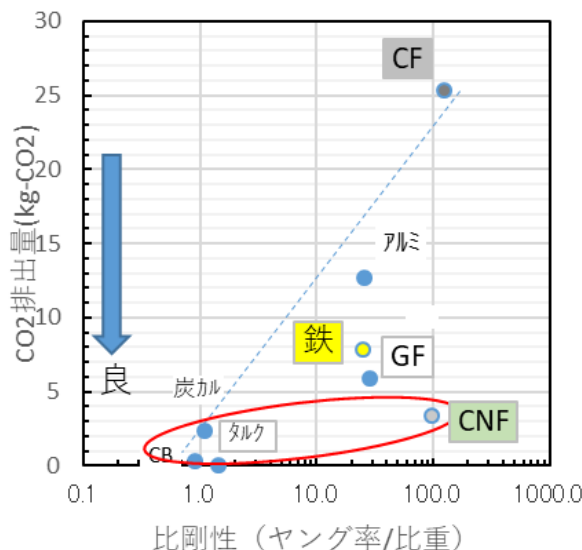


図3 比剛性とCO₂排出量

図2のように、CNFは比重が低いにも関わらずヤング率がカーボンファイバー（CF）並みに高い。また、図3にてCO₂排出量を各フィラーと比較すると、地中から掘削し、粉碎する炭カルやタルクと同等レベルであり、高剛性で且つ、低CO₂排出量のフィラーであることがわかる。そのため、従来フィラーの代替をすることで、適用先への広がりが図4のように期待される。

一方で、社会実装への期待が高いにもかかわらず、化粧品やインク、塗料の添加剤としての採用にとどまっている。これらは粘度調整機能に注目されて採用が進んでいると予想される。2020年以降の筐体、キャパシタ、車部品への普及が進んでいない理由について、CNFは高強度、軽量に優れた特性のポテンシャルがあるものの、まだ十分に、その特徴を引き出せる“材料”として取り扱いが難しいためと考えられる。

2.3 目的

CO₂削減とサーキュラーエコノミーの素材供給を目的に、活用の広がりが予想されるバイオ素材のセルロースファイバーに着目し、自社梱包資材、更には自動車部品への適用を目指して、材料開発を進める。

本検討においては、従来の材料特性のみならず、CO₂排出量についても、従来材料と比較・検証をすることで、低減効果の試算を実施した。

3. PP樹脂コンパウンドの社会実装へ向けた梱包資材への適用

我々は、社内配合設計によるタルク-PPコンパウンドを製造している。PP、ゴムとタルク及び添加剤の配合設計と、量産材料として安定的に製造する生産技術のノウハウを蓄積しており、それらの配合設計を応用することで、本検討のオリジナルCNF含有PP（PP-CNF複合材料）の配合設計を行った。図5に検討概要を示す。PP-CNF複合材料材料を用いて、CEの移行へ向けて検証を進めている。社内にて管理運用が可能な物流資材を皮切りに、CEへの変換を目指し自動車部品へ拡大する礎をつくる。

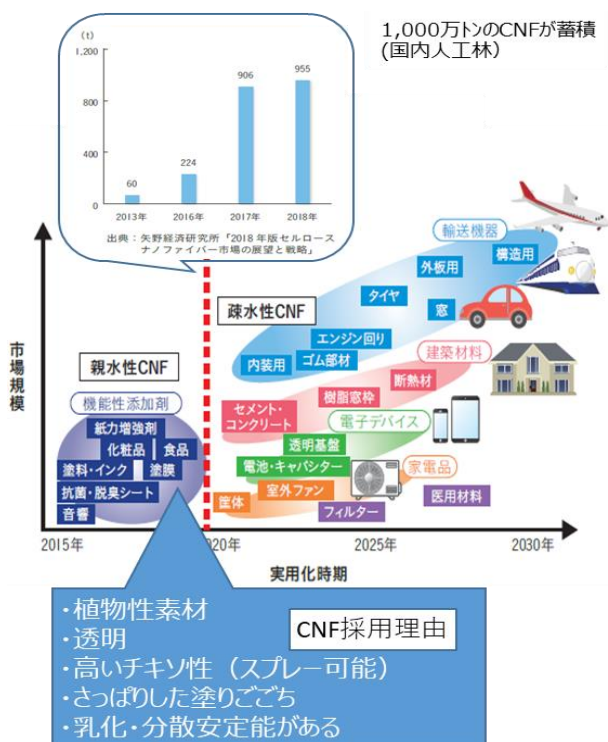


図4 CNFの実用化ロードマップ

出典:京都大学 矢野教授

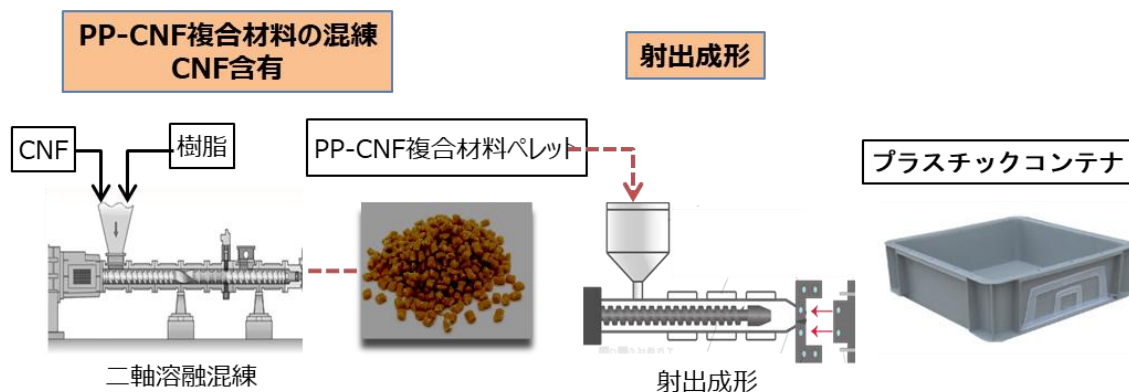


図5 PP-CNF 複合材料の検討概要

3.1 サプライチェーンの変換

現状のサプライチェーンは、箱（コンテナ）、緩衝材、包装材を各素材メーカーが成形し、その素材を、梱包資材組立メーカーにて通箱に加工後、工場に通箱として納入される。その後、豊田合成の各工場と自動車メーカー各工場との間を、部品を梱包しながら物流用のトラックで搬送される。本通箱は概ね約4年間使用される。

使用後は、廃棄物として処理しており、素材が戻ってくることはない。これに対してCEを具現化した時のサプライチェーンを図6に示す。

CEへ移行するためには、図6の“廃棄”に示すように、各素材に分別し、コンテナはリペレ・再生、緩衝材は粉碎・再成形、製品袋は焼却してもCO₂を増加させない素材への転換などが必要である。

本検討では、通箱のコンテナに注目し、使用後の通箱からコンテナを分離回収し、その後リペレすることで材料を使い続けることを企画する。また、再生材料の物性が不足するときは、再成形時の物性向上も想定する。

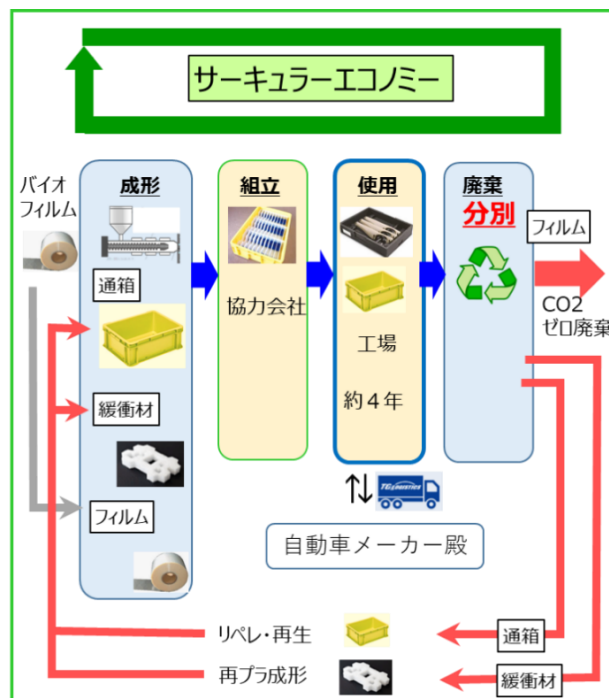


図6 サークュラーエコノミーの新サプライチェーン

3.2 通箱のセルロース材料適用効果

図7に樹脂コンテナに本材料を適用した時のCO₂低減効果試算結果を示す。本材料を適用し、従来の材料よりも高剛性化することで、コンテナ自体の重量を5%軽量化する。それにより、使用時のCO₂排出量が低減され、トータル約6%のCO₂排出量低減が見込まれる。使用（製品搬送による走行時）時に排出されるCO₂が約80%を占めており、通箱自体の軽量化による効果が最も有効であることがわかる。

本企画は環境省“令和3年度革新的な省CO₂実現のための部材や素材の社会実装・普及展開加速化事業”に採択され、具現化を目指して検討を進めている。

<https://www.jesc.or.jp/activity/tabid/437/Default.aspx>

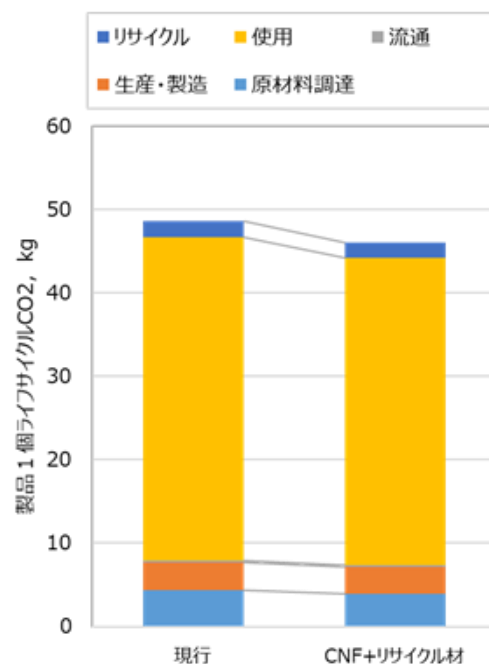


図7 CO₂排出量の試算

前提条件：現行はバージンPPを使用
1日往復100km 300日/年
4年間運搬活用

4. PP樹脂コンパウンドの自動車部品適用に向けた

取組み

通箱への適用を社会実装への足掛かりとして、PP-CNF複合材料の自動車部品への適用拡大を検討した。自動車用の樹脂材料はタルク入りPPが多くを占めており、無機フィラーのタルクを代替するPP-CNF複合材料について検討した。

4.1 PP-CNF複合材料試作結果

3.と同様に、自動車部品適用検討のオリジナルPP-CNF複合材料の配合設計を行った。検討概要は図5と同様であり、ここでは、あらかじめ分散しやすいCNFの選定、耐衝撃性を高める樹脂の配合設計及び材料を均一に分散・混練するコンパウンド製造技術を駆使することで、従来のセルロース材料の弱点であった“耐衝撃性”を一般PP樹脂並みに引き上げることが可能となった。

材料物性の結果を、表2に示す。表2において、耐衝撃性が10kJ/m²と、汎用の耐衝撃性PPに近い性能を有していることから、本材料がPP材料の代替として、使用可能なレベルであることがわかった。

表2 PP-CNF複合材料の材料物性

項目	単位	試験条件	PP-CNF複合材料
密度	—	ISO 1183-1	1.01
MFR	g/10min	ISO 1133 230℃, 21.2N	5
曲げ弾性率	MPa	ISO 178	1800
曲げ強度	MPa		35
シャルピー衝撃	kJ/m ²	ISO 179-1	10

今回 PP-CNF 複合材料のターゲットとして、耐衝撃性が重要なグラブボックス（図 8）を選択した。グラブボックスの成形において、星和化成株式会社殿のご協力のもと実機試作を行った。通常使用材料はアウター・インナー同時成形セット取りに対し



図 8 対象とする自動車部品 グラブボックス

て、PP-CNF 複合材料の流動性が低く、セット取りができなかった。また寸法の修正は必要ないことがわかった。なお、押出ペレット及び成形品は茶色身を帯びている。

4.2 CO₂低減量の試算

本材料を、クルマのグラブボックスへ搭載し、約 10 年間走行したときの CO₂排出量を、従来の部品とした時の CO₂排出量と比較した。試算の範囲を工程フローと併せて図 9 に示す。本試算においては、粉碎・リペレット後の再度の製品利用を含む。CO₂の試算結果は、従来のタルクーPP コンパウンドと比較して、約 5 %の CO₂排出量低減効果があると試算された。

ここでの試算によると、自動車に搭載され、走行しているときの CO₂排出量が最も多く試算される。これは、材料のバイオ化などによる材料の低 CO₂化も大切であるが、ガソリン車を利用しているユーザーにおいては車両を使用している際の軽量化の効果が、最も効果的であることを示す。

一方で、クルマの電動化が進んで、走行時の CO₂排出量が少なくなったときは、材料そのものの排出量比率が高くなり、材料そのものの CO₂排出量を低減することが、効果として大きくなることが想定される。

5. まとめ

CO₂削減を目的に CE 実現へ向けてバイオフィラーであるセルロースファイバーを素材として検討した。PP-CNF 複合材料の物性等を評価し、実製品への適用を検証した結果、一般 PP 材料に代替使用できるレベルの材料であることが実証できた。

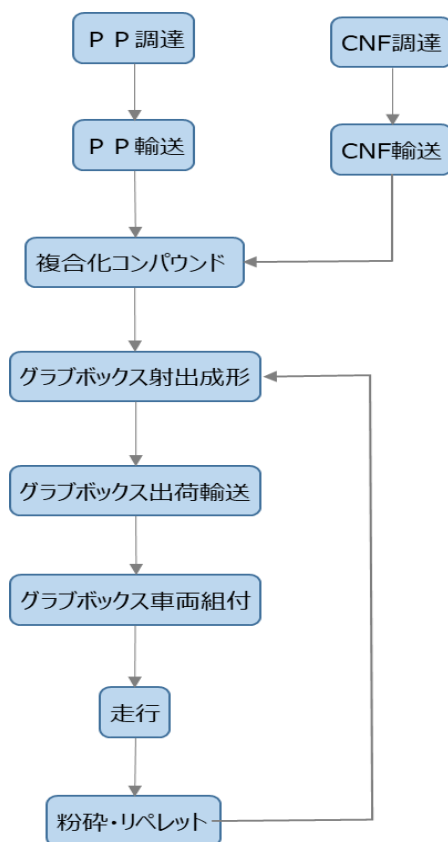


図 9 CO₂排出量の試算用工程フロー

ただ、素材のセルロースのコストは、その他のバイオ素材と同様に高価であり、自動車部品への採用は、これらの課題が解決されない限り難しいと予想される。

今後はセルロース素材や材料メーカーと連携したコスト低減の取り組みが必要と考える。また、引き続き自動車用途へ向けた本材料の開発を継続し、ナノセルロースプロモーション事業なども通して技術成果を展開する。

第2 適用部材成形評価報告書

1. 対象分野、対象製品など

1) 対象分野（自動車）

豊田合成（株）は、自動車の内装樹脂部品の生産をしており、自動車分野を対象とする。

2) 対象部品・製品

グラブボックス（図1）。製品はアウター（意匠面）とインナー（容器）のセット取り



図1 対象とする自動車部品
グラブボックス

2. 成形試作検討内容

1) 使用した材料

- ・豊田合成（株）製の PP-CNF 複合材（CNF10wt%）
弾性率：1800MPa、比重：1.01、曲げ強度：35MPa、シャルピー衝撃値：10kJ/m²、
MFR：5 g/min（物性値は豊田合成(株)にて計測）
- ・通常使用材 PP-タルク複合材料（タルク 20wt%）

2) 成形内容 通常射出成形、その後、アウターとインナーとを振動溶着により接合。

3. 評価結果

1) 通常成形（ソリッド成形）の成形性評価結果

通常使用材と加工性を比較するため、通常使用材と同一成形条件で成形した。通常使用材料はアウター・インナー同時成形セット取りに対して、PP-CNF 複合材料の流動性が低く、セット取りができなかった。PP-CNF 複合材料ではフローマークがみられた（図2）。

2) 振動溶着性評価結果

通常使用材料と同一条件で溶着可能であることを確認した。



図2 PP-CNF 複合材料のアウター外観

3) 軽量化効果の試算結果

製品重量から軽量化率を算出した。

表 1 PP-CNF 複合材料の物性・軽量化効果

結果を表 1 に示す。

表 1 の結果から、
通常使用材料に対
する低比重化効果

項目		単位	通常使用材料	PP-CNF複合材料
TP 物性	比重	—	1.04	1.01 (△3%)
	曲げ弾性率	MPa	2050	1800
	シャルピー衝撃	kJ/m ²	20	10
製品	製品重量	g	703	641 (△9%)

により、製品重量で 9 % の軽量化がみられた。

4) 製品落錘試験結果

溶着したグラブボックス製品を組付冶具にセットし、試験温度-30℃で、φ50 の球を所定の高さから落下させ、割れ・亀裂の有無を評価した (図 3)。

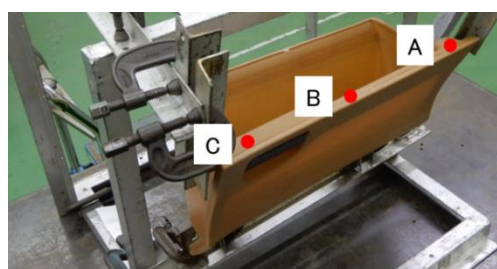


図 3 落錘試験 (A,B,C が衝撃箇所)

物性値のシャルピー衝撃は通常使用材料と比較して低いものの (表 1)、製品での落錘試験においては、要求値の落錘高さ 15cm をクリアし、意地悪条件である 100cm でも通常使用材料と同等で、割れ・亀裂はみられなかった (表 2)。

表 2 落錘試験結果

(○ : 割れ・亀裂なし)

落錘高さ	PP-CNF複合材料		
	衝撃箇所		
	A	B	C
15cm	○	○	○
50cm	○	○	○
100cm	○	○	○

5) 製品耐熱変形試験結果

溶着したグラブボックス製品を組付冶具にセットし、温度調整 80℃ 20h、ボックス内負荷質量 2kg で製品の寸法変化を評価した (図 4)。

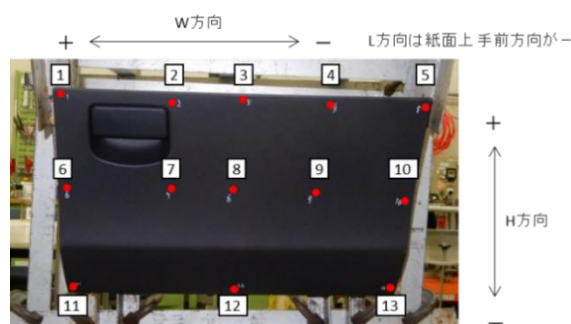


図 4 耐熱試験寸法測定箇所

耐熱後寸法変化では、通常使用材料と比較して垂直方向Hの変化量が大きく、車両組付時隣接する部品と干渉するため、性能を満たさないレベルである（表3）。耐熱性に係わる物性において、通常使用材料と比較してPP-CNF複合材料が低いためと考える（表4）。今後製品適用するには、形状の変更等が必要である。

表3 耐熱後寸法変化結果, mm

方向	通常使用材料	PP-CNF複合材料
L	0.13	-0.42
W	-0.24	1.17
H	-1.75	-4.63

表4 耐熱物性(TP物性)

項目		通常使用材料	PP-CNF複合材料
荷重撓み温度 0.45MPa	℃	STD	STD-7
80℃ 曲げ弾性率	MPa	STD	STD-100

4. 評価のまとめ

豊田合成製のPP-CNF複合材は、比重が低いこと9%の軽量化が期待できる。成形時、フローマークが生じるため、現状意匠部品への適用は難しいと思われる。物性値のシャルピー衝撃は通常使用材料と比較して低いものの、製品により適用可能な耐衝撃性は有していると考ええる。

5. 実用化の課題、今後の方向性

成形加工性については、材料の流動性改良と合わせて、金型ゲート設計などによる改良が期待できる。耐衝撃性については一定の実力を示すが、CNFの相溶化、エラストマー配合などにより改良が必要である。耐熱性については、他フィラーの併用などによる材料改良の可能性がある。

＜株式会社小糸製作所＞

2015年に創業100周年を迎え、企業メッセージ「安全を光に託して」のもと、自動車照明器のトップメーカーとして業界をリードしている（図1、2）。

○ 商 号: 株式会社 小糸製作所
KOITO MANUFACTURING CO., LTD

創業年月日: 1915年4月1日

設立年月日: 1936年4月1日

資 本 金 : 142億70百万円

従業員数 : 単独 4,482名
(2021年3月期) 連結23,799名



本社（品川）

○ 売 上 高: 単独 3,122億円
(2021年3月期) 連結 7,063億円

取締役社長: 加藤 充明

○ 事業内容: 自動車照明器、
航空機部品等の製造・販売

図1 会社概要



図2 自動車ランプの例 (出展: 小糸製作所 HP)

主力製品であるヘッドランプでは、車両の燃費向上を狙い、軽量化が求められている。そこで、低比重で高強度な植物繊維材料に着目し、これを樹脂の強化材として用いることで、軽量・高強度な自動車ランプ部材の開発を目的とした。特にランプ部材には、以下の物性や耐熱性が重要になる。

○ ランプ部材に要求される項目例

物性強度（曲げ・引張り・衝撃）

・車両走行時の振動・衝撃に耐えられる機械的な物性を有すること。

長期耐熱性

・ランプ部材には、エンジンの熱やランプ光源の熱がかかるため、長期間の耐熱性が必要。

今回、NCP 事業を通じて、植物繊維を含有した PP 樹脂の提供を受けた。植物繊維の種類はセルロースナノファイバー（以下 CNF と略）の他に、パルプや木粉である。そして、これら PP 樹脂の物性や吸水率、耐久性を以下のように評価し、ランプ部材へ使用する際の特徴や課題を検証した。

評価サンプル ①CNF10%PP、②パルプ PP(添加量：10～30%)、
③木粉 PP(添加量：30%、40%)

評価方法

- ・物性試験：4mmt ダンベル片を用い、ISO 試験を実施(曲げ、シャルピー衝撃、荷重たわみ温度)
- ・耐久性試験：4mmt ダンベル片を用い、長期の耐熱/耐湿/耐水試験を実施。
初期物性からの変化率で耐久性を評価。

各種植物繊維 PP の物性試験の結果を表 1 に示す。

表 1 各種植物繊維 PP の物性一覧

		単位	目標	CNF 10%PP	パルプ 10%PP	パルプ 20%PP	パルプ 30%PP	木粉 30%PP	木粉 40%PP
比重		—	≤1.00	0.99	0.96	1.00	1.04	1.02	1.06
曲げ	強度	MPa	—	88	71	75	88	83	91
	弾性率	MPa	≥4000	4050	2946	3256	4190	4359	5169
シャルピー衝撃（ノッチ無）		kJ/m ²	—	32	25	33	32	14	15
荷重たわみ温度 (0.45MPa)		°C	≥120	152	139	144	151	155	155

CNF は 10%と少量の添加でも曲げ弾性率が 4000MPa 以上となり、材料の補強効果はパルプや木粉より高いと推測される。また、パルプは 30%含有で曲げ弾性率が目標値以上となり、シャルピー衝撃性も CNF と同等であった。一方、木粉は同じ含有量のパルプと曲げ弾性率は同等であったが、シャルピー衝撃性は他の材料の約半分と低いことが分かった。

次に PP 樹脂の耐久性試験を実施した。耐熱試験は、90℃、または 120℃で 1000h、耐湿試験は 60℃95%で 1000h、耐水試験は 40℃温水中に 1000h 浸漬後の物性を測定し、初期物性と比較した。

まず、耐久性試験後の曲げ試験結果を表 2 に示す。

表2 各種植物繊維 PP の耐久試験後の物性試験結果

	評価項目	耐久性試験条件	CNF 10%PP	パルプ 10%PP	パルプ 20%PP	パルプ 30%PP	木粉 30%PP	木粉 40%PP
曲げ弾性率 (MPa)	初期物性	初期	4324	2946	3256	4190	4359	5169
	耐熱試験	90℃-1000h	4470	3373	3591	4119	4675	5449
		120℃-1000h	5108	3548	3725	4716	4876	5676
	耐湿試験	60℃ 95%1000h	4052	3046	3154	3740	4305	5006
	耐水試験	40℃ 温水1000h	-	3063	3238	4117	4405	5100
曲げ強度 (MPa)	初期物性	初期	94	71	75	88	83	91
	耐熱試験	90℃-1000h	99	80	82	89	89	97
		120℃-1000h	29 (31%)	81	83	95	84	90
	耐湿試験	60℃ 95%1000h	86	71	70	75	82	87
	耐水試験	40℃ 温水1000h	-	72	73	83	83	88

※○内の数字は初期に対する物性比率

■: 初期比80%以下

CNF は 120℃の耐熱試験後に曲げ強度が初期の 1/3 と大きく低減した。耐熱試験後の曲げ弾性率は全ての材料で上昇傾向だが、これは加熱により PP の結晶化が促進された影響と推測している。

次に、耐久性試験後のシャルピー衝撃試験の結果を表3に示す。

表3 各種植物繊維 PP の耐久試験後のシャルピー衝撃試験結果

	評価項目	耐久性試験条件	CNF 10%PP	パルプ 10%PP	パルプ 20%PP	パルプ 30%PP	木粉 30%PP	木粉 40%PP
ノッチ無 シャルピー衝撃 (kJ/m ²)	初期物性	初期	32	25	33	32	14	15
	耐熱試験	90℃-1000h	29	15 (60%)	34	34	13	15
		120℃-1000h	1 (3%)	15 (60%)	27	28	11 (79%)	11 (73%)
	耐湿試験	60℃ 95%1000h	30	16 (64%)	30	32	16	15
	耐水試験	40℃ 温水1000h	-	27	32	36	17	17
ノッチ有 シャルピー衝撃 (kJ/m ²)	初期物性	初期	2.2	2.0	3.3	3.1	2.5	2.5
	耐熱試験	90℃-1000h	2.2	2.1	2.6	3.4	2.4	2.4
		120℃-1000h	0.7 (32%)	2.0	2.3	3.0	2.1	2.5
	耐湿試験	60℃ 95%1000h	1.9	2.0	2.5	3.1	2.2	2.4
	耐水試験	40℃ 温水1000h	-	2.0	2.8	3.6	2.4	2.5

※○内の数字は初期に対する物性比率

■: 初期比80%以下

シャルピー衝撃試験では、CNF は 120℃時に物性が大きく低下し、ノッチ無しでは初期の 3%の物性となった。パルプ PP では、パルプ 10%PP が初期の 60%の物性まで低下するが、パルプ 20%PP やパルプ 30%PP での物性低下は小さく、何故、10%品だけが低下したのかは分かっていない。

木粉 PP では、30%品、40%品共に 120℃の耐熱試験でノッチ無しでは初期物性の 80%以下となった。

以上の結果から、耐久性試験では、特に高温時(120℃)に長時間静置することで、物性が低下傾向と分かった。ただし、パルプ 20%PP やパルプ 30%PP では、大きな低下が認められず、植物繊維の種類により、耐久性が大きく変化することが分かった。

そこで、120℃1000h の耐熱試験前後のサンプルを TG-DTA で比較を行い、耐熱試験の有無により、加熱時の重量減少に差があるかを評価した。(図 3)

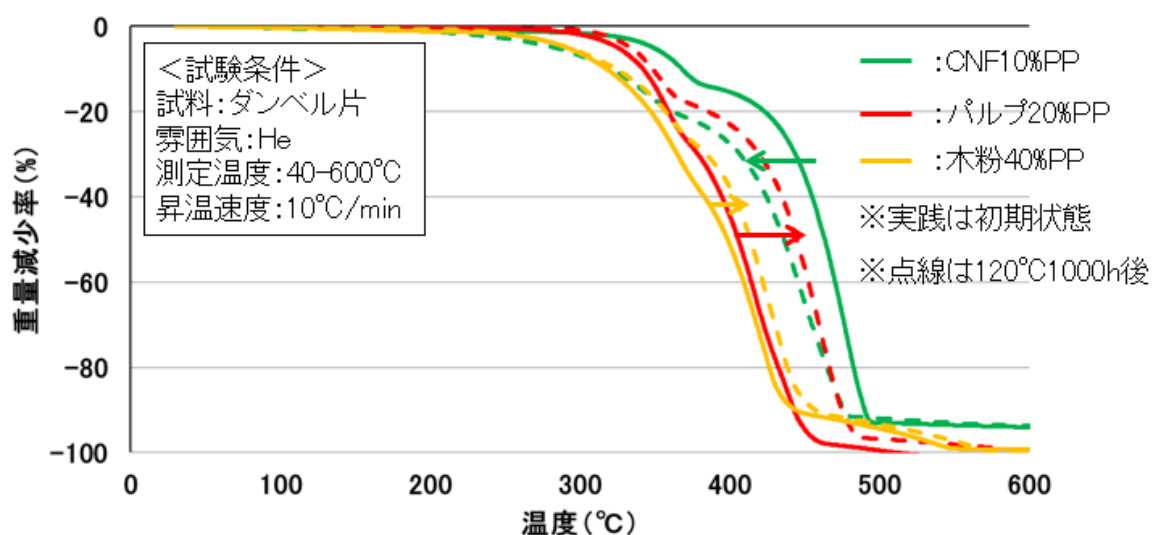


図 3 各種植物繊維 PP の 120℃試験前後の熱分析結果

植物繊維 PP 材は、300℃付近で植物繊維中のセルロースが分解し、400℃付近で PP 樹脂が分解と考えられる。初期状態より 120℃耐熱試験後の CNF10%PP は、300℃付近も 400℃付近も重量減が大きく、セルロースも PP も熱分解し易くなったと推測される。一方、パルプや木粉での 120℃耐熱試験後は 300℃付近の重量減は初期状態と同等であり、セルロースの熱分解の挙動に変化は認められない。次に 400℃付近は耐熱試験後の重量減が小さくなるが、これは耐熱試験での加熱により PP が結晶化したためと考えられる。

以上の熱分析結果からも耐熱試験後の CNF の劣化が大きいと分かったため、次に耐熱試験前後の変化を FT-IR で分析した。(図 4)

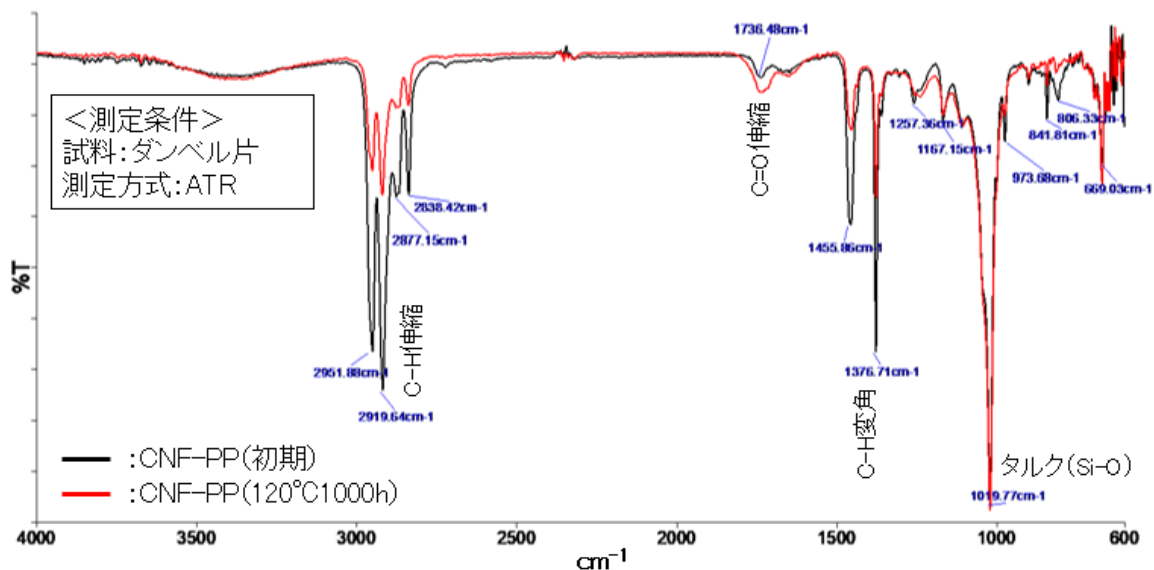


図4 CNF-PPの120°C試験前後のFT-IR結果

FT-IR分析では、120°C耐熱試験後は、アルキル基(C-H)由来のピークが減少し、1736cm⁻¹のカルボニル基(C=O)由来のピークが増加。熱分析結果と合わせて、セルロースやPP中のアルキル基が酸化して、物性が低下したと考えられる。

次に、比較としてパルプ20%PPのFT-IRを実施。(図5)

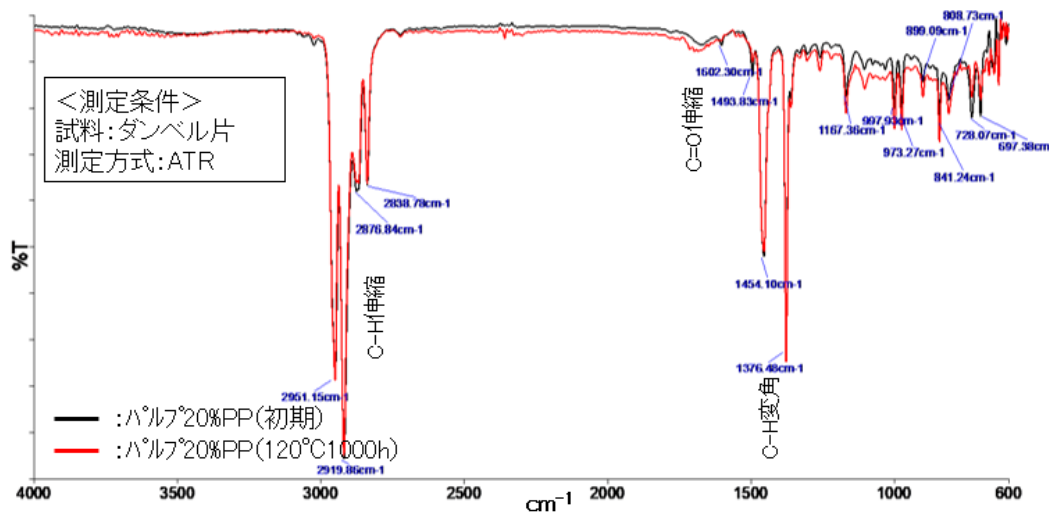


図5 パルプPPの120°C試験前後のFT-IR結果

パルプ20%PPのFT-IRでは、耐熱試験前後でピークは同様であり、カルボニル基の増加などは無かった。そのため、耐熱試験での熱劣化は発生していないと考える。

以上のようにCNF-PPがパルプPPより耐熱性が低い原因は、作製方法にあると推測している。

CNF はパルプを原料に用いるが、CNF では植物繊維をナノレベルまで微細化するため、パルプに表面処理を行っている（化学変性パルプ）。そのため、この処理の影響により、120℃での耐熱性が低下したと考えられるが、詳細はまだ不明である。ただし、90℃での耐熱試験や耐湿、耐水試験後の物性は、CNF-PP でも初期物性からの大きな低下はなかった。

これまでの評価より、各植物繊維 PP の特徴を以下に示す。

【CNF-PP】

- ・少量の添加量でも、物性向上が大きく、補強効果はパルプや木粉より高い。
- ・耐衝撃性も比較的高い。
- ・120℃耐熱試験での物性低下が課題。（原料であるパルプへの表面処理工程が影響？）
- ・製造工程が複雑で、材料が高コストの傾向と予測。

【パルプ PP】

- ・物性向上の効果は、木粉と同程度。（CNF より低い）
- ・耐衝撃性も比較的高い。
- ・120℃耐熱試験では、初期物性からの大きな物性低下は無し。
- ・CNF より材料費は安価と予測。

【木粉 PP】

- ・物性向上の効果は、パルプと同程度。（CNF より低い）
- ・耐衝撃性が低い。
- ・120℃耐熱試験では、耐衝撃性が若干低下傾向。
- ・CNF より材料費は安価と予測。

CNF-PP の特徴は、少量でも材料の補強効果が高いことであり、添加量と曲げ弾性率から考えるとその補強効果はパルプ PP より 2~3 倍高い。添加量が少ない程、材料の比重が軽くなるため、部材の軽量化目的では、CNF-PP が最も優れていると考える。課題は耐熱性であり、120℃耐熱試験後は、初期からの物性低下が大きい。一方、パルプ PP は補強効果では CNF-PP に及ばないが、耐衝撃性や長期耐熱性も比較的良好。材料費も CNF-PP より安価と考えられ、コストと物性のバランスが良好と考える。最後に木粉 PP は、パルプ PP と同様な補強効果があるが、耐衝撃性が低いことや、耐熱試験で初期物性から若干低下するなど、物性面では他の植物繊維より低い傾向がある。

部品の使用環境や必要な物性により、最適な植物繊維は変わる可能性があるため、今回の評価で植物繊維ごとの特徴や課題を掴めたのは、非常に参考になった。今後は、本検討で得られた課題を解決する材料改良と共に、製品に応用した際のメリットや課題、コスト等を明確にし、商品性に優れる用途開発を進めたい。

第2章 CNF製品等の環境性能情報の取り纏め及び評価

2.1 支援対象事業者毎の市場化ステージ把握

CNF活用製品等の社会実装を促進するために、1.2項で選定した支援対象事業者に対してヒアリングを実施した。市場化計画、成形・加工技術、市場規模、最終製品の想定などの観点からヒアリングを実施し、その結果を踏まえて支援対象事業者を整理し、グルーピングを行った。

2.2 LCAの観点で環境性能情報を整理・算定

2.1で整理した結果から、市場化の見込みの高いCNF活用製品等の支援事業者として、表2.2.1の通り5社を選定した。

表 2.2.1 選定事業者

グループ	支援事業者名
G1.生活関連用品	株式会社吉川国工業所
G3.建築資材・インフラ	タキロンシーアイ株式会社
G4.事務機器・産業機器	SOLIZE 株式会社
G5.モビリティ・家電	トヨタ車体株式会社
	豊田合成株式会社

支援事業者の中には、再生材の使用を考慮した上で、CO₂排出削減効果の評価を行った事業者もあり、詳細な算定の条件は次項にて記載した。

なお、CO₂排出削減効果に関する評価は、令和3年3月に策定された「環境省 脱炭素・循環経済の実現に向けたセルロースナノファイバー利活用ガイドライン 別冊 3-1 セルロースナノファイバーに関する温室効果ガス排出量削減効果算定ガイドライン（本編）」（以下、「CNFに関する削減貢献量算定ガイドライン」という。）を基に実施し、各製品で算定条件宣言シートを作成した上で、評価を実施した。

2.3 取り纏めた環境性能情報を支援対象事業者に対してフィードバック

2.2項で選定した5社に対して、ヒアリングを通じてデータを収集し、CNF活用製品のCO₂排出量を算出した上で、比較対象製品のCO₂排出量との差をCO₂排出削減量として算定した。さらに、普及量を設定し、CO₂排出削減のポテンシャル量も算定した。支援対象事業者に対しては、算定における条件の解説だけでなく、算定結果に対するホットスポット分析や材料代替等による削減効果を検討し、改善提案を行った。

普及量の考え方については、2.3.1項に、算定結果は2.3.2項に、ホットスポットやCO₂排出削減のポイントについて2.3.3項に、それぞれ整理した。

2.3.1 普及量の考え方について

本事業で各事業者が評価した CNF 活用製品と従来製品の製品当たりの CO₂削減量を基に、普及量については、個社評価対象製品の将来の製造・販売量ではなく、各 CNF 複合材料の提供先企業の成果が社会全体に及ぼす波及効果等について定量的に評価することとした。なお、普及量の算出において、支援対象事業者は関与していない。

具体的には、同成果が類似製品等に幅広く適用され、CNF 適用製品が社会実装されていくことを念頭に、日本市場における同成果が活用可能な製品の普及量を設定した。

また、普及量の設定については、以下の表 2.3.1.1 に示す通り 4 項目で整理し、CNF 複合材料の提供先企業の算定で共通の普及量として設定し、算出することとした。なお、普及量の詳細な考え方については、2.3.1.1～2.3.1.4 項に示す。

表 2.3.1.1 普及量の設定項目

No.	共通的な普及量の設定項目
1	ポリプロピレン (PP)
2	雨水浸透枳
3	福祉自動車
4	ガソリンを利用した自動車

2.3.1.1 ポリプロピレン（PP）利用容器

ポリプロピレン（PP）利用容器における日本国内販売台数として、下記の A) ～D) の考え方にて、普及量として設定した。

A) CO₂削減が期待される当該 CNF 部材が搭載される最終製品の普及数

- 国内で容器用途に利用される PP 需要量 (t) と設定した。

B) 国内の PP 需要量の推計

- 2015 年～2020 年の PP の生産量・輸出量・輸入量（出典：石油化学工業協会）から「生産量－輸出量＋輸入量」により、PP の国内需要量を算定した。
- 上記で算定した PP の国内需要量と日本の実質 GDP（出典：OECD）の回帰係数を算出の上、2025 年～2035 年の将来実質 GDP 予測値（出典：OECD）に算定した回帰係数を乗じて 2025 年～2035 年の国内の PP 需要量を推計した。

C) 容器用途に利用される PP の割合

- PP の 2019 年の用途別出荷内訳のデータ（出典：石油化学工業協会）から、射出成型に利用される PP の割合が 57%であることから、上記で推計した 2025 年～2035 年の国内の PP 需要量の 57%が容器利用用途の需要量と設定した。

D) CNF 部材が利用される容器用途 PP の需要量

- 上記の推計のもと、実際に CNF 部材が利用される容器用途に利用される PP 需要量の割合について、2025 年は需要量の 10%に、その後毎年 1%ずつ増加し、2035 年には需要量の 20%に CNF 部材が活用されると仮定した。

2.3.1.2 雨水浸透枡

雨水浸透枡における日本国内販売基数として、下記の A) ～E) の考え方にて、普及量として設定した。

A) CO₂削減が期待される当該 CNF 部材が搭載される最終製品の普及数

- 国内で利用される雨水浸透枡（基）と設定した。

B) 全国の一戸建て住宅の戸数

- 1993 年～2018 年の一戸建て住宅の戸数（出典：住宅・土地統計調査）を元に、日本の実質 GDP（出典：OECD）の回帰係数を算出の上、2025 年～2035 年の将来実質 GDP 予測値（出典：OECD）に算定した回帰係数を乗じて 2025 年～2035 年の一戸建て住宅の戸数を敷地面積ごとに推計した。

C) 雨水浸透枡の設置目安

- 敷地面積と枡の口径に応じて設置個数が変わる（出典：京都市下水道局）ため、面積に応じての平均基数を計算した。
- 敷地面積と設置基数の回帰係数を算出の上、上記でも使用されている敷地面積をもとに、雨水浸透枡の基数を推計した。

D) 雨水浸透枡を設置している一戸建て住宅

- 平成 20 年時点では千葉縣市川市で約 5600 基の雨水浸透枡が設置されていた（出典：国土交通省）ことから、当時の市川市の戸建て数の 0.08%になる。
- 上記で推計した 2025 年～2035 年の一戸建て住宅の戸数の 0.08%が雨水浸透枡を設置していると仮定し、敷地面積に応じて各戸建てに設置される雨水浸透枡の基数を推計した。

E) CNF 部材が利用される雨水浸透枡の需要量

- 上記の推計のもと、実際に CNF 部材が利用される雨水浸透枡の割合について、新築及び既存物件へも雨水浸透枡は設置可能のため、2025 年は需要量の 0.4%に、その後毎年 0.4%ずつ増加し、2035 年には需要量の 4.4%に CNF 部材が活用されると仮定した。
- それぞれの敷地面積に応じて CNF を導入した雨水浸透枡の基数を計算し、2025 年～2035 年の総合計を普及量とした。

2.3.1.3 福祉自動車

福祉自動車における日本国内販売台数として、下記の A) ～C) の考え方にて、普及量として設定した。

A) CO₂削減が期待される当該 CNF 部材が搭載される最終製品の普及数

- 国内の福祉自動車の新車販売台数（台）に 1 台当たりの製品導入個数を乗じた数として設定した。

B) 国内の福祉自動車新車販売台数の推計

- 2000 年～2019 年の福祉車両販売台数（出典：日本自動車工業会）と日本の人口（出典：United Nations）の回帰係数を算出の上、2025 年～2035 年の将来人口予測値（出典：United Nations）に算定した回帰係数を乗じて、2025 年～2035 年の福祉自動車の国内新車販売台数を推計した。

C) CNF 部材が活用される福祉自動車台数

- 上記の推計のもと、実際に CNF 部材が利用される新車の福祉自動車の割合について、2025 年では対象自動車の 1%、その後毎年 0.5%ずつ増加し、2035 年には対象福祉自動車の 6%に CNF 部材が搭載されると仮定した。

2.3.1.4 ガソリンを利用した自動車

ガソリンを利用した自動車における日本国内新車販売台数として、下記の A)～D) の考え方にて、普及量として設置した。

A) CO₂削減が期待される当該 CNF 部材が搭載される最終製品の普及数

- 国内のガソリンを利用した新車の販売台数（台）と設置した。

B) 国内の新車販売台数の推計

- 1993 年～2020 年の新車販売台数（出典：日本自動車工業会）と日本の人口（出典：United Nations）の回帰係数を算出の上、2025 年～2035 年の将来人口予測値（出典：United Nations）に算定した回帰係数を乗じて、2025 年～2035 年の国内の新車販売台数を推計した。

C) 新車販売台数における次世代自動車の割合の推計

- 日本国政府が 2030 年代半ばに純ガソリン自動車の新車販売禁止に向けて検討していることを受け、次世代自動車（ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル乗用車）の新車販売率が 2035 年に 100%になると設定した。（2035 年以降における純ガソリン車の新車販売台数は 0 台）
- 2019 年時点の新車販売台数に占める次世代自動車の割合は約 39.2%（内、HV 34.2%、PHV0.4%、EV0.5%、FCV0.02%、CDV4.1%、出典：日本自動車工業会）、これまでの政府目標（ICEV30～50%、HV30～40%、PHV&EV20～30%、FCV～3%、CDV5～10%、出典：経済産業省）を参考に、2035 年の新車販売台数に占める次世代自動車の割合目標を設定（内、HV55%、PHV12%、EV20%、FCV3%、CDV10%）の上、2035 年における各次世代自動車の販売割合目標数値に向けて 2021 年以降は各次世代車が一定の割合で新車販売を増加するように設定した。
（本設定下での 2025 年の次世代自動車の新車販売台数に占める割合は約 62%となる）

D) CNF 部材が活用される自動車台数

- 上記の推計のもと、2025 年～2035 年の各年代におけるガソリンを利用した自動車（純ガソリン車、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、クリーンディーゼル乗用車）の台数を「各年の新車販売台数－各年の電気自動車（新車）販売台数－各年の燃料電池自動車（新車）販売台数」により算定した。
- その内、実際に CNF 部材が搭載されるガソリンを利用した新車販売自動車の割合について、2025 年では対象自動車の 5%、その後毎年 0.5%ずつ増加し、2035 年には対象自動車の 10%に CNF 部材が搭載されると仮定した。

2.3.2 算定結果について

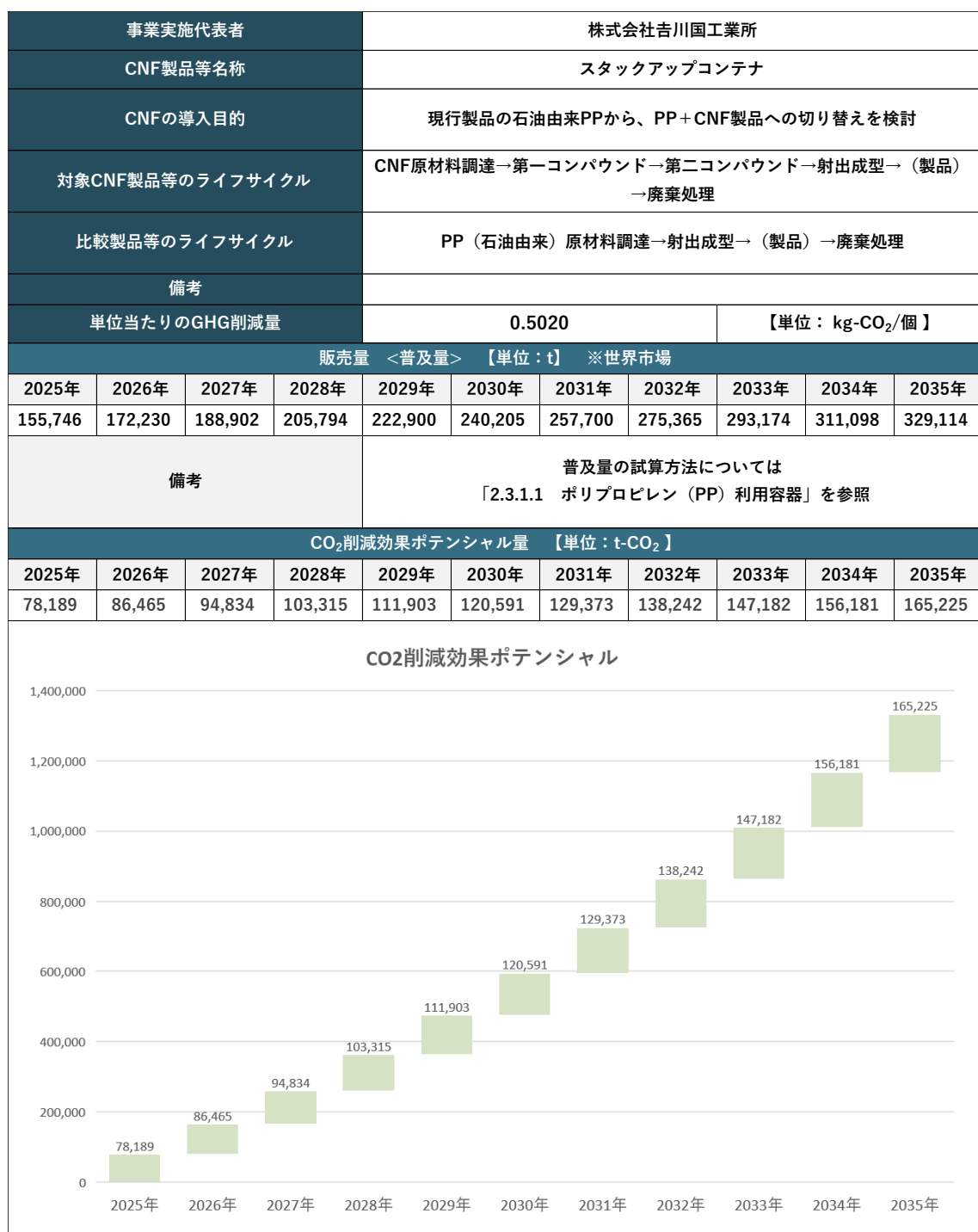
2.3.2.1～2.3.2.5 に算定結果について示す。支援対象事業者ごとに「CNFに関する削減貢献量算定ガイドライン」に沿って、算定の条件を記載したシートを作成し、それに基づく算定結果として2枚表として整理した。なお、対象となる普及量については、表 2.3.2.1 の通り整理した。

表 2.3.2.1 算定状況

No.	支援対象事業者	対象製品	普及量の考え方
1	株式会社吉川国工業所	スタックアップコンテナ	2.3.1.1
2	タキロンシーアイ株式会社	雨水浸透枳	2.3.1.2
3	SOLIZE 株式会社	自動車部品	2.3.1.3
4	トヨタ車体株式会社	自動車部品	2.3.1.4
5	豊田合成株式会社	グラブボックス	2.3.1.4

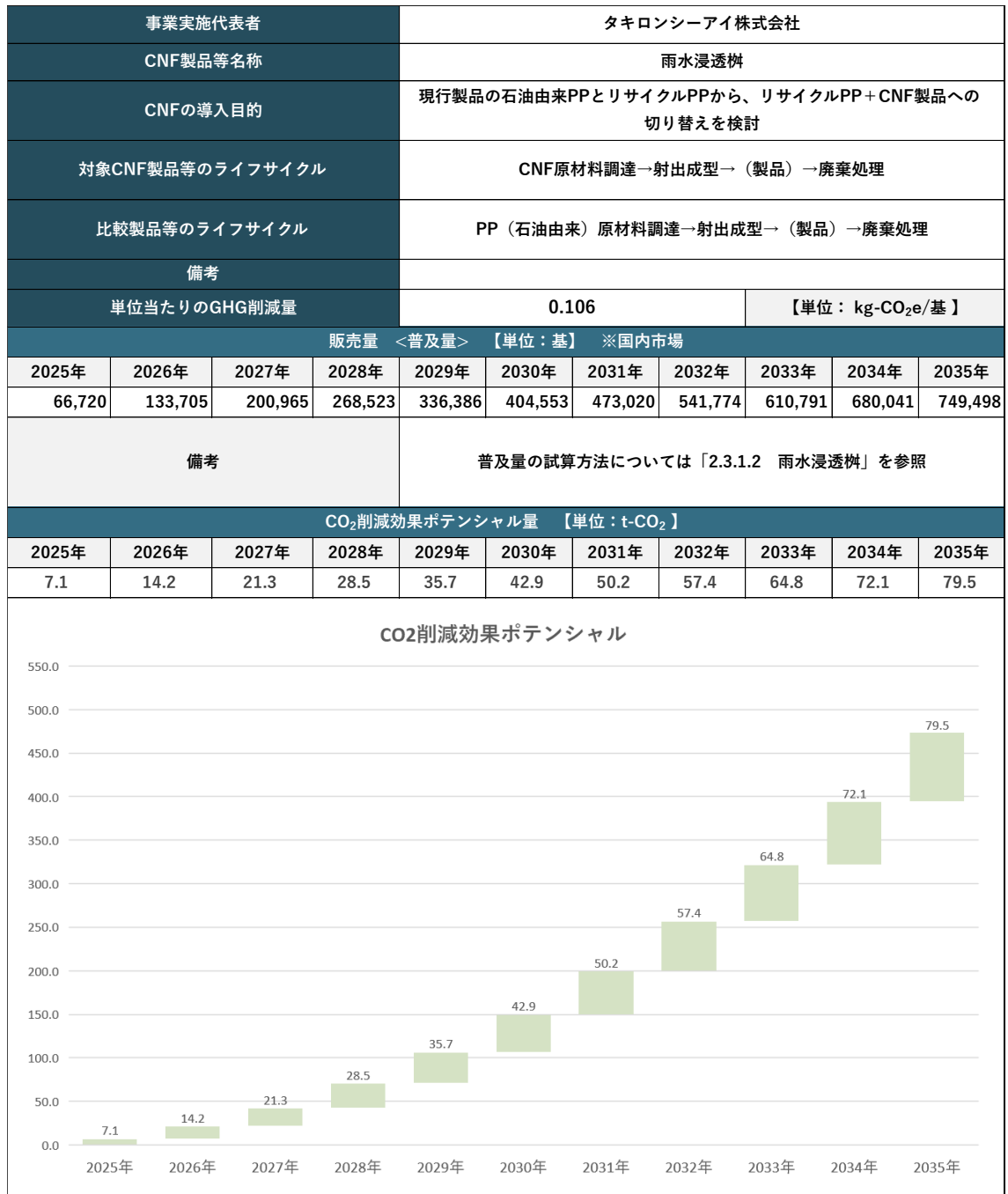
2.3.2.1 株式会社吉川国工業所：スタックアップコンテナ

条件項目	詳細
① 実施目的	バイオマスの導入により石油由来プラスチックの削減を狙う。 CNF添加PPにより試作品と、現行の石油PP製品とのCO2排出量の比較を行う。
② 評価対象製品等	スタックアップコンテナ
③ 最終製品等	スタックアップコンテナ
④ 機能	小物等の保管
⑤ 機能単位	1単位：現行スタックコンテナの本体と蓋を合わせた使用
⑥ 評価範囲	<pre> graph TD A[原材料調達] --> B[第一コンパウンド] B --> C[第二コンパウンド] C --> D[製品製造] D --> E[再利用可能端材] D --> F[廃棄] D --> G[ロスの廃棄] E --> A </pre>
⑦ カットオフ基準	生産設備の資本財や原材料の副資材、また、間接部門に係る負荷はカットオフとする。 原材料調達コストの5%程度未満であること。 または、当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が温室効果ガス総排出量に対して5%程度未満であること。 流通段階の保管に係る負荷、土地利用変化に係る負荷等。 流通時の梱包資材に係る負荷、一部の副資材等。
⑧ 比較対象製品等	現行製品（PP）
⑨ ベースライン（比較対象製品等の最終製品等）	スタックアップコンテナ
⑩ 普及量（販売量）	普及量の試算方法について「2.3.1.1 ポリプロピレン（PP）利用容器」を参照
⑪ データ品質	評価対象製品及び比較対象製品ともに、試作時の実データを使用。 試作品においては、マスターバッチのコンパウンドを含めた歩留まりである。 約11%の軽量化が見込まれた。
⑫ 出典	排出原単位：LCIデータベース IDEA version 2.3, 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会とLCA 研究グループ, 一般社団法人サステナブル経営推進機構



2.3.2.2 タキロンシーアイ株式会社：雨水浸透枳

条件項目	詳細
① 実施目的	「セルロースナノファイバー（以後、CNF）素材を用いた雨水浸透枳」を対象とした温室効果ガス排出量を算定し、削減効果ポテンシャル量の評価を行うことを目的とする。
② 評価対象製品等	CNF素材を適用した雨水浸透枳
③ 最終製品等	雨水浸透枳
④ 機能	雨水を地中へ分散させる機能
⑤ 機能単位	雨水浸透枳1基の設置
⑥ 評価範囲	<pre> graph TD A[原材料調達] --> B[製品製造] B --> C[再利用可能端材] B --> D[廃棄] B --> E[ロスの廃棄] C --> A </pre>
⑦ カットオフ基準	生産設備の資本財や原材料の副資材、また、間接部門に係る負荷はカットオフとする。 原材料調達コストの5%程度未満であること。 または、当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が温室効果ガス総排出量に対して5%程度未満であること。 流通段階の保管に係る負荷、土地利用変化に係る負荷等。 流通時の梱包資材に係る負荷、一部の副資材等。
⑧ 比較対象製品等	現行製品（バージンポリプロピレンとリサイクルポリプロピレン）
⑨ ベースライン（比較対象製品等の最終製品等）	雨水浸透枳
⑩ 普及量（販売量）	普及量の試算方法については「2.3.1.2 雨水浸透枳」を参照
⑪ データ品質	評価対象製品及び比較対象製品ともに、量産時の実データを使用 製造した雨水浸透枳が全て販売されることを想定し削減ポテンシャルを計算
⑫ 出典	排出原単位：LCIデータベース IDEA version 2.3, 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会とLCA 研究グループ, 一般社団法人サステナブル経営推進機構



2.3.2.3 SOLIZE 株式会社：自動車部品

条件項目	詳細
① 実施目的	3D成型品へのCNFの導入により、歩留まりの向上及び化石由来原料使用量の削減が見込めるため、当該CNF製品とCNFを使用しない現行の3D成型製品の温室効果ガス排出量の比較を実施する。
② 評価対象製品等	自動車部品
③ 最終製品等	福祉自動車
④ 機能	エンジン等の動力によって車輪を回転させ、路上を走る機能
⑤ 機能単位	福祉自動車の製造
⑥ 評価範囲	 <pre> graph TD A[原料調達] --> B["製造 (3D成型)"] B --> C[廃棄] </pre>
⑦ カットオフ基準	生産設備の資本財や原材料の副資材、また、間接部門に係る負荷はカットオフとする。 原材料調達コストの5%程度未満であること。 または、当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が温室効果ガス総排出量に対して5%程度未満であること。 流通段階の保管に係る負荷、土地利用変化に係る負荷等。 流通時の梱包資材に係る負荷、一部の副資材等。
⑧ 比較対象製品等	現行製品（3D成型自動車部品）
⑨ ベースライン（比較対象製品等の最終製品等）	福祉自動車
⑩ 普及量（販売量）	普及量の試算方法については「2.3.1.3 福祉自動車」を参照
⑪ データ品質	評価対象製品、比較対象製品ともに実データを使用 最終製品においては、販売する自動車部品が全て製品化することを想定し計上
⑫ 出典	排出原単位：LCIデータベース IDEA version 2.3, 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会とLCA 研究グループ, 一般社団法人サステナブル経営推進機構

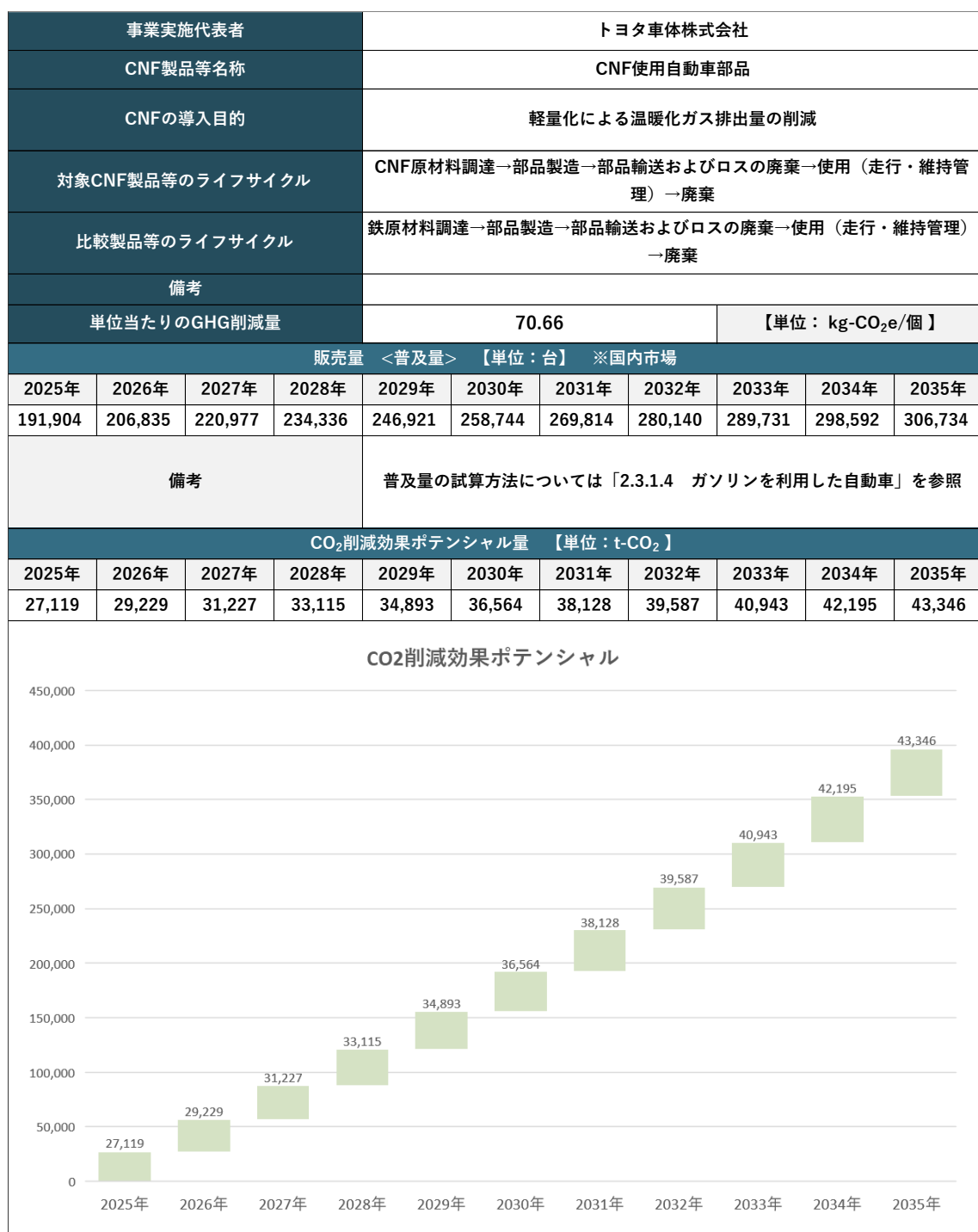
事業実施代表者				SOLIZE株式会社						
CNF製品等名称				CNF使用自動車部品（福祉自動車用）						
CNFの導入目的				CNFの導入による3D成型時の歩留まりの向上及び化石由来原料使用量の削減						
対象CNF製品等のライフサイクル				CNF原料調達 → 3D成型 →（使用）→ 廃棄						
比較製品等のライフサイクル				石油由来等原料調達 → 3D成型 →（使用）→ 廃棄						
備考										
単位当たりのGHG削減量				80.18				【単位： kg-CO ₂ e/個】		
販売量 <普及量> 【単位：個】										
2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年
1,516	2,262	3,001	3,732	4,454	5,167	5,871	6,566	7,252	7,928	8,594
備考				普及量の試算方法については「2.3.1.3 福祉自動車」を参照						
CO ₂ 削減効果ポテンシャル量 【単位：t-CO ₂ e】										
2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年
121.5	181.4	240.6	299.2	357.1	414.3	470.7	526.4	581.4	635.6	689.1

CO2削減効果ポテンシャル

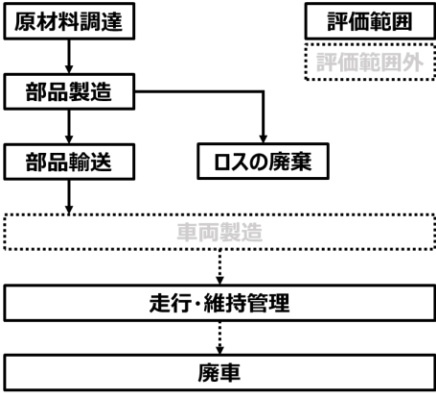
年	削減効果ポテンシャル
2025年	121.5
2026年	181.4
2027年	240.6
2028年	299.2
2029年	357.1
2030年	414.3
2031年	470.7
2032年	526.4
2033年	581.4
2034年	635.6
2035年	689.1

2.3.2.4 トヨタ車体株式会社：自動車部品

条件項目	詳細
① 実施目的	「セルロースナノファイバー（以後、CNF）素材を用いた自動車製品」を対象とした温室効果ガス排出量を算定し、削減効果ポテンシャル量の評価を行うことを目的とする。
② 評価対象製品等	CNF素材を適用した自動車部品
③ 最終製品等	ガソリン自動車
④ 機能	ガソリンエンジンの動力によって車輪を回転させ、路上を走る機能
⑤ 機能単位	自動車1台に組み込んだ、1つの部材の10年122,172kmの走行
⑥ 評価範囲	原材料調達→部品製造→部品輸送およびロスの廃棄、走行・維持管理、廃車までを評価範囲とする <pre> graph TD A[原材料調達] --> B[部品製造] B --> C[部品輸送] B --> D[ロスの廃棄] C --> E[車両製造] E --> F[走行・維持管理] F --> G[廃車] </pre>
⑦ カットオフ基準	生産設備の資本財や原材料の副資材、また、間接部門に係る負荷はカットオフとする。 原材料調達コストの5%程度未満であること。 または、当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が温室効果ガス総排出量に対して5%程度未満であること。 流通段階の保管に係る負荷、土地利用変化に係る負荷等。 流通時の梱包資材に係る負荷、一部の副資材等。
⑧ 比較対象製品等	鉄を用いた自社における自動車用部品
⑨ ベースライン（比較対象製品等の最終製品等）	ガソリン自動車
⑩ 普及量（販売量）	普及量の試算方法については「2.3.1.4 ガソリンを利用した自動車」を参照
⑪ データ品質	評価対象製品及び比較対象製品ともに、量産時の実データを使用 最終製品においては、販売する自動車部品が全て製品化することを想定し計上
⑫ 出典	排出原単位：LCIデータベース IDEA version 2.3， 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会とLCA 研究グループ， 一般社団法人サステナブル経営推進機構



2.3.2.5 豊田合成株式会社：グラブボックス

条件項目	詳細
① 実施目的	「セルロースナノファイバー（以後、CNF）素材を用いた自動車製品」を対象とした温室効果ガス排出量を算定し、削減効果ポテンシャル量の評価を行うことを目的とする。
② 評価対象製品等	CNF素材を適用した自動車用部品（グラブボックス）
③ 最終製品等	ガソリン自動車
④ 機能	ガソリンエンジンの動力によって車輪を回転させ、路上を走る機能
⑤ 機能単位	自動車1台に組み込んだ、1つの部材の10年122,172kmの走行
⑥ 評価範囲	原材料調達→部品製造→部品輸送およびロスの廃棄、走行・維持管理、廃車までを評価範囲とする  <pre> graph TD A[原材料調達] --> B[部品製造] B --> C[部品輸送] B --> D[ロスの廃棄] C --> E[車両製造] E -.-> F[走行・維持管理] F --> G[廃車] subgraph EvaluationRange [評価範囲] B D F G end subgraph EvaluationRangeOut [評価範囲外] E end </pre>
⑦ カットオフ基準	生産設備の資本財や原材料の副資材、また、間接部門に係る負荷はカットオフとする。 原材料調達コストの5%程度未満であること。 または、当該プロセスや投入物が起因する温室効果ガス排出量が温室効果ガス総排出量に対して5%程度未満であること。 流通段階の保管に係る負荷、土地利用変化に係る負荷等。 流通時の梱包資材に係る負荷、一部の副資材等。
⑧ 比較対象製品等	ポリプロピレン（PP）と滑石を用いた自社における自動車用部品（グラブボックス）
⑨ ベースライン（比較対象製品等の最終製品等）	ガソリン自動車
⑩ 普及量（販売量）	普及量の試算方法については「2.3.1.4 ガソリンを利用した自動車」を参照
⑪ データ品質	評価対象製品及び比較対象製品ともに、量産時の実データを使用 最終製品においては、販売する自動車部品が全て製品化することを想定し計上
⑫ 出典	排出原単位：LCIデータベース IDEA version 2.3， 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 社会とLCA 研究グループ， 一般社団法人サステナブル経営推進機構

事業実施代表者				豊田合成株式会社						
CNF製品等名称				自動車部品（CNF使用グラブボックス）						
CNFの導入目的				軽量化による温暖化ガス排出量の削減						
対象CNF製品等のライフサイクル				CNF原材料調達→部品製造→部品輸送およびロスの廃棄→使用（走行・維持管理）→廃棄						
比較製品等のライフサイクル				PP（石油由来）+滑石原材料調達→部品製造→部品輸送およびロスの廃棄→使用（走行・維持管理）→廃棄						
備考										
単位当たりのGHG削減量				0.672				【単位： kg-CO ₂ e/個 】		
販売量 <普及量> 【単位：台】 ※国内市場										
2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年
191,904	206,835	220,977	234,336	246,921	258,744	269,814	280,140	289,731	298,592	306,734
備考				普及量の試算方法については「2.3.1.4 ガソリンを利用した自動車」を参照						
CO ₂ 削減効果ポテンシャル量 【単位：t-CO ₂ 】										
2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年
129.00	139.04	148.55	157.53	165.99	173.93	181.38	188.32	194.76	200.72	206.19

CO₂削減効果ポテンシャル

年	削減効果ポテンシャル (t-CO ₂)
2025年	129.00
2026年	139.04
2027年	148.55
2028年	157.53
2029年	165.99
2030年	173.93
2031年	181.38
2032年	188.32
2033年	194.76
2034年	200.72
2035年	206.19

2.3.3 ホットスポット分析および削減ポイント

2.3.2 項の算定結果における、CNF 活用製品の社会実装に向けてのホットスポット分析と削減ポイントについて以下のとおり整理した。

- ・ 自動車部材等については、軽量化による走行段階の CO₂ 削減効果が大きいいため、さらなる軽量化を進めることが削減ポイントとして期待できる。
- ・ CNF の特徴である強度を活かし、リサイクル材の強度不足を補うことにより、リサイクル材利用量の増加に伴う CO₂削減効果が期待できる。
- ・ CNF 製造にかかる CO₂排出量が多いため、単純な軽量化だけでなく機能性も考慮した製品設計を行うことで、CNF の物性を考慮した削減効果を十分考慮する必要がある。

2.4 革新素材として適切かつ効果的な環境情報開示方法の検討

脱炭素の革新的新素材を活用した製品等の環境性能情報の在り方の検討や適切な環境性能情報開示方法・仕組みについて検討することを目的とし、CNF に係る団体や工業会（表 2.4.1）および 2.2 項の表 2.2.1 における支援対象事業者へのヒアリングを行った。

表 2.4.1 ヒアリング対象団体・工業会

No.	団体・工業会名称
1	日本製紙連合会
2	(一社) 西日本プラスチック製品工業協会

ヒアリングに使用した質問票を表 2.4.2 に、CNF に係る団体や工業会と支援対象事業者からの回答を表 2.4.3 に示す。

表 2.4.2 質問票

● CNF を取り扱う際に必要と思う環境情報について教えてください
● CNF のどの部分をアピールするとよいと思いますか？
● CNF を取り扱ううえでどのような情報があれば扱いやすいと考えますか？
● CNF での認証関係がもしも必要ならば、どのような認証が必要だと思いますか？

CNF を取り扱う際に必要と思われる環境情報に関しては製造している最終製品の特長に依存しつつも、SDS（Safety Data Sheet：安全データシート）は最低限必要ということで CNF に係る団体や工業会においては共通していた。これに加え、安全性を証明することや環境配慮型であることをアピールする必要もある。所謂「ナノ」という言葉に抵抗や不安を感じている下流事業所や顧客は存在し、特に食品や化粧品業界で多く見られるという。

CNF のアピールポイントとしては低い線熱膨張や完全ナノ分散 CNF での透明性及びチ

キソ性が挙げられ、CNF を取り扱う事業者へ訴求できるポイントが明確になった。一方で、一般消費者へはこれらに比べわかりやすいポイントが必要とされ、バイオマス素材であることや CO₂排出量、そしてリサイクル性などを明記することが重要と考えられる。

取り扱う上での情報と認証に関しては、用途によって異なる側面が強いが、そんな中でもトレーサビリティを考慮し、原産地証明があると安心に繋がる可能性があるという意見があった。他にも安全性に関する認証やライフサイクルの観点からカーボンニュートラルであることを証明することが出来れば幅広く受け入れられると予想される。

支援対象事業者からの回答は実践的なものが多く、必要と思う環境情報に関しては CNF という材料がどのようなものなのかという基礎的なところから CO₂の排出量を見据えたものやリサイクル性に関してのものまで幅広くあった。

アピールポイントとしては技術的な点を挙げつつも、一番多かった意見としては環境にやさしい素材であることであった。植物由来の素材でありつつ、性能を向上させることのできる素材ということをアピールするとよいと考えている事業所が多かった。

CNF を扱う上で欲しい情報としては技術的な側面が強く、「どのように活用するのがいいのか」や「その他素材と比べての優位性」などが挙げられた。そして認証制度に関しては現状では不要という意見がありつつも、トレーサビリティを重視した FSC 認証（森林認証制度）を必要とするという意見も存在した。CNF が環境に良いインパクトを与えるという証明をする認証制度が多く挙げられた。

表 2.4.3 支援対象事業者からの回答

	質問内容	回答
①	CNF を取り扱う際に必要と思う環境情報について教えてください	・ LCA（CO₂排出削減効果） ・ CNF テクニカルレポート（ナノファイバー素材） ・ サプライチェーン ・ 水平リサイクル効果 ・ CO₂排出原単位の試算情報。知財の可視化 ・ CNF がどのような材料由来なのか ・ パルプを CNF 製造の際使うわけですが、パルプの利用が環境に与えるインパクトの情報が少なく感じています
②	CNF のどの部分をアピールするとよいと思いますか？	・ 環境に優しいバイオマス素材（再生可能な持続型資源） 脱石油資源化、100%リサイクルが容易な素材 ・ 機械特性（軽量・高剛性他）、化学/生物特性（ガスバリア性・低環境毒性他）、寸法安定性等に優れている ・ 植物由来で、配合することで CO₂低減 ・ 樹脂補強性（高強度、高弾性、軽量） ・ 発泡成形発泡セルの微細化

		・植物由来で有り環境に優しい上に僅かな量で強度を向上させることが出来る、リサイクル性に優れており粉碎し再利用が可能であり物性も担保される ・補強材にはないリサイクル性 ・CNF で作ったプロダクトが環境に与える影響をアピール
③	CNF を取り扱ううえでどのような情報があれば扱いやすいと考えますか？	・ LCA (CO₂排出削減効果) ・ 安全性で再生可能な持続型資源である公開情報 ・ 海外動向情報 ・ バイオマス素材の中での CNF 優位性 ・ CNF テクニカルレポート ・ 性状：粉体/水溶液 ・ CNF の物理量 ・ 叩解度(繊維径)、変性基 (〇〇化, △△処理、変性量) ・ 樹脂マスターバッチ有無 (キャリア樹脂種) ・ 基本特性 (〇%含有での機械的特性)、〇〇との相性が良い。〇〇と融合し強度が向上する。 ・ 採用する場合の価格 (目標でも可) ・ CNF に使用されるパルプの情報
④	CNF での認証関係がもしも必要ならば、どのような認証が必要だと思いますか？	・ ISO 関連 ・ FSC 認証 (森林認証制度) ・ ISCC 認証 (国際持続可能性カーボン認証) ・ CNF 複合樹脂の JIS 化 (バイオマスマーク、バイオマスプラマーク、UL) ・ 現状不要 ・ CNF 純度、特性、CNF は単独での使用は無いので複合した材料の確からしさ ・ どのようなプロセスで成形された CNF (入りコンパウンド) なのか

第3章 CNF活用製品等の市場化の拡大に向けた普及・啓発業務の実施

3.1 情報交換会の実施

2021年10月から2022年3月までの間に、CNF活用製品等の社会実装に向けた情報交換会を9回実施した。情報交換会は、多様な切り口で事業者の理解を深めることができるよう、①Webセミナー（3回開催）、②各種展示会への出展（5回開催）、③関係者による座談会（1回開催）の3つの形式で実施した。なお、座談会はWebセミナーと併催とし、Webセミナー参加者に対し引き続き配信を行った。

それぞれの情報交換会の日程、タイトルを表3.1.1に示す。

表 3.1.1 情報交換会一覧

	区分	日程	タイトル
①	Web セミナー	2021/10/5	ナノセルロースジャパン（NCJ）・環境省 NCP 事業 ジョイントセミナー 国際社会における CNF 動向とカーボンニュートラルへの取組
②	座談会	2021/10/5	ナノセルロースジャパン（NCJ）・環境省 NCP 事業 ジョイントセミナーと同時開催
③	展示会出展	2021/10/13-15	BioJapan 2021
④	展示会出展	2021/10/21-23	徳島ビジネスチャレンジメッセ
⑤	展示会出展	2021/10/22・23	SDGs AICHI EXPO2021
⑥	展示会出展 (Web)	2021/12/1- 2022/2/28	ふじのくに CNF 総合展示会 2021
⑦	展示会出展	2021/12/8-10	エコプロ 2021
⑧	Web セミナー	2021/12/21	第 464 回生存圏シンポジウム バイオナノマテリアルシンポジウム 2021 ー アカデミアからの発信ー
⑨	Web セミナー	2022/3/29	第 468 回生存圏シンポジウム ナノセルロースシンポジウム 2022 CNF とキチン NF 夢と現実、そしてこれから

3.2 Web セミナーの開催

Web セミナーに関しては、3.1 の表中の①ナノセルロースジャパンとの共催セミナーとして国際動向と材料の展望、⑧バイオナノマテリアルシンポジウム 2021 として CNF を含むバイオマス資源の先進的利用の促進の情報提供、⑨ナノセルロースシンポジウム 2022 として CNF のポテンシャル、実用化に関する最新報告等を実施した。

各セミナーの概要を以下表 3.2.1～表 3.2.3 及び図 3.2.1～3.2.2 に示す。

表 3.2.1 ナノセルロースジャパン共催セミナー

イベント名	ナノセルロースジャパン（NCJ）・環境省 NCP 事業ジョイントセミナー 国際社会における CNF 動向とカーボンニュートラルへの取組
日時	2021 年 10 月 5 日（火）13：30-17：00
場所	Zoom を使用した Web セミナー
主催	ナノセルロースジャパン（NCJ）／環境省ナノセルロースプロモーション（NCP）事業
連携機関等	後援：京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点／ふじのくに CNF プラットフォーム／富士市 CNF プラットフォーム／関西 CNF プラットフォーム／晴れの国 CNF 連絡会／四国 CNF プラットフォーム／薩摩川内市竹バイオマス産業都市協議会
目的	CNF に関するオールジャパン体制の産学官連携組織、ナノセルロースフォーラム（NCF）の後継組織であるナノセルロースジャパン（NCJ）と連携し、ナノセルロースに関する日本の状況と NCJ の役割を踏まえ、CNF 材料の社会実装を支援する環境省事業の紹介と、海外における CNF 開発の動向、LCA の視点に立った CNF 材料の展望に関する情報提供を行う。
参加者数	視聴者数：619 名（申込者数：733 名）
プログラム	・開会挨拶 環境省 地球環境局地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室 坂木 良太 ・環境省の CNF に関する取組紹介 環境省 地球環境局地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室 坂木 良太 ・セルロース複合材の材料開発 豊田合成株式会社 先端材料開発部 有機材料開発室 GL 内田 均 ・環境省ナノセルロースプロモーション（NCP）事業について 京都大学 生存圏研究所 教授 矢野 浩之 ・CNF 開発の海外動向と日本との比較 東京大学 大学院 農学生命科学研究科 特別教授 磯貝 明 ・LCA 視点から見た、CNF のカーボンニュートラル社会への展望

	一般社団法人サステナブル経営推進機構 コンサルティング事業部 部長代理 鶴田 祥一郎 ・ 質疑応答 ・ 座談会 京都大学 生存圏研究所 教授 矢野 浩之 東京大学 大学院 農学生命科学研究科 特別教授 磯貝 明 一般社団法人サステナブル経営推進機構 コンサルティング事業部 部長代理 鶴田 祥一郎 ・ 閉会挨拶 ナノセルロースジャパン 事務局長 野々村 文就
実施の成果	環境省事業の紹介、国内の最新事例の紹介をするとともに、国際動向を紹介することで、日本の CNF 技術の世界における位置づけを確認するとともに、国内においてあまり知られていない知見の普及をすることができた。

[illegible][illegible]

98

表 3.2.2 バイオナノマテリアルシンポジウム 2021

イベント名	第 464 回生存圏シンポジウム バイオナノマテリアルシンポジウム 2021ー アカデミアからの発信 ー
日時	2021 年 12 月 21 日（火）13:00-17:10
場所	Zoom を使用した Web セミナー
連携機関等	主催：京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点（経済産業省 地域オープンイノベーション拠点）・ナノセルロースジャパン 共催：近畿経済産業局／地方独立行政法人京都市産業技術研究所／環境省 ナノセルロースプロモーション事業
目的	高性能のセルロースナノファイバーやナノクリスタル、キチンナノファイバー等から構築されているバイオナノマテリアルに関する研究が、今、どのような方向に向かい、展開しているのか、時代を先導する研究グループや研究者が最もホットな話題を発表し、バイオマス資源の先進的利用の促進を図る。
参加者数	視聴者数：796 名
プログラム	- 趣旨説明と各グループの紹介 京都大学 生存圏研究所 教授 矢野 浩之 - セッション 1 「CNF の結晶性は分散と会合が支配する」 東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 製紙科学研究室 准教授 齋藤 継之 「ナノセルロースに色素を混ぜてみたら、新しい定量法を発明できて学会でも受賞できちゃった話」 信州大学 繊維学部 化学・材料学科 教授 荒木 潤 「ミクロ～マクロのデータが物語るバイオベースコンポジット+α」 京都大学大学院 農学研究科 森林科学専攻 生物材料化学分野 准教授 寺本 好邦 - 質疑応答 - セッション 2 「想定外への挑戦—CNF 切り紙によるエレクトロニクス放熱—」 大阪大学 産業科学研究所 第 2 研究部門 自然材料機能化研究分野 助教 上谷 幸治郎 「次世代京都プロセスと高耐衝撃材料の開発」 京都大学 生存圏研究所 生物機能材料分野 教授 矢野 浩之 「キチンナノファイバーによる非アルコール性脂肪肝炎の改善効果」 鳥取大学 工学研究科 化学・生物応用工学専攻 教授 伊福 伸介 「フィブロインナノファイバーのバイオマテリアルへの展開」 京都工芸繊維大学 繊維学系 バイオベースマテリアル学専攻

	バイオ機能材料研究室 准教授 岡久 陽子 ・質疑応答 セッション 3 ・「木材を料理する」 秋田県立大学 木材高度加工研究所 准教授 足立 幸司 ・「セルロースの合成生物学への挑戦」 京都大学 生存圏研究所 マテリアルバイオロジー分野 教授 今井 友也 ・「生態系材料学のスゝメ」 九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門サステナブル資源科学講座 生物資源化学分野 教授 北岡 卓也 ・質疑応答
実施の成果	バイオナノマテリアルという広い視点からの技術情報、多様な産業への展開について発表を行うことで、CNFのみならず、バイオマス資源の先進的利用というカーボンニュートラルに資する取り組みの最前線の情報を周知することができた。



表 3.2.3 ナノセルロースシンポジウム 2022

イベント名	ナノセルロースシンポジウム 2022／第 468 回生存圏シンポジウム 「CNF とキッチン NF 夢と現実、そしてこれから」
日時	2022 年 3 月 29 日（火）13:00-17:40
場所	対面と Zoom によるオンライン配信のハイブリッド開催
連携機関等	主催：京都大学生存圏研究所、バイオナノマテリアル共同研究拠点（経済産業省 地域オープンイノベーション拠点） 共催：近畿経済産業局／地方独立行政法人京都市産業技術研究所／環境省 ナノセルロースプロモーション事業／ナノセルロースジャパン
目的	TEMPO 酸化 CNF、機能材料用 CNF、構造用 CNF、キッチン NF の夢（ポテンシャル）と現実（材料開発の現状）、そしてこれから（今後の方向性）について、長年にわたりそれぞれをリードしてきた研究者が思う存分に語る。また、最後には、CNF の実用化に関する最新の報告を行う。
参加者数	参加者数：1,100 名（予定）
プログラム	開会挨拶 第 1 部 ①TEMPO 酸化 CNF ・東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 齋藤 継之 ②機能材料用 CNF ・大阪大学 産業科学研究所 第 2 研究部門 能木 雅也 質疑（第 1 部） 第 2 部 ③構造用 CNF ・京都大学 生存圏研究所 矢野 浩之 ④キッチンナノファイバー ・鳥取大学 工学研究科 化学・生物応用工学専攻 伊福 伸介 ⑤CNF 実用化例 ・「CNF と水酸化カルシウムの複合体を利用した廃水処理技術の開発」 岐阜県産業技術総合センター 浅倉 秀一 ・「CNF 配合発泡剤マスターバッチと発泡成形」 永和化成工業（株） 関 苑江 ・「発酵ナノセルロース（NFBC）の生産増強と事例紹介」 草野作工（株） 松島 得雄 質疑（第 2 部） 閉会挨拶

実施の成果	20年にわたる研究により、CNFの課題とその解決策は様々に研究されている。CNFのポテンシャル、材料開発の現状、実用化最新動向、今後の方向性を伝えることにより、バイオマス由来の高性能材料であるCNFについての再評価を求めることができた。
-------	--

3.3 展示会への出展

外部の展示会へは、リアル開催展示会に4回、Web展示会に1件出展した。リアル展示会のうち3回についてはNCVコンセプトカーを含む展示を行った。

各展示会の概要を以下表3.3.1～表3.3.4及び図3.3.1～図3.3.5に示す。

表 3.3.1 BioJapan 2021

イベント名	BioJapan 2021
日時	2021年10月13日（水）-15日（金） 10：00-17：00
場所	パシフィコ横浜
主催	BioJapan 組織委員会（株）JTB コミュニケーションデザイン
連携機関等	—
目的	バイオマス関連ビジネスを展開する事業者へ、CNFの可能性、活用事例を紹介し、新たなCNF利活用ニーズの掘り起こしを行う。
参加者数	14,891名（3日間合計の会場への来場者数）
展示内容	ブース展示 ・CNF概要紹介（製造方法、環境省によるCNFの社会実装に向けた取り組み、LCAの概要、活用事例等） ・ナノセルロースヴィークル（NCV）の展示紹介 ・自動車部品分野での環境省CNF事例紹介 ・日用品分野での環境省CNF事例紹介 ・衛生用品、スポーツ用品、食器等幅広い分野でのCNF活用事例紹介
実施の成果	CNFによる開発製品の中でもシンボリックな存在であるNCVとともに、おむつやシャンプー等の衛生関連商品を展示することで、本展示会の主力ターゲットである医療関係をはじめとする、今までCNFを知らなかった来場者の興味を引き付け、バイオ関連ビジネスを実施する事業者にCNFの存在を示すことができた。



図 3.3.1 BioJapan 2021 ブース展示

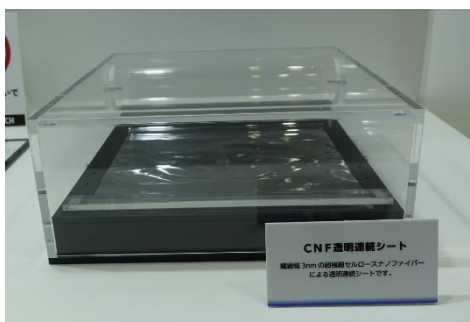


図 3.3.2 BioJapan 2021 展示物

表 3.3.2 徳島ビジネスチャレンジメッセ

イベント名	徳島ビジネスチャレンジメッセ
日時	2021 年 10 月 21 日（木）-23 日（土） 10：00-17：00
場所	アスティとくしま
主催	徳島ビジネスチャレンジメッセ実行委員会
連携機関等	—
目的	四国地域には CNF 材料製造メーカーが集積していると共に、柑橘由来の CNF を製造するなど川上側に特徴がある。四国産 CNF の新規需要先の検討など、地域資源としての CNF の活用と需要拡大を狙う。
参加者数	11,000 名（3 日間合計の会場への来場者数）
展示内容	ブース展示 ・ CNF 概要紹介（製造方法、環境省による CNF の社会実装に向けた取り組み、LCA の概要、活用事例等） ・ 自動車部品分野での環境省 CNF 事例紹介 ・ 日用品分野での環境省 CNF 事例紹介 ・ 衛生用品、スポーツ用品、食器等幅広い分野での CNF 活用事例紹介
実施の成果	四国地域の事業者へ地元資源による身近な製品への新素材導入の可能性を知らしめることができた。 県庁担当者との情報交換により、次年度以降の取組強化に向けた連携活動の動きを作ることができた。

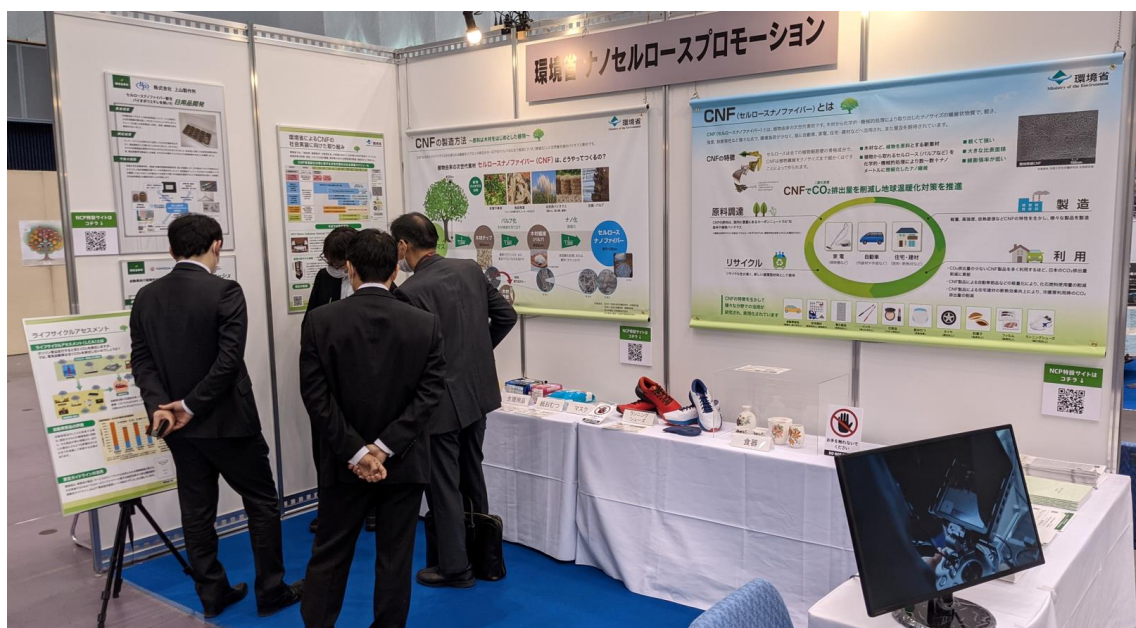


図 3.3.3 徳島ビジネスチャレンジメッセ

表 3.3.3 SDGs AICHI EXPO 2021

イベント名	SDGs AICHI EXPO 2021
日時	2021 年 10 月 22 日（金）・23 日（土） 10:00～17:00
場所	Aichi Sky Expo（愛知県国際展示場）展示ホール A
主催	SDGs AICHI EXPO 実行委員会
連携機関等	—
目的	軽くて強い CNF の特徴は、燃料を使って輸送を行う自動車産業における CO₂削減に大きく貢献できる可能性がある。自動車産業の集積地である愛知地区において、NCV とともに各種自動車部品を中心とした展示を行うことで、自動車産業への訴求を狙う。 また、学生の参加も多く期待できるイベントであることから、SDGs やカーボンニュートラルへの理解を深め、新素材である CNF の一般への普及も狙うものとする。
参加者数	2021 年 10 月 22 日（金）2,578 名 2021 年 10 月 23 日（土）2,798 名 合計 5,376 名
展示内容	ブース展示 ・ CNF 概要紹介（製造方法、環境省による CNF の社会実装に向けた取り組み、LCA の概要、活用事例等） ・ NCV の展示紹介 ・ 自動車部品分野での環境省 CNF 事例紹介 ・ 日用品分野での環境省 CNF 事例紹介 ・ 衛生用品、スポーツ用品、食器等幅広い分野での CNF 活用事例紹介
実施の成果	技術系の来場者も多く、NCV および自動車部品を説明に使用することで、より高い関心を持っていただくことができた。地域 TV 局、雑誌等の取材が複数件入り、中部地域での CNF 普及啓発に大きく役立つ展示となった。

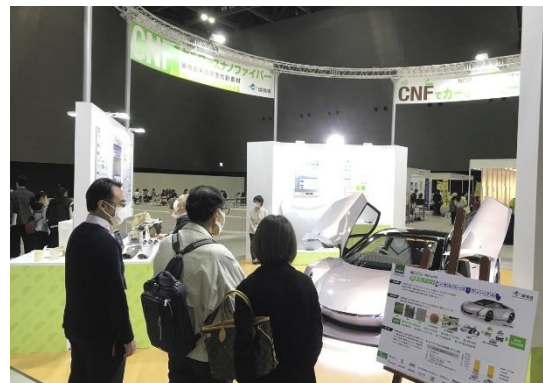


図 3.3.4 SDGs AICHI EXPO 2021

表 3.3.4 エコプロ 2021

イベント名	エコプロ 2021
日時	2021 年 12 月 8 日（水）-10 日（金） 10:00～17:00
場所	東京ビッグサイト 東 2～3 ホール
主催	（一社）サステナブル経営推進機構、日本経済新聞社
連携機関等	—
目的	日本最大級の環境展示会において、多様な参加者に向けて環境省のカーボンニュートラルに向けた様々な取組を紹介する。
参加者数	12 月 8 日（水） 雨 17,550 人 12 月 9 日（木） 晴 19,678 人 12 月 10 日（金） 晴 17,657 人 合計 54,885 人
展示内容	ブース展示 ・ CNF 概要紹介（製造方法、環境省による CNF の社会実装に向けた取り組み、LCA の概要、活用事例等） ・ NCV の展示紹介 ・ 自動車部品分野での環境省 CNF 事例紹介 ・ 日用品分野での環境省 CNF 事例紹介
実施の成果	環境省の他取組とともに紹介することにより、カーボンニュートラル社会の実現に向けた国の取組を多面的に紹介することができた。 同展示会に出展している CNF 関連事業者ブースと連携し、環境省事業にて作成したセルロースナノファイバー利活用ガイドラインの配布を実施したことで、一般向け、CNF に興味を持つ事業者向け双方に対しての情報提供を効率的に行うことができた。 本事業の共同実施者であるサステナブル経営推進機構が主催者であることから、来賓客を計画的に環境省ブースへの誘導し、取り組みの紹介を行うことができた。 テレビ東京「ワールドビジネスサテライト」の取材を受け NCV 等が全国放映され、CNF 普及啓発に大きく役立った。



図 3.3.5 エコプロ 2021

3.4 座談会の実施

座談会として、ナノセルロースフォーラムと共催の形でオンライン座談会として NCJ・環境省 NCP 事業ジョイントセミナーの中で 1 件を開催した。概要を以下に表 3.4.1 及び図 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 NCJ・環境省 NCP 事業ジョイントセミナー

イベント名	座談会 セルロースナノファイバー 夢と現実、そしてこれから
日時	2021 年 10 月 5 日（火）16：15-16：50
場所	京都大学 生存圏研究所
主催	ナノセルロースジャパン（NCJ）／環境省ナノセルロースプロモーション（NCP）事業
連携機関等	後援：京都大学バイオナノマテリアル共同研究拠点／ふじのくに CNF プラットフォーム／富士市 CNF プラットフォーム／関西 CNF プラットフォーム／晴れの国 CNF 連絡会／四国 CNF プラットフォーム／薩摩川内市竹バイオマス産業都市協議会
目的	CNF の技術及び環境影響評価の専門家の対談により、セルロースナノファイバーの開発の歴史を振り返り、CNF への期待と現実的な課題等を確認し、カーボンニュートラル社会に向けたライフサイクル視点による製品開発の重要性を紹介する。
参加者数	視聴者数：619 名 （申込者数：733 名）
実施内容	登壇者 京都大学 生存圏研究所 教授 矢野 浩之 東京大学 大学院 農学生命科学研究科 特別教授 磯貝 明 一般社団法人サステナブル経営推進機構 コンサルティング事業部 部長代理 鶴田 祥一郎
実施の成果	新素材の開発と普及には、基礎研究、社会実装の双方のアプローチが重要であること、LCA による CO ₂ の可視化によって消費者が先導する脱炭素マーケットの構築への期待を、講演とは異なる座談会という情報提供の形式をとることで、より視聴者に興味深くわかりやすく伝えることができた。



図 3.4.1 NCJ・環境省 NCP 事業ジョイントセミナーの様子

3.5 Web サイトによる情報提供

NCP 事業の実施に当たって、得られた情報の公開、イベントの告知、記録のため、特設サイトを制作し、運営を行った。



図 3.5.1 NCP 特設サイト トップページ

3.5.1 NCP 特設 Web サイトの概要

Web サイトは主に、①CNF の概要、②環境省事業による CNF 事例紹介、③情報交換会の案内、④補助事業を含む環境省別事業の紹介の 4 つの情報を提供するものとした。

①CNF の概要

導入として、CNF についての知識のない人にも伝わるように、CNF が脱炭素社会に貢献する素材であることの説明と、CNF がどのようにして作られるか、CNF がどのような製品で使われているかを簡単なイメージ図として表示した。



図 3.5.1.1 CNF の概要 説明図

②環境省事業による CNF 事例紹介

環境省事業で取り組んだ CNF 活用製品を、自動車、自動車部品、家電、建材の 4 つの分野にわけて掲載して紹介した。

自動車分野の NCV プロジェクトに関しては、本サイトではプロジェクトの概要を紹介し、すでに作成、公開されている NCV プロジェクトの特設ページへのリンクとすることで、各部材の個別の取組の紹介も閲覧できるようにした。他の自動車部品、家電、建材分野については、それぞれの事業について、事業概要、検討内容、結果に整理して紹介した。

株式会社 上山製作所

セルロースナノファイバー配合

バイオポリエチレンを用いた日用品開発

事業概要

日常消費のプラスチック製品について、バイオ素材による汎用樹脂（PP（ポリプロピレン）やPE（ポリエチレン））と生産した皮革製品と並行し、実用、長期耐久性の検証を行ないました。

検討内容

ランナーリサイクル材料のみで成形しても十分な強度が得られなかった。製品強度を十分満たすことができませんでした。CNF10%と5%では対象製品の強度がPPOMとHDPEに近づけられました。皮革製品と並行して生産量の増加の能力を、経済効果等を検証した結果、CNF10%の場合で16.5%のCO2削減効果があることが確認されました。

今後の展開

京大と共同で開発した「（特許）のセルロースナノファイバー配合樹脂」を用いて、CNF配合バイオプラスチック材料をカスタマイズして汎用樹脂（PPやPE）の代替品を開発すること。また、製品ランナーにCNFバイオ材料をリサイクルして再利用すること。CNF配合バイオ材料で代替できる製品を開発すること。また、製品ランナーにCNFバイオ材料をリサイクルして再利用すること。

図 3.5.1.2 CNF 事例紹介 日用品分野の例

③情報交換会の案内

情報交換会を実施する際は、Webサイトにイベント概要を公開して告知を行った。外部イベントの際はイベントサイトへのリンクを掲載して誘導を行った。自ら企画したイベントの際は、セミナー等の案内および申込受付を行い、イベント終了後は講演動画の配信および資料の公開を行うこととした。これにより、全国各地の事業者が、時期にかかわらずCNFに関する情報を入手できるようになっている。

また、オンラインセミナーでは当日の質疑応答の時間が限られるため、数件の質問のみ対応することとなったが、チャットにて講演者への質問を受け付け、後日回答を情報交換会ページにて公開した。質問した当事者だけでなく、他の事業者も情報を閲覧することができるため、講演内容に対してより理解が深まり、また同様の課題、疑問を持つ多くの事業者のニーズに対応できるものとなった。

CNFの発展とナノセルロース産業の発展を促すための特設サイト		
		
		
実施日時	イベント概要	申込種
2021年 12月1日(水) ～ 2022年 2月28日(月)	2021 CNF オナイン展覧会 ふじのくにCNF総合展示会 新製品や開発する、植物由来の新材料「セルロースナノファイバー(CNF)」に関する国内最大級の展示会を開催します。	詳細・申込はこちら
2021年 12月21日(火) 13:00～17:10	Web開催：第464回生存樹シンポジウム バイオナノマテリアルシンポジウム2021 アカデミアからの発信 高付加価値のCNFやナノクリスタル、キチンナノファイバー等から構築されているバイオナノマテリアルに関する研究が、今、どのような方向性に向かい、展開しているのか。最新情報を提供する研究グループや研究者が発表された論文を発表します。	詳細・申込はこちら
2021年 12月8日(水) ～ 10日(金) 10:00～17:00	ICP2021 会場：東京ビッグサイト[東2～3ホール] 電気省ブース(13-047)にてCNFに関する取り組みを紹介し、。	詳細・申込はこちら
2021年 11月9・10 ・11・15日 深夜 ※地域により放送 日時が異なります	MOTORZONE TV 放送日時 11月9日(火) 24:00-24:30 群馬テレビ 11月10日(水) 23:30-24:00 テレビ和歌山 11月11日(木) 25:05-25:35 奈良テレビ 11月15日(月) 25:00-25:30 本から作った未来の車、NCVコンセプトカーの映像TV番組です。 NCVプロジェクトのリーダー、金沢大学前川教授が、デザインを担ったトヨタカスタマイズデザイン開発センターの取締役が、モータージャーナリストの山田浩司のインタビューに答えます。 ※本編20:52からです。	動画へアクセス

2021年 10月22日(金) ・23日(土) 10:00～17:00	日本最大のSDGs推進フェア SDGs AICHI EXPO 2021 In AICHI SKY EXPO セルロースナノファイバー(CNF)は植物由来の新材料。軽くて強い性質を活かして、製造業・社会における応用が広がっています。電気省ブースでは、CNFで作った自動車をはじめとした様々な事例をご紹介します。	詳細はこちら
2021年 10月21日(木) ～23日(土) 10:00～17:00 (最終日は16:00まで)	徳島ビジネスチャレンジメッセ2021 会場：アステいとくしま 植物由来の新材料、セルロースナノファイバー(CNF)は製造業・環境社会貢献のための新たな可能性が期待されています。電気省ブースでは、様々な関連する事例をご紹介します。	詳細はこちら
2021年 10月13日(水) ～15日(金) 10:00～17:00	バイオビジネスにおけるアジア最大のパートナーングイベント BioJapan2021 in パシフィコ横浜 「本から作った未来のクルマ」NCVコンセプトカーをはじめ、CNFの様々な可能性を植物の展示でご紹介します。	会場情報はこちら
2021年 10月5日(火) 13:00～17:00	Web開催：ナノセルロースジャパン(NCJ)・環境省NCP事業 ジョイントセミナー 国際社会におけるCNF動向と カーボンニュートラルへの取組 ナノセルロースに関する日本の状況とNCJの役割を聞き、CNF材料の社会実装を支援する環境省事業の紹介と、海外におけるCNF開発の動向、LCAの視点に立ったCNF材料の開発に関する講演、質疑応答を行います。	動画へアクセス 詳細・申込はこちら 資料ダウンロード
2020年 9月18日(金) 13:00～17:00	Webセミナー：1日でわかるCNFビジネス最新情報 CNFが切り開くプラスチックの新たな可能性 ～21世紀のモノづくりはベジタリアン～ プラスチックの代替材料として注目されているCNF。日本全国のプラスチック関連企業向けに、環境省CNF事業を中心として自動車、住宅、建材、リサイクルなどの産業分野でのCNF導入事例をご紹介します。	動画へアクセス 講演資料ダウンロード Q&A回答欄
2020年 9月11日(金) 10:00～15:50	Webセミナー：1日でわかるCNFビジネス最新情報 ナノセルロースの新時代 ～スペシャルからユニバーサルへ～ 植物由来の次世代産業用新材料「CNF(セルロース・ナノファイバー)」のビジネス活用に関するWebセミナーを開催。CNFビジネス最新情報と、企業や学術・研究機関、関連のバイオリーダーが参加し、これからのビジネスでのCNFの活用について語り合います。	動画へアクセス 講演資料ダウンロード Q&A回答欄

図 3.5.1.3 NCP 特設サイト 情報交換会

3.5.2 CNF セミナー動画の公開

また、自ら企画したセミナーについては、講演者の承諾を得て、講演動画を録画し、アーカイブとしてNCP 特設サイトにて公開した。これにより、当日聴講ができなかった事業者も、講演を聞くことができるようになっている。

ナノセルロースジャパン

N CJ

Web X セミナー

[環境省]

N CP

ナノセルロースプロモーション

[N C J ・ 環 境 省 N C P 事 業 ジ ョ イ ン ト セ ミ ナ ー]

国際社会におけるCNF動向と
カーボンニュートラルへの取組

10月5日（火）に開催しましたWebセミナーの動画を用意いたしました。
下記、講演についてYouTube（非公開ページ）にてご覧いただけます。

■ Webセミナー動画 一覧

環境省 坂本 良太

9:32

豊田合成株式会社

18:58

筑波大学 矢野 浩

15:29

東京大学 磯貝 明

40:57

株式会社法人サステ

47:08

ナノセルロース

4:49

図 3.5.2.1 セミナー講演動画紹介ページ

119

3.5.3 メーリングリストの作成と発信

CNF 関連事業者のネットワークであるナノセルロースジャパンと共催セミナーを実施することにより、大規模な集客を行うことができ、NCP 事業および特設 Web サイトの存在を広く案内することが可能となった。セミナー参加時に、環境省 CNF 関連情報の案内送付についての同意の有無の選択肢を設けたことにより、同意した申込者のメーリングリストを作成することができた。

このメーリングリストにより、その後に開催した情報交換会や、地域 CNF 拠点におけるイベント、補助金申請等の情報を CNF 事業者に届けることができるようになり、CNF の普及啓発に役立つものとなった。

3.6 アンケート分析

3.6.1 アンケートの概要

2021年10月に実施したセミナーに関して、資料ダウンロードに伴いアンケートを実施した。回答者のCNFに対する経験、課題等に加え、補助金の認知や要望を調査した。資料ダウンロードおよびアンケートの収集はセミナー終了後も継続して実施し、2022年2月28日までに得られた回答を集計した。

3.6.2 アンケート実施内容

下記の内容でアンケートを実施した。

表 3.6.2.1 アンケート設問内容

氏名 ※必須
氏名（ふりがな） ※必須
所属先（企業、団体名）※必須
所属部署 ※必須
役職
メールアドレス ※必須
電話番号 ※必須
業種 ※必須
今回のセミナーについて、あてはまるものを選択してください。 ※必須 ・非常に良かった／良かった／普通／あまり良くなかった／良くなかった／参加していない
今回のセミナーの時間について、あてはまるものを選択してください。 ※必須 ・長かった／少し長かった／丁度良かった／少し短かった／短かった／参加していない
今回のセミナーはオンラインで開催しましたが、運営等に関して、感想・コメントがあれば記載してください。
「講演1：セルロース複合材の材料開発」について、あてはまるものを選択してください。 ※必須 ・非常に良かった／良かった／普通／あまり良くなかった／良くなかった／視聴していない
「講演1：セルロース複合材の材料開発」について、感想・コメントがあれば記載してください。
「講演2：環境省ナノセルロースプロモーション（NCP）事業について」について、あてはまるものを選択してください。 ※必須 ・非常に良かった／良かった／普通／あまり良くなかった／良くなかった／視聴していない

「講演 2：環境省ナノセルロースプロモーション（NCP）事業について」について、感想・コメントがあれば記載してください。
「講演 3：CNF 開発の海外動向と日本との比較」について、あてはまるものを選択してください。 ※必須 ・非常に良かった／良かった／普通／あまり良くなかった／良くなかった／視聴していない
「講演 3：CNF 開発の海外動向と日本との比較」について、感想・コメントがあれば記載してください。
「講演 4：LCA 視点から見た、CNF のカーボンニュートラル社会への展望」について、あてはまるものを選択してください。 ※必須 ・非常に良かった／良かった／普通／あまり良くなかった／良くなかった／視聴していない
「講演 4：LCA 視点から見た、CNF のカーボンニュートラル社会への展望」について、感想・コメントがあれば記載してください。
座談会について、あてはまるものを選択してください。 ※必須 ・非常に良かった／良かった／普通／あまり良くなかった／良くなかった／視聴していない
座談会について、感想・コメントがあれば記載してください。
CNF に関して、今後、セミナー等で他に提起してほしいテーマがあれば記載してください。
自社の CNF の取組は今どの段階ですか ・取り組みをはじめかどうか検討中／研究開発をはじめている／実用化にむけた研究開発が進んでいる／実用可能な製品が開発できている／実用製品の販売を行っている
CNF を採用する上での課題は何ですか（複数回答可） ・コスト／情報開示不足／調達の手やすさ／技術課題／取引先の要求精度／その他
自社が CNF に取り組む理由は何故ですか（複数回答可） ・取扱い製品の性能、機能の向上のため／低炭素・脱炭素の取組のため／化石資源由来素材からの代替のため／地域資源の有効利用のため／サーキュラーエコノミーの取組のため／（将来的な）コスト削減のため／その他
カーボンニュートラルに向けた CO ₂ の把握は行っていますか（複数回答可） ・やっていない／知らない／会社として Scope3 等の算定を行っている／CDP、RE100、SBT 等の取組に参加している／製品開発時に CO ₂ 算定を行っている／一部取扱製品の CO ₂ 算定を行っている／全取扱製品の CO ₂ 算定を行っている／その他
CNF の開発・導入の際、CO ₂ の情報はどの程度必要だと思いますか ・必須だと思う／あった方がよい／機能・性能がよければ必要ない／その他

CNF の CO₂算定を実施したことがありますか。 ・算定をしたことがない／算定を試みたが、わからなくて挫折した／算定支援を受けて算定することができた／自力で算定できたが難しかった／自力で問題なく算定できた／その他
CNF の CO₂算定を実施した経験がある方は、算定した感想をお聞かせください。
CNF の CO₂算定をしやすくするためには何が必要だと思いますか ・算定事例の公開／算定ルールの整備／算定ツールの提供／CO₂排出原単位の充実／研修会などの人材育成／その他
環境省が CNF の CO₂算定ツール、算定ガイドラインを公開していることについて、知っていましたか ・知っていた／知らなかった／今回セミナーで知った
環境省が「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（革新的な省 CO₂実現のための部材や素材の社会実装・普及展開加速化事業）」を実施していることを知っていましたか ・知っていた／知らなかった／今回セミナーで知った
補助事業がより使いやすくなるためには、何があるとよいですか（複数回答可） ・補助事業の存在の告知／補助率アップ／補助金額の上限の緩和／ゆとりのある申請スケジュール／申請書類の簡素化／申請書類の作成支援
今後、ナノセルロースジャパン（NCJ）からの案内を望まない方はチェックを入れてください。 望まない
今後、環境省ナノセルロースプロモーション（NCP）事業及び関連事業からの案内を望まない方はチェックを入れてください。 望まない

3.6.3 アンケートの収集結果と回答者の属性

セミナーのアンケート回答数は以下の通り。

①国際社会におけるセルロースナノファイバー（CNF）動向とカーボンニュートラルへの取組

アンケート収集期間：2021年10月5日～2022年2月28日

回答数：317件／234社

建設業やコンサルティング、そして行政や大学などを含むその他の業界が最も多く、次いで化学・樹脂関連業、部材・製品関連業、成形・加工関連業、製紙・パルプ関連業と林業・木材関連業に属する人が多かった。

（回答者：317件）

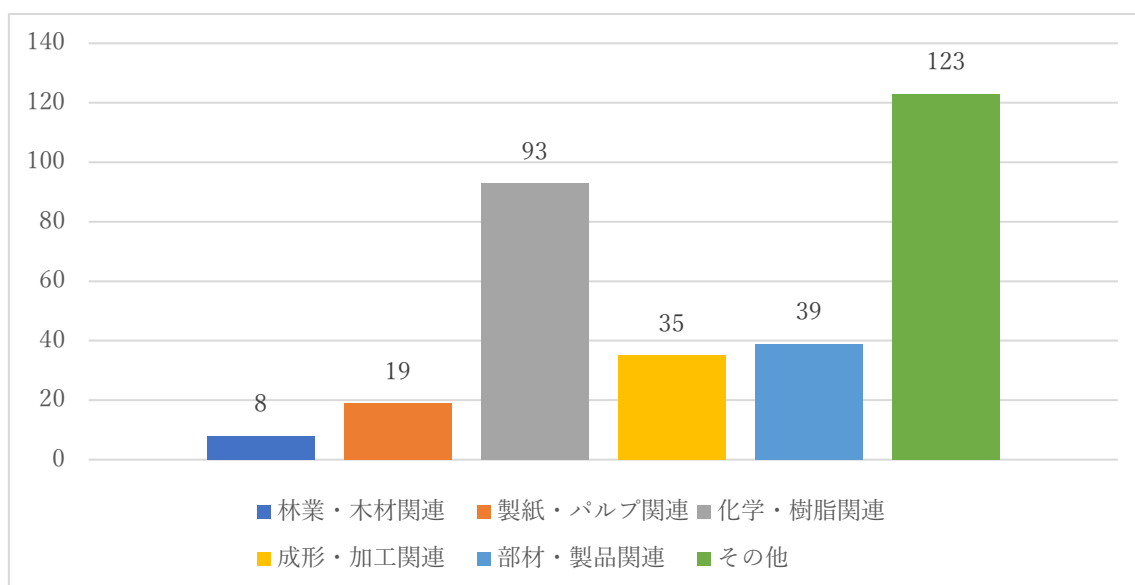


図 3.6.3.1 回答者の属性構成

3.6.4 セミナー全体の運営について

今年度は昨年と同様に、新型コロナウイルス感染拡大防止を考慮し、Webセミナー形式での開催とした。参加者の中には音声や映像が乱れる部分があり、一部ではスライドが見にくいといったことや休憩や質疑応答の時間が不十分であったことなどの課題は残るものの、気軽に参加できることや遠隔地在住でも参加できる、そしてストレスなく視聴できた等、概ね好意的な意見が多かった。

個別の講演内容に関しては、CNF開発の海外動向と日本との比較に関する講演に高い関心が寄せられた。普段知りえない海外の動向に加え、それに対して日本の現状を知れたことが評価された。他の講演に関しても概ね関心や満足度は高く、参加者の理解が進み、現状の課題、今後の発展についての不満や希望の感想が寄せられた。

今後のセミナーで取り扱ってほしい内容として、CNFの弱点やLCA評価のような基礎知識編や具体的な応用事例の紹介、そして社会実装に向けての課題でもある価格のトレンドが複数挙げられた。CNFの理解や期待が社会で浸透してきている反面、実用化するためのリアルな課題について今後関心が高まっていくものと思われる。

LCAに関しては、CNFのCO₂算定を経験した方は少数なものの、特殊な製造方法を用いた場合の値の選定が困難であったり、どこまでの精度を求めるかで悩んだり、算定の重要性を認識しつつも、技術的な限界や課題があることがうかがえる。CO₂算定のためのガイドラインの普及やツール及び研修会の無償提供などを求める意見がある。

3.6.5 CNFの取組状況

回答者の半数近くがCNFの取り組みを始めるかどうか検討中と回答した。研究開発を始めていたり、実用化に向けた研究開発が進んでいると回答したのも約半数近くに上り、ごく一部が実用可能な製品が開発できていたり、販売を行っていた。

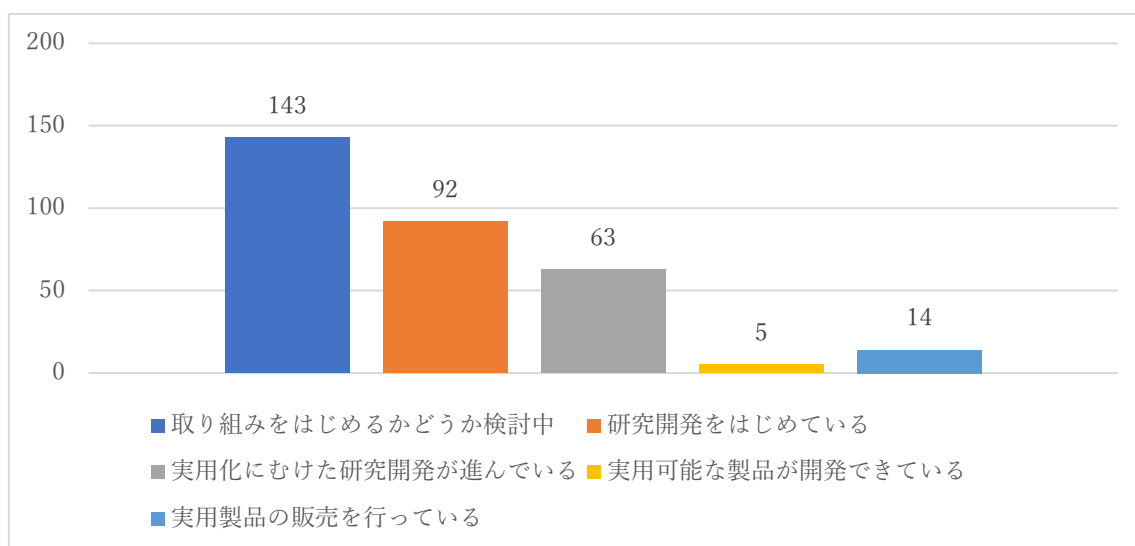


図 3.6.5.1 CNFの取り組み段階

CNFを採用する上での課題に対しては、回答者の2/3がコストと技術課題を挙げている。コストダウンや人材育成などを含む、導入への敷居を下げる取り組みが重要と考えられる。また、情報開示やCNFの調達の手やすさや取引先の要求も採用される上での課題である。他にも国産材の安定供給やリサイクル性、そしてトレーサビリティなどの課題も挙げられている。

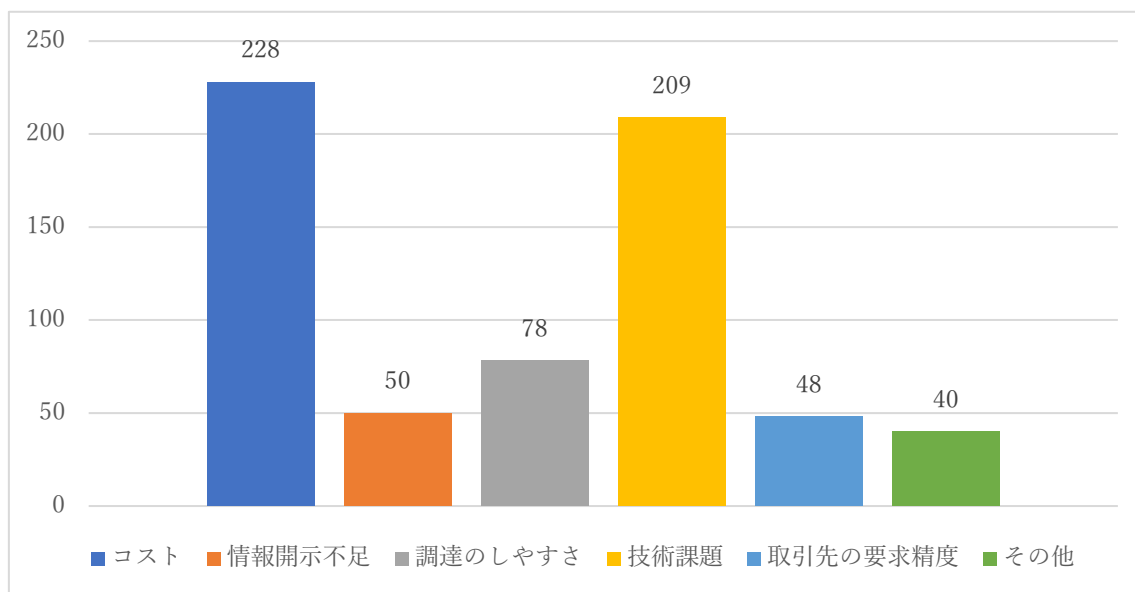


図 3.6.5.2 CNF を採用する上での課題

表 3.6.5.1 CNF を採用する上での課題

内容
- 分析技術 - 国産材の安定供給 - 既存製品との差別化、優位性 - リサイクル性 - 特許 - 含水率 - 費用対効果 - 訴求点の明確化 - 企業が気軽に試せる環境 - トレーサビリティ - 自社商材との組み合わせ - エネルギー消費

CNFに取り組む理由として最も多かった回答は低炭素・脱炭素（カーボンニュートラル）の取組のためであった。化石資源由来素材からの脱却、サーキュラーエコノミーの取組も高い回答率を示しており、脱炭素社会への関心や ESG へのコミットメントが高まっていることが示唆されている。また、取り扱い製品の性能、機能向上のためという項目も回答者の 4 割以上が選択している。既存の市場の縮小を懸念していることや、取り組むことで新たな価値の創造と市場開拓が出来るといった意見も見られ、高い製品機能と環境性能を両立させ、新たな価値を生み出す素材としても高い期待がされていることがわかった。

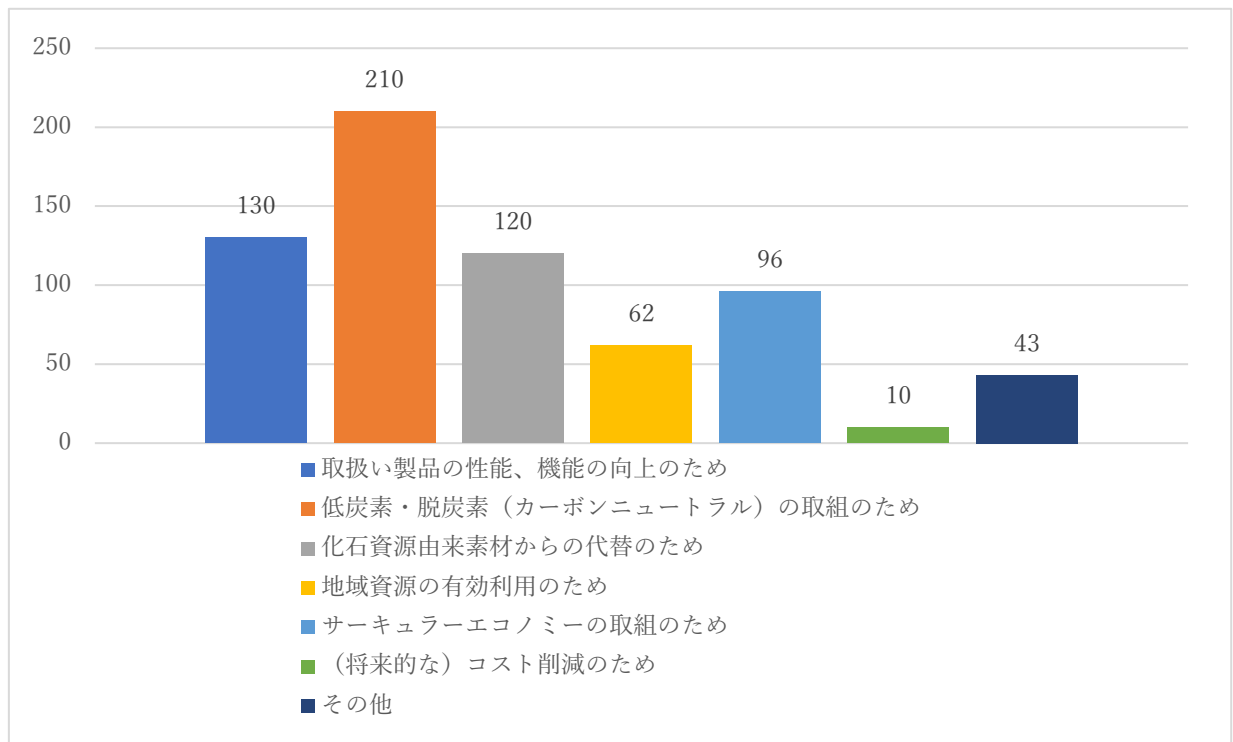


図 3.6.5.3 CNFに取り組む理由

表 3.6.5.2 自社が CNF に取り組む理由

内容
- 市場拡大／縮小 ➤ 使用するユーザーが増えるの見込んでいるため ➤ 売れなくなる ➤ 量産と品質向上のための機械開発 ➤ 分析技術を確立し、事業化したい - 新たな価値を創造 - 産業支援 - 地域へ普及させたい - 生体安全性に期待する - CNF を世に広めたい - 分散工程のある材料のため

3.6.6 CNF の LCA 算定について

カーボンニュートラルの社会を実現するための取組や関心が高まっている一方で、実際に CO₂の把握をしていると回答したのは半数に至らなかった。Scope 3 等の算定を行っていると回答したのは全体の 13%にとどまり、多くは製品ごとの算定を行っていた。

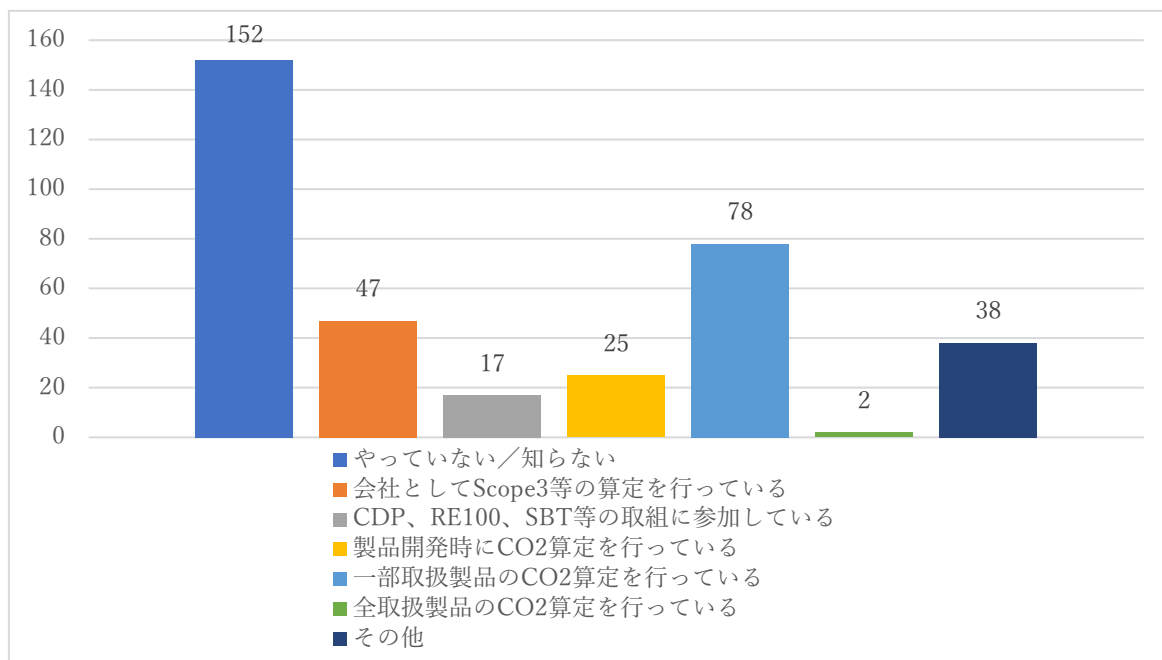


図 3.6.6.1 カーボンニュートラルに向けた CO₂の把握

ほとんどの回答者は CO₂の情報があつた方がいいと回答した。その中でも CO₂情報が必須だと答えた回答者は半数以上を占めており、CNF の開発と導入の際に優先順位が高いことが考察される。少なくとも CO₂情報があることでのメリットが大きいことが考えられる。

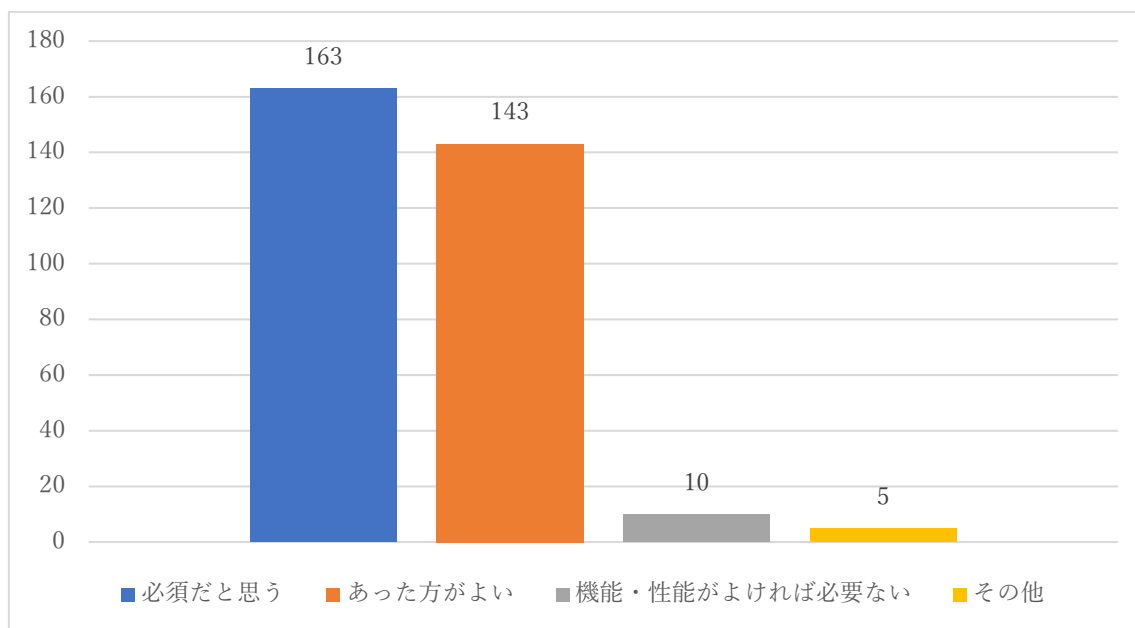


図 3.6.6.2 CNF の開発・導入の際、CO₂の情報はどの程度必要か

CO₂の算定情報は重要と認識しつつも、実際に算定をした経験のある回答者は少数である。回答者のほとんどは算定したことはなく、算定を試したが挫折した回答者もいる。自力で算定を行えた回答者が全体を通して少数であることから、重要性の認知と実際の技術にはギャップがあることが判明した。

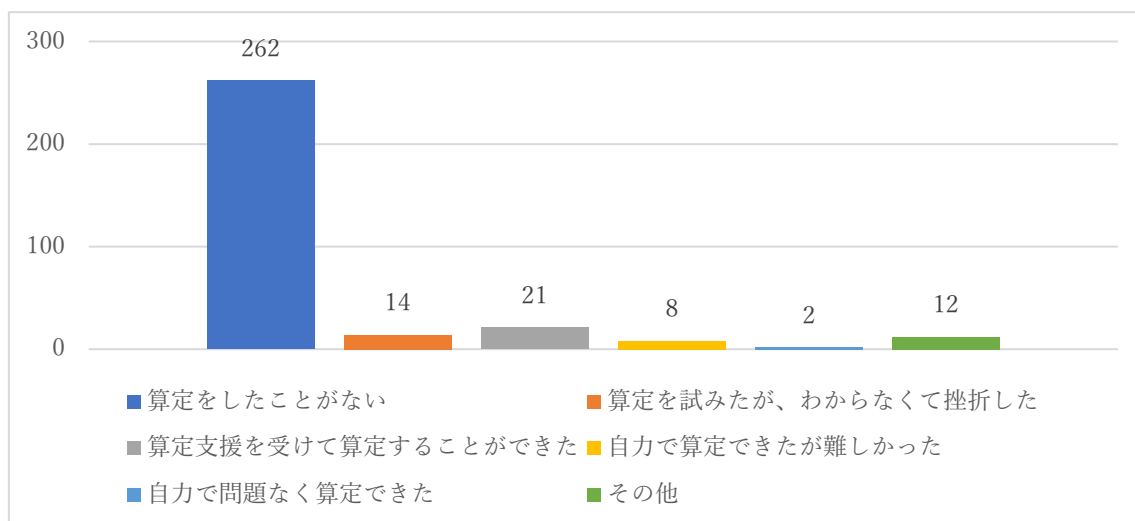


図 3.6.6.3 CNF の CO₂算定を実施した経験

実際に CO₂算定を行った回答者から感想を求めたところ、算定が簡単だったという意見も見られつつも、大半は苦戦し、悩んでいたことがわかる。専門知識を必要とする点や自社で行い、サポート体制がなかったことが指摘されている。

表 3.6.6.1 CNF の CO₂算定を実施した経験がある場合、算定した感想

区分	内容
簡単	・ サプライチェーンが長い材料と比べれば簡単 ・ 最初は大変だが、一度やると簡単
困難	・ 開発した特殊な作成方法の場合、用いる値の選定が困難 ・ 原単位の統一化が難しい ・ どの範囲のどのくらいの精度で求めるのかで悩んだ ・ 前提をどうするか、資産の根拠となる数字を調査、設定するのが困難
不安	・ ツールの詳細部分が曖昧だったため結果が不安
要望	・ 中小企業単独での取り組みは難しいため、国の事業として専門家派遣など、継続してサポートしていただきたい

CNF の CO₂算定をしやすくするために必要なものとして、算定ツールの提供、算定事例の公開と算定ルールと設備という順で回答数が多かった。算定を実際に行うための環境が整っていないと考えられる。次に研修会などの人材育成と CO₂排出原単位の充実を同じくらい必要と回答されている。上位となった算定ツール、事例、ルールはそれぞれ環境省 Web サイトで公開されているが、関連資料の紹介の機会を増やすとともに、内容の充実を図ることが求められていると言える。

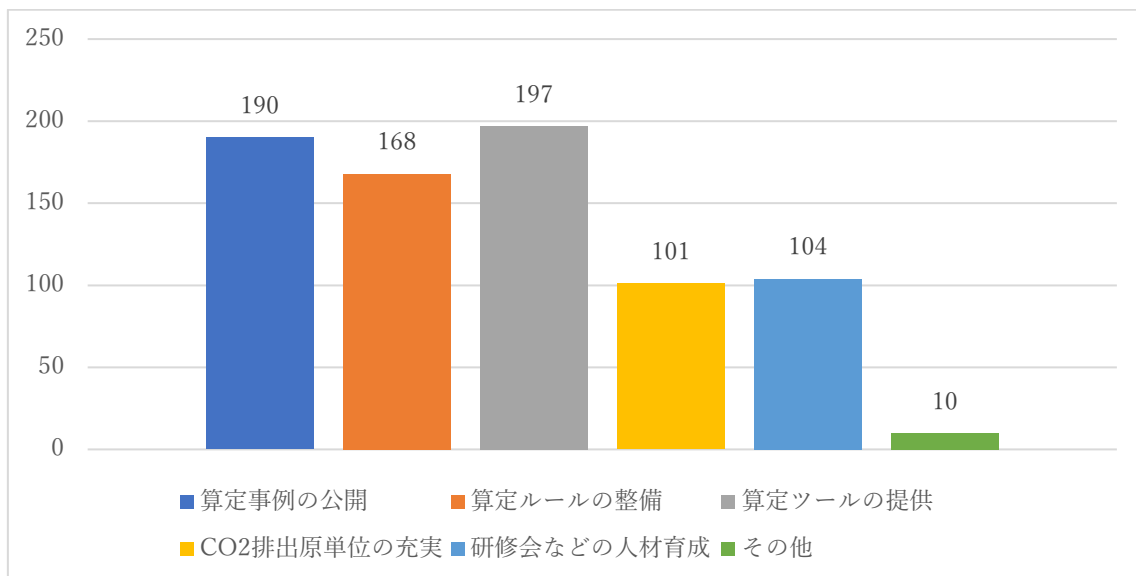


図 3.6.6.4 CNF の CO₂算定をしやすくするために必要なもの

3.6.7 環境省と CNF

環境省が CNF の CO₂算定ツール、算定ガイドラインを公開していることについては、過半数がそのことを知らなかったと回答。認知度の向上が目下の課題とも言える。

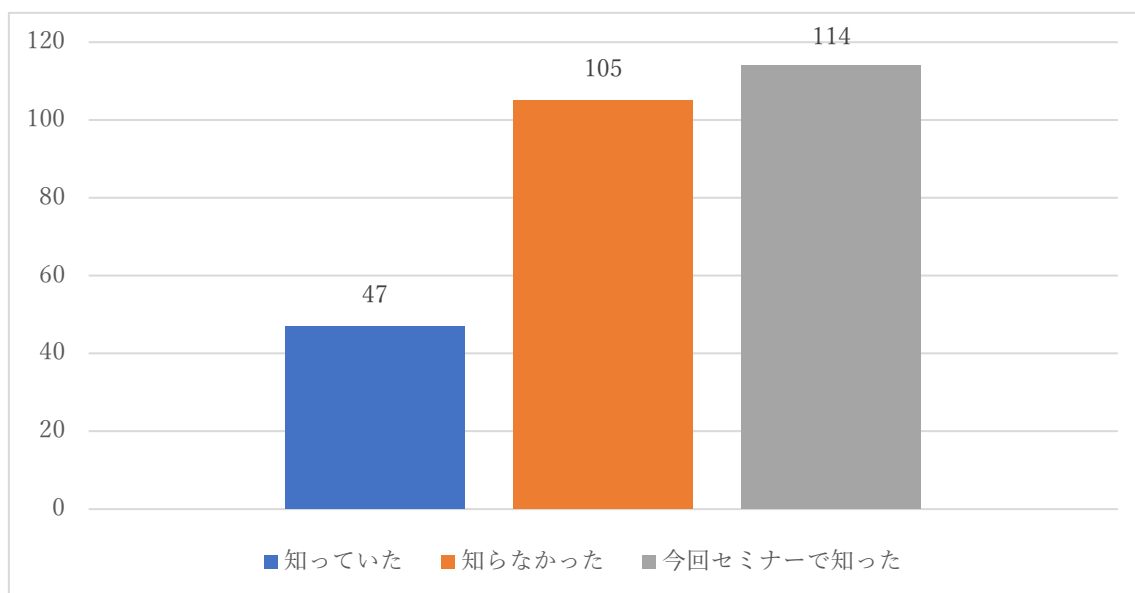


図 3.6.7.1 環境省が CNF の CO₂算定ツール、ガイドラインを公開していることについて、知っていたか

一方で、「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（革新的な省 CO₂実現のための部材や素材の社会実装・普及展開加速化事業）」を実施していることについては、全体の 1/3 程度と、算定ツール等の認知度よりも比較的多くの回答者が認知していた。補助を受けられることを知りつつも、算定を実際に行うためのツールがあることが広く認知されていなかったことは、重要性を知りつつも算定をされた経験が少なかったことにも影響を与えているとも考えられる。

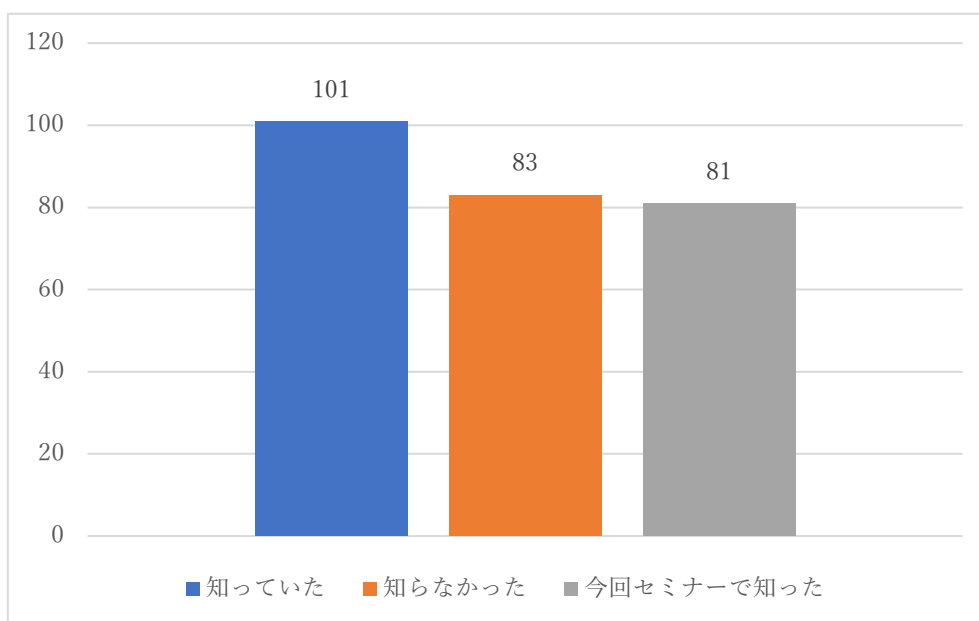


図 3.6.7.2 環境省が「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（革新的な省 CO₂実現のための部材や素材の社会実装・普及展開加速化事業）」を実施していることを知っていましたか

環境省の補助事業がより使いやすくなるために回答者が求める最も多かったものは補助事業の存在の告知であった。次に申請書類の簡素化とゆとりのある申請スケジュールと続く。

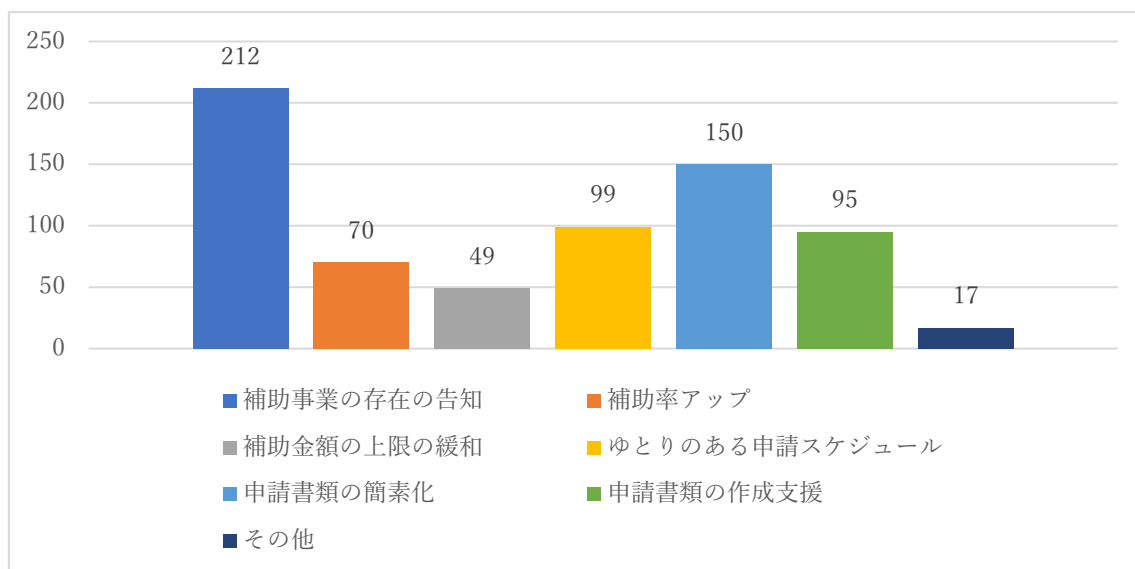


図 3.6.7.3 補助事業がより使いやすくなるためには、何があるとよいですか

第4章 事業運営委員会の実施

4.1 概要

本事業において、共同実施機関間の緊密な連携の下、事業の推進を実効あるものにして、各分野における CNF 活用製品等の市場化を着実に推進するため、「事業運営委員会」を開催した。事業運営委員会は、環境省、事業実施機関及び本事業に参画する支援対象事業者のほか、事業運営委員会が有効に機能できるよう、特別委員（有識者）を招へいし、優れた識見や知識を活用するとともに、CNF のサプライチェーンを担う CNF 原料メーカー等の事業者をオブザーバーに加えた。

また、事業運営委員会の開催に当たり、事前に事業内容や進捗状況の報告・確認、今後の進め方等を協議するため、環境省及び事業実施機関において「推進会議」を開催した。

4.1.1 事業運営委員会の設置、運営等

「事業運営委員会」は、環境省、事業実施機関、支援対象事業者、5名の特別委員（有識者）及び4名のオブザーバーをもって構成した。（表 4.1.1.1 参照）

「事業運営委員会」は、年4回開催した。（表 4.1.1.2 参照）

なお、新型コロナウイルスの感染対策として、原則オンラインにより実施した。

表 4.1.1.1 事業運営委員会の構成員（敬称略）

区分	氏名	所属・役職
環境省	野尻 理文	地球環境局地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室課長補佐
	亀井 菜津美	同室 事業第一係
	坂木 良太	同室 主任
事業実施機関	臼杵 有光	京都大学生存圏研究所 特任教授
	矢野 浩之	京都大学生存圏研究所 教授
	小林 弘幸	（一社）サステナブル経営推進機構 統括研究員
	鶴田 祥一郎	（一社）サステナブル経営推進機構 主任研究員
	仙波 健	（地独）京都市産業技術研究所 高分子系チームリーダー
	北川 和男	（地独）京都市産業技術研究所 研究フェロー
支援対象事業者	支援対象事業者	
特別委員（有識者）	鵜飼 順三	トヨタ自動車(株) モビリティ材料技術部プロジェクト材料創生室環境 CO ₂ ・省エネ G プロフェッショナルパートナー
	平田 園子	（一社）西日本プラスチック製品工業協会専務理事
	磯貝 明	ナノセルロースジャパン 副会長
	河崎 雅行	日本製紙連合会 常務理事
	菊地 康紀	東京大学 未来ビジョン研究センター 准教授
	杉山 英路	豊田通商(株) ネクストモビリティ推進部
オブザーバー （支援対象事業者以外の CNF 事業者）	伊達 隆	日本製紙(株) 研究開発本部 CNF 研究所
	岩田 悟	星光PMC(株) 取締役技術本部長
	石崎 恵治	(株)ネイチャーギフト 代表取締役

表 4.1.1.2 事業運営委員会の開催状況

回	開催日時等
第1回	令和3年7月20日（火）13:30～16：00
第2回	令和3年9月21日（火）13:30～15：30
第3回	令和3年11月22日（火）13:30～15：30
第4回	令和4年1月19日（水）13:30～15：30 ＊オンラインと会場との併用開催

4.1.2 推進会議の設置、運営等

委員会の開催に当たっては、事業内容や進捗状況の報告・確認、今後の進め方等を協議するため、環境省及び事業実施機関を構成員とする「推進会議」を設置した。

「推進会議」は、事業運営委員会の実施前にオンラインにて開催した。

表 4.1.2.1 推進会議の開催状況

回	開催日時等
第1回	令和3年7月20日（火）11:00～12：00
第2回	令和3年9月21日（火）11:00～12：00
第3回	令和3年11月22日（火）11:00～12：00
第4回	令和4年1月19日（水）11:00～12：00

4.2 開催状況

4.2.1 第1回事業運営委員会の概要

- 1 日 時 令和3年7月20日（火）午後1時30分から4時まで
- 2 会 場 オンライン方式（Zoom）
- 3 内 容

（1）開会挨拶

- ①プロジェクト代表者 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

2016年度からの環境省プロジェクトの流れと本事業の位置付け、各プロジェクトの概要及び本事業の実施体制について説明した。

- ②環境省 地球環境局地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室 野尻理文・課長補佐

（2）自己紹介

（3）プロジェクト説明

- ①全体説明 京都大学生存圏研究所 矢野浩之・教授

京都大学生存圏研究所及び京都市産技研における研究開発の流れと本事業の狙いについて説明した。併せて、本事業の基本方針、支援スキーム、事業運営委員会の設置運営及び年間スケジュールについて説明した。

- ②サンプル提供関係 京都市産業技術研究所 仙波健・高分子系チームリーダー

本事業におけるサンプル提供と支援内容について説明した。

- ③LCA・普及啓発等 サステナブル経営推進機構 鶴田祥一郎・主任研究員

LCA 評価の概略を説明するとともに、試算事例を紹介した。また、情報交換会やセミナーの開催など CNF 製品の市場拡大に向けた普及・啓発業務の今後の計画を説明した。

（4）支援先企業からの概要報告（CNF への取組方針、期待など）

各支援先企業から、企業の概要のほか、これまでの CNF の取組状況、課題や本事業への取組方針等が報告された。

～休憩～

（5）特別委員からのコメント（事業推進に対するアドバイスなど）

（6）オブザーバーからの情報提供等

オブザーバーにおいてそれぞれの視点から事業推進に向けた情報提供等が行われた。

（7）全体を通じて自由討論・意見交換

（8）環境省コメント

（9）閉会挨拶

- ①プロジェクト代表者 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

4.2.2 第2回事業運営委員会の概要

1 日 時 令和3年9月21日（火）午後1時30分から3時30分まで

2 会 場 オンライン方式（Zoom）

3 内 容

（1）開会挨拶

①プロジェクト代表者 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

本事業において、材料、加工、製品、実装という流れの中でうまくバトンを後ろ工程へ渡すことが重要であると説明した。

②環境省 地球環境局地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室 野尻理文・課長補佐

（2）自己紹介

（3）プロジェクトの進捗状況

①サンプル提供関係 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

サンプル提供の現況について概略を説明した。

②セミナー、展示会等 サステナブル経営推進機構 鶴田祥一郎・主任研究員

情報交換会やセミナーの開催など CNF 製品の市場拡大に向けた普及・啓発業務の今後の計画を説明した。

（4）支援対象事業者からの概要報告

①トヨタ車体株式会社

②豊田合成株式会社

③株式会社アспект

④利昌工業株式会社

～休憩～

（5）特別委員からのコメント

（6）オブザーバーからの情報提供等

オブザーバーにおいてそれぞれの視点から事業推進に向けた情報提供等が行われた。

（7）全体を通じて自由討論・意見交換

（8）環境省コメント

（9）閉会挨拶

①プロジェクト代表者 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

4.2.3 第3回事業運営委員会の概要

1 日 時 令和3年11月22日(月) 午後1時30分から3時30分まで

2 会 場 オンライン方式 (Zoom)

3 内 容

(1) 開会挨拶

①プロジェクト代表者 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

②環境省 地球環境局地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室 野尻理文・課長補佐

(2) 自己紹介

(3) プロジェクトの進捗状況

①サンプル提供関係 臼杵有光・特任教授

サンプル提供の現況について概略を説明した。

②情報交換会 サステナブル経営推進機構 鶴田祥一郎・主任研究員

情報交換会やセミナーの開催結果のほか、今後の予定について説明した。

(4) 支援対象事業者からの概要報告

①株式会社吉川国工業所

②SOLIZE株式会社

③株式会社デンソー

～休憩～

(5) 特別委員からのコメント

鵜飼委員及び平田委員から発表ほか

(6) オブザーバーからの情報提供等

オブザーバーにおいてそれぞれの視点から事業推進に向けた情報提供等が行われた。

(7) 全体を通じて自由討論・意見交換

(8) 環境省コメント

(9) 閉会挨拶

①プロジェクト代表者 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

4.2.4 第4回事業運営委員会の概要

1 日 時 令和4年1月19日（水） 午後1時30分から3時30分まで

2 会 場 HW502・オンライン（Zoom）のハイブリッド方式

3 内 容

（1）開会挨拶

①プロジェクト代表者 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

②環境省 地球環境局地球温暖化対策課地球温暖化対策事業室 野尻理文・課長補佐

（2）自己紹介

（3）プロジェクトの進捗状況

①サンプル提供関係 臼杵有光・特任教授

サンプル提供の現況について概略を説明した。

②展示会、LCA 算定 サステナブル経営推進機構 鶴田祥一郎・主任研究員

情報交換会の開催結果について報告した。併せて、LCA 関係の算定作業の現況について説明した。

（4）支援対象事業者からの概要報告

①タキロンシーアイ株式会社

②阪神プラスチック工業株式会社

③トヨタ紡織株式会社

④株式会社小糸製作所

～休憩～

（5）特別委員からのコメント

（6）オブザーバーからの情報提供等

オブザーバーにおいてそれぞれの視点から事業推進に向けた情報提供等が行われた。

（7）全体を通じて自由討論・意見交換（成果報告書の作成等）

（8）環境省コメント

（9）閉会挨拶

①プロジェクト代表者 京都大学生存圏研究所 臼杵有光・特任教授

4.3 特別委員からのコメント

事業運営委員会・特別委員からいただいたコメントなどについて、次に示す。

<鵜飼順三委員・トヨタ自動車(株)モビリティ材料技術部プロジェクト材料創生室環境CO₂・省エネG プロフェッショナルパートナー>

第3回事業運営委員会での発表要旨をもとに作成した。

我々の活動とCNFに対する期待について紹介します。

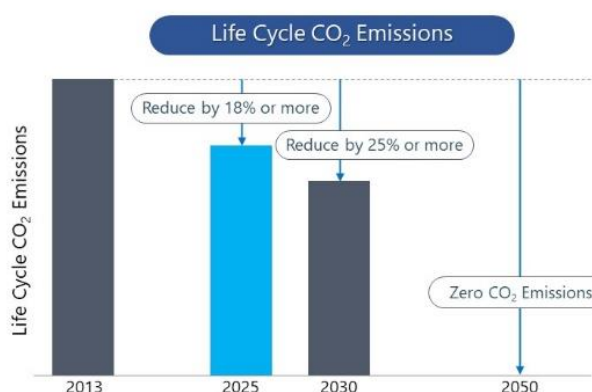
まず、私どもの置かれた立場を紹介します。2050年のカーボンニュートラルということで、先般のCOP26で自動車会社は厳しい立場に追いやられるのではないかと危惧しておりましたが、トヨタグループでは既に一丸となってカーボンニュートラルに取り組んでいます。

トヨタのライフサイクルCO₂につきましては、ここに掲げておりますように中間目標を置いてマイルストーンを達成しようという状況の中、2050年のゼロエミッションを目指しております(図4.3.1)。いろいろと議論はありますが、②のCO₂削減の考え方では、やはり急激なEV化はCO₂の増加になるということもあるので、省エネを順次進めながら、CO₂ゼロにトライして、またCO₂の吸収や再エネの活用をやっていきたいと考えています。

ライフサイクルCO₂と削減の考え方

2050年カーボンニュートラルを目的に、CO₂削減に取り組む

①トヨタのライフサイクルCO₂



②CO₂の削減への考え方

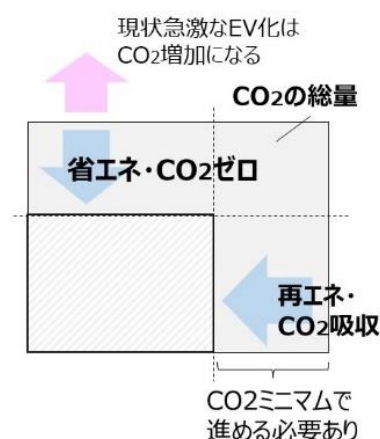


図 4.3.1 ライフサイクル CO₂と削減の考え方

この中で重要なことは、これから出す車だけではなくて既に出してしまった車、既にお買い上げいただいた車に対しても、CO₂を吸収するなどして、それを使いこなしていくしかないということを考えています。2050年まであと30年しかないと言われてもおりますが、トヨタが最初のプリウスを出したのは1997年の12月でしたので、そこから20年くらいのハイブリッド電動車の進捗を勘案しますと、これからの30年しっかり頑張れば、カーボンニュートラルに届くのではないかと考えている次第です。

自動車産業からカーボンニュートラルに向けた技術開発が必要な状況について説明します（図4.3.2）。

最初に赤でくくった所が、自動車産業がやっている対応、やろうとしている対応です。例えば、生産・販売では、省エネ技術の展開や再エネ推奨の利用、それから全てのカテゴリでお客様に取り組んでお買い上げいただける環境車両の生産、リチウムイオン電池に代表されるような廃棄後のリサイクル、再資源化などをCO₂の吸収・回収をブルー／グリーンカーボン、水使用の最小限化などと一緒に合わせてやっていく、さらには、再エネ資源、貯める、運ぶ分野にも貢献していく、また、街づくり、エネマネ、交通量の面でもCN燃料、モビリティ用高効率太陽電池、革新電池などの開発を通じて貢献していく、さらには、全体としてエネルギーの需給モデル、シナリオ分析などを皆様と協業しながら進めていきたいというふうに考えています。



図 4.3.2 カarbonニュートラルに向けた技術の全体像

さて、セルロースナノファイバーに対する期待ということですが、セルロースナノファイバーは、様々なアプリケーションに応用が可能だということが大きな魅力だと思います。京大などがやってこられた構造体への応用をはじめ、インク・ボールペンのインク、最近では運動靴のソールとか、磯貝先生のリチウムイオンバッテリーへの応用など、様々なアプリケーションが可能だということが魅力だと思います。

その中で、私どもが関西ペイント株式会社と、先ほど上市しましたトヨタのレクサスの車で使ったリキッドメタルという塗料を紹介します（図 4.3.3）。



図 4.3.3 塗膜（リキッドメタル）の構成

塗料は4層程度の高機能材料であり、その中の顔料の配合をコントロールして綺麗に見せるというのが大きな課題になってきています。これは、多くの工程（図 4.3.4）を経て出てくる塗料に対して、その塗料の安定性ですとか、垂れとかムラとかの技術課題に対応していくということが重要です。シルバー色は結構大きなアルミフレークを使って、塗色の風合いを出すことになっています。

塗装工程



塗色ニーズで顔料の高機能化の使いこなしが重要に

図 4.3.4 塗装工程の概略

この並び方というのが、その色合いを決めるので、図 4.3.5 の右上のような配向が揃った形のシルバーが一番求められるということになります。これを塗装工程から遡って考えますと、塗装の初期ではベルという機械からアルミフレークを含んだ塗料を噴出して、それを被着体であるボディに吹き付けるわけですが、その状況ではなるべく小さな粒であってほしいということがあります。その次に、ボディに付いた時にはなるべく平らになりやすい状況（レベリング）になり、その次に体積収縮が起こる過程では、これも綺麗に、ゆっくりと並んでほしいわけです。あと焼き付けの分には、綺麗に並んだフレークが欲しいということになります。理想的には、Good と書いてあるオレンジ色の線のような粘度カーブが理想的ですが、現状は緑の線のカーブ（Poor）でした。一方で CNF の粘度挙動は図 4.3.6 のようであり、塗料に CNF を使うことによって、塗料の粘性制御が可能となり理想的な粘度挙動を達成したというものです。

この達成した意匠性は、トヨタの中でもレクサスという高級車両の中で非常に人気なカラーということで採用をされています（図 4.3.7）。

まとめますと、このリキッドメタルという塗色を実現するために、超薄膜ベース層、粘度制御した超低 NV 塗料、世界初で CNF を採用した塗料を上市することができました。

以上で報告を終わります。

理想的な粘度挙動

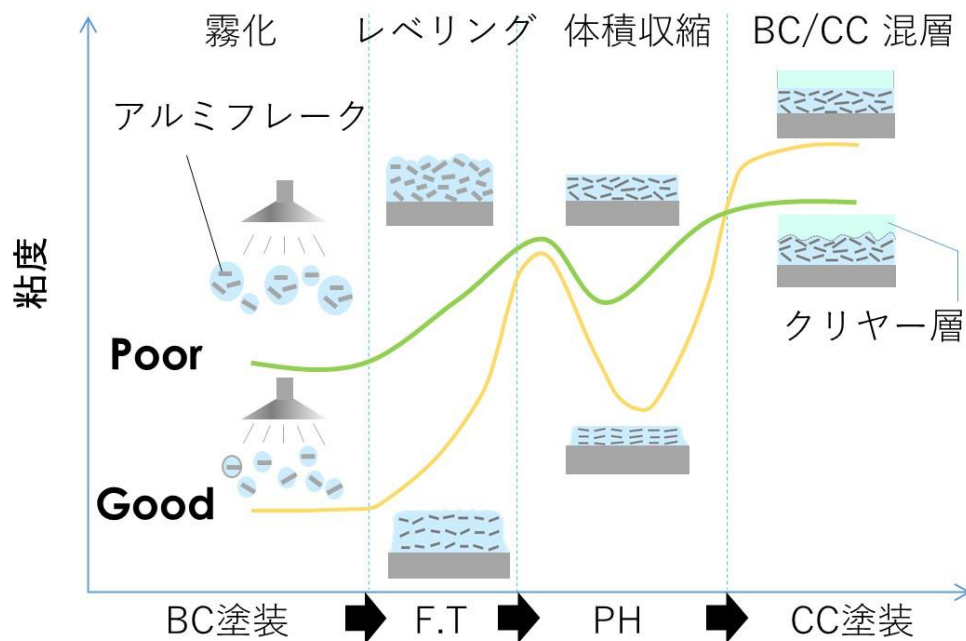


図 4.3.5 理想的な粘度挙動

CNFの粘度挙動

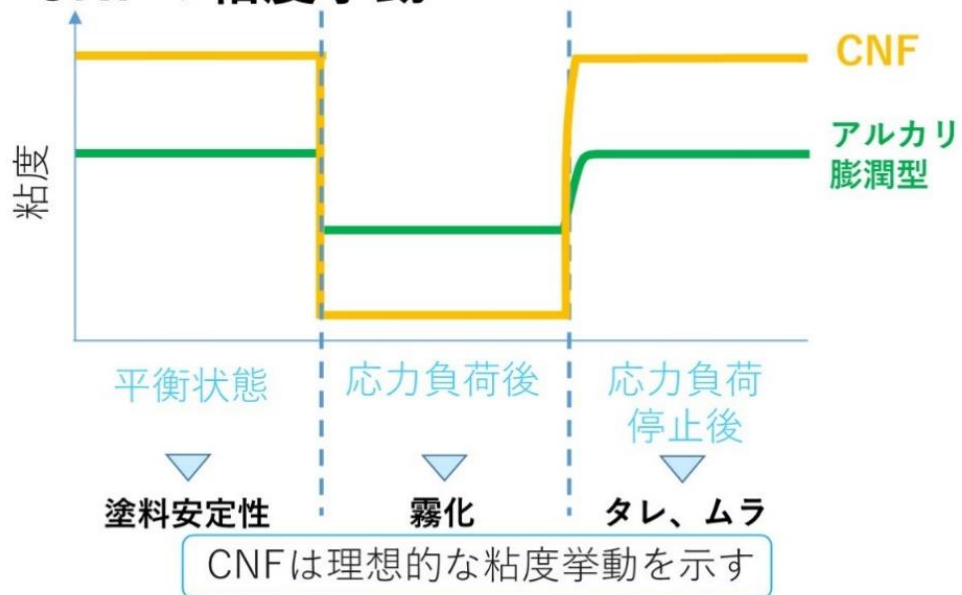


図 4.3.6 CNF の粘度挙動

達成した意匠性とライン負荷

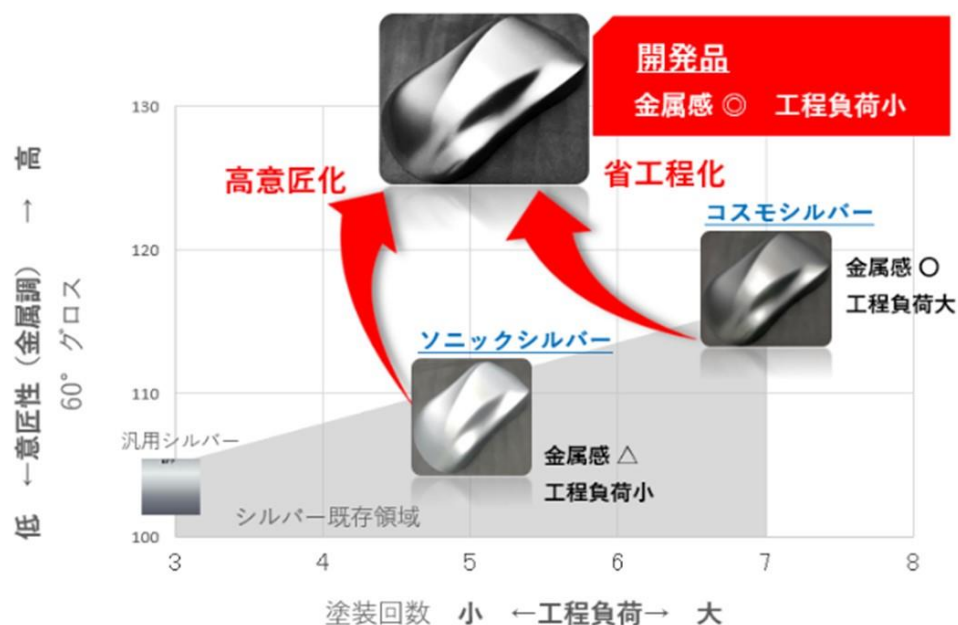


図 4.3.7 CNF により達成した意匠性と工程負荷

【以下は質疑応答でのご発言】

◆（CNF の活用は環境負荷を考えた CO₂低減というより、何か CNF の新しい機能をうまく引き出しているというように理解するが）今回は環境という面ではないが、CNF がオンリーワンの技術として使われた事例として紹介をした次第です。今後は、こういったものが使われてくるにしたがって、使用量の増加による低コスト化とか、それから、拡販することによっていろんな所の用途展開というのが期待されますので、そういった意味で環境にも後々影響して良い方向にいくのではないかと考えております。

◆（塗装の最後に焼き付けについては）焼き付けをします。この焼き付けの段階におきましては、セルロースが悪さをしないようにはもちろんしておりますが、残って何かするというものではありませんので、十分役割を果たしてくれた添加量と焼き付け後の状況をしっかり確保してやっています。

◆（焼き付けの温度と時間については）110 度～140 度くらいで、何分かキープするというような状況でやっています。もちろん今は、80 度以下への低温化とか、もっと言うと、エレクトロビームによる硬化なども十分視野に入れてやっております。

<平田園子委員・(一社)西日本プラスチック製品工業協会専務理事>

第3回事業運営委員会での発表をもとに作成した。

1 西日本プラスチック製品工業協会について

西日本プラスチック製品工業協会は、福井県以西に事業所を置くプラスチック製品製造業に関する事業を営む法人・個人を会員とする業界団体であり、他エリアで同様事業を実施する、東日本プラスチック製品工業協会、中部日本プラスチック製品工業協会、神奈川県プラスチック工業会と共に全日本プラスチック製品工業連合会を形成している(図4.3.8)。業界団体としては、生産品目や業種の範囲を

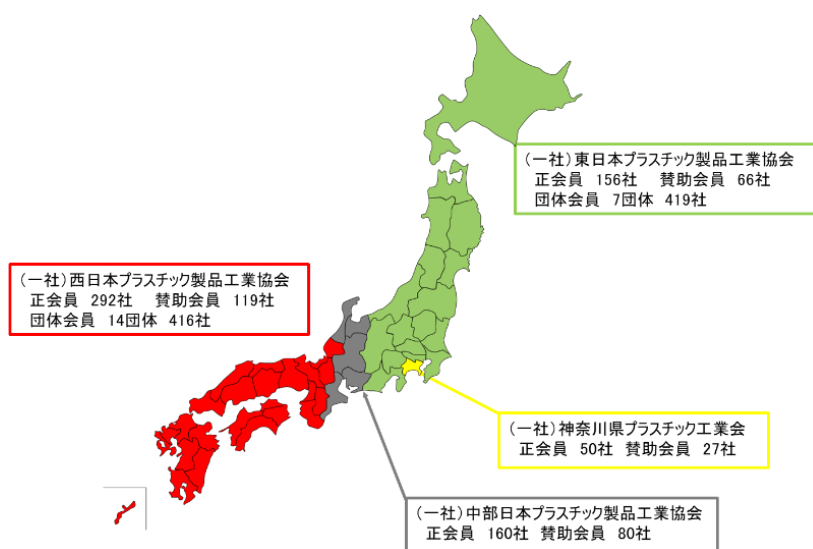


図4.3.8 全日本プラスチック製品工業連合会について

限定せず、「プラスチック製品を製造する企業」としていることから、射出成形、ブロー成形、押出成形等、様々な成形手法を用いて、工業用パーツから日用雑貨、包装資材等、幅広い製品を製造する企業が会員として加入している。2022年1月現在、424社で構成されているが、その中には該当エリアにある府県プラスチック工業会も含んでいることから、その傘下企業を含めると800社以上となる。

同会の事業は主に以下のとおりである。

- ・課題解決のため委員会、部会を運営：

テーマ別：経営委員会、情報委員会、人材委員会、検定委員会

製品別：生活用品部会、容器包装・工業用品部会、IoT特別部会

- ・経営・技術に関する業界内のトピックスや景況感、賃金動向等業界に密着した情報収集や提供：セミナー、工場見学、会報誌の発行、プラスチック手帳の販売、景況感調査
- ・プラスチック成形加工に特化した人材育成の機会を提供：通信教育講座、実技講座等
- ・技能検定 実技試験の受託
- ・経営的課題の解決を図る活動を支援：展示会出展支援等
- ・関係省庁との情報交換：経済産業省・近畿経済産業局、大阪府等との連携
- ・情報交換懇親会の場を提供することにより、相互連携を促進：年始会、支部会等
- ・労働保険手続きの代行（労働保険事務組合）

これら事業の中で、CNFについては京都大学生存圏研究所、バイオナノマテリアル共同研究拠点、(地独)京都市産業技術研究所等から最新情報を提供いただくことで、会員企業による積極的な参画を促す形で進展している。

2 会員企業の状況

会員企業の景況感は、年に4回アンケート調査を実施している。2021年7～9月の景況感調査(回答数 289社)の結果から、いくつか紹介する。

図4.3.9に、回答企業の従業員規模についての結果を挙げる。主に中小企業により構成された業界団体であるが、比較的、中部日本エリアに規模の大きな企業が多く、特に神奈川県エリアに小規模な会員企業が多い傾向がある。

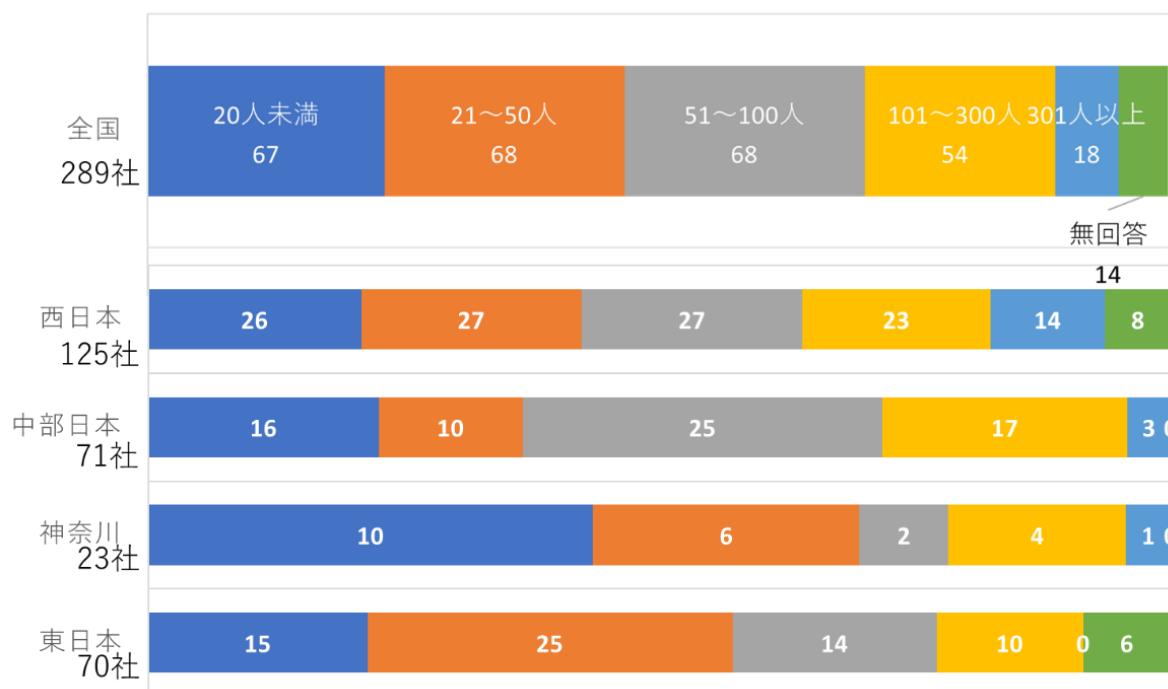


図 4.3.9 会員企業の従業員数 (2021 年 10 月調査)

図 4.3.10 に、回答企業の主要売上（取扱）品目の分類を挙げる。自動車・輸送機器部品が 110 社と最も多く、次に電気・電子・通信部品（42 社）、包装部材（32 社）、日用品・雑貨類（28 社）と続く。所在エリア別に比較すると傾向が明確であり、中部日本エリアの回答企業 71 社のうち 49 社が自動車・輸送機器部品であった。当西日本エリアは、自動車・輸送機器部品は広島県や九州地方に多く、日用品・雑貨類は奈良県に多い等の特徴があるが、相対的には主要売上（取扱）品目の偏りが少ない。

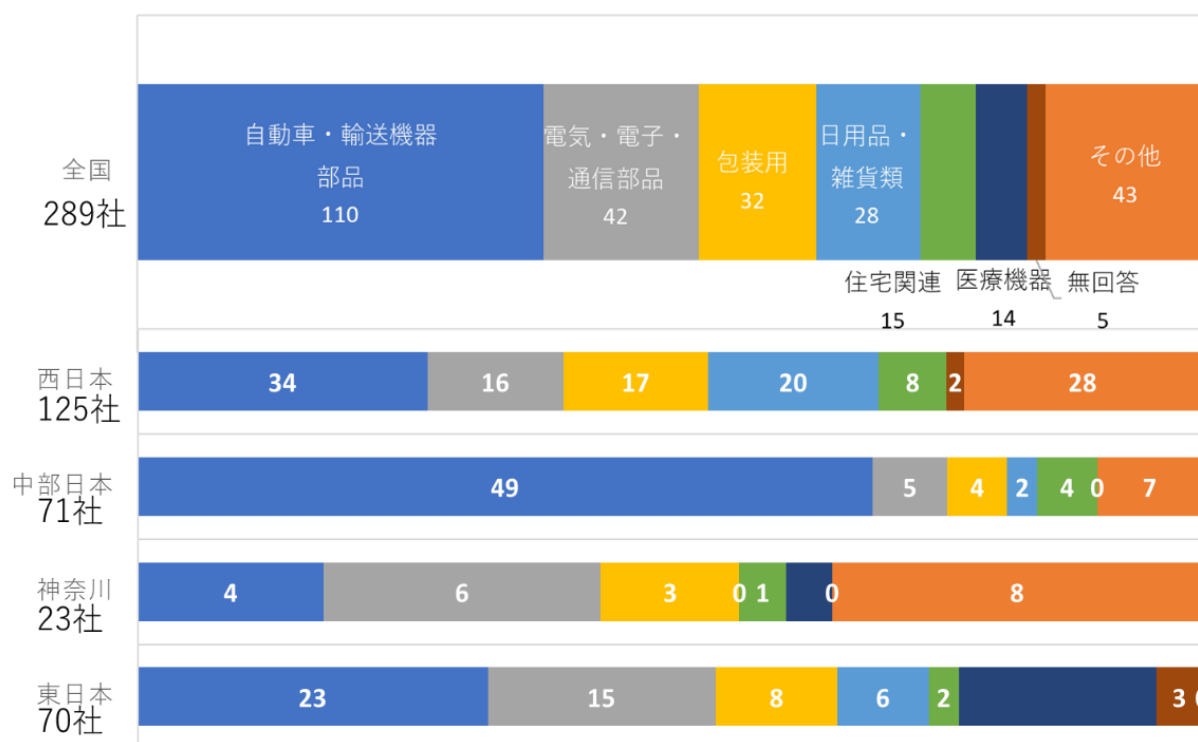


図 4.3.10 会員企業の主要売上(取扱) 品目 (2021 年 10 月調査)

表 4.3.1 に、2021 年 7～9 月期について、前期（2021 年 4～6 月）と比較した場合、及び前年同期（2020 年 7～9 月）と比較した場合の自社業況についての結果を挙げる。前期に引き続き原材料単価の上昇が顕著であるが、業種によっては、原材料は顧客の支給となる場合もあり、業界全体が一致した認識とはなり難い。表 4.3.2 に、当面の経営上の問題点についての集計結果を挙げた。こちらも原材料高が圧倒的であるが、人材育成、技能者不足、採用難、人件費高という、人材に関する問題点を憂慮する会員企業が多いのがここ数年の傾向であり、コロナ禍の影響もなく継続的な問題となっている。また、売上不振も非常に大きな問題である。

表 4.3.1 2021 年 7～9 月期の自社業況について（前期比・前年同期比 %、2021 年 10 月調査）

※網掛けの数字は前回アンケート(2021年4～6月期)の結果

※矢印は前期及び前年同期に比較した今期の値を±1%以内の場合(→)・上昇(↑)・下降(↓)で表現

	2021年7～9月期(実績)											
	前期(2021年4～6月期)比						前年同期(2020年7～9月期)比					
	増加 (↓)	横這 (↓)	減少 (↑)	増加 (↓)	横這 (↓)	減少 (↑)	増加 (↓)	横這 (↓)	減少 (↑)	増加 (↓)	横這 (↓)	減少 (↑)
生産・売上高	26.3%	30.1%	34.3%	44.2%	39.4%	25.4%	42.2%	50.7%	23.5%	29.3%	33.6%	18.1%
製品単価	上昇 (↑)	不変 (→)	下落 (↓)	上昇 (↑)	不変 (→)	下落 (↓)	上昇 (↑)	不変 (→)	下落 (↓)	上昇 (↑)	不変 (→)	下落 (↓)
採算	11.8%	10.5%	82.4%	81.5%	5.9%	7.6%	15.2%	15.6%	75.8%	75.7%	7.3%	6.9%
所定外 労働時間	好転 (→)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (→)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (→)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (→)	横這 (↓)	悪化 (↑)
	13.5%	14.5%	49.8%	57.6%	36.7%	27.5%	24.6%	33.0%	38.8%	44.2%	34.9%	21.4%
製品在庫	増加 (↓)	横這 (↓)	減少 (↑)	増加 (↓)	横這 (↓)	減少 (↑)	増加 (↓)	横這 (↓)	減少 (↑)	増加 (↓)	横這 (↓)	減少 (↑)
	14.2%	19.2%	56.4%	60.9%	29.4%	19.2%	21.5%	33.0%	50.5%	49.3%	26.6%	16.3%
材料原料単価	増加 (↑)	不変 (↓)	減少 (↑)	増加 (↑)	不変 (↓)	減少 (↑)	増加 (↑)	不変 (↓)	減少 (↑)	増加 (↑)	不変 (↓)	減少 (↑)
	25.3%	22.1%	56.7%	61.2%	18.0%	16.3%	27.7%	22.8%	52.2%	58.3%	18.0%	15.9%
総合判断	上昇 (↓)	横這 (↑)	下落 (→)	上昇 (↓)	横這 (↑)	下落 (→)	上昇 (↓)	横這 (↑)	下落 (→)	上昇 (↓)	横這 (↑)	下落 (→)
	67.1%	69.9%	32.5%	29.0%	0.3%	0.4%	73.7%	73.2%	23.2%	23.2%	1.4%	1.8%
来期の見通し	好転 (↓)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (↓)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (↓)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (↓)	横這 (↓)	悪化 (↑)
	15.6%	19.9%	44.3%	52.5%	40.1%	26.8%	29.8%	38.0%	31.5%	38.4%	35.6%	21.7%
来期の見通し	好転 (↓)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (↓)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (↓)	横這 (↓)	悪化 (↑)	好転 (↓)	横這 (↓)	悪化 (↑)
	20.4%	23.9%	45.7%	53.3%	29.1%	19.2%						

表 4.3.2 当面の経営上の問題点（%、2021 年 10 月調査）

※網掛けの数字は前回アンケート(2021年4～6月期)の結果

売上不振	輸出不振	製品単価安	取引条件悪化	過当競争	輸入品との競合
46.4%	35.9%	3.1%	1.8%	23.5%	21.0%
3.1%	2.2%	9.0%	7.2%	3.1%	3.3%
流通経費増大	原材料高	借入負担増	銀行の貸渋り	人件費高	採用難
9.3%	9.8%	67.5%	65.6%	6.6%	7.6%
0.7%	1.1%	23.5%	21.7%	27.3%	24.6%
技能者不足	技術力不足	マーケティング力不足	設備過剰	法的規制	為替問題
28.4%	27.9%	14.2%	13.0%	8.7%	8.7%
1.0%	1.4%	3.5%	3.3%	2.1%	1.8%
環境問題	人材育成	研究開発	事業承継	その他	
4.5%	7.2%	35.3%	37.7%	6.2%	7.2%
4.5%	5.4%	6.9%	6.2%		

3 バイオプラスチックに対する期待

会員企業のうち、特に自社商品を持つ企業の場合、CNFに限らずバイオマスプラスチックに興味を有していることが多く、それらの企業から期待や課題についてヒアリングを実施した。

- ・価格：なるべく安価であることが望ましい、という意見がある一方、機能性や付加価値等が見込めるなら高価でも問題ないと考えている。
- ・付加価値：バイオ系素材を充填することによる、プラスチック含有比率の低下だけでなく、成形収縮率の低下等、寸法安定性の向上に非常に期待している。
- ・ターゲット：BtoC、BtoBによって異なる。BtoCの場合、付加価値と商品に対する満足感のバランスが難しい。購入者が自分のために使用するものに環境負荷の低い製品を選択する、という動機付けが非常に大切である。一方、BtoBの場合、イメージ戦略として採用されると比較的導入が容易であると考えられる。特に、国による施策としてバイオプラスチックを一定量製品に利用する等規制が設けられれば、一気に製品への導入が進むことは間違いないと考える。
- ・成形加工：バイオプラスチックの種類によっては、成形性が悪く、外観部品への使用が難しいものが多かった。その点、CNFは非常に成形性が良いことが、材料としてのメリットの一つである。
- ・廃棄・リサイクル：バイオプラスチックをどのように廃棄すればいいのか、今後はその方法の明示が求められると考える。分別回収可能か、リサイクル可能か、アップサイクル対象となるのか、等、バイオプラスチックが材料として選ばれるためには重要な情報である。そのため、リサイクル対応可能な材料であれば材料として使用したいとの意見もあった。しかしながら、成形材料の決定権が自社にはない下請型企业も多く、完成品メーカーの方向性に期待したいとの意見があった。

4 おわりに

当協会は、中小企業を中心とした業界団体として、多くの中小企業経営者の経営の一助となる事業を実施することが重要な責務であると考えている。

今後、経営資源や人財に限られる中小企業においても、経営課題として避けては通れない地球環境問題について能動的対応が可能となるよう、情報を効率よく企業に届けることで、企業が経営資源や人財をどこに集中させるべきかの選択肢への知見を広げることに関与したい。

今回、環境省 NCP 事業に参加させていただき、今後の企業支援に非常に有益な情報に触れることができたことを、関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

<磯貝明委員・ナノセルロースジャパン副会長>

事業運営委員会における意見をもとに、補足的にヒアリングを行い作成した。

1 ナノセルロースジャパンの概要 (<https://www.nanocellulosejapan.com/>)

ナノセルロースジャパンは、産官学連携によるナノセルロースの技術開発及び普及を行い、また、会員企業間での協業による事業化を推進することで、ナノセルロースの実用化・産業規模の拡大を図り、さらに国際標準化を進め、日本の産業競争力を高めることを目的として、2020年4月1日発足の民間企業を主体とした団体である。次に掲げる事業を行っている。

- ① ナノセルロースの地域コンソーシアムや公設試験研究機関との連携によるセミナー等の開催などの、情報共有・情報交換の場を提供
- ② 展示会及びナノセルロース研究者による講演等、ナノセルロースおよび関連技術の普及
- ③ ナノセルロースの標準化を推進
- ④ その他、本会の目的を達成するために必要な事項

2 CNFを巡る現況

(1) LCAの視点

LCAについての海外の状況は、2012年に「Scaling-up nanoparticles in modern papermaking (SUNPAP) project」というユーロ圏での大きなプロジェクトがあり、そこでかなり検討されてはいるもののポイントが少しずれている感じである。端的に申し上げれば、検討は行っているが、まったく今の日本の現状に当てはめて使えるような状態ではない感じである。

海外で検討が進んでいない点は、私もよく分からないが、フィンランドやスウェーデンはCNFの支援はしているが、LCA的にどうだとの話がまだ出てきていない。そういう分野に対して関心が薄いのかどうか分かりませんが、まずは製品になる、商品になるものを見出していこうということが第一の目標になっている。そのため、あれを入れたり、これも入れたりということで、LCA的にはあんまり良くないといっても、良い性能のものをまずは作るということを目指していることから、今LCA的な検討をすべき時期ではないといったことで進んでいないと思われます。カナダは、セルロースナノクリスタルを押しているが、LCAまで検討しているかどうか分かりません。

こうした状況のもと、SUNPAPの検討から10年ほどが経過していることから、その間、CNFの製造や利用の分野も大きく変わっているため、LCAの観点からも新たに検討する必要があります。

(2) 安全性

安全性についても SUNPAP で検討がなされたが、やはりこれもポイントがずれており、まったく適用できない状況である。

安全性といった、いわば底上げするような性質の研究は、ナノセルロースジャパンとしても国の研究機関に期待しているところである。カナダでは FP イノベーションという国研、フィンランドでは VTT (フィンランド技術センター) という国研、それからスウェーデン・ノルウェーでは RISE という国研がそれぞれ検討していることから、日本では NEDO で今検討がなされているものの、やはり日本の製造・用途に関連した安全性という点では国や国研において独自に検討すべきことではないかと感じている。最終的には、材料を利用していく上で、生産における安全性というものが必要となることから、ここはどこのタイミングでももう少し深掘りすべきテーマではないかと感じている。

(3) 「学」の取組

(企業にヒアリングすると「学の研究が少ない」という声があるが)「学」の研究自体は随分と増えてきているものの、役に立つような研究事例が少ないのが現状である。最近の傾向としては、CNF はバイオマス由来のナノ材料であり、再生産可能であり、CO₂の固定化物であるなど、印象が良い材料として評価されていることから、工学系の先生方が関心を寄せている。ただし、それで何をするかと言うと、ネイチャーやサイエンスへの掲載を目指して、チャンピオンデータを出していこうとする傾向にある。このため、実際の現場において役に立つような、企業が求めているものに比べようとすると大学はさほど多くない。大学の研究室においては、これをこうやって混ぜてこうやってみたら強かった弱かったという、いわば「泥臭い」研究を大学院生に依頼しにくい状況にあることは確かである。

やはり「急がば回れ」と言われるが、高分子材料が出てその有用性が認められて、高分子化学というものが分子から材料から理論計算からと、いろいろなものへと今広がって構築されています。遺伝子工学にしても、酵素を使った物質生産やエネルギー生産が非常に環境に優しいことになると、工学系も含めたいろんな方々がシミュレーションとかも含めて、研究の幅や底辺が広がっていくといった状況になっている。そういったことから、CNF もその有用性が認められて多くの企業がそれを使うようになると、一つの学問領域というか、新しい学問領域が時間をかけて作り上げられていくのではないかと思います。それによって、初めて実際に生産されている方々にとって役に立つようなデータも蓄積されるのではないかと思います。

歴史を見ると少し時間が掛かるかも知れないが、「学」の方も頭を切り替えて、新しい分野にチャレンジできる人は沢山いるわけではないが、やはり若い研究者がどんどん出てきて、あれもこれもやってみようということになって、だんだん学問の底辺が広がっていくのではないかと感じている。

(セルロースがどうしてあの構造になっているのかという所の研究はいくら探してもないが) セルロースについては、今頃になり、どうやってブドウ糖とブドウ糖が繋がれて、どういう酵素が絡んでいて、ああいったナノファイバーに、ミクロフィブリルができるかというのが出てきている。それは、セルロース自体が注目されているからである。シュタウディンガーのノーベル賞受賞講演でも、セルロースという単語がずいぶん出ています。「いくつか不思議なこともあるのですが…」という風におっしゃっておられましたが、その後は、やはり合成高分子の方が実際に役に立つし、設計もできるといったいろいろなアドバンテージがあり、駆逐されて過去のものになっている感じです。しかし、やっと今頃になって改めてセルロースは化石資源、化石由来の高分子がデメリットもあるのでないかということで、改めてセルロースの生合成とか結晶構造とかが最近盛り返して、それに CNF も乗っかっているような所はあると思います。これだけ一般的に地球上で一番大きい高分子であるにもかかわらず、まだ結晶構造すらはっきりと分からない。あの酵素みたいな複雑なものが分かっているが、セルロースが分からないことは、難しいという所があるのかも知れないが、研究者の母数が少ない状況がその要因である。研究者の母数が多くなれば、必ず解明されることになると思います。そういう意味では、今後は広がっていくのではないかと期待しています。

工学系の先生方も随分セルロースを扱うようになってきたので、その点は期待しているが、期待されるためには CNF の用途とか機能がどんどん表に出て行かないと興味すら持っていないですし、それが製品化すると改めて注目されるため、そうしたことが重要になってくると思います。

3 ナノセルロース普及へのボトルネック

(1) 価格

私は、よく企業の方から「乾燥重量で何万円とかが数千円のレベルになったら、あれにもこれにも使えるということがわかっている」と言われます。こうしたことから、生産者の方に CNF が本当に環境に優しい素材であるということがある程度実証できれば、環境省から製造業者にサポートがあっても良いのではないかと考えている。その先の川下企業の方は、CNF を使って何か物にすることであり、CNF が安ければ、あれにもこれにも使えるというデータを蓄積しつつあると思っています。したがって、製造業者に対してサポートし、例えば数万円するものであれば、一挙に数百円まではいかないと思うが、まずは数千円程度と、製造価格を低減するため、ある一定期間を支援することは、非常に有益であると思います。その点については、もう少し企業の方へインタビューして情報を集めなければならないと思います。具体的には「御社ではいくらぐらいであれば、もう少し利用が進むと思いますか」というような情報を収集して、本当にそれで効果があるかどうかということを、ある程度確証を得てからでなければ支援できないとは思っています。

実際には、アプリケーションを多く持つ企業の方からは「元々原料となるパルプは安価

なことから、もう少し CNF の値段が安くなれば、あれにもこれにも使える」との話がありました。また、ある企業が NEDO の支援を得て製造装置を安くすることができたことから、それにより CNF も従来より安く販売できるようになり、その結果、川下企業の方が購入しやすくなったということも聞きました。それによって何かが出来たという所までは聞いていないが、「価格」という点は、非常に重要だと感じている。

(2) CNF の分析、解析方法、定義

ボトルネックのもう一つとしては、CNF の解析、分析、定義という基礎的な部分である。

例えば、今どこの研究機関でも検討されていることは、こういう風にやればこういう良いものができましたというチャンピオンデータは出てきますが、それでは、それが何故かと解析しようとした時に「CNF が入っているからです」だけでは説明ができない。こういう CNF がこういう風に分布しているからこう入っていると、こういう風に凝集させたりこういう風にやったらダメであるから、やっぱりこういう状態が理想的であったりというようなことを示さなければならない。

それから、もう一つは、実際の複合化の最適なプロセスの仕方、例えば基材やポリマーや温度や時間とか、いろんなファクターがあって最適な条件が得られることになると思いますが、それに対応するようなことをサイエンティフィックに蓄積していくことも大事である。

そうすれば、単にこういう風に行えばこうなるというだけではなく、こういうような形にすることが、CNF の性能を最大限活かせる、最小の添加量で最大の効果が出せるというような所に結び付けられれば良いと思っています。

これに関連して、本当に CNF でないとダメなのかという点は非常に重要な点であります。私も CNF の利用を拡大するという意味では、多少は目をつぶり太い繊維が入っていても良いのではないかなと思うが、そうすると結局、海外とか安い所が「これも CNF です」、「これも CNF で文句ないですから」とどんどん入り込んでしまい、折角の努力が水の泡になってしまう可能性がある。このため、「これは CNF とは言えませんよ」と言えるような分析・解析技術や、それから、例えば「8 割以上が 100 ナノ以下の幅だったら CNF と言いましょ」というような所が現在不十分である。「CNF」と言っても、マイクロフィブリルセルローズのようなものも「CNF」と言っていることもあり、極端な話をすれば、紙も一部はナノファイバーになっています。紙を少しだけ入れるだけで CNF が入っていますということになりかねません。そうすると、これも環境に優しい材料ということでお墨付きを頂きましたということになってしまうと、それは少し違うのではないかなと思ってしまいます。もっとも、CNF を広めるためには縛りをかけることはあまり好ましくないと思うので、少し窓口を広めるため、適正なコストと用途によっては多少太い繊維が入っても問題ないと思います。しかしながら、本当に「キラーアプリケーション」に近い部分において

企業の努力の形として聖域になった場合には、しっかりと差別化されるような分析・解析技術をどこかで支援しなければいけないと思います。

4 CNFの普及に向けた取組

(1) キラーアプリケーションの創出

「キラーアプリケーション」が必要であるということは、現状ではCNFの価格が高いために、少量でもビジネスが成り立つような分野での活用が必要となる。こうした少量・高機能な分野というものは、今あるものを代替することではない、いわゆる「キラーアプリケーション」として、特化された独特の機能が出せることが重要になる。やはり「キラーアプリケーション」が広がらない限り、量的なCNFの拡大や、それによる環境へのインパクト・貢献はとても期待できないことになる。

一方、「キラーアプリケーション」を生み出していくためには、新しい製品や文化の創生という観点が必要であり、非常にチャレンジング、要するにリスクが大きい。このため、これにチャレンジしている企業は、国や社内からの相当の支援がありチャレンジされていると思っている。どの企業も必死に取り組んでおられるが、非常にリスクが高くチャレンジングであるため、例えば5年くらい取り組んで結果が思うように出なければ、「もういい加減にしてください」、「見つからないならこれでおしまい」という、ビジネスの観点から企業にも期限があることから、そういう意味でなかなか難しいところではある。しかしながら、炭素繊維、カーボンナノチューブ、それから光触媒、こういった例はすべて谷間を通っているのだから、企業だけにリスクを被せるということは少し気の毒ではないか思っている。実際には、NEDO、環境省などで国から支援がなされていると思うが、国からの支援がもっと必要ではないかと感じている。これによって、この谷間を乗り越え、「キラーアプリケーション」を増やし、それによってCNFの生産量を増やす、それによって環境へのポジティブな効果が期待できることになると感じている。

(2) TEMPO酸化CNFの高度化

今、TEMPO酸化CNFを乾燥させることを検討している。一旦はナノファイバーになっているのでそれを乾燥させるとクシャクシャとなるが、京都プロセスのようにクシャクシャのさせ方によって混練の状態ではぐすことが可能となる。そういう風に行うことにより、性能を高め、運搬・保存のコストを下げ、ハンドリング性も上げようと検討しています。やはりユーザーに水を乾燥させることをさせてはいけないということをミッションに検討しているところです。

TEMPO酸化CNFをどうやって乾燥させるという点については、乾燥というか、水を除去するというか、水を除去して凝集させて元のパルプと同じになったら意味がない訳ですから、乾燥させても、高分子基材とか、基材中でちゃんと分散するというようなスイッチ機能を出せるかどうかである。少し夢のような話にもなりますが、そういう所が重要では

ないかという風に思っています。

具体的な方法として凍結乾燥は、その過程でナノファイバーが結構規則正しく並んでしまい、元の木材と同じようになってしまいます。もっと糸マリのようにならなければ良いのですが、規則性のある形で固体化しやすくなってしまいます。私の聞いた限りでは、凍結乾燥や溶媒置換とか通常の方法では、ほとんど難しいものばかりです。やはりオープン乾燥でなければならないのですが、普通にオープン乾燥をするとカチコチになり、透明なフィルムになります。そのため、そこに何かこうナノフィラーというようなものと同じように界面の制御というか、何しろナノファイバー化する時にはある程度フィブリル間の結合を切らなければならないのですが、その後は基材との親和性になると、疎水化のスイッチが非常に重要になってきます。しかしながら、こればかりは、やってみないと分からないという部分であると私も感じている所です。その組み合わせは無限にあり難しいですが、行ってみなければ分からないからこそ、誰にでもチャンスがあると思っています。

私が感じている点は、やはり、凍結とか溶媒置換とか超臨界とかの乾燥ではなく、普通の乾燥でも、元はピッチリくっついていたのですが、一旦ほぐれたものをグシャグシャと乾燥させる、うまく結合を阻害して乾燥させれば、複合化の剪断力である程度ほぐせる、3ナノメートルまでは思えないですけども、ある程度ほぐせるのではないかという感触は掴んでおり、その辺に期待したいと思います。

(3) 国への要望

国等への要望については、前述のように、CNFの用途を広げる、それから、それによる環境の観点からのポジティブな要素は、かなりあると思います。ボトルネックの一つが価格であるため、この部分について、製造業者に対して多少の支援をしていただきたいと思います。支援を行う検討に当たっては、「本当にいくらになったら何トン買ってくれるのですか」と言われた時に、うまく説明できるようなエビデンスは必要であるとは思いますが、製造業者への支援が本当に環境にとってプラスにアドバンテージがあるということが示されれば、是非とも支援をお願いしたいと思います。

それから、環境省だけにお願いすることではないが、日本にCO₂の固定化物である木質資源というのはたくさんありながら利用されていない状況です。グローバルに考えれば、チリとかブラジルで植林して、そこでCO₂を固定化しているから良いのではないかということになるかもしれないが、やはり未利用で放置されている林地残材とかを有効に利用するサプライチェーンをなんとか構築してほしい。各省庁も一生懸命に取り組んではいるものの、依然として日本の森林資源は放置されている状況を見ると、小さい支援を行ってもそれが継続的に繋がっていないことは事実であり、省庁を超えて知恵を出し合って欲しいと感じている。確かにブラジルで植林して、重油を燃やして、チップを船で運んできて、そこでCO₂を出しながら、そして日本に持ってきて、それをセルロース系の材料に変換する

ことが本当に良いことだろうかとの疑問がある。LCA を冷静に計算すると、日本の急斜面から持ってくるよりも、多少重油を燃やしてもブラジルから運んだ方が環境に対する負荷は少ないということになる可能性も十分あると思うが、やはり、今後のバイオエコノミーとか、持続的な社会基盤の構築ということを考えた時には、今、足元にある森林資源、CO₂固定化物をどうすればそれを管理された森林として CO₂削減に貢献できるかという視点が重要である。

CO₂削減に関しては結構大きな目標は立てていることから、その際に、CO₂を減らせ、減らせ、減らせと、出さないように、出さないようにということは、もちろんこれからも進めるべきであるけれども、植林・育林・伐採、利用の循環を進めて、森林による CO₂の固定化を進めることに環境省が貢献できましたということになると、すごく良いことだと思います。そこも是非検討いただくと、矢野先生が以前から言われている「裏山から車を」が現実性を帯びてくるものになる。今はセルロース資源を裏山からということは、大変厳しい状況であるため、それを何とかできないかなというのが、私の希望、夢である。

＜河崎雅行委員・日本製紙連合会常務理事＞

事業運営委員会における意見をもとに、補足的にヒアリングを行い作成した。

1 日本製紙連合会の概要（<https://www.jpa.gr.jp/index.php>）

日本製紙連合会は、我が国紙・板紙・パルプ製造業の健全なる発展を図ることを目的として、我が国主要紙パルプ会社によって構成されている製紙業界の事業者団体である。委員会活動を中心に次のような事業を行っている。

- ① 会員相互の意見、情報の交換
- ② 紙・板紙・パルプ製造業に関する内外調査、研究
- ③ 製紙業に関する情報、統計資料の収集、作成および提供
- ④ 製紙業に関する広報活動
- ⑤ その他本会の目的達成に必要な事項

2 製紙業界の現状と課題

（1）紙・板紙の生産量

少子化、デジタル化の進展により、内需は新聞用紙、印刷・情報用紙を中心として 2000 年頃をピークに以降、縮小傾向が続いている。

「紙」及び「板紙」を合わせた 2000 年頃の生産量は約 3,000 万トンであったが、2008 年のリーマンショックで大きく落ち込んだ。その後は多少落ち着いた状況が続いたが、新型コロナウイルス感染症の影響で再び大きく落ち込んでいる状況である。

「紙」については、「ペーパーレス」という言葉が飛び交っているようにデジタル化が加速し需要がどんどん減少している。また、人や物が動かないと、土産の包装紙やチラシ、パンフレットといった紙の需要も一段と減ってくる。こうした状況では、紙の需要は、なかなか下げ止まらないという非常に厳しい状況である。

「紙」の中でも特に落ち込んでいるものが、高級な雑誌やカタログに使われる「塗工印刷用紙」である。また、「新聞巻取紙」についても、若い世代はほとんど新聞を購読しないといった状況にあることから、新型コロナウイルス感染症の影響に関係なく情報伝達手段の変化として段々と地位が下がってきた感じである。

その中で、多少生産量が上がっているのはペーパータオルなどの「衛生用紙」である。インバウンドの影響もあり恐らく海外からの旅行者に対してホテル等の宿泊施設で大量に使われるためと推測するが、衛生意識の高まりもあり底堅い状況にある。一方、「板紙」については、段ボール、土産の箱などパッケージ関係が中心となるが、最近では e コマース・ネット販売が広がっているため、商品梱包用の段ボールを中心に生産量が増えてきている。

この結果、2020 年には「紙」と「板紙」の生産量は逆転することとなり、製紙産業としては想像のつかなかった世界で、隔世の感があるとの思いである。

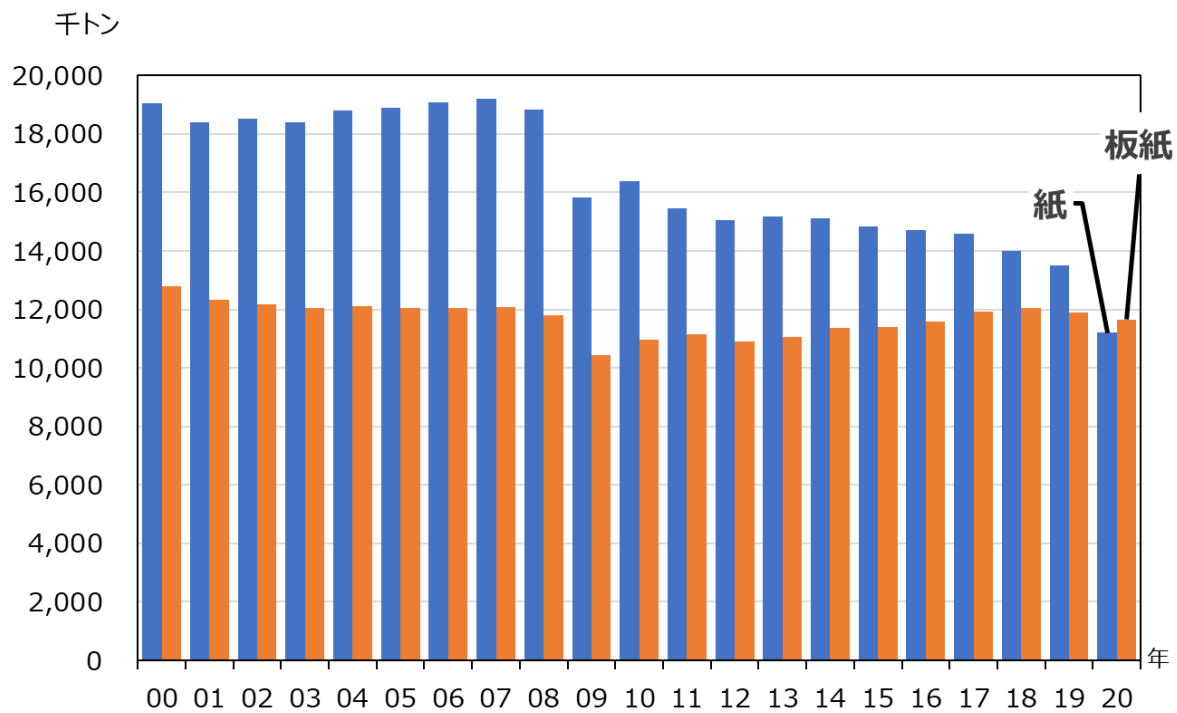


図 4.3.11 紙・板紙の生産量推移 出所：経済産業省

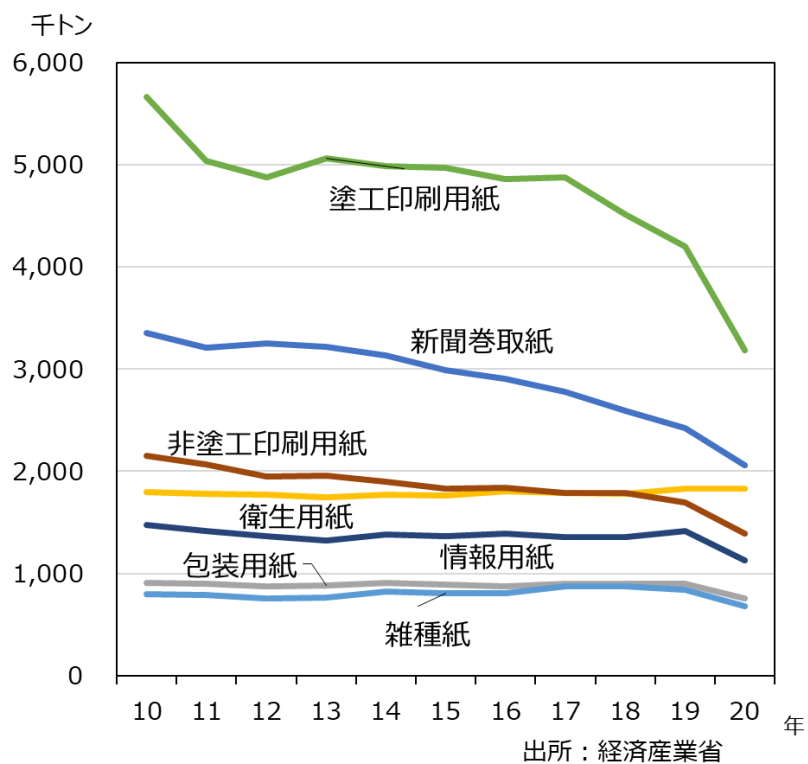


図 4.3.12 各種紙製品の生産量推移 出所：経済産業省

（２）製紙業界の課題

昨今、原材料が非常に高くなってきたことが製紙業界だけでなく、製造業全体の課題となっている。特に重油、石炭といったこれまでは安価な原材料も、CO₂排出の面でかなり悪者にされていることから使い辛くなってきている。加えて昨今ではこうした原材料の価格が大幅に上がってきていることも大きな課題となっている。

また、製紙業界においては、最近の「カーボンニュートラル」、「CO₂削減」という視点からの環境対策が喫緊の課題であり、それに対する設備投資や研究開発投資が膨らみ、企業収益を圧迫している状況になりつつある。

３ 製紙業界における CNF の位置付け～カーボンニュートラル社会に貢献する紙・パルプ産業

製紙業界の原料は、木材である。現在、針葉樹は国内が多く、広葉樹はほとんど海外から輸入している。一部は海外で植林をしており、全てではないが、植林した森林から原料となる木材を得ている。針葉樹は建材に利用されるが、建材などから発生した端材を利用して、チップのような形にして紙の原料にしている。木材を切った段階で CO₂排出されるので、必ず再植林しないとカーボンニュートラルになるとは言えない。つまり、植林と伐採を繰り返す「森林資源の循環」により、カーボンニュートラルが成り立つ形になっている。

そこから出てくる木材チップを「蒸解」という、アルカリ性の薬品で蒸煮して、木の樹脂成分と繊維成分を分けていく。樹脂成分は、「黒液」と呼ばれ、濃縮すると重油のような性状になる。「黒液」は、水には溶出するが、疎水性の材料で、これを黒液回収ボイラーで燃やし、そのエネルギーを得て、電気や蒸気を発生させている。この「蒸解」された「黒液」は、黒液回収ボイラーへと回るが、ここでの「回収」というのはエネルギーを回収するという意味に加えて、蒸解で使用する薬品を再利用するといった薬品回収の意味もある。こういう「熱利用/薬品の循環」というサイクルが成り立っている。なお、黒液回収ボイラーで得られた電気や熱は紙の製造工程で使われるが、石炭やガスボイラーでの発電を含め自家発電の割合が製紙業界では約 80%と非常に高くっており、他の業界の中でもトップレベルの比率である。

「蒸解」から出てきた繊維成分、セルロース成分がパルプと呼ばれ、抄紙工程に送られる。抄紙工程では、紙を乾かすために多くのエネルギーが必要となるが前述の各種ボイラーから発生する電力と熱を利用している。

抄紙で様々な紙製品が製造されるが、紙製品は基本的には回収されて古紙になる。使った紙の約 65%は、再利用・リサイクルされている。古紙回収は 80%程度であるが、輸入しているものもあり、自ら集めて自ら使っている分は 65%になっている。特に段ボールなどの板紙は 90%以上が古紙から出来ており、そういう意味ではまさに循環型の製品である。こうした「紙・板紙の循環」は、世界的に見ても高い水準である。

一方、パルプを作ると、前述のとおり黒液回収ボイラーでエネルギーは得られるが、紙の需要が減ってくると、パルプの生産量も減ってくるため、それに比例して黒液回収ボイラーから得られるエネルギーも減少する。

ただし、紙以外の用途でパルプが増加すると黒液回収ボイラーからのエネルギーもたくさん出来ることとなり、石炭、石油、ガスなどの化石エネルギーの使用を減らすことに繋がる。このため、紙以外の用途をどんどん増やすことは、カーボンニュートラルという意味でも大きな意義を有しており、紙需要が減少する中で紙以外の用途でパルプを使いたいというのが我々業界の強い思いである。

こうした紙以外の用途の一つが CNF である。それ以外には、セルロース誘導体とか、化学製品とかを作っているが、まだ紙の量としては微々たるものという位置付けである。そのため、CNF を「補強材」として活用することはなかなかハードルが高いと思いがながらも、量がある程度見込めるため、非常に期待している。CNF でパルプが多く活用されれば、黒液が多く出るので、カーボンニュートラルなエネルギーを自ら起こすことが出来るため、非常に注目している素材である。紙以外の用途をどんどん広げたいという思いがある中で今後期待しているというのが CNF の位置付けとなる。

(プラスチック原材料生産実績が年間約 1,000 万トンとして CNF を 10% 入れるとすると、100 万トンの需要が生じることになるが) 年間 100 万トンの需要が新たに生じることは、製紙業界にとって魅力的な量である。

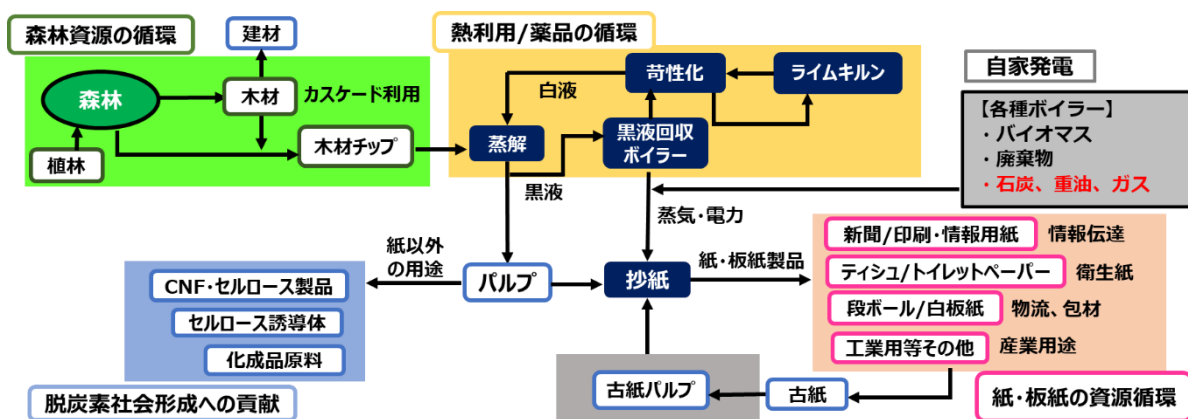


図 4.3.13 カーボンニュートラル社会構築に貢献する紙・パルプ産業の全体

4 CNF への課題及び期待

① CNF を普及させていくためには、生産技術やコスト面、品質面でもまだまだ課題があると感じている。強化樹脂の用途では特に耐衝撃性といった品質上の課題がある。製紙業界にとっては、耐衝撃性が良くなり強度も上がったということになり自動車メーカ

ーや樹脂メーカーが CNF に興味を持つようになれば、CNF の生産スケールが一段、二段と上がっていくため、コスト面でもかなり変わっていく。やはり製紙業界としても品質面で期待できるような状況にならないと、今のままでは、生産量が伸びずコストも下がらないといった平行線の状態が続いていくことになる。今後急激に変わっていくような、不連続点のような形で伸びていくようになるには、ブレイクスルーがないと難しいと感じている。

② そういう状況にあって、自動車メーカーの中には CNF を使いたいという思いで粘り強く取り組んでおられ、事業運営委員会においも興味深い発表もなされた。ただし、いつまでも待ってくれることはないと思っており、材料を提供する立場にある製紙業界などとしても、早くレスポンスよい材料を提供していく必要がある。①で言及したとおり品質とコストのバランスが当然存在しているが、CNF を製造する側ももう少し安くて良い材料を早く提供できるようにしなければならないと感じている。

③ 「LCA」や「カーボンニュートラル」という言葉は、開発に着手した時にも少しは意識があったが、今ほど強く求められてはいなかった。CNF が「LCA」や「カーボンニュートラル」という所で、どういった良い絵が描けるのかということは、このプロジェクトの中でもきっちりと議論されることになれば、「この材料を使います」という企業が多少増えてくるのではないかと感じている。

④ 前述のとおり、紙製品、印刷用紙を中心にパルプの需要が減っており、紙以外の新しい用途を開発していかなければパルプは縮小傾向をたどっていくだけとなる。パッケージなどは、東南アジアを中心に海外はまだ伸びているので、海外で作っていくこととなる。一方、日本では紙を作ることが厳しい状況になっているので、こういう新しい材料を紙以外の用途で使えるようになり、パルプの需要を支えていくようになれば良いと感じている。

⑤ 「カーボンニュートラル」という面で、CNF にとって時流は追い風となっているので、この時流を逃さないよう、品質上の課題を少しでも進展させていければと感じている。

⑥ CNF に関しては、産学官のうち官・学の研究者は、学会でも増えているように見えるが、現状ではまだ圧倒的に少ないと感じている。アカデミックで基礎的、学術的な研究をして、原理原則からどういう用途でどういう解決があるのかというアプローチが足りないと思っている。こうした分野にどんどん官・学での研究者、技術者を増やしていただけると非常にありがたいと感じている。

大学は法人化され特許も進んで出願されるようになったが、企業にとっては共同研究を行ううえで権利関係の手続きが煩雑化してきている。こうした状況のもと特許関係で企業が研究開発を諦めてしまうことのないように配慮しなければならない。そのためには、国の機関で特許を押さえて、日本の財産として安く日本の企業に使ってもらえるような仕組みを考えなければならないと感じている。具体的には、国の機関、例えば産業技術総合研究所のような機関が開発して特許を取得し、それを安く企業に使えるようにしてもらえると有難いと以前から考えている。そうした点において、産業技術総合研究所には、CNFを自らの技術をとらえて取組を強化されることを期待したいと感じている。

＜菊池康紀委員・東京大学未来ビジョン研究センター准教授＞

事業運営委員会における意見をもとに、「ライフサイクル思考に基づくバイオマスプラスチックの役割と挑戦」(Journal of Life Cycle Assessment : 2021), 「ナノセルロース塾 2020 年度第 5 回講義資料」(主催：京都大学生存圏研究所, 地方独立行政法人京都市産業技術研究所) を参考に補足して作成した。

1 はじめに

バイオマスからの化学品製造は、偏在する枯渇性資源である化石資源から、遍在しうる再生可能資源であるバイオマスに化学品原料を代替していくことであり、持続的な化学品生産を可能としうるだけでなく、生物多様性と環境保護を確保しつつ、持続可能な農業と漁業、食料安全保障、再生可能な生物資源の産業目的での持続的利用の要求を調和させ、より革新的で低排出の経済を実現するバイオエコノミーなどの観点から、今後の社会経済、資源の循環に資するプロセスシステムとなりうるものである。国内においてもバイオマス由来化学品製造については、技術戦略の策定からバイオプラスチックに関する普及や資源循環について議論されるなど、活発化している。石油精製においても化成品原料が占める割合が増加しつつある。かつてはガソリン生産量を高めるために多様な単位操作が設置されてきたが、自動車の燃費改善や需要減、電化などの影響で生産量が減少し、現在では、多くの化成品の原料であるナフサ等原油由来の原料の生産量が、原油全体の 25% (熱量基準) 程度まで増加している。

2 LCA について

ライフサイクル思考 (Life Cycle Thinking : LCT) とは、ある製品を評価する際に、その原材料の取得段階から最終的に廃棄されるまでの全生涯における影響を考慮することであり、特に環境負荷を定量化するための手法としてライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment : LCA) がある。

LCA は、対象とする製品を生み出す資源の採掘から素材製造、生産だけでなく、製品の使用・廃棄段階まで、ライフサイクル全体 (ゆりかごから墓場まで) を考慮し、資源消費量や排出物量を計量するとともに、その環境への影響を評価する手法である。実際にみえている製品やサービスの使用段階での環境影響だけでなく、製品が製造されるまで、また廃棄に至るまで、目にみえない所での環境影響を考えることが特徴的である。

LCA には、現在のライフサイクルにおける製品の環境属性を可視化させる帰属的 LCA と、現在のライフサイクルに変化を加えた時に起こる変化を可視化することを目的とする帰結的 LCA の 2 種類があり、現在のシステムから大きな変化が起こりうる技術システムの導入において、帰結的な LCT に基づく分析が必要である。化石資源由来の製品製造が主となっている化学品製造と、これに関連するライフサイクルにおいて、バイオマス由来の製

造技術の導入は明らかな変化をもたらすものであり、これによって誘発される帰結的な影響を考慮した評価に基づく技術システムの種類と規模の適材適所な設計が必要である。

ライフサイクルアセスメント(LCA)とは

LCAは、対象とする製品を生み出す資源の採掘から素材製造、生産だけでなく、製品の使用・廃棄段階まで、**ライフサイクル全体（ゆりかごから墓場まで）**を考慮し、資源消費量や排出物量を計量するとともに、その環境への影響を評価する手法である。

実際にみえている製品やサービスの使用段階での環境影響だけでなく、製品が製造されるまで、また廃棄に至るまで、目にみえない所での環境影響を考えることが特徴的である。

- ISO14001: 環境マネジメントシステム
- ISO14010: 環境監査
- ISO14020: 環境ラベル
- ISO14031: 環境パフォーマンス評価
- ISO14040: **ライフサイクルアセスメント**
- ISO14050: 用語と定義

LCAのはじまりは・・・？

1969年

コカ・コーラ社が異なる容器の環境影響を定量化

割れやすく重たいガラス瓶から、
石油から作るペットボトルへの変更は
良いのか悪いのか？

国際標準化機構 ISO: International Organization for Standardization

3

図 4.3.14 ライフサイエンスアセスメント (LCA) とは
(ナノセルロース塾 2020 年度第 5 回講義資料から引用)

3 CNF における LCA

(1) 環境情報の普及

CNF の LCA を研究しているが、LCA を検討していく上で考えなければならない点は何点かある。

一つは、環境情報をどう普及させていくかという点である。

解繊の状態であったり、CNF の材料がどういったものを代替しようとしているのかであったり、そもそもの目的がどこにあるのかも含めて情報共有される必要がある。例えば、物質そのものを構成する炭素と、エネルギーを得るために使用される炭素の違いについては、カーボンニュートラルに向かう社会の中での在り方として注意する必要がある。エネルギーを得るためであれば、必ずしも化石由来炭素を酸化せずとも得られる方法が増えてきうる。一方で、物質を構成する炭素については、物質の種類を変更しない限り、必要となる。その意味で、将来性の LCA を評価する方法論として帰結的な LCA というものがあり、電源構成など、他の要素の影響を考慮した解析を行うことができる。このとき、物質を構成する炭素をバイオ由来に変化させていくことができるという CNF 材料の価値の評価の仕方については、単純に現在の総 GHG 排出量だけを見て判断するものではないと考えられる。

(2) LCA 結果の研究開発へのフィードバック

LCA は評価をするためだけの方法と見られがちであるが、本来は、LCA 結果やその過程に基づいて技術開発にフィードバックしていくという直接の用途がある。LCA 結果におい

て必ずしもホットスポットになっていない部分であっても、最終的な GHG 排出量へ影響しうるパラメータは多くあり、それらを改善するための協議を関係者と共有するために、環境影響と各種パラメータを定量的に紐づけることができる LCA が活用できる。その際、CNF 関連の技術情報とライフサイクル情報を体系的に整理することができれば、社会的要求の変化の中での的確に CNF 材料を社会に実装していくことができるようになると考えられる。

(3) LCA における観点

LCA においては、機能単位、バウンダリ、インベントリデータの収集方法、影響領域、影響係数といった、いくつかの評価における設定条件がある。このいずれにおいても、CNF 材料特有の観点から検討していく必要がある。

まず機能単位とバウンダリを設定する上では、「何が代替されているのか」「どのような機能をもたせたいのか」「(従来製品ではなく) 今後同様に開発されていく競合相手は何か」などといった、何のために LCA を用いて、何を明らかにしたいのかを整理する必要がある。加えて、インベントリデータの収集方法に関連するのは、技術成熟度 (TRL) が十分に高く無いような技術を対象とするのであれば、実験的に得られた結果と従来製品とを比較する際に不確実性が伴うことを想定し、TRL の違いを意識した解釈が必要となる。ここで、将来性 LCA (Prospective LCA) のような手法を用いたインベントリデータの加工などが必要となりうる。また、影響領域としては、単純に気候変動のみを対象とした総 GHG 排出量だけを算定してしまうと、フィードストックの炭素を再生可能資源化できる CNF の価値は必ずしも適切に評価されない可能性がある。インベントリデータの収集において工夫することも可能ではあるが (例えば、電力原単位の将来予測を考慮するなど)、フィードストック炭素、エネルギー起源炭素など、カテゴリーを分けて評価するなど検討する。他方、植物資源を活用する上では、気候変動だけでなく、水消費量や生態系への影響、光化学オキシダント形成など、他の影響領域における評価が必要とされている。

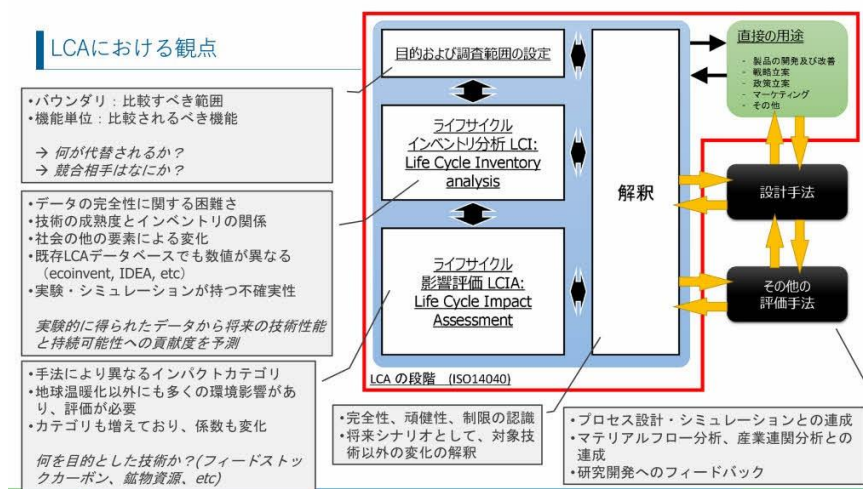


図 4.3.15 LCA における観点 (ナノセルロース塾 2020 年度第 5 回講義資料から引用)

(4) LCAに基づいた CNF 材料に関する提言・発信

カーボンニュートラルを目指していく中で、LCA を用いて、定量的に環境影響を把握していることが、CNF 材料の価値を発信していくうえで欠かせない。いわゆるバイオ・サーキュラーエコノミーなど、各種将来ビジョンとの整合性を主張するためにも、積極的な情報開示が必須といえる。欧州等の動きを調査してみると、各種技術の価値を明確化していくために各種評価手法や指標が組み合わさって使用されていることがわかる。カーボンニュートラルへ向かう社会において、新規材料の価値を主張していくために、LCA のような国際的にも使用されている方法論を用いた情報開示が有効といえる。加えて、LCA を実施することにより、技術開発要素などを特定しやすくなり、さらなる研究開発や可能性にもつながりうると考えられる。

まとめ

ナノセルロースのライフサイクル思考

- 技術の評価は単一の側面からできるものではなく、正負の効果、トレードオフ、指標の多様性の考慮が必要
 - ・社会技術性、技術経済性、社会経済性といった要素間の関係 (Nexus) を明らかにする
- 新規技術については特に *Proof of concept* としての技術評価 × 研究開発目標設定 が不可欠

フィードストック炭素を再生可能資源化する技術としてのナノセルロース技術进行评估するときの観点

- ✓ 実用化プロセスを想定した技術評価
- ✓ フィードストック由来/エネルギー起源炭素の差別化
- ✓ バイオマス資源の高付加価値とバリューチェーンの確立
- ✓ 市場へのバイオマス由来炭素のストック効果
- ✓ その他、関連項目に関する技術評価のケーススタディ



27

図 4.3.16 ナノセルロースのライフサイクル思考
(ナノセルロース塾 2020 年度第 5 回講義資料から引用)

3 おわりに

石油精製から石油化学を経て多様な化学品を生産することにより価値を創出してきた産業の構造において、植物資源は新たな資源として選択できるオプションから、化石資源の大幅削減、さらには代替を行うために不可欠な資源になりうる。各種変換技術が社会に実装されていくためには、法規制やインフラ、ビジネスエコシステムなどが同時に変化していくことが必須である。ライフサイクル思考により、バイオマス由来の化学品や材料の製造が社会に実装されたときに実現していなければならない仕組みを分析することができるようになる。技術開発と並行したシステムの設計と評価を行うことで、社会経済全体で化石資源由来から再生可能資源由来への製品製造の移行を支援できる。

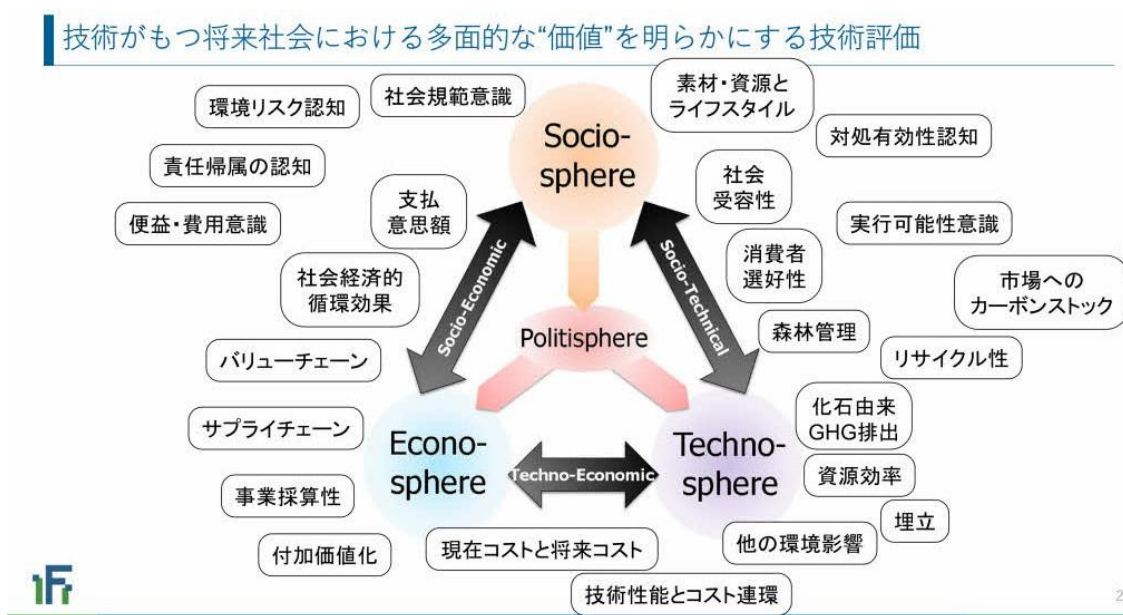


図 4.3.17 技術がもつ将来社会における多面的な“価値”を明らかにする技術評価
(ナノセルロース塾 2020 年度第 5 回講義資料から引用)

参考文献

- Yuichiro Kanematsu, Yasunori Kikuchi, Hiroyuki Yano, Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Acetylated Cellulose Nanofiber-reinforced Polylactic Acid Based on Scale-up from Lab-scale Experiments, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 9(31), 10444-10452 (2021), <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c09250>
- 菊池康紀、ライフサイクル思考に基づくバイオマスプラスチックの役割と挑戦、日本 LCA 学会誌、18(1)、11-20 (2022)、
- 寶毅、兵法彩、諏訪出、兼松祐一郎、菊池康紀、地域への社会実装に向けた新興技術のライフサイクルアセスメント、日本 LCA 学会誌、17(3)、167-173 (2021)

第5章 その他業務の実施

5.1 令和3年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（革新的な省CO₂実現のための部材や素材の社会実装・普及展開加速化事業）に関する広報活動

5.1.1 本補助事業の広報

本業務で実施した情報交換会（BioJapan 2021（横浜）、徳島ビジネスチャレンジメッセ 2021、SDGs AICHI EXPO2021、エコプロ 2021）において、令和3年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（革新的な省CO₂実現のための部材や素材の社会実装・普及展開加速化事業。以下、「本補助事業」という。）の概要説明資料を配布し、本補助事業の広報を行った。また、本業務で実施した「事業運営委員会」において、同委員会に参加している事業者等に対し、本補助事業の説明を行った。さらに、本業務のポータルサイト（Web サイト）において本補助事業の紹介を行った。

上記の通り、対面が可能な展示会（通称、リアル展示会）を活用した広報を中心に行ったが、（訴求の範囲は限定的と思われるが、）潜在的ターゲット層（＝CNFに一定の興味を持ち、かつ、事業化段階・量産段階に対する公的支援制度を十分に知らない事業者、支援機関等）にアプローチできる有効な機会となった。

本事業で実施したセミナーにおいてアンケートを実施し、補助事業に対する補助対象事業者の要望を調査した。調査結果の詳細は3.6項のアンケート分析に記載している。補助事業の存在の告知、申請書類の簡素化への要望が特に高く、次いでゆとりある申請スケジュール、申請書類の作成支援への要望があがった。

5.1.2 類似の補助事業等の調査

国の施策（競争的資金事業）における類似の補助事業を調査し比較検討を行い、より多くの事業者が本補助事業に応募できるよう、提案をまとめた。

表 5.1.2.1 各省庁の主な補助事業の内容

調査対象省庁	主な特徴（目的等）
環境省	CO ₂ 削減等環境対策が主な目的。主に、波及効果が大きい事業や事業体を対象とすることが多い（一部、先進、先端技術分野）。技術支援分野としては、量産段階、事業化段階に対する支援が中心。設備投資関連事業が多い。 ○自治体や環境省関係組織から情報を得る機会が多い。
経済産業省	経済発展、産業振興支援が主な目的。技術支援分野としては、実用化研究・応用研究（一部基礎研究）や実証研究段階に対する支援が中心。開発、設備投資、人材育成、市場開拓等、多様な支援（事業経営全般にわたる支援）。中小企業支援に重点を置く（NEDOは産業界全般）。

	○全国規模の経済団体・公的支援機関（商工会・商工会議所、公益財団法人、中小企業団体中央会等々）や、地域経済産業局、中小機構、NEDO等から情報を得る機会が多い（民間支援者も含め、多種多様）。
文部科学省	科学技術の高度化、発展の支援が主な目的。基礎研究段階の支援が中心。高度技術分野、リスクの高い分野の支援が中心のため、支援の規模（金額）が比較的大きい。 ○大学・研究機関、JST等から情報を得る機会が多い。
その他（自治体等）	地域産業、地域企業の経営支援が主な目的。地域の中小企業向けの支援が中心で、支援規模は比較的小さい（金額、件数）。多様な支援メニューを持つが、技術開発分野は強くない。（CNF関連支援は、一部の自治体のみ。但し、一般的な設備投資支援、製品の販路開拓支援メニューを活用することは可能。） ○地域の自治体、地域の公的支援機関、地域密着型の支援者（中小企業診断士等）から情報を得る機会が多い。

注釈：類似する事業について

「CNFに特化した補助（委託）事業」は少ないが、「補助事業の目的（主な補助経費の項目、補助金の使途）」を類似するポイントとした場合、非常に多数の事業が挙げられる（いわゆる競合が多い）。本補助事業の場合、「設備投資」補助が主な補助金使途となるが、「設備投資」補助に限ると、「採択の件数（採択可能性）」、「申請書作成の難易度（特定情報の記載）」、「補助事業の自由度（設備投資の範囲など）」、「補助事業の知名度（普及度）」、「補助率（一部）」において、比較対象補助事業よりも劣る傾向にあった（本補助事業が選ばれるために、改善できることとして、これらの検討が必要と考える）。

表 5.1.2.2 参考：主な補助事業検索サイト

Web サイト等
・制度ナビ（ミラサポ：経済産業省、中小企業庁）
・支援情報ヘッドライン（J-Net21：中小企業基盤整備機構）
・jGrants 補助金検索サイト（jGrants：デジタル庁）
・NEDO 公募情報一覧検索サイト（NEDO）
・エネ特ポータル（環境省ホームページ・支援情報サイト）
・環境省ホームページ掲載（電子媒体：補助・委託事業パンフレット）
・民間サイト（多数）※年々増加。申請の支援までセットになっているサイトが多い。

5.1.3 本補助事業の活用促進にあたり（まとめ）

本業務を通じて行った事業者ヒアリングや情報交換会におけるアンケートの結果から、以下のような課題が見えてきた。

- ・ 補助事業の周知不足
- ・ 補助事業公募タイミングが悪い。（企業の事業戦略、事業計画と連動しにくい）
- ・ 補助事業期間が短い。（大型設備投資等の場合、年度を跨ぐ調達期間・設置期間が必要となる場合が多い）＝複数年事業であることの理解不足もあるが、補助事業終了後の制約条件（市場化）との関係を懸念する意見としても挙げられている。
- ・ 申請書／提案書が煩雑、文章化／説明資料化等が難しい。（特に、新規事業にかかる環境省補助事業の場合、CO₂算定・推計・評価が難しい＝自社のみでの客観的で信頼性の高い数値化や評価が困難、という声を聞いている）
- ・ 補助事業の目的／メリット等がわかりにくいため補助事業活用のモチベーションが持てない。

今後、より多くの事業者が、本補助事業に応募できるようにするためには、「補助事業執行団体」のみでなく、地域の産業支援機関等との広報ネットワークを構築し、「公募の周知・広報、応募の促進（個別事業者への働きかけ）・側面支援（補助事業の紹介・説明）、補助事業実施の支援、補助事業実施後のフォロー（市場開拓やマッチングの支援）を、ワンストップかつ伴走型で行うことが必要と考える。また、こうした支援者・支援機関を増やす施策を講じることも必要であろう。さらに、補助事業の周知不足を補うために、本補助事業のプロモーションを行う事業を企画・実施することも有効と考えられる。本補助事業の周知の際には、補助事業活用者・組織に的確に届くような注意も必要であろう（企業の環境対応セクションに周知するだけでなく、経営者・事業部門の幹部（大型設備投資等の判断者）や製造部門、開発部門（事業の企画・計画、実施者）に情報を届ける。）。さらにまた、本補助事業の特徴（＝CO₂算定の支援がセットになっている。量産技術課題の解決に関する情報にアクセスできる機会がある＝ナノセルロースプロモーション事業への参画等。）をわかりやすく（具体的に）、明確に伝える工夫も望まれる。

本補助事業の活用が効果的な事業者を的確に発掘し、当該事業者の事業計画等の把握に努め、当該事業者の意見等（補助期間の問題や、公募時期・期間等の希望、伴走型支援者の紹介など）を十分に取り入れて展開すれば、本補助事業の活用者は着実に増えるものと考えられる。

5.2 本補助事業の応募事業者及び採択事業者に対する LCA 手法による CNF 活用製品等の CO₂排出削減量の算定支援

本補助事業においては、令和 2 年度同様に、応募事業者及び採択事業者に対して LCA 手法を用いた CNF 活用製品等の CO₂排出削減量の算定が求められており、応募事業者に対し、環境省並びに補助金執行事務局と相談の上、必要性に応じて CNF 活用製品等の CO₂排出量算定を支援した。

また、算定支援を通して得た情報を活用し、ライフサイクルにおいて、どこが削減ポイントなどのフィードバックを行った。

5.3 令和 3 年度に新たに浮上した CNF 活用用途に関する CO₂ 排出削減効果の検証・評価・社会実装への課題その他関連情報の共有

本事業の支援対象事業者及び補助事業への応募事業者に対して、令和 2 年度セルロースナノファイバー（CNF）等の次世代素材活用推進事業の成果物である算定手法や CNF 排出原単位の簡易算定ツール（エクセル）等、CNF の用途拡大や CO₂排出削減効果の把握等に資すると考えられる既存のノウハウを共有し、環境省の CNF 関連事業間で横断的に情報共有を行った。

5.4 広報資料の作成

本事業内容、環境省の CNF に関する取り組み、環境省事業により開発された製品についての説明資料を作成し、パネル化したものを展示会で使用したほか、Web サイトに同内容を公開し、資料としてのダウンロードもできるようにした。



図 5.4.1 Web サイトにおける製品紹介および資料ダウンロード画面

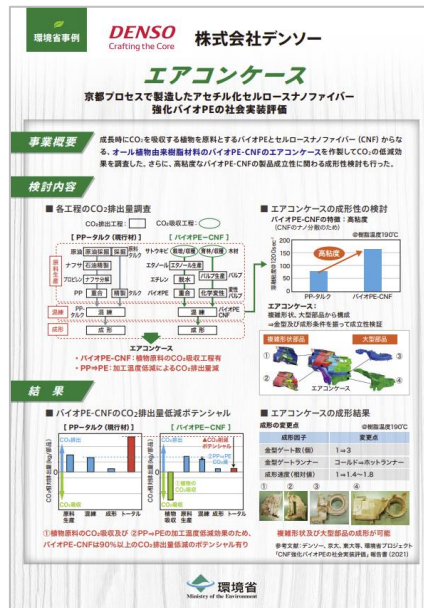


図 5.4.2 CNF 活用製品紹介資料例

また、本事業への支援対象事業者の成果報告に関する資料の作成に当たっては、支援対象者へのヒアリングを行い、第2章の業務で検討した革新素材として適切かつ効果的な環境情報開示方法を反映して作成した。

さらに、本補助事業の紹介資料も本事業の特設 Web サイト上に掲載し、環境省 CNF 事業に関する情報を集約的に収集可能な Web サイトとして機能するようにも工夫を行った。



図 5.4.3 NCP 事業 Web サイトにおける環境省取り組み事例紹介、補助金公募情報の表示

5.5 国内外への環境省事業の効果的なプロモーションの実施

11月に開催された「ナノセルロース新情報 オンラインセミナー、展示・商談会」において講演を行い、NCVプロジェクト等の過去の環境省の取組とともに、NCP事業においても開発を続けている粉末3D技術の紹介を行い、併せて設備投資に役立つ情報として補助事業の紹介を行った。

イベント名：「京都スマートシティエキスポ 2021 プレイベント 京都グリーンケミカル・ネットワーク オープンイノベーション～ナノセルロース新情報 オンラインセミナー、展示・商談会～」

開催日時：令和3年11月2日（火） セミナー：13:30-15:20

開催方法：オンライン

主催者：京都グリーンケミカル・ネットワーク 京都スマートシティエキスポ運営協議会

発表者：京都大学生存圏研究所 奥平有三

タイトル：ナイロン CNF 複合材料を用いた粉末3D成形の実用化

参加者数：104名

経緯：京都グリーンケミカル・ネットワークでは、令和3年11月11日（木）及び12日（金）に開催される「京都スマートシティエキスポ 2021」のプレイベントとして、軽量、高強度、低線熱膨張といった優れた特性を示し、次世代の先端的材料として注目されているナノセルロースに関するセミナー、展示会及び商談会をオンラインで開催することとしている。今回は、ナノセルロースの研究開発や事業化の最新状況に関する紹介として、依頼を受け、講師として出席、講演を行った。

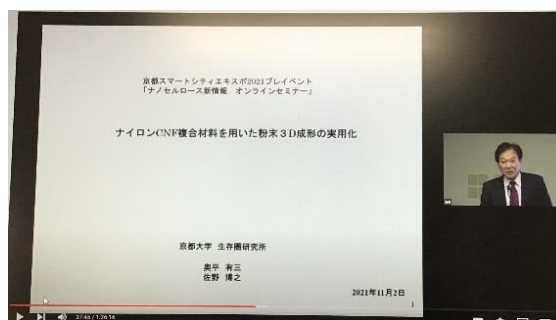


図 5.5.1 京都スマートシティエキスポ 2021 プレイベント オンラインセミナー

5.6 CNFに関する国内外の動向調査および最新の論文などの調査

国内外の動向調査について、最新のニュースとして、新しい技術や、製品化、インセンティブ制度、標準化といった情報を中心として調査し、LCAなどの環境面や素材製造に係るコスト面が合った場合はそれらを含む形で概要を整理し、巻末資料1に一覧とした。

また、論文についても最新の公表されたCNFに係る論文について環境面や技術面を中心として整理し、巻末資料2に一覧とした。

ニュース及び論文の整理結果については、本事業の支援対象事業者に対して、必要に応じて共有した。

5.7 本事業やCNFの補助金制度に係るプロモーションの協力依頼

CNFの補助金制度の広く効果的なプロモーションを実施することを目的に、CNFに係る団体や工業会（2.4項表2.4.1）および支援対象事業者（2.2項表2.2.1）へのヒアリングを行った。ヒアリングに使用した質問票を表5.7.1に、CNFに係る団体や工業会と支援対象事業者からの回答を表5.7.2に示す。

表 5.7.1 質問票

- | |
|--|
| ● 環境省ではCNFの補助金事業を展開しておりますが、情報を広くプロモーションするためにはどのような場所に情報があればよいと思いますか？ |
| ● CNFの補助金制度についてどのような範囲で補助金があればよいと思いますか？ |

プロモーションするためには用途開発の裾野を広げるためにもCNFに直接的に関わっていない展示会での出展を検討することや省庁間での連携が重要ではないかという話があった。CNFと直接的に関わっていない展示会に出展することで、CNFの新たな可能性を見出したケースの代表例がリチウム電池との応用である。このような可能性が他にもあるとすれば、補助金の必要性は高まり、自ずと広がることが考えられる。これに加え、現状では経済産業省からの情報は多くあるが、環境省からの情報が限定的である。過去に補助金への応募経験を有する事業者から紹介されることもあり、横軸での情報交換が課題であることが見えた。補助金の用途の違いがある中での情報交換が省庁間であれば事業所へは浸透しやすく把握しやすいことがわかった。補助金の範囲は経済産業省と環境省の間を取り、基礎研究や用途開発へのものなど幅広く対応してくれるものがあると嬉しいという声があった。

CNFを取り扱っている事業者からは直接ダイレクトメールでの知らせや公式ホームページでの告知や新聞や雑誌などの幅広い層へのアプローチを可能とする手段などの意見が多数あった。更に、補助金の対象範囲に関してはCNFに係る団体や工業会へのヒアリング時の似た内容のものに加え、補助率のアップや補助期間の延長が挙げられた。

表 5.7.2 支援対象事業者へのヒアリング結果

	質問内容	回答
①	環境省では CNF の補助金事業を展開しておりますが、情報を広くプロモーションするためにはどのような場所に情報があればよいと思いますか？	・各 CNF 関連団体の HP (ナノセルロースジャパン HP、ナノセルロースプロモーション HP、環境省 HP) ・会員企業への DM ・西日本プラスチック製品工業協会、奈良県プラスチック成型協同組合 ・近畿経済産業局 HP ・奈良県公式 HP ・(日経)新聞/雑誌 など ・メーカー (例えば、自動車メーカーや一次サプライヤー) ・各種産業団体、銀行、環境省 Web 上 ・素材系の展示会でなく、製品系の展示会でのアピールも必要かと思います。 ・例えば、自動車技術会での情報展開、自動車関係の展示会でのアプリケーションの提案
②	CNF の補助金制度についてどのような範囲で補助金があればよいと思いますか？	・顧客への展示会レベル試作品作製に係る検討 (量産レベルではなく試作レベルの検討) ・補助金の比率を 50⇒80%など ・補助金制度事業期間の延長 (1～2 年→3～4 年) ・建物、中古設備の導入 ・サンプル試作など (設備などのように形に残らないもの) ・材料開発支援、製品物性試験、生産する設備への補助、生産を目指す企業に資金が廻り新たな投資が行いやすくなる。 ・森から材料製造、最終製品まで、即ち始めから終わりまでそろっているプロジェクトの研究開発に対する支援

第6章 まとめ

本プロジェクトでは CNF 材料の社会実装をめざし、①有望分野別に最適化された市場化課題解決の実施、②CNF 製品等の環境性能情報の取り纏めおよび評価、③CNF 活用製品等の市場化の拡大に向けた普及・啓発業務の実施を主務に 1 年間活動した。

①では選ばれた支援対象事業者は生活関連用品分野 2 社、建築資材・インフラ関係分野 2 社、業務機器・産業機器分野（ブレード、集塵装置、産業機器等）3 社、モビリティ・家電分野 5 社である。それぞれ材料提供、材料成形品評価、自社製品への適用検討、課題抽出、材料改良など精力的に活動した。

②では支援対象事業者 12 社の中から現在試作できるレベルであり、かつ市場化の見込みが高いと考えられる 5 製品に対して、LCCO₂の算定を行った。LCCO₂の削減効果については、材料の変更による軽量化、製造プロセスの効率化、製品寿命の向上などを考慮した。対象としたすべての 5 製品で LCCO₂低減の見込みが確認できた。

③ではセミナー1件と展示会 5 件を実施した。その中で 3 件の展示会では以前環境省 NCV 事業（2016-2019 年度で実施）で試作したコンセプトカーの実車を展示し多くの方にアピールできた。

今年度から始まった環境省設備補助事業に本プロジェクト関連から 2 件採択されたことは CNF 材料の社会実装に向けて大きな進展であり、今後更に増えることが期待される。

今年度は昨年度に引き続き新型コロナ感染拡大を防止する観点から対面での打合せ、会議、展示会、講演会に代えて主に Web を使って業務を遂行した。自動車分野への応用に関しては今後の社会実装に向けてはコスト低減、材料性能の改良、量産性、製品設計への活かし方などが重要になると思われる。また自社での材料製造を目指す企業も出てきており、実用化に関して加速されるものと思われる。耐久性向上などを含めて考えると数年先での実用化が大いに期待される場所である。

セミナーや展示会により CNF 材料が広く認知されてきており、社会実装のためのサプライチェーンの構築が必須である。製紙メーカー、樹脂・コンパウンドメーカー、成形加工メーカー、樹脂部品メーカーの連携が必要である。また、LCCO₂の見える化、CNF を使用する嬉しさの明確化なども考え、引き続き CNF の普及に努めていきたいと考えている。

第7章 本業務で用いる略語、用語の解説

7.1 略語の解説

表 7.1.1 本業務で用いる略語

ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene	アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合体樹脂
BioPE	Bio Polyethylene	バイオポリエチレン
CDV	Clean Diesel Vehicle	クリーンディーゼル自動車
CNF	Cellulose Nano Fiber	セルロースナノファイバー
CNF100%	Cellulose Nano Fiber 100%	CNF のみの成形体
CTE	Coefficient of Thermal Expansion	熱膨張率
EOR	Ethylene-octene rubber Ethylene-octene copolymer	エチレン-オクテン共重合体
EPDM	Ethylene Propylene Diene Monomer	エチレンプロピレンジエンゴム
EV	Electric Vehicle	電気自動車
EVA	Ethylene Vinyl Acetate	エチレンビニルアセテート樹脂
FCV	Fuel Cell Vehicle	燃料電池自動車
GF	Glass Fiber	ガラス繊維
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GPa	Giga Pascal	ギガパスカル(圧力の単位) 10^9Pa ($\text{Pa} = \text{N/m}^2 = \text{ニュートン毎平方メートル}$)
GV	Gasoline Vehicle	ガソリン自動車
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HDT	Heat Deflection Temperature Heat Distortion Temperature	荷重たわみ温度、熱変形温度
HV	Hybrid Vehicle	ハイブリッド自動車
HWP	Harvested Wood Products	伐採木材製品
Izod		アイゾット衝撃試験値
JST	Japan Science and Technology Agency	国立研究開発法人科学技術振興機構
LCA	Life Cycle Assessment	ライフサイクルアセスメント
LCCO ₂	Life Cycle CO ₂	ライフサイクル CO ₂
MAPP	Maleic Anhydride Polypropylene	無水マレイン酸変性 PP
MB	Maserbatch	マスターバッチ
MD	Machine Direction	流れ方向、縦方向
MFR	Melt Flow Rate	メルトフローレート、溶融プラスチックの流動性の大きさ
MPa	Mega Pascal	メガパスカル(圧力の単位) 10^6Pa ($\text{Pa} = \text{N/m}^2 = \text{ニュートン毎平方メートル}$)

NCM	Nano Cellulose Matching	ナノセルロースマッチング:環境省令和 2 年度セルロースナノファイバー適用部材拡大のための課題解決支援事業の通称
NCP	Nano Cellulose Promotion	ナノセルロースプロモーション:本事業の通称
NCV	Nano Cellulose Vehicle	ナノセルロース自動車
NEDO	New Energy and Industrial Development Organization	国立研究開発法人 新エネルギー産業技術総合開発機構
PA11	Polymid11	ポリアミド 11
PA6	Polymid6	ポリアミド 6、ナイロン 6
PA6-CNF	Polymid6- Cellulose Nano Fiber	CNF を分散したポリアミド 6 樹脂
PA6-CNF10%	Polymid6- Cellulose Nano Fiber 10%	CNF を重量比で 10%分散したポリアミド 6 樹脂
PBF	Powder Bed Fusion	粉末床熔融結合法
PC	Polycarbonate	ポリカーボネート
PE	Polyethylene	ポリエチレン
PHV	Plug-in Hybrid Vehicle	プラグインハイブリッド自動車
PMMA	Polymethylmethacrylate	ポリメチルメタクリレート樹脂
POM	Polyoxymethylene	ポリアセタール樹脂
PP	Polypropylene	ポリプロピレン樹脂
PP-CNF	Polypropylene-Cellulose Nano Fiber	CNF を分散したポリプロピレン樹脂
PP-CNF10%	Polypropylene-Cellulose Nano Fiber 10%	CNF を重量比で 10%分散したポリプロピレン樹脂
SEM	Scanning Electron Microscope	走査型電子顕微鏡
Talc		タルク
TD	Transverse Direction	(MD に対して) 垂直方向
TEM	Transmission Electron Microscope	透過型電子顕微鏡
VOC	Volatile Organic Compound	揮発性有機化合物

7.2 用語解説

表 7.2.1 本業務で用いる用語

- 1) コンパウンド: 樹脂に各種副資材、添加剤、着色剤などを配合して混練すること。
- 2) ブロック PP: ポリエチレンを分散したポリプロピレン。ポリエチレンの周りにゴム層があるため高い衝撃特性を発現する。
- 3) マスターバッチ: 所定の割合で強化材料、繊維、顔料などを練りこんだ樹脂材料。

巻末資料 1

CNFに関する国内外のニュース

【ニュース関連（日本語）】

日付	ニュース名	概要	URL
2020年2月10日	建設通信新聞	日建ハウジングシステムは自社開発のフレーム構造「R3(アール・キューブ)」を竹の集成材でつくったもので作成し、セルロースナノファイバーなど竹から生まれるさまざまな製品を展示した。	https://www.kensetsunews.com/web-kan/419032
2020年2月21日	PR TIMES	大王製紙株式会社は、株式会社タマスが2020年4月に国内および海外で発売を予定している高性能卓球ラケット『レボルディアCNF』の部材として、セルロースナノファイバー（以下「CNF」）成形体「ELLEX-M」が採用。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000304.00001310.html
2020年2月26日	PR TIMES	丸富製紙株式会社は、業界初家庭紙製品、トイレトペーパーへ「セルロースナノファイバー（CNF）」を活用。芯なしトイレトペーパーの中心部に使用して強度を20%高める技術を開発し、特許を出願。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000031.00020832.html
2020年3月2日	BtoBプラットフォーム業界 ch	あいち産業科学技術総合センターでは、日清紡テキスタイル、吉田機械興業と共同で、衣類素材から綿を原料とするセルロースナノファイバー（CoNF）を開発し、スクラブ剤用粒子に応用しました。さらに中央加工機、白井石鹸の協力で、衣料用生地由来のCoNF粒子のスクラブ剤入り石鹸を試作。	https://b2b-ch.infomart.co.jp/news/detail.page?IMNEWS1=1854050
2020年3月4日	アットPress	GSアライアンス株式会社は、オリーブオイルやゴマ油、ヒマシ油、大豆油などの様々な植物油のセルロースナノファイバー分散体を作った。	https://www.atpress.ne.jp/news/207260
2020年3月4日	Digital PR Platform	日本製紙グループの日本製紙クレシア株式会社は、尿モレのための吸水ケア専用品として吸水ケア専用品『ボイズ 肌ケアパッド 超スリム』シリーズをリニューアル発売。ボイズは植物由来の素材「機能性セルロースナノファイバー」に金属イオンを保持した消臭シートを採用。	https://digitalpr.jp/r/38045
2020年3月5日	日本経済新聞	大阪大学麻生隆彬准教授らのグループは日本食品化工と共同で、デンプンとセルロースナノファイバーを混ぜることで、強度や耐久性に優れた透明シートであり海水中で分解される生分解性プラスチックを開発。	https://www.nikkei.com/article/DGXMZO56453820V00C20A3TJM000/
2020年3月27日	PR TIMES	凸版印刷は、セルロースナノファイバーをコーティングした原紙を用いた高いバリア性と密閉性を持つ飲料向け紙カップ「CNFエコフラットカップ」TMを開発したことを発表。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000397.00033034.html
2020年4月8日	財経新聞	株式会社RBPは日本製紙株式会社の協力を得て、次世代の新素材として注目の成分「セルロースナノファイバー」を活用したセルロース・ナノ・コスメ、「SURISURI(スリスリ)」を開発。	https://zaikai.co.jp/releases/983505/
2020年4月8日	fabcross	セルロースナノファイバー（CNF）世界市場の調査結果を公表——2030年にはCNF世界生産量3500トン、出荷金額205億円に 矢野経済研究所	https://digitalpr.jp/r/36581
2020年4月24日	MONOist	2020年のセルロースナノファイバー（CNF）世界市場に関する調査結果を発表した。2020年のCNF世界生産量は57トン（t）程度、出荷金額は68億4000万円と予測する。調査期間は2020年1～3月で、製紙メーカー、化学メーカーなどのセルロースナノファイバーメーカーを調査対象とした。	https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/2004/24/news010.html
2020年5月7日	日経 XTREND	「UTokyo Go（ユートキョーゴー）」は、東京大学直営のオフィシャルショップ「東京大学コミュニケーションセンター（以下、UTCC）」のオリジナルブランド。ボールペンも売れている。東大の磯貝明教授らの基礎研究を応用した商品。ゲルインクに、セルロースナノファイバーを配合している。	https://style.nikkei.com/article/DGXMZO57809040Y0A400C2000000/
2020年5月20日	ニュースイッチ	成光工業は、環境に配慮したスキー・スノーボードワックス「G-S L I D E（ジースライド） WAX」を開発。世界各国でフッ素フリーワックスの開発を進めている。セルロースナノファイバー（CNF）の分散技術を使い、CNF粉末（繊維状の粉末フィラー）を開発。これをアンカーとして使うことで、植物油脂のソール（滑走面）への密着性が向上した。	https://newsswitch.jp/p/22306
2020年5月28日	AV Watch	東芝映像ソリューション株式会社は同社の4K有機ELテレビのフラッグシップモデル、レグザ X9400に搭載されるオーディオシステム「レグザパワーオーディオX-PRO」に、セルロースナノファイバー（CNF）を使用した振動板を使用。	https://av.watch.impress.co.jp/docs/news/1255263.html
2020年6月3日	産経新聞	物ブランクトンのユーグレナ（ミドリムシ）に含まれるナノファイバーの大量生産に、愛媛県四国中央市の紙加工業「スバル」が乗り出した。木材由来のCNFが繊維にばらつきがあるのに対し、ユーグレナ由来のPNFは直径が小さく、繊維が一定の長さでそろっている点でも優れている。	https://www.sankei.com/article/20200603-NIQLSX2GJJMO7DAA6LD5Z62M74/
2020年6月6日	タウンニュース	下曽我駅前の老舗菓子店「正栄堂」が、主に工業製品素材として活用される植物由来の繊維CNFを配合した、ユニークな和菓子を開発。食感の向上や製造ロス削減などの利点がある。	https://www.townnews.co.jp/0607/2020/06/06/529274.html
2020年6月29日	週刊粧業	花王は、バイオマス由来のCNFを改質し、各種用途の樹脂に配合することで、少量でも樹脂の強度や、寸法安定性（熱膨張率の低減）を向上させることを可能に。	https://www.syogyo.jp/news/2020/06/post_027718
2020年7月10日	value press	丸住製紙株式会社のプレスリリース（7月10日付）によると、同社はCNFの化学変性技術の独自開発に成功し、ステラファインTMと命名したCNFの安定製造を進めるためCNF推進室を設置するとともに年産50トンの能力のあるパイロットプラントを川之江工場に建造する。	https://www.value-press.com/pressrelease/248211
2020年7月15日	日経 TECH	花王はセルロースナノファイバー（CNF）*1強化樹脂を「LUNAFLEX（ルナフレックス）」シリーズとして提供を開始した。ユーザー企業の利用	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/0001/04325/

日付	ニュース名	概要	URL
		用途ごとに CNF 表面を調整し、さまざまな樹脂に複合化。その CNF 強化樹脂のマスターバッチとして販売する。効果としては樹脂の強度向上、寸法安定性（熱膨張率の低減）などが得られる。	
2020 年 7 月 31 日	CoatingMedia	木工塗料メーカーの玄々化学工業は森林総合研究所と共同で国産スギから取れる CNF を木材用塗料に配合させる開発事業を行った。CNF を下塗り剤（シーラー）に配合することで塗膜が安定化し、屋外での変色防止効果が見られた。	https://www.coatingmedia.com/online/a/cnf.html
2020 年 8 月 19 日	MONOist	新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は 2020 年 8 月 12 日、低炭素社会の実現に向けた「炭素循環社会に貢献する CNF 関連技術開発」事業において、新たに 14 件の研究開発に着手することを発表。	https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/2008/19/news009.html
2020 年 8 月 28 日	PR TIMES	中越パルプ工業株式会社は、セルロースナノファイバー（以下 CNF）を用いた複合樹脂ベレット・マスターバッチ品（以下 MB）の販売を開始した。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000001.00063697.html
2020 年 8 月 28 日	fabcross	スイス連邦材料試験研究所（Empa）は、エアロゲルをマイクロエレクトロニクスに応用することに成功した。セルロースナノファイバーを由来とするエアロゲルは広範囲の周波数を効果的に遮蔽する。	https://fabcross.jp/news/2020/20200828_shieldi-ng-material.html
2020 年 8 月 29 日	fabcross	中国科学技術大学はバクテリアが生産するナノ材料の助けを借り、太陽エネルギーを利用して水を浄化する木材ベースの蒸気発生器が開発した。	https://fabcross.jp/news/2020/20200829_a-solar-steam-generator.html
2020 年 8 月 31 日	日刊ケミカルニュース	東ソー株式会社は伝動ベルト用の CNF 複合化クロロブレンゴムの低コスト製造技術の開発を、伝動ベルトメーカーであるバンドー化学株式会社と連携して、2020～2024 年度に実施される NEDO の助成事業で行う。	https://chemical-news.com/2020/08/31/%E6%9D%B1%E3%82%BD%E3%83%BC%E3%80%80cnf%E8%A4%87%E5%90%88%E5%8C%96cr%E3%81%AE%E4%BD%8E%E3%82%B3%E3%82%B9%E3%83%88%E5%8C%96%E3%81%8Cnedo%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E3%81%AB/
2020 年 9 月 24 日	アット Press	GS アライアンス株式会社は CNF を使用した製品にウイルス問題にも対応するために抗菌、抗ウイルス性を合わせ持つ天然バイオマス系生分解性樹脂を開発。	https://www.atpress.ne.jp/news/227318
2020 年 10 月 6 日	あさひかわ新聞	株式会社 MARVELOUS と旭川工業高等専門学校が共同開発したシャンブー、トリートメントブランド「ririQ(リリック)」に、日本製紙のカルボキシメチル化セルロースナノファイバー（CM 化 CNF）が採用された。	http://www.asahikawa-np.com/digest/2020/10/007023740/
2020 年 10 月 7 日	アット Press	GS アライアンス株式会社は、世界で初めて、100%土に還る、自然由来の素材で作ったネイルチップを開発。セルロースナノファイバーという素材を複合化させているため、酸素や水蒸気が通りやすい多孔質構造になっており、爪が呼吸しやすいのが特徴。	https://www.atpress.ne.jp/news/229484
2020 年 10 月 13 日	日経 TECH	東北大学は、セルロースナノファイバー（CNF）を原料とする高強度・高じん（靱）性セルロース単繊維の新たな創製法を開発したと発表した。新手法によって CNF の配向を制御し、繊維を一方にそろえることで、セルロース単繊維の引っ張り強度を 63%、じん性を 120%高められるという。	https://tech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/08935/
2020 年 10 月 15 日	TECH Powered by マイナビニュース	環境省 Nano Cellulose Matching（NCM）は神奈川県のパシフィコ横浜にて開催されているバイオビジネスに関する展示会「BioJapan 2020」にて、植物由来の次世代産業用新素材 CNF を使用した各種部材の展示や CNF を用いて作成されたコンセプトカーの展示を行い、CNF のビジネス活用の成果などを紹介。	https://news.mynavi.jp/article/20201015-1412767/
2020 年 10 月 20 日	環境ビジネスオンライン	環境省、革新的な省 CO ₂ 実現に向けた部材・素材の社会実装を支援 3 件採択	https://www.kankyo-business.jp/news/026353.php
2020 年 10 月 22 日	Dream News	株式会社研美社が環境にやさしい「パルカナイズドファイバー」を使ったカードの製造・販売を開始。～優れた生分解性があり、プラスチックに近い強度をもったカードの商品化を実現～	https://www.dreamnews.jp/press/0000223948/
2020 年 11 月 4 日	TECH Powered by マイナビニュース	日本原子力研究開発機構(JAEA)、東京都立産業技術研究センター(都産技研)、東京大学の 3 者は、木材から得られる CNF とレモンに含まれるクエン酸、そして水から構成される、環境にやさしい高強度ゲル材料「凍結架橋セルロースナノファイバーゲル」の開発に成功したと発表。	https://news.mynavi.jp/article/20201104-1452145/
2020 年 11 月 16 日	PR TIMES	水中対向衝突法（ACC 法）で製造したセルロースナノファイバー「当社商標名 nanoforest®」（以下 CNF）が、松尾ハンダ株式会社製造のソルダペーストの添加剤として採用された。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000002.00063697.html
2020 年 11 月 24 日	PR TIMES	丸富製紙株式会社は、超長尺トイレットペーパー「ベンギン 芯なし超ロング」シリーズより、「ベンギン 芯なし 超ロングパルプ《雪》250m 4 ロール シングル トイレットペーパー」を期間限定で販売。芯の中心部には植物由来の新素材セルロースナノファイバーを塗布。芯強度がアップ（当社調べ）したことで、芯形状がゆがみづらくなり、使用時のガラガラ音が発生しにくくなりました。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000042.00020832.html
2020 年 11 月 26 日	日本経済新聞	化学中堅の東亜合成は植物由来の次世代素材 CNF の価格を従来の 2 割に抑える技術を開発した。CNF を樹脂に混ぜると鉄並みに強度が高まるため、自動車部品などを軽くできる。環境規制の強化で自動車の軽量化が急務となるなか、普及への課題だったコストを下げて実用化を急ぐ。	https://www.nikkei.com/article/DGXMZQ66656540W0A121C2MM0000/
2020 年 12 月 2 日	日刊ケミカルニュース	東亜合成は東京大学大学院農学生命科学研究科の磯貝明特別教授のグループらとの共同研究により、低コストかつ分散や乳化などの工程でシングルナノセルロースにまで容易に解繊することが可能な新しい酸化セルロースを開発。	https://chemical-news.com/2020/12/02/%E6%9D%B1%E4%BA%9E%E5%90%88%E6%88%90%E3%80%80%E6%96%B0%E8%A6%8F%E9%85%B8%E5%8

日付	ニュース名	概要	URL
			C%96%E3%82%BB%E3%83%AB%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%82%B9%E3%82%92%E9%96%8B%E7%99%BA%E3%80%81cnf%E4%B D%8E%E3%82%B3%E3%82%B9/
2020 年 12 月 8 日	ニュースイッチ	住友ゴム工業のダンロップ「エナセーブ N E X T I I I」は、トレッドゴムに水素添加ポリマーを採用し、従来製品と比べ耐摩耗性能を 2 0 % 向上し、ウェットグリップ性能の低下を半減させた。バイオマス材料のセルロースナノファイバー（CNF）を使用することで、環境負荷を低減させた。	https://news.switch.jp/p/24968
2021 年 1 月 6 日	日本経済新聞	富山大学は 6 日、植物由来の次世代素材「セルロースナノファイバー（CNF）」とアルミを混ぜた高強度素材を開発したと発表。アルミと比べて強度を 2 倍に高める一方、3 割軽量化できる。富山県内で盛んなアルミ産業の既存設備を使って成形できる。	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOJB067PL0W1A100C200000/
2021 年 1 月 26 日		SURTECH 2022 表面技術要素展 リアル展示会×オンライン展示会にて開催 2022 年 1 月 26 日～28 日 東京ビックサイト	https://www.surtech.jp/index.html
2021 年 2 月 15 日	日本経済新聞	愛媛製紙（愛媛県四国中央市）など産学官が共同で、かんきつ由来の素材、セルロースナノファイバー（CNF）を化粧品などに応用する技術を開発した。愛媛製紙内の生産プラントで年間 15～20 トンの CNF を生産する体制を整えた。同社など関係機関は製造方法に関する特許を出願している。	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOJB152GZ0V10C21A200000/
2021 年 2 月 27 日	livedoor NEWS	アシックスのシューズ「METARIDE AMU」では木材由来のセルロースナノファイバーを無着色のまま成形したミッドソール材を使用。	https://news.livedoor.com/article/detail/19765806/
2021 年 3 月 9 日	PR TIMES	材料科学や化学の先端技術やその市場動向に関するレポート発行やセミナー開催を行う（株）シーエムシー・リサーチ（東京都千代田区神田錦町、 https://cmcre.com/ ）では、このたび「セルロースナノファイバー最新業界レポート」と題する書籍を 2021 年 3 月 1 日発行した。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001115.00012580.html
2021 年 3 月 9 日	goo ニュース	アシックスジャパンはサステナブルな要素を取り入れた「METARIDE（メタライド）」を販売した。ミッドソール（甲被と靴底の間の中間クッション材）には、軽量で高強度のセルロースナノファイバー（CNF）を混入させた独自開発のスポンジ材を採用。	https://news.goo.ne.jp/article/bcnretail/trend/bcnretail-216313.html
2021 年 3 月 11 日	北日本新聞社	中越パルプ工業が製造する植物由来の新素材「CNF」が、スニーカーの靴底に当たるラバーソールの添加剤として採用された。同社によると、従来のソールと比べ摩耗性を約 4 0 % 低減することに寄与。	https://webun.jp/item/7738750
2021 年 3 月 24 日	CNET Japan	『リケア アクティ うす型パンツ／長時間パンツ 消臭抗菌プラス』リニューアル 「機能性セルロースナノファイバー」を用いた超強力消臭シートでしっかりと、消臭・抗菌	https://japan.cnet.com/release/30533255/
2021 年 3 月 25 日	livedoor NEWS	北越コーポレーションは、紙と同じパルプが原料でありながらポリカーボネートと同等の強度と軽さを実現した素材を開発した。セルロースナノファイバー（CNF）に少量の炭素繊維を配合し、変形を抑えて耐久性も持たせた。石油由来資源でできた容器などの代替素材としての採用を見込む。	https://news.livedoor.com/article/detail/16211454/
2021 年 3 月 25 日	TECH Powered by マイナビニュース	東北大など、CNF を応用した完全固体型のスーパーキャパシタの開発に成功	https://news.mynavi.jp/article/20210325-1838956/
2021 年 3 月 30 日	PR TIMES	株式会社スギノマシン（富山県魚津市、代表取締役社長：杉野 良暁）は、セルロースナノファイバー（CNF）や、キチンナノファイバー、キトサンナノファイバー、シルクナノファイバーなど、ナノファイバー素材に関する相談に即日対応するサービス「ナノファイバーなんでも技術相談室」を開設しました。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000024.00070070.html
2021 年 4 月 1 日	PR TIMES	先端技術情報や市場情報を提供している（株）シーエムシー・リサーチは「セルロースナノファイバー充填コンポジットの現状と展望」と題するセミナーを、講師に永田 員也 氏 富山県立大学 工学部 機械システム工学科 客員教授（研究特別教授）、信州大学 バイオメディカル研究所 特任教授 をお迎えし、2021 年 4 月 21 日（水）13:30 より、ZOOM を利用したライブ配信で開催いたします。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001160.00012580.html
2021 年 4 月 2 日	TECH Powered by マイナビニュース	大阪大学（阪大）と科学技術振興機構（JST）は木材由来のナノレベル繊維「セルロースナノファイバー（CNF）」を電子回路にコーティングすることで、水濡れ故障を長時間防ぐことが可能であることを発見したと発表した。	https://news.mynavi.jp/article/20210402-1863711/
2021 年 4 月 28 日	goo ニュース	東北大学と日本製紙は、全固体電池の電子吸着体に木材のセルロースナノファイバーを活用することを電機メーカーなどに提案する。高い蓄電効果を持つ CNF の表面にナノメートル（ナノは 1 0 億分の 1）サイズの凹凸面を作り出すことで乾式で軽量の固体物理蓄電体を開発した。	https://news.goo.ne.jp/article/news/switch/business/news/switch-27004.html
2021 年 5 月 13 日	Dream News	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（2021 年）～2021 年の CNF 世界生産量は 57～60 t 程度、出荷金額は 53 億 7,500 万円の見込	https://www.dreamnews.jp/press/0000236425/
2021 年 5 月 19 日	河北新報	東北大と日本製紙は、紙原料のパルプに由来するセルロースナノファイバー（CNF）に強力な蓄電効果があることを発見し、CNF を使った新たな高性能蓄電池の開発に乗り出す。再生可能エネルギーの蓄電池のほか、将来的には電気自動車への導入も狙う。	https://kahoku.news/articles/20210518khn000034.html

日付	ニュース名	概要	URL
2021年6月4日	PR TIMES	先端技術情報や市場情報を提供している(株)シーエムシー・リサーチは「セルロースナノファイバーの最新動向とプラスチック複合化技術」と題するセミナーを、講師に北川 和男氏（地独）京都市産業技術研究所研究フェロー）をお迎えし、2021年6月23日（水）12:30より、ZOOMを利用したライブ配信で開催いたします。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001273.000012580.html
2021年6月4日	PR TIMES	先端技術情報や市場情報を提供している(株)シーエムシー・リサーチは「セルロースナノファイバー研究：分散・表面・集積・複合化の高度制御と特性発現」と題するセミナーを、講師に齋藤 継之氏 東京大学 大学院農学生命科学研究科 准教授）をお迎えし、2021年7月2日（金）13:30より、ZOOMを利用したライブ配信で開催いたします。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001293.000012580.html
2021年6月9日	2021年繊維学会年次大会	2021年繊維学会年次大会 2021年6月9日(水)～11日(金) オンライン開催	https://www.fiber.or.jp/jpn/events/2021/year/index.html
2021年6月11日	PR TIMES	エリエールブランドを展開する大王製紙株式会社は『キレキラ*！トイレクリナー 1枚で徹底おそうじシート』つめかえ用の『すみっくぐらし』デザインを数量限定で販売。世界初技術※1の極細「ナノ繊維（セルロースナノファイバー）」配合の、丈夫で破れにくいトイレクリナー。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000379.00001310.html
2021年6月11日	Gigaizne	2020年、横浜国立大学の研究者が、コーヒーかすからセルロースナノファイバー(CNF)を生成する方法を発表。	https://gigazine.net/news/20210611-sustainable-alternatives-single-use-plastics/
2021年6月15日	PR TIMES	株式会社スギノマンは、自然由来のセルロースを原料としたナノファイバー（商品名：BINFi-s）の開発を進めて、塗料・インクでのセルロースナノファイバー活用をしている。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000034.000070070.html
2021年6月15日	TECH Powered by マイナビニュース	横浜国立大学(横浜国大)と遠野みらい創りカレッジは農業廃棄物であるホップの茎から「TEMPO 酸化型セルロースナノファイバー」を分離すると同時に、その構造を明らかにすることにも成功したと共同で発表した。	https://news.mynavi.jp/article/20210615-1904915/
2021年6月16日	環境ビジネスオンライン	横河電機子会社の横河バイオフロンティア（東京都武蔵野市）は100%植物由来の素材である硫酸エステル化セルロースナノファイバー「S-CNF（ TM ）」を提供する事業を開始したと発表した。	https://www.kankyobusiness.jp/news/028398.php
2021年6月23日	PR TIMES	株式会社スピングルカンパニーは、同社のスニーカーブランド「SPINGLE MOVE/スピングルムーヴ」から、アウトソールに植物由来のナノサイズ極細繊維・セルロースナノファイバー(CNF)を練り込み、摩擦しにくい新開発「RUBEAR CNF ソール」を採用した。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000001.000078801.html
2021年7月14日	静岡新聞	植物由来の新素材セルロース・ナノファイバー（CNF）の関連産業拡大に向けた富士市の施策に意見する「市CNF関連産業推進懇話会」の本年度初会合が8日、同市の市消防防災庁舎で開かれ、2022～24年度を期間とする第2期アクションプランについて、専門家らがCNFを体感できる環境整備などを求めた。	https://www.at-s.com/news/article/shizuoka/927235.html
2021年7月14日	日刊ケミカルニュース	日本製紙はグループの総合力を挙げたバイオマスマテリアル&パッケージング展「ピオコレ」（御茶ノ水ソラシティ：7月28～30日）を開催する。セルロースナノファイバーをはじめとするバイオマスマテリアルの開発と市場開拓に積極的に取り組んでいる。	https://chemical-news.com/2021/07/14/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E8%A3%BD%E7%B4%99%E3%80%80%E3%83%90%E3%82%A4%E3%82%AA%E3%83%9E%E3%82%B9%E3%83%9E%E3%83%86%E3%83%91%E3%83%83%E3%82%B1%E3%83%BC%E3%82%B8%E3%83%B3%E3%82%B0%E5%B1%95%E3%82%92%E9%96%8B/
2021年7月16日	日刊自動車新聞	TSデックは素材メーカーとバイオマス人工皮革を開発している。石油由来材料を減らすことで「製品 CO ₂ 排出量を6割減らせる」という。植物繊維を使い、鉄の5分の1の重さで5倍以上の強度を持つ次世代材料「CNF」を混ぜた樹脂も研究中。	https://www.netdenjd.com/articles/-/246218
2021年7月29日	静岡新聞	CNFをケーキやジャムに 植物由来の新素材 富士、富士宮の和洋菓子店が活用。	https://www.at-s.com/news/article/shizuoka/936500.html
2021年8月6日	日経 XTREND	SDGs は伝統工芸を救う切り札か 新素材やリサイクルに見る未来。光にかざすとうつすらと透け、ガラスと陶器を混ぜ合わせたような不思議な質感の「ゆうはり」。CNFの開発に携わる京都市産業技術研究所や第一工業製菓と協力し、素材に混ぜてみたところ「安定度が劇的に向上し、焼いたときの質感も抜群に良くなった」（土渕氏）。型から抜く際の歩留まりは50%から約100%にまで飛躍的に向上し、量産が可能になった。	https://xtrend.nikkei.com/atcl/contents/18/00500/00007/
2021年8月6日	ニュースイッチ	西光エンジニアリングは、セルロースナノファイバー関連事業を拡充する。伊藤園と新会社を設立し、麦茶殻を利用した環境配慮型の輸送用軽量パレットの原料や金型の生産を年内に始める。2022年に稼働予定の新本社工場では原料となるCNF濃縮品の生産体制を増強する。	https://newsswitch.jp/p/28256
2021年8月16日	PR TIMES	水中対向衝突法（ACC法）で製造したセルロースナノファイバー「当社商標名 nanoforest®」（以下 CNF）が、共同開発先であるサイデン化学株式会社の水系アクリル系エマルション材料の添加剤に採用された。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000004.000063697.html
2021年9月7日	筑波大学	筑波大学生命環境系の石賀康博助教は、ダイズに0.1%のセルロースナノファイバー（CNF）をスプレーで噴霧し、葉全体をCNFで覆った場合、ダイズさび病菌接種後の病斑数が無処理葉に比べて約50%減少することを突き止めました。	https://www.tsukuba.ac.jp/journal/pdf/p202109071400.pdf
2021年9月15日	Kabutan	植物由来「CNF」に絶好のチャンス、脱炭素ニーズを捉え市場拡大へ＜株探トップ特集＞	https://kabutan.jp/news/marketnews/?b=n202109151011

日付	ニュース名	概要	URL
2021年9月18日	ニュースイッチ	日本製紙は脱炭素やプラスチック削減ニーズに対応し、木材パルプ由来のCNF（セルロースナノファイバー）強化樹脂を量産する。富士工場（静岡県富士市）の実証設備に量産可能な中型二軸混練機（押し出し機）を新設し、マスターバッチ（中間加工体）の生産能力を従来比5倍の年50トン以上とした。製紙各社がCNF開発でサンプル供給を進める中、日本製紙は自動車や家電、建材メーカーとCNF強化樹脂の用途開発を加速。本採用に向け、量産技術の確立で先行する構えだ。	https://newsswitch.jp/p/28842
2021年9月26日	日本経済新聞	丸紅は中越パルプ工業と共同で植物由来の新素材、セルロースナノファイバー（CNF）の販売促進に注力している。中越パルプ工業がプラスチックやゴムに分散しやすいCNFを開発し、製造を担う。丸紅の販売網を通じてスニーカーの靴底に採用した。靴底のすり減りを4割減らした。	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC183020Y1A710C2000000/
2021年9月28日	TECH Powered by マイナビニュース	大阪大学(阪大)と東京工芸大学(工芸大)は、切り紙加工を施したセルロースナノファイバー(CNF)製フィルムが、空気対流によって放熱する柔軟な冷却システムとして活用可能であることを明らかにしたと発表した。	https://news.mynavi.jp/techplus/article/20210928-1983694/
2021年9月28日	Yahoo!ニュース	JBL、ハイブリッドノイキャン搭載の新フラグシップ完全ワイヤレス「TOUR PRO+ TWS」を販売。音質面では、セルロースナノファイバー振動板採用の6.8mm径ダイナミックドライバを搭載。軽量化とともに、音の歪みを抑えて全帯域をバランスよく再生し、フラットで豊かなサウンドを可能にするという。	https://news.yahoo.co.jp/articles/c682b555403e226bc777c9d45faac49e61f6487d
2021年10月1日	織研新聞社	「旭化成「ベンベルグ」のイージーケア性が向上」というPR記事が9月30日に掲載されましたが、これにセルロースナノファイバー（CNF）が深く関わっています。	https://senken.co.jp/posts/asahi-kasei-bemberg-210930
2021年10月4日	PR TIMES	株式会社スピングルカンパニーは、アッパーに廃棄した織元のデッドストック生地を天然染料で染色したアップサイクル素材や、植物由来の極細繊維・セルロースナノファイバーをアウトソールのゴムに練り込んだ「RUBEAR CNF ソール」をはじめ、ライニング・インソール、シューレースにも、環境配慮素材を採用したサステナブルなスニーカー「SPINGLE MOVE SPM-467」を発売。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000004.00078801.html
2021年10月14日	TECH Powered by マイナビニュース	東京大学(東大)は10月12日、分散しているセルロースナノファイバー(CNF)を会合させ、得られたCNF会合体の結晶性を解析した結果、会合体中でCNF間の相互作用が強ければ強いほどCNF間の界面が結晶化するという新たな現象と、界面の結晶化によりCNF会合体の弾性率や熱伝導率が向上することが見出されたと発表した。	https://news.mynavi.jp/techplus/article/20211014-2158938/
2021年10月19日	日経 XTECH	花王のテクノケミカル研究所（和歌山市）は、セルロースナノファイバー（CNF）を利用した水性のコーティング剤を開発した。新技術の開発に当たって同社が着目したのは、食虫植物「ウツボカズラ」だ。塗布するだけで物が滑り落ちる表面を作り出し、汚れなどの付着を抑制する水性のコーティング剤技術を開発した。	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/11547/
2021年10月19日	ニュースイッチ	大阪ガス子会社のKRIは、紙の6分の1の軽さで空気より高い断熱性を持つ、シリカエアロゲルとCNFの複合材を開発した。複合材をガラスウールに含浸すると、ガラス板と同等の遮音特性で重量約16分の1の素材も作れる。スマートフォンなど精密機器の断熱や電気自動車（EV）の室内ノイズ対策のほか、紙のように軽く、保温性が高い衣服などを作れる可能性もある。	https://newsswitch.jp/p/29253
2021年10月19日	日本経済新聞	大分大学発ベンチャー、おおいの CELEENA は大分県竹田市と立地協定を結んだ。同社は竹を原料とする新素材セルロースナノファイバー（CNF）の工場を竹田市内に整備し、2022年2月を目途に稼働させる。	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOJC122VJ0S1A011C2000000/
2021年10月19日	読売新聞オンライン	愛媛と言えばミカン。だが、かんきつ類はジュース用に搾った後、年約5800トンが廃棄されていると知り、果皮を原料とするCNF作りに乗り出した。	https://www.yomiuri.co.jp/local/kagawa/feature/CO050712/20211018-OYTAT50022/
2021年10月19日	日刊工業新聞	株式会社サンエースは、セルロースナノファイバー（CNF）を活用し、マスクなどフィルターの捕集効率を向上する液体のフィルター機能向上剤を開発し、特許申請を進めていることを、プレスリリースで発表。	https://www.nikkan.co.jp/releases/view/129147
2021年10月21日	日本経済新聞	信州大学アクア・イノベーションは植物由来の新素材セルロースナノファイバー（CNF）を使った浄水ユニットを開発したと発表。高い浄水性能を備え、米 NSF インターナショナルの規格「ANSI58」認証を国内で初めて取得。今後、メーカーと連携して製品化を目指す。	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCC217880R21C21A0000000/
2021年10月25日	レンゴサステナビリティレポート2021	レンゴでは、木材パルプからセロファンを作る製造工程で生成される原料繊維を微細化することで、ザンテートセルロースナノファイバー（商品名：XCNF®）と、ザンテート基を脱離させて得られる純粋なセルロースナノファイバー（RCNF®）を開発しています。繊維径はともに3～8nmで、次世代素材として産業界で大きな注目を集めています。	https://www.rengo.co.jp/sustainability/info/repo rt/2021/sustainability_report2021.pdf
2021年10月26日	Yahoo!ニュース	米ブラウン大学、メリーランド大学、東京大学などの研究チームは樹木を原料とするセルロースナノファイバー（CNF）を使い、次世代電気自動車（EV）の要とされる全固体電池の固体電解質の候補材料を開発した。成果は英科学誌「ネイチャー」に掲載された。	https://news.yahoo.co.jp/articles/bef84f2b9f84d43a5dfa1fcd7f0439ff7ee02e5e
2021年10月29日	Yahoo!ニュース	「竹」を使い新たな物質を開発させた。髪の毛の1万分の1の細さという繊維のCNF。それを植物繊維から解きほぐすには特殊な装置、技術が必要となり莫大なコストがかかる。CNF研究企業もそのコストをいかに削減するかに重点を置く中、衣本さんが考案した加工法は特殊な機械を使うこと	https://news.yahoo.co.jp/articles/cc7ab12057b118ac3e01b2561d031a1f9a669ade

日付	ニュース名	概要	URL
		なく繊維を生成している。使う機械は圧力鍋・ミキサーなど、家庭でも再現可能なもの。この技術を「CELEENA」と名付け商標登録した。	
2021年10月29日	日本農業新聞	日本製紙グループでは経営理念に「木とともに未来を拓く総合バイオマス企業」を掲げ、同社の祖業である洋紙偏重から、生活関連事業など成長分野への事業構造転換を加速している。日本製紙のCNFが「セレンビア®」だ。多種多様な機能（強度向上、増粘性、保水性、乳化安定性、酸素バリア性）があることから、食品から工業用途まで幅広い分野でその性能を活かすことが期待されている。特に農業分野では、米粉利用の拡大や食品ロス削減が期待できる。	https://www.agrinews.co.jp/advertisement/pr/index/23
2021年10月29日	Yahoo!ニュース	【SDGs】誰でもできる取り組みから最先端技術までを学べるイベント「SDGs AICHI EXPO 2021」環境省のブースでは、植物由来の次世代素材CNF(セルロースナノファイバー)を紹介。植物から取れるセルロースを細かくしたナノ繊維は軽さ、強度、耐膨張性に優れ、環境負荷の少ない新素材として既に自動車、家電、住宅・建材などに活用されている。	https://news.yahoo.co.jp/articles/5a359266cd437df032daba19e8a96ed012269172
2021年10月29日	BASE	株式会社太陽機械製作所は、屈曲性を備え、環境に優しく、設計自由度の高いT-Print-Sensor（高柔軟性湿度センサ）を開発。感湿材料にはセルロースナノファイバー（CNF）を、電極材料には水系インキを使用することで、環境に配慮しています。	https://tprintsensor.base.shop/
2021年10月29日	TECH Powered by マイナビニュース	東京大学(東大)は10月28日、「TEMPO 酸化セルロースナノファイバー」(TEMPO 酸化 CNF)の特異なナノ構造を利用することで、分子チャネル構造を有する新しい全固体リチウムイオン電池(全固体 LIB)を開発し、高い伝導率と高い充率を有しつつ、安定性のある新しい全固体電池製造とその基本コンセプトの構築に成功してそのメカニズムを解明したことを発表した。	https://news.mynavi.jp/techplus/article/20211029-2172888/
2021年11月8日	日本経済新聞	ユニチカ株式会社は、強い、安全、サステナブルをコンセプトに、各種の成形加工に対応可能な「セルロースナノファイバー（以下「CNF」）含有ナイロン6樹脂」を開発した。	https://www.nikkei.com/article/DGXLRS621200_Y1A101C2000000/
2021年11月15日	PR TIMES	セルロースナノファイバーを使用した鶏舎環境改善資材の販売開始について～セルロースナノファイバー 畜産農業分野への展開～	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000005.00063697.html
2021年11月15日	PR TIMES	当社の水中対向衝突法（ACC 法）で製造したセルロースナノファイバー「当社商標名 nanoforest®」（以下 CNF）が、株式会社 nijito の製品「ボディウオッシュ」「ボディミルク」の化粧品原料に採用された。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000006.00063697.html
2021年11月15日	中越パルプニュースリリース	中越パルプ工業株式会社は、竹を原料として水中対向衝突法（ACC 法）で製造したセルロースナノファイバー（CNF）(商標名：nanoforest®)が、株式会社 nijito の製品であるボディウオッシュとボディミルクの化粧品原料として採用されたことをプレスリリースで発表。	http://www.chuetsu-pulp.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2021/11/ffb6525cbe2050b0bb78dda0861f4c0d.pdf
2021年11月17日	大阪歯科大学ニュースリリース	大阪歯科大学は、国際歯科研究学会米国部会・歯科医師会等が主催する歯科学生によるグローバルな研究発表大会の日本大会で、「高齢者の口腔ケアのための過酢酸を含む新しい歯科用消毒剤の開発」というテーマで口腔ケア材料を開発した。開発されたのは、誤嚥性肺炎を誘発しない高粘性・高殺菌性・高安全性の口腔ケア材料です。過酢酸（PA）とセルロースナノファイバー（CNF）の混合物を試作。	https://www.osaka-dent.ac.jp/news/2021/H20211117_scrp.html
2021年11月23日	中日新聞	象牙が使われることが多い邦楽器の道具を、邦楽器用品販売セラ・クリエーションズが、100%竹由来の新素材で開発している。素材はセルロースナノファイバー（CNF）。環境低負荷「放置林活用」。	https://www.chunichi.co.jp/article/370710
2021年11月25日	Kabutan	脱炭素化の追い風に乘る「セルロースナノファイバー」関連株総まくり＜株探トップ特集＞	https://kabutan.jp/news/marketnews/?b=n202011250858
2021年12月1日	先端材料技術展	会場：2021年12月1日(水)～3日(金) 10:00～17:00 東京ビッグサイト 西ホール オンライン：2021年11月24日(水)～12月10日(金)	https://biz.nikkan.co.jp/eve/sampe/
2021年12月1日	PR TIMES	カエタステクノロジー株式会社はヘアカラー施術の頭皮保護剤 A.P.P.スカルプ CNF Barrier 新発売（エビーピースカルプシーエヌエフバリア）を販売。セルロースナノファイバーを配合した新発想の「頭皮保護剤」	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000011.00072130.html
2021/12/1～2022/2/28	ふじのくに CNF 総合展示会	会期：2021年12月1日(水)～2022年2月28日(月) 会場：オンライン開催 費用：出展無料、来場無料（事前の来場登録が必要） ナノセルロース関連の出展企業数：48 社	https://fujinokuni-cnf.com
2021年12月2日	日本経済新聞	トヨタ自動車系の部品メーカーの豊田鉄工（愛知県豊田市）は名古屋大学と植物由来の繊維を開発する共同研究を始めた。サトウキビの仲間にあたる近縁種の茎から、車の樹脂製品に混ぜるガラス繊維に代わる CNF を取り出す。2024 年までに製品化のメドを立て、温暖化ガスの排出削減に貢献する。	https://www.nikkei.com/article/DGKKZO78055390R01C21A2191000/
2021年12月8日	第1回サステナブルマテリアル展	会期：2021年12月8日(水)～10日(金) 会場：幕張メッセ 費用：出展有料、来場無料（招待券の申し込みが必要） ナノセルロース関連の出展企業数：15 社 愛媛製紙、大阪ガスケミカル、王子ホールディングス、草野作工、スギノマシン、スバル、星光 PMC、大王製紙、中越パルプ工業、DSP 五協フード&ケミカル、東亜合成、巴川製紙所、三星工業、横河パライオフロンティア、レッテンマイヤー・ジャパン。日本製紙は CNF 関連の出展はなし。	https://www.susma.jp/

日付	ニュース名	概要	URL
2021/12/8～10	エコプロ 2021 第5回ナノセルローズ展 2021	会期：2021年12月8日(水)～10日(金) 会場：東京ビックサイト 費用：出展有料、来場無料（来場登録が必要） ナノセルローズ関連の出展企業数：5社 相川鉄工、王子ホールディングス、日本製紙、服部商店、横河パバイオフロンティア	https://eco-pro.com/2021/feature/002113.html
2021年12月9日	日本製紙ニュースリリース	セルロースナノファイバー(CNF)による蓄電体の開発に向けて CNF蓄電体開発の一環で、LED点灯検証に成功	https://www.nipponpapergroup.com/news/year/2021/news211208005076.html
2021年12月10日	PR TIMES	株式会社 博展は、2022年2月25日(金)に「サステナブル・ブランド国際会議 2022 横浜」と同時開催される「第4回 未来まちづくりフォーラム（主催：未来まちづくりフォーラム実行委員会）」の実行委員会に参画し、持続可能なまちづくりに向けた新たな連携・協業を生み出すマッチングの機会の創出を支援。【リレーセッション】 13:45～15:00 企業・自治体・関係者のコラボによる「協創力」に焦点をあてたリレーセッション ・損害保険ジャパン㈱ 「自治体と企業のパートナーシップによる社会課題解決の取組～持続可能なまちづくりに向けて～」 ・日本製紙㈱ 「セルロースナノファイバー（CNF）で地産世消の食品づくり。」	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000060.00039931.html
2021年12月13日	ニュースイッチ	日本製紙は東北大学と共同研究する木材由来の新素材、セルロースナノファイバー（CNF）による蓄電体の開発。	https://newsswitch.jp/p/29985
2021年12月14日	朝日新聞	静岡県富士市長選が12日告示され、無所属で現職の小長井義正氏（66）のほか1に立候補の届け出がなく、無投票で3選が決まった。小長井氏は市議会議員を経て2013年の市長選で初当選。報道各社とのインタビューで17年からの2期目の主な実績として、製品化段階を迎えた新素材セルロースナノファイバー（CNF）の創出・集積への取り組みや最先端技術を導入した新環境クリーンセンターの完成、災害時にも活躍するトイレトレーラーの全国への普及活動などをあげていた。	https://www.asahi.com/articles/ASPDP7F0WPDDUTPB004.html
2021年12月14日	BIGLOBE ニュース	スピングルカンパニーが展開する、日本製ハンドメイドスニーカーブランド「SPINGLE MOVE(スピングルムーヴ)」。2022年1月にブランド誕生20周年を迎える同ブランドの「2022年 SPRING & SUMMER COLLECTION」メディア内覧会に行ってきた。アウトソールのゴムに植物由来の強い繊維素材「セルロースナノファイバー」を練り込んだ摩耗しにくい仕様となっている。	https://news.biglobe.ne.jp/trend/1214/mnn_211214_7296612213.html
2021年12月14日	日経 XTECH	横河電機の子会社でバイオ技術製品を開発・販売する横河パバイオフロンティア（東京都武蔵野市）は、材料系展示会「第12回 高機能素材 Week」（2021年12月8～10日、幕張メッセ）で、同社が独自開発する100%植物由来素材のセルロースナノファイバー「S-CNF」を披露した。	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/06356/
2021年12月15日	ニュースイッチ	宇部興産は、セルロースナノファイバー（CNF）強化ナイロンの事業化に向け製品改良を急ぐ。これまでに京都大学や日本製紙が進めてきたCNF強化樹脂開発の取り組みに参画し、汎用的な製造装置を用いてCNF強化樹脂を量産する技術を確立した。今後、樹脂へのCNFの分散性向上によりコスト改善と機能性向上を推進。2027年度頃の事業化を目指す。	https://newsswitch.jp/p/30025
2021年12月20日	livedoor NEWS	日本発「木から作るクルマ」「木の国ニッポン」発の革新的な素材、「セルロースナノファイバー」などのです。	https://news.livedoor.com/article/detail/21385044/
2021年12月22日	PR TIMES	今治タオルの加工工程で発生する廃棄物から、愛媛県繊維染色工業組合がセルロースナノファイバー（CNF）を製造し、1月に開催される展示会に出品。	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000001.00092279.html
2021年12月27日	日経ビジネス	ガラスと陶器を混ぜ合わせたような不思議な質感の「ゆうはり」。CNFの開発に携わる京都市産業技術研究所や第一工業製薬と協力し、素材に混ぜてみたところ「安定度が劇的に向上し、焼いたときの質感も抜群に良くなった」。型から抜く際の歩留まりは50%から約100%にまで飛躍的に向上し、量産が可能になった。	https://business.nikkei.com/atcl/gen/19/00163/121400111/
2022年1月6日	Yahoo!ニュース	化粧品市場に新規参入した日本製紙は6日、グルーブの生産拠点がある宮城や静岡など18道府県の在住者を対象に、化粧水や洗顔料といった4点セットを約7割引の6798円でオンライン販売する。紙の原料となる木材の繊維から作ったバイオマス素材「セルロースナノファイバー」を活用し、保水性が高いのが特長と説明している。	https://news.yahoo.co.jp/articles/b261a5e1040b26aab12a153a4aa7c83c0fba1ac1
2022年1月8日	ユニチカ	ユニチカは、2月に開催されるテクニカルショウヨコハマ2022に出展し、その中で、開発品のセルロースナノファイバー（CNF）強化ナイロン6樹脂を出品。	https://www.unitika.co.jp/topics/tech-yokohama2022/
2022年1月8日	読売新聞オンライン	精密機械・部品メーカー「モリマシナリー」（本社・赤磐市）の美作工場（美作市）で作られている、次世代繊維素材「セルロースナノファイバー（CNF）」。木材から直接、CNFを作ることができる画期的な機械を4年かけて開発。	https://www.yomiuri.co.jp/local/okayama/feature/CO054972/20220109-OYTAT50017/
2022年1月16日	PR TIMES	内田哲也准教授、能年義輝准教授に岡山大学「研究教授」の称号を付与しました。内田研究教授は、優れた機能・性能を有する新規高分子材料の研究開発を行っており、力学的性質に優れ、軽量なバイオマス材料であるセルロースナノファイバー（CNF）の自動車用部品への応用や、光電変換色素を固定したポリエチレンフィルムを用いた人口網膜の開発など、幅広い	https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000459.00072793.html

日付	ニュース名	概要	URL
2022 年 1 月 19 日	株式会社イプロス	い領域での更なる活躍が期待されています。	
2022 年 1 月 19 日	日本経済新聞	ゴム、化学品、機械・環境、産業資材、ライフサイエンス材料を取り扱う商社である三洋貿易は、同日、株式会社イプロスのウェブサイトで、ノルウェーの Borregaard（ボレガード）社のセルロースナノファイバー Exilva® の取り扱いを始めたことを公表しました	https://premium.ipros.jp/sanyo-trading/
2022 年 1 月 20 日	日刊ケミカルニュース	バイク用品のメーカー株式会社ウインズジャパンは、金沢工業大学の協力を得て、セルロースナノファイバー（CNF）を使ったバイク用ヘルメットの開発に成功。	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCC14BC00U2A110C2000000/
2022 年 1 月 20 日	TECH Powered by マイナビニュース	日本製紙はこのほど、セルロースナノファイバー（CNF）による蓄電体開発の中で LED の点灯検証に成功した。学術実験以外の蓄電体実用化の検証事例としては、世界初だ。	https://chemical-news.com/2022/01/20/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E8%A3%BD%E7%B4%99%E3%80%80cnf%E8%93%84%E9%9B%BB%E4%BD%93%E3%81%A7led%E3%81%AE%E7%82%B9%E7%81%AF%E6%A4%9C%E8%A8%BC%E3%81%AB%E6%88%90%E5%8A%9F/
2022 年 1 月 26 日	SUSTAINABLE BRANDS	東北大学、北海道大学(北大)、宮城大学、アジュール エナジーの 4 者は 1 月 19 日、産業廃棄物であるホヤ殻に含まれるセルロースナノファイバー（CNF）を炭化すると品質のよい炭素となること、ならびに畜産業から出る廃棄血液中にはヘム鉄や窒素・リンなどの元素が含まれていることに着目し、これらを混合・焼成することでさまざまなヘテロ元素が導入された、各種電池用触媒に適した「ナノ血炭」が合成できることを実証したと発表。	https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220120-2253244/
2022/1/26～28	nano tech 2022 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議	脱炭素・DX 時代のまちづくり——「未来まちづくりフォーラム」で革新のヒントを探る。セルロース・ナノファイバーは環境省が作成した第五次環境基本計画の中でもイノベーションなものづくりを支える新素材として挙げられています。この素材を使って世界に通じる SDGs 型のブランド商品を作り、地産地消、地産多消を超えた「地産世消」に向かいませんか、と訴求していきたいと考えています。	https://www.nanotechexpo.jp/main/
2022/2/2～4	不織布・機能紙・CNF 展 2022	会期：2022 年 1 月 26 日(水)～28 日(金) 会場：東京ビッグサイト 費用：出展有料、来場無料（来場登録が必要） ナノセルロース特別展示への出展企業数：3 社 相川鉄工、王子ホールディングス、横河パバイオフロンティアのみ。 ナノセルロースジャパン小間や NEDO 小間への共同出展企業は多数ある。	https://www.jetto.go.jp/j-messe/tradefair/detail/120839
2022 年 2 月 4 日	日刊工業新聞	会場：東京ビッグサイト 南 3 ホール 出展対象品目【紙・パルプ・セルロース・不織布による高機能化・高付加価値化の提案】不織布、フェルト、機能紙、特殊紙、セルロースナノファイバー、機能性繊維、原料・材料・パルプ、加工技術・成型品、各種機器・装置など	https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00626952
2022 年 2 月 8 日	CNF 実用化事例紹介セミナー ～CNF による機能付与の実現例とデジタル化～	CNF で電池絶縁体、プラ材料代替 特種東海紙が業界初。	https://www.tri-step.or.jp/cnf/cnf_event.html
2022 年 2 月 10 日	セルロースナノファイバー実用化フォーラム 2022 in おかやま（オンライン）	日時：令和 4 年 2 月 8 日（火） 13：20～16：40 会場：サンポート高松 第 2 小ホール（高松市サンポート 2-1）	https://www.optic.or.jp/okayama-ssn/event_detail/index/2487
2022 年 3 月 29 日	Nanocellulose Symposium 2022（オンライン） 「CNF とキッチン NF 夢と現実、そしてこれから」	日時：令和 4 年 2 月 10 日（木）13：30～16：40 RSK イノベーション・メディアセンター 能楽堂ホール tenjin9 ウェビナー（Zoom 配信）	https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/news/nanocellulose_symposium_2022/
		日時：令和 4 年 3 月 29 日（火）13:00-17:40 会場：京大大学生存圏研究所 木質ホール 3 階 大会議室（京都府宇治市五ヶ庄 1） 今回は対面（先着 30 名、見学会あり）とオンライン配信（Zoom）のハイブリッドで開催します。見学会（ナノセルロースビークルと CNF 部材）は 11:00-12:00 です。	

【ニュース関連（英語）】

日付	ニュース名	概要	URL
2020年4月14日	brisbane times	バガスから作ったセルロースナノファイバーを N95 マスクの素材として使えることを、クイーンズランド工科大学の研究チームが発表。	https://www.brisbanetimes.com.au/national/queensland/queensland-researchers-hit-sweet-spot-with-new-mask-material-20200414-p54jr2.html
2020年5月26日	新華社	中国科学技術大学（安徽省合肥市）の Shuhong Yu 教授のグループが、セルロースナノファイバー由来の超高強度構造材料を開発。	http://www.xinhuanet.com/english/2020-05/26/c_139089102.htm
2020年8月19日	newswise	アスファルト舗装に再生可能で持続可能な成分を使用。石油ベースのバインダーの一部をセルロースで置き換えると、アスファルト舗装の性能を向上させることができる。	https://www.newswise.com/articles/integrating-cellulose-fibers-to-asphalt-pavement-mixtures
2020年10月12日	grande ideia	火傷などの治療に使用する創傷被覆材は、バクテリアナノセルロースから製造したものが市販されている。低コスト化するための研究に、ブラジルのパラナ連邦大学（UFPR）の学生が取り組んでいることが、ブラジルの Ecoa の活動を紹介するウェブサイトに掲載。	https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2020/10/12/curativo-para-queimaduras-custa-ate-mil-vezes-menos-do-que-membranas-atuais.htm
2020年11月22日	c&cn	4C Air によると、すべてのナノファイバーマスクは、米国国立労働安全衛生研究所によってテストされ、N95 認定を受けている。つまり、浮遊粒子の少なくとも 95% をろ過する。同じろ過効率でより多くの空気を通過させることができる。	https://cen.acs.org/materials/nanomaterials/Nanofibers-put-new-spin-COVID/98/i45
2020年11月25日	MONASH University	CNF のハイドロゲルを使い、オルガノイド（動物細胞を使って、試験管内など生体外に三次元的に作られた臓器）の作製をサポートすることに、オーストラリアのモナッシュ大学の研究チームが世界で初めて成功。	https://www.monash.edu/discovery-institute/news-and-events/news/2020-articles/new-plant-based-gel-to-fast-track-mini-organs-growth-improve-cancer-treatment
2020年11月30日	Science Codex	セルロースナノファイバーからボトムアップで構築された、高性能で持続可能な木材、再生等活性木材（RGI-wood）の研究開発が、中国科学技術大学で進んでいる。	https://www.sciencedocodex.com/sustainable-regenerated-isotropic-wood-662141
2020年12月10日	CISION PR Newswire	世界のナノセルロース市場の生産と価格設定レポート 2020	https://www.prnewswire.com/news-releases/global-nanocellulose-market-production-and-pricing-report-2020-301190212.html
2021年1月14日	PHYSORG	中国科学技術大学（CAS）の Yu Shuhong 教授が率いるチームが、生体に触発された蓮根繊維模倣スパイラル構造を報告。	https://phys.org/news/2021-01-bio-inspired-spiral-hydrogel-fiber-surgical.html
2021年1月21日	Technology Networks	ビール醸造残渣からナノセルローススポンジを製造し、水中の重金属の吸着に使うための研究が、バージニア工科大学で行われている。	https://www.technologynetworks.com/analysis/articles/sustainable-food-science-converting-food-waste-into-useful-products-344783
2021年1月21日	PHYSORG	中国科学技術大学合肥国立物理科学研究所（HFNL）の Shu-Hong Yu が率いるチームは、バイオマスからの生産を追求しています。彼らは、セルロースナノファイバーの絡み合ったネットワークからなる、一般的に使用されている、費用のかからない、毒性のないバイオマスの形態であるバクテリアセルロースを選択しました。この材料は、微生物発酵によって工業規模で簡単に製造できます。	https://phys.org/news/2013-02-airy-thirsty-ultralight-flexible-fire-resistant.html
2021年3月24日	PHYSORG	CNF でできたナノペーパーは、電子基板のような硬さを持っているが、これに電圧をかけることで、瞬時に柔らかくなる素材を、ドイツの Johannes Gutenberg University Mainz（ヨハネスグーテンベルグ大学マインツ校）の研究グループが開発した。	https://phys.org/news/2021-03-bioinspired-cellulose-nanofibrils-electricity.html
2021年4月14日	ZME SCIENCE	メイン大学は、巨大な 3D プリンターを使用して、世界最大の 3D プリントボートを製造。従来の 3D 印刷ポリマーが木材と「うまく機能」することを可能にする重要な要素は、セルロースナノファイバー（CNF）と呼ばれるものです。CNF は、熱可塑性プラスチックと統合して得られる材料をはるかに強力にすることができる小さな繊維で構成されている。	https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/05/20/2233176/28124/en/Global-Cellulose-Nanofibers-Market-Report-2021-2031-Potential-for-CNF-to-Gain-Market-Share-by-Market-Volume-Across-All-End-User-Markets.html
2021年5月20日	GlobeNewswire	世界のセルロースナノファイバー市場レポート 2021-2031 : CNF がすべてのエンドユーザー市場にわたって市場規模で市場シェアを獲得する可能性	https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/05/20/2233176/28124/en/Global-Cellulose-Nanofibers-Market-Report-2021-2031-Potential-for-CNF-to-Gain-Market-Share-by-Market-Volume-Across-All-End-User-Markets.html
2021年6月3日	ADVANCED SCIENCE NEWS	スイス連邦材料試験研究所は生分解性ミニコンデンサを開発しました。炭素、セルロース、グリセリン、食卓塩で構成されています。不要になったときは、堆肥に入れるか、自然のままにしておくことができます。2 か月後、コンデンサは崩壊し、目に見える炭素粒子はわずかに残ります。	https://www.advancedsciencenews.com/the-biodegradable-battery/
2021年6月16日	GlobeNewswire	ナノファイバー市場の予測期間（2021-2026）	https://www.globenewswire.com/news-release/2021/06/16/2248010/0/en/The-nanofiber-market-is-expected-to-register-a-CAGR-of-more-than-25-during-the-forecast-period-2021-2026.html
2021年7月9日	BUSINESS KOREA	Moorim P&P は、高陽市の KINTEX で開催された Nano Korea 2021 で、ナノセルロース、パルプ型、バイオプラスチックなどの新素材で作られたさまざまな製品を紹介。	http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=71536

日付	ニュース名	概要	URL
2021年7月10日	Business Korea	7月7日～9日に韓国・高陽市の KINTEX で開催された NANO KOREA 2021（詳細は別の記事を参照）で、Moorim P&P と Hansol Paper が、ナノセルロースを使った自動車部品を出品したとのことです。このサイトには、セルロースナノファイバーを使った環境にやさしい自動車部品、というタイトルで、パーツの写りが掲載されています。	http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=71536
2021年7月16日	KOPOST (Korea Industry Post)	LG 電子がバッテリーの次世代分離膜コーティング素材としてバルブ抽出素材であるセルロースナノファイバー（CNF）を検討。	https://www.kipost.net/news/articleView.html?idxno=209161
2021年7月22日	Scar Free Foundation	英国ウェールズのウェールズのスウォンジー大学は、体の一部がない状態で生まれた人、または火傷、外傷、がんの結果として顔面の傷跡が残っている人を治療するために、軟骨に特異的な幹細胞とナノセルロースを用いたバイオインクを使った 3D プリンティングによる顔の再建研究を進めています。	https://scarfree.org.uk/news/2021/pioneering-research-into-3d-bioprinting-using-human-cells
2021年7月24日	Small Cap News.co.uk	メキシコ・コアウイラ州にあるコアウイラ自治大学（UAdC）では、農業廃棄物と産業廃棄物からセルロースナノクリスタルを回収するプロジェクトを実施しています。	https://www.smallcapnews.co.uk/uadec-school-of-chemical-sciences-obtains-nanomaterials-from-waste-el-sol-de-la-laguna/
2021年7月27日	Pulp & Paper Canada	ナノセルロースを板紙に添加することで、強度を高めたり、軽量化したり、バリア特性を与えたりできます。ナノセルロースは紙の内層に添加することも、表面にコーティングすることもできます。	https://www.pulpandpapercanada.com/tools-for-conversion-new-tech-for-packaging-grades/
2021年8月3日	Wiley Online Library	形状記憶フォトニック結晶を使用して応答性材料を作ると、書き換え可能なフォトニックデバイス、セキュリティ機能デバイス、光学コーティングなどに応用できる可能性があります。プリティッシュュコロンビア大学では、キラルネマチックなセルロースナノ結晶（CNC）をポリアクリレートマトリックスに埋め込むことにより、形状記憶フォトニック熱可塑性プラスチックを製作しました。	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.202103268
2021年8月7日	PHYSORG	ICREA の Arben Merkoçi 教授が率いる ICN2 Nanobioelectronics and Biosensors Group の科学者は、イムノクロマトグラフィーの感度を高めるための研究を実施しました。それらはテスト領域にセルロースナノファイバーを含み、陽性テストで比色信号の平均 36.6 パーセントの増加をもたらしました。	https://phys.org/news/2019-08-cellulose-nanofibers-sensitivity-lateral.html
2021年8月11日	Government of Canada	カナダ天然資源省と Canada Economic Development for Quebec Regions（CED）は、年間 250 トンのカルボキシル化セルロースナノクリスタル（CNC）を生産するための実証施設建設を支援するために、Anomera Inc. に総額 425 万ドル（＝3 億 8 千万円）の支援を行うことを発表しました。	https://www.canada.ca/en/natural-resources-canada/news/2021/08/canada-invests-in-eco-friendly-alternative-to-plastic-microbeads.html
2021年8月14日	SUSAN COLLINS	アメリカ上院の予算委員会は、メイン大学がオークリッジ国立研究所と共同で取り組むナノセルロースを原料として使った新素材である積層造形物の開発に、2,000 万ドル（＝22 億円）の予算を付けていることが明らかとなった。	https://www.collins.senate.gov/newsroom/appropriations-committee-passes-energy-water-funding-bill-includes-major-wins-maine-0
2021年8月18日	UMaine News	アトランティックサーモンの主な伝染病として、「伝染性サケ貧血ウイルス」と「ピブリオ症」があり、どちらも致死率が 90% と高く、世界の養殖産業に毎年 10 億ドル以上の損失をもたらしている可能性があります。そこで米国農務省の国立食品農業研究所は、ナノセルロースをアジュバントのベースとする、効果的、安全、持続可能、手頃な価格のワクチンの開発を目指して、メイン大学に 495,000 ドル（＝5,500 万円）を授与しました。	https://umaine.edu/news/blog/2021/08/17/umaine-researchers-to-develop-enhanced-fish-vaccines-with-nanocellulose/
2021年8月27日	James Dyson Foundation	James Dyson Foundation（ジェームスダイソン財団）は今年の James Dyson Award（ジェームスダイソン賞）の国内最優秀賞の一つに、イリノイ大学が開発したバクテリアナノセルロース由来のプラスチック代替材料である PYRUS を選んだことを、発表しました。	https://www.jamesdysonaward.org/ja-JP/2021/project/pyrus/
2021年9月3日	VTT	フィンランドの国立研究機関 VTT はシンガポールの南洋理工大学と共同で、Peachick mantis shrimp（シャコ的一种）の殻を模倣した持続可能な多相ナノコンポジットを開発し、新しい歯科用インプラントクラウンを製造しました。シラカバから作ったセルロースナノクリスタルと遺伝子操作されたタンパク質の混合物です。	https://www.vttresearch.com/en/news-and-ideas/tougher-and-lighter-dental-implant-crowns-can-be-made-cellulose-based-nanocomposites
2021年9月7日	theKuDo	ニュージーランドの Kudos Science Trust（Hamilton Science Awards Trust）は、Kudos Science Excellence Awards のファイナリストを発表しました。藻類からナノセルロースを作る研究が科学賞受賞しました。	https://www.thekudos.org.nz/scion-agrisea/
2021年9月10日	GlobeNewswire	アメリカフロリダ州にあるバイオ燃料企業 Blue Biofuels, Inc は、9月9日付のプレスリリースで、すでに登録された特許に続く 2 つの特許と、Cellulose-to-Sugar（CTS）技術システムに関して留保していた 3 つの特許を出願したことを発表しました。出願された特許の 1 つは、CTS プロセスからのナノセルロースの製造に関するもので、もう一つは CTS プロセスからのリグニンの製造に関するものです。	https://www.globenewswire.com/news-release/2021/09/09/2294675/0/en/Blue-Biofuels-Files-Two-New-Patents-on-the-Production-of-Lignin-and-Nanocellulose-from-its-CTS-Technology.html
2021年9月14日	International Conference on CELLULOSE FIBERS	International Conference on Cellulose Fibres 2022 革新的な開発とアプリケーションを展示することにより、セルロース繊維のサクセスストーリーを創るこの国際会議には、約 300 名の参加者と 30 社の出展者が参加予定です。	https://cellulose-fibres.eu/
2021年9月15日	University of GEORGIA	ジョージア大学は 9 月 14 日にウェブサイトで、セルロースナノファイブール（＝セルロースナノファイバー、CNF）を使った藍染技術を開発したことを発表しました。従来の方法にくらべて使用する水が少なく、着色性に優れています。	https://www.newswise.com/articles/researchers-find-eco-friendly-way-to-dye-blue-jeans

日付	ニュース名	概要	URL
2021年9月17日	AJU Business Daily	SKCは国営の韓国化学技術研究所 (KRICT) と協力して、木材パルプから抽出したナノセルロースを PBAT (polybutylene adipate terephthalate) にフィラーとして添加することで、従来の耐火プラスチック材料を置き換えることができる生分解性高強度バイオプラスチックを商品化するプロジェクトに着手。	http://www.ajudaily.com/view/20210916123127654
2021年9月20日	Grampian Online	イギリスの Scotland's Rural College (SRUC) とラトビアのリガ工科大学 (RTU) の研究グループは、木材と麻の繊維からナノセルロースの発泡体を製造しました。SRUC と RTU の研究者は、木材と麻のバイオマスからの廃棄物を、包装、クッション、断熱材に使用するための持続可能性のある発泡体に加工できることを初めて発見しました。	https://www.grampianonline.co.uk/news/sruc-research-into-bio-mass-derived-foam-from-hemp-offers-ne-251342/
2021年9月23日	Tampere University	フィンランドのタンペレ大学は UPM Biomedicals と共同で、セルロースナノファイバー (CNF) のハイドロゲルにたんぱく質の一種であるアビジンを結合させた、アビジン結合 CNF を開発しました。アビジン結合 CNF はビタミン B 群の一つであるビオチンと結合させた分子を付着させることができ、それによって、3D 細胞培養の調整および機能化が可能となります。	https://www.tuni.fi/en/news/nanocellulose-decorated-proteins-suitable-3d-cell-culturing
2021年10月2日	Phys.org	ドイツのフ라운ホーファー研究所の研究チームが、生分解性があり持続可能なマルチフィルムを開発するための NewHyPe プロジェクトに、ドイツ、フィンランド、ノルウェーの研究および産業パートナーと一緒に取り組んでいる。	https://phys.org/news/2021-10-microplastics-farmland.html
2021年10月7日	Cosmeticdesign Asia	韓国の LG Household & Healthcare (LG H & H) は、油性のメイク落としなしでメイクを簡単に落とすことができるバクテリアセルロースを使った化粧品組成物の特許を申請。	https://www.cosmeticsdesign-asia.com/Article/2021/10/06/LG-H-files-patent-for-easy-to-remove-make-up-base-made-from-biocellulose
2021年10月14日	MONASH University	オーストラリアのモナッシュ大学は、農業で灌漑に使用する水の量を減らすための、ナノセルロースを用いた超吸収性ポリマー (SAP) について、研究成果を学位論文として公開したことをウェブサイトで発表。	https://bridges.monash.edu/articles/thesis/Engineered_Nanocellulose_Superabsorbents_for_Application_in_Agricultural_Soils/16800043/1
2021年10月16日	Breaking Latest News	イタリアのピサ大学の研究者チームが、古い紙に貼り付けることで、紙の修復と保護ができるセルロースナノクリスタル (CNC) からなる新しい材料を開発しました。この材料はいつでも除去することができるほか、接着剤による損傷を回避することができます。	https://www.breakinglatest.news/health/cellulose-nanocrystals-for-restoring-ancient-books/
2021年10月20日	UPM	世界第5位の製紙会社 UPM Kymmene の子会社の UPM Biomedicals は、CO ₂ インキュベーターメーカーの Cellbox との間で、独自の生細胞輸送ソリューションを提供するための契約に署名したことを発表しました。植物由来の材料だけを用いた、生きた動物細胞の輸送技術により、研究者と製薬会社の間で、生の三次元細胞をやりとりすることができます。	https://www.upm.com/about-us/for-media/releases/2021/10/upm-biomedicals-and-cellbox-in-collaboration-to-provide-a-live-cell-shipment-solution/
2021年10月21日	CISION PR Newswire	アメリカでバクテリアナノセルロース (BNC) から人工皮革材料 MIRAI™ を製造する Bucha Bio Inc. (ニューヨーク州) は、人工皮革の生産を拡大するため増資を行い、55 万ドル (約 6,000 万円) 以上を集めたと、10 月 20 日にニュースリリースで発表しました。	https://www.prnewswire.com/news-releases/bucha-bio-oversubscribes-550k-raise-to-scale-production-of-mirai-biotextile-301404944.html
2021年11月3日	スウェーデン農業科学大学	スウェーデン農業科学大学は木材のセルロースの修飾とリグニンの量がナノセルロース抽出の効率にどのように影響するかについての研究で、学位を授与したことを発表。	https://www.slu.se/en/ew-news/2021/11/wood-properties-affect-the-efficiency-of-nanocellulose-extraction/
2021年11月9日	Chemosphere	インド・チェンナイにある私立大学 SRM Institute of Science and Technology は、ココナッツ殻から生成したセルロースナノファイバー (CNF) を、精油を含んだポリビニルアルコール (PVA) フィルムの補強に使用。	https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653521032586
2021年11月9日	TU Bergakademie Freiberg	TU Bergakademie Freiberg (フライベルグ工科大学) のウェブサイトにて、11 月 8 日、ナノセルロースとナノキチンから膜とセンサーを開発。	https://tu-freiberg.de/en/departement-52-media-relations/renewable-and-with-potential-dr-katja-heise-develops-bio-based-membran
2021年11月12日	オーボアカデミ大学	フィンランドのオーボアカデミ大学のウェブサイトにて、森林資源からのバイオ材料を使った 3D プリントで、バイオメディカル分野で使われている動物製品や合成製品が、植物由来製品によって取って代わる可能性。	https://www.abo.fi/en/news/chunlin-xu-prints-forest-materials-for-the-pharmaceutical-industry/
2021年11月13日	MNAMI	Celluwarm は、トウモロコシの殻から抽出されたセルロースナノファイバー (CNF) から作られた超軽量の断熱素材です。これを使うことで最高の断熱性能を備えた冬服を作ることができ、ダックダウンフェザーよりも 3.5 倍暖かく、50%薄くて軽く、断熱性能を損なうことなく 50 回洗濯することができます。	https://www.nami.org.hk/en
2021年11月19日	PiNews	ラモリーナ国立農業大学 (National Agrarian University - La Molina : UNALM) では、家具を作る際に利用される竹の廃材から作ったナノセルロースで補強することで、食品を保存するための包装紙を製作する研究に取り組んでいます。	https://proigra.com/they-make-wraps-to-preserve-food-with-bamboo-and-nanocellulose-unalm-thus-seeks-to-contribute-to-caring-for-the-environment/
2021年11月21日	ISNCM 2021	The 3rd International Symposium on Nanocellulosic Materials (ISNCM 2021)が中国造紙学会などの主催で、11 月 20 日(土)・21 日(日)の2日間、オンラインとオフライン (広州) で開催されました。中国で開催されるナノセルロースに関する最大のイベントで、ナノセルロースに関わる研究者の大半が出席しています。	https://isncm2021.aconf.org/
2021年11月24日	youtube	浦項工科大学のベンチャーで、もみ殻からセルロースナノファイバーを製造している ANPOLY が、同社の製品 POLLYCELL®と技術を説明する英語の動画を 11 月 23 日に YouTube で公開しました。	https://www.youtube.com/watch?v=NDz6fyR8MGU

日付	ニュース名	概要	URL
2021 年 12 月 1 日	PRWEB	Gran Bio Technologies は Birla Carbon と提携して、ナノセルロース分散複合材 (NDC TM) マスターバッチのスケールアップのために、73 万ドルの助成金を獲得したことを発表しました。両社はこの助成金を使って、タイヤおよびゴム製品市場向けのナノセルロース分散複合材料の商業化を加速します。	https://www.prweb.com/pdfdownload/18361128.pdf
2021 年 12 月 7 日	NEW STRAITS TIMES	マレーシアのジョホールバルにある SM I.J. Convent の学生が、バナナの茎からナノセルロースを抽出し、プラスチックに似た透明な包装材料を開発したことで、クアラルンプールで開催された National Tinkering Challenge2021 で 2 位を獲得。	https://www.nst.com.my/news/nation/2021/12/751652/students-make-plastic-wrapper-substitute-banana-stems
2021 年 12 月 16 日	Scion	ニュージーランドの公的研究機関が海藻からナノセルロースを製造する技術を開発しましたが、その技術が同国の民間企業に移管され、ナノセルロースの製造が始まっています。	https://www.scionresearch.com/about-us/news-and-events/news/2021-news-and-media-releases/science-nz-awards-celebrate-scion-talent
2022 年 1 月 5 日	Empa	スイス連邦材料科学技術研究所 (Empa) とスイスの大手食品小売業者 Lidl Switzerland は、プラスチック包装を使わずに、果物や野菜の貯蔵期間を延ばすための、セルロースナノファイバーフィルムコーティングを開発しました。果物や野菜を搾ってジュースを作った残りかすからセルロースナノファイバー (CNF) を作り、透明なフィルムとしてスプレーコーティングしています。	https://www.empa.ch/web/s604/eq74-cellulose-coating-for-fruit
2022 年 1 月 6 日	Phys.org	画仙紙は、中国の伝統的な書道や絵画芸術の重要な担い手であり、中国国家の貴重な文化遺産でもあります。中国科学技術大学 (USTC) の Yu Shuhong 教授が率いるチームが、詳細な特性評価を通じて高強度と高靱性の微視的メカニズムを発見しました。伝統的な画仙紙の。チームは、画仙紙に多数のナノファイバーとマイクロファイバーが織り交ぜられ、マイクロナノマルチスケールの 3 次元ネットワークを形成していることを初めて発見しました。	https://phys.org/news/2022-01-traditional-xuan-paper-high-haze-transparent.html
2022 年 1 月 27 日	Phys.org	インド、韓国、シンガポールの研究グループは、グリセロールとグルタルアルデヒドで強化されたセルロースナノファイバーから作られた新しい透明フィルムの開発に成功しました。	https://phys.org/news/2022-01-strong-thin-transparent-cellulose-nanofibers.html
2022 年 1 月 31 日	The Street	世界セルロースナノファイバー市場レポート 2022-2032:潜在的な収益、成長率、価格、最も可能性の高いアプリケーションと市場の課題	https://www.thestreet.com/press-releases/global-cellulose-nanofibers-market-report-2022-2032-potential-revenues-growth-rates-pricing-most-likely-applications-and-market-challenges-15897281
2022 年 2 月 2 日		イノベーション賞「2022 年のセルロース繊維イノベーション」は、新しい技術とアプリケーションの開発のために革新的なセルロース繊維産業に授与されます。	https://cellulose-fibres.eu/award-application/

巻末資料 2

CNF に関する論文等

【論文関連】

目付	論文名	著者名	概要	URL
2021 年	水熱処理によるセルロースナノファイバー分散液からの高強度ハイドロゲル生成	長田光正 バイオマス科学会議発表論文集 第 16 回バイオマス科学、2021	セルロースナノファイバー分散液の水熱ゲル化が行われた。一般に、従来の架橋または再沈殿を介したセルロースナノファイバーのゲル化には、添加剤を使用する必要があります。セルロースからの自立性とドロゲルの調製が達成された。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jiebiomassronbun/16/0/16_87/_pdf
2021 年	フェノール化リグニン含有針葉樹パルプの調製とナノ解繊に向けた検討	秀野晃大（愛大紙産イノベ）、岡村翔、野中寛（三重大学院生資） バイオマス科学会議発表論文集 第 16 回、2021	本研究では、木材チップに 2、4-ジメチルフェノールを含浸後、酢酸による前加水分解により残渣を得ると共に、一部の残渣についてアセトン抽出残渣を得て、機械的解繊処理を供した。さらに解繊処理の効果を促進するため、アルカリ過酸化水素処理（Alkaline peroxide treatment: AP 処理）を試みた。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jiebiomassronbun/16/0/16_89/_pdf
2021 年	奈良県産 CNF マスターバッチによる CNF/PP のマテリアルリサイクル特性	琴原優輝、柚田有加、荒堀康史、山下浩一 奈良県産業振興総合、2021	本検討では、(株)吉川国工業所で製造を検討している奈良県産となるセルロースマスターバッチ（40 % CNF-MB）を用い、希釈・調整した 10 % CNF/PP についてマテリアルリサイクル特性を評価することを目的とし、ポリプロピレン（PP）及び 10 % CNF/PP について粉砕及び二軸押出成形を繰り返し実施し、各工程後に射出成形した試験片について曲げ弾性率、最大曲げ応力、最大引張応力、衝撃特性及び流動特性の評価を行った。その結果、10 % CNF/PP では PP で変化が見られた流動特性を含め、4 サイクル後も物性はほとんど変化せず、マテリアルリサイクル性を期待できることが分かった。	https://www.pref.nara.jp/scure/253267/8_CNF.pdf
2021 年 11 月	タケパルプから得たセルロースナノファイバーの安全性評価: 微生物を用いる変異原性試験、マウスリンフォーマ TK 試験、小核試験およびラットへの 90 日間摂取試験	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林資源化学研究領域・昭和女子大学大学院生活機構研究科 下川知子、眞柄謙吾、池田努、林徳子、小川睦美 紙バ技協誌、2021	製造したタケパルプから酵素・湿式解砕法を用いてセルロースナノファイバー（CNF）を調製した。このタケ CNF は、食品添加物として認められている微小繊維状セルロースよりもナノ化が進んでおり、規格への適合を試験した結果、微小繊維状セルロースの範疇には収まらないことが明らかとなった。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/75/11/75_75.1018/_pdf
2021 年 10 月 1 日	粒子状セルロース複合体を IJP 等で付与するための微小化の検討	奥田貴志、尾崎靖（独立行政法人国立印刷局研究所） 紙バ技協誌、2021	セルロースナノファイバー（以降、CNF）は、木材等のパルプを微細に解繊して得られたナノファイバーであり、有用な新規材料として期待されている。一方、偽造防止技術を強化するために、様々な機能性材料を用紙に付与している。新規機能性用紙を開発するために、CNF と機能性材料を混合し、スプレードライ装置で処理した。結果として、CNF と機能性材料が一体化した粒子状セルロース複合体を製造することができた。この研究において、効率的に粒子状セルロース複合体を用紙に付与するために、インクジェット印刷（IJP）法を適用した。IJP で粒子状セルロース複合体の液滴を塗布するためには、粒子サイズが小さく均一であることが重要である。異なった解繊度の CNF を用いて作製した三種類の粒子状セルロース複合体を評価した。結果として、TEMPO 酸化 CNF から作製した粒子状セルロース複合体の粒子サイズが最も小さく、均一であった。しかし、TEMPO 酸化 CNF から作製した粒子状セルロース複合体は水の中でゲル化した。そのため、IJP の吐出液は溶剤系の液とした。その結果、粒子状セルロース複合体の液滴は IJP で安定的に吐出でき、用紙に強く定着した。IJP で吐出できたことから、今後この方法を用いて可変セキュリティへの応用が期待できる。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/75/7/75_75.652/_pdf
2021 年 8 月	ソーダ・アントラキノン蒸解スギパルプより酵素処理と湿式解砕で調製したセルロースナノファイバーの安全性評価試験	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林資源化学研究領域 下川知子、眞柄謙吾、野尻昌信、林徳子 紙バ技協誌、2021	セルロースナノファイバー(CNF)はパルプを原材料とする新素材であり、様々な製品へ応用されて市場への流通が始まっている。ソーダ・アントラキノン蒸解スギパルプより酵素処理と湿式解砕で調製したセルロースナノファイバーの安全性評価試験を実施。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/75/8/75_75.757/_pdf
2021 年 7 月	粒子状セルロース複合体を IJP 等で付与するための微小化の検討	独立行政法人国立印刷局研究所 奥田貴志、尾崎靖 紙バ技協誌、2021	我々は、CNF の複合化技術として、CNF と磁性、蛍光材料等の機能性材料とを混合した水溶液をスプレードライ装置(噴霧乾燥法)で処理することにより、CNF と機能性材料が一体化した粒子状セルロース複合体という新規機能性材料の開発を行った。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/75/7/75_75.652/_pdf
2021 年 6 月	水性塗料配合用セルロースナノファイバー原料の調製-ソーダ・アントラキノン蒸解と過酢酸漂白の適用-	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 眞柄謙吾、戸川英二、久保智史、下川知子 紙バ技協誌、2021	システム開発事業「酵素・湿式粉砕を用いたセルロースナノファイバー生産技術の確立と新規利用技術の開発」、林野庁平成 30-令和元年度木材のマテリアル利用技術開発事業のうち新素材製造・利用技術開発「地域材を活用したセルロースナノファイバーの用途技術開発」により実施した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/75/6/75_75.553/_pdf
2021 年 6 月 30 日	セルロースナノファイバーのアクリル樹脂への添加効果について	榑原潤、小澤僚太郎、大野晃教、熊坂知就、清宮一秀 神奈川歯科大学学会、2021	本研究の目的は CNF を義歯用アクリルレジンに添加して機械的性質の向上の可能性について検討することである。	file:///C:/Users/0022/Downloads/56(1)_1-9_fulltext%20(5).pdf
2021 年 5 月 15 日	湿式ジェットミルを用いたセルロースナノファイバー表面への銀ナノ粒子の固定化	古谷充章、藤井英司（岡山県工業技術センター）、小倉孝太（(株)スギノマシン） 料、2021	セルロースナノファイバー(CNF)の表面に固定化された銀ナノ粒子(NPs)を、高圧式ウェット型ジェットミルを用いて作製した。硝酸銀水溶液と CNF 懸濁液を両方含有する混合物を原料として調製した。この混合物を、100 MPa または 200 MPa の圧力で高圧湿式ジェットミルで粉砕した。得られた試料の X 線回折パターンは、セル	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsms/70/5/70_400/_pdf

日付	論文名	著者名	概要	URL
			ローズ型 I 型結晶子だけでなく、銀金属結晶子も明らかにした。電界発光走査電子顕微鏡による観察によると、CNF の表面に多くの銀色の NP が固定化されていることがわかった。ほとんど銀色の NP が CNF の表面に十分に分散されていたことに注意してください。銀色の NPs は、透過型電子顕微鏡観察により平均粒径約 3nm の球形を有することがクリアされた。ジェットミリングの数が増えると銀色の NP の平均サイズは若干増加したが、高圧式ジェット式ジェットミリングの放電圧力の変化は銀色の NPs の大きさに影響を与えなかった。複合材料中の銀含有量は、ジェットミリングの数と放電圧の両方を増加させると増加しました。銀粒子はジェットミリングによって引き起こされた熱エネルギーを用いて堆積し、その後、懸濁液を冷却管を通して直ちに冷却されて以来、その粒子成長が阻害された。そのため、狭いサイズ分布の銀色の NP を CNF の表面に固定化できると仮定した。	
2021 年 3 月 25 日	ナノセルロースヴィークルプロジェクトの成果について・セルロースナノファイバーを活かしたクルマづくり	京大大学生存圏研究所 臼杵有光 色材協会誌、2021	セルロースナノファイバー（CNF）は、高強度、低熱膨張、低密度などの特徴をもつバイオ材料であり、植物などのさまざまなセルローズ源から製造される。CNF はカーボンニュートラルで再生可能な素材であり、それを樹脂中に分散させることにより、樹脂が補強される。その技術をおもに利用することにより 2016 年 10 月からナノセルロースヴィークル（NCV）プロジェクトを実施した。ここでは自動車の軽量化により、排出される二酸化炭素（CO₂）の削減につながり、地球温暖化対策への貢献を目的とした。国内の大学や研究機関、自動車メーカーなど 22 の機関が協力して実施した。東京モーターショー 2019 では、CNF を使用したコンセプトカーを展示し、国内外にそのポテンシャルを発信した。実際は 13 個の CNF 部品を搭載し、かつ塗装に関しても新規な色を開発した。その評価結果では、CNF ベースの材料を使用することで、自動車部品の軽量化に有利であることが実証できた。	http://shikizai.org/journal/backnumber/vol94/06/169_174.pdf
2021 年 3 月 23 日	射出発泡成形した繊維強化 PP 複合材料の内部構造と強度の関係	秋田県立大学 野辺 理恵 秋田県立大学大学院博士学位論文	本研究は、ショートショット式 MIM を用いて繊維強化 PP 複合材料発泡体を作製し、その内部構造と強度の関係を調査した。強化繊維は導電性を付与できるミクロン繊維の炭素繊維（CF）、および環境負荷低減材料として期待されているナノ繊維のセルロースナノファイバー（CNF）を用いた。繊維強化 PP 複合材料の射出条件、繊維添加量、軽量化率が内部構造と力学特性に及ぼす影響を議論した。	https://akita-pu.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=1238&item_no=1&page_id=13&block_id=21
2021 年 3 月	でん粉を基盤とした高強度・高耐水性の海洋生分解性複合フィルムの開発	大阪大学大学院工学研究科 麻生隆彬、助教徐于懿、宇山浩 砂糖類・でん粉情報＝Sugar & starch、2021	でん粉とセルロースナノファイバー（CNF）を複合化することで、透明性と機械的強度に優れ、耐水性が改善された海洋生分解性多糖複合フィルムを開発した。でん粉の分子設計と CNF の表面設計により、でん粉単独では乏しい機械的強度と耐水性を大幅に向上させた。さらに、海洋生分解性を示すことを明らかにした。	https://www.alic.go.jp/content/001188226.pdf
2021 年 2 月 15 日	効果的に制御された粒子間相互作用を有するセルロースナノファイバー懸濁液の粘弾性挙動	日本農工大学 松尾風香、堀川祥生、四方俊幸 ・日本レオロジー・ガッカン、2021	粒子の長さ分布が比較的に広い多分散性をもつセルロースナノファイバー試料を濃厚シロ糖水溶液に分散させた懸濁液中では、今回新たに見出された多分散性セルロースナノファイバー粒子懸濁液が示す流動域での粘弾性挙動は、単分散性の棒状粒子懸濁液に有効である。	https://web.archive.org/web/20210720065142id/http://www.jstage.jst.go.jp/article/rheology/49/3/49_179/_pdf
2021 年 1 月 18 日	遊星ボールミルがセルロースナノファイバースルに与える物理化学的影響と表面活性	岐阜大学・マジエリカジャパン(株)・名古屋工業大学・慶應義塾大学 高井(山下)千加、馬淵裕也、池田純子、藤正督 粉体工学会誌、2021	メカノケミストリーは、機能性セルロースナノファイバー(CNF)の持続可能な合成を提供しています。本研究では、遊星球粉砕による CNF 水溶液ゾルの微細構造の変化を、そのレオロジー挙動、結晶性、および直径の観点から調べた。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/sptj/58/4/58_58.164/_pdf
2020 年 10 月 2 日	せん断流動場におけるセルロースナノファイバー水分散液のレオ・オペティカル解析	アントンパールジャパン 山縣義文、宮本圭介 日本レオロジー学会誌、2021	我々は、TEMPO 酸化ナノセルロース(TOCN)懸濁液の剪断流におけるレオロジー挙動と巨微形の凝集体の関係を論じた。TOCN 懸濁液の粘度曲線は、中間高原で分離された 2 つの剪断薄薄化領域によって特徴付けられる。最初の正常応力差(N1)と同時に測定した場合、粘度の高原領域付近で負方向に急激に上昇する傾向を示し、その後は正方向に上昇した。小角光散乱(SALS)測定では、これらのレオロジー挙動の変化は、等方性球から異方性楕円に及ぶ TOCN 凝集体の挙動に対応していることを明らかにしている。すなわち、低剪断速度領域において、TOCN は、繊維が互いに絡み合う三次元ネットワーク構造を有する集合体として分散される。せん断速度が上昇すると、凝集体が流れ、粘度が低下します。ある臨界せん断速度に達すると、凝集体は、流れ抵抗を低減するために楕円に変形しようとし、その際、一過性せん断応力が凝集体で発生し、粘性高原領域を引き起こす。また、流れ方向に垂直な方向の凝集体の大きさは、流れの方向に成長するにつれて減少する傾向があり、突然の負の正常応力を生じます。剪断速度がさらに増加すると、凝集体は楕円に成長し、異方性の程度が増加し、完全な間引き行動が再び始まります。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/rheology/49/3/49_199/_pdf
2020 年 9 月 1 日	セルロースナノファイバーと機能性材料の複合体の開発	独立行政法人国立印刷局 研究所 奥田貴志、尾崎靖 紙バ技協誌、2020	セルロースナノファイバー（以降、CNF）は、木材等のパルプを微細に解繊して得られたナノファイバーであり、有用な新規材料として期待されている。ところで、偽造防止技術を強化するために、様々な機能性材料を用紙に付与している。機能性材料としては、磁性材料、蛍光材料、感圧材料等がある。新規機能性用紙を開発するために、CNF と機能性材料を混合し、スプレードライ装置で処理した。結果として、CNF と機能性材料が一体化した粒子状セルローズ複合体を製造することができた。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/74/6/74_74.642/_pdf

日付	論文名	著者名	概要	URL
2020 年 8 月 24 日	酵素反応とビーズミルを用いた湿式粉碎による食素材への適用を目指したタケからのセルロースナノファイバー製造	下川知子、池田努、眞柄謙吾、戸川英二（森林総合研究所） 森林総合研究所研究、2020	タケ資源から、食素材への適用を目指したセルロースナノファイバーを製造する技術開発を行った。ソーダ蒸解法によって調製したタケパルプをアスペルギルス由来の酵素製剤で前処理することによって、続くビーズミルでの解繊を円滑に行うことが可能となった。解繊に用いるジルコニアビーズの直径と粉碎容器内での速度および処理時間は、得られるセルロースナノファイバースラリーの特性に影響を与えた。ナノ化の進行程度は粒度分布分析によって把握し、透過型電子顕微鏡観察で確認した。得られたセルロースナノファイバー懸濁液の形態観察、粒度分布分析、フィルム強度および摩擦特性から、タケ由来セルロースナノファイバーを製造する方法として、食品添加物として認められたアスペルギルス由来酵素製剤を使用したパルプの前処理と、直径 1 mm のジルコニアビーズを用いたナノ化処理を採用することとした。得られたタケセルロースナノファイバーのマウスを用いた急性経口毒性試験では、致死量の中央値 (LD50) が 2、000mg/kg よりも高いことを確認した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/ffpri/19/4/19_341/_pdf
2020 年 8 月 1 日	酢酸菌におけるセルロースの合成 セルロースナノファイバーを紡ぎ出す超精密ナノマシンの秘密に迫る	田島健次（北海道大学大学院工学研究院応用化学部門高分子化学研究室）、今井友也（京都大学生存圏研究所バイオマス形態情報分野）、姚閑（北海道大学大学院先端生命科学研究所先端融合科学研究部門 X 線構造生物学分野） 化学と生物、2020	ある種の酢酸菌は、グルコースなどの糖を基質としてセルロースを合成する。セルロースは、ターミナルコンプレックス (TC) と呼ばれる細胞膜に局在する酵素複合体によって合成される。酢酸菌によって合成されるセルロースは、太さが 50~100 nm であり、TC はナノファイバーを紡ぎ出す超精密なナノマシンであるといえる。酢酸菌の TC には少なくとも 4 つのサブユニット (CeSABCD) が含まれており、糖転移反応による重合、排出、繊維化、結晶化という非常に複雑な過程を司っている。本解説では、これら 4 つのサブユニットの構造・機能について、他のセルロース合成菌における最近の知見を含めて紹介する。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu/58/8/58_580709/_pdf
2020 年 7 月 15 日	セルロースナノファイバーを用いた ZrO ₂ -Al ₂ O ₃ 系中和共沈粉体の無加圧焼結による高密度セラミックスの作製	吉田実憲、廣田健、加藤将樹（同志社大学理工学部機能分子・生命化学科）、神野和人、林孝幸（第一工業製薬（株））、木村 英夫（第一稀元素化学工業（株）） 粉体および粉末、2020	無加圧焼結により緻密な ZrO ₂ -Al ₂ O ₃ セラミックスを作製するために、焼成中和共沈した 75 mol% ZrO ₂ (2. 0 mol%Y ₂ O ₃)-25 mol%Al ₂ O ₃ 粉末に少量のセルロースナノファイバーを加えた 3 種類の顆粒、すなわち、CNF (Cellulose Nanofiber)。 (2、 2、 6、 6-テトラメチルピペリジン 1-オキシル) -酸化 (TEMPO) CNF、非酸化 CNF およびポリビニルアルコール (PVA) を準備し、圧縮成形した。その後、1523K で 8、 64-104 秒、空气中で焼成した。0、 15 質量%の TEMPO-CNF を添加した顆粒は、粉末成形体の相対密度 Dr は 43、 0%と低いが、焼結セラミックスとしては最高の Dr (99、 8%) を示し、ビッカース硬度 Hv が 15、 4GPa、破壊靱性 KIC が 18、 2MPa・m ^{1/2} 、曲げ強度 σ _b が 882MPa と優れた機械特性を有していることが確認できた。これらの特性は、パルス通電加圧焼結法 (PECPS) で作製したものとはほぼ同じである。これは、i) TEMPO 酸化 CNF 添加により誘起された荷電 1 次粒子が、顆粒中の 1 次粒子間にナノメートルギャップを形成し、ii) このナノメートルギャップが比較的低温での粒子焼結を抑制し、高温での高密度化を達成したためである、と説明できるだろう。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjspm/67/7/67_381/_pdf
2020 年 6 月 1 日	セルロースナノファイバー	東京大学大学院農学生命科学研究科 磯貝明 表面技術、2020	漂白木材パルプ(約 60 円/kg)から各種ナノセルロース類への調製法、そのナノ構造解析、ナノ微細化機構、各種汎用および先端材料への利用に向けた基礎および応用研究が世界レベルで進められている。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj/71/6/71_389/_pdf
2020 年 6 月 1 日	セルロースナノファイバーを用いた土に還る IoT センサデバイス	春日貴章、能木雅也（大阪大学産業科学研究科） 表面技術、2020	ナノペーパーは幅 3-15 nm のセルロースナノファイバー/水懸濁液を乾かして作製される 3)ナノペーパーはセルロースナノファイバー同士が緻密にパッキングしているため、非常に平滑な表面を有し、ガラス並みの低線熱膨張、紙本来の軽量、折り畳み性、高い比誘電率を有している。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj/71/6/71_396/_pdf
2020 年 5 月 29 日	茶葉由来セルロースナノファイバーの作製と塗工布の消臭性能	佐々木香織、濱田仁美（東京家政大学大学院人間生活学総合研究科） 河部千香、齊藤将人（静岡県工業技術研究所） 日本家政学会誌、2020	近年、セルロースナノファイバー (CNF) は様々な角度から研究が進められており、CNF は様々なセルロース由来の植物系材料から作製することができる。しかしながら、衣料分野では未だ CNF の活用は進んでいない。本研究では、CNF を利用した布の新しい機能加工法の提案を目的とし、緑茶由来 CNF 塗工布を作製して、その物性及び消臭性能を評価した。緑茶由来 CNF は、静岡県産緑茶の茶葉から 2 種類の物理的解繊方法により作製した。また、木材パルプ由来の物理的解繊 CNF 及び TEMPO 酸化 CNF による塗工布も作製し、物性及び消臭性能の比較を行った。同じ解繊条件では、緑茶由来の CNF の方が広葉樹漂白クラフトパルプ (LBKP) 由来の CNF よりも細かく解繊され、繊維径が細くなった。CNF を塗工することで綿布の糸間の空隙が覆われ、白布に比べてエアバリア性が上昇した。CNF の繊維長が長いほど布上に膜状に定着するようになり、LBKP 由来の CNF 塗工布はエアバリア性が大きく向上した。消臭性能は、緑茶由来 CNF 塗工布のみアンモニアに対して高い消臭性能を示し、消臭後一定期間放置すると、繰り返し消臭性能を示すこと、洗濯後も消臭性能は持続することを確認した。緑茶に含まれる成分とアンモニアとの水素結合によるものと考えられる。茶殻から CNF を作製してもアンモニアに対する消臭性能が期待され、本研究成果は廃棄物の有効利用にもつながる。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhej/71/10/71_657/_pdf
2020 年 5 月 20 日	セルロースナノファイバー強化熱可塑性樹脂複合材料—高融点樹脂への適用とリサイクル性能—	仙波健、西岡聡史、田熊邦郎、俵正崇、伊藤彰浩（京都市産業技術研究所） 成形加工、2020	本報告では、最近開発した耐熱性を向上させた新規変性 CNF の高融点樹脂への適用 4)、そしてこの耐熱性と前述の特徴の一つである CNF の柔軟性が大きく影響を及ぼす検討として、CNF 強化樹脂材料のリサイクル特性の評価 5) について報告する	https://www.jstage.jst.go.jp/article/seikeikaku/28/6/28_232/_pdf
2020 年 5 月 15 日	セルロースナノファイバーの添加に	小武内清貴、大窪和也、林研太（同志社大	本研究の目的は、添加したセルロースナノファイバー (CNF) の長さの条件が、平織り CFRP 板の疲労寿命に及ぼす影響について検討	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsms/69/5/69_351/

日付	論文名	著者名	概要	URL
	よる平織 CFRP 積層板の疲労寿命改善とそのメカニズム	学) 材料、2020	することである。そこで、繊維径はほぼ同じで、繊維長が異なる 4 種類の CNF (約 6、22、68、126 μm) を用意し、引張-繰返し疲労負荷時の CFRP 板の疲労寿命に及ぼす繊維長の影響について検討した。また、マトリックスと単繊維または 2 本の炭素繊維との見かけの界面せん断強度を評価した。また、FEM を用いて、炭素繊維とエポキシ樹脂の界面におけるき裂進展のエネルギー放出速度の変化をシミュレートした。その結果、比較的短い CNF を添加しても、CFRP の疲労寿命は元の試験片のそれと比較して改善されないことがわかった。一方、比較的長い CNF をマトリックス中に添加した場合には、CFRP の疲労寿命は改善された。破断面観察から、比較的長い CNF を添加することにより、炭素繊維とエポキシ樹脂の界面接着強度が向上することが示唆された。また、CNF の機械的な繊維橋渡しが行うと、2 本の炭素繊維とマトリックス間に見かけの界面せん断強度が著しく向上することがわかった。計算の結果、CNF を 2 本の炭素繊維とマトリックスの間に機械的に橋渡しした場合、炭素繊維とマトリックスの間の脱結合によるエネルギー放出速度が減少することが示された。	_pdf
2020 年 5 月 1 日	セルロースナノファイバーを添加した水性塗料とその塗膜の特性評価	樋澤健太、佐々木麗 (地独) 岩手県工業技術センター) 表面技術、2020	セルロースナノファイバー (CNF) は、様々な植物繊維から調製することができます。CNF は軽量、高強度、高表面積などの特徴を持つため、有望な材料として注目されています。しかし、一般的な CNF はヘミセルロースなどの微量物質を含んでいます。ヘミセルロースの熱分解温度はセルロースより低い。このため、ヘミセルロースは CNF の熱分解温度を低下させる可能性がある。そこで、ヘミセルロースを除去して CNF の熱安定性を高めるために、市販の CNF に複数のヘミセルラーゼを作用させ、熱重量分析により評価した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/sfj/71/5/71_371/_pdf
2020 年 2 月 3 日	セルロース及びキチンナノファイバー分散液の水熱ゲル化による高強度ハイドロゲル調製	長田光正 (日本応用糖質科学会) 応用糖質科学、2019	セルロースやキチンを原料とした材料づくりでは、自然界での生合成による微細構造や化学構造を活かすことが重要である。近年、医療材料などの分野で高生体親和性かつ高強度のハイドロゲルに注目が集まっており、セルロースやキチンはその原料として有望である。従来の高強度ハイドロゲル調製法では、化学的架橋剤の添加、電解質の混合、塩酸への浸漬など第 3 成分の添加が必須とされていた。今回紹介する水熱ゲル化は、前記のような添加物を一切使用せずに、自然のセルロースの化学構造を維持したままの新しいハイドロゲル調製法である。まずウォータージェットを用いた湿式解繊により、水だけを用いてセルロースナノファイバー (CNF) (直径 10~15nm、長さ 500~1、500nm、濃度 1wt%) を調製した。さらに、その CNF 分散液を、水熱処理 (160~200°C、圧力 0.6~1.6MPa、1.5~120min) することで、高強度のハイドロゲル (圧縮弾性率~7kPa) を調製した。さらに水熱ゲル化は、キチンナノファイバーや化学修飾された TEMPO 酸化 CNF にも適用可能であることも明らかにした。	https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010928600.pdf
2020 年 1 月 20 日	フルオレン修飾セルロースナノファイバーにより補強したポリアミドの特性評価	杉本雅行、山田昌宏 (大阪ガス(株))、荏所大策 ((株)KRI)、佐藤嘉計、徳満勝久 (滋賀大学大学院工学研究科) 成形加工、2020	カルド一部分 (FLCF:フルオレン修飾セルロースナノファイバー) を有するフルオレン誘導体 (BPFG:ビスフェノールフルオリジルエーテル) で改変したセルロースナノファイバー (CNF) を合成し、X 線 CT、DMA、テンソル試験、および SFEMS でポリアミド 12(PA12) の複合物の特性を評価した。その結果、FLCF が PA12 に均一に分散し、一部の凝集体が改変されていない CNF の場合に形成されていたことが明らかになった。さらに、FLCF は、未改変 CNF と比較してガラス転移温度以上の温度範囲においても、貯蔵弾性率および引張強度を含む PA12 に対して高い補強効果を有した。これらの効果は、BPFG の嵩高い構造および疎水性に由来する親和性を高めることによって改善される FLCF と PA12 との相互作用に起因し、それによって物性を向上させる。この結果から、BPFG などのフルオレン誘導体による CNF の修飾は、CNF を樹脂補強用途に適応させる有望なアプローチであることを示唆している。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/seikeikaku/32/2/32_63/_pdf
2019 年	ブラウン運動に基づくセルロースナノファイバー分散液に対する攪拌方法の影響評価	花崎逸雄、本橋励治、小山尚人 (東京農工大学) 年次大会 2019、	ナノペーパーや構造材料や表面コーティングにセルロースナノファイバー (CNF) を用いる場合、水中に CNF を攪拌して用いるプロセスを伴う。乾燥後のネットワーク構造に関しては主に走査型顕微鏡 (SEM) または原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて研究されている。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmemecj/2019/0/2019_J22102/_pdf
2019 年 12 月 4 日	機能性リグノセルロースナノファイバー調製に向けた検討	秀野晃大 (愛媛大)、岡村翔、野中寛 (三重大学) バイオマス科学会議発表論文集 第 15 回	先進のセルロースおよびリグニンを得るために、微量のフェノール系化学物質を用いた前加水分解ソーダパルプからのリグノセルロース系ナノファイバーの調製が検討された。この針葉樹粉末を微量の p-クレゾールに溶解し、希硫酸で前加水分解し、ソーダパルプで消化し、機械的にナノフィブリル化した。リグノセルロースナノファイバーは、微量の p-クレゾールを用いた針葉樹粉末から調製することができた。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jiebiomassronbun/15/0/15_107/_pdf
2019 年 12 月 4 日	セルロースナノファイバーを添加した陶磁器素材スラリーの流動特性	久米駿輔、野中寛 (三重大学)、谷口弘明、新島聖治、西村 正彦 (三重県工業研究所) 科学会議発表論文集、2019	セラミックスのグリーンボディを強化するために、一般的にビスク焼成が適用されています。本研究では、同様の目的で TEMPO 酸化セルロースナノファイバー (TOCN) をセラミックス原料スラリーに添加し、レオメーターを用いて TOCN 添加スラリーの流動特性を検討した。TOCN の添加によりスラリーの流動性は低下したが、TOCN 含有スラリーから水分率 40~60% のスリップ鑄造体を製造することに成功した。今後は、より低粘度の CNF の添加を検討する。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jiebiomassronbun/15/0/15_111/_pdf
2019 年 12 月 4 日	下塗り用塗料への酵素・湿式粉碎セルロースナノファイバー	下川知子、戸川英二、久保智史、野尻昌信 (森林総合研究所)	ソーダ・アントラキノン消化パルプ (ソーダ AQ パルプ) と市販のクラフトパルプを湿式粉碎と酵素前処理を組み合わせることでセルロースナノファイバー (CNF) を作製した。これまでの研究では、CNF	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jiebiomassronbun/15/0/15_37/_pdf

日付	論文名	著者名	概要	URL
	イパバーの適合性検討	科学会議発表論文集、2019	を配合した下塗り塗料が促進耐候性試験における木質パネルの色あせを防止する効果があることが示された。本研究では、CNF をアクリル樹脂エマルジョンに配合し、水性アンダーコート剤としての適合性を検討した。パルプから CNF を製造する条件が同じ場合、パルプの性質が CNF の性質に影響することがわかった。スギソーダーAQ から得られる CNF は、CNF ブレンド下塗り塗料への適合性が最も高く、ワニスへの分散性も良好であった。この結果は、スギ・ソーダーAQ の CNF の重合度が低いことが一因であると思われる。また、誘導体化した CNF のミネラルスピリットへの分散性試験において、ドデシル化の効果が確認された。	
2019 年 9 月 19 日	竹セルロースナノファイバー由来活性炭の作製及び電気二重層キャパシタへの応用	加塩拓弘、田島大輔（福岡工大）、江口卓弥（秋田大） 電気関係学会九州支部連合大会講演、2019	本研究は竹由来セルロースナノファイバーを用いた、電気二重層キャパシタへの応用研究である。近年、放置竹林による被害が報告されており、その解決方法として竹由来の材料を用いた研究開発が進められている。そこで本研究では竹セルロースナノファイバーより活性炭を作製し、電気二重層キャパシタの電極材料として使用した際の特性を評価した。実験方法は、賦活処理時の KOH 割合を変化させることによる活性炭電極の比静電容量の変化を CV(Cyclic voltammetry)法により測定した。本実験で作製した活性炭電極の比静電容量は市販活性炭(RP-15 クラレケミカル製)より大きな値を示した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jceek/2019/0/2019_171/_pdf
2019 年 7 月 31 日	セルロースナノファイバーの熱分解挙動に対するヘミセルラーゼ処理の効果	秀野晃大（愛媛大学） 日本エネルギー学会大会講演要旨集、2019	セルロースナノファイバー（CNF）は、様々な植物繊維から調製することができます。CNF は軽量、高強度、高表面積などの特徴を持つため、有望な材料として注目されています。しかし、一般的な CNF はヘミセルロースなどの微量物質を含んでいます。ヘミセルロースの熱分解温度はセルロースより低い。このため、ヘミセルロースは CNF の熱分解温度を低下させる可能性がある。そこで、ヘミセルロースを除去して CNF の熱安定性を高めるために、市販の CNF に複数のヘミセルラーゼを作用させ、熱重量分析により評価した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jietaikaiyoushi/28/0/28_254/_pdf
2019 年 7 月 19 日	水熱ゲル化によるバイオマス由来ナノファイバーからの高強度ハイドロゲル調製	長田光正（信州大学繊維学部 化学・材料学科） 高圧力の科学と技術、2019	バイオマス由来ナノファイバー分散液の水熱ゲル化に関する研究をレビューする。一般に、従来の架橋や再沈殿によるバイオマス由来ナノファイバーのゲル化には、添加物の使用が必要である。今回、バイオマス資源から水熱ゲル化で添加物を使用しない自立型ハイドロゲルの調製を実現した。このような多様な形状に成形可能な無添加ハイドロゲルは、医療分野への応用が期待されます。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jshpreview/29/3/29_194/_pdf
2019 年 6 月 20 日	セルロースナノファイバー (CNF) 強化樹脂材料における木質原料依存性	伊達隆（日本製紙㈱）、 岩崎裕次（王子ホールディングス㈱）、 矢野浩之（京大大学生存圏研究所） 成形加工、2019	本報告では、京都プロセスにおいて用いる木質原料によってコンポジット性能にどのような違いが出るかについて、ナイロン 6（PA 6）樹脂を使って検討したので、その結果を紹介する。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/seikeikakou/31/7/31_285/_pdf
2019 年 6 月 20 日	シルクのナノファイバー化と特性評価	近藤兼司、森本裕輝、 小倉孝太、村山誠悟（株式会社スギノマシン） 日本化粧品技術者、2019	シルクは化粧品主原料の 1 つであり、化粧品中での機能は肌の保湿、毛髪や肌への保護作用が知られている。本研究では、湿式微粒化装置でシルクナノファイバー懸濁液を作製し、特性を評価した。作製されたシルクナノファイバー懸濁液を乾燥させて FE-SEM での観察、BET 法での比表面積の計測を行い、シルクがナノファイバー形態であることを確認した。作製したシルクナノファイバー懸濁液でセルロースナノファイバーやカルボマーとの混合体を作製し、粘弾性特性の変化を測定した。セルロースナノファイバーの添加では、少量でシルクナノファイバー懸濁液の粘性が上昇し、沈殿物は見られなかった。カルボマーとの混合では、シルクナノファイバーゲルが容易に作製できた。さらにシルクナノファイバーを添加した試作化粧品は、シルクナノファイバー未添加品よりも長い時間、肌水分を保持した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/scsj/53/2/53_112/_pdf
2019 年 5 月 7 日	セルロースナノファイバーの製造概論	阿部賢太郎 日本接着学会誌、2019	ナノファイバーは、例えば髄鞘帯やシルクフィブロインのコラーゲン線維など、自然界で生成されるということはよく知られている。天然ナノファイバーの中でも、植物細胞壁の主要な構成要素であるセルロースマイクロフィブリルは、地球上で最も豊富な天然ナノファイバーです。セルロースマイクロフィブリルは、ナノ複合材料の補強として使用する大きな可能性を秘めており、最近大きな関心を集めています。多くの研究者は現在、植物源からのセルロースナノファイバーの分離に取り組み、ナノ元素を利用する取り組みに取り組んでいます。本報告では、様々な植物源からのセルロースナノファイバーの製造について検討する。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/adhesion/55/8/55_8-2/_pdf
2019 年 4 月 20 日	セルロースナノファイバーを使いこなすためには	イオンインダストリー（株） 豊田峻大 成形加工、2019	近年の製造技術の進歩によりセルロースナノファイバー（CNF）の活用が様々な分野で検討されている。CNF は植物から製造され、優れた機械的特性を有している。またナノ化や官能基の修飾により様々な新機能の発現が期待され、国の「未来投資戦略」において重要な位置付けがなされている。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/seikeikakou/31/5/31_181_1/_pdf
2019 年 3 月 31 日	セルロースナノファイバーのゲル化と成形加工技術	京大大学生存圏研究所 阿部賢太郎 機能紙研究会誌、2019	本研究は、セルロースナノファイバーをベースにした高弾性率製品を製造するための新しいプロセスを提案する。溶解プロセスの代わりに、乾燥したパルプは、8%NaOH 溶液中のボールミリングによってナノファイバーに機械的に崩壊した。NaOH 処理は、乾燥パルプ中のセルロースマイクロフィブリル間の水素結合を緩め、直径約 20~50nm のセルロースナノファイバーの懸濁液をビーズまたはボールミリング後に調製した。NaOH 溶液で調製されたナノファイバー懸濁液は、セルロース Ii とセルロース II の結晶形の両方を有していたが、ミリング時間の増加に伴って徐々に増加した。例えば、懸濁液を中和後にヒドロゲルに形成し、ヒドロゲルシートを 120°	https://www.jstage.jst.go.jp/article/kinoushi/56/0/56_25/_pdf

日付	論文名	著者名	概要	URL
			Cで薄膜にホットプレスした。ヤングのフィルムの係数は、いくつかの残りのセルロース I.による典型的な再生セルロースフィルムのそれと比較して有意に高かった。	
2019年3月29日	セルロースナノファイバーを用いたプリンタブル湿度センサの開発	矢作徹、村山裕紀、阿部泰、村上穰（山形県工業技術センター）講演大会講演論文集、2018	本研究では、フレキシ印刷による、セルロースナノファイバーを用いたプリンタブル湿度センサの開発に取り組んだので報告する。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejisso/32/0/32_8/_pdf
2019年3月27日	セルロースナノファイバー成形体への疎水性付与についての検討	東北大学大学院歯学研究科 伊藤多佳男 歯博第・2019	義歯床材料には、優れた操作性、加工性、強度等を理由として、アクリルレジン系のマテリアルが80年以上の長きにわたり広く用いられているが、材料学的観点、口腔衛生面など様々な面から改善点は多い。さらに、レジン系材料は石油由来であり、材質そのものに由来する生体為害性も懸念される。加えて環境面からも、自然環境下での分解性のなさ、焼却時の有毒ガスの発生、原油埋蔵量の将来的な枯渇など多数の問題を抱えている。それに対し、セルロースナノファイバー（CNF）は軽量、高強度、良好な寸法の熱安定性、透明性、ガスバリア性、保水性を有するだけでなく、化学修飾により親水性にも疎水性にもすることができるなど、多彩で優れた特性を有している。また CNF は植物由来であり、資源持続性は極めて高い。さらに、最終的に土に還することができるため、環境負荷の観点からも非常に優れたバイオマス材料である。そこで本研究では、「脱石油義歯床用材料」開発の一環として、CNF の疎水化処理方法の違い、および疎水化処理が材料科学的性質に及ぼす影響について基礎的検討を行った。	https://tohoku.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=129442&item_no=1&attribute_id=18&file_no=1
2019年2月10日	セルロースナノファイバー添加バルブ繊維シートにおける歩留まりと引張強さの関係	山口智久、齊藤将人（静岡県工業技術研究所）、小瀬亮太（東京農工大学） Journal of Fiber Science and technology, 2019	ある種の微粉末を添加することで、紙の引張強度を向上させることができる。セルロースナノファイバー（CNF）とマイクロフィブリル化セルロース（MFC）は、製紙科学の分野でよく研究されている微粉末の一部です。しかし、CNF と MFC の保持能力の違いについてはあまり知られていない。そこで本研究では、紙の引張強度を向上させるために CNF と MFC を添加した場合の効果を分析し、それぞれの保持力を比較検討した。その結果、バルブ懸濁液に含まれる微粉の保持力が変化しないと仮定した場合、CNF および MFC の保持率はそれぞれ約 50%および 90%であることが判明した。さらに、保持率が等しい場合、CNF は MFC の 3 倍以上の紙の引張強度を増加させることができる。また、CNF は MFC と比較して、バルブ繊維間の結合強度を大幅に向上させることができます。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/fiberst/75/2/75_2019-0003/_pdf
2019年1月23日	沈降法によるセルロースナノファイバーの評価	熊谷明夫、遠藤貴士（国立研究開発法人 産業技術総合研究所）、足立真希（(株)レニアス） 紙パ技協誌、2019	沈降法に基づく分析装置として、重力沈降法に基づく液中分散安定性評価装置と遠心沈降法（DCS 法）に基づくディスク遠心式粒子径分布測定装置を用いて CNF 分散液の評価を行った。液中分散安定性評価装置を用いた CNF 分散液の評価は、十分に解繊の進んだ CNF の差異を評価することには適していなかったが、解繊途中のセルロース繊維については沈降挙動と繊維構造との間に相関が見られたことから、機械処理で製造する CNF の解繊状態を簡便に評価する方法として有用であることが判明した。一方、ディスク遠心式粒子径分布測定装置を用いた CNF 分散液の評価で見積もられるストークス径と電界放出形走査電子顕微鏡で観察される繊維径との間に良い相関が見られ、CNF 分散液中のセルロース繊維の繊維径分布を見積もる方法として有用であることが判明した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappij/73/5/73_73_470/_pdf
2019年1月22日	水生植物からのセルロースナノファイバー創製と複合材料化に関する研究 (1)	大山雅寿（滋賀県工業技術総合センター） 滋賀県工業技術総合センター業務報告 工業技術総合センター業務報告、2018	琵琶湖に大量繁殖する水生植物(水草)の高付加価値化を目的に、水草を用いたセルロースナノファイバー(CNF)の作製を試みた。不要物を除去後、粉碎機で所定の回数処理を行うことで水草由来 CNF の作製に成功した。また、モデルとして市販の CNF を用いて化学修飾を行い、ポリプロピレンとの複合化を行ったところ、十分な強度の発現には至らなかった。CNF の持つ実力を最大限に発揮するには、さらなる材料設計の最適化が必要であることが分かった。	https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030923368.pdf
2019年1月15日	ポリアクリル酸2-メトキシエチル/アクリルアミド共重合体の力学特性に与えるセルロースナノファイバー複合化効果	山本 莉沙（名古屋工業大学）、吉田 美悠、Nguyen Dung Tien、高瀬 弘嗣、高田 じゅん（名古屋市立大学）、山本 勝宏（東亜合成(株)） 材料、2019	ポリ(2-メトキシエチルアクリレート)- γ -ポリ(PMEA- γ -PAAm)の複合材料をセルロースナノファイバー(CNF)で調製しました。CNF は PMEA- γ -PAAm マトリクスで正常に分散できます。CNF の機械的特性に対する分散効果を、引張試験及びレオメータを用いて検討した。CNF 複合材料のヤング率は、元の PMEA- γ -PAAm と比較してかなり増加した。また、CNF 複合体の粘弾性スペクトルにおいてゴム状高原領域が明確に観察された。CNF とアクリル系アミド群を含むアクリル系ポリマーは、擬似交配の役割を担う相互作用を形成すると結論付けられた。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsms/68/1/68_42/_pdf
2019年1月9日	セルロースナノファイバーの繊維形状が天然ゴムの補強性に与える影響	熊谷明夫、岩本伸一郎、遠藤貴士（産業技術総合研究所） バイオマス科学会議発表論文集、2019	フィブリル化度の異なる CNF を用いて、セルロースナノファイバー（CNF）の天然ゴム（NR）に対する補強効果について検討した。調製した CNF の直径分布を示差遠心沈降法（DCS）により推定し、これらの CNF を分類した。低フィブリル化 CNF は NR の補強効果が小さいが、中フィブリル化 CNF は初期弾性率を劇的に向上させ、破断伸びも減少させた。一方、高フィブリル化 CNF は、引張弾性率は中フィブリル化 CNF より低い、伸長性は維持された。NR 複合材料の破断面を走査型電子顕微鏡で観察したところ、中繊維化 CNF の分岐構造や高繊維化 CNF のネットワーク形成など、CNF の形態によって特徴的な力学特性が決定されることが示唆された。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jiebiomassronbun/14/0/14_127/_pdf
2018年	セルロースナノファイバージェルを用いた透明複合樹脂の開発	小林愛雲、大森和宏、加藤栄（栃木県産業技術センター） 研究報告、2018	本研究では、機械解繊 CNF 化学ゲルの調製後、水を除去して得られた多孔質体に樹脂を含浸する方法で複合樹脂を作製した。CNF ゲルの疎水性（アセチル化）処理条件を検討することで乾燥時の凝集を抑制し、透明な CNF 複合樹脂の作製を試みたので報告する。	https://iri.pref.tochigi.lg.jp/content/files/reports/1820_a.pdf

日付	論文名	著者名	概要	URL
2018 年	TEMPO 酸化セルロースナノファイバーの金属イオン交換と分散性および機能に関する研究	曾根篤 (東京大学) 博士論文、2018	バイオマスを利用した先端ナノ材料の開発が盛んに行われている。その中でも特に注目を集めているのがセルロースナノファイバーである。	https://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/record/53065/files/A34884.pdf
2018 年 11 月 25 日	セルロースナノファイバーを添加したポリプロピレン系コンポジットの熱促進過程変化	岡田きよみ、大嶋正裕 (京都大学工学研究科化学工学専攻) 高分子論文集、2018	近年開発が進められているセルロースナノファイバー(CNF)は、多くの分野で注目されている材料であり、ポリプロピレン(PP)/CNF コンポジットとして実用化を目指して開発されつつある。しかし、実用化が必要とされる PP/CNF コンポジットの結晶構造や保存性に関する研究はほとんど報告されていない。そこで、筆者らは、PP/CNF コンポジットの 100° C 熱促進過程における PP の高次構造に関する変化、および CNF の影響を分析し、以下の知見を得た。第一に、CNF は、β 晶の形成、結晶および配向を抑制する。一方 CNF は、分子配向下での PP の β 晶成長を抑制するが、100° C 下での PP の β 晶成長を抑制しない。また、CNF は、結晶成長および結晶サイズの増大を抑制し、融解、結晶化における On set 値を上昇させる。そして、熱促進過程では、融解における On set 値変化を抑制し、結晶を微細なサイズ状態に保持する。第二に、PP/CNF は、熱酸化劣化後も形状が安定しており、熱促進安定性が高い。第三に、力学強度において、CNF は伸長を制限し、降伏応力を大きくする。本研究は、PP 成形体の高次構造変化および PP/CNF 成形体における CNF の機能を明確にしている。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/koron/75/6/75_2018-0011/_pdf
2018 年 10 月 14 日	酵素・湿式粉碎処理により製造されたセルロースナノファイバーを配合した塗料の性質	石川敦子、片岡厚 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所)、大木博成、何昕、伊藤拓美 (玄々化学工業株式会社) 木材保存、2019	酵素・湿式粉碎処理により製造されたセルロースナノファイバー (CNF) とアクリル樹脂エマルジョンを配合して水系の上塗り用と下塗り用塗料を調製した。上塗り用塗料から作製した塗膜の引張試験からは、弾性率、強度、最大ひずみが CNF の配合率と樹脂への分散時間によって異なることが示された。また、CNF 配合塗料を上塗り又は下塗りに用いてスギ材を塗装したところ、上塗りでは光沢度が低くなり、下塗りでは逆に光沢度が高くなるなど、CNF の配合によって塗装面の光沢度を制御できる可能性が示された。塗装試験片を 1000 時間の促進耐候性試験に供した結果、CNF 配合塗料を上塗りに用いた試験片では、CNF 未配合の場合よりも表面欠陥が少なかった。また、CNF 配合塗料を下塗りに用いた試験片では、CNF 未配合の場合や下塗り無しの場合よりも表面欠陥及び変色が少なかった。以上の結果から、本研究で調製した CNF 配合塗料を木材の塗装に用いることで、塗膜性能の制御や耐候性の向上が可能であることが示された。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jwpa/45/2/45_68/_pdf
2018 年 5 月 20 日	非焼成セラミックス用補強材としてのセルロースナノファイバーの可能性	浅倉秀一 (岐阜県産業技術センター 環境・化学部) 成形加工、2018	本稿では、セラミックスと CNF の混合スラリーを原料にして、CNF の耐熱温度より低い 100°C 以下での成形を試みた。さらに、高温での焼成が必要なセラミックスにおいても CNF が成形助剤として利用できることについても報告する。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/seikeikakou/30/6/30_243/_pdf
2018 年 5 月 10 日	セルロースナノファイバーシート密度に及ぼす乾燥処理の影響	小瀬亮太、福田結、岡山隆之 (東京農工大学) Journal of Fiber Science and technology、2018	セルロースナノファイバー (CNF) シートの密度は、様々な用途においてその物性に強く関係しています。我々は、CNF シートの密度に及ぼす拘束乾燥の影響について調査した。さらに、湿潤と乾燥を繰り返す前後のシートの密度を測定した。CNF 懸濁液を減圧下メンブランフィルターで濾過し、CNF 湿潤シートを作製した。ホットプレス乾燥では、「ホットプレス乾燥」、「拘束乾燥」、「非拘束乾燥」の中で最も平坦な CNF シートが得られることがわかった。室温で調製した CNF シートの密度は、105°C で調製した CNF シートの密度より高かった。また、105°C で調製した CNF シートの密度は、湿潤と乾燥の繰り返しにより増加した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/fiberst/74/5/74_2018-0016/_pdf
2018 年 5 月 1 日	粉末化セルロースナノファイバーの製造方法	中谷文史、佐藤伸治 (日本製紙株式会社 ケミカル事業本部 開発研究所) 紙パ技協誌、2018	近年、セルロースナノファイバー (CNF) の研究開発は盛んに進められており、開発のフェーズは製造開発の段階から用途開発の段階へシフトし、世界中で大型の実証機が導入されている。当社では 2007 年から本格的に CNF 製造技術開発に取り組み、2013 年には山口県岩国市に実証機設備を立上げ、2017 年には宮城県石巻市、島根県江津市の 2 拠点で量産機設置完了を予定している。大量の水を含む水分散体として製造される CNF の実用化には移送コストの面、菌による汚染の問題から乾燥のプロセスが不可欠であるが、CNF 水分散体をそのまま乾燥させて水分を取り除くと強固に凝集するため、水への再分散が困難となり、CNF 本来の機能が損なわれることになる。本稿では、こうした凝集を防ぐ乾燥方法と、水に再分散した際の分散状態の評価方法について紹介する。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappji/72/2/72_1704/_pdf
2018 年 4 月 10 日	TEMPO 酸化セルロースナノファイバーフィルムの熱拡散性	曾根篤、磯貝明 (東京大学大学院 農学生命科学研究科) Journal of Fiber Science and Technology、2018	セルロースナノファイバー (CNF) シートの密度は、様々な用途においてその物性に強く関係しています。我々は、CNF シートの密度に及ぼす拘束乾燥の影響について調査した。さらに、湿潤と乾燥を繰り返す前後のシートの密度を測定した。CNF 懸濁液を減圧下メンブランフィルターで濾過し、CNF 湿潤シートを作製した。ホットプレス乾燥では、「ホットプレス乾燥」、「拘束乾燥」、「非拘束乾燥」の中で最も平坦な CNF シートが得られることがわかった。室温で調製した CNF シートの密度は、105°C で調製した CNF シートの密度より高かった。また、105°C で調製した CNF シートの密度は、湿潤と乾燥の繰り返しにより増加した。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/fiberst/74/4/74_2018-0012/_pdf
2018 年 3 月 1 日	微粒子・セルロースナノファイバー複合構造の移流集積法による作製と評価	松尾紗希、諸貫信行 (首都大東京 システムデザイン研究科 知能機械システム学域) 精密工学会学術講演会講	直径 1 ミクロン以下の微粒子の自己組織構造は理想的には単層六方最密構造となり、隣接する 2 つの微粒子間にバインダを配置できれば、微粒子間の付着力を向上して自立複合構造を作製できる可能性がある。本研究では、直径 1 ミクロンの球状シリカ微粒子とセルロースナノファイバー (CNFs) を水中に分散させ、移流集積法によ	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jtappji/75/6/75_75.553/_pdf

日付	論文名	著者名	概要	URL
		演論文集 2018 年度	リシリコン基板上への複合構造作製を試みた。CNFs を所望の位置に配置するための条件を明らかにした。	
2018 年 1 月 10 日	セルロースナノファイバーの還元性および熱分解特性の解析	秀野晃大 (愛媛大学) バイオマス科学会議発表論文集 第 13 回 バイオマス科学、2018	メカノケミストリーは、機能性セルロースナノファイバー (CNF) の持続的な合成を可能にする。本研究では、遊星ボールミルによる CNF 水溶液の微細構造の変化を、レオロジー挙動、結晶化度、直径分布の観点から検討した。さらに、パルス核磁気共鳴法(NMR)により CNF の表面活性を評価した。100min-1 処理した CNF で観察されたチキントロビーヒステリシスループの減少は、繊維間の相互作用が弱くなっているが、まだ 3 次元構造を持っていることを示している。300min-1 処理では、CNF を崩壊させることができた。500min-1 処理した CNF で観察された X 線回折ピーク強度の減少は、繊維束の分裂と細断を示唆する。湿潤表面積の増加(SNMR)は、500-min-1 粉碎 CNF ゾルの表面活性を示すと思われる。このような新たに形成された尿酸基は、例えば酸化チタン前駆体との有効な反応部位として機能し、おそらく光触媒性能の向上に有利に働くと考えられる。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jiebiomassronbun/13/0/13_31/_pdf
2018 年 1 月 10 日	TEMPO 酸化セルロースナノファイバーからなるヒドロゲルの力学的物性とゲル化プロセス	後居洋介 (第一工業製薬株式会社)、齋藤継之、磯貝明 (東京大学大学院農学生命科学研究科) Journal of Fiber Science and Technology、2018	TEMPO 酸化セルロースナノファイバー (TOCN) 水分散液は、酸または多価金属塩溶液を添加することによりハイドロゲルに変換することができる。ここでは、TOCN ハイドロゲルの機械的特性について、ゲル化剤添加の観点から報告する。ハイドロゲルの機械的特性は、添加剤の添加量および化学構造に大きく影響された。ハイドロゲルの破断強度は、ゲルの pH 値が下がるにつれて高くなり、pH<4 で表面カルボキシル化 TOCN がより強く凝集していることが示唆された。同じ pH2.8 でも、添加した金属イオンの価数が高いほどゲル強度は高くなり、物理的に会合した TOCN のハイドロゲルは、TOCN を多価金属イオンで架橋することでさらに強化されていることが示唆された。さらに、TOCN と水溶性カルボキシメチルセルロース (CMC) の複合ハイドロゲルを、TOCN/CMC 混合水溶液に酢酸アルミニウムを添加することで調製した。この複合ハイドロゲルの強度は、従来の複合理論とは異なるユニークな特性を有していた。これらの結果は、TOCN/CMC 複合ハイドロゲルにおいて、TOCN と CMC 分子の間に特異的な相互作用あるいは絡み合った構造が存在することを示唆している。	https://www.jstage.jst.go.jp/article/fiberst/74/1/74_2018-0004/_pdf
2017 年 7 月 20 日	小麦粉生地と製パン性に対するセルロースナノファイバーの影響およびキチンナノファイバーとの比較	上中弘典、江草真由美、永江(雨坪)知音 (鳥取大学) キチン・キトサン研究、2018	我々は以前、化学構造が似ているキチンから調製したキチンナノファイバーを添加することでセルロースを小麦粉に混ぜると、パンの生地強度と斤量大幅に改善されることから、セルロースナノファイバーがも同様の効果を発揮します。ここでは、セルロースナノファイバーの製パン品質への影響を評価し、キチンナノファイバーと比較した。ナノファイバー小麦粉にセルロースナノファイバーを添加すると、SDS 沈降試験で沈降値が増加した。が、キチンナノファイバーの添加より有意に低い。同様に、セルロースナノファイバーは生地強度を向上させ、斤量も増加させた。弱火の小麦粉を使ったパンのボリュームは改善されたが、強火の小麦粉を使ったパンのボリュームは、キチン系ナノファイバーとは異なり改善されなかったことから、以下のことが示唆された。ナノフィブリル化した構造とナノファイバーの強度の違いが製パンの品質向上に寄与していると考えられます。	http://jscc.kenkyuukai.jp/images/sys%5Cinformation%5C20170926140442-321B792FC5D8007A99FDAFDCE0BDA9B31014BED62B69FC9679AD78C786925DA.pdf

巻末資料 3

展示会 展示パネル

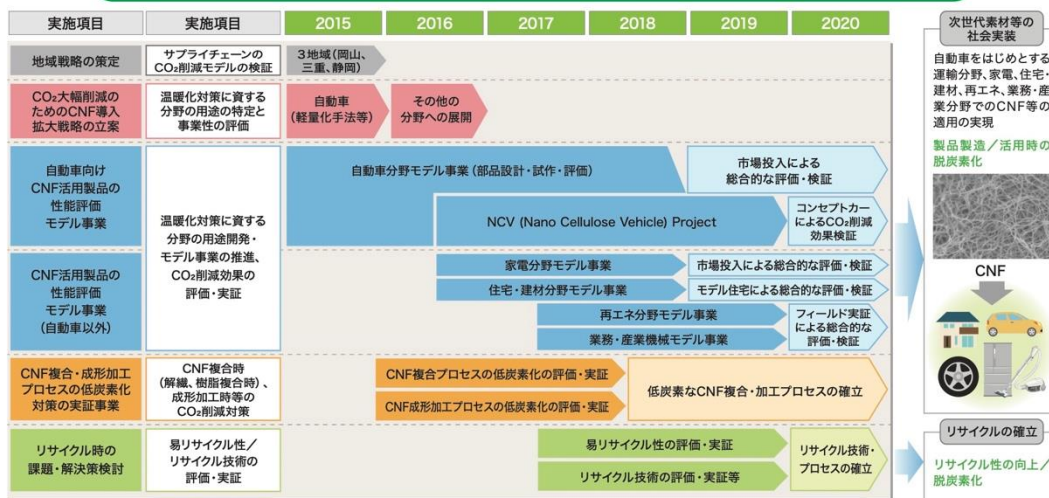
【新たに作成したパネル】

環境省によるCNFの 社会実装に向けた取り組み



環境省では、「脱炭素・循環経済・分散型社会」の実現に向けて、CNF等の次世代素材についてCO₂削減効果の評価・実証、リサイクル時の課題・解決策に向けた対策技術の評価・実証を行ってきました。

CNF等温暖化対策に資する次世代素材の社会実装スケジュール



今までの取組事例

NCV(Nano Cellulose Vehicle)プロジェクト



CNF100%ボンネットをはじめとするCNFを用いた各種部品を13種類搭載した軽量化自動車を開発、私道での100km/h走行を実現。
16%の軽量化と11%の燃費向上、8%のCO₂削減を実証。



住宅・建材分野モデル事業

— 竹CNFを活用した建材の開発と、既築集合住宅への実装によるCO₂削減効果の実証 —



老朽化が進む既存集合住宅を対象に、省CO₂効果が高い対策となる建材の開発・設計を実施。開口部のサッシと窓ガラス、屋根、外壁にCNF部材を活用することにより、夏季6.5%、冬期2.4%のCO₂削減を達成。

竹CNF含有塩ビコンポジット押出成形品(CNF7wt%混合)

家電分野モデル事業 — CNFの家電搭載に向けた性能評価および導入実証 —



CNFの製造時に排出されるCO₂の削減、冷蔵庫等の消費電力削減に向けた植物由来材料の製品への適用および金属のCNF樹脂への置き換えによる断熱性向上の検討を実施。
CNFへの置き換えの他、各種省エネ技術開発により、2015年比21%削減を達成。

「脱炭素・循環経済の実現に向けたセルロースナノファイバー活用ガイドライン」の公表



CNFの性質、製品化の動向、事業化モデルの検討結果、リサイクル、CO₂削減効果の算定方法等、これまでの環境省事業の成果などあらゆる知見をとりまとめ、CNFの取組の参考となるガイドラインを作成、環境省CNFホームページで公表。



現在の取組

現在、環境省ナノセルロースプロモーション(NCP)事業として、セミナーの開催、展示会への出展などの普及啓発活動の他、CNFサンプル提供によるマッチングを行っています。

また、令和2年度より環境省では、CNFの普及展開の加速化に向けて、原料調達から製品製造、流通、利用、廃棄・リサイクルまでのライフサイクルの観点でCO₂排出削減をもたらすCNF活用製品の製造設備導入への補助を行っています。今年度事業は終了しましたが、来年度も同様に実施予定です。



◀ 環境省のCNFに関する各種取組の詳細はこちらから

家庭用品における CNF複合化品の開発・製品化

取組概要

射出成形による家庭用品の開発・製品化を世界で初めて成功させました。
従来品に比べて軽量で寸法安定性が良く、ベース原料（PP）の3倍の剛性を持っています。
CNF複合製品の独特のあたたかな手触り感は、家庭用品としての使いやすさの特徴を生かした製品に適し、これからの普及が大きく期待されています。

検討内容

全ての植物細胞壁の骨格成分であるCNFをポリプロピレンに京都プロセス法により独自に複合し、リサイクルができる強化プラスチックの自社開発を行いました。混練工程での解繊状況は、まだまだ工夫の余地ありますが、射出成形工程でもCNF品ならではの成形条件等の見出しを行うなど、10数種アイテムでの製品化に繋がりました。



CNF製品の特長

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| ■ 従来品に比べ軽量で寸法安定がよい | ⇒ 使いやすい、商品の形がキレイ |
| ■ ベース原料（ポリプロピレンの3倍の剛性） | ⇒ 簡単に壊れない、耐荷重があがる |
| ■ 独特の質感、あたたかな手触り | ⇒ マットでシャープ、デザイン性がよい |
| ■ CNFは植物由来 | ⇒ エコ素材でありCO ₂ 削減が期待できる |

今後の展開

CNFの特徴を生かし、収納用品など大型成形品の開発と製品アイテム数を増やし、また、現在すでに商品化し北米を中心に海外展開中の植物由来バイオプラスチック商品をCNF強化によりグレードアップし、「人々に買ってもらえるCO₂削減に貢献するオールバイオCNF複合プラスチック製品」を現在、開発しています。

株式会社 吉川国工業所 (新素材-CNFナショナルプラットフォーム事業成果)

CNF複合樹脂ガラス

CNFによる透明樹脂の高剛性化/低熱膨張化

事業概要

自動車用窓ガラスの軽量化を目的に、CNFシートの複合化により透明樹脂を高機能化した。

検討内容

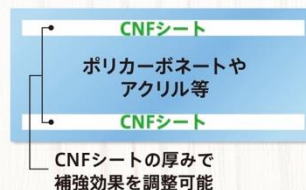
■ CNFシートと透明樹脂の複合化

CNFと透明樹脂を熔融混練する場合、熱によるCNFの劣化や分散不良といった課題がある。

そこで、透明性、機械強度、寸法安定性のあるCNFシートをインサート成形することで、透明樹脂と複合化した。

実際に、バックウィンドウ、ルーフパネルを成形し、物性評価を実施した。

<CNF複合樹脂ガラスの構成>



結果

CNFシートを複合化することで、透明樹脂の透明性を保持したまま、弾性率向上と熱膨張率低減を実現できた。

耐久品質評価(90℃×720h)の結果、色差はΔEを3以下に抑えることができた。

また、デュポン衝撃試験(1kg×50cm高さ、常温)で割れることは無かった。

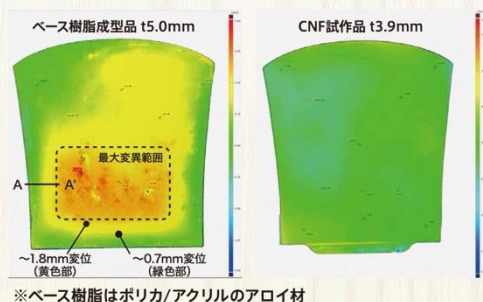
これらの結果を踏まえ、実用化に向けた開発を進めていく。

	曲げ弾性率 (MPa)	熱膨張係数 (ppm/°C)
ポリカ単体	1900~2100	70~80
CNF複合ポリカ	4040~4205	26~39

※CNF添加率13%

2倍 半分

<耐熱変形量の比較(90℃熱間測定)>



トヨタ自動車東日本株式会社
共同実施：王子ホールディングス株式会社

セルロースナノファイバー配合 バイオポリエチレンを用いた **日用品開発**

事業概要

日用雑貨のプラスチック射出成型品について、バイオ素材による汎用樹脂代替を狙い、PP(ポリプロピレン)やPS(ポリスチレン)で生産した従来製品と比較し、強度、機械耐久性の検証を行ないました。

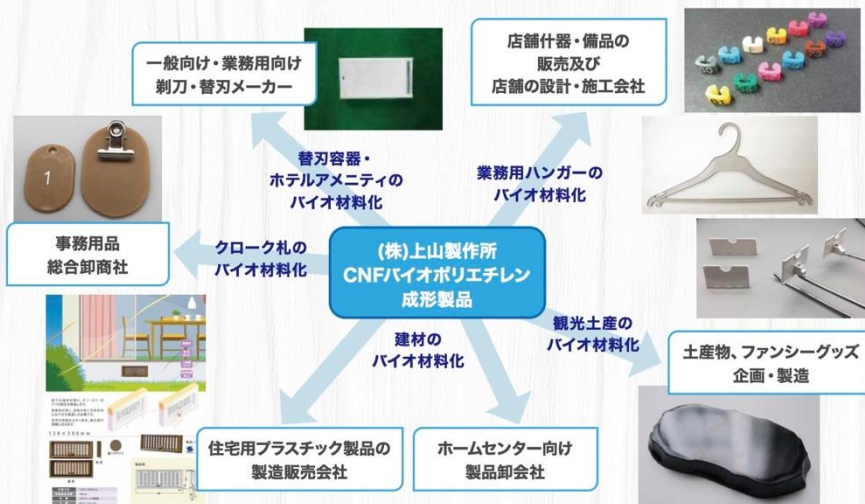


検証結果

ランナーリサイクル材料のみで成形しても大きな強度劣化がなく、製品強度を十分満たすことがわかりました。CNF10%と5%では対象製品の硬度がPOMとHDPEにそれぞれ近くなりました。従来品と比較して生産単位時間の電力費、輸送距離等を数値化した結果、CNF10%の場合で16.5%のCO₂削減効果があることを確認しました。

今後の展開

京都大学生存圏研究所、(地独)京都市産業技術研究所、他との協働により、CNF配合バイオプラ材料をカスタマイズして各汎用樹脂代替グレードの作製を行なった上で、自社製品ラインナップにCNFバイオ材料シリーズを構築してまいります。CNF配合バイオ材料で代替できる製品を開発することで商品差別化を狙い、お客様に石化由来製品との選択を促すことを目指します。



エアコンケース

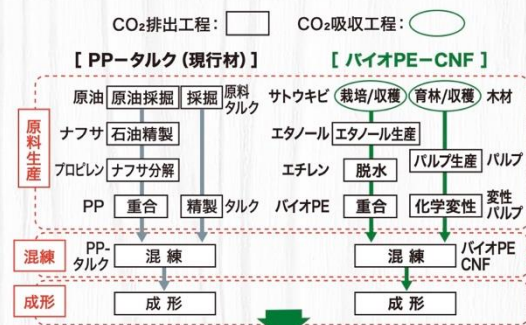
京都プロセスで製造したアセチル化セルロースナノファイバー
強化バイオPEの社会実装評価

事業概要

成長時にCO₂を吸収する植物を原料とするバイオPEとセルロースナノファイバー（CNF）からなる、オール植物由来樹脂材料のバイオPE-CNFのエアコンケースを作製してCO₂の低減効果を調査した。さらに、高粘度なバイオPE-CNFの製品成立性に関わる成形性検討も行った。

検討内容

■ 各工程のCO₂排出量調査



エアコンケース

- ・バイオPE-CNF：植物原料のCO₂吸収工程有
- ・PP⇒PE：加工温度低減によるCO₂排出量減

■ エアコンケースの成形性の検討

バイオPE-CNFの特徴：高粘度
(CNFのナノ分散のため)

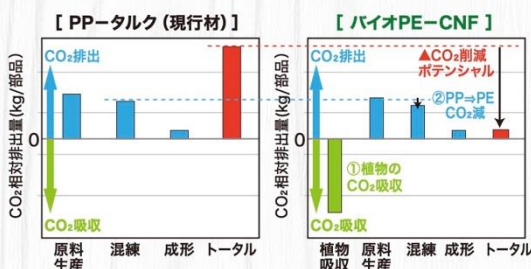


エアコンケース：
複雑形状、大型部品から構成
⇒金型及び成形条件を振って成立性検証



結果

■ バイオPE-CNFのCO₂排出量低減ポテンシャル



①植物原料のCO₂吸収及び ②PP⇒PEの加工温度低減効果のため、
バイオPE-CNFは90%以上のCO₂排出量低減のポテンシャル有り

■ エアコンケースの成形結果

成形の変更点 ④樹脂温度190℃

成形因子	変更点
金型ゲート数(個)	1⇒3
金型ゲートランナー	コールド⇒ホットランナー
成形速度(相対値)	1⇒1.4~1.8



複雑形状及び大型部品の成形が可能

参考文献：デンソー、京大、東大等、環境省プロジェクト
「CNF強化バイオPEの社会実装評価」報告書(2021)