

特集

実用化へのカウントダウン

# セルロースナノファイバー

グリーン社会の実現に向けた取り組み

## 大胆な投資で 「経済と環境の好循環」を形成し 2050年カーボンニュートラルの 実現を目指す

世界中で脱炭素社会に向けた機運が一層高まる中、現在120以上の国と地域が2050年までにカーボンニュートラルの実現を掲げ、さまざまな取り組みを進めています。日本では、2020年10月に「2050年カーボンニュートラル」を宣言しました。しかし、この目標は並大抵の努力で実現できるものではなく、エネルギー・産業部門の構造転換や、大胆な投資によるイノベーションを大幅に加速することが必要です。

カーボンニュートラルに資する研究開発を加速するため、NEDOは2兆円の基金を造成し、「グリーンイノベーション

基金事業」を開始しました。本事業では、官民で野心的かつ具体的な目標を共有した上で、これに経営課題として取り組む企業等に対して、研究開発・実証・社会実装まで10年間の継続的な支援を行っていきます。

大胆な投資を通じて、グローバルなカーボンニュートラル関連市場における日本の産業競争力の強化につなげるとともに、世界で3,000兆円規模と目されるESG投資を国内に呼び込みながら「経済と環境の好循環」を創出し、2050年までのカーボンニュートラルの実現を目指していきます。

グリーンイノベーション  
基金事業の  
ポータルサイトは  
こちら



<https://www.nedo.go.jp/activities/green-innovation.html>

## focus NEDO 2021 No.81

### Contents

#### 02 PICK UP NEWS

グリーンイノベーション基金事業  
大胆な投資で  
「経済と環境の好循環」を形成し  
2050年カーボンニュートラルの  
実現を目指す

#### 04

#### 特集

#### 実用化へのカウントダウン セルロースナノファイバー

06 PROJECT LEADER INTERVIEW  
「炭素循環社会に貢献する  
セルロースナノファイバー関連技術開発」  
プロジェクトリーダー  
八尾 滋

#### 08 革新的製造プロジェクト

日本製紙株式会社／宇部興産株式会社  
大王製紙株式会社／芝浦機械株式会社

#### 10 利用技術プロジェクト

大建工業株式会社／利昌工業株式会社  
進和テック株式会社

#### 12 安全性評価プロジェクト

国立研究開発法人産業技術総合研究所  
国立大学法人 福井大学

#### 14 NEDO講座

CNF新製品開発の即戦力人材を  
育成する講座を開講

#### 16 PROJECT REPORT

非可食性植物由来化学品製造プロセス  
技術開発 2013～2019年度

## 「グリーンイノベーション基金事業」の概要

○グリーン成長戦略において実行計画を策定している重点分野で、政策効果が大きく、社会実装までを見据えた長期間の継続支援が必要な領域を支援します。

○実施主体となる企業等の経営者には、経営課題として取り組むことへのコミットメントを求めます。



### プロジェクト規模

主な対象は、事業費総額がNEDOなどが実施する従来の研究開発プロジェクトの平均規模（200億円程度）以上のもの。



### 実施主体

社会実装までを視野に入れた事業のため企業等が中心。中小・ベンチャー企業の参画も促進。一定条件の下、再委託先やコンソーシアムの参加者として、大学・研究機関・技術研究組合の参画も可能。



### 支援までの流れ

国が個別プロジェクトの「研究開発・社会実装計画」を検討・決定した後、NEDOが実施者を公募する。採択審査を経て、実施者を決定し支援を開始。

## グリーン成長戦略において実行計画を策定した重点14分野



### エネルギー関連産業

**洋上風力産業**  
風車本体・部品・浮体式風力

**燃料アンモニア産業**  
発電用バーナー（水素社会に向けた移行期の燃料）

**水素産業**  
発電タービン・水素還元製鉄・運搬船・水電解装置

**原子力産業**  
SMR・水素製造原子力



### 輸送・製造関連産業

**自動車・蓄電池産業**  
EV・FCV・次世代電池

**半導体・情報通信産業**  
データセンター・省エネ半導体（需要サイドの効率化）

**船舶産業**  
燃料電池船・EV船・ガス燃料船等（水素・アンモニア等）

**物流・人流・土木インフラ産業**  
スマート交通・物流用ドローン・FC建機

**食料・農林水産業**  
スマート農業・高層建築物木造化・ブルーカーボン

**航空機産業**  
ハイブリッド化・水素航空機

**カーボンサイクル産業**  
コンクリート・バイオ燃料・プラスチック原料



### 家庭・オフィス関連産業

**住宅・建築物産業**  
次世代型太陽光産業（ペロブスカイト）

**資源循環関連産業**  
バイオ素材・再生材・廃棄物発電

**ライフスタイル関連産業**  
地域の脱炭素化ビジネス

※NEDOは、法律により専ら原子力を対象とする研究開発を実施・補助することはできません。

18 スタートアップ支援のその先へ  
NEDO Startups Future  
日本テクノサービス株式会社  
株式会社シンプロジェン

20 なるほど! NEDO News Report  
H2 Energyコラボレーションをレポート!

エネルギー・環境・産業技術の  
今と明日を伝える【フォーカス・ネド】

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の広報誌「FocusNEDO」は、NEDOが推進するエネルギー・環境・産業技術に関するさまざまな事業や技術開発、NEDOの活動について、ご紹介します。

※新型コロナウイルス感染症対策をし、撮影時以外はマスクを着用しています。

皆さまの声を、  
お聞かせください!  
**読者アンケート**

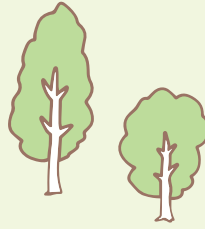
本誌をお読みいただいた感想をお聞かせください。頂いた感想は、今後の広報誌等制作の参考とさせていただきます。



## Editor's Voice ~広報部より~

今号では、実用化目前の新素材セルロースナノファイバー（CNF）を特集しました。新素材が私たちの生活にどのように現れるのかを少し感じ取っていただけたのではないのでしょうか。製造のコストダウンや量産効果が期待できる利用技術の開発、安全性の評価などいくつかの課題を克服し、私たちの手元に届く日は近いです。資源の少ない日本にとって、森林は管理しながら使用していけば身近で手に入れることができる資源の一つです。

今号でCNFの実用化へのポテンシャルを知っていただければと思います。



# CNF

特集

実用化へのカウントダウン

## セルロースナノファイバー

セルロースナノファイバー（CNF）は、軽さ、強度、耐膨張性などに優れた、植物由来の次世代素材です。NEDOは、このCNFの可能性に着目し普及に向けたプロジェクトを進めています。



### CNFの普及により、環境問題の解決と、世界をリードする産業の創出を目指す

CO<sub>2</sub>の排出を実質ゼロにする動きが世界各国に広がっています。すでにEUなどが表明しているほか、日本政府も2050年までの実現を宣言しました。脱炭素社会への移行を着実に進めるためには、再生可能エネルギーの活用とともに、バイオマスなどさまざまな非石油由来原料への転換が必要です。こうした中、新たな化学品の原料として、NEDOは植物由来の素材「セルロースナノファイバー（CNF）」の実用

化を急いでいます。

NEDOはこれまでのプロジェクトで、高性能ナノ繊維と、それによって補強した樹脂複合材料を、高効率で連続的に製造するプロセスの開発を推進しました。また、これらの技術を基に、木材や竹などの原料から樹脂複合材料を製造するテストプラントを京都大学宇治キャンパス内に完成させ、稼働しています。

さまざまな優れた特性を持つCNFは、使用用途が幅広く、例えば、粘度特性を生かした、なめらかな書き心地で、かつ垂れ落ちしないボールペンのインクをはじめ、スポーツ用

## CNF材料の実用化時期と市場規模



## NEDOプロジェクト

炭素循環社会に貢献する  
セルロースナノファイバー  
関連技術開発

2020~2024年度(予定)

### 革新的製造

革新的CNF製造プロセス技術の開発

8Pへ

### 利用技術

量産効果が期待されるCNF利用技術の開発

10Pへ

### 安全性評価

多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価

12Pへ

品、音響機器、化粧品などの消費者向け製品が開発されています。

しかし、今後、普及と市場の拡大を進めるためには、なお一層のコストダウンが必要です。中でも革新的な製造プロセス技術の開発と、量産効果が得られる用途の開拓は大きな課題です。そこでNEDOは2020年度から、製造プロセスの改良と、市場規模が大きい分野での用途開発、さらに新しい複合材料の実用化や普及を支援する安全性評価の確立を目指した事業をスタートしました。CNFの実用化は、SDGsのゴールの一つ「気候変動に具体的な対策を」の達成にも大き

く貢献することから、取り組みのスピードアップに多方面から期待が寄せられています。

「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」プロジェクトを担うNEDO材料・ナノテクノロジー一部では、将来、CNFが身の回りのあらゆるものに使われるようになれば、資源の大半を輸入に頼っている日本が、植物資源大国になることも夢ではないとしています。

次ページからは、CNFの製造プロセスの革新と利用技術の広がり、CNFを活用できる人材育成など、CNFの普及に向けた取り組みの数々を紹介します。



CNF実用化の鍵を握る  
プロジェクト。  
炭素循環社会の構築と  
新たな産業創出へ、  
イノベーションを加速したい。

第三者的な立場から取り組みを評価し、企業研究者のモチベーション向上につなげたいと語る八尾PL。

## PROJECT

## LEADER

「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」  
プロジェクトリーダー

## INTERVIEW

八尾 滋

YAO SHIGERU

実用化に向けた開発が加速するセルロースナノファイバー（CNF）。  
脱炭素社会の実現にも大きく貢献する本プロジェクトの意義や進捗、  
今後の展望を、八尾滋プロジェクトリーダーに聞きました。

福岡大学工学部化学システム工学科教授、同大学産官学連携センター長、機能・構造マテリアル研究所所長。博士（工学）。1981年京都大学工学部を卒業後、宇部興産株式会社ナノテクノロジー推進グループグループ長、株式会社三菱総合研究所シニアリサーチプロフェッショナルを経て、2011年から現職。専門は高分子材料研究。

— NEDOは、2020年度からCNFの実用化や普及を加速するプロジェクトを進めています。

八尾先生が、このプロジェクトリーダーに就任されたときのお気持ちを聞かせてください。

京都大学の矢野先生が15~16年前、産学連携プロジェクトで研究開発を始めた頃から、個人的にも大変興味深い研究だと注目していました。前身に当たる「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」でも、確かな成果を上げられ、今回はいよいよ社会実装を目指すステップを任せられたわけで、責任の重さを感じながらも、事業化に貢献したいと思いき受けました。

— 現時点まで、プロジェクトに取り組んでみての実感はいかがでしょう。

まず、革新的製造プロセス技術の開発については、コストダウンの成果も上がっていて、目標達成に向けて着々と進んでいるという印象です。量産効果が期待できる利用技術の開発については、いくつか課題の克服にまだ工夫が必要かと思います。今まで積み上げてきた成果を生かすことは大事ですが、逆にそれにとらわれすぎると、思考が固まってしまう、なかなかブレークスルーできない恐れもあります。遠回りのように見えても、あえて異なる視点から道筋を探ることも有効ではないでしょうか。事業化へのキーの一つはコンパウンディングにあるため、私の専門であるプラスチックマテリアルリサイクルのノウハウや、かつて企業研究者だった経験なども生かしたいと考えています。

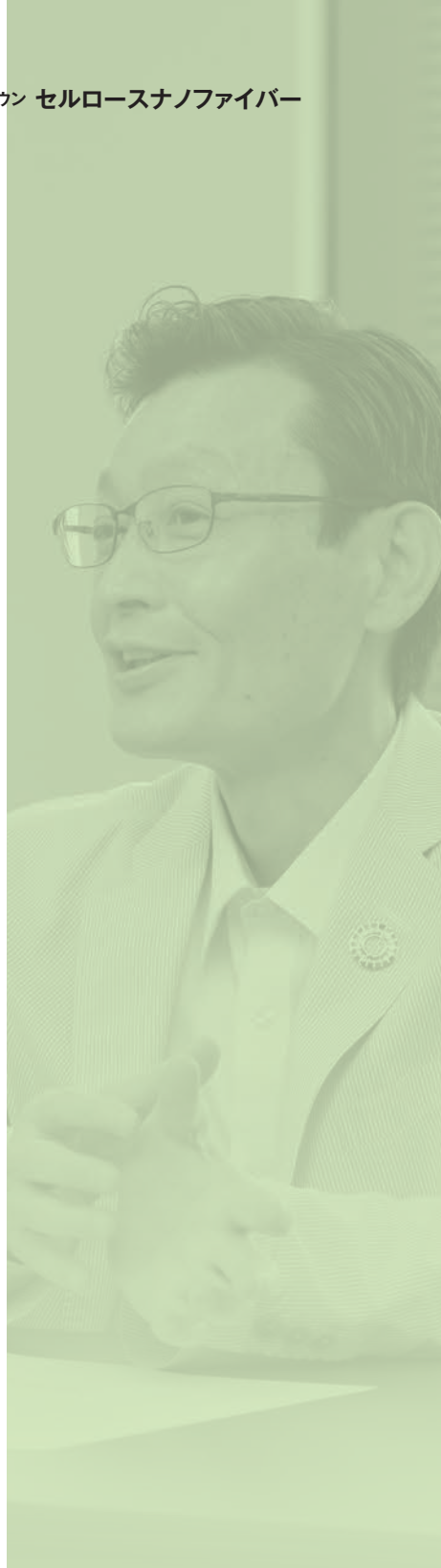
— プロジェクトの課題については、どうお考えですか。

2021年3月に実施したオンラインミーティングでも、企業の多くがコストを問題としていました。しかし、水分散液で運ぶことが多いCNFですが、90%が水分で利用時には不要ですから、廃棄するものに運搬コストをかけているといった一面があります。事業化を目指す上で、一旦コストへの意識を取り払い、企業がいま一度CNFの収益性やポテンシャルを十分に評価することができれば、そうした無駄は省くことが可能ではないかと思っています。

多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価については、CNFの幅広い分野での利活用が期待されている一方で健康被害を懸念する声が少なからずあります。実用化や普及を後押しするためにも、CNFの安全性評価を実施し結果を示すことは非常に重要と考えています。

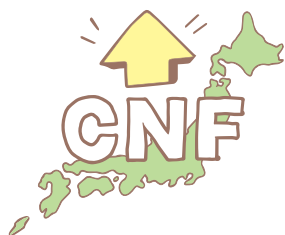
— 最後に、NEDO事業に期待することを聞かせてください。

やはりさまざまなプレイヤーが参加し、多様な視点から情報交換ができることがNEDO事業の利点だと思います。コロナ禍で議論の場が思うように持てないことは残念ですが、今後は感染防止を心がけ、現場や現物を見ながら課題を話し合い、ヒントや気づきを得る機会を設けたいと思っています。また、CNFの製造・利用で得た知見は多方面に生かせると思いますが、原材料を森林資源だけに頼っていると、需要が急激に拡大した際、新たな環境問題が起きる可能性もあるため、原材料の多様化についても留意しておくべきでしょう。



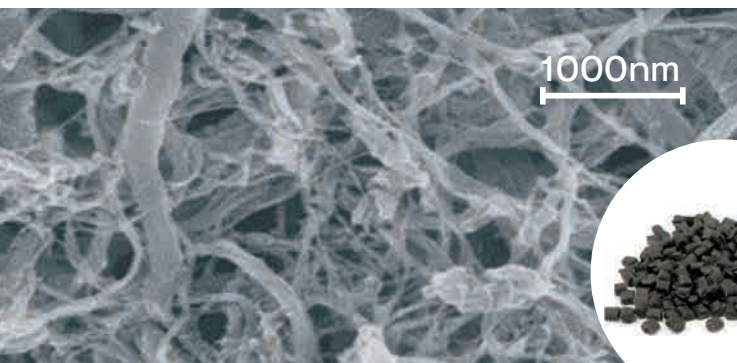
プロジェクトマネージャー 山本 教勝 主査(左)  
NEDO材料・ナノテクノロジー部 バイオエコノミー推進室

# 革新的製造プロジェクト



## 低コストで高品質なCNF強化樹脂の量産へ 京都プロセスの工業化を図る

日本製紙株式会社 / 宇部興産株式会社



CNF強化樹脂中のセルロースナノファイバー。



野々村 文就 氏  
日本製紙株式会社  
参与  
研究開発本部長代理  
CNF研究所長



福田 雄二郎 氏  
日本製紙株式会社  
研究開発本部  
CNF研究所  
主席研究員



伊達 隆 氏  
日本製紙株式会社  
研究開発本部  
CNF研究所  
主席研究員



内貴 昌弘 氏  
宇部興産株式会社  
ナイロン・ファイン事業部  
ナイロン開発部長



中川 知之 氏  
宇部興産株式会社  
ナイロン・ファイン事業部  
ナイロン開発部  
コンポジット開発グループ  
主席部員 博士(理学)



直川 典正 氏  
宇部興産株式会社  
化学生産本部  
生産技術センター  
センター長



### パルプ直接混練法を洗練させ、 高まるCNFニーズに応える。

2019年度までのプロジェクトで京都プロセスの実証生産設備を導入した日本製紙株式会社と、ナイロン樹脂混練プロセスによって京都大学のテストプラントの約10倍の量産化を達成した宇部興産株式会社。今回は、両社が共同で、さらなる材料性能の向上と、生産性を高めるプロセスの革新に取り組んでいます。

宇部興産ナイロン・ファイン事業部ナイロン開発部コンポジット開発グループの中川知之主席部員は「CNFに関する知見やノウハウを豊富に有している日本製紙さんと連携することで、ラボレベルから工業化へのスケールアップに展望が拓けました」と話し、同社のナイロン・ファイン事業部ナイ

ロン開発部内貴昌弘部長も「混練したときに解繊しやすいパルプがほぼ完成に近づいている」と手応えを感じています。

日本製紙研究開発本部CNF研究所の伊達隆主席研究員は「我々が採用した製造プロセスは、パルプのナノ解繊と樹脂への混練を同時に行うことが特徴で、コストダウンに最も適した方式だと考えています」と話し、同じく福田雄二郎主席研究員は「木質バイオマスはリサイクル可能なことが特長です。報道でもマテリアルリサイクルの話題を目にすることが多く、社会的な期待の大きさを感じています」と環境問題への貢献も含めた将来性を語ります。

宇部興産の化学生産本部生産技術センターの直川典正センター長は「CNFに関する問い合わせが増えています。待っている人がいることを励みに実用化を急ぎたい」と抱負を語りました。



技術開発ポイント > 量産に向けた変性パルプの改良処方とナイロン樹脂の選定・混練条件の最適化



## 革新的CNF製造プロセス技術の開発



# 省エネルギーを追求した製造プロセスや樹脂複合化技術でコストの壁を越える

大王製紙株式会社 / 芝浦機械株式会社

市場にインパクトを与える低コスト化で、CNF複合化樹脂の本格利用を促進。

CNF 社会実装への貢献を目指して、CNF メーカーの大王製紙株式会社と設備機械メーカーの芝浦機械株式会社は、共同で、CNF 複合化樹脂の大幅な製造コスト低減に取り組んでいます。課題の解決には、大幅な生産性向上が必要不可欠ですが、芝浦機械が得意とする二軸混練押出機を用いた樹脂複合化技術と、そのフィードバックを受けた大王製紙の原料調整プロセスの改良によって、改善の道筋が見えてきました。

大王製紙の生産本部新素材研究開発室玉城道彦 首席執行役員は「紙を生産してきたノウハウも生かしており、この事業を早く成立させて、炭素循環社会の実現に貢献したい」と話します。

芝浦機械成形機カンパニー押出成形機部の大石真伸 主幹は「高価なCNFを多量に用いた生産設備としての実証実験は、困難であったが、大王製紙さんから十分な量の原料の提供を受け、開発が加速しました」とプロジェクトのメリットを話します。同じく安倍賢次氏は「原料形態が処理能力に影響するため、大王製紙さんにCNFの供給形態を工夫していただき処理量が格段に改善しました」と、連携による成果を語りました。

大王製紙の生産本部新素材研究開発室大川淳也 室長は「芝浦機械さんとの共同開発により樹脂複合化の課題解決にもめどが立ちつつあります。プロジェクトの目標コストをクリアするのはもちろん、我々としてはもう少し高い目標を設定しています。それによって、市場に大きなインパクトを与えたい」と意気込みを語りました。



優れた混練性能を発揮する二軸混練押出機。



成形加工しやすいペレット状にして供給することで、製造コストと物流コストの低減を図る。



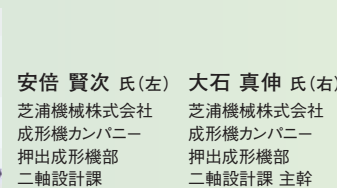
玉城 道彦 氏  
大王製紙株式会社  
生産本部  
新素材研究開発室  
首席執行役員 室長



大川 淳也 氏  
大王製紙株式会社  
生産本部  
新素材研究開発室  
室長



安倍 賢次 氏(左)  
芝浦機械株式会社  
成形機カンパニー  
押出成形機部  
二軸設計課



大石 真伸 氏(右)  
芝浦機械株式会社  
成形機カンパニー  
押出成形機部  
二軸設計課 主幹



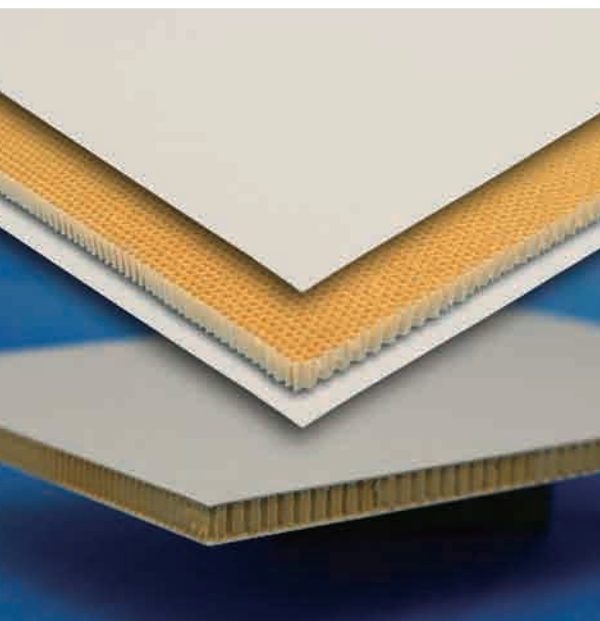
CNF素材からCNF複合樹脂材料にいたる各工程の生産性をより高い次元まで高め、各種課題を解決。

技術開発ポイント > 原料CNFの前処理と、二軸押出機を用いた樹脂複合化技術による生産性向上



## 住宅などの内装建材への応用を進め CNFの新たな用途を拓く

大建工業株式会社 / 利昌工業株式会社



利昌工業がセルロース系の材料に関する長年のノウハウを基に開発したCNF100%の成形板。



軽量で強いCNF成形板から生まれる高品質・高付加価値の内装建材。



高澤 良輔 氏  
大建工業株式会社  
R&Dセンター  
開発企画担当  
リーダー  
博士(生物資源科学)



入山 朋之 氏  
大建工業株式会社  
R&Dセンター  
次長  
博士(工学)



奥村 浩史 氏  
利昌工業株式会社  
開発本部  
先進材料開発室  
室長  
博士(学術)

### ドアや床材などの内装建材から補強材まで CNFでの代替を目指す。

大建工業株式会社は、利昌工業株式会社が開発したCNFを主とする成形体を利用して、住宅などの内装建材の開発を進めています。

課題はCNFの吸湿性の高さによる寸法の変化でしたが、取り組みの中でブレイクスルーのポイントが見つかり、用途に応じた最適化を図る段階にきています。利昌工業開発本部先進材料開発室の奥村浩史室長によれば、CNFは究極の紙素材とのこと。「CNFを成形したときの物性はメーカーによっても異なりますが、材料としての寸法変化を抑える方法が見つかったのは大建工業さんからのフィードバックによるところが大きい」と異業種間連携の効果を話します。

大建工業のR&Dセンター入山朋之次長は「利昌工業さんが持つCNF100%の成形体を建材に利用できれば、大量のCNF需要が生まれ原材料のコストダウンにつながります」とプロジェクトの意義を語り、利昌工業の奥村室長は「NEDO事業は、最初に目標と目的を明確にできるため、事業化に真剣に取り組むきっかけにもなっています」と話します。

入山次長は、従来内装に使われてきた木質建材をただCNFに置き換えるだけでなく、CNFの軽量・高強度・高弾性率という特長を生かし、樹脂製品や金属部品などの建材製品もCNFに代替したいという展望を描いています。同社のR&Dセンター開発企画担当の高澤良輔リーダーは「CNFは従来の木質系素材ではなしえない強度があります。それが建材としての新たな付加価値になる」と期待を込めて語りました。



技術開発ポイント > CNF100%の成形板を利用した付加価値の高い建材の開発で大量の需要を創出

## 量産効果が期待されるCNF利用技術の開発



### 吸湿性の高さをエアフィルタに活用し、自動車の省エネ化ニーズに対応

進和テック株式会社

#### 水分を吸着し、車外に排出するフィルタシステムを構築。

ビル・工場の空調やプラントなどのエアフィルタを得意とする進和テック株式会社は、CNFの吸湿性の高さに着目し、自動車の窓の曇りを除去するデシカントフィルタシステムの実用化を目指して、プロジェクトに参画しました。同社イノベーション企画部開発グループの奥山一博チーフマネージャーは「このフィルタシステムは、熱による曇り除去よりも省エネ性に優れています。この先EVにシフトしていく乗用車にとって、航続距離を伸ばし、充電回数を減らすためにも省エネ化は必須ですから、そのニーズにも対応しています」と話します。

課題は、CNFの特性を見極めた材料選択でしたが、同じくイノベーション企画部開発グループの小森陽介リーダーは

「材料についてはこれまでのNEDO事業で積み重ねてきた産業技術総合研究所と東京工業大学のノウハウに非常に助けられています。試作の段階で出た課題をフィードバックすることで、さらに良い提案を返していただけるのもありがたい」と話します。

このフィルタシステムは車1台に1ユニット必要な上、消耗品でもあるために、継続した需要が見込めることも大きなメリットです。同社にとって自動車分野は未経験の領域だったそうですが、NEDOの助成を受けることで思いきった挑戦ができたと話す奥山チーフマネージャー。今後は、フィルタ形状の最適化と実寸大デモ機による連続運転試験を行う予定で、「安全基準がシビアで、スペースが限られている自動車で成功すれば、いろいろな分野に応用できる」と小森リーダーは展望を語りました。



試作中のフィルタエレメント。CNFの特性評価を基にフィルタ形状の検討が進んでいる。



実験室にはフィルタの試作装置やデシカントフィルタシステムとして評価する試験設備、評価用測定機器が並ぶ。



奥山 一博 氏(左)  
イノベーション企画部  
開発グループ  
チーフマネージャー

小森 陽介 氏(右)  
イノベーション企画部  
開発グループ  
リーダー



技術開発ポイント > CNFの吸湿性の高さを、車内空間の湿度調整に利用するという発想

# 安全性評価プロジェクト

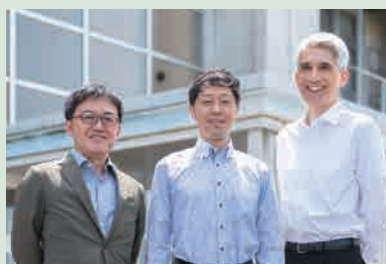


## CNFの普及を後押しするため 多様なCNFの安全性を評価

国立研究開発法人産業技術総合研究所



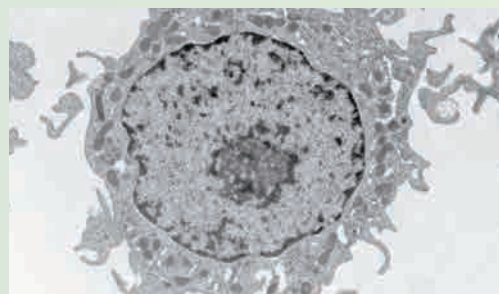
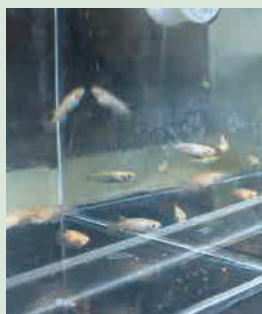
生態影響の評価では、水生生物（藻類、ミジンコ、魚類）へのCNFの影響を調べる。



眞野 浩行 氏(左)  
安全科学研究部門  
リスク評価戦略グループ  
主任研究員  
博士(理学)

小倉 勇 氏(中)  
安全科学研究部門  
排出暴露解析グループ  
主任研究員  
博士(工学)

藤田 克英 氏(右)  
安全科学研究部門  
リスク評価戦略グループ  
主任研究員  
博士(農学)



マクロファージなどの培養細胞を使ってCNFの吸入影響を評価する。

### 多様化するCNFを試験し、 評価書として公開を目指す。

幅広い利用が期待されているCNFですが、健康被害を懸念する声もあります。産業技術総合研究所（以下、産総研）安全科学研究部門の小倉勇主任研究員は「CNFの実用化や普及を後押しするためにも、早い段階で人体や環境にどのような影響が起こりうるか評価し、結果を示すことが重要です」と安全性評価の意義を説明します。

2019年度までの「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」プロジェクトで、産総研はCNFの安全性評価手法の開発を行いました。本プロジェクトでは、よりさまざまな種類のCNFの安全性を評価することに重点を置いています。小倉主任研究員は「多様性を担保するため、広く国内

メーカーに声をかけ、材料を提供してもらっていますが、NEDO事業ということで協力を得やすいのは助かります」と話します。

藤田克英主任研究員も「ネガティブな結果が出たとしても公表する前提ですが、しっかりした試験結果であれば受け止める企業が増えているのは、長年のNEDO事業の成果だと思います」とこれまでの積み重ねについて語ります。

CNFは微生物が発生しやすく、試験結果に影響するため、安全性評価に当たっては微生物の汚染を防止する技術の確立が必要です。情報を共有しながら、その課題を克服し、試験は順調に進行しています。

眞野浩行主任研究員は「生態影響を評価する例は少なく、これを機会に評価が一般的になってほしい」と、NEDO事業への期待を語りました。



技術開発ポイント > 吸入影響評価、生態影響評価、排出・暴露評価の3つのアプローチで検証

## 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価



### CNFが生体に及ぼす影響を 長期的な視野で確かめる

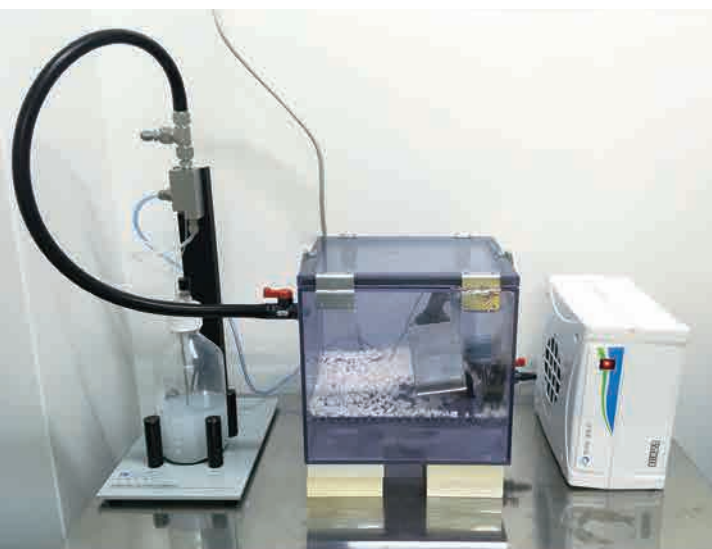
国立大学法人福井大学

医学部と連携し、厳しい規定の下で  
実験を開始。

CNFは、まだ歴史が浅く、どのような条件で、どんな影響が起きるのか未知な部分が多い素材です。当初安全とされたアスベストも、さまざまな病気を起こすことが判明したのはかなり時間が経ってからだったように、利用に際しては慎重に安全性を確認する必要があります。福井大学の繊維・マテリアル研究センター長 田上秀一教授は、「CNFは有機物であり、おそらく人体に悪影響はないだろうという認識が一般的です。しかし、CNFはナノ化した際の形状が多様で、工業化されれば使用する量も大量になるでしょう。CNF製造メーカーが微粉碎加工やCNFと樹脂の複合化、成形加工等をする際、あるいは廃棄する際に粉塵が発生する可能性がある以上、安全性の検証は必要不可欠です」とその意義を強調します。

生体への安全性を評価するため、同大学の山下義裕教授は同大学医学部の徳永暁憲准教授らと連携し、学内に設置されている動物実験委員会の厳しい管理の下、できる限り実験に使用する動物の数を少なく、できる限りその動物に苦痛を与えないよう留意した実験を行っています。具体的には、霊長類で食餌にCNFを添加したときの影響を、またマウスでは同じく食餌と吸入による影響を調べ、マウスは世代交代が早いため、次世代への遺伝的な影響がないか確認します。

「国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、産総研）との連携事業のため、これまでに産総研において蓄積された情報やノウハウを共有できたことに助けられています」と話す山下教授。今後は、本事業で得られた成果を安全性評価書にまとめ、CNFを利用する人々に幅広く活用してもらい、CNFやCNF製品の社会実装の加速につなげることを目指しています。



作業空間にCNFの粉塵が発生した場合を想定した吸入暴露試験装置。



山下 義裕 教授  
先進部門  
繊維・マテリアル研究センター  
博士(工学)



田上 秀一 教授  
先進部門  
繊維・マテリアル研究センター長  
博士(工学)



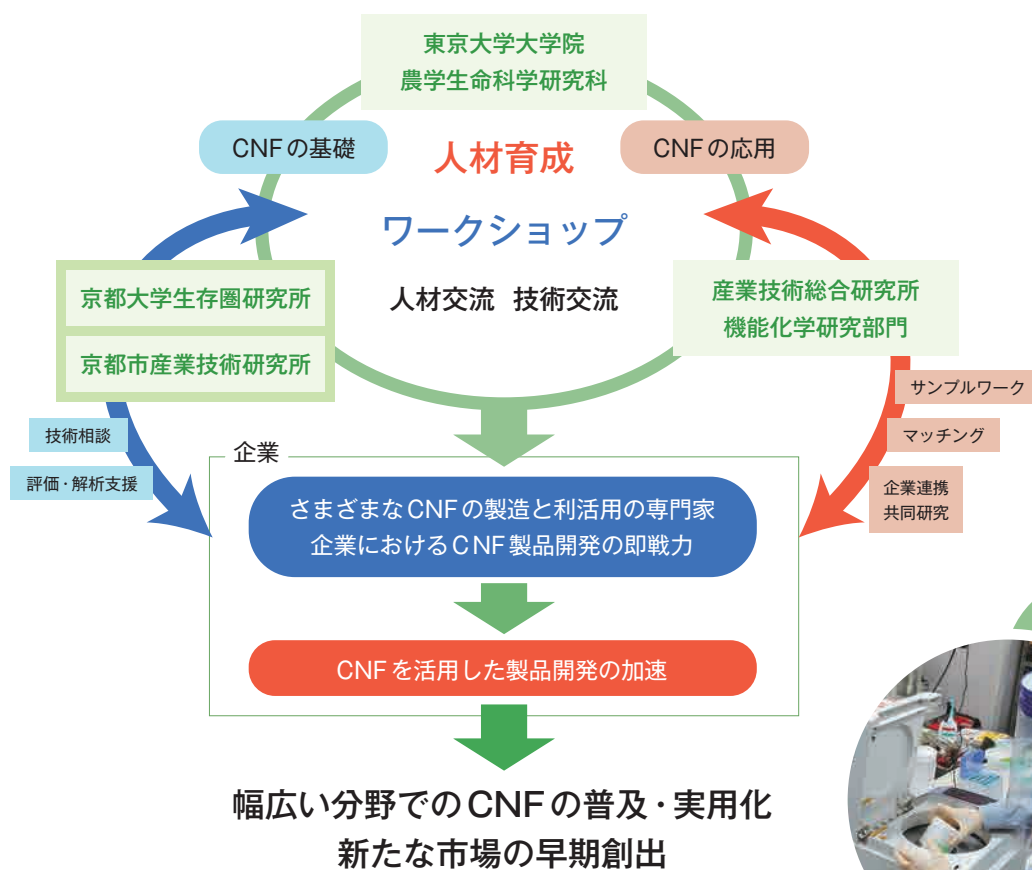
徳永 暁憲 准教授  
ライフサイエンス支援センター  
生物資源部門  
博士(医学)



技術開発ポイント > 日常に近い環境において長期的な試験を実施し、生体への影響を確認する

# CNF新製品開発の即戦力人材を育成する講座を開講

既存の石油由来の素材の代替として、幅広い分野で活用が期待されるセルロースナノファイバー（CNF）の社会実装を加速するため、CNF先端開発技術者を育成するNEDO特別講座を開講しました。多方面の人材交流を図るほか、サンプルワークや分析・評価の支援・アドバイスなどを通じ、新しい分野、用途となり得る多種多様な専門領域でも、当該技術を担う人材が育つという「好循環」の形成を目指していきます。



自動公転ミキサーによるCNFと天然ゴムの複合化実習。

講義と実習を通して製品開発に必要な技術を身につけることができます。

東京大学、京都大学、京都市産業技術研究所、産業技術総合研究所の4機関拠点で2020年度より開講し、講義と実習を毎年前期と後期の2回開催しています。本講座では、さまざまなCNFの前処理から樹脂複合化までの製造技術や成形加工技術、分析方法等の製品開発に必要な知識と技術が習得できます。また、ワークショップではCNF製造等に携わる企業に講演いただくなど受講企業者間や講演企業との技術交流も行われています。

NEDOは、先端分野や融合分野の技術を支える人材育成と、人的交流の面から産学官連携を促進するための「場」を形成することを目的に、2006年度から「NEDO特別講座」を開講しています。

## 特別講座を開講する4拠点機関



### 国立大学法人 東京大学

#### TEMPO酸化CNF (代表: 磯貝 明)

- ◆ 植物セルロースの構造と、CNFの調製および構造の基礎を理解し、国内および世界のCNFの研究開発動向を習得します。
- ◆ セルロースのTEMPO酸化反応と単離-精製プロセスを習得し、ナノファイバー化度を支配するカルボキシ基の定量法を実習します。

### 国立研究開発法人

### 産業技術総合研究所中国センター

#### 機械解繊CNFと高分子との複合化 (代表: 遠藤 貴士)

- ◆ 機械的解繊処理によるCNF製造技術を習得し、その評価、分析法を実習します。
- ◆ CNFと樹脂、ゴム複合化の実習を通じてさまざまな成形加工技術を習得します。
- ◆ CNF複合化成形物の強度試験、分析評価方法を理解し、実験します。

### 国立大学法人 京都大学

### 地方独立行政法人 京都市産業技術研究所

#### 京都プロセスによるCNFと樹脂の複合化

国立大学法人 京都大学  
(代表: 矢野 浩之)

地方独立行政法人 京都市産業技術研究所  
(代表: 仙波 健)

- ◆ 原料-パルプ化-化学変性-ナノ解繊と樹脂複合化の一貫プロセスのメカニズムを見学し、実習します。
- ◆ CNFナノ複合化樹脂の物性評価、分析方法を実習します。
- ◆ ランニングシューズ、自動車用途への実用化について検証します。

講座内容および申し込みにつきましては、NEDOの右記プレスリリースおよび産業技術総合研究所のウェブサイトよりご案内しております。



[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101294.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101294.html)



<https://www.aist.go.jp/chugoku/ja/event/2020fy/0401-0930.html>



## 共同研究へ、企業・大学・公的機関とのマッチングも行います。

4拠点機関では、希望する受講企業に対して、サンプル提供や分析・評価手法の検討などの周辺研究を行い、新しい分野や用途への活用を目指しています。より本格的な研究開発を希望する企業に対しては、連携可能な企業、大学、公的機関などとのマッチングを行い、個別の共同研究へとつなげます。





## 非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発 2013～2019年度



# CNF量産化の技術基盤を確立し、 目標以上のコストダウンを達成。

### 世界に先駆け、コスト競争力のある 一貫製造プロセスを構築

NEDOは、2013年度からのプロジェクトにおいて、CNFやCNF樹脂複合材料を安定的に製造できるプロセスと装置の開発、そして、ユーザーが求める機能を実現するという、難度の高い技術開発を推進してきました。

その成果として、京都大学を主体とする産学連携グループは、2016年に軽量・高強度の高性能ナノ繊維と、この材料で補強した樹脂複合材料を高効率で連続的に製造する「京都プロセス」を世界に先駆けて開発することに成功しました。

京都プロセスの特徴は、CNFの集合体であるパルプを、樹脂と直接練ってパルプのナノ解繊とナノファイバーの樹脂中への均一分散を行う「パルプ直接混練法」にあります。原料である木材や竹などの木質バイオマスから疎水的なリグニンをあえてCNF表面に残す形でリグノパルプを製造し、それを化学処理した後に、パルプのナノ解繊と樹脂への混練を同時に行うため、大幅な製造コスト削減が可能です。

これらの技術を基に京都大学宇治キャンパス内にテストプラントを完成させ、化学・樹脂メーカーや自動車、家電、住宅メーカーにサンプルを提供。生産技術の最適化に取り組み、フィードバックを受けることで、さまざまな樹脂、樹脂部品の性能評価が進みました。試算によれば、射出成形用CNF添加マスターバッチ（ナイロン6）において、当初の製造コスト目標の1,300円/kgを大きく下回る、718円/kgから927円/kgを達成しました。

### 普及を促進する安全性評価と 特性評価の情報を公開

一方、産業技術総合研究所を主体とする産学連携グループは、安全なCNF製品の開発や適切な安全管理を支援するため「試料中の微量なCNFを検出・定量する手法」や「吸入影響試験、経皮影響試験等の有害性試験手法」、「CNF粉体およびCNF応用製品の製造・使用・廃棄プロセス等におけるCNFの排出・暴露可能性に関する評価手法」を開発し、文書にまとめて公開しました。これによりCNFの製造に携わる材料メーカーと、それを製品に活用する企業とが安全性情報を共有でき、用途開発とイノベーションを促進します。

また、森林総合研究所を主体とする産学連携グループは、木質系バイオマスの物性を明らかにしつつ、原料をパルプ化、CNF化して、これらの特性を明らかにし、原料の性質と関連させ系統的にまとめました。

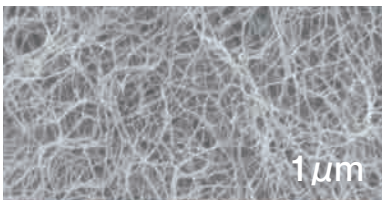
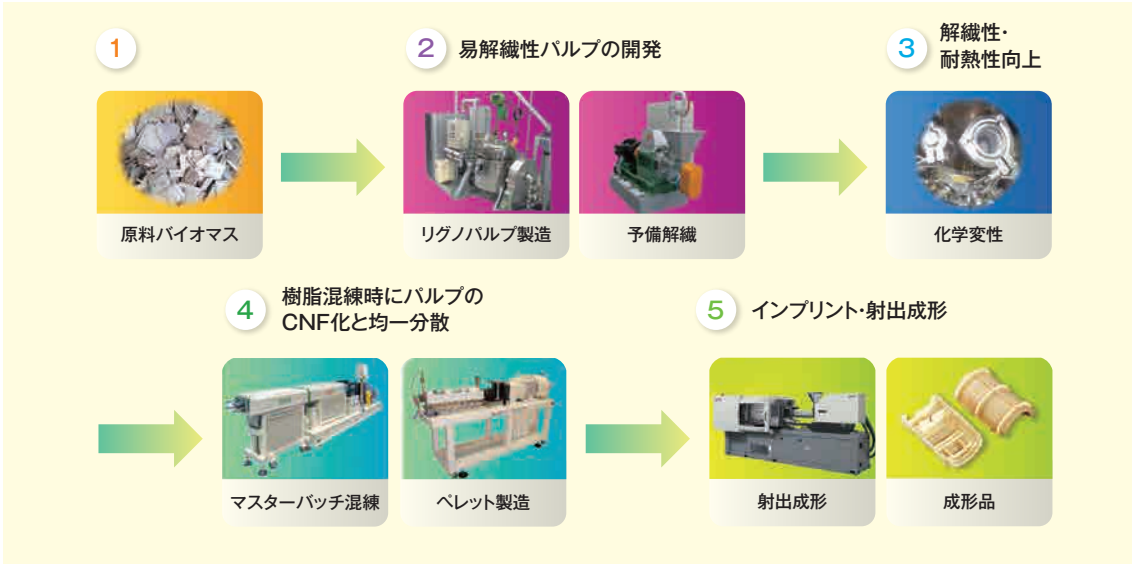
さらに原料の効率的な選択を支援するため、原料・パルプ・CNFの特性と、さまざまなCNFを製品に利用した場合の適性を「CNF利用促進のための原料評価書」にまとめて公開しています。これらの情報を基に、製紙業・林産業とCNFを利用する産業との新たなネットワークや新規産業が生まれることが期待されています。

このプロジェクトの成果は、2020年度からの「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」事業に引き継がれ、さらなるコストダウンと利用用途の拡大、安全性評価の確立を進めています。



— 京都プロセス —

変性リグノセルロースナノファイバー・樹脂複合材料の一貫製造プロセス



木材細胞壁中のセルロースマイクロフィブリル束 (セルロースナノファイバー)



木材細胞壁の構造(左)とパルプの電子顕微鏡写真(右)

— 安全性評価手法に関する文書類 —



CNF安全性評価手法に関する文書のプレスリリース  
[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101302.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101302.html)



CNF安全性評価手法に関する文書は、産総研WEBページからダウンロードできます。  
<https://www.aist-riss.jp/assessment/45276/>

— 原料評価書 —



「セルロースナノファイバー利用促進のための原料評価書」公開のプレスリリース  
[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101300.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101300.html)



「CNF利用促進のための原料評価書」の概要版は、産総研WEBページで公開しています。  
<https://www.aist.go.jp/chugoku/ja/event/2020fy/0326.html>

# スタートアップ支援のその先へ NEDO Startups Future

## イノベーター File.15

### 日本テクノサービス株式会社

代表取締役 正木 崇 さん

核酸合成機・真空凍結乾燥機の製造販売  
核酸合成受託、核酸合成試薬輸入販売など研究支援事業

1991年 日本テクノサービス株式会社設立。

2016年 NEDO「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発/高生産性微生物創製に資する情報解析システムの開発」に採択。

2018年 プロジェクト成果により長鎖DNA合成用核酸合成機M-96-LDを発売。

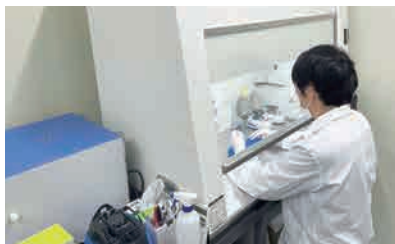
<https://www.ntsbio.com>



開発機

#### Q1. NEDO支援事業をどのように活用？

長鎖DNAの研究開発を行っている神戸大学の先生方から核酸合成機国内メーカーとして注目いただいたのをきっかけに、NEDO事業に参加させていただきました。NEDO事業では、長鎖DNAの材料となる化学合成DNAを効率的に製造するため、従来型核酸合成機の洗浄工程や送液機構等の改良、核酸試薬の濃度・送液量などの化学反応条件の最適化を行い、短時間・低コストで合成が可能



開発風景(試薬調製)

な長鎖DNA合成用核酸合成機を開発、実用化致しました。

#### Q2. 日本テクノサービスの“その先”とは？

NEDO事業を活用し、自社単独では困難な製品開発を行うことができました。実用化した装置はすでに4台販売し、今後は開発した送液機構、収率モニタリング機構を現行市販機にも踏襲させ、ラボスケール合成に対応した核酸合成機を上市します。核酸化学、核酸医薬分野への投入を予定しており、中国、アメリカなどへの海外販売も計画中です。また、感染症関連にも用いられる長鎖RNA、修飾RNA合成のための装置改良、開発も進めてまいります。

#### Q3. シンプロジェンとの関係性

シンプロジェン様は、スマートセルフプロ

ジェクトで開発技術の検証にご協力いただいた神戸大学発の企業で、開発した長鎖DNA合成用核酸合成機の最初の導入先です。共に国産長鎖DNA合成技術の未来を作ってまいります。



開発機展示会(BioJapan)

#### NEDO担当者からのコメント

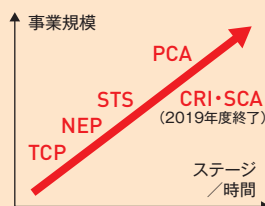
生物の設計図であるDNAは長くなると切れやすく、とても扱いが難しくなります。同社は神戸大学との共同研究で、これまで作成が難しかった長鎖DNAの合成方法を開発し、コスト競争力のある形で社会実装していただきました。

鉱工業技術の研究開発を対象に  
NEDOが支援するシームレスなスタートアップ支援メニュー

NEDOベンチャー支援

で検索

[https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2\\_100063.html](https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100063.html)



TCP Technology Commercialization Program

大学、研究機関、ベンチャーの起業家の育成支援プログラム

経済の活性化には、「新技術」を競争力とした起業家の育成が重要です。そこでNEDOは、研究開発型ベンチャーをはじめ、さまざまな角度でスタートアップ支援を実施しており、その中から、未来に向かって成長を続ける注目のスタートアップ企業を紹介します。

## イノベーター File.16

### 株式会社シンプロジェン

取締役(共同創業者) 柘植 謙爾 さん

DNAおよびDNAライブラリーの受託合成事業  
ならびに遺伝子治療用ベクターの受託分析・作製・開発

- 2016年 NEDO「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発/高生産性微生物創製に資する情報解析システムの開発」に採択。
  - 2017年 神戸大学発ベンチャー会社として株式会社シンプロジェン設立。
  - 2019年 R&Dセンター開設。
  - 2019年 神戸大学からシンプロジェンへNEDO成果の技術移転。
  - 2019年 NEDO「スマートセルプロジェクト成果のDNA化学合成装置」を導入。
  - 2020年 R&Dセンターをクリエイティブラボ神戸に移転・拡張。
- 日本語HP <http://www.synplogen.com/>  
英語HP <http://www.synplogen.com/en/>



枯草菌を用いた長鎖DNA合成技術

#### Q1. NEDO支援事業をどのように活用?

出身母体の神戸大学が参画していたNEDOスマートセルプロジェクトにおいて、化学合成DNAを出発材料とした長鎖DNAの一貫製造設備(DNAファウンドリー)を構築いたしました。このような規模の大きい技術開発を大学の一研究室で行うことは困難で、NEDOプロジェクトにより初めて実現可能となりました。この過程で培われたさまざま



R&Dセンター内部

な技術をシンプロジェンに技術移転することにより、受託の長鎖DNA合成ビジネスを開始することができました。

#### Q2. シンプロジェンの“その先”とは?

当社は祖業となる長鎖DNA合成の価値をより高めるために、他社では合成困難なDNA配列、あるいは長鎖DNAライブラリーの構築に力を入れています。また当社が保有するDNA合成技術を活用することで、ウイ



DNA化学合成機

ルスベクターによる遺伝子治療技術の自社開発にも取り組んでいます。ウイルスベクターの設計や高生産化を実現する技術プラットフォームを提供することを目指します。

#### Q3. 日本テクノサービスとの関係性

出身母体の神戸大学が参画したNEDOスマートセルプロジェクトにおいて、長鎖DNA合成に特化した、低コストで合成可能な核酸合成機を共同で開発いたしました。

#### NEDO担当者からのコメント

どんな配列の長鎖DNAでもオーダーメイドでできる技術により、生物細胞の機能を一度に大きく変えられるようになりました。目的の有用物を作る微生物を構築する時間が大幅に短縮され、バイオエコノミーの発展が期待できます。

#### NEP NEDO Entrepreneurs Program

事業化支援人材の  
伴走支援による  
起業支援

#### STS Seed-stage Technology-based Startups

シード期の研究開発型ベンチャー(STS)への事業化支援  
ベンチャーキャピタル等と  
連携してシード期の  
ベンチャーを支援

#### CRI Collaboration with Research Institute

橋渡し研究開発促進(CRI)による  
実用化支援  
研究開発型ベンチャー企業の  
実用化開発を支援  
2019年度で制度は終了

#### SCA Startups in Corporate Alliance

企業間連携スタートアップ(SCA)に対する事業化支援  
事業会社と共同研究等を行う  
研究開発型ベンチャーを支援  
2019年度で制度は終了

#### PCA Product Commercialization Alliance

提案時から概ね3年で継続的な  
売り上げを立てる具体的な計画  
がある研究開発型スタートアップ  
(PCA)を支援

なるほど!

NEDO

ニュースレポート

# News Report

NEDOの最先端技術の成果や取り組みなどを紹介するコーナー

## 今回のニュース

## H<sub>2</sub> Energyコラボレーションをレポート!

NEDOは、再生可能エネルギーを利用した世界最大級の水素製造施設「福島水素エネルギー研究フィールド (FH2R)」を建設し、低コストでクリーンな水素製造技術の確立を目指しています。水素をより多くの方に広く理解してもらう普及活動の一環として、下記のような活動を行っております。今後も、水素社会の実現に向けて、さまざまな場面での水素利活用拡大を目指していきます。

### Report.1

## LUNA SEA × H<sub>2</sub> Energy

# FH2R水素で電力供給して「LUNA SEA」がコンサートを開催

ロックバンド「LUNA SEA」とコラボレーションし、FH2Rで製造した水素を提供。クリーンなエネルギーによるコンサートが2021年3月27日・28日にさいたまスーパーアリーナにて開催されました。



LUNA SEAのギタリストSUGIZO氏(左)とNEDO石塚理事長(右)



FH2R水素が使われた「LUNA SEA -RELOAD-」

2021年3月24日リリースの  
ニュース詳細ページはコチラ

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_101414.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101414.html)



### Report.2

## TOYOTA × H<sub>2</sub> Energy

# レース参戦車両の水素エンジンに、燃料としてFH2R水素を提供

2021年5月21日から23日に開催された『NAPAC 富士SUPER TEC 24時間レース』に参戦したトヨタ自動車(株)に対して、FH2Rで製造した水素を提供しました。提供した水素は、レース参戦車両に搭載された新開発の水素エンジンで燃料の一部として使用されました。



水素エンジンが搭載されたレース参戦車両



2021年5月21日リリースの  
ニュース詳細ページはコチラ

[https://www.nedo.go.jp/ugoki/ZZ\\_101006.html](https://www.nedo.go.jp/ugoki/ZZ_101006.html)



## NEDOのイベントカレンダー

8月23日(月)～9月17日(金) (予定)  
イノベーション・ジャパン2021  
ービジネスマッチング  
(オンラインイベント)

8-9月

## SNS ご登録・フォローをお願いします!

**NEDO Channel**  
<https://www.youtube.com/channel/UCd40TUB8A9PldNs-vxF5t8g>

NEDOが取り組む技術開発を分かりやすく紹介する動画や、ピッチイベント、セミナー、デモンストレーション等の映像を掲載しています。チャンネル登録、よろしくお願いします!

**NEDO 公式Twitter**  
[https://twitter.com/nedo\\_info](https://twitter.com/nedo_info)

NEDOからお知らせするニュースリリースや公募、イベント情報等、さまざまな最新情報を発信しています。ぜひ、フォローをよろしくお願いいたします! #NEDOでも検索してください。

