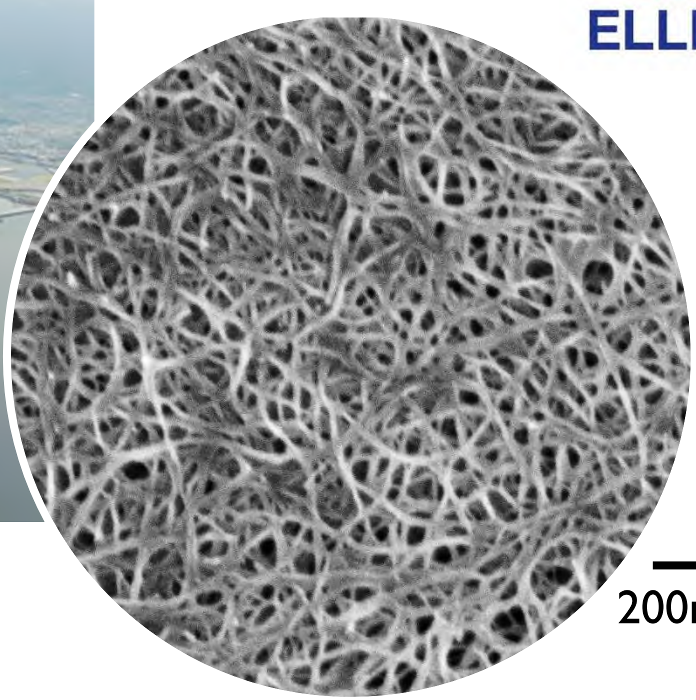
大王製紙株式会社

２０２２年１０月１３日

革新的CNF複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発



大王製紙株式会社　新素材研究開発室
上席執行役員　室長　　　　玉城　道彦

本日の内容

1. 大王グループの概要

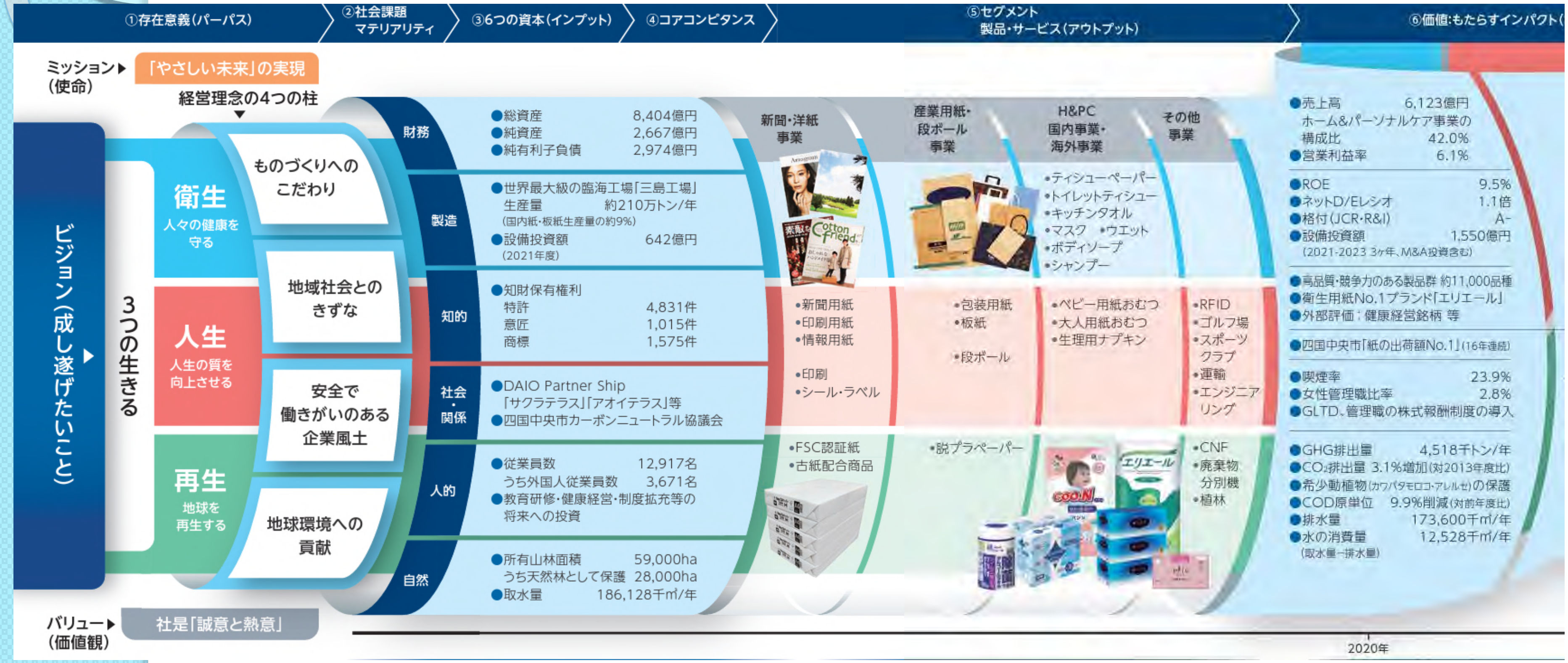
2. CNFの開発状況の概要

3. CNF複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発

1. 大王グループの概要

大王製紙株式会社

大王グループ　2021



大王製紙統合レポート2022　より

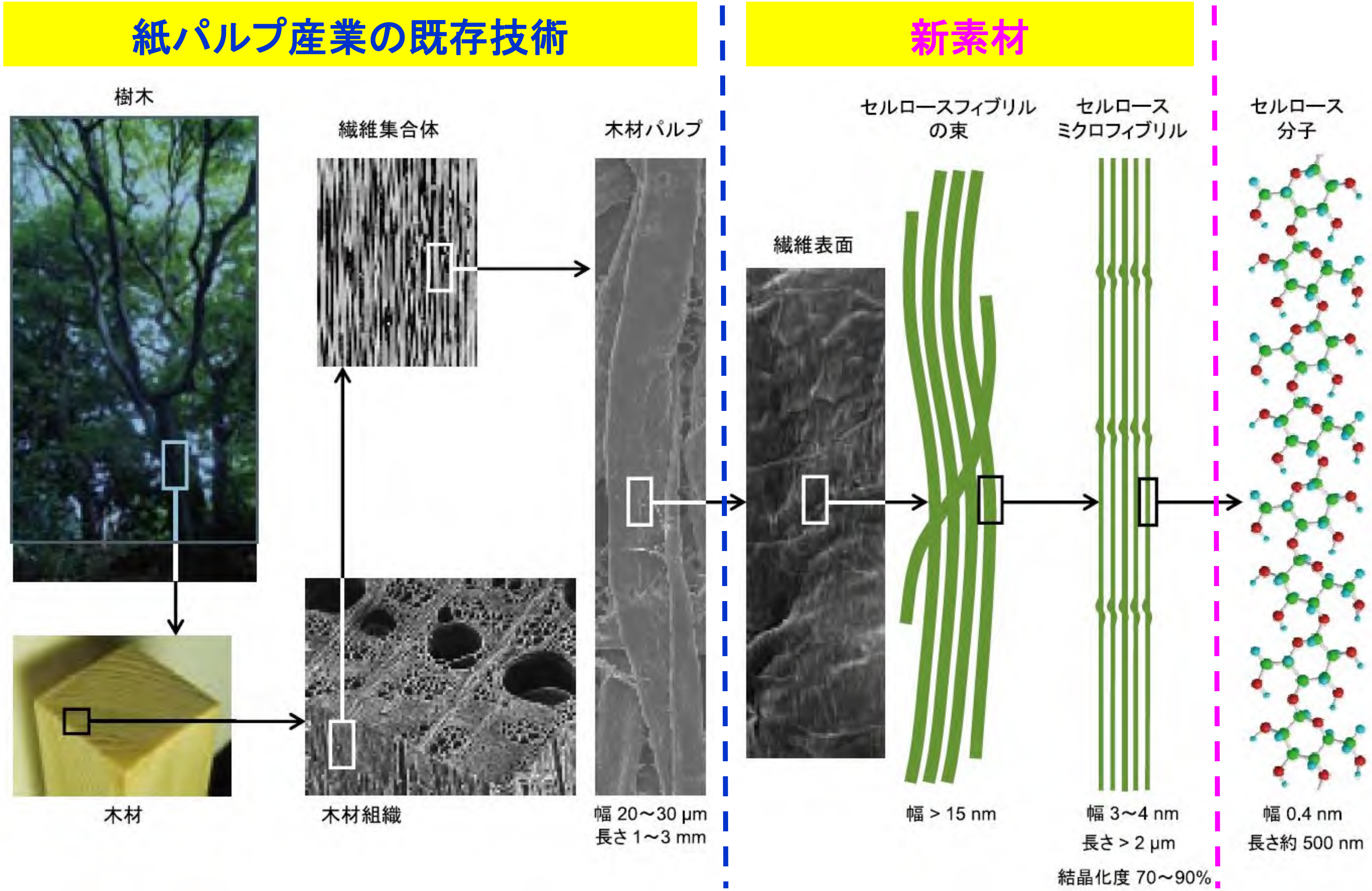
elleair エリエール

2. CNF 開発状況の概要

木は強い！？

法隆寺ＨＰより

ＣＮＦ　製紙産業との関連



東京大学農学部演習林報告より

大王製紙のＣＮＦ概要

大王製紙株式会社

様々なユーザーニーズに対応するためにCNFのラインナップを拡充

ELLEX-S

ELLEX-M

ELLEX-P

ELLEX-☆

ELLEX-R55

ELLEX

CNF事業化に向けた用途開発・量産化の取組みを加速

機能製品	機能性添加剤	樹脂複合品
紙製品【表面強度】 人工骨補填材【多孔性】	化粧品【保湿効果】 塗料・インキ他【耐摩耗性】	自動車用部品 電化製品他 【軽量化・高強度】

ELLEXの種類によってはここに記載されている一部の用途に使用できないものがあります。

具体的な実用化事例

卓球ラケット「レボルディアCNF」
（㈱タマス）

トイレクリーナー「キレキラ！」
（当社）

レースカー
（SAMURAI SPEED）

観光ツアーバス「プレミアムバス」
（道後プリンスホテルグループ）

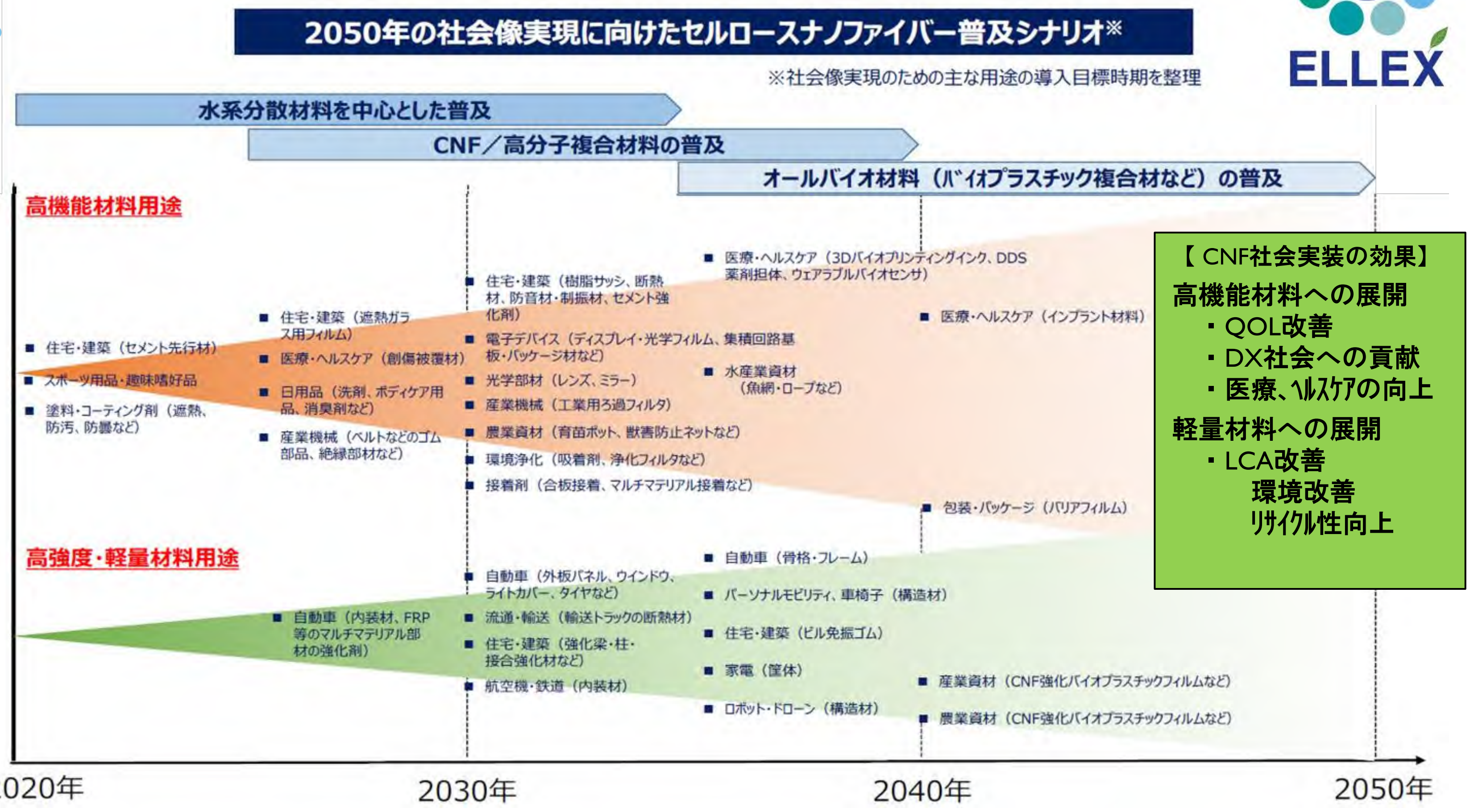
elleair エリエール

CNF社会実装により、製紙会社等CNF素材ﾒｰｶｰ、化学ﾒｰｶｰ、機械ﾒｰｶｰ、加工ﾒｰｶｰ、
最終製品利活用ﾒｰｶｰ等においての高付加価値品事業拡大、SDGｓの取組が期待される。

ＣＮＦのロードマップ

大王製紙株式会社

ELLEX



【 CNF社会実装の効果】

高機能材料への展開
- QOL改善
- DX社会への貢献
- 医療、ﾍﾙｽｹｱの向上

軽量材料への展開
- LCA改善
  - 環境改善
  - ﾘｻｲｸﾙ性向上

NEDO 2019年度 成果報告書「ｾﾙﾛｰｽﾅﾉﾌｧｲﾊﾞｰの市場及び技術動向調査」より

elleair エリエール

当社ＣＮＦﾗｲﾝﾅｯﾌﾟ

大王製紙株式会社

ELLEX

当社ＣＮＦ「ＥＬＬＥＸ」のラインナップ

水分散液

ELLEX-S

成形体

ELLEX-M

乾燥体

ELLEX-P

複合樹脂

ELLEX-R55

ELLEX-☆

elleair エリエール

ＣＮＦ開発の推移

2013年	12月	水分散液サンプル提供開始
2016年	4月	水分散液パイロットプラント（最大100ﾄﾝ/年）稼働
	10月	成形体の開発
	11月	多孔質人工骨補填材の開発
2017年	4月	商品化トイレクリーナー「キレキラ！ ナノＥＸ」発売
	8月	成形体のサンプル提供開始
	10月	「キレキラ！」リニューアル
	12月	乾燥体パイロットプラント（最大10ﾄﾝ/年）稼働
2018年	1月	乾燥体のサンプル提供開始
	3月	コンクリート開発に着手
	9月	高透明度ＣＮＦのサンプル提供開始
	11月	セルロース複合樹脂ペレットのサンプル提供開始

ＣＮＦ開発状況

大王製紙株式会社

2019年	2月	製造プロセス開発 ＮＥＤＯ事業「優良」表彰
	6月	塗料開発に着手
	6月	卓球ラケット部材の開発
	6月	成形体実装車両が米国レースに参戦
2020年	2月	水分散液パイロットプラント増強（最大150ﾄﾝ/年）
	4月	高性能卓球ラケット部材への採用
	6月	乾燥体パイロットプラント増強（最大63ﾄﾝ/年）
	8月	セルロース濃度を高めたＣＮＦ複合樹脂開発に成功
	11月	成形体 車体外装全体への実装＆エキシビジョン走行
2021年	10月	公道走行車両のフロントバンパーにＣＮＦ部材を実装
2022年	3月	ＣＮＦ複合樹脂パイロットプラント稼働
	5月	当社グループ設備にＣＮＦ配合コンクリートを利用
	9月	高性能卓球ラケット部材への採用（第２弾）

elleair
エリエール

ＣＮＦの製品事例①

大王製紙株式会社

水分散液

ELLEX-S

２０１７年４月　発売
ＣＮＦを配合した
「キレキラ！ナノＥＸ」

２０１７年１０月 リニューアル
「キレキラ！」全商品にＣＮＦ配合

クリーンフローラル

ハッピーローズ

シトラスミント

elleair エリエール

ＣＮＦを商品化

ＣＮＦの製品事例②

大王製紙株式会社

成形体

ELLEX-M

２０２０年４月
高性能卓球ラケット部材に採用

REVOLDIA CNF

レボルディア CNF

球持ちの良さと高反発を両立するCNF搭載ラケット

新たに採用したナノテクノロジー素材であるセルロースナノファイバーを搭載することにより、高反発でありながら、振動特性を低く抑えることを実現しました。威力のある打球を可能にしながらも、ボールをつかむ感覚を持つラケットです。

『樊振東CNF』
(2022年9月発売)

elleair
エリエール

ＣＮＦの製品事例③

大王製紙株式会社

成形体

ELLEX-M

２０１９年６月
成形体実装車両が米国レースに参戦

elleair エリエール

ＣＮＦの製品事例③

大王製紙株式会社

２０２０年８月　電気自動車の車体外装全体にＣＮＦを実装

使用範囲を車体外装全体（ボンネット･ドア･リア･サイド）、
内装（インストルメントパネル）に拡大し、
加えて、ＣＮＦ複合樹脂をドアミラーに活用しました。

©ＳＡＭＵＲＡＩ ＳＰＥＥＤ

elleair エリエール

軽量車両から更に
３８kg（４０％）の軽量化!!

ＣＮＦの製品事例③

大王製紙株式会社

２０２２年６月
ＣＮＦ実装車両が米国レース完走

成形体

ELLEX−M

複合樹脂

ELLEX−R55

合計
60kg（約50%）
の軽量化!!

©SAMURAI SPEED

elleair
エリエール

ＣＮＦの製品事例④

大王製紙株式会社

成形体

ELLEX-M

２０２１年１０月
バス　フロントバンパーにＣＮＦ部材を実装
～公道走行車両にＣＮＦを展開～

elleair
エリエール

3. CNF複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発

NEDO事業；芝浦機械株式会社様との共同研究開発

ELLEX-R55（複合樹脂MB）

複合樹脂

２０２０年８月
ｾﾙﾛｰｽ濃度を高めたCNF複合樹脂の開発に成功

ELLEX-R55の特徴

・セルロース濃度55%のCNF複合樹脂
・ニーズに合わせて任意のセルロース濃度に希釈可能
・成形加工しやすい樹脂ペレット状での供給

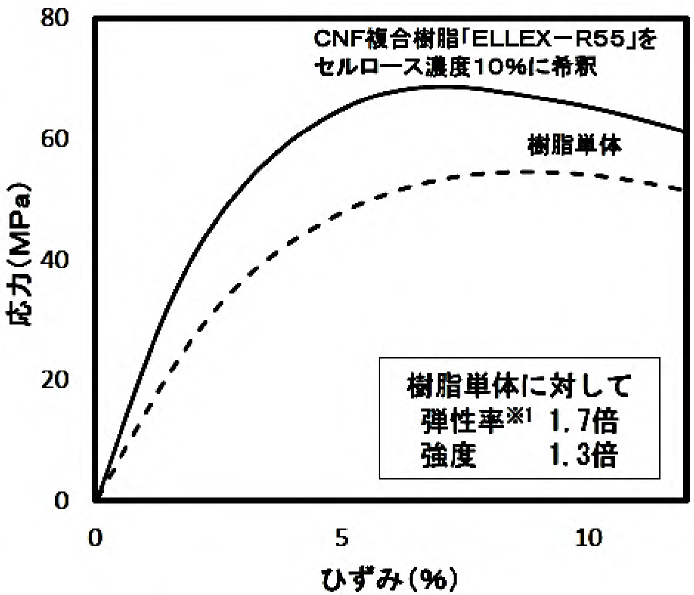
用途展開のイメージ

ELLEX-R55

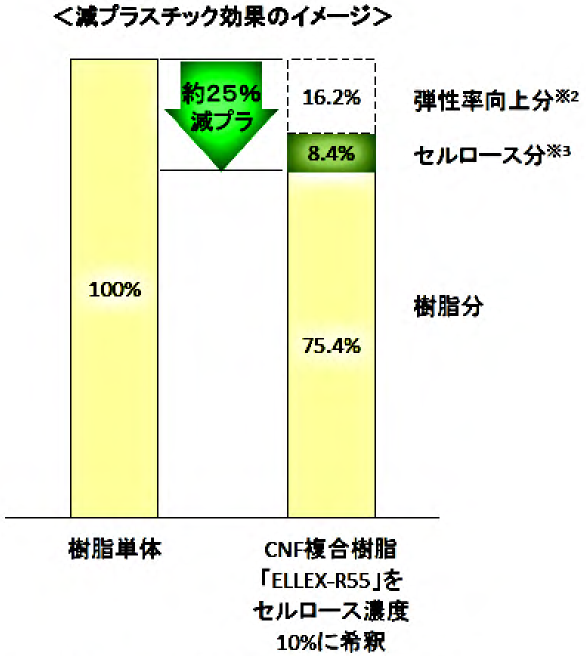
大王製紙株式会社

複合樹脂

CNF複合樹脂による軽量化・減プラ化



※1材料を曲げた際の変形のしにくさ



※2 材料力学の理論から、弾性率向上分で剛性を維持できる厚み低減率を算出

※3 材料中のセルロース含有量

注：上記データは測定値の１例であり、品質を保証するものではありません。

elleair エリエール

ELLEX-R**の開発(NEDO)

大王製紙株式会社

ELLEX

＜目的＞
コスト並びにCO_2削減の課題を解決することを目指し、原料から複合樹脂ペレットまでの一貫製造プロセスを確立する。

＜目標＞
・実証設備で生産量(従来の5倍)を達成～従来は､通常設計値の1/10程度
・CNF複合樹脂ﾍﾟﾚｯﾄ（CNF10%） ＊＊円/kg　目標金額以下

＜達成手段＞
①変性ＣＮＦの製造技術開発
・抄紙及び薬液Xを塗工して得た紙を熱処理するプロセスを開発
・ＣＮＦサイズ、ＣＮＦ化設備、温度管理等の運転条件を最適化
・ＣＮＦが凝集せずに安定して乾燥できる条件の見出しと最適化

②複合樹脂化技術の開発
・芝浦機械㈱が｢機械設計｣､弊社が｢原料設計｣の観点から共同で検討

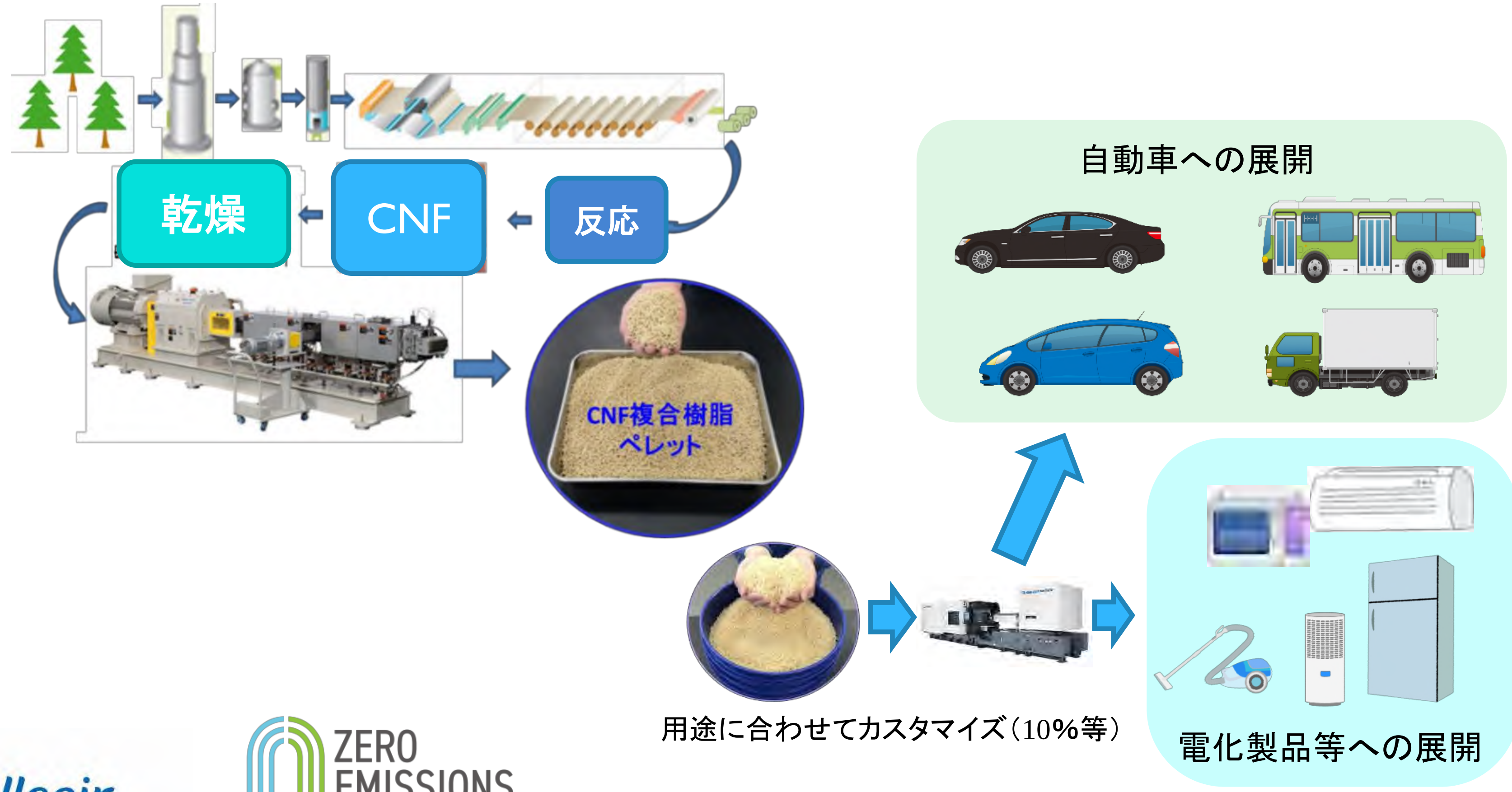
③一貫製造プロセスの構築
・上記の各工程を一貫して連続的に製造可能な設備や体制を構築

elleair エリエール

ZERO EMISSIONS CHALLENGE

ELLEX-R**の開発(NEDO)

２０２０年１０月～２０２３年２月
NEDO　炭素循環社会に貢献するＣＮＦ関連技術開発



ZERO EMISSIONS CHALLENGE

ELLEX-R**の開発(NEDO)

大王製紙株式会社

ELLEX

1）変性ＣＮＦの製造技術開発

1）-1　抄紙法による薬液を用いたパルプ変性技術の開発

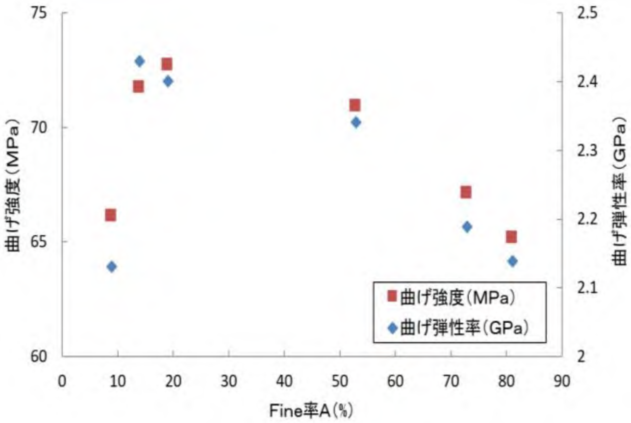
・手作業だった薬液含浸を、抄紙塗工機を用いて薬液塗工紙の製造に成功
・実機ベースの抄紙塗工設備にて、薬液を塗工した 紙を20,000m以上連続で製造でき、巾・厚み方向での塗工ムラを改善

抄紙・塗工機

薬液塗工巻取

1）-2　変性パルプを最適な繊維サイズに解繊する技術の開発

・様々なＦｉｎｅ率Ａの異なる変性ＣＮＦを作製・樹脂に混練し、最適なＦｉｎｅ率Ａが40%であることがわかった。



上記数値は測定値の１例であり、品質を保証するものではありません。

elleair エリエール

ZERO EMISSIONS CHALLENGE

ELLEX-R**の開発 (NEDO)

大王製紙株式会社

ELLEX

1）変性ＣＮＦの製造技術開発

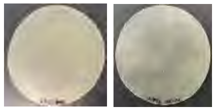
1）-3　ＣＮＦの凝集を防止する乾燥技術の開発

①CNF凝集防止の条件、処方見出し

CNF/薬品X

薬品X配合率で分散性向上

Ｆｉｎｅ率Ａ

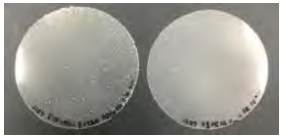


最適繊維サイズで分散性向上

②乾燥ﾌﾟﾛｾｽの情報収集、エネルギー・分散性評価

脱水 → 粉砕分散 → 乾燥

乾燥プロセス見直しにより分散性向上



ドライヤーＡ　　脱水・乾燥

2）複合樹脂化技術の開発

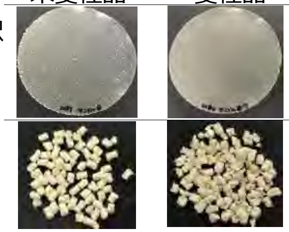
2）-1　CNF複合樹脂製造に適した二軸押出機の開発

<原料面> ①生産性・着色抑制・凝集防止を両立する原料配合条件の見出し

未変性品　変性品

10%希釈フィルム

R**ペレット



・250kg/h達成（φ48mm）
・曲げ弾性率1.6倍達成

<装置面>　②装置仕様を決定し、二軸押出機を導入する

・仕様決定した（φ48mm二軸押出機械）

elleair エリエール

ZERO EMISSIONS CHALLENGE

ELLEX-R**の開発（NEDO）

大王製紙株式会社

ELLEX

2）複合樹脂化技術の開発

- 2）-2　二軸押出機をCNF複合樹脂製造のスケールアップに適した仕様に最適化

<原料面>　③ φ48mmで250kg/hを達成できる原料条件見出し

未変性品を用いて、φ48mm装置で250kg/hを達成できる原料条件を見出した

⇩

変性品で、250kg/hを達成できる原料条件を見出した（原料、Fine率A　40%）

<装置面>　②250kg/ h を達成できる運転条件見出し

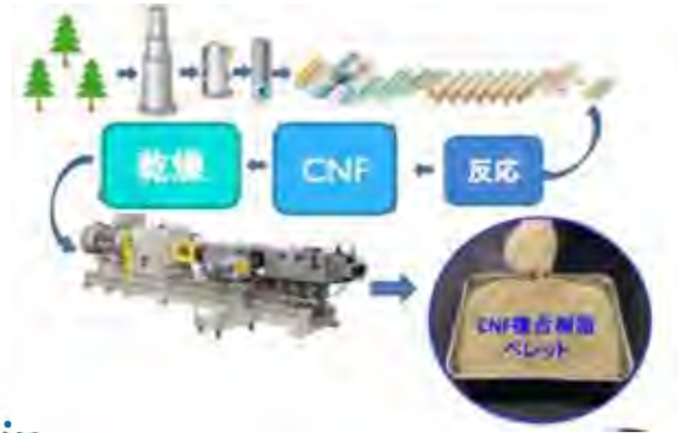
出口詰まり
↓
・解繊度調整による流動性ｱｯﾌﾟ
・出口ﾉｽﾞﾙ穴数ｱｯﾌﾟ

ﾌﾚｰｸｱｯﾌﾟ
↓
・ﾊﾞﾚﾙ、ｽｸﾘｭ構成見直し

ﾍﾟﾚｯﾄ加工、冷却方式
↓
・ﾍﾟﾚｯﾄ加工方法の見直し

・φ48mm装置で250kg/hを達成できる運転条件、原料条件を見出した

3）一貫製造プロセスの構築

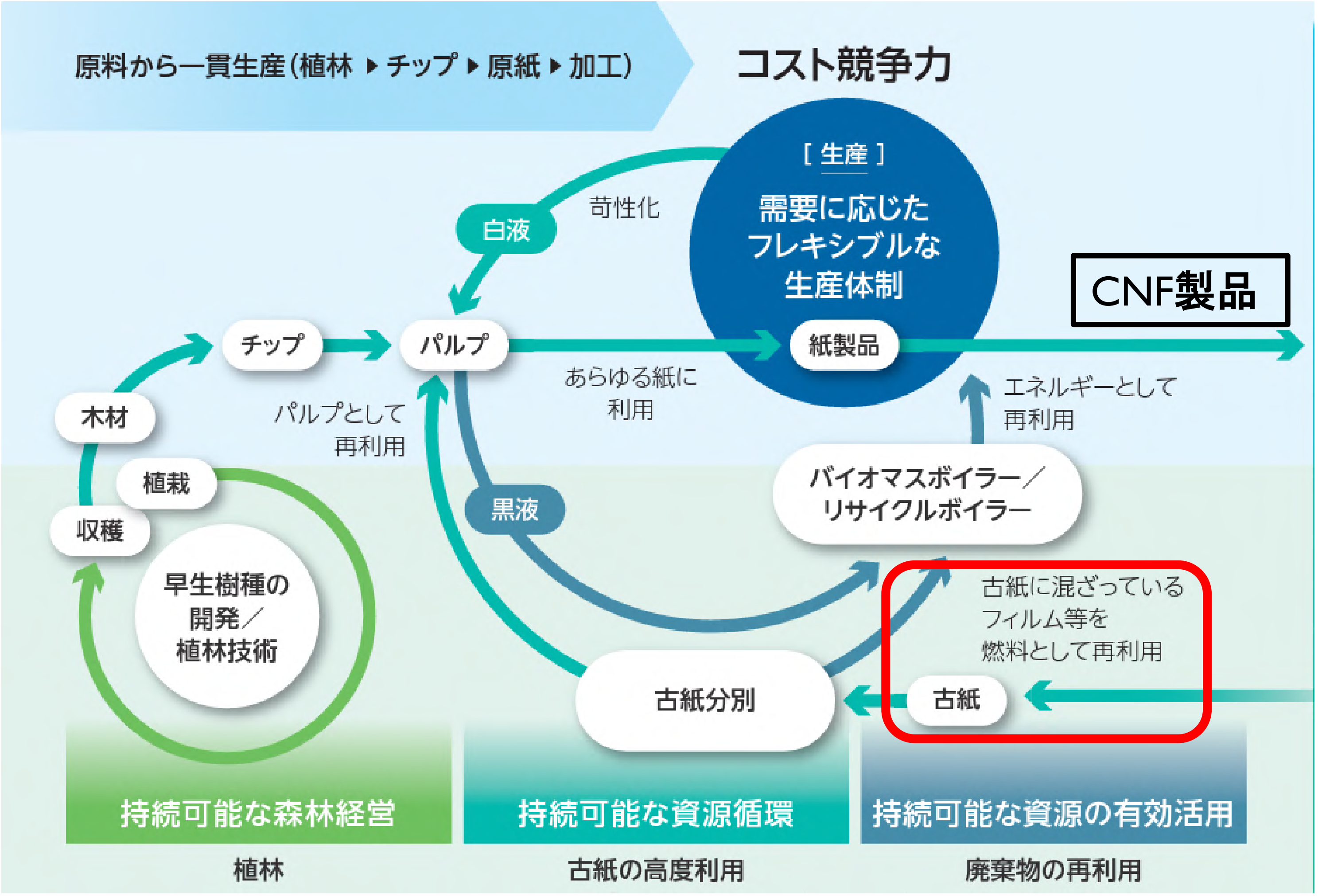


elleair エリエール

ZERO EMISSIONS CHALLENGE

弊社紙ﾊﾟﾙﾌﾟ事業との関連

大王製紙株式会社



elleair エリエール

ＣＮＦを利用したマテリアルリサイクルに向けて

エアロソータⅢ

テフロン・黒色プラスチックを除く全ての硬質プラスチック材質選別機

型　式	DSPⅢ-1300W
処理量	0.5～1.0t/h
選別粒度	φ５～50mm
コンベア幅	1,300mm
コンベア速度	120～170m/分
検出方式	近赤外線分光方式
選別方式	エアーイジェクト
ノズルピッチ	4mm

サンプル	PP識別	PP-CNF識別
PP	95.09%	4.90%
PP-CNF　5%	24.43%	**75.56%**
PP-CNF 10%	1.14%	**98.85%**
PP-CNF 20%	0.34%	**99.65%**

DAIO PAPER Group
DAIO ENGINEERING CO.,LTD

上記数値は測定値の１例であり、品質を保証するものではありません。

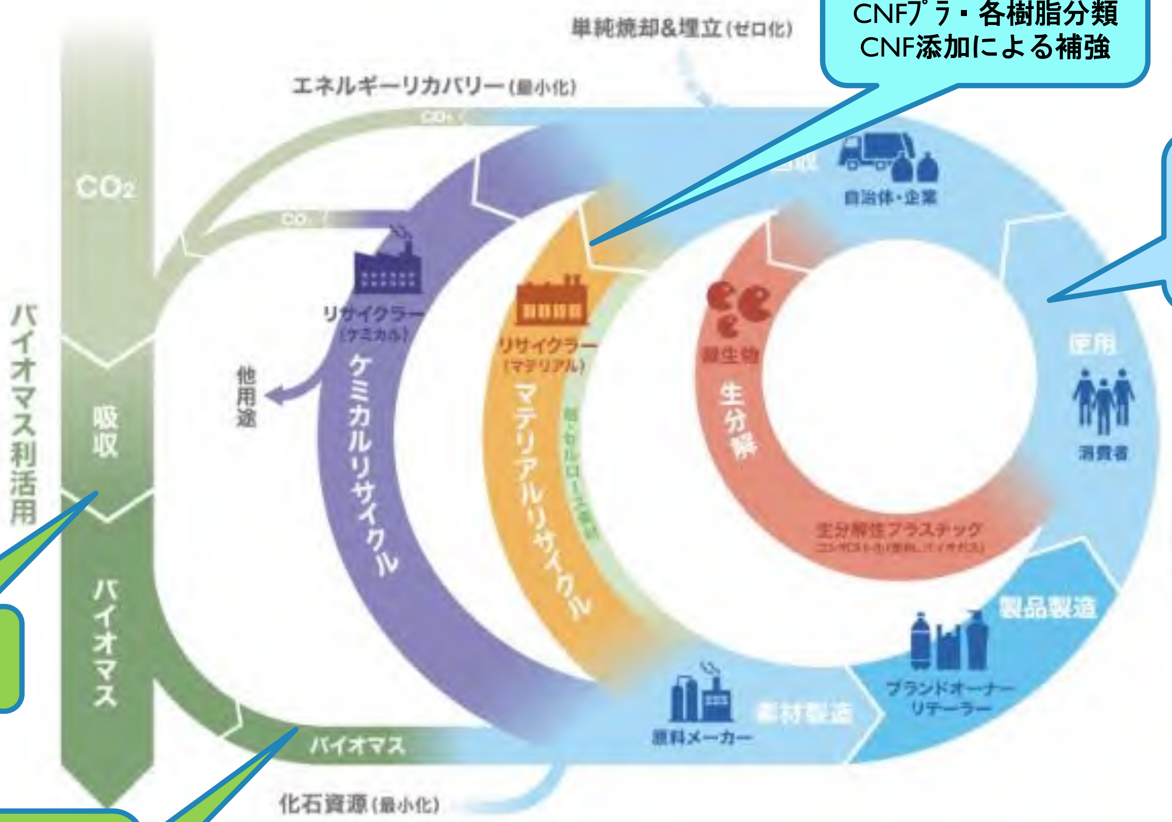
elleair エリエール

カーボンニュートラルへのCNF取組

大王製紙株式会社

エアロソーターによる
CNFプラ・各樹脂分類
CNF添加による補強

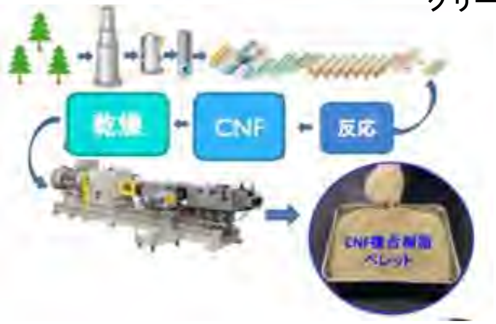
車輌軽量化
↓
燃電費低減



植林拡大

CNF複合樹脂
↓
減プラ、軽量化
効果

クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンスのHP資料に加筆



elleair エリエール

ELLEX

ZERO EMISSIONS CHALLENGE

Newsweek 9月30日号に掲載(抜粋)

CONTENT BY THE WORLDFOLIO

Daio Paper's CNF to support global sustainability drive

With its diverse product range, from cellulose nanofiber (CNF) to home and personal items spearheaded by the renowned elleair series, Daio Paper holds ambitions to continue its growth on the global stage.

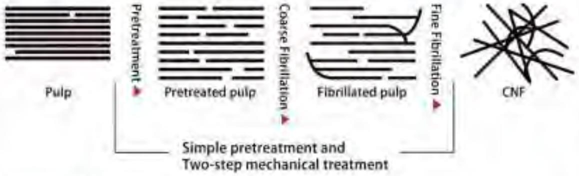
A simple glance at the ELLEX logo provides an insight into the thinking behind Daio Paper, an ambitious full-range paper manufacturer founded in 1943. As Senior Executive Officer Michihiko Tamaki explains: "It contains 10 ellipses that represent all the different functions of our branded Cellulose Nanofiber (CNF), highlighting elements such as environmental awareness as well as the strength, lightweight, high water-retention and elasticity qualities."

That sustainability vision of the company has three aspects, namely, hygiene, life and regeneration, with which, Mr. Tamaki says, "we hope to achieve our ultimate goal and management philosophy: to realize and shape an abundant and affable future for the world."

"We created CNF to tackle some of the globe's biggest issues," he continues, "and we have identified two in particular that Japan is currently facing. The first is the issue of fossil fuels and the transition away from materials derived from them. The second is the need to create environmentally friendly products that contribute to a better quality of life.

Daio Paper's CNF Logo

Examples of ELLEX apllication



Conceptual Diagram of ELLEX-S Manufacturing Process

looking at exploring new ways to make improvements."

Our company's CNF research and development is subsidized by Japan's New Energy and Industrial Technology Development (NEDO). The Ministry of Economy, Trade and Industry has positioned the Daio Paper Corporation as a 'Zero Emi Challenge Company,' one that boldly takes on innovation initiatives towards the realization of a decarbonized society.

One question, of course, is when CNF will form part of everyone's daily lives, and Mr. Tamaki reveals his thoughts on the timescales for this. "We know from experience that carbon fiber took around 50 years for mainstream adoption," he says. "That process began with developments in fishing rod technology and if you follow its path all the way through to today, we see it being used everywhere, even in airplanes. I actually think that 50 years is too long for us, so we are predicting around half of that as the maximum amount of time required. Ideally, we would like to achieve this much sooner and be seeing major changes within a 5 to 25-year timeframe. When you think about it, this project is quite a long-term investment.

謝　辞

ＣＮＦ省エネルギー型製造プロセスの開発は、２０１５～２０１７年度(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構（ＮＥＤＯ）の戦略的省エネルギー技術革新プログラムの助成事業の成果によるものです。

革新的ＣＮＦ複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発は、２０２０～２０２２年度(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構（ＮＥＤＯ）の炭素循環社会に貢献するＣＮＦ関連技術開発プログラムの助成事業で現在取組中です。

ＣＮＦ乾燥体の開発の一部は、２０１５～２０１６年度の環境省「セルロースナノファイバー製品製造工程の低炭素化対策の立案事業委託業務」の成果によるものです。

ＣＮＦ成形体の製造技術開発は、ヤマセイ㈱が愛媛県、(公財)えひめ産業振興財団の「えひめ中小企業応援ファンド」事業の助成を受け、進めた研究開発の成果によるものです。

elleair エリエール

大王製紙株式会社

ELLEX

ご清聴
ありがとうございました。

elleair エリエール

ZERO EMISSIONS CHALLENGE