

## ナノセルロース・リグノフェノール複合体の開発

～ 木材を原料とする新しいテラーメイド工業原料の迅速誘導に成功、  
セルロースナノファイバー混練樹脂製品を実現 ～

三重大学と関西化学機械製作株式会社は、木材（リグノセルロース）を原料として、ポリプロピレン樹脂などに混練可能なナノセルロース・リグノフェノール複合体（LNCC）の迅速製造方法を開発しました。

リグノフェノールは、植物体（リグノセルロース）に含まれるリグニンを工業原料として使用できるよう精密構造変換したもので、優れたフェノール活性と熱流動性を有し、樹脂に添加すると難燃性、耐熱老化性、耐候性を向上する効果があります。

ナノセルロース・リグノフェノール複合体は、リグノフェノール内にナノ化したセルロースファイバー（超微細ナノセルロース）が分散しており、これまで困難であったセルロースナノファイバーの樹脂混練を極めて容易に実現することができます。これにより、セルロースナノファイバー及びリグノフェノールが有する機能を、簡単に樹脂に付与することが可能となりました。

樹脂コンパウンドメーカーにて、本開発品のポリプロピレンへの適用性初期評価を実施し、その有効性を確認いたしました。リグノフェノール技術研究組合（LIPS）では、サンプル評価を通して把握するユーザーニーズにあわせたナノセルロース・リグノフェノール複合体の製造プロセスについて、さらなる最適化に努め、量産化体制の構築を進めています。徳島県那賀町では、世界に先駆け森林を新しい持続的工業原料基地にすることを目指し、本技術の移転と実用化を進めています。

以上

### お問合せ先

- 国立大学法人三重大学大学院生物資源学研究科 船岡研究室  
〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577 TEL/FAX 059-231-9521  
E-mail: funaoka@bio.mie-u.ac.jp
- リグノフェノール技術研究組合（LIPS）  
同上 E-mail: info@lips.or.jp
- 関西化学機械製作(株) LNCC 事業部  
〒660-0053 尼崎市南七松町 2-9-7 TEL: 06-6419-7121  
E-mail: hnoda@kce.co.jp
- 那賀町 林業振興課  
〒771-5495 徳島県那賀町延野字王子原 31-1 TEL: 0884-62-1175  
E-mail: eisaku-takaoka@town.tokushima-naka.lg.jp

## (参考情報)

### 【ナノセルロース（セルロースナノファイバー）】

地球上で最も大量に存在するバイオマス資源であるリグノセルロース（木質、草、竹など）の主要成分であるセルロースを、細かくナノサイズまで解きほぐしたものです。

軽量で鋼鉄の5倍以上の強さを有し、熱膨張が少ないなどの性質が注目され、高強度材料、高機能材料、増粘剤などへの応用が期待されています。

自動車部品のポロプロピレン（PP）などの熱可塑性樹脂の軽量化や金属部材の代替により、車両軽量化が可能になる。自動車部品向けセルロースナノファイバー強化樹脂の潜在市場規模は数千億円/年が見込まれています。

### 【樹脂にナノセルロースを混練する】

ナノセルロースは、水溶性であり水中ではナノ分散状態にありますが、脱水したり、PPなどの樹脂（疎水性）に混ぜると、ナノセルロースが凝集してしまい本来の特性を発揮できなくなります。このため、分散剤を添加する、ナノセルロースに化学修飾を施す、リグノセルロースの機械解繊によりリグニンとの複合体（リグノセルロースナノファイバー）とするなどの対応策について研究開発されていますが実用には至っておりません。

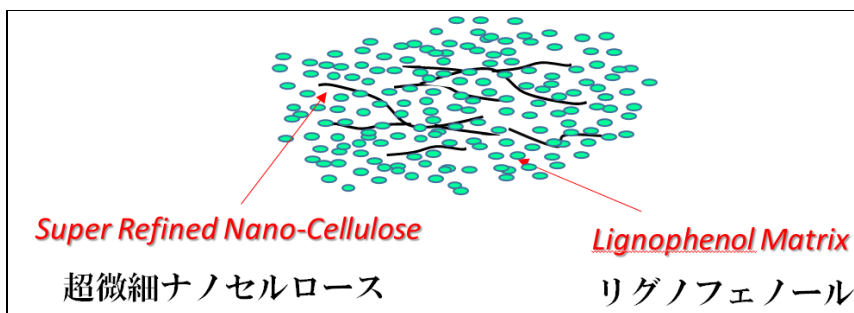
### 【本開発品（LNCC）の特徴と効果】

リグノセルロース中のセルロースに次ぐ構成成分であるリグニンは、天然状態では、多様な3次元構造を有する不規則不安定な物質であり、そのままでは工業素材としての安定性・信頼性に課題があります。

本開発によるナノセルロース-リグノフェノール複合体（LNCC）は、高機能DPM型リニア系新素材（リグノフェノール）に転換され、規格化・安定化されたリグニン成分の中にナノセルロースが均質に分散しています（下図）。

LNCCは、そのまま熱圧成形加工が可能であり、PPなどの樹脂にも容易に混練することが可能となりました。これにより、ナノセルロースの機能とリグノフェノールの機能（難燃性、耐熱老化性、耐候性等）を合わせて樹脂に付与することができ、これまでにない軽量かつ難燃性を有する高機能樹脂を実現します。

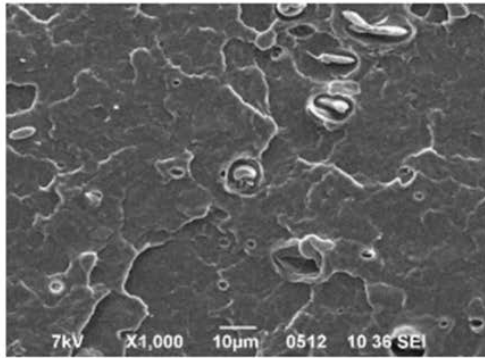
### ナノセルロース-リグノフェノール複合体（LNCC）イメージモデル



### ナノセルロース-リグノフェノール複合体（LNCC）の特徴

- 超微細ナノセルロース（親水性）がリグノフェノール層（疎水性）に包埋→安定かつ均質な新規複合素材
- 疎水性樹脂との相溶性良好
- 熱圧成形加工可能→真の Wood Plastics（生分解性）
- 安定な熱可塑性複合体
- ナノセルロース/リグノフェノール比は任意に変更可能
- ナノセルロースのサイズは変更可能（ファイバー機能制御）
- リグノフェノールの機能特性は制御可能

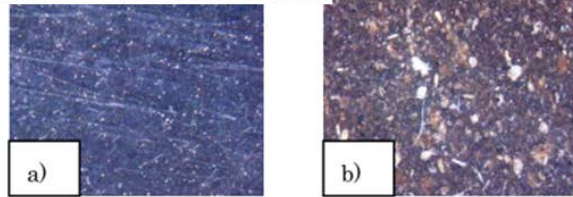
【ポリプロピレン (PP) への混練評価例】



ナノ化したセルロースおよびリグノフェノールが樹脂内にきれいに分散

他の手法による複合体では、樹脂内に大きな凝集体

Morphology of Lignophenol/Nanocellulose Hybrid in PP



Surface appearance  
a) Lignophenol/Nanocellulose Hybrid  
b) Lignocellulose by Mechanical method

資料: 出光ライオンコンポジット

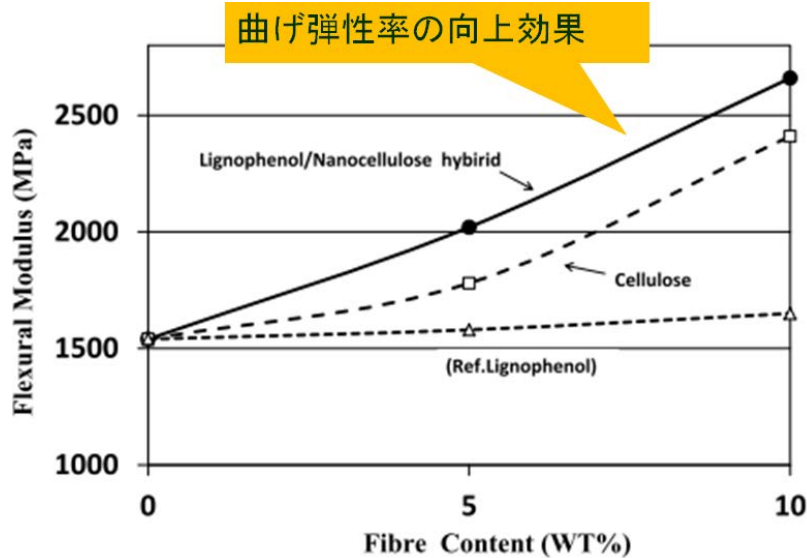


Fig. Flexural modulus as function of fibre content

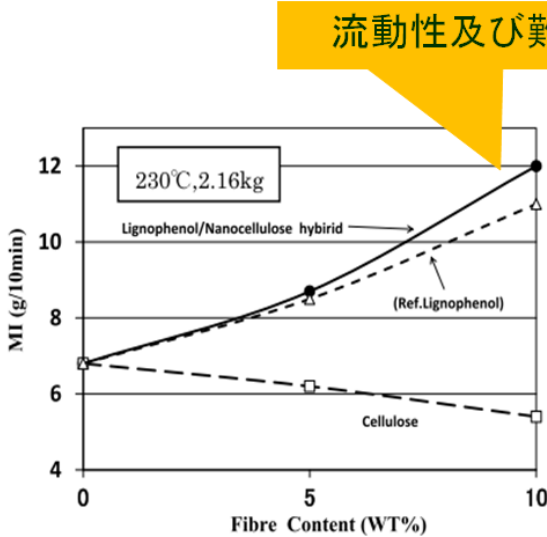


Fig. Melt index as function of fibre content

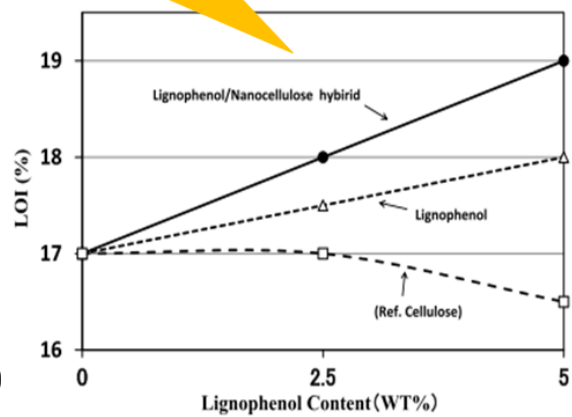


Fig. LOI value as function of lignophenol content

## (会社概要)

### 関西化学機械製作株式会社

設立：1948年（昭和23年）

資本金：4,400万円

代表取締役社長：野田 秀夫

事業内容：多成分溶剤回収装置、応用プロセスの開発・販売

### リグノフェノール技術研究組合(技術研究組合 Lignophenol & Systems、略称:LIPS)

設立年月日：平成23年1月7日

代表理事：船岡 正光（三重大学大学院 教授）

組合員：関西化学機械製作（株）、那賀町（徳島県）、名張市（三重県）

事業の概要：リグニン系新素材、ナノセルロース複合体の実用化研究

#### 【組合設立の目的】

- ・ リグノフェノール及びセルロース素材に関する試験研究の推進
- ・ 組合員の関連領域の技術水準の向上ならびに実用化・事業化準備

#### 【実用化の方向性】

- ・ リグノセルロースを原料として、リグニン系新素材を工業原料として活用。ポリオレフィン等への樹脂添加剤、ナノセルロース複合材料、分子ふるい膜炭素材料等をアプリケーションとして想定

#### 【事業化の目途の時期】

- ・ 引き続きサンプル品の提供・用途適用性の検討を進め、H29年頃スケールアッププラント稼働、H32年頃商用化プラントの稼働を目指す。

### 研究開発のイメージ ～リグノセルロースを無駄なく工業原料に変換する～

