

# 高バイオマス配合型高性能バイオプラの開発

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「バイオ技術領域」

令和3年度成果

令和4年3月

農林水産省

# 資料1 「高バイオマス配合型高性能バイオプラの開発」の概要

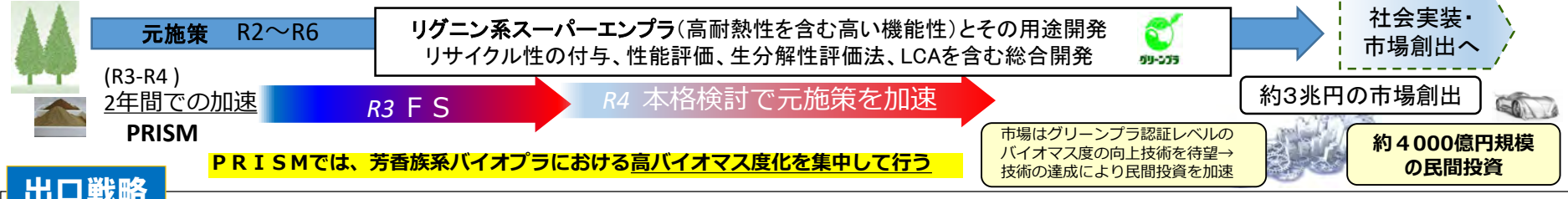
アドオン額:87,950千円(農林水産省)  
元施策・有/PRISM事業・新規/継続予定

## 課題と目標

- (課題) 2050年のGHG排出実質ゼロを達成するには、すべてのプラ材料を環境適合型のバイオプラ等に転換する必要がある。しかし、高性能材料となる芳香族系樹脂へのバイオ素材導入は達成されていない。元施策では、これを達成できる日本発のバイオ素材「改質リグニン」の高機能化を進めている。PRISMでは高いバイオマス配合率を達成することで、高性能バイオプラの環境適合性を向上させ、ゼロエミッション化を加速する。
- (目標) 高性能な芳香族系バイオプラ中のバイオマス度を60%以上(現状は20%程度)に大きく向上すると同時に、樹脂の品質向上を両立させる技術を開発する。

## 「高バイオマス配合型高性能バイオプラの開発」の概要

- 元施策：脱炭素社会の実現と中山間地域へのバイオ産業創出を強力に推進するため、改質リグニンをを用いた工業材料を製造する技術を開発し、次世代環境適合型バイオ材料としての製品展開を可能とする。(R3年度：78,300千円)
- PRISMで実施する理由：元施策ではスーパーエンブラ相当の高機能化は元施策で進むものの、複合材料の中でのバイオマス配合率の低さ(現在20%程度)が課題。PRISMでは、芳香族系バイオプラにおける高バイオマス度化を集中して行う。
- テーマの全体像：PRISMでは、芳香族系バイオプラの高バイオマス度化技術の早期確立で高性能バイオプラの環境適合性を向上させ、ゼロエミッション化を加速する。PRISMを実施することにより、改質リグニンの配合割合を高めた樹脂を開発することで、より広範な用途における高バイオマス度材料の開発と環境負荷軽減技術の開発を進める。



## 出口戦略

元施策におけるスーパーエンブラ相当の高機能材料の開発とともに、PRISMでは高機能性・高バイオマス度を担保しつつ、繊維強化材(FRP)の樹脂材料等としても対応可能な改質リグニン系素材の開発を進める。これにより、幅広い機能と価格帯の樹脂市場に改質リグニン系素材を投入することが可能となり、多様な用途における高バイオマス材料の普及に向けた民間投資の推進を実現する。

## 民間研究開発投資誘発効果等

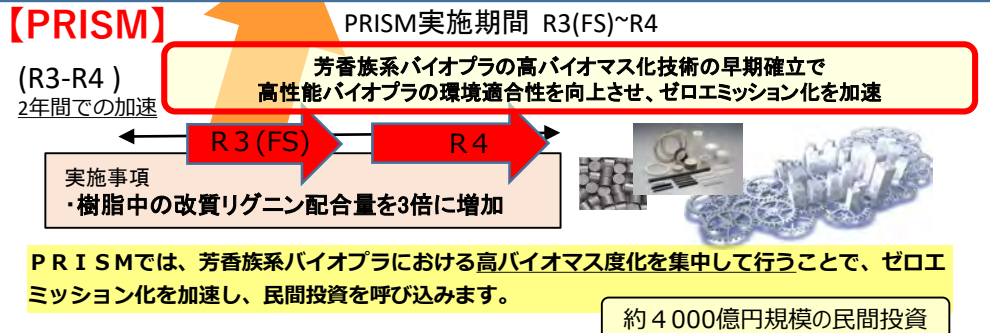
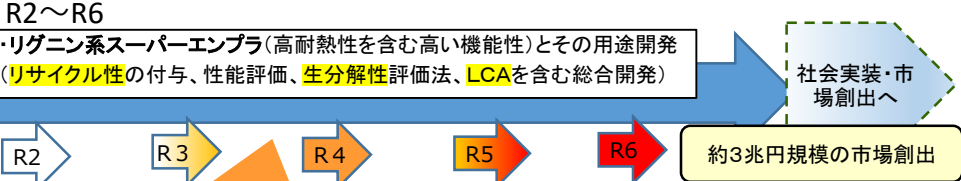
- 当該PRISMアドオンにより、開発された高バイオマス配合用の改質リグニン製造技術は、改質リグニンの需要を高めるとともに、技術移転とプラントシステム化への研究開発投資(約5億円)を誘発し、国内の森林地域へ展開が想定されている改質リグニン製造プラントへの導入の全国展開を加速する。需要の急拡大に伴い、地域へのプラント建設に関する約4000億円の民間投資が推定される。
- 改質リグニンにより3兆円規模の材料産業の創出が見込まれており、当該PRISMアドオンの成果により企業の製品開発・上市のための本格的な研究開発投資が開始される。改質リグニンに関するビジネスを計画する企業は140社を超える。それを補助するコンソーシアム「リグニンネットワーク」も活動中(法人会員170社)

# 資料2 「高バイオマス配合型高性能バイオプラの開発」の概要

**アドオン（農林水産省）：87,950千円**  
**元施策名：（農林水産分野における炭素吸収源対策技術の開発）174,000千円、のうち（脱炭素社会の実現を推進する高機能リグニン材料の開発）78,300千円**

**【元施策】**  
 脱炭素社会の実現と中山間地域へのバイオ産業創出を強力に推進するため、**改質リグニン**を用いた工業材料を製造する技術を開発し、次世代環境適合型バイオ材料としての製品展開を可能とする。

**改質リグニン**（Glycol Lignin）は日本固有の樹木「スギ」から作るバイオ由来の新素材です。「熱に強い」「加工しやすい」「環境にやさしい」という理想的な性質をもち、様々な製品の素材として利用できます。**スーパーエンブラ相当の性能を付与することも期待**されており、世界で唯一の環境適合性を持つエンジニアリングプラスチック材料の素材となりえると考えられ、元施策で研究開発を進めています。



**リグニン** は植物細胞壁の主成分で、木材には、重量で20~35%含まれます。リグニンは陸上植物を固くしっかりした構造とするために生み出された物質です。リグニンは植物が海中から陸上に生息域を拡大したときに地上の重力に対応するため植物が生み出した成分といわれ、地上の過酷な環境に対応するため、**強く、しっかりした構造材**となるよう進化しました。このリグニンなる物質の**本来の性質を最大限に発揮**させて利用するのがこの研究開発の特徴です。すなわち「**高性能**」かつ「**環境適合**」というリグニン固有の2つの機能を最大限に発揮させるわけです。

## 【開発のイメージ】

**芳香族系バイオプラの高バイオマス化技術の早期確立で高性能バイオプラの環境適合性を向上させ、ゼロエミッション化を加速**



令和4年度研究開発事項：  
**改質リグニン系複合材料を試作し、その物理特性の適正化、マトリクス樹脂の調製とFRP製造技術の開発、改質リグニンの誘導体化による高バイオマス配合技術を確立**

- ①改質リグニンのデザインングと物理特性の適正化
- ②マトリクス樹脂の調整とFRP製造技術の開発
- ③改質リグニンの誘導体化による高バイオマス配合技術
- ④製造コストと環境適合性の評価

**令和3年度FS研究 調査・開発事項**

- ①導入可能なバイオマス度と性能の関係の把握
- ②改質リグニンの誘導体化手法の探索
- ③高バイオマス度樹脂のコストの把握

FSとして8月にスタートした課題であるが、目標である高バイオマス度改質リグニン系樹脂素材（10種類以上）の提案に対し、41種類の樹脂素材の調製を完成。バイオマス度の目標も既に54%に達する材料開発にも成功するなど、進捗が早く、誘導体化においては、エポキシ基導入を達成し、目標を早々に達成するだけでなく次の展開である新規樹脂の試作も開始して成功するなど前倒しで進捗した。

# 資料3 「高バイオマス配合型高性能バイオプラの開発」の目標達成状況

○施策全体の目標 2050年のGHG排出実質ゼロを達成するには、すべてのプラ材料を環境適合型のバイオプラ等に転換する必要がある。しかし、高性能材料となる芳香族系樹脂へのバイオ素材導入は達成されていない。元施策では、これを達成できる日本発のバイオ素材「改質リグニン」の高機能化を進めている。PRISMでは高いバイオマス配合率を達成することで、高性能バイオプラの環境適合性を向上させ、ゼロエミッション化を加速する。そのため、高性能な芳香族系バイオプラ中のバイオマス度を60%以上（現状は20%程度）に大きく向上すると同時に樹脂の品質向上を両立させる技術を開発する。

○令和3年度においては、目標である高バイオマス度改質リグニン系樹脂素材（10種類以上）の提案に対し、41種類の樹脂素材の調製を完成。バイオマス度の目標も既に54%に達する材料開発にも成功するなど、進行が極めて早く、誘導体化においては、エポキシ基導入を達成し、目標を早々に達成するだけでなく次の展開である新規樹脂の試作も開始して成功するなど前倒しで進行している。

事業名等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	令和3年度の成果
<p>①導入可能なバイオマス度と性能の関係の把握</p> <p>物性とバイオマス度の関係の把握</p>	<p>高バイオマス配合用改質リグニンの分子設計（製造プロセスの調整や熱処理などの後処理）を行うとともに、それを導入した各種樹脂素材を調製し、その性能とバイオマス度の関係を明らかにする。</p>	<p>高バイオマス配合に適した加熱処理・樹脂化・誘導体化の手法40種類以上を開発した。加熱処理においては、<u>成形品中のバイオマス度57%を達成しつつ、耐熱性・機械的強度・柔軟性・電気絶縁性が従来品よりも向上する配合技術を見出した</u>。樹脂化においては、<u>成形品中のバイオマス度54%を達成しつつ、耐熱性、耐水性、機械的強度・柔軟性・電気絶縁性が向上する配合技術を見出した</u>。成形品は、<u>従来のフェノール樹脂では達成できなかった耐熱性と柔軟性の両立が高バイオマス度の材料においても可能であった</u>。</p>
<p>②改質リグニンの誘導体化手法の探索</p> <p>高バイオマス度への新技術</p>	<p>改質リグニンと改質リグニンから製造した誘導体との組み合わせで樹脂化することを目的に、改質リグニンに反応性官能基を導入して新たな誘導体を創製する。</p>	<p>改質リグニンにエポキシ基を導入した新たな誘導体の合成を達成した。この誘導体は、この新規エポキシ化誘導体の<u>熱物性、有機溶媒への溶解性、アミンおよび改質リグニンとの熱硬化反応における反応性を明らかにした</u>。得られたエポキシ化改質リグニン誘導体は高い耐熱性を示し、NMP、DMF、THF、シクロヘキサノン、ジクロロメタンに可溶であった。ジアミンとの熱硬化反応で、エポキシ化改質リグニンを原料とした新たな樹脂が得られることも明らかになった。</p>
<p>③高バイオマス度樹脂のコストの把握</p> <p>コスト評価</p>	<p>高バイオマス配合用改質リグニンを導入した各種樹脂素材の製造コストを試算する。高バイオマス度改質リグニン系樹脂素材（10種類以上）の提案及び製造コストを把握する。</p>	<p>高バイオマス度改質リグニン系樹脂素材の試作を開始し、樹脂化（35種類）によるコスト試算を実施し、市販樹脂と同等かそれ以下での製造が可能であることを見出した。改質リグニンノボラック樹脂においては、<u>改質リグニンの導入により樹脂全体の収率が向上することを見出し、樹脂中の改質リグニンの含有量を増やす方が樹脂全体の価格を低下できるケースを確認するなど、社会実装に向けた開発の方向性を見出した</u>。</p>

○研究コンソーシアムの再編について  
PRISMアドオンにより元施策を担当する研究コンソーシアム「高機能リグニン」においては、新たな担当機関を得てコンソーシアムの形を再編（15機関）すると共に研究コンソーシアム「高機能リグニン」の再編キックオフ会議を開催した。

○リグニンネットワークの活用  
研究代表が主催しているコンソーシアム「リグニンネットワーク」のセミナー（11月29日）において、先行してPRISMの取り組みを紹介し、各社への投資拡大をよびかける活動を行った。民間からの貢献額の本年度実績は 113,000千円

新規課題（FS）として、元施策の進行の中で上記アドオンをPRISMで開始し、計画通り、一部は計画以上の成果に至っており進捗が早い。



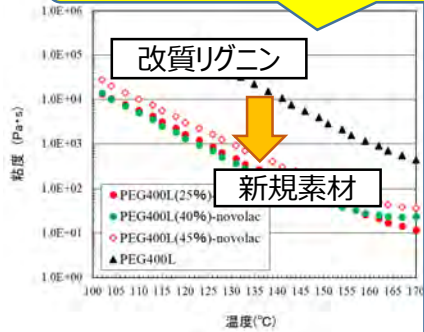
# 資料4 「高バイオマス配合型高性能バイオプラの開発」の成果

## ① 導入可能なバイオマス度と性能の関係の把握

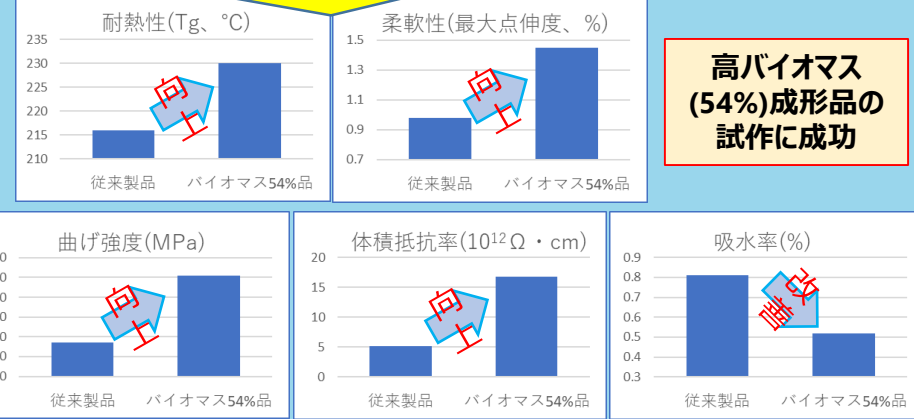
★改質リグニン製造プロセスを高度にコントロールして高バイオマス配合用に適する改質リグニンを製造条件を見出すと共に、それを導入した各種樹脂素材を調製し、その性能とバイオマス度の関係を説明

改質リグニン系高バイオマス材の低粘度化を達成

現行の改質リグニン比で粘度を1/10以下に低減！



形品中のバイオマス度57%を達成しつつ、耐熱性・機械的強度・柔軟性・電気絶縁性が従来品よりも向上する配合技術を見出した！



高バイオマス(54%)成形品の試作に成功

## ② 改質リグニンの誘導体化手法の探索

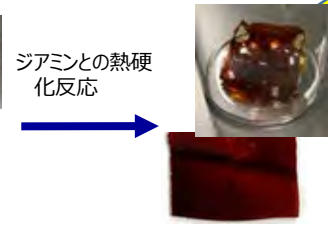
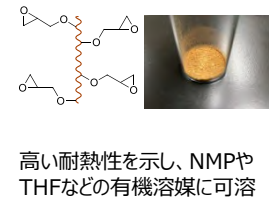
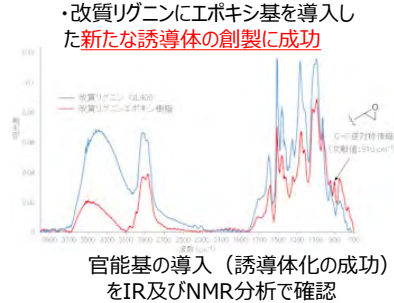
★改質リグニンと改質リグニンから製造した誘導体との組み合わせで樹脂化することを目的に、改質リグニンに反応性官能基を導入して新たな誘導体を創製する。

改質リグニンにエポキシ基を導入した新たな誘導体の合成を達成

☆100 kgスケールでの製造試験を実施中

エポキシ化改質リグニンを原料とした新たな熱硬化性樹脂を試作

誘導体化の目標を早々に達成し、次の展開を前倒しで着手！新規樹脂の試作にも成功！



エポキシ化改質リグニンにアミンを添加して、柔軟な樹脂フィルムを試作に成功。

## ③ 高バイオマス度樹脂のコストの把握

★高バイオマス配合用改質リグニンを導入した各種樹脂素材の製造コストを試算する。  
★高バイオマス度改質リグニン系樹脂素材(10種類以上)の提案及び製造コストを把握する。

- 新規樹脂素材50種類の試作
- ・ノボラック樹脂9種類
  - ・成形材料17種類
  - ・加熱品9種類
  - ・誘導体6種類
  - ・樹脂9種類

改質リグニンノボラック樹脂においては、改質リグニンの導入により樹脂収率が向上することを見出し、樹脂中の改質リグニンの含有量を増やす方が樹脂全体の価格を低下できるケースを確認するなど、社会実装に向けた開発の方向性を見出した。

改質リグニンノボラック樹脂を市販品と同程度の価格にて製造可能であることが示された

FS課題として本年度開始したところであるが、粘度低減の達成、バイオマス度54%の試作品に成功、誘導体化技術を早々に確立、目標値である10種を大きく上回る、50種の新規樹脂素材の試作に至るなど、開発が前倒しで進められており、進捗が早い。

# 資料5 「高バイオマス配合型高性能バイオプラの開発」の民間からの貢献及び出口の実績

- 民間からの貢献額：本年度 215,000千円
  - ①改質リグニンの用途開発：本年度 32,000千円 (3年で22件程度 約6.6億円見込み)
  - ②改質リグニンの製造技術の適正化：本年度 53,000千円 (3年以内で約5億円見込み)
  - ③改質リグニン製造の商用プラント：本年度 130,000千円 (3年で300億円、10年で4000億円見込み)

当年度当初見込み	当年度実績
①高バイオマス配合用改質リグニン製造に係る試験研究設備への投資 50,000千円	①株式会社リグノマテリアの改質リグニン製造に関する整備費 ・用途開発：20,000千円(絶縁破壊試験機：10,000千円、微細粒度計：5,000千円、立体顕微鏡5,000千円) ・プラント開発：130,000千円(廃水処理：50,000千円、溶媒分離装置：40,000千円、効率化改修：40,000千円)
②高バイオマス配合用改質リグニン製造に係る新たな人員確保 30,000千円	②株式会社リグノマテリアにおける当該関係人員の新たな確保：53,000千円(試験研究員オペレーター 35,000千円(7名×5,000千円)、研究員 18,000千円(3名×6,000千円))
③高バイオマス配合用改質リグニンの誘導体化に関する投資 10,000千円	③マナック株式会社における改質リグニン誘導体化のための研究開発要員 研究員 12,000千円(2名×6,000千円)

- 出口戦略
  - 当該PRISM研究のアドオンにより、参加関連する民間企業から、製造設備、機器、人件費など 少なくとも90百万円相当が提供され、施策終了時期には改質リグニン製造の商用プラント化などにより4000億円規模の民間投資が見込まれます。
  - 当該PRISMアドオンにより、開発された高バイオマス配合用の改質リグニン製造技術は、改質リグニンの需要を高めると共に、技術移転とプラントシステム化への研究開発投資(約5億円)を誘発し、国内の森林地域へ展開が想定されている改質リグニン製造プラントへの導入の全国展開を加速します。
  - 従来、石油化学系樹脂や金属で製造されていた製品の一部が、元施策及びPRISMにより開発される改質リグニン高配合のFRPやスーパーエンプラへ移行することにより新たな市場が創出され、3兆円規模の経済効果が期待できます。
  - 化石資源や輸入原料への依存から脱却し、木材等の国内に賦存する生物資源を活用した世界初のバイオ素材による成長産業化に貢献すると同時に、国産森林資源を担保するので、日本の中山間地域に新産業を創出し、地方創生に貢献します。

当年度当初見込み	当年度実績
改質リグニンという新素材が開発され、現時点は産業化の創成期に当たる。高機能材料へ展開できるバイオ由来の素材としては性能や環境適合性の観点から理想的であるとされ、その社会実装のためのビジネスの場を構築するために設立した「リグニンネットワーク」の法人会員も170社を超えており、注目されているところ。改質リグニン生産システムの効率化や、利用形態に関して開発を行う元施策やPRISMアドオン研究は注目されており、本年度は約1億円と見込んだ。	改質リグニンという素材生産を生業とする計画を持つ株式会社リグノマテリアにおいては、改質リグニン及び高バイオマス配合用を含む改質リグニン材料の開発のため、いくつかの機器を自社で整備した。また、自社内で担当者を増やすため、改質リグニン製造の実証プラントを設置した地域(茨城県常陸太田市)を中心に専用の人員を雇用したところである。また、改質リグニンの誘導体化による高バイオマス配合製品化を担当するマナック株式会社では、開発のために自社で専属研究員を雇った。本年度のこれらの投資は合計で2億1千500万円に上っており、当初見込みを大きく超えた。