

「改質リグニンの今後の展開に向けた勉強会」とりまとめについて

令和 6 年 4 月林野庁公表

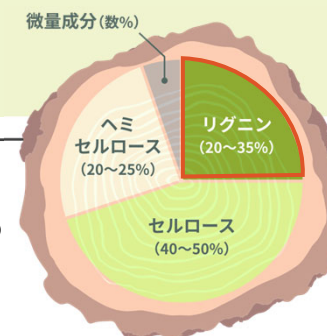
- 世界的にカーボンニュートラルの取組が進められる中、産業界から化石資源由来プラスチックを代替するバイオマス由来の新素材が強く求められており、スギ材を原料とする「改質リグニン」の社会実装が急務
- このため、林野庁は、改質リグニンの社会実装に向けた勉強会を開催し、学識経験者や民間企業等からの意見を踏まえ、現状や課題について整理し、今後の取組の展開方向について取りまとめた

改質リグニンとは

- スギのチップに、ポリエチレングリコールを混ぜて加熱し、リグニンを改質・抽出した物質
- (国研) 森林研究・整備機構を中心とした産学官連携により、改質リグニンの製造技術を開発
- 改質リグニンは、性質が均一で加工性が高く、熱に強いため、従来のプラスチックに替わる高機能材料の主要原料として利用が期待

< 木材の成分 >

(農林水産省広報誌aff 2022年9月)



改質リグニンの社会実装に向けた今後の展開方向

(1) 改質リグニンの大規模製造技術の確立

社会実装には、改質リグニンの安定供給と更なる低コスト化が必要

- 効率的な生産方式の導入を通じて、大規模製造技術を実証・確立
今後 5 年間を目途に商用生産の開始、将来的に全国への横展開を推進

(2) 競争優位性・市場性のある用途開発の推進 (右図)

既存樹脂と同等以上の性能で、高い環境適合性を持つ用途開発が重要

- 改質リグニンの試作品製造と試作品を用いた競争優位性・市場性のある用途開発を推進。中長期的には、リサイクル可能な素材の開発を推進

(3) 環境適合性の評価方法の開発

カーボンニュートラルに取り組む企業に対し、改質リグニンを使用した場合の二酸化炭素排出削減効果等を明確に提示できるようにすることが必要

- 改質リグニンの生産から流通・使用・廃棄に至るまでの環境適合性を評価する手法を確立。改質リグニンの利用意義の普及啓発を推進

(4) 持続的・安定的な原料調達体制の構築

全国展開には、地域の関係者が連携し、原料調達体制の構築が重要

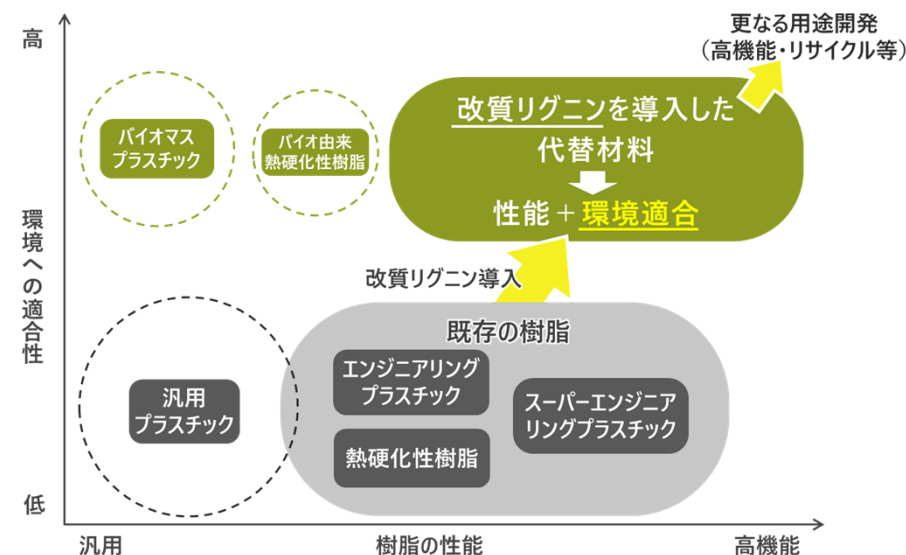
- 長期的な原料の供給計画など関係者間の合意形成等を推進。原料調達の際は、山元還元、既存需要とのバランスに留意

(5) 副産物利用の推進

改質リグニンの副産物を利用し、環境負荷低減等を図ることが重要

- 副産物の有効利用に向けた技術開発を推進

< 図：優先的に改質リグニンの導入を目指す分野 >



※図上の用語の説明は、本文の脚注を参照。

「改質リグニンの今後の展開に向けた勉強会」とりまとめ

令和6年4月

林野庁

1. はじめに

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、世界的に取組が進められている中、国内外の産業界から化石資源由来プラスチックを代替するバイオマス由来の新素材が強く求められている。

林地残材や製材端材などの木質バイオマスを原料とする新素材（以下「木質系新素材」という。）は、このようなカーボンニュートラルに取り組む社会ニーズに応えるとともに、その利用を通じ、林業や地域経済の維持・発展にも貢献することができる。

我が国固有の樹種であるスギのリグニンから製造される「改質リグニン」は、木質系新素材の中でも、高機能で幅広い用途に利用できる将来性があることから、政府の各種方針¹に改質リグニンの社会実装に向けた取組を推進することが位置づけられている。

産学官の関係者が連携し、これまで改質リグニンの製造の基本技術の確立や用途開発に取り組んできたが、社会実装の早期実現には、現状の課題を整理し今後の取組の方向性を明らかにした上で、更に取組を加速していく必要がある。

このため、林野庁は、改質リグニンの社会実装に向けて、学識経験者と勉強会を開催し、民間企業等から現状の取組や課題等についてヒアリングを行いながら、今後の展開方向について検討し、次のとおり取りまとめた。

¹ 「地球温暖化対策計画」（令和3年（2021年）10月22日閣議決定）及び「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（令和3年（2021年）10月22日閣議決定）では、森林吸収源対策として、木質バイオマス由来のセルロースナノファイバーや改質リグニン等の普及、プラスチック代替となる木質系新素材等の研究・用途開発・実用化を図ること、「脱炭素成長型経済構造移行推進戦略」（令和5年（2023年）7月28日閣議決定）では、GX（グリーン・トランスフォーメーション）に向けて、脱炭素と経済成長の同時実現に資する森林由来の素材をいかしたイノベーションの推進に向けた投資を促進することとしている。

2. 改質リグニンとは

樹木の主要成分であるリグニンは、陸上植物の構造を強固にする役割を持つため、化石資源由来素材に代替するバイオマス由来素材として有望視されてきた。しかし、樹種によりリグニンの性質が不均一である等の理由から、工業原料としての利用は困難と考えられてきた。

こうした中、(国研) 森林研究・整備機構は、比較的均一な品質を有するスギのリグニンに着目し、平成 22 年 (2010 年) に、スギのチップに安全性の高いポリエチレングリコール (PEG) を混ぜて加熱して生成した「改質リグニン」の開発に成功した。

改質リグニンは、性質が均一で加工性が高く、熱に強い²ため、エンジニアリングプラスチック (エンブラ) のほか、スーパーエンジニアリングプラスチック (スーパーエンブラ)²相当の高機能材料の主要原料としての利用など様々な用途への展開が期待できるものである。

3. 改質リグニンの社会実装に向けた取組状況と今後の課題

平成 22 年 (2010 年) に (国研) 森林研究・整備機構が改質リグニンの開発に成功して以来、次のような取組が進められてきた。

平成 26 年度 (2014 年度) から 5 年間、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (S I P) の支援を受け、(国研) 森林研究・整備機構において年間 1 トンの改質リグニンを製造できるベンチプラントを整備し、基本的な製造技術を確認するとともに、自動車用部材に使用する繊維強化材等の高機能

² プラスチックは熱を加えたときの変化から「熱可塑性樹脂」と「熱硬化性樹脂」に分けられる。熱可塑性樹脂は、加熱すると軟化、冷却すると固化し、これを繰り返すことで様々な形状に成形が可能。一方、熱硬化性樹脂は、加熱により軟化し加工した後は、一度硬化すると再び流動性を持つことはない。熱可塑性樹脂のうち、一般的に、100℃以上で連続使用可能であり、引張強度 50MPa 以上、耐衝撃性、耐摩耗性、耐疲労性、耐薬品性に優れている樹脂をエンジニアリングプラスチック (略称: エンブラ) と呼び、さらに高い耐熱性 (150℃以上) を有する樹脂をスーパーエンジニアリングプラスチック (略称: スーパーエンブラ) と呼ぶ。

素材を開発した。

商用規模の製造技術の確立に向け、令和3年（2021年）に、林野庁の補助事業により整備した年間100トンの改質リグニンを製造可能なパイロットプラントが竣工し、改質リグニンの試作品の製造と用途開発に取り組むメーカーへの試験販売が開始された。

これらの動きと並行して、平成31年（2019年）に「地域リグニン資源開発ネットワーク」が設立され、林業事業者や木材加工業、化学、電機・電子部品、自動車部品、商社など幅広い分野の企業が参画し、改質リグニンの用途開発について活発な情報交換が行われている。

また、改質リグニンの用途を拡大するため、上記の取組のほか、令和2年度（2020年度）から5年間、農林水産省農林水産技術会議の委託プロジェクト研究において、スーパーエンブラ相当の性能を持つと同時に環境適合性も高い改質リグニン由来の素材の開発を進めているところである。

このように、改質リグニンの社会実装に向けた取組は着実に進展してきているものの、今後の社会実装に向けた課題を整理する必要がある。このため、林野庁において、令和5年（2023年）3月より、「改質リグニンの今後の展開に向けた勉強会」を開催し、企業・団体ヒアリング等を踏まえ、学識経験者の間で議論を重ねてきた。勉強会では、社会実装に向けた課題として、以下の意見が出されたところである。

- ・ 改質リグニンが、既存樹脂等と比べて競争力を有するには、安定供給と製造工程の低コスト化が必要である
- ・ 競争優位性や市場性を確保するには、樹脂性能や環境適合性が高い製品の開発が必要である。将来的には、バイオマス由来であることに加えて、既存樹脂等に比べて高機能であることやリサイクル可能であることを

追求することが必要である

- カーボンニュートラルに取り組む企業の需要に応えるには、改質リグニンを使用した場合の二酸化炭素排出削減効果や炭素貯蔵量を明確に提示できるようにすることが必要である
- 改質リグニンの安定供給には、原料となるスギ材（チップや端材等）を持続的かつ安定的に確保できる体制を構築することが必要である
- 改質リグニンだけでなく、副産物となるセルロースの利用を検討することが必要である

4. 改質リグニンの社会実装に向けた今後の展開方向

勉強会で示された意見を踏まえ、社会実装に向けた今後の取組の展開方向について次のとおり整理した。

（1）改質リグニンの大規模製造技術の確立

社会実装には、改質リグニンの安定供給と製造工程の更なる低コスト化が必要である。このため、薬品や水の使用量削減、製造工程の連結化・自動化等の効率的な生産方式の導入等を通じて、大規模製造技術を実証・確立する。その上で、今後5年間を目途に、改質リグニンを原料とした製品の商用生産の開始を推進するとともに、将来的に全国複数地域で改質リグニンが製造・利用されるよう、実証技術の横展開を行う。

（2）競争優位性・市場性のある用途開発の推進

競争優位性を持つためには、既存樹脂等との単なる価格競争に陥ることを避けることが必要であり、既存樹脂等と同等以上の性能を有しつつ、高い環境適合性を持つ用途開発を進めることが重要である（別紙

の図表)。

例えば、バイオマス由来素材への代替が進んでいないエンブラでは、従来の樹脂と改質リグニンを混合しても性能が低下しないため、環境適合性の高い素材として需要を創出できる可能性がある。また、フェノール樹脂化や繊維強化材（FRP）の樹脂に改質リグニンを混合することで、環境適合性を備えつつ化石資源由来の既存樹脂等を凌駕する性能を発揮できる可能性がある³。

改質リグニンの用途としては、強度と環境適合性を兼ね備えた素材へ転換するニーズが高い自動車・運輸分野のほか、電機・電子部品、什器等の分野でも大きな需要が期待できる。

このため、改質リグニンの試作品製造と、試作品を用いた競争優位性・市場性のある用途開発を推進する。

また、中長期的な需要拡大には、現在用途開発が行われていない分野（更なる高機能素材やリサイクル性等環境適合性の高い素材）の技術開発が重要である。例えば、エンブラ・スーパーエンブラでありながら、リサイクル可能なバイオマス由来素材などが有望であるため、引き続き産学官が連携しつつ用途開発を推進する。

（3）環境適合性の評価方法の開発

カーボンニュートラルに取り組む企業に対し、改質リグニンを使用した場合の二酸化炭素排出削減効果や炭素貯蔵量を明確に提示できるようにするため、林野庁において、改質リグニンの生産から流通・使用・

³ ここでの「フェノール樹脂化」とは、改質リグニンを原料としてフェノール樹脂を合成することを意味する。「繊維強化材（FRP）」とは、炭素繊維などの強化繊維をエポキシ樹脂などのプラスチックで固めた材料で、改質リグニンは樹脂に添加することができる。これらの手法を用いることで、既存の樹脂等と比べ、機能性と環境適合性が向上した改質リグニン含有の代替材料を生成することができる。

廃棄に至るまでを対象にした二酸化炭素排出量や炭素貯蔵量など環境適合性を評価する手法を確立する。

併せて、確立された評価手法を用いて、改質リグニンの環境貢献度を提示できるようにするとともに、改質リグニンの利用意義等に関する普及啓発を進める。

(4) 持続的・安定的な原料調達体制の構築

改質リグニンの製造プラントを全国に展開する際には、各地域の改質リグニン製造企業、地域の林業・木材産業事業者と自治体等の関係者間で連携して、持続的・安定的な原料調達体制の構築に取り組むことが重要である。

このため、長期的な原料（スギ材）の供給計画やサプライチェーンの構築等に向けた地域の関係者間の合意形成、工場立地の選定、事業性評価等を推進する。

なお、原料調達にあたっては、原料の持続的確保の観点からも、山元への改質リグニン製造の収益還元に加え、改質リグニンだけでなく、製材、合板、燃料材などの地域の既存需要への原料供給を踏まえ、バランスの取れた地域内の木材利用に留意することが必要である。

(5) 副産物利用の推進

改質リグニンの製造工程の副産物として産出されるセルロースについては、廃棄するのではなく利用することで、環境負荷の低減や事業採算性の向上を図ることが重要である。このため、副産物の有効利用に向けた技術開発を推進する。

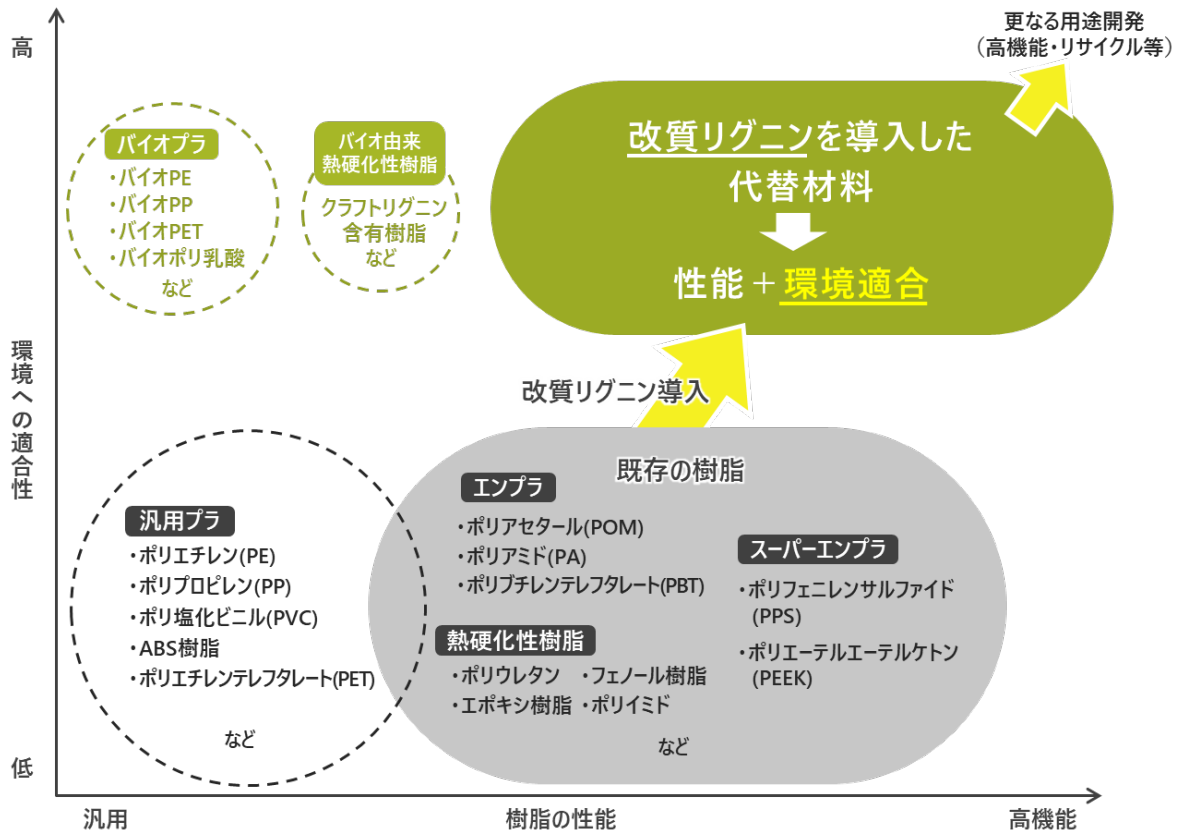


図 優先的に改質リグニンの導入を目指す分野

表 改質リグニンの導入が期待される主な既存樹脂と用途

分類		樹脂名	主な用途
熱可塑性樹脂	エンジニア	ポリアセタール(POM)	機械・OA機器部品、自動車部品
		ポリアミド(PA)	電機・電子部品、フィルム、繊維
		ポリブチレンテレフタレート(PBT)	電機部品、自動車部品、機械部品
	スーパーエンジニア	ポリフェニレンサルファイド(PPS)	電機・電子部品、自動車部品、半導体関連
		ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)	電機・電子部品、自動車部品、半導体関連
熱硬化性樹脂		ポリウレタン	自動車用部材(ハンドル)、緩衝材
		フェノール樹脂	積層板、摺動材、摩擦材(ブレーキ)、鋳物製造用樹脂
		エポキシ樹脂	繊維強化材(FRP)、接着剤、塗料
		ポリイミド	電機・電子部品、電子基板

(参考)

「改質リグニンの今後の展開に向けた勉強会」の開催経緯

○開催時期（令和5年（2023年）～令和6年（2024年））

- ・第1回 3月30日（木）
 - 研究開発のこれまでの取組と現在の現状
 - 改質リグニンの評価、今後の展開に向けた課題等に関する民間企業等へのヒアリング①
- ・第2回 5月15日（月）
 - 改質リグニンの評価、今後の展開に向けた課題等に関する民間企業等へのヒアリング②
- ・第3回 6月9日（金）
 - 改質リグニンの評価、今後の展開に向けた課題等に関する民間企業等へのヒアリング③
- ・第4回 7月10日（月）
 - 木材利用に係る炭素貯蔵・削減効果等の評価について
 - 改質リグニンの評価、今後の展開に向けた課題等に関する民間企業等へのヒアリング④
- ・第5回 3月19日（火）
 - 改質リグニンの評価、今後の展開に向けた課題等に関する民間企業等へのヒアリング⑤
 - 改質リグニンの今後の展開について

○参加者

（学識経験者）

五十嵐 圭日子 東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授
岩田 忠久 東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授
蛭名 武雄 産業技術総合研究所 東北センター 所長
久保山 裕史 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業経営・政策研究領域長
福島 和彦 名古屋大学大学院 生命農学研究科 教授
山田 竜彦 森林研究・整備機構 森林総合研究所 新素材研究拠点長

（五十音順、敬称略）

（林野庁）

森林整備部 研究指導課 ほか

（オブザーバー）

農林水産省 農林水産技術会議事務局 研究開発官（基礎・基盤、環境）室
経済産業省 製造産業局 素材産業課 革新素材室
産業技術環境局 資源循環経済課
商務情報政策局 商務・サービスグループ 生物化学産業課
環境省 環境再生・資源循環局 総務課 リサイクル推進室

〔※民間企業等へのヒアリングでは企業の機密情報に関わる場合もあるため、勉強会は全て非公開で開催した。〕