

林野庁 令和7年度 戦略的技術開発・実証事業、木質系新素材の開発・実証

改質リグニンの商用化を促進する材料リサイクルと 副産多糖類利用技術の開発・実証

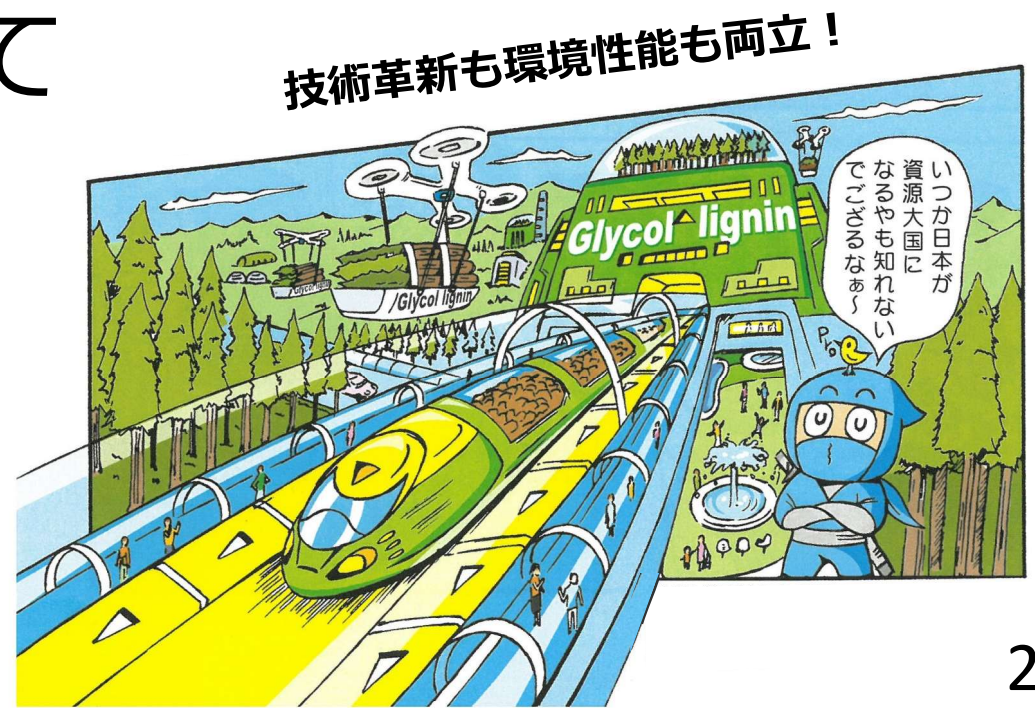
(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所、(国研)物質・材料研究機構、石川県工業試験場、(地独)大阪産業技術研究所、東京工科大学工学部、(株)宮城化成

事業推進責任者 山田竜彦



目次

- 改質リグニンとは
- 当事業での技術開発内容
- 技術の普及にむけて



改質リグニンの概要

改質リグニンは、リグニン系高機能材料産業を創出する世界初の新素材。

- リグニンネットワーク代表の山田竜彦博士の開発した木質バイオマス由来の新素材で、リグニンのばらつきとリグニン由来物の加工性の低さを、植物種の絞り込みとグリコール系の薬液を用いることで解決。
- リグニンの構造が比較的均一な日本固有樹種であるスギを原料にすることで工業材料化を達成。
- リグニン系素材としては世界最高レベルの加工性能を持ち、電子材料や繊維強化材用の樹脂など高機能材料としての活用が世界に先駆けて進行。

微量成分(数%)

ヘミセルロース (20~25%)
リグニン (20~35%)
セルロース (40~50%)

ポリエチレングリコール (PEG)

HO(CH2CH2O)nCH2CH2OH

様々な高機能材料の素材として展開可能

植物細胞壁(木材)の構造模式図

スギ走査顕像

坂道管細胞壁層構造モデル図

①セルロースという直鎖の結晶性高分子、②ヘミセルロースと総称される多糖類、③リグニンと総称される芳香族系高分子

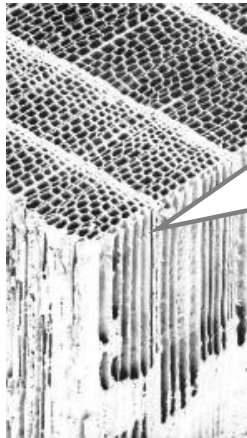
(*山田竜彦ら 特許第6890821号。)

抽出と同時のリグニン改質に成功!

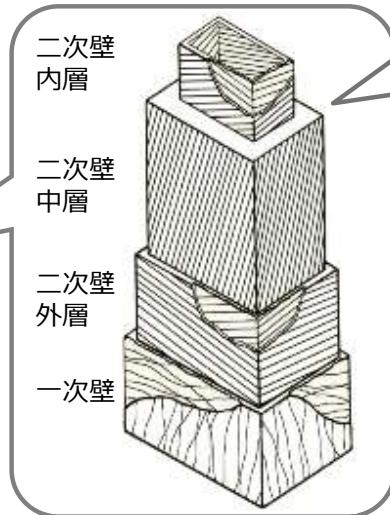
改質リグニンは**リグニン抽出**と**誘導体化**を同時に達成する技術開発に成功して誕生!

バイオマス素材でありながら**化石資源由来素材を超える機能**と、**環境適合性**をもつ世界初の新素材

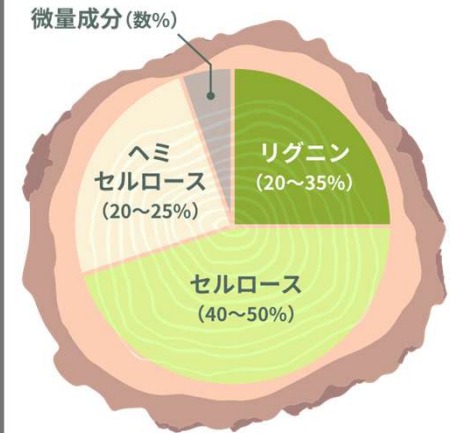
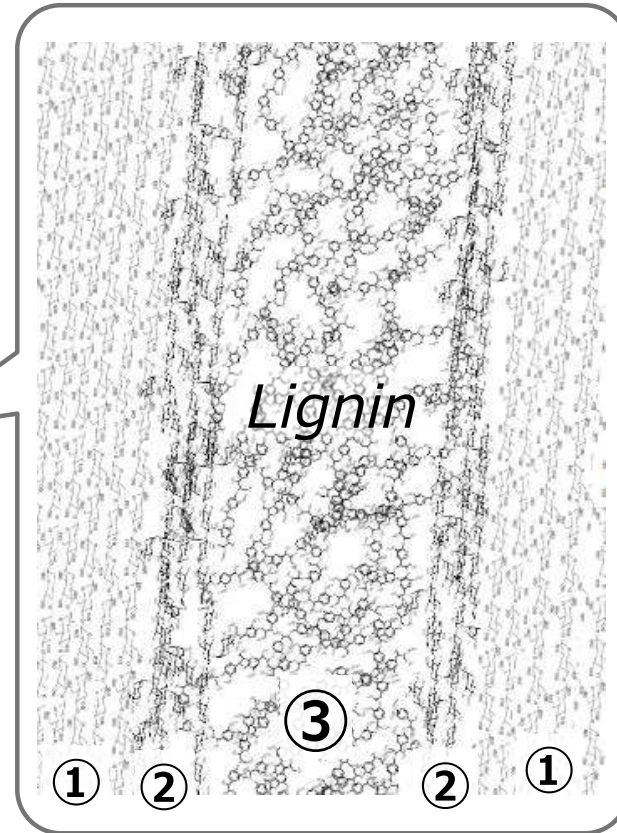
樹木の構造



スギ走査顕像



仮導管細胞壁
壁層構造モデル図



植物細胞壁(木材)の構造模式図

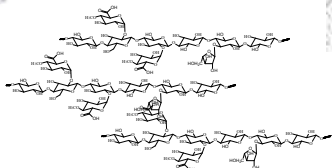
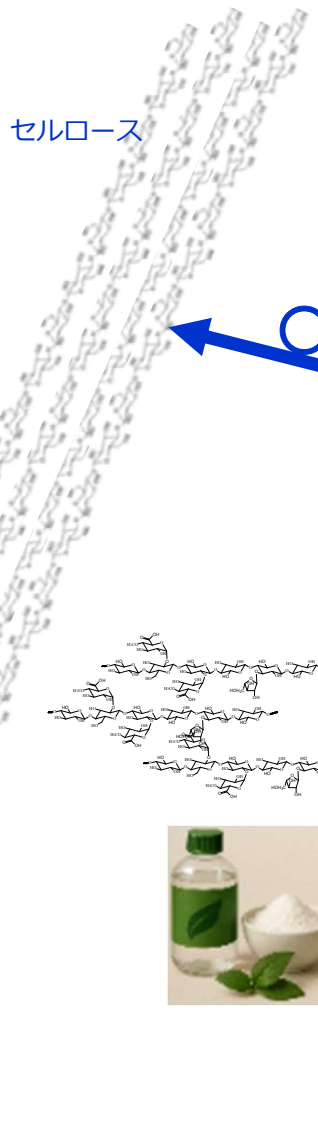
- ①セルロース(直鎖の結晶性高分子)
- ②ヘミセルロース(多糖類)
- ③リグニン(芳香族系高分子)

木の成分の利用

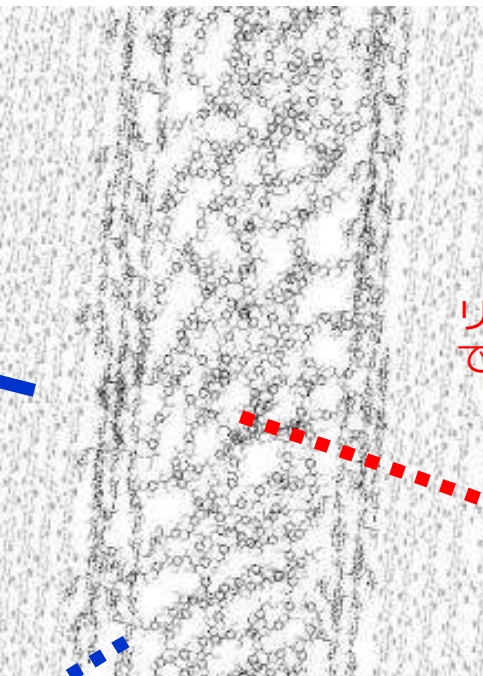
紙パルプなど



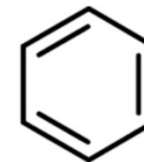
セルロース



ヘミセルロース



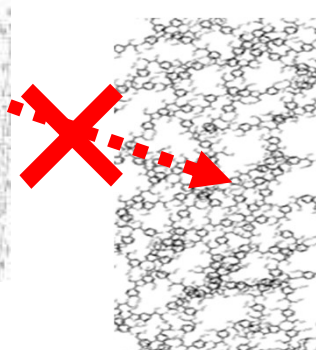
食品添加剤など



プラスチック代替
が本格化すればよ
いのですが？



リグニンはそのままの構造
で取り出せません



必ず **変質** します

リグニン系の素材はすべて、
変質した分解断片。

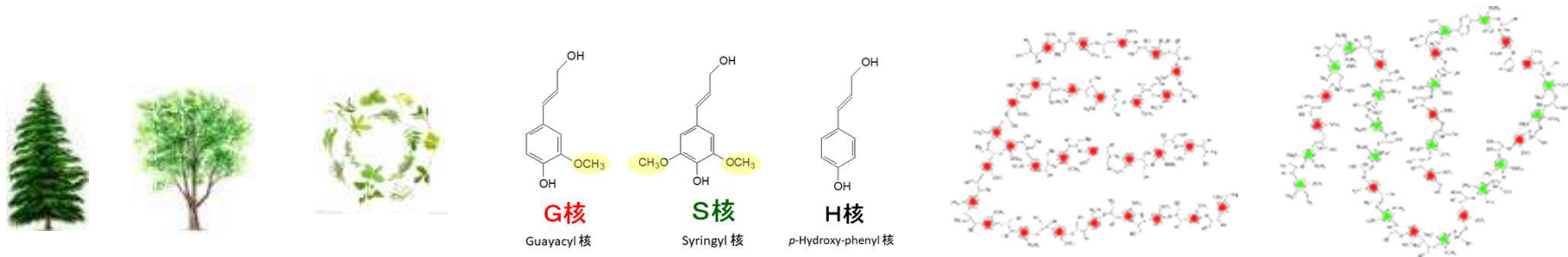
天然のベンゼン環「リグニン」の利用の難しいところ

• 変わってしまう（変質の問題）

- 取り出す方法、そのため加えるエネルギーの度合いなどにより、異なる特性を持つ別物質に変質します。
 - 通常の化学パルプ化では変質が著しく、不均一で加工性を示しません。

• いろいろなリグニンがありバラバラ（多様性の問題）

- 植物は種類により異なるリグニンを持ちます。
 - 利用可能な植物種は用途に応じて限定されます。



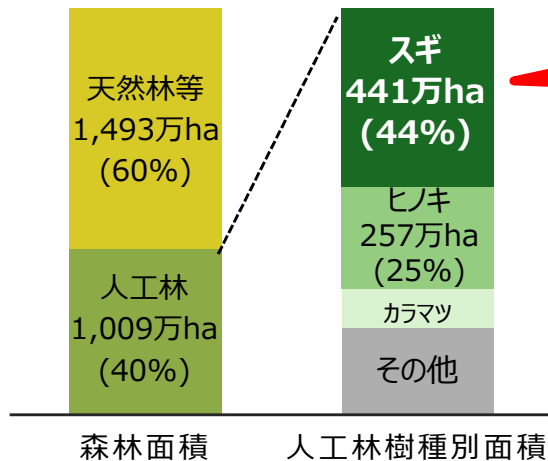
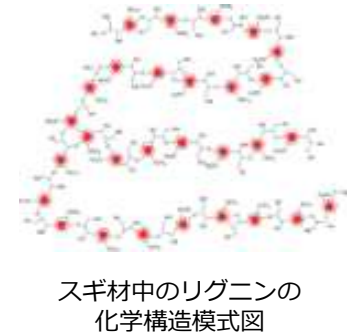
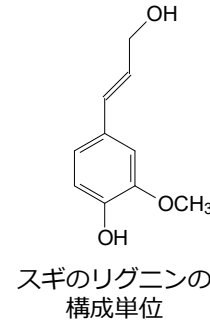
この問題点を解決した新素材が
「改質リグニン」です。

すばらしい日本のスギのリグニン

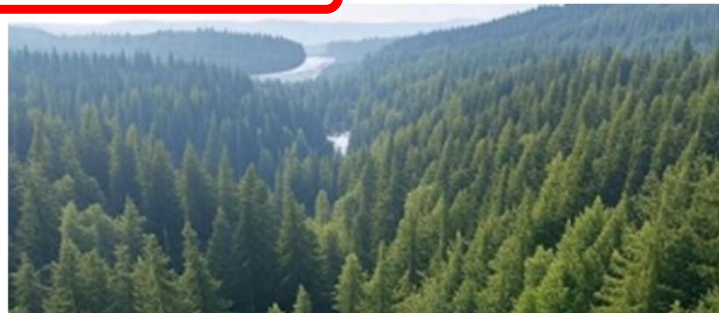


スギのリグニンの安定性に着目

- ★スギは日本固有の針葉樹で一種一属
- ★スギのリグニンを構成する基本単位は1種類
- ★スギは国内で最も多い樹木、国内林業の主要樹種で、生産体系が確立されており、安定供給が可能。



人工林の約4割



スギ利用により
国産資源の
利活用が担保

★収穫期を迎えたスギを利用し、花粉の少ないスギに植え替えてゆくことが必要！

改質リグニンの登場

無秩序な**変質**でなく機能性を持つように**改質**することに成功

植物細胞壁の化学構造の模式図



ポリエチレングリコール (PEG)



Lignin



改質リグニンの構造模式図



植物細胞壁の構造模式図 (①セルロースという直鎖の結晶性高分子、②ヘミセルロースと総称される多糖類、③リグニンと総称される芳香族系高分子)

(*山田竜彦ら 特許第6890821号。)

**グリコール系薬液により
抽出と同時のリグニン改質に成功!**

様々な高機能材料
の素材として展開
可能

バイオマス素材でありながら化石資源由来素材を超える機能と、環境適合性をもつ世界初の新素材

様々な先端材料の素材として活用できます 改質リグニンだからこそ達成できた製品展開例

Flexible films

Copper foil type flexible films and its application to the electric substrates

3D printer filaments

Aluminum foil for Heat dissipation

強さと柔軟性を併せ持つ
ニュータイプフェノール樹脂

Sealing materials

Electrical insulation materials

Engineering plastics

Train brake shoe

Friction material Sliding material

steering wheel

Incombustible

世界最軽量レベルの
炭素繊維強化材料

FRP for automobile

バイオ代替による単なる環境適合性のアピールだけでなく、石油化学製品を性能の面で超えるのが改質リグニン系材料の特徴。複合材料においては強化繊維と樹脂の界面を強化することで強度向上（結果としての軽量化）を達成しています。

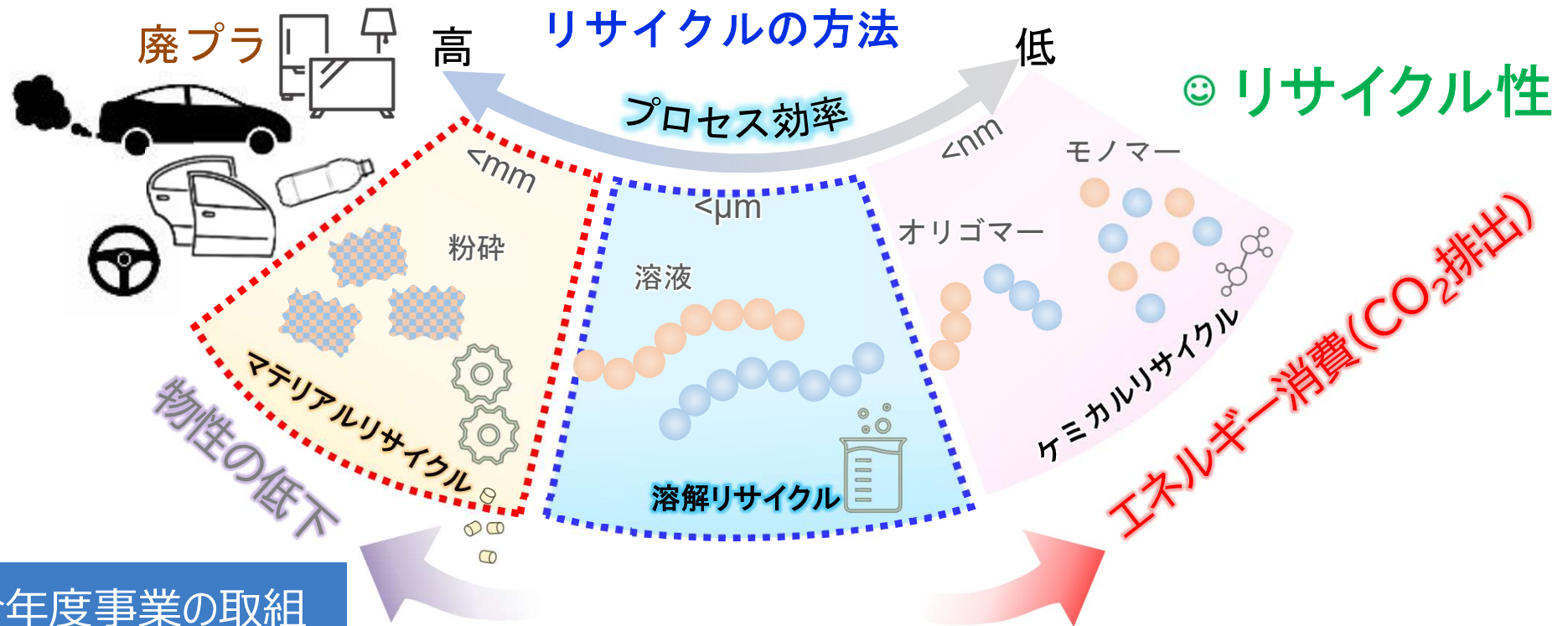
令和7年度事業の取組概要

開発・実証の目的： 改質リグニンの商用化を促進することを目的とし、改質リグニンを活用して製造した新規のバイオマス材料のリサイクル技術を開発して検証すると共に、有用ケミカルスへの展開を見据えた副産多糖類の糖化試験を行い、その利用可能性を評価する。



目標 改質リグニンを導入した複合材料のリサイクル技術の確立

(低エネルギー・低CO₂排出プロセス)



マテリアルリサイクル(表面研削)

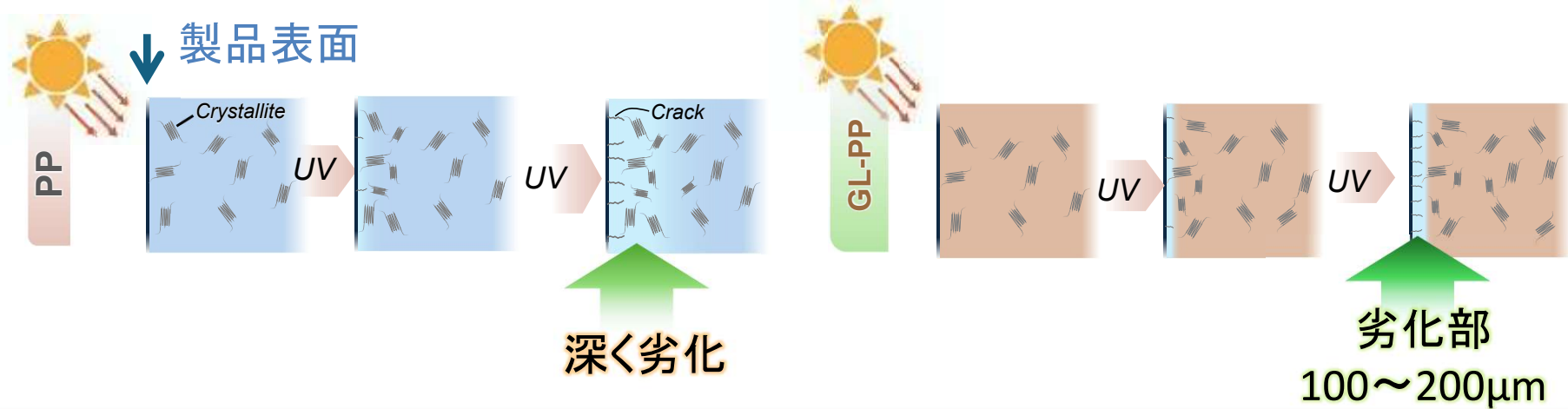
- 未劣化成分→水平リサイクル
- 劣化層はアップサイクル

溶解リサイクル

- CF織物の完全分離
- CF織物の再利用

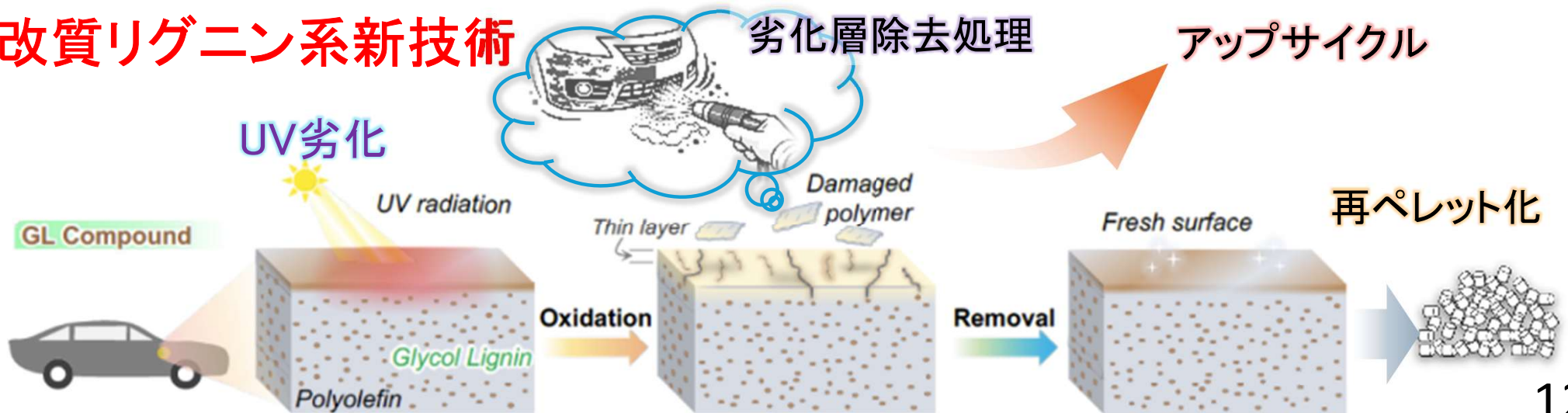
マテリアルリサイクル技術開発（表面除去処理）

改質リグニン複合プラスチックの光劣化特性



- リグニンは紫外光吸収能と抗酸化作用を併せ持つため、紫外線が集中する材料表層において光酸化劣化の進行を緩和する。

改質リグニン系新技術

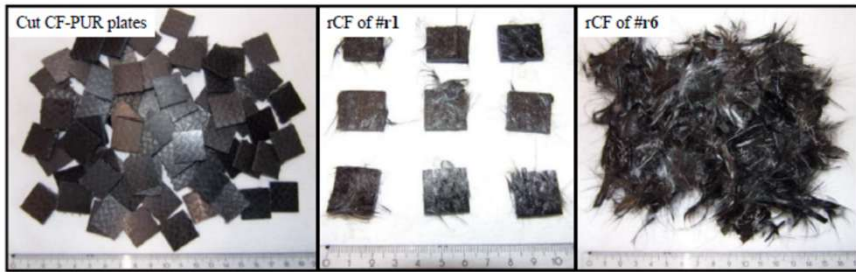


改質リグニン含有CFRTPのリサイクル技術開発

改質リグニン含有CFRTP開発

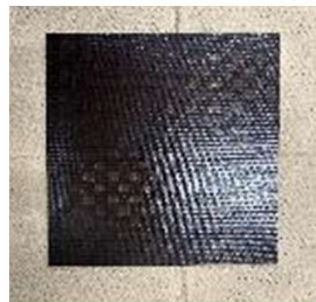
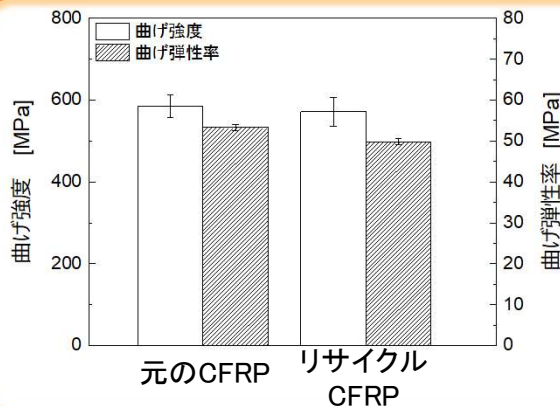
リサイクル

CFRPのリサイクルは通常・・・



- 織物では回収できない
- 短繊維化する(ダウンサイクル)

改質リグニン/ PA11樹脂の再利用

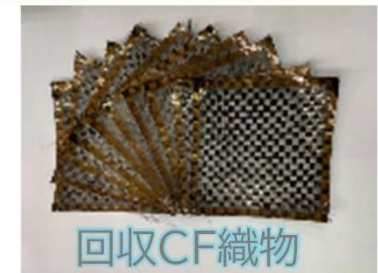


再利用可能

成形



回収 PA11/GL



回収CF織物

炭素繊維織物保持型リサイクル技術

副産多糖類の酵素糖化について

これまでの実績

改質リグニン製造の副産多糖類の酵素糖化においては、乳酸製造を目的としたラボレベルの製造法を検討しており、高い糖化収率(糖化収率80%)などを達成している。



課題

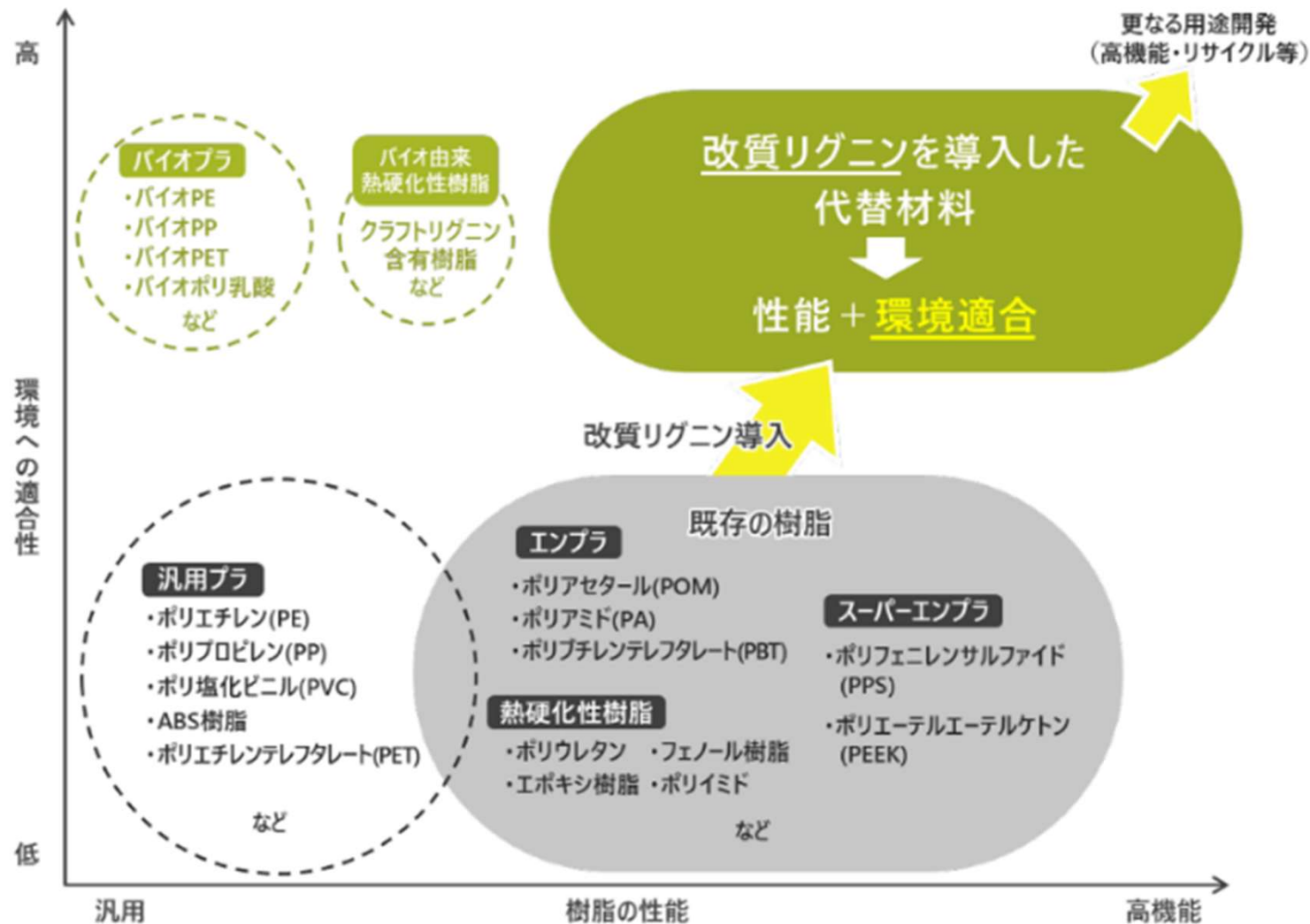
改質リグニンの製造システムは、薬液使用量を削減した新システムにおける反応条件など多様化しており、それぞれの反応条件と、副産する多糖類の糖化性の関係を把握する。

現状の報告

薬液に対する原料木材の投入量と副産多糖類の性状を解析すると共に、原料木材投入量が少ない反応条件の方が酵素糖化率が向上するなどの傾向を確認。

酵素糖化だけでなく、新しい製造システムにおける副産多糖類の特性に適した利用方法の検討が重要。

優先的に改質リグニンの導入を目指す分野



「改質リグニンの今後の展開に向けた勉強会」とりまとめ 平成6年4月 林野庁公表

世界でもまだ例の少ない再生可能資源による高性能分野のプラスチック代替が期待されています。

まとめ

- 改質リグニンの商用化を促進することを目的とし、製造した新規のバイオマス材料のリサイクルと、ケミカルスへの展開を見据えた副産多糖類の糖化試験などの利用可能性の評価を開始。
- 改質リグニンの特徴を生かしたマテリアルリサイクル技術や、改質リグニン系CFRPの溶解リサイクル技術を実証し、リサイクル性を確認。
- 副産多糖類の性状を解析すると共に、改質リグニンの反応条件が酵素糖化に及ぼす影響を確認。

地域の森林資源を用いた新しい素材産業の創出を加速します。