

木質系材料の化学修飾による 3次元成形加工技術

産業技術総合研究所 材料・化学領域

マルチマテリアル研究部門

木質資源複合材料グループ

主任研究員 関 雅子

研究員 阿部 充

令和2年9月1日

木質系材料の成形技術と特徴

【伝統技術とその問題点】

材料を分離(切断)・除去加工(切削)・接合



切断

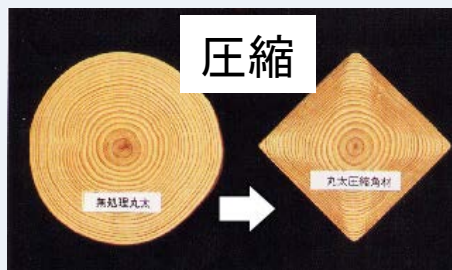


切削

素材変形



曲げ



圧縮

引用: すばらしい木の世界(海青社)

- × 手間がかかる
- × 材料を選ぶ(限定される)
- × 熟練の目利きや技が必要
- × 歩留りが悪い
- × 特性が悪い
(狂う・腐る・燃える)

【産総研技術】解決手段の提案

流動性発現とその利用による変形加工 (**流動成形**)



汎用金型を用いた1工程成形



薄肉製品

複雑形状品

特許 4849609 特許 5500541
特許 5327790 特許 5550080
特許 5327791 特許 6020882 など

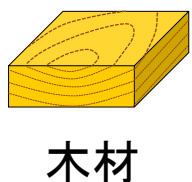
- 手間がいない
- 材料を選ばない
- 目利きや技が不要
- 歩留りが良い
- 特性の改善が可能
(狂いにくい・腐りにくい・燃えにくい)

流動成形の概要(従来技術)

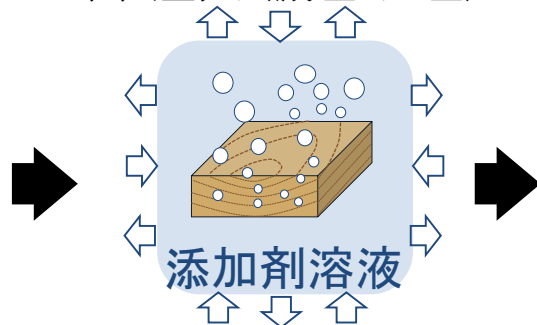
【前処理 ～添加剤(樹脂など)の含浸～】

⇒ 成形時流動性の付与と形状固定のために重要

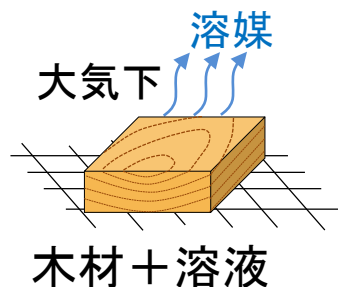
(1) 未処理材



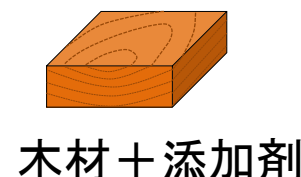
(2) 注入 (減圧・加圧)



(3) 養生

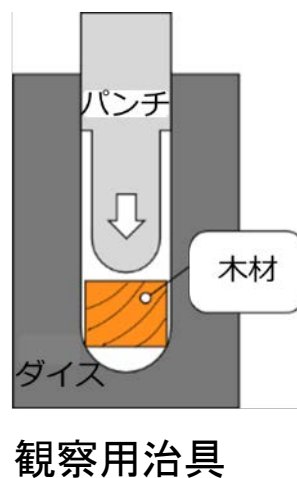
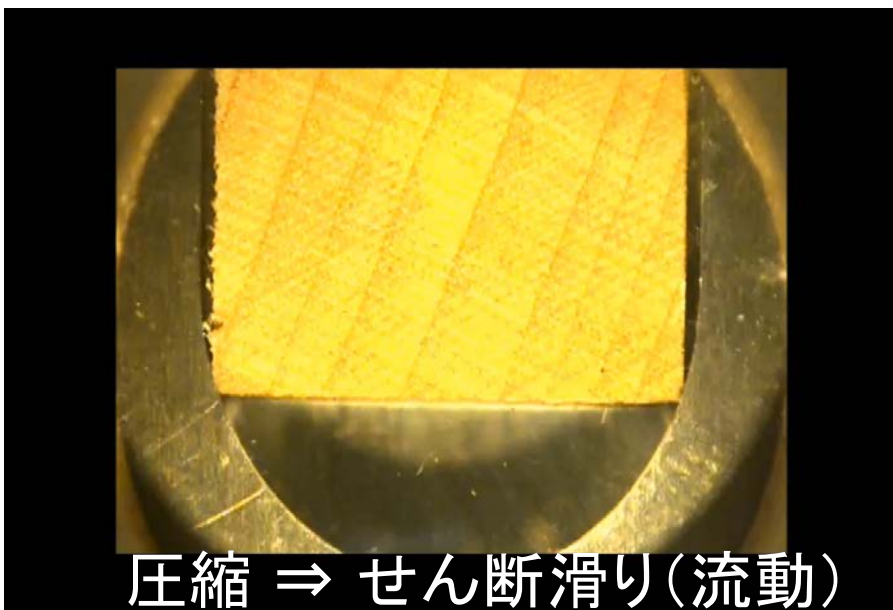


(4) 含浸処理完了

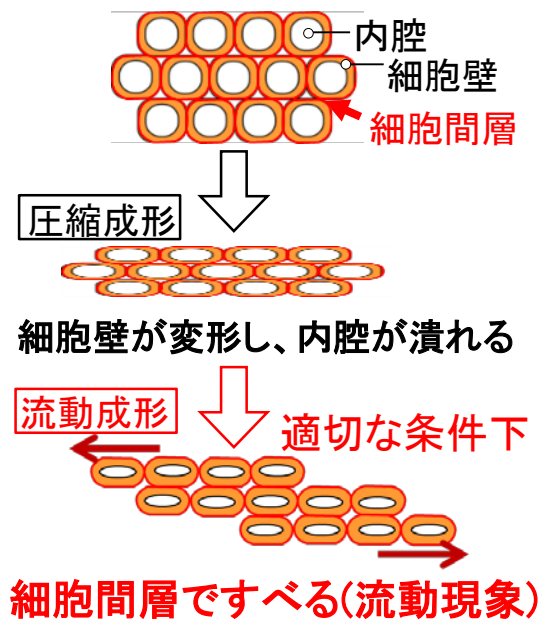


【成形】

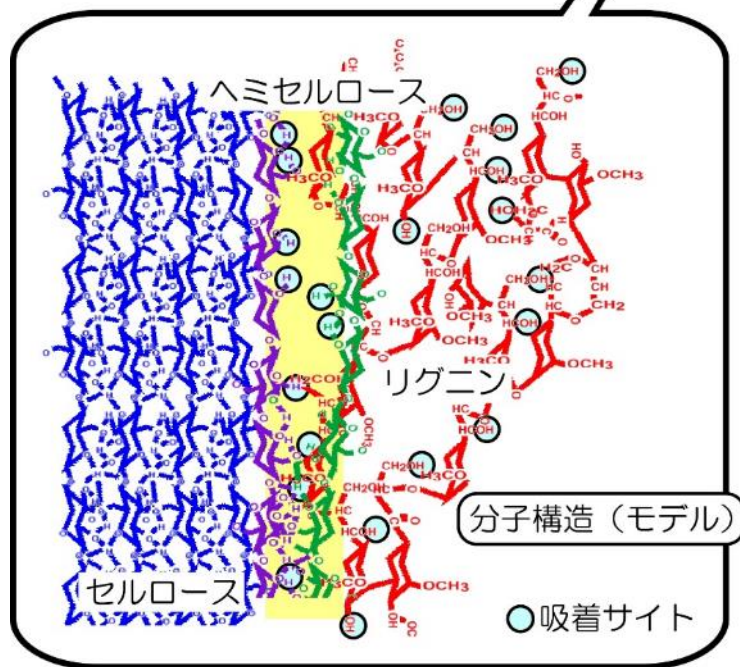
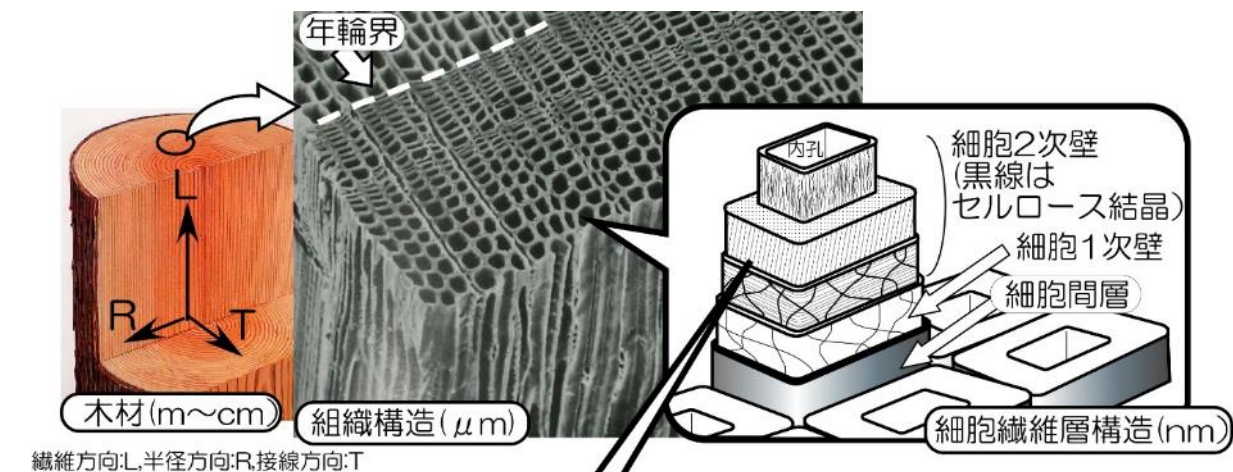
添加剤:水、金型温度:150°C



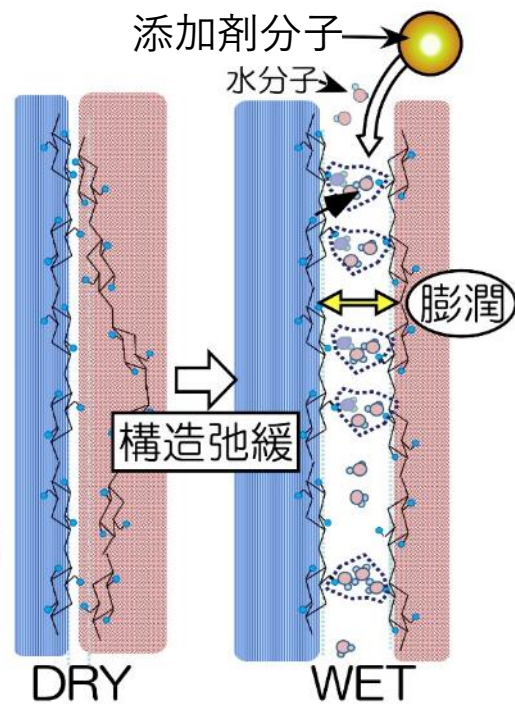
成形中の現象



従来技術：添加剤（樹脂など）含浸による高機能化

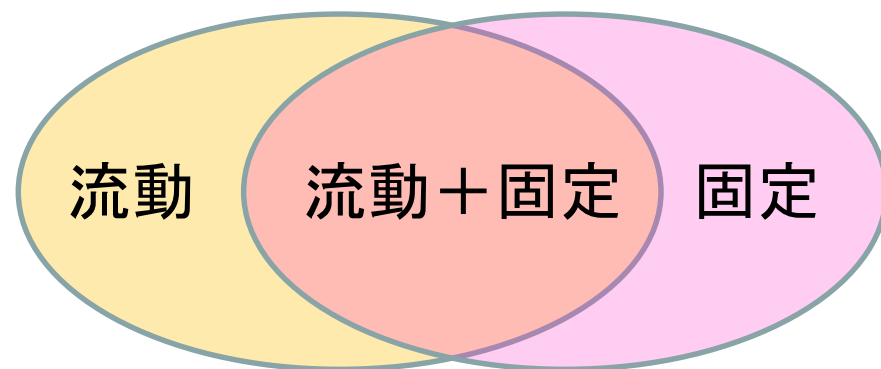


乾燥状態では水素結合により凝集



添加剤分子の導入
(含浸処理)

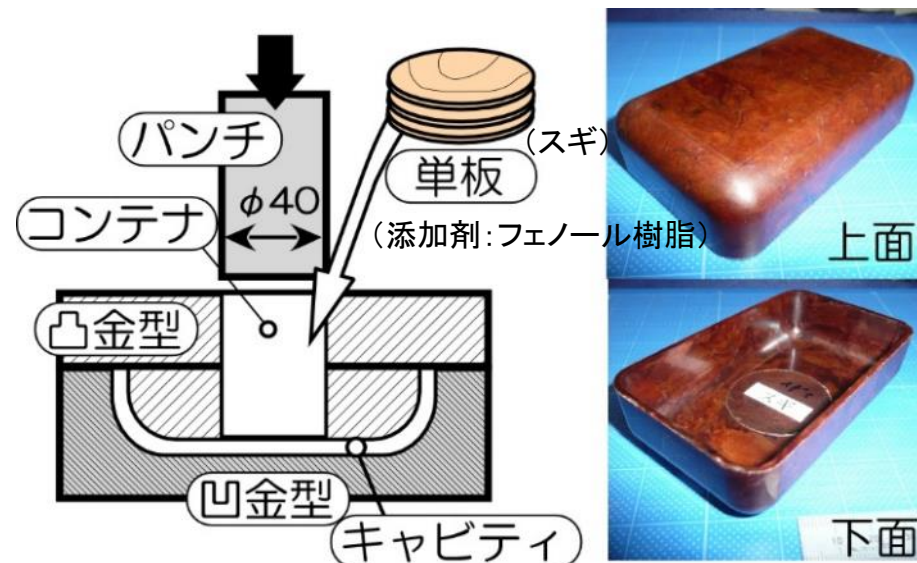
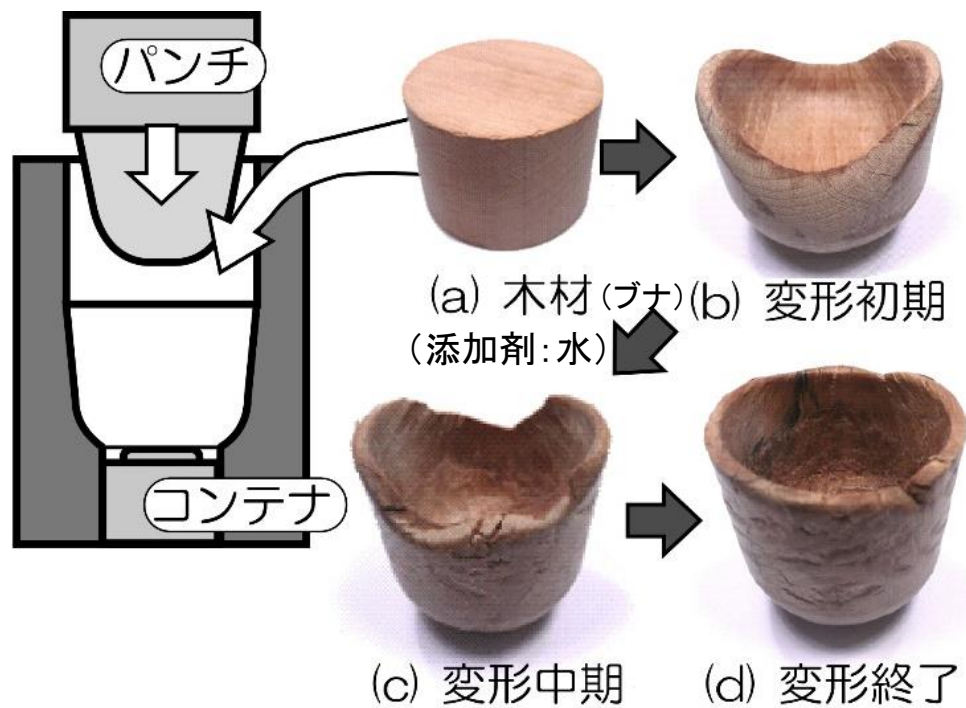
添加剤選定の条件



添加剤選択のポイント

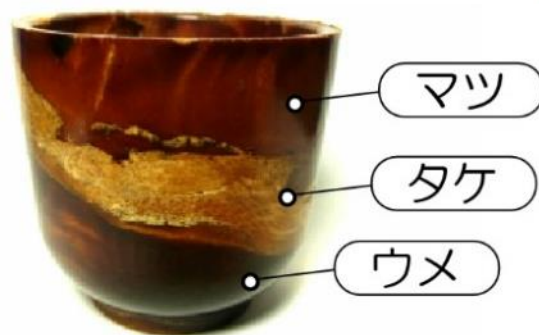
- ・ 水素結合切断し置換吸着
→ 水素結合能
- ・ 自由に吸着点に近づく
→ 自己会合性
- ・ リグニン網目を通過可能
→ 分子寸法や分子構造による立体障害
- ・ 拡散条件も重要

従来技術：添加剤（熱硬化性樹脂）を用いた流動成形



後方押し成形

トランスファ成形



(添加剤: フェノール樹脂)

異種材接合後方押し成形

従来技術：添加剤（熱硬化性樹脂）を用いた流動成形

音響部材

チヨダ工業(株)との共同研究成果



(添加剤:フェノール樹脂)



自動車内装部材

引用:プラスチックエージ, 7月号(2018). 47-52

(a) 木質意匠パネル



(b) 自動車用灰皿



(添加剤:メラミン樹脂)

木材の流動成形の応用先

生産性と任意形状、高機能化

- 自動車部品
- 家電部品
- 建材, 建築資材
- 日用品

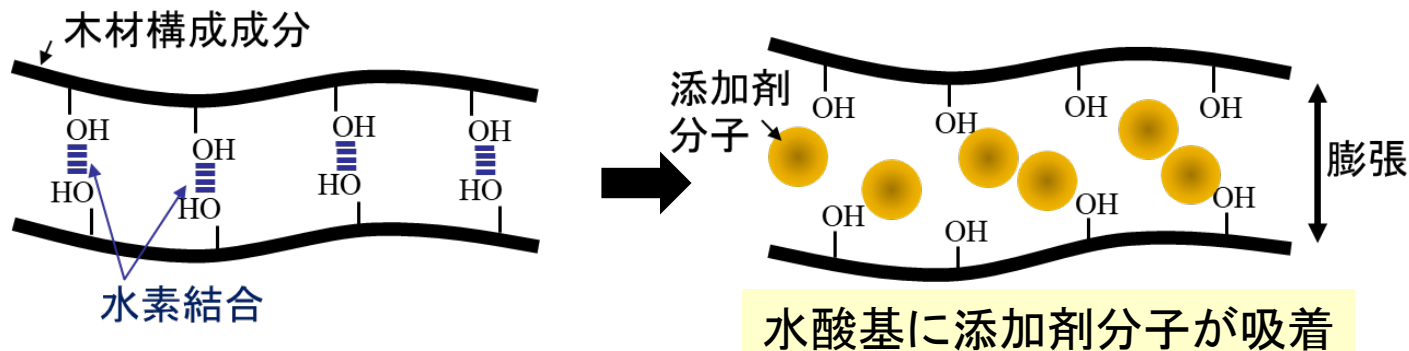
高 ← 性能基準 → 低

強度, 寸法安定性, 耐久性 (耐候性), 安全性

新技術：木質系材料の化学修飾による流動成形 【従来技術との比較】

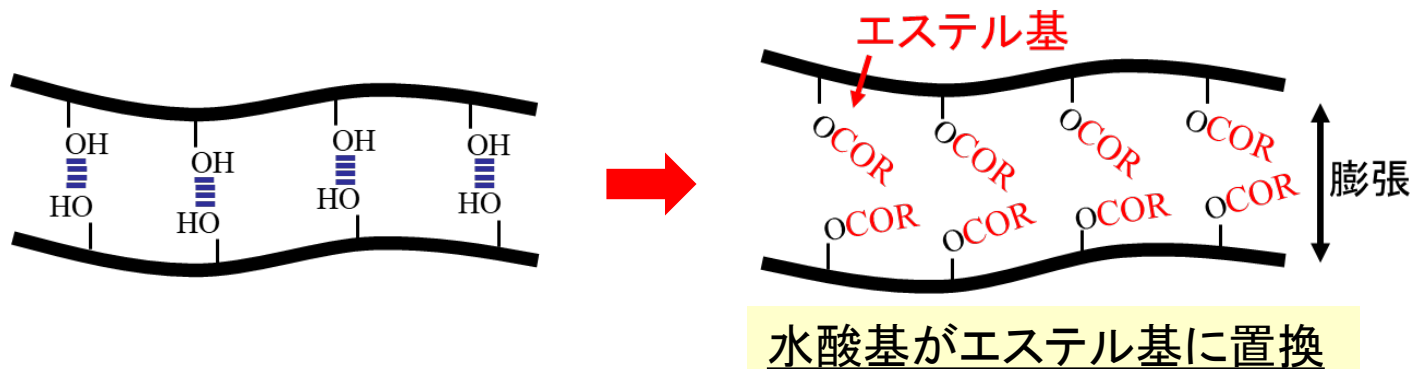
前処理

【従来技術】 添加剤含浸



- × 石油由来の樹脂などの添加剤が含有される
- × 水酸基が残存するため、耐水性には限界がある
- × 熱硬化性添加剤は再成形が不可

【新技術】 化学修飾(エステル化)



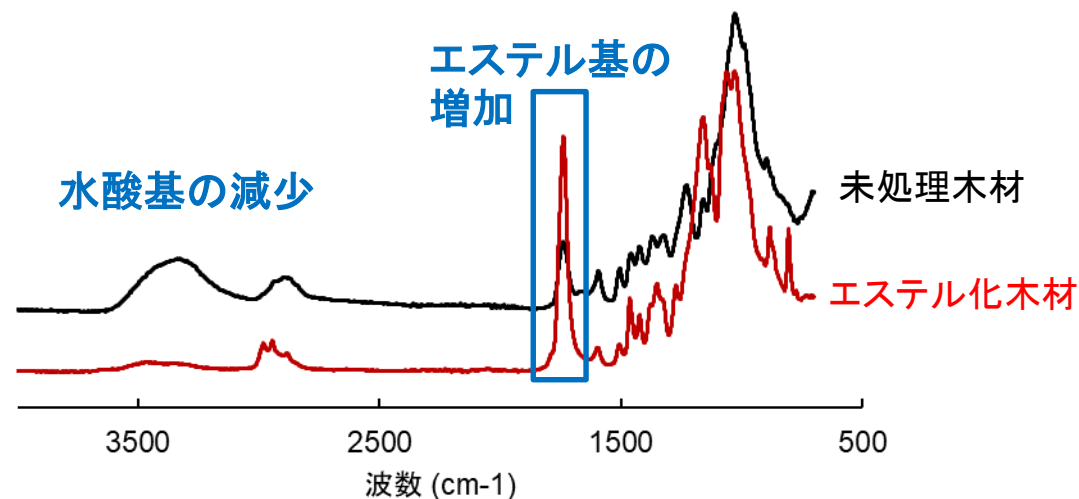
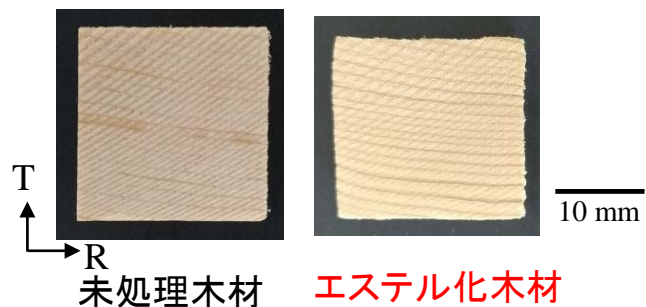
- 石油由来添加剤を含有しない
- 水酸基の置換により耐水性の付与が可能
- 熱可塑性であるため再成形が可能

再生可能な脱プラスチック木質流動成形が可能に

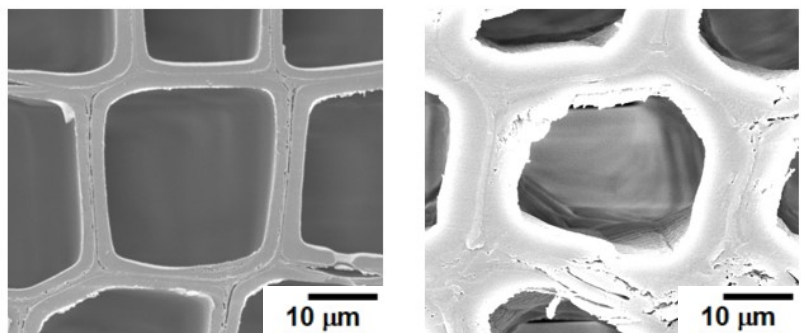
新技術：木質系材料の化学修飾による流動成形 【エステル化木材の評価】

※未処理木材は乾燥状態のヒノキ、エステル化木材は乾燥状態のプロピオニル化ヒノキを示す。

外観変化



SEM観察

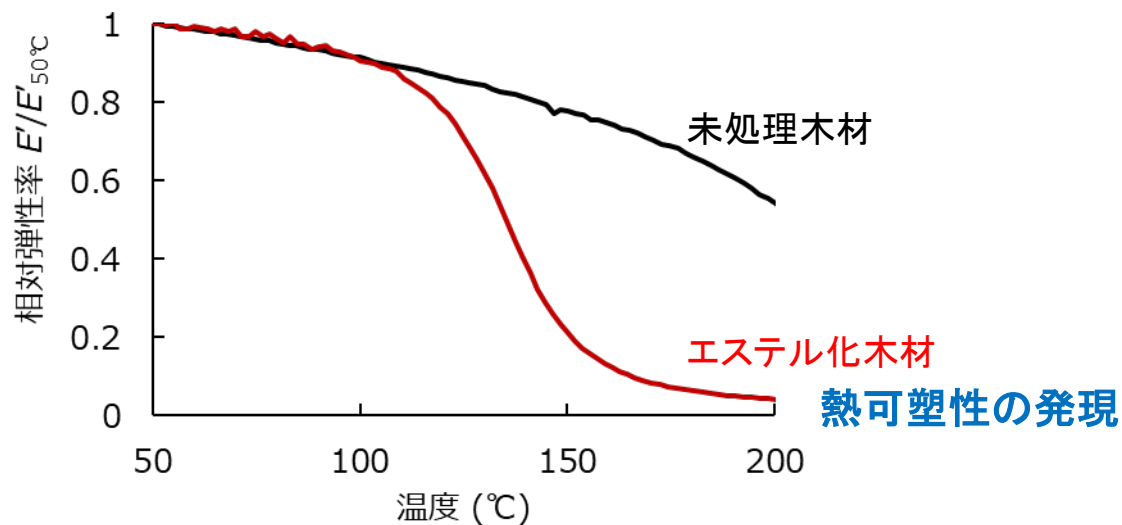


未処理木材

エステル化木材
細胞壁の厚さが増大

重量変化 エステル化により55 wt%増大

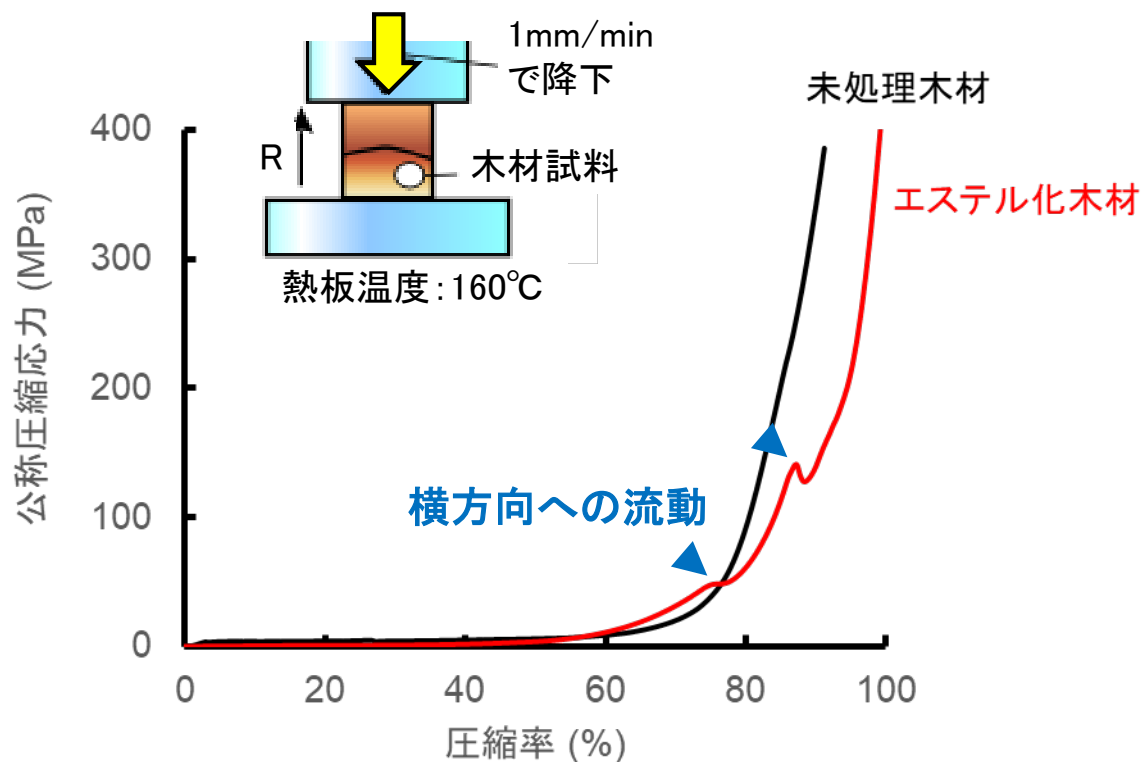
熱軟化特性評価(動的粘弾性測定)



新技術：木質系材料の化学修飾による流動成形 【成形性評価】

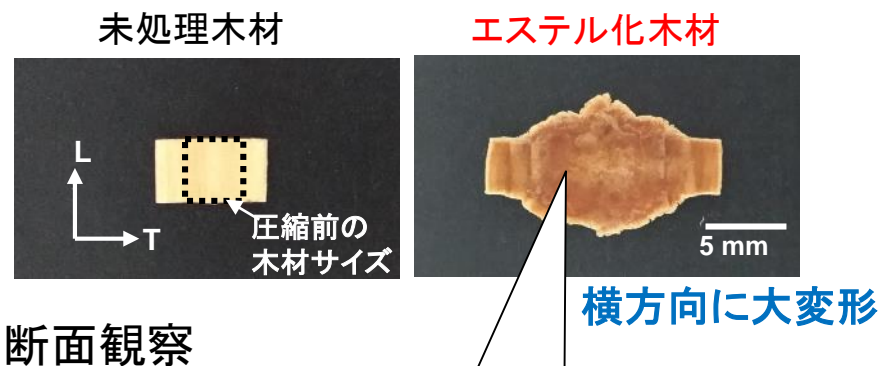
※未処理木材は乾燥状態のヒノキ、エステル化木材は乾燥状態のプロピオニル化ヒノキを示す。

流動性評価(自由圧縮試験)

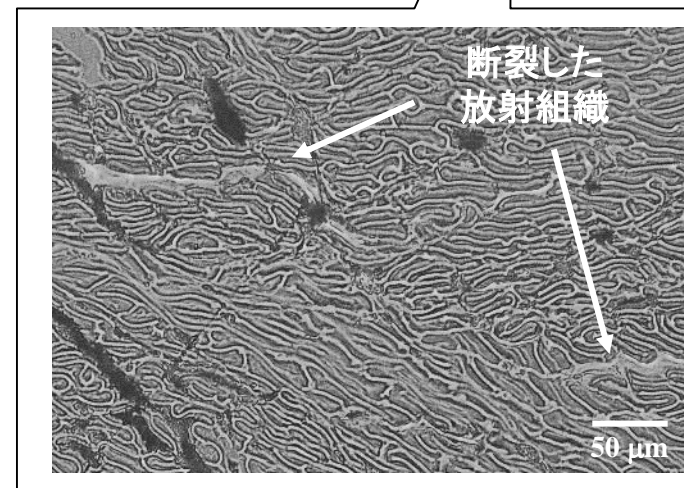


未処理木材は流動しなかった
エステル化木材は小さい圧縮応力で流動した

圧縮試験後の外観(上面図)



断面観察



細胞間すべりによる塑性流動を確認

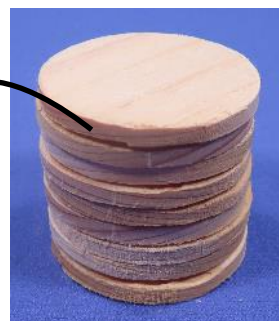
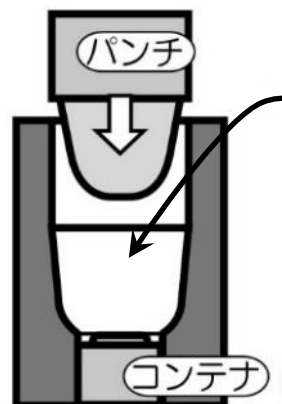
新技術：木質系材料の化学修飾による流動成形

【成形体の特徴】

成形体試作

後方押し出し成形

金型温度: 160 °C
パンチ圧力: 200 MPa

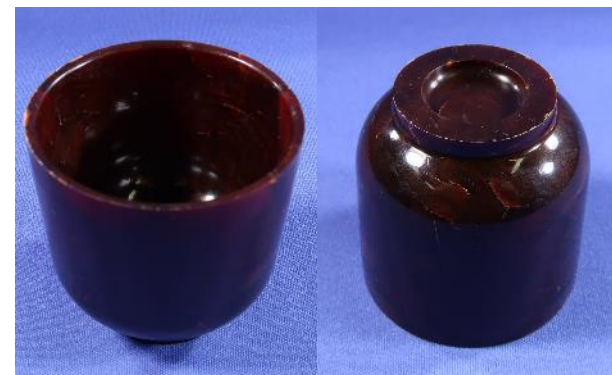


素材
(未処理木材の例)

成形体の外観



未処理木材



エステル化木材

適度な木質感(木目など)を維持

再成形性



お猪口成形品
(エステル化木材成形体)



板状成形品

再成形可能であることを確認

耐水性

接触角(θ)測定によるぬれ性評価
(水滴下60秒後)

未処理木材



$\theta = 0^\circ$

エステル化木材



$\theta = 67^\circ$

優れた撥水性を確認

実用化に向けた課題

- 現状技術では、エステル化処理に手間がかかる、試薬を多量に使用するなどの課題がある。
- コスト削減のための省エネルギー・高効率な化学処理プロセスの開発が必要。
- 成形体の長期的な形状・物性安定性の確認も必要。
- 流動成形用前処理として、エステル化以外の化学修飾についても検討中。

企業への期待

- 本技術を導入した新製品開発（特許使用）
- 本技術を核にした新技術開発（共同研究）
- 特に、バイオマス系素材（セルロースなど）の化学処理に関する開発を行っている企業との連携を希望

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 改質木材とその製造方法
並びにその成形体
- 出願番号 : 特願2019-526999
- 出願人 : 産業技術総合研究所
- 発明者 : 榎本有希子、三木恒久、
関雅子

お問い合わせ先(必須)

**産業技術総合研究所 中部センター
包括協定事務局**

TEL : 052-736-7370 FAX : 052-736-7403

Mail : chubu-houkatsu-ml@aist.go.jp

<https://www.aist.go.jp/chubu/ja/contact/index.html>