



テーマ名	流動・自己接着を利用した木質系粉末の三次元成形加工技術
組織名	国立大学法人 電気通信大学 大学院情報理工学研究科 機械知能システム学専攻 梶川 翔平 助教
技術分野	ものづくり、環境／有機化学／無機化学

### 概要

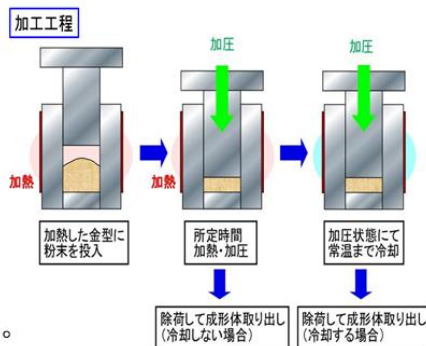
木材は一般的に成形性が悪く、複雑形状への加工は難しいとされています。また、木質チップにプラスチックなどの石油由来の添加剤を混ぜて流動性を高める技術（木質プラスチック、パーティクルボードなど）がありますが、廃棄時の環境汚染等が問題になっています。本研究では、天然の木質系粉末に、加熱および加圧処理によって流動性を高め、加圧後に冷却処理を行うことで、三次元を含む様々な形状に適応した木質成形品を製作する技術を開発しています。間伐材や廃材の利用も可能であり、生産性にも優れた技術です。本技術の実用化・活用に意欲的な企業を歓迎します。

### 簡略図

## 木質系粉末の流動・自己接着を利用した天然木材の三次元成形加工技術

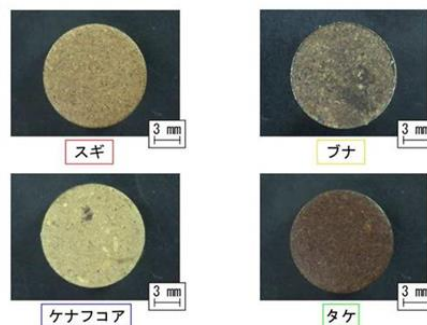
### 【加工プロセス】

- 加熱処理によって木質チップの流動性を高める。
- 流動性を上げたのち、加圧処理
- 加圧しながら冷却して固化させ、成形品を製作。



### 【成形品の特徴】

- 様々な木材の粉末、チップに適用可能
- 三次元を含む複雑な形状を成形可能
- 生産性に優れる。
- 木材を利用した様々な用途に適用可能



● 様々な材種において、自己接着した成形品を得ることが可能

### 背景



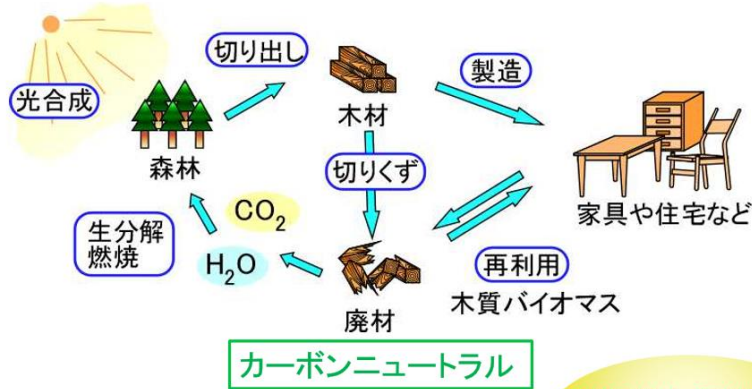
# オープンイノベーション推進ポータル

## 株式会社キャンパスクリエイト

昨今の様々な地球環境問題を背景に、石油系プラスチックの代替材料として、持続的利用が可能なカーボンニュートラルの特性を持つ木質系資源の有効利用が求められています。しかしながら、加工性が悪いことからその活用用途は限られています。

- 地球温暖化
- 化石由来資源の枯渇

→ 木質系資源に着目



積極的な有効利用  
が必要

- 焼却しても、大気中のCO2は増加しない
- 計画的な植林・伐採により、持続的利用が可能

一般的な木質系材料の加工としては、木工（除去加工）が挙げられますが、歩留まりや生産性が悪いという課題があります。また、変形加工を行う場合、木材の加工性が悪いため無理な加工を行うと割れてしまいます。そこで、木材チップや粉末に対し、添加剤として合成樹脂を混合させる方法もありますが、使用時や廃棄時の環境汚染が問題となっています。合成樹脂などを全く用いることなく、複雑形状の部品を成形することが可能となれば、1000%天然由来の木質材料の利用用途拡大につながると期待できます。

### 一般的な木質系材料の加工

	問題点
<b>木工（除去加工）</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 歩留まりが悪い</li> <li>● 生産性が低い</li> </ul>
<b>変形加工</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大変形は困難 →単純形状に限定</li> </ul>
<b>樹脂と混合（木質プラスチック）</b> 熱可塑性樹脂と木粉を混練 → プレス成形 射出成形 押出し成形	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 材料の半分以上は化石由来資源</li> </ul>

そこで本研究では、木材が本来有している流動性・自己接着特性を生かした新たな加工法を考案し、研究開発を進めています。本加工法により、安価かつ天然由来の木質系材料のみで、複雑な形状にも対応した成形品を製作することができます。



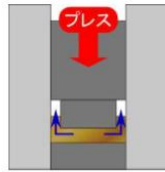
# オープンイノベーション推進ポータル

株式会社キャンパスクリエイト

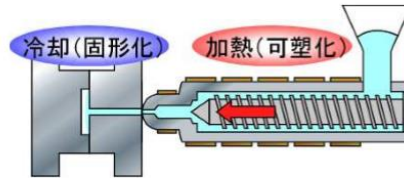
- 一般的な工業材料(金属・プラスチック)と同様の手法で加工するには **材料の可塑性**が必要

金属材料: 常温で塑性加工による大変形が可能

プラスチック: 加熱によって軟化し、成形可能



鍛造加工(後方押し)



射出成形



- 可塑剤として、化石由来の合成樹脂を用いると  
木質プラスチック(Wood plastic composite, WPC)

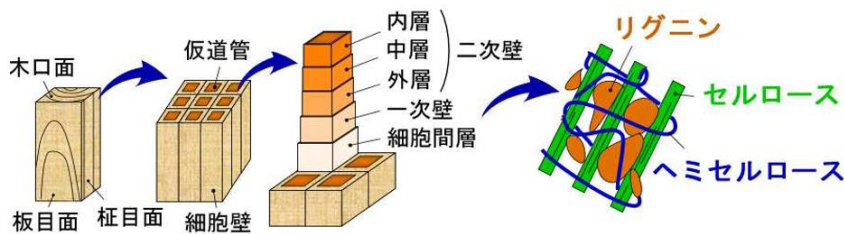
廃棄時の環境問題 木の風合いに欠ける

本研究の実用化および活用に意欲的な企業を歓迎します。

## 技術内容

本研究では、加熱によりリグニンを軟化、ヘミセルロースを加水分解させて流動性を高めた状態にし、粉末を流動させることによって、任意の形状に成形します。その後、冷却すると、リグニン・ヘミセルロースが固化されて粉末間が接着することによって、高密度な成形品を得ることができます。

- 木質系材料の持つ特性を生かし、材料を可塑化する。



水分の存在下で加熱 → リグニンが軟化  
ヘミセルロースが加水分解 → 流動性が発現

流動した材料を冷却 → リグニン・ヘミセルロースが固化 → 自己接着

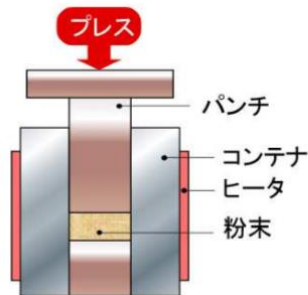
素材に対して予め水蒸気処理を施すと流動・自己接着特性は向上

具体的には、あらかじめ所定の温度に加熱した金型内に木質系粉末を入れて、加圧すると、木質粒子が、粒子間に存在する流動化成分(軟化したリグニン、ヘミセルロースの加水分解物、水分)によって滑り、材料全体が流動することになります。すなわち、流動化成分が潤滑剤の役割を担っていることになります。

スギ、ブナ、ケナフコア、タケなど様々な材料に適用可能です。



● 樹種の異なる4種類の素材を用いて、プレス成形による自己接着性評価



成形条件

粒度	φ 300 μ m メッシュパス
粉末含水状態	気乾状態 (含水率10%程度)
平均パンチ面圧	200 MPa
金型温度	200 °C

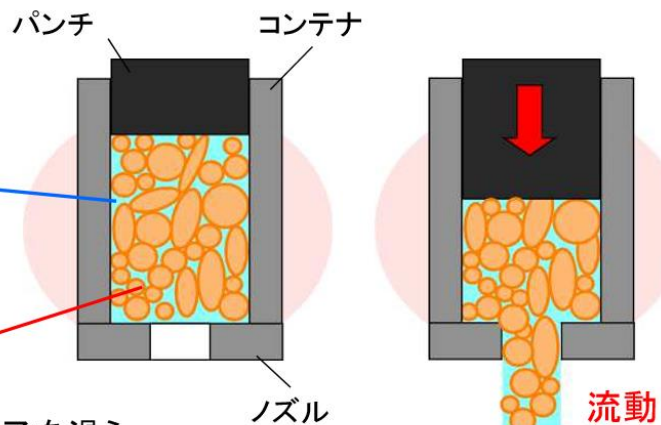
粉末化すると、

流動化成分

- 軟化したリグニン
- ヘミセルロースの加水分解物
- 水分

木質粒子  
(固体)

- 流動化した成分が粒子を滑らせることによって流動
- 冷却すると、粒子同士を接着



加熱

加圧

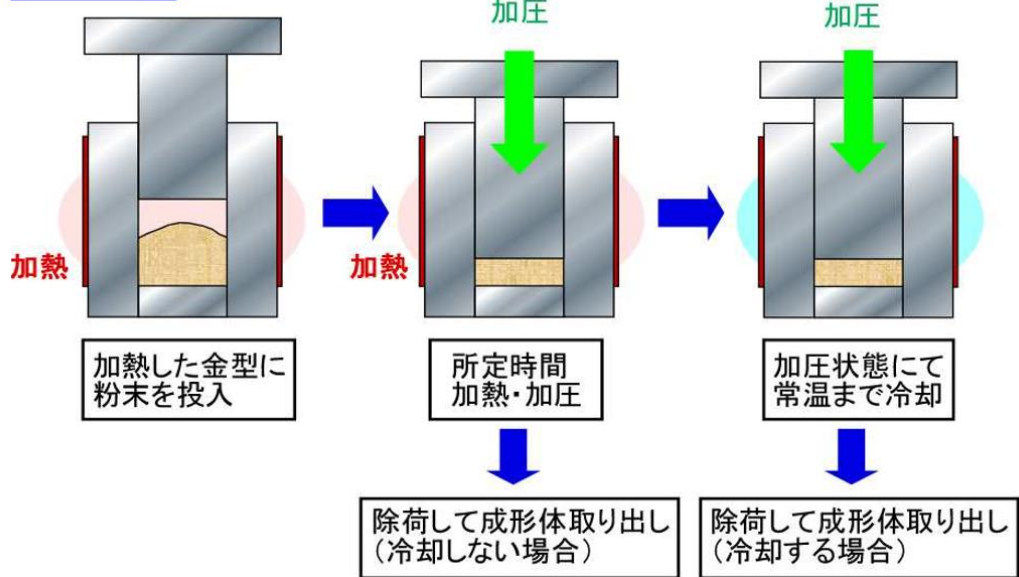
押出し加工の場合

木質系材料のみによって成形が可能

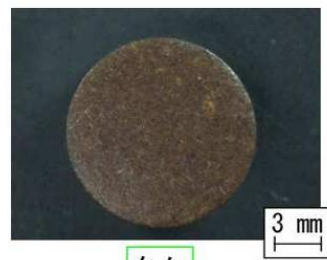
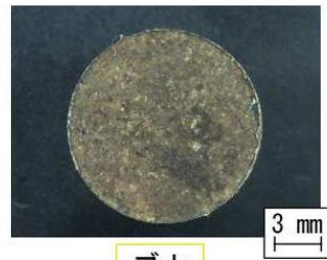
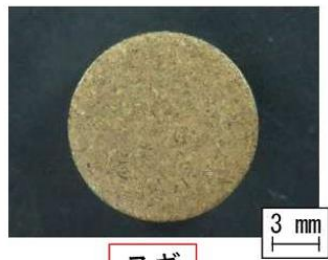




加工工程



下記のような成形品が製作できます。



● 様々な材種において、自己接着した成形品を得ることが可能



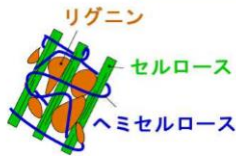
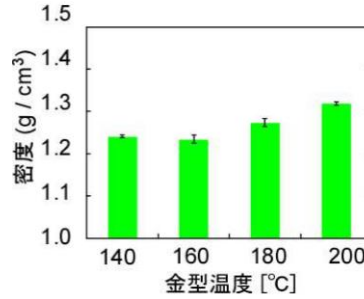
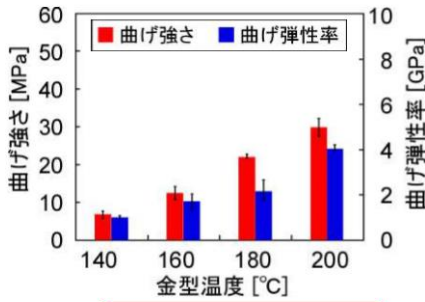
技術・ノウハウの強み(新規性、優位性、有用性)

1) 下記の通り、180℃～200℃で加工することで成形後に粉末同士が隙間なく接着し、高強度化することがわかっています。

金型温度の影響

● タケの場合

パンチ面圧:200 MPa 冷却無し  
加圧時間 :5分



180～200℃にてヘミセルロースの分解が活性化

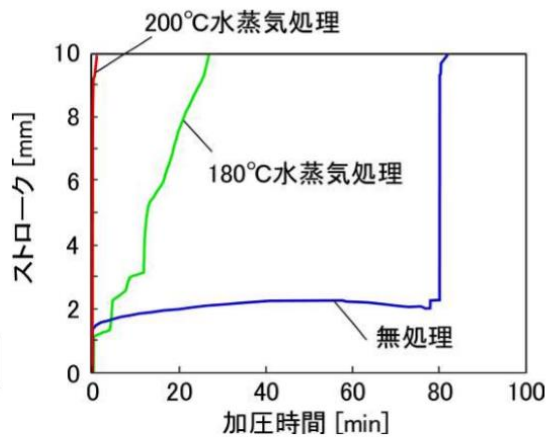
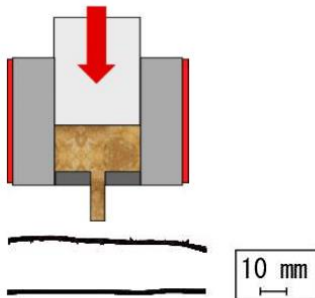


流動性向上により、粉末同士が隙間なく接着し、高強度化

また、成形前に木質系粉末に対して水蒸気処理を施しておくことによって、流動性が良くなるとともに、成形時において、短時間で粉末を流動化させることが可能です。

流動挙動

金型温度:200℃



- 木質系粉末は加熱・加圧によって流動する
- 水蒸気処理によって、流動化にかかる時間を短縮



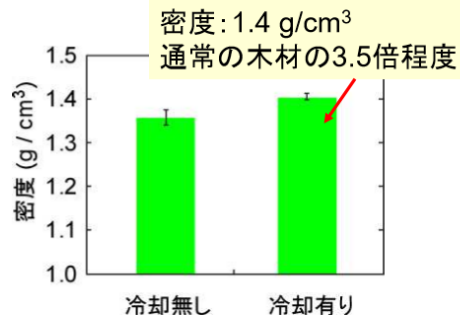
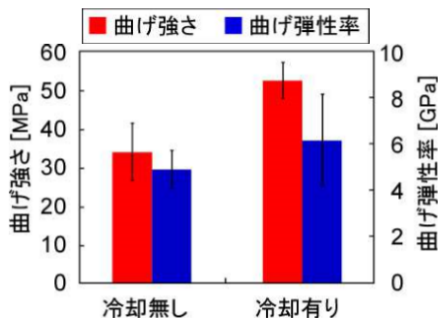
- 2) 素材の前処理の手間が少なくて済みます。(化学修飾やプラスチックとの混練は不要)
- 3) 製材によって多量に排出された端材や切りくず、形状の悪い材も原料として利用可能です。
- 4) 石油由来の材料は全く用いる必要がなく、環境に優しいです。
- 5) 高密度な成形品が得られます(通常の木材の3.5倍程度)
- 6) 小型かつ発熱量の高い燃料としての利用も期待できます。

プレスを掛けたまま冷却することによって、固形化されるため、空隙は発生せず高密度化(高強度化)することが分かっています。

### 冷却の影響

#### ● タケの場合

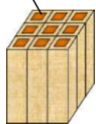
パンチ面圧:200 MPa 温度:200°C  
加圧時間 :10分



仮道管

曲げ強さ・曲げ弾性率

密度



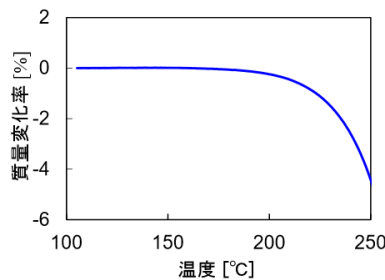
#### ● 木質系材料は中空構造

→圧縮によって高密度化し、高強度な成形品が得られる

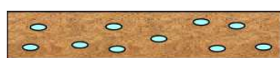
### タケ粉末の熱重量測定

180~200°C近傍から質量減少

糖類やヘミセルロースの加水分解物が揮発によって失われている



#### 冷却なしの場合



成分の揮発によって成形体内部に空隙が発生

→ 密度が低下

#### 冷却ありの場合



高圧状態のまま冷却し、固形化させるため、空隙は発生しない

→ 高密度化



### 連携企業のイメージ

本技術の活用・実用化を希望する企業を歓迎します。

例えば、以下に該当する企業へご提案可能です。

- 1) 木材を用いた事業を行っている企業。
- 2) プレス加工などを業務として行っており、新しい事業への取り組みに前向きな企業。
- 3) インテリア用品など木材を利用した製品を開発、販売している企業。
- 4) 他、本技術を活用した事業展開に意欲的な企業。

### 技術・ノウハウの活用シーン(イメージ)

木材を用いた成形品としてインテリア用品などで活用可能です。

形状が決定すれば大量生産にも適した加工法です。

### 技術・ノウハウの活用の流れ

研究室にてサンプルや加工機があります。サンプルを含めてご紹介いたしますので、お気軽にお問合せください。

### 専門用語の解説

#### 【カーボンニュートラル】

カーボンニュートラルは環境化学の用語で、直訳すればカーボン(炭素)、ニュートラル(中立)なので「環境中の炭素循環量に対して中立」という意味です。何かを生産したり、一連の人為的活動を行った際に、排出される二酸化炭素と吸収される二酸化炭素が同じ量である、という概念です。

### お問合せ先

下記から御問合せください。

<https://www.open-innovation-portal.com/university/wood-based-powder.html>