

東海生研 第2回セミナー
ウインクあいち 1003会議室
2025/9/4 (木) 林産部会 13:10~13:50



セルロース系バインダーを用いる バイオマス粉体の押出成形

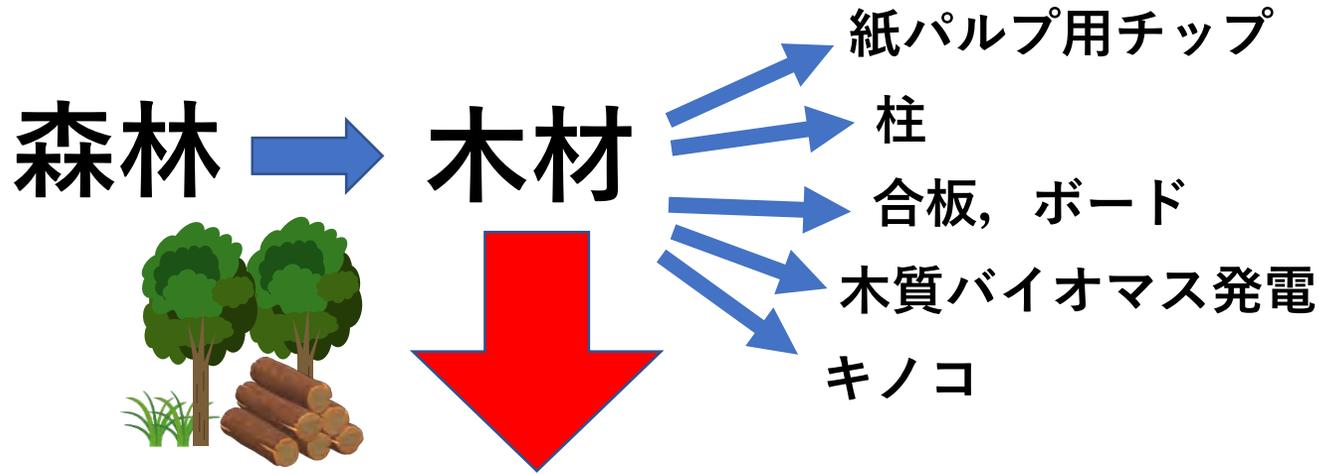
三重大学 大学院生物資源学研究所
木質分子素材制御学研究室 教授

野中 寛

(セルロース学会 東海・北陸支部長)
(昨年まで、木材学会 中部支部長)

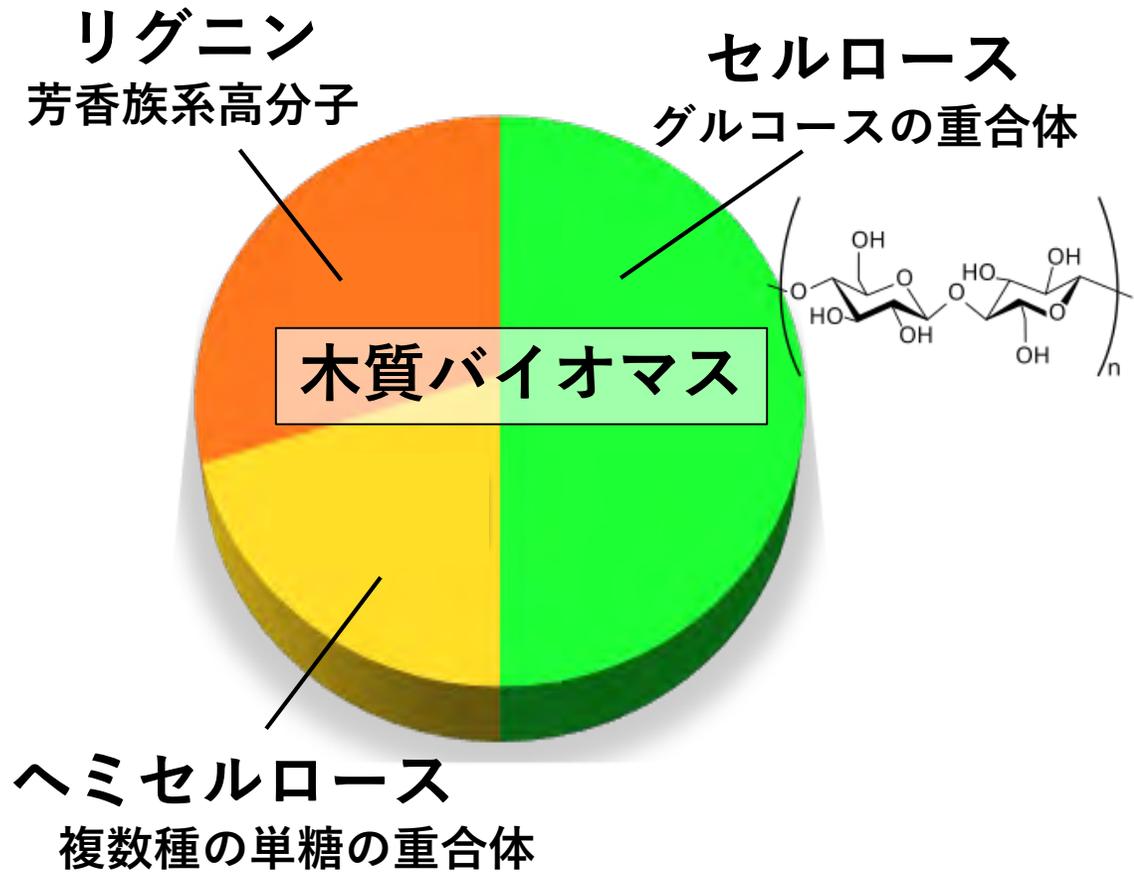
木材は、柱や紙を超える重要な再生可能炭素資源

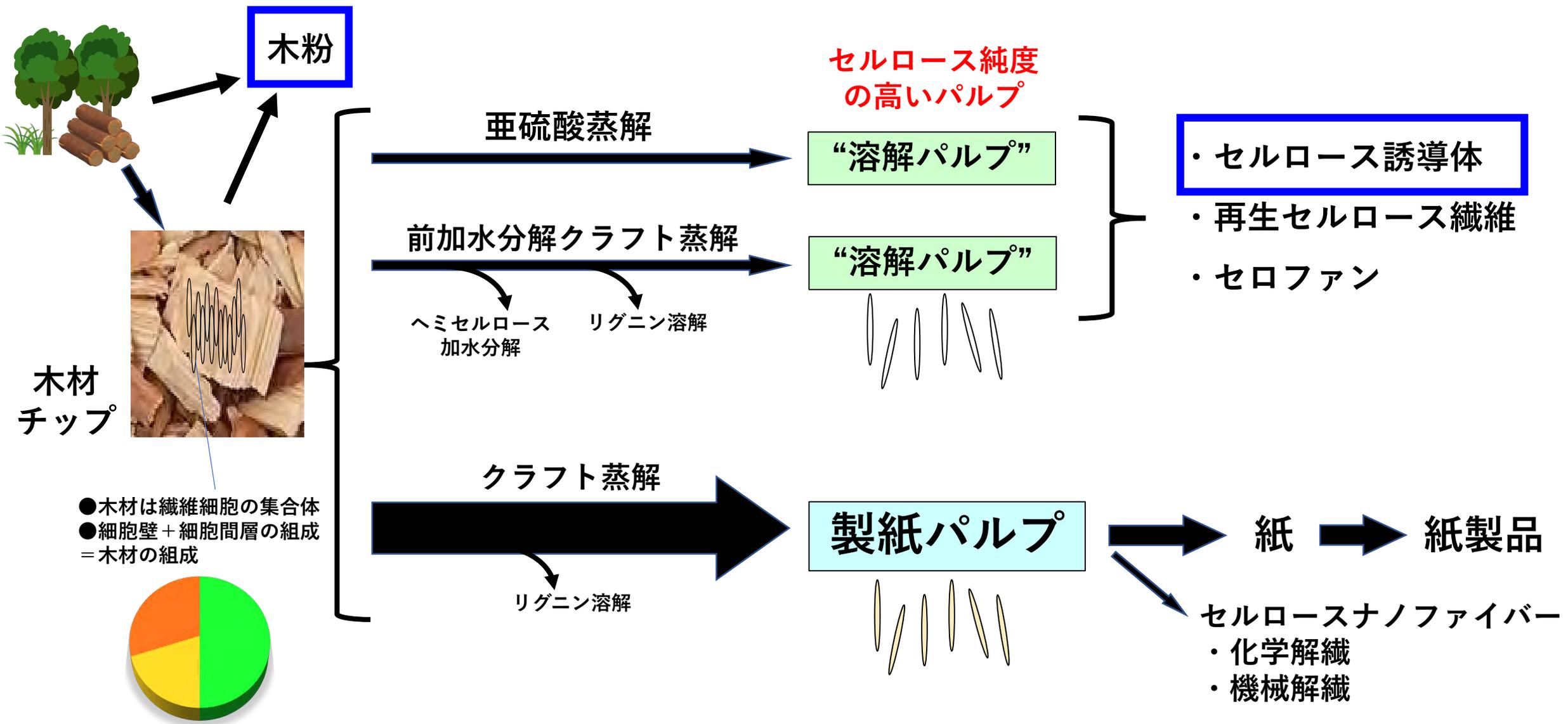
いかに全成分余すことなく使えるか



化学品, 素材, エネルギー

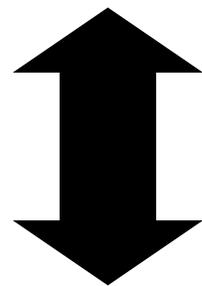
- ・ 工業出荷額 (令和5年) 3,617,749 億円
 - ・ 農業産出額 (令和4年) 90,010 億円
 - ・ 林業産出額 (令和4年) 5,807 億円
- (紙パルプ産業や住宅産業などは工業出荷額に)





プラスチックは石油から作られている。

- 石油は再生可能ではなく，有限な地下資源である。
- プラスチックは丈夫なので，環境中に残ってしまう。



バイオマス（木材，竹，サトウキビ，稲わら...木材チップ，木粉...）は，

- 再生可能資源であり，
- 地球上では生分解されるか，適切に蓄積されている。

当然，バイオマスの構成繊維（パルプ，紙）や構成成分（セルロース，ヘミセルロース，リグニンなど）も生分解され，あるいは，適切に蓄積されるはず。



European Commission - Press release

Single-use plastics: New EU rules to reduce marine litter

Brussels, 28 May 2018

使い捨てプラスチックは、代替品がある場合は禁止しましょう。

- **Plastic ban in certain products:** Where alternatives are readily available and affordable, single-use plastic products will be banned from the market. The ban will apply to **plastic cotton buds, cutlery, plates, straws, drink stirrers and sticks for balloons** which will all have to be made exclusively from more sustainable materials instead. Single-use **drinks containers** made with plastic will only be allowed on the market if their caps and lids remain attached;
- **Consumption reduction targets:** Member States will have to reduce the use of plastic **food containers and drinks cups**. They can do so by setting national reduction targets, making alternative products available at the point of sale, or ensuring that single-use plastic products



プラスチック綿棒



皿



ストロ



カトラリー



かき混ぜ棒



風船の棒



食品容器

ドリンク容器
カップ

対象製品 (A)	対象業種 (B)
<p>①フォーク ②スプーン ③テーブルナイフ ④マドラー ⑤飲料用ストロー</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●各種商品小売業（無店舗のものを含む。） ●飲食品小売業（野菜・果実小売業、食肉小売業、鮮魚小売業及び酒小売業を除き、無店舗のものを含む。） ●宿泊業 ●飲食店 ●持ち帰り・配達飲食サービス業
<p>⑥ヘアブラシ ⑦くし ⑧かみそり ⑨シャワーキャップ ⑩歯ブラシ</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●宿泊業
<p>⑪衣類用ハンガー ⑫衣類用カバー</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●各 ●を ●洗

2022年4月1日～

特定プラスチック使用製品事業者は、特定プラスチック使用製品の使用の合理化の取組を行うことにより、プラスチック使用製品廃棄物の排出を抑制することが求められる。

先行事例紹介

1. 飲食店やコンビニエンスストアなどで、木製スプーンや紙ストローを提供する。
2. テイクアウトの飲料の蓋をストローが不要な飲み口機能付きに変更する。
3. スプーンやフォークを有償で提供する。
4. 宿泊施設で、アメニティを部屋には置かず、必要な方はフロントに声をかけたりアメニティコーナーで受け取ることができるようにする。
5. クリーニング店でハンガーを店頭回収し、リユースまたはリサイクルを行う。

UNIQLO



<https://faq.uniqlo.com/articles/FAQ/100006176/?l=ja&fs=RelatedArticle>

McDonald



<https://www.mcdonalds.co.jp/company/news/2022/1004a/>
<https://www.mcdonalds.co.jp/sustainability/environment/plastic/>



Nestle Japan



https://www.holdings.toppan.com/ja/news/2020/11/newsrelease201105_1.html

Starbucks



<https://stories.starbucks.co.jp/ja/press/2022/pr2022-4680/>



— グループを挙げて 使い捨てプラスチック削減に向けた取り組みを加速 —
カトラリーを紙・木に切り替え、店頭回収ペットボトルがトップバリュ商品に！

1. 無料配布カトラリー類を紙・木製に切り替え

2022年3月から順次、イオンの主要なグループ店舗で無料配布しているストロー・カトラリー類を、プラスチック素材から紙や木などの環境配慮型素材へ切り替え、年間で約150tのプラスチックを削減します。



<切り替え計画の例>

社名	対象店舗数	主な「無料配布カトラリー類」の例*		
		紙製ストロー	木・紙製スプーン	木・紙製フォーク
イオンリテール㈱	全店（約360店舗）	切り替え済み	2022年3月から順次	
イオン北海道㈱	全店（165店舗）	2022年4月1日から順次（一部の店舗で先行して切り替え）		
イオン九州㈱	全店（247店舗）	2022年4月1日から順次（一部の店舗で先行して切り替え）		
イオン琉球㈱	全店（57店舗）	2022年4月1日から順次		

※「無料配布カトラリー類」の取り扱い種類は店舗により異なります。

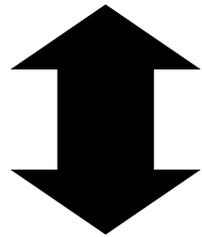


<https://www.ana.co.jp/ja/gb/offers-and-announcements/ana-future-promise/resources-2021-10-18-01/>

https://www.aeon.info/news/release_35408/

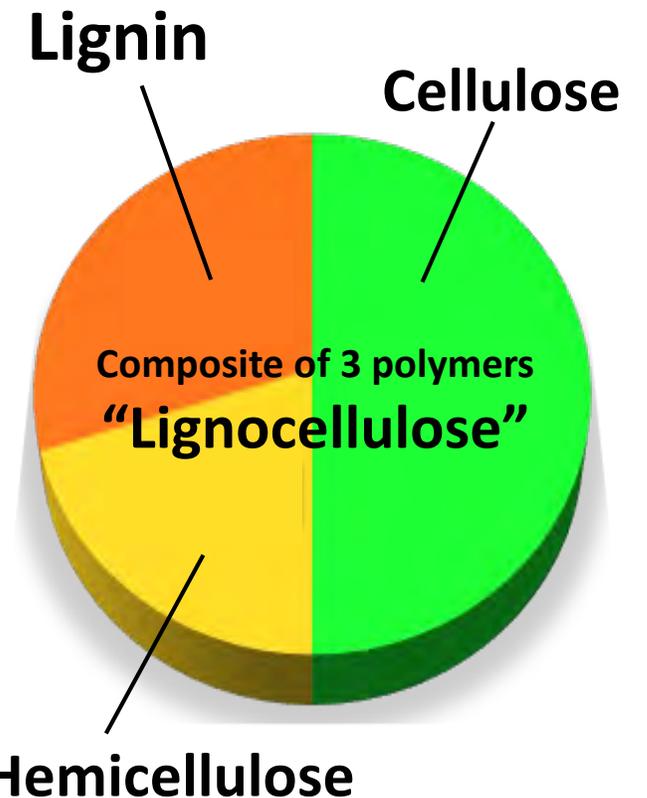
しかし、この程度のものしか作れないのか？

プラスチックは熱可塑性があり，様々な方法で成形可能である。
例：射出成形，押出成形，ブロー成形，真空成形，圧縮成形...

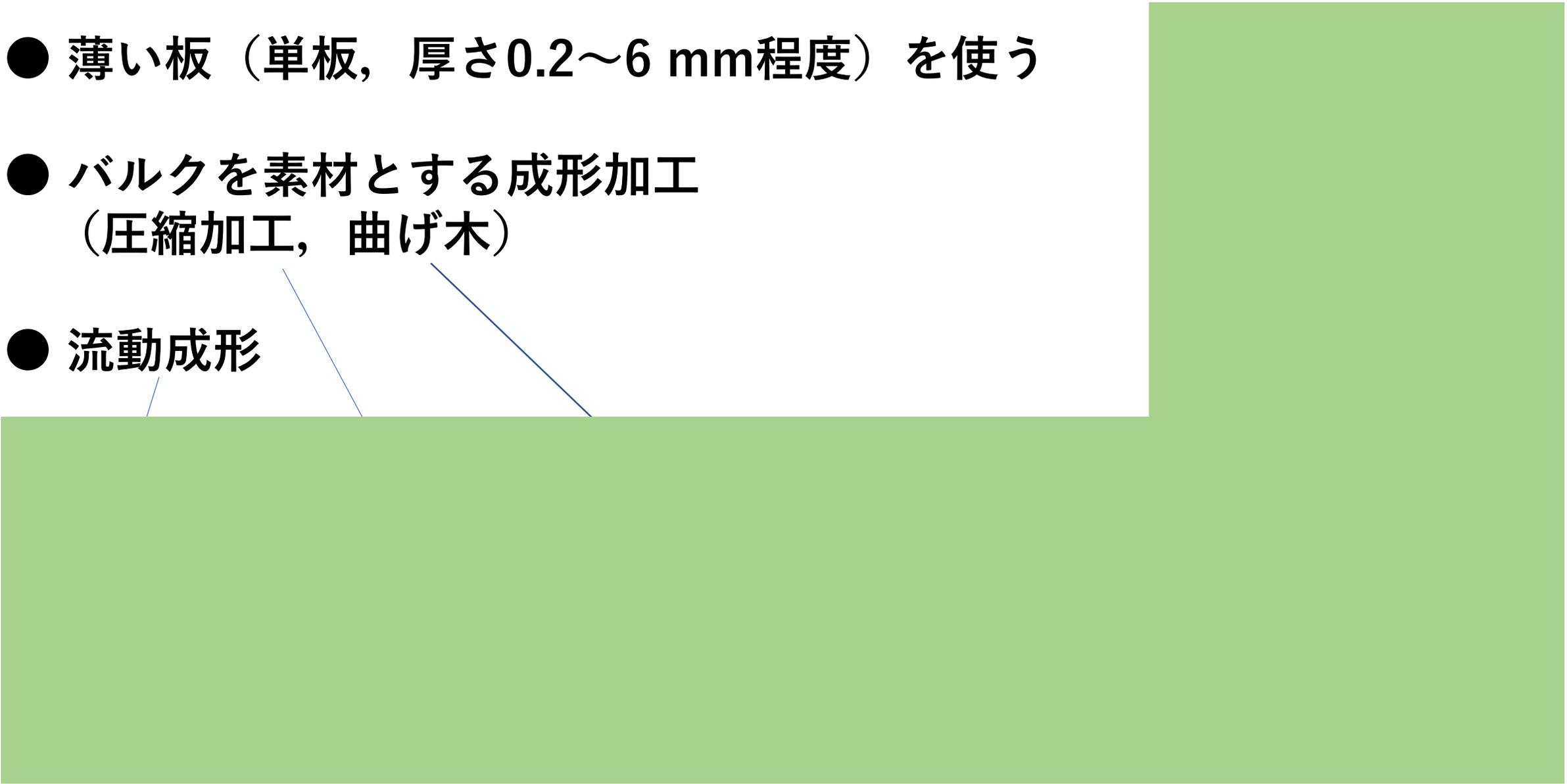


バイオマスは熱可塑性はなく熱分解。

- 木材は，熱可塑性がなく，切削，接着等によりモノづくりを行う材料（木工品等）
- 紙も，熱可塑性がなく，切る，折る，巻く，貼るなどによってモノをつくる。



➡ プラスチックのように成形できない。

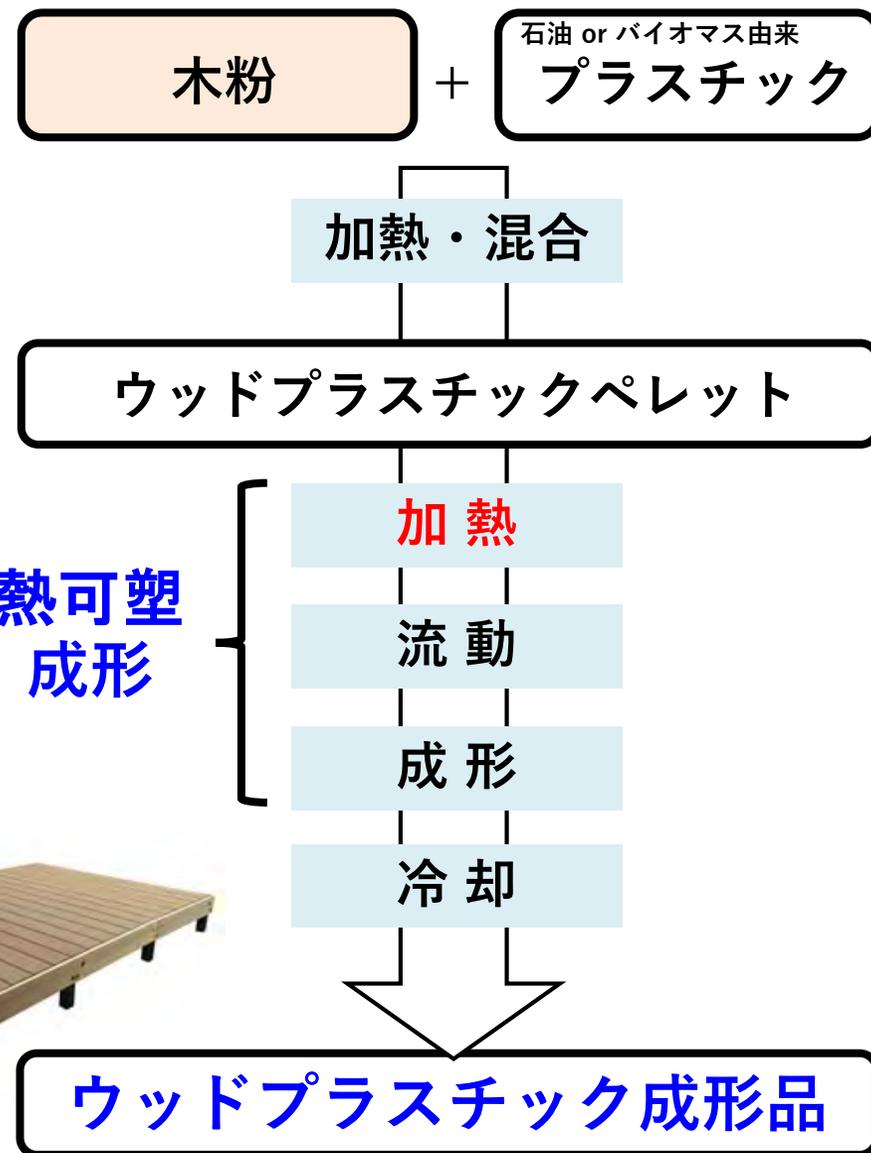
- 薄い板（単板，厚さ0.2～6 mm程度）を使う
 - バルクを素材とする成形加工
（圧縮加工，曲げ木）
 - 流動成形
- 

唯一普及している木質成形品が、
ウッドプラスチック 「人工木材」
(WPC, wood-plastic composite)

「木粉+プラスチック」により成形性を
だしているが、プラスチックに依存した
材料である。

1. 熱可塑性かつ(海洋)生分解性のバイオ
マスプラスチックを開発 → プラスチック
製品にもウッドプラスチック用にも使える。

2. 石油に依存しない新しいバイオ
マスの成形法を開発する



循環型製品・システム市場化開発調査報告書 平成15年度

F. **木質廃棄物と植物由来のデンプン系バインダーとの混合による家具・装備品及び
に日用雑貨品等の押し・射出成型品の開発**（ワタナベ工業株式会社）

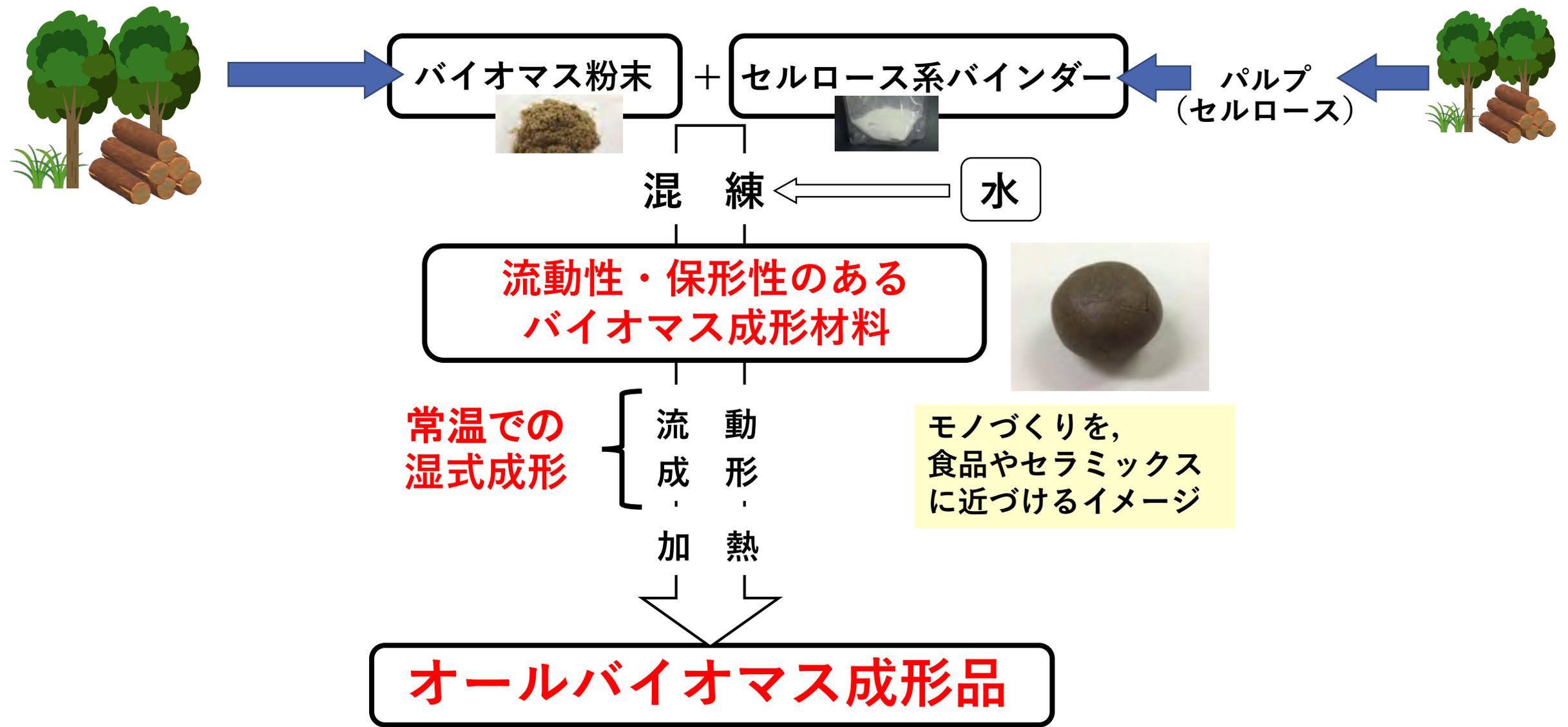
<https://dl.ndl.go.jp/view/prepareDownload?itemId=info%3Andljp%2Fpid%2F1285740&contentNo=7>

8. 市場性評価

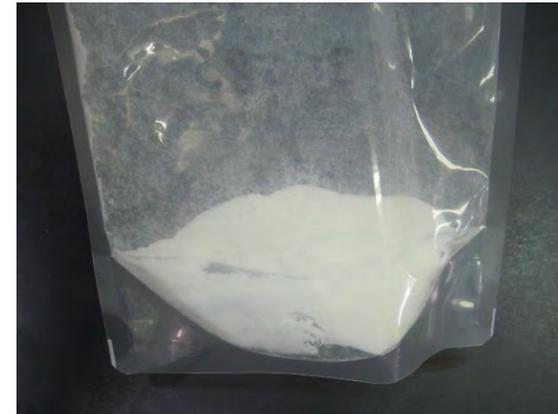
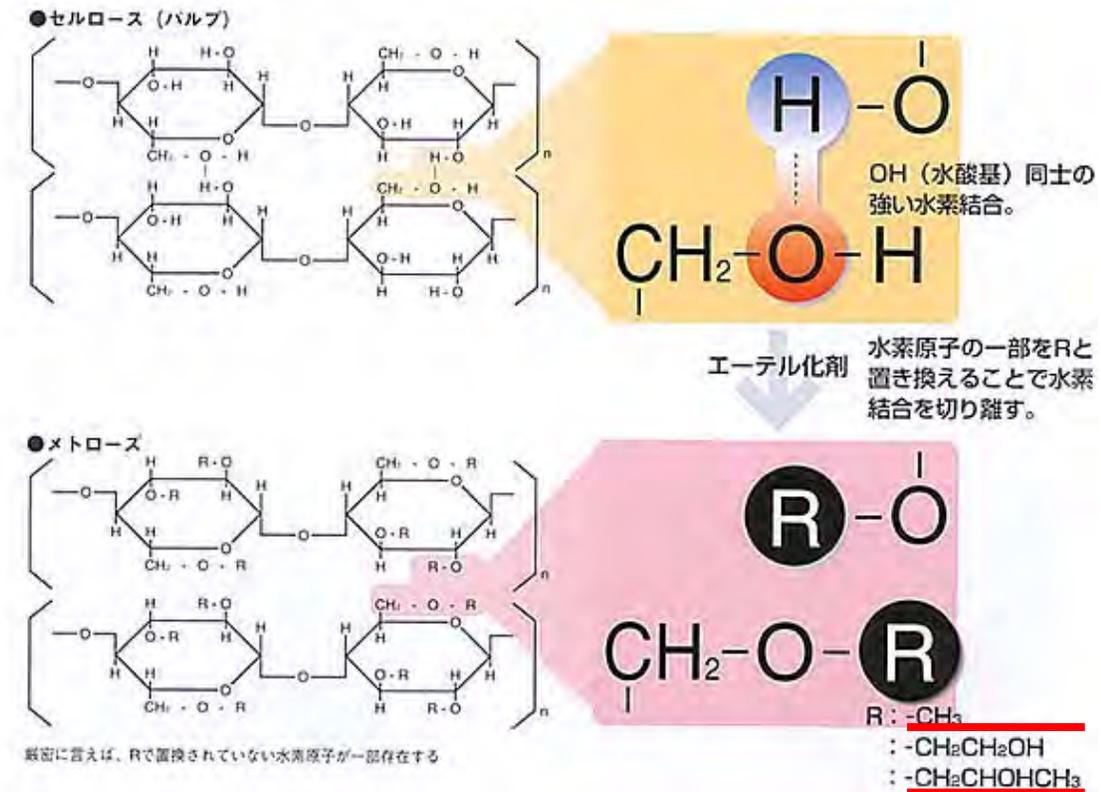
（1）エコプロダクツ2003出展評価

木粉を原料にした展示は、積水化学、カネソウ、アステージ、東京ペレット等数社あったが、オール天然素材のものは当社のみであった。**製品の80%が木で20%がデンプン系との説明には、皆さん驚かされていた。**複雑な形状の異型押し品が注目された。

「プラスチックを使わず，天然系増粘剤としてデンプンではなくセルロース誘導体を用いる」



Hydroxypropyl Methyl Cellulose "HPMC" -METOLOSE® (信越化学工業株式会社)



メトロース®

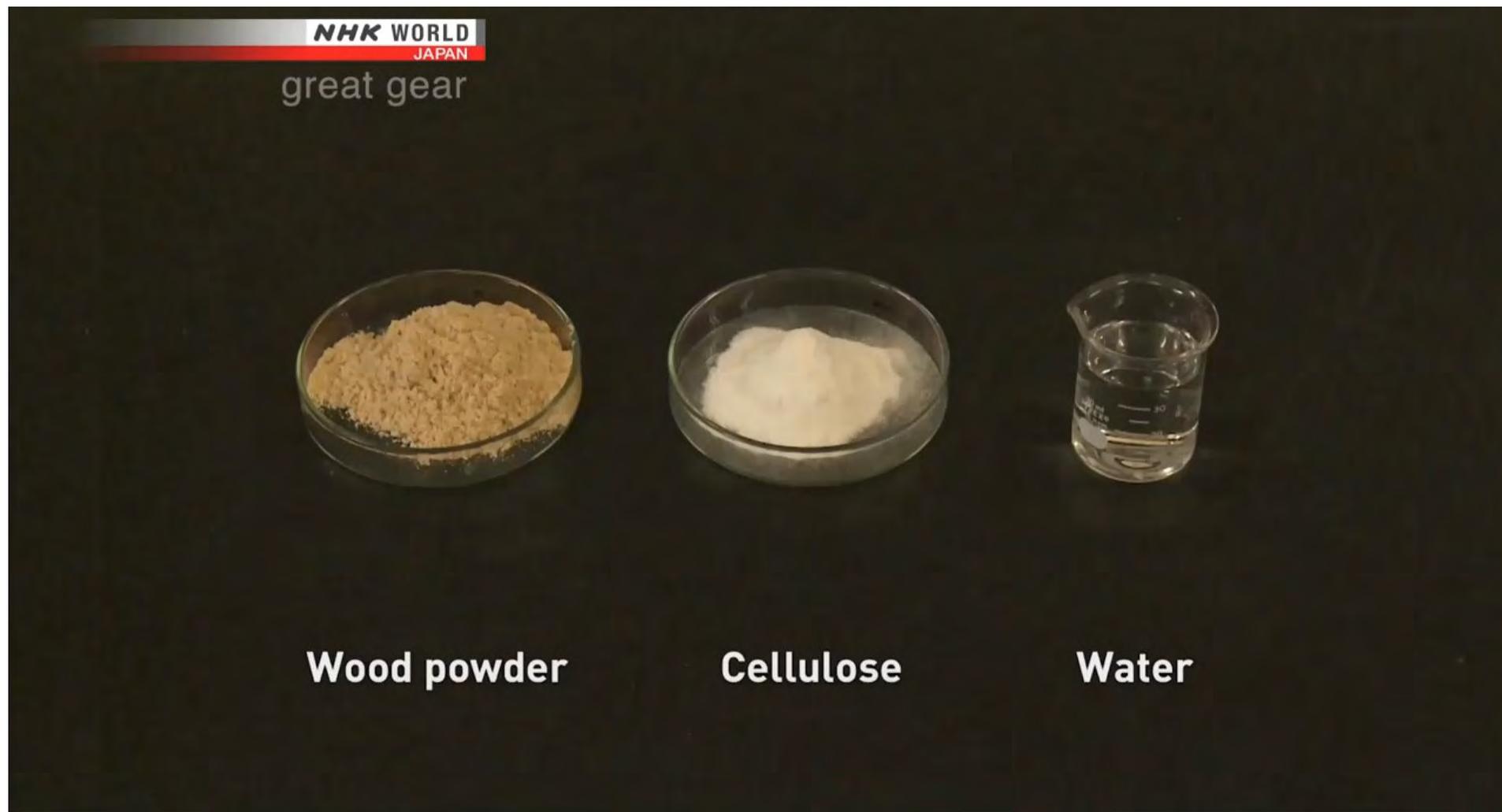
- 粘性
- 熱ゲル化
- 界面活性
- 保水性
- 保形性

メトロース® 90SH-4000

メトロース®の代表的な品種



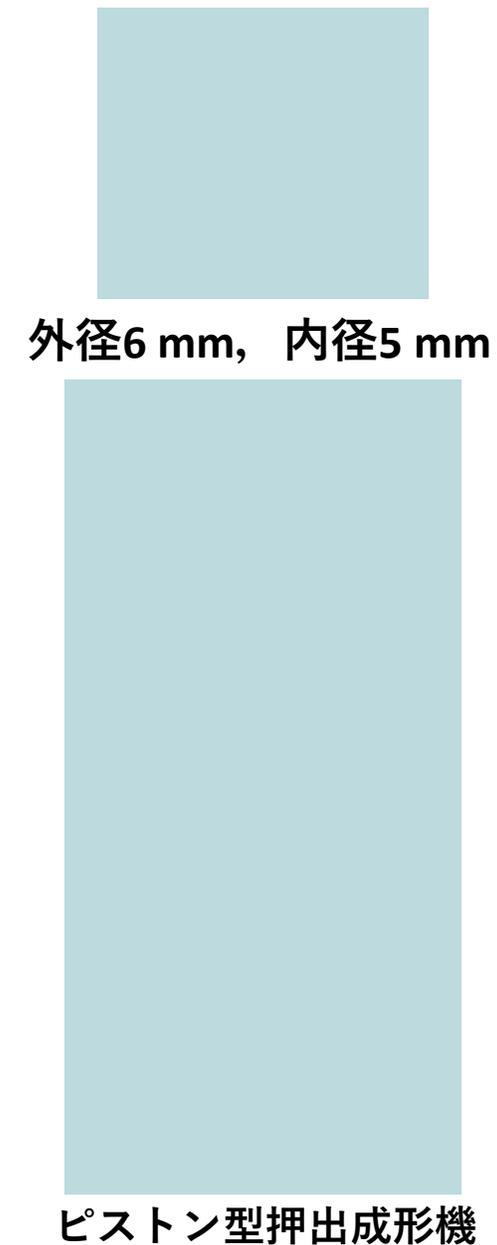
海洋プラスチック問題解決のための取組として全世界に放映





Spent coffee grounds

Matsuoka and Nonaka, *Japan Tappi Journal*, 74(5), 516-524 (2020)
Nonaka, *Glycoforum*, 26(6), A22 (2023)



G20 環境・エネルギー関係閣僚会合で「カンナ削りの木のストロー」が採用 木のストローが廃プラの削減にイノベーションを起こす

～ 木の特性を活かした焼印入りの特別仕様で3,000本提供 ～

株式会社AQ Group 2019年6月18日 15時30分



木造注文住宅の株式会社アキュラホーム（本社：東京都新宿区、代表取締役社長：宮沢俊哉）が開発した、世界初「カンナ削りの木のストロー」が、国内各地で開催されているG20閣僚級会合で採用され、世界中から注目されています。5月の「G20新潟農業大臣会合」に始まり、「G20茨城つくば貿易・デジタル経済大臣会合」「G20福岡財務大臣・中央銀行総裁会議」に続いて、6月15日、16日に長野県軽井沢町で開催された「G20持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する関係閣僚会合」でも採用されました。

●プラスチックストローに代わる新たな代替品であり、環境問題を解消するアイテムとして評価

G20持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する関係閣僚会合では、本会議場の要人・随行員、プレス向けに2,000本が提供されました。本会議の主要な議題の一つには、海洋プラスチックゴミの削減が挙げられています。木のストローは、プラスチックストローに代わる新たな代替品であり、海洋・森林・資源の問題を解消する糸口になるアイテムとして評価いただき、採用が決まりました。また、今回は木ならではの特性を活かし、“G20 Karuizawa Wood Straw AQURAS”と焼印を施した特別仕様としました。



トランプ米大統領の
「紙ストロー廃止！プラスチックに戻す！」
に対してコメントを求められる。

- フジテレビ「イット！」（2025/2/10）
- 日本テレビ「news zero」（2025/2/11）
- TBS「Nスタ」（2025/2/12）
- FMラジオ番組 JFN「OH! HAPPY MORNING（ハピモニ）」（2025/2/19）
- 東京MXテレビ「堀潤激論サミット」（2025/2/26）



<https://www.fnn.jp/articles/-/827049>



**使用には一定の耐水性も重要
強度・海洋崩壊性とのバランス**

2019年度 NEDO 「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム」 に採択

E <次世代材料技術分野>

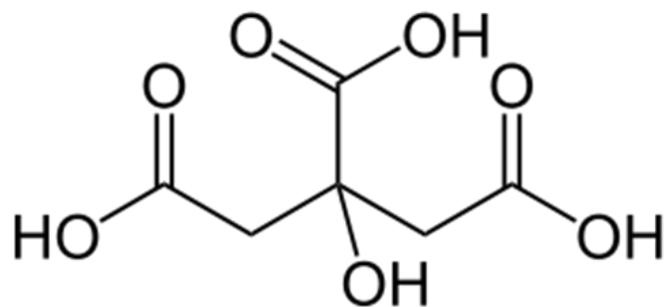
I-E1 海洋プラスチックごみ問題を解決する海洋分解性プラスチックの技術開発

「**海洋環境調和型オールバイオマス成形品の研究開発**」 (研究代表者：野中 寛)

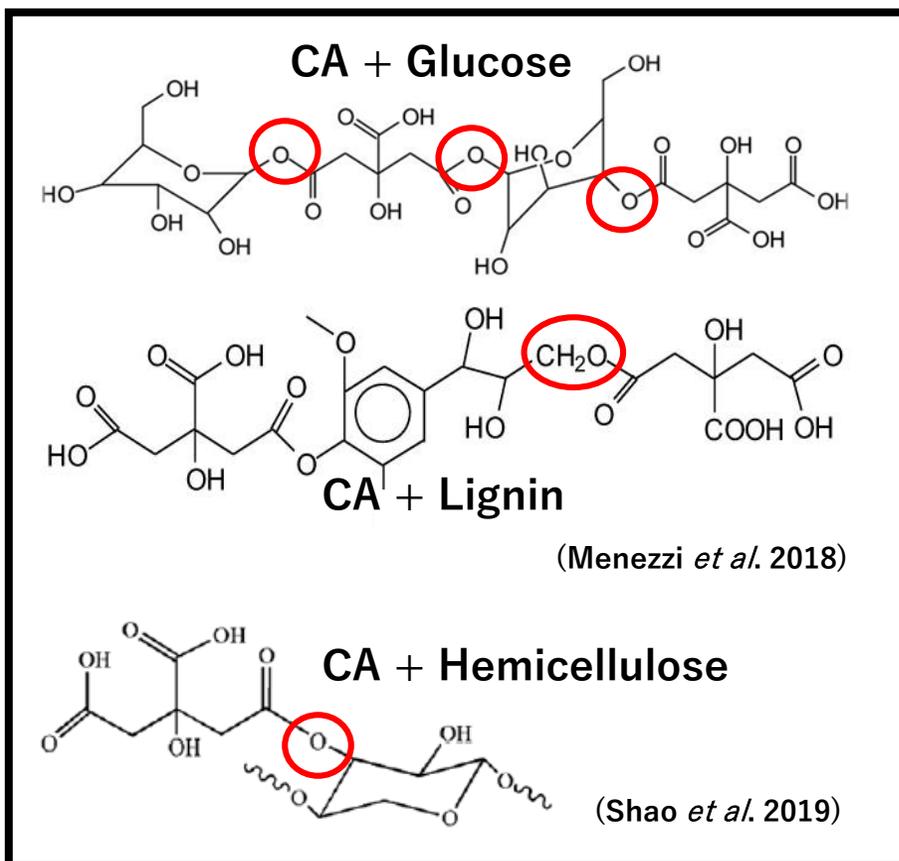
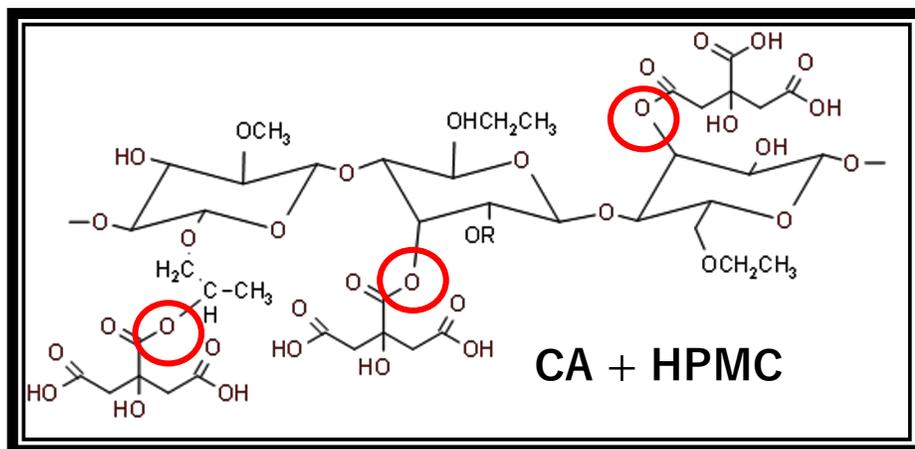
2022年度 環境省 「環境研究総合推進費 新規課題」 に採択

「**セルロース誘導体を助剤とするバイオマス粉末押出成形・耐水化システムの確立**」

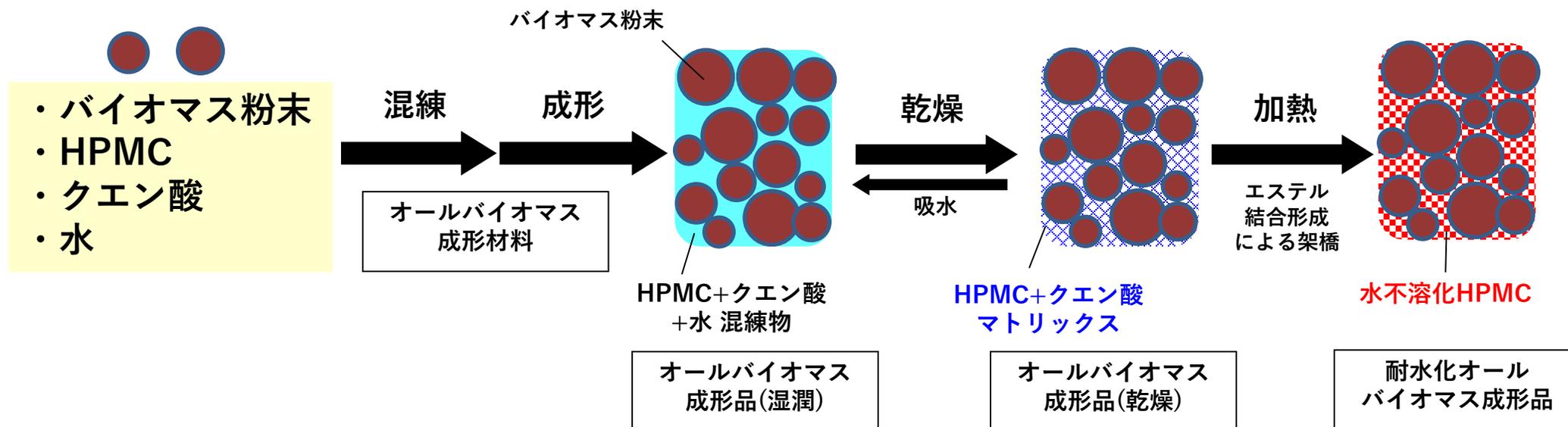
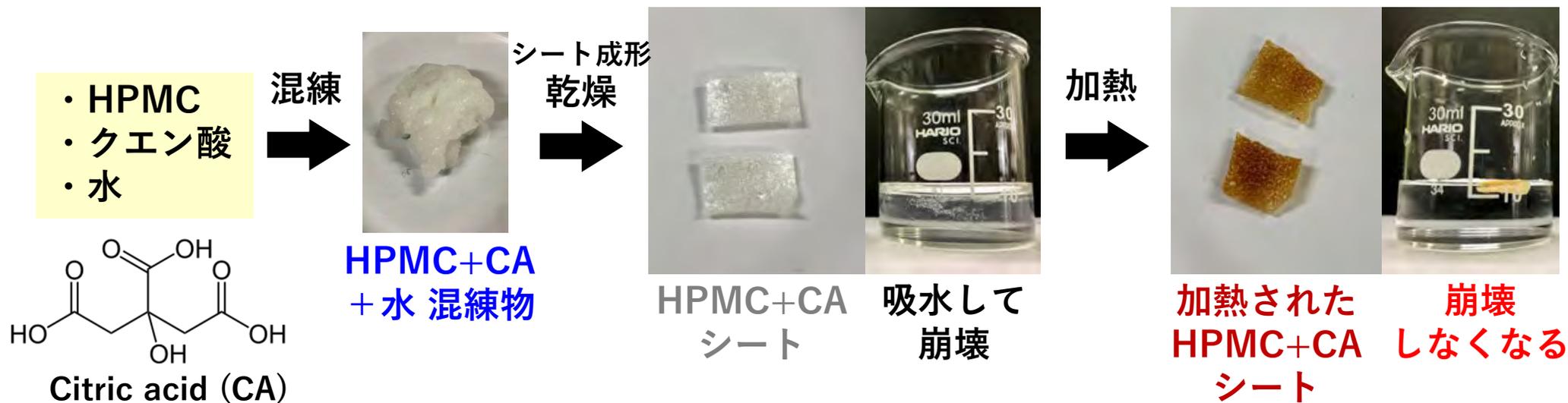
(研究代表者：野中 寛)



Citric acid (CA)

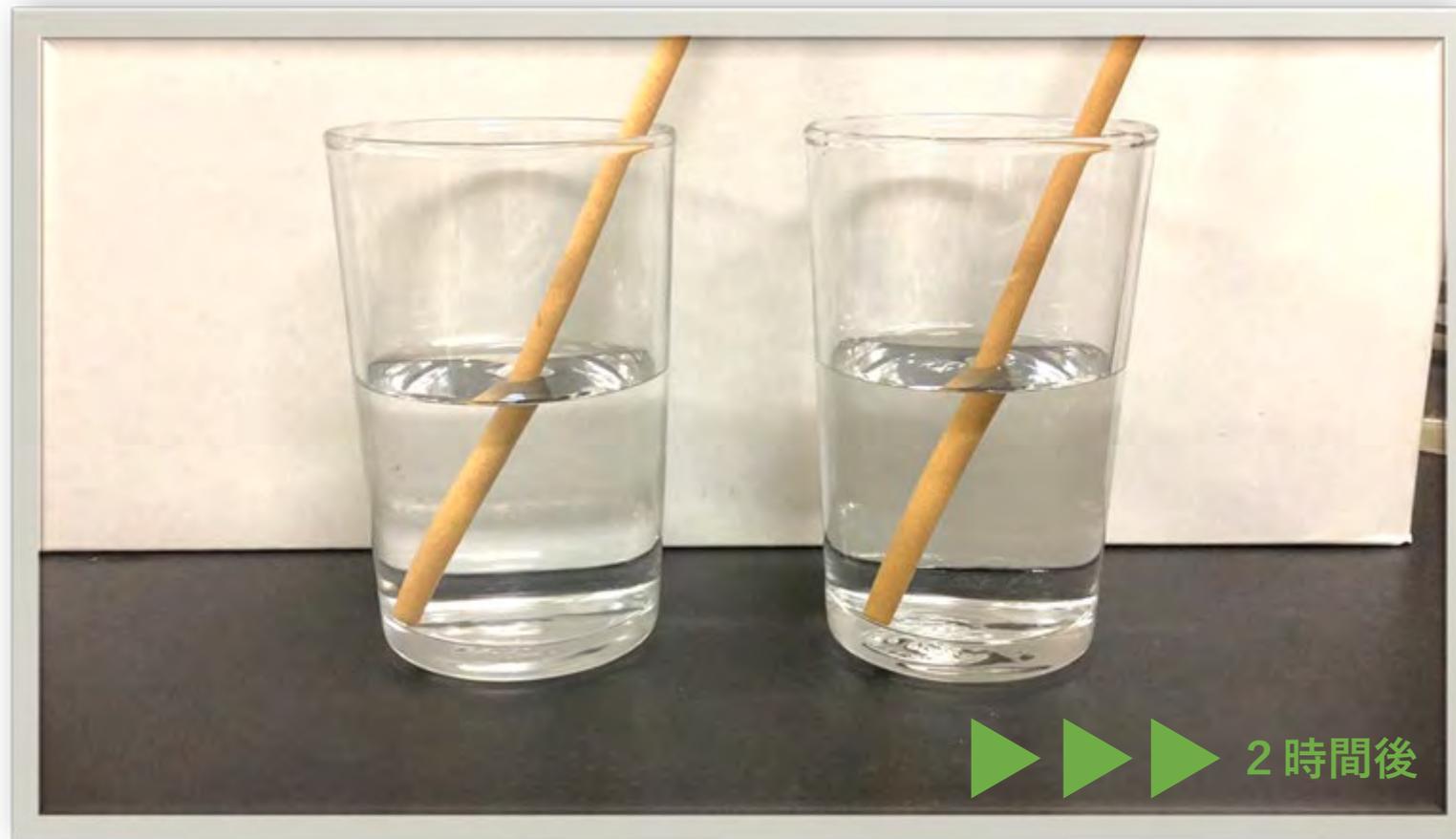


原料にクエン酸を添加 → 混練 → 成形 → 加熱 (HPMCの架橋を期待)



ウッドストロー
(2018)

現在



“実使用に必要な十分な耐水性”

“環境調和性”



- セラミックスの押出成形に使う成形機がバイオマス粉末にも流用できた。
- 連続安定的なシート成形により，研究用の良質なサンプルが得られる。
- 工業生産の見通しも明るい。





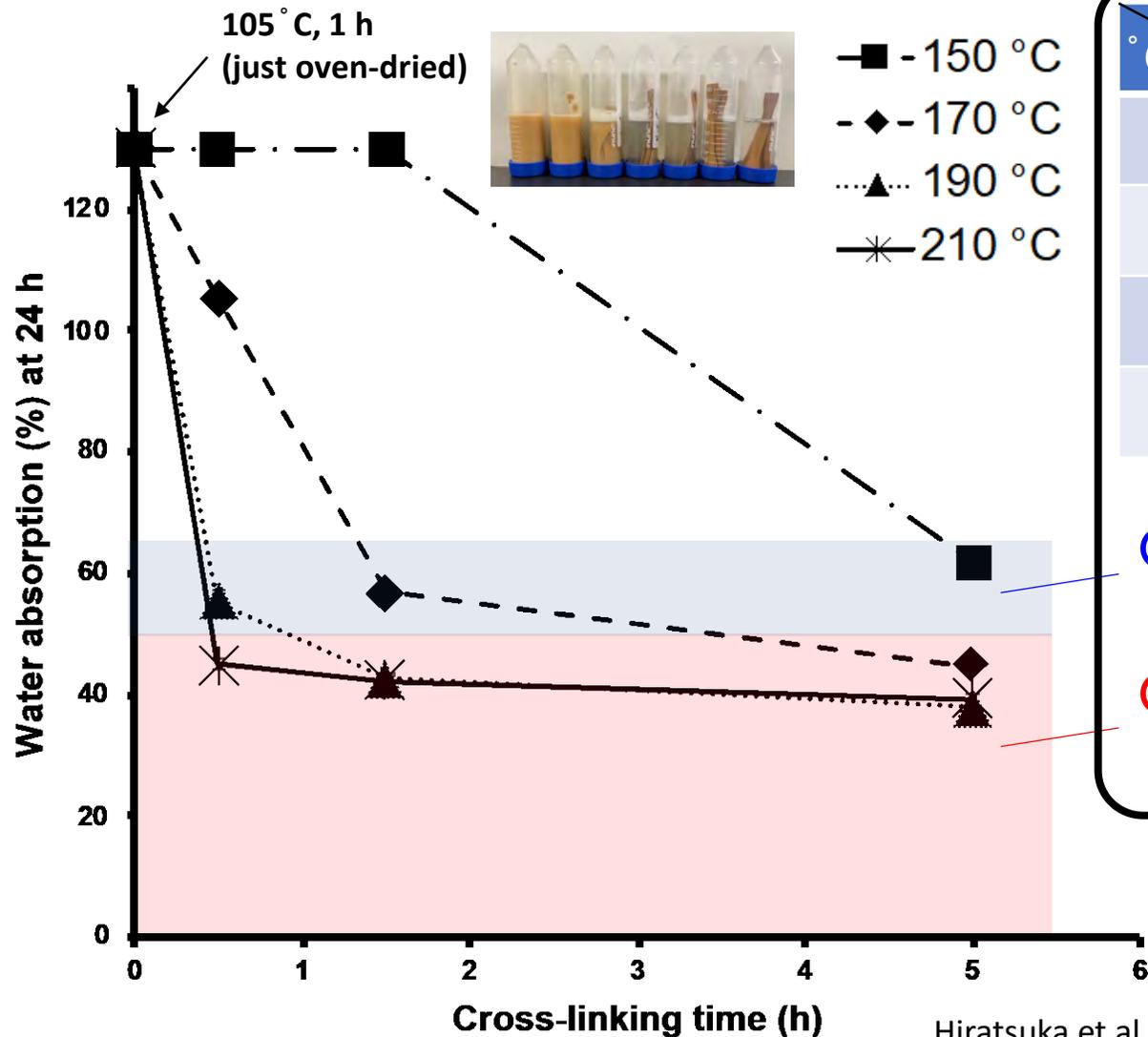
Wood	HPMC	CA
8	2	0.5

91 μm pass

架橋のための加熱条件

Temp. (°C)	Time (h)
105	1 (oven drying)
150	0.5, 1.5, 5
170	0.5, 1.5, 5
190	0.5, 1.5, 5
210	0.5, 1.5, 5

Water absorption after 24 h in water



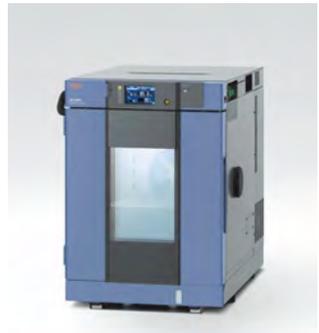
°C \ h	0.5	1.5	5
150	×	×	○
170	△	○	○
190	○	○	○
210	○	○	○

○ ほぼ不溶化 (吸水率 50~65%)

○ 水に不溶化 (吸水率 < 50%)

Moisture adsorption (%) after conditioning at 70 °C, 90%RH (Relative humidity)

°C \ h	0.5	1.5	5
150	13.6	13.4	12.6
170	12.8	12.2	11.8
190	11.5	10.9	10.7
210	10.5	9.9	9.3



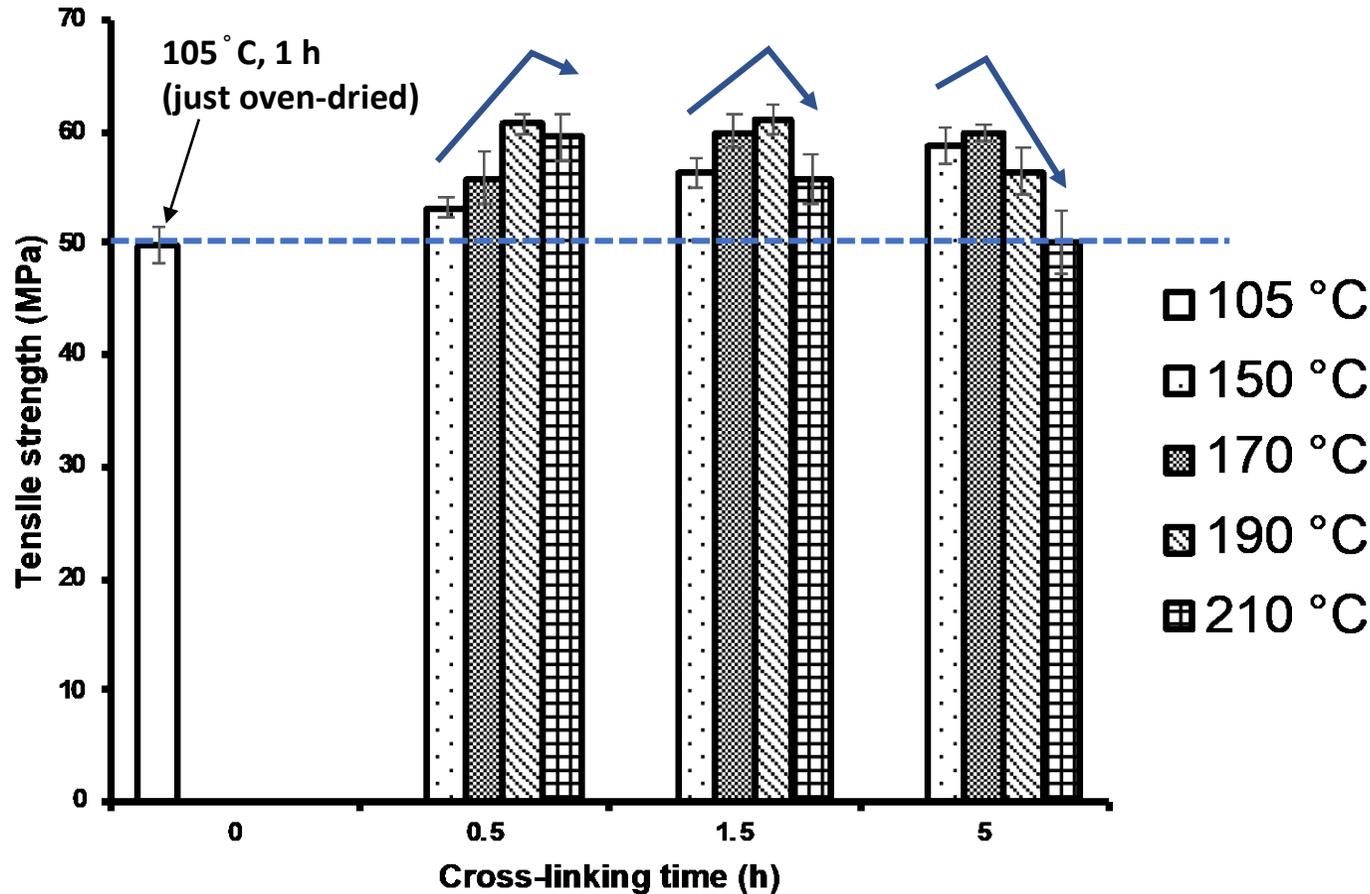
Environmental Test Chamber (SH-241, ESPEC)

°C \ h	0.5	1.5	5
150	×	×	○
170	△	○	○
190	○	○	○
210	○	○	○

○ ほぼ不溶化 (吸水率 50~65%)
 ○ 水に不溶化 (吸水率 < 50%)

– 厳しい加熱（高温，長時間）を行うと，シートの平衡含水率が減少した。
 – HPMC-クエン酸間の脱水縮合（架橋）によるOH基の減少に基づくものと推定。

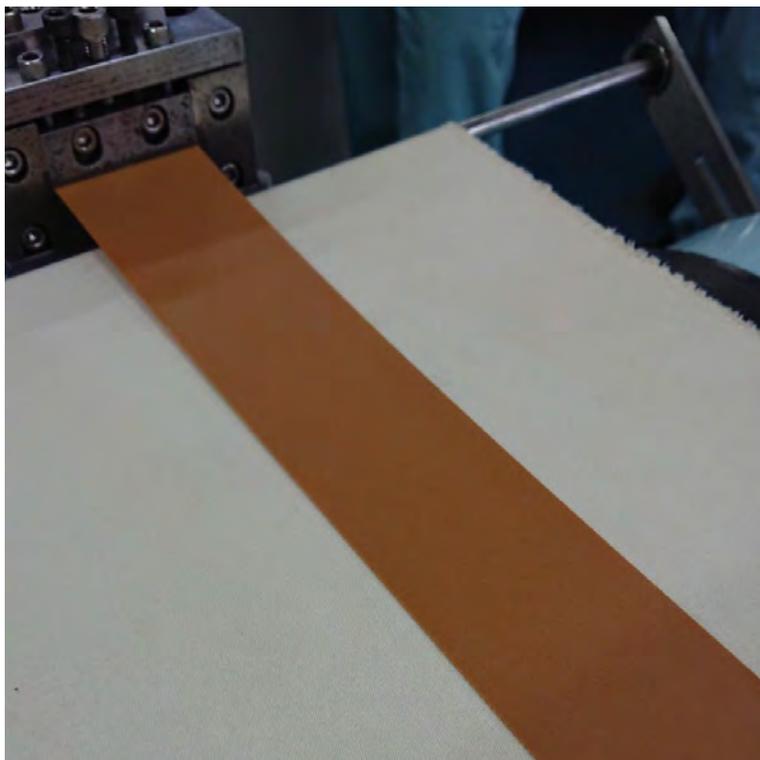
Tensile strength after conditioning at 70 °C, 90%RH (Relative humidity)



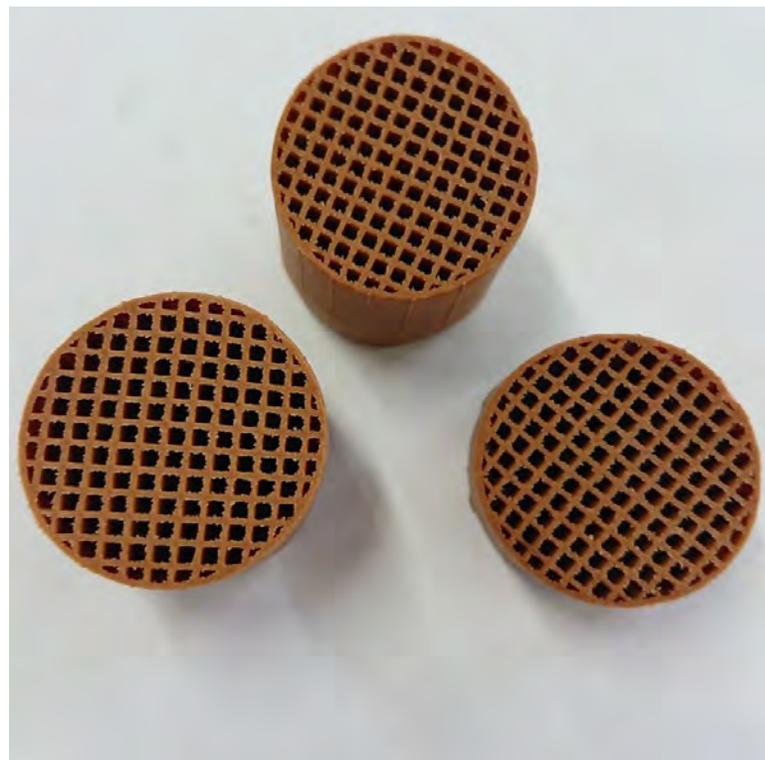
°C \ h	0.5	1.5	5
150	×	×	○
170	△	○	○
190	○	○	○
210	○	○	○

○ ほぼ不溶化 (吸水率 50~65%)
 ○ 水に不溶化 (吸水率 < 50%)

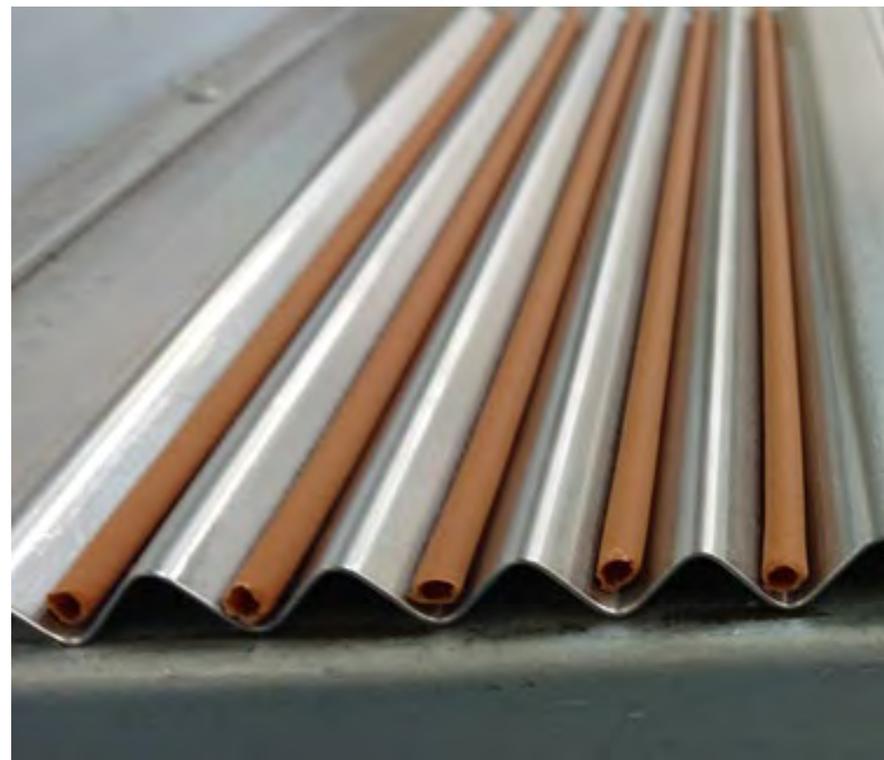
- 加熱・架橋したシートは、引張強度が多少増大した。平衡含水率の低減が原因？
- 厳しい加熱により引張強度が減少していた。HPMCの低分子化が原因と推定。



シート
ボード



丸ハニカム
角ハニカム



チューブ
丸棒
角棒

木質粉体の湿式押出成形

三重大学 木質分子素材制御学研究室(三重県)



● ソーシャルデザイン部門 ▲ 調査・研究分野 —— 調査・研究の新領域、その他/異分野視点による調査・研究

木質粉体に水溶性セルロース誘導体を添加すると、湿式押出成形が可能となり、成形後乾燥によりオール木質成形品が得られる。セラミックスに用いる真空混練押出成形機を流用してシート、ハニカム、板、チューブ等の大量連続成形、クエン酸内添による成形品の水不溶化にも成功しており、新たな木材成形技術として期待される。

評価のポイント

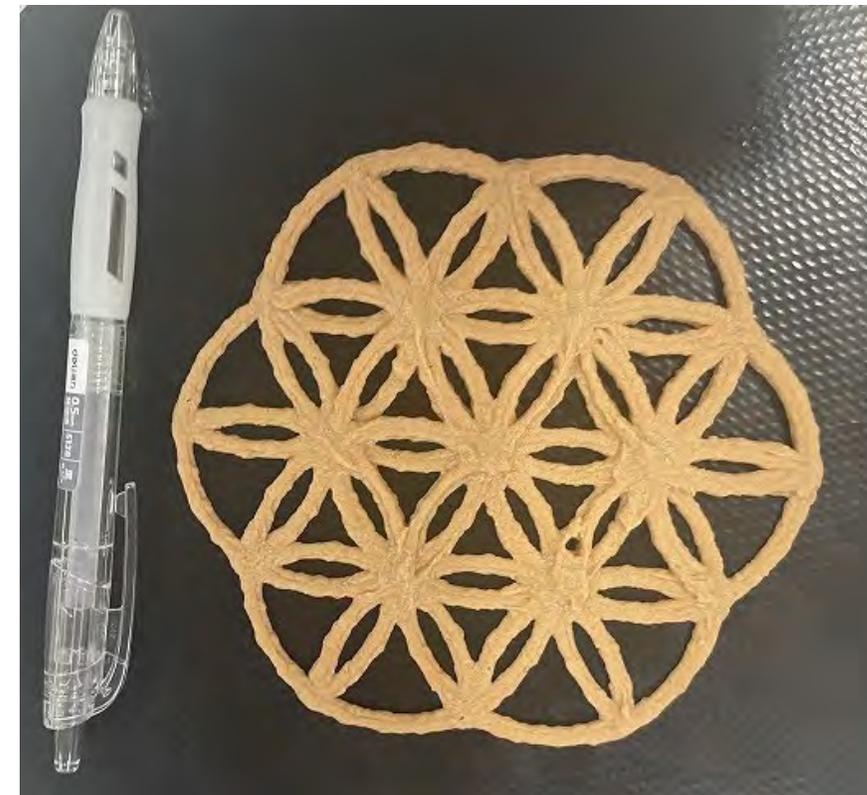
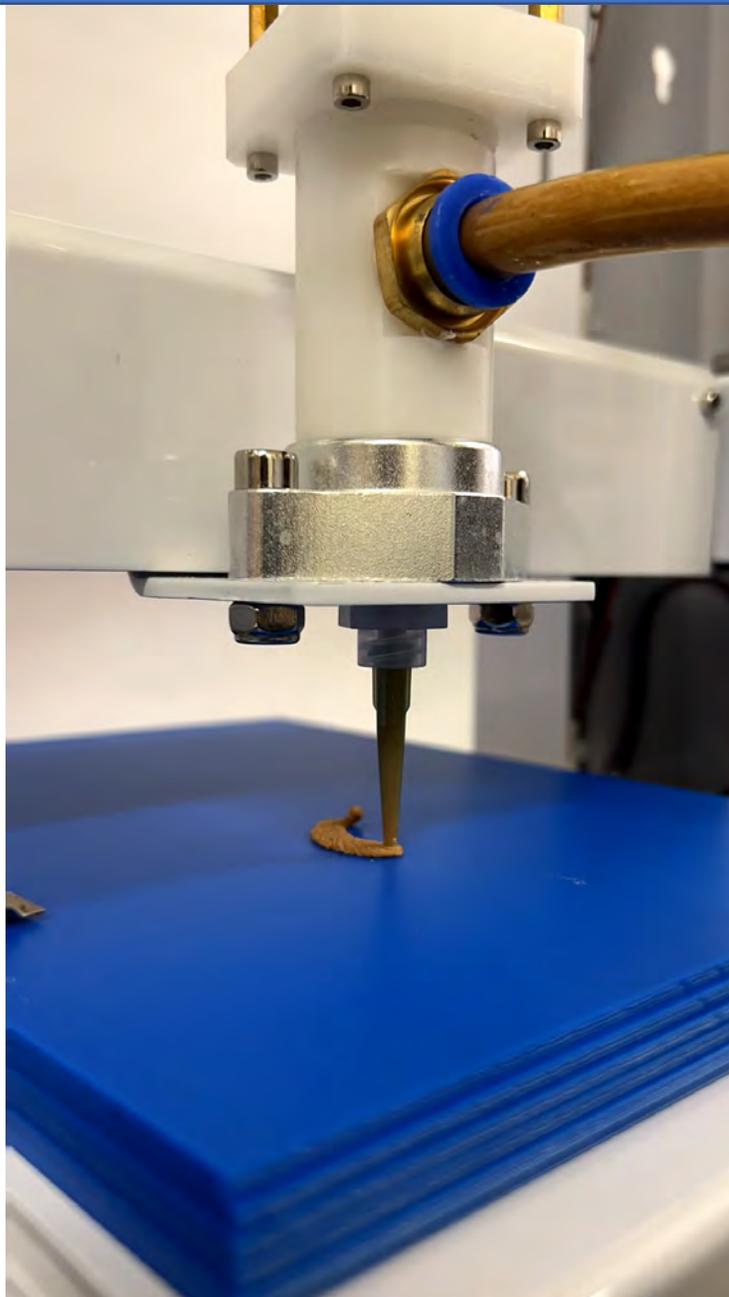
木材の成形、加工のさらなる可能性を求めて、木粉の湿式押出成形に取り組んだ研究。様々な形状に木材を加工できれば、より複雑なデザイン、木とうしの組み合わせ、など新たな木材活用の展開につながる。さらなる技術進化に期待したい。

閲覧・入手・技術提供の方法（連絡先） 大学研究室，あるいは，展示会出展の際にブースにお越しいただければ，見ていただくことが可能です。木材学会等の学術会議でも学会発表を行っています。

※掲載している内容・価格などは、受賞当時の情報です。現在の情報とは異なる場合があります。
詳しくは受賞作品の連絡先へお問い合わせください。

受賞：ミス日本みどりの大使（上村さや香さん）と

ウッドデザイン賞受賞作品データベース <https://www.wooddesign.jp/db/production/2098/>



- ガーナの道端で捨てられているカカオの殻を鉛筆に生まれ変わらせる
「CHOCOPEN プロジェクト」 (NPO法人CLOUDY & 三菱鉛筆)
- 鉛筆1本購入でガーナに1本寄付する取り組み

<https://www.mpuni.co.jp/company/press/20250418-53947.html>
専門紙『週刊ビューロウ』（令和7年5月15・22日合併号）



¥330



<https://cloudy-tokyo.com/products/chocopen-カカオの迷路>



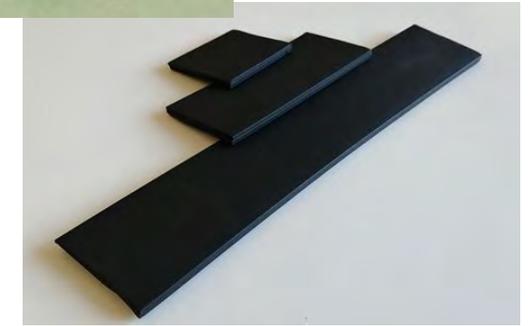
コーヒー粕は、飲料メーカー、コーヒーショップ、コンビニエンスストア、家庭などから、年間約60万t（水分65%）¹⁾ 排出。



植物由来のバイオマス資源であるので有効利用すべきである。有効利用したいというニーズも大きい。



堆肥化、飼料化²⁾、ペレット化、バイオコークス化³⁾、メタン発酵、消臭剤としての利用、活性炭製造、ポリプロピレンやポリ乳酸とのコンポジット材料開発など、様々な取り組みが行われている。



三重大学にて、コーヒー粕 + HPMC (+CA) で成形



1) 日本技術士会, https://www.engineer.or.jp/c_topics/000/attached/attach_116_1.pdf

2) スターバックスコーヒージャパン: <https://stories.starbucks.co.jp/ja/stories/2021/recycling/>

3) 矢嶋 尊ら, エネルギー・資源学会論文誌, 41, 61-67(2020)

プレスリリース

プレスリリース (2022/12/02)

https://www.itoki.jp/press/2022/2212_cgb.html

2022/12/02

ツイート いいね! 共有

プレスリリース

2022年

2021年

2020年

2019年

2018年

2017年

2016年

2015年

2014年

2013年

最新情報・ニュース

重要なお知らせ

メディア掲載情報

イトーキ×三重大学×ダルトン、サステナブルなエコ素材として注目される「コーヒー豆のかす」活用を共同研究

素材のすべてが植物由来のボード「Coffee Grounds board」を環境再生保全機構と三重大学のブースで参考展示

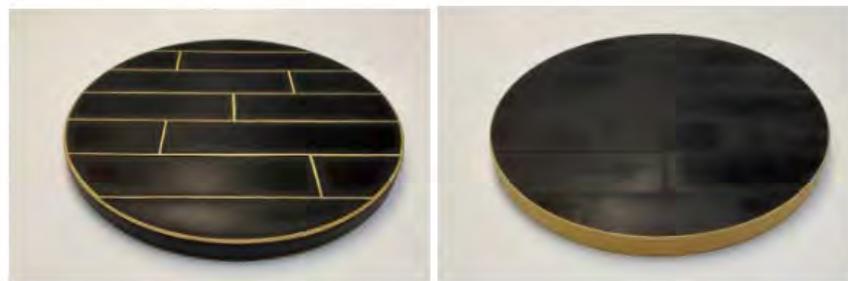
株式会社イトーキ（本社:東京都中央区 社長:渡宏司 以下イトーキ）は、国立大学法人三重大学（所在地：三重県津市 学長:伊藤正明 以下三重大学）、株式会社ダルトン（本社:東京都中央区 社長:安藤隆之 以下ダルトン）と、ドリップ後に出る「コーヒー豆のかす」の活用について共同研究をおこなってきました。この研究の一環として試作したボード「Coffee Grounds board」を2022年12月7～9日に東京ビッグサイトで開催される「エコプロ2022」の独立行政法人環境再生保全機構および三重大学木質分子素材制御学研究室の2ブースで参考展示いたします。



三重大学 × DALTON × ITOKI

■コーヒー豆のかすを活用した「Coffee Grounds board」について

ボードに採用したコーヒー豆のかすからできたプレートは、石油系樹脂を使わず、天然系素材のみを用いて成形した「オールバイオオマスプレート」です。また、プレートを接着した芯材も木製であり、製品のすべて植物由来となっています。



イトーキは今回製作した「Coffee Grounds board」を通して、コーヒー豆のかすの新しい利用法を提示するとともに、今後も廃棄物の有効利用、循環型社会構築への貢献、石油系プラスチックを使わない脱炭素社会への貢献を目指してまいります。

試作作成の流れ



○ 各社の役割について

・【ダルトン：技術研究】（上記図①②）

コーヒーショップから排出されたコーヒー豆のかすを自社ノウハウを用いて乾燥・微粉碎

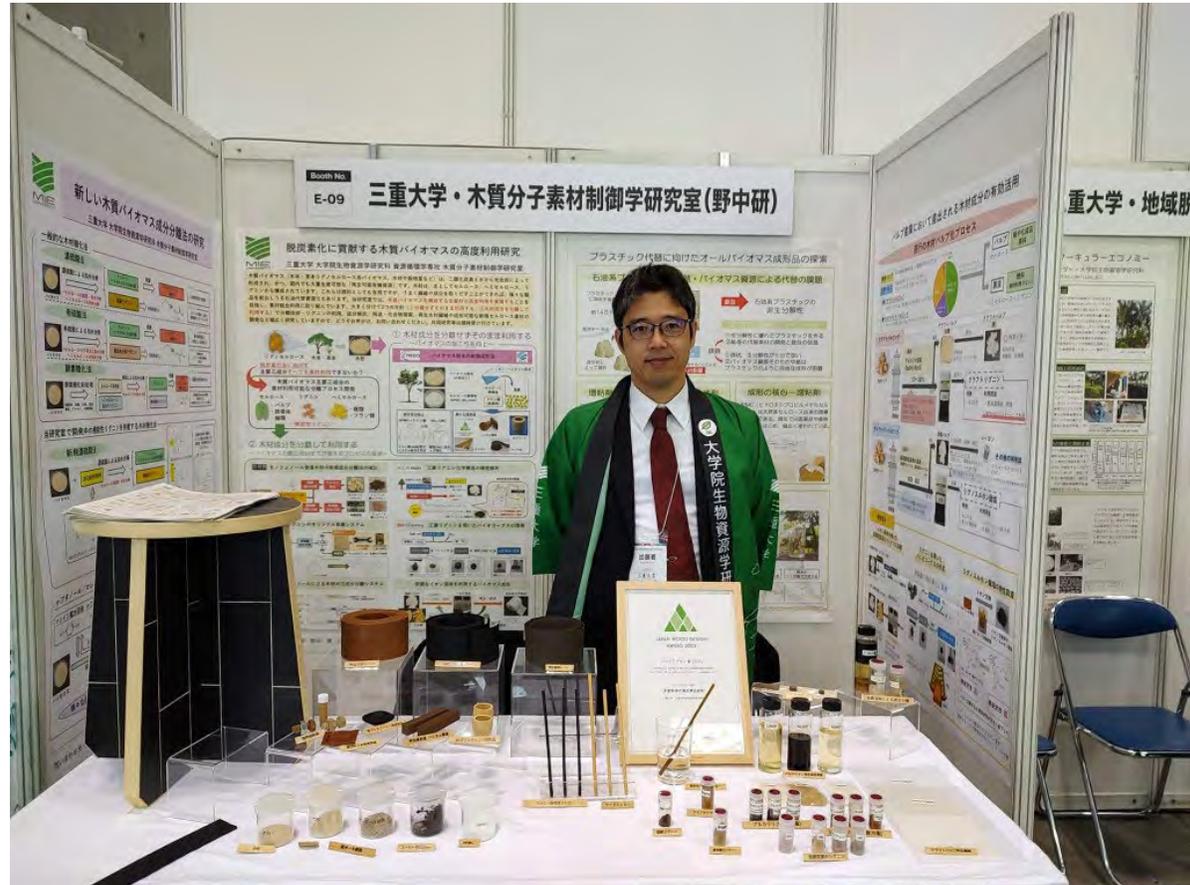


オルガテック東京2023 株式会社イトーキブース
2023/4/26~28, 東京ビッグサイト





NEW環境展 三重大学大学院生物資源学研究科ブース
(2024.5.22~24, 東京ビッグサイト)



エコプロ2024 木質分子素材制御学研究室ブース
(東京ビッグサイト, 2024/12/4-6)

1. 石油系プラスチックが優れる点は成形性。それに対して、木や紙は、可塑性がなく、自由な成形が難しい。樹脂との複合品が開発・販売されているが、石油系プラへの依存が続いてしまう。
2. 石油系プラや澱粉に依存しない成形法として、セルロース誘導体を用いて、バイオマス粉末に成形性・保形性を付与し、三次元成形、乾燥成形品を得る研究開発を紹介した。熱可塑成形して冷却するプラスチック製品生産とは異なり、食品工業に近いプロセスである。
3. この技術では、押出成形を基本として、3Dプリント、射出成形、熱プレス成形などを視野に入れており、既存の木質材料、紙製品、セルロース製品、パルプモールド等に加えて、バイオマス成形品の普及拡大につながればと考えている。

共同研究・受託研究・ご相談など、随時受け付けています。
電子メールにてご連絡ください。Email : nonaka@bio.mie-u.ac.jp