

県産バイオマス資源を活用した バイオマスプラスチック素材の製品への適用

地方独立行政法人 青森県産業技術センター
工業総合研究所 資源環境技術部
研究員 村元 雄太



青森産技

あおもりの未来
技術でサポート

講演の目的：

- ① バイオマスプラスチックの製造方法や特性について理解を深める
- ② 青森産技との連携関係が構築され、今後の製品開発に繋がる

本日の構成：

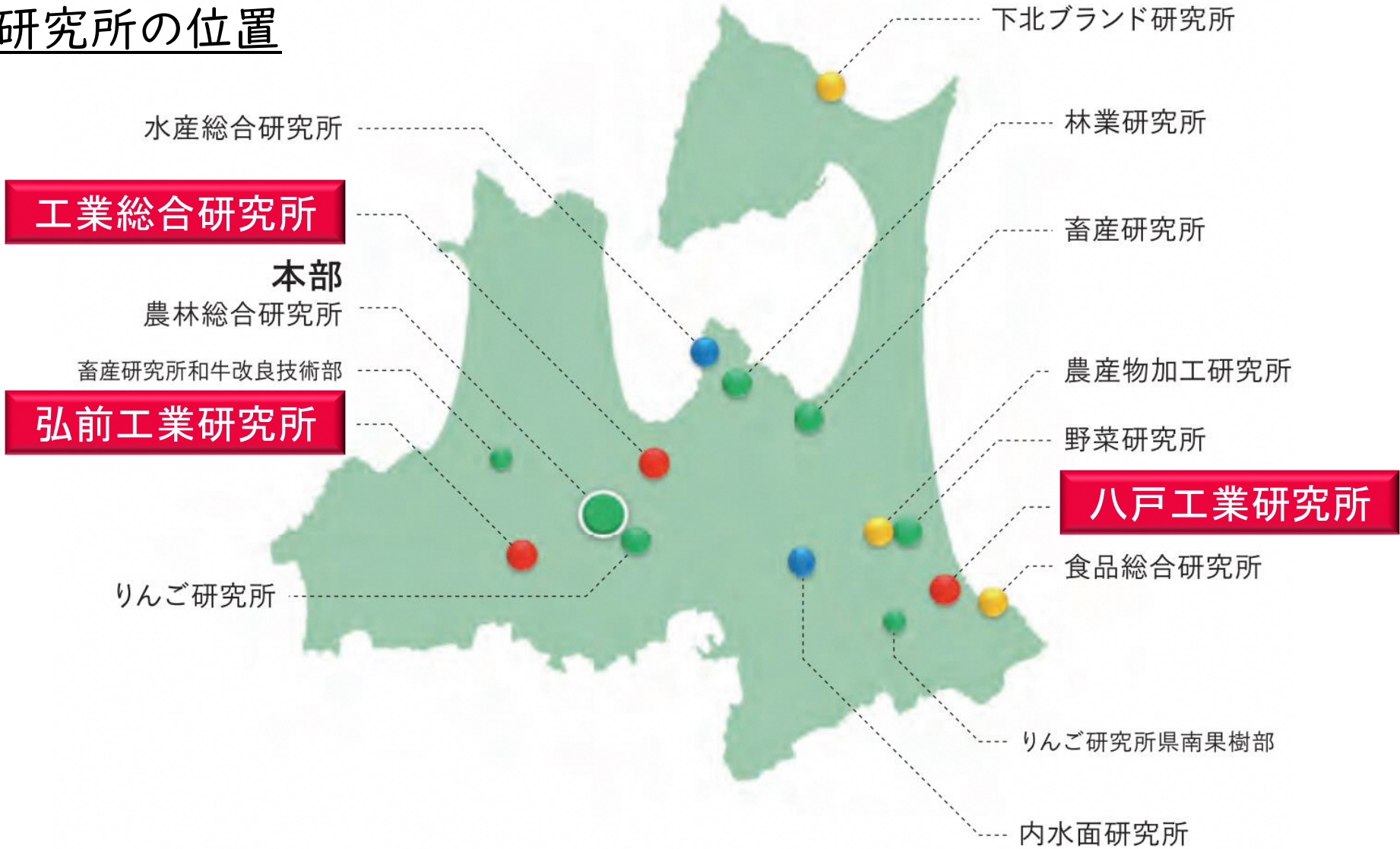
1. 青森県産業技術センターの紹介
2. 資源循環事業におけるバイオマス利活用の意義
3. バイオマスプラスチックの製造方法と特性

設立の目的

工業、農林畜産業、水産業及び**食品加工**（以下、「産業」と総称する）に関する試験研究及び調査並びにそれらの**成果の普及**を行うとともに、**産業に関する技術支援**を行うことにより、地域産業の活性化を図り、もって青森県における産業の振興及び経済の発展に寄与する

工業部門	農林部門	水産部門	食品加工部門
工業総合研究所	農林総合研究所	水産総合研究所	食品総合研究所
弘前工業研究所	野菜研究所	内水面研究所	下北ブランド研究所
八戸工業研究所	りんご研究所		農産物加工研究所
	畜産研究所		
	林業研究所		
4部門13研究所の組織体制			

各研究所の位置



3研究所体制で、幅広い取組分野の技術支援を行う

研究所	部・室	取組分野
工業総合研究所	技術支援部	計測・分析技術、依頼試験
	電子情報技術部	AI、IoT、ICT、計測制御
	資源環境技術部	熱利用、機能性素材、 バイオマス資源の利活用
弘前工業研究所	技術支援部	分析技術、依頼試験
	発酵食品開発部	酒類製造、微生物利用
	機能性素材開発部	機能性素材、健康・美容
	デザイン部	デザイン、工芸、木工
八戸工業研究所	技術支援部	計測・分析技術、 依頼試験、非破壊検査
	機械システム部	協働ロボット、産業用ロボット、 金属加工、電子回路技術



薪ストーブ



化粧品・健康食品



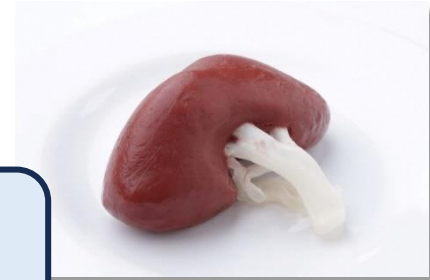
協働ロボット

- ・快適な雪国生活の実現を目指した融雪システム(R1~R4)
未利用熱の活用可能性を評価するシミュレータおよび、
低温熱源で運用可能な融雪システムを開発



融雪試験

- ・先端医療に対応する高機能臓器モデル(R1~R5)
実際の臓器の力学特性を再現できる新規材料を開発し、
ニーズに応じた再現度の高い臓器モデルの商品化を支援



臓器モデル

- ・地域廃木材の有効活用(R6~)
地域廃木材を有効活用した建築材料の商品化を支援する
- ・県産バイオマス資源を利活用するバイオプラスチック(R6~)
カーボンニュートラル実現に向けて、県産バイオマス資源を
利活用したバイオプラスチックの生産・加工技術を確認する



バイオプラ原料

↑ 県内企業のグリーン成長戦略事業を促進する取組み ↑

本日の構成：

1. 青森県産業技術センターの紹介
2. 資源循環事業におけるバイオマス利活用の意義
3. バイオマスプラスチックの製造方法と特性

2050年カーボンニュートラルのために国が策定した目標および実行計画
言い換えると、「**経済と環境の好循環**」を作っていく産業政策

成長が期待される14の重点分野

エネルギー関連

洋上風力
・太陽光・地熱

水素・
燃料アンモニア

次世代
熱エネルギー

原子力

輸送・製造関連産業

自動車・蓄電池

半導体・情報通信

物流・人流
・土木インフラ

カーボンリサイクル
・マテリアル

航空機

船舶

食料・農林水産業

家庭・オフィス関連

住宅・建築物・次世代
電力マネジメント

資源循環関連

ライフスタイル関連

参考：経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」

① Reduce・Renewable

- ・「バイオプラスチック導入ロードマップ」を踏まえ、
更なる高機能化・用途拡大・低コスト化による利用増加を図る
- ・2030年までにバイオマスプラスチックを約200万トン導入
※2018年の実績出荷量約4.7万トン, 2021年は約87万トンの推定

② Reuse・Recycle

- ・リサイクル性の高い高機能素材やリサイクル技術の開発・高度化、
回収経路の最適化、設備容量の拡大、再生利用の市場拡大を実現
- ・廃棄物処理施設からCO₂を回収するための技術開発を推進

③ Recovery

- ・ごみ質から効率的にエネルギーを回収、供給する技術開発を推進
- ・廃棄物処理（メタン化を含む）施設の大規模化および集約化を推進

参考：経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」

バイオプラスチック導入ロードマップ

- 持続可能なプラスチックの利用に向けて -

令和3年1月

内容

- 用語集
- バイオプラスチックの定義
- バイオプラスチック導入の現状と課題
 - バイオマスプラスチック
 - 生分解性プラスチック
- 持続可能なバイオプラスチック導入方針と施策
 - 導入の基本方針
 - プラスチック製品領域別の導入方針
 - 導入に向けた国の施策
- その他のプラスチック代替素材

→幅広い関係主体に向けた導入の方向性を示す

バイオプラスチックの定義



青森産技

あおもりの未来
技術でサポート

バイオプラスチック

バイオマス プラスチック

バイオPA
バイオPC
バイオPE
バイオPET
バイオPP 等

生分解性 プラスチック

PHA
PLA
バイオPBAT
バイオPBS
澱粉ポリエステル樹脂
等

PBAT
PBS
PETS 等

画像出典:環境省「バイオプラスチック導入ロードマップ」

補足:バイオマスとは

**動植物に由来する
有機性資源**で、
化石資源を除いたもの

(例)

- ・廃棄物系バイオマス
→食品廃棄物、家畜排泄物
- ・未利用バイオマス
→剪定枝、稲わら、もみ殻
- ・資源作物
→サトウキビ、イネ、ナタネ等

①・②に当てはまるプラスチックの総称

①**バイオマスプラスチック** → 原料の一部に**バイオマス**を含むもの

②**生分解性プラスチック** → 微生物等の働きによって分解されるもの

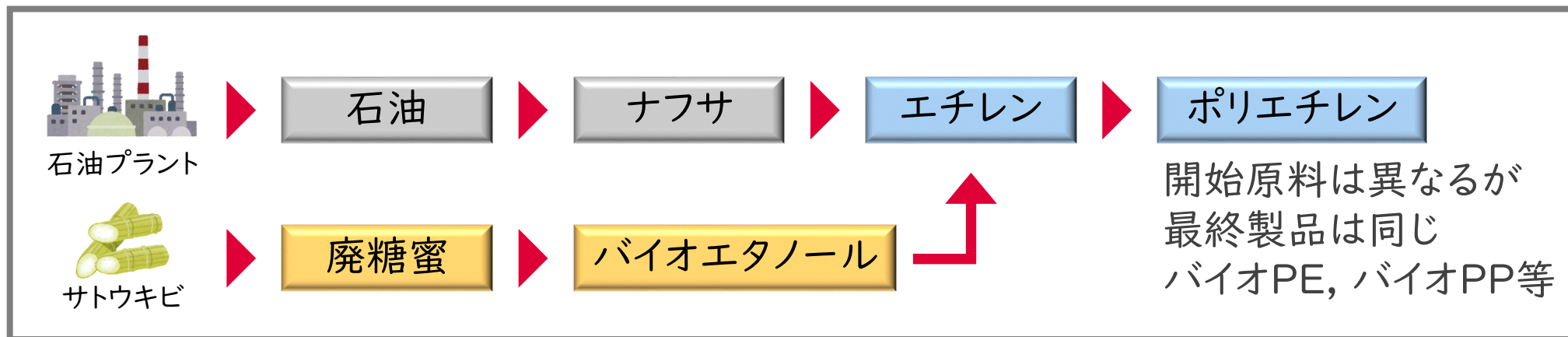
1. **二酸化炭素 (CO₂) 削減**
バイオマス資源を焼却しても、
成長過程で吸収したCO₂を排出する → **カーボンニュートラル**
2. **廃棄物削減**
食品廃棄物や農業残渣を利活用することで、
廃棄物としての排出量を減らすことができる
3. **化石資源の節約**
化石資源由来の材料をバイオマス資源由来に置き換えることで、
有限な化石資源の利用を抑制することに繋がる
4. **地域経済の活性化**
バイオマスを利用して新たな利益が生じる場合、
バイオマスを供給する地域経済の活性化に繋がる

本日の構成：

1. 青森県産業技術センターの紹介
2. 資源循環事業におけるバイオマス利活用の意義
3. バイオマスプラスチックの製造方法と特性

2通りの製造方法が存在：

① バイオマス資源の成分を化学的に変化させ、プラスチック原料を得る



② バイオマス資源の成分に変化を加えないままプラスチックに混合する



バイオPE (Braskem社)

- ・サトウキビ由来のバイオエタノールからグリーンポリエチレン (GPE) 製造
- ・日本では双日プラネット株式会社が同社製品を販売

バイオPP (三井化学)

- ・非可食植物由来のバイオナフサからイソプロパノール (IPA) を発酵生産、その後IPAの脱水によりプロピレンを経て、バイオPPの製造技術を確立

バイオPBS (三菱ケミカル)

- ・植物由来のコハク酸からポリブチレンサクシネート (PBS) を製造、販売
- ・生分解性を発揮する特徴を活かして、農業用マルチフィルムに活用される

PHBH (カネカ)

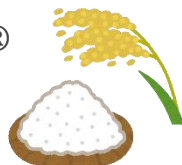
- ・微生物が植物油を摂取し、ポリマーとして体内に蓄えたものを取り出した100%植物由来の生分解性バイオポリマーを開発、製造、販売

プラスチック × バイオマス資源

リンゴ加工残渣
を含む
アップルレザー
製品



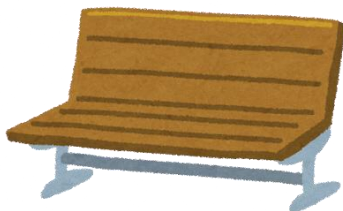
廃棄されてしまう
お米（非食用）
を活用する
ライスレジン®



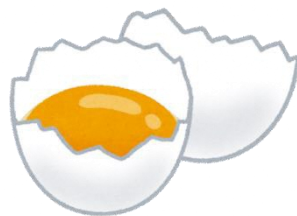
未利用の
ホタテ貝殻粉末
を活用する
ヘルメット



茶殻
を活用する
お茶入りベンチ



卵の殻
を活用する
卵殻プラスチック



植物由来の
セルロースナノファイバーを
活用する
プラスチック部品を含む
自動車
（ナノセルロースヴィークル）



原料調達

混合したい
プラスチック
原料と
バイオマス
資源を調達
する



前処理

原料の特徴
に応じて
洗浄・乾燥・
粉碎・粒度
調整を行う



混練・造粒

プラ原料と
バイオマス
粉末を混練、
造粒を行う



成形

製造した
粒状の原料
を用いて
目的とする
製品形状に
成形する



分析・評価

完成した
複合材料の
性能・品質
を確かめる
ため、分析・
評価を行う



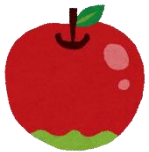
プラスチック素材

想定する用途や使用環境を満足する素材を選定、調達する（PE, PPなど）

- ・物理的性質：耐熱性、耐水性、耐湿性、耐油性、耐薬品性、耐候性、etc...
- ・機械的性質：強度（引張、曲げ、圧縮、引裂）、硬さ、耐衝撃性、耐摩耗性...
- ・デザイン性：製品の見た目（色・光沢・透明性）、肌触り、形状など

バイオマス資源

青森県の産業を通じて発生する未利用バイオマス資源を選定、調達する
現在取り組んでいる県産バイオマス（工業総合研究所）：



リンゴ加工残渣



もみ殻



ホタテ貝殻



コーヒー豆残渣

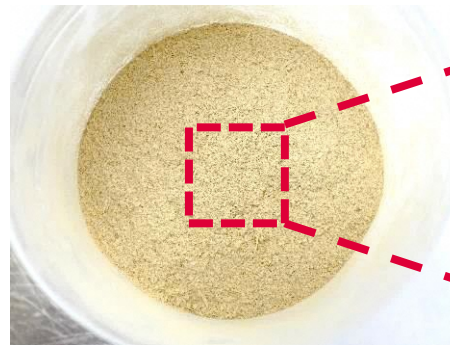


おがくず

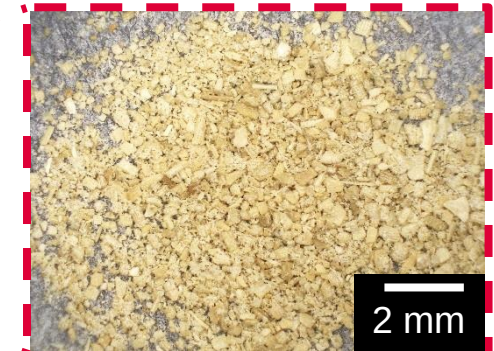
- ・バイオマスを粉末状・繊維状へと加工 → 混練しやすい形状にする
- ・必要に応じて洗浄、乾燥、**粉碎**、粒度調整を行う



粉碎前



粉碎後

もみ殻(平均粒径 256 μm)

ハンマー式ミル (IKA社) で粉碎

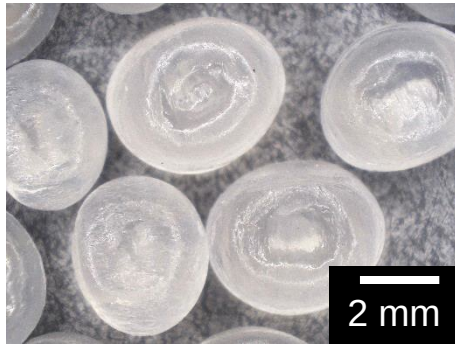


ふるい分け (伊藤製作所)



粒子径分布測定 (Malvern社)

- ・バイオマスを粉末状・繊維状へと加工 → 混練しやすい形状にする
- ・必要に応じて洗浄、乾燥、**粉碎**、粒度調整を行う



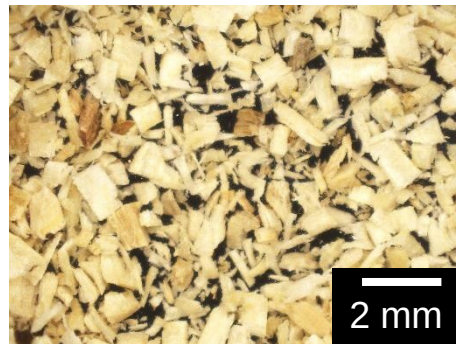
ポリプロピレン (PP)
※ランダムPP



リンゴ加工残渣



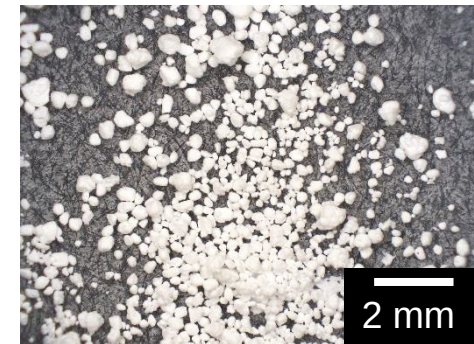
コーヒー豆残渣



木粉 (県産ヒバ)



もみ殻粉末



ホタテ貝殻粉末

- ・バイオマスを粉末状・繊維状へと加工 → 混練しやすい形状にする
- ・必要に応じて洗浄、乾燥、粉砕、粒度調整を行う

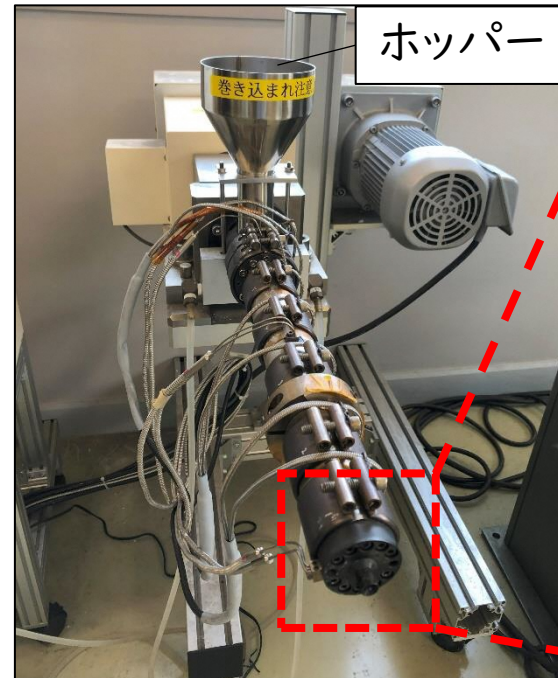
実施可能な粉砕方法（工業総合研究所）

	原理	加工後の粒径
大型ボールミル	試料と鉦物製ボールを装置内に入れ、装置の回転に伴う衝突によって粉砕する	粗い
ハンマー式ミル	高速回転するハンマーで試料を衝撃的に粉砕する	細かい
遊星ボールミル	容器内に試料とボールを入れ、自転運動と公転運動による強力な遠心力によって粉砕する	細かい
凍結粉砕機	低温（液体窒素を用いる）で試料を脆くした上で、回転する刃によって粉砕する	細かい
ジェットミル	高速気流で試料を加速させ、試料同士を衝突させることで粉砕する	非常に細かい

- ・プラスチック原料にバイオマス粉末を混ぜ合わせ、混練・造粒を行う
使用機器：一軸混練押出機（IMC-1603型，井元製作所）



押出機の制御系



押出機本体



押出時の先端部拡大図

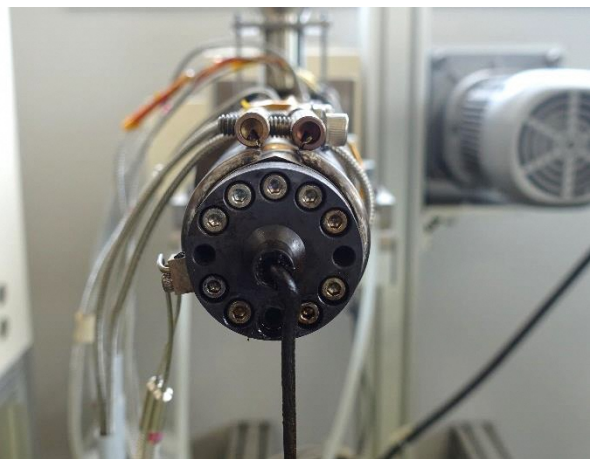
調整可能なパラメータ：押出スクリュウの回転速度 [rpm]
ホッパー部、中央部、先端部の温度設定 [°C]



PP+リンゴ加工残渣



PP+もみ殻粉末



PP+コーヒー豆残渣



PP+ホタテ貝殻粉末



造粒処理後

バイオマスプラスチック製造の様子

- ・PPを用いてバイオマス5種類×配合比3種類＝合計15種類の試作を実施
- ・一部成形が困難な条件もあるが、概ね混練・造粒できた

表：試作条件

PPと複合	略称	10%	20%	30%
リンゴ 加工残渣	AP	○	○	○
コーヒー 豆残渣	CF	○	○	○
もみ殻	RH	○	○	△ (要改善)
ホタテ 貝殻	SH	○	○	○
木粉 (ひば)	WF	○	○	△ (要改善)

成形の流れ



造粒処理後

ペレット



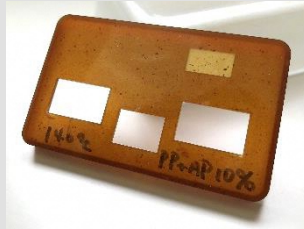
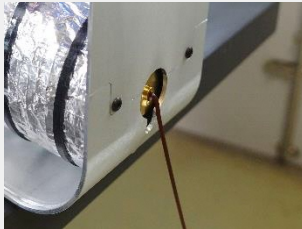
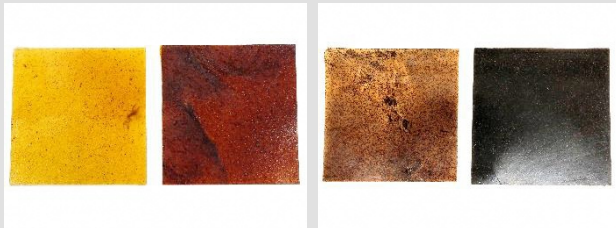
成形機



協力：ムツミテクニカ様

成形品

- ・プラスチックのペレットを加熱（約140℃～）して溶かし、任意の形状に成形
- ・プラスチックには様々な成形方法が存在し、用途に応じた使い分けが必要
- ・バイオマスプラスチックの成形において、成形時の高熱はバイオマス成分に好ましくない影響（焦げ、熱分解など）を及ぼす可能性があるため、慎重な成形条件出しが求められる

成形方法	説明	適用例
射出成形 Injection Molding	熔融したプラスチックを 射出口から金型に 射出し、冷却して固める	自動車部品、 家電部品、 インテリアなど  
押出成形 Extrusion Molding	プラスチックのペレット を加熱して溶かし、 金型を通して押し出す	3Dプリンタ用 フィラメント、 フィルムなど  
熱成形 Thermoforming	フィルム・シートを加熱し、 金型の表面に押し 付けて形状を作る	トレイ、容器、 包装材料など 
吹き抜き成形 Blow Molding	加熱したプラスチックを 金型の中に置き、空気 やガスで膨らませる	ボトル、容器、レジ袋、タンク、 中空の部品など

参考文献：松岡信一（2002），図解プラスチック成形加工，コロナ社。

バイオマスプラスチック成形品の特徴

1. 官能的側面

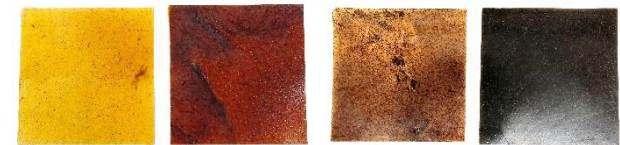
- ・風合い: 独特の模様や触感を与える
- ・色味: バイオマス由来の自然な着色
- ・香り: 原料特有の香りを残す場合がある

2. 力学的側面

- ・強度や硬さ: 母材よりも劣る場合がある
 - ・耐衝撃性: 母材よりも劣る場合がある
- バイオマス含有量や添加剤で調整する

3. 機能的側面

一部のバイオマス由来成分により、
抗菌性や防臭性等の特殊機能を付与する例がある
例) ホタテ貝殻由来の水酸化カルシウム、ヒバ由来のヒノキチオール



バイオマスプラスチック
成形例

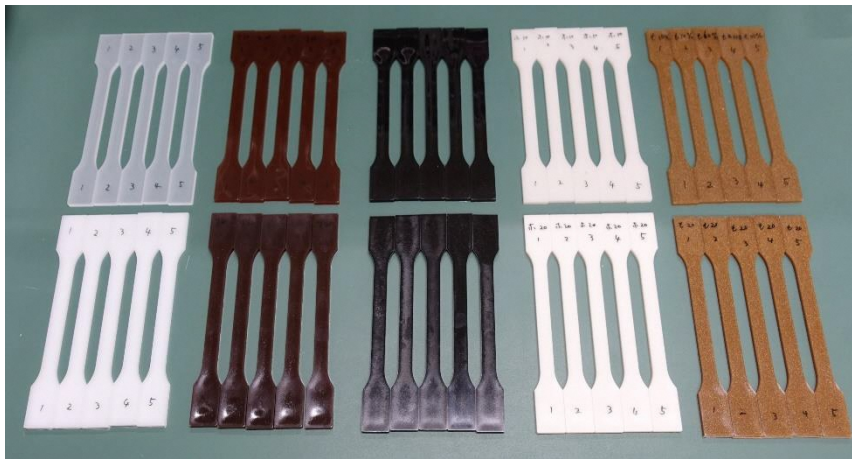
・バイオマスプラスチックの性能評価のため、力学試験を実施

使用機器：万能試験機 (Instron 5967, Instron Corp.)

ロードセル 5kN (Instron Corp.)

試験条件：引張速度 50 mm/min

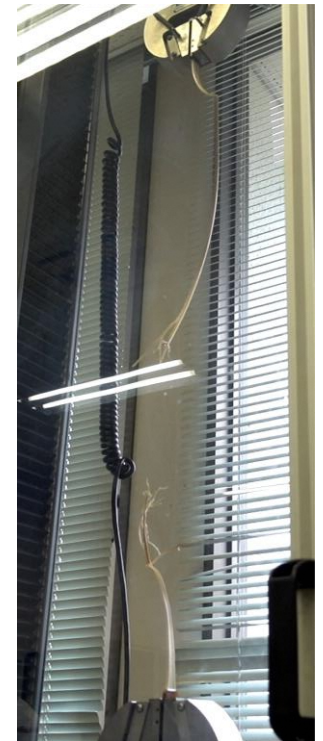
試験片：PP母材、バイオマスプラ各種
(JIS K 7139 タイプⅠA形)



試験片の外観



万能試験機



破断の様子

1. バイオマス資源の調達
 - ・供給安定性 → 一定の品質・量を季節によらず確保可能か
 - ・収集経路 → 必要量を収集する枠組みを構築可能か
2. 製造コストの増加
 - ・収集、運搬、前処理（洗浄、乾燥、粉碎）に要する費用
 - ・高度な加工（混練・造粒・成形）技術に要する費用
 - ※設備導入に係る初期投資含む
3. 品質・性能の確認
 - ・バイオマス混練による力学特性の変化を許容可能か
 - ・最終的に環境負荷を高めることにならないか
4. 市場の開拓
 - ・高値でも売れる市場戦略や消費者の理解が求められる

様々な課題が想定される中で製品開発を推進する意義は？

- ① 環境への貢献
温室効果ガスの排出削減、化石資源の使用量低減
- ② 企業価値の向上
環境配慮型ビジネスを推進することによる企業イメージ向上
- ③ 地域社会への貢献
地域資源の利活用による地域経済の新たな収益化が可能となる

→ 循環型社会の形成に一步近づけることの意識付けを行いたい

青森産技の役割は、青森県内の課題を技術で解決すること

→ 青森県産未利用資源の循環を促進して、地域経済を発展させたい

バイオマスプラスチックの製造技術を実用化するべく、県内企業様と連携したいので、興味・関心を持った方はお気軽にご連絡ください。

バイオプラスチックの試作・評価に関連する設備を揃えています！
お気軽にご相談の上、ぜひご活用ください！

材料加工関連機械		分析・計測関連機械
粉砕	ジェットミル	光学顕微鏡
	遊星ボールミル	走査型電子顕微鏡
	大型ボールミル	粒子径分布測定装置
	小型凍結粉砕機	ラマン分光光度計装置
混練	単軸押出混練機	顕微フーリエ変換赤外分光光度計
造粒	ペレタイザ	蛍光X線分析装置
成形	小型射出成形機	X線回折装置
	3Dプリンタフィラメント成形機	万能試験機（引張・曲げ・圧縮）
	フィラメント自動巻取り機	etc...