

# セルロースナノファイバー補強による バイオマスプラスチック用途拡大の推進

(JPMEERF20211G01)

## 【重点課題】

主:【重点課題④】環境問題の解決に資する新たな技術シーズの発掘・活用

副:【重点課題⑥】海洋プラスチックごみ問題への対応

## 【行政要請研究テーマ(行政ニーズ)】

(1-④) バイオテクノロジー等を活用した環境問題の解決に資する新素材等の技術シーズの発掘、活用に向けた研究・技術開発

(1-⑥) 従来のプラスチックの代替となる生分解性プラスチックやバイオマスプラスチック等の環境配慮型素材の応用に関する研究・技術開発

研究代表機関: 京都大学 研究代表者: 矢野浩之

実施期間: 令和3年度～5年度

研究分担機関: (地独)京都市産業技術研究所、サステナブル経営推進機構

# 本日の発表

1. はじめに
2. 研究開発目的
3. 研究目標及び研究計画
4. 研究開発内容
5. 結果及び考察
6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献
7. 研究成果の発表状況

# 本日の発表

1. はじめに
2. 研究開発目的
3. 研究目標及び研究計画
4. 研究開発内容
5. 結果及び考察
6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献
7. 研究成果の発表状況

# 1. はじめに

## 大目標

2050年カーボンニュートラル 我が国の脱炭素対策

そのために

2030年までに  
バイオプラスチック\*を  
200万トン導入

( \*カーボンニュートラルなバイオマスから製造するプラスチックとして、本研究ではバイオマスプラスチックとする)

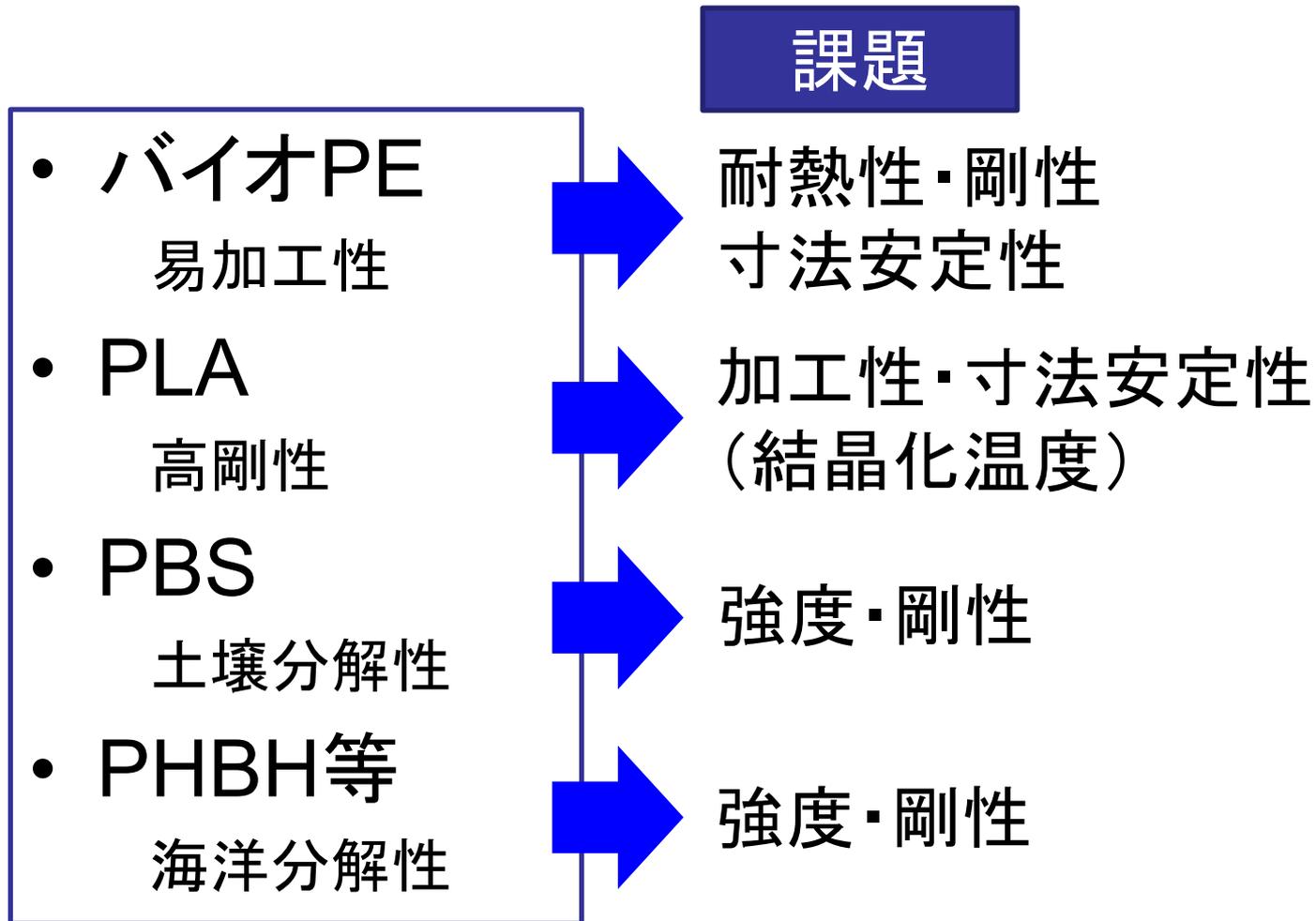


図0-1 バイオプラスチック200万トン導入に向けて  
我が国のバイオプラスチック導入ロードマップ

(環境省HPより、<https://www.env.go.jp/content/900534515.pdf>)

# バイオマスプラスチックの性能課題

バイオマス由来であること、生分解性であることを求めると

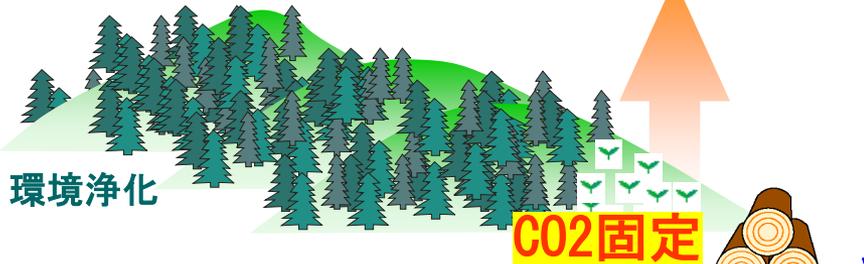


# セルロースナノファイバー

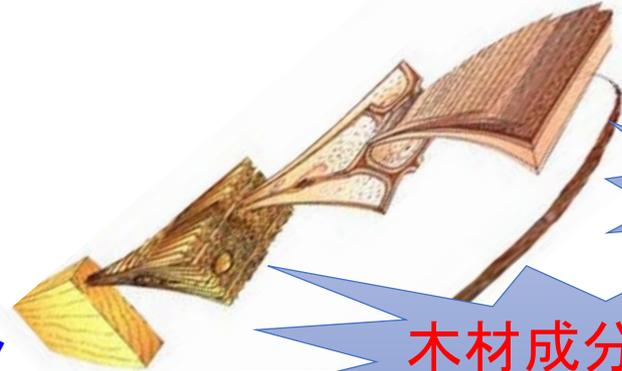


二酸化炭素吸収

酸素放出



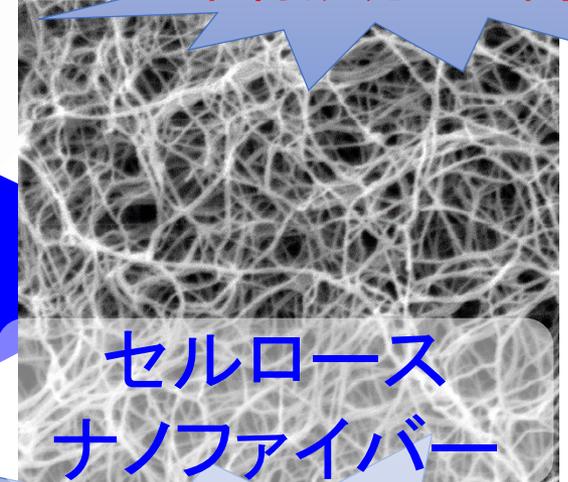
自国産業造林



幅10nm

木材成分の5割

抽出・  
複合化



セルロース  
ナノファイバー

鋼鉄の5倍の強度  
ガラスの1/50の熱膨張

セルロースナノ材料

- ・鋼鉄の1/5の軽さで鋼鉄並の強度
- ・低熱膨張で透明フレキシブル

温暖化ガス大幅削減！



# バイオマスプラスチックの性能課題

## 課題

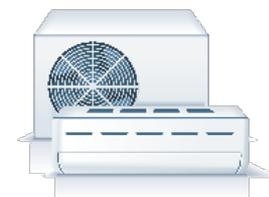
- バイオPE  
易加工性
- PLA  
高剛性
- PBS  
土壌分解性
- PHBH等  
海洋分解性

- ➔ 耐熱性・剛性  
寸法安定性
- ➔ 加工性・寸法安定性  
(結晶化温度)
- ➔ 強度・剛性
- ➔ 強度・剛性

高強度・  
高剛性  
CNFで  
補強



## 用途拡大



# 本日の発表

1. はじめに
- 2. 研究開発目的**
3. 研究目標及び研究計画
4. 研究開発内容
5. 結果及び考察
6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献
7. 研究成果の発表状況

## 2. 研究開発目的

カーボンニュートラル高強度ナノ繊維：CNFでの補強による  
バイオPE, PLA, PBS, PHBHの導入拡大の検証。



図0-1 バイオプラスチック200万トン導入に向けて  
我が国のバイオプラスチック導入ロードマップ  
(環境省HPより、<https://www.env.go.jp/content/900534515.pdf>)

# 本日の発表

1. はじめに
2. 研究開発目的
- 3. 研究目標及び研究計画**
4. 研究開発内容
5. 結果及び考察
6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献
7. 研究成果の発表状況

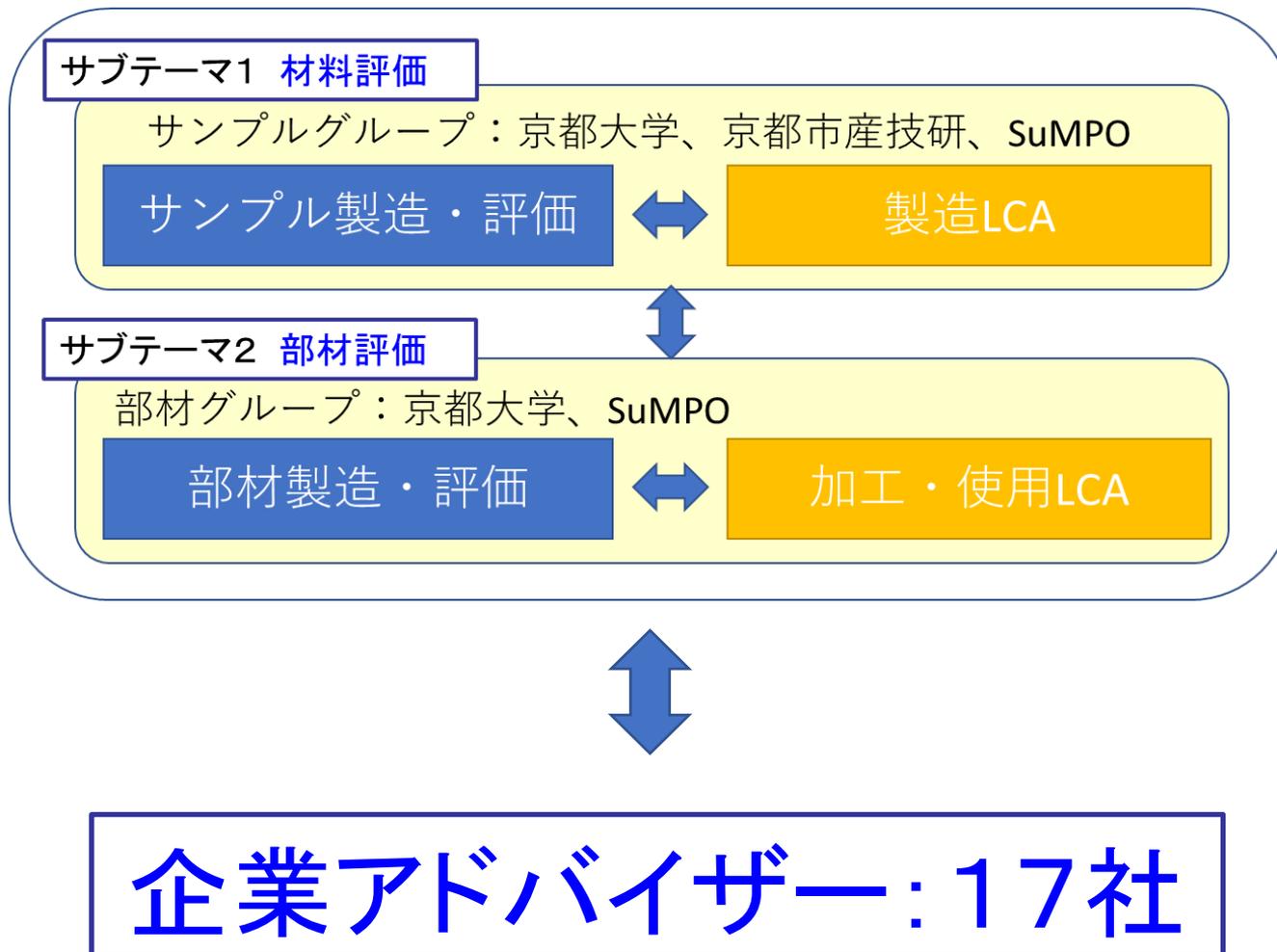
### 3. 研究目標及び研究計画

#### 研究目標

4種類のバイオマスプラスチックについて、  
コスト/パフォーマンスの壁をクリアして  
10万トンの実用化可能な製品、用途を見出す。

### 3. 研究目標及び研究計画

# 研究計画



# 本日の発表

1. はじめに
2. 研究開発目的
3. 研究目標及び研究計画
- 4. 研究開発内容**
5. 結果及び考察
6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献
7. 研究成果の発表状況

## 4. 研究開発内容

### 研究開発内容のポイント

社会実装のためのユーザーの実感/うれしさに向けて

ポイント①. 用途に応じた

CNF強化バイオマスプラスチックのカスタマイズ

ポイント②. 製造・加工時のLCAデータの取得と提供

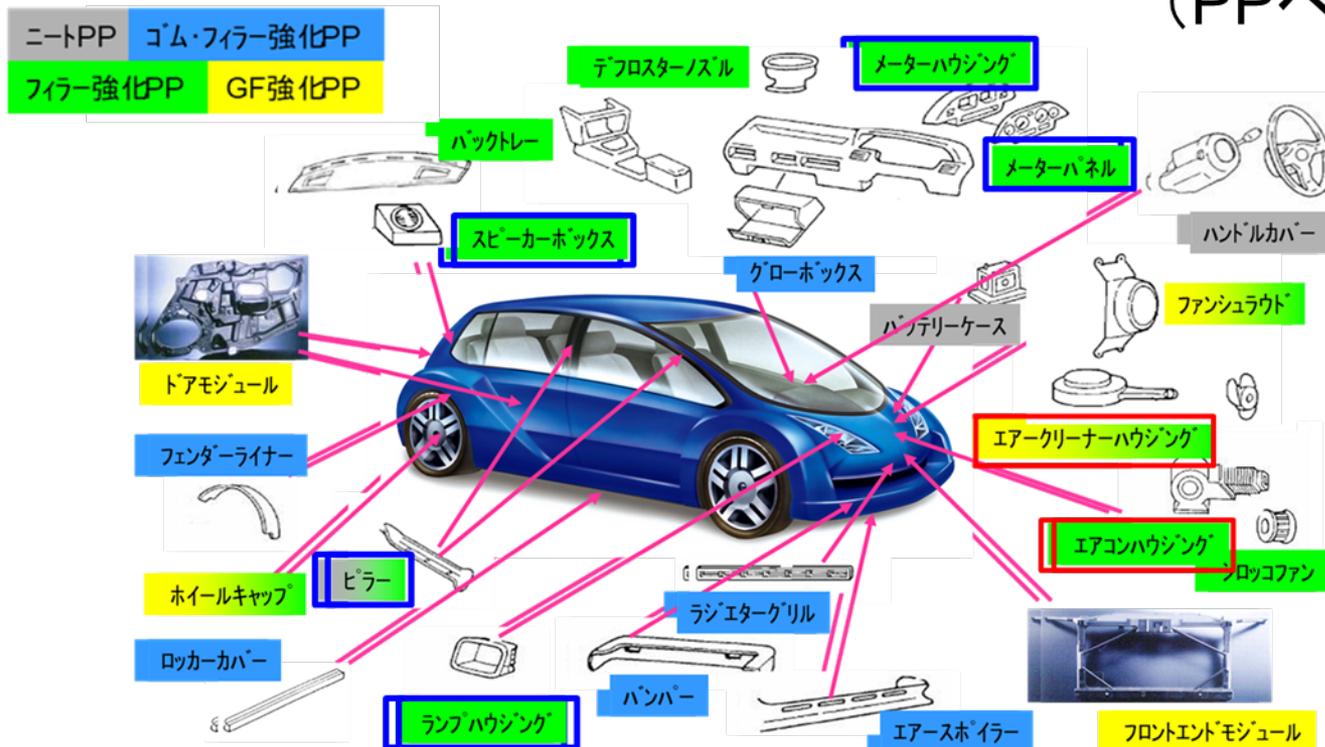
# カスタマイズ

部品ごとに樹脂の組成、性能が異なる

家電・日用品・  
建築資材も同様

## 自動車用PP搭載部品

国内70万トン！  
(PPベース)



# LCA、CO<sub>2</sub>削減効果の見える化

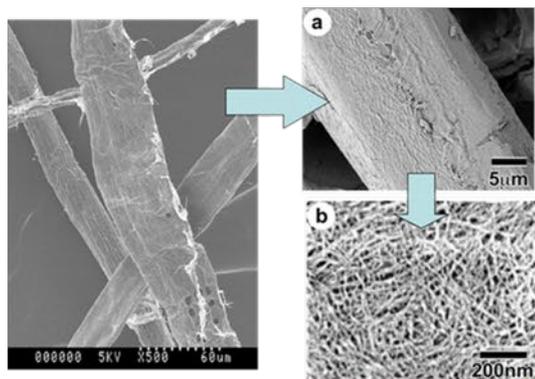
## サステナブル経営推進機構

- CNFで強化したバイオマスプラスチック材料およびその成形品について、製品ライフサイクルにおけるCO<sub>2</sub>削減ポテンシャルを算定。
- 算定結果を材料・成形品の評価実証研究に随時フィードバック。実用物性等の向上検討を加速。
- 次世代バイオマスプラスチックのLCA算定ルールの在り方について要件を整理。



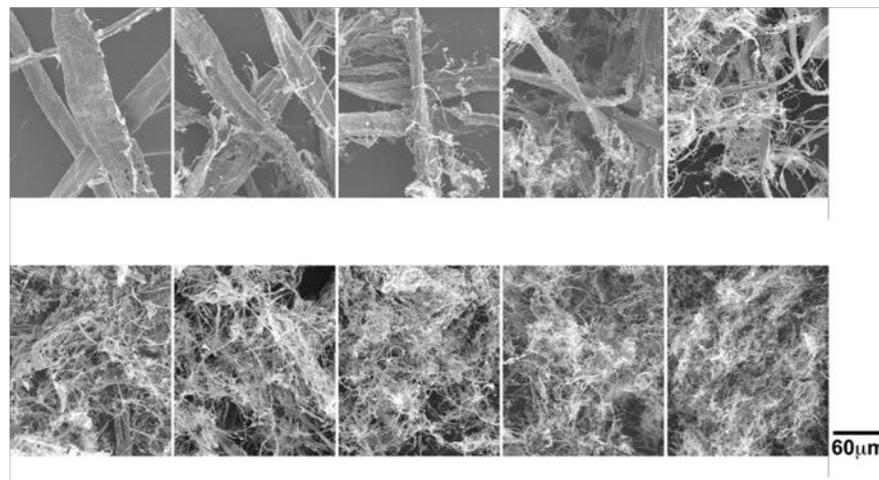
事業者の次世代バイオマスプラスチック活用推進に必要な  
環境性能基盤構築に貢献

# 『パルプ直接混練法』“京都プロセス”



巾15nmの均一ナノファイバー！

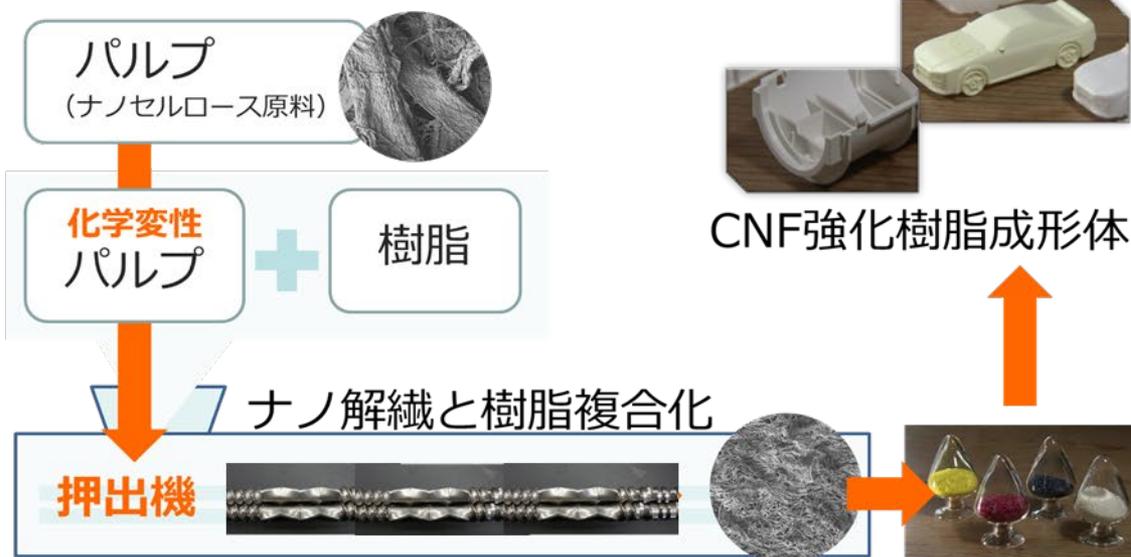
パルプは数百万本のCNFで出来ています。



繊維のナノ化と高融点樹脂への均一分散を同時に達成。

京都プロセスは  
製造コストを  
大幅に削減！

2016年度本田賞  
(日本初の国際賞)  
を受賞



# 本日の発表

1. はじめに
2. 研究開発目的
3. 研究目標及び研究計画
4. 研究開発内容
- 5. 結果及び考察**
6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献
7. 研究成果の発表状況

## < 全体の達成状況

> . . . . .

## 2. 目標を上回る成果をあげた

「セルロースナノファイバー補強によるバイオマスプラスチック用途拡大の推進」

### 全体目標

4種類のバイオマスプラスチックについて、コスト/パフォーマンスの壁をクリアして10万トンの実用化可能な製品、用途を見出す。

### 全体の達成状況

4種類のバイオマスプラスチックについて用途に応じたCNF複合材組成を検討し、17社に材料提供を行い、実用化に向けた評価を受けた。バイオPE, PLAでは自動車内装部材、エアコン部材、パレット材、ボトルなどに使われている石油由来樹脂品と同等あるいはそれを上回る性能を達成した。また、生分解性プラスチックでは土壌および海洋生分解性を維持した状態で強度や耐熱性を向上でき、製品の性能も向上することを明らかにした。企業評価に基づきバイオマスプラスチックについて20を超える性能的に実用化可能な用途を見出し、そのうち文房具で3つの商品が上市された。CNF複合バイオPEの性能で置換え可能なPP複合材について自動車用途で国内50万トン、建築資材、パレット材等、それ以外の構造用途を含めると優に100万トンを超えることを踏まえ、CNF複合材について生産量が増えコストが下がれば、少なくともCNF補強で新たに10万トンのバイオマスプラスチック用途を産み出せることを見出した。

< 【サブテーマ1】 達成状況

2. 目標を上回る成果をあげた

> . . . . .

「CNF＋多種類のバイオマスプラスチックの複合化の研究および複合化バイオマスプラスチック材料の環境性能評価」

サブテーマ1 目標	サブテーマ1 の達成状況
<p><b>①高剛性構造用途</b>：CNF複合ポリ乳酸、CNF複合ポリ乳酸/バイオPE                      曲げ弾性率：10%CNF複合でポリ乳酸、ブレンド樹脂の2倍、線熱膨張係数：10%CNF複合でポリ乳酸、ブレンド樹脂の半分。</p>	<p><b>①高剛性構造用途</b>：目標を上回って達成                      CNF10%添加高剛性バイオHDPEで2.4倍の弾性率、1/4の線熱膨張係数を達成。さらにCNF10%とタルク15%の併用で曲げ弾性率は3倍以上向上、線熱膨張係数は1/5程度にまで改善。CNF5%添加ポリ乳酸/PPにおいてニートPP樹脂の1.4倍の弾性率を達成。射出成形、ブロー成形に適した複数の複合樹脂組成を開発</p>
<p><b>②耐衝撃構造用途</b>：CNF複合バイオPE                      耐衝撃性（Charpy強度）：10%CNF CNF複合でバイオPE(1.5kJ/m<sup>2</sup>)の2倍。上述の耐衝撃性を有した状態で熱変形温度（高荷重）をバイオPEより30℃アップ。</p>	<p><b>②耐衝撃構造用途</b>：目標達成                      CNF複合バイオPEでCharpy強度3.0kJ/m<sup>2</sup>でバイオPEより50℃高い熱変形温度を達成。さらに、バイオLLDPEを5%CNFで補強することで、高いCharpy強度（77.6kJ/m<sup>2</sup>）を保ち、曲げ弾性率を2.5倍、強度を2倍まで向上。</p>

サブテーマ1 目標

③土壌分解性・高剛性構造用

用途：CNF複合PBS

PBSと同等の土壌分解性を保持した状態で、曲げ弾性率：PBSの2倍、曲げ強度：PBSの2倍、熱変形温度（高荷重）をPBSより30℃アップ。

④海洋分解性・高強度材料用

用途：CNF複合PHBH、CNF複合

PHBH/PBS

PHBHと同等の海洋分解性を保持した状態で、曲げ弾性率：PHBHの2倍、曲げ強度：PHBHの2倍、熱変形温度（高荷重）をPHBHより30℃アップ。

⑤環境性能（各複合材共通）

上記CNF複合材について、環境性能の代表指標としてLCA手法を用いて複合材製造プロセスまでのライフサイクル温室効果ガス排出量を明らかにする。

サブテーマ1の達成状況

③土壌分解性・高剛性構造用途：目標を上回って達成

PBSと同等の土壌分解性を保持した状態で曲げ弾性率および強度をPBSの5.9倍および2.3倍まで増大、熱変形温度をニート樹脂よりも30℃アップ。さらに目標にない新たな成果として、CNFネットワークによる生分解性樹脂の分解促進機構を世界で初めて発見。

④海洋分解性・高強度材料用途：目標を上回って達成

PHBHと同等の海洋および土壌分解性を保持した状態で、曲げ弾性率、強度を最大で3.4倍、1.9倍増大。熱変形温度をニート樹脂よりも17.5℃アップ。さらに目標にない新たな成果として、5回のリサイクル後も曲げ性能を維持することを明らかにした。

⑤環境性能（各複合材共通）：目標達成

各複合材料の製造時温室効果ガス排出原単位、LCA実施時の暫定的な算定方法論を整理し、CNF複合樹脂の温室効果ガス排出量を算出

< 【サブテーマ2】 達成状況

2. 目標を上回る成果をあげた

> . . . . .

「CNF複合化（強化） バイオマスプラスチックの製品適用の評価実証研究および複合化バイオマスプラスチック製品の環境性能評価」

サブテーマ2 目標	サブテーマ2 の達成状況
<p><b>①高剛性構造用途・射出成形品：</b>CNF複合ポリ乳酸、CNF複合ポリ乳酸/バイオPE 射出成形可能でサブテーマ1で開発した性能に基づき実用化可能な用途を3つ以上見出す。</p>	<p><b>①高剛性構造用途・射出成形品：目標達成</b> CNF/ポリ乳酸/PPについてサブテーマ1で開発した樹脂組成を3社で評価。運搬用パレットの要求性能を達成。射出成形で実用化可能な用途として運搬用パレット、電気部品、自動車フォグランプ部品を見出した。</p>
<p><b>②耐衝撃構造用途・射出成形品：</b>CNF複合バイオPE 射出成形可能でサブテーマ1で開発した性能に基づき実用化可能な用途を3つ以上見出す。</p>	<p><b>②耐衝撃構造用途・射出成形品：目標を上回って達成</b> CNF複合バイオPEについてサブテーマ1で開発した樹脂組成を10社で評価。射出成形で実用化可能な用途として、自動車でエアコンケース、ランプハウジング、エアクリナーケース、ドアトリムを見出した。さらに分析機器部材、文房具、日用雑貨品、容器部品についても性能的に実用化可能な用途を見出し、それに基づき、文房具で3つの商品化を達成した。 イオLLDPEについてサブテーマ1で開発した樹脂組成を1社で評価。ブロー成形で実用化可能な用途として、液体ボトル（p14, 図0-12）、トナーボトルを見出した。</p>

サブテーマ2 目標	サブテーマ2 の達成状況
<p><b>③高耐熱構造用途・ブロー成形品：</b> CNF複合バイオPE、CNF複合ポリ乳酸/バイオPE</p> <p>ブロー成形可能でサブテーマ1で開発した性能に基づき実用化可能な用途を2つ以上見出す。</p>	<p><b>③高耐熱構造用途・ブロー成形品：</b> <b>目標達成</b></p> <p>CNF複合バイオLLDPEについてサブテーマ1で開発した樹脂組成を1社で評価。ブロー成形で実用化可能な用途として、液体ボトル、トナーボトルを見出した。</p>
<p><b>④高耐熱構造用途・押出成形品：</b> CNF複合バイオPE</p> <p>押出成形可能でサブテーマ1で開発した性能に基づき実用化可能な用途を2つ以上見出す。</p>	<p><b>④高耐熱構造用途・押出成形品：</b> <b>目標達成</b></p> <p>CNF複合バイオPE を1社で押出成形性で評価。さらに生分解性CNF複合ポリ乳酸について1社で特殊押出法（延伸）による発泡加工性、製品性能を評価。断熱性のある食品容器、加熱可能な食品容器への実用化について現行品と比較しながら継続評価中。</p>
<p><b>⑤土壌分解性・高剛性構造用途・射出成形品：</b> CNF複合PBS、CNF複合PBS/PHBH</p> <p>日用品（ワンウェイ Spoon、等）射出成形可能でサブテーマ1で開発した性能に基づき実用化可能な用途を3つ以上見出す。</p>	<p><b>⑤土壌分解性・高剛性構造用途・射出成形品：</b> <b>目標達成を上回って達成</b></p> <p>CNF複合PHBHについてサブテーマ1で開発した樹脂組成を2社で評価。<u>射出成形で実用化可能な用途として目標を上回る6品目：ワンウェイ Spoon、植木鉢、苗ポッド、紙コップホルダー、角皿、丸皿を見出した。</u></p>

サブテーマ 2 目標	サブテーマ 2 の達成状況
<p><b>⑥海洋分解性・高剛性構造用途・射出成形品：</b>CNF複合PHBH、CNF複合PHBH/PBS            射出成形可能でサブテーマ 1 で開発した性能に基づき実用化可能な用途を3つ以上見出す。</p>	<p><b>⑥海洋分解性・高剛性構造用途・射出成形品：</b> <b>目標達成</b>            目標にない新たな成果として、CNF複合PHBHについてサブテーマ 1 で開発した樹脂組成で射出発泡成形を行い発泡特性を評価。CNFを複合することで最大発泡倍率が数倍向上することを確認。射出発泡成形で実用化可能な用途として、ルアーや浮き、浮き輪、ブイ、食品トレーを見出した。</p>
<p><b>⑦環境性能（各成形品共通）</b>            サブテーマ 1 -⑤を踏まえ、CNF複合材を使用した成形品の製品ライフサイクル全体のLCA手法を整備するとともに低炭素化への技術ポテンシャルを明確にする。</p>	<p><b>⑦環境性能（各成形品共通）：</b> <b>目標達成</b>            CNF複合材に関するLCA実施に際し必要なデータ収集範囲を整理し、CNF複合バイオPE製品のLCAを算定。低炭素排出素材としての優位性を明らかにした。</p>

# 研究成果の詳細

## サブテーマ1 材料評価

サンプルグループ：京都大学、京都市産技研、SuMPO

サンプル製造・評価



製造LCA



## サブテーマ2 部材評価

部材グループ：京都大学、SuMPO

部材製造・評価



加工・使用LCA



企業アドバイザー：17社

サンプル評価企業および提供回数 17社、25回

17社にCNF複合バイオPE(一部、PLA添加品)、CNF複合PP/PLA、CNF複合バイオPBSおよびCNF複合バイオPHBHを計25回提供。それぞれの企業で、本研究から提供したCNF複合材について、試作用金型、製品金型を用いて部材の成形、加工性、性能評価を行った。

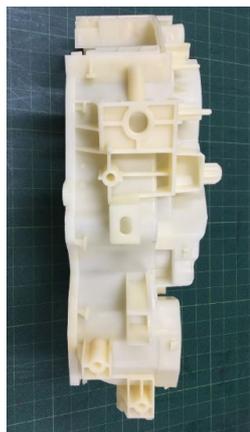
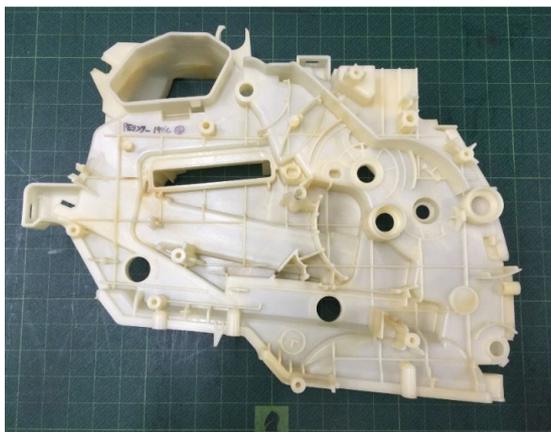
## サブテーマ1

表0-1 CNF補強による射出成形グレードバイオHDPEの強度特性変化

目標を上回って達成

	曲げ試験			シャルピー衝撃試験 4J		備考
	弾性率 (GPa)	強度 (MPa)	破断ひずみ (%)	ノッチあり (kJm <sup>-2</sup> )	ノッチなし (kJm <sup>-2</sup> )	
ベース樹脂 SHA7260	1.13	25.1	-	2.68	(103)*	*すべてNBのため参考値
CNF10%+タルク15%	3.76	60.8	4.4	3.00	21.5	MFR 0.33 (190°C, 2.16 kg) CTE 38 ppm/K
CNF5%+タルク2.5%	1.73	36.8	-	2.43	30.9	
CNF5%+タルク10%	2.24	42.2	-	2.57	27.1	

## サブテーマ2



(株)デンソー

図0-10 CNF複合バイオPEを用い射出成形で製造したエアコンケース部品。

バイオPE, CNF20%、樹脂温: 190°C成形

# 本研究提供サンプルによる評価を基に商品化

## 成形性評価

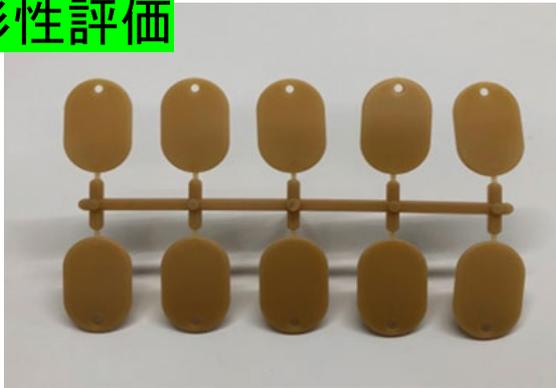


図2-4 CNF複合バイオPEを用い射出成形で製造した番号札。加工性が良く、一度に複数個の成形が可能。

## 商品化

▶ **バイオプラ番号札** [上山製作所] **グリーン購入法** **New**  
植物由来成分90%、強度もあり手触り滑らか。

大 1 100 87 小 小無地

注文番号	品番	入数	仕様	本体(税込)
① 48289	UP-NP41-W	[1セット]	大 1~50番	¥5,600 (¥6,160)
② 48300	UP-NP42-W	[1セット]	大 51~100番	¥4,000 (¥4,400)
③ 48301	UP-NP40-W	[50枚]	大 無地	¥8,000 (¥8,800)
④ 48303	UP-NP31-W	[1セット]	小 1~100番	¥5,400 (¥5,940)
⑤ 48304	UP-NP30-W	[100枚]	小 無地	¥5,400 (¥5,940)

●1箱入数:①~③50枚1セット④⑤100枚1セット●外寸:①~③縦60×横40×厚2.5mm④⑤縦45×横30×厚2.5mm●D①②③表面に番号入り(裏面は無地)●材質:セルロースナノファイバー強化バイオPE製●出荷/包装:1  
●番号入りの札は1を10番に、大は50番ごと50枚、小は100番ごと100枚が1セットです。それ以外は穴開き無地です。  
●名入れは別途費用がかかります。なお、納期は約15日程度です。

※0~1000番まで対応可能。文字色変更もできます。 **封筒**

注文番号	品番	入数	仕様	本体(税込)
④ 48305	UP-NP48-W	[1枚]	大 欠番	¥160 (¥176)
⑦ 48306	UP-NP38-W	[1枚]	小 欠番	¥160 (¥176)

●外寸:⑥縦60×横40×厚2.5mm⑦縦45×横30×厚2.5mm●材質:セルロースナノファイバー強化バイオPE製  
●出荷/包装:1  
●名入れは別途費用がかかります。なお、納期は約15日程度です。  
●欠番や同一番号を複数ご注文の際は、その番号も一緒に申し出ください。

▶ **バイオプラスチックカード立** [上山製作所] **グリーン購入法** **New**  
植物由来成分を使用する軽量なリクライニングカード立。

表示部は0~90°で自由に角度調整が可能です。

**丸型**

注文番号	品番	入数	外寸	本体(税込)
① 48522	UP-NCS-W	[1個]	径40×高22mm	¥160 (¥176)

●中紙なし●フリップ幅:25mm●材質:本体=バイオポリカーボネート、台=セルロースナノファイバー強化バイオポリエチレン●出荷/包装:1/30

図0-11 商品化したCNF強化バイオPEを用いた番号札とカード立てのカタログ

## サブテーマ1

表1-4 CNF補強によるバイオPEの対衝撃特性変化

### LLDPE

### LDPE

	曲げ試験		シャルピー /kJ m <sup>-2</sup>		曲げ試験		シャルピー /kJ m <sup>-2</sup>
	弾性率 /GPa	強度 /MPa			弾性率 /GPa	強度 /MPa	
<b>SLH118</b>	0.272	8.49	<b>64.4</b>	<b>SBC818</b>	0.162	7.27	<b>56.9</b>
CNF2%	0.384	10.8	75.9	CNF2%	0.244	9.49	60.4
<b>CNF5%</b>	0.684	16.0	<b>77.6</b>	<b>CNF5%</b>	0.418	13.5	<b>13.1</b>
CNF10%	1.30	26.2	10.8	CNF10%	0.863	22.1	5.43



**LLDPE**

左から、ニート, CNF1%, 2%, 5%, 10%



**LDPE**

左から、ニート, CNF2%, 5%, 10%

## サブテーマ2



積水成型工業(株)

図2-8 CNF複合バイオPEを用いたブロー成型ボトル

# サブテーマ1

## 土壌中での生分解性

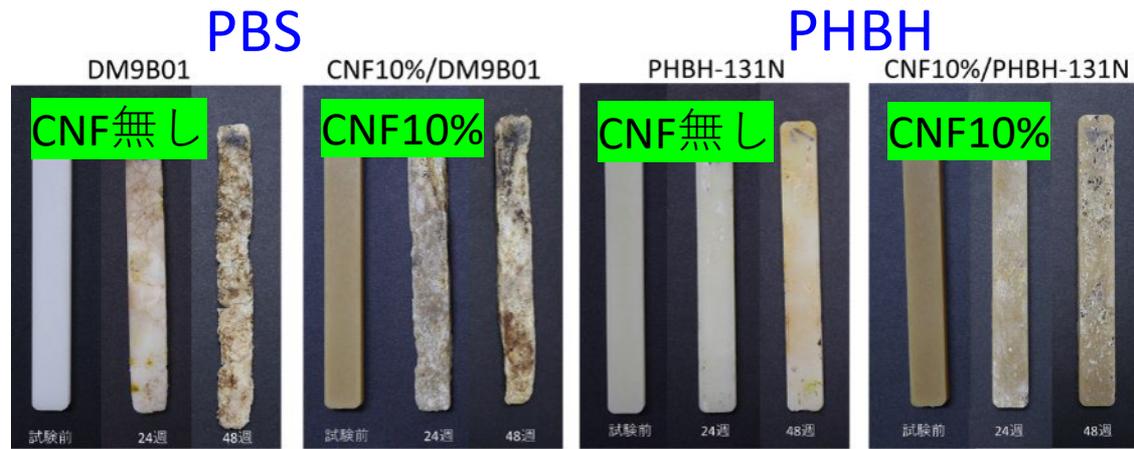
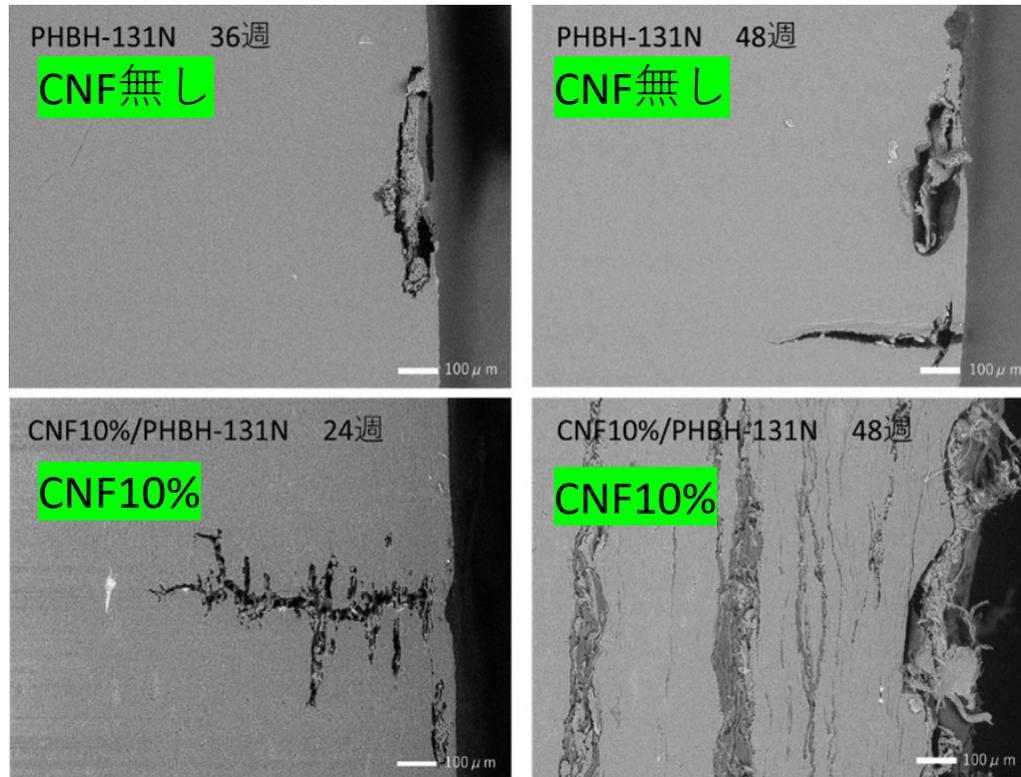


図0-5 生分解試験後のサンプルの外観

図0-6 低真空SEMを用いた生分解試験後のPHBHサンプルの断面観察  
 左上：ニートPHBH-131N-36週、右上：PHBH-131N-48週、  
 左下：CNF10%/PHBH-131N-24週、右下：CNF10%/PHBH-131N-48週



48週後：  
 分解の様子に明確な差

<弾性率、強度>

CNF無し  
 1.7(GPa)、43.4(MPa)

CNF10%  
 3.3(GPa)、58.9(MPa)  
 →強度を維持しながら分解は加速。

## サブテーマ1

### 海水中での生分解性

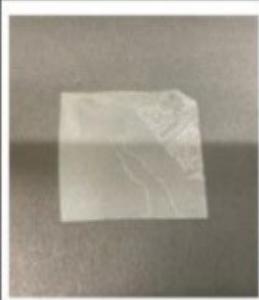
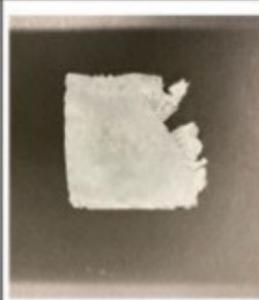
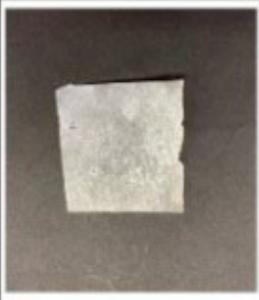
0日	14日	25日	35日	50日
ニートのPHBH				
				崩壊
10 wt% CNF複合PHBH				
				崩壊

図0-7PHBH-131NおよびCNF複合PHBH フィルムの分解の様子

# 製品金型を用いた実装用評価試験

(株)カネカ (株)ユニオン産業



図0-13 ニートPHBH (a) および10wt%CNF複合PHBH (b-g) 成形品  
(a) (b) スプーン、(c) 植木鉢、(d) 苗木ポット、(e) 紙コップホルダー、(f) 角皿、(g) 丸皿

## サブテーマ1

### 材料

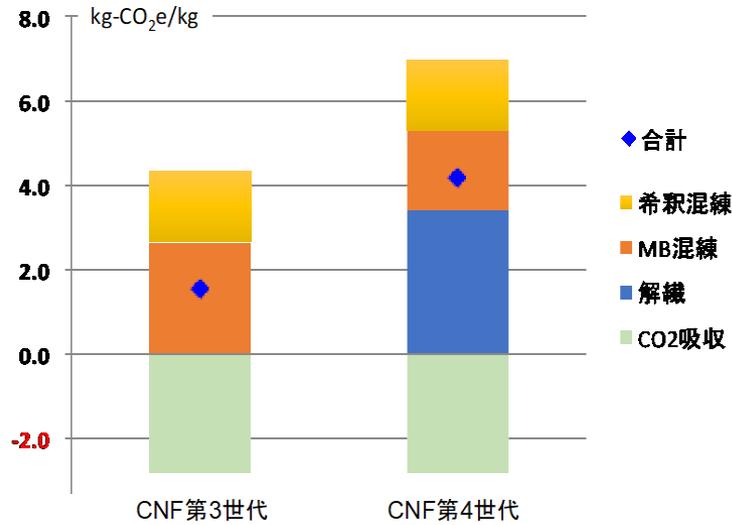


図0-8 10%CNF複合バイオPEペレット1kgあたりのGHG排出量

## サブテーマ2 材料+成形

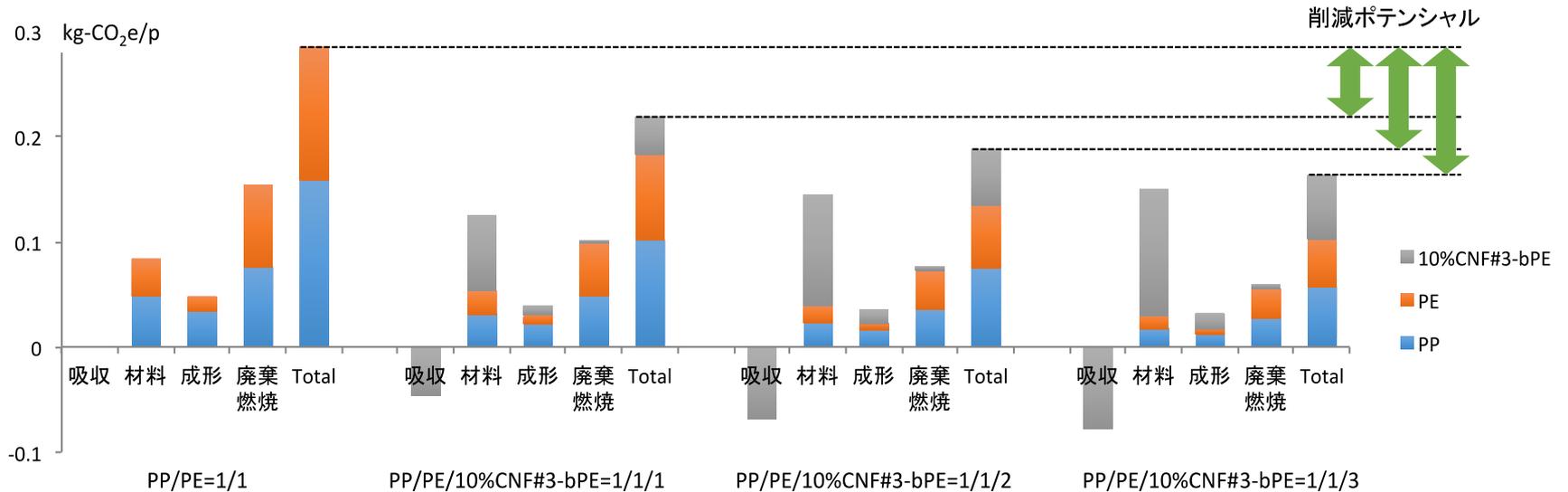


図0-18 回収樹脂1kgあたりのGHG排出量 (弾性率補正後)

# 本日の発表

1. はじめに
2. 研究開発目的
3. 研究目標及び研究計画
4. 研究開発内容
5. 結果及び考察
6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献
7. 研究成果の発表状況

# 6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献

## (1) 達成状況

### 2. 目標を上回る成果をあげた

目標:4種類のバイオマスプラスチックについて、コスト/パフォーマンスの壁をクリアして10万トンの実用化可能な製品、用途を見出す。

- バイオポリエチレンやPLAをCNFで補強することで、自動車部材等においてバイオマスプラスチックのみでは達成できない用途展開が可能であることを世界に先駆けて見出した。
- CNF複合バイオPEで置換え可能なPP複合材について自動車用途で国内50万トン、建築資材、パレット材等、それ以外の構造用途を含めると優に100万トンを超えることを踏まえ、CNF複合材について生産量が増えコストが下がれば、少なくとも10万トンのバイオマスプラスチック用途は産み出せることを示した。
- LCA評価に基づき、CNF複合バイオマスプラスチックは、主要工業材料である金属やセラミックス、石油由来プラスチックと異なり、製造段階でカーボンネガティブとなり得る構造用材料であり、その用途拡大を積極的に進める必要があることを研究成果に基づき提案した。
- 生分解性バイオマスプラスチックにおいて、CNF補強を行っても海洋分解性は損なわれず、さらに土壌分解性においては材料中のCNFネットワークが成型品の強度特性を維持しながらも内部からの生分解性を促進することを世界で初めて見出した。
- CNF複合バイオポリエチレンを使用した文房具3点が本研究に基づき商品化された。

# 6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献

## (2) 環境政策等への貢献

- CNF複合材は排出CO2の削減に効果があるマテリアルリサイクルが容易である。
- LCA評価に基づき、マテリアル製造の要素技術の最適化、リサイクルを行うことで、CNF複合材は“ネガティブエミッション”材料になる可能性を有している。
- CNF複合材を始めとする構造用セルロース複合バイオマスプラスチックの積極的活用は温室効果ガス2050ゼロエミッションに大きく貢献することが期待できる。

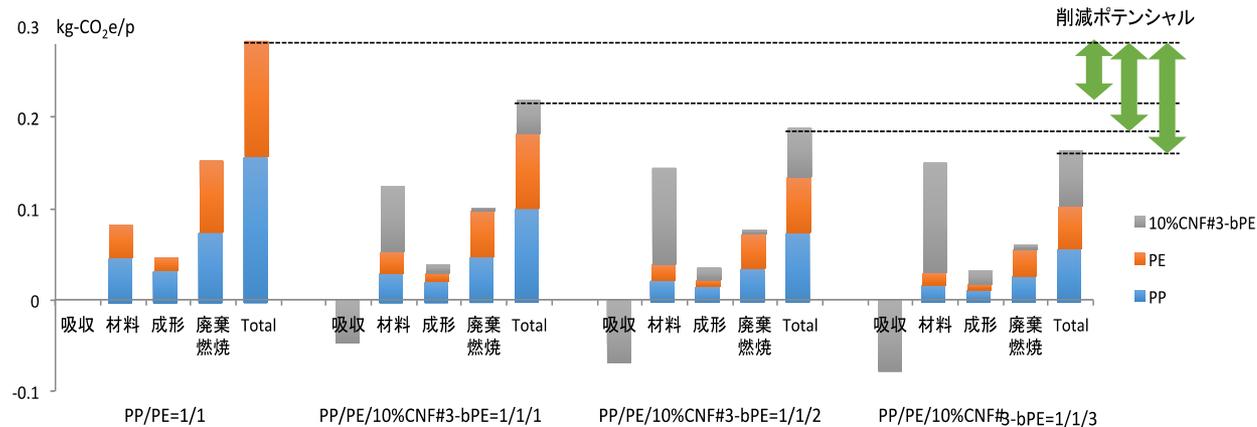


図0-18 (図2-23) 回収樹脂1kgあたりのGHG排出量 (弾性率補正後)

# 本日の発表

1. はじめに
2. 研究開発目的
3. 研究目標及び研究計画
4. 研究開発内容
5. 結果及び考察
6. 目標の達成状況と環境政策等への貢献
7. 研究成果の発表状況

# 7. 研究成果の発表状況

成果の種別	件数
査読付き論文：	0
査読付き論文に準ずる成果発表（人文・社会科学分野）：	0
その他誌上発表（査読なし）：	3
口頭発表（国際学会等・査読付き）：	2
口頭発表（学会等・査読なし）：	7
知的財産権：	0
「国民との科学・技術対話」の実施：	8
マスコミ等への公表・報道等：	0
研究成果による受賞：	0
その他の成果発表：	0

# 謝辞

アドバイザー：                    滋賀県立大学 徳満勝久様  
株式会社カネカ 千葉 健様

環境省地球温暖化対策事業室：

坂木良太様、藪内 傑様、樋口海里様

プログラムオフィサー：                    岩堀恵祐様

環境保全再生機構社会実装支援コーディネーター：

亀山 秀雄様

環境保全再生機構：

渡嘉敷 航様、高畠峻造様、大倉寿之様

# 補足資料

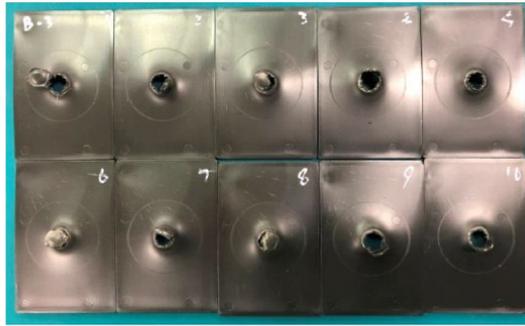
# 試験金型を用いた実装用評価試験 (株)伊藤園

## 射出成形

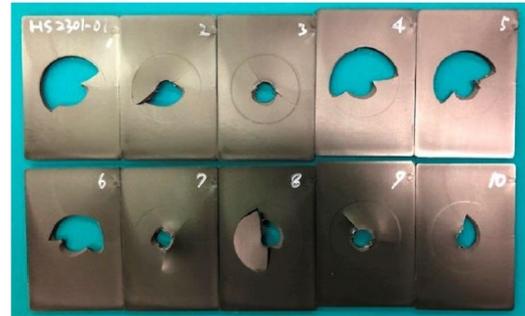


日本プラパレット

図2-2 落錘衝撃試験 (各10枚)。上からリサイクルプラ、CNF複合材初期品、CNF複合材改良品。



年間10台の運搬用パレットを新品に交換。CNF添加によるリサイクルプラのアップサイクル(パレット軽量化に期待  
リサイクルプラ



CNF5%添加で剛性は1.4倍になり要求性能を満たした。しかし、衝撃強度に課題

第1回組成トライアル



CNF添加率と樹脂組成検討で、剛性、衝撃強度ともに要求性能を達成。

第2回組成トライアル

【落錘衝撃写真】

## PBS

表0-2 CNF複合PBSの組成及び性能一覧

No.	PBS グレード	CNF (wt%)	添加剤		曲げ弾性率 (MPa)	曲げ強度 (MPa)	HDT (°C)
			種類	wt%			
ZM7B01		0	-	-	660	33.2	70.2
3	ZM7B01	5	-	-	1460	49.9	84.1
4		10	-	-	2430	64.5	93.2
5	ZM7B01	10	タルク	5	2660	66.4	82.5
6		10	タルク	10	2800	66.7	83.1
7		10	タルク	20	3910	75.6	84.5
8		0	タルク	20	1410	45.9	70.6
9	ZM7B01	10	ラミー	5	2780	66.0	95.4
10		10	ラミー	10	3230	70.3	95.7
11		10	ラミー	15	3720	75.3	100.0

HDTは1.80 MPa 応力条件

## PHBH

表0-3 CNF複合PHBHの組成及び性能一覧

No.	CNF (wt%)	添加剤		曲げ弾性率 (MPa)	曲げ強度 (MPa)	HDT (°C)
		種類	wt%			
PHBH-131N	0	-	-	1310	39.5	77.0
12	5	-	-	2090	49.4	85.3
13	10	-	-	3080	60.9	94.4
14	10	タルク	5	3100	58.0	92.3
15	10	タルク	10	3320	59.7	94.5
16	10	タルク	20	4490	61.4	93.0
17	0	タルク	20	2310	41.4	80.6
18	10	PLA	11.43	3540	71.9	73.4
19	10	MA-PLA	11.43	3630	75.6	68.5

HDTは1.80 MPa 応力条件