

# 熱収縮しにくい！簡便で低コストに 製造できるメルトブロー不織布

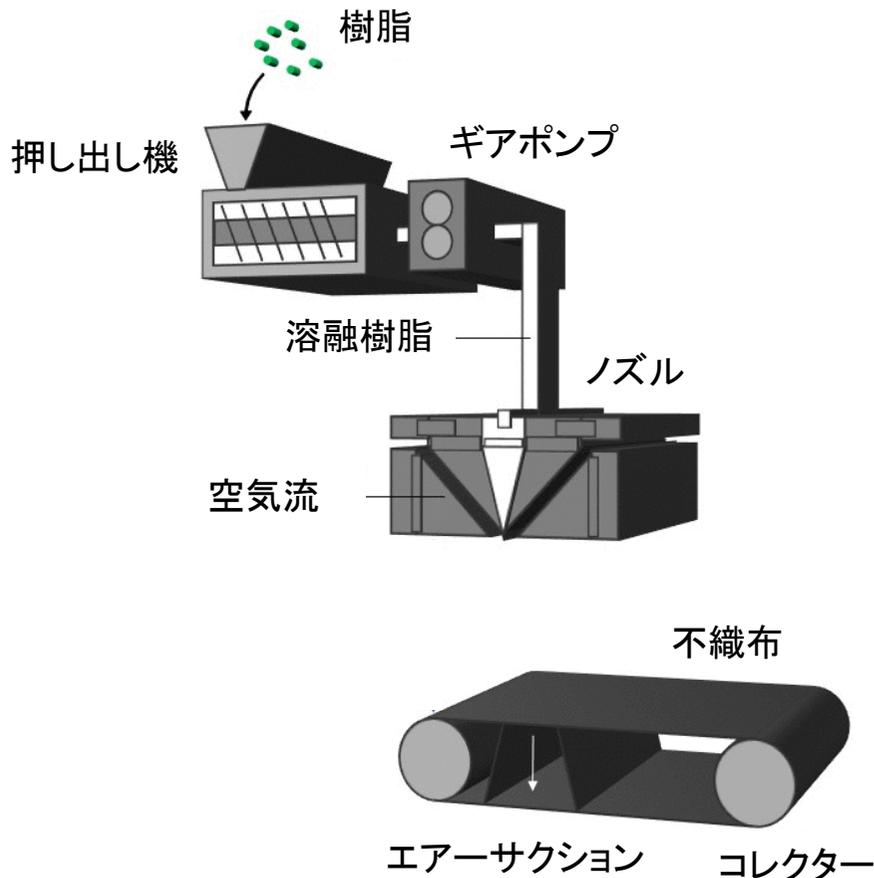
信州大学 繊維学部 先進繊維・感性工学科  
助教 富澤 錬

2022年8月4日

# メルトブロー不織布とは

## メルトブロー(MB)法とは

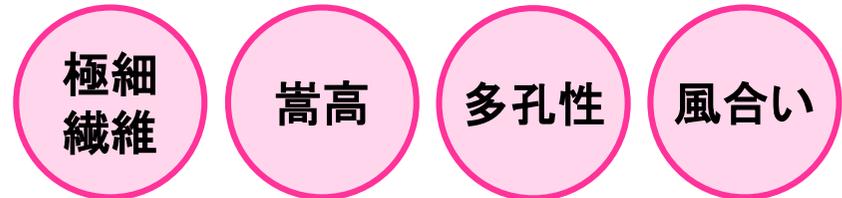
熔融樹脂を高温高圧の空気で吹き飛ばし、コンベア上に堆積させて不織布を作製する方法



## 用途

- ・医療用マスク
- ・フィルター
- ・吸音表皮材

## 長所

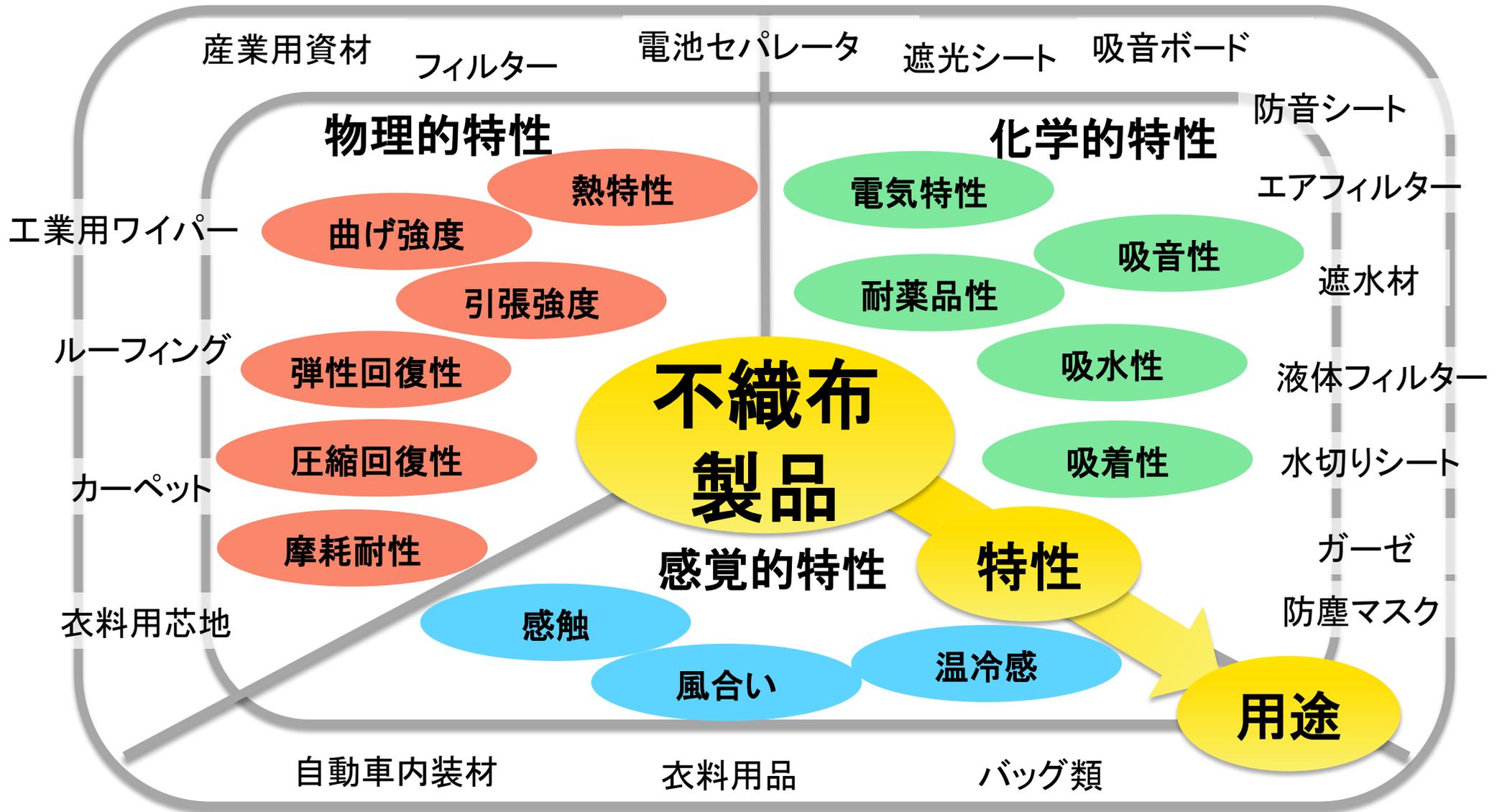


## 短所



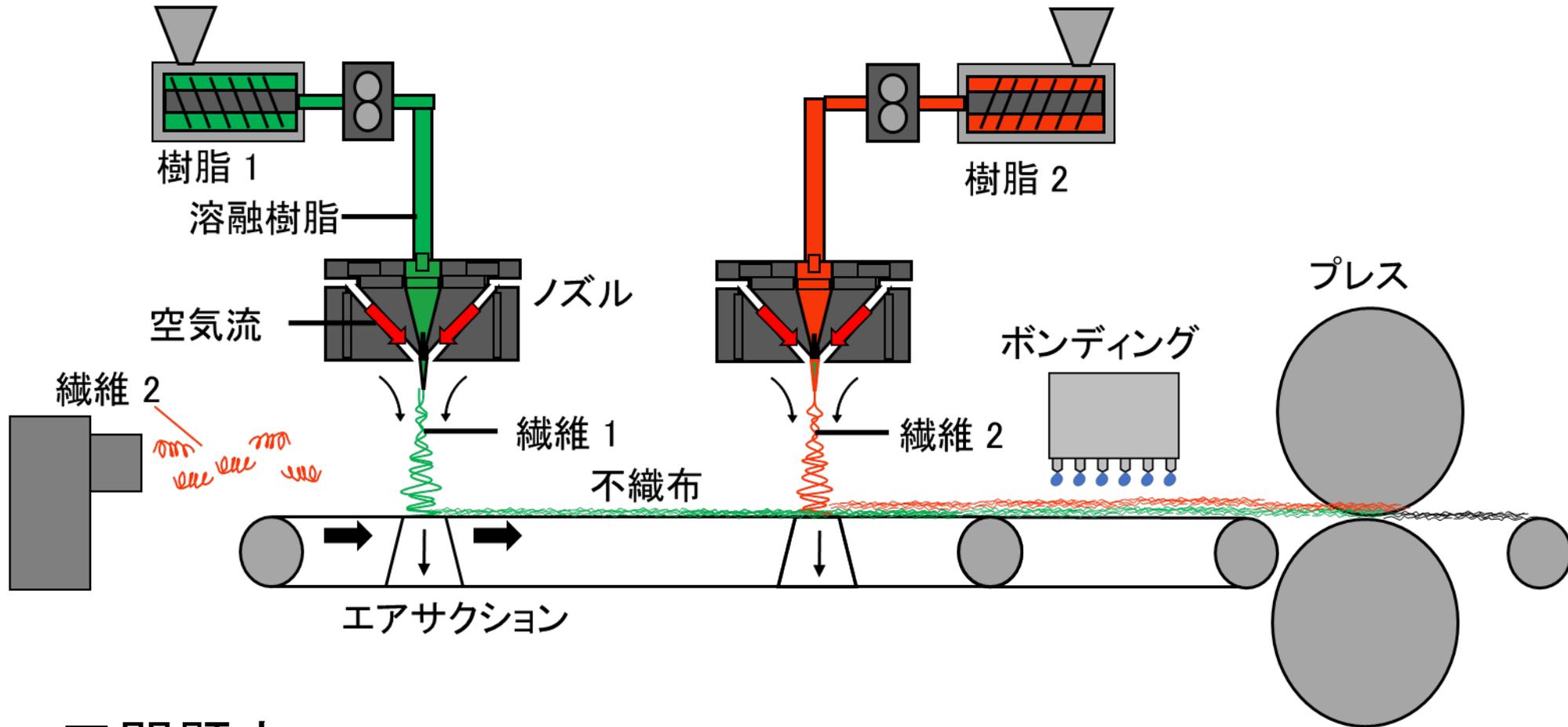
改善・向上が求められている

# 不織布に求められる特性



用途に合わせて複数の特性を組み合わせることが必要

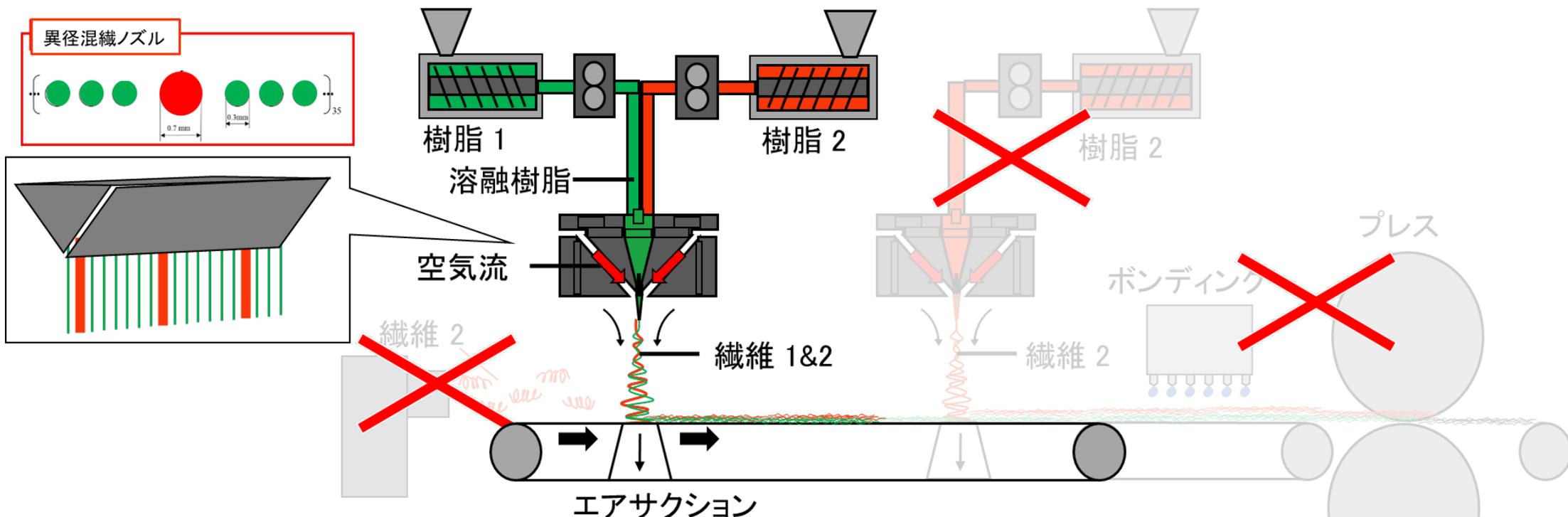
# 従来技術とその問題点



## □ 問題点

- ① 繊維を別経路から吹き付ける必要がある
- ② 押し出し機を追加で設置する必要がある
- ③ 2成分を接着させるためにボンディングやプレス工程が必要

# 新技術の特徴・従来技術との比較



- ①単一工程で異なる成分・直径の繊維が相互交絡した不織布が製造可能  
→追加装置, 工程が不要
- ②ノズル直径差があり, 溶融粘度の異なる樹脂を選択可能

生産速度向上, 生産コスト大幅カット + 環境負荷の増加を抑える  
新規MB技術

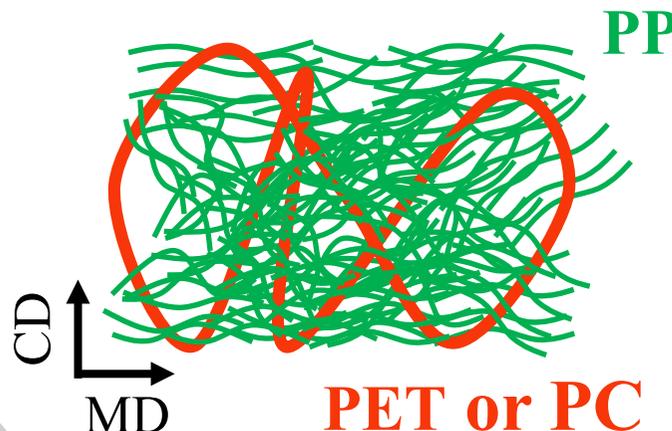
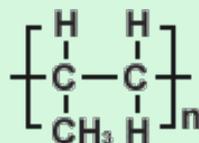
# 新技術を用いた適用事例\_狙いと概要

オレフィン系樹脂のポリプロピレン(PP)に耐熱性樹脂であるポリエチレンテレフタレート(PET)やポリカーボネート(PC)を混織

ポリプロピレン(PP)

耐薬品性

電気特性



+

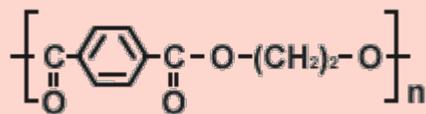


+

ポリエチレンテレフタレート(PET)

耐熱性

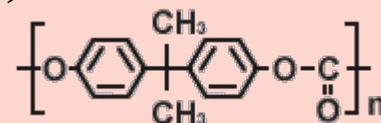
弾性回復性



ポリカーボネート(PC)

耐熱性

寸法安定性



要求特性: 圧縮回復性に優れる?

要求特性: 低熱収縮性に優れる?

# 新技術を用いた適用事例\_紡糸条件

※MFR **PP:700** g/10 min, **PC:113** g/10 min ※IV **PET:0.44** dL/g

試料名	紡糸条件				構造				
	吐出体積 (cm <sup>3</sup> /min)		PC or PET 分率 (%)	コンベア速度 (m/min)	厚み (ISO) (mm)	目付 (ISO) (g/m <sup>2</sup> )	直径 (μm)		
	PP	PC or PET					最大	最小	平均
PP-2.4	37.5	0	0	2.4	0.38	31.4	8.6	0.4	1.8
PP-6.0	37.5	0	0	6.0	0.20	13.1	5.1	0.5	1.8
PC58-6.0	37.5	52.5	58	6.0	0.76	40.4	16.0	0.4	2.4
PC58-20	37.5	52.5	58	20.0	0.28	13.0	32.7	0.4	2.5
PC88-6.0	7.5	52.5	88	6.0	0.56	32.6	29.8	0.3	2.3
PET58-2.4	37.5	52.5	58	2.4	0.76	40.4	18.2	0.4	1.9
PET58-6.0	37.5	52.5	58	6.0	0.56	32.6	22.8	0.6	2.4

※試料名:PC or PET分率 - コンベア速度

# 新技術を用いた適用事例\_評価フロー

## 紡糸

## 構造と物性

## 目的

## 特性検証

PET混織  
不織布

SEM観察

X線CT観察

熱処理によりPET  
を結晶化させ、  
圧縮回復性向上  
(定長熱処理: 120 °C, 5 min)

圧縮率/圧縮弾性率評価  
(JIS L 1913:2010)

結晶化度測定

・DSC  
(50 ~300 °C, 10 °C /min)

PC混織  
不織布

引張試験

TMA測定  
(R.T.-180 °C)

・低熱収縮性を検証  
・電池セパレータ  
適合性の検証

熱収縮率測定

・自由端熱処理  
(100 °C, 12 時間)

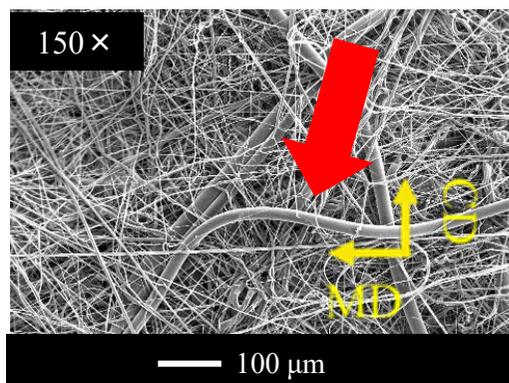
電池セパレータ適合性

・電池特性評価 (CR 2025型)  
0.3 C(1.2 mA)/ 5.0 C(20 mA)放電  
・空孔径測定

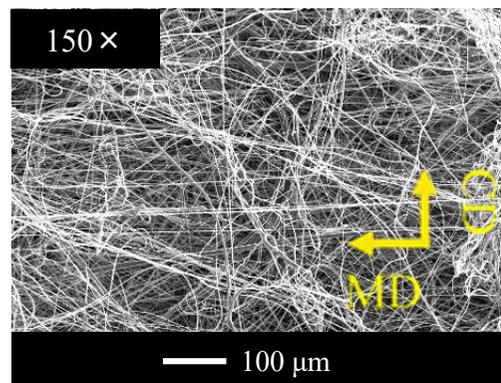
正極材料	LiFePO <sub>4</sub> 電極
負極材料	黒鉛電極
セパレータ	当該試料
電解液	LiPF <sub>6</sub> 系

# 実験結果\_試料観察

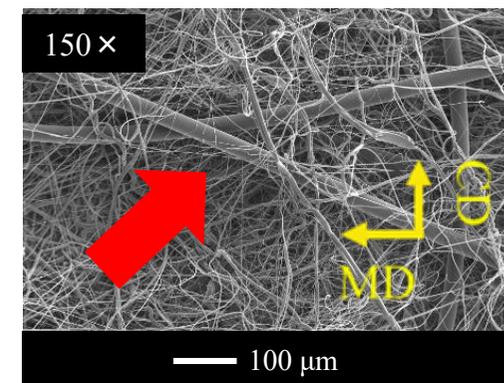
PET58-6.0



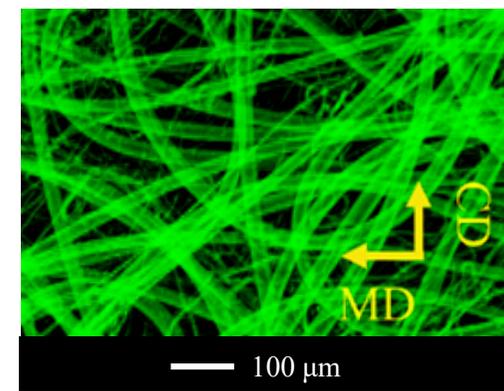
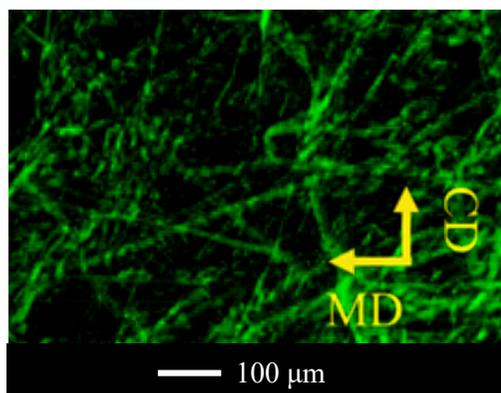
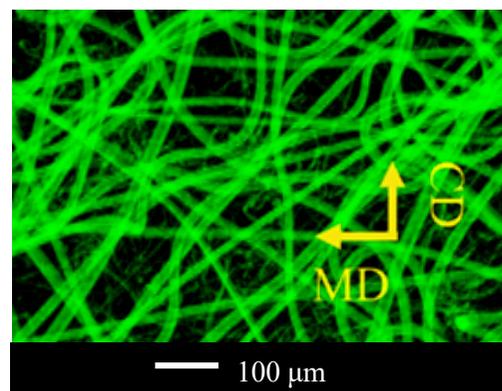
PP-6.0



PC58-6.0



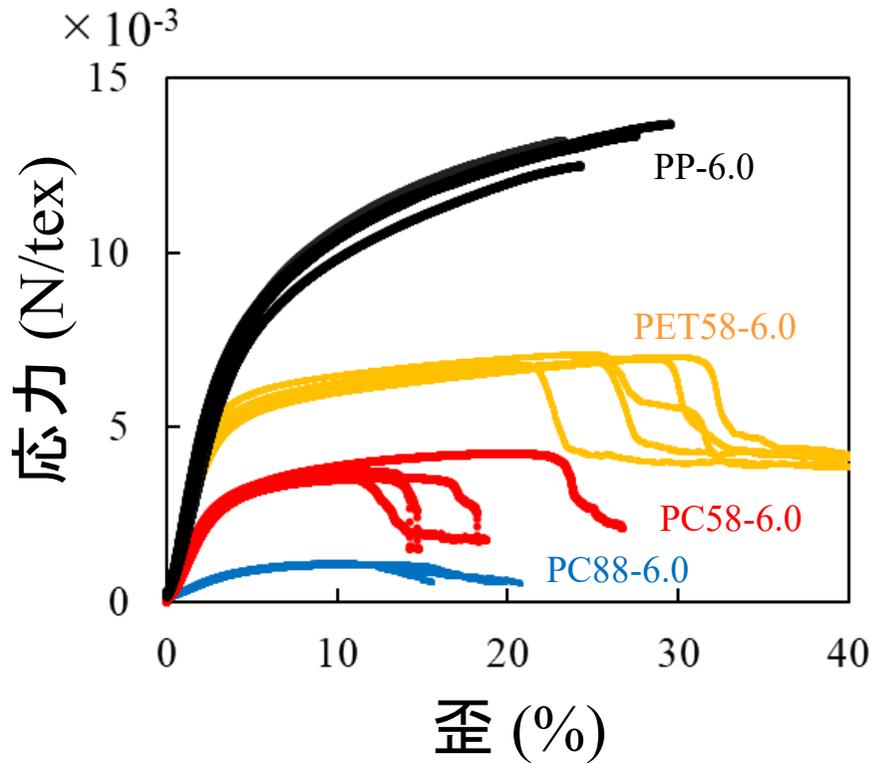
X-ray CT



高融液粘度のPETやPCを大直径ノズルから吐出することで、  
骨格材繊維の混織に成功した

# 実験結果\_引張強度

## 引張強度

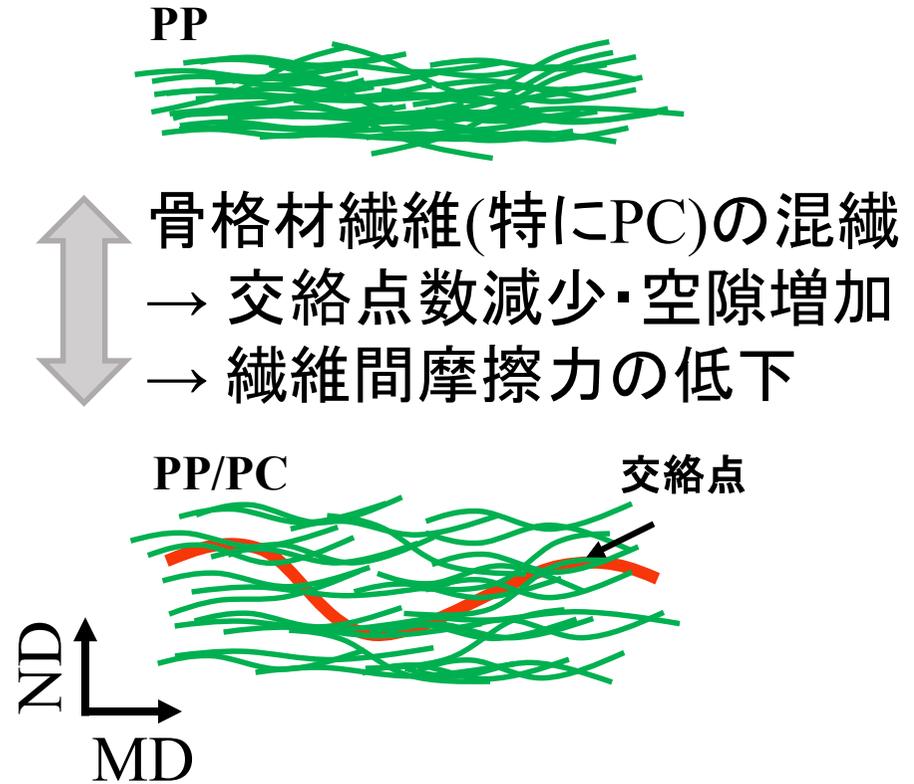


骨格材繊維  
の直径

17 ± 7 μm

19 ± 9 μm

20 ± 10 μm



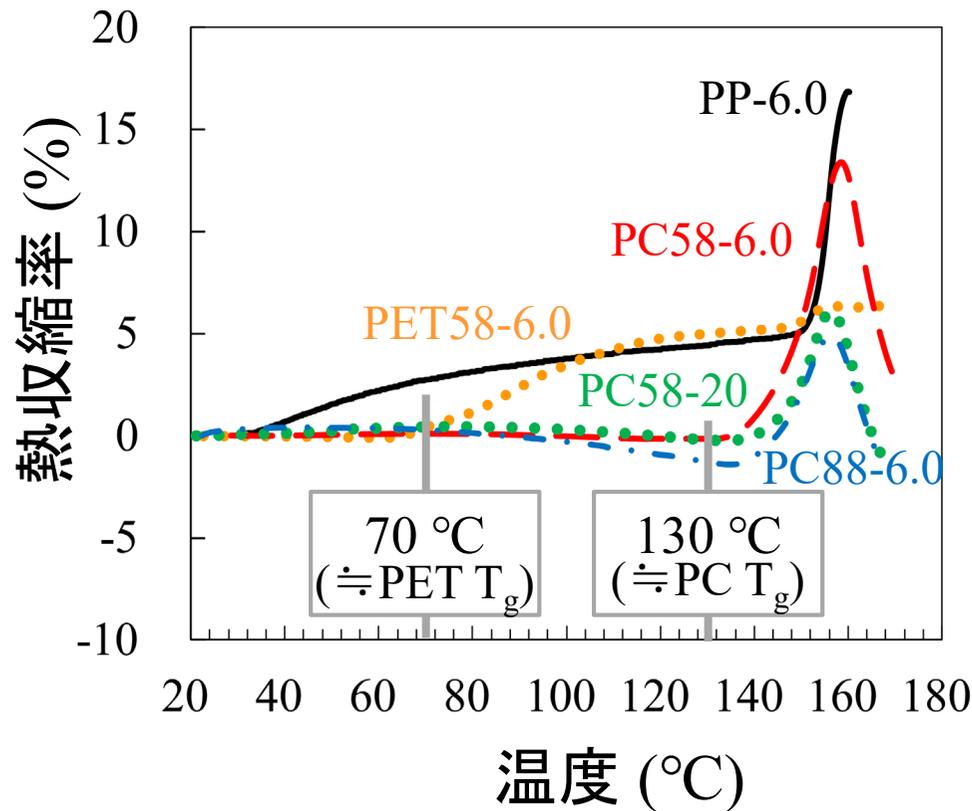
骨格材繊維が太いほど、引張強度が低下

# 実験結果\_熱収縮率

熱収縮率(TMA測定)

$$SL=100 \times$$

$$\frac{L_{R.T.} - L_n}{L_{R.T.}} \quad \left( \begin{array}{l} SL : \text{熱収縮率} \\ L_{R.T.} : \text{初期試料長} \\ L_n : n \text{ } ^\circ\text{Cの試料長} \end{array} \right)$$



PP-6.0

室温から徐々に収縮

PET混織試料

70 °Cまで収縮しなかった

PC混織試料

130 °Cまで収縮しなかった

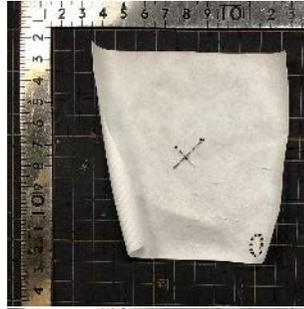
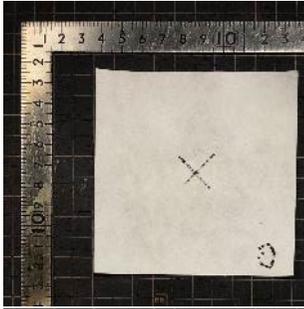
熱収縮は骨格材繊維のガラス転移温度以下でほぼ完全に抑制された

# 実験結果\_自由端熱処理-PC-

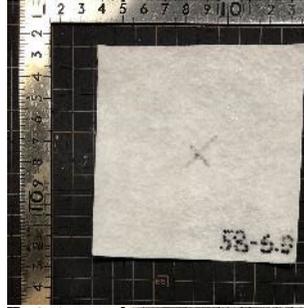
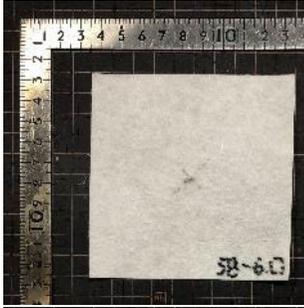
熱処理前

12時間後

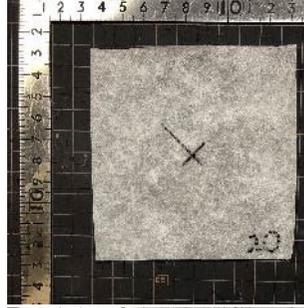
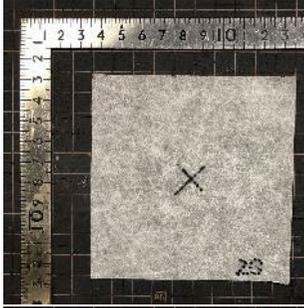
PP-6.0



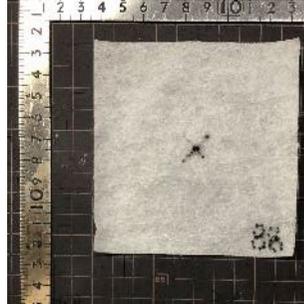
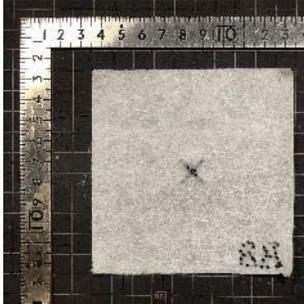
PC58-6.0



PC58-20

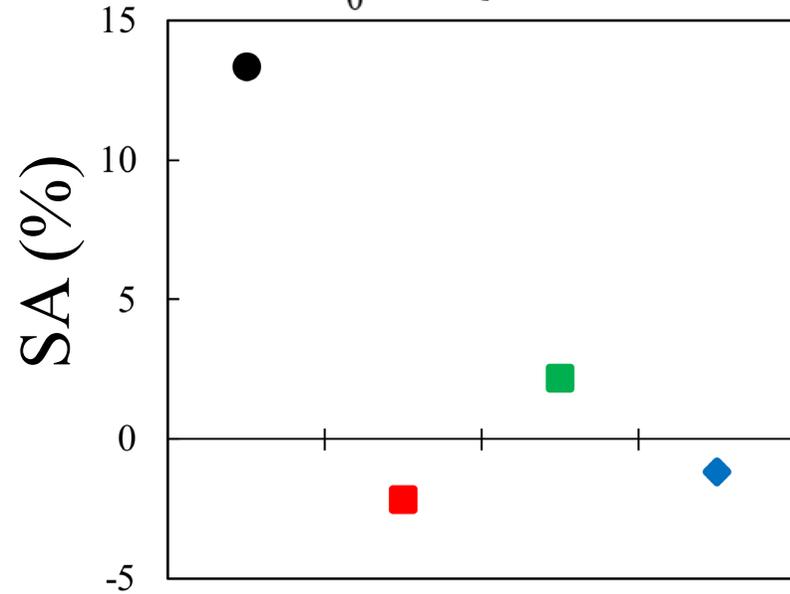


PC88-6.0



$$SA = 100 \times \frac{A_0 - A}{A_0}$$

$\left( \begin{array}{l} SA : \text{熱面積減少率} \\ A_0 : \text{初期試料面積} \\ A : \text{12時間後の試料面積} \end{array} \right)$



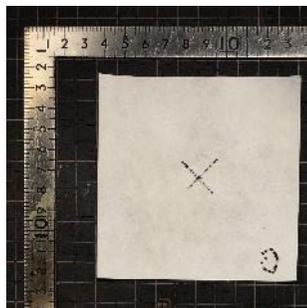
PP-6.0は12時間で約13%収縮したが、PC混織不織布はほぼ収縮しなかった。

# 実験結果\_自由端熱処理-PC-

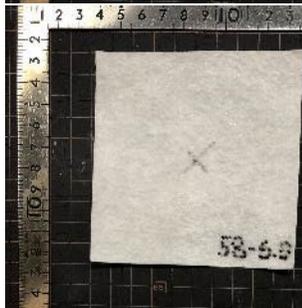
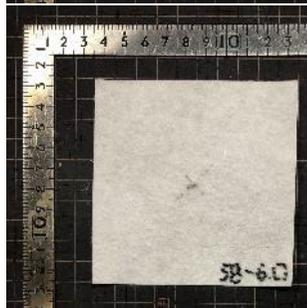
熱処理前

12時間後

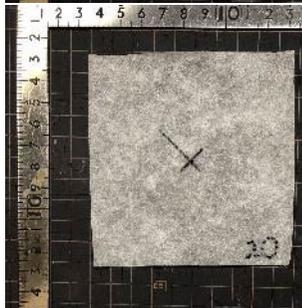
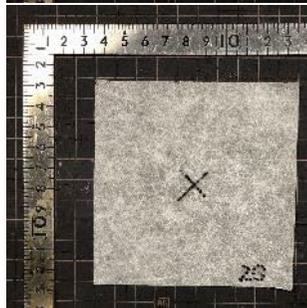
PP-6.0



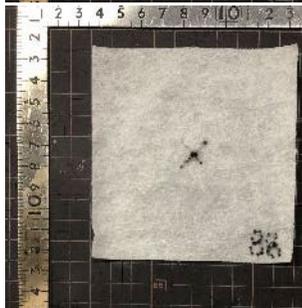
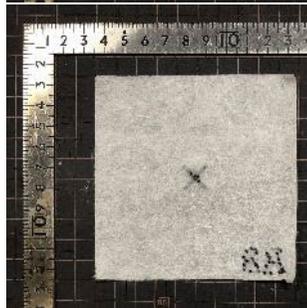
PC58-6.0



PC58-20

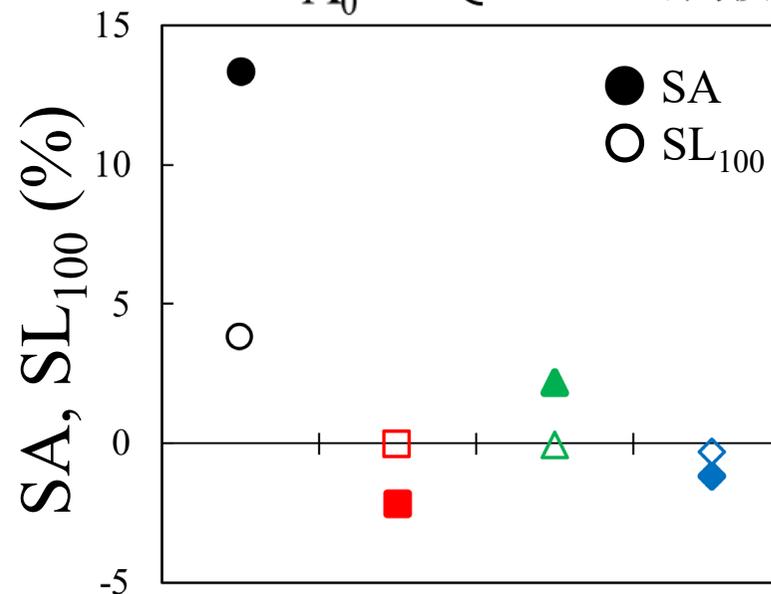


PC88-6.0



$$SA = 100 \times \frac{A_0 - A}{A_0}$$

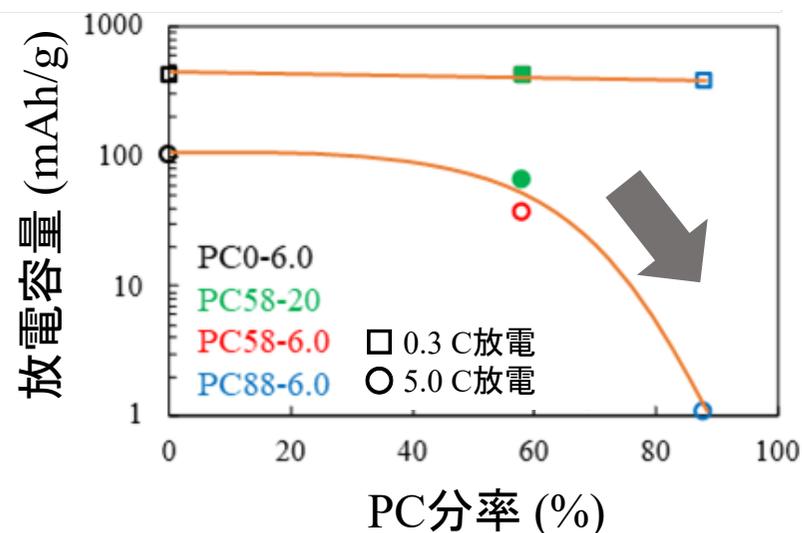
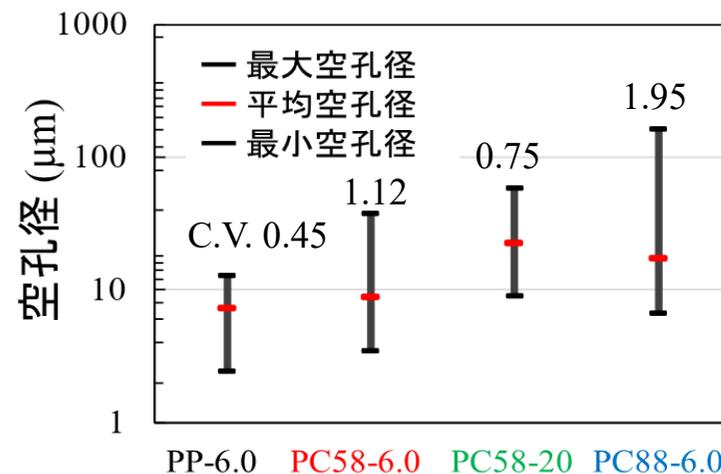
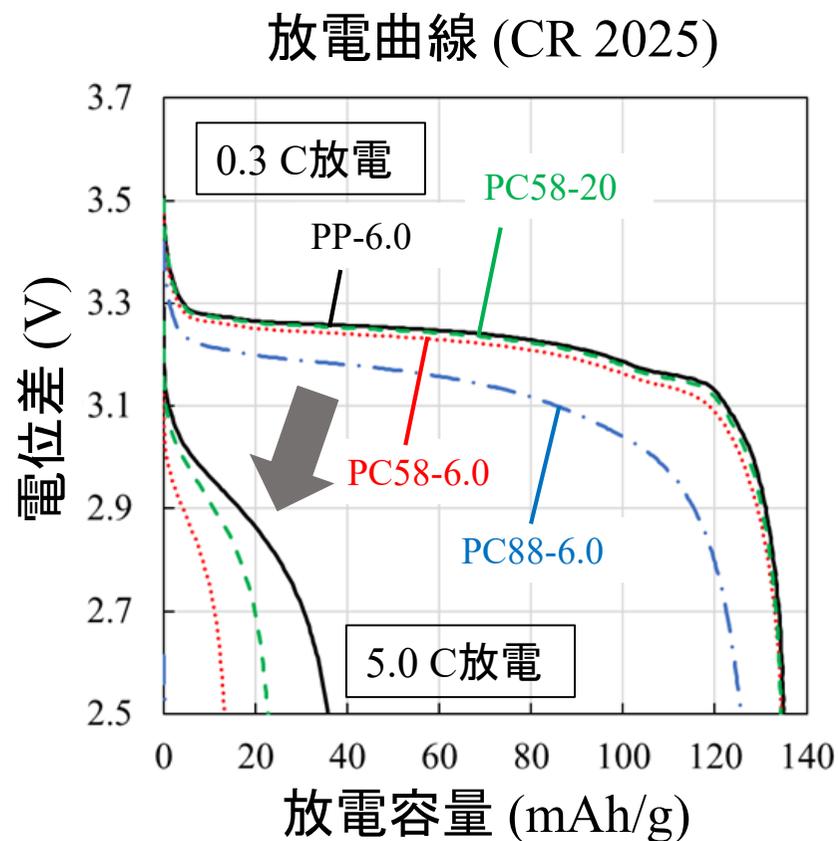
SA : 熱面積減少率  
 A<sub>0</sub> : 初期試料面積  
 A : 12時間後の試料面積



PP-6.0は12時間で約13%収縮したが、  
PC混織不織布はほぼ収縮しなかった。

100°Cで熱処理しても、  
PC混織不織布はほぼ収縮しなかった。

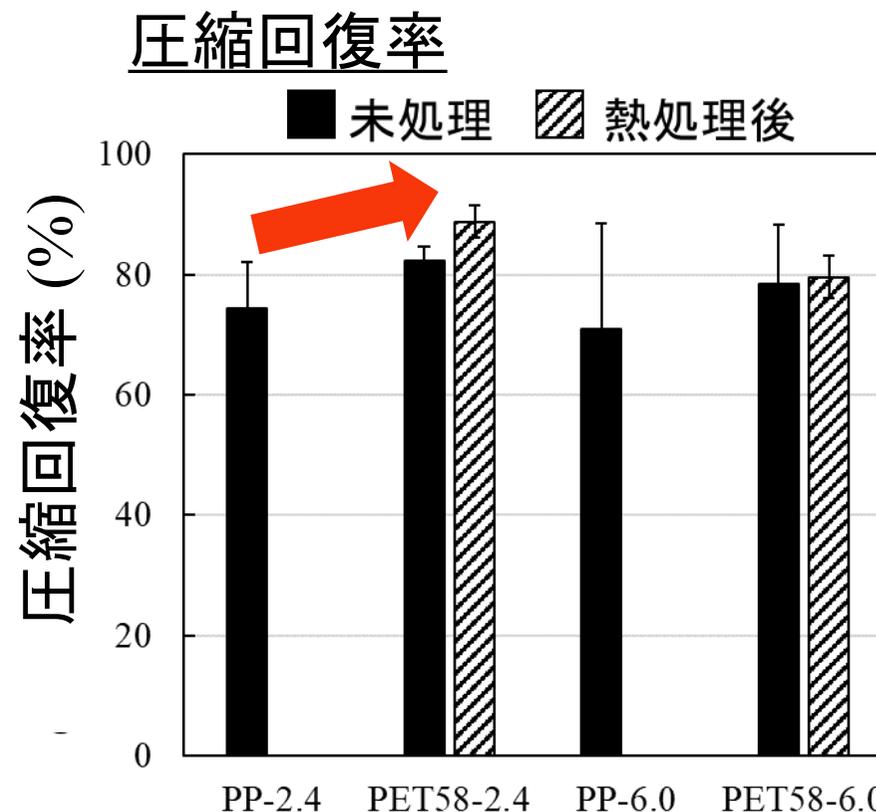
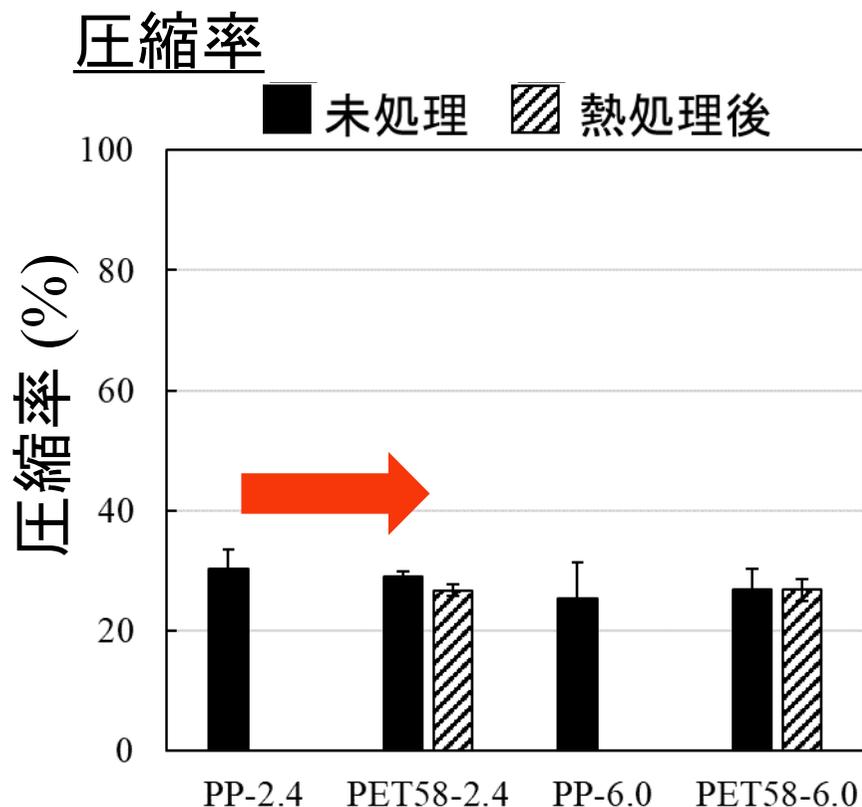
# 実験結果\_電池性能試験-PC-



**高電流負荷**: 空孔径ムラが大きい順に放電容量の低下

**低電流負荷**: 混織不織布はPP単成分不織布との容量の差がほぼなく,  
熱安定性に優れたセパレータの作製に成功

# 実験結果\_圧縮率・圧縮回復率 -PET-



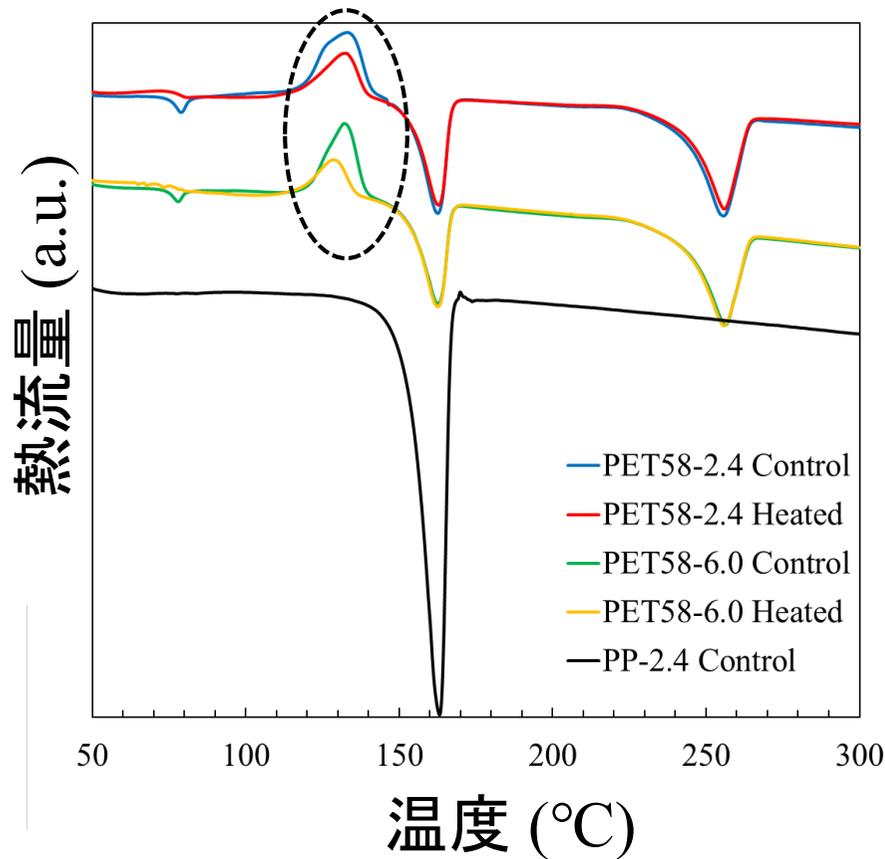
定長熱処理によって、PET混織不織布の

圧縮率は損なわれず、圧縮回復率は増加する傾向が見られた

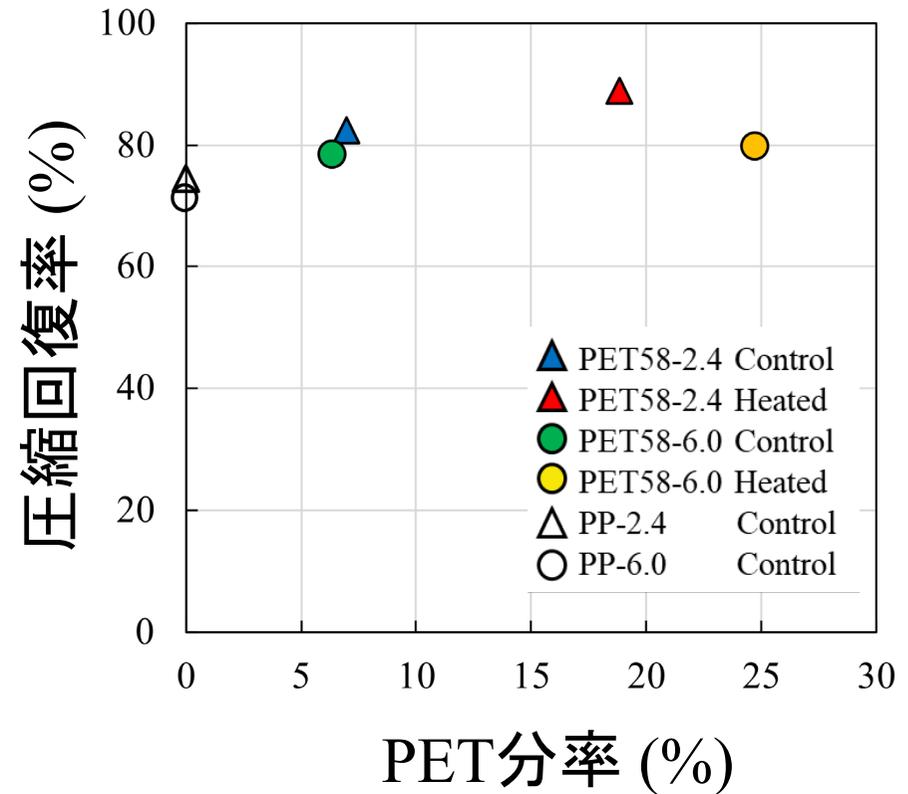
JIS L 1913:2010

# 実験結果\_DSC測定 -PET-

DSC



PET結晶化度と圧縮回復率



PETの結晶化が進むほど、圧縮回復性が向上  
→PETの弾性率向上が原因か？

# まとめ

骨格材繊維を導入すると...

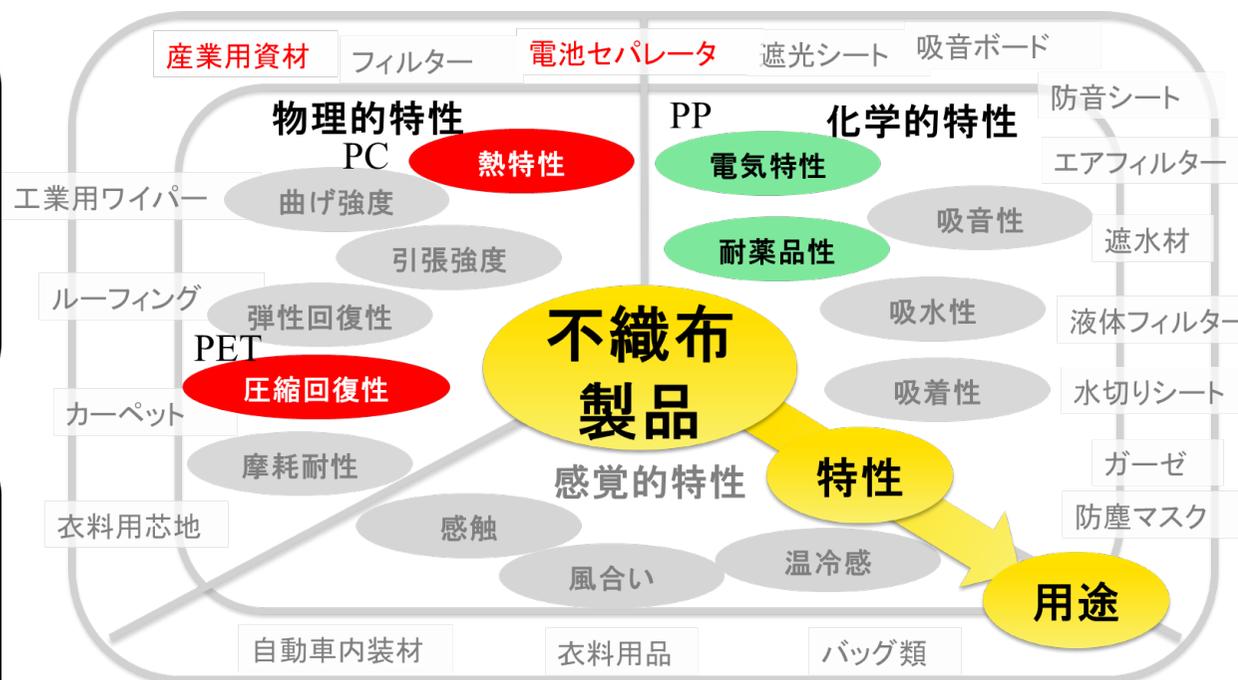
- 高融液粘度のPETやPCを大直径ノズルから吐出することで、骨格材繊維の混織に成功した
- 混織によって引張強度が低下した
- 混織によって熱収縮は骨格材繊維のガラス転移温度以下でほぼ完全に抑制された

骨格材繊維がPCの場合...

- PC繊維が不織布の熱収縮を抑制し、低熱収縮性を示す電池セパレータが作製できた

骨格材繊維がPETの場合...

- 定長熱処理によって、PET混織不織布の圧縮回復率は増加した



# 想定される用途

PP/PC混織不織布によってセパレータとしての機能を維持しつつ、耐熱性を向上させた

**電池セパレータ**

PP/PC混織不織布によって正の電荷と負の電荷を別の樹脂に保有させ高い帯電性を持つ

**フィルター用の新たな不織布**

PP/PET混織不織布によってPET繊維を結晶化させ、弾性率が増加することで、不織布の圧縮回復性の向上をもたらし、圧縮や曲げにより

**構造が変形しにくい不織布**

骨格材成分にスーパーエンブラを混織し、寸法安定性・耐熱性を向上させた

**耐熱バグフィルター**

# 企業への期待

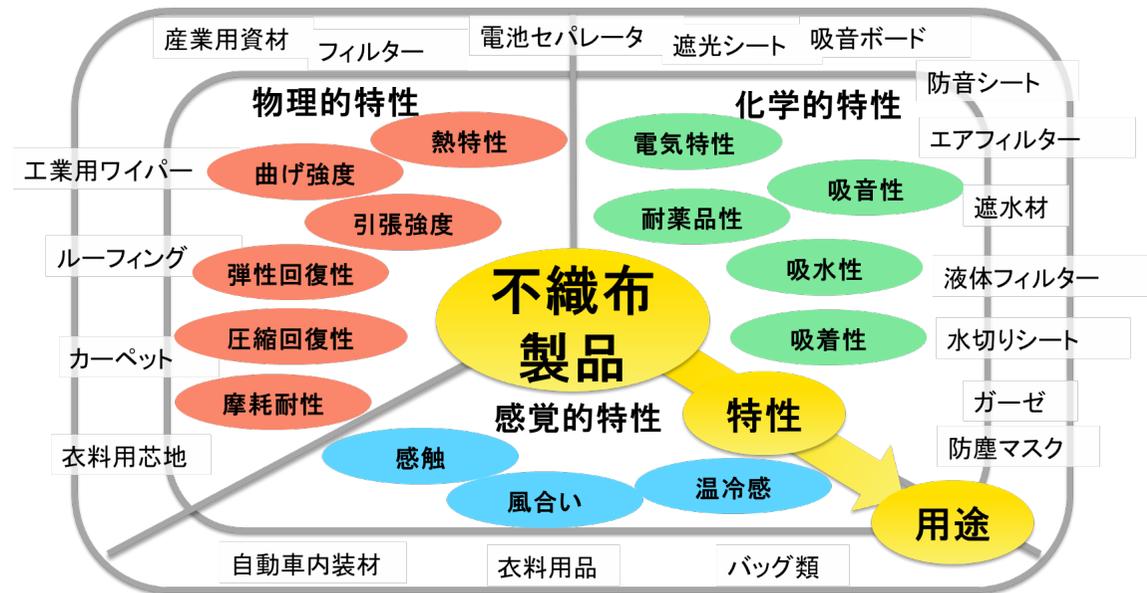
本学に設置されている二軸メルトブローン装置を用いることで、迅速な不織布作製が可能

ニーズの提案

用途

新規特性

樹脂



電池セパレータとしての検証

大学で実施可能な実験と、企業様で可能な実験との協働

構造変形しにくい不織布の活用検討

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : セパレータ及びその製造方法、電池、並びに、不織布
- 出願番号 : 特願2022-009462
- 出願人 : 信州大学
- 発明者 : 富澤 錬

# お問い合わせ先

株式会社信州TLO



**T E L 0268-25-5181**

**F A X 0268-25-5188**

**e-mail [info@shinshu-tlo.co.jp](mailto:info@shinshu-tlo.co.jp)**