

接着剤を鞘に持つ繊維で 不織布の強度を向上

信州大学 繊維学部 先進繊維・感性工学科
助教 冨澤 錬

2024年8月1日

従来技術とその問題点

ニードルパンチ不織布の高強度化について

既に実用化されているものには、低融点PETを鞘に、高融点PETを芯に配置した繊維をヒートプレスする方法等があるが、

- ・ 芯のPETが溶け出すと不織布形状の維持が困難
- ・ 芯のPETの熱劣化の懸念

等の問題があり、今後の改善が期待されている。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、芯PET繊維の劣化を改善できる可能性を示した。
- また不織布のヤング率を50倍に向上できた
⇒これによる寸法安定性の可能性も見込める
- 従来は芯と鞘が同材料である点で熱が両樹脂を劣化させ物性の安定化に課題があったが、PETが劣化するよりも、低い温度で融着点を作ることが本技術により可能になった。
- これにより、ニードルパンチ不織布のさらなる高強度化、寸法安定性の可能性が示唆される。

想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、ジオテキスタイル製造に適用することで、強度と寸法安定性によるハンドリング性と寿命の向上のメリットが大きいと考えられる。
- 上記以外に、接着性樹脂に新規材料を添加することで更なる機能付与も期待される。

実用化に向けた課題

- 現在、PET/PVB芯鞘繊維について、2つの紡糸条件が可能なところまで開発済み。しかし、芯鞘比や各樹脂の粘度比率の最適化の点が未解決である。
- また不織布化についても糸の製造可能限界のために、混繊率20-40%での検討に留まっている。混繊比や熱処理条件によって更なる物性制御が可能であるが、材料とコストがかかり実現が難しい。

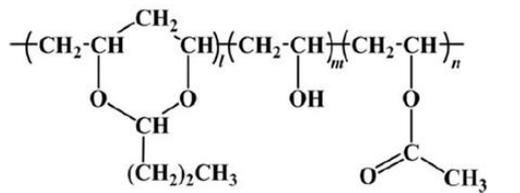
企業への期待

- 前述の通り、コンセプトは確立されているので、スケールアップが課題である。芯鞘紡糸やニードルパンチ不織布に関心をお持ちの企業と連携し、ジオテキスタイル、吸音材、クッション材等への開発に向けた、条件検討を行いたい。
- 具体的には、各樹脂の粘度と芯鞘比の最適化、不織布にする際の条件検討
- 以降のスライドにて現状の開発進捗を説明する。

◆ 緒言

PVB

◆ 構造 Poly vinyl butyral



◆ 用途

- ・合わせガラスの中間膜
- ・プリント基板接着剤
- ・船舶のコーティング材 など

主にフィルムとして
使用されている

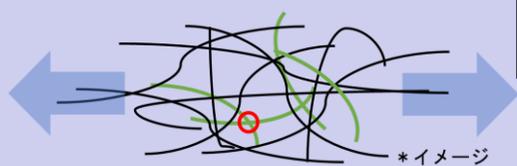
繊維状に成形して
用途拡大を目指す

繊維化

PET/PVB芯鞘複合紡糸繊維

目標

◆不織布への適用
繊維同士の接着性を上げて不織布の強度を向上



不織布
(イメージ)

PVBにより交点の接着性が上がれば不織布の強度が増すのでは？

評価

PVB
(接着材成分)

PET
(材料成分)

表面接着性能を付与？

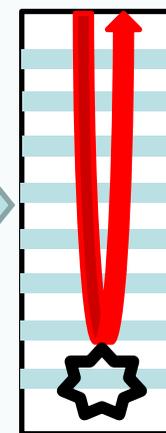
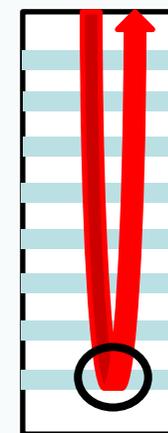
接着性評価

接着の種類

力学的、化学的、静電的

↑ヒートプレスによる力学的な接着に注目

繊維同士の接着強さ評価方法を考案



⇒実際に接着強さを評価

◆実験 紡糸—延伸

◆ Spinning

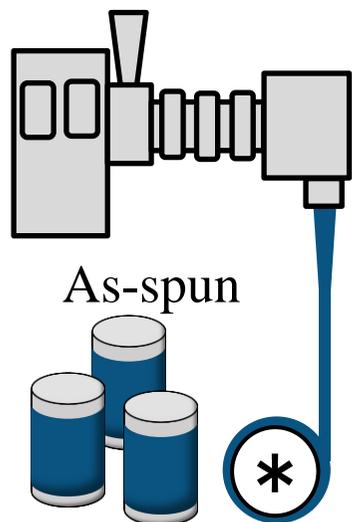


Table 1 Fiber spinning and drawing conditions

Sample	Core Sheath Volume ratio	Take-up Speed / m/min	Draw ratio	Diameter		Laser Power / W
				Ave. / μm	C.V. / %	
PET	-	300	-	130	1.5	-
			-	130	3.4	-
			5.5	57	1.2	-
PET/PVB	1:1	200	6.5	52	1.7	4.0
			7	53	1.2	
			7.6	50	1.6	

◆ Laser Drawing

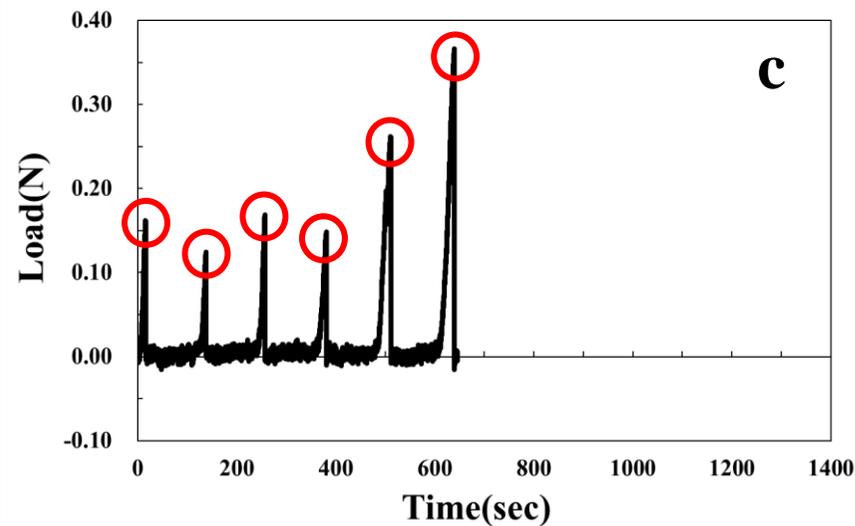
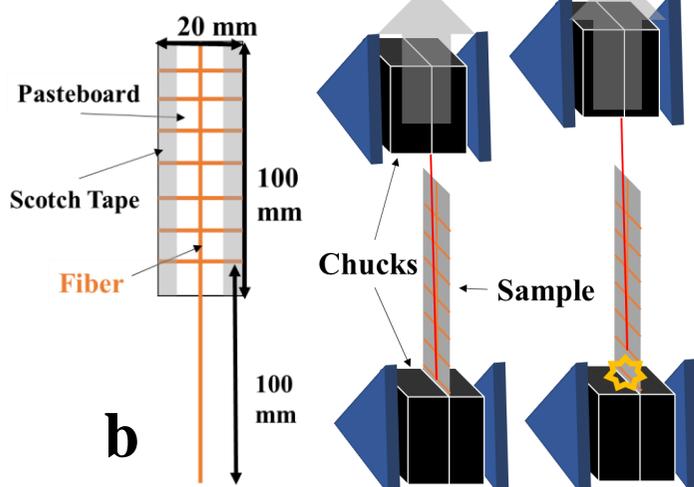
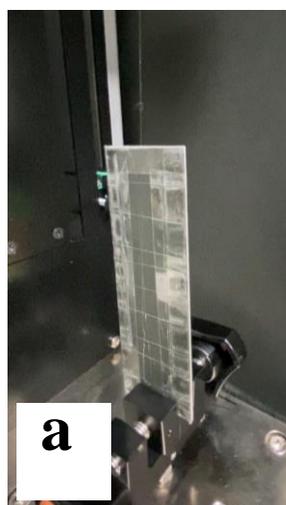


Fig. Tensile testing method and definition of peel strength. (a) Picture of sample setting, (b) schematic of (a), (c) data sample of tensile test.

◆実験 不織布化

◆混合方法



オープナー



PET単体



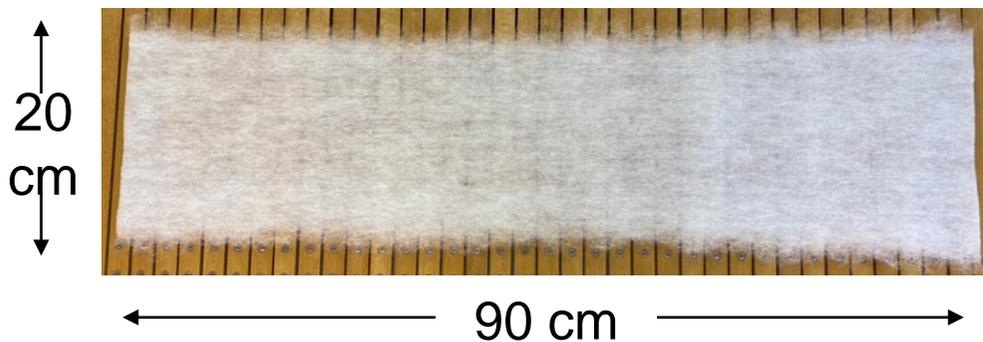
PET/PVB

PET単体繊維とPET/PVB芯鞘繊維を同時に開繊機に投入

PET単体繊維 : 約 16 g
PET/PVB芯鞘繊維 : 約 4 g

▶ 混率20%

目付 230 g/m²



竹内製作所HPより

<http://takeuchiseisakusyo.web.fc2.com/>



カード機

ニードルパンチ機



パンチング条件

- ・針 : FTD-1320
- ・針深度 : 12.7 mm
- ・針密度 : 40 punch/cm²

◆実験 評価

Sample:

○PET繊維のみ

□PET/PVB芯鞘入り(混率20%)

X-CT観察

- 5 $\mu\text{m}/\text{voxel}$
- PETとPVBの区別はなし

引張試験

- 引張速度 : 100 mm/min
- 試験長 : 80 mm
- ロードセル : 500 N
- N : 4

フラジール形通気性試験

- オリフィス径 : 25 mm
- 圧力差 : 125 Pa
- 保証範囲 300 $\text{cc}/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$
- N : 10

◆結果 as-spun繊維の接着性

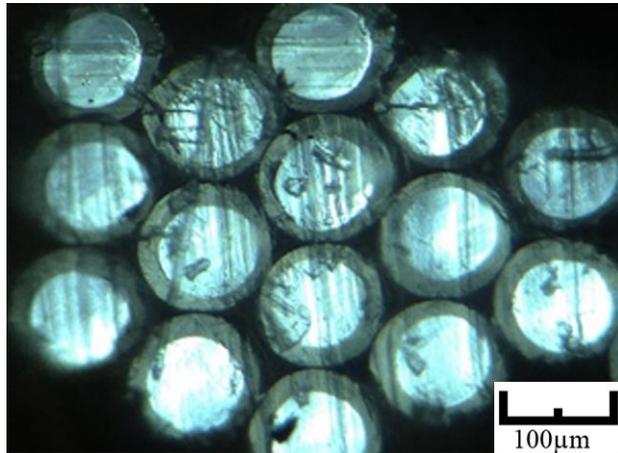


Fig. Cross-section view of PVB/PET sheath-core composite as-spun fibers.

欠損や偏芯はなかった
⇒均一な芯鞘紡糸

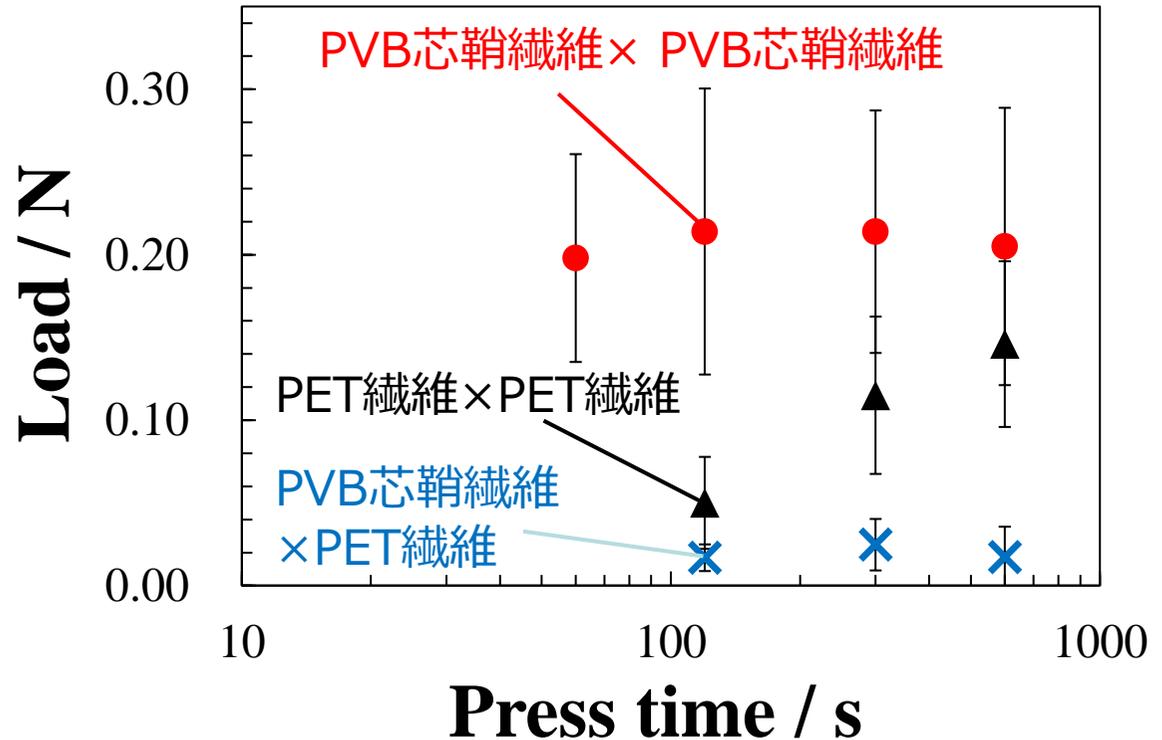


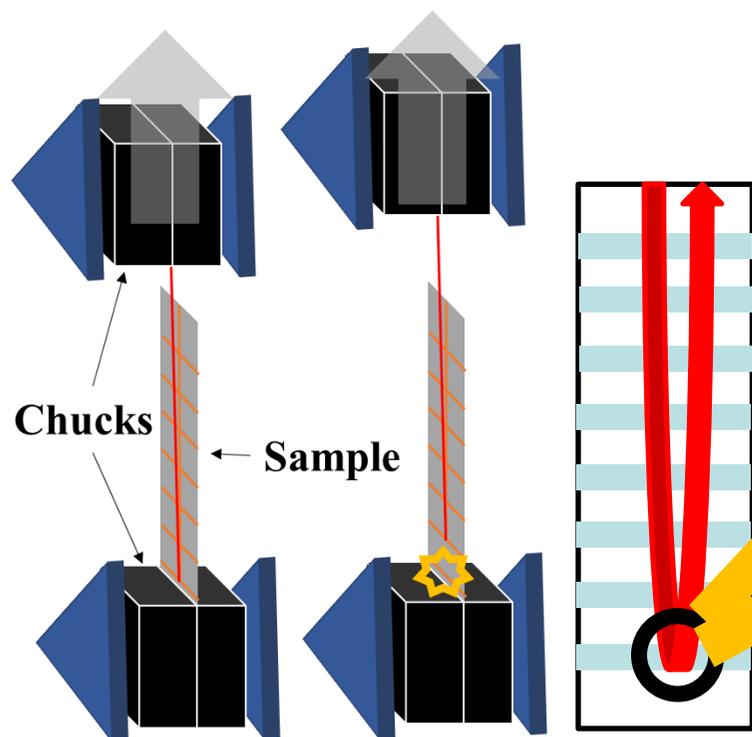
Fig. Average peeling loads for PVB/PET sheath-core composite fiber (●) and PET fiber (▲) with pressing time. The average peeling load for a PET surface pressed with a PVB surface (×) is also plotted.

- **80°Cの条件下**では、特にPVB芯鞘繊維どうしの**剥離強度が短時間で飽和**
- 絶対値は接触面積の規格化が課題

◆結果 as-spun繊維の接着性

各繊維の剥離挙動

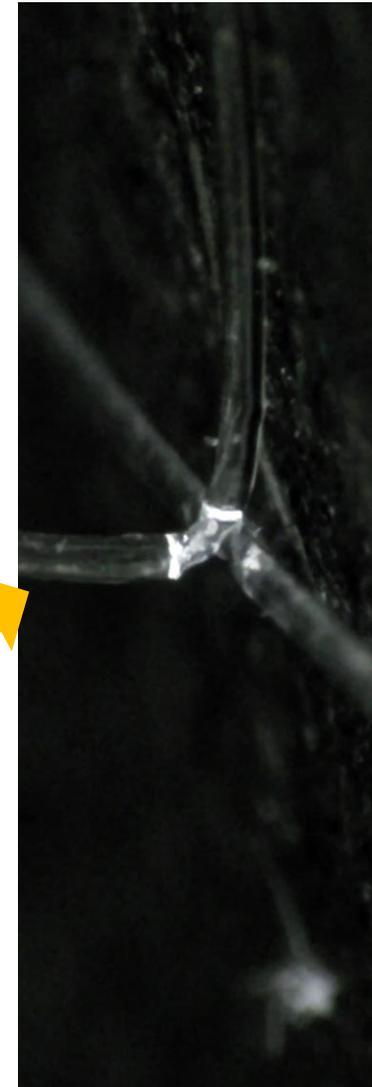
- ・ PVB芯鞘繊維では、
繊維がつぶれる
⇒はがれるとき、糸を曳く
- ・ PETでは、変形があまり起きず
はがれる



PET/PVB 80 °C 300 s

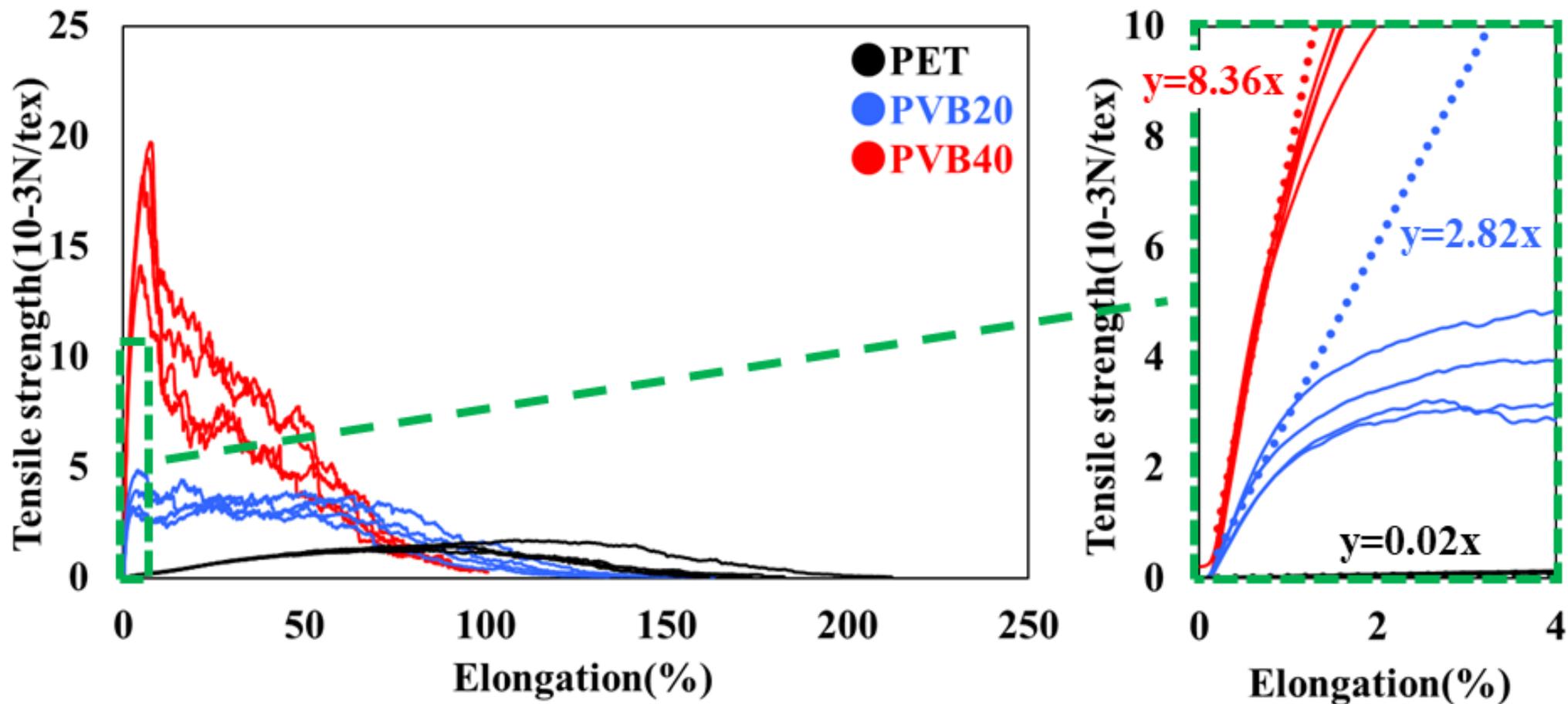


PET 80 °C 60 s

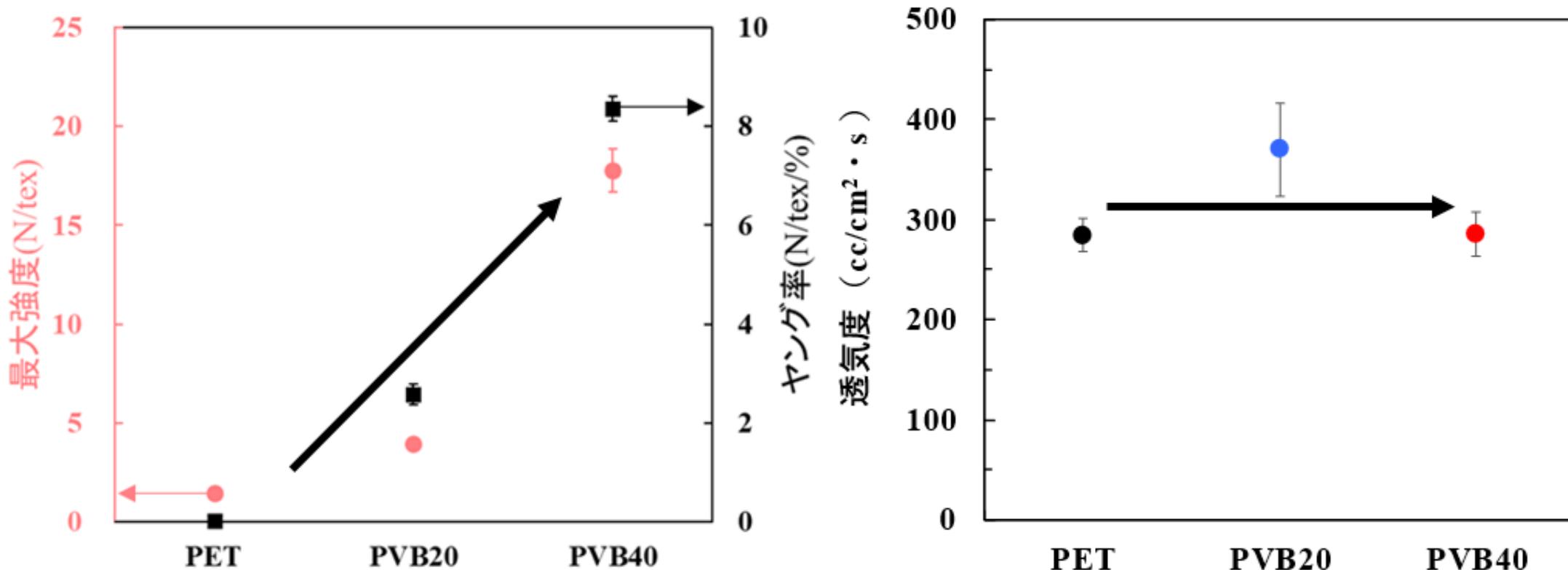


◆結果 不織布の強度変化

- PVB芯鞘繊維を混織すると、低歪領域で急激に応力が増加 ⇒ 降伏
- その後応力がもう一度立ち上がり、半数の試料でPETより大きい応力まで到達
- ネックイン or 滑り抜け ⇒ まだ場所による混織ムラがある？
- 平均値で比較すると、**強度は約10倍、ヤング率は100倍**

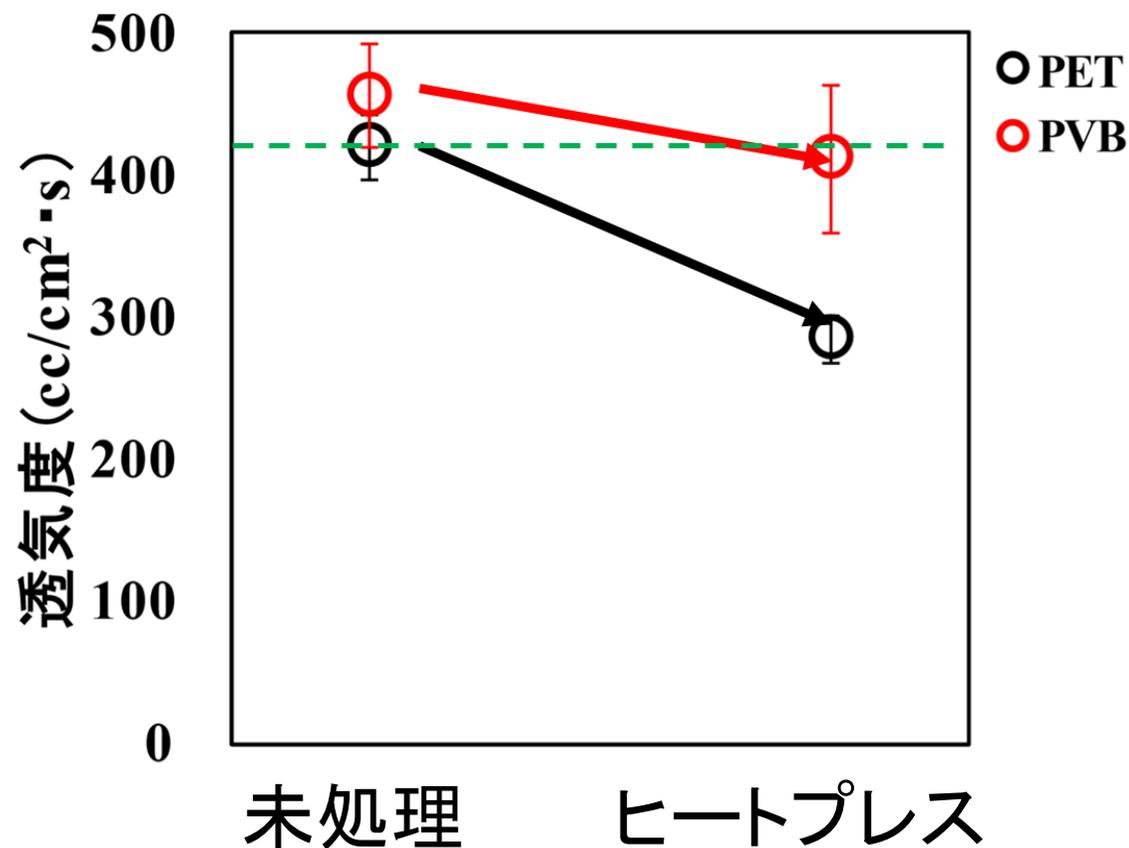


◆結果 不織布の強度と通気性



- ・混織率0→20→40%で強度・ヤング率ともに急激に増加
- ・一方で、混織率が増加しても、通気性能は低下しなかった

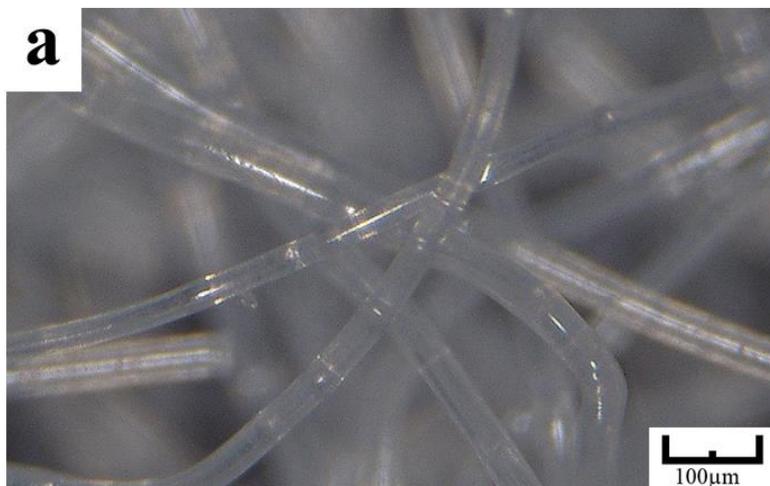
◆結果 不織布の通気性



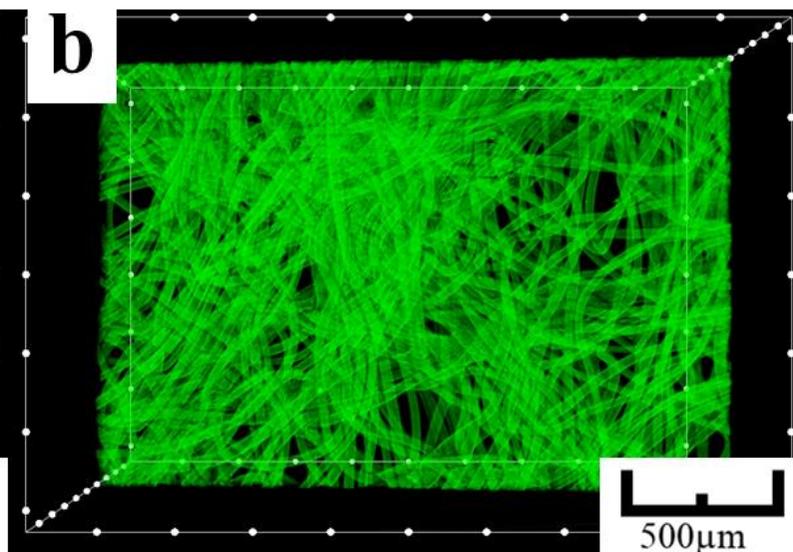
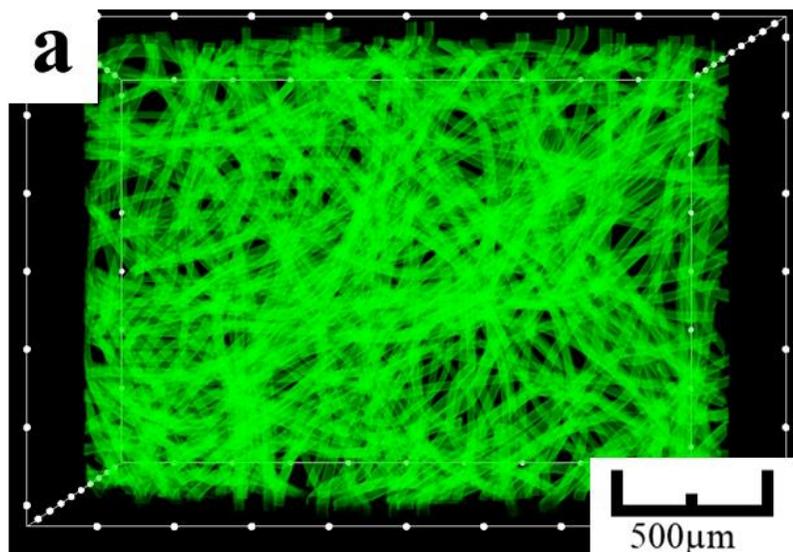
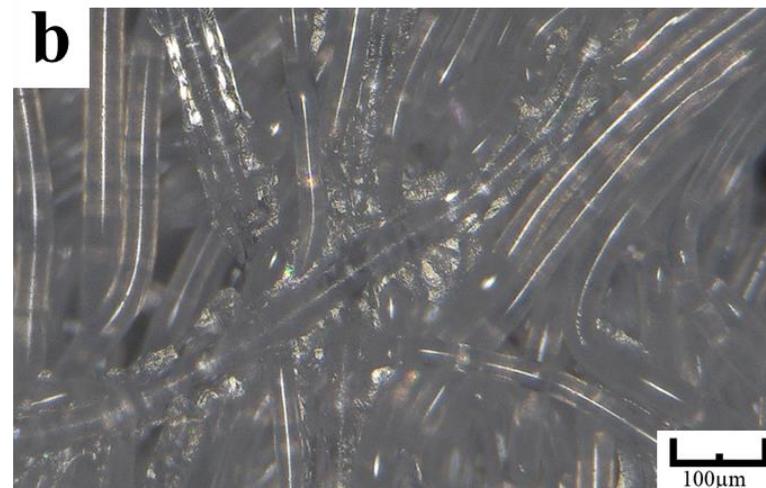
- ・ PVBの混織すると、**熱処理前の通気性が増加** ⇒ 複合繊維に捲縮が無いいため
- ・ 未処理から熱処理時の通気性の減少率は、PVB混織試料の方が小さい ⇒ 全体が圧縮されるPETよりも、PVB芯鞘繊維入りの不織布では **選択的に繊維が接着するため?**
- ・ 同様条件での熱処理後ではPVB芯鞘繊維入りの不織布の方が通気性 大 ⇒ 接着による目詰まりより、**薄くなる影響**が大きく出ている可能性あり

◆結果 不織布の部分的観察

PET繊維のみ



PVB芯鞘繊維混合



PVB芯鞘繊維混合不織布では**繊維が集まり、融着点が見られる**

◆結言

サンプル名	最大強度(10^{-3} N/tex)		ヤング率(10^{-3} N/tex)		透気度(cc/cm ² ・s)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
PET	1.5	0.2	2	0.04	284	33
PVB20	3.9	0.6	257	40	370	94
PVB40	17.8	2.2	836	49	285	44

1. **PVB/PET**を芯鞘比1：1で熔融紡糸・レーザー延伸した
2. 得られた繊維が**20%になるようにウェブ**に混合した
3. **ニードルパンチ**後、PETのみの不織布と構造物性を比較
4. PVB/PET芯鞘繊維の20%の混合によって
 - ・ **強度10倍、ヤング率100倍に増加**
 - ・ 一方で透気度の低下はそれほど起きない？
5. 繊維どうしの接触確率と強度変化を調べて、
不織布の構造物性間の理解を今後深めていきたい。

企業への貢献、PRポイント

- 本技術はニードルパンチ不織布の強度の底上げが可能のため、応用展開する際の強度不足や寸法安定不足の解消に繋がりがやすく、応用展開することでより企業に貢献できると考えている。
- 本技術の導入にあたり必要な追加実験を行うことで科学的な裏付けを行うことが可能。
- 本格導入にあたっての技術指導等

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ニードルパンチ不織布およびその製造方法
- 出願番号 : 特願2024-079040
- 出願人 : 信州大学
- 発明者 : 富澤錬、吉田照哉

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