

豊かな生活を担う繊維産業における 技術開発に向けて

神戸大学 井上真理

一般社団法人日本繊維機械学会会長

神戸大学附属中等教育学校校長

繊維技術ロードマップ策定検討会の 検討状況について

1. 繊維技術ロードマップ策定検討会の趣旨

- 国内繊維生産の減少が続く中、日本のリードを保つには産学官、異分野の連携等による積極的な技術開発が必要ではないか。
- カーボンニュートラル、環境配慮といったサステナビリティやデジタル化の動きが産業構造に影響をもたらしつつあり、こうした構造変革に速やかな対応が求められる。
- 2021年12月に「繊維技術ロードマップ策定検討会」を設置し、繊維産業の技術開発やイノベーションを促進するため、その手法や戦略、事業化への工程等について議論・検討を進めている。

委員名簿

鞠谷 雄士	東京工業大学 物質理工学院特任教授
井上 真理	神戸大学大学院 人間発達環境学研究科教授
牛島 洋史	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人間拡張研究センター 副研究センター長
小野 雄平	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター ナノテクノロジー・材料ユニット 研究員
中林 亮	日本化学繊維協会 技術委員会委員長
藤本 辰雄	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター ナノテクノロジー・材料ユニット ユニット長
森川 英明	信州大学 繊維学部長 教授

主な検討項目

- ・ 新たな繊維技術・イノベーションの創出
- ・ 繊維技術の事業化、用途拡大
- ・ 産学官・異業種との共同研究・連携の促進
- ・ 産地の技術開発支援
- ・ サステナビリティへの対応

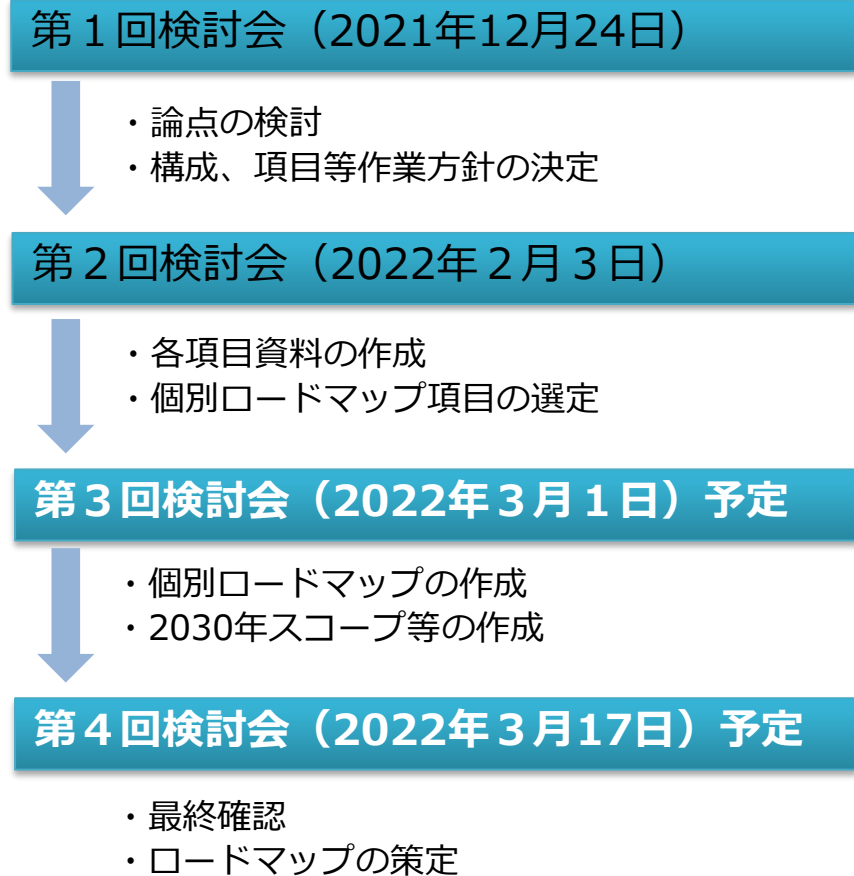


事業者が、将来の事業化に結びつく技術開発が行えるよう、また、研究開発機関や異分野との連携を図るため活用しやすいよう策定していく。

2. 策定スケジュールと構成案

- 現在、第2回検討会まで開催。今後2回開催し、年度内にとりまとめ、公表する予定。

スケジュール



繊維技術ロードマップの構成案

第1章 繊維技術の概要とスコープ

- ① 繊維製造の技術体系図
- ② 繊維技術の多角的な展開
- ③ 国内外繊維技術の動向
- ④ 繊維技術の融合イノベーション
- ⑤ 2030年のスコープ

第2章 技術開発の手法

- ① アプリケーションからの製品開発
- ② 過去の技術からのイノベーション
- ③ 産学官及び異業種との連携
- ④ サステナビリティへの対応
- ⑤ デジタル化の促進

第3章 大学・研究機関の活用

第4章 技術マップ

- ① 素材革命
- ② サステナビリティ
- ③ 用途拡大
- ④ 健康対応

第5章 個別技術のロードマップ

3. 検討状況① 技術開発の手法について

- 第2章の「技術開発の手法」では、事業化を見据えてどのように技術開発を進めるべきか検討している。一例として、アプリケーションからの製品開発について紹介する。

アプリケーション主導の繊維製品開発の考え方

製品ニーズ、技術開発ニーズ発掘の方法論

●潜在的要請・欲求の発見

- 川上、川中、川下から相互に学ぶ
- 異業種に学ぶ
異業種情報交換
異業種で必要とされている技術の探索
他業種から見たとき常識を超える高度な繊維技術が存在
- キーフレーズに学ぶ
ヒューマンインターフェース、
スマート・インテリジェント、4-D
- 時代の要請に学ぶ
ゼロカーボン、サステナビリティ、DX、SDGs
サーキュラーエコノミー、アップサイクル
- Science fictionに学ぶ
夢の実現、潜在的欲求の探索
例えば、宇宙エレベータ（自重破断長）、
超耐熱・断熱（エアロゲル）、
速乾衣服、浮遊衣服、透明人間 etc.

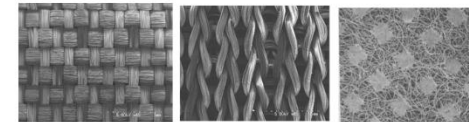
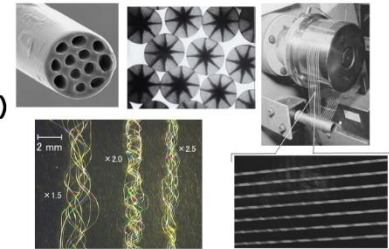
●新たな価値創造へ

発掘したニーズ実現のための方法論

繊維製品の階層構造

- 化学構造
- 繊維構造（分子配向、結晶化）
- 繊維断面内構造
- 断面形態、繊維形態（Crimp, Thick & Thin）
- 糸の構造（S捻、Z捻 etc.）
- 糸の集合構造、布帛（織物、編物、不織布）
- 3次元繊維製品（衣服、繊維強化複合材料）
- 4次元繊維製品（環境で変化する繊維）

高分子の
階層構造



繊維材料・製品の特徴：階層構造

課題解決に向け様々なアプローチが可能。

- 分野、業界の境界を越えた開発手法探索（情報交換・対話）
- フレキシブルマニュファクチャリング、小ロット生産の合理化
例えば：繊維強化複合材料、用途に合わせた物性を有する繊維を製造

- 製品ニーズの評価：マーケットサイズ、技術難易度、
製品開発タイムテーブル
ネガティブ思考に陥りがち、起業家マインドの醸成

4. 検討状況② 技術マップについて

- 第4章の「技術マップ」では、繊維技術を①素材革命、②サステナビリティ、③用途拡大、④健康対応の4つの項目に整理し、技術開発の方向性、求められる性能・機能、用途について検討している。以下は、④健康対応の検討内容について紹介する。

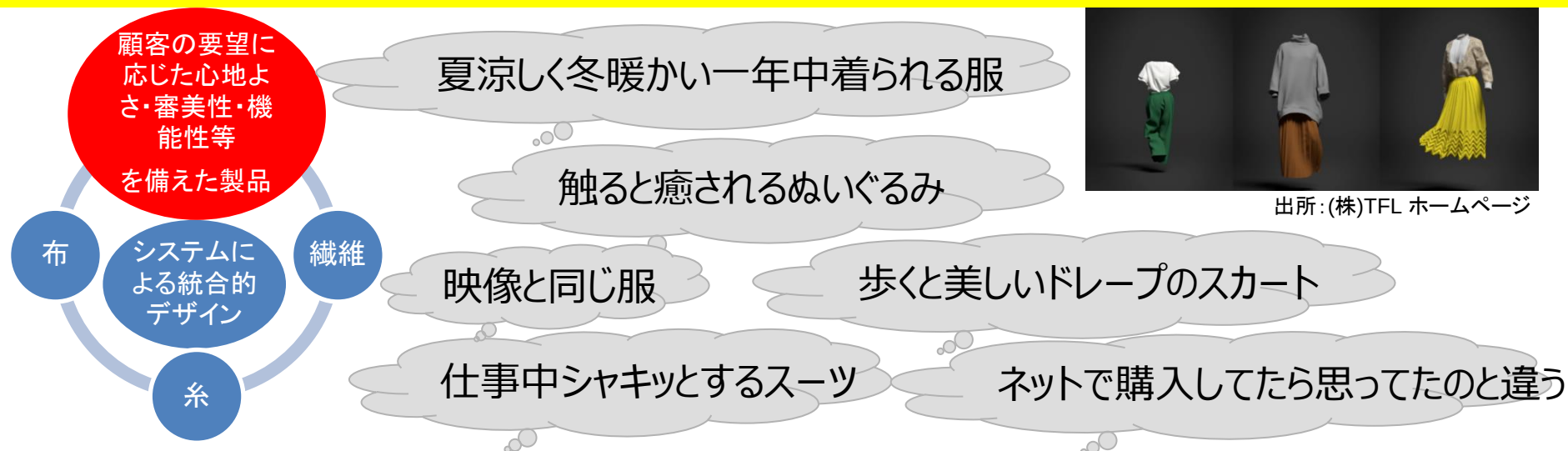
繊維の種類	研究開発の方向性	求められる性能・機能	用途の例
健康	高齢者・介護に寄与する繊維	衣服内気候の制御、多機能化（抗菌防臭／防汚性／吸水性／速乾性／難燃性等）、ユニバーサルデザイン（着心地がよく、衣服の着脱のし易い部材等）	衣料用（高齢者用、介護用）、インテリア用
	感性評価システム	快適性、センシング、感性（触覚・視覚・聴覚・嗅覚）に対応、癒し	衣料用、インテリア用、室内空間、車内空間
	有害物質不使用繊維、加工技術の開発	化学物質のリスク評価において有害性が指摘された物質（各種加工剤、染料等）の代替	衣服用、インテリア用、自動車用（内装材）
	人のウェルビーイングに作用する繊維	皮膚感覚（体性感覚）への刺激源としての繊維性能制御（触感／視覚・色覚性、発色、形状変化、装着性等）、4Dプリンティング製造技術、脳科学・心理学との学際的融合、等）	衣料用（ウェルネス、ウェルフェア）、内装材・インテリア用
衛生	抗菌・抗ウイルス機能性繊維（新型コロナウイルス等）	抗菌性、ウィルスを不活化する繊維、評価方法	衣料用、インテリア用、マスク用、防護服用
	有害物質（ウィルス、細菌、化学物質等）から防護する高性能フィルター	ウィルス、細菌、化学物質の除去性、選択的除去と高ガス透過性の両立、フィルター性能の評価方法	マスク用、防護服用、高性能フィルター
	紙オムツ、生理用品の高性能化	快適性／触感向上、親水性、軽量化、リサイクル対応	高齢者用及び乳幼児用紙オムツ
医療	組織再生用部材（生体適合ナノ布、人工血管、インプラント等）	細胞増殖性、組織形成性、生体適合性、耐滅菌性、高伸縮性、高弾力性、高性能化、小型化	再生医療の普及、インプラントの用途拡大、安全性の向上
	スマートテキスタイルを利用した医療システム	生体情報のセンシング、信頼性、装着性、生体適合性	発作を伴う疾病（癲癇、喘息など）、生理学的、神経学的状態把握など遠隔監視

**well-beingを追求したサステナブルな
繊維製品生産システムによる統合的デザイン**

人間の感性を繊維技術へ

1. 新しい繊維製品のものづくりの在り方

- オンライン販売の加速，消費行動の変化に対応した，さらにwell-beingを追究したものづくりが求められる。
 - デジタルファッション（仮想空間のファッション）もビジネスモデルに。
 - サステナビリティ・シフトは必然。
-
- 繊維製品はヒューマンマテリアルである。人間との相性のように，嗜好の評価は人間によってなされる。
-
- 目標：従来，顧客対応のために大量生産されデッドストックが増大したものづくりではなく，人と環境にやさしく，消費者が満足する製品を，製品製作のメカニズムと直結させた一気通貫のものづくりシステムの構築。



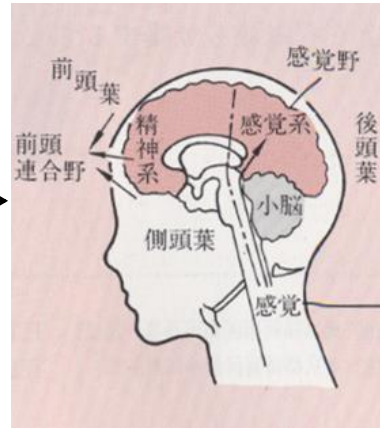
2. 人が触って使用する繊維製品の心地よさ

- 感覚から得られる心地よさと、布の材料特性との関係を捉える。
- ヒューマンインターフェースを利用したものづくり。

心地よさを感じるメカニズム

ウェアラブル
センサーの開発,
スマート
テキスタイル
への応用

精神的満足感・心地よさ



感覚

触覚
視覚
聴覚
臭覚
総合感覚

表現

手ざわり
肌触り
色、光沢、模様
形、材質感
絹ずれの音
香り・におい
(芳香・悪臭)
個性感
優越感

製品

素材
糸
紡織
染色・加工
造形・縫製
使用

高機能・
高付加価値
繊維, 高性能
繊維 (環境
対応繊維を
含む), 高次
加工, リサイ
クル繊維・
糸の利用

「生活情報シリーズ④ 繊維の知識」(国際出版研究所)より改変



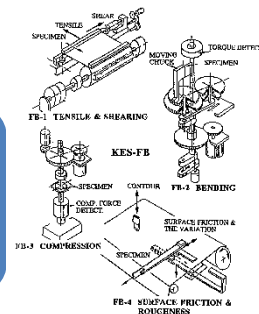
生理評価
(fMRI, ERP,
EEG, etc.)

官能評価
(SD法, etc.)

物理評価
(KES, etc.)

ヒューマンインターフェース

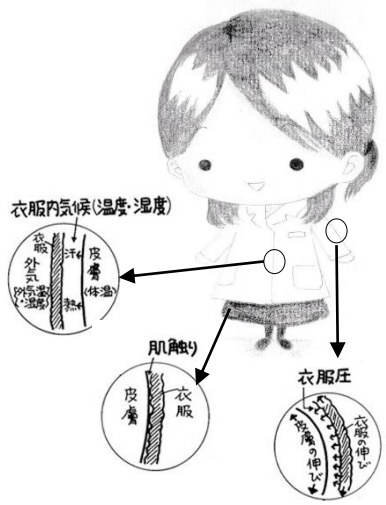
データの集積が必須



3. 日本が誇る着心地の客観的評価システム

- 着心地を，職人の経験と勘だけではなく，布の性能から科学的に評価できる，人の主観評価に基づいた布の風合い客観評価システム（KES）。これは寝心地や乗り心地，住み心地にも対応する。

快適性・着心地の要素



- 衣服内気候⇒**温熱的快適性**
(衣服最内層の温度，湿度，気流)
- 衣服圧⇒**動きやすさ**
(衣服により皮膚が受ける圧迫力)
- 肌触りのよさ**
(布の風合い,接触温冷感)

原田隆司；着ごちと科学(裳華房)より抜粋

- 風合いの評価装置によって測定された力学特性から，人の評価に基づいた布の風合い，仕立て映え（外観の美しさ），縫製の難易，シームパッカリング，最適デザインの予測が可能。

布の風合い，審美性の客観評価 日本で開発された感覚の客観評価システム及び評価装置(1980)が世界で使用されている



川端季雄；風合い評価の標準化と会席 第2版(日本繊維機械学会)

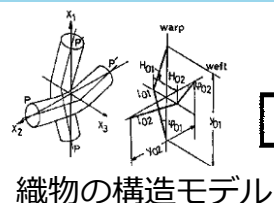
〇〇心地といわれる内容・・・皮膚感覚

感覚		[着心地]	[寝心地]	[乗り心地]	[住み心地]
刺激	皮膚感覚	衣服	寝具・寝装品	自動車	住宅
温度	温覚 冷覚	衣服内気候	寝床内気候	車内の温湿度	[空調・
湿度				蒸れない シート	インテリア] 部屋の温湿度
圧迫力	(触)～ 圧覚	衣服圧	体圧 寝姿勢	体圧 座姿勢	
接触	触～ (圧)覚	肌触り (風合い, 接触温冷感)	肌触り (風合い, 接触温冷感)	タッチ (表面感, 接触温冷感)	[建築材料・ インテリア] タッチ

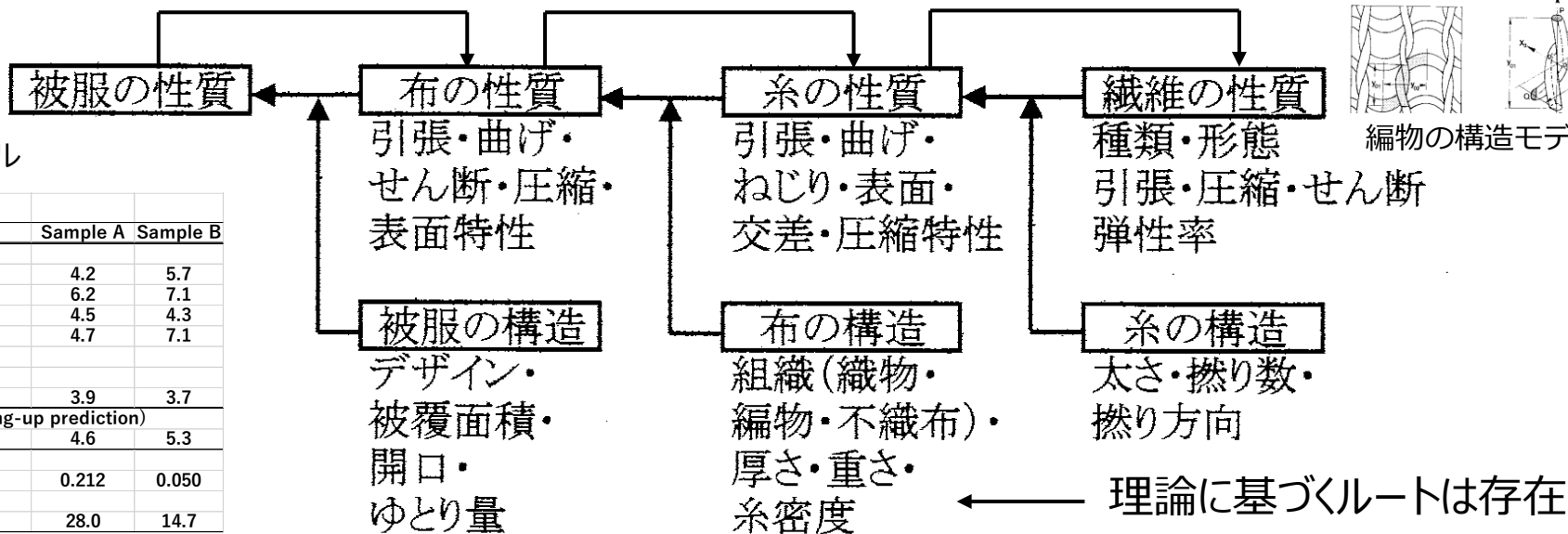
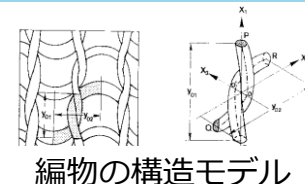
積み重ねたデータに加えてさらなるデータの構築が必要

4. システム構築のために

- 高分子・繊維・糸・布の特性から被服の性能予測が可能で、繊維から糸、糸から織物・編物の性質の理論計算・シミュレーションは存在している。しかし、現場への対応、AI・IT活用のためのデータが不足。各工程の地道なデータストックとシミュレーションの確認が必要。



品質表示の例		
	Sample A	Sample B
Primary hands		
KOSHI (Stiffness)	4.2	5.7
SHARI (Crispness)	6.2	7.1
FUKURAMI (Fullness)	4.5	4.3
HARI (Anti-drape)	4.7	7.1
Total hand		
THV	3.9	3.7
Total Appearance (Making-up prediction)		
TAV	4.6	5.3
Air-permeability		
Air-resistance (Kpa.s/m)	0.212	0.050
Heat & water transport		
Heat loss (W/m ² .K)	28.0	14.7



- 中小企業にもシステムを利用いただき、個々人の嗜好に応じたものづくりを効率的に行って、大量生産を抑制。
- ターゲットとした繊維製品に必要な繊維・糸の性能を得ることで、再生した繊維、リサイクル糸等の生産を効率化し、アップサイクルをサポート。
- ルート設計のデータストックの折にLCAデータを捉えることで、カーボンフットプリントの計算データを構築。履歴の情報化の可能性。
- センサー(電気電子), AI, アニメーション等の他業界との連携。
- データに基づいた"人と環境にやさしい未来の衣, 繊維製品"の姿を繊維業界から発信。