

混紡品のマテリアルリサイクルの 技術開発状況について

神戸大学 井上 真理

E-mail: inouema@kobe-u.ac.jp



一般社団法人日本繊維機械学会 再生糸普及委員会

分科会 1 故繊維由来の再生糸普及プロジェクト

課題

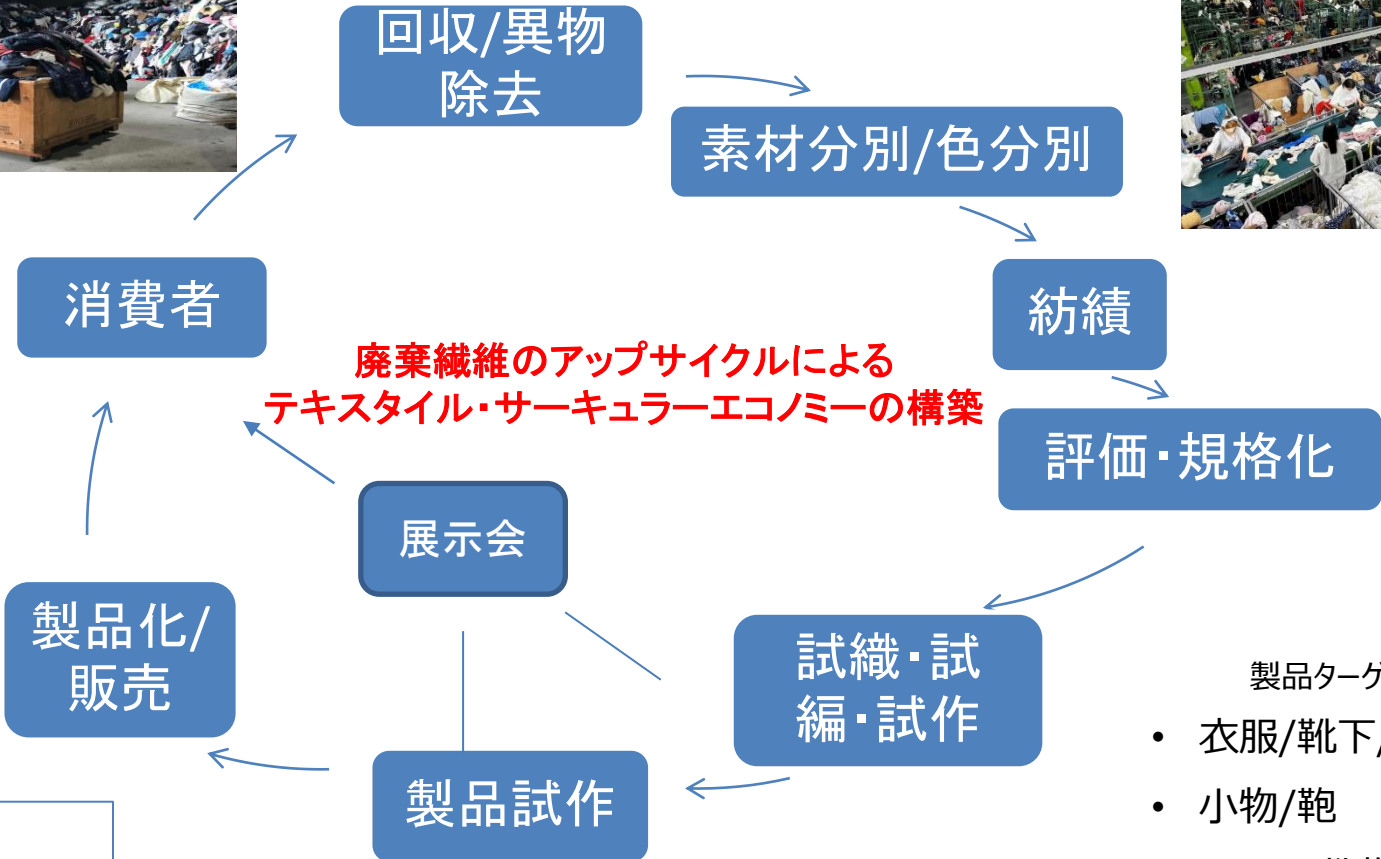
- 再生糸のネーミング
- 品質表示法
- 運営資金

開発

(故繊維由来ならではの
特徴ある糸開発)

- 新風合い糸
- 高強度糸
- 簡易紡績機械

故繊維とは
ぼろ(一般廃材)
繊維くず(工場廃材)



製品ターゲット

- 衣服/靴下/帽子/手袋
- 小物/鞆
- インテリア/敷物
- 他

学会の総力で新しい繊維産業分野の創出

廃棄衣料由来の再生糸の開発と普及

背景

木村照夫(京都工芸繊維大学), 森下あおい(滋賀県立大学),
東山幸央(兵庫県立工業技術センター), 内丸もと子(株colourloop),
小出真也(ボーケン品質評価機構), 井上真理(神戸大学)



廃棄衣料を...



各種製品
に展開



織布にも
適用したい!

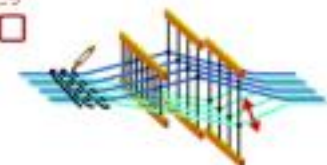
再生糸を製織工程に適用するにあたり...



1. 強伸度: 製織に耐える強度と、開口に耐える伸度
2. 撚り数: ↑の強度、作業性(スナール)、織物風合い
3. 糸むら: 経筋・緯筋、織物風合いに影響

要求特性は緯糸より経糸がシビア
本検討では緯糸に使用

開口



廃棄衣料由来の再生系の開発と普及



試料:再生系の繊維組成と番手

試料	繊維組成 (%)				番手
		通常綿(N)	超長綿(L)	故繊維(R)	
Y1	N7/R3	70	-	30	12/1
Y2	N5/R5	50	-	50	12/1
Y3	L7/R3	-	70	30	12/1
Y4	L5/R5	-	50	50	12/1
Y5	L7/R3	-	70	30	12/2
Y6	L5/R5	-	50	50	12/2
Y7	L7/R3	-	70	30	24/1
Y8	L5/R5	-	50	50	24/1
Y9	L7/R3	-	70	30	24/2
Y10	L5/R5	-	50	50	24/2

バージン綿(N:通常綿, L:超長綿)R:故繊維

- ①:強伸度試験 : 同等番手の通常綿糸と同等以上の強度あり
- ②:検撚試験 : 普通撚～やや強撚
- ③:糸むら試験 : Thin・Thick・Nepと毛羽が非常に多い&長い ネップ糸・スラブ糸に近い特性
- ④:製織試験 : 再生系由来の問題は発生せず
- ⑤:ジャカード柄検討: 同上
- ⑥:製品試作 : 霜降り調の意匠のカッターシャツ
複数回洗濯後も目立った寸法変化無し

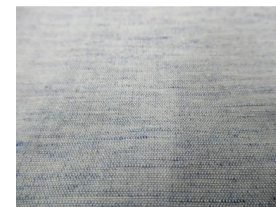
廃棄衣料の大部分を占める混紡素材の
循環型社会・サーキュラーエコノミーへの適用に効果的！

試料:再生系から製織された布

	繊維の割合	番手	緯糸密度/inch
Y1	N7R3	12/1	42
Y2	N5R5	12/1	42
Y3	L7R3	12/1	42
Y4	L5R5	12/1	42
Y5	L7R3	12/2	30
Y6	L5R5	12/2	30
Y7	L7R3	24/1	60
Y8	L5R5	24/1	60
Y9	L7R3	24/2	60
Y10	L5R5	24/2	60

経糸:通常綿100%, 80番双糸, 密度100本/inch

試織された布(三原組織)



(a) 平織

ハリ感・シャリ感が
高い
夏用に適する



(b) 2/2綾織

ニュートラル



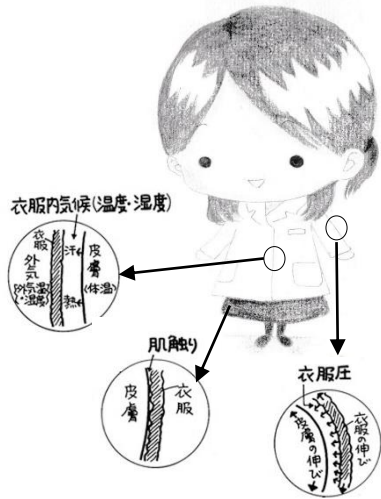
(c) 朱子織

ふっくら感が高い
冬用に適する

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



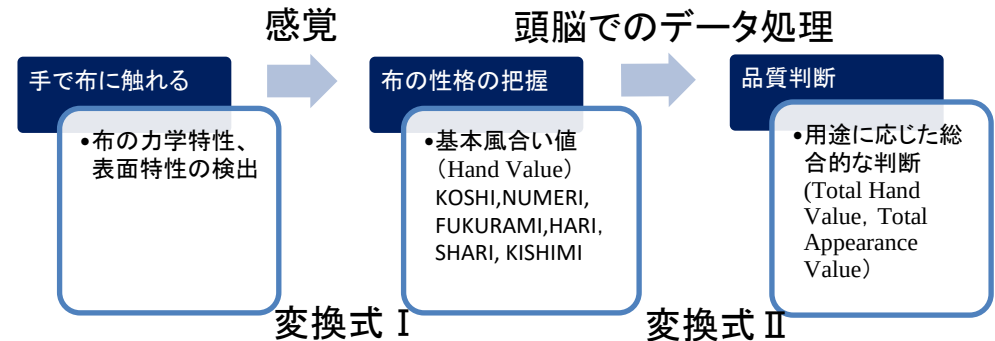
- 衣服内気候⇒**温熱的快適性**
(衣服最内層の温度、湿度、気流)
- 衣服圧⇒**動きやすさ**
(衣服により皮膚が受ける圧迫力)
- **肌触りのよさ**
(布の風合い、接触温冷感)

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	刺激	皮膚感覚	[着心地] 衣服	[寝心地] 寝具・寝装品	[乗り心地] 自動車	[住み心地] 住宅
温度		温覚 冷覚			車内の温湿度	[空調・
湿度			衣服内気候	寝床内気候	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

マテリアルリサイクルの技術開発状況と今後

- 分別技術と共に天然繊維の単一素材でのマテリアルリサイクル技術の開発は進められている。
- 一方で、大量の廃棄衣料全てを分別するのは困難であり、混ざった状態での反毛・マテリアルリサイクルの技術開発も進めていく必要がある。
- 現状で、バージン綿との混紡で廃材からの材料が30%と50%の混率の再生糸が試作され、その糸を緯糸に用いた織物の試作（経糸はバージン綿のため、リサイクル材料の混率は15%もしくは25%となる）も行われている。
- 再生糸に用いられている繊維分布を分析すると、綿75～80%、ポリエステル10～20%、その他5～10%となる。販売に当たっては、家庭用品品質表示法における繊維の混用率表示方法を踏まえる必要がある。
- 再生糸から製織された織物の特性から、風合いの特徴を捉えて、再生糸から作られたからこそその面白み、醸し出される良さが楽しめることをアピールすることが可能。
- 故繊維から作る再生糸について、アゾ染料等の問題により衣料用製品を製作することにハードルがある場合は、小物や靴下等における活用など、まずは使ってもらうことを考えたい。
- 故繊維から再生糸を作る技術について、さらに研究を進めたい。その成果として量産普及させ、多くの製品に使用することを目指したいが、現状では再生糸が小ロットで高価なため、支援に期待。

マテリアルリサイクルの技術開発状況と今後

- ヒューマンインターフェースとしての繊維製品のものづくりシステムは、再生糸から製織・編組される布・製品に限らず、全てのサステナビリティに対応した製品に応用することができ、風合い等の消費者に訴求するための要素となる。
- 風合い表示等が普及することにより、消費者がオンラインで製品を選ぶことが容易になる。また、新たな機能をもつ繊維製品の創出が可能になる。風合い計測は日本が誇る技術であり、サステナビリティと品質保証を明確にできる。
- これらの技術はデジタル・シミュレーション技術に繋げることで、カー・シートやアパレルなど外衣の外観、あるいは外観の品質といった分野で応用されている。
- トレーサビリティのデジタル化により、繊維製品のリサイクル（選別、分別等）が容易になり、さらには廃棄繊維製品を用いた新たな価値のある商品開発（アップサイクル）が可能になる。
- 短期的には2年計画(2025関西万博)、中期的には2030年（SDGs目標達成年）
- 教育の重要性（Z世代の関心をさらに）。家庭科等を上手に利用して、次代を担う人材を育成する。