

無水・CO₂無排出染色加工技術の開発

サステナテック株式会社 堀 照夫

(委託先)

サステナテック株式会社
国立大学法人福井大学
株式会社日阪製作所
紀和化学工業株式会社
ウラセ株式会社

(再委託先)

国立大学京都工芸繊維大学
伊澤タオル株式会社
互応化学工業株式会社
福井県工業技術センター
東海染工株式会社
株式会社フジックス
日華化学株式会社
明成化学工業株式会社

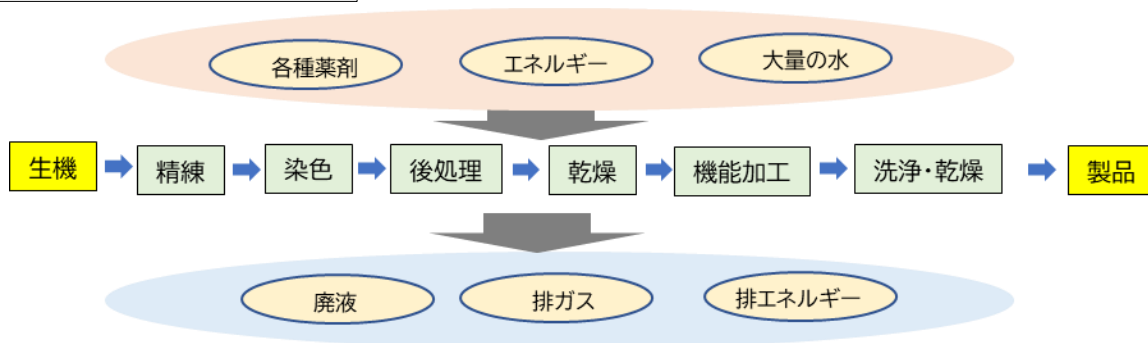
背景:染色整理業の現状と期待される低環境負荷型染色加工

現状の染色整理業では大量の水、薬剤、エネルギーを使用し、大量の廃液を排出(環境負荷が高い!)
 ⇒アジアの一部ではポリエステルニットの「染色」工程のみについて環境にやさしい超臨界染色を開始(下記)

タイ	台湾	日本	ベトナム	インドネシア	インド
2009: PET Knit	2014: PET Knit	2015: PET Gipper	2018: PET Knit	2020: PET Knit	2022: PET Knit

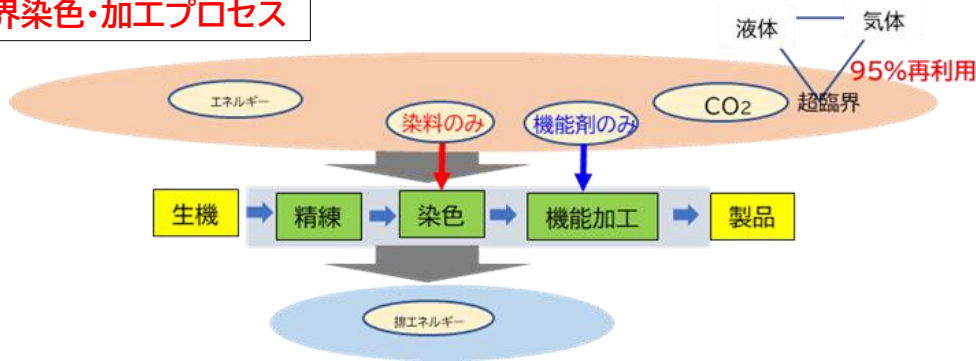
- ・本プロジェクトでは染色の前工程の「精練」から、「染色」さらに「機能加工」までの全工程を超臨界二酸化炭素を用いる工程に置き換えることを目標とする。
- ・目標達成のため、超臨界CO₂で使用可能な糊剤、染料、機能加工剤の開発をおよび処理条件を確立し、併せて大型実用化装置の設計、LCA評価等を行う。

従来の染色・加工プロセス



- ・各工程専用の装置が必要
- ・種々の化学薬剤を使用
- ・濡らす・乾かす工程
- ・大量の水使用
- ・高いエネルギー使用量
- ・大量の廃液と処理設備

超臨界染色・加工プロセス



- ・1装置で全工程を行う
- ・染料と機能剤のみ
- ・洗浄・乾燥不要
- ・水使用なし
- ・エネルギー使用量半減
- ・廃液なし(設備不要)

NEDO先導研究のコンセプトと効果

・水系染色加工(下表左)と超臨界染色加工(右)の省資源・省エネ効果、廃液処理等の比較

現在の水系染色加工(2000L装置1機当り)	
水使用量 ¹	2000L/batch ⁴
薬剤	染料・機能剤の他に多種の薬剤使用
廃液 ¹	2000L/batch+洗浄水量 全工業の20% ²
エネルギー使用量	389kJ/batch ⁴
装置価格(1機当り)	3000万円
廃液処理施設	2億円
CO2排出量※	286kg/batch(推定) ^{4,5}

超臨界CO2染色加工(2000L装置1機当たり)	
水使用量	ほぼ0
薬剤	染料・機能剤のみ
CO2(媒体)使用量	1000kg/1機/バッチ ⁴ (95%再利用)
廃液	0
エネルギー使用量	162kJ/batch ⁴
装置価格	1~2億円
CO2排出量※	183kg(精練・染色・機能加工の同浴処理を仮定) ^{3,5} +9.1kg/batch(布に持込まれ回収不能なCO2) ⁴
廃液処理施設	不要

1. NIKE資料(2016)
2. 岡野隆宏, 繊維学会誌, 77, 3 (2021)
3. NIKE資料(2016)エネルギー消費14億GJより換算

4. 日阪製作所, NIKEによる計算
 5. ATAC機関誌(エネルギー消費とCO2排出量から算出)
燃料はA重油として算出
- ※ 再生可能エネルギーを使用しない場合

- ⇒ ①水の使用がほぼ0
 ②廃液なし(廃液処理施設も不要)
 ③処理時間の短縮・工程数削減によりエネルギー使用量はほぼ半減

研究成果:精練から染色・機能加工までを超臨界CO₂中で可能に-1

1. 超臨界精練 2. 染料開発

課題と成果

1. 超臨界精練

CO₂中で使用できるサイジング剤

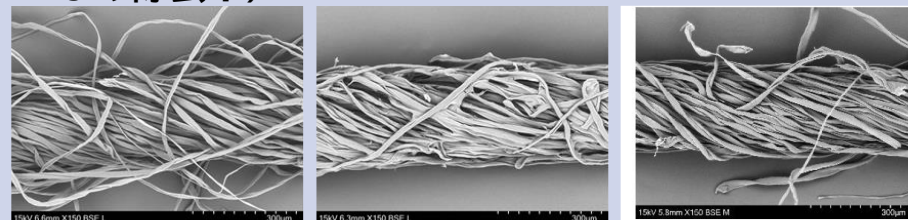
- ①綿専用:でんぷん系とセルロース系
⇒特許2報出願
- ②合繊専用(アクリル系+オイリング剤)

2. 染料開発

- ①PET用:15種(黒を含む)
 - ②PP用:5種(黒を含む)
 - ③綿用(13種以上、固着率80%以上達成)
ナイロン用(③で染色可能に:特許出願済)
- その他

データの一部

- ・サイジングにより糸の収束性、強度向上
- ・超臨界CO₂中での精練可能に
(糊付け布帛から糊剤の99%以上が超臨界CO₂により除去!)



生糸4 メチルセルロース糊付糸

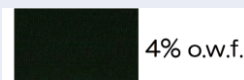
例:糊付け前(左)、糊付け後(中)、精練後(右)の綿糸のSEM像

PET用

製品名称	色相	製品名称	色相	製品名称	色相
YELLOW K		RED B		BLUE RB	
YELLOW G		RED 2B		BLUE 2B	
YELLOW 4G		RED 4G		BLUE 5G	
YELLOW 7G (蛍光イエロ-)		RUBINE 2G		NAVY 2G	
ORANGE G		VIOLET 2R		T.BLUE 6G	

PP用

製品名	色相	製品名	色相
YELLOW G		BLUE R	
ORANGE G		BLUE B	
RED G			



3. 染色方法と条件 4. 釜洗浄剤開発と洗浄方法

課題と成果

3. 染色方法確立

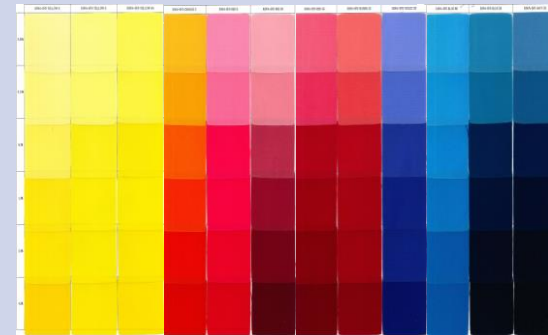
- ①PETでは条件緩和(100℃、20MPa)
- ②PET、PP、Nylonでは超臨界CO₂系でのカラーマッチングも可能に
- ③綿の反応分散染色では固着率80%達成(特許出願予定)

4. 釜洗浄剤開発と洗浄方法の確立

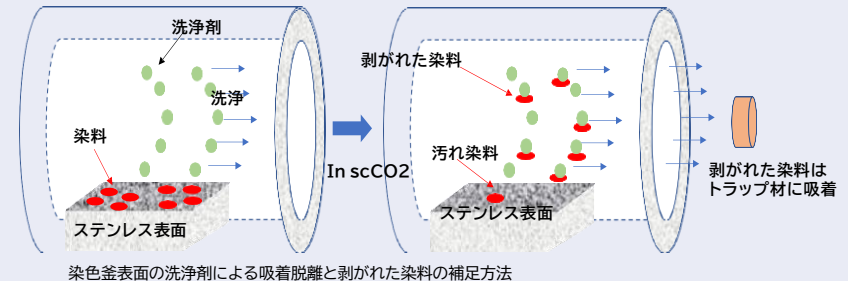
- ①釜洗浄剤6種を選定(一部新規合成)
- ②オーバーフロー法および吸着剤使用により釜洗浄法を確立

データの一部

例:PETカラーマッチング用
染料ごとの濃度データ(CCM用基礎資料)



- ①繰り返し洗浄が有効
- ②洗浄剤および吸着剤の設置方法の検討



5. 染色布帛からの超臨界脱色 6. 超臨界専用機能剤開発と加工法確立

課題と成果

5. 染色布帛からの超臨界CO₂を用いる脱色
黒色染めからでも99%以上の染料が脱色
可能に

6. 超臨界専用機能加工剤開発と加工法確立
超臨界CO₂中で処理可能な①防炎剤、②撥
水剤、③抗菌・抗ウィルス剤、④吸水剤を調製

それぞれ30回の耐洗濯耐久性も確保
市販可能に

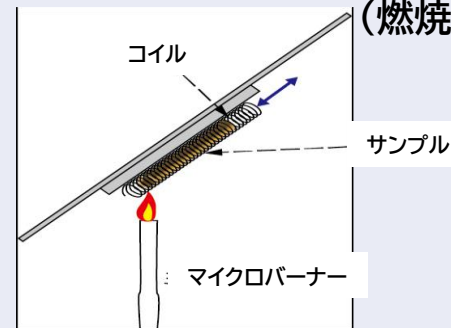
データの一部

- ①溶媒トラップ法
 - ②バッチ法
 - ③オーバーフロー法
- が可能



- 今回の検討
- 抽出効率の良い共溶媒の探索
 - 効果的な共溶媒の特性の解明
 - 抽出方法の効率化(バッチ式/トラップ法)
 - 染料の分離回収法の検討

試験の例(防炎加工)



空白では評価1、加工後及び
(燃焼試験)洗濯30回後は評価4

7. 大型装置(2000L)の設計 8. 水系染色整理とのLCA比較

課題と成果	データの一部
7. 大型装置(2000L)の基本設計 ①織物、高密度織物、不織布、糸、綿(ワタ)形状に対応	装置の主要部分の設計 ①染色層開閉機構と開閉部 ②染色内層(ビーム型、チーズ、バラ毛、枷に対応) ③循環ポンプ ④ヒーティング部 ⑤染料・試薬等投入層
8. 水系染色整理とのLCA比較 PET染色加工を基本に超臨界染色加工のLCA評価	200kgの加工について、精練、染色、機能加工を同浴で行うこと(可能)を仮定し、 ①加工全体でエネルギー使用量は42%まで削減できる ②CO ₂ 排出量は64%と算出

いずれの課題も目標値の90%を達成(100%以上もある一方、一部80%も)期待されること:

①地球環境を守る革新技術、②豊かな人類社会構築、③日本発の新技术を世界に!

今後の展開

先導研究成果を受け、今後は大型装置の製造を含め量産技術の確立を目指す