

平成26年度
ものづくり中小企業・小規模事業者等連携事業創造促進事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「環境配慮型で高感性・高機能のファッション製品を実現する繊維加工
技術の開発」

研究開発成果等報告書概要版

平成27年 3月

委託者 中部経済産業局

委託先 公益財団法人岐阜県研究開発財団

目 次

第1章 研究開発の概要

1－1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1－2 研究体制

（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）

1－3 成果概要

1－4 当該研究開発の連絡窓口

第2章 本論

2－1 部分解重合 PET の量産化対応

2－2 加工剤の最適化

2－3 プリント布の高機能化

2－4 製品の試作評価

最終章 全体総括

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

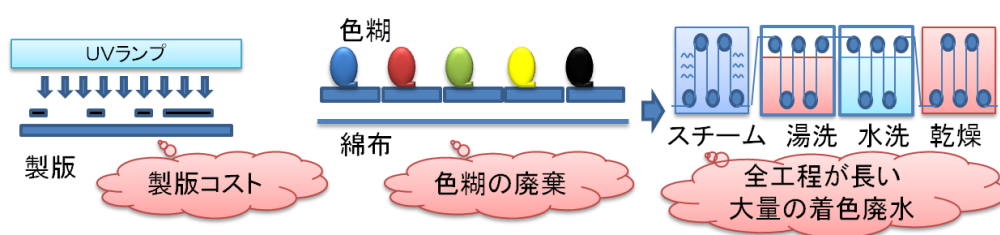
(1) 特定ものづくり基盤技術の種類・川下産業分野

技術の種類 : (十五) 繊維加工

川下産業分野 : 16. その他(衣料・生活資材)、7. 環境・エネルギー

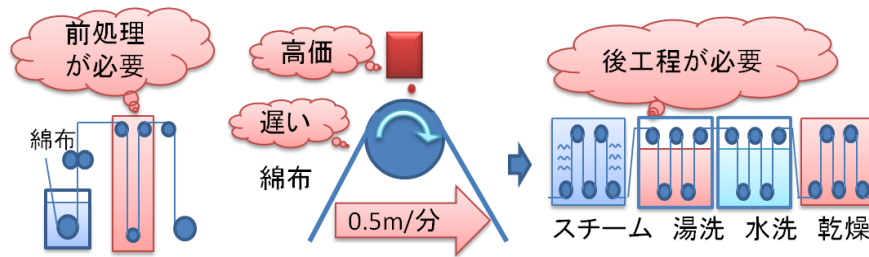
(2) 研究開発の背景(これまでの取り組みなど)

天然繊維のプリントは、これまで「スクリーン製版プリント」(図1-1)が行われてきた。加工速度は50m/分と早く大ロット加工やリピート加工に適しているものの製版コストが高く小ロット加工に不向きなこと、スチームによって繊維に固着しなかった未固着染料の湯洗いと乾燥に多大なエネルギーを要すること、大量に着色廃水が発生するなどの課題があり、国内での加工は行われなくなってきた。近年、環境・エネルギー負荷を大幅に低減し、小ロット加工に優れた「インクジェットプリント」(図1-2)の導入が進みつつあるが、インクコストが他の手法と比べ約3倍、加工速度も0.5m/分と遅いこと、インク滲み防止剤や染色助剤を加工するための生地の前処理が必要、未固着染料の洗浄・乾燥を行う後処理が必要で、着色廃水が発生するなどの課題が生じている。



- 【課題】 ●製版コストが高く小ロットに不向き。
- 工程が長く短納期が困難。
 - 大量の着色廃水が発生。
 - 湯洗、乾燥などのエネルギーコストが多大。
 - ドットの大きさによる階調のため階調表現が不得意。

図1-1 スクリーン製版プリント(従来技術 その1)



【課題】 ●低速。

●大ロットに不向き。

●インクの染料コストが3倍。

●ドット密度による階調のため階調表現が不得意。

●滲み防止や染色助剤の前処理や、スチーム、湯洗い、乾燥の後処理が必要。

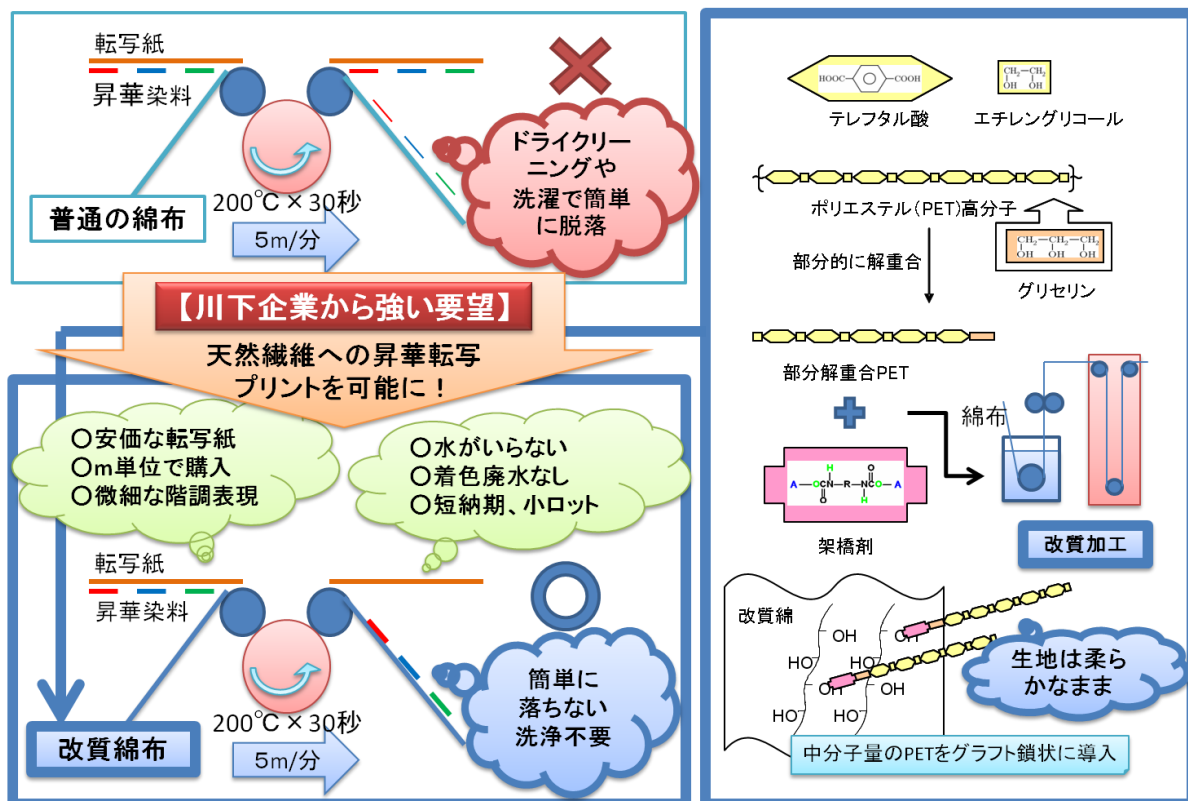
図2-2 インクジェットプリント（従来技術 その2）

「昇華転写プリント」はポリエステル繊維用に開発された水のいらない環境配慮型染色法であり、微細な濃淡表現に優れた高品位・高感性なプリント技術である。特に、近年は、消費者のエコ志向から綿などの天然繊維の利用が見直されており、川下企業から「天然繊維への昇華転写プリント」を可能とする新技術（図1-3）の開発が強く要望されるようになった。

美尾整理(株)は、カーテンやファッション衣料向けに30年以上に渡ってポリエステル繊維の昇華転写プリント加工を行ってきた。この間、染料・加工剤販売の株式会社西澤と共同で昇華転写プリントに必要な天然繊維加工剤の開発を手掛けてきたが、実用的な加工は実現できなかった。又、東京都立繊維工業試験場（現（地独）東京都産業技術研究所）のフェノール誘導体水溶性エポキシ化合物やメラミン樹脂等の既存の繊維加工剤の組合せによる「昇華転写による絹織物のプリント加工方法」（特開平8-232177）があるが、綿、麻、ウールについては、実用的なプリントが得られないこと、メラミン樹脂による風合い硬化や遊離ホルマリンが発生すること、プリントの再現性の問題から普及していないのが現状である。

このような状況の中、当社は、「天然繊維への昇華転写プリント」実現に向け、岐阜県産業技術センターと共同で研究を進めてきた。その結果、昇華染料の吸塵に最も優れたポリエチレンテレフタレート（PET）を出発原料とする新規の加工剤を開発した。

本技術では、まず、水に溶解・分散が困難な高分子量のPETをグリセリンなど多価アルコールと反応させて所望の分子量にまで部分的に解重合する。この部分的に解重合された中



【特徴】 ○天然繊維に PET 微粒子を加工。

○ポリエステル繊維用に量産された安価でファッショナブルな転写紙を利用。

○水がほとんど要らない環境対応型。

○微細な濃淡表現。

○短納期で小ロットから大ロットまで対応できる。

○改質加工の同工程で UV カット、抗菌機能の付与が可能。

【新技術を実現するために解決すべき課題】

○PET 微粒子加工剤の量産化対応。

○PET 微粒子の分子量と粒径の最適化。

○高機能化。

○製品の試作評価。

図 1 - 3 天然繊維への昇華転写プリント（新技術）

分子量の PET（部分解重合 PET）は末端に複数の水酸基を有するため微粒化することで容易に水に分散する。湿式粉碎により水に分散させた部分解重合 PET に架橋剤を加えて、部分解重合 PET 末端の水酸基と天然繊維の水酸基やアミノ基に化学結合させる。その結果、天然繊維表面に中分子量の PET 層が形成され、天然繊維への昇華転写プリントが可能となる。

平成22年4月に岐阜県産業技術センターより昇華転写プリントを可能とする綿の改質技術として発表した。そして、発色性や染色堅ろう度の向上、部分解重合PET製造工程の改善など、実用化のための様々な改良を進め、そのノウハウに基づいた加工テストを実施している。

本研究開発では、この基本技術を事業化するため、次の研究を行う。

① 部分解重合PETの量産化対応

①-1 連続式部分解重合装置の改造

平成24年度は、主原料としてPETペレット、副原料としてグリセリンを定量導入しながら溶融押出によりPETを部分解重合する連続式部分解重合装置の仕様設計、及び導入を行った。平成25年度は、部分解重合PETのはく離装置、副原料（部分解重合剤）のホッパー及びギヤポンプの改良、安全機構の追加などの導入装置の改造を行うとともに、5kg/hの処理量で継続的に処理できる運転条件を確立した。

平成26年度は、引き続き装置の改造を行う。具体的には、空冷後の破砕が10~20cmの所望の大きさまで安定していない不具合を解消するため、はく離装置手前に押えバーを追加するなどの改良や、主原料が空になったときに押出と副原料供給を強制停止する制御を追加するなどの安全機構の改良などを行う。

（美尾整理株式会社）

①-2 部分解重合条件の探索

平成24年度は連続式部分解重合装置を用いて、ほぼ計算値どおりの所望の分子量の部分解重PETが連続的に得られることを確認できた。平成25年度は各時間で部分解重合を行い、最も効率的で平均分子量の繰り返し再現性が±10%以内となる部分解重合条件を探索する。

（美尾整理株式会社）

（岐阜県産業技術センター）

①-3 部分解重合PETの微粒化

専用の部分解重合PET連続粉砕装置を導入し、前項①-2で作成した部分解重合PETの粗粉砕物を平均粒子径1~10μmの範囲のまで湿式粉砕するための技術を開発する。

(美尾整理株式会社)

(岐阜県産業技術センター)

①ー４ 部分解重合PETの評価

平成24年度と同様に、平成25年度も前項①ー2、①ー3により作製した部分解重合PETの分子量分布をGPCにより測定、粒度分布をレーザー回折式粒度分布測定装置等により測定し、最適な部分解重合条件及び湿式粉碎条件を決定する。

(岐阜県産業技術センター)

② 加工剤の最適化

②ー1 部分解重合PETの最適化

水への分散性と染色堅牢度のバランスに優れた部分解重合PETの平均分子量の範囲を明らかにする。これらの部分解重合PETを粉碎した後、ブロックイソシアネート架橋剤を加えて、天然繊維加工剤を調整し、含浸－絞り－乾燥－熱処理の工程により布帛を加工する。この加工された布帛を200℃×30秒の条件で転写プリントし、中濃色無地の最大染色濃度（K/S）が平均7以上、石油系ドライクリーニング堅牢度が変退色で4級以上、耐光堅ろう度3級以上となる加工剤作製条件を明らかにする。

また、平成24年度の検討の結果、ウール素材については発色性及び石油系ドライ堅ろう度が不足していることが明らかとなった。平成25年度にウールとの架橋反応に適した架橋剤の選定を行った結果、ウール、綿、シルクいずれもドライクリーニング堅ろう度4級以上を満たす加工処方確立した。

平成26年度は、耐光堅ろう度、布帛の風解向上のための加工処方の改良を行う。具体的には、紫外線吸収剤の種類と添加量の最適化、綿、シルク、ウール別の部分解重合PET及び架橋剤配合量の最適化を行う。

また、皮膚一次刺激性試験、皮膚感作性試験、急性経口毒性試験の加工剤の安全性に関する検査、及び皮膚貼付試験の加工品の安全に関する検査を行う。

(美尾整理株式会社)

(岐阜県産業技術センター)

②ー２ 布帛の設計・試作

布帛の審美性、風合いは、布帛の素材組成、織組織・編組織によって大きく左右される。平成２４年度は、スカーフ・ストール用の生地として、ウール１００％、アンゴラ１００％、シルク１００％、シルク／ウール混の８種類の布帛を設計・試作し、ドライクリーニング染色堅ろう度、プリント柄の再現性、ＵＶカット率などを評価した。平成２５年度はスカーフ、ストールなどのアクセントファッション製品のほか、婦人ブラウス、ジャケット、ボトム、ワンピースなどファッションアパレル製品に適した天然繊維布帛を設計・試作開発し、布帛の素材・組織（糸密度、目付）に対する各種染色堅ろう度、プリント柄の再現性・布帛の寸法変化率・ＵＶカット率の関係を明らかにする。

（三協織物株式会社）

②ー３ 染色濃度と染色堅ろう度の評価

平成２４年度と同様に平成２５年度もプリント布の染色濃度は、分光測色機によって測定される最大染色濃度（Ｋ／Ｓ）によって評価する。また、ドライクリーニング染色堅ろう度はＪＩＳ Ｌ０８６０によって評価する。

（岐阜県産業技術センター）

③ プリント布の高機能化

〔ＵＶカット〕

本技術では、部分解重合の工程で、原料ＰＥＴに機能剤を配合することで、機能剤が部分解重合ＰＥＴ粒子に閉じ込められ、部分解重合ＰＥＴが天然繊維表面と化学結合することにより、洗濯耐久性のある機能を付与することが可能である。

平成２４年度及び２５年度の検討の結果、紫外線吸収剤を原料ＰＥＴに対して１０ｗｔ％配合した標準綿布帛のとき目標の９０％の遮蔽率を得られることが明らかになった。平成２６年度は、ＵＶカット率、耐光堅ろう度、コストバランスに優れた紫外線吸収剤の選定を行う。

（美尾整理株式会社）

平成２４年度及び平成２５年度と同様に平成２６年度も紫外線吸収剤を配合して加工・昇華プリントした布帛の紫外線遮蔽率を紫外分光光度計により測定し、ＵＶカット率が９０％以上となる加工条件及び布帛の組成を明らかにする。

（岐阜県産業技術センター）

〔抗菌性〕

さらなる高機能化を図るため、平成25年度は、UVカット機能に加え、抗菌剤を加工剤に配合することで、静菌活性値2.2以上の抗菌・防臭性と洗濯10回耐久性があることを確認した。

平成26年度は機能剤混練試験機を導入し、その他の機能抗菌剤や消臭剤などのその他の機能剤を原料PETに配合し、洗濯耐久性のある抗菌防臭性や消臭性などの機能を発揮するための配合処方確立する。

（美尾整理株式会社）

（岐阜県産業技術センター）

④ 製品の試作評価

〔アクセントファッション製品〕

平成24年度及び平成25年度は、ファッション性、機能性、染色堅ろう度を兼ね備えたアクセントファッション製品（スカーフ、ショール）を試作した。

平成26年度は、改良加工処方によるプリントとUVカットや抗菌などの機能を付与し布帛によるスカーフ、ショール製品の試作と素材（シルク、ウール）・織物の組織（糸密度、目付）・加工条件・プリント柄と洗濯後の製品の寸法変化（目標値 ±3%以内）・外観変化・使用感の関係を明らかにする。また、少ロットの特注柄に対応するため、インクジェットプリンタにより作成された転写紙による製品試作と染色堅ろう度試験を行う。

（三協織物株式会社）

〔ファッションアパレル製品〕

平成24年度に試作したアクセントファッション製品に加えて、平成25年度はワンピース、ブラウス、スカートの婦人アパレル製品を試作し、寸法変化率やファッション性、使用感評価した。

平成26年度は、改良加工処方による婦人アパレル製品を試作、評価する。製品の素材（綿、シルク、ウールなど）・織物の組織（糸密度、目付など）・加工条件・プリント柄と洗濯後の製品の寸法変化（目標値 ±3%以内）・外観変化・ファッション性・使用感の関係を明らかにする。

（美尾整理株式会社）

（３）研究開発の高度化目標及び技術的目標値

１）川下製造業者等の共通の課題及びニーズ

ア.高機能化、イ.感性化、ウ.環境配慮

綿など天然繊維の繊維加工において、着色廃水の発生や使用エネルギーを低減することができ「環境配慮型」染色技術、ファッション性に優れた付加価値の高いモノづくりを可能とする「感性化」プリント技術、安全・安心で快適な生活維持に資する機能を複合する「高機能化」加工技術が求められている。

２）高度化目標

オ. 安全・安心で快適な生活維持に資する繊維加工技術の向上

これまでの天然繊維の染料プリントではプリントと同一の工程で簡便に機能を複合付与することはできなかった。本研究では天然繊維の染料プリントと同一工程において洗濯耐久性のある紫外線カット機能や抗菌防臭機能といった安全・安心で快適維持に資する機能を天然繊維に簡便に複合付与できる新たな技術を開発する。

カ. 新しい感性に基づくデザイン・コンセプトや機能付与を可能とするファッション創造に資する加工技術の向上

これまでの天然繊維のプリントではドットの大きさやドット密度による濃淡表現しかできていなかった。本研究では、微細な濃淡表現を可能とする新たな技術を開発する。

ケ. 有害物質等の削減に資する技術の向上

これまでの天然染料の染料プリントでは、スチーム処理によって繊維に固着しなかった染料を湯洗いによって洗浄しなければならず、このとき未固着染料によって着色した廃水が発生するという課題がある。本研究では、この未染着染料の洗浄処理による着色廃水の発生を０％までに低減するための新たな技術を開発する。

3) 研究開発の技術的目標値

表 1-1 平成 26 年度の研究開発の技術的目標値

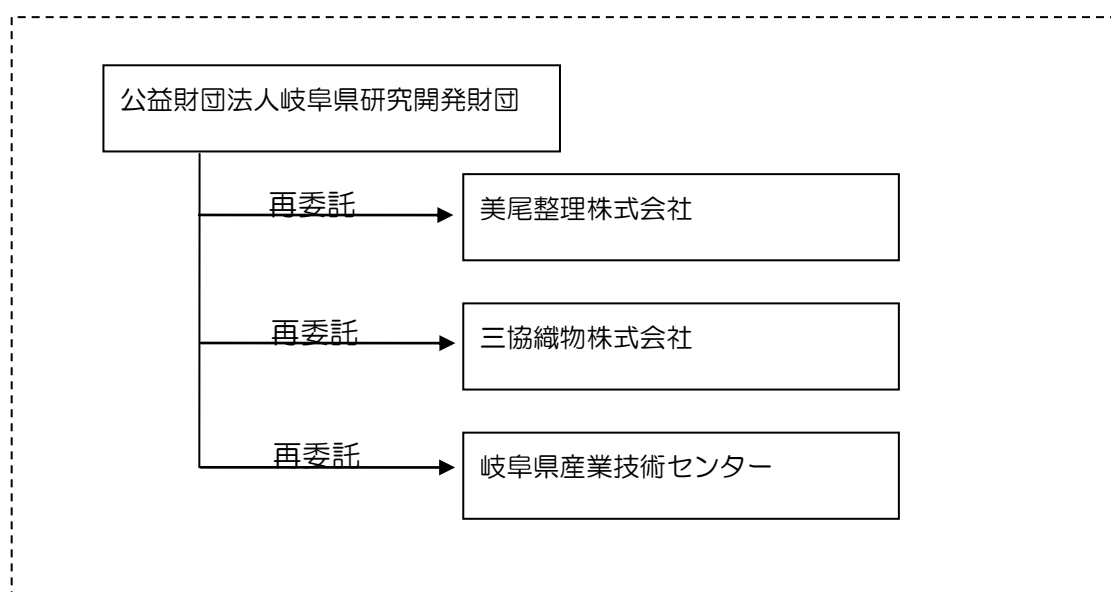
内 容		目 標
① 部分解重合 P E T の量産化対応		
①-1 連続式部分解重合装置の改造	連続式部分解重合装置の仕様設計と導入。導入装置の改良 (H25-26)	処理量 5kg/h。 加工剤 50L/h (50L/バッチ) 加工生地 500m/h
①-2 部分解重合条件の探索	部分解重合条件の探索。	平均分子量の再現性 ±10% 以内。 平均粒径 10 μm 以下。
①-3 部分解重合 P E T の微粒化	粉碎装置の導入。 粉碎装置の改良 (H25-26)	平均粒径 5 ~ 10 μm (H24)
①-4 部分解重合 P E T の評価	分子量分布と粒度分布を評価。	平均粒径 1 ~ 5 μm (H25)
② 加工剤の最適化		
②-1 部分解重合 P E T の最適化	平均分子量の最適化 部分会重合 (H25-26) 添加剤、架橋剤の選定 (H25-26) 加工剤の安全性評価 (H26)	中濃色の最大染色濃度 (K/S) 平均 7 以上。 石油系ドライ変退色 4 級以上。
②-2 布帛の設計・試作	昇華転写プリントに適した天然繊維布帛を試作。	耐光堅ろう度 3 級以上
②-3 染色濃度と染色堅ろう度の評価	プリント布の色彩測定と JIS 染色堅ろう度試験。	(H25-H26)
③ プリント布の高機能化	加工剤へ機能剤を配合し、プリント布の機能を検証。 UV カット (H24-25) 抗菌 (H25-H26) 消臭 (H26)	UV カット率 90% 以上。 抗菌防臭性能 SEK 青ラベル。(洗濯前後の静菌活性値 2.2 以上) アンモニア消臭率 90% 以上
④ 製品の試作評価	ファッション性、機能性、染色堅ろう度を兼ね備えた製品を試作。 洗濯による寸法変化、使用感やデザインの評価を行う。 ○アクセントファッション製品 (H24-26) ○アパレル製品 (H25-26)	繰返し洗濯後の寸法変化 ±3% 以内。 ＜リバーシブルプリントスカーフ＞ ＜カスタムオーダー製品＞

1－2 研究体制

（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）

（１）研究組織及び管理体制

１）研究組織（全体）



総括研究代表者（PL）

美尾整理株式会社

工場長 八木 明

副総括研究代表者（SL）

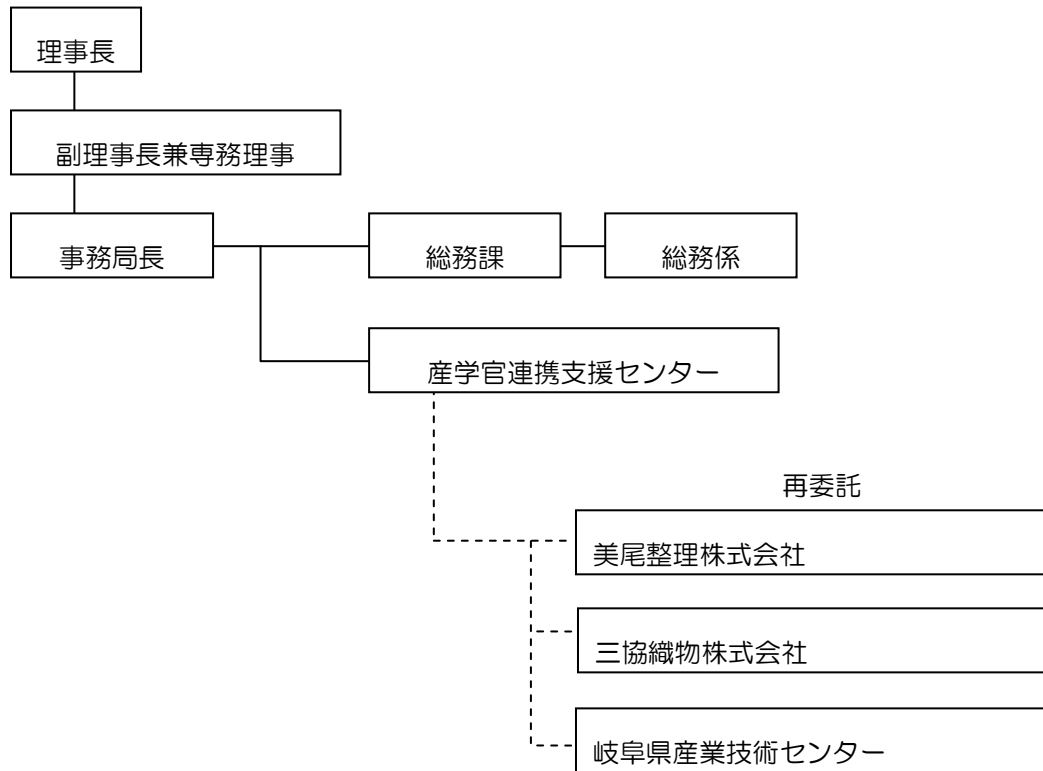
岐阜県産業技術センター

繊維部長 奥村 和之

2) 管理体制

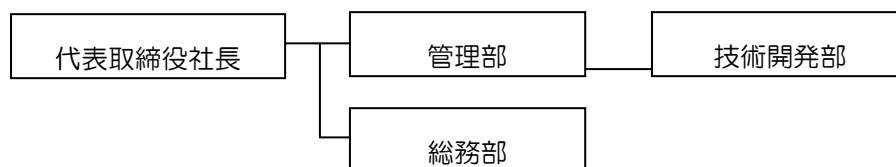
① 事業管理機関

公益財団法人岐阜県研究開発財団

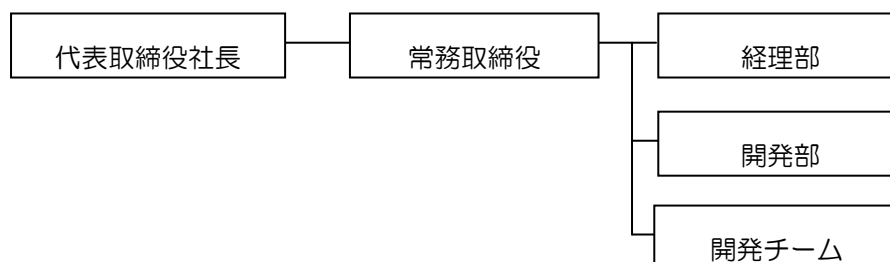


② 再委託先

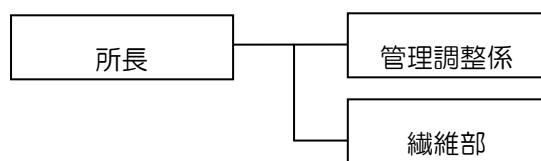
美尾整理株式会社



三協織物株式会社



岐阜県産業技術センター



(2) 管理員及び研究員

【事業管理機関】 公益財団法人岐阜県研究開発財団

管理員

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
山田 季成	専務理事兼事務局長	⑥
鷺 見 浩	産学官連携支援センター 事業推進員	⑥

【再委託先】

研究員

美尾整理株式会社

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
八木 明	工場長	①－1,①－2, ①－3,②－1,③, ④,⑤
福井 克明	専務取締役	④,⑤
浅井 宏	常務取締役	①－3, ②－1,③
小島 俊祐	－	①－1,①－2, ①－3, ②－1,③

三協織物株式会社

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
大 河 原 久 男	常務取締役	②－2,④,⑤

岐阜県産業技術センター

氏 名	所属・役職	実施内容（番号）
奥 村 和 之	繊維部 部長	①－2、①－3、②－1,③,⑤
立 川 英 治	繊維部 専門研究員	①－4, ③
佐 治 治 代	繊維部 主任工業技手	②－3

(3) アドバイザー

機関名又は氏名	所在地又は住所	①代表者 ②担当者 ③電話番号	具体的な協力内容
(株) NOB CR	〒615-0067 京都府京都市右京区西院小 米町 36 越久村ビル 2F	①代表取締役 中山 光司 ②同上 ③075-325-1277	アパレル製品の試作評価について、服地及び製品の企画・デザイン・評価を行う点で助言・協力を行う。
(有) テキスタイルマ ツオ	〒615-0067 京都府京都市右京区西院小 米町 36 越久村ビル 2F	①代表 松尾 弘 ②同上 ③075-873-2616	アパレル製品、アクセント ファッション製品の試作評価について、転写紙、布帛の選定、 販売・広告戦略について助言・ 協力を行う。
(株)中部マシン	〒443-0057 愛知県蒲郡市中央本町 11 番 11 号	①代表取締役 近藤 泰弘 ②同上 ③0533-66-6876	連続式部分解重合装置の仕様設 計について、溶融押出機のスク リュー等の部品選定を行う点で 助言を行う。

1-3 成果概要

① 部分解重合 PET の量産化対応

①-1 連続式部分解重合装置の改造

H24 年度に導入した連続式部分解重合装置の改造を行った結果、5kg/h と目標値の処理量で部分解重合 PET を繰り返し連続生産できることを確認した。(目標値：5 kg/h)

①-2 部分解重合条件の探索と部分解重合 PET の分子量再現性の検証

前項①-1 の条件でほぼ計算値とおりの分子量が得られ、その繰り返し再現性は±2%以内と目標値を達成できた。(目標値：±10%以内)

①-3 部分解重合 PET の微粒化

粉砕により平均粒径(50%径)が3μmと目標値の平均粒子径を有する部分解重合 PET が得られた。(目標値：5μm以下)

①-4 部分解重合 PET の評価

前項①-3、前々項①-2において部分解重合 PET の分子分布と粒度分布を評価した。

② 加工剤の最適化

②-1 部分解重合 PET の最適化

架橋剤を再選定することにより、綿100%シーチング、シルク100%ジャカード布帛において、最大染色濃度K/Sが5(綿ローン 無地ブルー)と目標値(中濃色のK/Sが平均7以上)をやや下回るものの、実用レベルの染色濃度のプリント布帛が得られた。

染色堅ろう度については、綿100%ブロード生地のととき石油系ドライドライクリーニング(B-1)の変退色5級と目標の4級を上回ることができた。耐光堅ろう度については、添加剤を配合し、架橋剤の一部を固着樹脂に置き換えることにより目標の3級に向上することができた。

加工剤の安全性を検証するため、抗菌、消臭機能等を認証する SEK マーク繊維製品認証基準((一社)繊維評価技術協議会)の定める加工剤の安全性試験を実施した。その結果、加工剤の一次皮膚刺激性及び皮膚感作性はなく、また、加工布の皮膚貼付試験における皮膚反応もなく、安全であることが確認された。

②-2 布帛の設計・試作

スカーフ、ストール製品に適したウール100%、シルク100%、シルク／ウール混等の8種類の天然繊維布帛を試作し、加工後の昇華転写プリント適性等を評価した。また、リバーシブルプリントに適した生地を新たに選定した。

②-3 染色濃度と染色堅ろう度の評価

④で試作したカスタムオーダー製品（綿ブロード生地）の各種染色堅ろう度を評価した結果、洗濯（A-2）変退色5級・汚染（S）4級、汗（酸、アルカリ）変退色4-5級・汚染（S）3級、昇華変退色4-5級・汚染（E）2級、摩擦乾4級・湿3-4級と染色堅ろう度が得られた。

③ プリント布の高機能化

原料PETに紫外線吸収剤を添加して加工した綿布帛のUVカット率は90.6%と目標値を達成できた。（目標値：90%以上）

抗菌剤を併用加工した布帛の静菌活性値は抗菌防臭加工SEKマーク青ラベルの基準である洗濯前後で2.2以上を満たしていることが確認できた。

また、消臭剤を併用加工した布帛のアンモニア消臭性は、86～88%と基準値の80%を上回る値を示した。

④ 製品の試作評価

綿100%ローン、シルク100%布帛、シルク／ウール混布帛の石油系ドライクリーニング後の寸法変化率は±3%以内と目標を達成できた。

インクジェット昇華転写プリンタと開発技術の活用により、カスタムオーダーの昇華転写プリント製品（浴衣、リバーシブルプリントスカーフ）の生産が可能であることを確認した。

1－4 当該研究開発の連絡窓口

【総括研究代表者】

氏名 : 八木 明
所属組織名 : 美尾整理株式会社
所属役職 : 工場長
Tel : 0583-82-1128
Fax : 0583-82-4922
E-mail : mioseiri@aqua.ocn.ne.jp

【副総括研究代表者】

氏名 : 奥村 和之
所属組織名 : 岐阜県産業技術センター
所属役職 : 繊維部長
Tel : 058-388-3151 Fax : 058-388-3155
E-mail : okumura-kazuyuki@pref.gifu.lg.jp

第2章 本論

2-1 ① 部分解重合PETの量産化対応

①-1 連続式部分解重合装置の改造

<研究目的>

現在、PETの部分解重合では反応物は90%取り出すことが可能であるが、次のバッチの原料を投入し反応を行うと、残存した反応物がさらに部分解重合して低分子化するため分子量分布がブロードとなり、平均分子量の再現性も悪化する課題がある。分子量分布をシャープにするためには、部分解重合のたびに反応装置の完全洗浄が不可欠となっている。かつ、残存反応物は固着性が高く簡単に除去できず量産化が困難となっている。

そこで、平成24年度は、主原料としてPETペレット、副原料としてグリセリンを定量導入しながら溶融押出によりPETを部分解重合する連続式部分解重合装置の仕様設計、及び導入を行った。平成25年度は、部分解重合PETのはく離装置、副原料（部分解重合剤）のホッパー及びギヤポンプの改良、安全機構の追加などの導入装置の改造を行うとともに、5kg/hの処理量で継続的に処理できる運転条件を確立した。

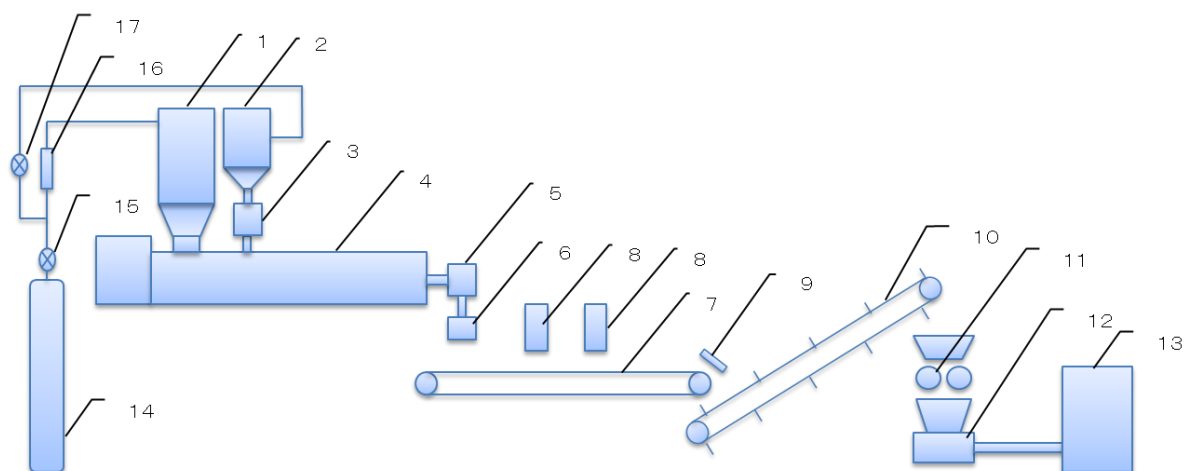
平成26年度は、引き続き装置の改造を行う。具体的には、空冷後の破砕が10~20cmの所望の大きさまで安定していない不具合を解消するため、はく離装置手前に押えバーを追加するなどの改良や、主原料が空になったときに押出と副原料供給を強制停止する制御を追加するなどの安全機構の改良などを行う。

<実施内容>

平成24年度に導入した連続式部分解重合装置の概略を図2-1に示す。

本装置は、原料PETや機能剤を投入する主原料ホッパー、部分解重合剤であるグリセリン用の副原料ホッパー、副原料の定量ポンプ、溶融押出部、押出部出口の定量ポンプ、空冷装置、粗粉碎装置、回収機で構成され、PETとグリセリンの配合比と滞留時間を厳密に制御できる装置となっている。

昨年度には開発目標である1時間当たり5kgの処理が可能なことを確認したが、停止・再運転を繰り返すと出口での吐出不良が発生するなど、いくつかの課題を残した。そこで、課題の整理とその原因調査を行い、アドバイザーと意見交換し、装置の改造を行った。



1. 原料ホッパー (ポリエステル樹脂ペレット = PET, PTT, PBT など)
2. 副原料ホッパー (多価アルコール = グリセリン など)
3. 定量ポンプ (ギヤポンプ)
4. 熔融押出部
5. 定量ポンプ (ギヤポンプ)
6. 口金
7. ベルトコンベヤ
8. 冷風器
9. 剥離部
10. ベルトコンベヤ ※高さ調整のみ。なくてもよい。
11. 粗粉砕部
12. 粉砕部
13. 回収部
14. 不活性ガス容器
15. 圧力調整部
16. 流量調整部 ※原料の吸湿防止
17. 圧力調整部 ※原料の吸湿防止 & 圧送

図 2-1 連続式部分解重合装置の概略

<研究成果>

H24 年度に導入した連続式部分解重合装置の改造を行った結果、5kg/h と目標値の処理量で部分解重合PETを繰り返し連続生産できることを確認した。(目標値：5kg/h)

(2) ①-2 部分解重合条件の探索

<研究目的>

連続式反応装置を用いて、部分解重合を行い、最も効率的で平均分子量の繰り返し再現性が $\pm 10\%$ 以内となる部分解重合条件を探索する。

<実施内容>

平成24年度は連続式部分解重合装置を用いて、ほぼ計算値どおりの所望の分子量の部分解重合PETが連続的に得られることを確認できた。導入した連続式部分解重合装置で試作した部分解重合PETの分子量はほぼ計算値どおりであり、繰り返し再現性も $\pm 2\%$ 以内と目標の $\pm 10\%$ 以内にあることが確認できた。

本年度は、吐出トラブルがなく継続運転が可能な運転条件を見出した。

<研究成果>

導入した連続式部分解重合装置を用いて試作した部分解重合PETは、ほぼ計算値どおりの分子量であり、分子量の繰り返し再現性も $\pm 2\%$ 以内と目標値（ $\pm 10\%$ 以内）を達成することができた。また、継続運転を可能とする運転条件を確立することができた。

(3) ①-3 部分解重合PETの微粒化

<研究目的>

前項(2)で作成した部分解重合PETを平均粒子径(50%径)5 μm 以下まで湿式粉碎するための技術を開発する。導入した部分解重合PET連続粉碎装置の改造を行い、50%径で5 μm 以下に微粒化する。

<実施内容>

図2-2に粉碎テスト結果を示す。

導入・改造した粉碎装置を用いて $\phi 0.05\text{mm}$ ビーズ $\times 60$ 分の処理することにより50%粒径が3 μm のペーストが得られることが確認できた。

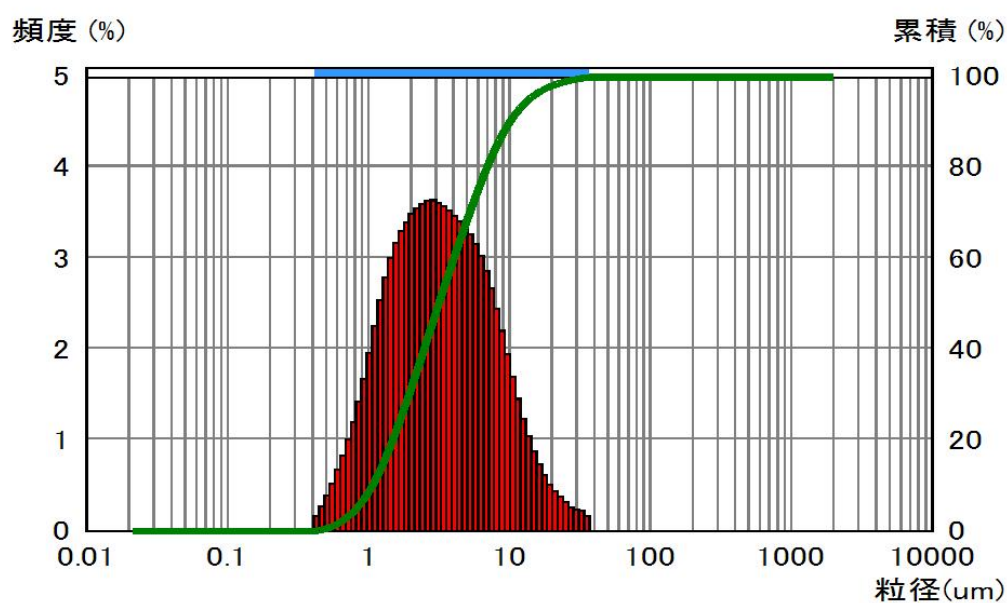


図2-2 粉碎後の粒度分布

<研究成果>

粉碎により50%粒径3 μm と目標値(5 μm 以下)の平均粒子径を有する部分解重合PETのペーストが得られた。

(4) ①-4 部分解重合 PET の評価

<研究目的>

前々項及び前項により試作した部分解重合 PET の分子量分布を GPC により測定、粒度分布をレーザー回折式粒度分布測定装置等により測定し、最適な部分解重合条件及び粉碎条件を決定する。

<実施内容>

部分解重合 PET の粒度分布は前項のとおりである。

<研究成果>

部分解重合 PET 粒度分布は前項のとおりである。

2-2 ② 加工剤の最適化

(1) ②-1 部分解重合 PET の最適化

<研究目的>

水への分散性と染色堅牢度のバランスに優れた部分解重合 PET の平均分子量の範囲を明らかにする。部分解重合 PET を粉碎した後、架橋剤を加えて、天然繊維加工剤を調整し、含浸一絞り一乾燥一熱処理の工程により布帛を加工する。この加工された布帛を昇華転写プリントし、中濃色無地の最大染色濃度 (K/S) が平均 7 以上、石油系ドライクリーニング堅牢度が変退色で 4 級以上となる加工剤作製条件を明らかにする。

また、平成 24 年度の検討の結果、ウール素材については発色性及び石油系ドライ堅ろう度が不足していることが明らかとなった。平成 25 年度にウールとの架橋反応に適した架橋剤の選定を行った結果、ウール、綿、シルクいずれもドライクリーニング堅ろう度 4 級以上を満たす加工処方確立した。

平成 26 年度は、耐光堅ろう度、布帛の風解向上のための加工処方の改良を行う。具体的には、紫外線吸収剤の種類と添加量の最適化、綿、シルク、ウール別の部分解重合 PET 及び架橋剤配合量の最適化を行う。

また、皮膚一次刺激性試験、皮膚感作性試験、急性経口毒性試験の加工剤の安全性に関する検査、及び皮膚貼付試験の加工品の安全に関する検査を行う。

＜実施内容＞

ウール素材の発色及び石油系ドライクリーニング堅ろう度不足の原因は、ウールへの架橋剤の反応不良とPET 微粒子の浸透不良にある。

各種架橋剤を検討したところ、ウールへの適正が良好な架橋剤が見つかり、これに変更することにより、ウールへの適正を改善することができた。

また、PET の微粒化を進めることでもウール素材への適正が向上した。

薬剤メーカーの協力の下、UV 吸収剤と黄変防止剤の探索を行ったところ、効果的な添加剤を選定することができた。これらの添加剤の添加濃度の適正化と架橋剤の一部を黄変や染料分解促進のないものに置き換えることにより、耐光堅牢度 3 級をクリアすることが可能であることを確認した。

一方、シルクについては、綿、ウールに比べて風合いが硬くなる傾向があった。

これまで、綿、ウール、シルクのいずれの素材も同じ配合濃度で加工していたが、シルク、とウールについては、堅牢度と風合いのバランスのとれた配合処方 の確立に課題を残した。

図 2-3 に加工装置と昇華転写プリント装置の外観を、表 2-1 に最大染色濃度を示す。

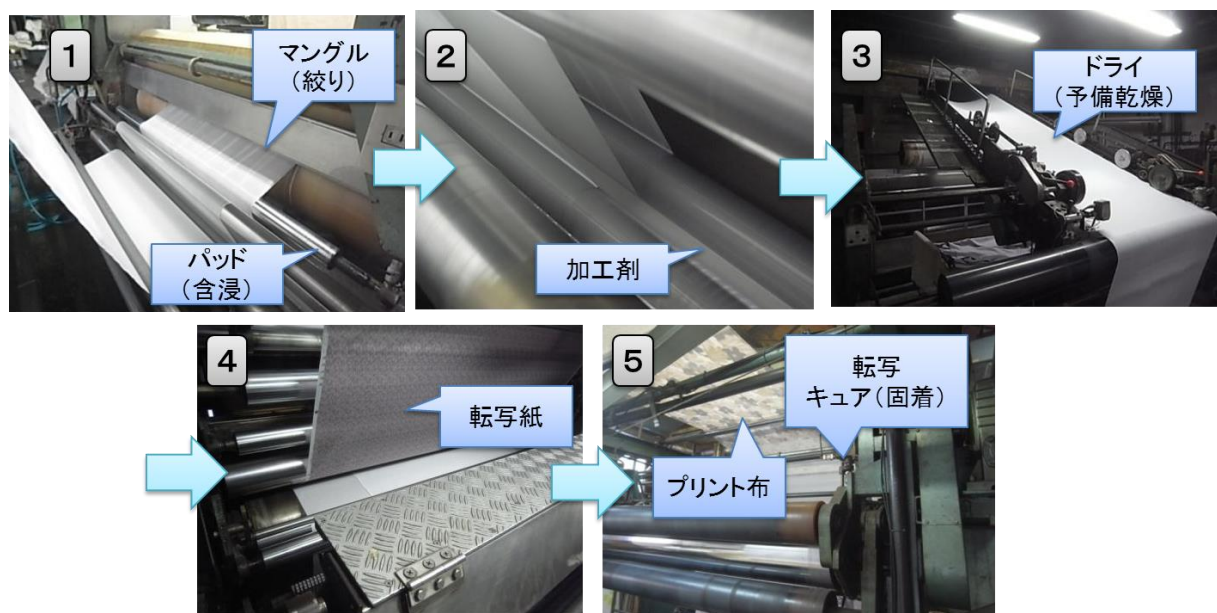


図２－３ 布帛の加工装置と昇華転写プリント装置の外観

表２－１ 昇華転写プリント布帛の染色濃度

布帛	色	最大染色濃度を示した波長 (nm)	最大染色濃度 K/S	最大染色濃度 K/Sの平均値
綿 100%	ブルー (無地)	620	4.9	5.3
	ブラウン (無地)	490	5.5	
	ブラック (無地)	590	5.4	
シルク 100%	ダークグリーン	570	4.8	—
ウール 100%	ダークグリーン	570	3.3	—

プリント布の最大染色濃度K/Sは綿100%布帛、シルク100%布帛で5前後と目標値（中濃色の平均で7以上）にやや及ばなかったが、ほとんど実用レベルであった。石油ドライクリーニング堅ろう度についても綿100%、ウール100%、シルク100%のいずれも変退色4級と目標の堅ろう度が得られた。また、耐光堅ろう度の向上に有効な添加剤と架橋剤の一部を代替する固着樹脂を見出すことができた。

加工剤の安全性を検証するため、抗菌、消臭機能等を認証するSEKマーク繊維製品認証基準（（一社）繊維評価技術協議会）の定める加工剤の安全性試験を実施した。その結果、次の通り安全であることが確認された。

- | | |
|----------------------|---------------|
| －皮膚一次刺激性試験（ウサギ 3 匹） | ：刺激性なし |
| －皮膚感作性試験（モルモット 10 匹） | ：感作性なし |
| －皮膚貼付試験（日本人 20 名） | ：皮膚反応なし |
| －急性経口毒性（マウス） | ：2000mg/kg 以上 |

<研究成果>

架橋剤を再選定することにより、綿 100%、シルク 100% 布帛において、最大染色濃度 K/S が 5（綿 100% 無地ブルー）と目標値（中濃色の K/S が平均 7 以上）をやや下回るものの、実用レベルの染色濃度のプリント布帛が得られ、石油ドライクリーニング堅ろう度についても綿 100%、ウール 100%、シルク 100% のいずれも変退色 4 級と目標の堅ろう度が得られた。また、耐光堅ろう度の向上に有効な添加剤、及び代替樹脂を見出すことができた。

加工剤の安全性に関する試験を実施したところ、皮膚一次刺激性及び皮膚感作性はなし、経口毒性（マウス）2000mg/kg 以上、加工生地の皮膚反応なし（日本人）と、加工剤及び加工生地の安全性が確認された。

(2) ②-2 布帛の設計・試作

<研究目的>

布帛の審美性、風合いは、布帛の素材組成、織組織・編組織によって大きく左右される。本年度はスカーフ、ストールなどのアクセントファッション製品に適した天然繊維布帛を設計・試作開発する。布帛の素材（ウール、シルク等）・組織（糸密度、目付）・加工処方に対するプリント柄の再現性・布帛の寸法変化率・UV カット率の関係を明らかにする。

<実施内容>

本年度はスカーフ、ストールなどのアクセントファッション製品に適した布帛としてウール100%、アンゴラ100%、シルク100%、シルク／ウール混の8種類の天然繊維布帛を設計・試作した。表2-2に試作した天然繊維布帛の企画を示す。綿100%布帛は、市販品を使用した。これらの布帛を調整した加工剤により加工と昇華転写プリントを行い、色彩、柄の再現性、風合い等を検討した。また、高付加価値な製品として市場ニーズの高い、リバーシブルプリントスカーフに適した生地を選定を行った。図2-4に昇華転写プリント布帛の外観を示す。

表2-2 試作した天然繊維布帛の企画

No.	品番	混用率	たて糸 番手(Nm) 密度	よこ糸 番手(Nm) 密度	組織 生地幅	目付 (g/m ²)	厚み (mm)
1	<200B>	ウール100%	1/48 165本/100mm	1/48 163本/100mm	平織 110cm	71.8	0.25
2	<520>	ウール100%	1/48 214本/100mm	1/48 197本/100mm	綾織 110cm	85.9	0.27
3	<E-0614>	アンゴラ100%	2/16 51本/100mm	1/16 84本/100mm	平織 110cm	126.3	0.61
4	<N-290>	シルク100%	2/210 221本/100mm	2/210 253本/100mm	平織 110cm	50.1	0.17
5	<6729>	シルク100%	2/210 250本/100mm	2/210 144/100mm	からみ織 ジャカード 110cm	47.4	0.25
6	<SWT-0200>	シルク15% ウール85%	W100% 1/48 191本/100mm	W/S混紡 1/48 170本/100mm	平織 110cm	76.1	0.26
7	<N-329>	シルク55% ウール45%	S 2/210 231本/100mm	W/S混紡 1/48 192本/100mm	平織 110cm	73.8	0.25
8	<SW-520>	シルク15% ウール85%	W 1/48 211/100mm	W/S混紡1/48 198本/100mm	綾織 110cm	88.5	0.27

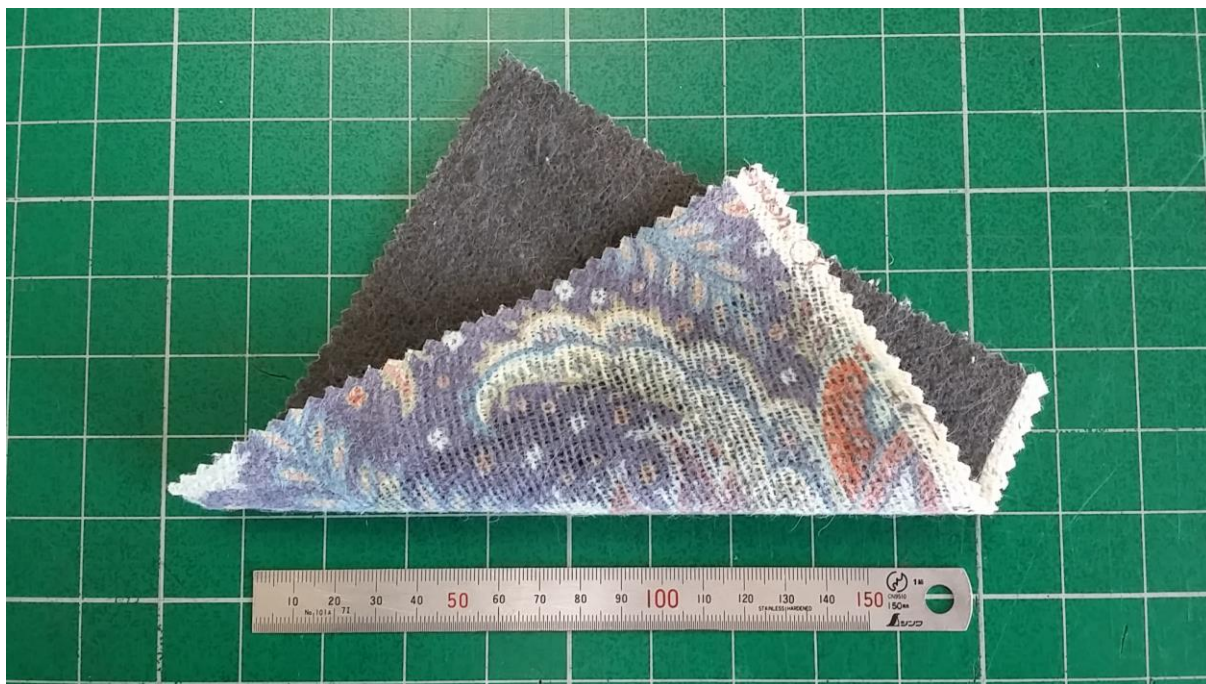


図2-4 昇華転写プリント布の外観（アンゴラ100%）

<研究成果>

スカーフ、ストール製品に適したウール100%、シルク100%、シルク/ウール混等の8種類の天然繊維布帛を試作し、加工後の昇華転写プリント適性等を評価した。また、リバーシブルプリントに適した布帛を選定することができた。

（3） ②-3 染色濃度と染色堅ろう度の評価

<研究目的>

プリント布の染色濃度は、分光測色機によって測定される最大染色濃度（K/S）によって評価する。また、ドライクリーニングに対する染色堅ろう度は JIS L0860 によって評価する。

<実施内容>

最大染色濃度（K/S）は、測色機（コニカミノルタ製 CM3600d）により測定した。また、綿100%プリント布帛の石油系ドライクリーニング堅ろう度の変退色を評価した。結果は、前々項、のとおり。

また、④で試作したカスタムオーダー製品（綿ブロード生地）の各種染色堅ろう度を評価した結果、洗濯(A-2)変退色 5 級・汚染 (S) 4 級、汗 (酸、アルカリ) 変退色 4-5 級・汚染 (S) 3 級、昇華変退色 4-5 級・汚染 (E) 2 級、摩擦乾 4 級・湿 3-4 級と染色堅ろう度が得られた。

<研究成果>

④で試作したカスタムオーダー製品の各種染色堅ろう度を評価した結果、綿ブロード生地において、洗濯(A-2)変退色 5 級・汚染(S) 4 級、汗(酸、アルカリ) 変退色 4-5 級・汚染(S) 3 級、昇華 変退色 4-5 級・汚染(E) 2 級、摩擦乾 4 級・湿 3-4 級と染色堅ろう度が得られた。

2-3 ③ プリント布の高機能化

<研究目的>

本技術では、部分解重合の工程で、原料 PET に機能剤を配合することで、機能剤が部分解重合 PET 粒子に閉じ込められ、部分解重合 PET が天然繊維表面と化学結合することにより、洗濯耐久性のある機能を付与することが可能である。紫外線吸収剤や抗菌剤の添加により、UV カット率が 90%（綿シーチング）、洗濯前後の静菌活性値 2.2 以上であることを確認した。

<実施内容>

機能薬剤の添加による UV カット、抗菌性、消臭性を検討するため、導入した機能剤混練試験機により、紫外線吸収剤、抗菌剤、消臭剤の混練試験を実施した。図 2-5 に機能剤混練試験機の外観を示す。



図 2-5 機能剤混練試験機

プリント布帛に UV カット機能を付与するため、紫外線吸収剤を原料 PET に配合した加工剤を調

整した布帛の紫外線透過率を図2-6に示す。未加工布のUVカット率が65.1%、紫外線吸収剤を添加していない加工布のUVカット率が80.1%に対して、紫外線吸収剤を10wt%配合した加工布のUVカット率は90.7%と実用レベルである目標の90%以上のUVカット率を示した。

抗菌剤併用加工した綿布の抗菌試験結果を図2-7に示す。いずれも洗濯前、洗濯10回後ともにSEKマーク（一般用途 青ラベル）の基準である静菌活性値2.2以上満たしていることが確認できた。

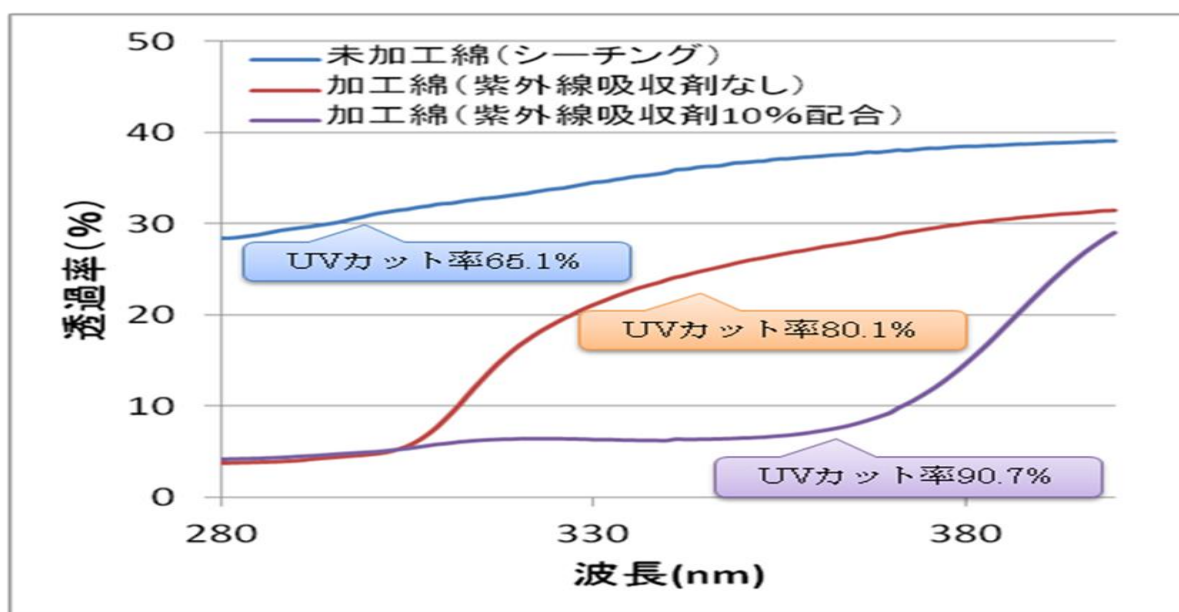


図2-6 加工布帛の紫外線透過率

試験結果

No.	試 料*		生菌数の常用対数値		静菌活性値
			菌液接種直後	18 時間培養後	
①	昇華転写プリント布 20140206-1	原 品	4.5	3.9	3.2
	綿標準白布		4.5	7.1	—

No.	試 料*		生菌数の常用対数値		静菌活性値
			菌液接種直後	18 時間培養後	
①	昇華転写プリント布 20140206-1	洗濯 10 回後	4.4	2.0	5.2
	綿標準白布		4.4	7.2	—

注* 界面活性剤(Tween80)を添加した試験菌懸濁液を使用した。

試験方法:JIS L 1902²⁰⁰⁸、菌液吸収法

供試菌:黄色ぶどう球菌・*Staphylococcus aureus* NBRC 12732

洗濯方法:JIS L 0217, 103号(但し、JAFET標準配合洗剤を使用)吊干し

試 料



試験結果

試 料*		生菌数の常用対数値		静菌活性値
		菌液 接種直後	18 時間 培養後	
抗菌剤併用 昇華転写プリント用加工綿布	原 品	4.3	<1.3	>5.5
	洗濯 10 回後	4.3	<1.3	>5.5
綿標準白布		4.5	7.0	—

注*界面活性剤(Tween80)を添加した試験菌懸濁液を使用した。

試験方法:JIS L 1902²⁰⁰⁸、菌液吸収法

供試菌:黄色ぶどう球菌・*Staphylococcus aureus* NBRC 12732

洗濯方法:JIS L 0217, 103号(但し、JAFET標準配合洗剤を使用)吊干し

試 料



図 2-7 抗菌試験結果

また、消臭剤を併用加工したところ、アンモニア消臭率が SEK マーク製品認証基準の 80% 以上を示すことを確認した。

<研究成果>

原料 PET に紫外線吸収剤を併用加工した綿シーティング布帛の UV カット率は目標値である 90% 以上を達成できた。

また、抗菌剤の併用加工によって SEK マーク製品認証基準（抗菌防臭 一般用途 青ラベル）の基準である洗濯前後の静菌活性値 2.2 以上を満たしていること、また、消臭剤の併用加工によって、アンモニア消臭率が SEK マーク製品認証基準の 80% 以上を示すことを確認した。

2-4 ④ 製品の試作評価

<研究目的>

平成24年度は、ファッション性、機能性、染色堅ろう度を兼ね備えたアクセントファッション製品（スカーフ、ショール）を試作した。平成25年度は最新の色柄によるプリントとUVカットや抗菌などの機能を付与し布帛によるスカーフ、ショール製品の試作と素材（シルク、ウール）・織物の組織（糸密度、目付）・加工条件・プリント柄と洗濯後の製品の寸法変化（目標値 ±3%以内）・外観変化・使用感の関係を明らかにした。平成26年度は、昇華転写プリンタを導入し、川下企業から強い要望のあるカスタム柄のリバーシブルスカーフ製品と3D アパレルシミュレーション Web 販売システムを活用したカスタムオーダー製品の試作を行う。

<実施内容>

リバーシブルプリントに適正のあった生地を用い、スカーフ製品の試作を行った。図2-8に導入した昇華転写プリンタの外観、図2-9に昇華転写プリンタで出力し転写紙を利用して試作したりリバーシブルプリントスカーフの写真を示す。表裏で、柄、色相の異なる付加価値の高いリバーシブルプリントスカーフ製品の試作が可能であることを確認した。ただし、染料を定着させるための、加工剤の配合濃度、昇華転写温度の最適化に課題を残した。



図2-8 導入した昇華転写プリンタの外観



図2-9 リバーシブルプリントスカーフ（ウール90％／ナイロン10％）

アパレル製品の3D シミュレーション Web 販売システムより出力されたカスタムオーダー柄により、綿100％浴衣製品の試作を行った。図2-10に3D システムから出力されたカスタマイズ柄、図2-11及び表2-3に試作した浴衣の外観と染色堅ろう度を示す。



図2-10 3D アパレルシミュレーション Web 販売システムより出力されたカスタムオーダー柄



図2-11 カスタムオーダー柄の浴衣試作製品

カスタムオーダー浴衣製品（綿ブロード）の染色堅ろう度は、昇華汚染、耐光堅ろう度を除き、実用レベルである。昇華汚染は、昇華転写プリントの宿命であり、製品に取扱注意事項として明記し、商品化を進める必要がある。耐光堅ろう度は２級と目標に達していないが、架橋剤の一部を置き換え、架橋剤の添加量を減少させることにより、３級程度まで向上させることは可能である。

綿昇華転写後の生地（風合い）は、非常に硬くなるが、洗いによって、もみほぐされ、天然繊維本来の風合いに戻る。しかしながら、ウールについては、洗い仕上げ工程での染料の脱落、シルクについては、洗い仕上げ後も風合いが硬くなる傾向があった。いずれも、ウール、シルクについては、発色と風合いを両立するための加工剤の配合と昇華転写条件の確立に課題を残した。

表2-3 カスタムオーダー浴衣製品の染色堅ろう度

試験項目 \ 素材柄等		綿ブロード	備考
耐光		2	紫外線カーボンアーク
洗濯	変退色	4-5	A-2 (50℃)
	汚染(綿)	5	
	汚染(絹)	4	
石油系 ドライ	変退色	5	B-1
	汚染	5	
汗(酸性)	汚染(綿)	4-5	
	汚染(綿)	3-4	
	汚染(絹)	3	
汗(アルカリ性)	変退色	4-5	
	汚染(綿)	3-4	
	汚染(絹)	3	
摩擦	乾	4	
	湿	3-4	
昇華	変退色	4-5	
	汚染(綿)	2-3	
	汚染(絹)	2	

表2-4に石油系ドライクリーニングに対する寸法変化、表2-5に洗濯(103法)に対する寸法変化を示す。綿100%ローン、シルク100%、シルク/ウール混のドライクリーニングに対する寸法変化は3%以内にあり、目標(±3%以内)の値を示した。

図2-12に試作したスカーフの外観、図2-13に綿100%、及びシルク100%プリント布帛により試作したアパレル製品の外観を示す。

表2-4 昇華転写プリント布帛の石油系ドライクリーニングに対する寸法変化

サンプル名	たて方向(%)	よこ方向(%)
綿100%ローン	-0.5	-0.6
シルク100%	-1.8	-0.5
シルク15%/ウール混85%	-1.5	-1.4

表2-5 昇華転写プリント布帛の洗濯(103法)に対する寸法変化

サンプル名	たて方向(%)	よこ方向(%)
綿100%ローン	-2.1	-1.1
シルク100%	-5.8	-0.4
シルク15%/ウール混85%	-2.4	-2.8



図2-12 試作スカーフ



図2-13 試作アパレル製品

(上：綿 100%ワンピース、下：シルク 100%ブラウス 綿 100%スカート)

<研究成果>

表裏で、柄、色相の異なる付加価値の高いリバーシブルスカーフ製品の試作が可能であることを確認した。

カスタムオーダー製品（綿ブロード浴衣）の染色堅ろう度は、昇華汚染、耐光堅ろう度を除き、実用レベルである。昇華汚染は、昇華転写プリントの宿命であり、製品に取扱注意事項として明記し、商品化を進める必要がある。耐光堅ろう度は２級と目標に達していないが、架橋剤の一部を置き換え、架橋剤の添加量を減少させることにより、３級程度まで向上させることは可能である。

綿１００％ローン、シルク１００％布帛、シルク／ウール混布帛の石油系ドライクリーニング後の寸法変化率は±３％以内と目標を達成できた。

ただし、ウール、シルクについては、発色と風合いを両立するための加工剤の配合と昇華転写条件の確立に課題を残した。

最終章 全体総括

「研究開発成果」

① 部分解重合 PET の量産化対応

①－1 連続式部分解重合装置の改造

H24 年度に導入した連続式部分解重合装置の改造を行った結果、PET 単量体とグリセリンのモル比 10 : 1、滞留時間約 5 分、粗粉碎機のスクリーンメッシュ $\phi 0.3\text{mm}$ のとき、 5kg/h と目標値の処理量で部分解重合 PET を繰り返し連続生産できることを確認した。

（目標値： 5kg/h ）

①－2 部分解重合条件の探索と部分解重合 PET の分子量再現性の検証

前項①－1 の条件でほぼ計算値どおりの分子量が得られ、その繰り返し再現性は $\pm 2\%$ 以内と目標値を達成できた。（目標値： $\pm 10\%$ 以内）また、繰り返し安定して生産するための部分解重合装置運転条件を確立できた。

①－3 連続式湿式粉碎による部分解重合 PET の微粒化

$\phi 1\text{mm}$ ビーズ $\times 30$ 分の一次湿式粉碎により 50% 粒径 $6\mu\text{m}$

$\phi 0.05\text{mm}$ ビーズ $\times 60$ 分の二次湿式粉碎により 50% 粒径 $3\mu\text{m}$

と目標値の平均粒子径を有する部分解重合 PET が得られた。（目標値： $5\mu\text{m}$ 以下）

①－4 部分解重合 PET の評価

前項①－3、前々項①－2 において部分解重合 PET の分子分布と粒度分布を評価した。

② 加工剤の最適化

②－1 部分解重合 PET の最適化

架橋剤を再選定することにより、綿 100%シーチング、シルク 100%ジャカード布帛において、最大染色濃度 K/S が 5（綿ローン 無地ブルー）と目標値（中濃色の K/S が平均 7 以上）をやや下回るものの、実用レベルの染色濃度のプリント布帛が得られた。

染色堅ろう度については、綿 100%ブロード生地するとき石油系ドライドライクリーニング（B-

1) の変退色 5 級と目標の 4 級を上回ることができた。耐光堅ろう度については、添加剤を配合し、架橋剤の一部を置き換えることにより目標の 3 級に向上することができた。

加工剤の安全性を検証するため、抗菌、消臭機能等を認証する SEK マーク繊維製品認証基準（（一社）繊維評価技術協議会）の定める加工剤の安全性試験を実施した。その結果、加工剤の一次皮膚刺激性及び皮膚感作性はなく、また、加工布の皮膚貼付試験における皮膚反応もなく、安全であることが確認された。

②-2 布帛の設計・試作

スカーフ、ストール製品に適したウール 100%、シルク 100%、シルク/ウール混等の 8 種類の天然繊維布帛を試作し、加工後の昇華転写プリント適性等を評価した。また、リバーシブルプリントに適した生地を新たに選定した。

②-3 染色濃度と染色堅ろう度の評価

④で試作したカスタムオーダー製品（綿ブロード生地）の各種染色堅ろう度を評価した結果、洗濯 (A-2) 変退色 5 級・汚染 (S) 4 級、汗（酸、アルカリ）変退色 4-5 級・汚染 (S) 3 級、昇華変退色 4-5 級・汚染 (E) 2 級、摩擦乾 4 級・湿 3-4 級と染色堅ろう度が得られた。

③ プリント布の高機能化

原料 PET に紫外線吸収剤を併用加工した綿布帛の UV カット率は 90.6% と目標値を達成できた。
（目標値：90% 以上）

抗菌剤の併用加工によって静菌活性値は抗菌防臭加工 SEK マーク青ラベルの基準である洗濯前後で 2.2 以上を満たしていることが確認できた。また、消臭剤の併用加工によってアンモニア消臭性は、86~88% と基準値の 80% を上回る値を示した。

④ 製品の試作評価

綿 100% ローン、シルク 100% 布帛、シルク/ウール混布帛の石油系ドライクリーニング後の寸法変化率は ±3% 以内と目標を達成できた。

インクジェット昇華転写プリンタと開発技術の活用により、カスタムオーダーの昇華転写プリント製品（浴衣、リバーシブルプリントスカーフ）の生産が可能であることを確認した。

「研究開発後の課題」

ウール及びシルクの発色、風合いを両立するための加工剤の配合処方と昇華転写条件の確立に課題を残した。

⑤事業化の検討

平成25年11月13日に天然繊維の昇華転写プリントを可能とする加工剤の量産化に成功したことを記者発表し、岐阜新聞、中日新聞、読売新聞、日本経済新聞中部版、朝日新聞の地域面に記事が掲載された。現在、生地メーカ、染色整理業、アパレル製品の3D シミュレーション Web 販売システム会社など多数の企業から、加工剤及びプリント加工のテスト依頼が多数寄せられている。また、平成26年2月21日に「ポリエステル樹脂の部分解重合粉末の製造装置及び製造法」(特願2014-031779)を出願した。

残された課題の解決に取り組みながら、以下について早期の事業化を目指す。

- 1) リバーシブルプリントスカーフ製品等の製造販売
- 2) 生地の受託加工(祭り半纏等)
- 3) 3D Web カスタムオーダー製品の製造販売事業
- 4) 加工剤の販売

⑥プロジェクトの管理運営(公益財団法人岐阜県研究開発財団)

研究開発を円滑に推進するため、研究実施プロジェクトの運営管理、知的財産の検討、研究開発推進委員会の開催、共同体構成員相互の調整、財産管理・報告書作成等の管理を行った。