「産官学共同プロジェクト」特集

快適性の評価特性に基づく高度多機能合成繊維の加工技術

足立 公洋

1. はじめに

通商産業省工業技術院は、『国土の均衡ある開発を図るためには、地域特性を発揮した地域発展が不可欠であり、地域経済の活性化や地域振興を図る上で、地域技術の開発は最も重要な核となるものである』との観点から、昭和57年度(1982年)より『重要地域技術研究開発制度』を創設し、実施してきている。

この制度は地域の国立試験研究機関、民間企業、公設試験研究機関(公設試)等の研究ポテンシャルを結集して研究開発するものであり、対象となる技術課題としては、①地域の経済社会から強く要請されている技術、②開発費用、研究期間、危険負担等から単独では開発が困難な技術、③国と地域との共同研究が前提となる技術である。

通産省の付属研究機関として、先端技術の開発研究を進め、かつ、近畿地方に存立するという性格を有する大阪工業技術試験所においても、この重要地域技術研究開発制度に取り組むこととなり、これに先だって、昭和57年度には、『近畿地方における産業界及びニーズ把握のための調査研究』を行った。ここでは、近畿圏の民間企業・公設試験研究機関(公設試)・大学・自治体等712機関を対象に研究開発対象とするべき課題についてアンケート活動を行い、329機関(46.2%)の回答を得た。その中では、大阪工業技術試験所が繊維関連技術開発に対して取り組むことの要望が、有効回答の40%にのぼり、近畿圏における産業関連技術への関心が高いことが分かった。

ここにおいて、繊維関連技術の具体的な内容としては、①快適衣料繊維の開発と評価、②特殊用途繊維の開発と評価、③新しい捺染技術、④染色乾燥工程におけ

る省エネルギー化、等が求められていた。特に、快適衣料用繊維の開発と評価においては、環境-衣料-人体(または人体ロボット)の系での快適性に及ぼす諸因子、すなわち吸湿性、水分移動性、熱伝導性、ストレッチ性等の評価方法を確立し、これに基づき、高度多機能性を持った材料を開発し、製品設計技術を確立することという目標があげられていた。

このような調査研究に基づいて、昭和59年度(1984年)から5ヶ年計画で、『快適性の評価特性に基づく高度多機能合成繊維の加工技術』(「快適性合繊プロジェクト」)が、近畿地方の国立2機関、公設試12機関、民間企業24社の研究開発力を結集して取り組まれた。

プロジェクトは4つのワーキンググループに分かれ、WG-Iは着衣模擬装置と湿度センサの開発、WG-IIは特定環境下での複合特性の測定と評価特性の設定、WG-IIIは風合い関連物性と快適性との関係の研究、WG-IVが加工要素技術のテーマを取り上げた。これら研究の成果は“研究成果報告書”¹⁾にまとめられているが、ここではその内容を簡単に紹介する。

2. 着衣模擬装置と湿度センサ

活動あるいは発汗時の模擬条件下での合成繊維素材の熱、水分移動複合特性を高精度で計測する装置開発の成果を表1に示した。また、これに必要な湿度センサの開発については表2に示した。

3. 特定環境下での複合特性の測定と評価特性の設定

各種衣服の着用感を調査し、快適性の要因を抽出、数値化し、各種環境条件下で計測される熱、水分移動複合特性の計測値と快適性との相関性を調べた結果を表3に

Technology Development for Advanced Multi-functional Synthetic Fibers Evaluated by Comfortableness
筆者紹介 KIMIHIRO ADACHI

Government Industrial Research Institute, Osaka

大阪工業技術試験所 有機機能材料部高分子表面化学研究室 主任研究官

筆者は、高分子化学が専門で、「快適性合繊プロジェクト」には開始時より携わられ、推進役のひとりとして活動された。趣味は花の栽培と写真。

本稿では、衣服の快適性の評価法、測定機器、繊維加工技術の総合的研究の成果を紹介していたいた。

表1 模 擬 装 置 の 開 発

模擬装置 [研究機関]	装 置 の 概 要	模 擬 装 置 の 主 な 性 能																									
擬似皮膚 [㈱クラレ]	①模擬皮膚は焼結金属体(厚さ10mm)の表面に、グレースアルミナセラミック(GA)(厚さ0.5mm),またはクロミックセラミック(CA)(厚さ0.4mm)を溶射して作製。 ②発汗はマイクロポンプ送水装置で模擬皮膚より排出して、「玉の汗」を模擬する。	①発汗量は水圧計が0 Kg/cm ² (静水圧)の時 2～5 mg/cm ² ・h, 15kg/cm ² ・h (最大 値) の 時 262～288mg/cm ² ・h。(GA の 場 合)(発汗量に幅があるのは、模擬皮膚の部位によるムラ) ②加圧型セラミックス皮膚は玉の汗と発汗調節, 温度制御に長所。ただし, 経年変化, 高重量, 高価が問題。																									
擬似皮膚装置 [ジャパンゴアテックス㈱]	①模擬皮膚は空孔率の異なるゴアテックス膜。 ②送水は加圧送水(0.1Kg/cm ² ・h)で模擬皮膚より排出して, 「不感蒸泄」を模擬する。 ③模擬皮膚と衣服サンプルの距離は10mm。	①物性の異なるゴアテックス膜を用いて水蒸気レベルの発汗量を, 90～500g/m ² ・h の範囲でコントロールすることが容易。 ②水分移動量を直接測定できる。 ③膜の熱伝導率が人間の皮膚に近い。																									
布帛用平板型模擬装置 [東レ㈱]	①直径12cmの円筒型容器に蒸留水を入れ, テフロン製不織布フィルターを重ねて模擬皮膚とする。 ②蒸発量(発汗量)はフィルターの重ね枚数でコントロールする。模擬皮膚1枚でマラソン程度, 5枚でジョギング程度, 7枚で歩行程度。	①疎水性素材と親水性素材の熱水分移動特性が検出できる。 ②親水性素材では素材に吸湿され, 吸湿発熱等により衣服内温度が上昇し, 透湿量とサンプル吸湿量が多くなりトータルの水分移動量が多くなる。 ③疎水性素材では, 水蒸気の種類への移動が抑制される。																									
蒸発法布帛用平板型模擬装置 [東洋紡績㈱]	①風洞部(外部の環境条件再現), 人体条件部, 衣服内気候部からなる。 ②風洞部は-5～40℃, 40～97%RH, 0.1～2m/sec ③模擬皮膚は0.038mmの疎水性多孔質テフロン膜。	①水分蒸発量は模擬皮膚温度を変えて行う。35℃の時190g/1.6m ² ・h, 36℃の時210g/1.6m ² ・h。 ②この装置で測定した衣服内温湿度が着用テストによる順番と一致した。																									
透湿試験装置 [大阪府立産業技術総合研究所]	①加湿部で調節される高湿度と除湿部で調節される低湿度および試料部からなる。 ②高湿度, 試料部, 低湿度は開閉板でもって, 開放・密閉が行われる。	①この装置で布の過渡状態での透湿を, 試料両側での見かけの透湿抵抗として評価できる。 ②この装置で任意の水分履歴をもった布の過渡状態での水分移動を比較的容易にとらえることができる。																									
布帛用円筒型模擬装置 [大阪工業技術試験所]	①ピッチ3mm, 孔径2mmの小孔を均一に開けた直径110mm, 長さ245mm, 厚さ4mmの銅製円筒。 ②水蒸気は超音波蒸気発生法により発生させ, 円筒内に送り, 小孔より発散させる。	①この装置に綿ツイルを被覆した場合, 円筒内部の発汗相対湿度は設定湿度と良い対応を示した。 ②衣服内及び試料表面水蒸気圧とも, 試料間に差がある。																									
各種発汗機構の比較 [東洋紡績㈱]	<table><tr><th>擬似皮膚材料</th><th>汗の状態</th><th>擬似皮膚温度</th><th>加熱方式</th><th>発汗方式(水分量 g/m²・h)</th></tr><tr><td>①多孔質テフロン膜</td><td>蒸泄</td><td>室温～43℃</td><td>ボックスヒータ</td><td>霧化蒸気, 飽和蒸気(～220)</td></tr><tr><td>②微小孔金属板</td><td>蒸泄</td><td>室温～50℃</td><td>シーズヒータ /ボックスヒータ</td><td>霧化蒸気(～2500), 飽和蒸気(～500), 水(～560)</td></tr><tr><td>③高分子発泡体</td><td>蒸泄/汗</td><td>室温～50℃</td><td>シーズヒータ</td><td>霧化蒸気(～800), 水(～750)</td></tr><tr><td>④高分子フィルタ</td><td>蒸泄/汗</td><td>室温～50℃</td><td>シーズヒータ</td><td>ポンプ水送り(蒸気～160, 水～60)</td></tr></table>	擬似皮膚材料	汗の状態	擬似皮膚温度	加熱方式	発汗方式(水分量 g/m ² ・h)	①多孔質テフロン膜	蒸泄	室温～43℃	ボックスヒータ	霧化蒸気, 飽和蒸気(～220)	②微小孔金属板	蒸泄	室温～50℃	シーズヒータ /ボックスヒータ	霧化蒸気(～2500), 飽和蒸気(～500), 水(～560)	③高分子発泡体	蒸泄/汗	室温～50℃	シーズヒータ	霧化蒸気(～800), 水(～750)	④高分子フィルタ	蒸泄/汗	室温～50℃	シーズヒータ	ポンプ水送り(蒸気～160, 水～60)	
擬似皮膚材料	汗の状態	擬似皮膚温度	加熱方式	発汗方式(水分量 g/m ² ・h)																							
①多孔質テフロン膜	蒸泄	室温～43℃	ボックスヒータ	霧化蒸気, 飽和蒸気(～220)																							
②微小孔金属板	蒸泄	室温～50℃	シーズヒータ /ボックスヒータ	霧化蒸気(～2500), 飽和蒸気(～500), 水(～560)																							
③高分子発泡体	蒸泄/汗	室温～50℃	シーズヒータ	霧化蒸気(～800), 水(～750)																							
④高分子フィルタ	蒸泄/汗	室温～50℃	シーズヒータ	ポンプ水送り(蒸気～160, 水～60)																							
衣服用着衣模擬装置(発汗サーマルマネキン) [大阪工業技術試験所・東レ㈱・ジャパンゴアテックス㈱・東洋紡績㈱・㈱クラレ・日清紡績㈱]	①マネキンは身長168cm, 体重61Kgの平均日本人の体格をした厚さ4mmの青銅製である。 ②マネキンは胴体部を胸, 腹, 腰に分け, さらに前後に分割して, 左右腕, 左右脚を併せて10部位に分かれている。 ③マネキンの青銅表面にピッチ3mm, 径2mmの小孔を均一に開け, その孔より水蒸気を排出する。 ④皮膚温度の制御は各部位の裏側中心に設置した白金抵抗体温度センサで行う。 ⑤発汗は部位毎に設定した飽和槽で水蒸気飽和空気をつくり, 保温パイプを通じてマネキンに送入する。発汗量は空気送込量を流量計で制御する。0～330g/m ² ・hの範囲で制御できる。 ⑥部位毎に衣服内温湿度センサが2本, 熱流センサが1本装着されている。 ⑦測定結果はパソコンで処理され, リアルタイムにCRT上に温度, 湿度, 熱流が表示される。 ⑧相対湿度を水蒸気量に計算する時には, 湿度センサの校正値(30%, 70%, 90%, 95%)の内挿値で計算する。																										

表2 湿度センサの開発

湿度センサ [研究機関]	湿度センサの概要	湿度センサの主な性能
電気抵抗型湿度センサ [日清紡績㈱]	①アルミナ基板に金のくし型電極(間隔150 μ m)を印刷し、焼成した上に感湿膜を形成した。 ②感湿膜は強酸性ポリマー2種、弱酸性ポリマー2種で作製した。	①スチレンスルホン酸を固定イオン基とし、3-プロパノールを対イオンとする抵抗変化型の湿度センサが優れている。 ②このセンサの温度定数は約-0.6%RH/ $^{\circ}$ C、90%RHから50%RHへの90%応答速度は約6秒である。
電気抵抗型湿度センサ [大阪工業技術試験所]	①Mo-Niの焼結層と3 μ mの金メッキ層のクシ型電極アルミナ基板に溶液流延法で製膜した。 ②感湿膜はキトサン膜を主体としたものと、光橋かけ高分子電解質膜で作製した。	①キトサンは湿度センサの素材となり、 β -プロピオラクトン化すると、33%RH以上で経時変化の小さい感湿膜になる。 ②4級化ポリ-2-ジメチルアミノエチルメタクリレート的光橋かけ高分子は、20%RH以上でレスポンスが1分以内の感湿膜が得られる。

表3 特定環境下での複合特性値の測定及び評価特性の設定

対象衣服 [研究機関]	衣服の素材	着用テスト	素材物性測定	快適性の要因分析結果
テニスシャツ (半袖) [帝人㈱] [美津濃㈱]	ポリエステル /綿(混紡3種) 綿 ポリエステル	①屋外テニスコート (男子3名)20 $^{\circ}$ C、40 ~60%RH、風1.9m/秒 10月末~11月初 ②人工気象室(男子4 名)30 $^{\circ}$ C、40%RH、風 ~0.7m/秒 ③着用感アンケート SD法16項目5段階 評価	①KES風合 物性 ②布帛試料の 熱放射量測 定 ③べとつき度	①運動前:快適感=0.868<クククシナイ> +0.121<シナヤカナ> ②運動中:快適感=0.899<クククシナイ> +0.156<サラットシタ>+0.103<ムレナイ> ③運動後:快適感=0.949<ベタツカナイ> +0.223<クククシナイ>+0.006<ヒンヤリシナイ> (いずれも屋外テニスコートの場合)
ランニングウ ェア(Tシャツ) [㈱アシックス] [通商産業検査 所神戸支所]	ポリエステル /綿 綿 ポリエステル (3種)	①モニター:男子3名 (スポーツマン) a. 23 $^{\circ}$ C、65%RH、無風 強運動:トレッドミ ル200m/分 b. 23 $^{\circ}$ C、65%RH、無風 弱運動:トレッドミ ル150m/分 c. 風2m/秒でb.の運 動 ②着用感アンケート8 項目	①吸水速度、 量 ②接触冷温感 ③保温性 ④通気度 ⑤透湿性	①総合快適性と官能量 快適感=0.68<ベタツカナイ>+0.56<肌触リガヨイ> +0.13<衣服ヲ温カク感ジル> ②総合快適性と生地物性値 快適感=-1.05<標準保温性(無風)> +0.61<目付ケ>-0.32<透湿性>
アンダーシャツ (キャミソール) [グンゼ㈱] [三菱レイヨン ㈱]	綿(3種) 綿&ポリエス テル(2種) 綿/ウール混 紡 綿/ポリエス テル混紡	①モニター:女35名(20 ~50代)地方都市在 住 ②着用感アンケート14 項目1対比較法実 施:1986年2~3月	①KES風合 物性 ②通気抵抗 ③最大熱吸収 速度Q _{max} ④保温断熱性 ⑤吸水性 ⑥最大放熱 量、他	①総合快適性と官能量 快適感=0.4065<伸ビヤサ>+1.7781<蒸レ感> +0.6033 ②総合快適性と生地物性値 快適感=-3.432<セン断特性G> +0.655<最大放熱量>-25.634

農業用作業服 [ユニチカ(株)] [田中産業(株)]	多孔質フィル ムラミネート 透湿性コーテ ィング布(2 種) ゴム引き布	①モニター:男子5名 (内大学生4) ②環境:人工気象室 30°C, 60%RH, 風1m/秒 ③半袖シャツ+ブリー フに作業上・下衣を 着用 ④運動:エルゴメータ 負荷5Kg 15Km/h	①通気度 ②透湿度 ③保温性 ④摩擦抵抗力 ⑤接触冷温感 ⑥曲げ 剛性 ⑦曲げ ヒス テリシス, 他	①総合快適性と官能量(運動中) 快適感=0.271<動キヤスサ>+0.267<マトワリツキ> +0.319<乾燥感>+0.319 ②総合快適性と生地物性値(運動中) 快適感=-0.075<摩擦抵抗力>-0.875<接触冷温感> +3.607 ③運動前,運動後についても算出
雨 衣 [鐘淵化学工業 (株)] [東洋ゴム工業 (株)]	無孔性透湿性 ポリウレタン フィルム(約 15μm)をナイ ロン織布に圧 着したものを 縫製	①モニター:成年男子 18名 ②期間:1986.1~ 1988.6 ③着用感アンケート: 6項目	①透湿度 ②接着力 ③保温性 ④目付け	①総合快適性と官能量 快適感=0.92<着用30分後のムレ感> +0.25<着用直後の風合感>-0.4($r^2=0.7161$) ②総合快適性と生地物性値 生地物性値と重相関なし
紳士用ソックス [鐘紡(株)] [福助(株)]	綿(2種) ウール(2種) 綿/ナイロン (2種) ポリエステル /ナイロン/ウ ール(2種) ナイロン(2 種)	①モニター:10名(20~ 50代) ②期間:1986.8~12 ③着用感アンケート: SD法11項目,5段階 評価	①通気度 ②吸湿量 ③放湿量 ④吸水性 ⑤接触冷温感 ⑥透熱抵抗 ⑦透湿抵抗, 他	①総合快適性と官能量 快適感=0.902<カラット感> -0.161<スムーズネス> ②官能量と生地物性値 からって感=1.305<放湿量> -0.678<残留水分量> スムーズネス=-0.640<圧縮率> -0.609<表面粗さ>
ゴルフウェア [敷島紡績(株)]	ウール 綿&ポリエステル/綿 アクリル/ウ ール 綿(2種) ポリエステル /綿(3種)	①モニター:男3名(30 代) ②期間:1985.2末~3 初 ③運動:トレッドミル 20分 負荷: 10.5Km/h 10~ 15°C, 60~80%RH ④着用感アンケート: SD法13項目,5段階 評価		①総合快適性と官能量 快適感(運動前)=0.784<動キヤスイ>+0.114<暖カイ> +0.221<チクチクシナイ> 快適感(運動中)=0.143<カラットシタ>+0.465<ユル イ>+0.687<ナメラカナ>-0.143<暖カイ> 快適感(運動後)=0.589<カラットシタ>+0.276<ユル イ>+0.277<ナメラカナ>-0.035<暖カイ>
スポーツウェア [通産検査所道 戸支所]	ポリエステル /綿(混紡3 種) 綿 ポリエステル (2種)	①男子3名(20,30,40 代)23°C, 65%RH, 恒 温恒湿室	①実証システ ム(不感蒸 泄における 着用中の衣 服内と環境 を再現)	①試作実証システムは高い測定精度をもち,試料間の 熱水分系の比較ができる。 ②実証システムの計測値は,衣服の着用時の快適感と 高い相関性をもつ。

示した。

4. 風合い関連物性と快適性との関係の研究

環境下での繊維素材の風合い関連物性, 熱・水分・空気移動特性を測定し, 風合い評価技術と人間感覚による快適性との相関性を明らかにすることを目的として研究を行い, その成果を表4に示した。

5. 加工要素技術

ポリエステル繊維を中心に, 薬剤による化学加工と低温プラズマ加工により繊維の改質, 新機能の付与を行い, 快適性の向上と高付加価値化を目指して取り組んだ。薬剤加工の成果を表5に, プラズマ加工の成果を表6に示した。

表4 特定環境下での複合特性値の測定及び評価特性の設定

研究内容[研究機関]	試料の組成	計測機器・物性	特 性 値 ・ 評 価 特 性
布構造と風合い及び接触冷温感 [京都府繊維指導所]	一重紋ちりめん (138点)	① KES風合物性 ② 官能検査 ③ 最大熱流速Qmax ④ 熱遮断特性, 他	① 総合風合い値に対する布の基本力学量(16種)のそれぞれの寄与度を計算した。 ② 総合風合い値に対する布構造因子(織物規格, 等)のそれぞれの寄与度を計算した。
湿潤織・編地のべとつき感評価 [倉敷紡績(株)]	織地: 綿, 絹, 綿/ポリ エステル 編地: ポリエステル	① すべり抵抗測定装置を試作。(重りをのせた湿潤試料をポリエチレンフィルム台上で滑らせる)	① 発汗時の“べとツキ”をすべり抵抗として評価した。 ② 肌側を疎水性繊維とし, 外側を親水性繊維とした二層構造のすべり抵抗が最も小さい。
西陣織の快適性関連物性と その特性解析 [京都市染織試験場]	西陣産: 和装雨コート, 着尺地, マフラー地	① KES 風合物性 ② 熱・水分移動特性(サーモラボⅡ) ③ 官能検査	① 試料布地の快適性と物性の相関を調べた。 ② 西陣産地の和装雨コート, 着尺地の風合いは, “はり” “こし” が強く, “しなやかさ” が少ない。 ③ 快適性着尺地の設計概要を示した。
布の快適性能に関係する諸特性 の測定 [石川県工業試験場]	合成繊維織物 合成繊維編物 天然繊維織物 (計111点)	① 透湿抵抗, 透熱抵抗等の測定装置を試作 ② KES風合物性	① 布の組成と透熱抵抗, 透湿抵抗, フクラミ, キンミ, ハリ等の特性間に相関がある。 ② 寒冷環境に適応する布には, 透熱抵抗および透湿抵抗値とも大きくする必要がある。
ポリエステル織物の風合い関連 物性及び風合い評価技術の確立 [福井県工業技術センター]	ポリエステル原糸, 撚糸, 加工糸を使用 した織物	① KES風合物性	① ポリエステル糸使用の各種織物について, 一般物性及び力学的特性値をデータベース化した。 ② 上記データベースを利用して, 風合い評価, 風合い改良に利用できるプログラムを開発した。
ステープル織物の風合い関連物 性 [兵庫県立繊維工業指導所*]	原布(綿, 綿/ポリエ ステル)を樹脂加工	① KES風合物性(オンライン計測に改良) ② 樹脂量 JIS L1096 6.34	① 樹脂量と明確に相関している基本風合い量は見あたらない。 ② 樹脂加工による風合い変化は, ウール織物の加工ほど影響しない。
服の仕立て上がり実着による 着心地(快適性)の判定 [三幸衣料(株)]	紳士服	① KES風合物性 ② 着用実験(男5名)10日 間, 5段階評価	① 「特に着心地が良い」「着心地が良い」という評価について, 力学的特性値(曲げ剛性, セン断剛性)に範囲(ゾーン)が存在する。
紳士服地の快適性に関する風合 い関連物性の抽出 [メルボ紳士服工業(株)]	紳士服(2パターン) ポリエステル/ウー ル(夏) ウール(冬)	① KES風合物性 ② 着用実験	① 紳士服の快適性と縫製パターンの適否との間には密接な相関関係がある。 ② 夏物地ではKESのRTとGが快適性に関係した。
合成繊維/羊毛混紡紳士夏服地 の着用における快適性と物理特 性の相関性 [鋭金工業(株)]	A: ウール/モヘア B: ポリエステル/ウ ール/モヘア	① KES風合物性 ② 着用実験(男3名)5段 階評価	① 試料Bの快適性は試料Aより劣っていて, この差はKES物性値に現れている。試料Bの撚りを強くすること, 等で改善できる。
たて編地の風合いおよび快適性 評価 [富山県工業技術センター繊維 研究所]	ポリエステルフィラ メント糸のトリコッ ト編地	① KES風合物性 ② 着用実験(18名)トリコ ット扱い者12 一般6; 5段階評価	① トリコットの風合い評価用語として, “OCHI”, “KOSHI”, “SOFUTOSA”, “NUMERI”を選んだ。 ② 各風合値, 総合風合値を求める変換式の変数を求めた。
靴下, 丸編地製品の風合い評価 及び風合いと快適性との対応 [奈良県工業試験場]	紳士用ビジネス・ソ ックス カジュアル・ソック ス	① KES風合物性 ② 着用実験(14名)冬・夏・ 秋季 3段階評価	① 基本風合い値及び総合風合い値を式KN 403-KTU及び式KN 304-Wを用いて計算。 ② 冬, 秋の快適性は, 基本風合い値の“FUKURAMI”と高い相関が見られた。

丸編み生地製品の風合い評価 [和歌山県工業試験場**]	綿糸の平編み地 (55種)	① KES風合物性 ② 密度 JIS L1018 ③ ループ長	① 風合い物性値から式KN 201-MDYを用いて基本風合い値を算出した。 ② 基本風合い値はループ長と相関がある。
天然繊維を用いた織布の力学特性値の計測 [滋賀県繊維工業指導所]	綿(8種) 麻(5種、含混紡) 絹(6種)	① KES風合物性 ② 測定条件 温度 10 20 30°C 湿度 45 65 85%RH	① 環境温度が高くなると、B→小、G→小、2HG→小、WC→大となる傾向を示す。 ② 環境湿度が高くなると、RT→小、B→小、RC→小、MIU→大、SMD→大、W→大の傾向。
織編物の通気性と透湿性との関係 [大阪市立工業研究所]	ウール、ウール混紡 ポリエステル(2種) ポリエステル/綿混紡 綿(3種)、絹(2種)	① 通気度:フラジール型 ・20°C, 65%RH ・上記空気を循環 ② 通気度:ガーレー型	① フラジール型試験機による通気度測定では、室内での測定値が循環方式より高めであった。 ② 通気度と水分移動量に明確な相関性を得るには至っていない。
起毛品の動的圧縮粘弾性による風合い評価法 [大阪府立産業技術総合研究所]	ウール毛布(破れ斜文組織)	① 動的圧縮粘弾性測定装置を試作	① 測定装置は定速変形過程に微小正弦波振動歪みを付加し、生じる振動応力を検出。 ② 検出される振動応力は非線形で、第3次粘弾性までの表記で、物性を形容できる。

* 現 兵庫県立工業技術センター繊維工業指導所

** 現 和歌山県工業技術センター

表5 繊維・布帛の加工技術

研究内容[研究機関]	試料の組成	加工処理	処理試料の主な性質
樹脂加工における中間乾燥、温度、油剤の影響 [兵庫県立繊維工業指導所*]	綿織物 綿/ポリエステル織物(2種)	① 樹脂液: Sumitex Z-2, Sumitex Accelerator x-110, Paragium RS(濃度 5 種の水溶液)	① Pad-Cure法の樹脂加工布は、防シワ性を除き、従来法(Pad-Dry-Cure)と同程度である。 ② 樹脂液の高温処理は防シワ性に有効である。 ③ 油剤の使用は引き裂き強度を大きくする。
たて編メリヤス衣料の多機能化加工 [富山県工業技術センター繊維研究所]	ポリエステル布地(2種)	① 親水性基を有するビニルモノマーのグラフト重合 -COOH, -COOR, -SO ₃ H, -OH, -(C ₂ H ₄ O) _n R, 等	① PET親和性のビスフェノールAのジメタクリレートが最も優れた親水化機能を有し、耐洗濯性もある。 ② イオン性の親水性ポリマーではメタクリル酸Naが良い。 ③ 長鎖(C ₂ H ₄ O) _n 基のポリマーの親水機能が良い。
抗菌・防臭加工の加工条件と効果 [鋭金工業(株)]	ポリエステル/ウール混紡 紳士服	① 抗菌加工主成分 A: 5-クロロ-2-(2,4-ジクロロフェノキシ)フェノール B: N,N'-ジデシル-N-メチル-3-トリメトキシプロピルアンモニウムクロリド	① ブドウ球菌による抗菌力テストでは、抗菌剤Aは0.5% o.w.f.吸尽法で十分な抗菌力ある。 ② 抗菌剤Aの1.5% o.w.f., 40°C, 20分の処理における風合い変化はほとんど見られない。 ③ ドライクリーニング20回の抗菌力低下は約20%程度で、半恒久的加工である。
水溶性ウレタン樹脂による表面改質 [第一工業製薬(株)]	ポリエステルジャージ精練済布、又は濃紺色染色布	a. 親水性ウレタン樹脂 b. 多官能ポリオールウレタン c. 親PET吸収加工剤 d. 天然糖類ウレタン化合物 e. 非イオンアクリレート, 他	① ポリエステル繊維への、染色堅牢度の良好な吸水吸湿加工剤は、天然多糖類誘導体ウレタン化合物で基本的に解決しうる。 ② 天然多糖類誘導体ウレタン化合物は、PETの表面改質となり、反応染料染色性を向上させる。

ポリエステル繊維のアミン処理 [大阪工業技術試験所]	ポリエステルタフタ	a. $H_2N-(CH_2)_n-NH_2$ $n=0,2,6$ b. モノエタノールアミン c. 2-アミノエチル-2-アミノエタノール	①ジアミン類は反応条件により、30~100%まで片末端のアミノ基を残すことができる。 ②密閉容器中高温短時間の反応は、繊維の強度劣化を抑えて、アミン付加量を増すのに有利である。
パーフルオロアルケニル試薬による化学加工 [㈱ネオス]	ポリエステルフィルム ポリエステル加工糸織物 シルクライク織物	①試料をアミノ化し、又は更にアミノ基にアンカーコート剤を反応させパーフルオロアルケニル試薬を反応。	①アンカーコート剤として、無水マレイン酸共重合体あるいはポリアクリルアミンを用い、 $NH_2-Ph-OR$ を反応させると良い撥水性が得られる。ここで $R=-C(CF_3)=C(CF_3)_2$ Ph :パラフェニレン
カルボン酸とそのエステルによるポリエステルの親水化 [大阪市立工業研究所]	ポリエステル織物 ポリエステルフィルム プラズマ処理ポリエステルフィルム	a. 無機系酸化物 b. 有機酸 c. 2塩基酸系化合物 d. 液状エーテルカルボン酸	①PETの親水加工はいずれの方法も期待される効果は得られなかった。 ②吸水性高分子に吸収された水(4,390%, 10,000%)の放出性は温度に比例する。

* 現 兵庫県立工業技術センター繊維工業指導所

表6 繊維・布帛のプラズマ加工技術

研究内容[研究機関]	試料の組成	加工処理・測定法	処理試料の主な性質
低温プラズマによるポリエステルの表面改質 [大阪府立放射線中央研究所*]	ポリエステル織物	①プラズマガス: N_2 ,他 ②グラフト重合(後処理) ③二相式プラズマ重合処理装置(試作)	①3フッ化エチレンのプラズマ重合した布は、完全撥水性を示すが、1回の洗濯で未処理布の値に退行。 ② $CH_2=CHOO-(C_2H_4O)_{23}CH_3$ では帯電防止性を、 $CH_2=CH-COOC_2H_4-C_8F_{17}$ は完全撥水性を示す。
ポリエステル繊維の表面に及ぼすプラズマ処理効果 [大阪工業技術試験所]	ポリエステル織物	①プラズマガス: N_280/O_220 ②ESCA分布 ③カルシウム分析	①プラズマ処理PETにはカルシウムイオンが優先的に吸着。 ②プラズマ処理布は吸水性を示すが、放置すると退行現象を示す。しかし、処理PETに吸着したカルシウムイオンの量は変わらない。
ポリエステル織物のプラズマ処理加工(染色性、深色性の改善) [福井工業技術センター]	レギュラーポリエステル(RPET) カチオン可染ポリエステル(CDPET)	①プラズマガス: O_2 (RPET) Ar, O_2, NH_3 (CDPET)	①染色性はRPET, CDPETとも改善されたが、その効果は小さかった。 ②CDPETの O_2 -プラズマ処理で、実用上十分な深色性が得られた。RPETの深色性は不十分だった。
低温プラズマによる合成繊維の表面改質(帯電防止性と撥水性) [松本油脂㈱]	ポリエステル加工糸織物	①プラズマガス: O_2, N_2, H_2O ②撥水性:JIS L1092 ③帯電防止性:JIS L1064B	①プラズマ処理PETには、ヘプタデカフルオロデシルアクリレート(FAA)とメトキシポリエチレングリコールメタクリレート(MPEG)が良くグラフトする。 ②FAAの撥水性にはかなり高いグラフト率が必要。 ③MPEGは少量のグラフト率でも十分な帯電防止性。
低温プラズマによる繊維の仕上加工(綿繊維の減量改質加工) [和歌山県工業試験場*]	綿 綿染色布 ポリエステル/綿	①プラズマガス:空気, Ar, O_2 ②防シワ性:モンサント法 ③吸水性:バイレックス法	①綿繊維の減量速度は13.56MHzの方が20KHzより大きく、その速度は $Ar < 空気 < O_2$ と大きい。 ②プラズマ減量加工で綿繊維のシナヤカサが増し吸水性、防シワ性、乾燥速度、結晶化度が増した。

* 現 大阪府立大学付属研究所放射線科学研究センター

** 現 和歌山県工業技術センター

6. おわりに

本プロジェクトは繊維の加工と快適性評価法の確立及び模擬装置の開発という大きな目標に対して、5ヶ年という短い研究開発期間であったが、加工技術の開発と衣服の快適性の解明に向けていくつかの成果があった。特に、このプロジェクトの中で共同開発され、大阪工業技術試験所に設置されている「発汗サーマルマネキン」^{2,3,4)}は不感蒸泄を模擬できるサーマルマネキンであり、衣服の熱、水分移動特性を測定する装置としてその活用が要望されている。これに応えるため、プロジェクト参加(WG-1及びⅡ)の民間企業13社の協力を得て「発汗サーマルマネキン研究会」をつくり、中島利誠教授(お茶の水女子大学)及び荒木 勉教授(兵庫教育大学)のご指導を得て、発汗サーマルマネキンと実着テストとの対応を見ることを試みている。

さらに、平成2年度(1990年度)から始まった通産省の大型プロジェクト「人間感覚計測応用技術」の研究にお

いて、「合繊快適性プロジェクト」の成果を発展させるため、大阪工業技術試験所としても取り組んでいくことになっている。

最後に本プロジェクトの研究にご尽力をいただいた関係各位にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 「快適性の評価特性に基づく高度多機能合成繊維の加工技術・研究成果報告書」, 大阪工業技術試験所 (1989)
- 2) 川島純彦, 正木一二, 土田和義, 同前保彦, 足立公洋, 大槻莊一, 特開公 昭62-140121
- 3) Y. Dozen et al., Thermal Physiology 1989, Proceedings of the International Symposium (Ed. by J. B. Mercer), 519 (1989)
- 4) 同前保彦ら, 繊維学誌, 42, 605 (1989)

(平成2年11月21日受理)

90/6 高分子可能性講座

スーパー エンプラの新展開

主 催: 高分子学会

協 賛: 繊維学会ほか

期 日: 1991年3月14日(木), 15日(金) 10:00~17:00

会 場: 東京・ダイヤモンドホール

東京都千代田区霞ヶ関1-4-2 電話03-3504-6881

〔参加要領〕

①定 員: 100名

②参加費: 会員(協賛学協会会員を含む)会社24,720円,
大学・官公庁9,270円, 学生2,060円,
会員外49,440円

③申込方法: 下記申込書に所定事項を明記の上, お申し込み下さい。参加費は銀行振込(太陽神戸三井銀行新橋東支店 普通預金 0920867 社団法人高分子学会名義)でお支払い下さい。尚, 振込予定日は必ずご記入下さい。

第13回繊維材料研究会講座

主題=繊維・フィルム材料の構造・キャラクター セッションはどこまで進んでいるか

主 催: 高分子学会 繊維材料研究会

協 賛: 繊維学会ほか

日 時: 3月19日(火) 10:00~16:50

会 場: 工学院大学 11階 1117号室

東京都新宿区西新宿1-24-2 電話03-3342-1211

〔参加要領〕

- 1) 定員60名 2) 参加員 会員(含協賛学協会会員) 会社10,300円, 大学・官公庁4,120円, 学生1,030円, 会員外20,600円 参加費は銀行振込(太陽神戸三井銀行新橋東支店 普通口座0920867 高分子学会名義)にてお支払い下さい。3) 申込方法 氏名, 勤務先, 連絡先, 所属学協会会員番号, 振込月日をハガキに明記し, 下記あてお申込み下さい。

連絡先 〒104 東京都中央区銀座5-12-8

高分子学会 繊維材料研究会講座係
電話03-3453-7857