

第6章

機能性素材の評価方法

昨今の安心・安全といった生活志向、おしゃれ感といったファッション志向の高まりから、ファッション性のあるアパレル製品が機能性を訴求し、逆に色彩が単調なスポーツ衣料やアウトドア用品にファッションの要素が加わるようになってきた。2005年から環境省が地球温暖化対策の一環として、「クールビズ」、「ウォームビズ」を提唱し、エアコン設定温度を夏季は28℃、冬季は20℃に設定することに併せて、着用環境に合わせた機能性素材が数多く上市されている。特に、2011年は例年より1ヵ月早い5月からクールビズが実施され、経済産業省は節電アクションの一つとして高機能繊維製品普及事業「COOL BIZ TECH」を主催しており、①吸汗速乾素材、②接触冷感素材、③通気調節素材、④遮熱断熱素材の4カテゴリー製品が市場を賑わせた。また、11月から実施されるウォームビズに伴い、「ECO de OFFICE」等の啓蒙キャンペーンが打ち出され、多様な保温素材製品の上市が期待されている。

これらの商品の機能性能は、販売時には店頭での下げ札やポップ、ホームページ等で表示されるが、「実際の性能よりも著しく優良な性能」と示した表示を行うと、「不当景品類及び不当表示防止法（景表法）」上は不当表示（優良誤認表示）となる。また、身体への効能、疾病の治癒等を示す表示を行うと、薬事法に抵触することになるため、表現には十分注意を要する。なお、景表法上、優良誤認表示に当たるかどうか、消費者庁長官はその表示根拠となるデータの提出を求めることができ（不実証広告規制：提出期限は15日以内）、違反とみなされた場合は排除命令が出される（第1章参照）。従って、機能性を謳う場合は、その表示根拠となる評価項目を確認しておく必要がある。

ここでは、アパレル製品に付与される機能性の主な評価項目を紹介する。なお、既存のマーク認証基準やほぼ業界で受け入れられている基準以外は、各社で管理しているような状況であり、明確な基準が整備されていない項目が多々存在する。評価としての数値基準を記載している項目もあるが、業界団体基準やマーク制度による基準等を除き、数値についてはあくまで目安であり、それらは評価方法の条件によって変動したり、設計思想の相違によって適用できないこともあるため、絶対的な尺度ではないことを断わっておく。

6-1 快適性に関する機能

快適性とは、衣服着用時の衣服・皮膚間の環境、つまり衣服内気候（衣服内気候とは、衣服と肌の間の空間の温度、湿度、大気流のこと）を指し、生理感覚上から簡単に分けると、涼しさ、暖かさ、蒸れ感が挙げられる。

人が快適に感じる衣服内気候は、温度が $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 10\%\text{RH}$ 、気流 $25 \pm 15\text{cm/s}$ と言われており、快適な衣服とは、着用により形成される衣服内環境をこの範囲に近づけ、維持出来る機能を有した衣類と考えられる。

日本の気候は四季が明瞭で寒暖差が大きく、猛暑の夏季は高温多湿環境、氷点下になる冬季は低温低湿環境になる。そのため、夏季には汗を吸って素早く乾く吸汗速乾性やひんやり感を持つような涼感素材が必要となるため、蒸散性、拡散性残留水分率、吸水性、接触冷温感等が評価項目として挙げられ、冬季には暖かさを保つ素材や繊維自体が発熱する素材が求められるために、保温性、遠赤外線放射特性、吸湿発熱性等が挙げられる。それらは、熱移動特性、或いは水分移動特性に大別される。

熱移動特性

◆保温性 JIS L 1096 A法

保温性試験機の熱板に試料を置き、熱板の表面温度を一定値に保持させたときの試料を介して熱損失量と、試料を置かない状態での熱損失量から保温率（％）を求める。

$$\text{保温率}(\%) = (1 - b/a) \times 100$$

a：試料を置かない状態での熱損失量

b：試料を置いた状態での熱損失量

【評価基準】未加工品と比較して有意差があること

◆接触冷温感測定：サーモラボⅡ法

手でモノを触ったときに「ひんやりする」「暖かく感じる」のは、手から対象物への熱移動による感覚である。その熱移動の指標を接触冷温感（qmax）といい、qmaxが大きいほど冷（ひんやり感）、小さいほど温（暖かい）を表す。接触冷温感の評価は、サーモラボⅡB型精密迅速熱物性測定装置（KES-F7 Thormo LaboⅡB カトーテック社製）を用いて測定する。なお、このサーモラボⅡBは、接触冷温感以外に、熱伝導率、保温性の熱物性値が測定できる。

●接触冷温感（qmax）

標準状態環境下において、センサーを熱板に重ねて、試料（20℃）との温度

差（ΔT：10℃、又は20℃）を一定にした後、センサーを試料に接触させた時の瞬間的な熱移動量（qmax（W/cm²））を測定する。qmaxは恒温側試料から低温側試料への熱移動は接触後約0.2秒後のピーク値であり、その値はΔTに比例し、数値が大きい程冷たく感じることを表わす。

【評価基準】一般に、涼感素材用途としては、ΔT=10℃のとき、qmax = 0.1 W/cm²以上、ΔT=20℃のとき、qmax = 0.2 W/cm²以上あれば、その機能を有していると言える。

●熱伝導率K（W/cm・℃）

一定温度の熱板（20℃）の上に試料を載せ、その上に他の一定温度（30℃）の熱板を重ねた際の熱流損失を読み取る。

一般に熱伝導率は水＞繊維＞空気であるため、水分を含んだ試料は繊維固有の熱伝導率よりも大きくなり、含気率の高い試料は繊維固有の熱伝導率よりも小さくなる。

$$\text{熱伝導率} K = W \cdot D / (A \cdot \Delta T)$$

W：熱流損失（W） D：試料の厚さ（cm） A：熱板面積（cm²）

ΔT：温度差（℃）

●保温性W（％）

保温性の測定方法には、下記の4通りがあり、いずれも、垂直方向の空気流の条件下において、環境温度よりも10℃高く設定した熱板から試料を介しての熱損失量と試料を置かない状態での熱損失量を測定し、保温率を求める。

ドライコンタクト法	一般的な保温性試験方法で、皮膚と衣服が直接接するときを想定した方法
ドライスペース法	皮膚と衣服との間に空間があるときを想定した方法
ウェットコンタクト法	人が衣服を着用し汗をかいた（皮膚に貼り付いた）ときを想定した方法
ウェットスペース法	汗をかいた皮膚と衣服との間に空間があるときを想定した方法

◆吸湿発熱性試験：ボーケン法

吸湿発熱素材は、人体から放散する汗等の水分（湿気）が繊維の親水基に吸着する際に、水和熱、凝集熱が発生することを利用している。従って、吸水性の高い繊維である羊毛、綿は、汗等の水分（不感蒸泄）を吸収すると発熱する。代表的な繊維材料にアクリレート系繊維、アクリレート基や水酸基等を導入した繊維があり、これらを混紡・交編することによって吸湿発熱機能を持たせている。

4つ折りにした試料の内部に熱電対温度センサーを取り付け、20℃、40% RHの低湿環境下で十分安定させた後、20℃、90%RHの高湿環境に設定したときの温度変化を1分毎に15分間測定する。なお、加工品と未加工品は同時に測定する必要がある。

【評価基準】低湿度から高湿度に達する間において加工品温度が高く、加工品と未加工品の最大上昇温度差が0.5℃以上の部分が認められること。

◆光吸収保温性試験：ボーケン法

炭化ジルコニウム（ZrC）のようなセラミックは太陽光の可視光線及び赤外線効率よく吸収し熱エネルギーに変換する性質を持っており、これらを練り込んだポリエステルやアクリル等の合成繊維は、蓄熱保温機能が発現する。

試料の裏面中央部に熱電対温度センサーを取り付け、試料表面にレフランプ（擬似太陽光、照射距離：30cm）を照射（10分）及び消灯（10分）させた時の温度変化を1分毎に20分間測定する。

【評価基準】照射10分後、加工品と未加工品の温度差が2.0℃以上認められ、消灯1分後1.0℃以上認められること。

◆遠赤外線放射

ジルコニウム、マグネシウム等のセラミックスを練り込んだ合成繊維や表面にコーティング等を施した後加工材料は、遠赤外線の吸収性・再放射性が向上する。その繊維を使用した肌に直接使用する製品（インナー、靴下、サポーター等）は、体から発する遠赤外線を再放射し、体を温める。

45°に傾斜した試料台に試験試料と対照試料を並べて取り付け、その15cm前に熱板（90℃）を平行にセットする。サーモビューアにより両試料の表面温度を測定し、両試料の温度差を算出する。

【評価基準】（社）遠赤外線協会が特定アイテム毎にマーク認定制度を策定しており、その中から「身につける繊維製品」のマーク認定取得基準を一部抜粋して紹介する。

なお、通常の取り扱いにおける耐久性を確認する場合、繰り返し洗濯して使用する後加工品（練り込み加工品以外）に対して、JIS L 0217に準じる洗濯処理を10回行い、その処理後の放射特性も、上記基準をクリアする必要がある。

評価項目		評価基準
放射特性	分光放射率 (FTIR測定)	5～20 μmの波長領域において、全放射率が遠赤外線加工を施していない同一規格の対照試料に比べ5%以上上回ること。または、上記波長領域の任意の区間での平均放射率が上記対照試料に比べ10%以上上回ること。 注) 区間とは、測定分解能以上の幅を持つ波長範囲を指す。
	再放射特性 (45度パラレル再放射法)	信頼限界95%でプラスの有意差を示すこと。
	上記のいずれか1項目で基準に合致すること。	
温度特性	蓄熱保温性 (サーモグラフィー法)	試験試料と対照試料で、測定対象部位における着用前後の平均皮膚温度差が+0.5℃以上であること。または、温度画像面積比で明確な優位な差が認められること。

水分移動特性

吸水（汗）速乾素材は、合成繊維を極細集束化、異形断面化、中空多孔化して繊維表面積を大きくすることで毛細管現象を利用して吸水しやすくした素材であり、吸水した水分が拡散しやすいため、速乾性を兼ね備えている。また、疎水性素材と親水性素材を使用した複合素材（糸の芯鞘構造、生地の上層・多層構造）等により、汗をすばやく吸収して発散させる機能を付与した素材も上市されている。

吸水速乾性は、吸水性と速乾性を兼ね備えた機能であることから、吸水性の評価と速乾性の評価がそれぞれ必要になる。

◆蒸散性（Ⅱ）試験：ボーケン法（汗をかき始めた時を想定した方法）

標準状態環境下（20℃、65%RH）で、試料（直径約10cm）とシャーレの質量（W）を予め測定し、シャーレに水0.1mlを滴下した後、その上に試料を乗せ、質量（Wo）を測定する。その後、所定時間毎の質量（Wt）を測定し、以下の式により、時間毎の蒸散率を算出する。

$$\text{蒸散率 (\%)} = \left[(W_o - W_t) / (W_o - W) \right] \times 100$$

【評価基準】試験開始後20分の蒸散率が織物で50%以上、ニットで40%以上あれば、速乾性があると言える。

◆拡散性残留水分率試験

標準状態環境下で調整した試料（約10cm×10cm）の質量（ W_0 ）を測定し、生地に水0.6mlを滴下した後の試料の質量（ W ）を測定する。その後、所定時間毎の質量（ W_t ）を測定し、以下の式により、時間毎の残留水分率を算出する。

$$\text{残留水分率 (\%)} = [(W_t - W_0) / (W - W_0)] \times 100$$

【評価基準】一般に速乾性の目安として、残留水分率が10%に至るまでの時間が合織（織物／ニット）の場合、（45分／55分）以下、セルロース系（織物／ニット）の場合、（65分／75分）以下であれば、その機能を有していると言える。

◆吸水性試験：JIS L 1907

吸水速度を評価する方法として、下記の2種類があり、適切な方法を選択する。

- 滴下法・・・試料に水を滴下し、水滴が吸水されるまでに要する時間（秒）を測定する。
- バイレック法・・・鉛直に吊した試料（20×2.5cm）の下端を水中に浸し、10分間放置後上昇した水の高さ（mm）を測る。

【評価基準】滴下法において10秒以下、バイレック法においては100mm以上あれば、吸水性があると言える。

◎透湿防水加工

傘等に使用される生地は防水性を持つが、それをレインコートに適用すると、雨水の浸入はないものの、体から発する水蒸気（汗や不感蒸泄）も通さないため、衣服内気候は高湿度になり、不快になる。透湿防水加工は、相反する防水性と透湿性を併せ持つ加工であり、水蒸気の直径（0.0004 μ m）、霧雨の直径（100 μ m；普通の雨粒2000 μ m、雷雨3000 μ m）の違いを利用して、水蒸気のみを通す多孔質被膜（0.2 μ m～10 μ m）を形成することでその機能が発現する。加工方法は、透湿防水性樹脂（ポリウレタン樹脂、フッ素樹脂：PTFE（ポリテトラフルオロエチレン））を生地表面にコーティング、或いはラミネートする方法、極細繊維を使用した高密度織物にはっ水加工を施す方法がある。なお、はっ水性を有することが基本であり、はっ水性が無くなれば、生地表面に水滴が残り、透湿機能が消失することになる。

◆透湿度試験：JIS L 1099 塩化カルシウム法（A-1法）

透湿カップに吸湿剤（塩化カルシウム）を入れ、試料（直径約7cm）の表側を中にしてカップ上部を覆い固定する。これを40℃、90%RHの恒温恒湿装

置内に置いて一定時間経過（吸湿剤が吸湿）後の質量を測定し、透湿度（g/m²・h）を算出する。

【評価基準】150g/m²・h以上（JIS L 4212 繊維製防水シート）

◆防水性試験 JIS L 1092

- 耐水度試験（静水圧法） 低水圧法

試験装置（低水圧用）に試料（約15×15cm）を取り付け、水位を上昇させて試料の3カ所から水が出たときの水位（cm）を測定する。

【評価基準】30cm以上（JIS L 4212 繊維製防水シート）

- 耐水度試験（静水圧法） 高水圧法

試験装置（高水圧用）に試料（約15×15cm）を取り付け、水圧を加えて試料の3カ所から水が出たときの水圧（kPa）を測る。

◆はっ水度試験（スプレー試験）

試験装置を用いて試料（直径15cm）に水250mlを散布する。余分な水滴を落とした後、濡れた状態を比較見本と比較して採点する。（5級～1級）

【評価基準】4级以上（ドライ3回処理：2级以上）

◆通気性試験：JIS L 1096 フラジール法

試験機に試料（約20×20cm）を取り付け、傾斜形気圧計が125Paを示すように吸い込みファンを調整し、そのときの垂直形気圧計の示す圧力と、使用した空気孔の種類から試験片を通過する空気量（cm³/cm²・s）を求める。

◆吸放湿性試験：ボーケン法

衣類を着用した状態で、不感蒸泄により衣服内気候が高湿度となれば、べとつきや蒸れ感が生じやすくなる。吸放湿素材とは、肌側の湿度を吸収し、外気側へ放湿する素材であり、その加工方法は吸湿性を持つ多孔性微粒子の繊維表面固着や親水基の導入等による吸湿や吸湿時の生地密度変化や異形断面繊維の組み合わせによる放湿等がある。

低湿度（25℃、40%RH）環境下で調湿後、高湿度（25℃、80%RH）環境下へ試料を移動し、吸湿平衡に達した後、再度低湿度環境へ試料を移し、放湿平衡に達するまでの間、10秒毎に試料重量を測定する。

加工布、未加工布が同一条件下で、同時に測定できるため、容易に比較がで

きる。なお、吸放湿性≠保湿性のため、片方の性能にもう片方の評価結果を適用することはできない。

評価項目は

- ①吸湿量：試料特性の評価
- ②吸湿率：加工効果の評価
- ③1分経過後の単位面積当たりの吸放湿速度：表面吸収特性の評価
- ④5分経過後の単位重量当たりの吸放湿速度：試料内部からの放湿特性の評価

【評価基準】①～④まで、「加工布データ／未加工布データ ≥ 1.08 」で有意差があると評価するが、②のみ「加工布データ－未加工布データ ≥ 0.5 」を満たすことを条件とする（吸湿率が低い場合、僅かな差でも吸湿率比が大きくなることもあるため）。

◆保湿性試験

保湿加工とは、天然保湿成分（スクワラン、コラーゲン、シルクプロテイン等）を繊維に練り込む、又は表面に固着させ、適度な水分を保持することにより、肌に潤いを与える加工である。

●水分率測定

試料（20×20cm）を高温多湿環境（40℃、90%RH）に4時間、標準状態（20℃、65%RH）に4時間放置する。その間、1時間毎に質量を測定し、時間経過毎の水分率（%）を算出する。

【評価基準】加工品の水分率が常に未加工品を上回っていること。

6-2 清潔性に関する機能

清潔性に関する機能を評価する項目として、抗菌加工と消臭加工を採り上げた。

◎抗菌加工

抗菌防臭加工とは、繊維上の菌の増殖を抑制し、汗や汚れからの防臭効果を目的とする加工で、制菌加工とは、繊維上の菌の増殖を抑制することを目的とする加工である。抗菌剤には有機シリコーン第4級アンモニウム塩、第4級アンモニウム塩や銀ゼオライト、銅ゼオライト等、天然系抗菌剤としてキチン・キトサン、ヒノキチオール等がある。加工方法には、紡糸する際に抗菌剤を練り込む方法、後加工としてバインダーと混合して生地表面に固着させる方法と、繊維の官能基に反応させて固着する方法がある。

第4級アンモニウム塩は+に帯電しており、菌の細胞壁は-に帯電している

ため、アンモニウム塩は菌の細胞壁表面に吸着して、細胞膜を破壊すると言われている。

◆繊維製品の抗菌性試験：JIS L 1902

細菌の種類：黄色ぶどう球菌：*Staphylococcus aureus*（NBRC 12732）

肺炎かん菌：*Klebsiella pneumoniae*（ATCC 4532, NBRC 13277等）

緑膿菌：*Pseudomonas aeruginosa*（NBRC 3080）

大腸菌：*Echerichia coli*（NBRC 3301）

MRSA：Methicillin resistant *Staphylococcus aureus*（IID1677）

◇定性試験（ハロー試験）

試料（直径28mm）を混釈平板培地の中央に置き、37±2℃で24～48時間培養する。試験片の周囲にできたハロー（育成阻止帯）の幅を測定し、ハローの有無を判定する。（水溶性の抗菌剤の場合に適用）

【評価基準】ハローがあること

◇定量試験

●菌液吸収法：着用時の発汗により、皮膚常在菌が繊維にしみこんだ場合等の高湿度環境下での菌の増殖抑制を評価するのに適している

試料0.4gをバイアル瓶に入れ、試験菌液0.2mlを接種し、37±2℃で18±1時間培養する。非イオン界面活性剤0.2%を含む生理食塩水20mlを加え試料から菌を洗い出し、洗い出し液中の菌数を、コロニー法又はATP法により測定する。

静菌活性値 = (Mb - Ma) - (Mc - Mo)

殺菌活性値 = Ma - Mc

Ma：接種直後の標準布の生菌数の常用対数値

Mb：18時間培養後の標準布の生菌数の常用対数値

Mo：接種直後の加工布の生菌数の常用対数値

Mc：18時間培養後の加工布の生菌数の常用対数値

【評価基準】抗菌防臭加工：静菌活性値 ≥ 2.0

制菌加工：殺菌活性値 ≥ 0

●菌転写法：空中に浮遊する菌が付着した場合等の低湿度環境下での菌の増殖抑制を評価するのに適している

転写装置を用いて、試験菌が採取されたメンブランフィルタと試料（6cm×6cm）を重ね、荷重をかけて菌を転写する。試料を寒天付シャーレに入れ、

20±2℃、70%RH以上で1～4時間培養する。試料をSCDLP培地の入ったバイアル瓶に入れ、菌を洗い出す。洗い出し液中の菌数を、コロニー法又はATP法により測定する。

$$\text{菌減少値} = \text{Mb} - \text{Mc}$$

【評価基準】制菌加工：菌減少値≥0

◆抗菌加工繊維製品の認証マーク制度：（社）繊維評価 技術協議会

（社）繊維評価技術協議会は、繊維製品について、抗菌防臭加工、制菌加工の認証マーク制度を実施しており、抗菌防臭加工は青マーク、制菌加工（一般用途）は橙マーク、制菌加工（特定用途）は赤マークで表される。なお、制菌加工（特定用途）の製品は、医療機関や介護施設等の業務用であり、一般店頭では販売されない。

（社）繊維評価技術協議会 SEKマーク

抗菌加工の種類		定量試験	対象菌	評価基準
抗菌防臭加工		菌液吸取法	黄色ぶどう球菌	静菌活性値≥2.2
制菌加工	一般用途 （一般家庭用）	菌液吸取法	黄色ぶどう球菌、肺炎かん菌 ※ 緑膿菌 ※ 大腸菌	殺菌活性値≥0
	特定用途 （医療機関等用）	菌液吸取法 又は 菌転写法	黄色ぶどう球菌、肺炎かん菌、 MRSA ※ 緑膿菌 ※ 大腸菌	殺菌活性値>0 菌減少値>0.5

※オプション菌

抗菌加工SEKマークをつけるには、加工の種類毎に静菌活性値、或いは殺菌活性値、菌減少値の基準をクリアする必要がある。なお、加工の耐久性として、対象製品毎に洗濯回数が決められており（殆どのアパレル製品は洗濯10回）、洗濯前後の試験結果が必要である。

◎消臭加工

消臭加工素材とは、臭気成分に対して、物理的消臭物質（吸着性能：活性炭、ゼオライト、シリカゲル等の多孔質体への吸着、芳香物質によるマスキング）、化学的消臭物質（化学反応による変性：中和反応、酸化・還元分解）を繊維内部に練り込んだり、後加工で生地表面に付着させることにより、消臭性能を付与した素材のことである。ここでは、（社）繊維評価技術協議会が実施している消臭加工製品の認証マーク制度について紹介する。

◆消臭性試験：（社）繊維評価技術協議会法

繊維法における臭気は、下記の5カテゴリーが規定されている。

カテゴリー	臭気成分
汗 臭	アンモニア、酢酸、イソ吉草酸
加齢臭	アンモニア、酢酸、イソ吉草酸、ノネナール
排泄臭	アンモニア、酢酸、硫化水素、メチルメルカプタン、インドール
タバコ臭	アンモニア、酢酸、硫化水素、アセトアルデヒド、ピリジン
生ゴミ臭	アンモニア、硫化水素、メチルメルカプタン、トリメチルアミン

汗自体は元々、ほぼ無臭であるが、皮膚の常在菌によって分解されると、アンモニアやイソ吉草酸（足の蒸れ臭）が生成される。また、加齢臭成分の2-ノネナールは、皮脂中の脂肪酸である9-ヘキサデセン酸（40歳あたりから増加する）が汗分泌物質によって酸化されたり、常在菌で分解されて生成される。

消臭加工マークを付けるには、カテゴリー毎に、各臭気成分について機器分析試験及び官能試験を実施し、いずれも基準をクリアする必要がある。なお、加工の耐久性は、対象製品毎に洗濯方法・処理回数が決められており（殆どのアパレル製品は洗濯10回）、洗濯前後の試験結果が必要である。

◆機器分析試験：検知管法

テドラバッグに試料（100cm²）を入れて、規定の初発濃度になるように臭気成分ガスを3ℓ入れる。2時間後の成分濃度を検知管により測定する。

◆機器分析試験：GC（ガスクロマトグラフィー）法

500ml三角フラスコに試料（50cm²）を入れ、規定の初発濃度となるよう臭気成分のエタノール溶液を滴下し封をする。2時間後シリンジによりサンプリングし、GC（ガスクロマトグラフ）にて測定する。

$$\text{減少率}(\%) = [(a-b)/a] \times 100$$

a：2時間後の空試験濃度 b：2時間後の試料試験濃度

【評価基準】

	臭気成分	初発濃度 (ppm)	減少率 (%)
検知管法	アンモニア	100	70以上
	酢酸	50	80以上
	硫化水素	4	70以上

	臭 気 成 分	初発濃度 (ppm)	減少率 (%)
検知管法	メチルメルカプタン	8	70以上
	アセトアルデヒド	14	70以上
	ピリジン	12	70以上
	トリメチルアミン	28	70以上
GC法	イソ吉草酸	約38	85以上
	ノネナール	約14	75以上
	インドール	約33	70以上

なお、汗臭、加齢臭の成分であるアンモニア、酢酸、イソ吉草酸、ノネナールの4成分は、下記基準をクリアすれば、官能試験を省略することができる。

臭気成分	アンモニア	酢 酸	イソ吉草酸	ノネナール
減少率 (%)	80以上	85以上	95以上	90以上

◆官能試験

500mlの三角フラスコに試料（6cm×16cm）を入れ、臭気強度3.5相当の濃度になるよう調整した臭気成分を注入する。2時間放置後、フラスコ内の雰囲気臭を基準臭気（臭気強度2.0相当）と比較し評価する。次に、試料を取り出し、1分後の着臭（試料の臭気）を判定臭ガスと比較し評価する。

【評価基準】6人中5名以上のスメラーが、試験後の臭気が基準臭気（臭気強度2.0）と同等又はそれ以下であると判定すること。

6-3 安全性に関する機能

安全性に関する評価項目として、紫外線カット加工、制電加工、防炎加工を採り上げた。

◎紫外線カット加工

紫外線（UV：UltraViolet）カット素材とは、紫外線による皮膚障害を防ぐ、つまり紫外線の遮蔽率を向上させた素材であり、その加工方法は、紫外線を吸収又は拡散する物質を①繊維内部に練り込む原糸改質（主にポリエステル）、②生地表面に固着させる後加工（主に綿）が一般的である。紫外線を吸収する物質として、ベンゾトリアゾール系、ベンゾフェノン系、サリチル酸系等の有機系化合物、紫外線散乱剤には、TiO₂、ZnO₂等のセラミック微粒子が使用される。

紫外線の種類と皮膚への影響

UV-A（320～400nm）	肌深部の真皮層に到達し、雲・霧・窓ガラスも透過する。メラニン色素の増加による皮膚の黒化作用を伴う。
UV-B（280～320nm）	肌の表皮層に作用し、サンバーンを起こし、色素沈着を促進させる。作用はUV-Aの1000倍。
UV-C（200～280nm）	有害であるが大気中で吸収され、地上には到達しない。

◆UV遮蔽率測定：アパレル製品等品質性能対策協議会ガイドライン

測定波長領域：280～400 nm

分光光度計を用いて、試料に紫外線を照射し透過率（%）を測定する。なお、蛍光増白剤を使用した試料についてはバンドパスフィルターを付けて測定する。

遮蔽率（%）＝100－透過率

【評価基準】①加工品の透過率が未加工品の透過率の50%（半分）以下であること

②①を満たした加工品について

紫外線遮蔽率が90%以上：A級

紫外線遮蔽率が80%以上：B級

紫外線遮蔽率が50%以上：C級

表示例：紫外線遮断加工A級（紫外線遮断90%以上）

◆UPF評価：オーストラリア／ニュージーランド規格 AS／NZS 4399

UPF（Ultraviolet Protection Factor）値とは、紫外線の肌に与えるダメージ、地上に達する紫外線強度が波長毎に異なることを考慮し、試料を評価する際、各波長毎の透過率に所定の係数を掛けて算出した数値の比率である。

肌の日焼け防止性能を評価するため、紫外線遮蔽率よりも実用的であるが、人体に影響の大きい波長域（UV-B）をよく遮蔽していると、平均値が同じでもUPF値は高くなる。

UPF	等 級
15 ～ 24	Good protection（良）
25 ～ 39	Very Good protection（優良）
40 ～ 50	Excellent protection（優秀）

◎制電加工

繊維は摩擦によって帯電するため、パンツやスカートが足にまとわりついたり、フォーマルウェア等の濃色衣類にホコリが付着することで外観を損ねることもある。クリーンルーム用途では高い防塵性が要求される。また、放電によって脱衣時にパチパチと音が鳴ることもあるが、可燃物・爆発物を扱う現場では、引火爆発防止のために防爆性が要求される。

制電加工とは、①繊維の電気抵抗を下げて電荷を拡散させる、或いは②導電性繊維を混紡、交織（経糸に等ピッチ使用）し、コロナ放電によって帯電量を小さくすることで、上述の静電気障害を防止する加工である。

①については、電気抵抗の小さい帯電防止剤や吸湿性を持つ親水性物質を練り込む原糸改質、繊維表面に固着させる後加工があるが、低湿度環境下（湿度30%RH以下）では効果が小さくなる。②に導電性繊維には、金属繊維、金属メッキ繊維、炭素繊維等があり、これらは環境湿度には依存しないメリットがある。

◆帯電性：JIS L 1094（試験室：20±2℃、40±2%RH）

●半減期測定法

試料（4.5cm×4.5cm）を10kVの印加電圧で帯電させた後、この帯電圧が1/2に減衰するまでの時間[半減期]（s）を測定する。

●摩擦帯電圧測定法

試料（5cm×8cm）を取り付けたドラムを回転させながら摩擦布（毛・綿）で摩擦し、発生した帯電圧（V）を測定する。

●摩擦帯電電荷量測定法

試料（25cm×35cm）を摩擦布（ナイロン、アクリル）で摩擦（手動）後、

	評価の可能性				実用特性		
	電気抵抗	帯電圧	半減期	電荷量 (導電性繊維)	衣服の まつわり	ほこり付着	放電障害
半減期測定法	×	×	○	×	○	△	×
摩擦帯電圧測定法	×	○	△	△	○	○	△
摩擦帯電電荷量測定法	×	△	×	○	○	○	○
摩擦帯電減衰測定法	×	○	○	△	○	○	○
表面漏えい抵抗測定法	○	×	△	×	△	△	△
クリング測定法	×	△	△	×	○	×	×

○ 評価に適する △ 評価は可能であるが適さない × 評価できない

ファラデーケージに投入し、帯電電荷量を測定し、単位面積あたりの帯電電荷量（ $\mu\text{C}/\text{m}^2$ ）を求める。

◆静電気帯電防止作業服性能：JIS T 8118（試料の洗濯処理：103法準拠 5回）

●製品の試験：試料を摩擦装置（家庭用タンブル乾燥機、内張摩擦布：ナイロン、アクリル）内に入れて運転（60℃、15分間）後、ファラデーケージに投入し、帯電電荷量（C）を測定する。

●生地試験：試験方法は上記 摩擦帯電電荷量測定法と同じ。

但し、試験室の温湿度条件は、20±2℃、30±3%RH

試験の種類	評価基準
半減期	10 s 以下
摩擦帯電圧	2000 V 以下
摩擦帯電電荷量	7 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ 以下
帯電防止作業服の性能	(製品) 0.6 μC 以下/着 (生地) 7 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ 以下

◎防災加工

防災性とは、燃えにくい性質のことであり、火源を接炎すれば、着火するものの燃え広がらず、火源が離れると消える自己消火性のある素材を防災素材という。

防災加工には、合織の場合は、紡糸段階で難燃剤（有機リン系化合物、有機窒素系化合物、有機ハロゲン化合物、無機酸化物等）を練り込む、繊維と共重合させる、糸や生地の場合は、後加工で難燃剤を繊維に吸尽させる、バインダーで繊維表面に固着させる方法がある。

ただし、防災加工した繊維製品による健康被害を防ぐため、「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律」により、下記3物質が規制されている（規制対象用品：寝衣、寝具、床敷物、カーテン 規制基準：検出しないこと）。

●APO：トリス（1-アジリジニル）ホスフィンオキシド…経皮・経口毒性、造血・生殖機能障害

●TDBPP：トリス（2,3-ジブロムプロピル）ホスフェイト…発癌性

●BDBPP：ビス（2,3-ジブロムプロピル）ホスフェイト…発癌性

また、LOI（Limited Oxygen Index 限界酸素指数）が26以上の難燃繊維を混紡する方法もある（LOI値<21は燃えやすい材料となる。綿18～20、ポリエステル20～22、毛24～25、パラ系アラミド25～29、メタ系アラミド29～31）。

防災性を持つ製品には、消防法で規制されている「防災物品」と防災製品認定委員会が認定した「防災製品」がある。

「防災物品」とは、消防法で定められた防災性能基準をクリアした防災品で、不特定多数の人が出入りする施設・建物で用いられるカーテン、じゅうたん、展示用合板や、劇場等で用いられる舞台の幕・暗幕等、工事現場に掛けられている工事用シートには、「防災物品」を使用しなければならない。また、それらには防災ラベルを表示しなければならない。

「防災製品」とは、法による表示義務はないが、防災製品認定委員会が定めた防災性能試験基準をクリアした防災品（防災物品以外の寝具類、衣服類、テント類等）である。防災製品は、法による表示義務はないが、防災製品ラベルを表示することができる。

◆（財）日本防災協会HPの「防災製品性能試験基準の要点」からの衣服類を抜粋して紹介する。

- 対象アイテム：衣服類（熱と炎による危険度が高い環境において用いられる特殊作業服等及び消防隊用の服装を除く。）
- 試験方法：鉛直メタンバーナー法
- 試料：8.9cm×25.4cm、布地部分たてよこ各3点計6点採取し、そのうち5点試験実施
完成品の場合は、縫い目、縁（ヘム）、飾り（トリム）部分から各2点
- 洗濯方法：水洗い洗濯、及びドライクリーニング
ただし、ドライクリーニングは温水処理し乾燥後に行う。取り扱い表示で不可としたものは、その処理方法は省略できる。
- 調整方法：恒温乾燥機を用いて、50±2℃で24時間処理、又は105±2℃で1時間処理
その後、シリカゲル入りのデシケーターで2時間以上処理
- 燃焼方法：火源：メタンバーナー（38mm） 加熱時間：3.0±0.2
【評価基準】炭化長：25.4cm未満 平均17.8cm以下
炎滴着火性：ガーゼに着火がないこと

◆繊維製品の燃焼性試験 JIS L 1091 試料は規定の乾燥処理を行う。

◇A法（燃焼試験）

- A-1法（45° ミクロバーナー法）
試料（35cm×25cm）を支持棒に挟み、燃焼試験箱に取り付ける（45° 傾斜）。バーナー（炎の長さ45mm）により、1分間加熱し、残炎時間（s）、残じん

時間（s）及び、燃焼面積（cm²）を測定する。1分間の加熱中に着炎するものについては、別の試料で着炎後3秒で炎を除く試験を行い、同様の測定をする。収縮するものについては試料をたるませて（5%）支持棒に固定し、1分間加熱し、燃焼長さ（cm）を測定する。

●A-2法（45° メッセルバーナー法）

A-1法と同様。ただし、炎の長さ 65mm、2分間加熱、着炎後6秒で炎を除く。

●A-3法（水平法）

試料（18×25cm）を試験片ホルダーに水平に取り付ける。燃焼用カップにエタノール0.3mlを注入し、これに点火し、試料を加熱する。エタノールが完全に燃焼した後、燃焼長さ（cm）を測定する。

●A-4法（垂直法）

試料（8.9cm×25.4cm）を試験片ホルダーに挟み、燃焼試験箱に取り付ける（垂直）。バーナー（炎の長さ38mm）を垂直方向から25° 傾けて、試料の下端を3秒間加熱し、炎を取り除く。燃焼長さ（cm）を測定する。

◇B法（表面燃焼試験）

試料（22cm×40cm）をパーライト板の上に置き、周囲を固定して燃焼試験箱に取り付ける（45° 傾斜）。バーナー（炎の長さ24mm）を水平にして30秒間加熱し、残炎時間（s）及び燃焼長さ（cm）を測定する。

参考：B法の別法として、火源にメセナミン錠剤を用いる方法 -45° メセナミン錠剤法

◇C法（燃焼速度試験）

ホルダーに挟んだ試料（5×15cm）を試験器内に取り付ける（45° 傾斜）。試料の下部表面に1秒間接炎（炎の長さ16mm）する。接炎後、試料の上部に張った止め糸が燃え切れるまでの時間（s）を計測する。

◇D法（接炎試験）

試料を丸めて試料支持コイル内に挿入し、45° の傾斜に保持する。バーナー（炎の長さ45mm）によりコイル内の試料の最下端に接炎させ、試料が溶融しつつ燃焼を停止するまで加熱する。残った試料の最下端に接炎させて同様に行い、試料の下端から9cmのところが溶融し燃焼するまで、この操作を繰り返す。接炎回数を求める。

◇ E 法（酸素指数法試験）

試料の支持方法によって、E-1号、E-2号、E-3号がある。

規定の試験装置を用いて以下の操作を行う。酸素及び窒素流量調節バルブを開き、燃焼円筒内に約30秒間ガスを放出した後、試料の上端に点火する。試料の上端部全体が着火し、炎状に燃えることを確認した後、点火器の炎を取り去り、燃焼時間と燃焼長さを測る。調節・操作を繰り返すことにより、試料の燃焼時間が3分以上継続して燃焼するか、又は着火後の燃焼長さが50mm以上燃え続けるのに必要な最低の酸素流量とそのときの窒素流量を決定する。酸素指数（全流量に対する酸素流量の割合）を求める。

◆表面フラッシュ試験：JIS L 1917

乾燥処理した試料（40×20cm）を毛羽方向と反対向きに3回ブラッシング後、試験装置に毛羽方向を下にして垂直に保持する。バーナにより試料の下部表面に0.5秒間接炎させる。接炎から表面フラッシュの先端が10cm、20cm、30cmの各位置に伝播し、マーク糸が切断するまでに要した時間（s）を計測する。

◆表面フラッシュ試験：（社）繊維評価技術協議会法

試験方法は、JIS L 1917と同一。

測定結果	評価区分
表面フラッシュ炎がマーク糸取付位置10cmまで到達しない	1.表面フラッシュなし
1. 表面フラッシュ炎がマーク糸取付位置10cmまでは到達するが、20cmに到達しない 2. 表面フラッシュ炎がマーク糸取付位置20cmまで1秒間かかって到達する	2.表面フラッシュあり
表面フラッシュ炎がマーク糸取付位置20cmに1秒未満で到達する	3.表面フラッシュ著しい

6-4 イージーケア性に関する機能

イージーケア性の評価項目として、形態安定加工を採り上げた。

◎形態安定加工

形態安定加工とは、洗濯による縮みを抑え（防縮加工）、しわ、パッカリング発生を抑え（防しわ加工）、洗濯後 ノーアイロンや軽いアイロンがけで着用できる（イージーケア）ようにした加工である。

防縮加工としては、物理的な加工方法として、サンフォライズ加工があり、

生地の方方向の縮み分を予め送り込んで縮めておく方法である。防縮・防しわ加工として、樹脂加工（グリオキザール系樹脂：DMDHEU等。加工方法にはプレキュア、ポストキュアがあり、ポストキュアが主流。）、VP加工（Vapor Phase ホルムアルデヒドによる架橋処理）、シルケット加工（マーセライズ加工 苛性ソーダ溶液による膨潤処理。浸透ムラに注意）、液体アンモニア加工（アンモニアによる膨潤処理。均一浸透性が高い）がある。なお、樹脂加工とVP加工はセルロース分子間架橋を利用した加工で、シルケット加工と液体アンモニア加工は繊維膨潤を利用した加工である。

アパレル製品等品質性能対策協議会が、1997年に策定した形態安定加工ワイシャツの評価方法を紹介する。

形態安定加工ワイシャツ評価方法（アパレル製品等品質性能対策協議会）

適用範囲	ワイシャツの形態安定性、寸法変化、安全性
用語の統一	「形態安定」
試験方法	試料をJIS L 1096 洗濯後のしわ A法（かくはん形洗濯機を用いる方法）に規定する方法によって洗濯（ケンモア洗濯機使用）後、タンブル乾燥する。 洗濯では、試料1点ごとにネットに入れて処理し、乾燥はネットから出して処理する。 この洗濯及び乾燥の工程を規定回数繰り返した後、最後の乾燥を終えた試料をハンガーに掛けて1昼夜静置する。 試料の形態安定性の程度を判定標準と比較し、判定する。
洗濯－乾燥の繰り返し回数	えり部に接着芯地使用品：10回 その他：20回

評価項目		評価部位	基準値（洗濯回数）	
			（10回）	（20回）
形態安定性	洗濯後のしわ（AATCC124レプリカ）	後身頃	3.2級以上	3.0級以上
	シームパッカリング（JIS L1905 レプリカ）	衿・カフス	3.5級以上	3.0級以上
		前立て・ポケット	3.0級以上	2.5級以上
	保形性（判定標準写真）	衿・カフス	3.5級以上	3.0級以上
寸法変化率		衿回り・袖下丈	±1.5%以内	±1.5%以内
安全性	遊離ホルムアルデヒド JIS L 1041	－	300 μg/g以下	300 μg/g以下