

皮革防火服の快適性に関する着装実験結果について

Comfortableness test of leather fire coat

國 本 由 人*
加 藤 尊 明*
渡 邊 清*

概 要

皮革製品の防火服としての可能性を把握する為、皮革防火服と現用防火服（一般の隊員用及び特別救助隊員用）との快適性、活動性、デザイン等に関する性能比較実験を実施した。

その結果、皮革防火服の優れている点は、生地が柔らかく、フィット感があり、通気性が良いことであり、劣っている点は、生地が重く、熱や機械的強度が弱いということが分かった。

In order to study the feasibility of leather materials for fire coat, we made a performance test on their easiness to move, comfortableness to wear, and its design, etc.

As the result of the study, we found that leather fire coat is soft and fit, and has good breathability, but it is heavy in the weight and weak to the heat and force.

1 はじめに

防火服については現在、耐熱性や引張り強度等だけではなく、活動性、着心地、デザイン等を考慮したトータル性能の高い防火服の開発を目標に進めているところであるが、その一環として、ヨーロッパ諸国の一部でも使用されている皮革防火服の性能について実験を行ったので、その結果をここに報告する。

2 実験に使用した防火服

実験に使用した防火服は、防水加工を施した皮革防火服、防炎加工を施した皮革防火服、ジルコニア（熱反射性がある）加工を施した皮革防火服、アルミコーティングを施した防火服（一般の隊員用）及び特別救助隊員用防火服の5着である。

（表1参照）

3 実験に使用した防火服表地の基本性能

実験に使用した防火服表地の基本性能については、表2のとおり。

4 被験者

被験者は研究所の研究員3名である。

（表3参照）

5 測定項目

測定項目は表4のとおり。

6 被験者の運動負荷量

被験者は、防火服を着た後10分感安静にし、その後屋内階段を1階から6階まで2往復し（所要時間約3分36秒）、階段の往復の直前と直後について測定を行った。

7 実験期間中の温湿度

実験期間中の温湿度は表5のとおり。

8 結果

- (1) 体温については、実験の前後及び防火服別の違いは見られなかった。（表6参照）
- (2) 脈拍数については、実験の前後では、平均で19の増加があったが、防火服別の違いは見られなかった。（表7参照）

*第一研究室

表1 使用防火服一覧

防火服の種別	種類	生地		処 理	形 状 等				使用靴
		業 材	織 り		サイズ	形 式	重量 (g)	色	
A	外衣	牛革	—	防水加工	L	上 着	2 2 0 0	黒	編上げ作業靴
	裏地	芳香族ポリアミド 100%	平						
	內衣	ウール75%+ 芳香族ポリアミド25%	丸編 ニット	防災加工、透湿防水加工 帯電防止加工		ズボン	1 3 4 0		
B	外衣	牛革	—	防災加工	L	上 着	2 1 9 5	黒	編上げ作業靴
	裏地	芳香族ポリアミド 100%	平						
	內衣	ウール75%+ 芳香族ポリアミド25%	丸編 ニット	防災加工、透湿防水加工 帯電防止加工		ズボン	1 3 9 5		
C	外衣	牛革	—	ジルコニア加工	L	上 着	1 7 6 0	黒	編上げ作業靴
	裏地	芳香族ポリアミド 100%	平						
	內衣	ウール75%+ 芳香族ポリアミド25%	丸編 ニット	防災加工、透湿防水加工 帯電防止加工		ズボン	1 0 0 5		
D	外衣	芳香族ポリアミド 100%	平	表面にアルミ粉末入り ゴムコーティング	M	コート	1 9 0 0	銀	膝カバー 付ゴム長靴
E	外衣	芳香族ポリアミド 100%	綾	撥水加工	L	コート	1 7 5 0	オ レ ン ジ	編上げ 作業靴
	內衣	芳香族ポリアミド 100%	平	表面にアルミ粉末入り ゴムコーティング					

注：表中、Aは皮革防火服（防水加工）、Bは皮革防火服（防災加工）、Cは皮革防火服（ジルコニア加工）
Dはアルミコーティングを施した防火服、Eは特別救助隊用防火服を示す。以下各表の記号は共通。

表2 防火服表地の基本性能の比較

防火服の種別	厚 さ (mm)	重 さ (g/m ²)	引 張 試 験			燃 焼 試 験 (45° 法)				
			引張強さ (kgf)	伸 率 (%)	引裂き強 さ(kgf)	炭化面積 (cm ²)	炭化距離 (cm)	残炎時間 (sec)	残じん時間 (sec)	
A	1.40	716.4	65.0	172	3.7	160.3	19.9	・43秒で着火し、それ 以後燃焼を継続		
B	1.41	733.8	47.3	146	3.2	90.1	15.7	・43秒で着火し、それ 以後燃焼を継続		
C	1.13	500.9	26.5	176	3.4	71.0	16.2	64	391	
D	0.49	449.6	縦	136.7	143	4.7	13.9	4.9	0	0
			横	113.3	142	5.3	14.6	4.9	0	0
E	0.55	275.6	縦	212.5	139	17.1	7.7	3.8	0	0
			横	128.1	126	18.1	8.8	2.9	0	0

表3 被験者一覧

被験者	年齢(才)	体重(Kg)	身長(cm)
1	42	74.0	170
2	40	63.5	165
3	34	74.0	168

表5 実験期間中の平均温湿度

	18日	19日	20日
温度	20.8	21.2	21.8
湿度	45.2	42.8	34.8

表4 測定項目一覧

項目	測定方法
体温	体温計で実験前及び実験後の体温を測定した。
脈拍	デジタル血圧計で実験前及び実験後の脈拍を測定した。
血圧	デジタル血圧計で実験前及び実験後の血圧を測定した。
体重減少量	人体精密天秤で実験前及び実験後の体重差を測定した。
発汗量	身に付けた衣類等の実験前及び実験後の重量を測定し、その差を発汗量とした。 測定した衣類等は下記のとおり。 防火服(上下)、執務服(上下)、防火帽、下着、靴、靴下、軍手。なお、防火衣(上)は安全帯付の重量。
執務服内温度	スクイラルメーターで各部の温湿度を測定した。
防火服内温度	
執務服内湿度	
防火服内湿度	
防火服表面温度分布	サーモカメラで防火服の表面温度分布を撮像した。
アンケート調査	活動性、快適性、フィット感、色、デザイン等について、運動の前後でアンケート調査を行った。

(3) 血圧については、実験の前後では、平均で上が約9、下が約6程度の上昇があったが、防火服別の違いは見られなかった。(表8参照)

(4) 体重の減少量は、平均で、約181gあったが、防火服別の違いは見られなかった。

(表9参照)

(5) 発汗量は平均で約62gあったが、防火服別の違いは見られなかった。(表10参照)

((1)から(5)までにおいて、防火服別の違いの有無については、分散分析を行い、統計学的に有意差の有無について検定をおこなった結果、有意水準5%で有意差は無しであった。)

(6) 執務服内温度、防火服内温度、執務服内湿度、防火服内湿度及び被験者3名の平均値のグラフを図1に示す。又、平均値のグラフから実験前後の温湿度の平均値を表11から14に示す。

執務服内温度は実験の前後では平均で2.8°C

上昇して35.9°Cに、防火服内温度は平均で3.4°C上昇して34.5°Cになっており、かなり体温に近づいている。

執務服内湿度は平均で30.5%上昇して78.9%に、防火服内湿度は平均で26%上昇して77.8%になっている。

(7) 防火服の、サーモカメラによる表面温度分布撮像の一部を、写真1に示す。

実験前の表面温度分布はほぼ同じであるが、実験後は、皮革の防火服の表面温度が一番高く、次に、特別救助隊員用防火服で、アルミコーティングを施した防火服が一番低くなっている。

(8) アンケート集計結果

ア 活動性について

アルミコーティングの防火服(D)が全体的にマイナスの評価で、他は一応プラスの評価であった。

皮革防火服（A, B, C）は、重くて厚い点及びズボン式のため膝の曲げ伸ばしがしづらい点で評価が低かったが、他の項目は評価が高かった。特別救助隊用防火服（E）は、アルミコーティングの防火服（D）に比べて生地が柔らかいうえに、靴が半長靴の為、活動し易い点が高い評価となったと思われる。

イ 快適性について

快適性については全体的に活動後の方が評価が低くなっている。

その中でも、やはりアルミコーティングの防火服（D）の評価が一番低かった。これはやはり、通気性の悪さが大きく影響していると思われる。

皮革防火服（A, B, C）は、3着ともほぼ同じ評価であったが、これは、各種の加工の違いが通気性に大きな影響をあたえなかったものと思われる。

又、皮革防火服（A, B, C）は、アルミコーティングの防火服（D）や特別救助隊用防火服（E）に比べ、活動後の不快感が少なくなっている。

特別救助隊用防火服（E）の場合、足の部分は執務服だけで、体全体としては放熱性、通気性が良いにも係わらず、実験後はかなりマイナスの評価となっている。これはアルミコーティングの防火服（D）程暑くは無いにしても、やはりアルミコーティングの內衣を使用している為、上半身の放熱性、通気性が悪く、それが影響したものと思われる。

ウ フィット感について

フィット感については各防火服ともに実験の後で評価がほぼ同じであった。

又、皮革防火服（A, B, C）の3着は、いずれもほぼおなじ程度の高い評価であった。

次いで、特別救助隊用防火服（E）の評価が高く、アルミコーティングの防火服はマイナスの評価であった。

エ 色、デザインについて

色、デザインについては、特に大きな評価の違いはなかった。（表15, 16参照）

9 考察

今回の実験から、体温、脈拍数、血圧、体重の

減少量及び発汗量については、実験の前後共に、防火服別の違いは見い出せなかった。又、執務服内及び防火服内温度についても、明らかな違いは無かった。

又、皮革の防火服については、加工による違いは見い出せなかった。湿度については、実験の前後で、皮革の防火服と現用の防火服との間に違いが見られた。例えば、皮革の防火服（A, B, Cの平均）の方がアルミコーティングの施された防火服（D）より11.6%、特別救助隊用防火服（E）より10.3%低くなっていた。これは、皮革の通気性の良さが現れているといえる。（表17参照）又、これは、快適性に関するアンケートの調査結果とも良く一致している。基礎データ及び実験結果から得られる、現用の防火服と比較した皮革の防火服の特徴として、優れている点は、生地が柔らかく、フィット感があり、通気性に優れていることであり、劣っている点は、生地が重く、熱や機械的強度が弱いということである。

熱や機械的強度に対しては、今回の試作服のように裏地を工夫することによって、補うことが可能であるが、その分、重たくなる。又、表面が焦げたり、傷ついたりした場合の補修にも難がある。

結論として、皮革の防火服は通気性が有り、着心地はいいが、強度的に若干問題があるといえる。

10 おわりに

今回は、天然素材として皮革の防火服の性能把握を行ったが、現在使用している防火服と比較した場合、共に一長一短があり、全体的にみてどちらがより優れているとは言えなかった。

なお、現在研究所ではこの皮革防火服以外のもので、これまでの過去の研究結果を基に、熱や力に強く通気性の有る着心地の良い防火服を、警防業務基本問題検討委員会服装分科会において試作した。

今年一年間、特定の所属において試験運用し、その結果を踏まえて、現用の防火服に代わる新しい防火服のデータを収集すべく努力している。

表6 体温の測定結果

(℃)

被験者	A		B		C		D		E		平均	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
1	36.6	37.1	36.7	36.6	36.4	36.6	36.8	36.7	36.2	36.7	36.5	36.7
2	36.0	36.3	36.5	36.2	36.5	36.5	36.9	36.8	36.2	36.1	36.4	36.4
3	35.9	35.7	36.0	35.8	36.3	36.8	36.4	36.3	35.8	36.3	36.1	36.1
平均	36.2	36.4	36.4	36.2	36.4	36.6	36.7	36.6	36.2	36.3	36.3	36.4

表7 脈拍数の測定結果

(回/分)

被験者	A		B		C		D		E		平均	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
1	66	74	60	86	68	78	72	83	69	73	67	79
2	70	86	70	64	68	90	75	87	72	84	71	82
3	70	102	65	72	63	116	67	103	75	114	68	101
平均	69	87	65	74	66	95	71	91	72	90	69	88

表8 血圧の測定結果

(mmHg)

被験者	A		B		C		D		E		平均	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
1	136-76	136-77	133-72	165-71	127-68	136-79	130-62	136-69	129-77	127-73	131-71	140-74
2	112-68	128-75	109-65	102-60	114-73	123-73	120-69	125-75	128-69	123-77	116-69	120-72
3	106-69	132-85	119-75	128-88	133-80	138-88	113-72	134-81	114-76	128-82	117-74	132-85
平均	118-71	132-79	120-71	132-73	124-74	132-80	121-68	132-75	124-74	126-77	122-71	131-77

表9 体重の減少量

(g)

被験者	A	B	C	D	E	平均
1	165	180	195	150	180	174
2	130	100	115	170	195	142
3	200	280	240	195	225	228
平均	165	187	183	172	200	181

表10 発汗量

(g)

被験者	A	B	C	D	E	平均
1	49.2	52.2	72.3	55.6	46.3	55.1
2	26.9	42.3	32.6	74.4	49.4	45.1
3	64.6	81.7	109.4	72.0	99.2	85.4
平均	64.8	58.7	71.4	67.3	65.2	61.9

表11 執務服内温度

(℃)

被験者	A		B		C		D		E		平均	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
1	32.4	35.0	34.0	35.8	32.6	35.0	30.3	35.7	33.3	36.5	32.5	35.6
2	33.4	36.1	33.5	36.4	31.2	35.4	34.8	35.7	34.7	37.5	33.5	36.2
3	33.2	36.1	32.7	35.7	33.7	36.2	33.5	34.8	—	—	33.3	35.7
平均	33.3	35.9	33.4	36.0	32.4	35.5	32.9	35.4	34.0	37.0	33.1	35.9

表12 防火服内温度

(℃)

被験者	A		B		C		D		E		平均	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
1	31.1	34.8	32.9	34.8	31.0	34.9	27.7	30.4	29.8	33.9	30.5	33.8
2	30.9	35.3	32.3	35.5	29.2	34.7	31.8	33.6	30.3	34.7	30.9	34.8
3	31.3	35.8	31.3	35.1	32.7	35.2	31.2	32.5	32.5	35.5	31.8	34.8
平均	31.1	35.3	32.2	35.1	31.0	34.9	30.2	32.5	30.9	34.7	31.1	34.5

表13 執務服内湿度

(%)

被験者	A		B		C		D		E		平均	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
1	50.6	69.6	61.3	76.6	60.8	84.8	37.3	83.5	34.3	75.6	48.9	78.0
2	30.8	77.5	32.8	82.0	33.8	70.0	53.1	87.4	—	—	37.6	79.2
3	31.2	71.8	51.0	83.8	63.3	75.2	62.7	84.3	74.4	82.7	56.5	79.6
平均	37.5	73.0	48.4	80.8	52.6	76.7	51.0	82.1	54.3	79.1	48.4	78.9

表14 防火服内湿度

(%)

被験者	A		B		C		D		E		平均	
	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後	実験前	実験後
1	54.2	74.8	63.3	76.6	56.3	75.8	48.1	86.4	40.7	83.5	52.5	79.4
2	34.0	67.6	35.5	62.3	37.2	67.0	57.8	84.7	—	—	41.1	70.4
3	34.6	80.8	44.4	75.2	74.3	84.2	69.4	85.9	75.5	84.8	59.6	82.8
平均	40.9	74.4	47.7	71.4	55.9	75.7	58.4	85.7	58.1	84.1	51.8	77.8

注：表11～14において、実験前の値は、5分から10分までの5分間の平均を、実験後の値は、18分から23分までの5分間の平均を示す。

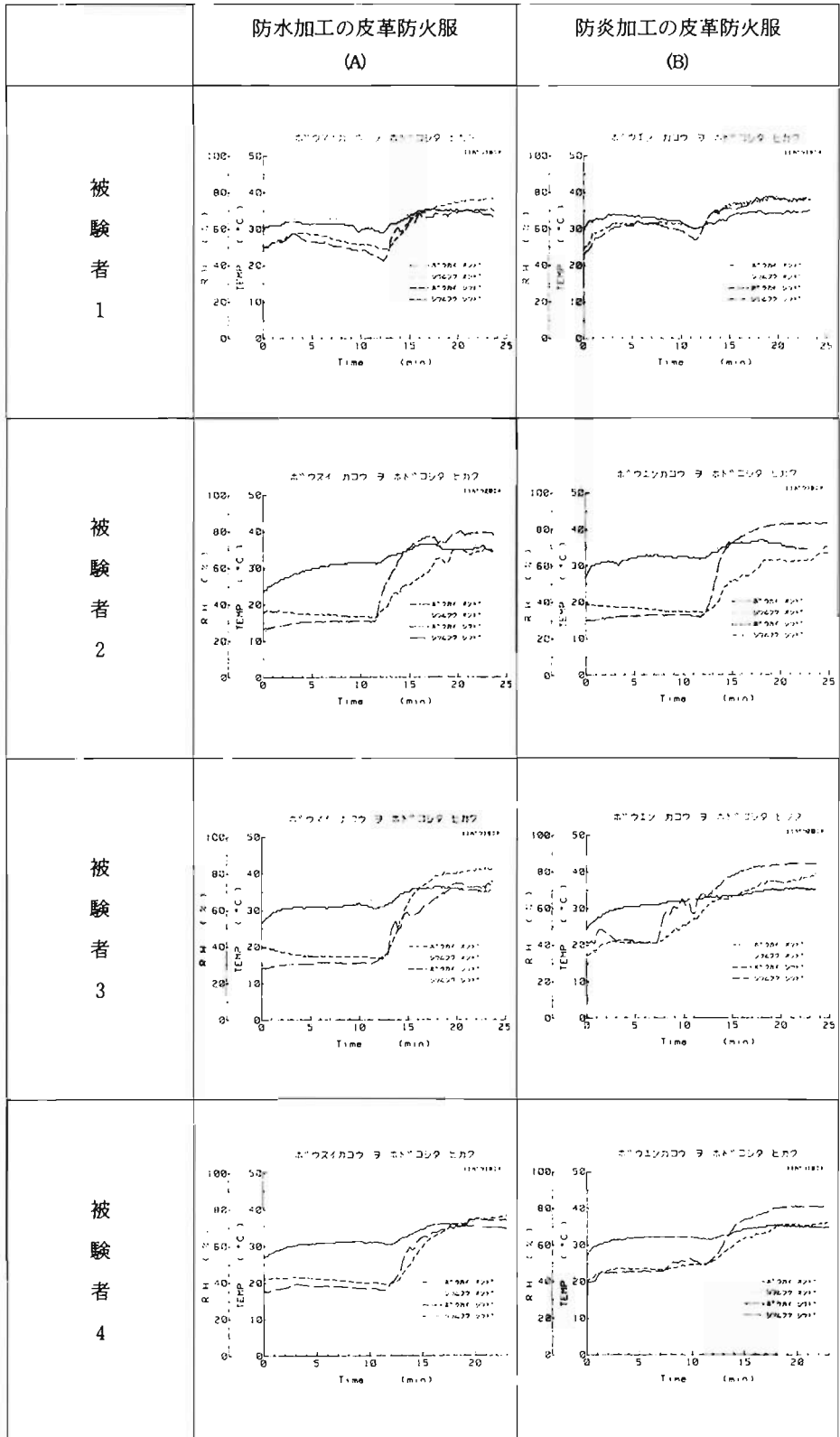
表15 アンケート内容

		+3	+2	+1	0	-1	-2	-3			+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
活動性	軽薄柔軟伸動な着用	らく	かな	いい	いい	いい	いい	いい	重厚柔軟伸動な着用	ら	か	く	な	いい	いい	いい	いい
	きびやすすす	き	び	や	す	す	す	す	き	び	に	く	く	いい	いい	いい	いい
	じ用ぎ	み	や	や	や	や	や	や	じ	み	に	に	に	いい	いい	いい	いい
		や	や	や	や	や	や	や	用	ぎ	に	に	に	いい	いい	いい	いい
快適性	暑動蒸動べじ湿	く	も	暑	な	な	な	な	暑動蒸動べじ湿	く	と	暑	い	い	い	い	い
	い	て	れ	も	蒸	か	し	く	い	と	れ	蒸	れ	い	い	い	い
	い	つ	と	つ	り	な	な	な	い	と	と	つ	す	い	い	い	い
	っ	と	と	と	と	と	と	と	っ	と	と	と	と	い	い	い	い
フィット感	体首手袖衣フもゴざ	の	あ	が	動	き	に	り	合	わ	な	な	い	い	い	い	い
	首の裾イッつア	あ	が	動	き	に	り	合	わ	な	な	い	い	い	い	い	い
	ア	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら
	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら	ら
色・デザイン等	(デザインに関して)	この服が好き															
	(デザインを除き)	この服が嫌い															
	安全な色である	安全な色でない															
	安心出来る感じがする	安心出来る感じがしない															
安頼防火服として適している	安頼防火服として適していない																

表16 アンケート集計結果

項目	活動性				快適性				フィット感				色、デザイン				
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	
被験者 A	前	24	5	2	10	12	0	3	5	20	16	8	15	5	0	0	2
	後	15	5	6	9	1	-14	-5	-6	15	19	10	15	6	-1	-8	-1
B	前	-7	5	3	0	8	0	7	5	9	26	13	16	0	0	0	0
	後	1	6	0	2	13	-11	-11	-4	9	26	13	16	2	-2	-6	-2
C	前	3	0	1	1	14	0	1	5	13	18	14	15	1	0	0	0
	後	9	3	-4	3	4	-10	-12	-6	11	19	12	14	0	-2	-4	-2
D	前	-1	-6	-4	-4	2	0	-14	-4	1	-7	-5	-4	0	-4	-3	-2
	後	0	-4	2	-1	-18	-20	-14	-17	3	-6	-4	-2	1	-8	-3	-3
E	前	5	-1	18	7	5	0	14	6	5	8	9	7	2	0	0	1
	後	5	0	12	6	-7	-19	-8	-11	7	8	8	8	0	5	-3	1

図1 各種防火服の温



温度変化のグラフ一覧表

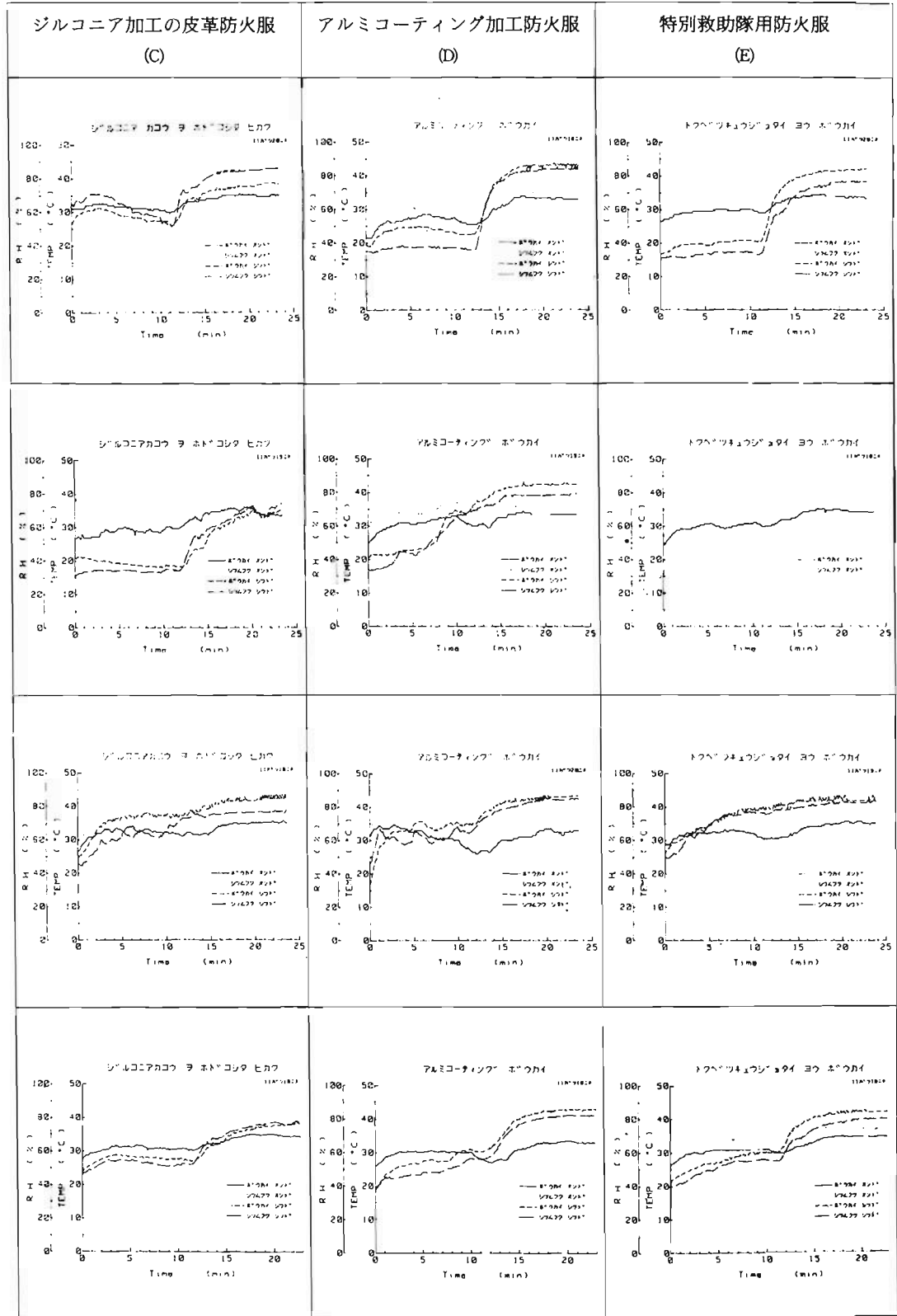


写真 1

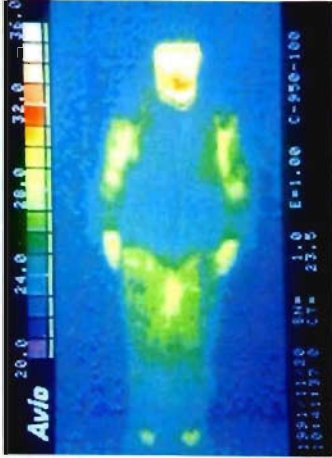
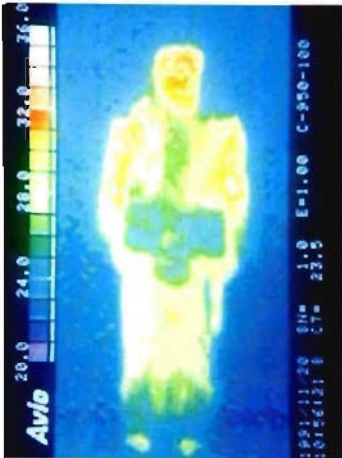
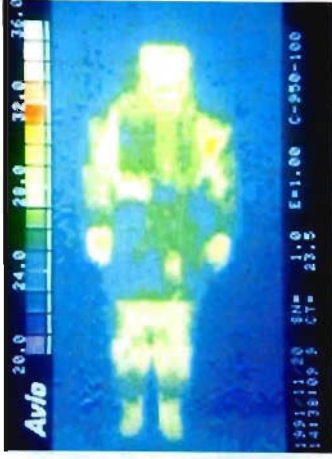
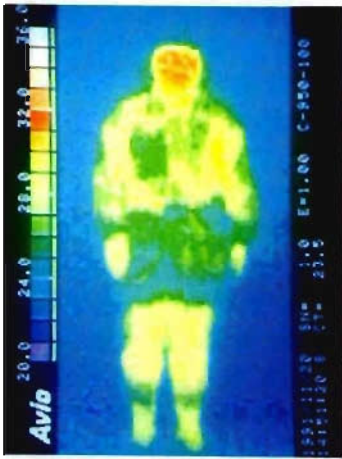
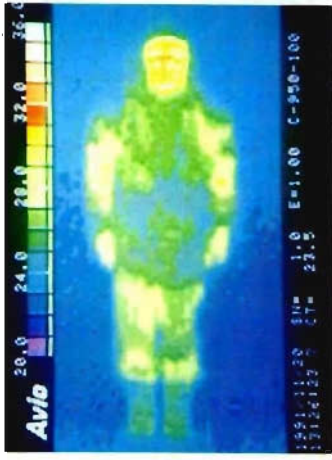
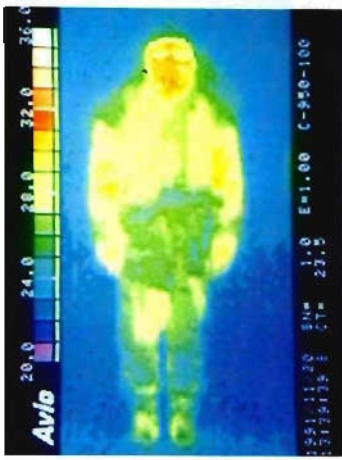
	実験前	実験後
皮革（防炎加工）の防火服		
アルミコーティングの防火服		
特別救助隊員用防火服		

表17 平均湿度の比較 (％)

	執務服内湿度		防火服内湿度	
	実験前	実験後	実験前	実験後
皮革	46.2	76.8	48.2	73.8
D	51.0	82.1	58.4	85.4
E	54.3	79.1	58.1	84.1

注：皮革は皮革の防火服 A, B, C の平均の値。