

令和5年度消防防災科学技術研究推進制度

冷却性・作業性等を向上させる送風機（ファン）を活用した感染防止衣

および救急活動服の研究開発報告書

目 次

はじめに.....	1
第1章 冷却性・作業性等を向上させる送風機（ファン）を活用した感染防止衣の研究開発.	2
1 救急活動上の適切な送風機（ファン）位置についての検討.....	2
2 フィルター装着時のファン風速についての検討.....	4
3 ファン付き感染防止衣使用時のファンから流入した空気の流出についての検討... 6	6
4 市販冷却製品の救急活動時の使用についての検討.....	8
5 ファン付き感染防止衣の実装試験とアンケート調査.....	10
第2章 冷却性・作業性等を向上させる救急活動服の研究開発	13
1 救急活動服アンケート調査.....	13
2 現行救急活動服と市販作業服の着心地等の比較.....	26
3 研究結果を踏まえた新デザイン案の作成.....	32
まとめ.....	37

はじめに

近年、地球規模の温暖化の影響により、我が国においても年々気温上昇が認められ、1990年代以降は高温となる年が頻出し、最高気温も35℃を超える日が多くなり、時に40℃を超える日もあった。さらに日本は湿度も高く、暑熱環境時では熱中症の救急搬送も増加傾向にある。

このような気象状況においても、救急隊員は感染防止対策として感染防止衣を着用し活動しなければならず、救急隊員を含む消防職員は暑熱環境での災害現場に対応するため、身体を暑さに慣らす暑熱順化訓練や感染防止衣の内側に冷却剤を施したクーリングベスト等を着用するなど、暑熱環境に対応し活動を行っている。しかし、暑熱環境対応にした感染防止衣の開発は進んでおらず、感染防止能力・夏季における冷却性等に優れた能力を有する感染防止衣の開発が急務であったため、令和3年度消防防災科学技術研究推進制度（フェーズ2）においては「感染防止能力・夏季における冷却性等に優れた能力を有する感染防止衣の開発」を、令和4年度消防防災科学技術研究推進制度（フェーズ3）においては、感染防止性能を維持しつつ体感温度低減・活動時の疲労軽減を改善した感染防止衣とその性能を維持するための洗浄・消毒方法等について研究を行ってきた。この研究の令和3年度の終了評価、また令和4年度の社会実装研究時において、協力消防本部の救急隊員から「ファン付感染防止衣」や「救急現場での作業性等を考慮した救急活動服」開発の要望の声が多かった。よって、これまでの研究成果を活かし、作業現場等で多くの作業者に使用されているファン付き作業着を活動性や感染リスクを評価した感染防止衣と冷却性を有し活動しやすい素材や縫製仕様や人間工学に基づいた、現場ニーズにあった新しい救急活動の研究開発を行う必要があると考えた。

これらのことから、令和5年度消防防災科学技術研究推進制度において、「冷却性・作業性等を向上させる送風機（ファン）を活用した感染防止衣および救急活動服の研究開発」として、以下の項目について検討することとした。

冷却性・作業性等を向上させる送風機（ファン）を活用した感染防止衣の研究開発

1. 救急活動上の適切な送風機（ファン）位置についての検討
2. フィルター装着時のファン風速についての検討
3. ファン付き感染防止衣使用時のファンから流入した空気の流出についての検討
4. 市販冷却製品の救急活動時の使用についての検討
5. ファン付き感染防止衣の実装試験とアンケート調査についての検討

冷却性・作業性等を向上させる救急活動服の研究開発

1. 救急活動服アンケート調査
2. 現行救急活動服と市販作業服の着心地等の比較
3. 研究結果を踏まえた新デザイン案の作成

第1章 冷却性・作業性等を向上させる送風機（ファン）を活用した感染防止衣の研究開発

1 救急活動上の適切な送風機（ファン）位置についての検討

(1) はじめに

冷却性・作業性等を向上させる送風機（以下、ファン）を活用した感染防止衣の開発研究において、救急活動中に支障を来さない適切なファン位置について検討する必要がある。

(2) 目的

救急活動中に支障を来さない適切なファン位置について検討すること。

(3) 対象

空調服社製の①長袖ブルゾン KU90520C04S2（ファン位置：腰部）、②スぺーサー一体型長袖ブルゾン KU92130N20S2（ファン位置：腋窩背面部）、③長袖タチエリエレファン EK3540C14S2（ファン位置：背面上部）を対象とした（図1）。



①ファン位置：腰部



②ファン位置：腋窩背面部



③ファン位置：背面上部

図1 対象空調服

(4) 方法

救急活動シミュレーションを実施し、支障を来さないファン位置について確認した。実験概要を図2に示す。



図2 実験概要

(5) 結果

救急活動シミュレーションによる結果を以下に示す。

- ・腰部にファンがあったほうが良い。
- ・背中にファンがあると運転時に支障がある。
- ・屋内での活動、聴診、聴取、送風音が障害となる。
- ・資器材等を肩にかけて移動する際など支障になる。
- ・交通事故などで反射ベストを着用する際には支障となる。

実使用に関するファン位置、重量、風量、送風音量等についての意見を以下に示す。

- ・空気感染や有毒ガスなどが発生する現場での対応について検討が必要である。
- ・聴診時や室内で着用ファンの音が気になる。
- ・着衣の外側や手元で状況に応じて、オンオフや風量調整の操作ができると良い。
- ・現場活動中にスイッチなど操作し汚染される想定すると、清掃消毒ができるよう防水が必要。
- ・重量はさほど気にならない。
- ・感染防止衣にファンの脱着式が通年使用できる。

(6) 考察

ファン位置については、対象製品①の腰部位置であれば通常の救急活動に支障を来さないと考えられた。

実使用について、空気感染や有毒ガスの対策、屋内での着用や聴診を行う際の風量調整が簡便にできるよう改善が必要であると考えられた。

(7) まとめ

救急活動中に支障を来さない適切なファン位置について検討した結果、ファン位置は腰部位置が適切である。

また、実使用について空気感染や有毒ガスの対策や屋内での着用や聴診を行う際の風量調整が簡便にできるよう改善が必要である。

2 フィルター装着時のファン風速についての検討

(1) はじめに

空気感染や有毒ガスの対応には、N95 マスクや防護マスクを装着し、それらに対応可能なフィルターをファンに装着することが想定されることから、フィルター装着時のファン風速について検討する必要がある。

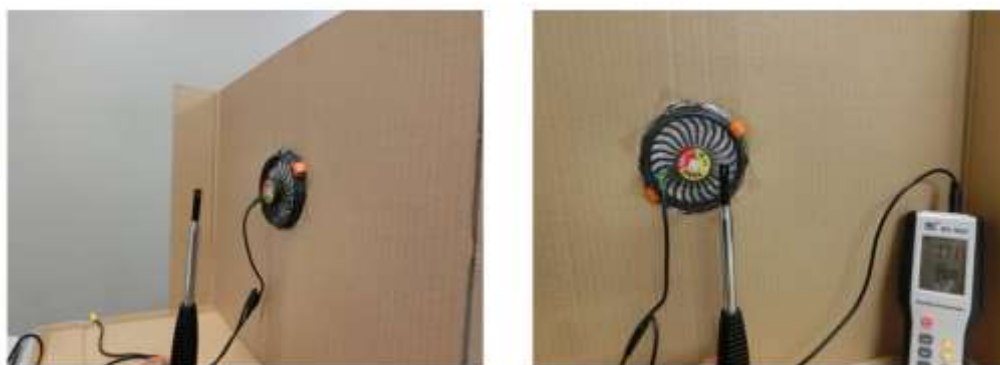
(2) 目的

フィルター装着時のファン風速について検討すること。

(3) 対象と方法

ファン：トルネードラカン FS6（日新被服株式会社製）を対象とし、空気清浄フィルター KTJBSTF（康東株式会社製）の装着有無別に風速計（HT-9829 Dongguan Xitail Instrument 社製）により風速が安定した 5 秒間の最大値 5 回の平均値で風速を比較した。実験概要を図 1 に示す。

ファンの性能を表 1 に示す。フィルター性能は $0.3\mu\text{m}$ まで不透過で JISL1902（抗菌性能実験）に準拠している（図 2）。いずれもメーカー取扱説明書記載。



ファン：トルネードラカンFS6 日新被服株式会社製 風速計：HT-9829 Dongguan Xitail Instrument社製

図 1 実験概要



図 2 フィルター装着概要

表 1 ファン性能

風量測定	風 量	電 圧 (V)
4	95 ℓ /sec (70)	20
3	80 ℓ /sec (60)	17
2	70 ℓ /sec (53)	14
1	57 ℓ /sec (43)	11

風量 () 内は JIS B8330 準拠法 数値は全てメーカー測定値

(4) 結果

実験結果を表 2 に示す。風速はフィルター無に比べフィルター有が多少低いが、大きな差は認められなかった。

表 2 フィルター有無別の風速平均値 (m/sec)

	風量設定	4	3	2	1
フィルター無	風速 (mean ± SD)	3.25 ± 0.07	2.81 ± 0.03	2.41 ± 0.06	2.22 ± 0.07
フィルター有		3.23 ± 0.07	2.79 ± 0.02	2.40 ± 0.04	2.21 ± 0.10

(5) 考察

フィルター性能が 0.3μm まで不透過で JIS L1902 (抗菌性能実験) に準拠しているフィルターを装着したが、フィルター装着有無別で風速に大きな差は認められなかった。このことから、N95 マスクと同様の規格である 0.3μm まで不透過のフィルター装着は空気感染対策に有効であることが示唆された。しかし、0.3μm まで不透過であることから、空気中の粉じんなどがフィルターに目詰まりし、空気の透過性を阻害することが考えられる。よって、フィルターは通常は装着せずに空気感染の恐れのある傷病者に対応する際に装着し、使用後は廃棄する必要があると考える。また、有毒ガスは透過性に限らず人体影響を来す恐れがあるため有毒ガス事案ではファンを作動せず使用する必要があると考える。

(6) まとめ

空気感染や有毒ガス対応のためにフィルター装着時のファン風速について検討した。空気感染対策で使用する N95 マスクと同様の性能をもつフィルターを装着した結果、フィルター有無別で風速に大きな差は認められなかったことから、空気感染対策時にファンにフィルター装着が可能であることが示唆された。しかし、有毒ガスについては透過性に限らず人体影響を及ぼす可能性があるためフィルター装着による対策はせず、ファンを作動させず使用することが必要である。

3 ファン付き感染防止衣使用時のファンから流入した空気の流出についての検討

(1) はじめに

冷却性・作業性等を向上させるファンを活用した感染防止衣の開発研究において、救急活動中に支障を来さない適切なファン位置について検討した結果、空気感染や有毒ガスへの対応が必要であるとの意見があった。よってファン付き感染防止衣使用時のファンから流入した空気の流出について検討する必要がある。

(2) 目的

ファン付き感染防止衣使用時のファンから流入した空気の流出について検討すること。

(3) 対象

空調服社製の長袖ブルゾン KU90520C04S2（ファン位置：腰部）を対象とした。

(4) 方法

救急活動シミュレーションを実施し、スモークマシンのスモークをファン流入部から流入させ、首元からの PM 値を測定した。実験概要を図 1 に示す。



スモークマシンのスモークを袋に溜め、活動中にファンから流入させPM値を測定

図 1 実験概要

(5) 結果

立位の PM 値は 102ppm であったが、中腰では PM 値が 960ppm と上昇した。

(6) 考察

救急活動では様々な姿勢を取らなければならない。立位状態では首元の隙間が狭いが、中腰状態では広がるため、感染防止衣内の空気が多量に流出したと考えられた。首元から流出した空気は N95 マスクや防護マスクを着用していない場合は呼吸時に直接気道内に吸入する危険がある。よって、空気感染や有毒ガスの対応には、N95 マスクや防護マスクを装着

し、それらに対応可能なフィルターをファンに装着するか、危険性が考慮される救急事案ではファンを作動させないなどの対応が必要であると考える。

(7) まとめ

ファン付き感染防止衣使用時のファンから流入する空気流動について検討した。救急活動中の姿勢により首元からの空気流出量に違いがみとめられた。特に中腰姿勢では空気流出が増すため、空気感染や有毒ガスの対応には、N95 マスクや防護マスクを装着し、それらに対応可能なフィルターをファンに装着するか、危険性が考慮される救急事案ではファンを作動させないなどの対応が必要である。

4 市販冷却製品の救急活動時の使用についての検討

(1) はじめに

暑熱環境下での作業に対して冷却製品が多く市販されている。これら市販冷却製品の救急活動の使用について検討する必要がある。

(2) 目的

市販冷却製品の救急活動の使用について検討すること。

(3) 対象

①頸部冷却リング、②ペルチェ素子冷却ベスト、③腰掛けベルトファンを対象とした(図1)。



①頸部冷却リング



②ペルチェ素子冷却ベスト



③腰掛けベルトファン

図1 対象市販冷却製品

(4) 方法

救急活動シミュレーションを実施し、救急活動に使用可能であるか検討した。

(5) 結果

①頸部冷却リング

活動前は冷却効果を感じたが、活動中には冷却効果を感じなかった。

②ペルチェ素子冷却ベスト

活動前は冷却効果を実感できるが、活動中には冷却効果を実感できなかった。また、救急活動前の着用に時間がかかる。寒冷時のヒーターは暖房効果が期待できる。

③腰掛けベルトファン

比較的静かで活動初期には冷却効果を実感できたが、活動中は感染防止衣の中の空気が循環しているため冷却効果を感じなかった。

(6) 考察

市販冷却製品は暑熱環境時に冷却効果がある。救急活動前は外気温との温度差で冷却効果を感じているものの、救急活動中は活動による発汗や体温上昇により感染防止衣内の温度が上昇するため、活動前に比べ冷却効果を感じなかったと考えられた。しかし、今回行った救急活動シミュレーションは活動が継続したシミュレーションであり、通常の救急活動

では救急車内収容時や救急車搬送中など活動が静止した状況もあるため、その間の体温冷却には一定の効果があると考えられる。よって、暑熱環境で体温上昇と冷却効果を得るために救急活動では様々な市販冷却製品の性能を確認した上で活用する必要があると考える。

(7) まとめ

市販冷却製品の救急活動の使用について検討した結果、暑熱環境で体温上昇と冷却効果を得るためには、救急活動では様々な市販冷却製品の性能を確認した上で活用する必要がある。

5 ファン付き感染防止衣の実装試験とアンケート調査

(1) はじめに

冷却性・作業性等を向上させるファンを活用した感染防止衣の開発研究において、現場活動を行う救急隊員が実際に着用し、冷却効果の確認（主観的評価）と作業性への影響に関する調査を実施した。

(2) 目的

ファン付き感染防止衣使用時の冷却効果の確認（主観的評価）と、作業性への影響について調査検討すること。

(3) 試験対象者及び試験期間

松原市消防本部 救急隊員 12 名 令和 5 年 9 月～10 月（約 2 か月間）

(4) 対象

船山(株)の救急隊員向け感染防止衣（ベンチレーション式ショートタイプ・AAMI レベル 3 を対象として、内部の空気漏れを防ぐために背面のベンチレーションを無くし、腰部に空調ファンを取り付けた。取り付け位置に関しては研究 1. 救急活動上の適切な送風機（ファン）位置についての検討結果より、腰部位置とした（図 1）。



背面腰部に取り付けた空調ファン



背面内部の空調ファンとコード

図 1 空調ファン取り付け位置

(5) 方法

冷却効果の確認についてアンケートによる主観的評価を実施した。

(6) 結果

個人差はあるものの 12 名中 11 名（発汗・蒸れの軽減 6 名、涼しさ 5 名）が冷却効果を実感できたと回答した（図 2）。快適性能が評価される反面、空調ファンの音やバッテリーの重さなど多くの改善要望も寄せられた（図 3）。

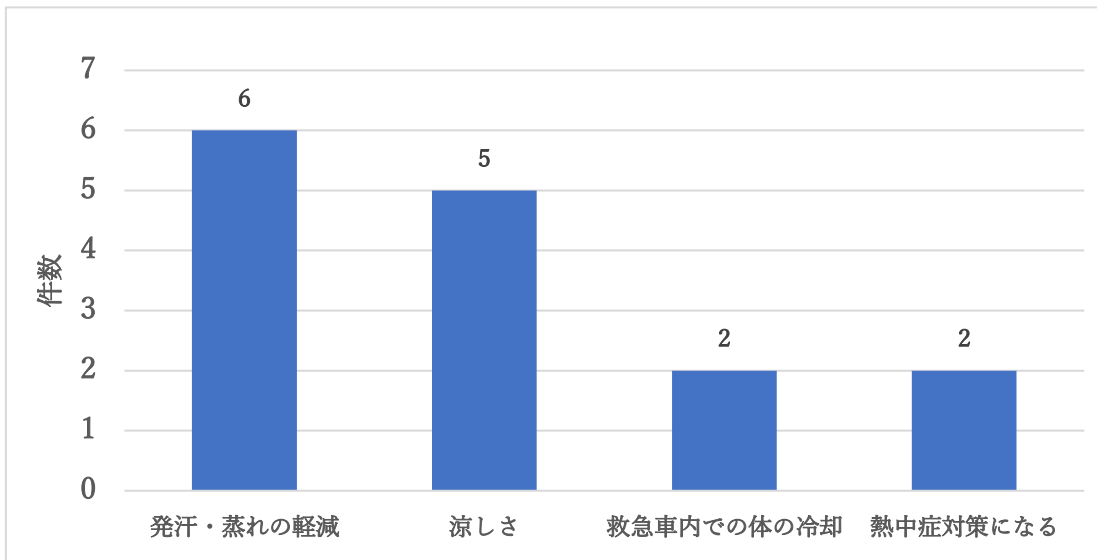


図2 ファン付き感染防止衣着用試験での評価事項

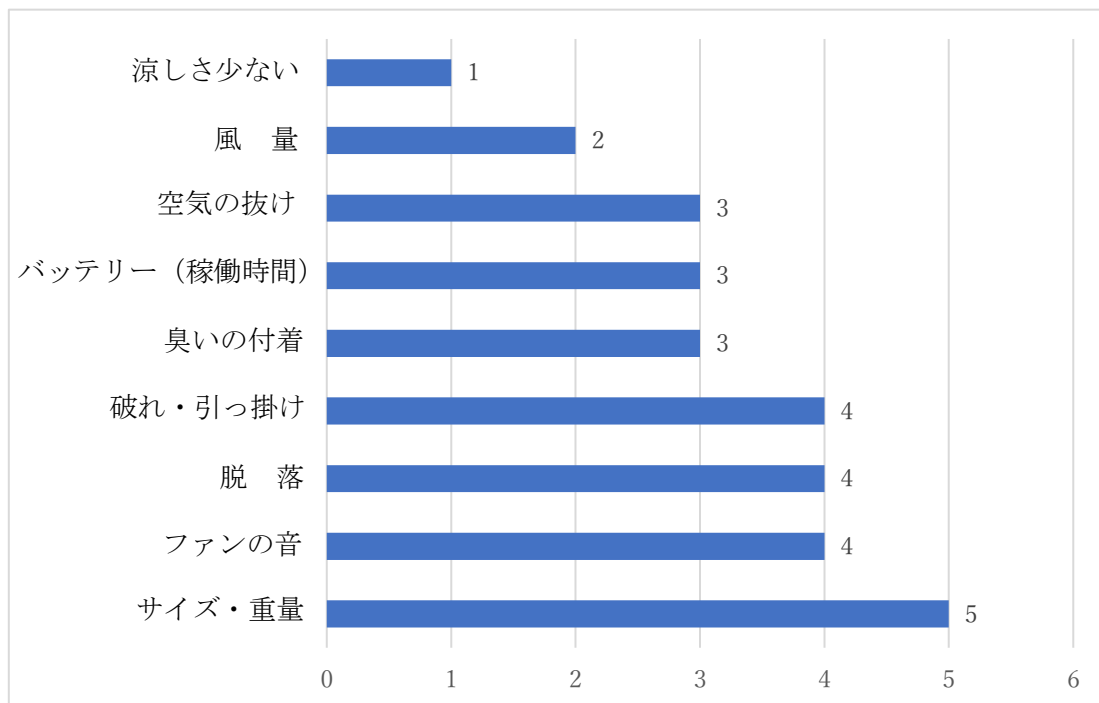


図3 ファン付き感染防止衣着用試験での改善要望事項

(7) 考察

空調ファンの騒音やバッテリーの重さ、狭小な現場での空調ファンの引っ掛かり（ファンの厚みの手すり等に当たる）による作業性の低下等、多くの改善要望が課題として提示された。また、の実装試験結果を取りまとめ責任者から、「ファンの音や重さ、引っ掛かり等の課題を解決出来れば、冷却効果を実感出来る感染防止衣として需要はあると思う。」とのコメントがあったことから、開発の必要性があると考えられた。

(8) まとめ

冷却性・作業性等を向上させるファンを活用した感染防止衣の開発研究において、現場の救急隊員が実際に着用し、冷却効果の確認（主観的評価）と作業性への影響に関する調査を

実施した。空調ファンの騒音やバッテリーの重さ、狭小な現場での空調ファンの引っ掛かり（ファンの厚みが手すり等に当たる）による作業性の低下等、多くの改善要望が課題として提示された。

今回提示された課題を再度検証し、改良されたプロトタイプのカット済み感染防止衣の開発を継続する予定である。

第2章 冷却性・作業性等を向上させる救急活動服の研究開発

1 救急活動服アンケート調査

(1) はじめに

救急隊員が着用する救急活動服は、消防庁により消防吏員服制準則等で基準が示され、各消防本部は、基準を遵守しつつ、それぞれ地域の実情に応じた救急活動服を導入し執務を行っているが、この基準は、昭和63年に一部改正されて以降、改正等なく現在に至っている。

一方、近年の市販されている一般作業服の中には、繊維技術の発展や人間工学に基づいた形状などを用いて、涼感性やストレッチ性等を有する製品が多い。

このような背景のもとで、近年の救急出動の増加や暑熱環境での救急活動による熱中症対策など、現在の救急活動に準じた救急活動服を検討する必要があると考えた。

(2) 目的

現在の救急活動の適した救急活動服の開発するため、救急隊員のニーズに把握することを目的とする。

(3) 対象

協力が得られた63消防本部、救急隊員（有資格者を含む）1,460人を対象とし、調査期間は、2023年6月1日から6月30日までとした。

(4) 方法

救急活動服に関する47項目のWEBアンケート調査をMicrosoft foamsにより実施し（図1）、Microsoft Excelで単純集計した。



図1 アンケート画面の一例

5 結果

協力消防本部の概要を表 1 に、年齢構成を図 2 に、資格内訳を図 3 に示す。

表 1 協力消防本部の概要

地域ブロック	協力本部数	回答者数
北海道・東北	29	111
関東	6	314
中部	1	51
近畿	6	461
中国・四国	14	415
九州	7	108

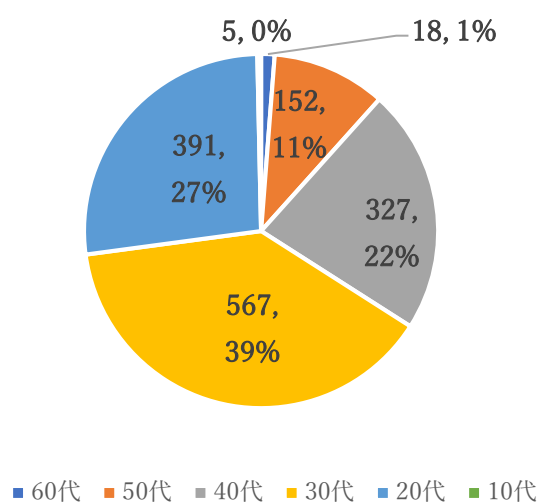


図 2 年齢構成

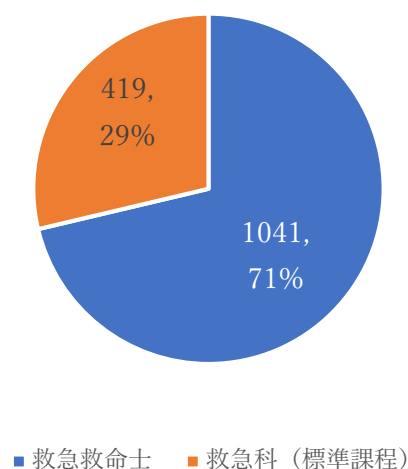


図 3 資格内訳

以下に各設問と回答の概要を示す。

救急帽について

使用している救急帽は、アポロキャップが 95%と多かった (図 4)。

出動時の着用は、ヘルメットが 74%と多かった (図 5)。

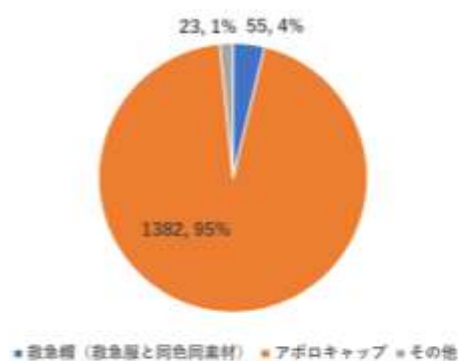


図 4 使用している救急帽について



図 5 出動時の着用帽子について

救急活動服上衣について

使用している救急活動服は、長袖タイプが49%、半袖タイプが45%であった（図6）。
暑熱環境時での感染防止衣の中の着用状況は、着用しないが55%であった（図7）。

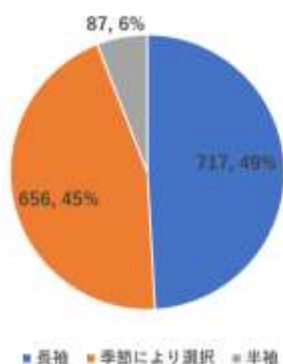


図6 使用している上衣について

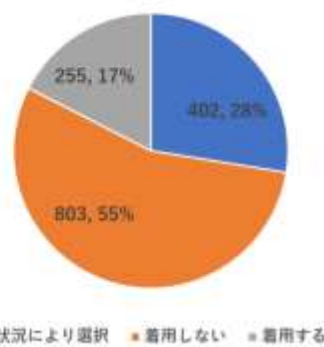


図7 暑熱環境時での感染防止衣の中の着用状況について

救急活動服上衣の白襟について

救急活動服上衣の白襟は、71%が使用していた（図8）。
白襟の必要性は、74%が不要と回答した（図9）。

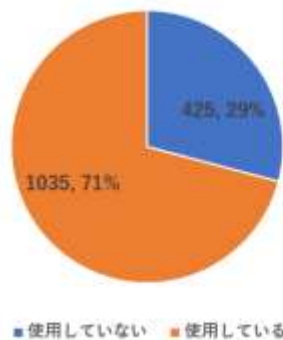


図8 白襟の使用状況について

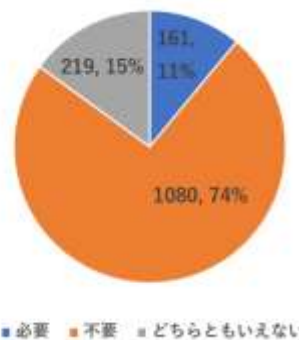


図9 白襟の必要性について

救急活動服上衣の肩章について

救急活動服上衣の肩章は、67%が使用していた（図10）。
救急活動服上衣の肩章の必要性について、72%が不要と回答した（図11）。

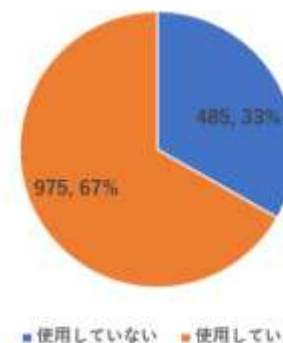


図10 肩章の使用状況について

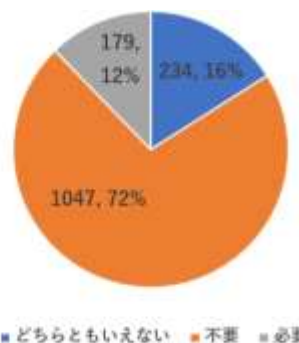


図11 肩章の必要性について

救急活動服上衣の胸ポケットについて

胸ポケットの収容物は、職員証・運転免許証が 34%、手帳・メモ帳が 35%であった (図 12)。

胸ポケットの留め方は、面ファスナーが 79%と多かった (図 13)。

希望する胸ポケットの留め方として、面ファスナーが 60%と多かった (図 14)。胸ポケットに関する要望としては、「スマートフォンが容易に入る構造で大きくしてほしい」、「留め具が外れない構造としてほしい」、「内面が濡れない構造としてほしい」との意見が多かった。

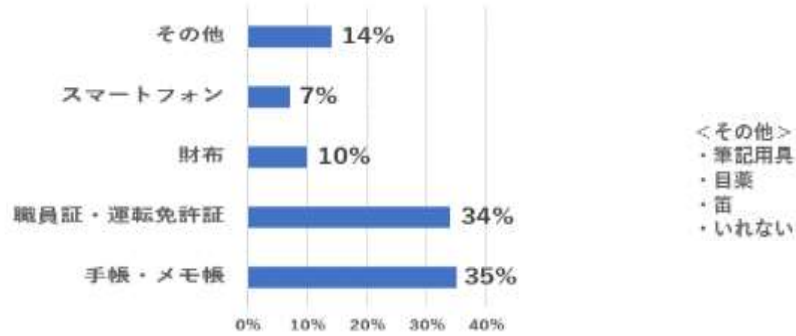


図 12 胸ポケットの収容物について

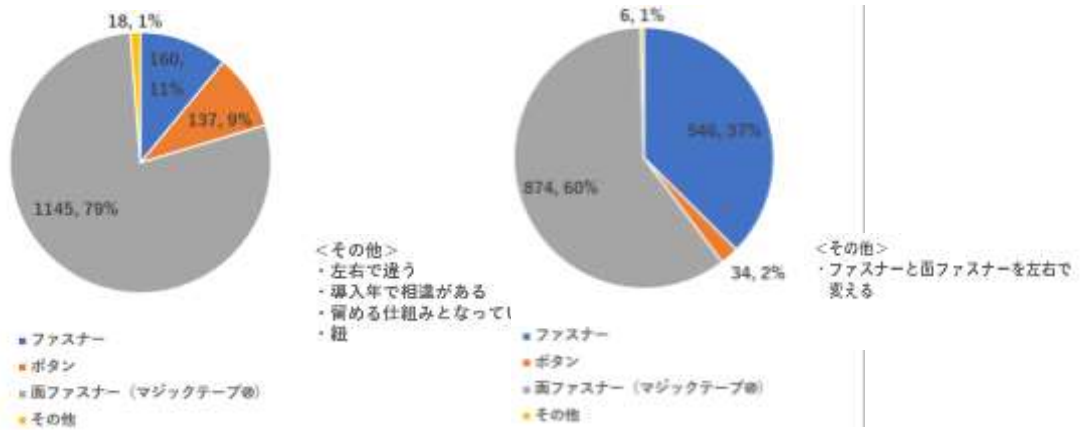


図 13 胸ポケットの留め方について

図 14 希望する留め方について

救急活動服上衣の前合わせについて

救急活動服上衣の前合わせの形状は、ファスナーが 78%と多かった (図 15)。

希望する前合わせの形状は、ファスナーが 95%であった (図 16)。

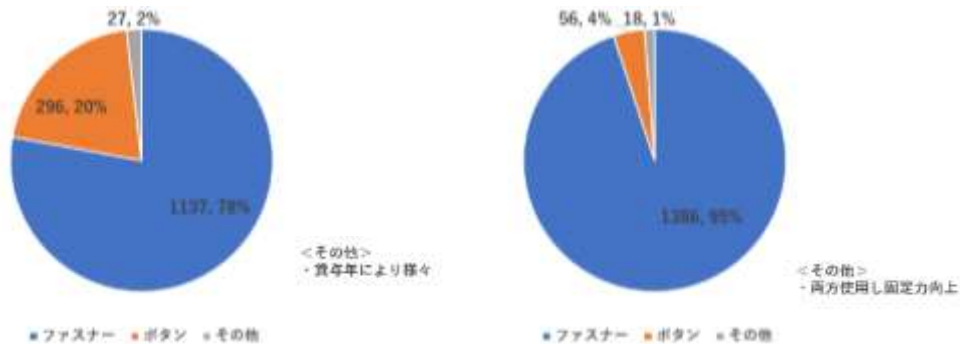


図 15 救急活動服上衣の前合わせについて

図 16 希望する前合わせの形状について

救急活動服上衣の袖口について

救急活動服上衣の袖口の形状は、ファスナーが43%で最も多く、次いでボタンが38%であった（図17）。

希望する救急活動服上衣の袖口の形状は、ファスナーが61%と多かった（図18）。

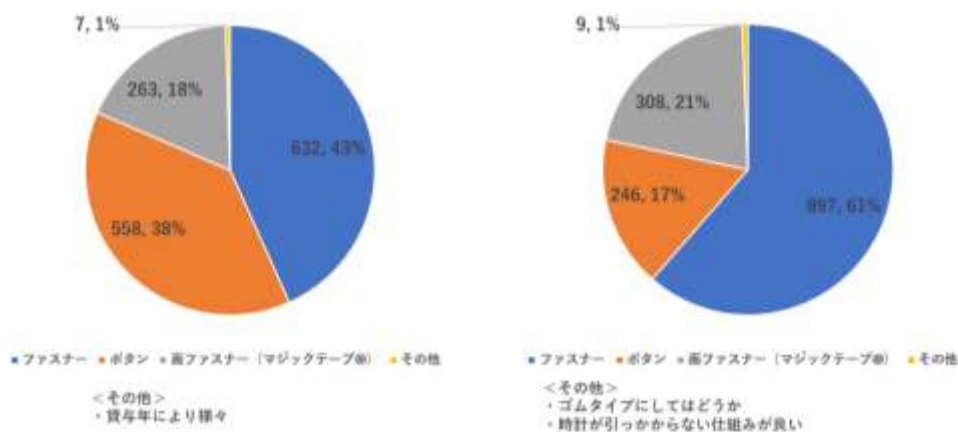


図17 救急活動服上衣の袖口について 図18 希望する袖口の形状について

救急活動服上衣のペンライトポケットについて

救急活動服上衣のペンライトポケットは、使用していないが58%と多かった（図19）。

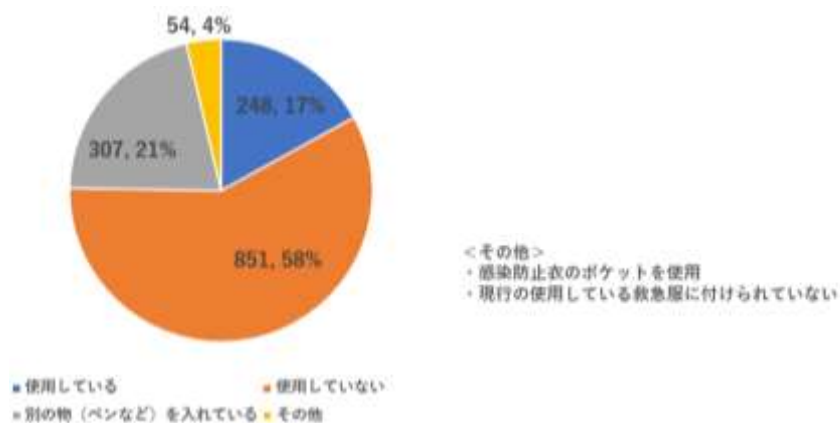


図19 救急活動服上衣のペンライトポケットについて

救急活動服肘部の補強の必要性について

救急活動服肘部の救助服のような補強について、85%が不要と回答した（図20）。

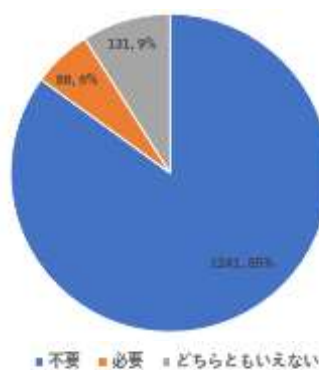


図20 救急活動服肘部の補強の必要性について

盛夏用救急服（背面メッシュ）について

盛夏用救急服（背面メッシュ）の着用は、70%が着用していないと回答した（図 21）。

盛夏用救急服（背面メッシュ）の必要性は、52%が必要と回答した（図 22）。

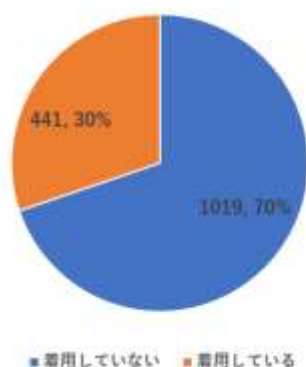


図 21 盛夏用救急服の着用状況について

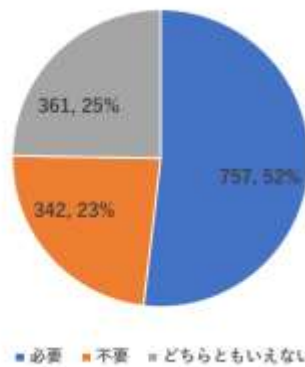


図 22 盛夏用救急服の必要性について

救急活動服用ベルトについて

現在使用しているベルトのタイプは、白の合皮で反射材テープ付が77%であった（図 23）。

救急活動服用ベルトに関する要望の概要について表 2 に示す。

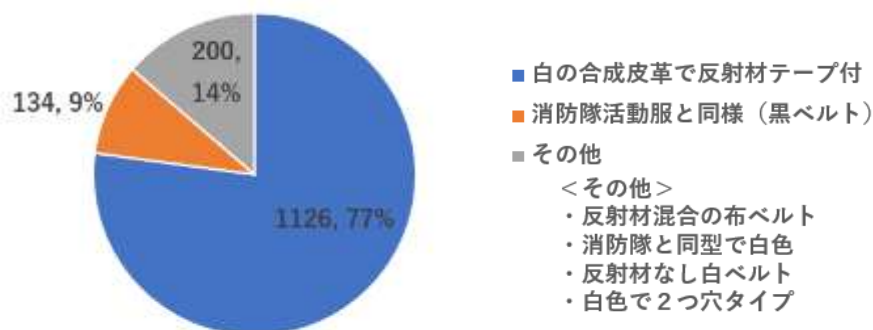


図 23 救急活動服用ベルトについて

表 2 救急活動服用ベルトに関する要望について

<ul style="list-style-type: none"> ・ 反射材が経年劣化でボロボロと落ち、黄ばむなどを改善 ・ 救助隊などで使用している2つ穴タイプが良い ・ 体型に合うように、オートロックやローラータイプが良い ・ 洗濯したい場合がある ・ 感染防止衣着用のため、反射材は不要である ・ 金属アレルギー対応が良い ・ 腰痛対策を兼ねるもの ・ ゆるみにくく、ワンタッチタイプのものはないか
--

救急活動服下衣ポケットについて

救急活動服下衣ポケット幅について、85%がちょうどよいと回答した（図 24）。

救急活動服下衣の横ポケットの収容物は、スマートフォンが 54%であった（図 25）。

救急活動服下衣の後ろポケットの収容物は、皮手袋が 31%で、その他としてはシューズカバーや感染防止用手袋、車のキー、笛などであった（図 26）。

救急活動服下衣のポケットに関する要望の概要について表 3 に示す。

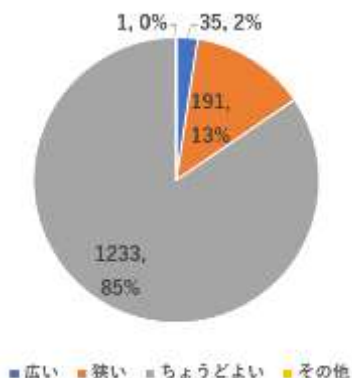


図 24 救急活動服下衣ポケット幅について



図 25 横ポケット収容物について
(複数回答)

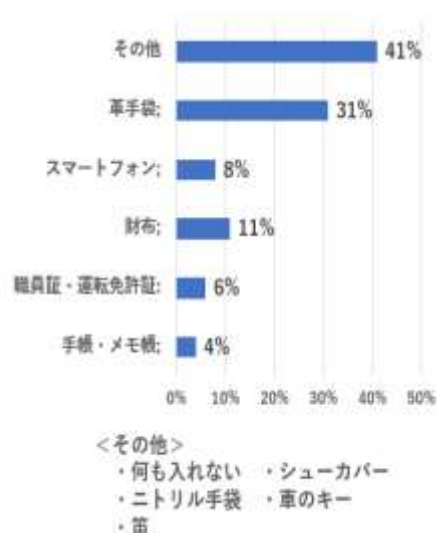


図 26 後ろポケット収容物について
(複数回答)

表 3 救急活動服下衣のポケットに関する要望について

- ・救助服のように大腿部側面にも必要である
- ・インナー素材を汗でべたつかないように
- ・チャックが欲しい
- ・大きくしてほしい
- ・引っかからない仕組み（スリット不要）

救急活動服下衣の補強について

救急活動服下衣の救助服のような補強は、75%が不要と回答した（図 27）。

救急活動服下衣の補強の部位について、膝部のみが 46%と多く、その他としては、補強よりも縫合強化を求める回答が多かった（図 28）。

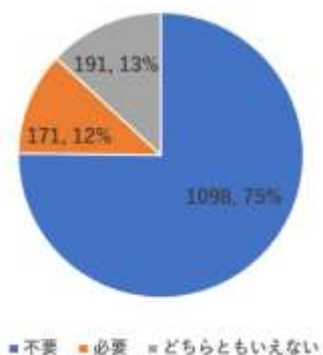


図 27 下衣補強の必要性について



図 28 下衣補強の部位について

救急活動服下衣の反射材について

救急活動服下衣の反射材は、79%が不要と回答した（図 29）。

救急活動服下衣に反射材を付ける部位は、下腿部が 17%で、不要が 69%であった（図 30）。

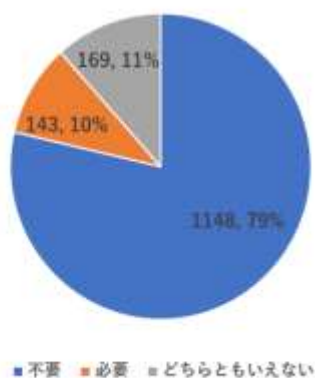


図 29 反射材の必要性について

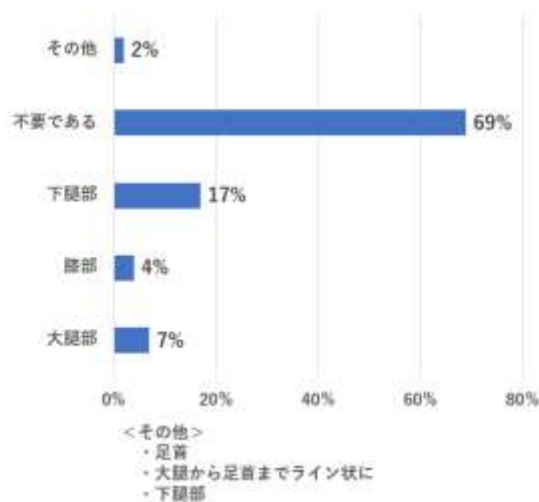


図 30 反射材を付けた場合の部位について

救急活動服下衣の構造について

救急活動服下衣の立体構造について、52%が必要と回答した（図 31）。

救急活動服下衣のストレッチ性について、80%が必要と回答した（図 32）。

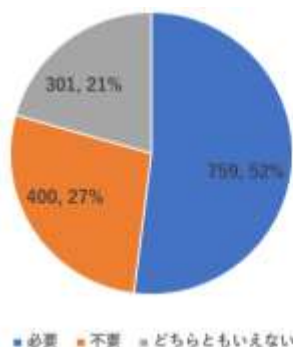


図 31 下衣の立体構造の必要性について

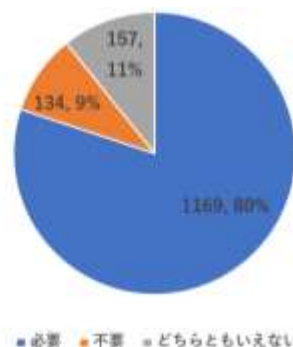


図 32 下衣のストレッチ性の必要性について

救急活動服の洗濯とアイロンがけについて

救急活動服の洗濯頻度は、毎当番が 59%で、次いで 2-3 当番が 35%であった（図 33）。

洗濯後のアイロンがけは、時々行うが 31%、行わないが 20%であった（図 34）。



図 33 救急活動服の洗濯頻度について



図 34 救急活動服の洗濯後のアイロンがけ頻度について

救急活動服の更新頻度について

救急活動服の更新頻度は、2-3 年が 45%、4-5 年が 37%であった（図 35）。

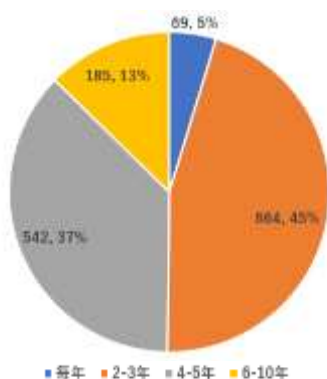
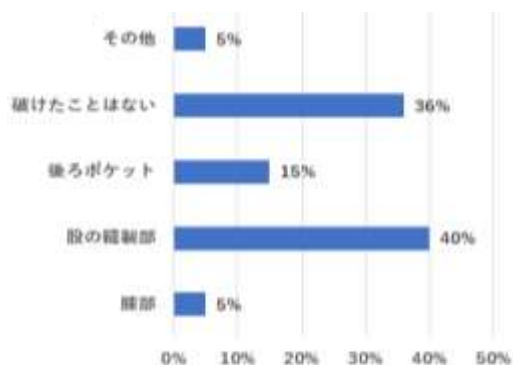


図 35 救急活動服の更新頻度について

救急活動服の破損と動作性について

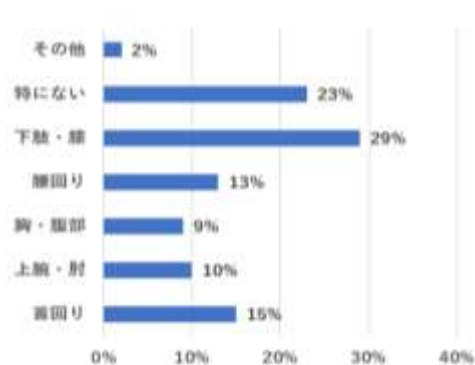
救急活動服の破損部位は、股の縫製部が40%と多かった（図36）。

救急活動服の動きにくい・圧迫を感じる箇所は下肢・膝が29%であった（図37）。



<その他>
・ポケットの中
・ズボンチャック

図36 救急活動服の破損部位について



<その他>
・汗をかくと大腿部がはりつく
・股下が短くて動きにくい
・内巻きのナイロン素材がくっつく

図37 救急活動服の動作性について

救急活動服の色調について

救急活動服の色調についての自由意見の概要を表4に示す。

表4 救急活動服の色調についての自由意見

- ・汚れが目立たない色や米国のように黒系
- ・明るい色でイメージアップ
- ・灰色が良いが明るい色でデザインを刷新
- ・上衣は感染防止衣があるのでポロシャツでもよい
- ・消防隊と同じく紺色か現行色でよい

救急活動服のベンチレーション機能について

救急活動服のベンチレーション機能は、74%が必要と回答した（図38）。

ベンチレーションの部位の希望は、脇が47%、背中が35%と多かった（図39）。

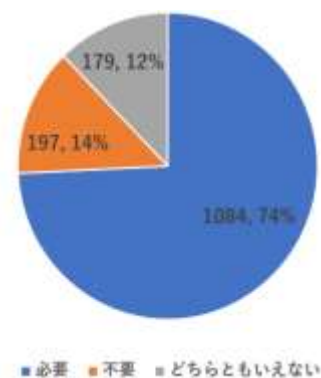


図38 救急活動服のベンチレーション機能の必要性について

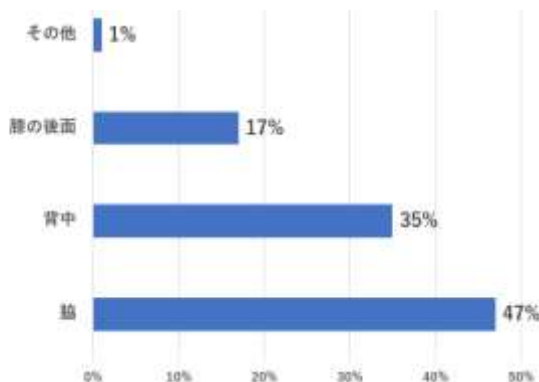


図39 救急活動服にベンチレーション機能を設ける場合の部位

現在着用している救急活動服の、着心地・ストレッチ性・活動性・暑熱感・満足度の主観的評価（5段階評価）について

着心地は、どちらともいえないが52%であった（図40）。

ストレッチ性は、悪いが39%と多かった（図41）。

活動性は、悪いが45%と多かった（図42）。

暑熱感は、悪いが44%と多かった（図43）。

全体的満足度は、どちらともいえないが46%と多かった（図44）。

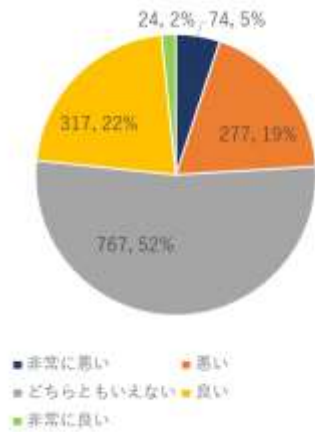


図40 着心地について

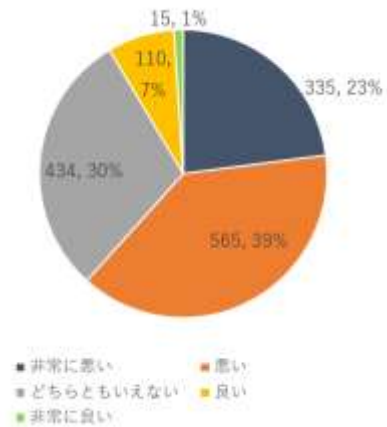


図41 ストレッチ性について



図42 活動性について



図43 暑熱感について



図44 全体的満足度について

自由意見・要望等について

自由意見・要望についての概要を表5に示す。

表5 自由意見・要望について

<p>着用の快適性に関する要望: 救急服の上に感染防止衣を着用するため、通気性の良い素材や夏冬兼用の服蒸れずに動きやすい服や汚れが目立たない色合いの服が良い</p> <p>ストレッチ素材と補修に関する要望: ストレッチ素材や縫製部の補強が必要である</p> <p>通気性の改善要望: ゴアテックスなどの通気性の高い素材を使用してほしい</p> <p>活動性と安全性の要望: 消防隊や救助隊と兼任する場合、救助隊と同等の強度や帯電防爆仕様が望ましい</p> <p>清潔感とデザインの要望: 機能性だけでなく、清潔感や安心感が伝わるデザインが良い</p> <p>暑熱対策と快適性に関する要望: 夏場の通気性や冷却効果を重視してほしい</p>
--

(6) 考察

現在、一般衣料品や工事技術者などが着用する作業服などでは、人間工学に基づく立体構造や柔軟なストレッチ性を持つものが流通しているが、救急隊が着用する救急活動服については、生地や縫製などの技術が大きく進歩している中、最終改正から35年が経過している。救急活動服の基準が示された当時とは、生地や縫製などあらゆる技術において大きく進歩し、また地球温暖化における熱中症の増加など、救急隊員の暑熱環境対策を考慮した、現状技術の導入や環境に対応した救急活動服の製作が必要であると考えられる。

救急活動服の立体構造やストレッチ性、救急活動服の破損部位・動作性についての回答から、下衣は立体構造としストレッチ性を十分に持たせる必要があり、またベンチレーション機能の必要性の回答から、暑熱環境対策についても検討する必要があると考えられた。

以下に、本アンケート調査結果を踏まえた救急活動服を提案する。

・救急帽

アポロキャップが大半を占め、出動時はヘルメットを着用することから、消防隊と同型のアポロキャップとする。

・救急活動服上衣

救急出動時は、感染防止衣着用を着用することから、上衣は事務などの執務時のみで必要となる。上衣は脱着がしやすいよう、ブルゾンタイプとする。

胸ポケットは、救急現場においても、スマートフォンが収納できるサイズとする。

インナーシャツは、夏期間はストレッチ性と速乾性のある素材とする。

各種留めについては、ファスナーとする。

- ・ **上衣その他**

肩章や白襟ペンライトポケットは、感染防止衣を着用するため不要である。

- ・ **救急用ベルト**

感染防止衣着用時には隠れてしまうため、反射材は不要である。ワンタッチやローラータイプなど、容易に緩まない構造を有するものとする。

- ・ **救急活動服下衣**

立体構造でストレッチ性を向上させ、破損しやすい股の縫製部は強固にする。

反射材や補強は不要である。

- ・ **色調**

汚れが目立たない方がいいとの意見が散見されたが、感染対策上、汚染について視認できる色調とする。

- ・ **ベンチレーション機能**

面ファスナーなどを使用し容易に開閉できる構造のベンチレーションを付加する。

本アンケート調査は全国的な調査となっており、全国の救急隊員の総意と判断できるため、地域の実情に似合った救急活動服の選択が可能となるように消防吏員服制準則等の改正に向けた検討を行うことが必要であると考えます。

(7) まとめ

現在の救急活動の適した救急活動服の開発するため、救急隊員のニーズに把握することを目的としてアンケート調査した結果、素材、構造、付属品など、多くの箇所改善や改良する点が認められた。

今後はより具体的なデザインを検討していくことが必要であり、現在の生地や縫製技術を活かし、現状に即した救急活動服の開発が必要であり、製品化に向け研究を継続する必要がある。

2 現行救急活動服と市販作業服の着心地等の比較

(1) はじめに

現行の救急活動服は、消防吏員服制基準等（以下、基準）に基づき購入されているが、冷却・作業性能等を考慮した記載はなく、現在の暑熱環境に対応していない。また、救急活動服の上に感染防止衣を着用して出動するケースが多く、感染防止衣と組み合わせて着用した際の冷却性能を考慮する必要がある。

近年の市販作業服は、涼感性やストレッチ性等を有する製品が多く、これらを参考に救急活動しやすい素材や縫製仕様を、人間工学に基づいて設計することにより、作業性の向上や活動時の破損防止（屈みこみ時の下衣破れ等）等を図る必要がある。

(2) 目的

現行の救急活動と市販作業服との着心地等について比較検討すること。

(3) 対象

上衣は、救急活動服と市販作業服（ワークマン Ice Assist、ワークマン WM Best）を、下衣は救急活動服と市販作業服（モンベル O.D.パンツライト、ワークマン Ice Assist）を対象とした。使用した救急活動服と市販作業服の素材や性能等について図 1、2 に示す。

難燃性救急活動服	ワークマン Ice Assist	ワークマン WM Best
		
メタ系アラミド：50% パラ系アラミド：2% ポリエステル：24% 難燃レーヨン：24% 制電性繊維 1%以下	ポリエステル 100% 遮熱機能とダブルメッシュ素材が涼しさと軽量化を実現 3D カットが体にフィットする	ポリエステル、綿 ストレッチ長袖シャツ 吸汗速乾

図 1 上衣の素材と性能等

<p>難燃性救急活動服</p>  <p>メタ系アラミド：50% パラ系アラミド：2% ポリエステル：24% 難燃レーヨン：24% 制電性繊維 1%以下</p>	<p>モンベル O.D.パンツライト</p>  <p>ナイロン 94% ポリウレタン 6% リップストップ（撥水加工） 1WAY ストレッチ</p>	<p>ワークマン Ice Assis</p>  <p>ポリエステル 100% 3D 内側メッシュで 14 倍の 通気性と遮熱効果で生地裏 側の温度上昇を約 3°C 抑 制。ダブルメッシュ素材で 清涼と軽量化を実現</p>
--	--	--

図 2 下衣の素材と性能等

(4) 方法

救急活動シミュレーションを実施し、それぞれの着心地、ストレッチ性、涼しさ、デザイン、活動性、着用希望について、5段階の主観的評価で評価した（表 1）。

表 1 着心地等の主観的評価表

着心地		ストレッチ性		活動性	
非常に良い	5	非常に良い	5	非常に良い	5
良い	4	良い	4	良い	4
普通	3	普通	3	普通	3
悪い	2	悪い	2	悪い	2
非常に悪い	1	非常に悪い	1	非常に悪い	1

暑さ		デザイン		着用希望	
非常に快適	5	非常に良い	5	非常に着用したい	5
快適	4	良い	4	着用したい	4
どちらともいえない	3	普通	3	どちらともいえない	3
暑い	2	悪い	2	着用したくない	2
非常に暑い	1	非常に悪い	1	非常に着用したくない	1

(5) 結果

上衣の比較結果を図3に示す。現行救急活動服に比べ市販作業服（ワークマン Ice Assist、ワークマン WM Best）ともに全ての項目で評価が高く、ワークマン WM Best が最も評価が高かった。

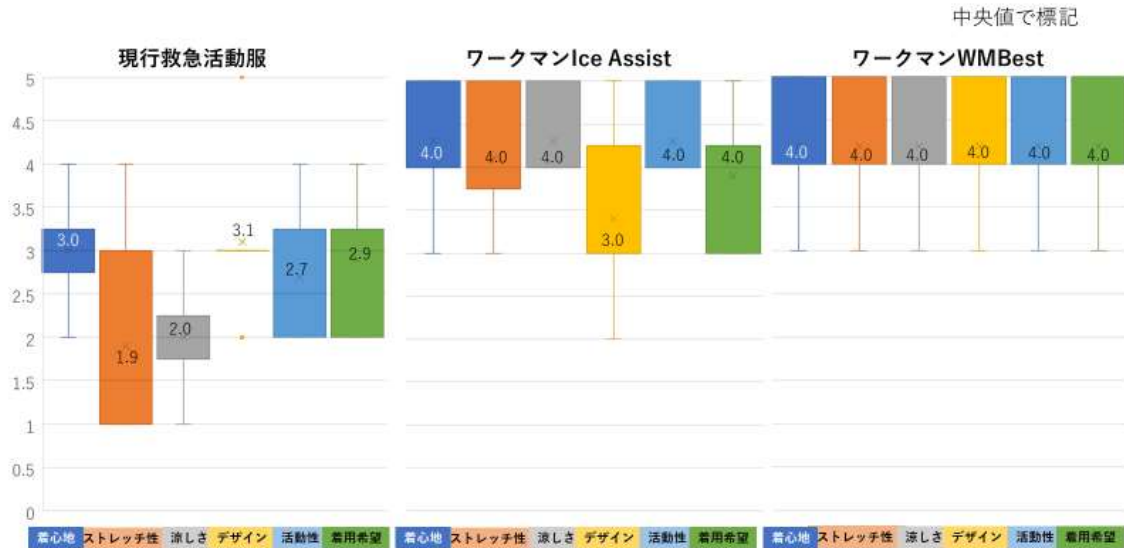


図3 上衣の比較結果

下衣の比較結果を図4に示す。現行救急活動服に比べ市販作業服（モンベル O.D.パンツ ライト、ワークマン Ice Assist）ともに全ての項目で評価が高かった。

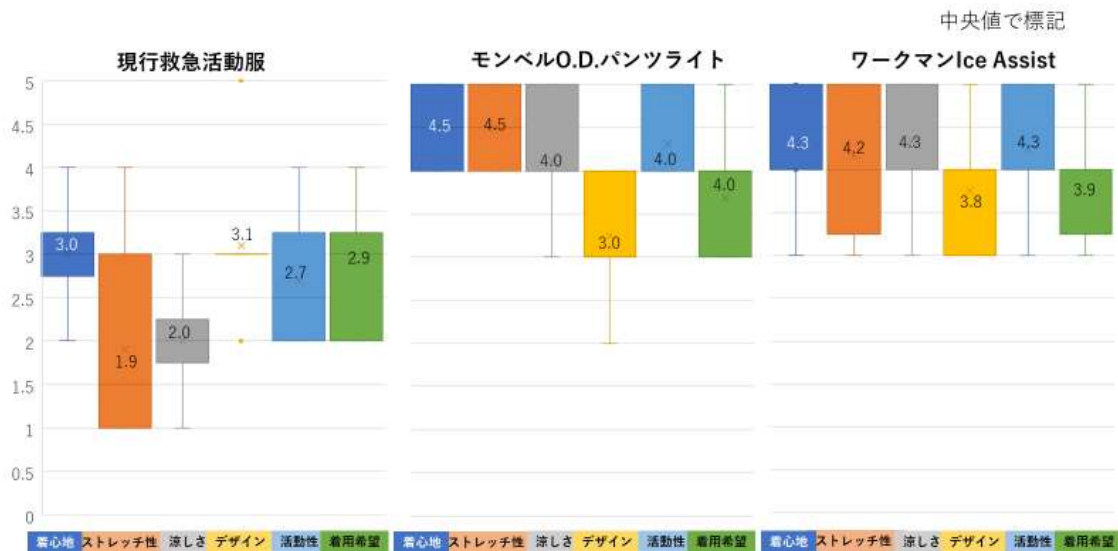


図4 下衣の比較結果

(6) 考察

救急活動服の上に感染防止衣を着用して出動するケースが多い。暑熱環境対応用として背部にベンチレーション機能を有した感染防止衣を作製したが感染防止衣と組み合わせて

着用した際は、救急活動服本体の冷却性能が無ければ暑熱環境対応としては効果が低くなる。近年の市販作業服は、涼感性やストレッチ性等を有する製品が多く、これらと現行救急活動服を比較した結果、市販作業服が着心地等全ての項目で現行救急活動服より高い評価となった。

さらに、林業用作業服や漁業用作業服はそれらの活動に必要な機能を有したデザインとなっているが（図5）、現行の救急活動服は救急活動に特化した機能性は有していない。



図5 活動に必要な機能性を有した作業服の例

救急活動に必要な機能は、上衣については暑熱環境時では感染防止衣を着用することから、上衣を脱いで速乾性のシャツで対応することにより冷却効果を向上させる必要があるため、容易に着脱できるブルゾンタイプが適していると考えられる。下衣は汚染しやすい、大腿部前面に撥水性素材を用い、容易に洗浄・除菌しやすいようにする。また、市販作業服のように大腿部内側にベンチレーション機能を設け、それ以外の素材は活動性を向上させるためのストレッチ素材の使用や縫製仕様を人間工学に基づいて設計することにより、冷却性・作業性を向上させる必要があると考えられる（図6）。

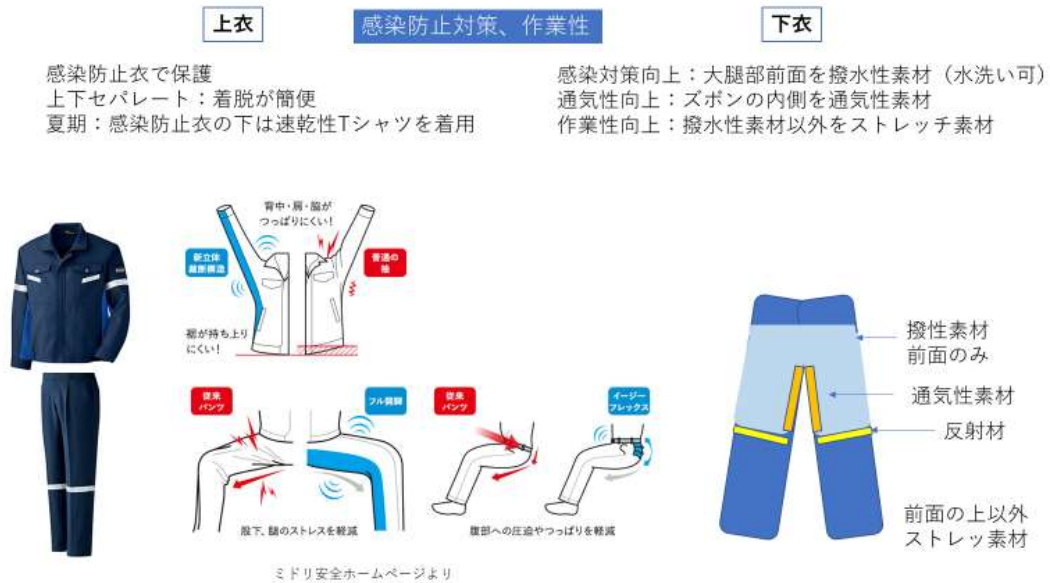


図6 救急活動服に求められる機能

また、近年では救急隊員の火災出場を可能とするために、難燃素材を用いた救急活動服を導入する消防本部が増えている。しかし、救急出動件数に比べ火災出場件数は極めて少ないことから、救急活動を主に考え、火災出場時には難燃性素材のインナーに着替えて対応することも考慮すべきである（図7）。また、難燃素材を必要としない素材を用いている防火衣もあり、導入している防火衣の素材を確認し、救急活動服の仕様を選定すべきであると考え

難燃素材導入の目的：救急隊員の火災時出場が可能となるため

火災と救急の対応件数

火災 365日/ 54件 6.75日に1件

救急 7,279件/365日 1日20件

出雲市消防本部分令和4年（2022）

原則、専従救急隊の第一出動は無い

防火衣の下に難燃素材インナーの着替えで対応可能



F1ドライバーのインナー 難燃素材のシャツ・ズボン

図7 難燃性救急活動服を着用しない際の対応

(7) まとめ

現行の救急活動服は、消防吏員服制基準等に基づき購入されているが、この基準には冷却・作業性能等を考慮した記載はなく、現在の暑熱環境に対応していない。また、救急活動服の上に感染防止衣を着用して出動するケースが多く、感染防止衣と組み合わせて着用した際の冷却性能を考慮する必要がある。

近年の市販作業服は、涼感性やストレッチ性等を有する製品が多く、これらを参考に救急活動に必要な機能を付加し、活動しやすい素材や縫製仕様を用いて冷却性・作業性の向上を図る必要がある。

3 研究結果を踏まえた新デザイン案の作成

(1) はじめに

現行救急活動服と市販作業服の着心地等のアンケート調査による主観的評価結果より、現行救急活動服について、改善が必要であることが確認された。

この結果を基に、救急活動服単体及び感染防止衣と重ね着した場合での冷却性・活動性を考慮して素材・仕様を検討する必要がある。

(2) 目的

着用試験(主観的評価)結果と救急活動内容から、冷却性・作業性を向上させる素材・仕様を検討すること。

(3) 対象

検討対象は現行救急活動服と同じ、上衣(ブルゾン)と下衣(パンツ)の組み合わせとする。加えて、暑熱環境下では上衣(ブルゾン)を脱いでシャツの上に直接感染防止衣を着用する場合があることから、シャツについても検討対象とする。

(4) 主観的評価結果からの改善項目と手法検討

上記(1)項で記載した、アンケート調査による主観的評価結果と救急活動内容を基にして、各アイテムでの改善事項を検討した。

1) : 上衣(ブルゾン)

- ・現行救急活動服における評価項目で改善の必要性は、ストレッチ性>>涼しさ>活動性>着用感の順に高いと考えられる。特にストレッチ性の低さは、活動性の評価にも影響していると推測される。
- ・アンケート調査により、暑熱環境下ではブルズンを脱いでシャツの上に感染防止衣を着用することも確認出来たため、改善については下衣(パンツ)とシャツを先に進める。なお、ブルズンの改善については素材面では特にストレッチ性を優先し、涼しさは縫製仕様で改善を図っていく。

2) : 下衣(パンツ)

- ・現行救急活動服における評価項目で改善の必要性は、ストレッチ性>>涼しさ>活動性>着用感の順に高いと考えられ、この点は上衣(ブルゾン)同様である。ストレッチ性の低さが活動性の評価に影響していると推測される点も同様である。
- ・涼しさの向上には通気性向上等が必要ではあるが、一方で上述の通り、下衣(パンツ)には感染防止性も求められることから、涼しさ改善は縫製仕様で行うこととし、具体的には背面側にベンチレーション機能の導入を考える。

3) : シャツ

- ・上から感染防止衣もしくは救急活動服ブルズンを着用することから、シャツ単体では感染防止性は不要であると考ええる。

- ・涼しさの要素となる通気性，発汗での気化熱冷却や、活動性の要素となるストレッチ性の点から考えて、織物よりもニット素材が好適であると判断する。
- ・吸汗性は必要ではあるが、保水するとベタツキや汗冷えの不快感につながるため、素材は合繊を中心に考える。尚、蒸れ軽減や接触冷感等の機能が加えられれば、より涼しさを体感できると考えられる。

(5) 改善検討

1) : 素材

①上衣 (ブルゾン)・下衣 (パンツ)

救急活動服の伸縮の方法について、文献より身体各部の皮膚伸び率を確認した(表1)。その結果、部位にもよるが垂直方向、水平方向の両方向に対して伸びる部位が多いことから、使用する素材にはタテ方向・ヨコ方向の両方向への伸縮性が必要であると考えられた。

また、暑熱環境下での活動や繰り返しの洗濯・乾燥が想定され、これらの負荷に対して素材が劣化しにくいことが求められる。

以上のことから素材としては、タテ・ヨコ両方向へのストレッチ性に優れたポリエステル織物を選定した(表2)。尚、素材のストレッチ性だけでは伸び率が不十分な部位については、縫製仕様で補完することを検討する。

尚、撥水加工を付与することにより、感染防止性は向上するが、一方で汗を吸わないことで気化熱冷却効果が失われ、耐暑熱性が低下するため、部分的な使用を想定する。

表1 身体各部の最大皮膚伸び率(%)*

部位	垂直方向	水平方向
肩	0	15
脇	10	20
肘	35	20
臀部	40	40
膝	40	15

*織消誌 Vol.38 No.8 (1997)「2. 皮膚伸びへの対応」より抜粋

表2 救急活動服プロトタイプ用織物のストレッチ特性

試験項目		タテ方向	ヨコ方向
伸長率(%)	荷重1分後	7.0	15.5
	荷重1時間後	7.2	16.6
伸長回復率(%)	除重30秒後	87.6	83.3
	除重1時間後	94.8	92.5

※JIS L 1096 : 2010 伸長回復率 定荷重法で測定

②シャツ

- ・通気性・吸水速乾性が必要、接触冷感・吸湿性等があると更に涼しさの体感が向上する。
- ・救急活動時（暑熱環境下）と救急車内・病院内（空調環境下）を行き来するため、様々な状況への対応が求められる。

→東京消防庁ハイパーレスキュー隊にも採用実績のある、吸水拡散ポリエステルと吸放湿ナイロンを組み合わせたニット素材を選定する（図1,2）。

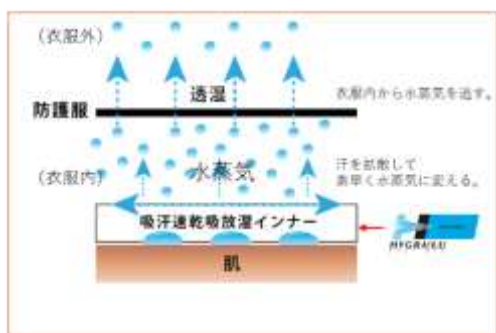


図1 シャツの冷却機能模式図

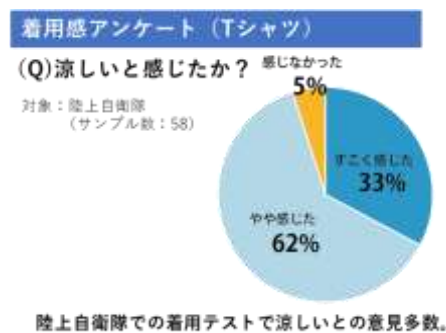


図2 シャツ素材での着用試験結果

2) : 仕様

素材の特性を活かしつつ、かつ不足する機能を補完する様に、縫製仕様を検討する。

① 上衣 (ブルゾン) ・ 下衣 (パンツ)

- ・素材のストレッチ性を活かしつつ、立体的な縫製仕様 (3D 縫製) として、より活動性を高める。
- ・身体背面部等にベンチレーション (通気孔) を設けて冷却性を向上させる。
- ・下衣 (パンツ) の撥水性付与部位については、大腿部前面部を想定する。

②シャツ

- ・発汗による気化熱冷却の効果を高めるため、身体にフィットした仕様。
但し、大量発汗した際に着替え易いように、締め付けの高い素材・仕様は避ける。
- ・暑熱環境下でシャツ+パンツでも整容性 (審美性) を損なわない様、襟付き仕様についても検討する。

上記の考えを基礎とし、また海外の救急隊の救急活動服におけるポロシャツとパンツの組み合わせを参考とし (図3)、新デザイン案を3パターン作成した (図4,5,6)。

これらのデザイン案を基に細部の内容を詰め、プロトタイプ製品の試作を検討する。



図3 海外の救急隊の一例（オーストラリア）

出典：オーストラリア留学センター：オーストラリアでの救急救命士。



図4 救急活動服新デザイン案 ver. 1



図5 救急活動服新デザイン案 ver. 2



図6 救急活動服新デザイン案 ver. 3

(6) 今後の予定

上記素材・仕様を基に救急活動服のプロトタイプを試作し、単体、及び感染防止衣との重ね着での作業性や快適性を評価し、効果と課題について確認する。

まとめ

第1章 冷却性・作業性等を向上させる送風機（ファン）を活用した感染防止衣の研究開発

1 救急活動上の適切な送風機（ファン）位置についての検討

救急活動中に支障を来さない適切なファン位置について、救急シミュレーションを行い検討した結果、ファン位置は腰部位置が適切である。また、実使用について空気感染や有毒ガスの対策や屋内での着用や聴診を行う際の風量調整が簡便にできるよう改善が必要である。

2 フィルター装着時のファン風速についての検討

空気感染対策で使用する N95 マスクと同様の性能をもつ空気清浄フィルターを装着した結果、フィルター有無別で風速に大きな差は認められなかったことから、空気感染対策時にファンにフィルター装着が可能であることが示唆された。しかし、有毒ガスについては透過性に限らず人体影響を及ぼす可能性があるためフィルター装着による対策はせず、ファンを作動させず使用することが必要である。

3 ファン付き感染防止衣使用時のファンから流入した空気の流出についての検討

救急活動中の姿勢により首元からの空気流出量に違いがみとめられた。特に中腰姿勢では空気流出が増すため、空気感染や有毒ガスの対応には、N95 マスクや防護マスクを装着し、それらに対応可能なフィルターをファンに装着するか、危険性が考慮される救急事案ではファンを作動させないなどの対応が必要である。

4 市販冷却製品の救急活動時の使用についての検討

市販冷却製品（頸部冷却リング、ペルチェ素子冷却ベスト、腰掛けベルトファン）の救急活動の使用について検討した結果、暑熱環境で体温上昇と冷却効果を得るためには、様々な市販冷却製品の特性を確認し活用する必要がある。

5 ファン付き感染防止衣の実装試験とアンケート調査

空調ファンの騒音やバッテリーの重さ、狭小な現場での空調ファンの引っ掛かり（ファンの厚みの手すり等に当たる）による作業性の低下等、多くの改善要望が課題として提示された。

第2章 冷却性・作業性等を向上させる救急活動服の研究開発

1 救急活動服アンケート調査

全国の救急隊員からのアンケート結果から、素材や構造、付属品など、多くの箇所で改善や改良する点が認められた。今後はより具体的なデザインを検討していくことが必要であり、現在の生地や縫製技術を活かし、現状に即した救急活動服の開発が必要であり、製品化に向け研究を継続する必要がある。

2 現行救急活動服と市販作業服の着心地等の比較

現行の救急活動服と市販作業服との着用実験を行った結果、現行救急活動服よりも市販作業服が着心地等が優れていた。近年の市販作業服は、涼感性やストレッチ性等を有する製品が多く、これらを参考に救急活動に必要な機能を付加し、活動しやすい素材や縫製仕様を用いて冷却性・作業性の向上を図る必要がある。

3 研究結果を踏まえた新デザイン案の作成

素材はタテ・ヨコ両方向へのストレッチ性に優れたポリエステル織物を選定した。素材のストレッチ性を活かしつつ、立体的な縫製仕様（3D縫製）として、より活動性を高め、身体背面部や大腿部内側等にベンチレーション（通気孔）を設けて冷却性を向上させ、シャツは発汗による気化熱冷却の効果を高めるため、身体にフィットした仕様とする必要がある。

謝辞

本研究に協力いただきました、出雲市消防本部、松原氏消防本部及び全国の救急隊員の皆様に感謝申し上げます。

研究体制

研究代表者 ユニチカトレーディング株式会社 技術開発部
部長 山田 博夫

研究協力者 広島国際大学 保健医療学部 救急救命学科
教授 安田 康晴
広島国際大学 保健医療学部 救急救命学科
准教授 佐々木 広一

研究支援者 出雲市消防本部 警防課救急救命センター
センター長 梶谷 貴志

松原市消防本部 総務課庶務係
係長 田川 勇太

2023年（令和5年）4月現在の所属・役職で記載