

# 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

## 研究開発の体制

- 研究期間：1年間（令和5年度）
- 代表研究機関：ユニチカトレーディング株式会社（研究代表者：山田 博夫）
- 研究協力機関：広島国際大学
- 研究支援機関：出雲市消防本部，松原市消防本部

## 目標

○ファン付き感染防止衣の感染リスクについて検討しプロトタイプを作製する。着用時の救急活動シミュレーション実験により改善点等を明らかにし開発し、併せて使用ガイドラインを作成する。冷却・作業性を向上させる救急活動服の開発研究について、既存救急活動服の改善点等に関するヒアリング・アンケート調査を実施しプロトタイプを作製する。着用時の救急活動シミュレーション実験により改善点等を明らかにし開発する。

## 成果

### ○ファン付感染防止衣

各種シミュレーション試験とプロトタイプによる実装試験の結果から、冷却効果に対して、救急活動時の作業性(聴診時のファン騒音や空調ファンの引っ掛かり)や感染防止対策等の課題の方が大きいことが確認された。

### ○冷却・作業性を向上させる救急活動服

全国の救急隊員へのアンケート調査から、素材・構造・付属品等、多くの箇所で改善・改良する点が認められ、また市販作業品等の素材技術によって改善・改良が可能であることが確認出来、これらを基にプロトタイプ製品を作製した。



図1.ファン付感染防止衣  
プロトタイプ製品



図2.救急活動服  
プロトタイプ製品

## 今後の展開

- ファン付感染防止衣：冷却効果と救急活動時の作業性・感染防止性改善が出来る仕様改善、ガイドライン作成を進める。
- 冷却・作業性を向上させる救急活動服：プロトタイプ製品単体及び感染防止衣との重ね着での各種評価を進める。

## 【当初の目標】

ファン付き感染防止衣の感染リスクについて検討しプロトタイプを作製する。

着用時の救急活動シミュレーション実験により改善点等を明らかにし開発し、併せて使用ガイドラインを作成する。

冷却・作業性を向上させる救急活動服の開発研究について、既存救急活動服の改善点等に関するヒアリング・アンケート調査を実施しプロトタイプを作製する。着用時の救急活動シミュレーション実験により改善点等を明らかにし開発する。

## 【研究開発の成果】

### ○ファン付き感染防止衣

- ・各種シミュレーション試験とプロトタイプによる実装試験を行った。その結果、冷却効果に対して、救急活動時の作業性や感染防止対策等の課題の方が大きいことが確認された。

【確認事項】 ファン位置（腰部が最適）、冷却効果（実感有）、ファンへのフィルター付与（風速維持可能）、等

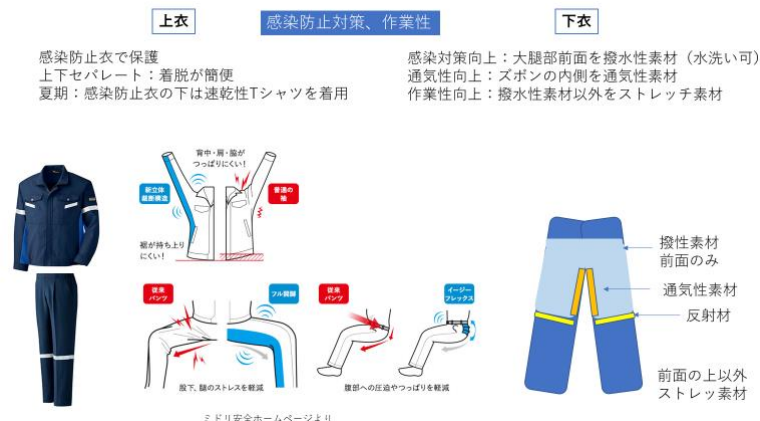
【課題事項】 ファン騒音（聴診を阻害）、バッテリー重量（作業性低下）、狭小場所での作業中のファン脱落、感染防止の為の作業ガイドラインの作成、等

### ○冷却・作業性を向上させる救急活動服

- ・全国の救急隊員へのアンケート調査から、素材・構造・付属品等、多くの箇所で改善・改良する点が認められた。
- ・市販作業品等の素材技術によって改善・改良が可能であることが確認出来た。
- ・上記を基にプロトタイプ製品を作製した。



ファン付き感染防止衣のファン位置検証実験



救急活動服に求められる機能

## 【 当初の目標時における課題 】

- ファン付き感染防止衣の感染リスクと冷却・作業性等の検討
- 救急活動時の冷却・作業性を向上させる救急活動服の素材・デザイン等の検討

『成果達成までのロードマップ』

### 1 年次

#### ファン付き感染防止衣の開発研究

- ・ 感染リスクとファン位置の検討
- ・ プロトタイプ of 作製

#### 冷却・作業性を向上させる救急活動服の開発研究

- ・ 既存救急活動服の改善点等のヒアリング・アンケート調査
- ・ プロトタイプ of 作製

### 2 年次

#### ファン付き感染防止衣の開発研究

- ・ プロトタイプ着用の救急活動シミュレーション実験
- ・ プロトタイプ of 改良と製品開発

#### ファン付き感染防止衣使用ガイドラインの作成

#### 冷却・作業性を向上させる救急活動服の開発研究

- ・ プロトタイプ着用の救急活動シミュレーション実験
- ・ プロトタイプ of 改良と製品開発

※申請時は2年計画で提出、審査の結果、1年間となった。

# ファン付き感染防止衣のファン位置検証実験

ファン位置の異なる市販空調服でシミュレーションを実施

出雲市消防本部 救急隊員20名 2023年7月～10月



## 救急活動上のファン位置等についての意見

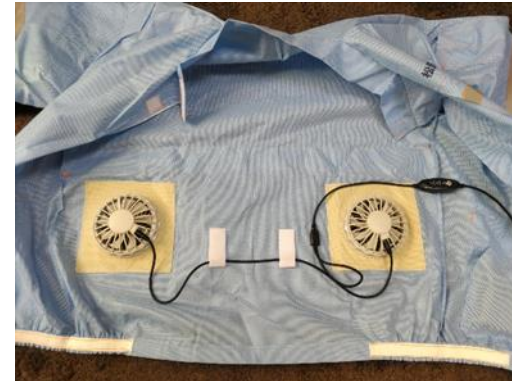
- ・腰部にファンがあったほうが良い。
- ・背中にファンがあると運転時に支障がある。
- ・屋内での活動、聴診、聴取、送風音が障害となる。
- ・資器材等を肩にかけて移動する際など支障になる。
- ・交通事故などで反射ベストを着用する際には支障となる。

# ファン付き感染防止衣の実装実験

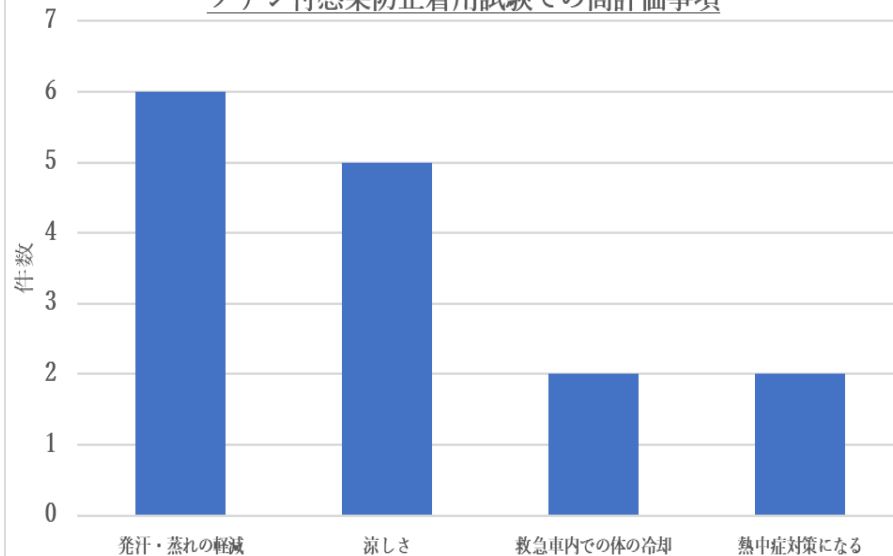
## ファン付き感染防止衣の着用実験

松原市消防本部 救急隊員12名

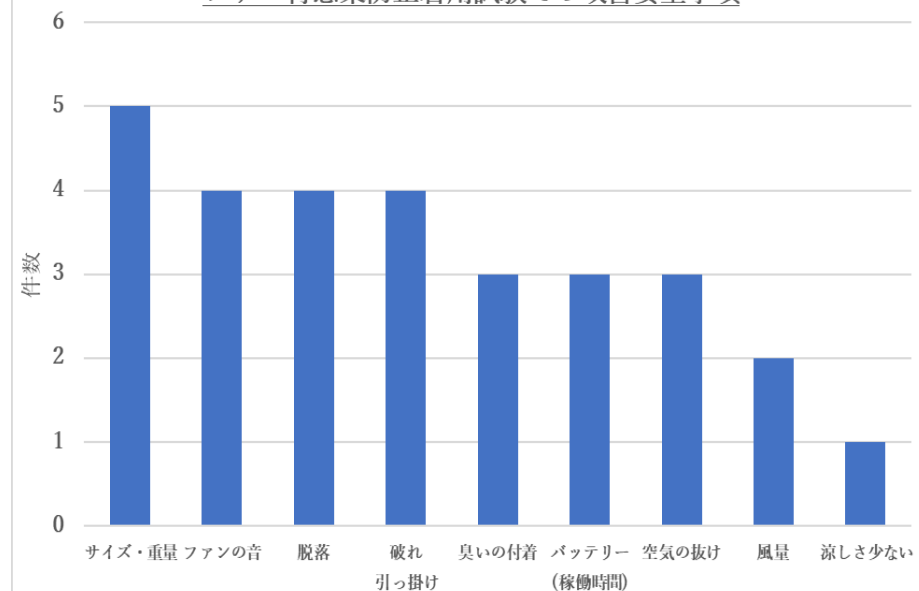
2023年9月～10月



ファン付感染防止着用試験での高評価事項



ファン付感染防止着用試験での改善要望事項



ファンによる冷却効果を体感できたが、活動上の支障もある

# ファン付き作業服での空気流動確認

姿勢の違いによるスモークのPM値を測定



PM値 : 102ppm

PM値は最大値



PM値 : 960ppm

活動により、首元からの空気流出が異なる

中腰で顕著に首元の濃度が上昇

フィルターによる対策が必要？

# フィルターによるファン風速の確認

フィルター無



フィルター有



空気清浄フィルターKTJBSTF 康東株式会社製  
0.3 $\mu$ mまで不透過

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

| 風量設定   | 4               | 3               | 2               | 1               |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| フィルター無 | 3.25 $\pm$ 0.07 | 2.81 $\pm$ 0.03 | 2.41 $\pm$ 0.06 | 2.22 $\pm$ 0.07 |
| フィルター有 | 3.23 $\pm$ 0.07 | 2.79 $\pm$ 0.02 | 2.40 $\pm$ 0.04 | 2.21 $\pm$ 0.10 |

風速が安定した5秒間の最大値5回で比較 (m/sec)

フィルターの有無で風速の差は認められなかった

# 【 研究開発の成果 】

## ○ファン付き感染防止衣

### 【確認事項】

- ・ファン位置（腰部が最適）
- ・冷却効果（実感有）
- ・ファンへのフィルター付与（風速維持可能）
- ・感染防止衣内の空気漏れ（対象事案により空調停止が必要）

### 【課題事項】

- ・ファン騒音（聴診等の活動を阻害）
- ・バッテリー（重量による作業性低下）
- ・狭小場所での作業中のファン脱落
- ・感染防止衣内の空気漏れ

### 【対策】

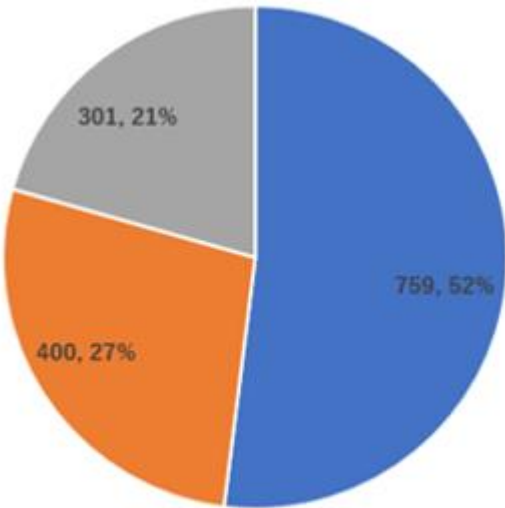
- ・活動時のファン風量設定機能の付加
- ・バッテリーの軽量化と配置位置の改良
- ・ファン取り付け機能の強化
- ・感染防止衣着用ガイドラインの作成

# 救急活動服アンケート調査

63消防本部、救急隊員1,460人：2023年6月1日～6月30日

## 立体構造の必要性

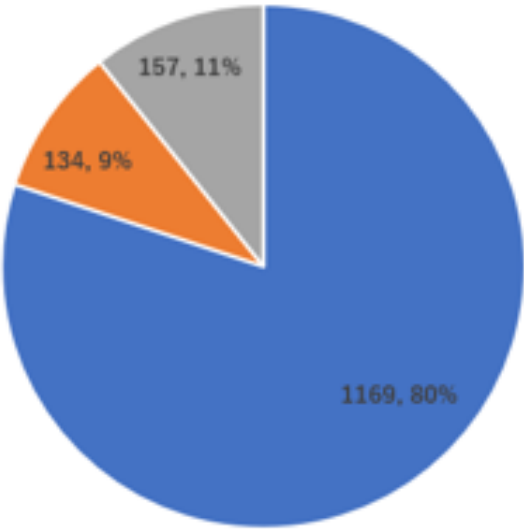
52%が必要性を感じていた



■ 必要 ■ 不要 ■ どちらともいえない

## ストレッチの必要性

80%が必要性を感じていた



■ 必要 ■ 不要 ■ どちらともいえない

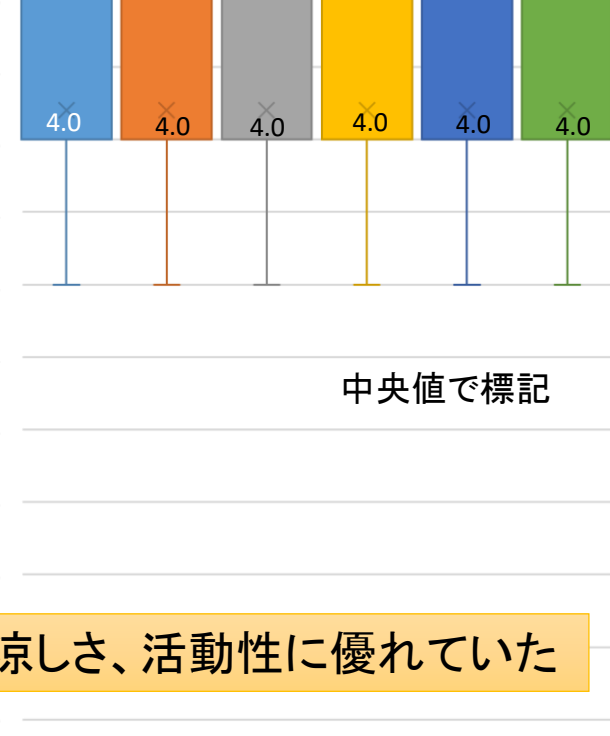
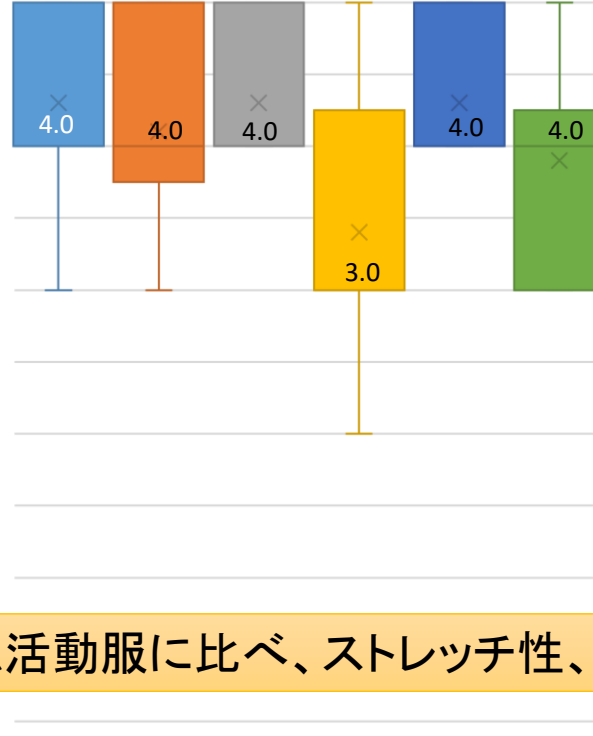
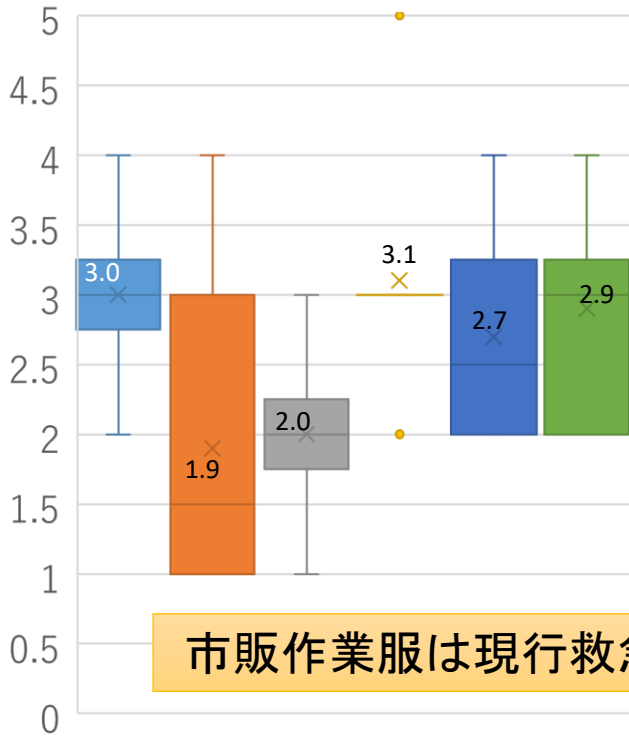
# 現行救急活動服と市販作業服の活動性等の比較(上衣)

出雲市消防本部 救急隊員20名 2023年7月～10月

現行救急活動服

ワークマンIce Assist

ワークマンWMBest



中央値で標記

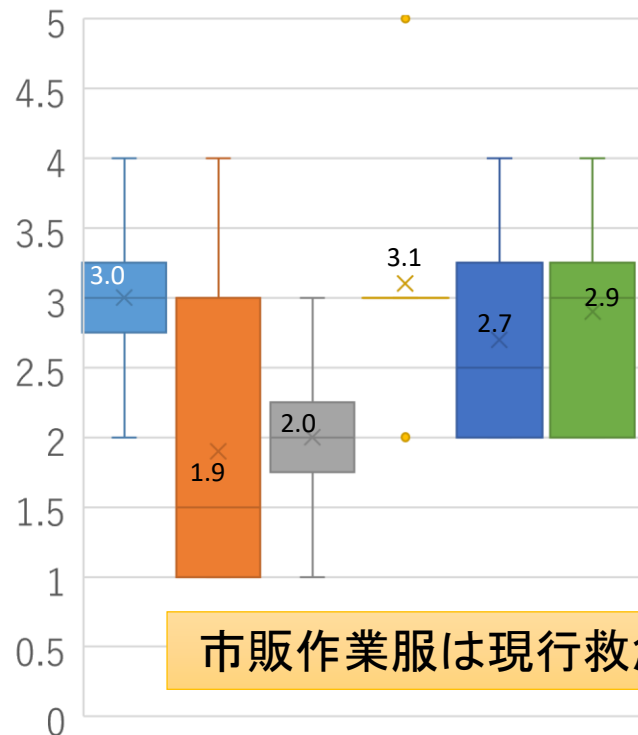
市販作業服は現行救急活動服に比べ、ストレッチ性、涼しさ、活動性に優れていた

着心地 ストレッチ性 涼しさ デザイン 活動性 着用希望 着心地 ストレッチ性 涼しさ デザイン 活動性 着用希望 着心地 ストレッチ性 涼しさ デザイン 活動性 着用希望

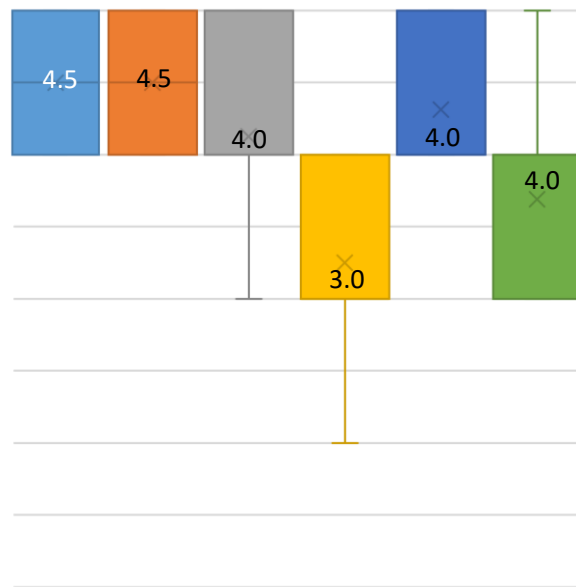


# 現行救急活動服と市販作業服の活動性等の比較(下衣)

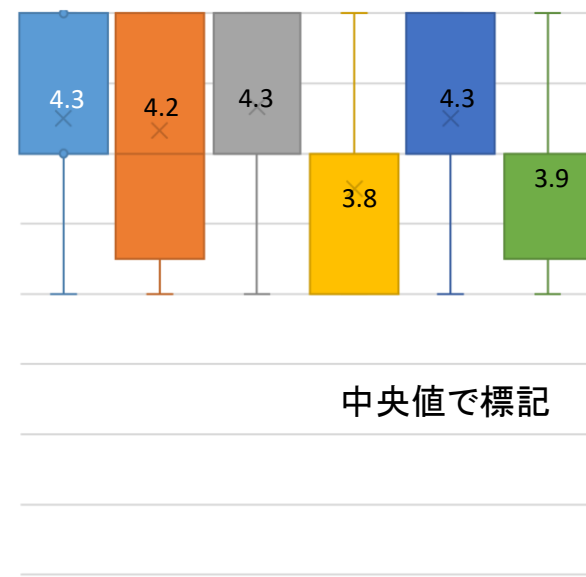
現行救急活動服



モンベルO.D.パンツライト



ワークマンIce Assist



中央値で標記

市販作業服は現行救急活動服に比べ、ストレッチ性、涼しさ、活動性に優れていた

着心地 ストレッチ性 涼しさ デザイン 活動性 着用希望 着心地 ストレッチ性 涼しさ デザイン 活動性 着用希望 着心地 ストレッチ性 涼しさ デザイン 活動性 着用希望



# 救急活動時の冷却・作業性を向上させる プロトタイプ救急活動服の作製

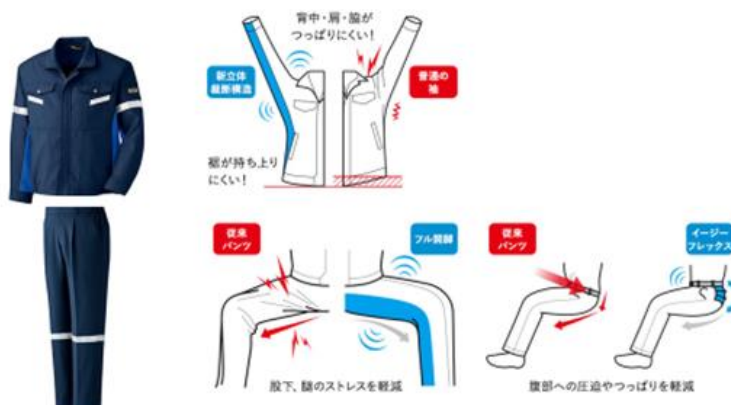
**上衣**

感染防止衣で保護  
上下セパレート：着脱が簡便  
夏期：感染防止衣の下は速乾性Tシャツを着用

**感染防止対策、作業性**

**下衣**

感染対策向上：大腿部前面を撥水性素材（水洗い可）  
通気性向上：ズボンの内側を通気性素材  
作業性向上：撥水性素材以外をストレッチ素材



背中・肩・脇が  
つばりにくい！

新立体  
脱着構造

裾が持ち上り  
にくい！

従来の  
縫製

従来の  
パンツ

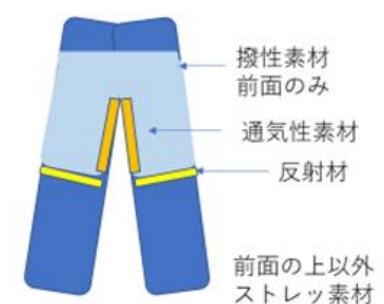
フル長袖

従来の  
パンツ

イージー  
フレックス

股下、脇のストレスを軽減

腰部への圧迫やつばりを軽減



撥水性素材  
前面のみ

通気性素材

反射材

前面の上以外  
ストレッチ素材

ミドリ安全ホームページより

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   |

プロトタイプ救急活動服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 |

# 【 研究開発の成果 】

## ○冷却・作業性を向上させる救急活動服

### 【確認事項】

- ・アンケート調査  
(現行救急活動服の改善点、作業性・ストレッチ性向上のニーズ有り)
- ・現行救急活動服と市販作業服との比較  
(市販作業服の作業性・ストレッチ性・清涼性が優れていた)

### 【課題事項】

- ・ストレッチ性の向上
- ・作業性の向上
- ・清涼性の向上
- ・感染対策の向上

### 【対策】

- ・ストレッチ性のある織物の採用
- ・3D縫製の採用
- ・ベンチレーション機能の付加
- ・大腿部前面の撥水加工の付加

# 救急活動時の冷却・作業性を向上させるプロトタイプ救急活動服



- ストレッチ性素材、立体的な縫製仕様（3D縫製）による活動性の向上
- 身体背面部等にベンチレーション（通気孔）を設けた冷却性の向上
- 下衣（パンツ）の大腿部前面部を撥水性とした感染対策防止対策の向上

## 【目標の達成度合と課題の解決状況】

### ○ファン付き感染防止衣：感染リスク検証，ファン位置検証，プロトタイプ製品作製まで完了

| 検証事項       | 結 果                                                                                 |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 送風機(ファン)位置 | 救急シミュレーションの結果、腰部が適切と判断。<br>実使用には空気感染・有毒ガス対策や屋内着用・聴診時の風量調整の簡便化等が必要。                  |
| 空気清浄フィルター  | 有無でファン風速に大差は認められず、空気感染対策にフィルター装着は可能。<br>有毒ガスには効果がないため、救急事案によりファンを停止することが必要。         |
| 救急活動時の姿勢   | 姿勢により首元からの空気流出量に違い有。特に中腰姿勢で空気流出が増す為、N95マスクや防護マスクの装着、ファンへのフィルター装着、ファン停止等の対策が必要。      |
| 市販冷却製品使用   | 暑熱環境で冷却効果を得るには様々な市販冷却製品の特性を確認し活用することが必要。                                            |
| プロトタイプ製品   | 試作し着用実装試験を実施。冷却性は確認出来たが、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による作業性の低下等、多くの改善要望が提示された。 |

### ○冷却・作業性を向上させる救急活動服：既存救急活動服の改善点ヒアリング，改善方法検討，プロトタイプ製品作製まで完了

| 検証事項      | 結 果                                                                             |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|
| アンケート調査結果 | 全国の救急隊員に実施、素材・構造・付属品等、多くの箇所で改善・改良点が認められた。                                       |
| 市販作業服との比較 | 着用試験実施した結果、市販作業服が着心地等で優れていた。特に涼感性やストレッチ性等に優れており、これらを参考に救急活動服に必要な機能を付加し、開発する必要有。 |
| プロトタイプ製品  | 研究結果より、気化熱冷却に優れたニットシャツ×ストレッチ性ポリエステル織物パンツを検討。活動性を考慮した3D縫製仕様等でプロトタイプ製品を作製した。      |

※当初のロードマップにおける1年次研究計画までは完了。2年次研究計画の完了までは至らなかった。

## **【 研究終了時点で、課題解決に至らなかった理由 】**

### **○未達成事項**

#### **ファン付き感染防止衣**

- ・プロトタイプ着用の救急活動シミュレーション実験
- ・プロトタイプの改良と製品開発
- ・ファン付き感染防止衣使用ガイドラインの作成

#### **冷却・作業性を向上させる救急活動服**

- ・プロトタイプ着用の救急活動シミュレーション実験
- ・プロトタイプの改良と製品開発

### **○課題解決に至らなかった理由**

検証の結果、目的とした冷却効果に対して改善すべき課題が非常に多く、また難易度が高いことが判明。かつ感染防止性を維持した状態での改善が必要である為、期間内での完了には至らなかった。

## **【 今回の研究成果について、今後の展開 】**

### **ファン付き感染防止衣**

- ・冷却効果を維持しつつ救急活動時の作業性・感染防止対策を改善するための製品仕様の改善や使用におけるガイドライン作りを進めていく。

### **冷却・作業性を向上させる救急活動服**

- ・製品について単体及び感染防止衣との重ね着での各種評価を進め、効果と課題について検証を進めていく。

## **【 製品化、システム運用、制度化など、広く実用するための課題 】**

プロトタイプ製品での検証と改善、ガイドライン作成が急務である。