

消防災科学技術研究推進制度の紹介

消防防災分野における課題解決や重要施策推進に資するため、 消防防災科学技術研究推進制度(競争的資金)により研究開発を推進し、 研究者等からの優れた提案に対し研究開発資金を配分しています。

〈令和元年度〉新規採択の研究課題は8件です

G空間とICTを活用した 大規模防火対象物における防火安全対策の研究開発

連携消防機関 さいたま市消防局 / 千葉市消防局 研究代表者 日本消防設備安全センター 木原 正則

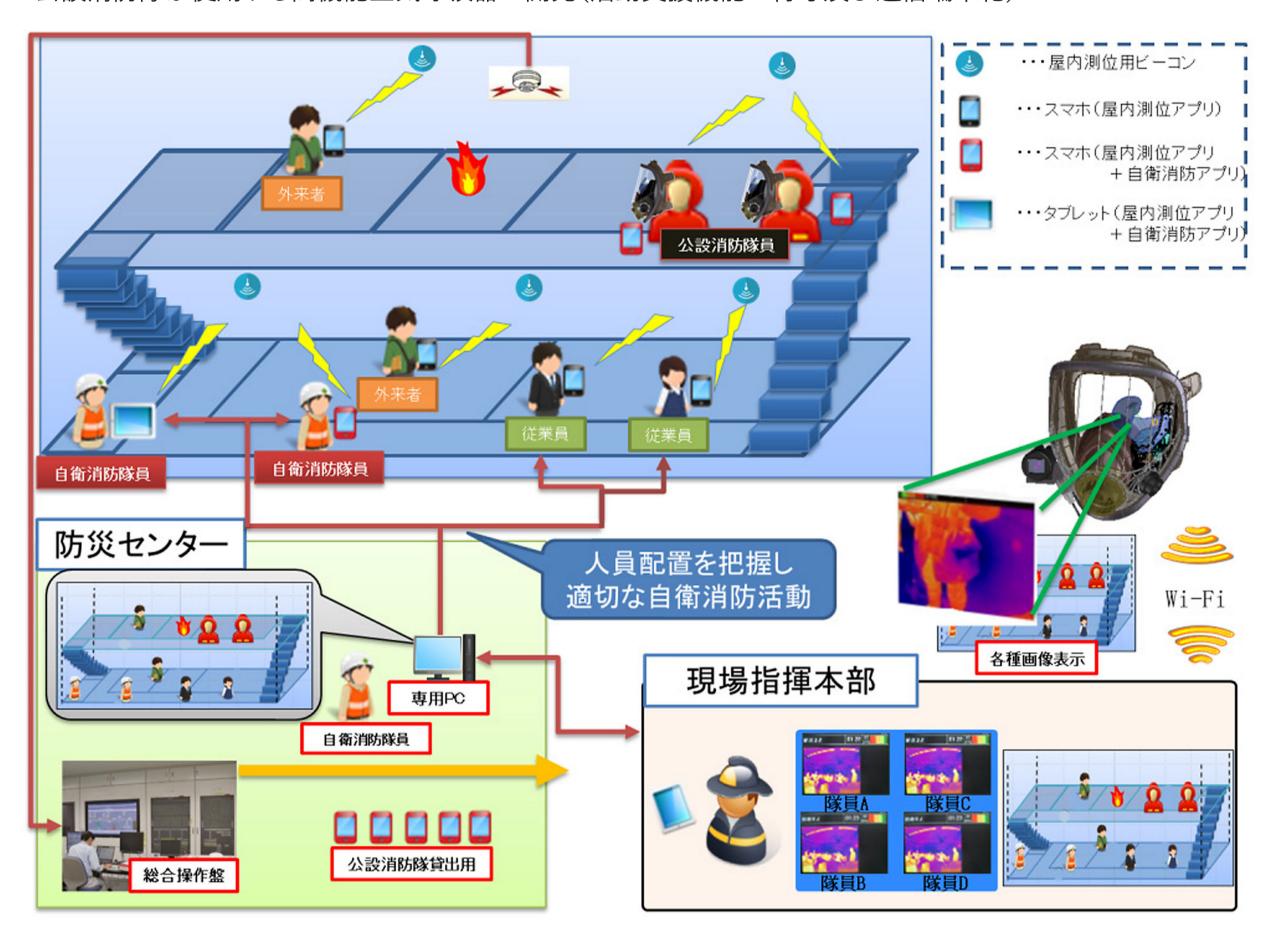
研究 目的

屋内測位システムとICTを活用した、自衛消防活動と公設消防活動を支援するシステムを開発し、従来よりも 効率的で安全な自衛及び公設消防活動を実現する。

防火対象物の一層の大規模化により、在館者数の増加や避難時間の長大化により、避難誘導などを行う自衛 消防活動(従業員)の困難性が高まっている。また、公設消防活動でも在館者数及び検索範囲の増加により、逃 げ遅れ者の検索・救助に要する時間が長大化する。

アプ

- ・ICTを活用し自衛消防活動を支援するシステムと在館者位置を捕捉する屋内測位システムの連携 (G空間自衛消防支援システム)
- ・公設消防隊が使用する高機能空気呼吸器の開発(活動支援機能の付与及び通信端末化)



今後の 取組み

- ・G空間自衛消防支援システムの製品化へ向けた改善、改良
- ・高機能空気呼吸器の製品化へ向けた改善、改良

被服学的機能解析による活動プロトコルに即した 救急隊活動服設計のエンジニアリング

研究代表者 □ 信州大学 若月 薫

連携消防機関 ■ 相模原市消防局 / 上田地域広域連合消防本部



現在の救急隊の活動は機材を運び現場処置を行 うため、運動性・機能性に優れた救急隊活動服が必 要。また、感染防護衣との重ね着が前提となった今、 活動服とセットで検討を実施する必要がある。

研究実施 内容

2019.4-2020.3(第一年度)

- 救急隊活動服の設計指針に取り入れるべき項 目・性能の検討
- ・救急隊員からのヒアリング・アンケート調査と被服 学各分野に切り分けられた現行救急隊活動服の機 能性評価

救急隊員の活動状況(活動環境、動作、リスクの ケース分け)を基本とした、現実的な活動服設計指針 と方向性の提案し、これまでの防護服設計法とは異な る、被服学とIT技術を加えた新たな防護服設計手法 の確立と社会実装の提案を行う。

2020.4-2021.3(第二年度)

前年度結果をインテグレーションし、救急隊活動 服が標準で持つべき設計指針の明確化

・救急活動で標準として持つべき活動服構造の最適 化、シミュレーション・プロトタイプ試作し検討

現状 現在の救急隊活動服は、昭和42年の服制基準 により色や形の基準が定められ、傷病者の搬送を目 的とした時代の仕様。しかし救急救命士制度等によ り機材を運び現場処置を行う活動へと変化。



過酷な活動状況で使用される場合があり、消防活 動の中で最も大きな動作性・身体的負担(例:狭い 空間やひざをつくなどの布地へのストレス、発汗、ヒー トストレス・ヒートショック)などが発生するため、現在の 救急活動に適した活動服の改良が必要。



救急活動で標準として持つべき救急隊活動服の 機能性及びその設計指針を提供し、効率的な救急 活動への活動服仕様改良へつなげる。



・消防庁における救急隊活動服が標準として持つ べき設計指針(ガイドライン)の提示

・救急隊員の活動リスクアセスメントに基づいた活 動服(含、感染防護衣)の性能設定・デザインと調 達における選定根拠などへ活用

・防護服開発で検討すべき項目と性能の明確化



高粘度液体を用いた木造密集市街地 及び伝統的建造物の消防技術の開発

研究代表者 工学院大学 後藤 治

連携消防機関 長野市消防局 / 糸魚川市消防本部



本研究は、付着性の高い高粘度液体※に着目し、木造密集市街地の板軒、 板壁や茅葺き屋根の伝統的建造物の延焼防止に自主防災組織が使用でき る消防設備の開発を目的としている。

※高粘度液体は、水に無機物を混合した液体で、水と同様に散布可能で、水のよう に流れ落ちず、対象物に保水した状態で付着する。



高粘度液体

8.7kg

図1 高粘度液体

散布終了時

付着状態

表面付着量

図2 茅への付着量



平成29年度の本制度の研究により、茅葺き屋根につ いては、下記の性能及び効果を実証済みで、関連する消 防設備の開発を行った。

①高い付着性 ②高い延焼防止効果

③高い燃焼抑制効果

④環境への影響が少ない



本年度の研究では、平成29年度研究で開発した設備を改良 すると同時に、より広範囲に使用できる積載型(車載型、牽引型 等)の設備を開発する。また、高粘度液体の板軒、板壁等への付 着性能を検証し、木造密集市街地の延焼防止のために効果的 な設備と消防方法を研究する。

また、凍結すると高粘度液体の散布が困難になるため、冬季 の凍結を防止できる保管容器の開発を行う。設備の開発にあ たっては、長野県の長野市消防局、新潟県の糸魚川市消防本部 の協力を得て、ワークショップを行う。



1kg

図3 平成29年度研究で開発した設備



図4 糸魚川市の木造密集市街地



図5 板への付着状況

※本内容は能美防災株式会社、工学院大学および東京理科大学による産学共同研究である。

ケイ酸化合物系消火剤を用いた 油火災消火に関する研究

研究代表者 宮崎大学 塩盛 弘一郎 連携消防機関 日向市消防本部



ケイ酸化合物系消火剤を加熱する と発泡して固体泡が生成する。生成し た固体泡を油面上に浮遊させて被覆 すれば、固体泡は800°Cまで消泡せ ず、窒息作用による効果的な消火が 期待される。

また、固体泡は油に溶けないため、 発泡した消火剤を固液分離すれば、 消火後の原油を再び利用可能である。

油火災には、界面活性剤を主成分とする泡消火 剤が利用されている。油火災に対してケイ酸化合物 消火剤を噴霧して消火した例は無い。



- ・ケイ酸化合物消火剤の液体または粉体を用い た空中発泡現象の発現条件獲得 ・固体泡の油面浮遊および耐油性評価
- 〈定量評価〉 ・一般家庭の油消火:天ぷら油の消火実験
- - 自己発泡型の消火剤を開発

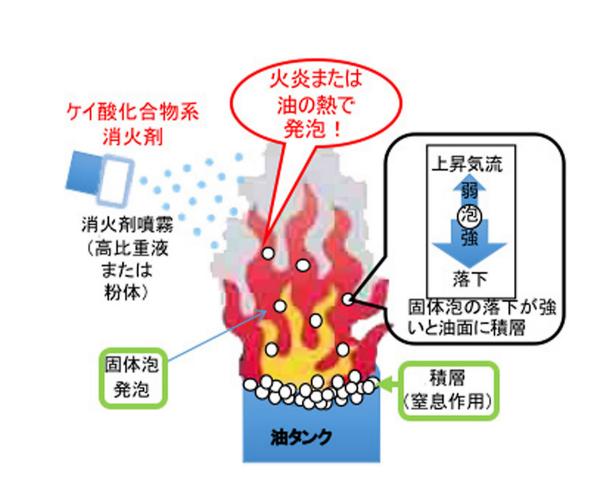


・天ぷら油火災規模からB火災消火能力の評価

検討していく。

- ・タンク火災消火:ガソリンまたはn-ヘプタンを用い たB火災消火実験 ・油火災に適したケイ酸化合物ベースの感温性
- 感温性自己発泡型の消火剤を実用化し、普及を

- ・一般家庭の油消火を対象とした液状および粉末のケイ酸化合 物消火剤による天ぷら油の消火実験の実施と再現性ある消火 実験モデルの構築
- ・ケイ酸化合物消火剤の油中・表面での発泡特性の評価 ・ケイ酸化合物固体泡の油面浮遊および耐油性の評価
- ・天ぷら油火災に適したケイ酸化合物消火剤の調製条件の探索 ・ケイ酸化合物消火剤の空中発泡現象の確認と発泡条件探索

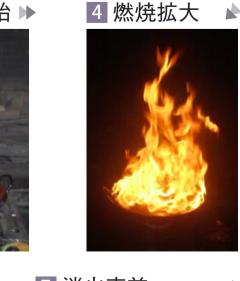




















消防庁

消防活動計画の立案支援のための 物理的市街地火災延焼シミュレータの高度化

研究代表者 京都大学 西野 智研

連携消防機関 茨木市消防本部



課題

2016年に新潟県の糸魚川市で発生した大規模火 災は、現代の市街地においても強風時には大規模な 延焼火災のリスクが依然として存在することを示し た。特に、強風時の市街地火災における消防活動の 難しさが強く認識され、各地で消防活動計画の見直 しが進められている。

「強風時の市街地火災の延焼拡大を抑制するため に、消防隊はどのように活動すれば良いのか」という 問いに対し、答えの探索を支援するためのツールと して、消防隊による活動の効果が反映された市街地 火災の物理的延焼シミュレーションモデルを開発す

現代の市街地においても強風時には大規模 現状 な延焼火災のリスクが依然として存在することが 認識され、強風時の市街地火災を想定した消防

活動計画の策定の必要性が指摘されている。 「消防隊がどのように活動すると、市街地火災 の延焼拡大はどのように抑制されるのか」を予測 することによって、消防活動計画の立案を支援

するためのツールが必要。 消防隊による放水活動の効果が反映された 目標 市街地火災の物理的延焼シミュレーションモデ ルを開発する。また、試験運用を行い、実際の密 集市街地を対象にした消防活動計画立案の実

消防活動計画の立案プロセスを大きく変えるこ 展開 とにつながるとともに、地域によらず消防防災実務 で活用可能な標準的手法を提示することになる。

務的な観点から、ツールの評価・改善を行う。

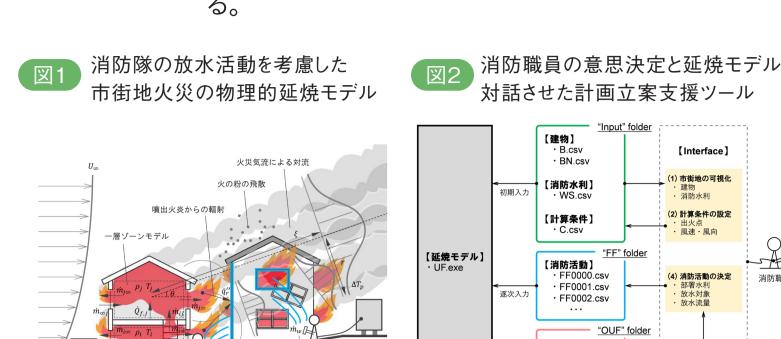
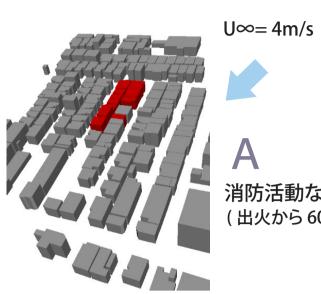
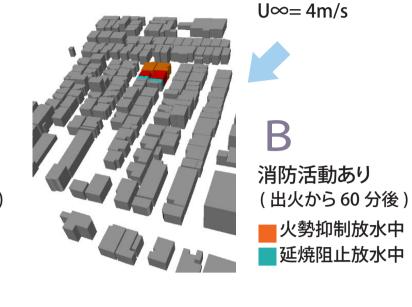


図3 消防活動を考慮した延焼シミュレーションの例





UF0002.csv

ふく射熱遮断スプリンクラーの開発

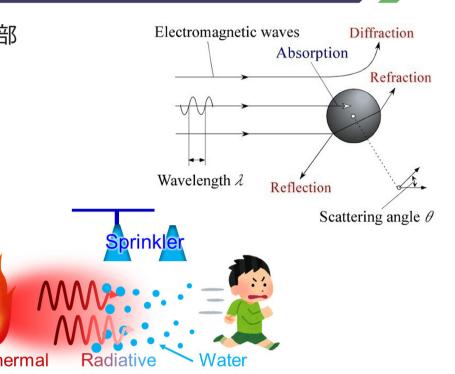
研究代表者 Ⅰ 山形大学 江目 宏樹

連携消防機関 置賜広域行政事務組合消防本部

目的

火災現場のような高温場においては、目に見える炎に加え、目に 見えない熱ふく射(電磁波)も消火活動において多大な影響を持 つ。この熱ふく射による延焼や火傷等を防ぐ消防設備の実現が望ま れている。

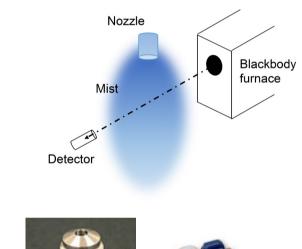
本研究では、熱ふく射を遮蔽するため、スプリンクラーから放出され る水粒子と熱ふく射間の伝熱現象を解析し、消火のみを目的としてい るスプリンクラーに「ふく射遮蔽性能」を持たせることを目的とする。



理論的ふく射伝熱解析

ミスト層の

全反射率



理論解析により予測される最適粒径に近い噴 霧粒径を持つ市販ノズルと最適粒径からは外れ る噴霧粒径を持つ市販ノズルの二種を用意し、そ のノズルにより形成されるミスト層のふく射遮蔽 性能を実験的に評価した。

最適粒径に近い噴霧粒径を持つ市販ノズルの ほうが高いふく射遮蔽性能を持つことを確認した。





本研究コンセプトの有用性の実証

簡易実験による本研究コンセプトの有用性の確認



理論解析による最適粒径の解明

目指す社会実装

取組み

単一水粒子の

ふく射物性

- ・ふく射遮蔽設備の実現 → 消防法に定められる給油取扱所の設置基準の緩和
- ・消火ホースのノズル部分への応用

→ふく射伝熱解析 ——→ 定量的評価

- → 消防車両や近隣建築の熱変形の防止
- → 火災被害の抑制

これからの研究計画

- ・遮蔽能評価実験の高精度化
- ・ミスト遮蔽能のスペクトル評価
- ・煤(すす)が及ぼす影響の評価 ・周囲環境からの伝熱(対流熱伝達)を考慮した最適化
- ・燃料の違いによる火炎スペクトルを考慮した最適化
- ・炎を使った実証実験

高精度地図を用いた林野火災の消火活動を 支援する全天候型映像プラットフォーム

研究代表者 北九州市立大学 奥田 正浩

連携消防機関 北九州市消防局

目的

災害現場映像が紐付けされた地図プラットフォームの実用可能性調査を実施する。これにより、林野火災等の状 況が画像により把握でき、迅速な全体把握を可能にする。また、地図がベースとなることで災害前後の情報比較が 容易となる。このプラットフォーム開発は次の要素技術からなる。

- ドローン等から取得された映像を、GPSや現場に配置したマーカーが 与える位置情報を頼りに地図上の正確な位置にマッピングする技術
- LED可視光通信と画像処理を併用することで映像を地図にマッピング する技術
- 最新画像処理により天候に影響されること無く、夜間でもクリアな映像 が得られ災害認識性能を向上させる技術

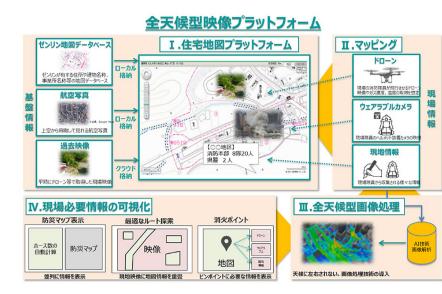


図1 研究概略図

実証

北九州市消防局及び株式会社ゼ ンリンとの連携で、仮想的に火災を 起こし、ドローンからデータを取得し た。煙に覆われて視認性が悪化した 映像を復元することで、画像から詳 細情報を得るための実験。





図2 実証実験 (左)仮想火災を起こしド ローンで撮影した画像と、 (右)画像処理により視認 性を向上させた結果

爆発性物質の爆発威力等に関する研究

研究代表者 ■ 産業技術総合研究所 松永 猛裕

連携消防機関 東京消防庁



爆破テロ

海外→爆発性物質を利用したテロ(爆破テロ)多発 国内→近年、大規模爆破消防活動経験なし

爆破テロ災害時の消防活動 >> 災害の被害拡大を防ぐ

迅速な要救助者の救助・救急搬送 ファーストレスポンダーとしての災害時初動対応

要救助者・避難者・消防隊員等の二次的被害等からの安全確保

専門家からの情報収集、文献調査等の 基礎的知識技術の蓄積

警察機関の安全確保

消防活動等の視点からの研究調査が必要

産総研の 爆発研究 ◎高圧ガス、火薬類の法令を所管する経済産業省に技術協力することが最大 のミッション。

◎数多くの火薬類を所有し、爆発させるための特別な施設を有している。 ◎TATP、HMTDなど、テロリスト特有の手製爆発物も合成することができる。

黒色火薬500kgの爆発(1991年10月/宮城県



研究 内容 1 ファーストレスポンダーとしての災害予測

(1) 災害現場でいち早く爆破テロを認知する方法 (2) 飛散物等から爆発性物質の危険性を推定し、 二次被害に備える方法

・爆発生成がスの色・臭気等の確認

・現有消防分析装置での生成物の分析

・飛散物(残渣物)の形状・色、組成分析

2 現有消防装備等を活用した消防活動の安全性向」

(1)消防車両等の耐爆性能等の理解 (2)消防車両等を活用した活動安全性の向上方法

影響測定対象 ・消防車両の外装想定した鋼板

・水槽付き車両想定した水槽等

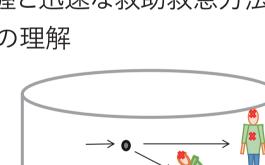
・鋼板等の破損状況等の分析 ・鋼板等の貫通限界に係る理論式の提案

3 爆発現象の人体への影響把握

(1) ダミー人形等を活用した人体への爆発影響の把握と迅速な救助救急方法 (2) 防火帽、防火衣等の身体防護装備の耐爆性能等の理解

影響測定対象

・ダミー人形に各種センサー、防火 帽、防火衣を装着



防火衣等の破損状況等の分析 ・身体影響の分析等

〈平成29・30年度〉に採択され継続して研究開発を行っている課題は7件です

消防活動時の心肺負荷状態推定手法の高度化と プロトタイプ計測器の開発

研究代表者 ■ 横浜国立大学 岡 泰資

■連携消防機関 ■ 横浜市消防局



• • •

火災現場で活動している個々の消防隊員が感じる主観的情報に、非侵襲的に取得した心拍変動の周波数解析に 基づく客観的情報の付加による、消防隊員の労働安全管理の向上に資するプロトタイプシステムの構築。

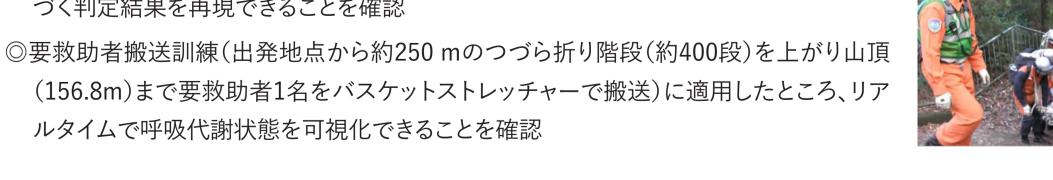


◎好気性代謝から嫌気性代謝が優位な活動状態へ移行した場合に、活動継続注意の伝達による安定した消防活動の展開を、嫌 気性代謝が優位な高負荷活動状態が継続した場合に、活動継続中止の警告による効率的な交代あるいは休憩の指示を可能 とする、各隊員と現場指揮本部間の双方向情報共有システムのベースフレームの構築

◎放射熱ばく露試験(ISO 6942-2202 B法)および火炎ばく露試験(ISO 9151-1995法)の実施に基づき、心電位を取得する機能

性アンダーウェアの溶融あるいは火傷等の受熱危機が極めて小さいことの確認 ◎不等間隔時系列に対する状態空間フィルタによる心拍変動周波数解析の高速化。代表的な心拍変動解析プログラムである MemCalc/winに対して25,000倍以上の計算速度を示すとともに、MemCalc/winに基

づく判定結果を再現できることを確認

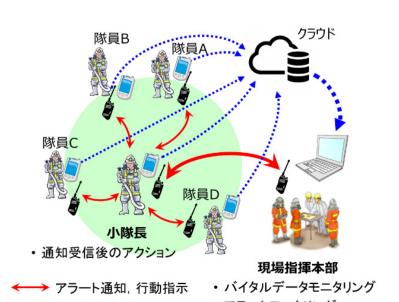


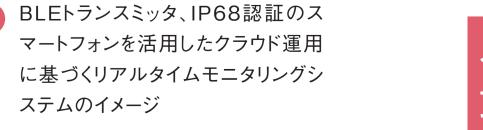


• 発汗による出力低下防止と不快感を低減させる機能を持たせたウェアの試作 とその評価

・ 活動継続注意および活動継続中止のアラートの視認性を意識した、管理画面

- デザインの改良 ・ 活動開始からの瞬時心拍数および呼吸代謝状態指標の時間的追跡から、活動 継続中止判定時の血中乳酸値の推定および血中乳酸値がOBLA(Onset of Blood Lactate Accumulation値、4 mmol/L)にまで低下するまでに要する待 機時間を提示する機能の追加
- ・ 欠損データの発生により生じる活動継続注意および活動継続中止の各判定へ の影響を極力抑える手法の検討
- ・ 実消防活動に近い環境下でのプロトタイプシステムの検証実験





• 小隊長への通知

消防隊員の身体負荷が 活動安全に与える影響に関する研究

研究代表者 ▼ 東京理科大学 水野 雅之

連携消防機関 東京消防庁



本研究は、熱中症の発症リスクが高い消防隊員に対してアイススラリーの経口摂取による身体冷却効果を実証す ること、及び消防活動現場において消防隊員のバイタルサインを遠隔でモニタリングする技術を実証することを目 的としている。

被験者実験の概要

室温30°C、相対湿度70%の室内で、被験者(消防隊員)が踏み台昇降運動 (高さ20 cmの踏み台で1分間に100ステップの動き)を20分間行い、30分間 の休息を挟んで、再度同じ運動を行った(画像1)。

被験者は、執務服、防火衣、毒刺(毒劇物防護衣に防火衣を重ね着)の3種

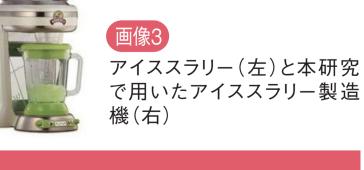
類の装備を着装(画像2)。 運動前のプレクーリング、2回の運動間の休息で、被験者は水分摂取として 冷水(約10°C)またはアイススラリー(水と微細な氷の混合物・約1°C・画像3)

を500 g頻回摂取。 直腸温や心拍等のバイタルサインを測定し、深部体温(直腸温)の変化を把 握した(図1)。プレクーリングによる温度低下、並びに冷水摂取をコントロール 群とした場合のアイススラリー摂取による休息中の身体冷却の効果を確認。









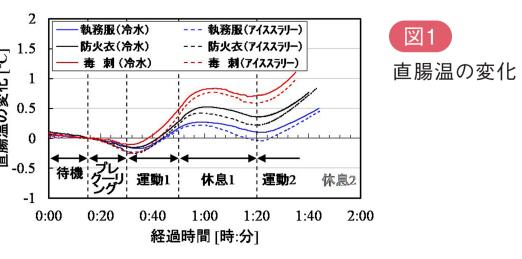
アンテナの電界強度分布の評価

通信距離の関係からWi-SUNの無線通信規格を前提とし、既製品を用いて電界強度 が生体の影響を受けること、また電界強度分布に偏りがあることを確認した。そこで、片 面に指向性を有し、しかも生体の存在による電界の減衰を低減したアンテナ実現を目 標とし、既往研究で数値計算に基づくアンテナ特性を分析した結果を考慮して小型平 面アンテナを製作した。生体ファントムに設置した場合の電界分布は、既製品より良好 な特性を有することを確認(画像4)。



日射や火炎・高温煙からの放射熱を受ける環境での被験者実験を実 施し、実際の活動現場に近い環境での身体冷却の効果を検証する。この 成果から深部体温予測プログラムを作成する。

また、消防隊員の活動安全のモニタリングに欠かせないデータ伝送に 効果的なアンテナを製作し、消防活動の指揮や消防隊員の現場活動時 の負荷低減に適するシステムの構築を目指す。



試作した小型平板アンテナと電波暗室での電界 強度分布の測定実験

危険物屋外貯蔵タンクの津波・水害による 滑動等対策工法の確立

研究代表者 東電設計株式会社 藤井 直樹

連携消防機関 静岡市消防局

目的

2011年(平成23年)東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)では、沿岸部に立地する石油コンビナート等における 多くの危険物屋外タンク貯蔵所(石油タンク施設)が地震動および津波により甚大な被害を受けた。このうち津波被 害を受けたタンクの90%は1,000kl以下の小規模なタンクであるため、小規模タンクに対する津波時の安全方策を講 じることは極めて重要な課題の一つである。そこで本研究では、タンク本体への津波対策(水害対策も含む)として、 アンカー留め等によって容量1,000 kl以下のタンクの「滑動」「漂流」を防止する工法について検討する。

津波対策工立案							
対策工案	概要	確認事項	イメージ				
案 1	タンクとタンク基礎コンクリートをFRP等、 繊維シートと樹脂にて一体化する案 ・タンク下部をFRPで止水し、浮上り・漂流 防止を期待 ・エレファントフートバルジに対する補強効果 や、万一の隅角部割れの際の内容液の漏 洩防止、タンクの防錆効果も期待	 ・既設の耐震性能(エレファントフートバルジ等)に対する悪影響が無いこと ・側板部の拘束による側板部のフープ応力と隅角部の曲げ応力(面的拘束効果) ・止水による浮力・漂流防止効果 	タンク 選権方向 RC基礎 アンカーボルト				
案 2	タンク側板の中~下部にFRP等、繊維 シートと樹脂にてアイプレートを施工し、ワイヤー等により地盤に設けたアンカー(グラウンドアンカー等)に結ぶ案 ・タンクの側板を面で支持し、アンカーにて 浮上り・漂流防止を期待 ・側板部のダイヤモンド座屈やエレファントフートバルジに対する効果も期待	・ダイヤモンド座屈やエレファントフートバルジの抑制効果・浮上り・漂流防止効果	タンク 繊維(CFPR) シート 基礎 グラウンドアンカー				

振動台実験、津波作用時のFEM解析

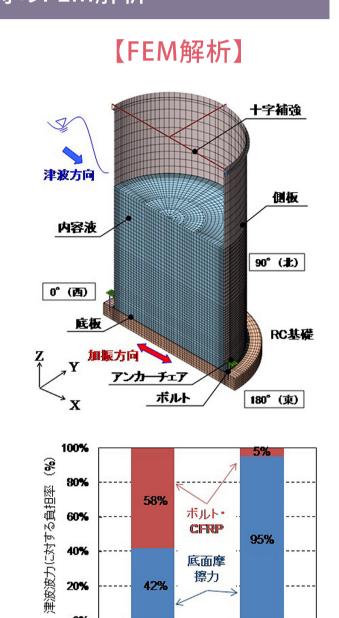
【振動台実験】



タンク(20kl)の振動実験より、地震 時における対策工のタンク基部への 悪影響は確認されなかった。

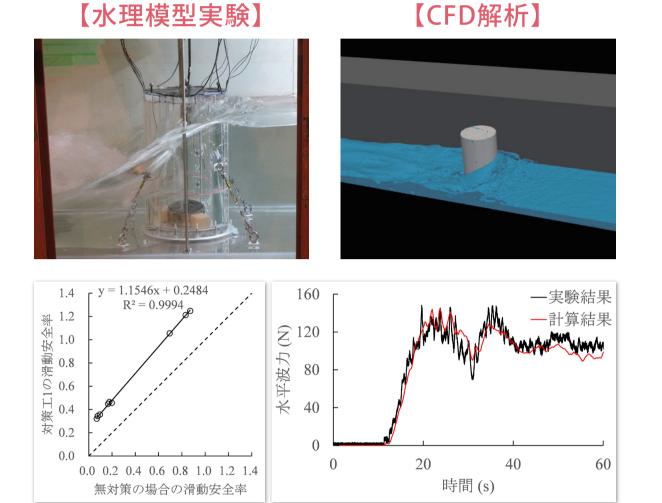


本タンク(20kl)では、津波水位 2.0mまでは自重による摩擦により抵 抗し、それ以上の津波水位では摩擦 に加えて対策工による漂流対策効果 が発揮される。



津波水位**2m** 図 津波波力に対する負担率

水理模型実験、CFD解析



本実験条件の範囲内では、対策工案1の止水効果によ り滑動安全率が0.24以上向上することが分かった。

解析 波力および波圧が概ね再現され、対策工の設計に資す るための基礎資料として活用できる。

今後の

- ・経済性・施工性・安全性の観点から低コストで、施工が容易であり、火を使わない対策工を提案し、対策工案に対する実 験および解析による検証をおこない、その有用性を確認してきた。
- ・今後は、提案した津波対策工の適用限界、適用範囲を明らかにするとともに、対策工構造の設計・施工方法、対策費の 検討をおこない、設計・施工・積算について資料として整理する予定である。
- ・これまでの成果については、小規模事業者でも実施可能な屋外貯蔵タンクの津波・水害対策として、特許申請および論 文発表をおこなっており、今後積極的に周知する予定である。

地震火災時の不完全な覚知火災情報に基づく リアルタイム避難誘導支援に関する研究

研究代表者 筑波大学 糸井川 栄一

連携消防機関 東京消防庁



消防機関が、大地震に伴う市街地火災時において、 覚知した火災の発生状況や延焼拡大状況予測に基づ いて、広域避難場所へ避難が必要な地区やその経路 等の情報を、市(区)町村長に情報提供することが可 能となることを目的とする。そのためには、訓練シミュ レーターを構築し、訓練を重ねることが必要である。

左記の訓練シミュレーターのための技術的要件整 理と、リアルタイム型の避難リスク評価、避難経路探 索、避難経路の動的更新、避難誘導情報伝達等の手 法開発により、訓練シミュレーターのプロトタイプの

現状

大都市直下地震時には、同時多発出火に伴う地震火災 による人的被害が甚大になる可能性があることが指摘され ているが、火災の拡大状況の覚知情報の共有体制や、避難 を促す避難指示等の判断基準は定まっておらず、避難途上 の安全性についても避難者が火災に巻き込まれず安全に 避難場所まで到達できるとは限らないという指摘がある。

未覚知火災や時間遅れ出火などの影響も考慮して、地震 発生後の火災発生・延焼拡大状況をリアルタイムに覚知・ 予測、リスク評価し、避難指示等を判断する市(区)町村長に 住民の避難誘導に資する情報を提供するための高度な技 術を消防職員が養うことが必要となっている。

火災発生状況と延焼拡大状況予測に基づいて、広域避 難場所への避難が必要な地区、避難先、経路等の情報を、 市(区)町村長に情報提供することを可能とする訓練シミュ レーターのプロトタイプを構築し、リアルタイム型避難誘導支 援に向けた知見を得ることを目的とする。

社会実装

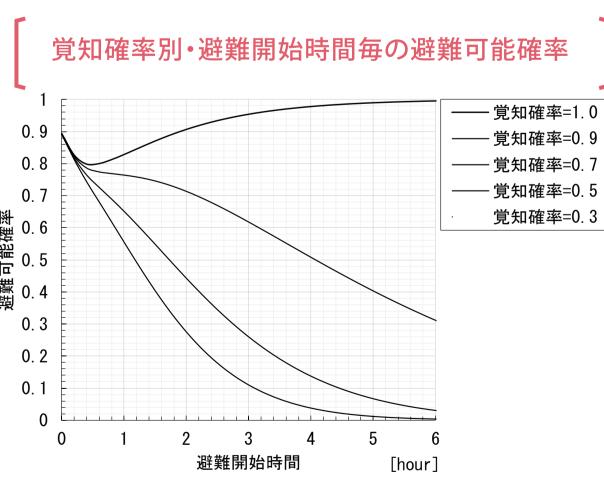
- ・本プロトタイプシステムを核とした、消防機関と公共団体 等が連携した出火・延焼拡大情報の収集体制、各関係 機関との情報共有体制、火災・避難誘導情報伝達体制 等の整備、および避難勧告/指示発令基準の検討
- ・避難誘導情報を提供することによる避難者の集中問題 の検討

避難誘導支援システムと本研究の対象範囲 動的更新 出火 **出火** 受容 本研究のシステム開発対象とする範囲 アンケート

開発を目指す。

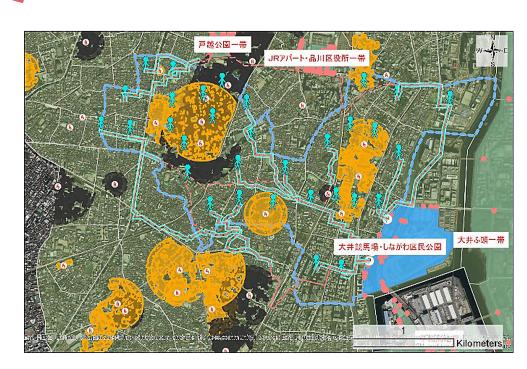
延焼予測-避難誘導支援システムと 火災情報•避難誘導 情報伝達プロトタイプシステムの構成図





覚知確率によっては、避難開始が遅れても避難リスク低減を図ることができ るが、覚知確率が十分でないと、早い避難が必要

> 4時間後火災覚知状況と 避難可能確率最大化となる誘導経路



(覚知確率 0.5、避難歩行速度 2km/h、延焼速度 100m/h) 橙色は地震発生後4時間時点の覚知火災、黒色は未覚知火災で、経路は覚知火災 の延焼予測に基づき、4 時間後に出発する場合の誘導経路(当初年度成果である ため、延焼予測は、延焼クラスター内で円状に延焼拡大することを仮定している)

ドローンで取得した可視・不可視情報の提示と その実践的捜索活動に関する研究

研究代表者 □ 奈良先端科学技術大学院大学 樫原 茂 □ 連携消防機関 □ 高知市消防局



研究 目的

様々な消防活動場面において、ドローン(無人航空機)の導入・利活用が期待されている。しかし、ドローンの利用 方法は多岐に渡るため、ドローンを用いて迅速かつ効果的な消防活動を行うためには、ドローンにどのような機能を 組み込み、実際の消防活動の中でどのように活用するかが、重要な課題である。本プロジェクトでは、捜索活動を最 初の対象として、高知市消防局との連携のもと、下記の研究開発に取り組んでいる。

1. ドローンによる空撮映像(可視情報)と電波情報(不可視情報)の収集と提示

2. ドローンを用いた実践的な捜索活動・運用方法の確立

研究 方法 アプローチ 1 ドローンによる空撮映像(可視情報)と

電波情報(不可視情報)の収集と提示 空撮映像に加え、スマートフォンや携帯 ゲーム機等から発せられる無線LAN・ Bluetoothの電波情報を取得し、地図上に 提示するためのシステム開発を行う。



開発と運用の両輪が重要

アプローチ 2 ドローンを用いた

実践的な捜索活動・運用方法の確立

ドローンの活用方法は活動毎に異なる。ド ローンの導入・運用を推進するためには、具体 的な運用方法の策定・確立が急務である。本課 題では、捜索活動を対象としたドローンの訓練、 運用方法の確立を行う。

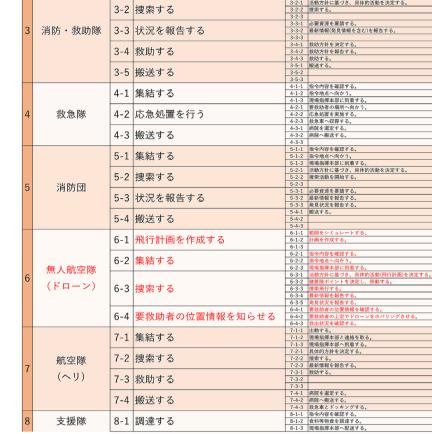


可視・不可視情報の取得と提示



可視・不可視情報の提示

捜索活動におけるドローン活用のための 活動内容の分析とマニュアル化 指揮本部に到着する。 方針に基づき、具体的活動を決定する。



※一部のみ掲載

無人航空機(ドローン)操法



ドローンを用いた活動において、一定水 準の安全と操縦能力を確保するためのド ローンの練習方法を消防操法に倣って





社会実装に向けての今後の活動

捜索活動を主眼としたドローンによる情報収集と実践的な消防活動に関する運用方法及び訓練方法を確立さ せ、全国展開によりさらなる発展と社会実装を目指す。

・消防活動を支援するドローンの機能、及びドローンの操縦環境に関する研究開発 〈今後の活動内容〉

- ・実証実験による実用性の評価
- ・活動時の運用方法の確立
- ・消防専用のドローンの訓練方法の確立 等

緊急度判定プロトコルの精度の 向上・現場での活用に関する研究

■ 研究代表者 ■ 東京大学 森村 尚登

■ 連携消防機関 ■ 東京消防庁/横浜市消防局/堺市消防局/北九州市消防局

研究 目的

緊急度の概念を整理したうえで、救急患者が受療に至るまでの全領域(家庭自己判断、救急電話相談、119番通報 時、救急現場)の緊急度判定プロトコルの改訂を完了し、併せて救急車以外の受診・搬送手段及び搬送先の選定に 関するガイドラインを確定する。

カム

増加の一途を辿る救急需要に対して、適時の救急車利用と適時の受療を実現するための、精度の高い緊急度支 援ツールの開発と、それに基づいた消防救急車ならびに民間救急車や病院救急車による搬送手段と搬送先医療機

関の選定。

現状

・対策の一環として近年導入された緊急度判定プロトコル (Version 1)のうち活用の進んでいない119通報時と現 場プロトコルの改訂と普及方略の検討

高齢化率増加を背景にした救急需要増大による救急需

給の不均衡(アンバランス)と不整合(ミスマッチ)

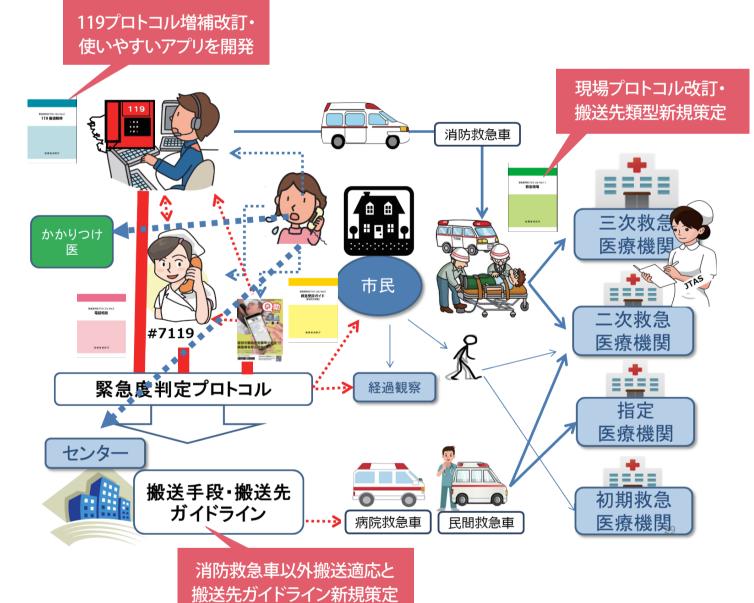
・地域包括ケアシステムにおける救急搬送のあり方の検討 ・自己判断・#7119・119番通報時・救急現場における緊

・119番通報時・救急現場プロトコルに基づく緊急度判定 支援ツールの開発

急度判定プロトコルVersion 2の策定

・包括ケアシステムにおける搬送先医療機関選定と搬送 手段についての救急搬送ガイドラインの策定

既存の救急活動要領に組み込みやすいプロトコルと実 施を容易にする支援ツールの開発とガイドラインを策定し、 多くの消防本部への普及を検討していく。



都市部慢性疾患高齢者における 救急搬送モデル実装を目的とした探索的研究

研究代表者 横浜市立大学 竹内 一郎

連携消防機関 横浜市消防局

目的

地理情報システムと階層線形モデルを用いて、都市部における高齢患者の搬送パターンを特定し、他都市にも 利用可能な基礎的資料を作成すること。

背景

わが国において、総人口は減少傾向だが、高齢者人口の増加により救急搬送件数は増加している。一方、救急搬 送にかかる人員数は現行レベルを維持するならば、効率的な救急搬送が重要となってくる。そこで、かかりつけ医や 地理情報を考慮した搬送モデル作りの検討が必要である。

・総人口は減少するが、高齢者人口の増加により 数年は救急搬送件数は増加傾向

・救急搬送にかかる人員数が、今後の少子化の 影響を受けずに現行レベルを維持 搬送件数の純粋な増加と、高齢患者対応頻度

目標

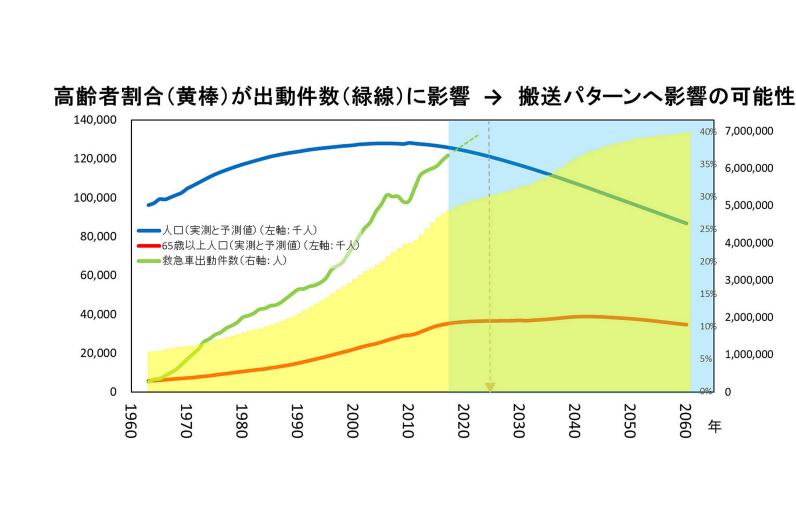
り、資源の有効活用を検討する必要がある。 地理情報システムと階層線形モデルを用いて、 後向きデータにより、都市部における高齢患者の

搬送パターンを特定し、前向きデータで妥当性を検

の増加に伴い、かかりつけ医との関連も考慮し、迅

速に医療機関へ搬送するためのモデル作りによ

- ・ 特定できたモデルを用い、予想人口と高齢率 データを使用し、将来の搬送をシミュレーション
- ・他都市にも利用可能な基礎的資料を作成
- ・搬送モデル実装への可能性の探索

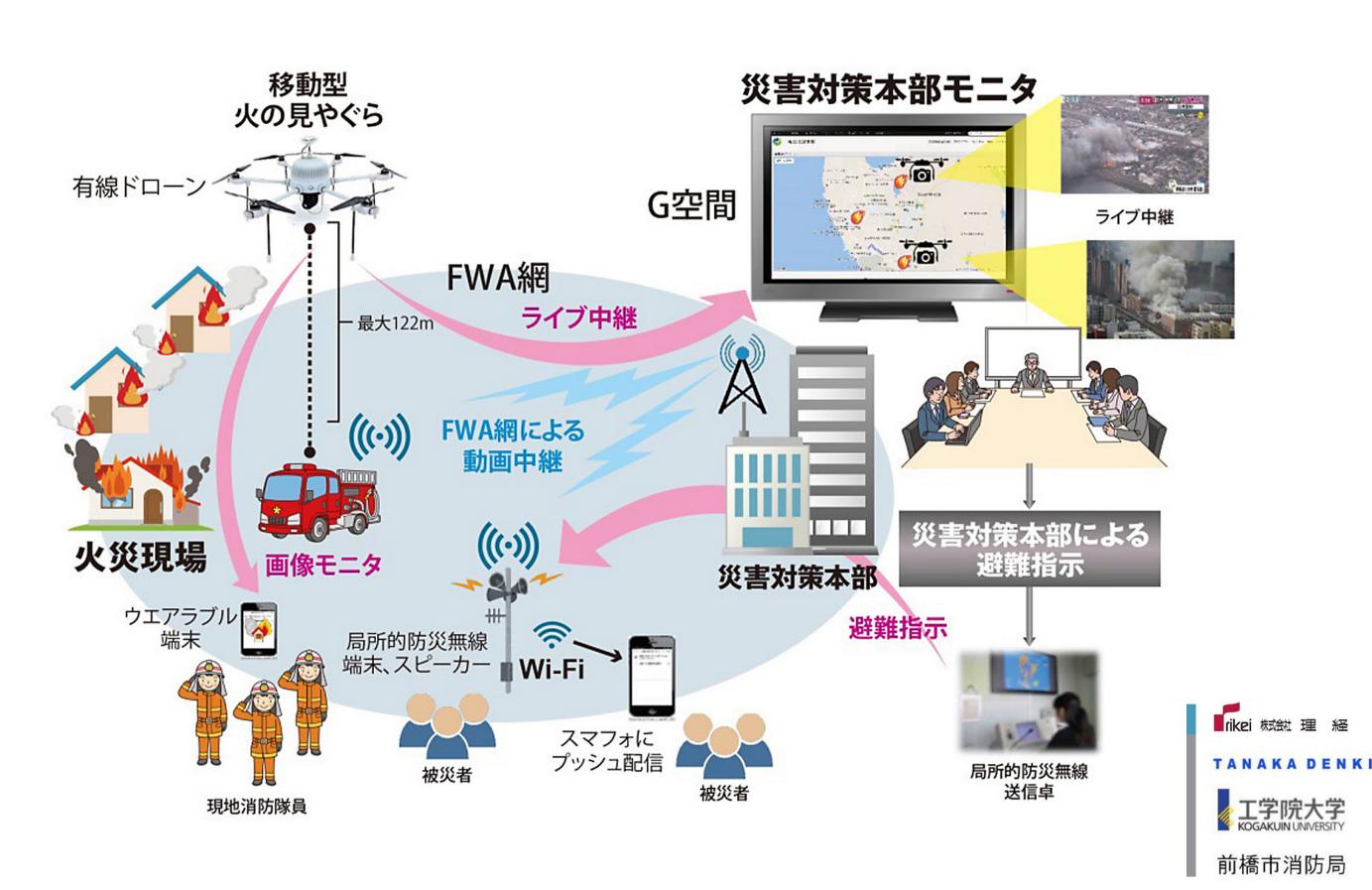


調査範囲

〈平成30年度〉に研究期間が終了した課題は6件です

有線 Drone を利用した移動型火のみやぐらと G空間システム連携の研究

研究代表者 株式会社理経 山内 理史 連携消防機関 前橋市消防局



目的

有線ドローンと中継車(指揮車)の連携で「移動型火のみやぐら」を形成し、移動型かつ継続的な災害現場の 映像中継とG空間を利用した災害対策本部システムとの連携した総合的な防災情報システムを構築する。

- 操縦・操作をする必要のない有線ドローンを使用し、長時間の空撮ライブ中継シ ステムを構築(5日間の連続飛行)
- 伝送路に理経のFWAを使用し、高速なデータ転送と安定した送信を検証
- ○ドローンの空撮映像とGISシステムの連携により、迅速な災害状況把握を行い救 助活動を支援。また、ウエアラブル端末を利用した救助活動の指示、IP告知シス テムと連携し、局所的防災無線による住民への避難指示を行う。



〈飛行試験〉

屋内空間での小型無人航空機(ドローン)の 活用に関する研究

研究代表者 東京消防庁 消防技術安全所 湯浅 弘章

概要

• • •

当初の目標

屋外でのGPS制御を前提とした市販ド ローンで実験を行い、屋内で発生する災 害で活用できる市販ドローンに必要な要 素・機能について検討する。



研究開発の成果

市販ドローンを使用した場合の飛行性 能、耐熱性能、ガス検知性能などを通し、 現状での使用可否について判断するとと もに、屋内空間の運用に必要な機体の機 能等について提言した。

表1 検証した市販ドローン

表3 屋内空間想定(飛行経路)

҈ 操縦位置

①-1 倉庫

③複層階建物

表2 飛行箇所

製品 D

②地下通路

④コンサート会場

衝突を回避させるセンサが扉、屋内階段、通路といった狭所を通過する 以前に機体を制動させてしまうため、前後左右の障害物回避センサを無 効化する必要があった。(表1、表2)

飛行可能範囲より、情報収 集については実用レベルで の活用ができると考えられ る。(表3、図)

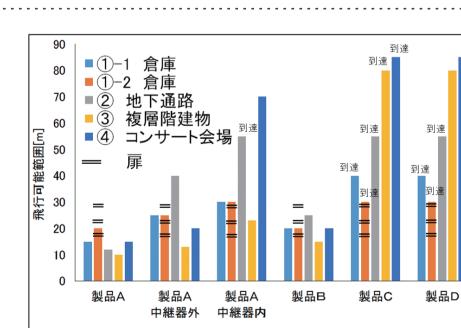


図 各製品及び実験ごとの飛行可能範囲

実験3 耐熱性に関する実験

不測の火炎暴露でも短時間 であればフライトコントローラー の異常による暴走がないことが 確認できた。(写真)



実験4 ダウンウォッシュの影響に関する実験

ドローンに搭載した測定器ではダウンウォッシュが周囲の空気を撹拌 させるため、特定箇所の少量のガスを検知することは困難と考えられる。



屋内空間を飛行させるために 必要な機体設定

- ・位置画像センサは、ON
- ・前後左右の障害物回避センサは、OFF
- ・上下の障害物回避センサは、ON
- ・暗所では照明は、ON
- ・カメラのISOは、AUTO ・狭所通過時は、モニタ画面のグリッド線を活用

屋内空間を飛行させるために 必要な機体仕様

- ・位置画像センサによる位置制御
- ・リアルタイム映像伝送
- 広角カメラ
- ・搭載カメラの向きを上下左右に操作する機能 ・障害物回避機能(上下方向)
- ・機体前方及び機体下部の照明機能
- ・プロペラガード
- 電波中継器(一部機種のみ)

達成度

社会実装化へ向けた達成度

安価な市販ドローンを対象としており、各消防本部等で本研究結果を用いることで、すぐにドローンの導入及 び屋内空間での活用が可能となる。活用人員などの体制や資器材が整えば、すぐに現場で活用可能である。



東京消防庁のドローン運用方法に反映させるとともに、研究内容については、消防技術安全所報(冊子及び 東京消防庁HP)を媒介に情報を公開し、産業界へ消防活動現場のニーズを拡散することで、国内の消防活動支 援資器材としてのドローンの最適化を支援する。

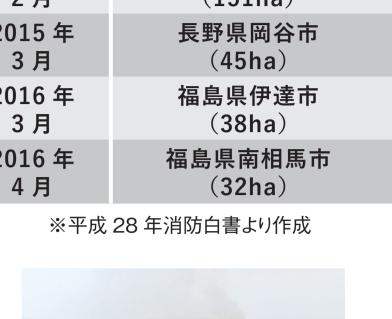
大規模林野火災におけるドローンとリアルタイム GIS 活用による 対応の効率化と安全性向上~状況認識の共有を目指して~

研究代表者 ■ 酪農学園大学 金子 正美

背景と 目的

近年の大規模な林野火災						
年月	地域・焼失面積					
2015 年	山口県美祢市					
2 月	(151ha)					
2015 年	長野県岡谷市					
3 月	(45ha)					
2016 年	福島県伊達市					
3 月	(38ha)					
2016 年	福島県南相馬市					
4 月	(32ha)					





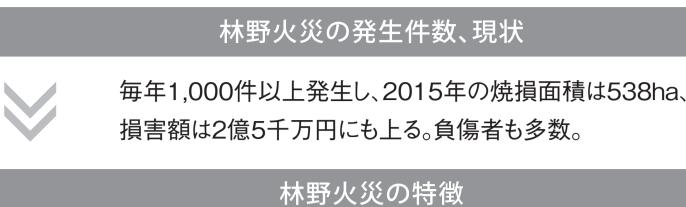






※平成 28 年消防白書より

伊達市の山林火災(平成28年3月) この火災により38haの山林が焼失した。 (福島県消防防災航空隊提供)



- 1. 林内では、地上から全体の把握が難しい
- 2. 目標物が少なく隊員の位置把握が困難

消防機関でドローンの導入が進んでいる

3. 市街地と異なり、延焼・活動危険性の情報が少ない

初動の情報収集、隊員の位置把握が重要

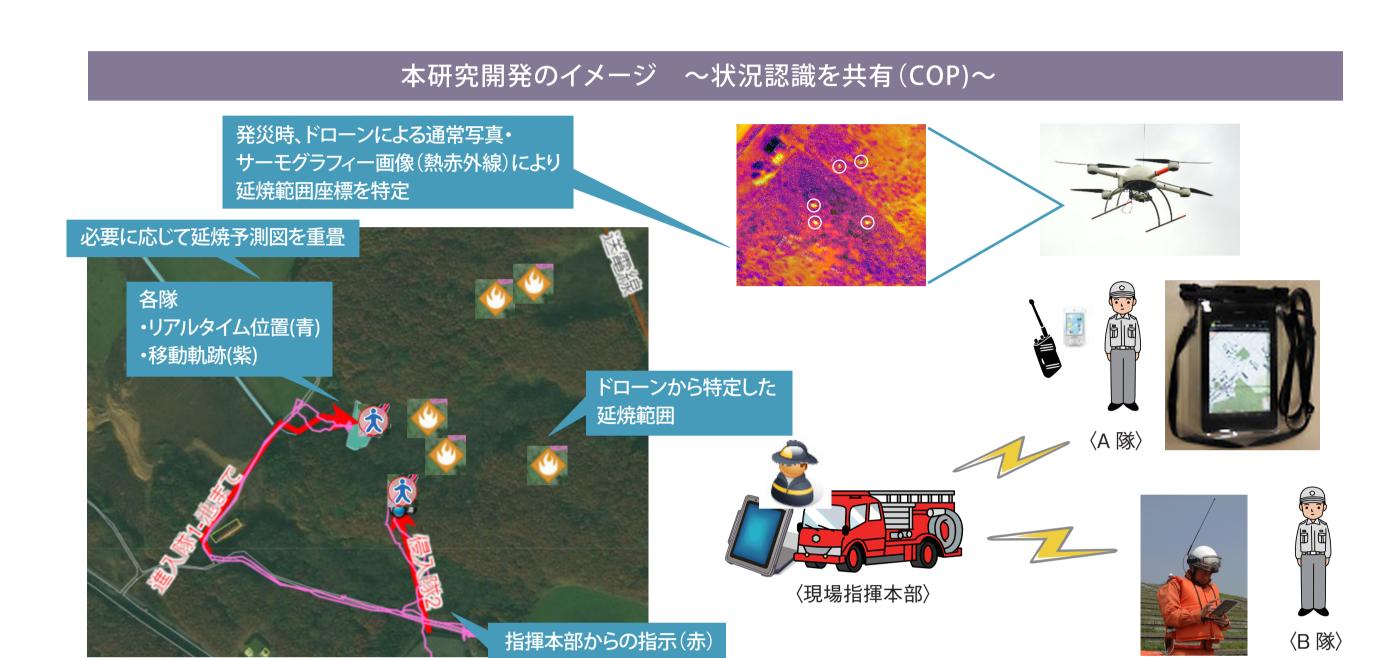
ドローンでの情報収集

リアルタイムGISを用いた位置情報共有による安全確保



火災延焼リスク図等による作戦立案のフォロー

- 1. 安価な汎用端末・ドローンを用いて情報収集の手法検討
- 2. リアルタイム情報共有システムの開発、改良 3. 火災発生、延焼リスクの評価。延焼リスク図を作成。



①状況把握、②活動方針立案、③関係者で情報共有 → 早期対応・安全確保

研究 成果

業務フローと必要な情報の整理

文献とヒアリングにより、下記情報の整理を行った。

業務フロー				
平時	火災予防			
発災通知直後 (0分)	現状把握・火災状況			
対応方針 (0~30分)	対応方針策定、人員の招集 現場で情報収集			
応援要請	要請情報共有			
対応活動中	消火/防火、指示			
対応終盤	残火確認			
対応後	延焼面積把握 反省会、報告書			

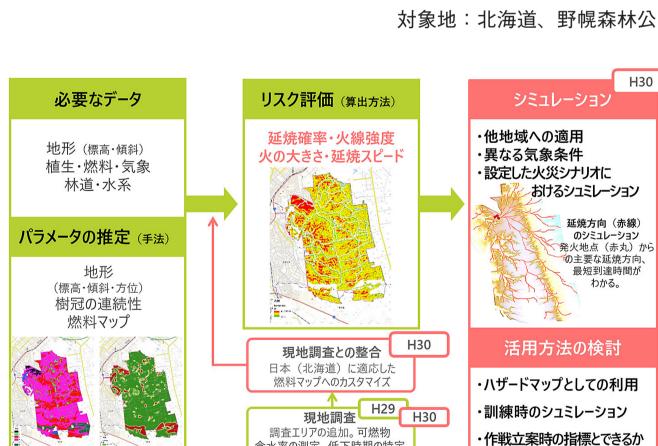
必要な情報 <優先順位> 1.火災状況 •延焼位置、前線 ·<u>火の大きさ</u> •延焼速度、方向 2.人命の危険 隊員の位置、人の有無、重要施設位置 3.作業の危険 植生、地形、道路、水利、防火带 4.拡大の危険 延焼リスク図 (植生、地形、道路、水部、風況) 5.消防力 人員、資機材 ※本研究で主に取得する情報を下線で示す

リアルタイム情報共有システム(状況認識の共有)

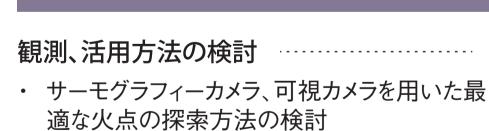
・ タブレット端末のネットワーク経由でのGISデータ連携機能の改良

火災発生・延焼リスク評価、可視化

対象地:北海道、野幌森林公園



ドローン(火災状況の把握)

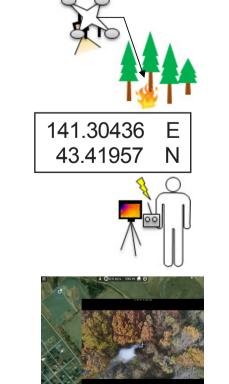


- → 火点探索の迅速化 ・ドローンでの火点座標の取得の検討
- → ヘリコプター等への情報伝達に利用 ・ 迅速なパノラマ写真の作成と印刷

→ 関係者に迅速な配布

- ・ 操縦場所(林内、目視外飛行)の選択と制限 → 安全かつ効率的な飛行 ・ 状況把握のための最適な撮影手法
- → わかりやすく状況を伝達
- ・ 必要な資機材の整理





で利用

\bigcirc \bigcirc 汎用タブレットを使用

火災発生・延焼リスク図(作戦立案の補助) シュミレーションで発災前に、火 林内落葉落枝・枯死木の量、生 の大きさ、延焼速度、火線強度、

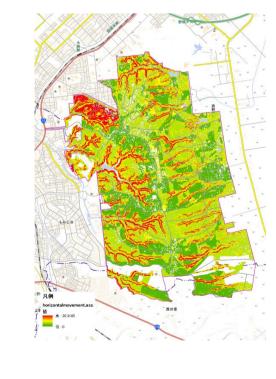
・ 隊員の位置樹生報のリアルタイム性の向上

立木の現存量調査 → 植生モデルのパラメータとし

→ 図上訓練、ハザードマップ として利用する

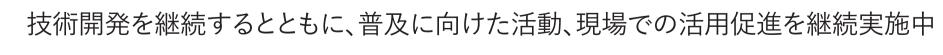
延焼確率などを算出。



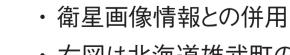


上記を組み合わせて作戦立案に生かし、効率的な対応、安全性の高い消火活動を実現する

今後の 取組み



〈技術開発〉



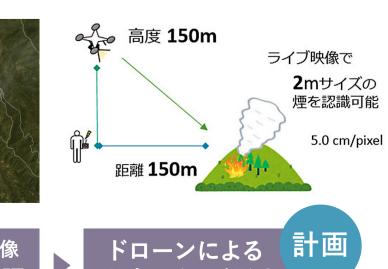
〈普及に向けて〉

・右図は北海道雄武町の林野火災時のドローン 撮影までのイメージ

・研究開発技術の製品化パートナーを模索







上空からの観測

2019/5/26

〈現場での活用促進〉

- ・現場での実証実験的活用の継続
- ・より平易な実装方法の検討 (2019年5月には実際の火災で延焼面積算定) ・サーバの共用によるコスト低減検討 ・タブレット機器・ドローンの貸出しは継続

スマートフォンアプリを活用した AED 運搬システムの導入と検証

研究代表者 京都大学 石見 拓

連携消防機関 尾張旭市消防本部



心原性院外心停止症例の救命率の向上は重要な課題である。我 が国は50万台以上のAutomated external defibrillator (AED)が設 置されているが、使用率は低い。

AEDの活用のため、我が国で初めて消防指令台と直接連携し、ス マートフォンアプリを用いて、登録されたボランティアが周囲のAED を心停止現場まで運搬するAED運搬システムを開発した。



目的

AED運搬システムの全国展開によるAEDの使用率改善を目指し、

本システムをモデル地域へ導入し、現場での実証実験を通じてAEDの使用率に与える効果とシステムの全国展 開に向けた課題を検討すること。

方法

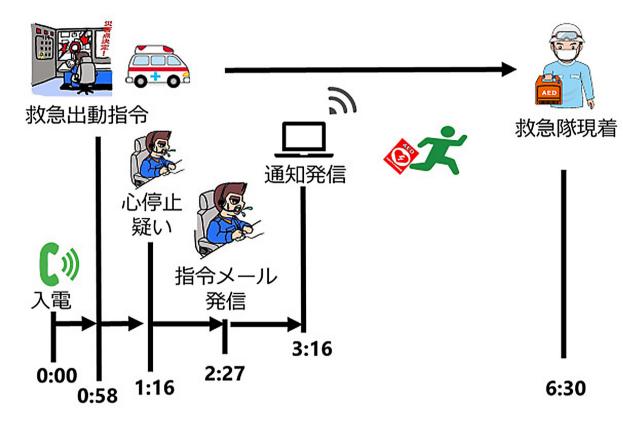
研究デザイン: ケースシリーズ

研究期間: 平成29年4月1日~平成31年3月31日

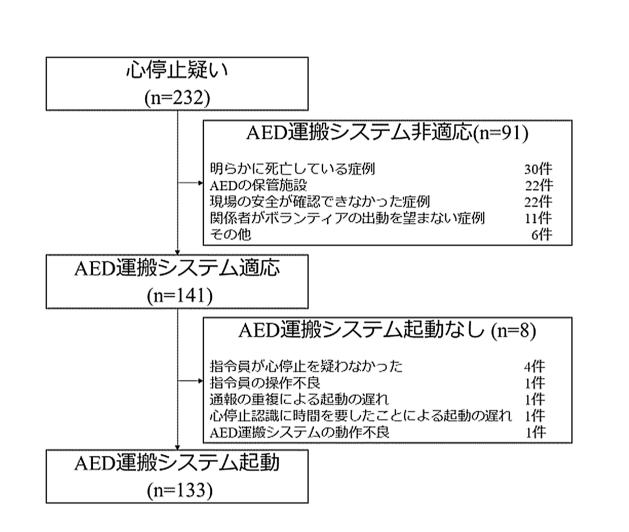
セッティング: 愛知県尾張旭市(総面積21.03 km/総人口83,372人)

千葉県柏市(総面積114.74km/総人口427,415人) 測 定 項 目: 登録ボランティア数、119番通報からのタイムライン、登録ボランティアの反応状況

研究開発の成果と今後の課題



尾張旭市における119番通報受信からのタイムライン



尾張旭市におけるAED運搬システムの適応及び起動症例

登録ボランティアの人数によるシステムの反応状況

шин	201	2017年度		2018年度		
期間	4/1-6/7	6/8-3/31	4/1-/6/30	7/1-10/31	11/1-3/31	
登録ボランティア数, n	120	204	204	204+a	304	
心停止疑い, n (件/月)	19 (8.4)	80 (10.6)	28 (9.2)	40 (10.0)	65 (13.0)	
AED運搬システム適応, n	17	64	12	18	30	
AED運搬システム起動, n	16	62	12	16	27	
ボランティアが行動を起こした事例, n (%)	11 (68.8)	35 (56.5)	7 (58.3)	13 (81.3)	20 (74.1)	
行動を起こした事例における 平均行動人数,n	1.5	1.5	1.1	2.1	1.6	

※2017年8月15日~10月24日はシステムの不都合でデータ取得できず

(1) AED運搬システムと消防指令台との 迅速な連携方法の確立

尾張旭市での実証実験の開始当初から適宜システムおよび 指令室における運用の改善を行い、119番へ入電の後システム から情報を通知するまでが平均3分16秒まで短縮を行った。救 急車の現着までは平均6分30秒であった。海外の先行研究と比 較しても同等である。使用しているサーバーの変更等でもう少し 短縮の可能性はあり、さらなる技術的な検討を進めている。

(2) 登録ボランティアのシステムへの反応率

モデル地域である尾張旭市でのシステムの稼働状況につい ては心停止疑い事例が232件あり、そのうちAED運搬システム が起動した事例が133件あった。登録ボランティアが実際に行 動を起こした事例は86件であった。結果的には非心停止事例で あったものの、救急隊より早く現場にたどりついた事例を1件認 めた。より規模の大きい地域である柏市でも平成30年12月から 実証実験を開始し、研究期間中にAED運搬システムを起動した 事例が17件あり、そのうち2件においては登録ボランティアが救 急隊より早く現場に到着していた。そのうち1件は心停止事例で あり、先着した登録ボランティアが蘇生行為を行った。

(3) ユーザビリティーの高いシステムの構築

ユーザビリティについては各事例毎に登録ボランティアにア ンケートを実施し、適宜システムの改修を行い、地図の見やすさ など、ユーザビリティについてはよい評価を得た。

(4) 登録ボランティアの要件、適切な登録数の算出、 および登録数拡大の方策

年3回、有識者を交えて会議を実施し、AEDの活用を促進し ていくために課題の抽出と整理を行った。登録ボランティアは 『自らの意思で、救急現場からの要請に呼応してAEDを運んだ り、駆け付けたりする意志を表明している市民』とし、あくまでボ ランティアで駆けつけてくれる市民であることを前提としてボラ ンティアに応召義務や一定の要件は求めないこととした。登録 数については先行研究と比較しても単位面積当たりの登録ボラ ンティアの人数が少ないことを確認し、さらなる登録数の拡大に 向けての方策が今後の課題となった。

運搬・消火支援を行う自律消防ロボットの開発

連携消防機関 京都市消防局 研究代表者 立命館大学 深尾 隆則

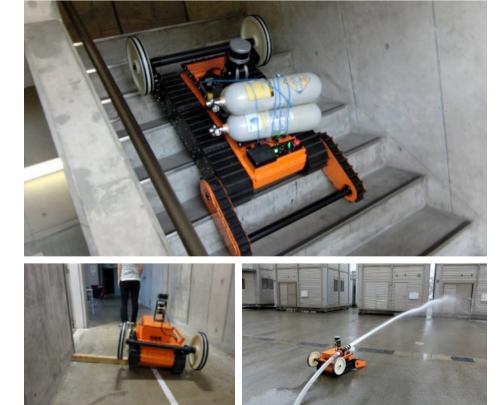


• • •

大規模災害等においては、限られた人員に対して膨大な要救助者が発生するなど、消防隊員の活動は過酷 を極める。そこで、階段等で消防隊員に自動追従、または遠隔指示により物資運搬と放水を行う消防ロボットを 開発した。

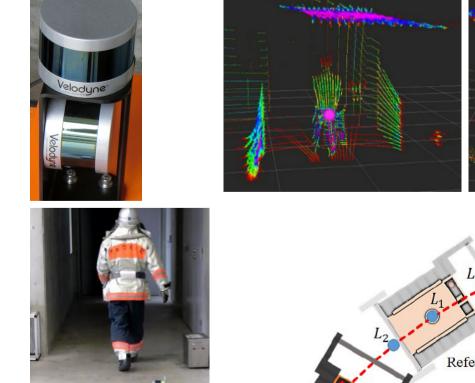


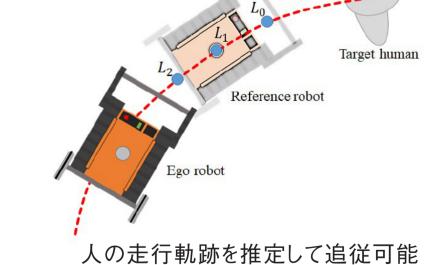
階段走行可能なクローラ型移動ロボットと ロバスト制御技術の開発



- ・階段走行速度: 0~0.5m/s
- ・階段傾斜角度: 40度以内
- ・積載量: 15kg以上 ・稼働時間: 30分以上

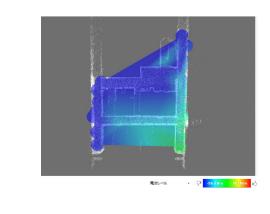
16ライン(360度) LiDARの搭載による消防隊員や環境認識による 隊員追従と自己位置推定技術の開発

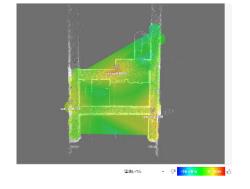


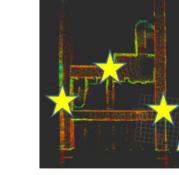


通信装置を通信状況を計測しながら自動設置するシステムの開発(格納ケースは防水で自立する形状)











通信状況が改善された様子 図3 設置位置 図2 ルータ4台設置



- ・隊員への自動追従や階段での自動走行は、消防ロボットだけに限らず、研究開発事例は少ない。
- ・荷物を運搬して階段を自動昇降する移動ロボットは非常に有用な技術である。
- ・階段を含む地図生成や通信装置の自動設置は、隊員の通信確保や遠隔監視・操縦に有用。

総合的なシステムとしての完成度がまだ低く、継続して研究開発を行い、実用性を向上する

当初、高層ビルでの利用を想定していたが、地下街等での利用が求められており、空気ボンベの運搬や通信環境の確保、遠 隔指示による半自律移動する消防ロボットを当面目指す。

土砂災害現場での捜索救助活動等における 二次災害防止を目的とした監視システムの研究開発

■ 研究代表者 ■ 株式会社オサシ・テクノス 古島 広明

連携消防機関 神戸市消防局

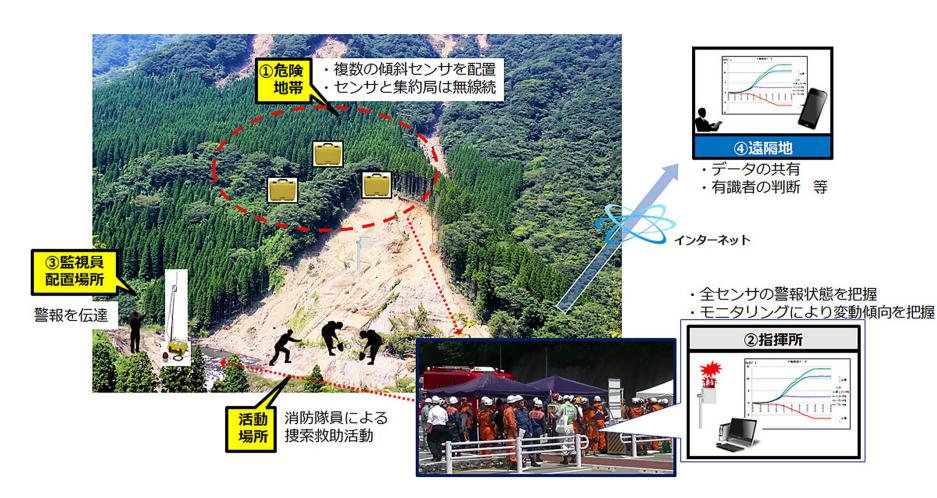
研究 目的

 $\bullet \bullet \bullet$

土砂災害対応での捜索救助活動における二次災害を防止するため、消防隊員が容易に扱える「警報発令お よび危険状態を可視化する監視システム」を開発すること。

成果

危険地帯に多数の傾斜センサを素早く設置して、いち早く斜面変状を感知し、指揮所で全センサの警報状態 把握および傾斜データをグラフ化・モニタリングする「危険斜面の監視システム」を開発した。



機能	説明
無線通信による 観測データ集約・状態監視	傾斜センサを危険地帯に配置し常時計測。 無線によってデータと危険状態を伝達
即時の警報発令	変状検知時は数秒以内で警報発令(監 視員配置場所、指揮所等、二箇所以上)
簡易な設置	危険個所に設置する傾斜センサは短時 間で簡単に設置
傾斜データのモニタリング	傾斜データを集約局でモニタリングし、 危険斜面の変動傾向を把握可能

本研究開発は以下の手順で進め、神戸市消防局の協 力により救助の流れとの照合や消防隊員による訓練検 証も行えたことで、捜索救助活動の実態に即した危険斜 面の監視システムを開発することができた。

- ①捜索救助活動上の監視システムに対するニーズの詳細化
- ②仕様検討および構成する基礎技術の開発 ③監視システム計測装置の第一試作
- ④監視システム全体の第二試作
- ⑤訓練での性能・機能の実証および改良、取扱要領の作成

アウト カム

本研究で開発した監視システムは、取扱いが容易で、消防隊員自身が扱える危険斜面の監視システムであ り、以下の特長を持つ。

【安全】:容易かつ素早く設置でき、危険地帯への立入は最小限

【確実】:データと警報の周波数帯を分けた二重伝送路で無線通信の信頼性を保つ

【迅速】:速やかに監視を始め、即時の警報発令で退避を促す

即時の警報発令と傾斜データのモニタリングの両立は、レスキュー隊から強く要望された機能であり、退避後 もモニタリングを継続して傾斜データの変動傾向を可視化できる。危険状態の変動傾向を明確にすることで、退 避および捜索救助活動再開の判断精度を高めることが可能であり、土砂災害時の捜索救助活動における救助 隊員の安全確保に貢献できる。

達成度

社会実装化へ向けた達成度

目標としていた『システム・機器の実地検証(模擬実証フェーズ)』は達成、消防隊員による訓練実施・検証を実 施している『フィールド実証』の段階にある。

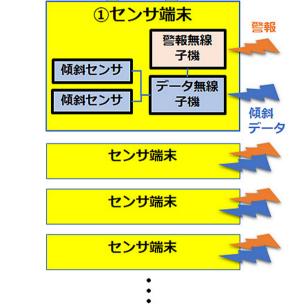
今後の 取組み

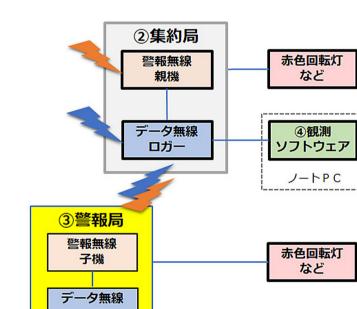
警報運用について、安全に退避するためには変状に対し敏感に反応する必要があるが、敏感すぎると誤報に 繋がるため、訓練での試行と検証を重ねる必要がある。今後は、

- ・神戸市消防局による引き続きの試験的使用
 - ・試作機を用いて他消防局からの意見収集 を継続し、さらなる意見・要望を反映した上で量産設計を進め、製品化を行う。

成果物

監視システムの構成







1 危険地帯/センサ端末



●市販リチウム電池駆動

動構築

2 指揮所/集約局

《データ無線ロガー》

で閲覧可能

《警報無線親機》

●赤色回転灯などの駆動も可能









3 監視員配置場所/警報局



- ●可搬性に優れた<mark>防水</mark>キャリングケース ●市販リチウム電池駆動 ●センサ端末から計測機能を除き、LED回転灯を
- ●集約局で発令した警報を離れた場所で受信し、 LED回転灯を駆動

4 指揮所および遠隔地/観測ソフトウェア

●センサ端末の無線中継も可能

●傾斜データは5分間隔で集約局へ無線伝送

●設置スパイクは必要に応じて長短を選択可

●その場でのLED回転灯の駆動も可能

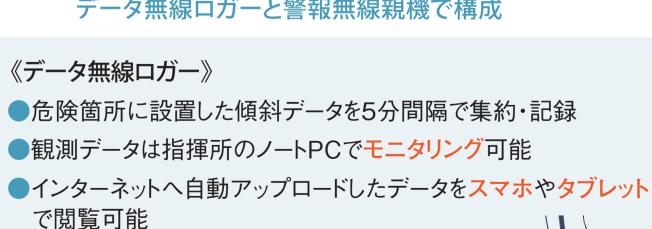
●警報発令はリアルタイムで集約局へ無線伝送

●全てのセンサ端末が無線中継可能で、無線経路は自









●全センサの状態をLEDパネルで表示 ●警報発令時は、どのセンサからの警報か把握可能

神戸市灘区篠原台伯母野山



成果物を使った災害現場での実地検証







条件 冠頭部~集約局の高低差は70m以上。距離があり見通しが

取れないため土石流跡沿いに適宜センサ端末を配置





消防庁