

〈令和2年度〉新規採択の研究課題

ジオデモグラフィクスを用いた熱中症による救急搬送の傾向の分析

研究代表者 大阪市立大学 木村 義成 | 連携消防機関 大阪市消防局

>> フェーズ1:実用可能性調査・基盤研究

背景

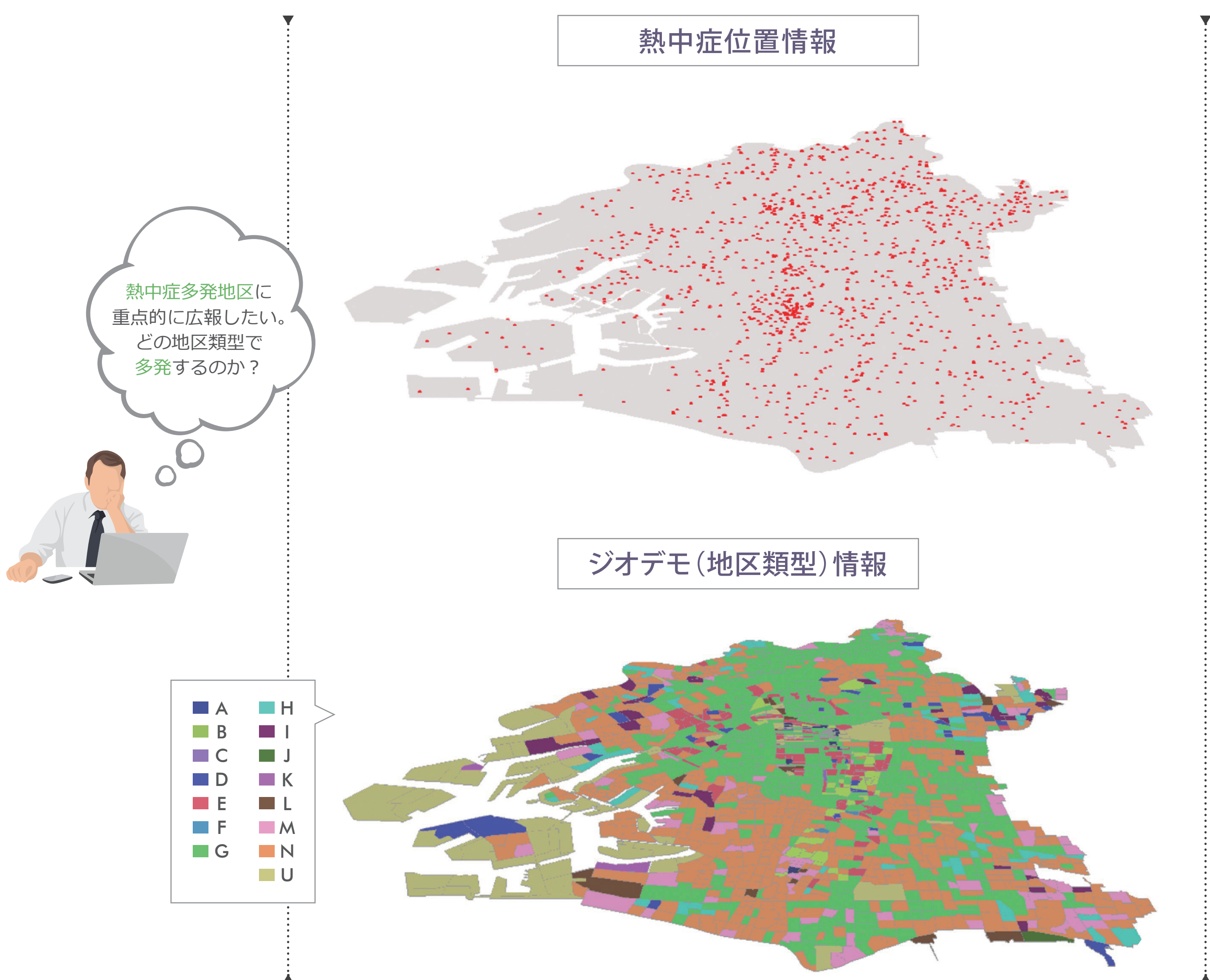
- ◎平成30年に過去最大の熱中症患者の搬送数を記録した。
- ◎救急需要の増加に対して救急医療のリソースは限られている。
- ◎コロナ禍におけるマスク着用や異常な高温による熱中症の多発は社会問題として認識されつつある。
- ◎熱中症搬送される属性に応じた効果的な広報が必要である。

研究目的

- ◎地域社会に効果的な広報を実施するために、重点的に広報を行う地区を選定する必要がある。
- ◎しかしながら、「どのような社会属性の地区において」、熱中症は統計的に有意に多く発生するかについて学術的な裏付けなされていない。
- ◎本研究では、地域の社会経済特性を示すジオデモグラフィクスを用いて、熱中症が多発する地区類型(社会属性)を明らかにすることを研究目的とする。

概要

- ◎本研究では、大阪市内で覚知された熱中症事案を対象とし、ジオデモグラフィクスデータと地理的に重ね合わせて、統計処理により熱中症が多発する地区類型(社会属性)を明らかにする。
- ◎今後の追試研究を実施できるようにジオデモグラフィクスデータは商用で利用されているデータを利用する。
- ◎ジオデモグラフィクスは、特定の社会属性を持つ地区に限定したダイレクト・メールの郵送や店舗出店先の地区選定などエリア・マーケティング分野で利用されており、本研究ではその手法を救急医療分野に適用する。



住宅用火災警報器の維持管理・更新を促進する効果的施策に関する研究

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

>> フェーズ1:実用可能性調査・基盤研究

背景〈現状〉

- ◎住宅用火災警報器(住警器)の設置義務化から10年が経過 → 大半が交換時期
- ◎電池切れや故障していないかの作動確認は、月1回可能に設計
- ◎電池切れ警報(3日間継続)や故障による誤作動の時、交換されているか?
- ◎消防庁の調査(2019年6月)では1%が正常に機能せず
- ◎住宅火災の死者発生防止の火災予防広報は充実

背景〈課題〉

- ◎高齢化社会が進む中で、住警器の普及率低下を防ぐ必要性
- ◎住警器の維持管理を促す方法を改めて検討(機器の機能改良や広報施策等)
- ◎住民の意識改革につながる広報資料と広報施策とは?
- ◎住警器の設置・維持管理の効果が分かる説明資料(住警器の奏功事例に基づくリアリティのある成功談、建物特性・住民特性に応じた火災リスク低減効果の分析)

研究目的

- ◎住警器の機能強化と普及促進
- ◎住民が住警器の設置効果を把握し、適切な広報施策(キャンペーン)が実施されることにより、「住警器の維持管理が習慣化」され、しかるべき時期に「住警器が適切に更新」されることにより、その設置率を維持・拡大
- ◎住警器の非設置や不作為による火災被害の抑制・撲滅
- ◎住警器の不奏功事例の分析に基づく新たな対策の検討促進

概要

- ◎住警器の維持管理の実態や住民の防災意識、効果的な広報について一般市民にアンケート調査を実施
- ◎住警器の設置効果に関する広報資料を整備するために、住警器の奏功事例や非設置あるいは不奏功事例を分析し、火災被害の拡大防止に関する成功・失敗事例を分析
- ◎火災被害抑制効果を表す統計データの整備は、建物特性や住民特性等に考慮して分析対象を分類し、火災報告データを分析



出典元：(一社)日本火災報知機工業会

寝具類及び衣服類等用途向け後加工防災薬剤の研究開発

研究代表者 丸菱油化工業株式会社 小林 淳一 | 連携消防機関 泉大津市消防本部

>> フェーズ2:基盤・応用研究

背景

死者が発生した住宅火災の原因は、布団類・衣服類への着火が最も多く、被害を抑制するには防災製品の普及がカギとなっている。

防災製品を広く普及させるための課題

- ・防災製品は品揃え・デザインの多様性が望めず、普及が難しい。
- ・後加工(一時性防災加工)では、洗濯することで防災性能が消失する。
- ・固着剤を使用すると、繊維製品の有する風合いや肌触りが損なわれる。
- ・皮膚刺激性や感作性など、安全性が担保されていないものも多い。

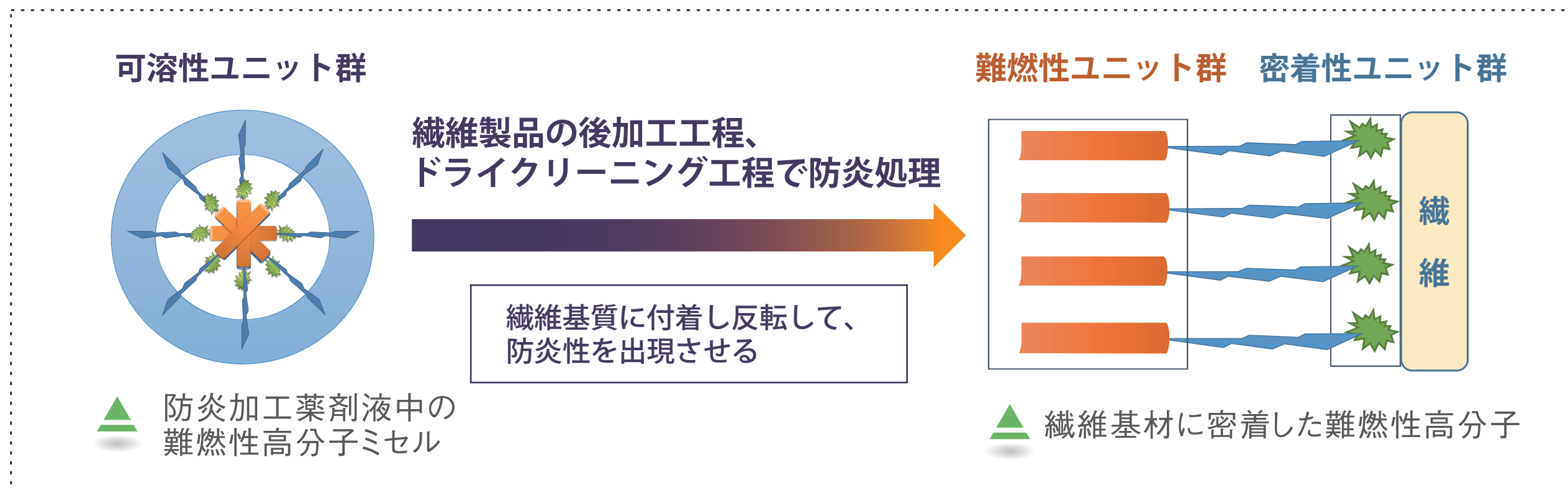
研究目的

増加する社会的弱者(高齢者等)の火災救済策として、寝具類及び衣服類等用途向け後加工防災薬剤を新規に開発することを目的とし、防災性のみならず肌ざわりや耐洗濯性、安全性に優れたスマート防災製品を提供する。

研究概要

スマート防災薬剤として、基材結着による洗濯耐久性と防災性と分散セグメント(可溶性)とを一つの分子中に持つ高分子型防災剤を設計。高分子型にすることにより、生物濃縮性を抑制し安全性も向上。

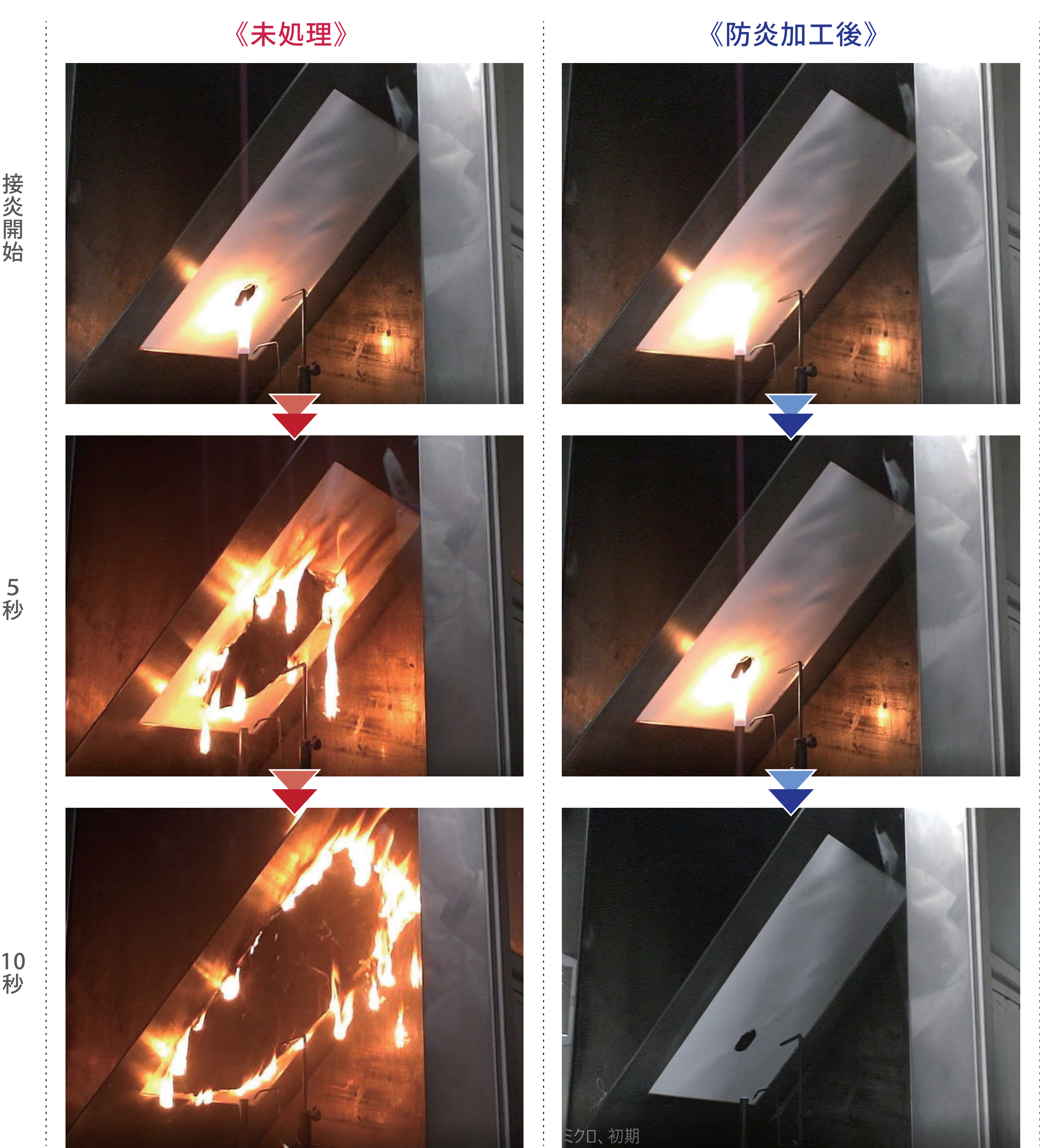
スマート防災剤の概念モデル図



45° 燃焼試験法、垂直燃焼試験法、マルチコーンカロリメーター法など多様な燃焼試験を実施し、種々の燃焼挙動を定量的に数値化し多面的な防災性評価を行いながら、高分子型スマート防災剤設計開発とその防災製品普及の提案を行う。



高分子型スマート防災剤を後処理加工したポリエステル布の燃焼性イメージ



...

本研究は、丸菱油化工業株式会社、山口大学及び泉大津市消防本部の産学官連携協業によって行われます。

...

屋外貯蔵タンクの 浮き屋根監視用防爆センサシステムの開発

研究代表者 産業技術総合研究所 山下崇博 連携消防機関 川崎市消防局

>> フェーズ2：基盤・応用研究

背景

屋外貯蔵タンクは設置後30年以上経過したものが多く、その経年劣化に加えて、近年では集中豪雨や巨大台風による浮き屋根の亀裂発生が増加している。その一方で、我が国では労働力人口の減少が顕著であり、屋外貯蔵タンクのメンテナンスにおいても人手の確保が困難となっている。タンクの危険物漏洩による火災や浮き屋根沈降を回避するために、センサを活用した遠隔モニタリングは非常に重要である。

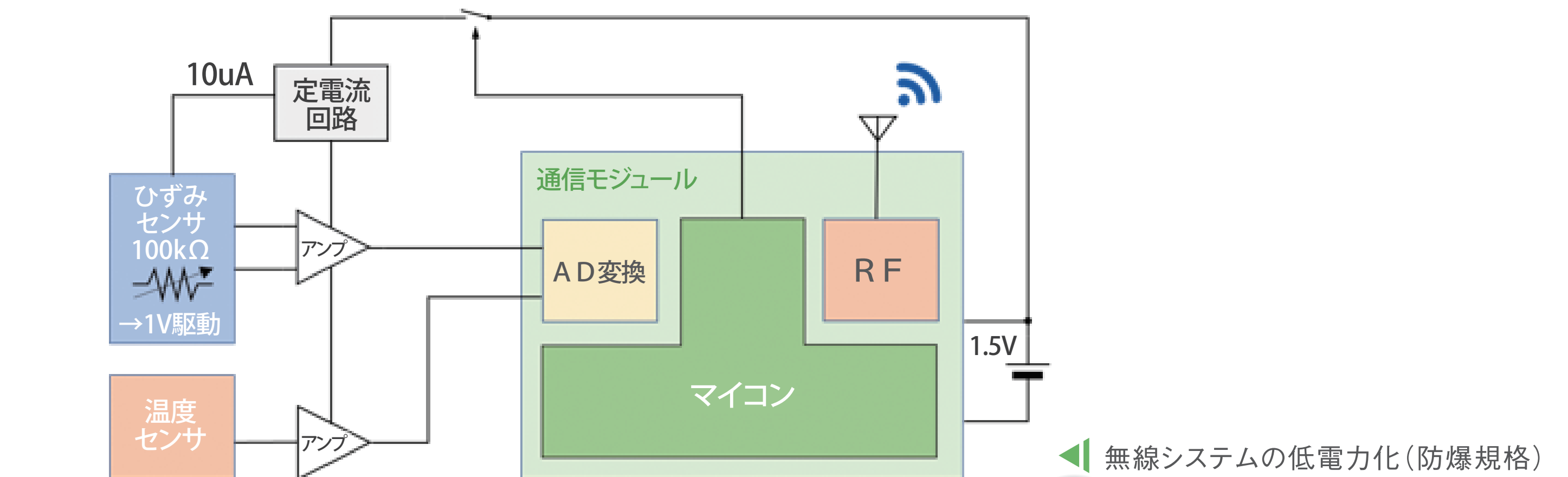
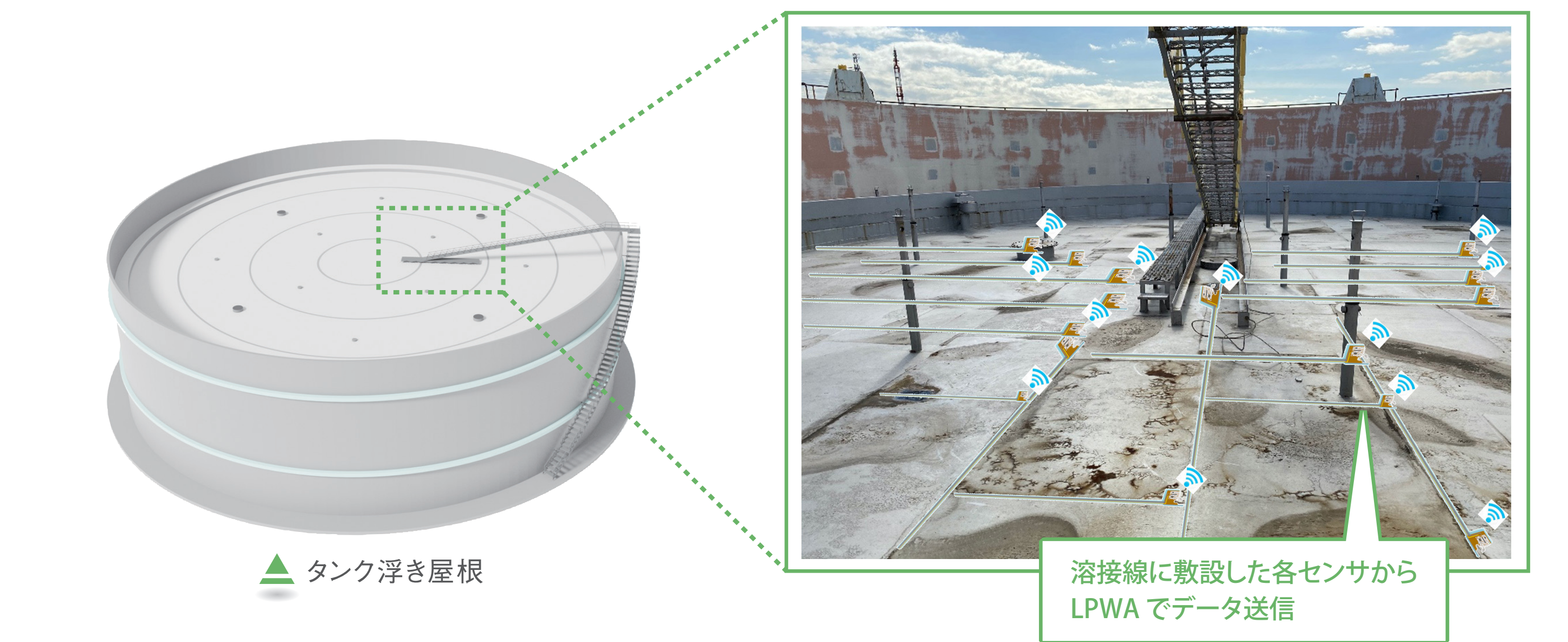
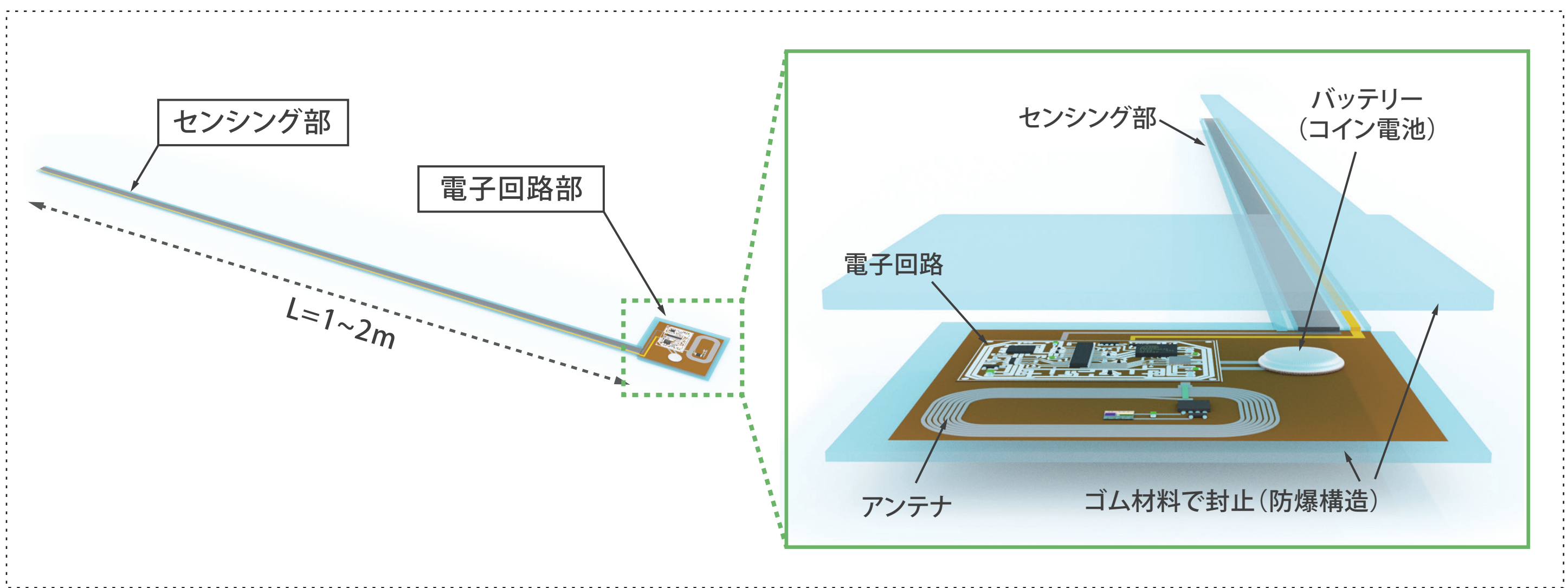
研究目的

屋外貯蔵タンクで使用される浮き屋根の、鋼板溶接箇所で発生する亀裂や割れ、危険物のにじみや腐食を検出し、その進展を常時モニタリングすることを目的として、防爆性能を有した無線回路やバッテリー一体型のフレキシブルセンサシステムを開発する。具体的には、伸縮性のある材料で構成したリボン状のセンサで浮き屋根の溶接線すべてを被覆し監視する。得られたデータは機械学習で解析し、高効率なシステムの運用方法を確立する。

概要

伸縮性を有するリボン状基材に機能性ペーストを印刷し、ひずみや亀裂による伸縮を検知する抵抗線とすることで、低コストで製造可能な溶接線を被覆する長尺センサを開発する。無線システムを含む電子回路部分は、ゴム材料で封止することで防爆構造とし、さらに点火源とみなされない基準である1.5V、0.1A、25mW以下で駆動可能な回路構成を目指す。センサで得られたデータはLPWAによる遠距離通信で直接サーバに送られるシステムとする。

リボン状亀裂監視センサ（ひずみセンサ）



救急電話相談事業による緊急度判定が 救急搬送患者の予後に与える影響評価

研究代表者 大阪大学 嶋津 岳士 連携消防機関 大阪市消防局

>> フェーズ2：基盤・応用研究

背景

急に具合が悪くなった市民に対する看護師による救急電話相談は1998年に英国で開始され、本邦では2007年に降に東京都及び大阪府で運用が開始された。救急電話相談には相談者の満足度の向上や不要な救急車の要請数の削減等といった様々な効果が期待され、定性的な評価が行われてきた。しかし、救急電話相談が救急医療体制や救急搬送患者の予後に与えた影響を、定量的評価手法を用いて統計的に解析した研究はない。「救急電話相談事業が救急搬送患者の予後に与えた影響を統計的に明らかにする」ための最大の課題は、「救急電話相談事業において電話相談をした市民（対象者）がどのような転帰に至ったか」を明らかにすることにある。

研究目的

大阪府では2013年に救急搬送患者を対象として、救急活動記録、並びに医療機関での「診断」「転帰」といったデータを個別事例単位で収集する情報システム（ORION）を導入し、2015年から年間約45万例のデータを収集している。本研究では大阪市内の救急電話相談データ、大阪市消防局の救急活動記録及びORIONデータを個別事例単位で連結させ、統計的に解析し救急電話相談事業の関与が救急搬送された市民の予後に与える影響を解析することを目的とする。

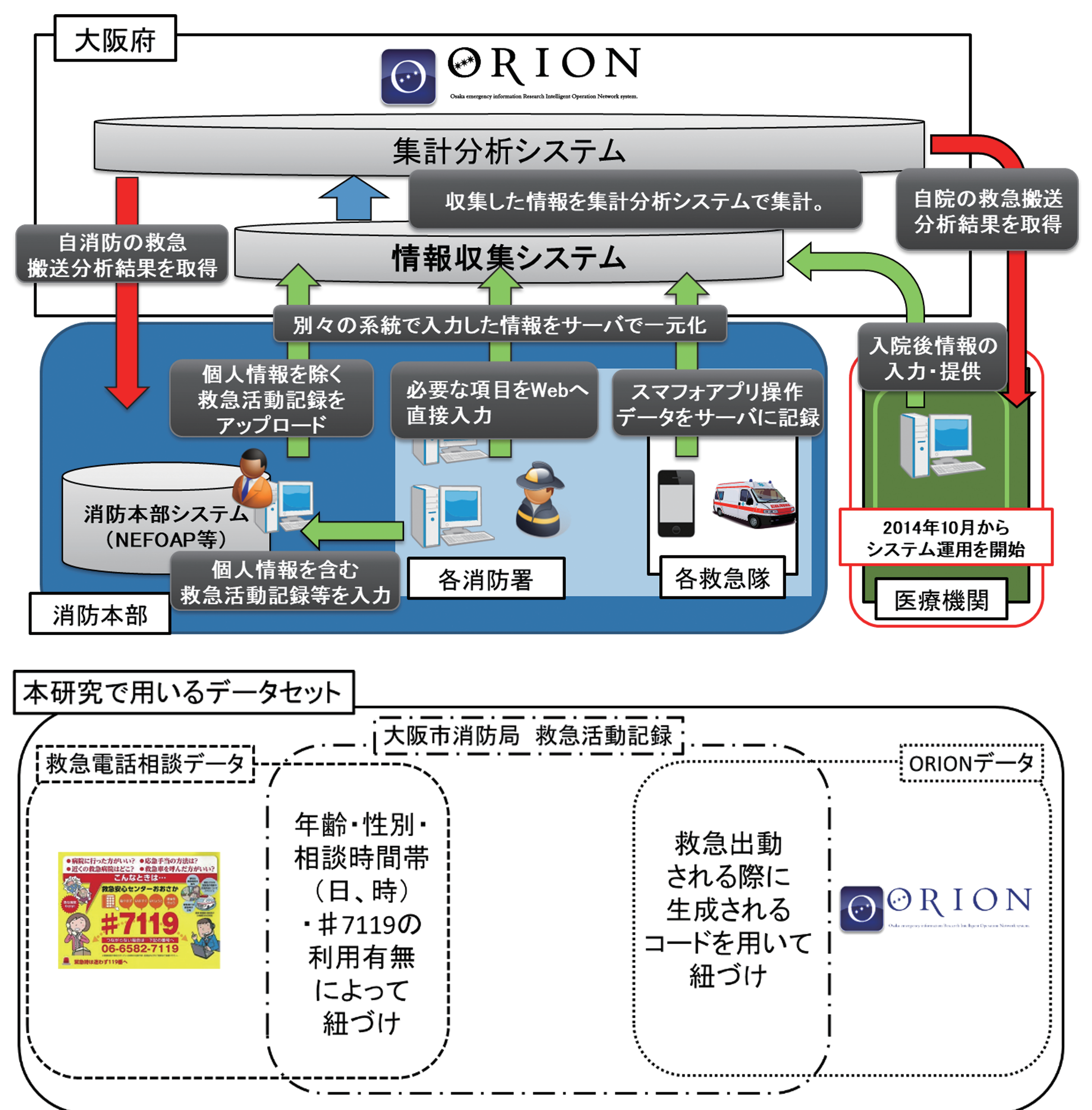
概要

本研究では、大阪市を対象地域として救急医療相談を介して症状の緊急性を判定され救急搬送された患者を対象に、「救急電話相談での症状、判定結果」、「大阪市消防局の救急活動記録」、「ORIONデータ」を個別事例単位で連結させ、以下の解析を行う。

- ①2016-2018年の救急電話相談データ、救急活動記録、ORIONデータを統合したデータセットの構築及び記述疫学的解析。
- ②「救急電話相談」を介入とし、電話相談のなかった救急搬送である非介入群との背景因子を調整するためのプロペンシティスコアを用いた統計解析。
- ③「救急電話相談」の有用性を明らかにし、事業効果の定量的評価手法の確立。

ORIONシステムの概要

（岡本潤、片山祐介、北村哲久ら。日臨救急医会誌.2019; 22: 540-550）



〈平成30年・令和元年に採用〉 継続中の研究課題

G空間情報と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

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

>>フェーズ3：社会実装研究

研究目的

屋内測位情報とICTを活用し、自衛消防隊と公設消防隊の間で火災時の情報を共有できるシステムを構築することで、従来よりも効率的で安全な消防活動を実現する。

概要

自衛消防隊を支援する「G空間自衛消防支援システム」と、公設消防隊を支援する「現場活動支援システム」を連携し、防火対象物全体の防火安全性を向上させる「防災支援システム」を構築する。

G空間自衛消防支援システム（自衛消防隊員用スマートフォン）

- ・ 隊員用スマートフォンを活用した災害時の連絡
- ・ 屋内測位を活用した在館者等の位置情報の把握

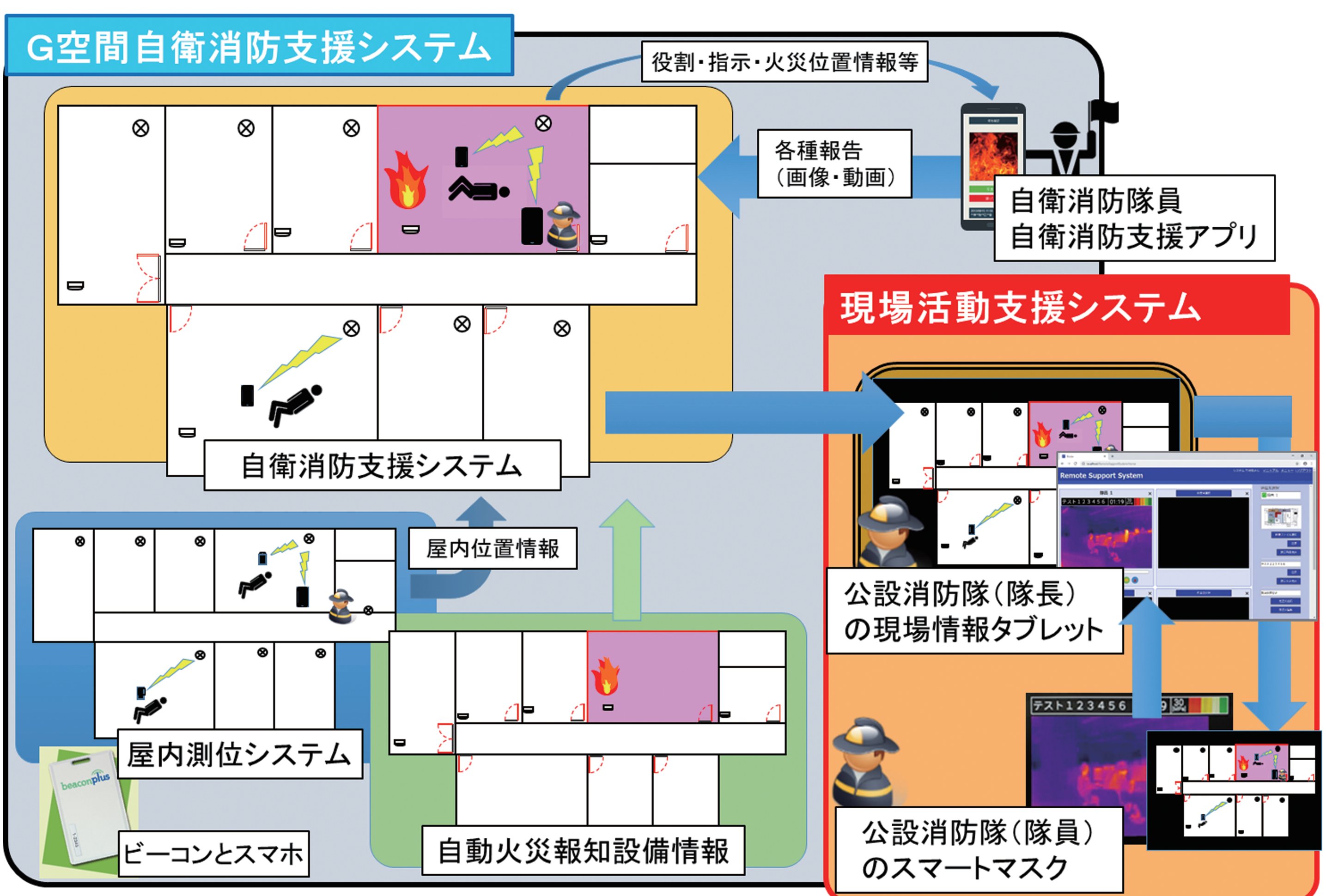
現場活動支援システム（隊員用スマートマスク・隊長用タブレット）

- ・ 赤外線映像、文字や図面等の指示伝達による活動支援
- ・ 隊長と隊員間での視覚画像の共有
- ・ ボンベ残圧、進入経過時間等の表示による消防活動の管理
- ・ G空間自衛消防支援システムと連携した逃げ遅れ者の位置情報の把握

今後の取組

両システムの連携機能の向上を図るとともに、大規模な室内空間を有する防火対象物を使用した実証実験を行い、製品化に向けて改善、改良を図る。

防災支援システム概要図



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 繊維学部 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 >> フェーズ2：基盤・応用研究

研究目的 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。

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。

概要 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

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

今後の取組 ◎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

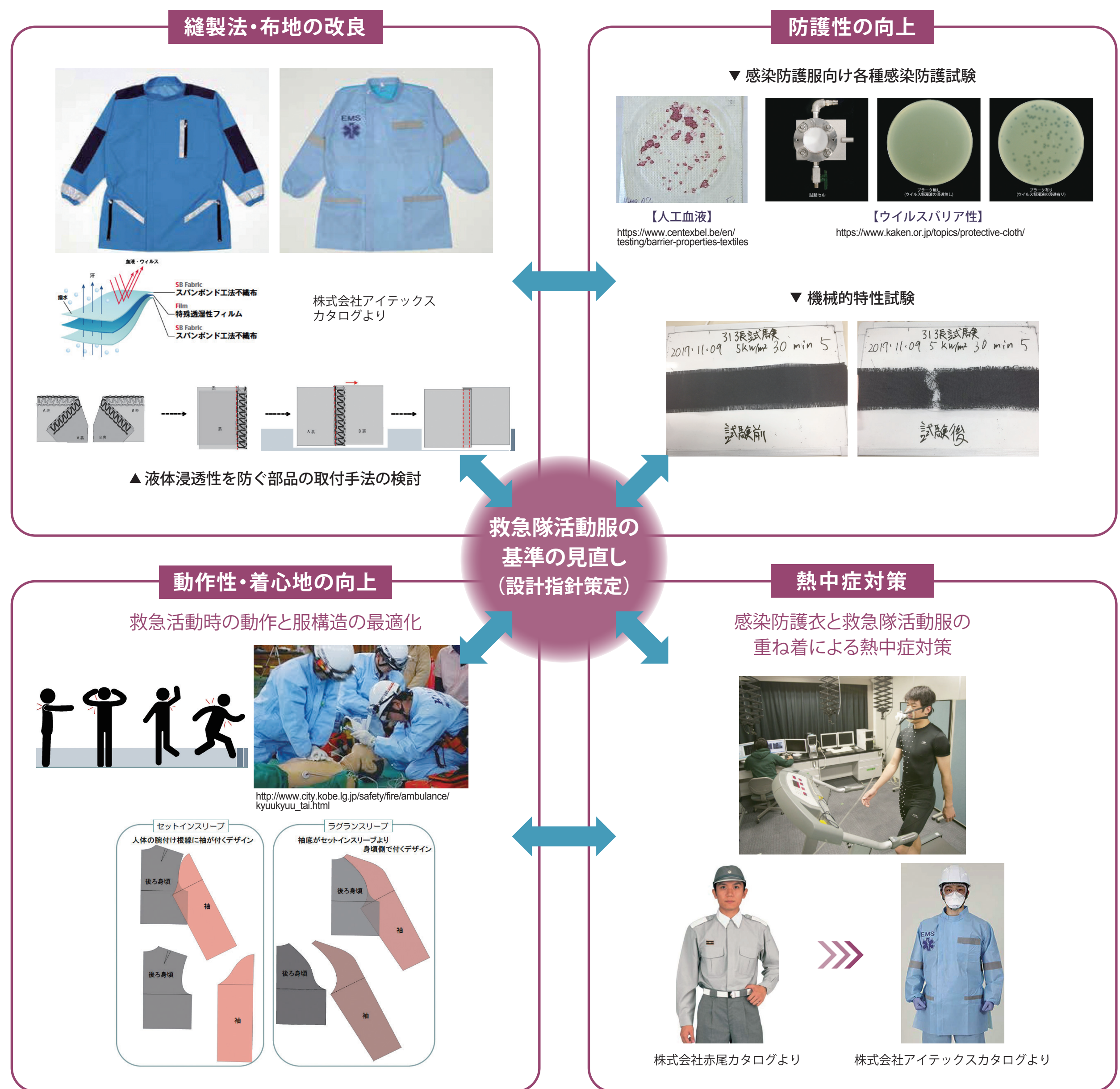
◎救急隊員の活動リスクアセスメントに基づいた活動服(含、感染防護衣)の性能設定・デザインと調達における選定根拠などへ活用

◎防護服開発で検討すべき項目と性能の明確化

◎救急隊用活動服の最適化は、感染防護衣の着用、救急資機材の運搬、傷病者の移動に要する大きな動き、傷病者の処置で発生する細かな動きを前提に検討されなければならない。

◎第二年度は、初年度で課題となった動作快適性の問題点を評価する試験法をまとめる。

◎課題を解決するための検証用プロトタイプ活動服(上衣・下衣)と感染防止衣の製作を行い、動作快適性評価マネキン及び被験者(学生及び連携2消防本部の救急隊員)による官能試験を実施する。3Dアパレル CADへ提供し、動作性を中心とした服構造の最適化・パターンメイキングを行う。感染防護・遮熱性・温熱快適性の最適化も考慮する。



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 >> フェーズ2：基盤・応用研究

研究目的 (1)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する。

(2)訓練シミュレータの動作検証を通じて、地震火災時のリアルタイム型避難誘導支援に向けた知見を得る。

概要 大都市直下地震時には、同時多発火災に伴う地震火災による人的被害が支配的になる可能性があることが指摘される。また、火災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いない。これら現状の課題を解決するための一つとして、火災をリアルタイムに覚知・延焼予測するとともに、時間遅れ出火を含んだ未覚知火災の影響も考慮して、避難リスクを評価する手法の開発するとともに、避難場所に可能な限り安全に避難可能な避難経路、避難先、避難開始時間等を導出する「延焼予測・避難道支援システム」を開発するとともに、これらの情報を行政ニーズに応じて平易に表示する「火災情報・避難誘導情報伝達システム」を開発し、消防部局の訓練シミュレータとする。

今後の取組 昨年度実施した「火災情報・避難誘導情報伝達システム(プロトタイプ)」の基本設計に基づいて、プロトタイプシステムを開発する。

この成果を受けて、昨年度開発した「延焼予測・避難道支援システム」の消防部局職員の操作による動作試験を実施するとともに、東京都区部の防災担当職員によるプロトタイプの動作試験を行うことにより、両システムの改善課題等を明らかにし、改善を図る。



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／糸糸川市消防本部 >> フェーズ2：基盤・応用研究

研究目的 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。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た。



【高粘度液体】

令和元年度の研究計画

① 茅葺き屋根に対する消防技術の開発 (協力:長野市消防局／長野市戸隠地区)

- ・高粘度液体を搭載した可搬型放射装置の改良
- ・高粘度液体を搭載した車載式放射装置の試作
- ・自主防災組織による各放射装置の操作性体験
- ・実大燃焼試験体を用いた消火体験



▲ 自主防災組織による操作性体験



▲ 車載式放射装置



▲ 可搬型放射装置



▲ 実大燃焼試験体を用いた消火体験

② 木造密集市街地の板材に対する消防技術の開発 (協力:糸糸川市消防本部／糸糸川市小泊地区)

- ・実地調査に基づく消防方法の検討
- ・ドレンチャー式放射装置の試作・性能試験



◀ ドレンチャー式放射装置の試作

③ 冬季凍結防止対策容器の開発

- ・試作容器の製造・温熱性能試験

④ 高粘度液体の基本性状の検証

- ・板の種類の違いによる付着性能の確認・性能試験
- ・液体の付着による効果の確認・性能試験

令和2年度の研究計画

① 木造密集市街地の板材に対する消防技術の開発 (協力:糸糸川市消防本部／糸糸川市小泊地区)

- ・ドレンチャー式放射装置の実地試験
- ・瓦の隙間への目止め効果
- ・付着性能／延焼防止性能試験
- ・車載式放射装置の改良／実地試験



◀ 木造密集市街地の実地調査

② 冬季凍結防止対策容器の開発 (協力:長野市消防局／長野市戸隠地区)

- ・改良容器の製造・耐力性能試験／現地保管試験

③ 高粘度液体の基本性状の検証

- ・板材の違い(新材・古材)による付着性能の確認・性能試験
- ・板材の取付角度による付着性能の確認・性能試験
- ・燃焼による炭化固形化後の燃焼延伸効果の検証

〈令和元年度〉研究期間が終了した課題

ふく射熱遮断スプリンクラーの開発

研究代表者 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 >> フェーズ1：実用可能性調査・基礎研究

背景

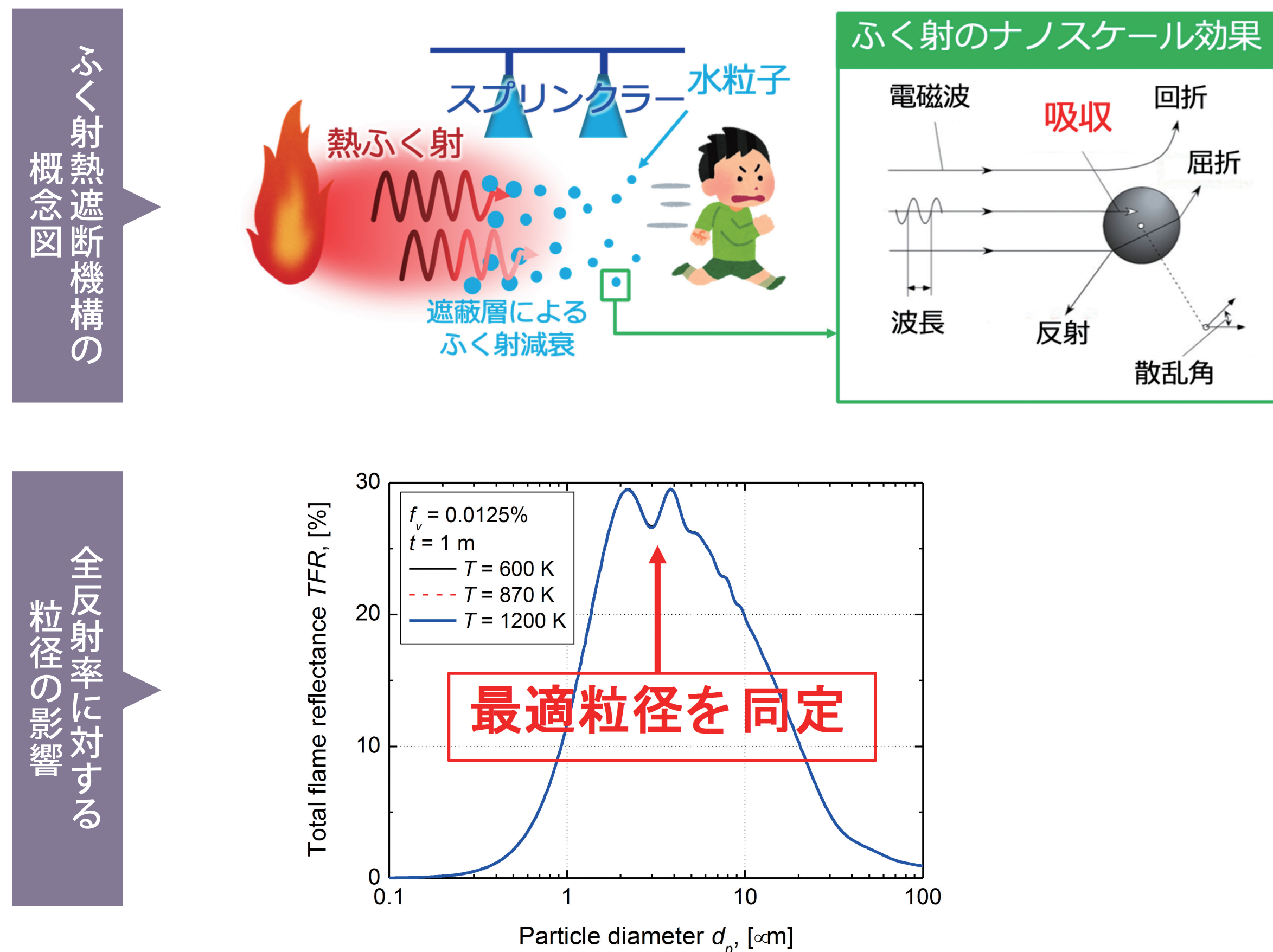
伝熱現象は「熱伝導」・「対流熱伝達」・「ふく射伝熱」の三形態に分類される。火災問題を評価する場合、火災燃焼問題を伴う「対流熱伝達」のみで簡易的に評価することが多い。しかしながら、火災現場のような高温場においては「ふく射伝熱」も重要な伝熱要素となる。目に見える炎に加え、目に見えない熱ふく射（電磁波）も消火活動において多大な影響を持つ。この熱ふく射による延焼や火傷を防ぐ消防設備の実現が望まれている。

研究目的

スプリンクラーの設計指針は炎の消火のみを考えていることがほとんどである。スプリンクラーから放水される水粒子はふく射伝熱問題における散乱性媒体である。粒子の大きさを変えれば、特定の波長を吸収、もしくは散乱させることが可能となる。そこで、火災現場において支配的である赤外波長の熱ふく射を効率的に散乱・吸収する水粒子の粒径を選定し、ふく射熱遮断機能も持つスプリンクラーの実現を目指す。これにより、目に見えないふく射による延焼や、避難者のふく射による火傷を防ぐことが可能となる。

成果

ミスト遮蔽層内でふく射輸送方程式を解き、水粒子の粒径がミスト遮蔽層の遮蔽能力に及ぼす影響を評価した。ふく射遮蔽のための水滴の最適粒径を同定した。また市販のノズルを用い、ふく射遮蔽性能の評価実験を行い、本研究の知見の妥当性を確認した。本研究は、これまで「どれだけの水量を炎に投入するか」という視点でのみ設計されてきた消防設備において、ふく射遮蔽のみを議論するならば、水量の少ないミスト層のほうが、水量の多い水膜よりも、ふく射遮蔽性能が高いというパラダイムシフトを示した。この知見は水が貴重な消防の現場において大いに有用なものである。



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 >> フェーズ1：実用可能性調査・基礎研究

背景

近年、外国では爆発性物質を使用した爆破テロが多くを占め、二次爆発の被害により消防隊員が死傷している。東京2020大会の開催を控える中、そのような爆破テロ災害に対して、要救助者・避難者・消防隊員等の二次的被害等からの安全を確保するため、本研究では、爆発威力等の測定や爆発防護に関する検証を行い、基礎資料を作成することで、消防行政に資することを目的とする。

研究目的

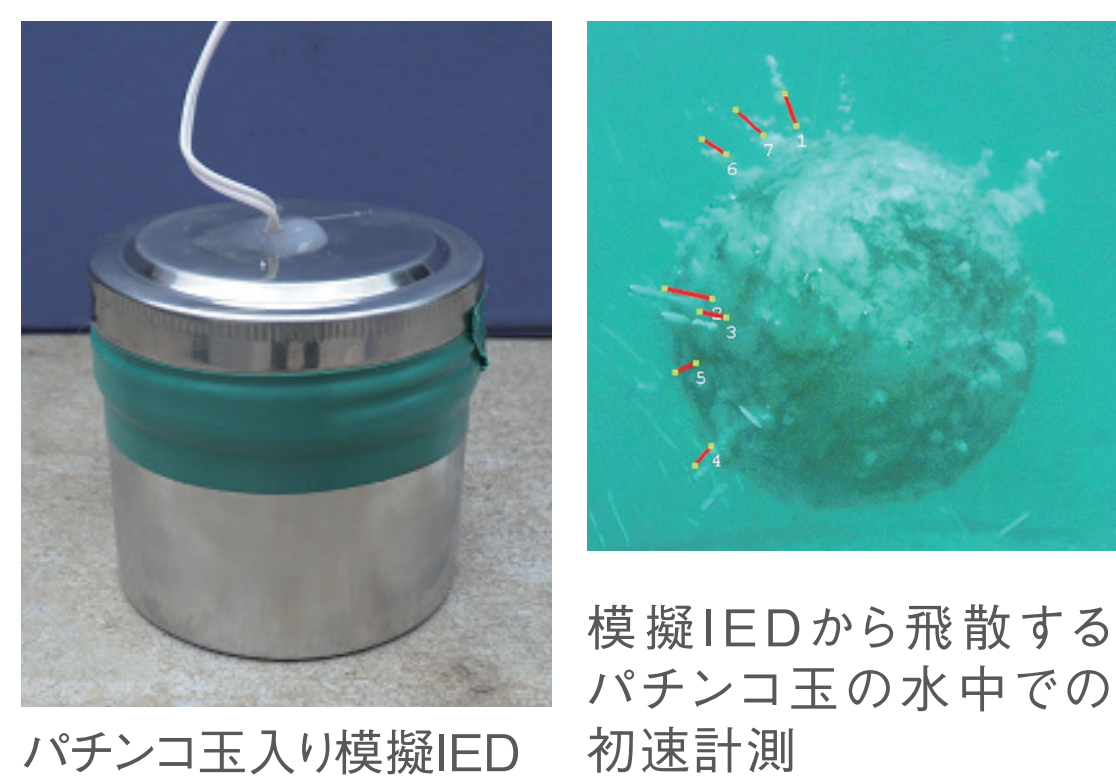
本研究では、消防活動等の視点から、現状の消防活動基準や消防装備等を利用し、爆破テロ災害等で使用される爆発性物質を爆発させた際の爆発威力等の測定や爆発防護に関する検証を行い、要救助者・避難者・消防隊員等の二次的被害からの安全を確保するための知見等を得ることで、テロ災害時に活用できる爆発性物質等の危険性に係る基礎資料を作成することを目標とする。

- ①ファーストレスポnderとしての災害予測
- ②現有消防装備等を活用した消防活動の安全性の向上
- ③爆発現象の人体への影響把握

研究概要

大型水槽施設で爆発実験を行い、爆発挙動の撮影及び残渣物の形状観察を行った。IED（手製爆弾）を模擬するために極力、産総研で爆発物を調整した。パチンコ玉を入れた模擬爆弾からのパチンコ玉の初速を測るために水中で爆発させ、高速度カメラでその初速を計測した。その結果、実測で80m/s程度であることがわかった。そこで、今後の検討では最大でも200m/sと考え、被害を予測することとした。種々の材質の板材について耐久性を調べた。また、消防服を着た状態のマネキンに爆発を作用させ、爆風圧を計測することにより、どの程度のダメージを受けるかを検討した。これらの検討を東京消防庁と共に行うことで、爆破テロの疑似体験を経験し、何が必要かを感じてもらった。

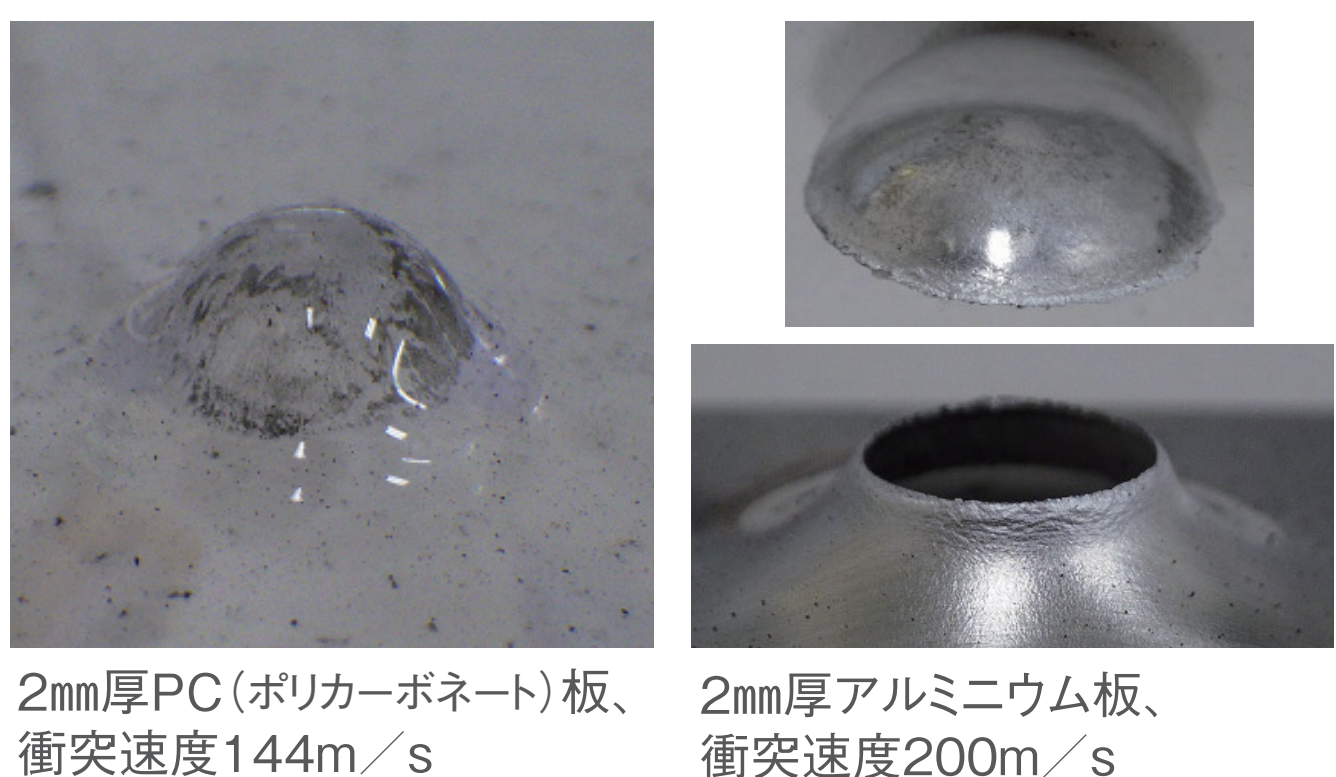
IEDの試作と飛散物速度計測



パチンコ玉入り模擬IED

模擬IEDから飛散するパチンコ玉の水中での初速計測

板材のパチンコ玉衝突実験



2mm厚PC(ポリカーボネート)板、衝突速度144m/s

2mm厚アルミニウム板、衝突速度200m/s

爆発現象の人体への影響把握実験



執務服

防火衣+防火帽

携帯型爆風圧センサ

マネキンの各位置で受ける爆風圧

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 >> フェーズ導入前採択

背景

2011年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）が津波により甚大な被害を受けた。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。

研究目標

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、容量1,000 kl以下の小規模タンクの「滑動」「漂流」を防止する対策工を提案することを目標とする。

成果

小規模タンクに対する津波による「滑動」「漂流」を防止する対策工について、経済性・施工性・安全性等の観点から有効な対策工を2案（対策工1、対策工2）選定し、提案することができた。さらに、実験と解析を実施し、提案した対策工における津波適用限界水位（限界水位を超えたところから滑動・漂流が発生し始める水位）と対策効果を定量的に示した。

- 対策工1**

タンクとタンク基礎コンクリートをCFRP（炭素繊維）シートと樹脂にて一体化
- 対策工2**

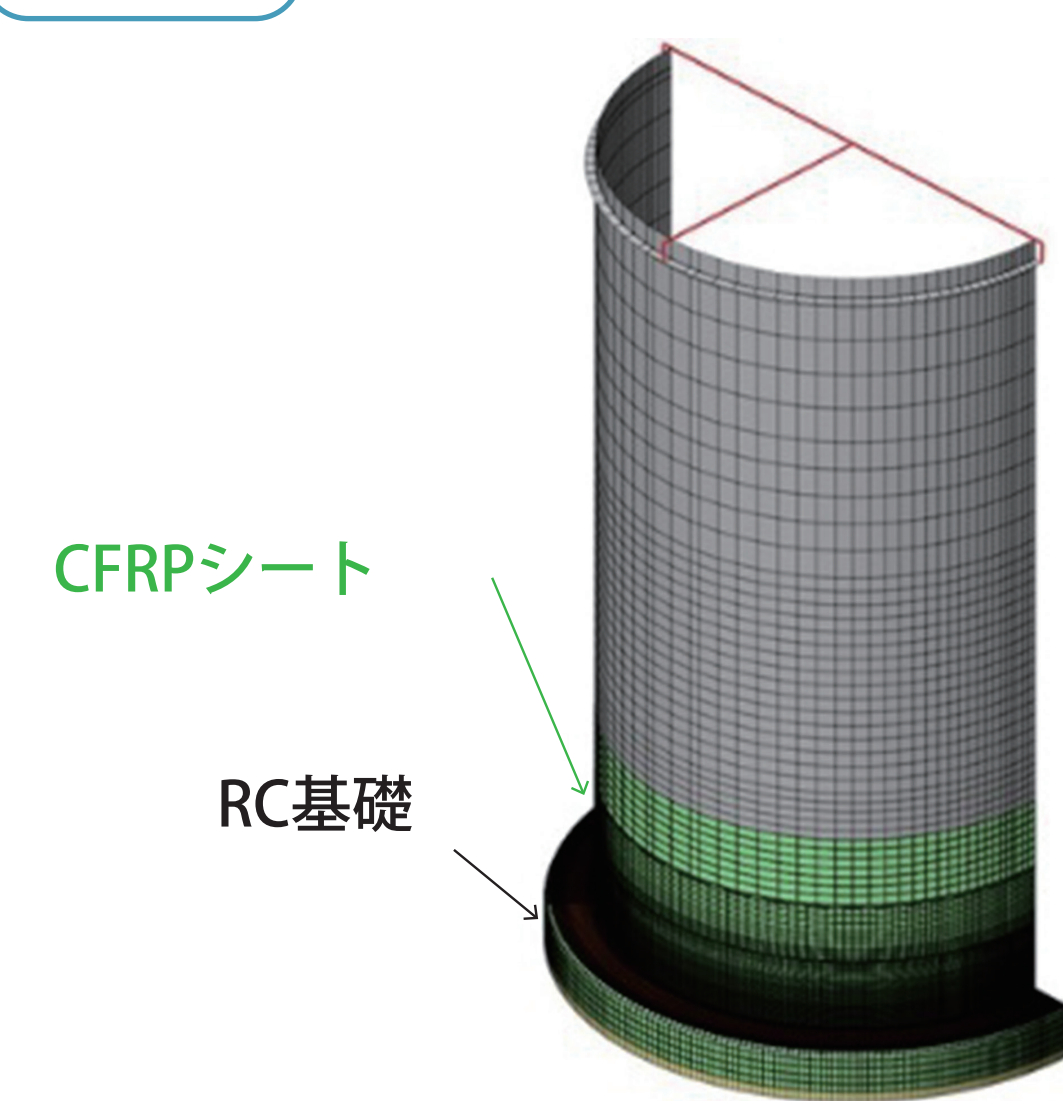
タンク側板に繊維シートと樹脂にてアイプレートを施工し、ワイヤーにより地盤に設けたアンカー等へ結ぶ

特長

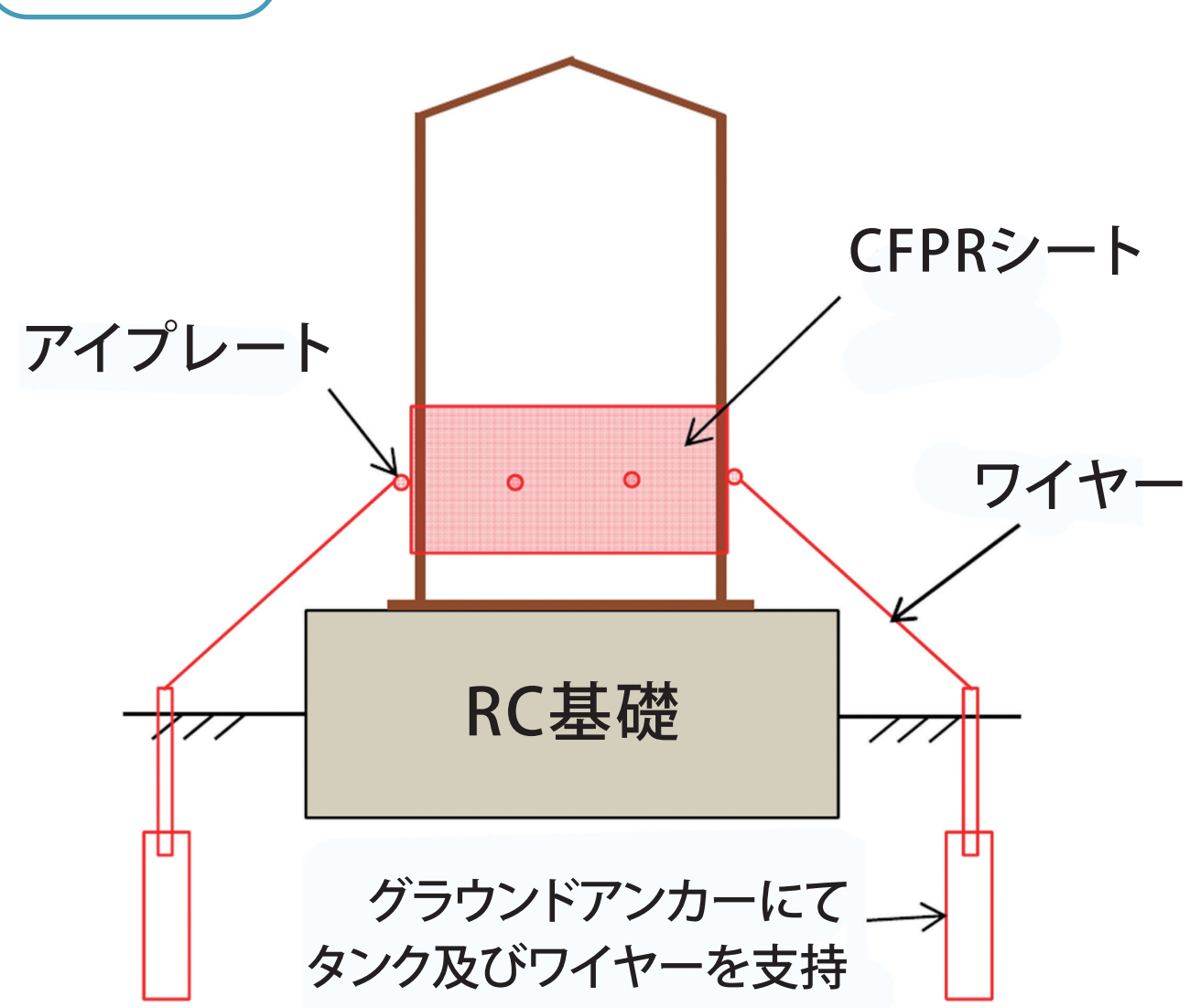
- 低コストである
- 溶接が不要なため安全性が高い
- 供用中のタンクでも施工が可能
- 既設設備の耐震性能に影響を与えない

対策工の概念図

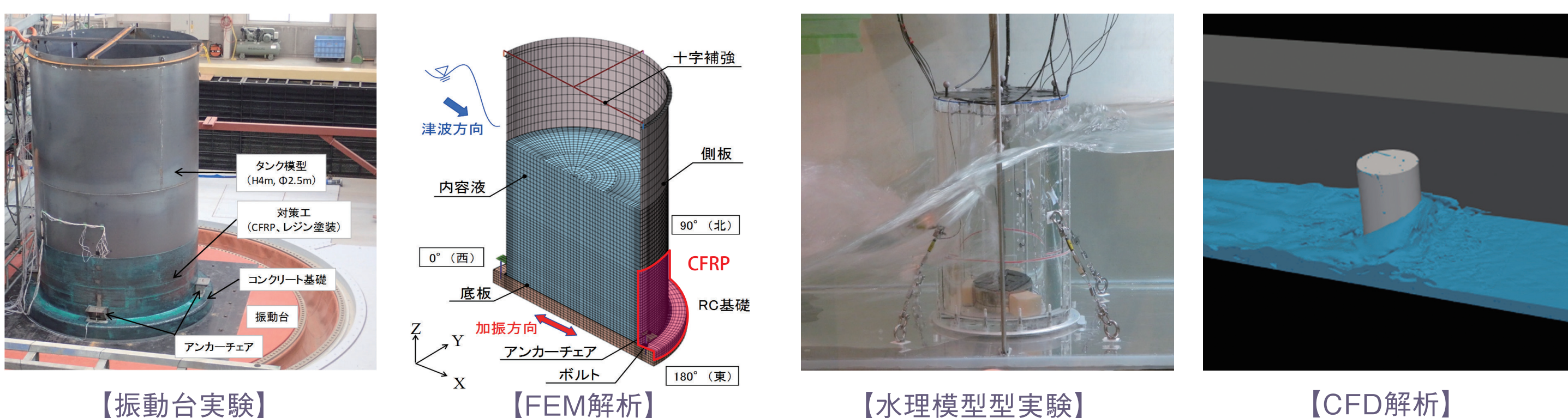
対策工1



対策工2



実験および解析による評価



対策工の効果

	タンク容量	津波適用限界水位 (限界水位を超えたところから滑動・漂流が発生)		対策効果 (B/A)
		対策なし(A)	対策あり(B)	
対策工1	20kL	1.7m	2.8m	1.6倍
	500kL	4.0m	6.4m	1.6倍
対策工2	20kL	1.7m	3.7m	2.2倍
	500kL	4.0m	4.7m	2.2倍

CFRPの施工イメージ



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

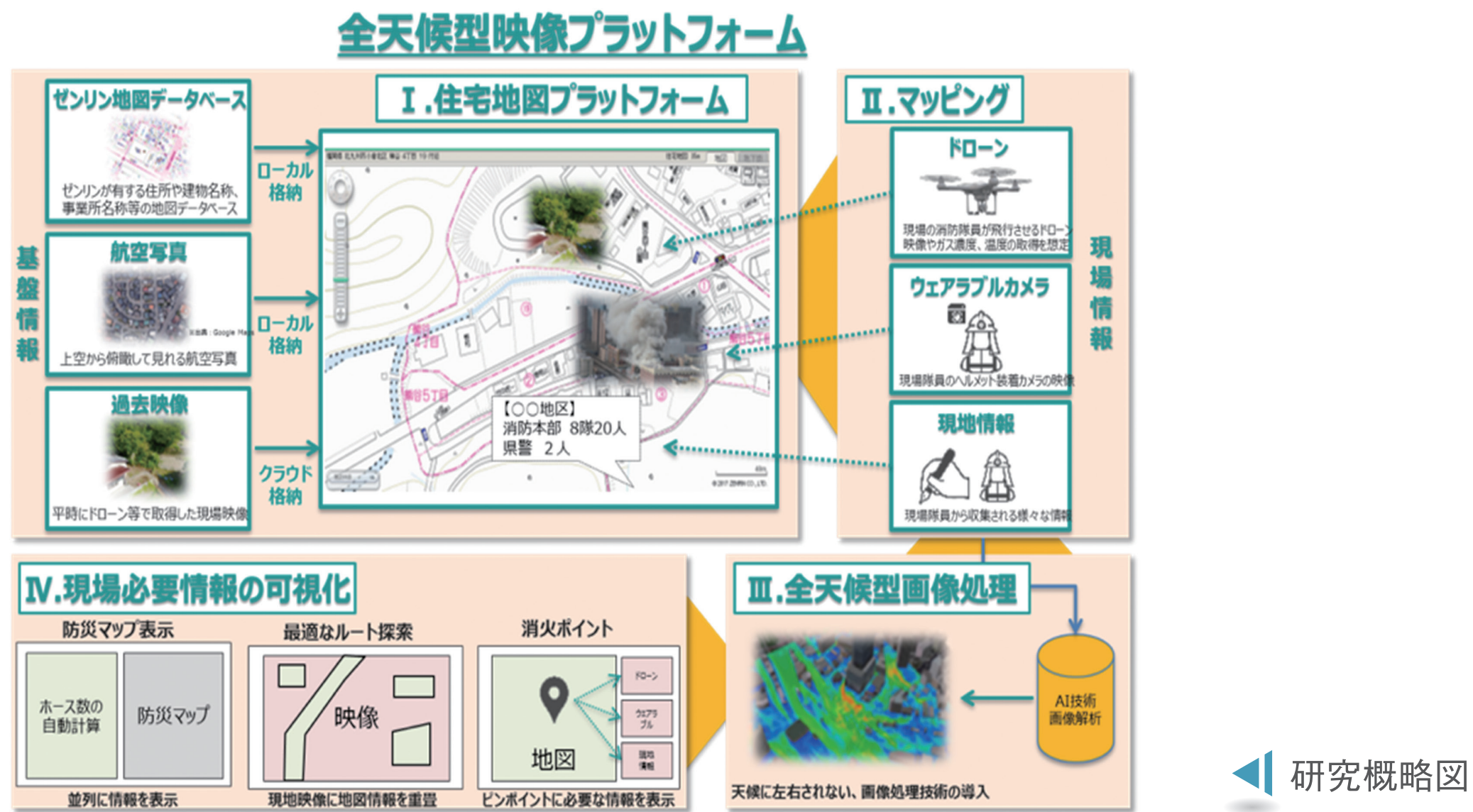
研究代表者 北九州市立大学 奥田 正浩 連携消防機関 北九州市消防局

>> フェーズ1：実用可能性調査・基盤研究

研究内容

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が無く、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



研究概略図

実証実験

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



仮想的な火災発生時のドローン撮影映像

視認性を向上させた結果



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／田辺市消防局

>> フェーズ導入前探採 北九州市消防局／倉敷市消防局／浜松市消防局

背景

高齢化率の増加を主因とした右肩上がりの救急需要の増大が進む一方で、救急供給の絶対的・相対的不足も影響し、救急需給の不均衡（アンバランス）が生じている。その結果発症から病院での治療開始までの時間が年々延長しており、例えば重症外傷や脳卒中などの病態によってはこの「時間の延長」が傷病者の予後に直接悪影響を及ぼすことが知られている。救急車が現場に行ったが傷病者がいない、市民の判断で迷った挙句に自力受診し重症化した、救急搬送されたが受入れ医療機関で傷病者のDNAR(Do Not Attempt Resuscitation)の意思が判明したなど救急需給の不整合（ミスマッチ）も生じている。このような需給のアンバランスやミスマッチへの対応は喫緊の課題であり、特に「待つべきは待つ」という適時の受療行動を支援する規範ならびに「緊急度」という尺度に対する概念を社会全体で共有することの重要性が注目され、緊急度判定の体系化が進められてきた。

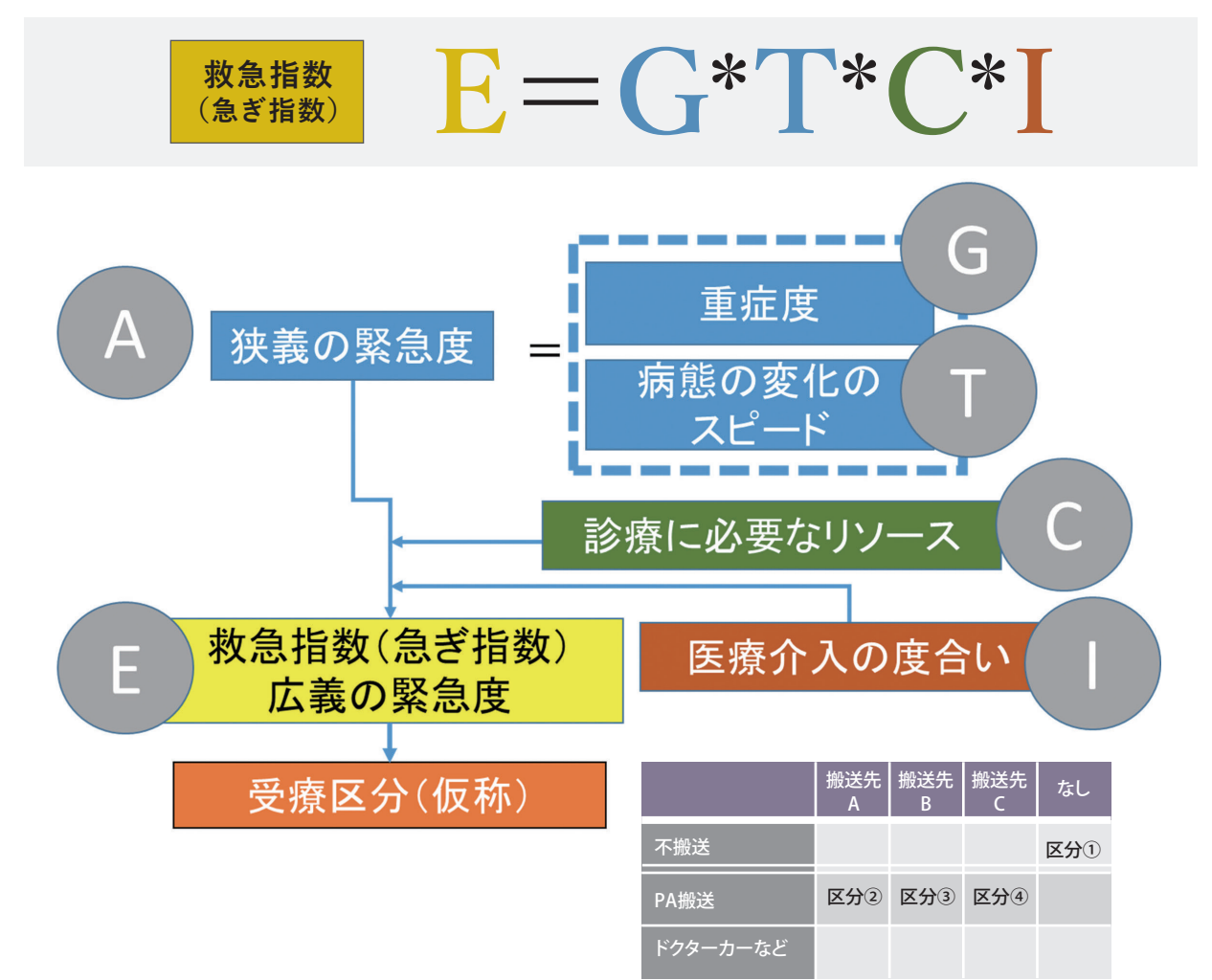
研究目的

今までに、H23-25 年度には「緊急度判定プロトコルVer.1作成」、H24-25 年度には「救急患者の緊急度評価基準の確立」を図り、さらにH27-28年度には「自己判断／＃7119の市民普及啓発手段の検討とプロトコル改訂(Ver.2)」を実施してきた。これらを踏まえて、本研究の目標を、①緊急度概念の定義の再考、②活用に至る119番通報時と救急現場のプロトコルの改訂と支援ツールの開発、③救急受診ガイド・＃7119のプロトコル改訂、④地域包括ケアシステムにおける緊急度に応じた救急搬送のあり方、特に救急車以外の受診・搬送手段及び搬送先の選定に関するガイドラインの策定とした。

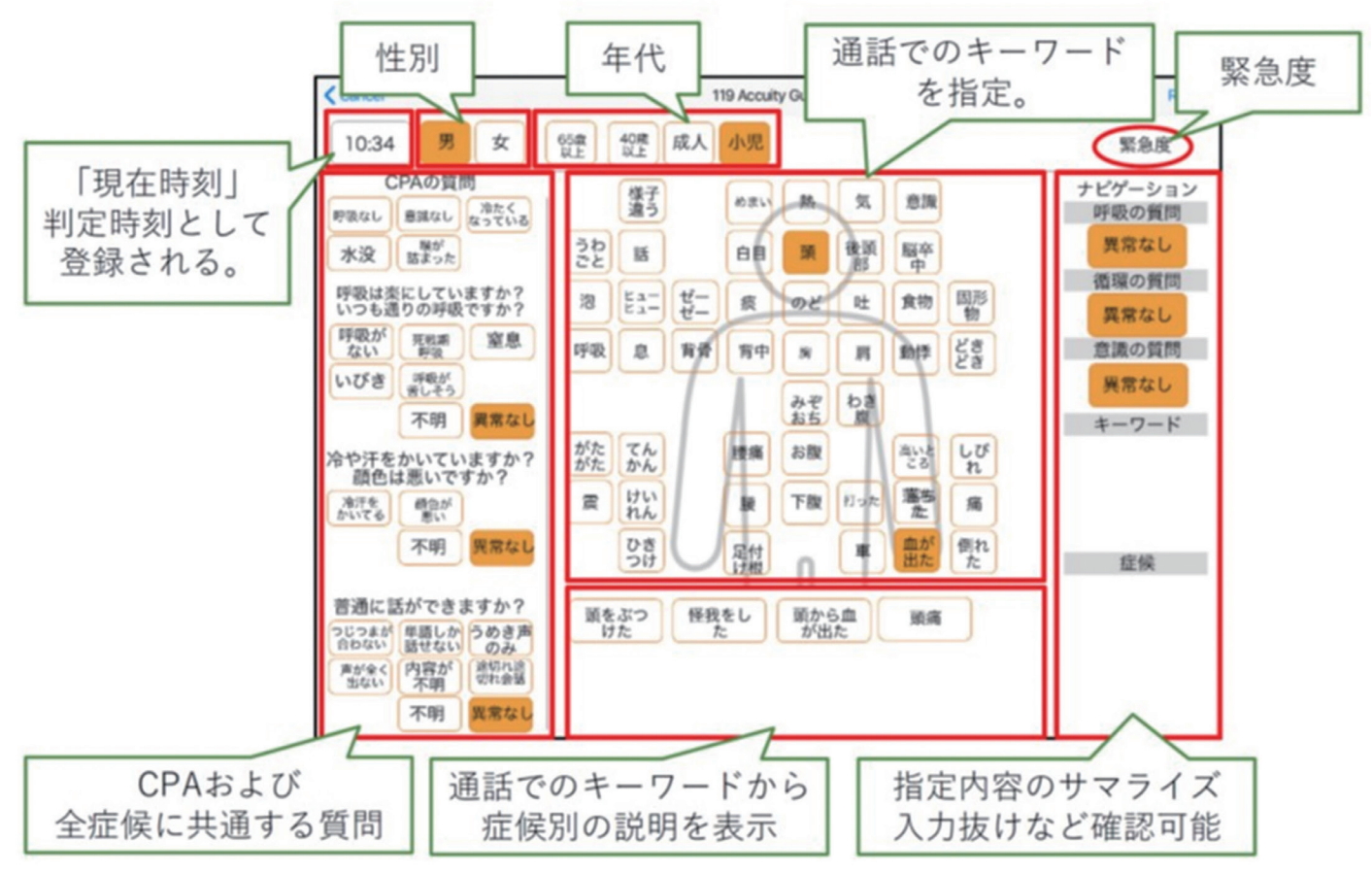
研究概要

緊急度構成因子の整理と「救急指数（急ぎ指数）」概念を形成したうえで、119番通報時と救急現場のプロトコルの改訂と支援ツールの開発ならびに試行運用により精度検証を行った。加えて救急受診ガイドの改訂と追加、＃7119の改訂を行い、精度検証を行った。地域包括ケアシステムにおける緊急度に応じた救急搬送のあり方を検討するために、試行地域のメディカルコントロール体制に組み込む形で、「緩やかな救急搬送」と銘打った民間救急車運用システムのモデルを策定した。今後はさらなる質評価のための仕組み作りが課題である。

緊急度と救急指数（急ぎ指数） $E=G*T*C*I$



119番通報時の判定支援ツール作成



119番通報時のプロトコル精度評価（A市）

【1】プロトコルが「初診時緊急度の「緊急」を判定する精度（過小評価と過大評価）			
指標	算出方法	結果	
事前検率	緊急/総数	179/1430	12.5%
過小評価率	1-感度	25/179	14.0%
過大評価率	1-特異性	824/978	84.3%
陽性的中率		154/978	15.7%
尤度比			1.26

プロトコル使用により、1.26倍精度があがる

【2】プロトコルが判定する緊急度のうちの過小評価と過大評価の割合			
指標	計算方法	結果	
過小評価例の割合		41/1430	2.9%
過大評価例の割合		1044/1430	73.0%
重症過小評価例の割合		5/1430	0.3%
重症過大評価例の割合		457/1430	32.0%

【3】個別検証対象		
プロトコルが「緑」が「白」判定で、医師緊急度が「緊急」	件数	
プロトコルが「白」で、医師緊急度が「非緊急以外」	0	
合計	0	

試行地域における民間救急車運用システム

緊急度や傷病程度に合わせて利用する 類型分類された4つの搬送手段			
類型	搬送対象の緊急度・傷病程度、病態等	搬送車両	緊急走行の有無
類型1	緊急・準緊急 中等症以上	消防救急車による緊急走行が必要な 準緊急・傷病程度中等症以上傷病者	消防救急車 緊急走行 する
類型2	低緊急・軽症 病状が安定	病院救急車が預受する病院救急車による 低緊急、病状が安定した患者の転院搬送	緊急走行 (原則) 無料
類型3	低緊急・軽症 病状が安定	民間救急車が預受する民間救急車による 低緊急、病状が安定した患者の搬送	民間救急車 緊急走行 しない
類型4	非緊急・軽症 病状が安定	非緊急であるが、患者等搬送車による ストレッチャー等安静体位での搬送	介護タクシー 福祉タクシー 緊急走行 しない

ドローンで取得した可視・不可視情報の提示と その実践的搜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 榎原 茂 連携消防機関 高知市消防局

>> フェーズ導入前探採

研究目的

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、搜索活動を対象として、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。

- 課題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
- 課題2：ドローンを用いた実践的な搜索活動・運用方法の確立

研究目的



成果

- 【課題1】：ドローンを用いた可視・不可視情報の取得と提示
 - (a) 電波取得システム搭載ドローンの開発（図1）
 - (b) 上空からの無線LAN・Bluetoothの電波取得の実践的評価
 - (c) 収集情報の分析及び可視化
→ 令和元年度 中国・四国ブロック緊急消防援助隊合同訓練においてデモンストレーションを実施（図2）
- 【課題2】：ドローンを用いた実践的搜索活動のリファレンスモデルの構築
 - (d) ドローンを用いた搜索活動マニュアル（図3）
 - (e) ドローンの訓練方法：ドローン操作（図4）



図1 電波取得システム搭載ドローン

図2 情報収集活動訓練の実施状況

業務項目	業務内容	注意事項
1. 出発準備	1-1 出発準備を確認する	1-1 出発準備を確認する
2. 出発	2-1 出発を確認する	2-1 出発を確認する
3. 飛行	3-1 飛行を確認する	3-1 飛行を確認する
4. 着陸	4-1 着陸を確認する	4-1 着陸を確認する
5. 帰還	5-1 帰還を確認する	5-1 帰還を確認する
6. 帰還後	6-1 帰還後を確認する	6-1 帰還後を確認する
7. 帰還後	7-1 帰還後を確認する	7-1 帰還後を確認する
8. 帰還後	8-1 帰還後を確認する	8-1 帰還後を確認する
9. 帰還後	9-1 帰還後を確認する	9-1 帰還後を確認する
10. 帰還後	10-1 帰還後を確認する	10-1 帰還後を確認する
11. 帰還後	11-1 帰還後を確認する	11-1 帰還後を確認する
12. 帰還後	12-1 帰還後を確認する	12-1 帰還後を確認する
13. 帰還後	13-1 帰還後を確認する	13-1 帰還後を確認する
14. 帰還後	14-1 帰還後を確認する	14-1 帰還後を確認する
15. 帰還後	15-1 帰還後を確認する	15-1 帰還後を確認する
16. 帰還後	16-1 帰還後を確認する	16-1 帰還後を確認する
17. 帰還後	17-1 帰還後を確認する	17-1 帰還後を確認する
18. 帰還後	18-1 帰還後を確認する	18-1 帰還後を確認する
19. 帰還後	19-1 帰還後を確認する	19-1 帰還後を確認する
20. 帰還後	20-1 帰還後を確認する	20-1 帰還後を確認する

図3 ドローンを用いた搜索活動マニュアル

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

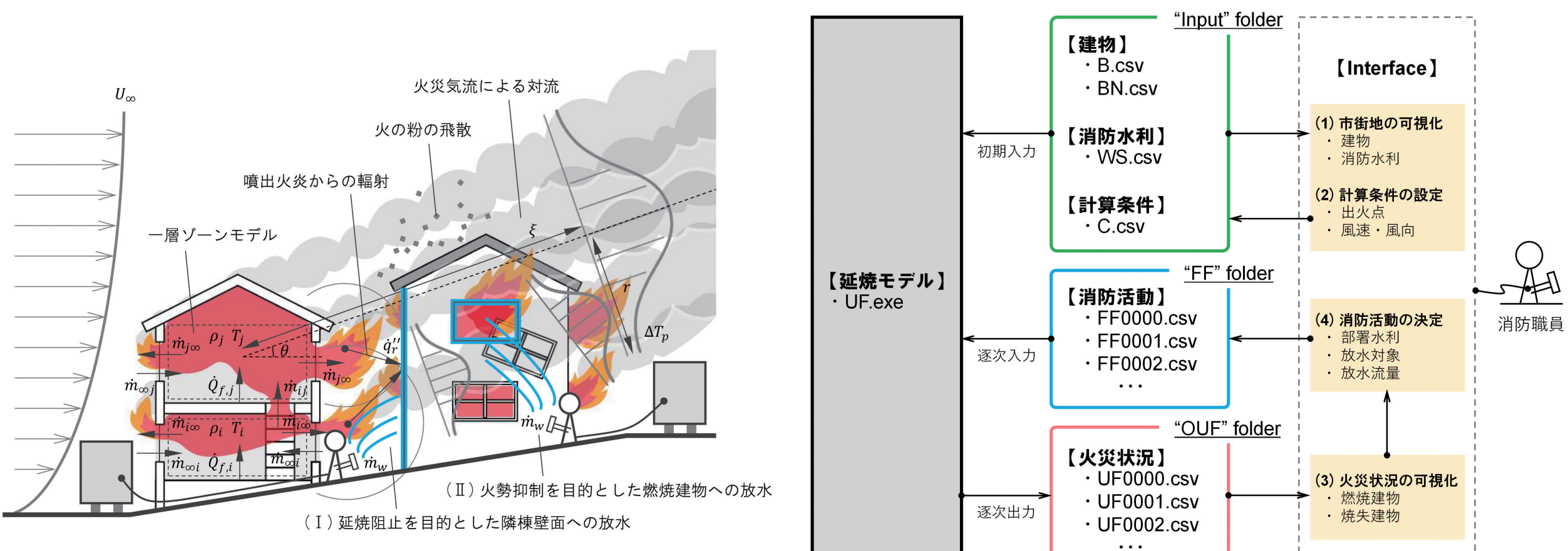
研究代表者 京都大学 西野 智研 連携消防機関 茨木市消防本部

>> フェーズ1：実用可能性調査・基盤研究

研究概要

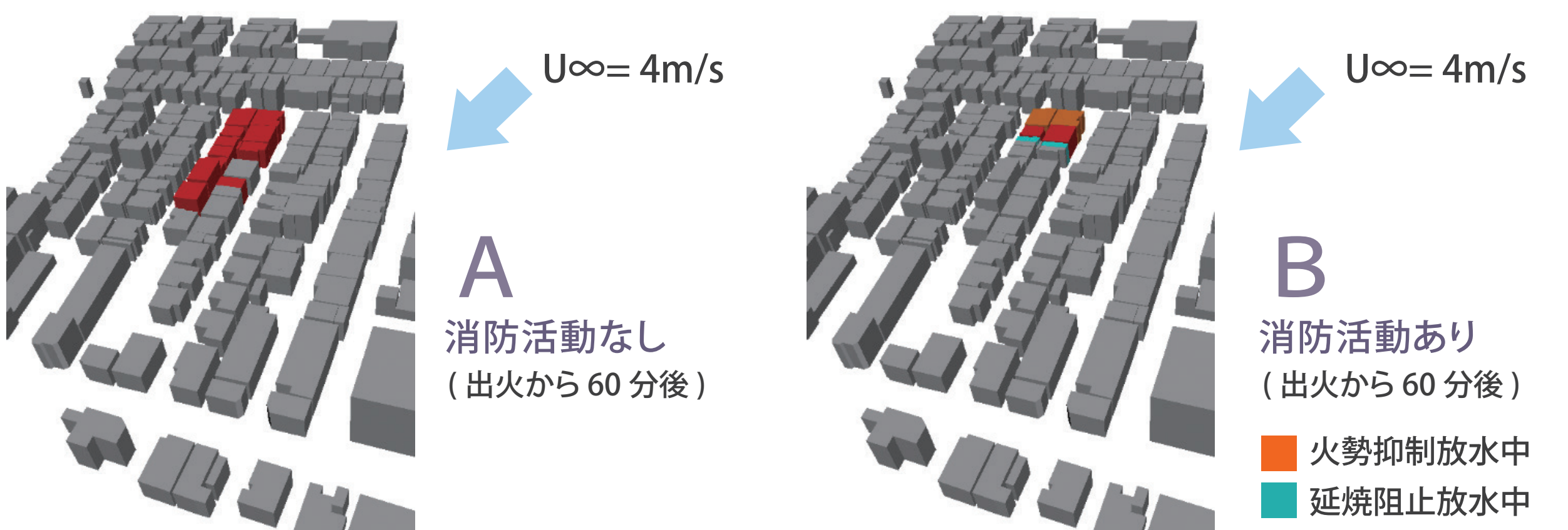
2016年に新潟県の糸魚川市で発生した大規模火災は、現代の市街地においても強風時には大規模な延焼火災のリスクが依然として存在することを示した。特に、強風時の市街地火災における消防活動の難しさが強く認識され、各地で消防活動計画の見直しが進められている。

現状	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。
課題	「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。
目標	消防隊による放水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務的な観点から、ツールの評価・改善を行う。
展開	消防活動計画の立案プロセスを大きく変えることにつながるるとともに、地域によらず消防防災実務で活用可能な標準的な手法を提示することになる。



消防隊の放水活動を考慮した市街地火災の物理的延焼モデル

消防隊員の意思決定と延焼モデルを対話させた計画立案支援ツール



消防活動を考慮した延焼シミュレーションの例

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

>> フェーズ1：実用可能性調査・基盤研究

背景

従来の泡消火剤は、有機系界面活性剤を用いて炭酸ガスの発生や空気の吹き込みで泡が作られているため、泡そのものの耐熱性や耐火性が十分ではない。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。ケイ酸化合物を油火災の消火剤に適用した例は無く、ケイ酸化合物系消火剤が、油火災の熱により固体泡を生成し、固体泡が油面上に浮遊して被覆すれば、固体泡は800℃まで消泡しないことから、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。

研究目的

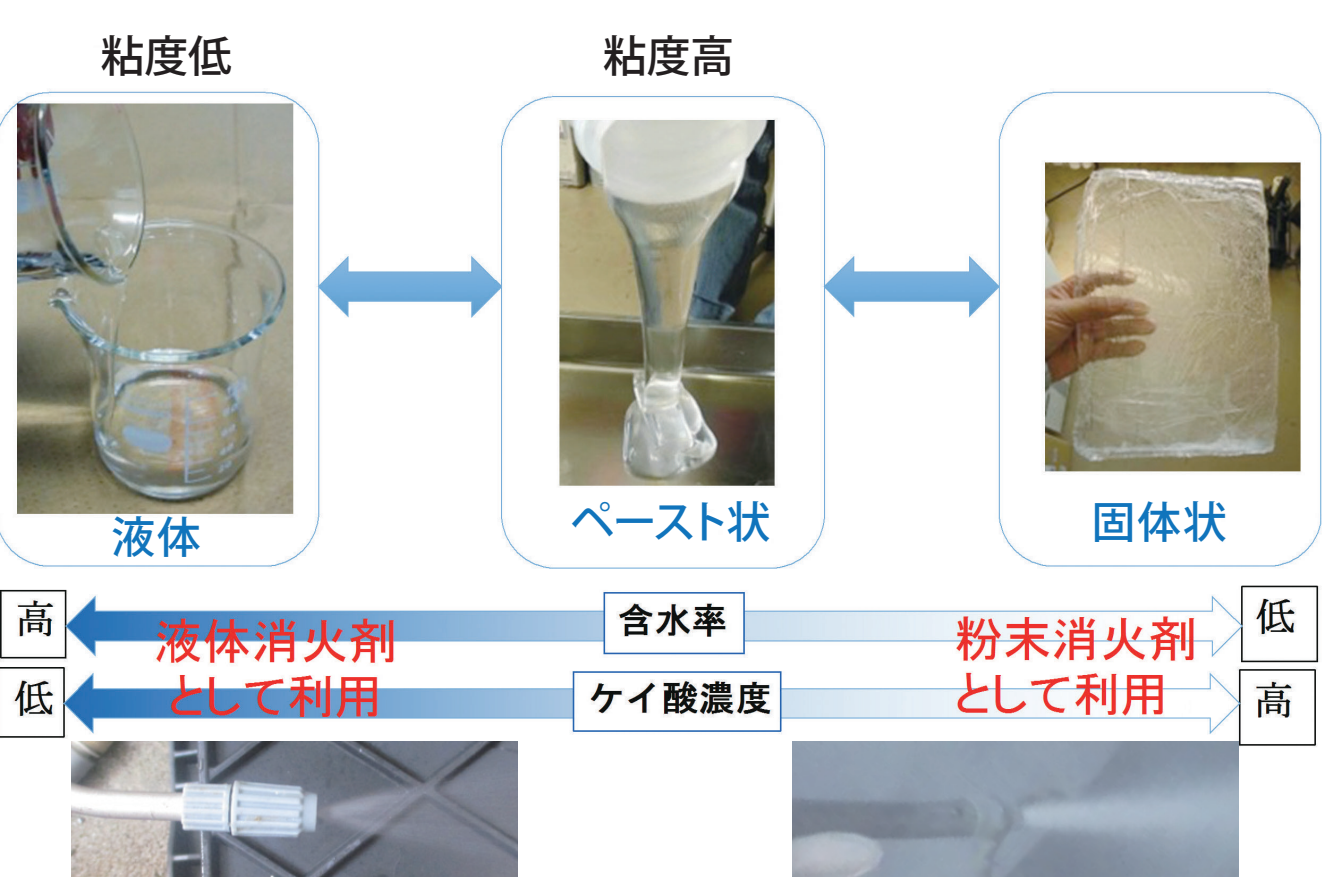
油火災に適したケイ酸化合物を用いた感温性自己発泡型の消火剤を開発し、天ぷら油火災スケールからB火災消火能力の評価を行う。次の項目について研究を行う。

- ①油火災モデルの構築
- ②空中発泡現象の発現
- ③泡浮遊持続性・耐油性評価
- ④油消火実験

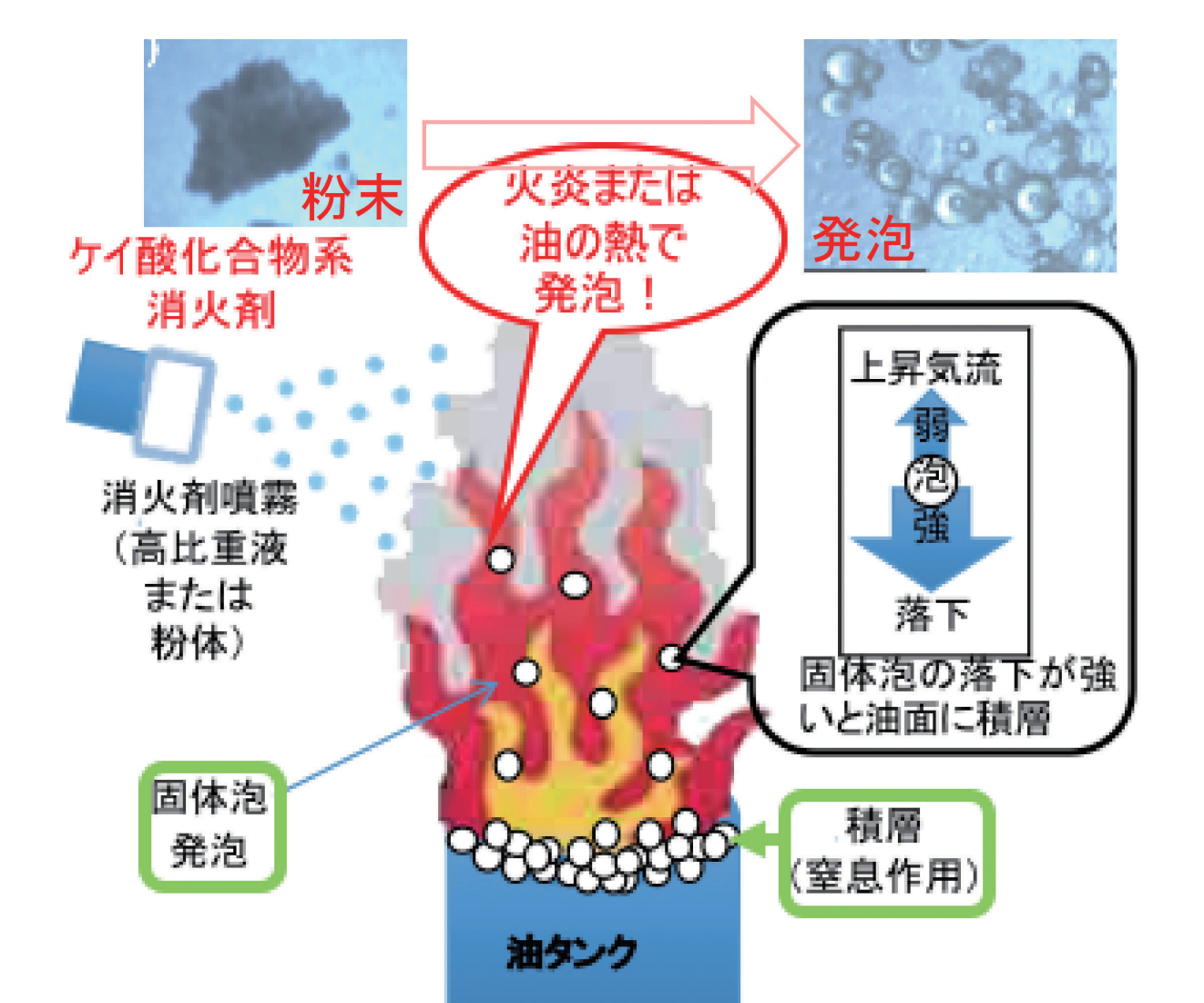
成果

- ①天ぷら油火災を想定した、計測機器を設置した実験系を構築し、発火させて消火実験を行うモデルを構築した。
- ②ケイ酸化合物をベースに液状から粉末状の消火剤を作成した。粉末消火剤は、天ぷら油が300℃以上で直ちに発泡した。ホワイトカーボンを混合した粉末消火剤は消火器から噴霧でき、天ぷら油火災の消火で発泡した。
- ③液状消火剤は、天ぷら油火災への噴霧で発泡し、表面に浮遊して消火まで油面を被覆した。消火後、時間経過と共に固体泡は消滅し、天ぷら油をゲル状に固化させた。
- ④液状消火剤を天ぷら油火災に噴霧することで、発泡して油面を被覆し、消火できることを実証した。作成した粉末消火器で天ぷら油火災に噴霧すると消火する事が出来、消火剤が発泡している事を確認出来た。

ケイ酸系化合物の特徴



ケイ酸系消火剤の消火イメージ



天ぷら油火災の消火実験



本消火剤は、噴霧器で噴霧できる液状から、粉末として粉末消火器より噴霧できる形態で製造出来る。これまでの木材火災および金属火災への適用に加え、油火災でも適用出来ることが実証できた。

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

>> フェーズ導入前探択

背景・目的

本研究は、熱中症の発症リスクが高い消防隊員に対して日射環境、日射+火災環境での活動を想定した被験者実験を実施し、過酷な活動環境でアイススラリー摂取による身体冷却効果の実証、及び火災が電波伝搬に及ぼす影響の把握やアンテナの電波伝搬の特性向上を目的とする。

実験概要

室温30℃、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、防火衣の2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℃）またはアイススラリー（水と微細な氷の混合物・約1℃）を500 g頻回摂取。

結果概要

日射環境の入射放射熱の実験条件（U）で防火衣は日射熱の影響を遮る効果が期待できると考えられる。また、日射+火災環境の入射放射熱の実験条件（U&F）で防火衣は、入射放射熱がない時よりも直腸温が上昇した（図1）。また、水摂取に対するアイススラリー摂取の直腸温の冷却効果は、入射放射熱があった防火衣装着時に比較的高い効果が得られており、アイススラリーの優位性が確認された（図1）。

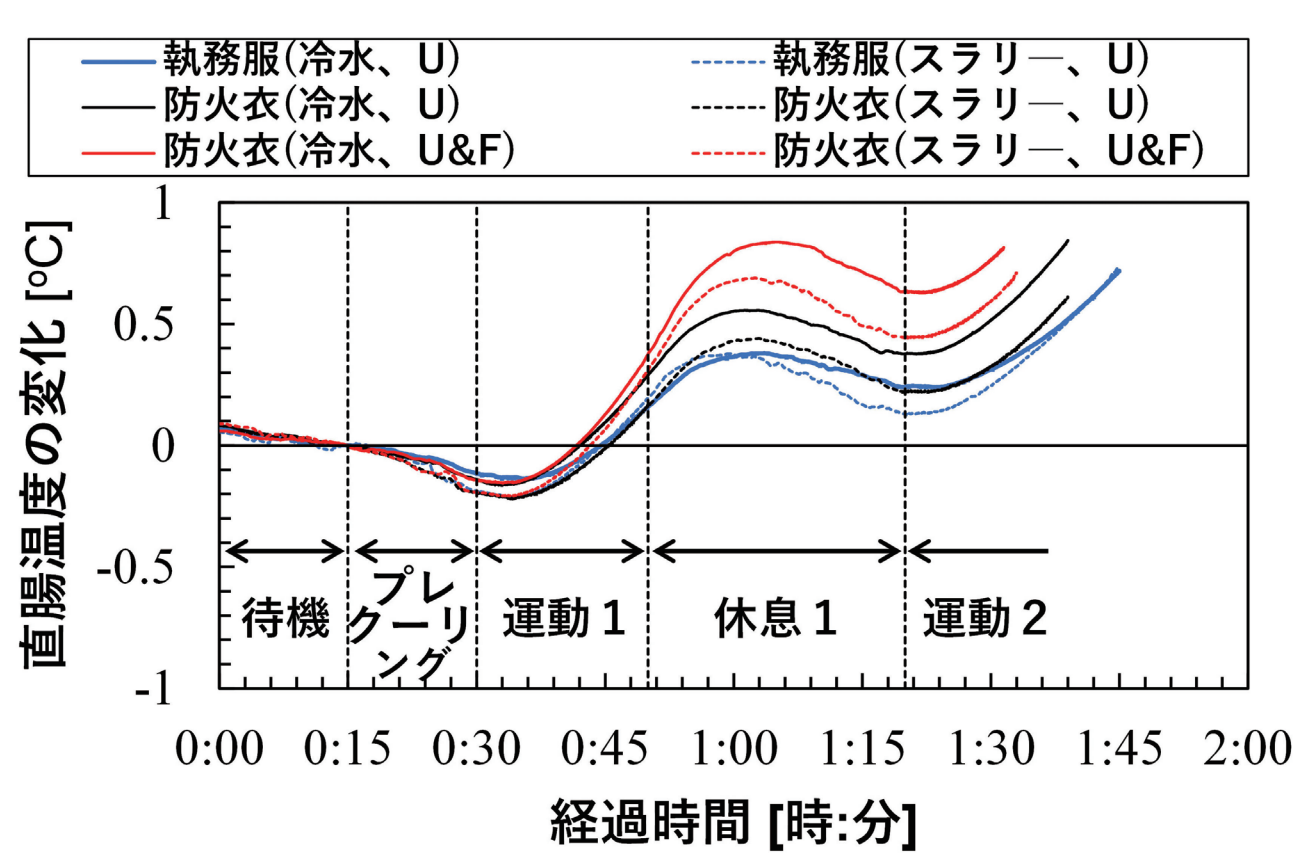
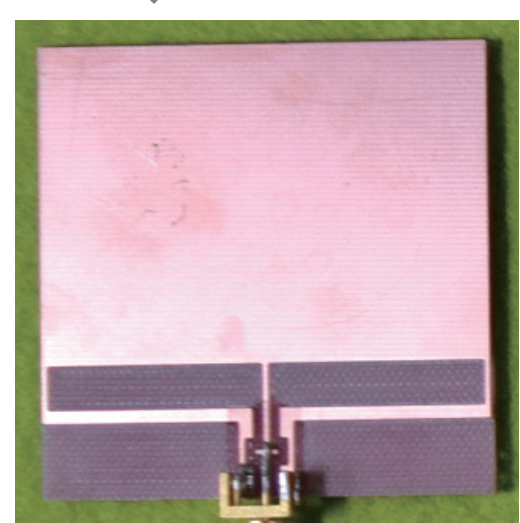


図1 直腸温の変化（日射（U）、日射+火災（U&F））

アンテナモデルの提案

ACS給電及びインターデジタルキャパシタンスを実装したアンテナを提案。従来提案されていたアンテナと比較し71.1%の小型化を実現し、920 MHzと466 MHzのデュアルバンドでの使用が可能（図2）。

従来モデル



アンテナモデル

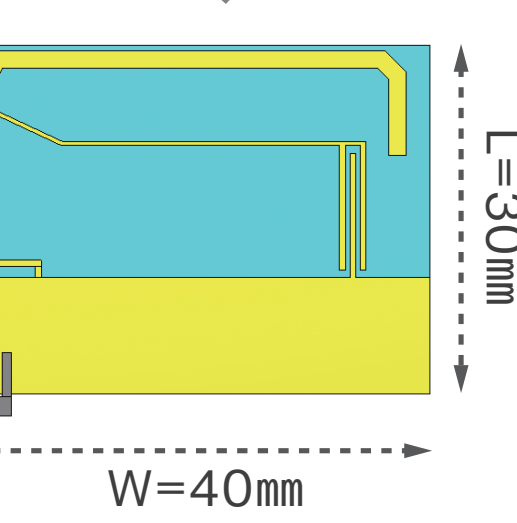


図2 従来の約70%に小型化のアンテナモデル（460MHz/920MHz帯デュアルバンド）

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

>> フェーズ導入前探択

背景

消防活動は高負荷活動の1つであり、その現場は常に緊迫している。このような状況下での活動の継続は、身体的、精神的作業能力の質的・量的な低下、思考力の低下などの状態変化を引き起こし、個人の判断ミスによる重大な事態を招く可能性がある。このため、活動中の隊員の体調管理は重要である。

研究目的

火災現場で活動中の各隊員から非侵襲的に取得した心電位波形情報から特定したR波とR波の時間間隔（RR間隔）由来の瞬時心拍数と心拍変動周波数解析で得られた呼吸代謝状態指標の2変数をもとに、活動継続注意あるいは活動継続中止に係わる客観的情報を各消防隊員が感じる主観的情報に付加することで、隊員自身による体調把握と、安全管理者による各隊員の活動状態の管理を通じて、労働安全向上を支援するプロトタイプシステムの基盤構築とその検証

研究概要

- ①消防活動中に想定される多量の発汗による心電位出力値低減の軽減対策と、暑熱環境下での活用を目指した機能性肌着の試作
- ②特定の周波数領域成分を抽出する帯域通過フィルタを心拍間隔時系列に適用し、フィルタ出力のパワーを求める高速演算手法の導入により、従来の心拍変動周波数解析手法の25,000倍以上の計算速度を実現
- ③体動により生じる、数拍分のデータ欠損または異常値への後処理手法の導入
- ④無線通信障害による欠損データ処理手法の検討と、その手法の妥当性の確認
- ⑤機能性肌着を着用した個々の隊員から、リアルタイムで活動時の心電位データを取得し、その波形情報から特定したRR間隔由来の瞬時心拍数と、RR間隔の変動を周波数解析し得られた呼吸代謝状態指標の時間変化を追跡することで、心肺機能への負荷状況を判断し、活動継続注意あるいは活動継続中止を促す警告内容がスマートフォン端末画面上に表示されることといった、機能性肌着、BLE（Bluetooth Low Energy）トランスミッタ、スマートフォンで構成したプロトタイプシステムを構築。PC上で計測結果を再生可能。
- ⑥耐久訓練および消火訓練などの検証実験によるプロトタイプシステムの検証

プロトタイプシステムの概要



要救助者搬送訓練 2.5MWの住宅火災消火訓練

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

>> フェーズ導入前探択

背景・目的

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ある。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を目的とした。

方法・意義

本研究を遂行するため、以下のように四つのステップを設定した。まず第一に、横浜市における救命センターへの救急搬送を疾患別に記述した。第二に、横浜市における高齢患者の搬送パターンを特定した。第三に、搬送データを使用し、機械学習による搬送モデルの抽出とその妥当性を検討した。それらの結果、機械学習モデルの導入により、汎用性の高い搬送モデルを構築できる可能性が示唆された。一方で、まずは地域に限定したモデルを作成し、信頼性を向上させる必要がある。最後に、既報による解析スキームを検討した。本研究の発展により、地域別医療資源の需給バランスの不均衡を明らかにできる可能性がある。そこから得られる知見は、将来的に、各地区メディカルコントロール協議会への提言、政策提言への基礎資料となりうることから、持続可能な救急システムの探求・検討を今後も継続して検証する必要がある。

研究結果

- ◎横浜市管内に配置された救急車搬送全データを取得し、地理情報システム（GIS）でマッピングした。
- ◎救命センターまでの移動時間別にみた圏内人口数を把握し、42～176万人が該当した。
- ◎施設疾患別入院数×救急車搬送入院割合は、他の施設と比較可能な指標となりうる。
- ◎重症高齢者は有意に管内搬送されており、管外の医療資源への影響を抑えている可能性が示唆された。
- ◎ICT活用によるAIモデル構築が課題となる。

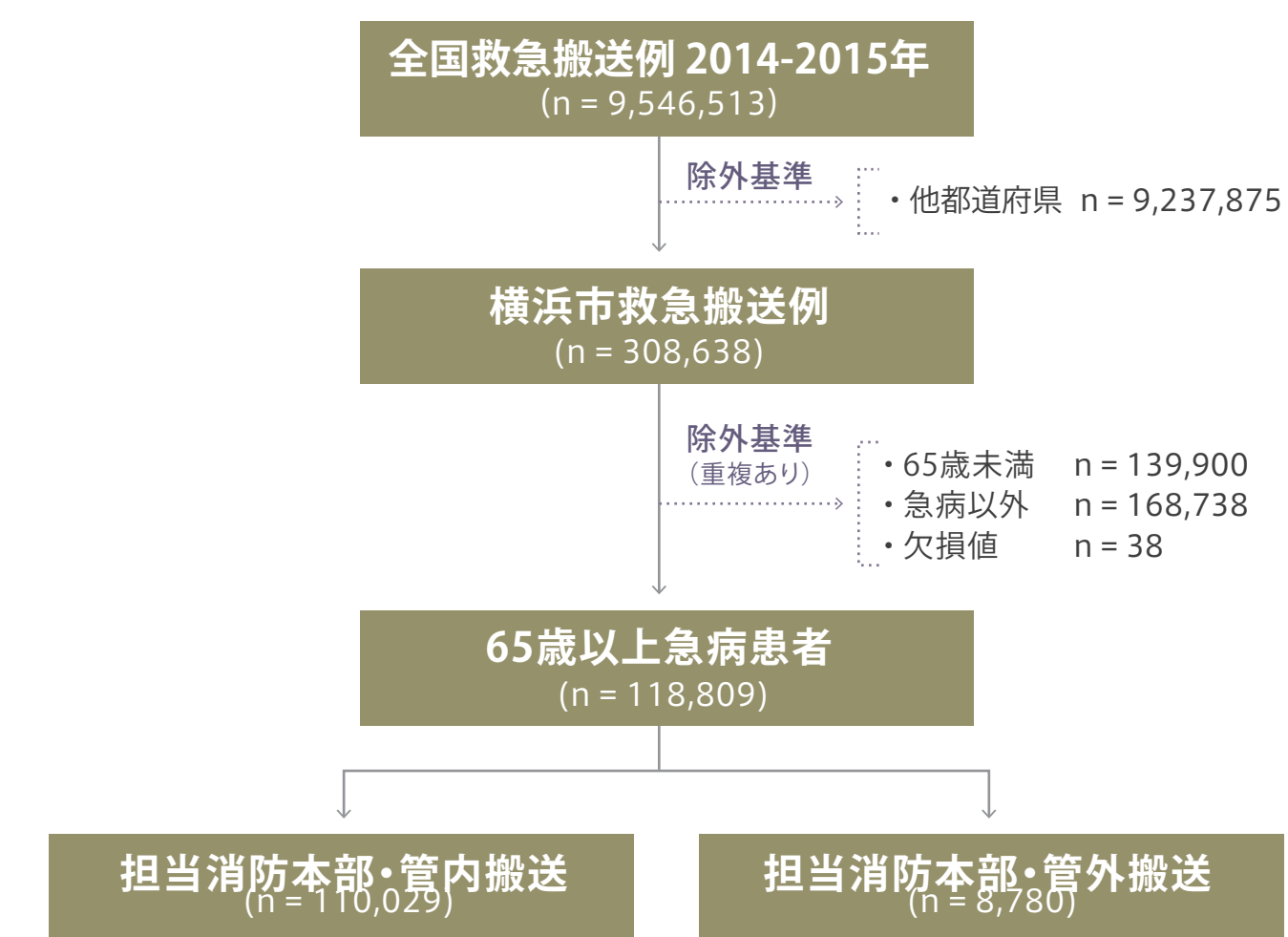
研究の限界

- ◎都市部高齢者の搬送パターンを特定したが、病院収容後情報との突合が困難であったため、慢性疾患の有無および内訳の詳細について検討されていない。倫理上、個人情報保護に一層の配慮が必要のため、欧米諸国のような地域を挙げての研究参加同意取得が、将来的な大きな課題である。単施設研究であるため、知見の一般化に限界がある。

課題

- 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
- ◎本研究の発展により、地域別医療資源の需給バランスの不均衡を明らかにできる可能性がある。
- ◎将来的に、各地区メディカルコントロール協議会への提言、政策提言への基礎資料となりうる。
- ◎病院搬送後情報との突合において倫理的対応が課題である。
- ◎高度なAIモデル開発が課題となる。
- ◎持続可能な救急システムの探求・検討を継続する。

横浜市における高齢者救急搬送患者



重症度分布と交絡要因（性別×管内/外搬送）

