

消防防災科学技術研究開発事例集 V

〈競争的研究資金制度 平成 24・25 年度 終了課題〉

平成 27 年 3 月

消 防 庁

はじめに

平成 23 年 3 月に未曾有の被害をもたらした東日本大震災による津波被害、原子力発電所の爆発・放射能漏れ事故をはじめ、平成 25 年には京都府福知山市の花火大会や福岡県福岡市の診療所における火災、台風 26 号による伊豆大島の土砂災害、平成 26 年には広島県の集中豪雨に伴う土砂災害、御嶽山噴火による火山災害など、多くの被害が生じる火災事故や自然災害が全国各地で起きている。これらの災害を踏まえ、自然災害に対する強靱な社会の構築や、災害に強いエネルギーシステム・次世代インフラの構築に対する取組の推進が求められている。

災害や事故から国民の生命、身体及び財産を守るという消防の責務はますます大きなものとなってきており、その中で国民の安心と安全を向上させていくためには、総合的な消防防災行政を迅速かつ積極的に推進していく必要がある。特に今後発生が予測されている首都直下地震、南海トラフの巨大地震等による被害を軽減するための対策など消防防災行政への期待はこれまで以上に高く、これらの期待に応えるためには、消防防災科学技術に関する研究開発へ積極的に取組み、その成果を普及させることにより高度で先進的な消防防災活動を実施することが極めて重要となっている。

消防防災科学技術に関する研究開発については、平成 15 年度から公募の形式により消防機関が直面する課題の解決に向けて、高い意義が認められる提案者に対して研究を委託し、国民が安心・安全に暮らせる社会を実現するため、「消防防災科学技術研究推進制度」を実施している。本制度において、平成 26 年度までに 118 件の研究課題を採択し、平成 25 年度までに 104 件の課題が終了した。この間、本制度を活用した研究課題が、内閣府（総合科学技術会議）等が主催する産学官連携功労者表彰において、平成 17 年度、平成 19 年度、平成 23 年度に総務大臣賞に表彰されるなど、着実な成果をあげている。

本事例集は、消防防災科学技術研究推進制度における成果を、消防機関をはじめとする関係機関の方々に広く周知し、実際の消防防災活動における活用や実用化へ向けたさらなる研究につなげて頂くことを目的として取りまとめたものであり、関係機関の方々におかれては、本事例集を消防防災科学技術の発展のために利活用して頂くことを望むものである。

◆代表的な研究成果

水／空気 2 流体混合噴霧消火システムを用いた放水装備 【平成 17 年度第 4 回産学官連携功労者表彰総務大臣賞】

代表研究機関：三菱重工業株式会社横浜研究所

研究概要：都市の高層化火災への対応、消火活動時の下階への水損被害への抑制に効果のある、水と空気を同時に噴霧する 2 流体ノズル消火システムの研究開発を行った。この技術は、消火ホースの小口径化・軽量化により、マンション 1 室での火災や車両火災にも有効である。
(事例集 I・II 参照)



少量型消火剤の開発と新たな消火戦術の構築 【平成 19 年度第 6 回産学官連携功労者表彰総務大臣賞】

代表研究機関等：北九州市立大学・シャボン玉石けん（株）
（株）古河テクノマテリアル・北九州市消防局

研究概要：界面活性剤をベースにし、かつ消防隊が使用することが出来る性能を備えた消火剤の開発により、放水量を従来約 17 分の 1 に低減させた。また、消防車両や機材の小型軽量化により、消火活動の効率化・機動性を増大させる新たな消火戦術を提案した。
(事例集 I・II 参照)



高圧水駆動カッターの研究開発 【平成 23 年度第 9 回産学官連携功労者表彰総務大臣賞】

代表研究機関等：櫻護謨株式会社・東京消防庁
株式会社 スギノマシン・首都大学東京

研究概要：高圧水が持つエネルギーを高圧水駆動モーターで回転運動に変換し、切断刃に冷却水を掛けることで、火花の飛散量を大幅に抑制した技術の研究開発を行った。更に、ガソリン等の可燃性気体が発生している災害現場においても、引火の危険性を大幅に低減し、火災現場等の濃煙による酸欠状況下や、水中においても切断可能となった。



本事例集の見方

本事例集は、平成25年1月に刊行された「消防防災科学技術研究開発事例集Ⅳ」の続編にあたるものであり、以下の二部構成としている。

第一部 平成24年度、25年度それぞれの終了課題ごとに研究体制や概要をまとめた総括票及び研究内容と成果

第二部 平成22年度と23年度終了課題のフォローアップであり、事例集Ⅳがとりまとめられて以降に得られた成果等を加えた総括票

○第一部の総括票の構成は次のとおりである。

- ・ 研究実施期間
- ・ 配分額(研究実施各年度の競争的研究資金の配分額(契約額))
- ・ 研究代表者
- ・ 所属機関(研究代表者の所属機関)
- ・ 研究体制(研究に参加している機関の種別:産→民間企業等、学→大学等研究機関、官→消防機関等行政機関、など)
- ・ 研究概要
- ・ 研究成果の活用事例(研究成果を活用した事例又は活用を予定している事例)
- ・ 応用の方向性(今後、さらに研究を進めることによって期待される成果の活用)
- ・ 研究発表の状況等(学会、講演会、報道などへの発表の実績を発表のタイトル、発表先(学会名・論文集の巻番号・ページ番号)、年月日の順に記載)
- ・ 知的財産権の出願・登録状況等(本制度によって得られた成果が、特許・実用新案に申請されている場合は、その題名・申請・取得年月日などを記載)
- ・ 当該研究に対する今後の展開、意見等

○第二部の総括票は、事例集Ⅳ第一部の総括票に加え以下の内容をフォローアップしている。

- ・ 研究成果の活用事例(実用化の状況)(本制度によって得られた成果の応用例や製品化について)
- ・ 他の研究課題への波及
- ・ 研究発表の状況等
- ・ 知的財産権の出願・登録状況等(本制度によって得られた成果の、特許・実用新案への申請について)

目次

第一部 平成24年度と25年度終了課題の成果

第1 防災情報通信システム等の高度化

1. 1 聴覚・言語機能障がい者のための緊急通報システムの開発・・・5

第2 防災力の向上

2. 1 心肺蘇生開始までの時間短縮を目的としたファーストレスポンス体制の研究開発・・・15
2. 2 地域力を引き出し持続性を高める「地域防災支援技術パッケージ」の構築・・・39
2. 3 大震時火災リスクシミュレータの提供と地域消防におけるルール形成の支援研究・・・47

第3 消防活動支援施設、消防活動用資機材等の高度化

3. 1 防火服の熱ストレスと動作性評価の標準テスト開発・・・59
3. 2 消防防災用無人ヘリコプタの高精度飛行制御技術の研究開発・・・67
3. 3 地震等災害時に救助活動を支援する障害物除去システムの開発・・・71

第4 危険物施設等の保安対策の充実

4. 1 石油タンクの底部鋼板の腐食劣化状態をタンクの外部から評価する手法の開発・・・81

第5 救急・救助業務の高度化

5. 1 救急搬送の予後向上に向けた医療機関との情報の連結に関する研究・・・97
5. 2 救急電話相談事業による救急業務の効率化に関する研究・・・103
5. 3 救急患者の緊急度評価基準の確立と救急活動の質の評価・・・111
5. 4 精神科患者の救急搬送に関する研究・・・123
5. 5 心肺機能停止患者の気道確保および輸液の効果に関する検討・・・131
5. 6 病院前救護におけるICTを用いた安全性確保と費用削減に関する実地検証・・・137

第二部 平成22年度と23年度終了課題のフォローアップ

第1 防災情報通信システム等の高度化

- 1. 1 自律的無線ネットワークによる被災情報提供システム・・・143

第2 防災力の向上

- 2. 1 地域防災力強化のための学生消防組織のあり方研究・・・145
- 2. 2 安価で高精度なGPSと加速度計を用いた大地震発生時の戸別倒壊状況把握システムの開発・・・147
- 2. 3 危険建物内の迅速安全な情報収集を行う投擲型探査装置の開発・・・149
- 2. 4 効果的戦術実現のための震災時消防活動統合支援システムの開発・・・151
- 2. 5 災害時の倒壊構造物の安定化のためのショアリング基本構造の理論的検討・・・152

第3 消防活動支援施設、消防活動用資機材等の高度化

- 3. 1 階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発・・・153
- 3. 2 火災原因調査の高度化に資する手法の開発・・・155
- 3. 3 防火水槽吸管投入孔融雪システムの研究開発・・・156
- 3. 4 安全な消火活動のためのショアリング技術の開発・・・158
- 3. 5 噴霧放水機構を有する消防用ノズルの開発・・・160
- 3. 6 能動スコープカメラの実用化のための改良開発と実地試験・・・161
- 3. 7 疲労度指標に基づくストレス判断システムの構築・・・162
- 3. 8 災害現場における水分補給法の確立とその活用システムの構築・・・165
- 3. 9 消防隊員のストレスマネジメント支援システムの開発・・・166

第4 特殊災害対策の強化

- 4. 1 現場における有毒・危険物質の迅速質量分析システム開発・・・167
- 4. 2 放射線感応型防火服の開発・・・169
- 4. 3 個別粒子法を用いた火災旋風の発生予測ソフトウェアの開発・・・170
- 4. 4 圧縮空気泡を用いたアルミニウム火災の消火に関する研究・・・172

第5 危険物施設等の保安対策の充実

- 5. 1 円形断面クローラ駆動機構により迅速な探査活動を行う移動装置の開発・・・173

第6 救急・救助業務の高度化

- 6. 1 ウツタイン統計結果を救急業務に円滑に還元するための方策に関する研究・・・176
- 6. 2 脳指向型蘇生システムを備えた救急車の開発・・・179
- 6. 3 現場の業務フローに基づく救急搬送支援・学習システムの開発・・・180
- 6. 4 心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの臨床応用・実用化にむけた検証・・・182
- 6. 5 メディカルコントロール体制における救急業務の安全性・確実性の向上に関する研究・・・184
- 6. 6 救急車内傷病者用輸送ベッドの免震装置の開発・・・186

第一部 平成24年度と25年度終了課題の成果

第1 防災情報通信システム等の高度化

1. 1 聴覚・言語機能障がい者のための緊急通報システムの開発

研究実施期間	平成 25 年度
配分額(千円)	3,430
研究代表者	高島 真
所属機関	株式会社エス・エフ・ティー
研究体制	産・学・官 (株式会社エス・エフ・ティー、株式会社日本緊急通報サービス、秋田大学、小田原市消防本部)
研究概要	<p>聴覚・言語機能障害を持つ方々が全国どこからでも最寄りの消防本部に通報ができる仕組みを、ヘルプネット(株式会社日本緊急通報システム殿)の全国対応サービスの活用を基本構想として構築することを提案した。本研究では、要素技術の研究開発を目的として、実験システムを構築し、実証実験を行った。</p> <p>(1)実験システム 通報者がスマートフォンを操作し、通報サーバーを介してヘルプネットと双方向のコミュニケーションが可能なシステムを構築した。通報サーバーにおいては、音声合成および DTMF を利用してヘルプネットオペレータとのコミュニケーションを実現した。</p> <p>(2)実証実験 聴覚・言語機能障害を持つ通報者が、実験システムおよびヘルプネットを介して消防本部まで通報を行う実証実験を行った。実験の結果として通報内容は十分に伝達され、基本構想の有効性を立証できた。一方、通報時間の短縮など、今後の実用に向けての課題を抽出した。</p>
研究成果の活用事例	実用化に向けて研究を継続している。
応用の方向性	本システムが実際に導入されることにより、聴覚・言語機能障害を持つ方々が全国どこからでも最寄りの消防本部に通報ができる仕組みの構築が、早期に実現できることを期待している。
研究発表の状況等	なし
知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	全国からの通報は最終的に各消防本部殿に既存の通信設備を使用して連絡される運用となる。そのため、合成音声の聴き取りやすさやテキスト入力での通報時間がかかる点などを解決した上で、各消防本部殿ご協力いただき、導入運用を進めたい。

聴覚・言語機能障がい者のための緊急通報システムの開発

○高島真¹・山本光一²・齋藤光保³・横山洋之⁴

Makoto Takashima, Kouichi Yamamoto, Mitsuyasu Saito and Hiroshi Yokoyama

研究課題の要旨：聴覚・言語機能障害を持つ方々が全国どこからでも最寄りの消防本部に通報ができる仕組みを、ヘルプネット(株式会社日本緊急通報サービス殿)の全国対応サービスの活用を基本構想として構築することを提案する。本研究では、要素技術の研究開発を目的として、実験システムを構築し、実証実験を行った。実験システムとしては、通報者がスマートフォンを操作し、通報サーバーを介してヘルプネットと双方向のコミュニケーションが可能なシステムを構築した。通報サーバーにおいては、音声合成およびDTMFを利用してヘルプネットオペレータとのコミュニケーションを実現した。このシステムを用いて、聴覚・言語機能障害を持つ通報者が、実験システムおよびヘルプネットを介して消防本部まで通報を行う実証実験を行った。実験の結果として通報内容は十分に伝達され、基本構想の有効性を立証できた。一方、通報時間の短縮など、今後の実用に向けての課題を抽出した。

キーワード： 緊急通報 障がい者 音声合成 DTMF スマートフォン ヘルプネット

1 はじめに

消防本部における緊急通報は、通常は電話を介して行われているため、通報は音声により行われる。電話の代わりにFAXや電子メール、インターネットを用いた方法がいくつかの消防本部で導入が行われているが、これらの方法は消防本部ごとに異なっているため、聴覚・言語機能障がい者の方々为全国どこに言っても共通の番号や同一の仕組みで利用できるようにはなっていない。

そのため、聴覚・言語機能障がい者の方々为全国どこに行っても安心して使えるように、ユーザから見た使用方法を標準化し、ユーザがどこにいても最寄りの消防本部に通報ができる仕組みを構築する必要がある。

聴覚・言語機能障害を持つ方々が全国どこからでも最寄りの消防本部に通報ができる仕組みを構築するためには、スマートフォンを使用した電話リレーサービスが考えられるが、そのような仕組みを新たに構築・運用するには多大な費用と手話通訳者などが必要となり、実現性は非常に困難である。

この課題を解決する方法として、通常のオペレータでも対応できる聴覚障がい者用インターフェース(通報内容を音声化するメディア変換)の開発及びすでに全国展開をしているヘルプネットの活用を提案する。

今回、携帯端末(スマートフォン)と通報サーバから構成される実験システムを構築し、ヘルプネットを介して消防本部に接続する実証実験を実施した。

2 システム構成

「株式会社日本緊急通報サービス殿」が運用している、緊急通報サービス「ヘルプネット」を既存インフラとして活用し、通報の最終目的である消防本部への連絡手段は「ヘルプネット」で実績のある通報の仕組みを用いることが本システムの基本的な構想である。

通報者が携帯端末より位置情報を取得し、全国どこからでも通報できることと、通報サーバが聴覚・言語機能障がい者の方向けに、通報内容を音声に変換して、ヘルプネット内の既存のオペレータに伝えることを特徴とする。

緊急通報システムの構成を図 2-1 に示す。

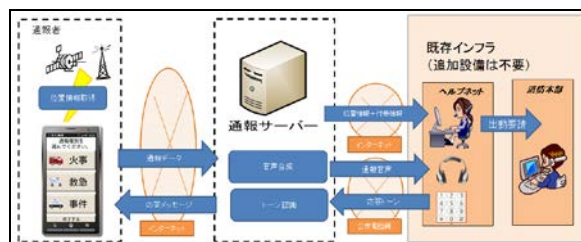


図 2-1 システム構成図

3 実験システムの構築

3.1 通報内容

3.1.1 通報手順

通報者とコールセンターとの双方向の情報伝達を前提に、通報内容を伝達する具体的な手順を設計した。通報内容を伝達する基本的な手順を、図 3-1 に示す。通報内容は重要度の高い「初期情報」とそれに準じる「追加情報」の2つに分けて、オペレータに伝達する。

(所属機関名)

- 1 株式会社エス・エフ・ティー
- 2 小田原市消防本部 情報指令課
- 3 株式会社日本緊急通報サービス 技術部
- 4 国立大学法人秋田大学大学院工学資源学研究所

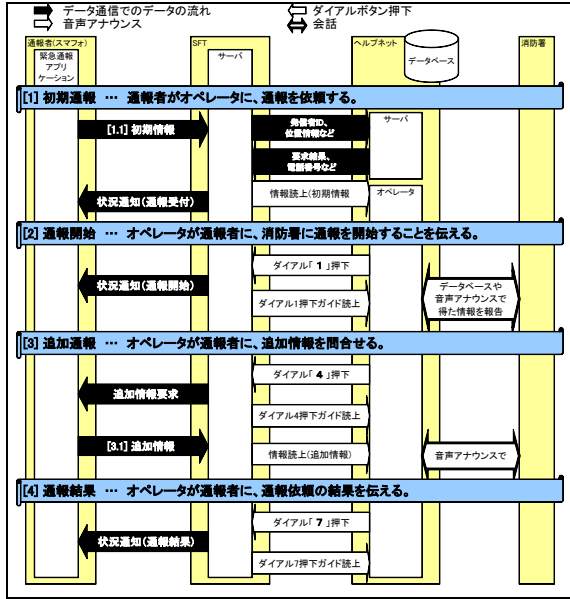


図 3-1 通報の基本手順

3.1.2 情報項目

通報者からオペレータ及び消防本部に伝達すべき情報の内容について、情報項目(データ)を検討した。情報項目は通報手順における「初回通報」と「追加通報」に分類した。具体的な項目を表 3-1 と表 3-2 に示す。通報種別(火事、救急)と救急種別(病気、怪我/交通事故)によって要否を整理し、情報項目毎に、入力方法を設計したものである。

表 3-1 初回通報の情報項目

No	データグループ	通報種別	項目名	データ入力方法	
1	[1.1] 初期情報	○	通報者名	★	
2		○	通報電話番号	★	
3		○	通報種別	□	
4		○	救急種別	□	
5		○	対象者	□	
6		○	性別	▲	
7		○	年齢	▲	
8		○	所在	□	
9		○	住所	◆	
10		[1.2] 地域情報	●	地域	■
11		[1.3] 目撃物情報	●	目撃物	■

表 3-2 追加通報の情報項目

No	データグループ名	通報種別	項目名	データ入力方法
1	[3.1] 追加情報	○	火事現場	□
2		○	燃えている物	□
3		○	行方不明	□
4		○	逃げ遅れた人	□
5		○	意識	□
6		○	症状	□
7		○	出血	□
8		○	骨折	□
9		○	患部	□
10		○	手話通訳者	★
11		○	要約筆記者	★
12	[3.2] 状況情報	●	状況	■

3.1.3 ユーザインターフェース

緊急通報アプリケーションのユーザインターフェースは、利用シーンが緊急を要する特殊な状況であることを想定して、わかりやすい容易な操作をめざして検討を行った。図 3-2、図 3-3、図 3-4 に、具体的なユーザインターフェースを緊急通報アプリケーションの画面で示す。

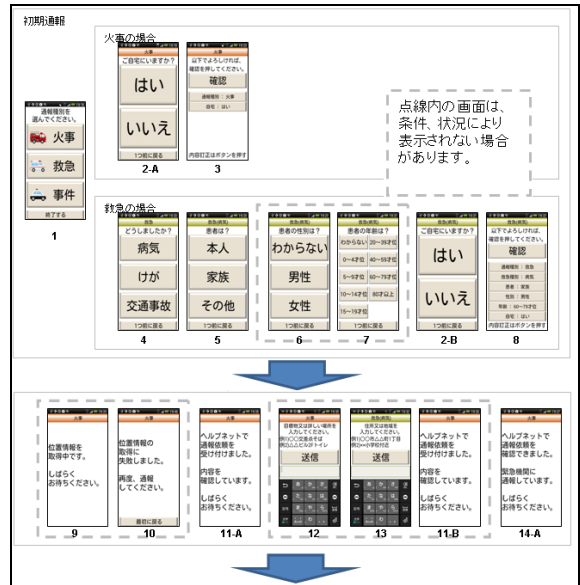


図 3-2 初期通報の画面



図 3-3 追加通報の画面(1)

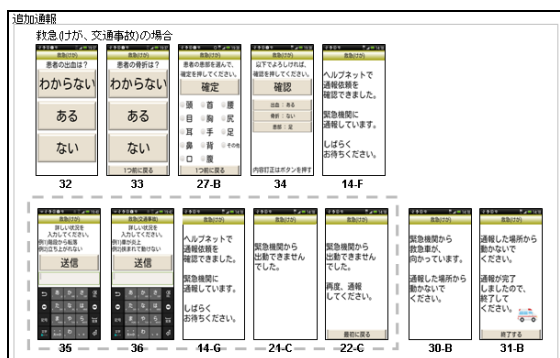


図 3-4 追加通報の画面(2)

3.2 位置情報の伝達

3.2.1 自動伝達方式

位置情報は、図 3-5 に示すように次の手順で自動的に伝達する方式とした。

- (1) 携帯端末で位置情報を取得する。
- (2) 端末で取得した位置情報は、緯度、経度および精度の形式で、通報サーバを介して、ヘルプネットに伝送する。
- (3) オペレータ用ディスプレイに、地図や住所を伴って表示される。



図 3-5 位置情報の自動伝達

3.2.2 位置情報精度が不十分な場合

十分な測位結果が得られない場合には、位置情報の精度は数 km となり、通報場所の特定が困難になることが想定される。このような場合に、通報場所を特定する手段として、オペレータからの指示により通報者が目標物等の場所情報を図 3-6 に示すようにテキスト入力して伝える方式とした。



図 3-6 テキスト入力の例

3.3 位置情報取得方式

位置情報は、GPS、Wi-Fi、基地局(Cell ID)の測位方式を用いて取得した。各方式の概要と特徴を表 3-3 に示す。

表 3-3 各測位方法の特徴

	GPS	Wi-Fi	基地局 (Cell ID)
概要	GPS 衛星による単独測位と衛星軌道情報のアシスト	Wi-Fi アクセスポイントの位置から測位	基地局の ID から位置情報を得る
精度	◎ 数m	△ 郊外では X 数十 m~数百 m	× 場合に より△ 数十 m~数 km
屋内での測位	× 状況により△	○	○
測位時間	数秒 アシスト・サーバにアクセス	数秒 データベースにアクセス	数秒 データベースにアクセス

携帯端末で絶対位置の位置情報を得ようとする場合、GPS、Wi-Fi、基地局(Cell ID)のすべてを有効にしておくのが最善である。

これらの方式で得られた位置情報のうち、最も精度が良いものを通報サーバに通知するものとする。

各方式とも、測位開始からの時間が長くなるほど精度が良くなる傾向がある。実験的には一定の特性は見いだせなかったが、GPSにおけるアルマナック情報取得には30秒を要することが分かった。携帯端末の位置情報取得は、以下のロジックによる測位処理の実装により実現した。

- ・緊急通報アプリケーション起動で測位を開始する。
- ・20mより良い精度の位置情報が得られた場合には測位を終了する。
- ・測位開始から30秒経過した場合には測位を終了する。

3.4 位置情報事前登録

通報の必要が生じた場所が自宅である場合、その自宅の場所を予めデータベースに登録しておくことで、端末での位置情報取得結果に左右されることなく正確かつ速やかに位置情報を伝達できる可能性がある。

図3-7に示すように、ユーザインターフェースに、自宅か外出中かの選択を設け、自宅の場合にはデータベースに登録しておいた住所、外出中の場合には端末で取得した位置情報を伝達する方式とした。自宅の場合には、時間のかかる可能性がある位置情報取得を省略するようにした。

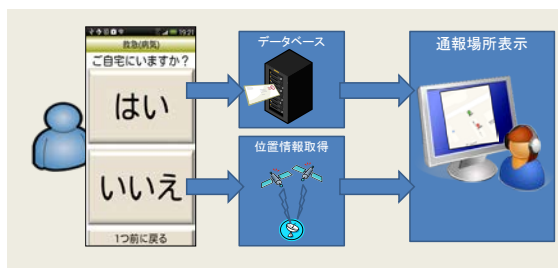


図 3-7 自宅選択

3.5 音声合成による通報

通報者からの通報内容は、通報サーバでの音声合成により音声アナウンスに変換され、電話回線を経由してオペレータに伝える。図3-8に音声アナウンスの例を示す。

どのように音声アナウンスの内容を切り替えるかを検討し、通報内容に応じた音声アナウンスへの変換しかたを具体的に定義した。

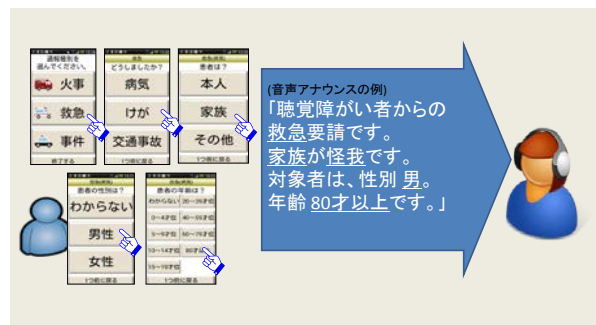


図 3-8 音声アナウンスの例

3.6 DTMF による応答

通報者からの通報に対して、図3-9に示すように、オペレータはダイヤルキーを押すことで応答を行うようにした。ダイヤルキーはDTMF信号で電話回線を介して、通報サーバに通知され、対応するメッセージが通報者に表示される。同時にオペレータの確認のために、対応する音声アナウンスが再生される。



図 3-9 ダイヤルキーによる応答

4 実証実験

4.1 実験方法

4.1.1 実験範囲

図 4-1 に示すように、聴覚・言語機能障がい者の方から消防本部までを対象とした通報を、図 4-2 に示すように神奈川県内の 24 箇所から実施した。

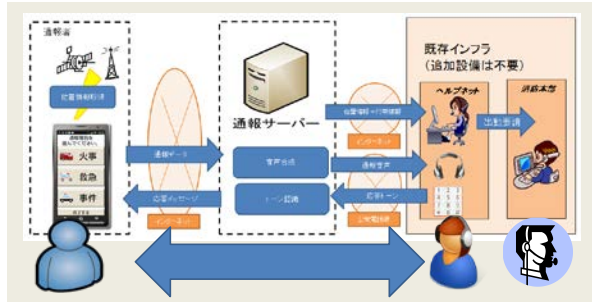


図 4-1 実験範囲



図 4-2 通報実施場所

4.1.2 通報の評価方法

図 4-3 に示すように、次の手順により 1 回の通報を評価する。

- (1) 通報者は「通報シナリオ」に従って通報の操作を行う。
- (2) 「通報記録」として次の記録を作成し、回収する。

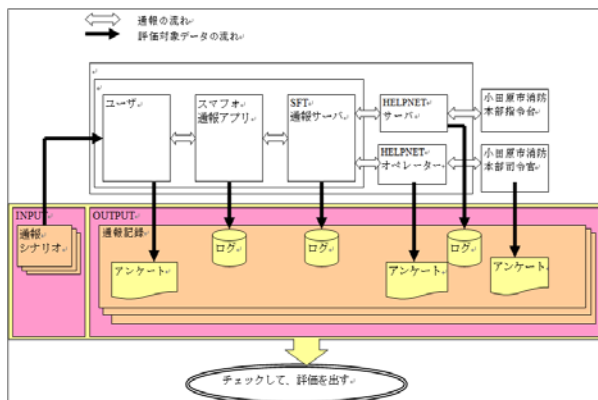


図 4-3 通報の評価方法

通報シナリオとは、通報にあたり設定する事案の内容である。通報者は、通報シナリオを読んで、緊急事態の状況を想

像した上で通報を行う。項目の組み合わせで、通報する情報項目を網羅できるように複数の通報シナリオを作成した。

「通報記録」とは、(1)通報された内容、(2)オペレータ操作、(3)音声アナウンス、(4)ユーザビリティ、(5)時間、(6)通報された位置情報の観点で、通報結果を収集するための記録である。

4.2 実験結果

4.2.1 通報内容

ログ、アンケートを分析した結果、24 回の全ての通報において、通報者が通報した情報項目および通報場所は、すべて正しく伝達できていることを確認した。

基地局測位の場合には、約 2km の精度しか得られなかったが、通報者が目標物などを入力することでオペレータは正しく場所を特定できた。

4.2.2 通報時間

通報時間についての集計結果を図 4-4 に示す。

通報全体の時間は、約 8 分と通常の 2 倍以上を要していると思われる。

「ユーザ操作時間」は、通報者が入力操作を行っていた時間の合計である。

「オペレータ確認時間」は、オペレータが音声メッセージを聞き取っていた時間の合計である。

「119 の時間」は、オペレータと消防本部が連絡している時間であり、通常の通報と遜色なさそうである。

「ユーザ操作時間」「オペレータ確認時間」によって、通報全体の時間の大半以上を占めている。

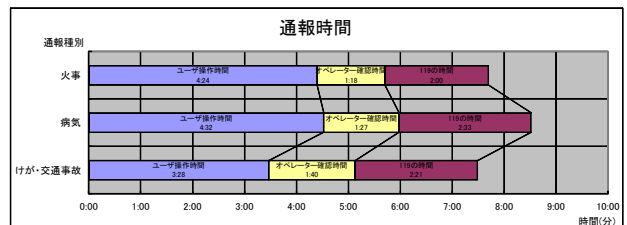


図 4-4 通報時間

「ユーザ操作時間の内訳を、画面毎に集計した結果を図 4-5 に示す。「状況入力」と「目標物入力」の画面での入力操作時間が著しく大きいことがわかる。

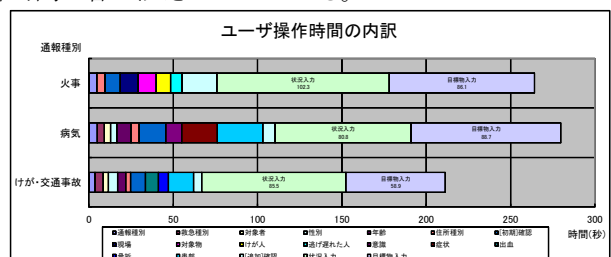


図 4-5 ユーザ操作時間の内訳

「オペレータ確認時間」の内訳を図 4-6 に示すが、

際立った箇所は見当たらなかった。

ただし、オペレータが音声メッセージを聞き取っている時間は、ユーザは次の入力を待機している状態である。

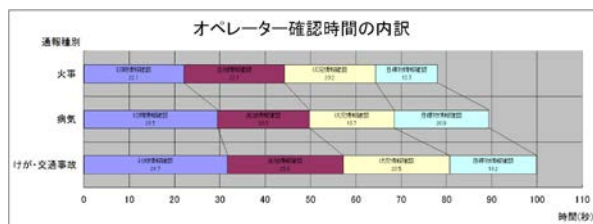


図 4-6 オペレータ確認時間の内訳

4.2.3 ユーザインターフェース

通報者のアンケートを集計したところ、テキストを入力する画面と選択項目が多い画面での操作性が悪いとの評価結果が得られた。

ユーザビリティの指摘の数を画面毎に集計した結果を図 4-7 に示す。

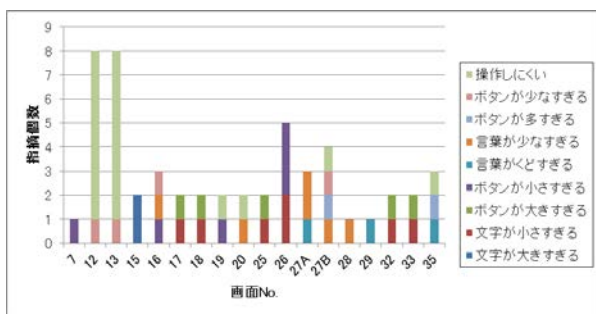


図 4-7 画面の指摘件数

指摘が多く見受けられた画面を図 4-8 に示す。



図 4-8 指摘が多い画面

4.2.4 合成音声

24 回すべての通報において、ほとんどの音声メッセージはオペレータにより 1 回で聞き取ることができた。

4.2.5 ダイヤルキー操作

24 回すべての通報において、オペレータよりダイヤルキーの操作には問題ないと評価を得た。なお、事前にオペレータには、1 時間程度でトレーニングをしていただいた。

4.3 総合評価

すべての通報で通報内容の伝達に成功し、本研究の研究開発項目を含め基本構想の有効性を立証できた

一方、通報時間の分析から、通報時間全体が約 8 分、通報者の入力操作が約 4 分、そのうちテキストを入力する画面で約 1.5 分を要することなどが明らかになり、実用化に向けての課題として、次の問題点を抽出した。

- (a) 音声合成による音声の一部(住所や名前など)において、オペレータが聞き取りにくい場合があり、通報の正確さと通報時間が問題となる。
- (b) 状況や場所の詳細を伝えるためのテキスト入力を行う画面のインターフェースは操作に時間がかかり、通報時間が問題となる。

5 まとめ

通報者がスマートフォンを操作し、通報サーバを介してヘルプネットと双方向のコミュニケーションが可能な実験システムを構築することができた。さらに、聴覚・言語機能障害を持つ通報者が、実験システムおよびヘルプネットを介して消防本部まで通報を行う実証実験を計画し実施し、実験結果を得ることができた。

聴覚・言語機能障がい者のための緊急通報システムの全国規模での展開の足掛かりとなる要素技術の研究開発を目的とした本研究により、基本構想の有効性を立証できたと考える。今後も、引き続き、課題解決に取り組むなど、本システムの実用化に向けての研究開発を継続したいと考えている。

第2 防災力の向上

2. 1 心肺蘇生開始までの時間短縮を目的としたファーストレスポonder体制の研究開発

研究実施期間	平成 23 年度～平成 24 年度
配分額(千円)	平成 23 年度 13,000 平成 24 年度 18,200
研究代表者	鈴木正之
所属機関	自治医科大学 救急医学講座
研究体制	学・官 (自治医科大学、帝京大学、京都橋大学、金沢大学、石橋地区消防組合消防本部、小山市消防本部、芳賀地区広域行政事務組合消防本部、出雲市消防本部、加賀市消防本部、加賀市、福岡市消防局)
研究概要	<p>本研究は、本研究推進制度のテーマ設定型研究開発「⑥心肺蘇生開始までの時間短縮を目的とした救急体制の研究開発」を行った。本研究では、英国や米国等で既に実施され効果が報告されている、地域における心肺停止事案に、救急隊以外の一般人や医療従事者などを救急車到着前に現場到着させ、応急手当を実施させる体制、ファーストレスポnder (FR) 体制の日本独自の体制開発及びガイドラインの作成を行った。</p> <p>ガイドラインは、海外における先行事例の調査、地域住民(栃木県、東京 23 区それぞれ無作為抽出の 18 歳以上男女 1350 名)への意識調査、及び FR 体制の模擬実験を実施し、それら結果を参考にして作成した。</p> <p>そのガイドラインを参考として、実際に石川県加賀市塩屋町において FR 体制を導入しその運営にも成功した。</p>
研究成果の活用事例(実用化の状況)	日本独自の FR 体制運用のためのガイドラインを作成し、それを基に、石川県加賀市塩屋町において日本で最初の FR 体制が導入された。また、これまでに 4 回の出動を行っている。
応用の方向性	救急隊到着遅延地域が全国には無数あり、それら地域でガイドラインを参考に FR 体制が導入されれば、地域の生存率向上に貢献すると考えられる。また、ゴルフ場や大型スーパーといった入口から現場まで時間のかかる地域でも、FR 体制を運用することによって、心肺停止患者への対応が行えることが期待される。
研究発表の状況等	<p>原著論文</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toyokuni Y, Suzukawa M, Yamashita K, Yonekawa C, Kubota K, Yasuda Y, Kobayashi A, Matsubara H. Introduction of the community first responder system into Japan: is that possible? Int J Emerg Med. 2013 Sep 30;6(1):34. doi: 10.1186/1865-1380-6-34. <p>学会発表</p> <p>2011 年</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 安田康晴, 鈴木正之, 豊國善樹, 久保田勝明: 米英におけるファーストレスポnder 体制について. 第 14 回 日本臨床救急医学会 学術集会 2011 年 6 月 2. 久保田勝明, 鈴木正之, 安田康晴, 豊國善樹: 米英における一般人によるファーストレスポnder の処置範囲, 出場体制. 第 14 回 日本臨床救急医学会 学術集会 2011 年 6 月 3. 豊國善樹, 鈴木正之, 安田康晴, 久保田勝明: ファーストレスポnder の自力走行速度に関する研究. 第 14 回 日本臨床救急医学会 2011 年 6 月

	<ol style="list-style-type: none"> 4. 鈴川正之、豊國義樹、久保田勝明、安田康晴: 離島におけるファーストレスポonder (FR) 制度の確立. 日本生体医工学会大会 2011 5. Yoshiki Toyokuni, Masayuki Suzukawa, Yasuharu Yasuda, Katsuaki Kubota: Introduction of civilian based first responder at the Great East Japan Earthquake struck area and investigation of their responding speed and fatigue, 2011 European Resuscitation Council Congress 2011 年 10 月 6. Yasuharu Yasuda, Hirofumi Oda, Yoshiki Toyokuni: Study on appropriate tempo of the chest compression -Relations of a tempo and the fatigue-, 2011 European Resuscitation Council Congress 2011 年 10 月 2012 年 7. 鈴川正之、豊國義樹、久保田勝明、安田康晴: 離島におけるファーストレスポonder (FR) 制度の確立. 日本生体医工学会大会 2012 年 5 月 8. 豊國義樹、鈴川正之、久保田勝明、安田康晴: イタリア ピアチェンザ郡におけるファーストレスポonder 体制. 第 15 回 日本臨床救急医学会 学術集会 2012 年 6 月 9. 成川憲司、坂本哲也、小林明宏、飯島一則、鈴川正之、山下圭輔、米川 力、豊國義樹、久保田勝明、安田康晴: ファーストレスポonder 対象 コール・トリアージ・プロトコルの検討. 第 15 回 日本臨床救急医学会 学術集会 2012 年 6 月 10. 久保田勝明、川正之、山下圭輔、米川 力、豊國義樹、菅原康一、安田康晴: ファーストレスポonder 体制の構築とその効果. 第 15 回 日本臨床救急医学会 学術集会 2012 年 6 月 11. 米川 力、鈴川正之、山下圭輔、三浦久美子、濱田徹、豊國義樹、久保田勝明、安田康晴、柳沢淳一、馬籠宏一: 位置情報サービスを利用したドクターカー出動指令の試み. 第 15 回 日本臨床救急医学会 学術集会 2012 年 6 月 12. 高山好弘、北村浩一、鈴川正之、山下圭輔、米川 力、豊國義樹、久保田勝明、菅原康一、安田康晴: バイスタンダー CPR の有効性について. 第 15 回 日本臨床救急医学会 学術集会 2012 年 6 月 13. 宮本英二、中山辰志、鈴川正之、山下圭輔、米川 力、豊國義樹、久保田勝明、菅原康一、安田康晴: 目撃あり CPA 症例の 119 番通報までの時間経過及び通報遅延因子の検討. 第 15 回 日本臨床救急医学会 学術集会 2012 年 6 月 14. Yoshiki Toyokuni, Masayuki Suzukawa, Chikara Yonekawa, Yasuharu Yasuda, Katsuaki Kubota, Kenji Narikawa: Why civilian based first responder system does not exist in Japan? Factors that limit the implementation of first responder system. 2012 European Resuscitation Council Congress 2012, 10 15. 松原裕樹: 地域の質の高いバイスタンダーによる心肺蘇生開始までの時間短縮を目的とした新たな救急体制 ～石川県加賀市での取り組み～ 第 16 回へき地・離島救急医療研究会 学術集会 2012 16. 飯島一則: 地域の質の高いバイスタンダーによる心肺蘇生法開始までの時間短縮を目的とした新たな救急体制 ～栃木県茂木町での取り組み～ 第 16 回へき地・離島救急医療研究会 学術集会 2012 17. 豊國義樹: 質の高いバイスタンダーを現場にリクルートすることによる心肺蘇生法開始までの時間短縮 (欧米の取り組み) 第 16 回へき地・離島救急医療研究会 学術集会 2012 18. 米川 力、鈴川正之、山下圭輔、伊沢祥光、阿野正樹: 心肺蘇生開始時間短縮のためのファーストレスポonder 体制構築の試み 第 40 回 日本救急医学会・学術集会 2012 年 11 月
--	--

	<p>19. 鈴川正之:地域から発信する救急医療体制の構築「地域とともに考える救急シンポジウム」2012年11月27日2013年</p> <p>20. 豊國義樹、鈴川正之、山下圭輔、米川 力、久保田勝明、安田康晴、小林明宏、飯島一則、古市貴志:ファーストレスポonder体制導入に関するアンケート調査. 第16回日本臨床救急医学会 学術集会 2013年7月</p> <p>21. 豊國義樹、鈴川正之、米川 力、安田康晴:スウェーデン スtockホルムにおけるファーストレスポonder体制. 第16回日本臨床救急医学会 学術集会 2013年7月</p> <p>22. 松原裕樹、山下秀男、高野久一、大和克幸、倉谷日出夫、鈴川正之、久保田勝明、稲葉英夫、安田康晴、豊國義樹:加賀市塩屋町でのファーストレスポonder体制の時間的効果. 第16回日本臨床救急医学会学術集会 2013年7月</p> <p>23. 成川憲司、坂本哲也、久保田勝明、鈴川正之、山下圭輔、米川 力、安田康晴、小林明宏、飯島一則、豊國義樹:ファーストレスポonderを対象としたコール・トリアージ・プロトコルの検討. 第16回日本臨床救急医学会 学術集会 2013年7月</p> <p>24. 米川力、鈴川正之、山下圭輔、久保田勝明、安田康晴、成川憲司、豊國義樹:携帯電話の位置情報システムを利用した First Responder 応答時間短縮の試み. 第16回日本臨床救急医学会 学術集会 2013年7月</p> <p>25. 安田康晴、鈴川正之、久保田勝明、松原裕樹、豊國義樹:ファーストレスポonder養成における教育体制の検討. 第16回日本臨床救急医学会学術集会 2013年7月</p> <p>26. 竹田 豊、伊藤 圭太、梶谷 貴志、飯塚 幸夫、安田 康晴、鈴川 正之:遠隔地域における PAD(Public Access Defibrillation) システムの検証 第16回日本臨床救急医学学術集会 2013年7月</p> <p>27. 竹田 豊、伊藤 圭太、梶谷 貴志、飯塚 幸夫、安田 康晴、鈴川 正之:早期 119 番通報広報チラシの効果について 第16回日本臨床救急医学学術集会 2013年7月</p> <p>28. Chikara Yonekawa, Masayuki Suzukawa, Keisuke Yamashita, Yoshiki Toyokuni, Yasuharu Yasuda, Katsuaki Kubota, Akihiro Kobayashi, Hiroyuki Matsubara : Are we ready to start? Introduction of community first responder system into Japan. 2013 European Resuscitation Council Congress 2013,10 2014年</p> <p>29. 市民が支える救急医療 石川県加賀市塩屋町ファーストレスポonder隊 第17回日本臨床救急医学会学術集会 2014年5月</p> <p>30. 福田貴之、浅津圭治、梶谷貴志、飯塚行則、竹田豊、安田康晴、鈴川正之:出雲市におけるファーストレスポonder体制の構築について 第17回日本臨床救急医学会学術集会 2014年5月</p>
知的財産権の出願・登録状況等	特になし
当該研究に対する今後の展開、意見等	<p>ファーストレスポonder体制を構築するために必要な要素が明らかになった。導入を希望する地域もあるので、今後はそれぞれの地域に応じた体制構築を支援していく予定である。</p> <p>また、事業所、学校、遊技施設等にも応用して、似たような体制を導入していくことを考えている。さらに、地域住民と消防機関・行政組織等との共助体制の構築でもあるので、災害時にも役立つ可能性も高く、今後、研究を加えていきたい。</p>

心肺蘇生開始までの時間短縮を目的としたファーストレスポンス体制の研究開発

○鈴木正之¹、山下圭輔¹、米川力¹、豊國義樹²、安田康晴³、小林明宏⁴、飯島一則⁴、古市貴志⁴、宮本英二⁵、中山辰志⁵、菅原康一⁵、高山好弘⁶、竹田豊⁷、梶谷貴志⁷、成川憲司⁸、坂本哲也⁹、松原裕樹¹⁰、大和克幸¹⁰

Masayuki Suzukawa, Keisuke Yamashita, Chikara Yonekawa, Yoshiki Toyokuni, Yasuharu Yasuda, Akihiro Kobayashi, Kazunori Iijima, Takashi Furuichi, Eiji Miyamoto, Tatsushi Nakayama, Kouichi Sugawara, Yoshihiro Takayama, Yutaka Takeda, Takashi Kajitani, Kenji Narikawa, Tetsuya Sakamoto, Hiroki Matsubara, Katsuyuki Yamato.

研究課題の要旨: 加賀市では救急隊到着までに 119 番通報の受電から 10 分以上かかる地域が存在する。その 1 つの地区である塩屋町で、地域の住民が地域内で発生した心肺停止患者に対し、救急隊が到着するまでの間、心肺蘇生法や AED を使用した応急手当を実施する F R 体制を導入し、運用を開始した。地域の青年団を中心に、自治会等の協力を得ながら、心肺蘇生法等の訓練を実施したことにより、救命に対する意識が高揚し、F R 隊の発足につながった。20 歳から 50 歳までの年齢層を中心に 40 名が隊員として参加し活動を行っている。

背景

加賀市は合併前の救急車配備については、救急車 3 台を消防署に配備して運用しており、隣接する山中町は 1 本部 1 署で 2 台の救急車を配備し運用していた。合併前後等の救急車の現場到着平均時間については表 1 のとおりである。

また、CPA 事案が発生した場合、より早急な救命処置を実施すべくポンプ隊と救急隊を同時に出勤させる PA 連携方式を平成 17 年から採用している。

(表 1-1) に示すとおり、救急車の現場到着平均時間は全国平均と比べると早く到着していることになるが、加賀市内西側の救急対応は遅延しており、その状況を解消すべく平成 22 年 10 月 1 日から救急車配備の見直しを図り、救急車を分散配置することで加賀市での救急車平均現場到着時間は 5.9 分 (加賀市消防本部:平成 22 年消防年報より) と全国の平均現場到着時間 8.1 分 (平成 22 年総務省消防庁調べ) に比べ、より早い対応ができるようになった。

表 1-1 加賀市内の救急車現場到着平均時間と全国の平均時間

区分	年												
	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23			
平均現場到着時間	加賀市	5.7	5.8	5.8	5.8	6.5	6.3	6.4	6.6	6.3	5.9		
	全国	6.3	6.3	6.4	6.5	6.6	7	7.7	7.9	8.1	8.2		
	加賀市(合併前)	6.6	6.2	6.1	—	—	—	—	—	—	—		
	山中町(合併前)	3.8	6.1	4.1	—	—	—	—	—	—	—		
	大聖寺地区	—	—	—	—	8	8.2	8.1	8.4	7.4	5.6		
	塩屋地区	—	—	—	—	12	13	12	13	12	9.1		

(総務省消防庁救急救助の現況及び加賀市消防本部火災・救急・救助統計より)

(所属機関名)

- 1 自治医科大学救急医学講座
- 2 自治医科大学大学院医学研究科
- 3 広島国際大学
- 4 芳賀地区広域行政事務組合消防本部
- 5 小山市消防本部
- 6 石橋地区消防本部
- 7 出雲市消防本部
- 8 帝京大学スポーツ医療学科 救急救命士コース
- 9 帝京大学医学部 救急医学講座
- 10 加賀市消防本部

しかし、加賀市内には 119 番による救急要請から、救急車が現場に到着するまでに 10 分以上を要する地域が存在し、その一つが塩屋町であった。塩屋町では救急車の分散配置が実施される平成 22 年からこれまでの過去 3 年間のうち最短での現場到着は 9 分であり、重複救急出動時での管轄外からの出動も含め、最も時間を要した場合には 12 分を要していた。現場に到着してから傷病者への接触までの時間を考慮するとさらに二次救命処置開始が遅れることとなり、消防機関のみで 1 分 1 秒を争う救命処置を実施することは事実上困難であった。

また、他地域と異なり、この地区から要請された救急件数の約 51% が中等症以上であった (表 1-2)。

このような地域においては、住民が消防機関からあらかじめ救命講習等の訓練を十分に受け、万が一塩屋町地内において生命に危険が迫っているような状況が発生した時に、現場に救急隊より先行して駆け付け、いち早く一次救命処置を実施する体制を構築することで事実上困難である救命処置開始の時間短縮が図れるのではないかと考えた。

表 1-2 石川県加賀市塩屋町の救急事情

No.	3年間の救急事案	通報～到着			軽症	中等症	重症	死亡	計
		(平均)	(最短)	(最長)					
救急車の分散配置実施前									
1	平成22年中9月まで	12分	10分	16分	5人	3人		1人	9人
救急車の分散配置実施後									
2	平成22年10月から	10分	10分	10分	1人				1人
3	平成23年	9分	8分	12分	4人	2人	2人		8人
4	平成24年	10分	8分	14分	10人	6人	3人		20人
補足 平成24年については、不搬送が1件									

発隊までの経緯

加賀市は人口約 72,000 人であり、救急件数は年間約 3000 件前後となっており、全国同様にその件数は右肩上がりの傾向にある。

塩屋町は人口約770人、高齢化率(65歳以上)全体の35.4%であり、他町(加賀市全体では27.5%)と比べ高い傾向にある(加賀市町別人口及び世帯数:平成25年1月1日現在)。

まちの特色として、日頃から高齢者の見守り活動や子どもたちへの防犯活動、災害への対応力の強化を図るため防災資機材の整備など、地域の方々が力を合わせて様々な活動に取り組んでいる地域でもある。

そのような「自分たちのまちは自分たちで」といった活動を展開する方々に対して以下の項目について説明を行った。

- 塩屋町は事案発生から救急車・消防車が到着するまでに10分以上を要すること。
- 救命処置の開始が10分を超えることで、救命の可能性が著しく低下すること。
- 心肺蘇生に関する講習の経験があまりないバイスタンダーによる心肺蘇生法の質は低く、119番通報時の口頭指導を用いても効果の高い心肺蘇生法が実施されにくいこと。
- 意識の高い住民が、あらかじめ質の高い心肺蘇生法を身に付け、救急車等が到着するまでに救命処置を実施することで、救命率がより高くなる可能性があること。
- 災害発生時においても、まちとして適切な対応が図れる可能性があること。

以上の内容を地域住民に伝えた結果、時間経過と共に失われていく救命の可能性、より早い一次救命処置の必要性等の認識は大変重要であるとされ、救急車の到着をただ待つのではなく、自分たち力で何とか命を救うための手助けをして行くファーストレスポンドラーの基本的活動を含め、普通救命講習Ⅱを受講し、生命に危険が迫る事態が発生することがあれば、直ちに安全で質の高い胸骨圧迫とAEDによる救命処置を実施しようとその活動(打合せ、講習、訓練等)に取り組んだ(表1-3、1-4)。

結果、救命に対する意識は高揚し、全国初の住民による「塩屋町ファーストレスポンドラー隊」(以下、FR隊という。)が発隊した。

加賀市塩屋町のFR体制

昼夜を問わず塩屋町地内で意識がない傷病者が発生すれば、消防本部からの情報が全FR隊員に発信される。要請には消防本部通信指令室からの一斉携帯メールを用いている。出勤できるFR隊員はあらかじめ用意してある地図を確認した後、感染防止対策を行い、経路があればAEDを携行して現場に急行する。現場観察の結果、呼びかけに反応がなく正常な呼吸をしていないようであれば、直ちに一次救命処置に移る。

表1-3 FR体制塩屋町へのアプローチ

H24. 3. 18	塩屋地区区長会へ初めての説明と相談を実施。
H24. 4. 4	青年団向けの説明会実施。
H24. 4. 6	第1回 塩屋地区におけるFRの検討会実施。 (区長会役員・研究班・加賀市)
H24. 4. 26	女性部(ボランティア)向けの説明会を実施。
H24. 5. 8	消防団塩屋分団・自衛消防隊向けの説明会を実施。
H24. 5. 12	塩屋地区全体説明会を実施。
※1 H24.7.13まで区長会役員及び消防団員を中心に協議を続けた。	
※2 塩屋町の住民からは、リーダー的な存在として加賀市消防団塩屋分団の後押しがとても重要であるとの意見があり、体制の継続・推進を目的に消防団の方へ説明し了承を得た。	
H24. 7. 13	住民(各団体)が集まり、区長会役員の意向のもと体制導入を決定。 (地区住民に理解・周知を図るためFR訓練実施・住民披露を目標とする。)

表1-4 FR体制塩屋町へのアプローチ

塩屋町のFR訓練披露・発隊までの取り組み	
H24. 7. 30	FR体制を含めた普通救命講習Ⅱの実施。
H24. 7. 31	FR体制を含めた普通救命講習Ⅱの実施。
H24. 8. 10	市の防災訓練で行うFR訓練の事前訓練。
H24. 8. 22	市の防災訓練で行うFR訓練の最終打合せ。
H24. 8. 26	総合防災訓練(塩屋町自主防災訓練)においてFR訓練実施。
H24. 9. 3	FR体制の要望・問題点の抽出。 (併せてFR活動実施計画の内容も意見聴取する。)
H24. 10. 10	FR隊発隊前事前訓練の説明会を実施。
H24. 10. 14	塩屋町一帯において、塩屋町FR運用開始前訓練を実施。 (参加者:塩屋町ファーストレスポンドラー隊約40名)
H24. 10. 26	加賀市長への説明会を塩屋町区長進行のもと実施する。
H24. 10. 26	発隊式前打合せ。
H24. 11. 4	加賀市塩屋町FRファーストレスポンドラー隊 発隊式を実施。

これは、救急隊等が現場に到着するまで実施される。一連の活動については、その詳細を塩屋町FR隊実施計画及びハンドブックとして作成し、その活動内容の基本としている。

FR隊員は、20歳から50歳までの年齢層を中心に様々な職種の住民から構成されている(表1-5)。平日の日中も9名が対応可能と推測される。

また、この体制を維持・継続するために定期的な再講習制度を導入し、年に3回(4ヶ月毎)実施するように申し合わせている。塩屋町FR隊の装備品を表1-6に示す。

この体制は石川県メディカルコントロール協議会でも認識されており、メディカルコントロール体制の中で、PAD症例と同様に医学的に検証され、維持・発展していくことが期待されている。

表 1-5 塩屋町 FR 隊員

隊員数 40名 (一般25名、加賀市消防団塩屋分団15名)												
男性 29名 : 女性 11名												
[男性 (一般14名・消防団員15名) : 女性 (一般11名)]												
職 業	男/女 (人)	年 齢 区 分										計
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	
		～	～	～	～	～	～	～	～	～	以	
		25	30	35	40	45	50	55	60	65	上	
看護師	0/3	1				1			1			3人
事務員	1月1日								1		1	2人
会社員	4月17日	3	4	3	6	3	1			1		21人
自営業	6月1日		1	1			1	1	1	1	1	7人
パート	1月2日				1					1	1	3人
学生	1/0	1										1人
無職	3/0									3		3人
待機状況	日中	対応可能：9名					夜 間					対応可能：39名
	その他	状況により対応可能：1名 (勤務形態による。)										

表 1-6 塩屋町 FR 隊員の装備品

身分証明書 (カード式：認定証)
マスク
感染防止衣
専用ベスト
シューカバー
消毒用濡れティッシュ
感染防止用ゴーグル
手指消毒エタノール
半自動体外式除細動器(AED)
自動体外式除細動器 (AED) 予備バッテリー
感染防止用手袋
血液清拭溶剤
専用バック

以下に、本事業で行なった内容について各個に述べる。

1. FR実態調査

背景

本邦に於いては、ファーストレスポonder (以下「FR」という) 体制実施の前例がなかったため、FR体制の導入方法や運営方法等について参考とする情報や資料が国内にはなかった。よって、体制導入の参考となる基本資料とするために、FR体制先進地域を調査することとした。昨年度はイタリア、ピアチェンザのFR体制を調査し、CPRをせずAEDのみを使用する体制を実施し、講習時間を短縮する等の様々な情報を得た。今年度は、都市部へのFR体制導入の参考として、スウェーデンストックホルム市で行われているFR体制について調査を行うこととした。また、ストックホルム市のFR体制は、携帯電話を駆使した通信体制であり、これまでの他国の調査では見られなかった通信体制についてもあらたな知見が得られると考え、調査を行うこととした。

目的

都市部へのFR体制導入の参考資料とするため、またFR用通信システムの参考とするため、スウェーデンストックホルムにおけるFR体制を調査すること。

方法

ストックホルムへFR体制を導入し、その効果を学会誌に発表していた大学関係者、及びFR体制運営団体、またストックホルムの救急、消防、警察の出動指令を行っている民間の通信指令会社への聞き取り調査を行った。

結果

● スtockホルム市 概要

ストックホルム市はスウェーデン王国の首都であり、国内最大の都市である。人口は約86万人(世田谷区の人口とほぼ同じ)で、市の面積は209km²である。

● スtockホルム市における救急体制

ストックホルム市の救急は、Falck等いくつかの民間会社によって運営されている。市内には救急車35台が配備され、主に病院に常駐し病院から出動を行っている。救急車を要請するには112番に電話をする。112番通報はストックホルム市から委託を受けた民間企業が運営する指令室にて受電され、コールトリアージが行われた後に救急車の出動指令が行われる。この指令室は地元の消防、警察への出動要請も受電し、それぞれの指令室へ出動要請を行っている。ストックホルム市内では、2005年から消防機関、警察機関も心肺停止が疑われる事案に対しては出動を行っている。市内には84台の消防車両、38台の警察車両があり、すべてにAEDが積載されている。

● スtockホルム市におけるファーストレスポonder体制

1) 概要：

ストックホルム市におけるFR体制は、スウェーデンにおける病院外心肺停止の蘇生率について取り纏めを行った、ストックホルム南ゼネラル病院のSvensson医師らが、さらなる蘇生率の向上を目指し発案した。特に、携帯電話の発達に注目し、携帯電話の技術を駆使したFR体制の構築を目指した。2002年からシステムの構築を開始し、2010年の春からFR体制を開始した。

2) FRへの参加：

FR体制は「SMS Lifesavor」と呼ばれ、携帯電話を持ち、18歳以上で、CPRの訓練を受けた経験があれば誰でも参加ができる。参加には専用のホームページから登録を行う。開始時は1200名程度の登録者であったが、現在8000名を超える登録者がいる。

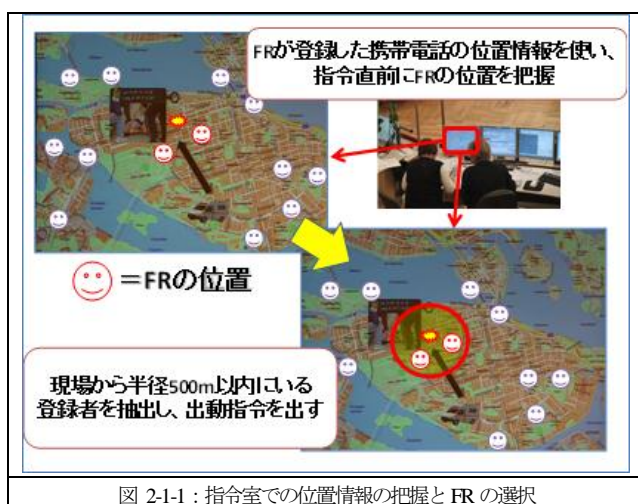
参加希望者が登録する情報：

- ・携帯電話番号
- ・携帯電話メールアドレス
- ・生年月日
- ・氏名
- ・性別
- ・CPR 訓練受講の有無
- ・いつ受講したか
- ・昼夜で最も多く所在する場所の住所
- ・仕事中移動が多い人はその旨の登録

参加登録希望者は、上記内容を登録後、最後に FR 体制に参加することによって登録された情報は通信指令会社のみがその情報を持ち、その情報は FR として出動する時のみ使用され、指令室からのみ情報がくることになる、ということを確認させられる。

3) FR 出動の流れ:

112 番通報が指令室に入ると、まずコールトリアージが行われ、心肺停止事案であるかどうかの判断が電話を受けたスタッフによって行われる。その内容を同時に聞いている指令員が、心肺停止事案と判断すれば、すぐに最寄りの救急隊に出動指令を出す。それとほぼ同じタイミングで、消防と警察の指令室へ心肺停止事案が発生した情報を伝達し、それぞれの指令室から直近の消防車両、警察車両を現場に向かわせる。その後、指令員は指令台のコンピューター上で登録した FR の最新の位置情報を更新し取得する。特定した傷病者場所から半径 500m 以内にいる FR を画面上で選択し、出動指令を出す(図2-1-1)。

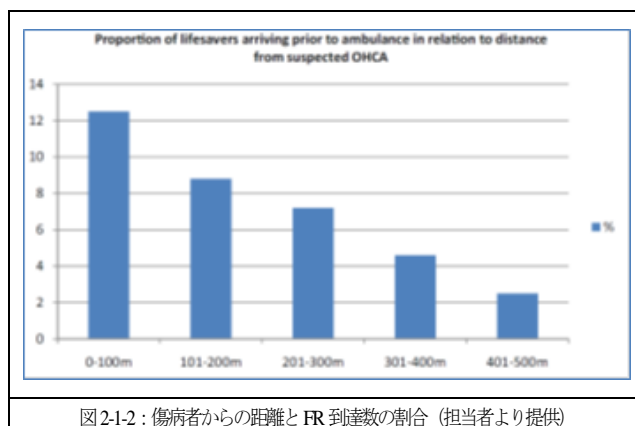


指令員から出動指令を受けた FR には、最初に自動音声がかかる電話が指令室からかかってくる。電話をとると、「こちらは 112 番指令室です。現在、あなたの近くで心肺停止事案が発生しています。メールにて詳細をお知らせ

しますので、ご確認ください」というメッセージが流れる。メールメッセージには、傷病者のいる住所、年齢、及びスマートフォンの電話にはリンクで傷病者場所の地図が送付される。

4) FR 体制の効果

2010 年 6 月から 11 月までを、FR 体制を設立した南ゼネラル病院の担当者が検証行った。92 件の心肺停止事案が発生し、そのうち 36 件が院外心停止事案であった。その 36 件のうち、55.5% (20 件/36 件) で FR が現場に先着した。CPR が FR によって実施されたのは、20 件中 6 件、その理由は FR の到着と同時に消防または警察関係車両が到着し、現場に立入禁止区域を設けた為である。傷病者からの距離と FR が救急隊員よりも先に着けた人数との関係は、FR の所在が傷病者に近い程、より多くの FR が救急隊よりも先に現場に到着していることがわかった。現在、傷病者から半径 500m 以内にいる FR 対し出動指令を行っているが、傷病者からの距離が 400m 以上 500m 未満の地域でも、救急隊よりも先に現場に到着した FR がいたこともわかっている (図 2-1-2)。蘇生率への影響については、現在検証中であるとのことであった。



5) FR 参加者の処遇

SMS Lifesavor の FR 体制は、ストックホルム市内で活動する完全なボランティア活動である。従って、出動することによる FR への出動手当は一切発生しない。出動中に起こる事故への補償や、危害を加えてしまった場合の賠償補償などは、参加者自らが備えなければならない。また、この体制の一番大きな特徴である携帯電話による通信指令のやり取りでは、その通信料等はすべて参加者本人が負担することになっている。

考察

ストックホルムにおける FR 体制は住民からではなく、地元病院の発案で始まった。FR 体制は地域住民から発生したものではないが、2010 年から登録制度を開始し、す

でに 8000 名以上が登録しているという現状は、地域でも FR 体制が受け入れられていると考えられる。ストックホルムの FR 体制の他国との大きな違いは、FR として参加する前に、自らが CPR の訓練を受けていることが必要とされていることである。これは、講習を開催する費用や時間等を削減するには良い方法であると考えられるが、逆に FR が行う応急手当の質については管理ができない部分が課題である。出勤指令方法は、携帯電話の機能を駆使した結果、現場へ救急隊よりも先に到着することが達成されていることから、位置情報を使った FR への出勤指令方法は、今後の出勤指令方法への参考になると考えられる。しかし、AED 設置位置と FR への AED 取得指示等については整備がされておらず、今後日本へ導入する際にはそれらの部分も含めて検討する必要があると考えられた。

都市部で FR 体制を実施するには、FR をウェブ上で登録性とする、CPR 等の講習は自分で受講しておくこと、通信費の負担や、補償の部分も自己責任とすること等を前提条件とした FR 体制の整備も 1 つの方法であることがわかった。今後、日本の都市部で FR 体制を導入する上で、それら条件についても検討し、地方やへき地で実施される FR 体制とは別の体制づくりも考えられることがわかった。

2. FR に関するアンケート調査

背景

昨年度は栃木県小山市、真岡市、茂木町において、FR 体制を地域に導入することに関することと、ガイドライン作成の参考となる事項についてアンケート調査を行った。これにより FR に参加したい住民 16.7%等の結果が得られ、この 3 市町では、十分 FR 体制を導入することが可能であることがわかった。このアンケート調査では、小山市を都市と位置付けたが、今後東京や大阪等のより都市化が進んだ地域へ FR 体制を広げていくためには、これらの地域での住民意識を把握する必要がある。そこで、今年度は東京 23 区の住民に対して昨年度と同様のアンケート調査を行うこととした。

目的

東京 23 区在住の住民に対し、FR 体制が受け入れられるのか、FR として参加する人がいるのか、また FR 体制導入に必要な事項について調査し、東京のような都市化が進んだ地域における FR 体制導入のガイドライン作成のための基礎データとすること。

方法

1) 調査方法概要

- 調査対象：東京都 23 区に住む満 18 歳以上の男女
- 標本数：1,350 標本
- 標本抽出方法：住民基本台帳に基づく層化二段無作為抽出法
- 調査地点：54 地点（昨年度と同様の地点数）
- 調査地点の最小単位：1 つの丁目を 1 点とした（例：千代田区霞が関 1 丁目）
- 調査方法：調査員による個別訪問面接聴取法
- 調査期間：2012/11/30～12/23
- 調査実施機関：(株)サーベイリサーチセンター

2) 標本抽出方法

層化二段無作為抽出法を行った。方法は、層化の一段目は、A) エリア毎の調査地点数の決定、二段目は B) 基本単位区の抽出とした。それぞれの方法は以下の通り。

A) エリア毎の調査地点数の決定

エリア毎の調査地点数の決定には、まず、東京都が実施する「都民生活に関する世論調査」で使用している 23 区を 3 つのエリアに分けたもの*を使用して、エリアごとの人口比に基づいた調査地点数を決定した（表 2-2-1）。

*東京都 平成 23 年度「都民生活に関する世論調査」

<http://www.metro.tokyo.jp/INET/CHOUSA/2012/11/60mbr109.htm>

表 2-2-1：エリアごとの調査地点数

エリア	自治体	18 歳以上人口	エリアの調査地点数
センターコア	千代田区、中央区、港区、新宿区、文京区、台東区、墨田区、江東区、渋谷区、豊島区、荒川区	2,067,653	15 地点
区部東部・北部	北区、板橋区、足立区、葛飾区、江戸川区	2,187,547	16 地点
区部西部・南部	品川区、目黒区、大田区、世田谷区、中野区、杉並区、練馬区	3,165,900	23 地点

B) 調査対象基本単位区の決定

エリア毎に A) で決定した調査地点数を満たすよう基本単位区**を等間隔で抽出した。

**基本単位区：国勢調査における最小の地域的集計単位であり、このいくつかをまとめることにより、一人の国勢調査員が担当する区域である調査区(おおむね 50 世帯が含まれる)が構成されている。総務省統計局

<http://www.stat.go.jp/info/shinsai/riyou.htm>

C) 住民基本台帳による対象者の抽出

B)により抽出された基本谷区内の18歳以上25名を住民基本台帳の上から順番に抽出した。

3) 質問方法

一般市民はFR体制を紙面のみの説明で理解するのは難しいと考え、調査員が対象者を訪問し、調査を開始する前に挿絵を使って説明を行うこととした。説明は2種類行った。1つ目はFR体制に関する説明として、FR体制が必要な背景とFR体制の概要、およびFR体制導入あたっては、課題として住民の参加、近所の知れ合いが自宅に入る可能性、及びAED等購入が必要である点を説明した。2つ目は、FR隊員になるための説明として、FRはどのように活動し、定期的に様々な訓練と講習を受け、個人情報保護の義務が必要なこと、処置による責任は問われず補償があることを説明した。

4) アンケート内容

アンケートは、自由回答を含む単数回答（はい、いいえで回答するもの）と複数回答（いくつかの選択肢から選ぶもの）を利用した。Q1では、FRが住まいの地域にあったらよいか等、地域への導入に関する意見を質問した。Q2ではFRに参加してみたいか、またFRとして参加を仮定した場合の、出動できる時間や、通信方法等、ガイドライン作成に必要な資料となる質問を行った。最後のQ3にて、年齢、職業等を質問した。

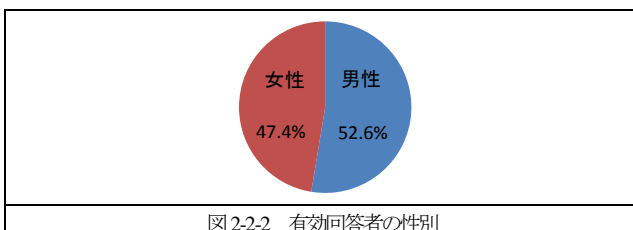
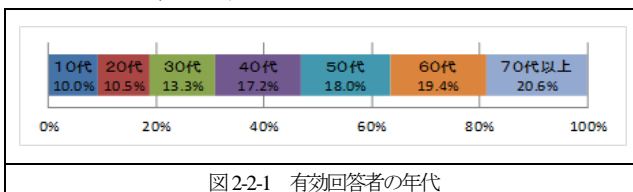
結果

1) 回収結果

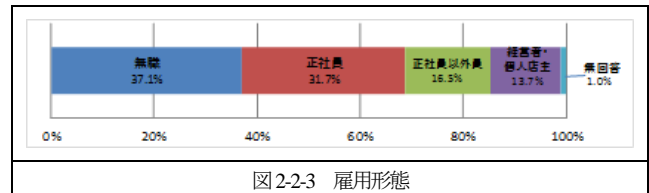
- 有効回収標本数（率） 593 標本（43.9%）

2) 有効回答の属性

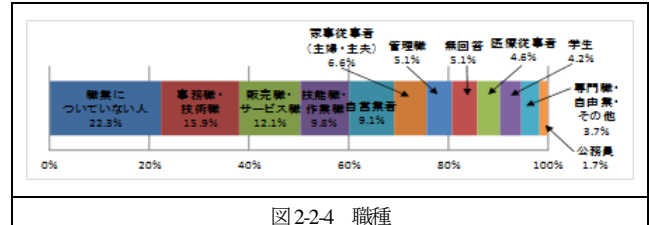
- 年代・性別（回答数（以下Nとする）=593）（図2-2-1、2-2-2）



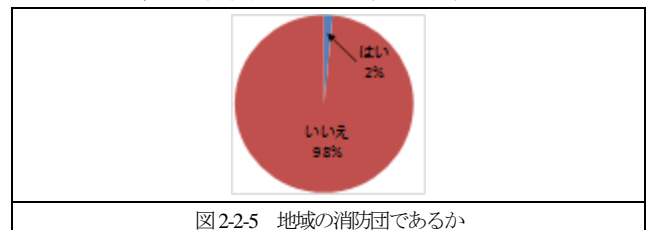
● 雇用形態（図2-2-3）



● 職種（図2-2-4）。

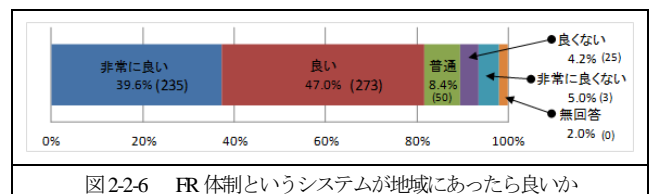


● 地域の消防団であるか（図2-2-5）



3) FR体制の地域への導入に関する質問

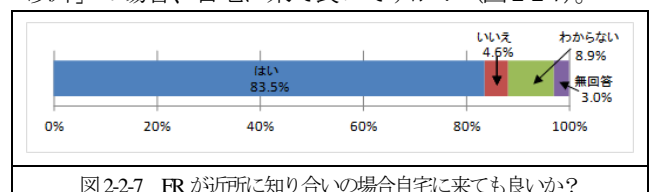
Q1-1. FR体制というシステムがお住まいの地域にあったらよいと思いませんか？（図2-2-6）



Q1-2. Q1-1で良くない、非常に良くないと答えた方、理由はなんですか？

「非常に良くない」と回答した3名の理由は、「責任がある」、「色々問題がありそう」、「コストが高すぎると思うから」であった。「良くない」と回答した25名では、「素人では不安であるから」といった、FRが行う応急手当の技術を心配する意見等があった。

Q1-3. FRが「近所の知れ合い」又は「近所の知れ合い以外」の場合、自宅に来て良いですか？（図2-2-7）。



- FR が近所の知り合い以外の場合、自宅に来てよいか？ (図 2-2-8)。

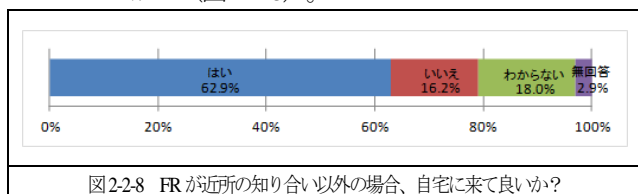


図 2-2-8 FR が近所の知り合い以外の場合、自宅に来てよいか？

4) FR への参加、参加した場合の条件等に関する質問

Q2-1. FR に参加してみたいと思いますか？ (図 2-2-9)

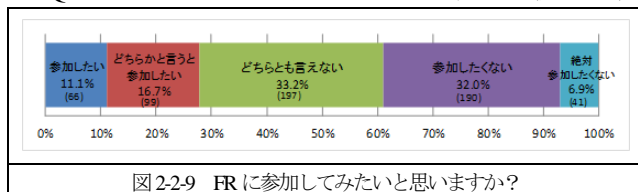


図 2-2-9 FR に参加してみたいと思いますか？

Q2-2. Q2-1 で参加したくない、絶対参加したくないと答えた方の理由は？ (複数回答) (図 2-2-10)。

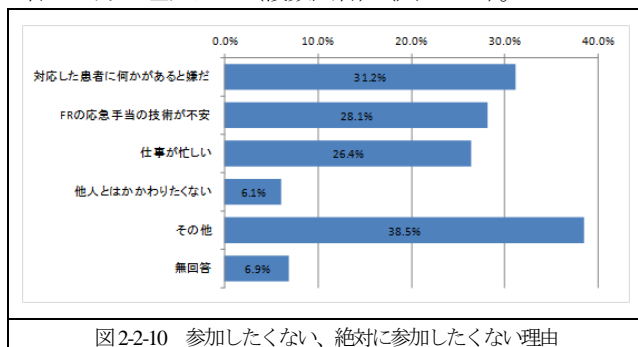


図 2-2-10 参加したくない、絶対に参加したくない理由

Q2-3. FR の参加条件がある場合、どの条件の組み合わせが自分に合っていると思いますか？ (参加条件は、出動義務が有るか無いか、出動時間が 24 時間 365 日かシフト制によるものか、報酬が有るか無いか、であり、それぞれの組み合わせについて質問を行った。)

最も多かった FR 参加条件の組み合わせは、出動義務が無く、出動要請はシフト制であるもの、その中で、報酬が有りのものは 47.0%、報酬が無しのものは 44.7% であった (図 2-2-11)。

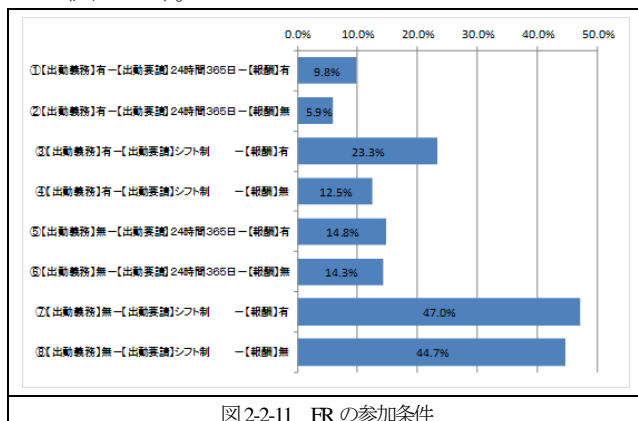


図 2-2-11 FR の参加条件

Q2-4. あなたがどの時間であれば FR として出動できますか？また、どの出動方法を利用できますか？

- プライベートな時間に出動が可能 (図 2-2-12)。

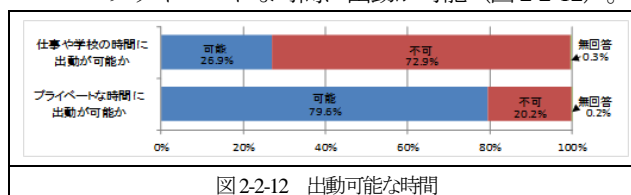


図 2-2-12 出動可能な時間

- プライベートな時間に出動する場合、利用できる出動方法 (図 2-2-13)。

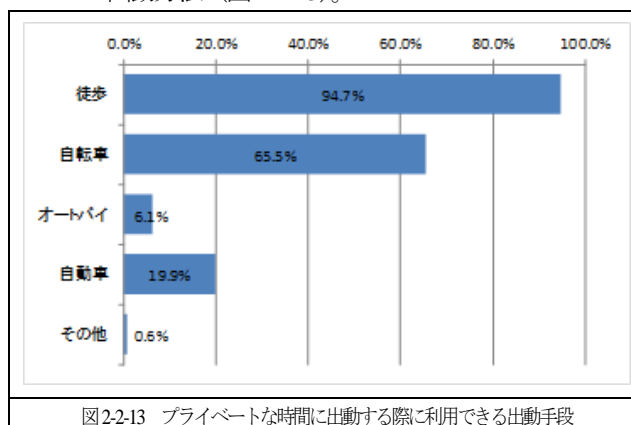


図 2-2-13 プライベートな時間に出動する際に利用できる出動手段

- 仕事や学校の時間に出動する場合、利用できる出動方法 (図 2-2-14)。

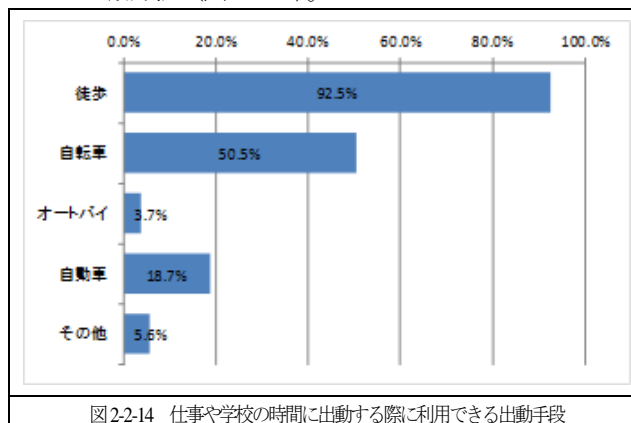


図 2-2-14 仕事や学校の時間に出動する際に利用できる出動手段

Q2-5. 消防署と連絡するために使うものは、どれが一番よいですか？ (図 2-2-15)。

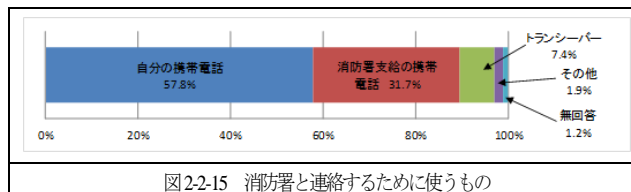


図 2-2-15 消防署と連絡するために使うもの

Q2-6. 心臓マッサージなどを忘れずに実施できるようにするためには、どのくらいの間隔で講習を受けた方がよいと思いますか？(図2-2-16)。

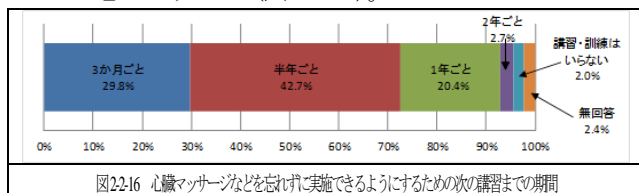


図2-2-16 心臓マッサージなどを忘れずに実施できるようにするための次の講習までの間隔

Q2-7. あなたがFRになるために必要な講習は何時間であれば受講できますか？(図2-2-17)。

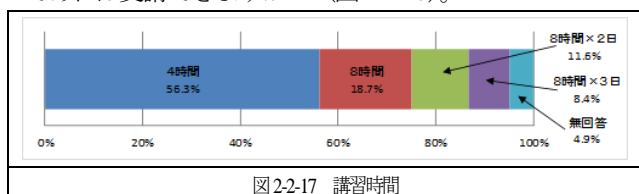


図2-2-17 講習時間

考察

今回の調査で、FR体制が地域にあったら良い、非常に良いと回答した住民が86.6%であったことから、東京23区でもFR体制が住民に受け入れられる可能性が高いと考えられる。また、FRへの参加についても、11.1%が参加したいと回答をしたことから、東京23区のような都市化の進んだ地域でも住民の参加意識が高いことが確認できた。しかし、自宅に来てよいFRは「知り合い」なら83.5%であるが「知り合い以外」だと62.9%と大きく割合が減った。また、知り合い以外を「いいえ」と答えた理由として、「他人を自宅に入れることに疑問がある」や「信用がない」等があった。これは、東京のような都市化が進んだ地域ではFRが見知らぬ人によって行われることに抵抗があるように考えられることから、FRに参加する人への身元確認等の対策が都市部では必要で有ると考えられた。出動手段の自動車利用が昨年度調査を実施した栃木県3市町と比べると、東京23区で自動車を利用できる割合が極めて低いことがわかった。東京都での世帯あたりの乗用車保有台数が他県と比べ低いことを鑑みると、出動に利用できる手段として低いと考えられる。今後、ガイドラインを作成する上で、これらの地域特性に関して考慮することも必要であると考えられる。

3. 時間短縮に関する研究 広報紙を使った119番通報までの時間短縮の試み

背景

心肺停止(CPA)傷病者の生存率・社会復帰率の向上には、早期に119番通報されることが重要である。消防庁ウツタインデータ(2009)によるとCPA傷病者において、一般市民により心肺機能停止の時点が目撃されてから119番通報するまでの時間で、目撃直後に119番通報したと想定される2分以内の割合が56.9%、3分以上が43.1%

で目撃した直後に119番通報されていない事案が多くある。さらに、石川県の119番通報の分析では、119番通報前に「誰かを呼ぶ」という理由により、結果的に119番通報までに時間を要していることが分かっている。心肺機能停止の時点が目撃されてから119番通報までの時間が延伸することは、救急隊員による心肺蘇生を開始するまでの時間の遅延に繋がる。消防庁ウツタインデータでは、救急隊員による心肺蘇生を開始するまでの時間が10分を超えると、生存率及び社会復帰率が大幅に低下することから、一般市民が心肺機能停止の時点を目撃してから119番通報するまでの時間短縮を図ることが重要である。

目的

自治体に浸透している広報紙や回覧板の活用による広報が119番通報時間短縮に有効か検討すること。

方法

早期119番通報に関する広報紙(図3-1-1)を、以下のとおり各家庭に回覧する手法(回覧板)にて広報し、その結果を検証した。

1) 広報概要(広報チラシの回覧)

A) 石橋地区消防組合消防本部一野野市

実施回数 1回 平成24年5月 回覧用広報チラシ配布枚数 4,000枚

B) 小山市消防本部一小山市

実施回数 3回 平成24年
2月 回覧用広報チラシ配布枚数 5,700枚
6月 回覧用広報チラシ配布枚数 6,000枚
10月 回覧用広報チラシ配布枚数 6,000枚

C) 芳賀地区広域行政事務組合消防本部一真岡市、芳賀町、茂木町、市貝町、益子町

実施回数 2回 平成24年5月 回覧用広報チラシ配布枚数 5,000

2) 検証概要

回覧した広報チラシに関するアンケート(表3-1-1)を以下のとおりCPA傷病者搬送時及び救命講習時に行い、広報チラシの認知度を評価した。

A) 石橋地区消防組合消防本部

- CPA傷病者搬送時:平成24年6月から12月までアンケート回収数 32
- 救命講習時:平成24年10月から12月までアンケート回収数 31

B) 小山市消防本部

- CPA傷病者搬送時:平成24年6月から12月までアンケート回収数 82

- 救命講習時：平成24年10月から12月まで アンケート回収数 109
- C) 芳賀地区広域行政事務組合消防本部
 - CPA 傷病者搬送時：平成24年6月から11月まで アンケート回収数 41
 - 救命講習時：平成24年10月から12月まで アンケート回収数 116

表3-1-1 アンケート用紙



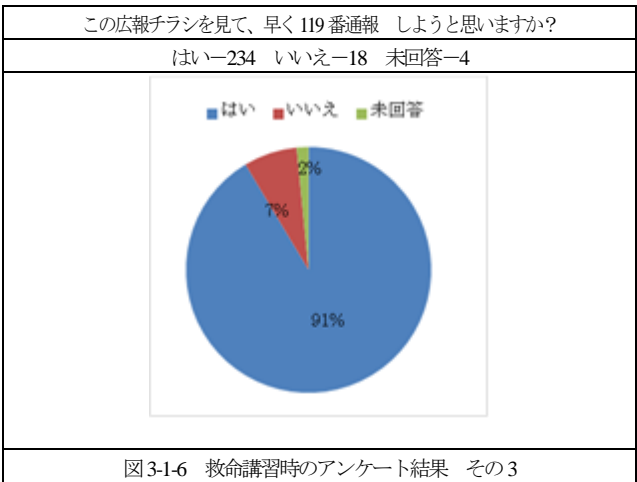
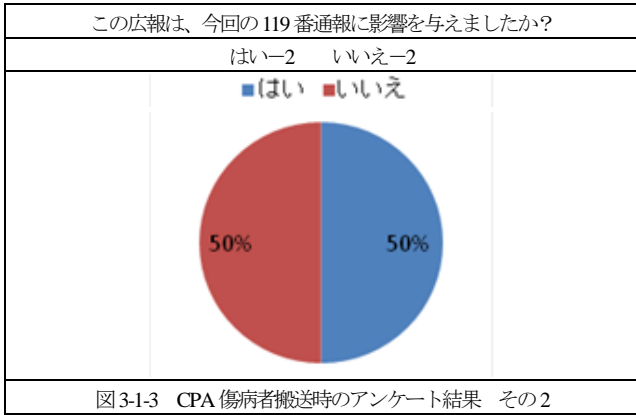
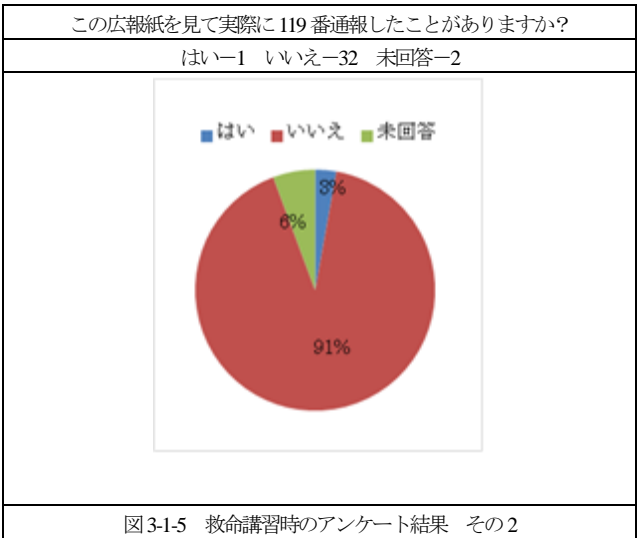
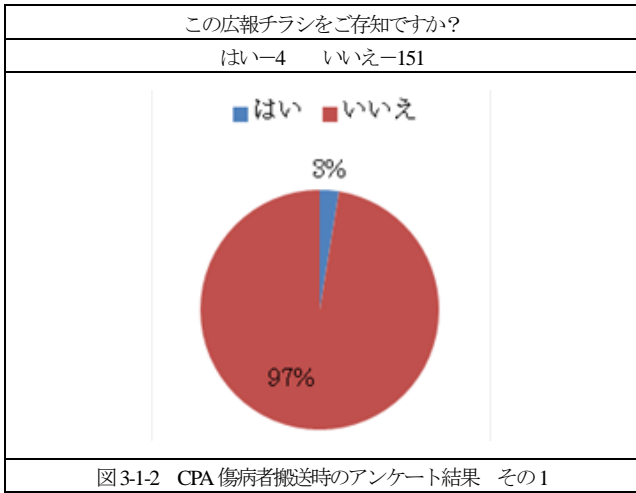
図3-1-1 早期119番通報に関する広報チラシ

1. CPA 傷病者搬送時	
アンケートシート	
Q1 この広報チラシをご存知ですか？	
はい	いいえ
Q2 「はい」と回答された方にお聞きします。 この広報は、今回の119番通報に影響を与えましたか？	
はい	いいえ
ご協力ありがとうございました。	
※聞き取り調査ができなかった場合は、その理由を簡単に記入して下さい。	
2. 救命講習時	
応答用アンケート	
読み取るものに〇をつけてください。	
1 この広報紙を見たことがありますか？	はい-いいえ
2 119番通報したことがありませんか？	はい-いいえ
3 皆さんに説明します。	
この広報紙を見て、早く119番通報しようと思いませんか？	はい-いいえ
4 性別 あなたの性別はどちらですか？	男性-女性
5 あなたの年齢は？	0-19歳 - 20-29歳 - 30歳-39歳 - 40歳-49歳 - 50歳-59歳 - 60歳以上
6 住居の種類 あなたは、家に暮らすことが多いですか、それとも少ないですか？	
1 多い (住居をしないためなど)	
2 少ない (住居をしているためなど)	
備考は (任意)に記入してください。-)
7 皆さんが気付いたらどう応援の方法を教えてください。御記入をお願いします。	[]
● 御協力ありがとうございました。	

結果

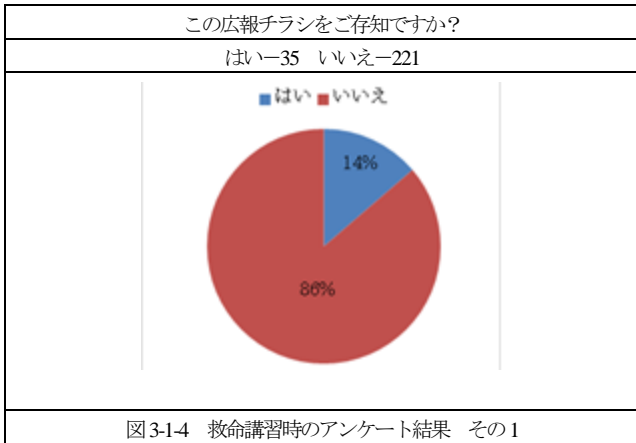
1) CPA 傷病者搬送時アンケート

CPA 傷病者搬送時アンケート回収数は3地域合計で155名(石橋32、小山82、芳賀41)であった。広報チラシを知っているかの問いに対しては3地域合計で4名(石橋1、小山3、芳賀0)の3%で、実際の通報に影響したとの回答は3地域合計で2名(小山2)の1%に留まった(図3-1-2、3-1-3)。



2) 救命講習時アンケート

救命講習時アンケート回収数は3地域合計で256名(石橋31、小山109、芳賀116)であった。広報チラシを知っているかの問いに対しては3地域合計で35名(石橋4、小山22、芳賀9)の14%(図3-1-4)で、このうち実際に通報したのは3地域合計で1名(小山1)の3%(図3-1-5)、更に実際の通報に影響したとの回答は3地域合計で1名(小山1)の0.4%に留まった。広報チラシを見て、早く119番通報と思うかの問いに対しては3地域合計で234名(石橋29、小山91、芳賀114)の91%であった(図3-1-6)。



考察

回覧板での広報チラシを回覧する方法について認知度などの検証を行ったが、CPA 傷病者搬送時においてはわずか3%であった。なお、実施機関毎に広報回数など差があるものの認知度には差はなかった。また、救命講習受講時アンケートにおいても認知度は14%とCPA 傷病者の認知度を上回る結果となったが、多くの人に認知されるまでには至らなかった。

しかし、広報チラシを見て、「早い119番通報をするか」との問いには91%の人が「はい」と回答しており、広報チラシによって早い119番通報へ繋がると考えられる。

当初研究班では、各戸に周知する方法として回覧板が得策と考え実施したところであるが、認知度が低い結果となったことから、今後においては、広報チラシをより多くの人に認知してもらうため、回覧板形式以外の広報手段について検討する必要があると考える。

4. 時間短縮に関する研究 広報紙を使った119番通報までの時間短縮の試み《出雲市》

背景

心肺停止患者の社会復帰には早期の心肺蘇生開始が重要である。また、急性心筋梗塞、脳卒中などの予後の改善においても早期119番通報は重要である。しかし、そうした救急現場に立会った家族等が119番通報を躊躇し、家族や親戚等に連絡・相談し119番通報が遅れる事例が散見される。

早期119番通報のためには、市民に緊急を要する所見を知ってもらう必要がある。そこで早期119番通報の広報を目的に心肺停止、急性心筋梗塞、脳卒中などを疑わせる所見を記載した広報チラシ（図3-2-1）を作成し市内約6万世帯に対し全戸配布した。



図3-2-1 広報チラシ

目的

早期119番通報広報チラシの宣伝効果と早期119番通報への影響について検証すること。

方法

1) 「救命講習受講者に対するアンケート調査」

調査期間 平成24年11月20日～平成24年12月31日
 調査対象 救命講習受講者
 調査方法 講習開始前に受講者に広報チラシを見せた後、アンケート調査を実施した（表3-2-1）。

2) 「救急搬送時の患者関係者に対するアンケート調査」

調査期間 平成24年11月20日～平成24年12月31日
 調査対象 急病事案の関係者
 調査方法 傷病者を医療機関の医師に引継後、傷病者の関係者にアンケート協力を依頼、協力者に対し調査を実施した（表3-2-2）。

表3-2-1 救命講習受講者に対するアンケートの内容

問1 あなたの性別は？	男性 ・ 女性
問2 あなたの年代は？（下からお選びいただき該当するものに○をお付け下さい）	10歳代・20歳代・30歳代・40歳代・50歳代・60歳代・70歳代
問3 この広報チラシをご覧になったことがありますか？	はい ・ いいえ
問4 この広報チラシをご覧になったことで、早く119番通報をしようと思われましたか？	※この質問は、問4で「はい」に○をされた方のみお答えください。 はい ・ いいえ

表3-2-2 救急搬送時の患者関係者に対するアンケートの内容

問1 この広報チラシに対するアンケート調査にご協力いただけますか？	はい・いいえ
※「いいえ」との回答であればアンケートは実施しない。	
問2 最初に通報（連絡）は、どこにされましたか？	（119番・110番・家族・親戚・知人、友人・病院・その他）
問3 この広報チラシをご覧になったことがありますか？	はい・いいえ
問4 この広報チラシをご覧になったことで、早く119番通報をしようと思われましたか？※この質問は1で「はい」と回答された人のみ	はい・いいえ

結果

1) 「救命講習受講者に対するアンケート調査」

A) 対象者属性

364名中364名（100.0%）から回答を得た。対象者の年代は、30歳台が最も高く21.8%、10歳台が0.3%と最も低かった。20歳台から50歳台の合計は269名で全体の74.1%であった。性別は男性が47.5%、女性が52.5%であった（表3-2-3）。

表3-2-3 対象者の属性

	男性	女性	合計	割合
10代	1	0	1	0.30%
20代	29	29	58	15.90%
30代	36	43	79	21.70%
40代	33	25	58	15.90%
50代	33	41	74	20.30%
60代	21	32	53	14.60%
70代	19	19	38	10.40%
80代	1	1	2	0.50%
回答なし	0	1	1	0.30%
合計	173	191	364	100.00%
割合	47.50%	52.50%	100.00%	

B) 広報チラシの閲覧状況

22.8% (83/364) の対象者が広報チラシを見ていた。性別では男性 15.0% (26/147)、女性 29.8% (57/191) と女性が多く広報チラシを見ていた (図 3-2-2)。

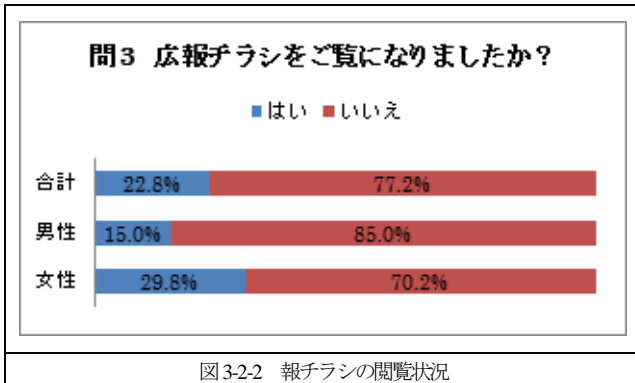


図 3-2-2 報チラシの閲覧状況

C) 広報チラシの早期 119 番通報への影響

97.6% (81/83) の対象者が広報チラシを見て早く 119 番通報をしようと思ったと回答した。性別では男性 100.0% (26/26)、女性 96.58% (81/83) とほぼ全員が広報チラシを見て早く 119 番通報をしようと思ったと回答した (図 3-2-3)。

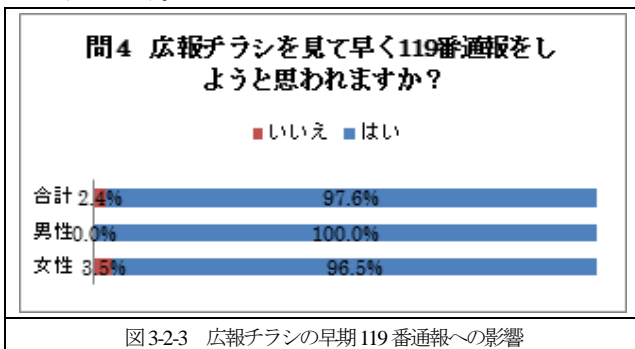


図 3-2-3 広報チラシの早期 119 番通報への影響

2) 「救命講習受講者に対するアンケート調査」

A) 対象者属性

116 名中 91 名 (78.4%) から回答を得た。

対象者の年代は、60 歳台が最も高く 26.4%、10 歳台は 1.1%、と最も低かった。20 歳台から 50 歳台の合計は 34 名で全体の 37.4% にであった。性別は男性が 47.3%、女性が 51.6% であった (表 3-2-4)。

B) 広報チラシの閲覧状況

17.6% (16/91) の対象者が広報チラシを見ていた。性別では男性 14.0% (6/43)、女性 21.3% (10/47) と女性が多く広報チラシを見ていた (図 3-2-4)。

C) 広報チラシの早期 119 番通報への影響

62.5% (10/16) の対象者が広報チラシを見て早く 119 番通報をしようと思ったと回答した。性別では男性 66.7% (4/6)、女性 60.0% (6/10) であった (図 3-2-5)。

表 3-2-4 対象者属性

	男性	女性	不明	合計	割合
10歳台	1	0		1	1.10%
20歳台	2	2		4	4.40%
30歳台	2	8		10	11.00%
40歳台	4	4		8	8.80%
50歳台	8	4		12	13.20%
60歳台	12	12		24	26.40%
70歳台	8	10		18	19.80%
80歳台	6	5		11	12.10%
80歳以上	0	2		2	2.20%
不明			1	1	1.10%
合計	43	47	1	91	100.00%
割合	47.30%	51.60%	1.10%	100.00%	

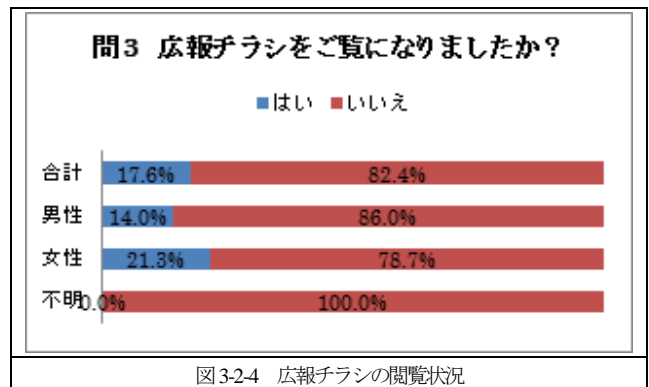


図 3-2-4 広報チラシの閲覧状況

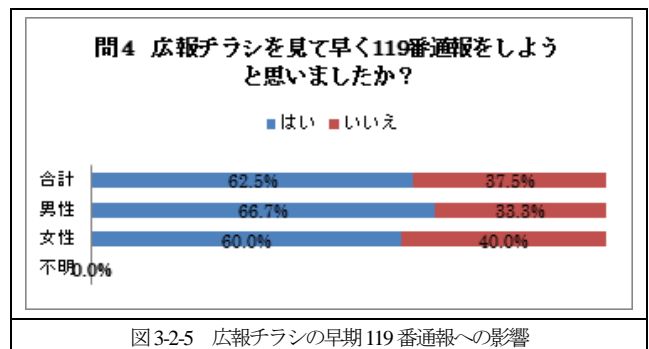
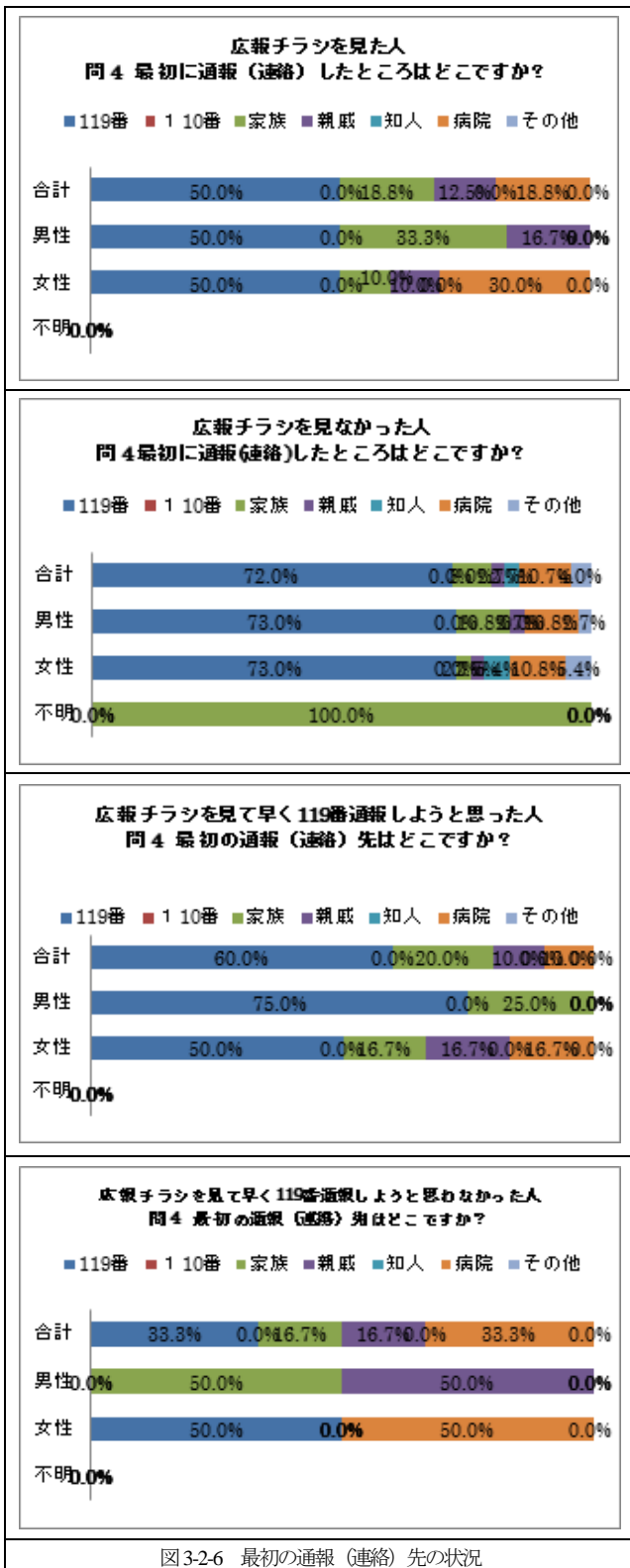


図 3-2-5 広報チラシの早期 119 番通報への影響

D) 最初の通報 (連絡) 先の状況

広報チラシを見ていた人の 50.0% (8/16) が最初に 119 番通報をしていた。性別では違いがなかった。広報チラシを見なかった人の 72.0% (54/75) が最初に 119 番通報をしていた。性別では違いがなかった。広報チラシを見て早く 119 番通報をしようと思った人の 60.0% (6/10) が最初に 119 番通報をしていた。性別では男性が 75.0% (3/4) と高かった。広報チラシを見て早く 119 番通報をしようと思わなかった人の 33.3% (2/6) が最初に 119 番通報をしていた (図 3-2-6)。



考察

早期119番通報広報チラシの広告効果については、救命講習受講者(22.8%)、救急搬送時(17.6%)においても閲覧率としては高く広告効果があったと考える。これは広報チラシを全戸配布したことにより見る機会が増えたためと考える。性別では、いずれの調査でも女性が高

かった。これは女性の在宅率が高く、また、女性の方が男性と比較し広告チラシに対する興味が高いためではないかと考える。

早期119番への影響については、救命講習受講者においては、広告チラシを見た殆ど全員が「早く119番通報をしようと思った」と回答したが、それに比較し救急搬送時においては62.5%と低かった。これは、救命講習受講者は、救命講習を受講するという既に救急に対しての学習意欲が高かったためではないだろうか。それに対し救急搬送時の傷病者関係者は、最初に広報チラシを見た際の印象を述べたのではないだろうか。

救急搬送時の傷病者関係者が実際に行った最初の通報(連絡)先については、広報チラシを見た群と広報チラシを見なかった群では、見なかった群が高く119番通報をしていた。また、広報チラシを見たひとの中には、脳梗塞や心疾患の所見があったが最初に家族や親戚等に連絡していた事例が複数あった。これらからは、広報チラシが実際の早期119番通報には繋がっていないのではということが推測される。

広報の方法として全戸配布の広報チラシはある程度は見てもらえるが、意図とする早期119番通報には繋がっていない。しかし、広報チラシを見て早く119番通報をしようと思った群と、早く119番通報をしようとは思わなかった群では、早く119番通報をしようと思った群が明らかに高かったこと、また、救命講習受講者で広報チラシを見た人は殆どが早く119番通報をしようと思っていることを考えると広報チラシの活用方法によっては効果があると考えられる。

今後の早期119番通報を広報するうえで広報チラシを配布するだけでは効果は低い、救命講習などの場で広報チラシの説明を付け加えることで、早期119番通報への影響を与えることができるのではないかと考える。

5. 119番通報～FR対象事案の判断

背景

H23年度、早期心肺蘇生を目的としたファーストレスポonder(FR)の出場(本プロトコルはCPAを対象)及び不出場を判断するコール・トリアージ・プロトコル(以下ベースプロトコルとする)を作成した。その結果、以下のことが判明した。

- CPA予測の感度/特異度が70.2/20.8(%)であった。
- FR出場対象事案であるCPAと予測した中に、すでに死亡していた死後硬直が62件中30件(48%)あった。

FR隊員は、一般住民であるため、感度、特異度はより高い方が望ましいのと可能な限り死後硬直といった助からない事案に出場しない方が望ましいと考える。そこで本研究ではこれらの数値を改善するために検討を行う。

目的

①CPA 予測の感度、特異度を上げることと（以下①感度、特異度の向上）、②死後硬直を抽出するキーワードを見つけること（以下②死後硬直のキーワード）

方法

1) プロトコル修正

A) ①感度、特異度の向上

意識・呼吸状態の正常／異常を判断する選択肢を増やし、次に示す項目を含め次の3つのプロトコルの感度・特異度を比較した。プロトコル変更内容を図 3-3-1 に示す。

ア) ベースプロトコル（昨年度同様）

イ) ベースプロトコル+意識異常判断を“反応なし”に限定

ウ) ベースプロトコル+意識異常判断を“反応なし”に限定+呼吸異常“呼吸数少ない”に限定

B) ②死後硬直のキーワード

・死後硬直を見つけ出すため、通信指令員にヒアリングを行った。

平成 24 年 9 月 25 日 対象者：芳賀地区消防本部指令課 10 名

・119 番通報時、臭いなどの理由で死後硬直が予想される場合、通報者に「体を触ってください」等を追加聴取した。

2) 対象事案

2012 年 10 月 1 日~11 月 30 日に芳賀地区消防本部で発生した救急事案 656 件。但し、転院搬送、複数傷病者、また多忙のため指令業務に影響を及ぼす事案は対象外とした。

3) データの検証

通信指令室で収集した通報内容を各プロトコルによって、出場レベル 1~3 と不出場基準 1~4 に分類した。その後、各事案を救急活動報告書と比較しその妥当性を検証した。

結果

1) ①感度、特異度の向上

表 3-3-1 に各プロトコルの感度、特異度を示す。CPA 予測の感度・特異度()内は件数は、プロトコル

ア) 70.2% (21/30)・20.8% (21/100)、

イ) 70.0% (21/30)・26.9% (21/78)、

ウ) 70.0% (21/30)・30.8% (21/68) となり、感度は変わらず、特異度が上昇した。

2) ②死後硬直のキーワード

・通信指令員へのヒアリング結果、死後硬直を予測できるようなキーワードを見つけることはできなかった。

・表 3-3-2 に死後硬直数を示す。出場対象の中の死後硬直の割合は、33.3%であり、昨年プロトコルより向上した。

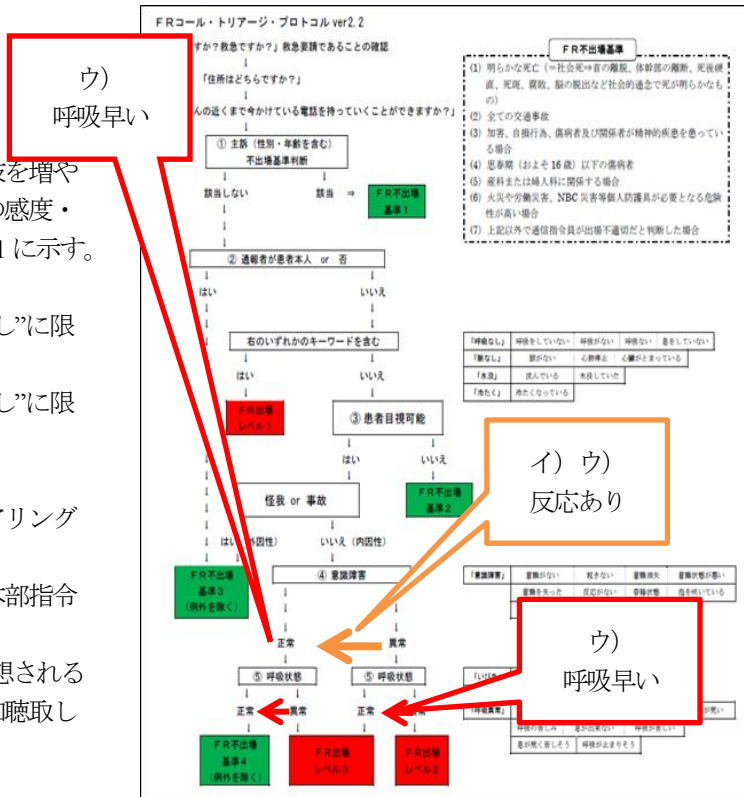


図 3-3-1 ベースプロトコル

表 3-3-1 H24 年 CPA 予測の感度/特異度表 (%)

	23年度	24年度	
	プロトコルア)	プロトコルイ)	プロトコルウ)
レベル 1 - 3	70.2/20.8	70/26.9	70/30.8

表 3-3-2 出場レベル毎の死後硬直数

		現場情報				
		死後硬直	社死外	会以外の出	CPA	その他
通報内容	基準出	0	0	0	0	0
	1場	2	127	3	247	379
	出場レベル1	7	0	13	1	21
	出場レベル2	0	7	1	26	34
	出場レベル3	0	5	0	40	45
	不出場基準2	0	68	4	0	72
	不出場基準3	0	6	0	37	43
	不出場基準4	0	2	0	60	62
	計	9	215	21	411	656

考察

プロトコルの改定により特異度を上昇させることがわかった。また、目視不可を除くと感度は100%となるためこのままのプロトコルで十分FR体制用として使用できることがわかった。しかし、今後サンプル数を増やし、さらなる改定が必要であると考えます。

6. FR 対象事案の判断～FR への出場指令

背景

FR が迅速に活動を行うためには、迅速な出動指令とともに、FR が現場住所を容易に認識できる通信手段が必須である。現在日本でFR 活動に使用可能と考えられる通信機器としては携帯電話（音声通信、メール）、無線（消防無線、業務用無線、防災無線など）があげられる。さらに、通信する情報の形態としては音声情報と文字情報さらに画像情報（地図）がある。いずれの機器を使用する場合でも、FR 活動を行う地域にあったものを選択する必要がある。通信機器に求められる性能としては、①操作が簡便である、②一斉送信が可能である、③FR が容易に現場到着できるための情報送信が可能、などの機能が求められ、これを満たすものとしては現時点では携帯電話（スマートフォンを含む）が挙げられる。海外でもICT 技術を用いFR 活動に応用した例が報告されている

(Resuscitation.2011;82:1514-1518.)。日本では、同様のシステムは存在しないが、流通分野や警備会社などでは指令PC と携帯電話を利用した車両配送システムが実用化されている。今回、この既存のシステムを利用しFR 用に若干修正を加え、FR 用通信機器として運用可能か検討した。

目的

FR 通信機器として、市販の位置情報システムをカスタマイズし、実用可能かどうか検討する。

方法

1) 予備実験

FR へ送信する情報として、①文字情報（現場住所のみ）と②文字情報ならびに地図情報（現場地図）の2群を比較し、指令着信～出動～現場到着の時間に有意差があるか検討した。文字情報群は（模擬）指令本部に操作PC を設置し、PC 用のメールソフトから、携帯電話のキャリアメールに現場住所のみを送信した。地図情報群では地図情報を送信する為に、KDDI 社製「GPS MAP」を使用し、本部PC にて現場住所を設定し、携帯電話へキャリアメール経由で情報を送信、メールを受信した携帯電話上で添付ファイルを開くと地図情報が閲覧できるようにした。

2) システムのカスタマイズ～試用

予備実験での結果を元に、市販ソフトのカスタマイズを行った。FR 活動を効果的に行う為に、①FR の位置情報を本部で確認できる事、②現場住所から設定された半径内に存在しかつ出動可能なFR のみに指令が送信される事、③FR が出動したかどうかを本部が把握できる事をシステムの必要条件とした。カスタマイズの容易さから、基本となるシステムとしてナビピッドコム社製位置情報ASP サービス「DP2」を使用した。さらに、出動中のFR と消防本部とをビデオ電話で接続し、指令員が現場や患者の状況をリアルタイムで確認し、FR に対する指示や出場途上の救急隊への情報共有を容易にするためのビデオ配信システムとして、KDDI 研究所製「Vista Finder Mx」を使用し、その有効性を検討した。

以上のシステムを用い、119 番入電からFR 出動指令～着信までの一連の操作を行い、FR 通信機器として妥当かどうかを検証した。

結果

1) 予備試験（表 3-4-1）

着信～出動までは地図参照に時間がかかるため、地図添付グループが迅速に出動できたと考えられる。一方、着信～現着までの時間は地図情報グループが速い傾向はあるものの有意差は認められなかった。今回、日中の通常走行であるため、信号で停車する事があり、住所のみのグループも停車中に地図を参照する事が出来たため、有意差が出なかった可能性がある。ただし、同様の時間経過でnを増やすと有意差が出てくるものと思われる。

表 3-4-1

	地図情報群	文字情報群	
着信～出動時間	38.2 ± 13.6 秒	55.8 ± 12.7 秒	p=0.004
出動～現着時間	7.15 ± 2.25 分	7.55 ± 2.42 分	p=0.352
着信～現着時間	7.81 ± 2.36 分	8.49 ± 2.28 分	p=0.261

2) カスタマイズ

予備実験の結果を受け、カスタマイズの方向性を決定した。以下に119 番入電からFR への出動指令～現場到着までの流れを記載する。

A) FR 出動指令～現着まで

FR 出動を判断した指令員は操作PC 上で、現場住所を入力し予告指令ボタンを押す。FR はあらかじめ出動可否を携帯電話にて登録しておき、現場住所から設定された半径内（今回は半径6km で設定）に存在するFR へ自動的に、現場住所を記載した内容のメッセージが送信される。メッセージを受け取ったFR は出動に備え、資器材を準備する。次に指令員は詳細な情報（世帯主名、現場位

置の再確認)を入力し、本指令ボタンを押す。予告指令を受け取ったFRのみに自動的に本指令が送信され、詳細情報を元に現場へ出動する。この際、必要に応じてナビゲーションソフトを試用する事が可能である。現場に到着したFRはビデオ電話アプリケーションを起動させ、現着を報告するとともに現場の状況をリアルタイムで指令員へ送信する事ができる。

B) 試用

実際に指令員に操作PCを用い出動指令を行った。FR出動判断から入力終了までは約2分前後かかった。住所入力に手間取る指令員が居るため、あらかじめキーボード入力操作に慣れる必要がある。熟練したものが入力した場合、約30秒程度で操作可能であった。現場住所さえ入力してしまえば、残りの作業は自動で行われる為、本システムを使用する事は指令員の負担にならないと予想される。

出動現場住所がFRにとって既知のものであれば、改めて地図を参照する必要はなく迅速に出動する事が可能であった。一方現場地図を参照する場合、スマートフォン特有の操作が必要になるため、慣れていないFRに取っては時間がかかる要因となった。出動可否の送信も同様で、操作に習熟しているものであれば容易であるが、機器操作に不慣れなものにとって時間がかかる要因であった。出動指令から携帯電話にメッセージが送信されるまでの時間は使用するキャリア並びにその時のサーバーの状況に左右される。実際の時間は数秒程度から1分前後であった。

考察

今回カスタマイズしたシステムを用いる事で、ほぼ自動でFRへ出動指令を行うことが可能であった。一方で住所入力自体も指令員にとっては煩雑な作業であり、指令台で直接FRに出動指令を出す方法が望ましい事が分かった。また、今回は出動指令までの研究であり、実際のFR応答時間に関しては実証実験の追加が必要である。さらに、スマートフォンだけではなく、FRが普段使用している携帯電話を用いることができるシステムが必須と考えられた。

8. 模擬実験 住民によるFRの現場活動模擬実験

背景

FRの活動はバイスタンダーとは異なり、消防機関から指令を受け住居等で質の高い応急手当を実施しなければならない。塩屋FRは、塩屋FRガイドラインに基づきFR認定のための講習が実施されたものの、住居等で発生した想定の実験は行っていなかった。

加賀市塩屋町にFR体制の導入を図る上で、事前に職員がFR体制を理解することが必要であり、住民によるFRの現場活動模擬実験を行いFR活動の問題点を抽出することとした。

目的

加賀市塩屋町にFR体制の導入を図る上で、事前に職員がFR体制を理解すると共にFR活動の問題点を抽出することを目的とした。

方法

予備実験を行った上で本実験を行った。

予備実験の想定

平成24年4月24日(火)に加賀市消防本部職員12人で職員自宅において、70歳の男性が脱衣場において卒倒し心肺機能停止状態となり、発見した成人男性1名が119番通報し救急要請したとの想定でFR活動模擬実験を実施した。

結果

予備実験の内容を以下に示す。

1) 口頭指導・出動指令

119番通報受信後に口頭指導及び救急隊・FR隊を出動させる。

2) バイスタンダーによるCPR

口頭指導によりCPR実施、到着したFR隊員に対し状況説明。

3) FR隊員の出動・活動

携帯メールで要請を受け、駆け足で現場へ急行(移動距離330m)する。到着後FR隊員であることを告げ、感染防御後に必要な救命活動を行う。

※FR隊員役の職員については、救急隊員資格を有しない新人職員とした。

4) 救急隊の出動・活動

救急隊は通信指令室から出動指令を受け、一般走行で現場に向かう

(移動距離2.7km)。傷病者接触をFR隊から状況を聴取し二次救命処置を展開する。

5) その他

ビデオ撮影したものの活用し、検証会を実施して問題点等を抽出した。

FR体制構築に向けた意見

家族役(職員によるFR模擬実験に対する意見)

家族が口頭指導を受けながらCPRを行う際に、とても不安な状態であることを改めて感じた。FRの到着が長く感じた。

FR が「消防署からの連絡で来ました。」「〇〇さんどうしましたか？」と来てくれて、家族が安心しているように見えた。

顔見知りのFRだと、もっと安心できるのではないかな？

ファーストレスポonder役

現場に向かう途中、赤信号で停止した。1分1秒争う現場を考えると交通法規を遵守しない可能性があると感じた。

現場到着後、消防本部から電話があったが活動が忙しく対応できなかった。しかし、救命講習を受講しただけでは、現場で、1人で活動するには不安がある。関係者の方から消防本部に連絡してもらい、オンラインで繋がっていると少し安心できると感じた。

通信指令室

FR 出動要請を行う際の、連絡方法の検討が必要である。

FR 出動要請に係る判断基準の検討が必要である

模擬実験を視聴した職員の見解

FR 出動について

- FR がメールの住所のみで現場を特定するのは困難と思われる。地図をリンクさせたメールか、個々に地域の地図を持つ必要があるのでは。
- 夜間の出動や悪天候時に走って現場に急行する際、転倒等の二次災害の恐れがあり、通常の状況ではないので安全面において指導を事前に行う必要あり。
- 補償が必要である。
- 夜間時でのFR 指令を指令室から出す場合、2人勤務では難しいのでは。出動要請する事は出来ても、遅くなってしまい、救急隊の現場到着の方が早くなる可能性が高いと思われる。
- メールではなく電話で連絡したほうが早いと思う。
- FR が現場に向かう手段として、どのような手段が適切なのか〔今回のように徒歩、自家用車があるならそれを使用するなど〕
- FR を実際運用するのに一般の方の理解が必要だと思う。FR は身分を証明するものを携帯しては。
- 確実に現場の特定が出来るのか。
- 緊急事態であっても交通ルールを遵守させる必要がある。(信号、速度等、一方通行等)

救急隊到着後のFR 活動について

FR が傷病者宅に到着した際に家人(バイスタンダー)が胸骨圧迫しているのを一旦止めてまで観察をする必要があるのか疑問。観察を省いて、救急隊が到着するまで絶

え間ない胸骨圧迫、早期のAEDの使用を目指した方が良いのでは？

その他

- 家人が1人の場合、FR の説明に時間が掛かり、口頭指導に移るまでに時間を要する可能性はないか。
- 映像では出動前に感染防止策を取っていたが、実際は防止策を取らずに処置を開始する可能性が考えられる。
- AED の貸与、また備品等も含めた管理はどうするのか。
- FR に対して守秘義務を徹底させることが可能か。
- FR 活動中の補償 (FR 自身、対人対物等)、その裏付けは可能か。
- FR への教育が年数回は必要なのではないか。
- FR の任命期間はどのようにするのか。(出動が掛かるかもしれないと感じるストレス、事案後のPTSD)
- FR は完全にボランティアなのか、時間外対応？
- 効果期待を大きくするためにはどういった工夫が必要か

・ 当番制の待機 (消防団等) ・ 地区会館館員 (夜間はx) ・ 複数のFR (AED 多数必要) ・ 定期的な訓練 (月2回以上) ・ 連絡方法 (無線機等の配布) ・ ビデオより遥かに迅速出動できる (救急車との誤差1分以内が期待可能)

- 携帯電話でVC (ヴォイスチャット) (スカイプ等) を使用することで複数同時会話が無料で行えるため、出動できるFR はVC することで複数のFR と通信指令室が同時に会話できるため迅速対応が期待できる

以上のことから、塩屋町においてFR 活動を展開するには解決すべき問題点が多岐にわたって存在し、これらについて塩屋町住民 (FR 隊) に意見聴取、問題解決を図りながら活動を展開するために必要な実施計画を作成した。

本実験

FR 隊員になることを意思決定している地域住民と、共同で作成した活動実施計画をもとに、実際に活動拠点となる塩屋町地域において以下の内容と確認事項をもって本実験を実施した。

1) 本実験内容

- A) 出動要請の確認と出動場所の確認
- B) FR 隊の装備と携行資器材(AED)
- C) 出動方法と現場到着
- D) 一次救命処置と救急隊への引継ぎ

- E) 活動終了の報告
- 2) 確認事項
- A) FR 隊員の出動人員と役割分担について
- B) AED を誰が携行するのかについて
- C) 車を使用する際の条件について
- D) 出動対象としない事案について
- E) 傷病者を適正な位置まで搬送する方法について
- F) 事故時の対応について
- G) PTSD について

本実験については、現実には即したかたちとし 119 番通報から救急隊の到着を 9 分、主に FR 隊員が要請メール受信後何分で現場に到着し、AED は誰が持ってくるのかを検証し 1 回目の実施は女性 6 名で、2 回目の実施は FR 隊全隊員であった。

本実験の結果

通信指令員からの一斉要請携帯メールにより FR 隊の到着は、ともに 1 分で FR 隊員が現場に到着した。ただし、ほとんどの FR 隊員が携帯電話を握り締めた状態で待ち構えて出動したことによると考えられる。

また、出動状況を報道機関が撮影するために、自宅において普段の生活と同等の待機状態にあった FR 隊員 1 名は、携帯メール受信から専用地図により場所を確認し、自転車にて移動、AED を携行して現場に向かった。その所要時間は、119 番通報から 7 分後であった。これについては、実際の出動と変わらないものと考えられる。2 回目の実施については、AED の到着は 3 分であった。

時間経過詳細について表 4-1-1 に示す。

表 4-1-1 本実験の時間経過

(1回目)		
訓練場所：塩屋公民館		
FR 参加人員 6 人		
時間経過	時間	時間経過
119 番通報	13:30	
FR 出動要請受信	13:33	3 分
FR 現場到着	13:34	4 分
AED 到着	13:37	7 分
救急隊到着	13:39	9 分
(2回目)		
訓練場所：塩谷町内作業小屋		
FR 参加人員 全隊員		
時間経過	時間	時間経過
119 番通報	14:07	
FR 出動要請受信	14:09	2 分
FR 現場到着	14:10	3 分
AED 到着	14:10	3 分
救急隊到着	14:16	9 分

本実験から得た課題

抽出された課題を以下に示す。

- 模擬実験の取り決めでは、AED の携行について、事案発生位置に応じて地域ごとに携行する候補者を選定できるようにしていたが、先着した FR 隊員によりいつ AED が到着するのか非常に不安であるとの声が上がった。
- 地図がわかりにくいので、改善してほしい。
- メールを受信しなかった (3 人)。
- メールを受信が遅れた。
- 一人での活動が非常に不安である。人数が多いと緊急車両の誘導も容易に出来る。
- 隊員各々が、メール受信時から活動終了までの注意事項を作成する必要がある。
- 胸骨圧迫の精度についてばらつきがあるため、全体的な改善も必要である。
- AED の携行について、初期接触 FR 隊員の不安を解消するために、現場に向かう FR 隊員が必ず AED の設置場所を経由して現場に向かう。
- AED の取り出した後、他の FR 隊員が持ち出しが完了していることが確認できるよう、ボックスを開けたままにして、警報音により周知する。
- 塩屋町の各地区に在住する FR 隊員が公平に AED を携行できるよう配置場所を見直すこと。(結果、1 器を配置換えする。)

まとめ

以上の模擬実験の結果から、実際に活動を開始するために必要な課題の抽出につながり、結果隊員活動を円滑に行う上で塩屋町 FR 隊に必要な実施計画の見直しと、隊員用ハンドブックの作成に至った。

また、模擬実験を実施することで、各 FR 隊員が現場に即した活動を確認できた。また、複数の隊員が出動した場合においても、一次救命処置に移る者、緊急車両を現場に誘導する者、救急隊等の搬送支援を行う者と各々に役割を果たしていた。

実践に備えた大変有意義のある模擬実験となり、これから塩屋町 FR 隊として活動しようとする隊員達にとって力強い後押しともなった。

9. FR の教育および再教育・再教育期間に関する研究

背景

心肺停止の目撃から救急隊による心肺蘇生開始までの時間が 10 分を超えると急激に 1 ヶ月後生存率等が低下する (消防庁平成 23 年版救急蘇生統計)。平成 20 年度救急業務高度化推進検討会では、目撃から CPR 開始までを 10 分以内とするために、一般人等をファーストレスポnder(以下 FR)として養成することが提言され、石川県加賀市塩屋地区において、2012 年 11 月に日本初の FR 体制が構築された。

FR はバイスタンダーとは異なり、消防機関からの指令を受け住居等で質の高い応急手当を実施しなければならない。塩屋FR は、塩屋FR ガイドラインに基づきFR 認定のための講習が実施された。その後、2013年1月1日早朝に初出場があったため、FR 再講習に合わせ事例の事後検証会が行われた。

FR の再教育については海外視察から得られた教育及び再教育内容を参考に、日本で行える処置範囲や法令等に照らし合わせ考案したが、その教育内容について検証する必要があり、塩屋FR の再講習と出場事例検証会の質疑等をまとめ、考案したFR 養成のための教育と再教育内容及び期間について検討することとした。

目的

研究班が考案したFR 養成のための教育と再教育内容及び期間について検討すること

方法

FR ガイドラインに示すFR 認定講習(表5-1-1)及び再講習(表5-1-2)の内容について、FR が出場した事例の事後検証会から、FR の意見を集約し検討した。検証会参加は27名(男性20名、女性7名)であった。

再講習の期間については、FR 講習を指導した救急救命士の主観的評価及びPC skill reporting system TM (Leadal Medical Japan 社製)による客観的評価により検討した。

FR 認定講習のための普通救命講習IIから再講習までの期間は6ヶ月であった。

表5-1-1 FR 認定の講習内容

講習内容	講習形式	時間(分)
1.ファーストレスポonderについて	座学	60
2.出場基準		
3.処置範囲と携行資器材		
4.出場指令と出場方法、出場場所		
5.災害補償、出場報酬、情報の保守		
6.心肺蘇生法*とAEDの使用	実技	90
7.出場方法(指令)と救急隊との連携		
8.シナリオトレーニング		
9.メンタルケア	座学	30

表5-1-2 FR の再講習内容

講習内容	講習形式	時間(分)
1.ガイドラインの復習	座学	30
2.心肺蘇生法*とAEDの使用	実技	60
3.出場方法(指令)と救急隊との連携		
4.シナリオトレーニング		
5.質疑応答		

結果

教育と再教育内容について

塩屋地区の出場事例検証会での検討事項を以下に示す。

1) 出場基準について

携帯電話の電子メールの配信を受けた4人のFR が出場したが、出場できなかったFR の理由として、大みそかから新年まで飲酒していた、携帯電話を傍に置いていなかったとの意見があった。

出場しなかったことに対し悲観的に思うことはなく、むしろ飲酒があり行かなかったという判断ができたことが重要であるとの意見があった。

2) 処置範囲と携行資器材について

胸骨圧迫とAEDの使用があった。また、応急手当に3名のFR に対応していたため、1名は後続の救急隊員の誘導を行った。この誘導は、住居に玄関が2つあり、適切な行動であったとの意見があった。

携行資器材は事前配布された感染防止衣とベスト、バッグがあった。玄関等持ち出しやすい場所に一括して置いておくことが重要であるとの意見があった。また、感染防止用手袋の着用のタイミングに苦慮したとの意見があった。これは、傷病者に接する際、関係者や家族の前で着用することは「汚いものを触る」とのイメージを持たれないかという懸念によるものであった。このことについては、感染防止の観点から早めに着用し活動すべきとの意見があった。

3) 出場指令と出場方法、出場場所について

年末年始の挨拶メールなどの影響かメールの配信がなかったFR や年度も配信されたFR もいた。出場場所について名字のみであったが、同じ名字もあることからフルネームで示して欲しいとの意見があった。

出場方法は、徒歩、自転車、自動車であったが、当日雪降っており、出場途上の事故に留意した。自動車は事前の説明の通り後続する救急車等の停車の妨げとならない場所に停車した。

出場場所は事前に配布された地図上で確認したが、地図を確認しやすい場所に置いておく必要があったとの意見があった。

4) 情報の保守について

同じ地域であるが、活動中に知り得た情報については保守するとの意見があった。

5) 心肺蘇生とAEDの使用について

心肺蘇生法とAED 装着のどちらを優先すべきであるか、AED を取りに行ってから行くべきかとの意見があった。

6) 出場方法（指令）と救急隊の連携について

消防側から出場隊へ FR の出場の有無の連絡の必要性について検討された。

救急隊への引き継ぎは、概ね良好に行われたが、何を伝えるか、また伝わった内容について FR と救急隊とに齟齬が生じないように引き継ぎ書等の作成が必要であるとの意見があった。

救急隊が現場出発した後の片付け等について、どこまでやればよいのか分からなかったとの意見もあった。

7) メンタルケアについて

助からなかったことについて残念であったとの意見があった。また、心肺蘇生時の感触が人形と違いその感触がまだ残っているとの意見があった。

心肺蘇生法（胸骨圧迫）と AED 使用の質について

胸骨圧迫について主観的評価では概ね良好であったが、PC skill reporting system TM による評価では、胸骨圧迫の深さが良好であった FR が多かったが、浅い、または戻しが不十分であった FR も見られた（図 5-1-1）。AED の使用については適切な使用が可能であった。

ンについて検討がなされ、地域にあった体制で FR ガイドラインが作成され、FR や救急隊を含めた訓練が行われた。

今回の出場事案の検証会の結果から、実際に出場した際の問題点や課題等があげられ、今後 FR ガイドラインについても改定する必要があると考える。また、FR 出場事例について、出場した FR 以外の FR の参加もあり、活動状況が共有されたことは有効であったと考える。メンタルケアについても、事例発生後に出場した FR に連絡しており良好なデブリーフィングが行われ、さらに事例検証会でも行われたことは適切なデフィージングであったと考える。

再講習までの期間中、運用開始前訓練が 2 回行われているが、この運用訓練は主に救急隊との連携訓練であった。胸骨圧迫については、FR 認定講習のための普通救命講習Ⅱから約 6 ヶ月経過しているものの胸骨圧迫の質は救急救命士の主観的評価では概ね良好であった。しかし、客観的に評価した際、圧迫の深さが浅い、また胸骨圧迫の戻しが不十分であった FR もいたことから、胸骨圧迫の質を客観的に評価できる方法を消防署等に常設し、通勤途上などの時間を利用した短時間で定期的に行える体制を整えるなどの工夫も必要であると考えられる。

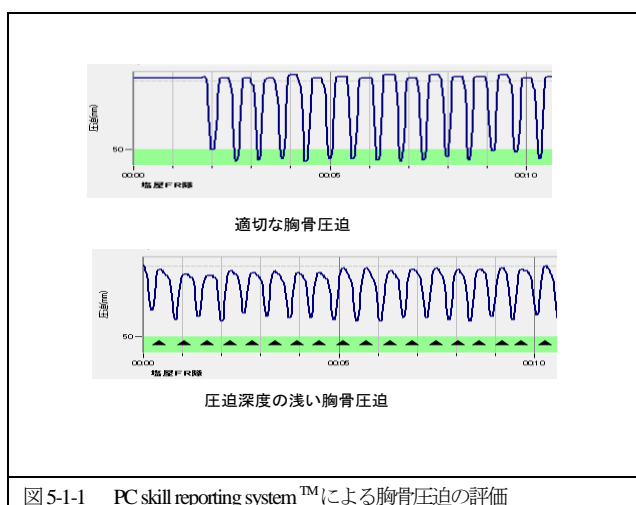


図 5-1-1 PC skill reporting system TM による胸骨圧迫の評価

考察

FR として活動するためにはバイスタンダーと異なり、心肺蘇生法や AED の使用に加え、その役割や出場の基準、出場指令や方法、情報の保守、救急隊との連携などの講義や訓練が必要である。

研究班では、海外視察から得られた教育及び再教育内容を参考に、日本で行える処置範囲等に照らし合わせ考案したが、その教育内容や再講習期間についての妥当性については実際に実施した FR から検証する必要がある。今回加賀市塩屋地区で日本初の FR 体制が構築されたことから検証を行った。塩屋地区 FR 体制は加賀市消防本部の担当救急救命士と塩屋地区 FR との間で、頻回に FR ガイドライ

2. 2 地域力を引き出し持続性を高める「地域防災支援技術パッケージ」の構築

研究実施期間	平成 23 年度～平成 24 年度
配分額(千円)	平成 23 年度 8,580 平成 24 年度 7,735
研究代表者	加藤孝明
所属機関	東京大学生産技術研究所
研究体制	産・学・官 (日本能率協会総合研究所、キャドセンター、東京大学生産技術研究所、芝浦工業大学、茅ヶ崎市、茅ヶ崎市消防本部、葛飾区)
研究概要	<p>持続的な「自助、共助、公助」の実現を図る必要条件として、①起こり得る地域の状況の共有、②相互の役割分担の共有を掲げ、特に①に焦点を絞って地域社会における共助を高めるための地域防災活動の支援ツールを開発した。本技術開発は、単なる情報支援ツールの開発を目的とするのではなく、地域社会の防災まちづくり活動の中に支援ツールを位置づけ、効果的な地域社会の活動をデザインすることを目的としている点が特徴である。</p> <p>成果として、①タブレット型端末で稼動する AR を基盤とする「iPad/iPhone」による地域環境理解のためのツールの地域協働型開発と実用化、②茅ヶ崎市の防災都市づくりワークショップにおけるツールの活用を通じた防災まちづくり支援効果の検証、③ツール群 (AR、PC 端末) を活用した地域社会の防災まちづくり活動の標準形として「地域防災支援技術パッケージ」の提案、ができた。</p>
研究成果の活用事例 (実用化の状況)	<p>本研究で開発したタブレット型端末「iPad/iPhone」で稼動する AR ツール「天サイ！まなぶ君」は、研究期間内に実用化され、2012 年 1 月 23 日に Apple Store にて一般公開した。その後、茅ヶ崎市の予算にて Android 版が開発される等、現在、広く市民に利用されている。また、研究代表者が関与する別の地区 (葛飾区) においても同様のツールが地域社会における防災まちづくりの現場にて利用されている。(第 18 回防災まちづくり大賞 総務大臣賞受賞)</p> <p>また、この他にも単独のツールとして、研究協力者 (株キャドセンター) を通じていくつかの自治体に普及している。</p> <p>現在は、少なくとも研究代表者らが関与する茅ヶ崎市や他の自治体での活動では、「天サイ！まなぶ君」を含むツール群の利用を位置づけた地域防災活動のプログラムは、活動の初動期において当たり前の方法として定着しつつ、引き続き、改善が図られている。</p>
応用の方向性	<p>本研究の最大の特徴は、地域協働型技術開発である。利用者 (地域住民、行政職員) と研究開発側 (学術、技術) とが地域防災活動の現場での経験を共有し、現場での活動のデザインとセットで技術開発を行ったという点である。現場のニーズを漏れなく拾い上げ、かつ、「かゆいところに手が届く」改善を図ることによって、長期的に陳腐化しない、使われ続けるツールの開発が可能となった。この方法は、他のツール開発、システム開発を行う標準的な方法になり得る。</p>

<p>研究発表の状況等</p>	<p>報道発表</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成25年1月23日 AR表示アプリ「天サイまなぶくん」のダウンロード開始を茅ヶ崎市が記者発表 <p>報道等による取材</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本テレビ「ズームイン！サタデー」(2013年3月2日)で「天サイ！まなぶ君」が最新技術として取り上げられた他、同年1月～3月にかけて、朝日新聞全国版・地方版、読売新聞、神奈川新聞、多数回取り上げられる。 <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成26年「情報通信に関する現状報告」(平成26年版情報通信白書)「第4章 ICTの急速な進化がもたらす社会へのインパクト/第2節 ICTのさらなる利活用の進展/2 街づくりで進む ICT 利活用」にて「天サイ！まなぶくん」が先進事例として取り上げられる。
<p>知的財産権の出願・登録状況等</p>	<p>特になし</p>
<p>当該研究に対する今後の展開、意見等</p>	<ul style="list-style-type: none"> 引き続き、地域社会の共助を高めていくために、地域防災活動支援のためのツール開発、および、地域防災支援パッケージの完成度を高めていく必要がある。 技術的関心に基づく高度化の方向へ技術開発がむかいはちだが、地域防災活動の現場の状況と乖離しないようにすることが重要である。ある意味、現場の足並みにあわせ、一定の範囲に技術の高度化を留めるという節度が必要なことに留意する必要がある。 マスコミ報道にみるように目新しい技術として注目されることが多いが、地域防災活動の高度化に主眼があることをアピールする必要がある。 地域社会での活動は総合的な思考が不可欠である。研究代表者は、「防災【も】まちづくりのすすめ」という言葉を多用する。本研究においても市役所側の体制は都市、消防、防災と横断的であったことが効果的であったと評価される。地域社会における議論、ソリューションは、基本的に総合的な視点からなされる。今後、福祉との連携、日常利用との連携がますます重要になると考えられる。地域社会をベースとする研究においては、分野横断的に取り組み、結果として防災に役立つという枠組みの研究技術開発助成の枠が社会的に必要とされていると考えられる。

地域力を引き出し持続性を高める「地域防災支援技術パッケージ」の構築

○加藤孝明¹・中村仁²・小田切利恵³

Takaaki KATO, Hitoshi NAKAMURA and Rie OTAGIRI

研究課題の要旨：持続的な「自助、共助、公助」の実現を図る必要条件として、①起こり得る地域の状況の共有、②相互の役割分担の共有を掲げ、特に①に焦点を絞って地域社会における共助を高めるための地域防災活動の支援ツールを開発した。本技術開発は、単なる情報支援ツールの開発を目的とするのではなく、地域社会の防災まちづくり活動の中に支援ツールを位置づけ、効果的な地域社会の活動をデザインすることを目的としている点が特徴である。成果として、①タブレット型端末で稼動するARを基盤とする「iPad/iPhone」による地域環境理解のためのツールの地域協働型開発と実用化、②茅ヶ崎市の防災都市づくりワークショップにおけるツールの活用を通じた防災まちづくり支援効果の検証、③ツール群（AR、PC 端末）を活用した地域社会の防災まちづくり活動の標準形として「地域防災支援技術パッケージ」の提案、を得た。

キーワード： リスクコミュニケーション、地域コミュニティ、共助、津波、地震火災、大規模水害

1. 研究の背景と目的

災害の切迫性が高まる中、防災課題に対する社会ニーズが以前よりも増して高まっているが、財政難の下、公助の限界が明らかである。こうした中、日本社会全体の防災力の底上げするためには、共助を高めることが必須であることに議論の余地はない。

これまでの地域防災活動を概観すると、一時的には盛り上がるものの、その継続、維持が難しいことが指摘されている。それを乗り越えるためには、災害リスクを正しく理解した上で、日常の延長に防災を位置づけ、総合的な視点を持った地域活動に転換していくことが重要である¹⁾。また、文献1)では、地域防災活動を持続的に拡充していくためには、①起こり得る地域の状況の共有、②相互の役割分担の共有を行うことが必要条件を整える必要があることキーワードとして「内発性」、かつ、「自律発展性」が掲げられている²⁾。

一方、東日本大震災以降、最大クラスの被害想定が行政施策の中に位置づけられ、リスクの許容を広域で余儀なくされている状況が生じつつある。これは、防災意識の向上の契機となると同時に、「あきらめ感」の醸成につながる恐れもある。地域社会が主体的に防災性の向上に取り組むという大きな方向性を形成するが火急の課題と認識される。

こうした背景の下、本研究では、持続性のある地域社会における防災活動を出発点として「リスク評価の正しい認識」に着目し、地域社会が地域が抱えるリスクを容易に認識できるツールを開発、提供し、かつ、それを地域の防災活動の中に体系的に位置づけ、地域の活動とセットで地域防災活動の発展に寄

与させていくというモデルを実証的に作り上げることを目的としている。

本研究では、上記の目的に対応し、下記の3点を実施した。

- A) 地域力を引き出し持続性を高める「地域防災支援プロセス」の標準手法の仮説構築
- B) タブレット端末を含むIT技術を用いた地域課題の理解促進及び
- C) 行政が持つ地域防災支援の情報共有のしくみの共有の構築

A)では、地域防災活動の成功事例として、葛飾区新小岩北地区、茅ヶ崎市、徳島県美波町伊座利地区を取り上げ、共通点の抽出とプロセスの一般化、必要となる支援課題の整理を行った。なお、ここでの成功の定義は、持続性のある活動を行っていることとした。その成果を「地域防災のすすめ：未定稿」として小冊子に取りまとめた。B)では、「天サイ！まなぶくん」という名称の支援ツールの開発を行った。これは、AR技術を用いたタブレット端末で稼動するツールであり、iPhone上のカメラ越しに地域を眺めると、実像に地域のリスク評価結果が重なって表示されるというものである。本研究の枠内では、茅ヶ崎市においてプロトタイプを開発、研究期間内にApple Storeにて無料公開した。研究期間の後半では、葛飾区においても、別途予算が準備され、実用化された。C)としては、俯瞰的に地域状況を理解するツールとしてGoogle Earth上での危険度調査結果を含む行政情報の図化を行った。上記のツールは、いずれも地域社会で開催された防災都市づくりワークショップ（対象は、茅ヶ崎市海岸地区、茅ヶ崎市主催、東大生研加藤孝明研究室協力）において実際に利用し、その有効性を実証している。

2. 地域力を引き出し持続性を高める「地域防災支援プロセス」の標準手法の仮説構築

成功事例として取り上げた3つの事例は、持続的

1 東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター・准教授

2 研究当時、東京大学生産技術研究所加藤孝明研究室・特任研究員（～2012.3）、現在、芝浦工業大学教授

3 東京大学生産技術研究所加藤孝明研究室・特任研究員(2012.4～)

な自助・共助の実現を共通点として、それぞれ下記の特徴を有する。

葛飾区新小岩北地区の事例は、「多様な主体の参加による住民主導行政後追い」の型と呼ぶことができる事例である。地元で拠点を持つNPO、大学、町会が三位一体で大規模水害に備えるまちづくり活動を行政に先行して始めた地区である。2006年度にNPOおよび大学研究室の呼びかけをきっかけに活動が本格化し、2012年度までにワークショップ9回、地域が主催するシンポジウム4回など、現在に至るまで継続的に多様な活動が進められている。2008年度には、町会長自ら、大学が開発した水害対策支援システム（水害シミュレーションを含む）を操作しながら、住民説明を行うという状況に至っている。本研究期間内には、これまでの地域活動の持続性を高めるために、多様な担い手を巻き込むことを目的とした「輪中会議」を開催している。

茅ヶ崎市は、市の地域社会への仕掛けをきっかけとした「住民内発型」の展開を志向したものと見える。茅ヶ崎市では、平成19-20年度実施された神奈川県地震被害想定調査において県内有数の地震火災が発生するとされ、同時期に茅ヶ崎市においても都市部が「地域危険度調査」を実施し、地域の抱える自然災害リスクを定量的に評価、かつ、分かりやすく図化した。その後、調査結果の庁内周知を経て市民へ公開した。あわせて、この過程において全庁的な体制づくりを行い、縦割り横断的な意識醸成が行われた。こうしたもと、地震被害のリスクの高い地域に対して、防災都市づくりワークショップという名称で、毎年1地区ずつ、地域社会の状況にあわせた住民参加型のワークショップを計画的に開催している。本研究期間内においては、海岸地区において連続ワークショップが開催された。

一方、徳島県美波町伊座利地区は、人口100名程度の過疎集落である。この地区では、小学校の廃校問題を契機に地域の持続性についての議論、活動が始められ現在に至るまでに集落の持続性を維持するための地域活動が行われている。行政に頼らない「自立的」な取り組みが行われており、行政が一定の支援をし続けるという通常のまちづくりの「定型」を超えた地域ぐるみの総力的な取り組みを行っている。すでに限界集落に至り、かつ、そのトレンドを逆転したという過疎地域の地域づくりの希少な成功事例である。本研究の枠内では、この地域に対するヒアリングを行い、その成功事例について調査を行った。

以上の特徴を持つ3つの地区を比較分析した結果、プロセスの共通点として、以下の5つのポイントが抽出された。

① 外からの刺激：葛飾区では、NPO・研究者、茅

ヶ崎市では行政、伊座利集落では切実な地域課題)

- ② 地域が抱える課題（自然災害リスク）を正しく理解、共有
- ③ あきらめ感の醸成ではなく、次のステップにつなげる。
- ④ 行政への要求型にならず、内発型への確実な移行していること
- ⑤ 地域住民が主体、行政はその支援という行政と地域住民の原則的関係の維持
- ⑥ キーパーソンの存在、あるいは、発見されること。

一方で共通の課題も浮かび上がった。現在のところ、いずれの地区もそれぞれのフェーズにおいて活動が維持されているものの、今後の活動の持続性については、課題として認識されている。たとえば、葛飾区では、キーワードとして、「深める」「広げる」「繋げる」が掲げられており、⑦次から次に現れる人材、担い手の確保、⑧活動の広がり、重層化の必要性、さらに⑨断続的に現れる新たな「発見、成果」の必要性が求められている。

以上の成功事例の共通点を通してみると、支援ツールによって支援できる部分と活動のプログラムデザインによって確実に成功モデルに近づける部分に分けることができる。プロセスの共通点の①、②、⑥、⑧、⑨に対しては、支援ツール、それ以外に対しては、プログラムデザインでの対応が有効であるとの結論に達した（図1）。

なお、上記の調査結果を小冊子「地域防災のすすめ（草稿）」にとりまとめた（図2）。

A)地域力を引き出し持続性を高める「地域防災支援プロセス」の標準手法の構築

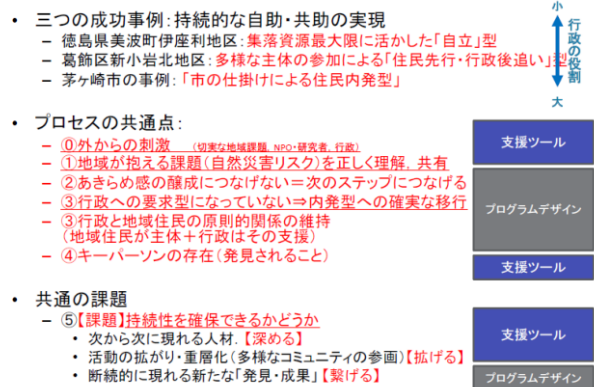


図. 1 成功事例の分析結果

【目次】

1. 大震災の経験
2. 過去の事例から学ぶ際の留意点
3. 時代の潮流とこれからの時代の防災まちづくり
4. 防災の基本
 1. 人間と防災
 2. 自然災害リスクの構造
 3. 自然災害リスクを正しく認識するための素材
5. 地域防災の進め方
 1. 行政の立場から
 2. プロセスデザイン
6. 留意点
7. 防災まちづくり支援ツール集
8. 防災まちづくりの法則集

Web公開フィードバックを受ける予定



図. 2 小冊子の作成

3. タブレット端末を含む IT 技術を用いた地域課題の理解促進ツールの開発

2章で抽出された支援ツールが有効とされるプロセスに対応するものとして、AR (Argument Reality 拡大現実感) 技術を活用した自然災害ハザード・リスクの表示ツールの開発を行った。iPhone のカメラ越しの実像とともに「地震に関する地域危険度」の調査結果、および、津波ハザードマップの浸水深が重なって見えるというものである (図3)。支援ツールの目的としては、地域が抱える自然災害ハザードを実感を持って理解すること、ツールの普及を通して防災まちづくりの裾野を広げることと設定した。なお、表示項目は、下記のとおりである。

1. 津波浸水深表示
2. 津波一時避難所情報表示
3. 地区内通過確率
4. 道路閉塞率
5. 火災危険度情報表示
6. 建物倒壊危険度情報表示

このツールの有効性を防災都市づくりワークショップの場で実際に利用し、その有効性の検証を行った (図4)。後述するとおり、概ね当初の目的は達成されたと判断された。

このツールは、研究協力者のキャドセンター(株)の基盤技術をプラットフォームとして活用したものである。機能の評価については、使用後の調査では、使いやすい、分かりやすいが大半であり、問題はなかった。

本研究のオリジナリティは、表現方法について、地域住民とともに評価検証し、一般の人でも直感的に理解できるレベルの方法を開発した点にあること、単なる技術開発ではなく、新しい技術、ツールを地域社会で使いこなす技術を開発した点にある。また、被災後の利用ではなく、2章で述べた地域防災活動の中に位置づけられる「事前の防災活動」において利用することを前提としていることが特徴

である。なお、名称である「天サイ!まなぶくん」は住民との会話の中で命名されたものである。後述するように社会の反応は大きく、マスコミにたびたび取り上げられた。



図. 3 支援ツール「天サイ!まなぶくん」



図. 4 防災都市づくりワークショップでの有効性の検証

4. 行政が持つ地域防災支援の情報共有のしくみの共有の構築

3章で説明した AR 技術にもとづく支援ツールでは、個人レベルでの地域環境のリアリティのある理解の促進であり、「その場所」のリスクを理解するのは容易であるが、一方で、地域を俯瞰的にとらえるという視点からは不十分である。ここでは、俯瞰的に地域環境を理解するツールとして、Google Earth を用いたツールを開発し、防災都市づくりワークショップにおいて試用した。ツール開発にあわせて、行政内に存在する情報のうち、容易に公開可能なものを部局横断的に収集することも行った (図6)。

防災都市づくりワークショップは、都市部を主管とし、あらかじめ部局横断的な体制を構築した上で行われたものである。都市部の他に、防災部局、消

防局、福祉部局、教育委員会、学校が参加した。部局横断的な情報収集に関しては、何ら問題はなく、円滑に収集することができた。庁内の体制づくりの重要性があらためて確認されたといえる。

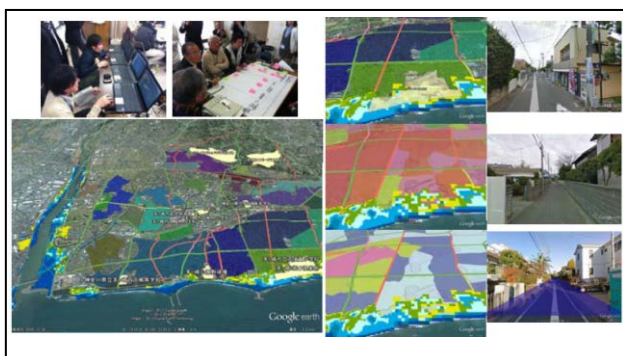


図. 6 図のタイトルならびに説明文

5. 支援ツールの評価

(1) 社会の反応

新聞 6 社、Web ニュース 1 社、テレビ 1 社に取り上げられた。非常に大きな社会的な反応があったといえる。しかし、その大半は、目新しさ、分かりやすさだけに着目したものがほとんどであった。その一方で、朝日新聞（神奈川県版）は、「町を歩き住民が防災対策」というタイトルの記事の中で「災害に強いまちづくりに大事なものは、まず一人一人が自分の住む地域の危険性を認識する『まち歩きの日』を持つこと」、「多くの人が災害の運命共同体であることを理解し、地域づくりに目を向けて欲しい。アプリはその裾野を拓げるため、今後も様々な層に向けた『道具』を考えたい」と研究代表者のコメントを丁寧に取り上げている。つまり、支援ツールが主ではなく、防災まちづくり、地域防災活動が主であることを認識した記事が発表された。目新しさに目を奪われがちではあるが、一社であるものの、研究の主旨が理解されたことは評価に値する。このことは、無料で配布された現在、市民の中でも単に「おもしろい」と感じるだけでなく、その意味が理解されている可能性を示唆するものといえる。

(2) 普及に関して

普及状況に関しては、2012 年 3 月現在のダウンロード数は、3,000 弱、人口比 1.2%の水準である。なお、その後の調査によれば、ダウンロード数は、市の広報や市民祭りなどのイベントでの紹介などを通して伸びている。研究期間終了後には、Android 版が市の予算で開発された。また葛飾区においても、大規模水害版として、NPO、区が連携する別予算によって「天サイ！まなぶくん（葛飾区版）」として開発され、無料公開された。

(4) ツールの新たに発見された位置づけ・効果

検証を通してツールの新たな位置づけが発見さ

れた。高齢者層と若年層をつなぐコミュニケーションの促進ツールとして位置づけられる。ツールを使うスキルに優れる若年層（中学生など）と知識・経験に優れる高齢者層が新しいツールを通して、それぞれの得意分野を持ち寄って対等な立場での議論を喚起するという姿が観察された。ワークショップのプログラムデザインが寄与する部分も多いと推察されるが、同時に新しい技術を使ったツールの貢献もあると言える。

また、町会経由の従来型の街づくり活動には参加しない層への刺激となっている点も観察された。防災都市づくりワークショップは、町会中心に組み立てられている。本来、地域社会の中には町会以外の組織、ネットワークが存在する。「天サイ！まなぶくん」は、地域社会ベースの Facebook や twitter で話題になり、従来の町会を主軸とした地域社会とはあまり重ならないと思われる層が反応しており、今後の重層的な地域防災活動への展開の糸口になるものと期待される。

また、事前の学習だけではなく、**発災型訓練のためのツールとしての可能性**もあるとの指摘が得られた。ワークショップの場であった。

(4) 地域防災活動の次の展開へのきっかけとしての機能

地域防災活動の次の展開へのきっかけとしての機能も観察された。使用者の中から、「自分の地域の災害危険性を確認したい」、「様々な場所の災害危険性を知りたい」という声が聞かれ、内発的な学習意欲を引き出すことが確認された。

「地域（町会）で利用したい」、「防災訓練などの防災の取り組みで利用したい」、「活動の参加者の拡大につなげる道具として使いたい」、「子どもの防災学習のツールとして使いたい」との声が聞かれ、ツール普及の可能性、地域防災活動の展開へのきっかけづくりとして十分な機能を担っていることが確認された。

6. 今後の可能性

社会で使いこなす技術面からの工夫を加えることによって可能性が拡大すると考えられる。

AR ツールを入口として「防災対策」の実践につなぐしくみの構築が必要である。目新しさだけでなくどうしても目がいきがちであるが、そうではなく、地域活動とセットで使われることを分かりやすく説明する必要がある。たとえば、具体的な防災対策のインスタクションへのつながりを AR ツールへ組み込む等が考えられる。同時に AR ツールを入口として「防災まちづくり」の場に引き込むしくみの構築が必要である。AR ツールを使う「場づくり」のノウハウの

蓄積などが考えられる。さらに 俯瞰ツールを用いた実践的まちづくり活動への発展形も可能であると考えられる。例えば、「住民による防災マップづくり」への活用が容易に想起される。

継続的な利用とその過程の直接効果・間接効果の継続的なモニタリングを通して今後の発展の可能性を検証していく必要がある。その結果をフィードバックし、次の改善につなげる予定である。

7. まとめ

2章の調査分析、3章、4章の支援ツールの開発を通して、地域力を引き出し持続性を高めるパッケージの試案として図7が得られた。

なお、本研究の成果の一つである「天サイ！まなぶくん」は、平成26年「情報通信に関する現状報告」（平成26年版情報通信白書）「第4章 ICTの急速な進化がもたらす社会へのインパクト/第2節 ICTのさらなる利活用の進展/2 街づくりで進むICT利活用」でも取り上げられ、掲載された（図8）。

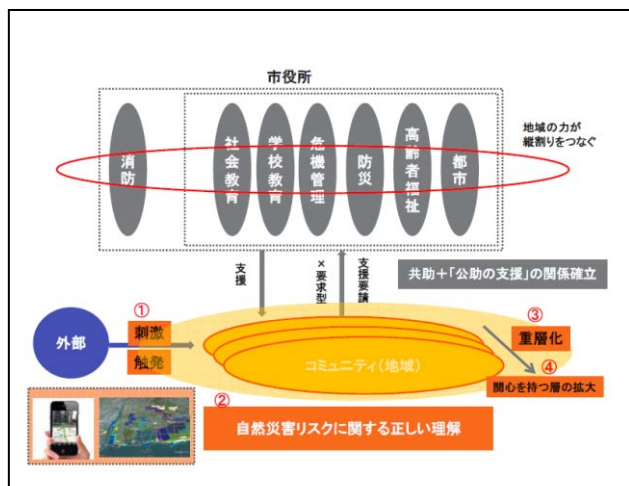


図. 7 試案：地域力を引き出し持続性を高める「地域防災支援技術パッケージ」試案と支援ツールの位置づけ

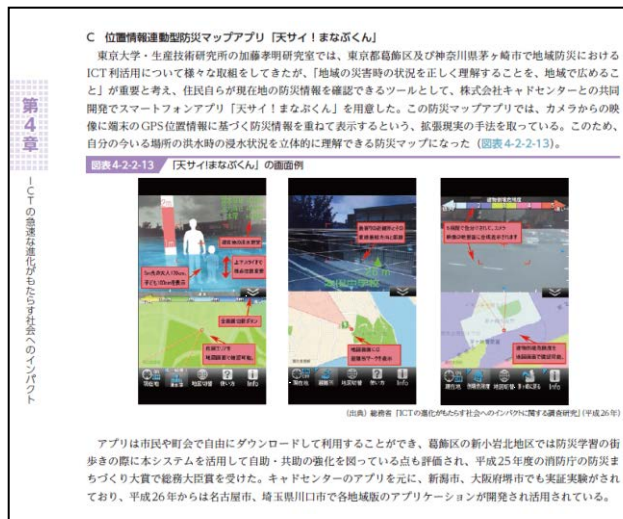


図. 8 平成26年「情報通信に関する現状報告」（平成26年版情報通信白書）「第4章 ICTの急速な進化がもたらす社会へのインパクト」での掲載

【参考文献】

- 1) 加藤孝明監修：時代の潮流を見据えた防災まちづくりのあり方に関する研究，都市防災美化協会，2011
- 2) 加藤孝明：防災の基本とこれからの防災まちづくり，都市住宅，2013
- 3) 平成26年「情報通信に関する現状報告」（平成26年版情報通信白書），p. 260，2014

2.3 大震時火災リスクシミュレータの提供と地域消防におけるルール形成の支援研究

研究実施期間	平成 24 年度～平成 25 年度
配分額(千円)	平成 24 年度 4,315 平成 25 年度 2,709
研究代表者	二神 透
所属機関	国立法人 愛媛大学
研究体制	学・官 (愛媛大学、金沢大学、松山市消防局)
研究概要	著者等は、大震時の火災延焼シミュレーション・システムを開発し、住民とリスク・コミュニケーションを行っている。従来は、専門家である著者等が現地を訪れ、一軒一軒の建物を調査し、都市構造データを採取しながら、シミュレーション・データを作成していた。そのため、住民とリスク・コミュニケーションを行う対象が限られていた。そこで、国土地理院の空間情報データから建物形状・構造種別を採取し、著者等のシミュレーション・データに変換するシステムを開発した。これにより、多くの地域を対象として住民とのリスク・コミュニケーションを行うことが可能となった。また、丸亀市、松山市を対象に自主防災組織とのリスク・コミュニケーションを行いシミュレータの効果、命を守るためのルール作りについてアンケート踏査・結果の分析を行った。
研究成果の活用事例(実用化の状況)	地震火災時の消防戦略、住民との役割分担、命を守るためのルール作りに活用するため、開発したシステムを松山消防局の各署に配備した。また、松山市連合自主防災組織に開発したシステムを提供し、自主防災会での命を守るためのルール作りに活用している。愛媛県下のいくつかの自治体において、危機管理課が住民とのリスク・コミュニケーションに活用している。さらに、国土交通省四国整備局建政部を通して四国の密集市街地を抱える市町の都市計画課に提供した。密集市街を解消するためのツールとして活用されている。
応用の方向性	実際にシステムを使用している自主防災会へのヒアリングを実施したところ、地震火災のリスクはよくわかるが、避難するイメージがつかないといった意見があった。そこで、住民が想定する避難ルートと避難場所を指定し、逃げるタイミングや避難速度等を設定し、地震延焼火災と重ねる避難シミュレータの開発を行い、提供したいと考えている。
研究発表の状況等	1)二神透、渡部正康:基盤地図情報を用いた大震時火災延焼シミュレーション・システムの開発と適用、第 46 回土木計画学講演集、CD-ROM6 頁、2012。 2)山本圭介、羽鳥剛史、二神透:地震災害に対する想定意識とメタ無知に関する調査研究、第 46 回土木計画学講演集、CD-ROM8 頁、2012。 3)大本翔平、二神透:連合自主防災組織を対象とした地震火災リスク・コミュニケーションに関する研究、第 46 回土木計画学講演集、CD-ROM4 頁、2012。 4)二神透、大本翔平、細川雅博:大震時火災延焼シミュレーション・システムの提示による住民意識変化に関する研究、土木学会論文集 F6(安全問題)、安全問題・論文集 6 頁 2012。

	<p>5)二神透、大本翔平:津波避難勧告地域における防災行政無線の整備と課題ー愛媛県宇和海沿岸 5 市町を対象としてー、土木学会論文集 F6(安全問題)、安全問題・論文集 6 頁、2012。</p> <p>6)大本翔平、二神透、細川雅博:大震時火災延焼シミュレーション・システムを用いた住民意識調査、平成 24 年度土木学会四国支部第十八回技術研究発表会講演概要、CD-ROM2</p> <p>7)二神透、秋月恵一、松山優貴、國方祐希:津波避難地域を対象とした要援護者支援システムの開発、土木学会論文集 F6(安全問題)、安全問題・論文集 7 頁、2013。</p> <p>8)二神透:連合自主防災組織を対象としたリスク・コミュニケーション形成論に関する研究、第 47 回土木計画学講演集、CD-ROM6 頁、2013。</p> <p>9)松山優貴、二神透、大本翔平:大震時火災延焼シミュレーション・システムを用いたリスク・コミュニケーション実践研究、第 47 回土木計画学講演集、CD-ROM6 頁、2013。</p> <p>10)二神透:大震時火災延焼シミュレーション・システムを用いた双方向リスク・コミュニケーション、第 48 回土木計画学講演集、CD-ROM6 頁、2013</p> <p>11)秋月恵一、二神透、國方祐希:要援護者避難支援システムの開発と津波避難地域への適用研究、第 48 回土木計画学講演集、CD-ROM6 頁、2013。</p> <p>12)大本翔平、二神透、秋月恵一:地震火災延焼シミュレーション・システムを利用したリスク・コミュニケーションに関する研究、平成 24 年度土木学会四国支部第 19 回技術研究発表会、愛媛大学、2013 年 5 月 11 日。</p> <p>13)松山優貴、二神透:重点密集市街地における地区内避難確率向上に向けた適用研究、平成 24 年度土木学会四国支部第 19 回技術研究発表会、愛媛大学、2013 年 5 月 11 日。</p> <p>14)秋月恵一、二神透:避難ペトリネット作成システムを利用した内水氾濫への適用研究、平成 24 年度土木学会四国支部第 19 回技術研究発表会、愛媛大学、2013 年 5 月 11 日。</p>
知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	地震火災からの避難シミュレータ、要援護者支援のための各種災害からの避難シミュレータを開発し、地域で犠牲者を出さないリスク・コミュニケーションの実践研究を行う。

大震時火災リスクシミュレータの提供と地域消防におけるルール形成の支援研究

○二神透¹・高山純一²・金澤英雄³
Torufutagami ,junichio takayama and Hideo kanazawa

研究課題の要旨: 著者等は、大震時の火災延焼シミュレーション・システムを開発し、住民とリスク・コミュニケーションを行っている。従来は、専門家である著者等が現地を訪れ、一軒一軒の建物を調査し、都市構造データを採取しながら、シミュレーション・データを作成していた。そのため、住民とリスク・コミュニケーションを行う対象が限られていた。そこで、国土地理院の空間情報データから建物形状・構造種別を採取し、著者等のシミュレーション・データに変換するシステムを開発した。従って、現在、多くの地域を対象として、住民とのリスク・コミュニケーションを行っている。本論文では、システムと実火災の整合性を検証するとともに、住民の指摘によってシミュレータの見直しに至った経緯を述べ、双方向リスク・コミュニケーションについて考察を行っている。最後に、丸亀市、松山市を対象に自主防災組織とのリスク・コミュニケーションを行いシミュレータの効果、命を守るためのルール作りについてアンケート踏査を行い分析を試みた。

キーワード: Nankai earthquake, fire spreading simulation, risk communication, verification of system

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、津波による犠牲者が多数を占めた。その一方で、強い揺れに伴い284件の地震火災が発生している¹⁾。特に、岩手県山田町においては、プロパンガスへ引火し、その炎が駐車してあった車へと炎上しながら、多くの建物を焼き尽くし、焼失面積は、約16haとなった。震災当日の気象条件である風速は、被災地全域で3m/sの弱風であった。1995年1月17日に発生した阪神淡路大震災の折も、風速が3m/s位でありながら甚大な地震火災の被害を出した。これらのことから言えることは、大きな揺れを伴う地震が発生すれば、多くの建物から火災が発生し、それらへの対応と気象条件である風向・風速によっては、大きな人的・物的被害に繋がることを想定し対策を行うことの必然性である。四国においては、今後30年以内に70%の確率で発生する南海地震、あるいは、南海トラフ巨大地震に備える必要がある。特に、木造市街地が密集する地域においては、地震火災の発生を想定した対策が喫緊の課題となっている。

著者等は、大震時の地震火災延焼シミュレーション・システムを開発し、住民とのリスク・コミュニケーションを実施し、住民の防災意識の向上と地域防災力の向上に向けた実践研究を行っている。従来は、著者等が地域の建物を調査し、シミュレーションのためのデータを採取し、地域住民にデータを確認して頂いてシミュレーションを作成していた。従って、調査・データ入力・確認の作業に多大な労力を費やしていた。現在は、国土地理院の国土空間データ(縮尺25000分の1)を用いて、全国の任意の地域の都市構造データを採取するシステムを開発し、愛媛県松山市、四国中央市、大洲市等の消防

関係者や危機管理課、自主防災組織等にデータとシミュレータを配布している。その中でも、松山市粟井連合自主防災会中西会長は、各自主防災会を対象にシミュレーションを活用し地域の火災延焼リスクを住民に提示している。その中で、住民からの質問として、シミュレーション・システムの信頼性や、延焼結果に対する疑義等の意見を頂いた。そこで、本研究では、1976年10月29日に発生した酒田大火とシミュレーション・システムの再現性について検討するとともに、住民から頂いた延焼結果についての疑義の精査を行い、今後のリスク・コミュニケーションの方向性について課題を整理する。

つぎに、研究代表者らは、住民や行政を対象としたリスク・コミュニケーションの中で、地震火災延焼被害に関する情報を提供するための支援ツールとして活用している。このうち、香川県丸亀市や愛媛県松山市を対象として実施したリスク・コミュニケーション活動では、システム利用によるソフト対策強化について一定の成果を得ている^{2) 3)}。しかし一方で、明らかとなっていない事象もある。丸亀市での活動から、住民の防災意識の向上を確認しているが、情報提供の際にシステムを用いない場合の意識変化については調査がなされておらず、システム利用による効果を完全に評価できていないと言えない。

そこで、本研究では、愛媛県松山市の久枝地区内の3町内会を対象とし、大震時火災延焼シミュレーション・システムを用いたリスク・コミュニケーションを実施し、住民の防災意識調査を行う。具体的には、3町内会間で情報提供の方法の違いを生じさせ、事前事後アンケートからリスク・コミュニケーションの効果を測る。そして、結果を踏まえ、久枝地区における今後のソフト対策の課題の明確化を行う。本研究を通じて効果的な情報提供の在り方を把握することで、今後の地震火災リスク・コミュニケーションを発展させることが期待される。

(所属機関名)

1 国立大学法人 愛媛大学

2 国立大学法人 金沢大学

3 松山市消防局

2. 酒田大火による大震時火災延焼シミュレーション・システムの検証

2.1 システムの概要

本研究で用いる大震時火災延焼シミュレーション・システムの特徴は、風向や風速といった気象条件を設定し、同時多発火災の延焼状況を視覚的にかつ定量的に表現できる点である。2010年に、香川県丸亀市城北コミュニティ内の御供所町でシミュレーション結果を提示した結果、住民の意識が大きく変わり、防災訓練や地区内の避難経路の確保等の行動変容に繋がっている。図-1に、シミュレーション・システムの全体フローを示す。図左上は、地域の都市構造データである建物のポリゴンデータを作成・入力フローである。従来は、現地調査を行い一軒一軒のデータを入力していたが、現在は、図-2に示すように国土地理院の国土空間データ・ポータルサイトから対象とする市町村の2500分の1の測量データをダウンロードし、任意の地域のデータをシミュレーション用のデータに変換してシミュレーションを実行している。図-1の右上部分が、シミュレーションのパラメータ生成フローである。フローの最初の処理は、対象地域のメッシュサイズであるメッシュ長の入力から始まる。現在は、メッシュ長(10m)をデフォルトとしているが、検証の結果求めたメッシュサイズの最適値については、後述する酒田大火を用いたシステムの検証時に述べる。延焼計算に用いる都市構造データのパラメータは、建ぺい率、木造建物混成比、耐火建物混成比である。図左下は、外生変数である風向・風速・出火点の設定である。図右下は、シミュレーションの実行部分であり、建て替えや更地といったデータの修正や沿道不燃化や公園の設置といった都市計画的な対策と評価を行うことができる。

シミュレーションの気象条件である風向と風速の設定と実行は、図-3の右側の操作画面を用いた設定する。シミュレーションの実行画面は、左側の画面であり、全体画面の一部を示している。家屋が発火した時間は、グラデーションで表しており、マウスで家屋をクリックすると発火時間が数値で表示される。従来は、赤(炎上)、青(鎮火)の2色であったが、松山市消防局職員とのリスク・コミュニケーション時に、発火した時間が分かれば、住民が避難のイメージを抱きやすいのではとのアドバイスを頂いてシステムの改良を行った。実際、2つのグループの自主防災ワークショップにおいて、従来のシ

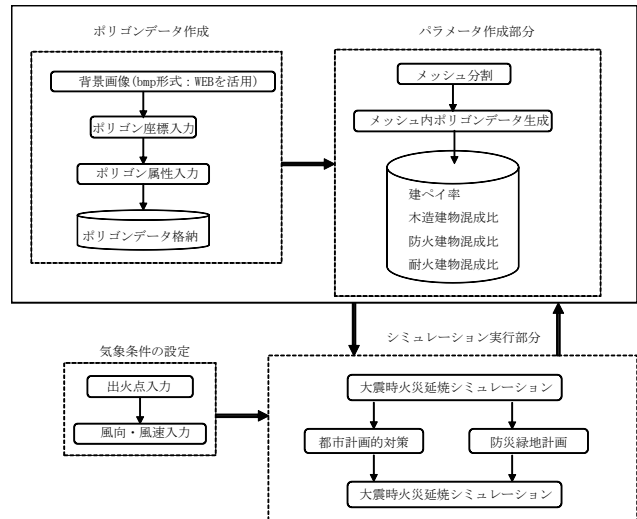


図-1 シミュレーション・システムの全体フロー

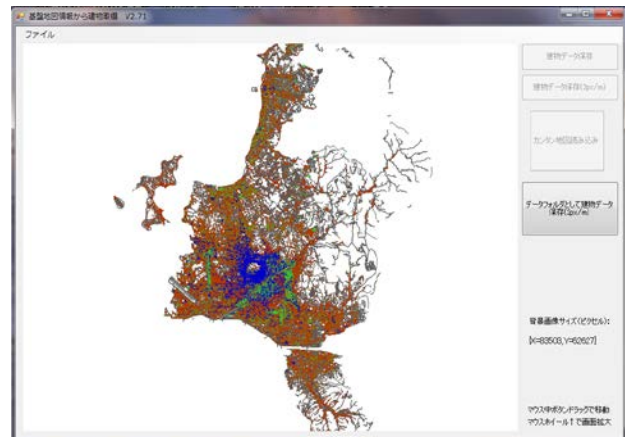


図-2 松山市の国土空間データ(建物・道路)

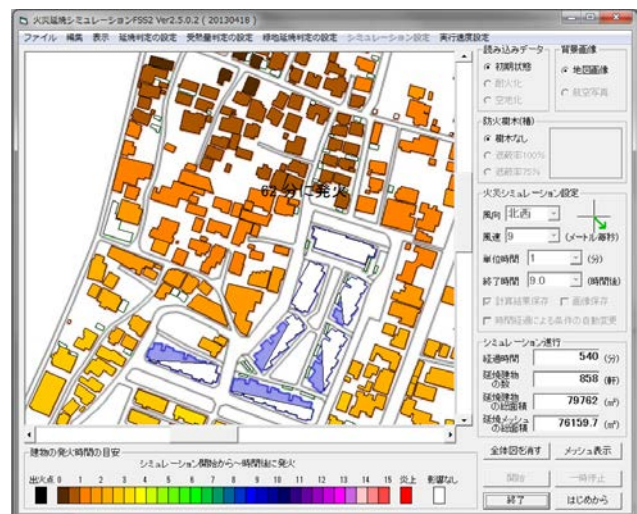


図-3 シミュレーション操作画面と出力事例



図-4 1976年当時の山形県酒田市都市構造マップ（酒田市都市計画課より提供）

システムを提示したグループと、新たなシステムを提示したグループで、自助意識の変化に違いが見られている。

2.1 酒田大火とシステムの検証

酒田大火の概要 2)-4)であるが、1957年10月29日午後5時40分頃出火し、翌日の10月30日午前5時頃に鎮火するまでの約12時間の間燃え続けた大火事である。被害概要は焼失区域22.5ha、死者1名、負傷者1003名、焼失家屋1774棟であった。本シミュレーション・システムは、浜田の延焼速度式を基礎に置いている。前述したように、浜田の延焼速度式を木俣のメッシュ・モデルで置き換え、メッシュごとのパラメータを用いて延焼計算を行っている。そのためには、市街地を正方メッシュで分割する必要がある。メッシュのサイズと延焼速度・延焼面積の関係については、木俣 5)が酒田大火を対象に行っているが、建物データの入力をドット・カウンター法という、精度の低い方法で行っていることと、当時のコンピューター性能の制約より、50m、30mと大きなサイズで検証を行っている。そこで、本研究では、当時の街並みのデータを入力し、一軒一軒入力することで、当時の街並みのポリゴンデータを作成する。そのために、酒田市都市都市計画課にお願いし、当時の都市計画図を提供いただき、マウスで一軒一軒の建物を入力し、建物属性を与え、

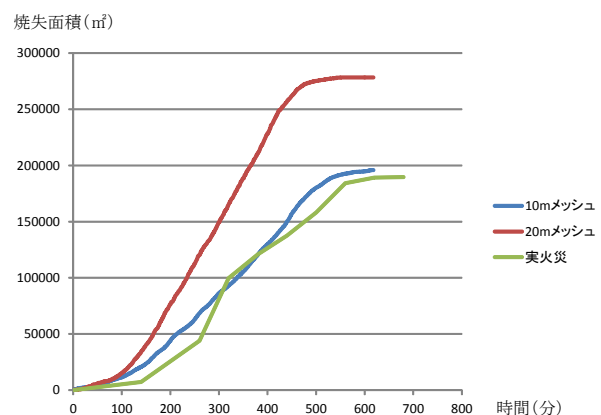


図-5 メッシュ・サイズと焼失面積

図-4に示すポリゴンデータを作成した。つぎに、メッシュサイズを変更しながら、実火災の延焼面積を比較し、最適なメッシュサイズを検討する。最初に、10m、20mメッシュと実火災の焼失面積を時系列で比較した。その結果を、図-5に示す。図より、20mメッシュでは、実火災と大きく乖離し過大評価となることが分かる。一方、10mメッシュは実火災とほぼ一致することが分かる。このことは、浜田の式は、一軒一軒の均一な木造建物が立ち並んだ建物間の延焼を実験データに基づきモデル化したものであるため、実際の家屋長にメッシュサイズ

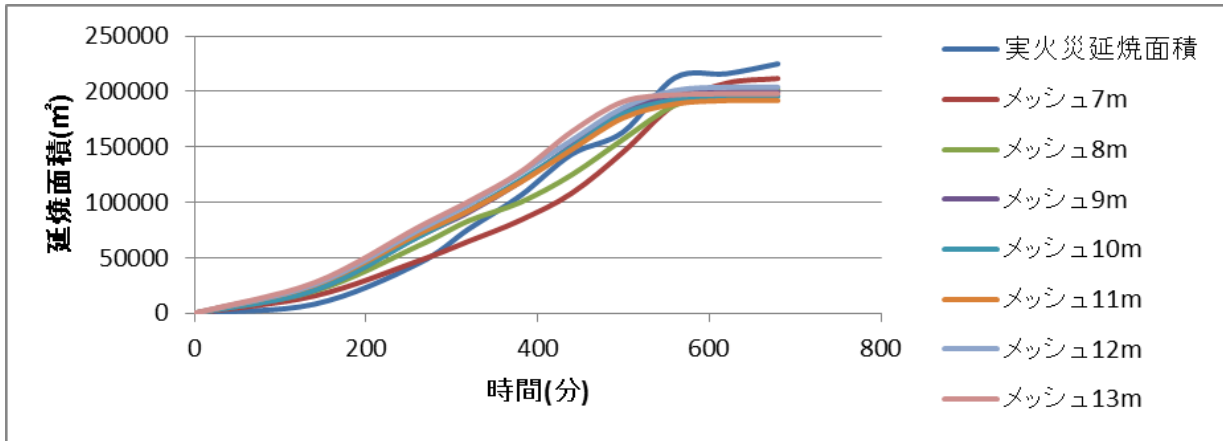


図-6 メッシュ・サイズ (7～13m) と焼失面積

が現象の再現性をより表していると考えられる。そこで、10m 近傍のメッシュサイズを用いて、同様の分析を行った。それらの結果を、図-6 に示す。図より、青の実火災に対して、どのメッシュサイズも大きなかい離は見られないため、切のいい 10m を本システムのメッシュサイズとして採用することにした。延焼形態についても、図-7 に示すように、1 時間毎の同時延焼曲線とほぼ一致していることが明らかになった。

以上より、酒田大火当時の都市構造データを採取し、著者等のシステムでメッシュサイズを変化させながら延焼面積・延焼形態を時系列で確認した結果、10m 前後でのメッシュサイズが良好な再現性を表すことが明らかになった。

3. 住民からのリスク・コミュニケーションによるシステム整合性

3.1 住民によるシステムへの疑義について

著者らは、丸亀市城北コミュニティー、愛媛県松山市を対象に開発したシステムを用いて、自主防災会単位のデータと、大震時火災延焼シミュレーション・システムを提供している。そもそも、この松山におけるリスク・コミュニケーションは、専門家を呼んでワークショップを行うスタイルで始まっている。著者等は、従来、手作業で地域のデータを採取してワークショップに臨んでいたため、事前準備に多大な時間を要していた。その後、前述したように、国土空間データからシミュレーション用のデータを瞬時に採取できるため、対象となる自主防災組織・行政組織が広がっている。現在は、久枝・栗井・西垣生・立花といった松山市を中心とした 4 つの自治防災組織とともに連携している。行政では、四国地方整備局、丸亀市役所、松山消防局と連携している。

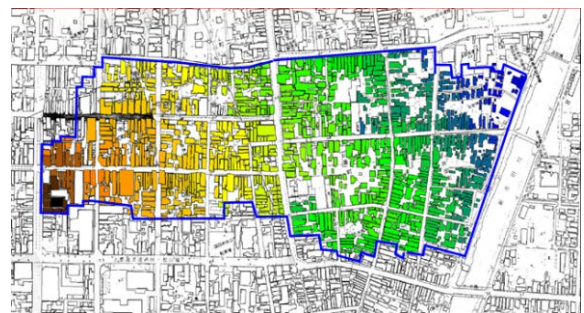


図-7 延焼形態の比較

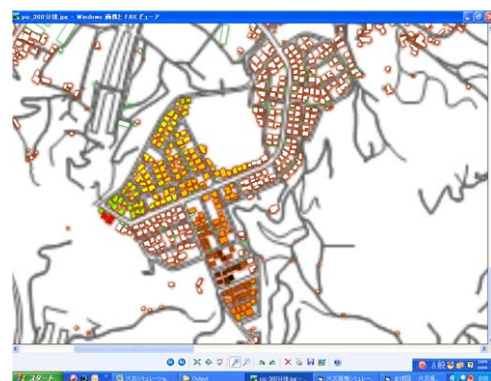


図-8 光洋台の延焼結果に関する疑義 (中西氏提供)

その中でも、積極的にシミュレーションを活用して頂いているのが、松山市粟井の連合自主防災会長の中西氏である。中西氏は、粟井の各自主防災組織を対象に、地域の延焼危険性をシミュレーションにより提示し、住民の防災意識を高めたいとの思いで活動を行っている。そして、光洋台の自主防災会でシミュレーションを行った結果、住民より以下の点を指摘されたと報告を頂いた。

- a) 延焼するはずの地域が延焼していない
- b) シミュレーションの信頼性はどの程度か
- c) どのようなモデルを用いているのか

中西氏は、直接話しを聞きたいと、後日研究室を訪ねてくださった。

図-8は、中西氏から事前にメールでいただいた、疑義に関する資料の一部である。図-8の画面中央下側を出火点とし、風向を画面右下から左上への暗闇の風、風速は6m/sといった強い風を設定しているにもかかわらず、画面中央左の一带が延焼しないことに対して、シミュレーションを見た住民から上述した疑問が出たとのことであった。

まず、b)、c)については、2. で検証を行った酒田大火によるメッシュサイズと実火災の再現性を説明することで理解をいただいた。a)については、図-8の画面左下の建物群への延焼が行われないことを再度確認したが理由については再度確認して報告することにした。

3.2 空間データ処理の改良について

著者等は、中西氏の疑問、a) 延焼するはずの地域が延焼していないについて、システムデータのチェックを行った。図-9は、国土空間データをメッシュ分割し、メッシュの属性（可燃木造：茶色、不燃耐火造：クリーム色、オープンスペース：白）を表示している。この図より、図-10の対象地域の国土空間データと比較すると、一見、木造建物が密集しているデータにも関わらず、図-9では、不燃耐火造のメッシュに変換されている。この原因は、図-10の国土空間データ淡い緑色で表示されている普通無壁舎（カーポート）を耐火建物として処理しているためであると判明した。そこで、普通無壁舎を木造建造物として取り扱い、図-11のようにデータを再取得した結果、延焼しなかった街区の延焼を確認することができた。これらの結果を、中西氏に報告した結果、住民にも再度説明会を開くとの返答を頂いた。

以上のように、行政・住民へシミュレーションを提示・提供することによって、シミュレーションに対する要望、疑問点等を情報提供いただき、システムの改良・修正へと繋がっている。これらの双方向のリスクコミュニケーションによって、シミュレーシ



図-9 変換データのメッシュ表示



図-10 対象地域の国土空間データ



図-11 プログラム修正後の変換データメッシュ表示

ョン・システムを介して、専門家・行政・住民との行動者役割、提唱者役割の役割交換が行われている。今後も、行政・住民と連携を取りながら双方向リスクコミュニケーションを継続し、システムの改良、専門家としての役割期待を果たしていきたいと考えている。

4. これまでのリスク・コミュニケーションについて

4.1 地震火災を対象としたリスク実践事例

著者等は、大地震時の火災延焼シミュレーシ

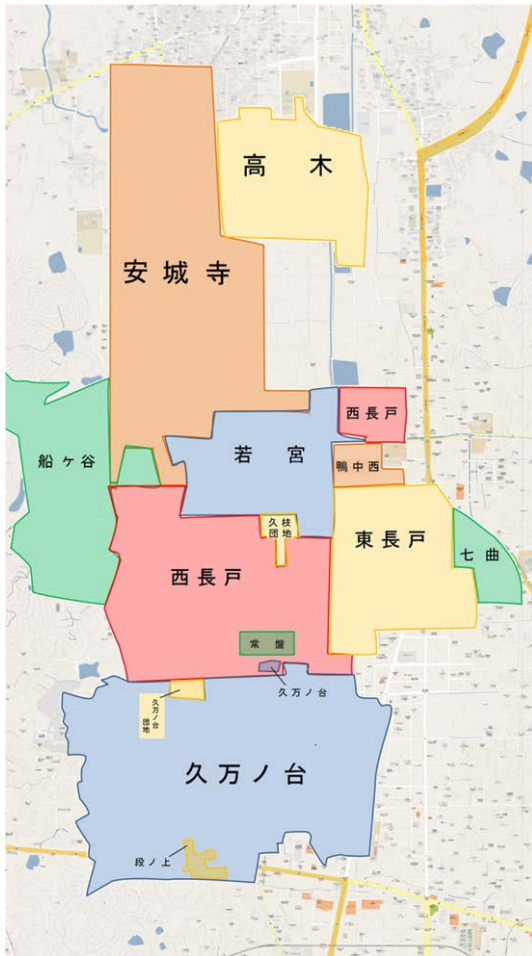


図-1 愛媛県松山市久枝地区

ン・システムを開発し、2009年度より丸亀市城北コミュニティにて、住民とのリスコムを行っている。具体的には、住民・自主防災会に地域の地震火災リスクを提示しながら、まち歩きを通して、避難経路の安全性を点検している。それらの結果、地域の地震火災リスク（特に、風速の違い）を認識することによって、地域で自ら備える意識が大きく向上した。2012年には、丸亀市建設課、国交省四国整備局建政部と連携し、避難経路を整備し、避難による救命率を高めるためのワークショップも開催した。さらに、自治会住民が中心となり、避難の妨げになる空き家の撤去に向けた活動により更地化された事例も現れている。

松山市では、図-1に示す久枝地区を対象に連合自主防災会（図に示す15の自主防

災会で構成される）と連携し、表-1に示すように、各自主防災会、連合自主防災会とリスコムを実践している。図-1と表-1の、高木地区、西長戸地区、若宮地区を対象としたリスコムでは、ワークショップの前後で、自助・共助・公助に対するアンケート調査を実施し、地震火災延焼シミュレーション・システムを用いて自分たちの地域の地震リスクを提示した後では、自助意識が高くなることを確認している。しかも、シミュレーションを見た後の方が、地震火災から安全に逃げれると答えた人も多数いた。これは、ワークショップでは、地域のデータを用いて、著者等が出火点、風向・風速を与え、それらの違いを見て頂いたが、当然、自分の家が燃えていなければ、安全と答える傾向があるのではないかと考えている。

以上より、シミュレーション・システムを自ら操作し、様々なリスクを想定しながら、アンケート調査を実施することも考えなければならないと思っている。

2014年1月、2月には、表-1に示すように、久枝連合自主防災会（役員ならびに学校関係者）、松山消防署職員を対象に、地震火災延焼シミュレーション・システムの講習会を実施、実際に自らのデータを採取していただき、様々な条件でシミュレーションを実行して頂いた。

これらの操作説明会の前後でもアンケートを実施し、操作前後の自らの地域での地震火災による焼失率を答えて頂いた。また、事後アンケートでは、地震火災に対する住民と行政の役割分担について記述いただいた。図-2に、操作説明会前後の地震火災による焼失率の期待値の比較を示す。操作説明会

表-1 松山市自主防災会・防災士会・消防職員とのリスコム

年月日	活動項目	内 容
2013.6.9	安城寺ワークショップ	歩行による危険個所の調査
2012.7.1	段ノ上ワークショップ	口頭での情報提供、シミュレーションによる情報提供 事前事後での意識調査アンケート その後、地区内の危険個所調査を実施
2013.9.14	城北支署ヒアリング	シミュレーション・システムの改良点についてのヒアリングを実施 対象者：城北支署職員4名
2013.11.11	高木地区ワークショップ	口頭での情報提供、シミュレーションによる情報提供。 事前事後での意識調査アンケート・クロスロード
2013.12.8	西長戸地区ワークショップ	口頭での情報提供、シミュレーションによる情報提供 事前事後での意識調査アンケート・クロスロード
2013.12.9	若宮地区ワークショップ	口頭での情報提供、シミュレーションによる情報提供 事前事後での意識調査アンケート・クロスロード その後、水消火器訓練・防災資機材訓練
2013.12.11	松山市中央署ヒアリング	シミュレーション・システムの改良点についてのヒアリングを実施 対象者：中央署職員7名
2014.1.27	久枝地区連合自主防災会・ 学校関係者講習会	パソコンを用いた地震火災延焼シミュレータの操作説明会
2014.1.31	松山市消防局幹部ヒアリング	局長、企画官へのシミュレータ提示とコメント
2014.2.3	松山市消防局職員講習会	パソコンを用いた地震火災延焼シミュレータの講習
2014.2.6	松山市消防局職員講習会	パソコンを用いた地震火災延焼シミュレータの講習
2014.3.1	松山市防災士説明会	防災士会を対象とした地震火災延焼シミュレータの説明

では、出火点、風向、風速を変えて様々なリスクを見てくださると口述した後に、各自で操作頂いている。事前事後では、住民のリスク認知の向上が著しいことが分かる。また、学校関係者、消防関係者共に、操作後約10%の焼失率の増加がみられる。今回のアンケートでは、自分の地域を中心としたデータを取得して頂き、自分が1決めた条件でシミュレーションを操作頂いているため、人によって様々なリスクがアウトプットとして出力されていると考えられる。今後は、用いるデータの種類や、出火箇所、気象条件等のパラメータを変えて、主効果や相互効果など、意識の変化に影響を与える要因の分析を行いたいと考えている。

表-2は、地震火災対策における住民・消防署の役割を整理したものである。共通項目として、震感ブレーカや、初期消火など、火を出さない対策が挙げられている。今後、これらの情報を参考にしながら、自主防災単位での消防担当者と自主防災会との役割分担を目的としたリスクコミを実施したいと考えている。

3. 今後の取り組みについて

既に研究代表者が取り組みを行っている、丸亀市、松山市、西予市を対象として、開発している災害避難シミュレーターを提供し、住民・学校・

行政が自らのシステムとして活用し、Rowanの段階的Causeモデルに基づいた実践研究を行う。そのために、自然科学・心理学を専門とする愛媛大学羽鳥准教授、災害時の交通計画を専門とする金沢大学高山教授、国土空間データを活用した情報システムの開発を行っている愛媛大学渡部技術職員、愛媛県教育委員会で、県内市町の防災教育の推進を取りまとめている久保係長が研究実施者である。

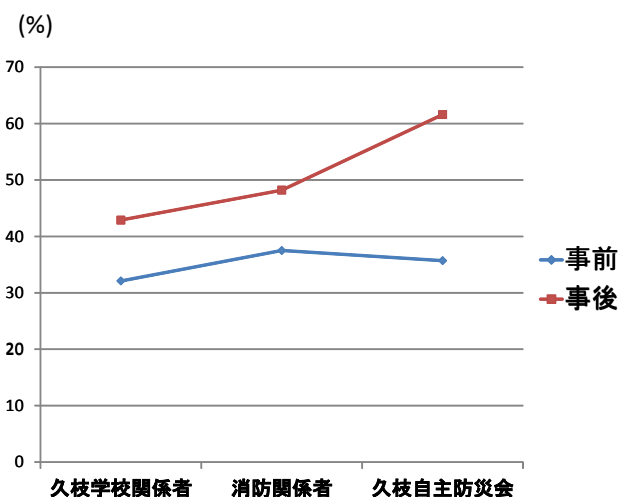


図-2 講習前後での焼失率の期待値比較

表-2 住民と消防署の役割り分担項目

	住民の役割	共通	消防署の役割
ハード対策	<ul style="list-style-type: none"> ・消火器具の準備 ・自動感震ブレーカー ・防火樹林 ・ガスの元栓 ・耐震住宅 ・電化住宅 ・家具の固定 ・建物の耐火 ・建物周辺の可燃物の排除 	<ul style="list-style-type: none"> ・自動感震ブレーカー ・耐震補助 	<ul style="list-style-type: none"> ・水利の確保 ・防火対策 ・防火用具の設置 ・まちづくり ・空き家対策 ・施設の耐震化 ・進入路の確保 ・防災グッズの配布
ソフト対策	<ul style="list-style-type: none"> ・避難経路の確認 ・避難障害の想定 ・火災リスクの認知 ・危険要因の把握 ・地域の把握 ・住民同士の連携の強化 ・避難の判断基準の理解 ・自主防災活動の推進 ・要援護者支援計画の推進 ・自動車仮設備の設定 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域との情報共有 ・消火訓練(初期消火) ・防災意識の向上 ・避難訓練(早期避難) ・避難場所の把握 ・シミュレータによる予測 	<ul style="list-style-type: none"> ・行政職員の意思改革 ・対応策のPR ・被害想定情報の提示 ・パンフレットによる周知 ・地域との連携 ・広域消防体制の強化 ・住民への啓発活動 ・住民への防災指導 ・住民への避難指導 ・消防戦略の徹底 ・地域の活動マニュアル作成 ・図上訓練

著者等は、地震火災リスク、津波リスク、水害リスク、土砂災害リスクと、地域の災害リスクに応じたリスクミを行う。そのためのチャンネル役割となる各種シミュレーションを開発し、住民にシミュレーションを操作頂きアンケート調査による意識変化の分析を行う。すなわち、シミュレーションの操作条件や、操作内容を変化させ、それらが住民のどのような意識に変化を与えるのかを分析し、マニュアル化したいと考えている。

今後、丸亀市、松山市の地震火災避難グループを対象として、消防関係者、自主防災会関係者、防災教育関係者と共に、ワークショップを重ね、アンケート踏査を実施する。つぎの、津波避難グループでは、愛媛県西予市を対象として、開発している津波避難シミュレーションを用いて、ワークショップを重ね、アンケート踏査を実施する。最後の、水害避難グループでは、松山市の重信川に隣接する森松地区を対象に、水害情報の収集と早目の避難と垂直避難について学習し、水害避難シミュレーションを用いてワークショップならびにアンケート調査分析を行う予定である。

以上のリスクミのプロセスの共通点は、著者等が開発している災害避難シミュレーターをチャンネルとして、住民・学校・行政と連携し、Rowanの段階的 Cause モデルに基づいた実践研究を行う点にある。そのためには、全国の様々な災害から避難するための基礎データとして、国土空間データを活用した情報システムの開発を行っている。開発は、3D 図形処理の研究を行っている、愛媛大学渡部技術職員、愛媛県教育委員会で、県内市町の防災教育の推進を取りまとめている久保係長と連携しながら研究計画を行う。また、著者等が2009年度以降地、地域の自主防災会と連携している丸亀市城北コミュニティ自治会役員近藤氏、松山市消防局警防課金澤・牟礼課長、西予市危機管理課谷川係長、西予市の津波の解析を行った、(株)いであ 玉田技師と連携しながら研究計画をたてる予定である。

4. おわりに

研究代表者が対象とする地域は、地震による市街地火災、津波、豪雨による水害・土砂災害が想定される地域である。本プロジェクトは、地域の住民・行政が地域で起こりうる災害について、シミュレーターを援用することにより具体の災害リスクの認識を高めることができる。つぎに、地域の災害リスクから安全に避難するための主体間のルールを形成し、それらを避難訓練へ反映化しながら、サイクルかつ継続的な地域防災力の向上化が期待できる。さらに、それぞれの地域での取り組みを主体間

の役割概念、役割合意、役割行動の視点で整理し、開発プロジェクトを、全国地域へ展開する際のマニュアルとして活用して頂きたいと考えている。

謝辞：本研究は、平成24～25年総務省消防庁消防防災科学技術研究推進制度「大震時火災リスクシミュレータの提供と地域消防におけるルール形成の支援研究」の援助で行われた。心より感謝いたします。

参考文献【参考文献】

- 1) 消防庁災害対策本部(平成24年3月13日発表)平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について(第145報)
(http://www.soumu.go.jp/main_content/000109170.pdf)
- 2) 自治省消防庁消防研究所：酒田市大火の延焼状況等に関する調査報告書
- 3) 酒田市：酒田市大火の記録と復興への道、1978
- 4) 酒田市建設部：酒田市大火 復興建設のあゆみ、1979
- 5) 木俣昇：大震時避難計画のためのメッシュ型火災延焼シミュレーション・システムに関する検証、Journal of the Operations Research Society of Japan 30(1), pp.59-87, 1987
- 6) 二神透, 大本翔平：連合自主防災組織を対象とした地震火災リスク・コミュニケーションに関する研究, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 166, 2012
- 7) 保野健次郎, 難波義郎, 西谷忠彦：地震時および強風下における市街地火災の延焼速度と予測に関する基礎的研究, 日本火災学会論文集 48(1), 1-10, 1998
- 8) 松岡秀男, 保野健次郎, 難波義郎, 西谷忠彦：酒田大火における市街地建物火災の延焼速度に関する基礎的研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部, pp.118-119, 1996年

第3 消防活動支援施設、消防活動用資機材等の高度化

3. 1 防火服の熱ストレスと動作性評価の標準テスト開発

研究実施期間	平成 22 年度～平成 24 年度
配分額(千円)	平成 22 年度 15,600 平成 23 年度 13,000 平成 24 年度 13,856
研究代表者	栃原 裕
所属機関	九州大学大学院 芸術工学研究院
研究体制	産・学・官 (日本防災協会、九州大学、文化学園大学、東京消防庁、福岡市消防局)
研究概要	消防隊員は安全確保のために、耐熱性、耐炎性、引裂耐性等を重視した消防用防火服の着用が不可欠であるが、着用により、隊員の活動動作制限や大きな熱ストレスの危険性などが指摘されている。消防用防火服着用時の熱ストレスや動作性を評価するために、多くの負荷テストが各種研究機関で開発されているが、標準的な評価テスト法はなく、消防用防火服の相互性能比較は出来ず、再現性試験も不可能であった。そこで、1282 名の消防隊員を対象とした調査研究を行い、標準評価テストに適する暑熱負荷時間や活動中に動作制限を受ける消防動作を調べた。その結果、消防模擬動作を 20～30 分間実施する運動能力テストの前後に各種テストを行うことで、客観的に動作性評価を行うことができた。また、熱ストレス評価については、フル装備で防火衣を着用した消防隊員に対しての 30 分の歩行運動(5.5km/h)テストを標準テストとできた。
研究成果の活用事例(実用化の状況)	本研究成果を参考にして、研究協力者であった Joo-Young Lee 氏が韓国ソウル大学赴任後に消防用防火服・装置の国際共同研究を開始した。具体的には、消防隊員の動作性改善や暑熱ストレスを防ぐため、開発しなければならない未来型消防用防護服に必要な要素を調べるアンケート調査を4カ国(日本、韓国、アメリカ、オーストラリア)で行った。その成果は、2014 European Conference on Protective Clothing と 2014 Asia Protective Clothing Conference にて発表し、海外の消防用防護服研究グループとの活発な討論及び情報交換が行われた。現在、本研究で提案された標準動作性・熱ストレス評価法を海外の研究者と共同で実施することを検討している。
応用の方向性	本研究で選定した標準テスト法を使用してもらうように、研究成果を国際英文誌に掲載した(6 報)。本研究で提案した動作性評価テストと熱ストレステストを行うように各国の研究者に依頼している。対象になる被験者の運動能力水準、テスト時の環境温度、消防用防護服の重量とデザイン差によるテスト結果をまとめて、標準テストを国際規格とすることが最終目標である。
研究発表の状況等	<ul style="list-style-type: none"> ・Su-Young Son, Yu Xia, Yutaka Tochihara (2010) Evaluation of the effects of various clothing conditions on firefighter mobility and the validity of those measurements made, J Human-Environment System 13(1): 15-24 ・Ilham Bakri, Joo-Young Lee, Kouhei Nakao, Hitoshi Wakabayashi, Yutaka Tochihara (2012) Effects of firefighters' self-contained breathing apparatus' weight and its harness design on the physiological and subjective responses, Ergonomics, 55: 782-791

	<ul style="list-style-type: none"> •Su-Young Son, Joo-Young Lee, Yutaka Tochihara (2013) Occupational stress and strain in relation to personal protective equipment of Japanese firefighters assessed by a questionnaire, <i>Industrial Health</i>, 51: 214-222 •Joo-Young Lee, Ilham Bakri, Jung-Hyun Kim, Su-Young Son, Yutaka Tochihara (2013) The impact of firefighter personal protective equipment and treadmill protocol on maximal oxygen uptake, <i>Journal of Occupational and Environmental Hygiene</i>, 10: 397-407 • Su-Young Son, Ilham Bakri, Satoshi Muraki, Yutaka Tochihara (2014) Comparison of firefighters and non-firefighters and the test methods used regarding the effects of personal protective equipment on individual mobility, <i>Applied Ergonomics</i>, 45: 1019-1027 •Joo-Young Lee, Yota Yamamoto, Riichi Oe, Su-Young Son, Hitoshi Wakabayashi, Yutaka Tochihara (2014) The European, Japanese and US protective helmet, gloves and boots for firefighters: thermoregulatory and psychological evaluations, <i>Ergonomics</i>, 57: 1213-1221
知的財産権の出願・登録状況等	無
当該研究に対する今後の展開、意見等	<p>消防用防火服の熱ストレスや動作性を評価するための標準テストは、国内向けだけに作成しても意味が少ないと思われる。そのためには、国際標準規格 (ISO) の作成が必要となるが、企画から国際標準作成までには、多くのステップが必要で、さらなる研究年数を要す。さらには、諸外国の研究機関との共同研究も必要となる。</p>

防火服の熱ストレスと動作性評価の標準テスト開発

○ 栃原 裕¹、田村照子²、村木里志¹、尾崎 純³、野口哲郎⁴、小川孝裕⁵、後藤恭助⁵
 Tochihara Yutaka¹、Tamura Teruko²、Muraki Satoshi¹、Osaki Jun³、Noguchi Tetsuro⁴、
 Ogawa Takahiro⁵、Goto Kyosuke⁵

研究課題の要旨：消防隊員は安全確保のために、耐熱性、耐炎性、引裂耐性等を重視した消防用防火服の着用が不可欠であるが、着用により、隊員の活動動作制限や大きな熱ストレスの危険性などが指摘されている。消防用防火服着用時の熱ストレスや動作性を評価するために、多くの負荷テストが各種研究機関で開発されているが、標準的な評価テスト法はなく、消防用防火服の相互性能比較は出来ず、再現性試験も不可能であった。そこで、1282名の消防隊員を対象とした調査研究を行い、標準評価テストに適する暑熱負荷時間や活動中に動作制限を受ける消防動作を調べた。次に、消防模擬動作を20～30分間実施する運動能力テストの前後に各種テストを行うことで動作性評価を行うことを提案した。また、熱ストレス評価のために、フル装備で防火衣を着用した消防隊員に対しての30分の歩行運動(5.5km/h)テストを提案した。

キーワード：防火服、消防隊員、熱ストレス、動作性、標準評価テスト方法

1. はじめに

消防隊員は火災現場などにおいて危険な任務を行うため、身体的安全確保のために、耐熱性、耐炎性、引裂耐性等を重視した防火服を着用しなければならない。しかし、消防隊員には、現場で迅速に働けることが要求されるにもかかわらず、防火服の硬くて厚い素材、容積の大きさ、20Kg以上にもなる個人呼吸器等の隊員防護用消防装備の重さ、あるいは発汗による衣服摩擦力の増加により隊員の疲労増加や作業効率低下などが生じることが報告されている。

また、防火服着用は、消防隊員の消火・救命活動動作を制限し、身体活動代謝に外界からの熱が加わり、消防隊員に大きな熱ストレスが加わる危険性があることが知られている。そこで防火服の評価や改善のため、防火服着用時の動作性制限と暑熱ストレスを評価するために、多くのテストが消防機関、研究所や大学で開発され、防火服の評価が多数試みられて来ている。ところが、個々の研究グループが独自の負荷テスト評価法を使用すると、防火服の相互性能比較は出来ず、再現性試験も不可能である。本研究は、防火服着用時の熱ストレスや動作性評価のための標準テスト法を開発し、防火服の選定や改善を容易にすることを目的とした。

2. 防火服着用が消防隊員の負担に及ぼす影響に関するアンケート調査研究

消火活動時の活動動作、平均活動時間、活動強度、熱ストレス、さらには防火服と空気呼吸器を含む個人装備品(以下、個人防護装備)との関連を調べるために、文献調査や消防隊員十数名へのヒアリング

(所属機関名)

- 1 九州大学大学院
- 2 文化学園大学
- 3 東京消防庁消防技術安全所
- 4 福岡市消防局警防部
- 5 日本防災協会

およびA市(757名)とB市(525名)の消防隊員1282名への32項目に渡るアンケート調査¹⁾を実施した(図1)。

項目構成	内容		
領域		6	9
		2	
A.一般事項	● 年齢、性別、身長、体重、勤務年数、所属	2	17
	● 防火衣上下サイズ	1	
	● 主な勤務内容	1	
B.消防活動実施	● 平均消防活動時間と火災出場回数	3	17
	● 防火衣着用時のトラブルに関する項目	6	
	● 火傷や傷害、疲労感とストレス	4	
	● 防火衣と個人装備品装着による動作性の変化及び動作性向上	4	
C.防火服と個人装備品に関する満足度と改善事項	● 防火衣着用活動時に動きにくい部分	1	4
	● 動作性の不便事項	1	
	● 防火衣の満足度5段階評価	1	
	● 個人装備品に関する事項	1	
D.防火服と個人装備品に関する不満と改善要望	● 防火衣と個人装備品に関する内容記入	2	2
合計			32

図1. アンケート項目

その結果、消防隊員は平均して24.5分間消火活動時に使用する全ての個人防護装備(フル装備:防火服、ヘルメット、消防ブーツ、防火手袋、マスク付空気呼吸器など)を着用して活動し、夏季の日中に約40%の消防隊員が「暑さでかなり気分が悪くなった」と回答した。

その時の症状としては、「強い疲労感や倦怠感」の回答が多く、次いで「めまい」、「手足のしびれ感」、「吐き気」の回答であった。特に、夏(7月と8月)の午後2時から3時の間に暑さでかなり気分が悪くなることが示された。

消防隊員は活動中の発汗や放水によって衣服が濡れた場合や呼吸保護具の重量によって、動作性が大きく低下すると答えた(表1)。

個人防護装備着用時に身体負担を感じた動作については、「階段上がり」の回答が最も多かった。以下、「重い物(人)を運ぶ」、「充水したホースの引き上げ」、「しゃがんで進んで行く」動作時に

身体負担が大きいことが示された（図2）。

表1. 動作性がかなり低下、または非常に低下すると答えた回答者の比率

	A市	B市
発汗と放水によって防火衣が濡れた場合	15.5%	22.7%
空気呼吸器の装着	22.6%	40.3%
空気呼吸器と面体（防火マスクを含む）を装着	38.1%	45.7%

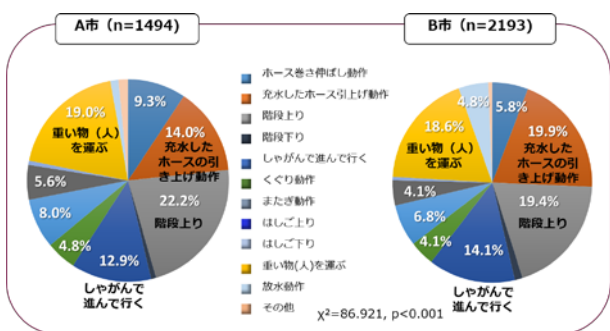


図2. 身体負担を感じた動作

動作性の向上のためには、「防火服のサイズを合わせる」や「ズボンにサスペンダーをつける」や「長靴のひもを調節する」などの工夫をしているが、23%の消防隊員は動作性の向上のため特に何もしていないと回答した。

また、現在使用している個人防護装備に関する不満事項としては、「防火帽子と面体が視野を制限する」の回答が多く、次いで「活動後、長靴が脱ぎにくい」であった。

傷害の経験があった部位では、手足、腰部、頭部の順で回答が多く、筋疲労は、肩、腕、腰部、大腿の順でよく感じる事が示された。傷害と筋疲労の原因には落下、障害物等にぶつかることと、つまづくこと等のバランスを崩す事故が多く答えられた。また、探索作業において手足を使う動作が多いのでガラス等による切創も傷害と筋疲労経験の原因として選ばれた。それに加え、空気呼吸器と個人装備装着による重量負荷により動きの制限が生じ、それが傷害にもつながっていることも示された。

これらの結果をまとめると、個人防護装備着用時の熱ストレスと動作性を測定するためには20~30分のテスト時間とフル装備着用が必要であることが示唆された。また、運動能力テストには消防隊員が動作性低下を高く感じた上記の四つの動作を参考することとバランス能力測定が必要であると考えられた。

3. 防火服着用時の熱ストレス評価に関する研究

3-1.

平成22年度には、個人防護装備装着が及ぼす熱ストレス測定のため、大学生8人を被験者とし、空気呼吸器重量とハーネスのデザインの違いが運動時の生理的・心理的反応に与える影響に焦点を当てた²⁾。

運動負荷は、トレッドミル上で時速6kmの30分間運動とした。実験中に生理反応(直腸温、皮膚温、心拍数、発汗量)を測定すると同時に主観申告(温冷感、快適感、湿度感、主観的運動強度)を受けた。

着衣条件は以下の4条件とした。①消防隊員が着用する防火服(重量8kg)だけでの実験をコントロール、②防火服に11kgの空気呼吸器と、幅5cmのクッション性の肩ひもとクッション性でない胸部と臀部のストラップから成る旧型のデザインのハーネスを着用したTest A、③防火服に6.4kgの空気呼吸器とTest Aと同様のハーネスを着用したTest B、④防火服と6.4kgの空気呼吸器に、幅8cmのクッション性の肩ひもと幅10cmのクッション性の臀部のストラップから成り、胸部のストラップがない新型のハーネスを着用したTest Cである。環境条件は室温22℃および32℃、相対湿度40%とした。

重い空気呼吸器(Test A)は酸素消費量を有意に増大させ大きな影響を与えたが、特に室温32℃下で4.7kg軽い空気呼吸器と新型のデザインのハーネス(Test C)が酸素摂取量を低下させ、主観的な筋疲労と温熱的不快感を改善することが示された(図3)。また、特に、暑熱環境下ではいくつかの生理反応に有意な影響が認められた。

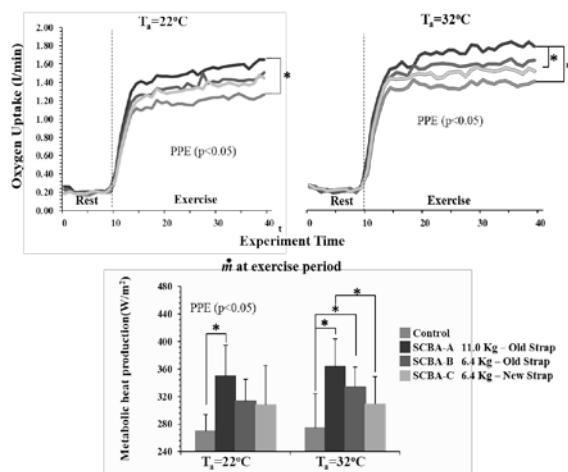


図3. 酸素摂取量(上)と代謝量(下)

これらの結果をうけ、次からの実験では、夏季の平均的最高気温・湿度に相当する、室温32℃、相対湿度60%の条件に設定することにした。

3-2.

平成23年度は、標準暑熱ストレステストに用いる被験者グループと運動強度について着目した。9名の男子学生と10名の消防隊員を被験者とし、個人防護装備を着用させトレッドミルで異なる強度の運動を負荷した。

運動強度は、時速5.5kmの絶対強度と、最大酸素摂取量の40%にあたる相対的強度の2種類(消防隊員群一時速5.5km、学生群一時速4.7km)を設定した。生理反応として、酸素摂取量、直腸温、皮膚温、心拍数、体重減少量を測定し、心理反応として、温冷感、温熱的不快感、主観的運動強度等を測定した。

その結果から、訓練を受けていない学生を被験者として採用する場合には、相対的運動強度が適しており、最大酸素摂取量のテストを先に行うべきであることが示唆された。

また、防火服の生理的影響の評価のために、訓練された消防隊員を被験者に採用する場合は、熱ストレステストの前に最大酸素摂取量のテストを行わなくても、絶対的運動強度(時速5.5kmトレッドミル運動)で行うことが可能であることが示された。

また、ヨーロッパ、アメリカおよび日本で使われている個人防護装備着用による消防隊員の負担の違いについても検討した³⁾。

3-3.

平成24年度には、個人防護装備着用テストの被験者となる者の体重の影響を明らかにするために実験を行った。

本実験では、消防隊員を被験者とし、高体重群(8名、平均92.0kg)と低体重群(8名、平均71.6kg)に分けた。運動時の服装条件を運動服(CON コントロール条件)とフル個人防護装備着用(PPE条件)の2条件とした。実験では時速5.5kmの絶対的運動を30分間負荷した。室温は32℃、60%RHとした。生理反応として、酸素摂取量、直腸温、皮膚温、心拍数、体重減少量を測定し、心理反応として、温冷感、温熱的不快感、主観的運動強度等を測定した。生理的な指標は、条件間内でのみ有意な差異が認められ、群間での差は認められなかった(図4)。

この結果から、標準テストを実施する際には、十分に訓練された消防隊員を被験者とする限りは、被験者の体重は考慮しなくても良いことが明らかになった。

3-4.

10名の大学生を被験者として、3測定手順と3衣服条件(軽装、フル装備およびフル装備だが短靴着

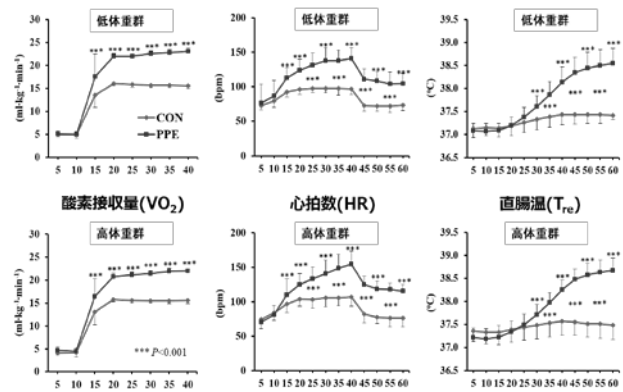


図4. 生理反応の群間比較

用)の組み合わせの中から7条件で、トレッドミル上で最大酸素摂取量(体力)を測定した⁴⁾。酸素摂取量、心拍数、主観的運動強度の結果から、フル装備での消防隊員の体力測定には、速度漸増法(水平運動)が最適であることを示した。さらに、消防隊員のブーツ重量が体力に大きく関与することを明らかにした。

4. 防火服着用時の動作性評価に関する研究

4-1.

平成22年度には、活動中の発汗や放水によって衣服が濡れた場合や呼吸保護具の重量によって低下される動作性に着目し、消防隊員が経験する様々な個人防護装備着用状況の動作性測定を行い、その測定方法の有効性まで検討した⁵⁾。

消火活動時に着用するフル装備を着用して、被験者(大学生)9名が実験に参加した。4種の着衣条件(防火服着用+半ズボン活動服+呼吸保護具装備および濡れた活動服)の動作性を比較するため、7種の基本動作を3次元動作解析、筋電図、主観申告などを通して評価した。

その結果、関節可動域は10kgの空気呼吸器装着によって、個人防護服着用に比べ10%低下した。また、濡れた活動服の上に個人防護服を着用することによっては9.5%の低下が示された。しかし、筋電図や主観申告だけでは防火服着用時の動作評価は難しいことが示された。動作性評価に有効な測定方法としては、3次元動作解析による関節可動域測定法が筋電図と主観評価より高い検出力であることが示された。

4-2.

初年度に行った消防隊員を対象としたアンケート調査結果¹⁾を参考し、動作性評価テストを考案した。個人防護装備の重さと空気呼吸器のハーネスのデザインがバランス能力に及ぼす影響を検討した。

また、バランス能力テストとして行った機能的バランス能力テスト方法と中心動揺測定方法の有効性を比較し、より判別力が高い方法を提案することに着目した。

10名の男子大学生を被験者とし、着衣条件は以下の5条件とした：①0.5kgの運動服、②8.7kgの防火服、③防火服と13.1kg空気呼吸器、④防火服と6.9kg空気呼吸器、⑤防火服と6.9kg空気呼吸器(腰と肩のストラップが回転出来るように改善されたハーネス)。

各条件の着衣後に機能的バランス能力テストと中心動揺測定を行った結果、空気呼吸器の重さが重くなるほど着用者のバランス能力が低下する傾向が認められたが、ハーネスのデザイン違いによるバランス能力の向上及び低下は見られなかった(図5)。

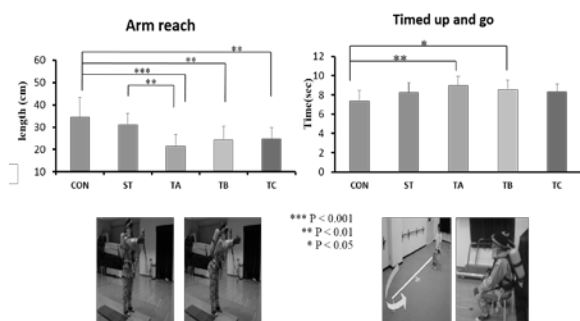


図5. 機能的バランステスト結果

有効なテスト方法においては、機能的バランステストが中心動揺測定法より有意な条件間の差異が認められたので、より有効な測定方法になることが予想された。

4-3.

最終年には運動能力テストとバランステストで構成された動作性評価テスト方法を用いて個人防護装備の重さとデザイン違いによる動作性変化を測定し、本研究で提案するテスト方法が標準評価テストとして適するかを検討した。それに加えて、動作性の標準評価被験者群として望まれる被験者群を提案するため、消防隊員の被験者群と非消防隊員の男子学生の被験者群に分け両群間の比較も行った⁶⁾。

被験者は各群に9名ずつとした。着衣条件は運動服のコントロールと日本製(スタンダードとアルミ蒸着タイプ)と外国製防火服の4条件であった。運動能力テストにおいては以下の五つが模擬動作として用いられた：①段差乗降動作、②反復横とび、③這う動作、④重いものを運ぶ、⑤くぐりと跨ぎ動作。動作性の変化を調べるため、運動能力テストの各動作の遂行時間と回数、テスト前後の心拍数とバ

ランス能力等を比較した。

その結果、個人防護装備着用によって心拍数と各動作の遂行時間の増加、遂行回数の低下が見られた。また、動作性では主観的悪い評価も見られた。機能的バランステストにも個人防護装備着用によるバランス能力の低下が見られたが、防火服のデザイン違いに対する有意な結果の差異は認められなかった。被験者群間比較では、各測定項目において消防隊員群が学生被験者群より有意な差が見られ、結果の標準偏差も小さかったので、条件間の比較が容易であった(図6)。

この結果から、提案したテスト案は消防隊員を被験者として動作性評価として有効に使えることが明らかになった。

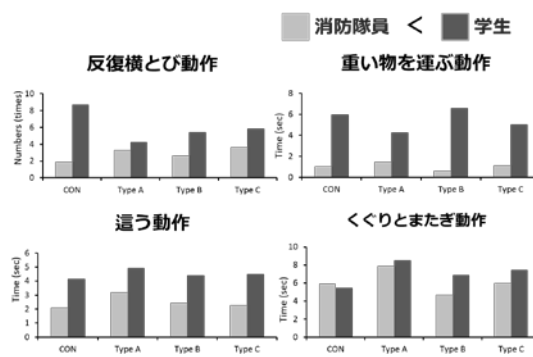


図6. 運動能力テスト結果の標準偏差の群間比較

5. おわり

本研究を通じて、消防隊員の活動実態把握と個人防護装備着用時の熱ストレスと動作性評価ができる標準テスト方法提案が出来た。

熱ストレス評価テスト提案として、実験室は室温32℃、相対湿度60%とし、フル装備を身に付けた訓練を受けた消防隊員に対して、10分間の椅座位安静時間と30分間のトレッドミルによる運動時間、20分間の椅座位安静による回復時間から成る計60分間の実験を行う。トレッドミルでの運動は時速5.5km(傾斜0°)とし、運動中は常に一定とする(図7)。暑熱負担を測定する基本的な生理反応の指標として、実験中に直腸温、皮膚温、心拍数、主観的運動強度を測定する。しかしながら、詳細な評価を必要とする際には酸素消費量と体重減少量から求める総発汗量を付け加えることによって、個人防護装置着用時の消防隊員の暑熱負担に関してより信頼性の高い資料が得られると期待される。

動作性評価テスト提案としては、消防隊員を被験者として提案した模擬動作を20~30分間実施する運動能力テストの前後に心拍数と主観評価を測定し、機能的バランステストを行うことで客観的動作性評価が出来ると期待できる(図8)。しかしなが

ら、個人防護装備の重量以外にデザインや素材などが異なる場合の評価のためには今後、より詳細な評価テスト方法を検討する必要があると考えられる。



図 7. 本研究で提案する熱ストレステスト法

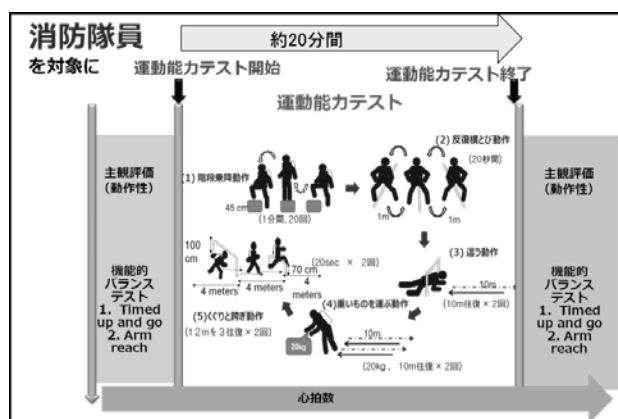


図 8. 本研究で提案する動作性テスト法

impact of firefighter personal protective equipment and treadmill protocol on maximal oxygen uptake, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 10: 397-407

- 5) Su-Young Son, Yu Xia, Yutaka Tochiyara (2010) Evaluation of the effects of various clothing conditions on firefighter mobility and the validity of those measurements made, J Human-Environment System 13(1): 15-24
- 6) Su-Young Son, Ilham Bakri, Satoshi Muraki, Yutaka Tochiyara (2014) Comparison of firefighters and non-firefighters and the test methods used regarding the effects of personal protective equipment on individual mobility, Applied Ergonomics, 45: 1019-1027

【参考文献】

- 1) Su-Young Son, Joo-Young Lee, Yutaka Tochiyara (2013) Occupational stress and strain in relation to personal protective equipment of Japanese firefighters assessed by a questionnaire, Industrial Health, 51: 214-222
- 2) Ilham Bakri, Joo-Young Lee, Kouhei Nakao, Hitoshi Wakabayashi, Yutaka Tochiyara (2012) Effects of firefighters' self-contained breathing apparatus' weight and its harness design on the physiological and subjective responses, Ergonomics, 55: 782-791
- 3) Joo-Young Lee, Yota Yamamoto, Riichi Oe, Su-Young Son, Hitoshi Wakabayashi, Yutaka Tochiyara (2014) The European, Japanese and US protective helmet, gloves and boots for firefighters: thermoregulatory and psychological evaluations, Ergonomics, 57: 1213-1221
- 4) Joo-Young Lee, Ilham Bakri, Jung-Hyun Kim, Su-Young Son, Yutaka Tochiyara (2013) The

3. 2 消防防災用無人ヘリコプタの高精度飛行制御技術の研究開発

研究実施期間	平成 23 年度～平成 25 年度
配分額(千円)	平成 23 年度 6,760 平成 24 年度 8,320 平成 25 年度 7,414
研究代表者	森川泰
所属機関	独立行政法人 産業技術総合研究所
研究体制	学・官(独立行政法人産業技術総合研究所)
研究概要	<p>災害が起こった場合、迅速に災害現場の情報収集を行い、救助活動をすることが重要であり、特に上空から得られる情報は重要である。この時、無人ヘリコプタなどの無人航空機を用いることは、有人航空機よりもコストやリスクの低減や迅速性の面で優れている。例えば、災害現場の斜面崩壊監視システムによって上空から継続的に観測することは非常に効果的であることが期待される。しかし災害現場で各種観測を正確に行うためには、観測時の無人ヘリコプタや搭載観測機器の位置姿勢が高精度で制御される或いは計測される必要である。そこで本研究では、GPS などのセンサやコンピュータビジョンを利用して高精度で位置姿勢が計測され、振動の少ない無人ヘリコプタの飛行技術の研究やシステムの開発を行った。</p>
研究成果の活用事例(実用化の状況)	<p>本研究では、開発した無人ヘリコプタシステムに消防研究センターが研究開発している斜面崩壊監視システムを搭載し実験を行っており、現在も協力して研究開発を進めている。現時点では当初予定した目標に対し位置姿勢計測の精度が不足しており、改良を進めているところで、数年以内には実用の目処を立てる予定である。</p>
応用の方向性	<p>今回搭載した斜面崩壊監視システム以外の観測装置を搭載して、災害現場での情報収集手段として活用が考えられる。また、搭載ビジョンシステム自身も観測システムとしての応用が期待される。</p>
研究発表の状況等	<ol style="list-style-type: none"> 1) 森川泰, 松本治, 富田文明, 神村明哉, 天野久徳, 新井場公德, 消防防災用無人ヘリコプタシステムの研究開発, 第 12 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 1A4-2, 2011.12.25 2) 森川泰, 松本治, 神村明哉, 天野久徳, 新井場公德, 消防防災用無人ヘリコプタによる観測飛行実験, 第 13 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 2I2-1, 2012.12.19 3) 森川泰, 松本治, 神村明哉, 天野久徳, 新井場公德, ステレオビジョンによる位置姿勢計測技術の研究開発, 第 14 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 2D3-3, 2013.12.19
知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	<p>無人ヘリコプタを始めとする無人機の必要性は消防防災分野で今後増々大きくなる。その時、コンピュータビジョンは観測や自律飛行などで重要な技術となる。今後、コンピュータビジョンの研究開発を更に進め、GPS などのセンサとの融合システムとして発展させて行く。</p>

消防防災用無人ヘリコプタの高精度飛行制御技術の研究開発

○森川泰¹・松本治¹・神村明哉¹

Yasushi Morikawa、 Osamu Matsumoto and Akiya Kamimura

研究課題の要旨：災害が起こった場合、迅速に災害現場の情報収集を行い、救助活動をすることが重要であり、特に上空から得られる情報は重要である。この時、無人ヘリコプタなどの無人航空機を用いることは、有人航空機よりもコストやリスクの低減、迅速性の面などで優れている部分がある。例えば、崩落災害現場を斜面崩壊監視システムによって上空から継続的に観測することは非常に効果的であると期待されている。しかし災害現場でこのような観測を正確に行うためには、観測時の無人ヘリコプタや搭載観測機器の位置姿勢が高精度で制御される或いは計測される必要がある。そこで本研究では、消防防災用無人ヘリコプタとして実用化する為に、GPSなどのセンサやコンピュータビジョンを利用して高精度で位置姿勢が計測され、振動の少ない無人ヘリコプタの飛行技術の研究やシステムの開発を行った。

キーワード： 無人ヘリコプタ、防災ロボット、リモートセンシング、コンピュータビジョン、UAV

1. はじめに

災害発生時には、迅速に災害現場の情報収集、救助活動をすることが重要で、特に上空からの情報は重要である。現在でも有人航空機によって行われているが、場合によっては無人航空機の方が有人航空機よりもコストやリスクの低減などに於いて大きなメリットがある。例えば、現在は目視で行われている崩落現場の二次災害防止を、斜面崩壊監視システムによって危険箇所を上空から継続的に自動観測することが考えられる。

そこで本研究では、無人ヘリコプタにより上空から災害現場を観測するシステムの開発や研究を進めた。この時、無人ヘリコプタ或いは観測機器の位置姿勢が正確に保たれるか、計測されて観測機器に情報を提供する必要がある。本研究では高精度なGPSを利用するが、途切れることのない確実な位置姿勢計測を実現する為にGPSと併用して使用するステレオビジョンによる位置姿勢計測も研究も行った。

2. 消防防災用無人ヘリコプタ

図1に示すのは、斜面崩壊監視システムを搭載し、上空から観測する消防防災用無人ヘリコプタの実験機である。この機体にはコンピュータやステレオカメラ、無線通信システムなども搭載されている。そして、斜面崩壊監視システム以外にも必要に応じて各種観測機器を搭載して消防防災分野で活用可能なことを目指している。本研究では、実際に消防研究センターが開発している斜面崩壊監視システムを搭載し、上空から崩落現場の観測を模擬した観測飛行実験を行った。

この産業用無人ヘリコプタは全長が約3m、最大離陸重量が約100kgの大きさで、主に農薬散布に使

用されているヤマハ発動機製の無人ヘリコプタであり、国内で2,000機以上の使用実績がある無人ヘリコプタである。この無人ヘリコプタにセンサやコンピュータなどを組み込み、地上局からモニタリングしながら飛行させた。ペイロードとしては最大20kg程度の観測機器を搭載可能な無人ヘリコプタシステムである。高精度位置姿勢計測にはセンサとしてRTK-GPS (Real Time Kinematic Global Positioning System)と姿勢センサAHRS (Attitude Heading Reference System)を使用するが、これに加えステレオビジョンによる位置姿勢計測技術の研究も進めた。

3. 斜面崩壊監視システム

現在、年間約50人が崖崩れや斜面災害で亡くなっている。崖崩れなどの被災地周辺で救助活動にあたる場合に最も注意しなければならないのは、救助活動中の崩落再発による二次災害の防止である。現在は、主に目視による斜面の監視が行われているが、この方法では樹木等による死角や夜間の視認距離低下、長時間監視による注意力の低下などの問題がある。そこで目視に代わる監視手段として、図2に示す様にレーザースキャナを使って斜面の変化を



図1 消防防災用無人ヘリコプタ

(所属機関名)

¹ 独立行政法人 産業技術総合研究所

遠隔から感知する手法を消防研究センターで開発している。この斜面崩壊監視システムは、現在、地上から測定出来る範囲であれば斜面が変形しているかどうかの監視が可能となっている。しかし地上からの観測では視野が限られ、広範囲を正確に観測することが難しい場合もあり、空中から継続的な観測の実現が期待される。図3は無人ヘリコプタにレーザースキャナを単に搭載してスキャンした例であるが、単に搭載してスキャンしただけでは、計測中にヘリコプタが揺れたり、移動したりして歪んだデータしか取得出来ず、斜面崩壊監視システムとして機能しない。そこで、無人ヘリコプタを飛行制御するか、観測機器に補正データを送るかなどの対策が必要である。

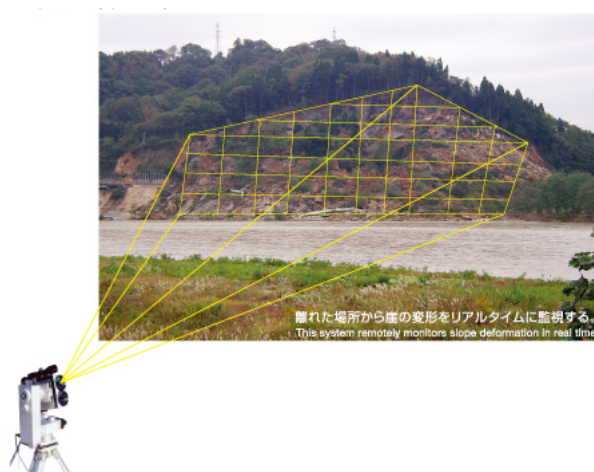


図2 斜面崩壊監視システム

4. 高精度 GPS による位置姿勢計測

今日、GPS は非常に進歩して来ており高精度で位置計測が可能になって来ている。本研究では数 cm の精度で計測可能な RTK-GPS 受信機と姿勢センサである AHRS を組み合わせて位置姿勢計測を行った。斜面崩壊監視システムのレーザースキャナは図1に示されている様に無人ヘリコプタの下部にジンバル機構を介して搭載されている。観測で重要なのはこのレーザースキャナの位置姿勢であるので、GPS アンテナと AHRS はレーザースキャナと一体となる様にジンバル上に設置し、レーザースキャナの位置と姿勢を継続的に計測した。このデータは補正データとして斜面崩壊監視システムへ送信されている。



図3 レーザースキャンデータ

5. ステレオビジョンによる位置姿勢計測

RTK-GPS は非常に高精度な位置計測が可能であるが、その一方でその高精度を実現する為により多数の衛星を同時に補足することが必要で、必要数の衛星を補足出来ずに高精度での計測が不能になる可能性が常に存在している。そこで、ステレオビジョンにより地上に対して相対的位置姿勢を計測するシステムを開発し、GPS と補完し合うことで途切れない高精度計測を目指している。

ステレオビジョンでは、地形の3次元データや特定の点までの距離を三角測量の原理で計測出来る。図4の様にカメラで地上を撮影し、最低3点の特徴点についての距離が計測されれば、地上に対する相対的な位置姿勢の計測が原理的に可能である。ステレオビジョンでの三角測量の原理は図5に示す様であり、距離Zは次式で計算出来る。



図4 無人ヘリコプタの位置姿勢計測

である。そしてこの時の距離 Z に含まれる誤差 ΔZ は次式で表される。

$$\Delta Z = \pm \frac{z^2}{fT} p \quad (2)$$

ここで p はカメラの撮像素子のピクセルサイズである。この式から明らかな様に、遠方になるほど測定精度は落ちるが、高解像度のカメラを使用してピ

$$Z = \frac{fT}{x_l - x_r} \quad (1)$$

ここで、 f はカメラレンズの焦点距離、 T は2台のカメラのカメラ間距離、 x_l 、 x_r は画像平面上の位置

クセルサイズ p を小さくしたり、カメラ間距離 T や焦点距離 f を長くしたりすることで測定精度を向上させることが可能である。また、カメラ画像座標上の特徴点の位置を使えば、姿勢を計算することが可能である。この時の精度も特徴点までの距離 Z と画像素子のピクセルサイズ p に影響される。

最終的には、元々災害現場にある地上の特徴点を目印として位置姿勢同定を行うが、まずは地上に認識し易いマーカーを3つ配置して、そのマーカーを目印として実験を行った。また既知のマーカーを使う利点として、画像素子のピクセルサイズ以上の精度で計測出来る点が挙げられる。本研究で使ったマーカーとそのマーカーを上空から撮影した画像を図6に示す。右上のものがマーカーで、その寸法は直径300mmである。

本実験では無人ヘリコプタをマニュアル操縦により上空でホバリングさせ、地上のマーカーを認識させた。その様子を図7に示す。目標としては、位置精度5cm以下、姿勢精度0.05°以下の計測であるが、これを実現するには更なる改良が必要である。改良方法としては、マーカーを利用する場合はマーカーサイズやマーカーの配置情報を利用することにより精度を向上させる方法である。また、地上の特徴点を使う場合も、特徴点に関する情報を最初に取得したりすることによって精度向上させる方法があり、今後の研究課題である。また、カメラの高画素化など電子機器類の性能向上も今後期待される為、これらによっても計測精度が向上されると考えられる。

6. おわりに

斜面崩壊監視システムなどの観測機器を搭載する無人ヘリコプタの位置姿勢を、高精度で計測する為のGPSを使ったシステムやステレオビジョン技術などの研究開発を行った。しかしまだ精度が十分ではなく、今後も精度向上を目指し研究開発を進めて行く。また、斜面崩壊監視システム以外の観測機器などを搭載して消防防災分野で利用される無人ヘリコプタシステムとして研究を継続して行く。

【参考文献】

- 1) 森川泰、松本治、富田文明、神村明哉、天野久徳、新井場公德、消防防災用無人ヘリコプタシステムの研究開発、第12回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会、1A4-2、2011.12.25
- 2) 森川泰、松本治、神村明哉、天野久徳、新井場公德、消防防災用無人ヘリコプタによる観測飛行実験、第13回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会、2I2-1、2012.12.19
- 3) 森川泰、松本治、神村明哉、天野久徳、新井場公

徳、ステレオビジョンによる位置姿勢計測技術の研究開発、第14回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会、2D3-3、2013.12.19

- 4) 森川泰、佐伯一夢、松本治、神村明哉、天野久徳、新井場公德、ステレオビジョンによる無人ヘリコプタの位置姿勢計測、ロボティクス・メカトロニクス講演会2014、2A2-F02、2014.5.27
- 5) 新井場公德、斜面の二次災害危険度予測のための遠隔計測手法に関する研究、消防研究所報告、第100号、pp.17-26、2006

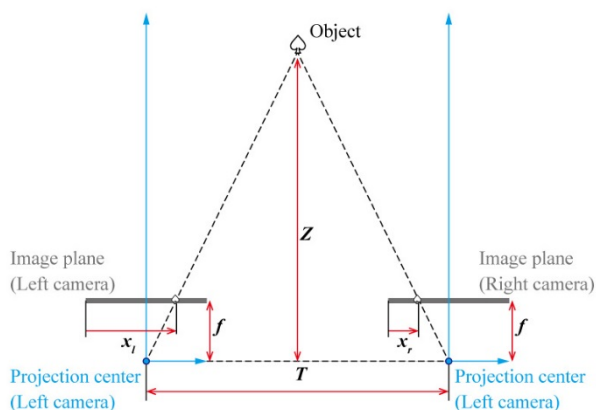


図5 三角測量原理

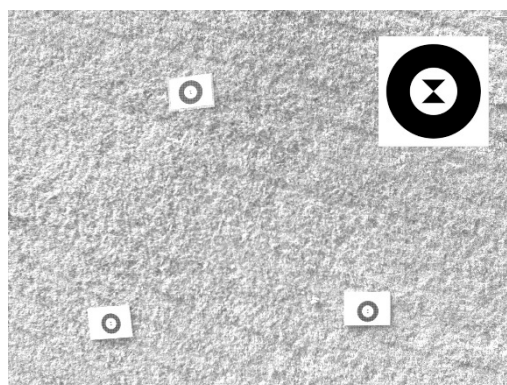


図6 マーカーと撮影画像

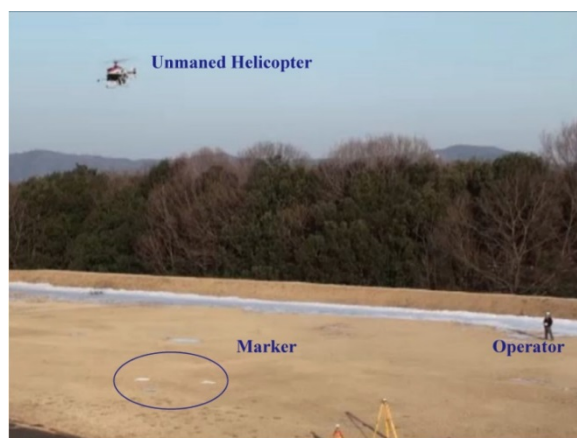


図7 野外での飛行実験

3.3 地震等災害時に救助活動を支援する障害物除去システムの開発

研究実施期間	平成 24 年度～平成 25 年度
配分額(千円)	平成 24 年度 15,487 平成 25 年度 11,812
研究代表者	久保田 士郎
所属機関	独立行政法人産業技術総合研究所
研究体制	産・学・官 (株式会社相模工業、カヤク・ジャパン株式会社、独立行政法人産業技術総合研究所、東京消防庁)
研究概要	本研究では、地震等の災害時に倒壊した建物の中から人命を迅速に救助するために、重機を使用せず小規模爆破技術を適用して倒壊コンクリート壁等を局所的に破砕し、突破口を作り(ブリーチング)、救助活動を支援するブリーチング技術開発を実施した。壁の裏側に要救助者が存在する場合、壁の表側だけにクレータを発生させ、裏側には亀裂を発生させつつブリーチング達成のための 2 次破砕を容易とし、破片は飛ばさない技術を開発した。要救助者が存在しない場合は、迅速性を優先した効率的な破砕技術を開発した。具体的には 125~250mm の範囲で任意の壁厚(ダブル配筋)について上記 2 種類のブリーチングに適切な穿孔長、薬量の条件を示した。同時に、爆風圧等、各条件での爆発影響を計測して、本技術の安全性を検証するデータを得た。さらに、作業時間を計測し、本技術の迅速性を示した。
研究成果の活用事例(実用化の状況)	<p>本研究成果により火薬類を用いた新規ブリーチング技術を安全・確実・迅速に実施できることを示したが、一方、火薬類を使用したブリーチングを災害現場で適用するには、火薬類の貯蔵や消費に関する諸手続きの簡略化等が必要である。</p> <p>そこで、これまでの研究成果をもとに非火薬破砕剤を用いた新規ブリーチング技術開発を進める。非火薬破砕剤は火薬類と違い、貯蔵場所等の制限が緩和されるため、実用化へ向けては有利である。</p> <p>さらに、大震災時に崩壊し障害となる構造は様々考えられ、本研究成果に加えて種々のシナリオを想定した実験により、新規ブリーチング技術の応用範囲の明確化の研究を進める。同時に種々の爆破破砕実験を再現しうるシミュレーション技術による爆破破砕効果評価法の確立を進め、本研究成果を大震災時の救出補助技術として実用化する。</p>
応用の方向性	<p>昨年度は南海トラフ大地震の想定最大震度7が発表されるなど、我が国では大震災がいつ起こってもおかしくない状況であり、人命要救助の捜索・救出経路を安全・確実・迅速に確保する技術開発には急務である。</p> <p>本研究では RC 壁に対するブリーチングを想定して研究を実施し、火薬類が災害時に救出口を確保するのに適していること示した。本研究を震災時のあらゆる状況下で救出経路を安全・確実・迅速に確保する手法の確立まで進展させるよう研究展開する。</p>

研究発表の状況等	<p>“Estimation of Crater in Reinforced Concrete Wall Caused by Mini-Blasting”, Kana Nishino, Shiro Kubota, Yuji Wada, Yuji Ogata, Norio Ito, Masayuki Nagano, Satoki Nakamura, Takuya Taguchi, Atsuya Fukuda, Materials Science Forum Vol. 767, pp.154-159, 2013</p> <p>“Partial destruction of reinforced concrete wall by small blasting”, Kana Nishino, Shiro Kubota, Yuji Wada, Yuji Ogata, Norio Ito, Masayuki Nagano, Satoki Nakamura, Takuya Taguchi, Atsuya Fukuda, Proc. of ISIE2013, pp.268-273 2013</p> <p>「小規模爆破による鉄筋コンクリート壁の破壊制御に関する基礎的研究」, 西野佳奈, 久保田士郎, 和田有司, 緒方雄二 (産総研), 伊藤農利夫, 長野正幸 (株式会社相模工業), 中村聡磯, 田口琢也 (カヤク・ジャパン株式会社), 火薬学会 2012 年度秋季研究発表会, 鹿児島, 2012 年 11 月</p> <p>「鉄筋コンクリート壁における小規模爆破によるクレーターについての数値解析的な検討」, 西野佳奈, 久保田士郎, 和田有司, 緒方雄二 (産総研), 伊藤農利夫, 長野正幸 (株式会社相模工業), 中村聡磯, 田口琢也, 福田淳也 (カヤク・ジャパン株式会社), 火薬学会 2013 年度春季研究発表会, 横浜, 2013 年 5 月,</p> <p>「穿孔角度 45°による鉄筋コンクリート壁におけるクレーター発生」, 西野佳奈, 久保田士郎, 和田有司 (産総研), 伊藤農利夫, 長野正幸 (株式会社相模工業), 福田淳也 (カヤク・ジャパン株式会社), 緒方雄二 (産総研), 火薬学会 2013 年度秋季研究発表会, 下関, 2013 年 12 月</p> <p>「鉄筋コンクリート壁における破砕効果の違いによる爆発影響について」, 西野佳奈 (横国大), 久保田士郎, 和田有司, 伊藤農利夫, 長野正幸 (株式会社相模工業), 福田淳也 (カヤク・ジャパン株式会社), 緒方雄二 (産総研), 熊崎美枝子 (横国大), 火薬学会 2014 年度春季研究発表会, 横浜, 2014 年 5 月</p>
知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	<p>一定の社会的目的(たとえば、緊急時の人命の確保等保安の観点で効果が優れているもの)に限定する火工品については火薬類取締法の適用を除外することにより、安全規制の合理化が図られている。そこで、本成果を新規ブリーチングの安全・確実・迅速性を示す根拠資料として活用することが重要である。</p>

地震等災害時に救助活動を支援する障害物除去システムの開発

○久保田士郎¹・西野佳奈¹・和田有司¹・緒方雄二¹・伊藤 農利夫²・長野 正幸²
中村聡磯³・尾崎純⁴・田鍋憲一⁴・山田寿⁵・武田賢二⁵

Shiro Kubota, Kana Nishino, Yuji Wada, Yuji Ogata, Norio Ito, Masayuki Nagano,
Satoki Nakamura Jun Ozaki, Kenichi Tanabe, Hisashi Yamada, and Kenji Takeda

研究課題の要旨：本研究では、地震等の災害時に倒壊した建物の中から人命を迅速に救助するために、重機を使用せず小規模爆破技術を適用して倒壊した建物のコンクリート壁等を局所的に破砕し、突破口を作り（ブリーチング）、救助活動を支援するブリーチング技術開発を実施した。壁の裏側に要救助者が存在する場合、壁の表側だけにクレータを発生させ、裏側には亀裂を発生させつつブリーチング達成のための2次破砕を容易とし、破片を飛ばさない技術を開発した。要救助者が存在しない場合は、迅速性を優先した効率的な破砕技術を開発した。125～250mmの範囲で任意の壁厚について上記2種類のブリーチングに適切な穿孔長、薬量の条件を示した。同時に、爆風圧等、爆発影響を計測して、本技術の安全性を検証するデータを得た。作業時間を計測し、本技術の迅速性を示した。

キーワード： 人命救助、RC壁、小規模発破技術、ブリーチング

1. はじめに

地震等の災害時に倒壊した建物の中から人命を迅速に救助するために、建設重機を使用せず小規模爆破（ミニブラスティング技術）¹⁾²⁾等を適用してコンクリート壁（RC壁）等を局所的に破砕し、突破口を作り（ブリーチング）、救助活動を支援するためのブリーチング技術を開発する。火薬類、もしくは、火薬類に代わる高エネルギー物質（非火薬）を数グラム単位で容器に充填し、爆発エネルギー放出の方向性を制御することで、RC構造物の必要な箇所だけを破砕する技術を開発する。障害物として鉄筋コンクリート製の壁を想定した。壁の裏側に要救助者が存在する場合は、裏側に飛散物を発生させない技術（新規クリーン・ブリーチング）、存在しない場合は迅速性を優先した技術（新規ダーティー・ブリーチング）を開発する。

2. 新規ブリーチング技術と開発目標

火薬類に代表される高エネルギー物質の特徴は、瞬時にエネルギーを放出するために十気圧オーダーの高圧力状態を実現することであり、それを破壊の用途に使用する技術が発破である。作業工程は、装薬孔の穿孔、装薬、込め物充填ならびに結線作業のあと退避・安全確認して点火である。火薬と点火器具（雷管+母線+発破器）は外部駆動源を必要としない。最近着目されている小規模発破（ミニブラスティング）のように穿孔径を小さくして、従来の発破解体よりも孔間隔を狭く設定することで1孔あたりの薬量を抑える工法を適用すれば、1回の総薬量を従来の解体発破と比して減らすことが期待

できる。そのため、周辺に発生する爆風や振動等の爆発影響も大きく低減化可能である。

穿孔径は十数mm程度とし、穿孔作業はポータブルの小型のハンドドリルで可能である。よって、作業中の粉塵は殆ど発生しないであろう。以上のことから、高エネルギー物質を応用することで、災害時に重要となる機動性と迅速性を有し、かつ作業の安全性の課題を克服できる新技術の確立が期待できる。

目標は15cm～25cmまでの任意厚の鉄筋コンクリート壁に対して最適な条件を提示することである。同時に、爆発影響と作業性を検討して、安全性と迅速性を検証する。地震による損害を受けた構造物への適応であるため、爆発による2次災害を避けるためにも、最小薬量でかつ確実な破砕効果が得られる条件を見いだす必要がある。クリーンブリーチングでは壁の裏側へ飛散物を飛散させない破砕技術を開発する。高エネルギー物質による破砕は一次破砕と位置付け、ハンドブレイカー等を使用した簡単な手法を組み合わせることで従来よりも安全・迅速・確実にブリーチングを実施できる技術を開発する。

3. 実験方法

装薬条件と破砕効果との関係を明らかにするために、爆破破砕実験を実施した。破砕範囲は壁に対して一辺90cmの三角形の領域で、各辺上のコンクリートが除去の対象になる。実験において、三角形の各辺上の全領域を破砕対象とする場合を完全パターン評価、領域の一部を取り出して破砕効果を評価する場合を部分パターン評価、さらに単一の装薬孔だけでの評価を単発評価破砕実験とする。

単発評価破砕実験で、装薬条件と破砕効果の関係性を調べることで、最適条件の候補を絞り込む。候補に挙げられた装薬条件で部分パターン爆破破砕実験を実施し、本技術における装薬条件と破砕効果との関係を明らかにする。

（所属機関名）

- 1 独立行政法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門
- 2 株式会社 相模工業
- 3 カヤク・ジャパン 株式会社
- 4 東京消防庁消防技術安全所消防技術課
- 5 東京消防庁警防部救助課

さらに、完全パターン評価実験にて周辺の爆発影響の計測（爆風圧、ひずみ、加速度、音）、ならびに作業性の検討を実施し、安全性と迅速性に関するデータを取得する。

図1にRC壁供試体の一例と装薬パターンを示す。本報告書では供試体に対して、装薬孔を穿孔する側を穿孔側（救助活動を行う作業側）、反対側（要救助側）を裏側と呼ぶことにする。RC壁供試体は50cm×50cmのものから最大で1.5m×1.5mのものを使用した。

装薬条件は、穿孔間隔、穿孔径、穿孔深さ（長さ）、穿孔角度、込め物の種類である。壁厚ごとに破碎デバイスの径を変化させることは実用上困難と考え、穿孔径は16mmで固定した。孔間隔は3g/孔程度の薬量で隣り合う装薬孔の爆破破碎効果が影響し合う程度の180mmで固定した。火薬類を用いた破碎デバイスのプロトタイプ（薬量3g）を図2に示す。内径11mm、肉厚1mmのポリカーボネート管（長さ55mm）の底に2.6gのComposition C4爆薬を充填し雷管の添装薬0.4gと合わせて薬量3gの破碎デバイスとした。穿孔角度は垂直穿孔と斜め45度穿孔の条件、込め物は通常の粘土と密閉強度が高い樹脂系の込め物を使用した場合等、装薬条件と破碎効果の効果を明らかにし、任意の壁厚に対してブリーチングが可能な条件を提示する。

4. 破碎効果の評価

破碎効果の評価では爆破破碎後に形成されるクレータのサイズを用いた。壁供試体に形成されたクレータの一例を図3に示す。クレータ深さ、表面縦方向長さ、横方向長さを計測した。クレータは穿孔側にも、裏側にも発生する可能性がある。クレータの代表的な寸法は深さである。たとえば、穿孔側に発生したクレータの深さを、クレータ深さ（穿孔側）、裏側の場合、クレータ深さ（裏側）のように表し、両者を合わせたものを、総クレータ深さのように表現する。

5. 実験結果

5.1 装薬条件と破碎効果

5.1.1 垂直穿孔条件（込め物：粘土）³⁾

最も単純な装薬条件である垂直穿孔にて壁厚150mm（シングル配筋）、250mm（ダブル配筋）について単発評価およびパターン評価実験を実施した。

壁厚150mmの供試体では、穿孔深さ80mm以下では穿孔側のみにクレータが生成し、穿孔深さ85mm以上で穿孔側、裏側の両側でクレータが確認された。ただし、穿孔深さ85mmでは穿孔側にだけクレータが生成し裏側には生成しない場合もあった。穿孔深さ85mmで薬量3gの条件で薬心はRC壁の中心と一

致した。装薬量の影響の検討、パターン評価実験を実施した結果、壁厚150mmの新規ブリーチングに適した条件が表1のように得られた。



図1 RC壁供試体と装薬パターン
（穿孔径16mm、孔間隔180mm）

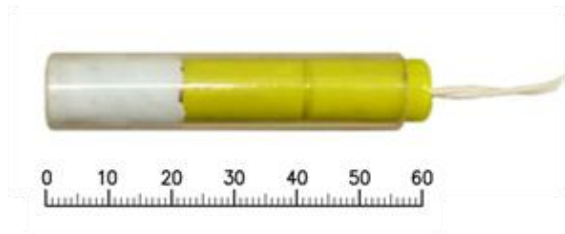


図2 火薬類デバイス：外径13mm 薬量3g
（2.6gComposition C4+0.4g 雷管の添装薬）

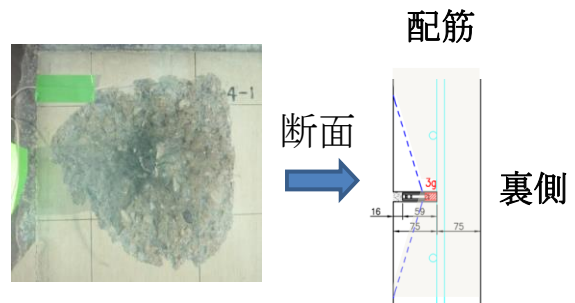


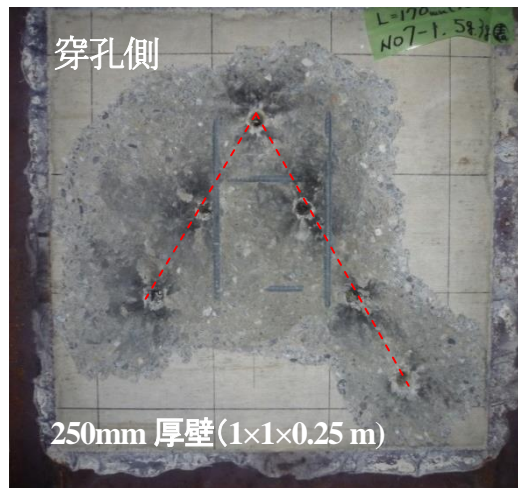
図3 クレータの一例（壁厚150mm）
（3gデバイス、穿孔長75mm）

表.1 垂直穿孔（込め物：粘土）での装薬条件
 L_f (mm)：穿孔深さ， W (g)：薬量/孔

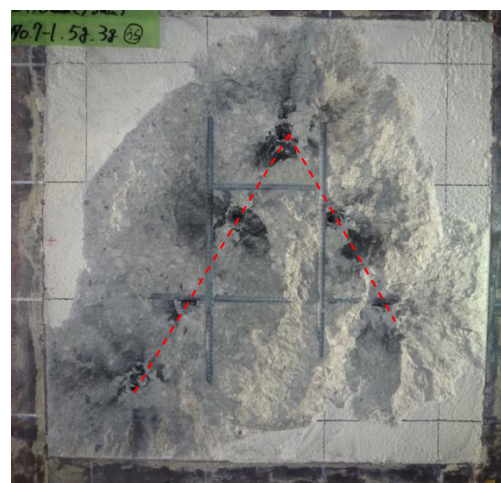
RC壁	ダーティーブリーチング	クリーンブリーチング
150mm厚 シングル配筋	$W:3, L_f: 75$	$W:3, L_f: 75$
250mm厚 ダブル配筋	$W:3, L_f: 75$ と $W:5, L_f: 70$ との組 み合わせ	-

壁厚 250mm では最大薬量を 8g/孔とし RC 壁の爆破
 破砕実験を実施した。穿孔深さを 75～180mm で変化
 させた結果、RC 壁の穿孔側、裏側の両方にクレータ
 を同時に発生させる条件は確認されなかった。壁厚
 が 250mm 程度に対して垂直穿孔条件では破砕能力に
 限界があると判断できる。そこで、火薬類を二つの
 壁面の比較的近傍に分散して装填することで、両面
 にクレータを生成させることを狙い、分散装薬（デ
 ッキチャージ）を検討した。穿孔深さ 185mm の孔を
 穿孔し、薬量 3g デバイス（長さ約 60mm）を設置
 後、約 50mm 込め物を充填して、二つ目の薬量 3g デ
 ィバイスを設置し、再度込め物を穿孔側表面まで充
 填した。薬量 3g デバイスで穿孔深さ 185mm と薬
 量 3g デバイスで穿孔深さ 75mm との組み合わせに
 相当する。パターン評価実験では孔当たり、薬量 5g
 デバイスで穿孔深さ 170mm と薬量 3g デバイス
 で穿孔深さ 75mm との組み合わせで実験した。破砕
 状況を図 4 に示す。穿孔側、裏側ともに鉄筋がむき
 出しになり、総クレータ深さは平均 151mm（穿孔側
 62mm、裏側 89mm）であった。7 孔部分をハンドブ
 レーカーで 2 次破砕処理し開口を試みた結果、所要時
 間は 4 分 20 秒であった。作業の迅速性が期待でき、
 上述の分散装薬条件はダーティーブリーチングに
 適した条件と判断できる。

250mm 厚壁のクリーンブリーチングのための装薬
 条件として 2 回分けて穿孔側にクレータを生成させ
 る方法を検討した。まず、180mm 間隔で穿孔深さ 75mm
 を穿孔し、それらの孔の間にさらに 150mm 深さの孔
 を穿孔する。1 回目は 75mm 穿孔に 3g の破砕用ディ
 バイスをセットして発破し小さいクレータを生成
 させる。次に事前に穿孔した 150mm の孔に 3.5g～5g
 破砕用デバイスをセットしてクレータの深さを
 大きくすることを狙った。その結果、平均値の最大
 でも 74mm 深さのクレータしか生成されず十分な破
 砕効果が得られなかった。設計が複雑になり十分な
 破砕効果が得られないため、壁厚 250mm に対して垂
 直穿孔条件は技術的に難点があると判断した。



(a) 穿孔側の破砕状況



(b) 裏側の破砕状況

図 4 壁厚 250mm、穿孔深さ 170mm/薬量 5g と穿孔深さ
 75mm/薬量 3g の組み合わせの分散装薬のパターン評
 価実験（7 孔）の破砕状況、（2 次破砕所要時間 4 分
 20 秒）

5. 1. 2 45 度穿孔条件（込め物：粘土）

垂直穿孔は穿孔作業など最も単純であるため、災
 害時の状況を考えると有利である。しかしながら、
 250mm のように壁が厚い場合は十分な破砕効果を得
 るために分散装薬などの工夫が必要になり設計が
 複雑になる。一方、45 度穿孔の単発評価実験より穿
 孔深さが大きい場合に垂直穿孔と比較して破砕効
 果が向上することが判明した。そこで、図 5 に示す
 ような 45 度穿孔を採用すれば、壁厚が 250mm であ
 っても分散装薬など必要なく、単純にクリーンある
 いはダーティーブリーチングに適した穿孔深さと
 薬量を設定可能と判断し任意壁厚に対して装薬条
 件を決定した。

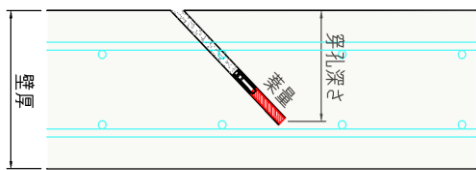


図5 45度穿孔装薬条件

クレータが生成するのが穿孔側であるか裏側であるかを支配するパラメータは穿孔深さと壁厚との関係で決まる。そこでブリーチングに適した装薬条件を決める手順としてまず、穿孔深さ/壁厚の比で、壁厚毎に適当な穿孔深さを検討する。単発評価実験とパターン評価実験の結果をもとに、ダーティーブリーチングの穿孔深さを決める条件として穿孔深さ/壁厚 0.7 とした。また、クリーンブリーチングの条件は、安全をみて穿孔深さ/壁厚の比を 0.52 程度とした。

穿孔深さ/壁厚を決めた後は、適切な薬量設定が必要である。壁厚毎に適切な薬量を調整できれば理想的であるが、現場で使用することを想定すると破砕デバイスは火工品である必要がある。すなわち中の火薬類が容易に取り出せる構造は許されない。よって薬量毎にデバイスが作成されている必要があり、たとえば 1g オーダ間隔で薬量 2g、3g・・・8g デバイス程度であれば壁厚毎に使い分けが可能である。装薬条件について、壁厚は 5mm 間隔で設定し、薬量は 1g 間隔で変化させる。表 2 に本研究で提案する新規クリーンブリーチングの装薬条件を示す。各表において、赤太字で表した壁厚に対しては実験的に破砕効果ならびにクリーンブリーチングの場合は裏側に飛散物が発生しないことを確認した。ダーティーブリーチングの装薬条件についても同様に整理した。ダーティーブリーチングの場合は殆どの場合で、貫通に近い状態（壁厚に対して 80%以上破砕）の結果が得られた。

5.1.3 非火薬（込め物：樹脂系）

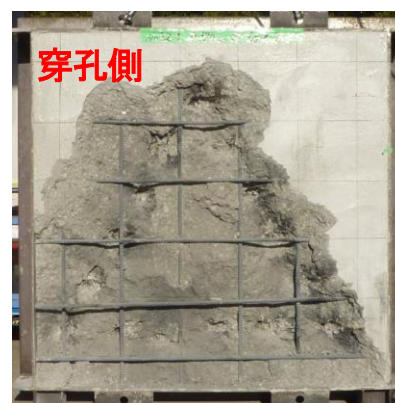
非火薬破砕剤の基礎実験を実施し、最適化、実用化に向けて問題点について検討した。非火薬を用いた破砕デバイスのプロトタイプ（薬量 10g）を図 7 に示す。穿孔径は 22mm で固定した。非火薬破砕剤では、反応速度が C4 爆薬と比較して遅いため、樹脂系の込め物を使用することが必須である。一方、気温によって硬化時間が変わるなどの問題がある。

非火薬は、壁厚 200mm と 230mm の供試体を用いて部分パターン評価実験を実施した。

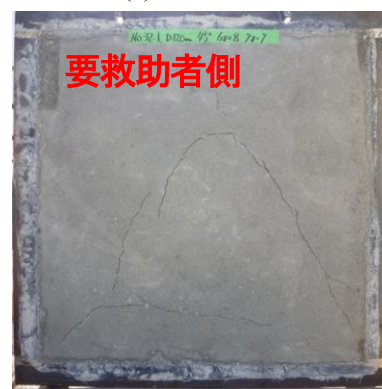
穿孔間隔は 130mm と火薬類の場合より狭くし、薬量は、15g/孔とした。

表 2 新規クリーンブリーチングの装薬条件（45度穿孔）

壁厚(mm)	薬量(g)/孔	穿孔深さ(mm)
180	4	94
185	5	97
190	5	99
195	5	102
200	5	105
205	5	107
210	6	110
215	6	112
220	6	115
225	6	118
230	6	120
235	7	123
240	7	126
245	7	128
250	7	131



(a) 穿孔側



(b) 裏側（要救助者側）

図 6 壁厚 230mm、45度穿孔、完全パターン評価
穿孔深 120mm/薬量 6g 裏面は亀裂のみ（クリーン）

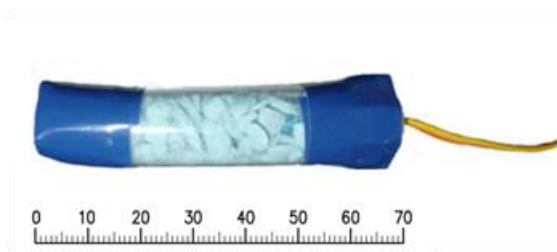


図 7 非火薬デバイス：直径 18 mm の樹脂系容器、装薬孔径は 22 mm

45 度穿孔で、穿孔深さ/壁厚の条件は火薬類の場合の条件を採用した。クリーンブリーチングの条件の検討として、壁厚 230mm では穿孔深さ/壁厚が 0.5 ~0.55 で裏面は亀裂のみの良好な結果が得られたが、壁厚 200mm では 0.55 で裏面にクレタが生成した。今後、任意の壁厚に対する最適装薬条件の決定や安全性の検証が必要である。

5.2 爆発影響評価と安全性の検証

爆風圧の構造物に対する影響、要救助者あるいは救助者側への影響を把握するために、完全パターン評価で爆風圧測定を実施した。検討すべき爆風はクリーンブリーチングの条件で 1) 穿孔側(救助者側)、2) 裏側(要救助者側)、ダーティーブリーチングの条件で、3) 穿孔側、4) 裏側である。2) では壁が貫通しないため、爆風が裏側に発生することがない。1) と 3) を比較すると 1) は壁が破れないために、穿孔側に爆轟ガスや衝撃波が反射する。よって同じ薬量なら 1) が他の場合よりも爆風圧が強い。すなわちクリーンの救助者側の爆風圧が最大で実験的に安全性を検証した。230mmRC 壁(クリーン・ブリーチングの条件)の爆風圧計測より壁から 5.2 m で人体への影響が無視できるまで減衰、壁から 3.5 m で構造物への影響が無視できる程度まで減衰する。ところで穿孔側には容易に防爆シートを設置可能であり、爆風圧は大幅に減衰する。4) については爆風圧計測結果より、壁からわずか 50cm の位置でも人体に対する安全基準値よりも十分低い爆風圧であった。

RC 壁内部で爆発により壁そのものへ作用する爆発影響を調べるために RC 壁表面のひずみを計測した。装薬孔から 200mm 以上で残留ひずみ無し、装薬孔から 500mm で顕著なひずみは計測されなかった。

爆発による振動の影響を評価するために、RC 壁表面の加速度を計測した。装薬孔から 140mm 以上離れた位置では 50ms 経過すると変位速度は 5cm/s 以下まで減衰した。

5.3 迅速性の検証

完全パターン評価実験をもとに、本技術の作業時間を評価した。作業項目は、穿孔位置のマーキング、穿孔、孔内掃除、穿孔長確認、装填、タンピング、結線、退避、警戒、点火および 2 次破碎である。

表 3 に各壁厚に対する作業時間の評価結果を示す。重機を運び込めない状況での作業時間としては迅速性を有すると評価できる。また、削岩機やカッターを使用する従来のブリーチング技術と比較して、ブリーチング活動に要する隊員の数を減らすことが可能であり、隊員の体力的な負担も小さい。さらに、粉じんや騒音に暴露される環境的な負担も軽減する。本技術は迅速性を有するだけでなく隊員の決められた活動時間を最大限に活かすことができる。

表 3 迅速性の検証(作業時間の評価)

RC壁厚	クリーンブリーチング	ダーティーブリーチング
150mm	32 分	26 分
200mm	56 分	36 分
230mm	63 分	44 分

6. まとめ

本研究では火薬類デバイスを使用して鉄筋コンクリート製モデル壁に対して、穿孔長、穿孔角度ならびに詰め物を変化させた一連の実験を実施した。その結果、任意の壁厚に対して、最適ブリーチングの技術的条件を提示するとともに同技術の安全性と迅速性を検証し、研究目標を達成した。また、非火薬の基礎実験を実施し実用化に向けて問題点を検討した。非火薬破碎剤については、実用化には任意の壁厚に対する最適装薬条件の決定や安全性の検証が必要である。本研究では鉄筋コンクリート製の壁を対象としたが、構造物の床や天井には容易に応用可能である。さらに、大震災時には構造物の倒壊等種々の重量物による道路の寸断も考えられ、本研究を震災時のあらゆる状況下で救出経路を安全・迅速・確実に確保する手法として進展させることが重要である。

【参考文献】

- 1) 緒方雄二, Explosion Vol. 20, No. 3, pp. 35 (2010)
- 2) 久保田士郎, 西野佳奈, 緒方雄二, 新藤孝志, 橋爪清, Explosion Vol. 23, No. 2 (2013)
- 3) K. Nishino, S. Kubota, Y. Wada, Y. Ogata, N. Ito, M. Nagano, S. Nakamura, T. Taguchi & A. Fukuda, Materials Science Forum 767pp. 154(2014)

第4 危険物施設等の保安対策の充実

4. 1 石油タンクの底部鋼板の腐食劣化状態をタンクの外部から評価する手法の開発

研究実施期間	平成 22 年度から平成 24 年度
配分額(千円)	平成 22 年度 18,109 平成 23 年度 14,346 平成 24 年度 16,164
研究代表者	日置輝夫
所属機関	千代田化工建設株式会社
研究体制	産・学・官 (千代田化工建設株式会社、日本工業検査株式会社、青山学院大学、周南市消防本部)
研究概要	<p>準特定屋外タンク貯蔵所の新基準適合確認を非開放の検査によって実施するための手法として、「アクティブ Lamb 波法」「ロングレンジ UT 法」を併用したタンク板厚の定量評価法の構築を試みた。ラボ試験の結果に基づき構築した評価手法を用いて、新基準適合確認作業を行うための実運用方法を策定した。新基準適合確認の一連作業は、火災や漏洩の危険性が考えられるため、消防機関が検査に伴う工事に係る安全対策の確認及び当該検査手法に関する関係法令等の整合性について検討した。検査技術及び新基準適合確認作業に関する実運用方法について実機タンクに対する実験検証により適用性を評価した。タンク外部からの非開放検査とタンク開放による内部板厚検査結果を比較検証したところ、底部鋼板腐食減肉部の残板厚について 0.4mm 程度の誤差で評価することができた。</p>
研究成果の活用事例(実用化の状況)	<p>本研究の成果の一部であるロングレンジ UT 技術を活用し、周南市消防本部では準特定屋外タンク貯蔵所の新基準適合審査に係る指導指針を整備し、実運用を開始している。</p>
応用の方向性	<ul style="list-style-type: none"> ・他の危険物タンク診断への適用 <p>定期点検の義務のない屋外貯蔵タンクや少量危険物の屋外貯蔵タンクはタンク直径が比較的小さい。タンク直径 3000mm 未満の機器に対しては、底部鋼板の全面を対象として板厚を診断できる可能性がある。タンク設置時から計測データを積み上げるなど、毎年、定期的な検査で傾向観察を行うことにより、底板減肉・劣化状態が把握できる。</p> ・タンク屋根部及び側板部の減肉検査への適用 <p>タンク屋根部や側板部などの板厚検査において、安全上や作業上の制約から従来の検査では対象箇所にアクセス困難な場合がある。本研究にて開発した手法は遠方から検査することが可能であるため、これらの診断に適用できる可能性がある。</p>
研究発表の状況等	<ul style="list-style-type: none"> ・甲斐大介、日置輝夫、佐伯吉憲、出牛利重、”タンク底部鋼板の非開放検査への超音波法の適用”、日本非破壊検査協会 保守検査ミニシンポジウム、(2013-5)、pp.53-pp.58 ・甲斐大介、日置輝夫、佐伯吉憲、出牛利重、”超音波を用いたタンク底部鋼板の非開放検査”、日本機械学会、第23回環境工学総合シンポジウム2013講演論文集、(2013-7)、pp.86-pp.89

	<p>・日置輝夫、前田守彦、渡邊慎也、甲斐大介、井澤淳二、藤井徹、佐伯吉憲、長秀雄、出牛利重、”石油タンク底部鋼板の腐食劣化状態をタンクの外部から評価する手法の開発”、第 61 回全国消防技術者会議予稿集、(2013-10)、pp.142-pp.154.</p>
知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	<p>新基準適合作業に関するスクリーニング計測の知見やデータを蓄積し、超音波探触子用治具を含めた計測システムやデータ分析・評価について、より実運用性の高い検査手法に改良する。</p>

石油タンク底部鋼板の腐食劣化状態をタンクの外部から 評価する手法の開発

○日置輝夫¹・前田守彦¹・渡邊慎也¹・甲斐大介¹・井澤淳二²・藤井徹²・佐伯吉憲²・長秀雄³・出牛利重⁴
Teruo Hioki, Morihiko Maeda, Shinya WATANABE, Daisuke KAI, Jyunji IZAWA, Toru HUIJI, Yoshinori SAIKI,
Hideo CHO and Toshishige DEUSHI

研究課題の要旨：準特定屋外タンク貯蔵所の新基準適合確認を非開放の検査によって実施するための手法として、「アクティブ Lamb 波法」「ロングレンジ UT 法」を併用したタンク板厚の定量評価法の構築を試みた。ラボ試験の結果に基づいて構築した評価手法を用いて、新基準適合確認作業を行うための実運用法を策定した。新基準適合確認の一連作業は、火災や漏えいの危険性が考えられるため、消防機関が検査に伴う工事に係る安全対策の確認及び当該検査手法に関する関係法令等の適合性について検討した。検査技術及び新基準適合確認作業に関する実運用方法についても実機タンクに対する実験検証により適用性を評価した。タンク外部からの非開放検査とタンク開放による内部板厚検査結果を比較検証したところ、底部鋼板腐食減肉部の残板厚について 0.4mm 程度の誤差で評価することができた。

キーワード：準特定屋外タンク貯蔵所、底部鋼板、新基準適合確認、アクティブ Lamb 波法、
ロングレンジ法 UT 法、スクリーニング検査

1. はじめに

危険物の規制に関する政令の一部を改正する政令(平成 11 年政令第 3 号)により、500kl 以上 1000kl 未満の屋外タンク貯蔵所については「準特定屋外タンク貯蔵所」と区別された。同改正政令附則第 2 項の「旧基準の準特定屋外タンク貯蔵所」は平成 29 年 3 月 31 日までに、新基準に適合することを確認するか、適合するように対応しなければならない。開放期間中は当該タンクを使用できなくなることで、また、開放期間中の代替タンクを確保する必要があることも想定されることから、タンクの設置者等への経済的なコスト負担が大きなものとなると考えられる。そのため、新基準適合確認対象範囲である側板内面から 500mm 以内のタンク底部鋼板の板厚をタンクを開放せずに評価する手法があればタンク設置者等への負担が軽減され、新基準適合確認も進むことになる。このような背景から、本研究は平成 22 年- 24 年度消防防災科学技術研究推進制度の助成を受けて、準特定屋外貯蔵タンク底部鋼板の板厚をタンクを開放せずに評価する方法について研究を行った。検査技術は超音波探傷法に分類される「アクティブ Lamb 波法」¹⁾「ロングレンジ UT 法」を併用したタンク板厚の評価を試みた。

本稿では、準特定屋外タンク貯蔵所の新基準適合確認を行う一手法として、タンクを開放せずに底部の板厚評価を行うための超音波法を用いた検査技術の確立と、新基準適合確認作業に関する実運用方法の策定について報告すると共に、消防機関が検査に伴う工事に係る安全対策の確認及び当該検査手法に関する関係法令等の適合性について検討及び実施した結果を報告する。

2. 新基準適合確認に関する技術基準

当該適合確認の一部であるタンク底部鋼板に関しては、以下に示す新基準に適合しているかどうか、前述の期日までにを確認することが求められている。

- I. タンク底部鋼板の厚さが 3.2mm 以上であること
(「危険物の規制に関する規則」(昭和 34 年総理府令第 55 号)の第 20 条の 4 の 2 の第 2 項第 1 号)
- II. タンクを開放し(特定条件を除く)、原則として側板内面から 500mm 以内の範囲を円周方向に 2m 間隔で測定した値の平均値を実板厚として計算した保有水平耐力が必要保有水平耐力以上であること(「準特定屋外タンク貯蔵所に係る技術基準等に関する運用について」(平成 11 年 3 月 30 日付消防危第 27 号通知(以下「27 号通知」という。)) 第 3,1)

3. 底部鋼板板厚定量評価の流れ(案)

超音波を活用した底部板厚の板厚定量評価方法を構築した。本方法はラボ実験の結果に基づくものであることを付記する。

3.1. 前提条件

本検査手法構築に関する前提条件を以下に述べる。

- ① 板厚 6mm、矩形模擬減肉を有する試験片を用いた実験結果に基づく(表 1、図 1、図 2 参照)。
- ② アクティブ Lamb 波法、ロングレンジ UT 法の超音波探触子を用いた実験結果に基づく(表 2 参照)。
- ③ 超音波の入射方向に対して減肉部が一つ存在する条件である。

- ④ 探触子と減肉部の距離 350mm と 564mm の実験結果に基づく。
- ⑤ 内容物、コーティングがない状態の実験結果に基づく。
- ⑥ 側板や溶接部がない試験片を使用した実験結果に基づく。

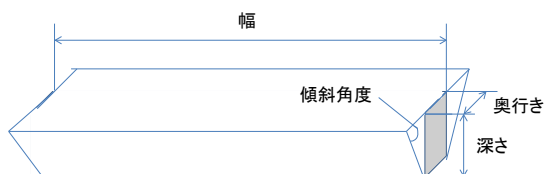


図 1 模擬減肉部の形状

表 1 基礎モデル試験片の減肉寸法一覧

試験片 No.	減肉 No.	減肉傾斜角度	減肉部奥行き X					減肉部幅 Y		減肉深さ Z 元板厚 6mm
			1mm	2mm	4mm	4mm	10mm	30mm		
A	1	90°		○				○	2.8mm (残板厚 3.2mm)	
	2	60°		○				○		
	3	30°		○				○		
B	4	90°		○			○		1.8mm (残板厚 4.2mm)	
	5	90°		○				○		
C	6	90°	○					○	3.8mm (残板厚 2.2mm)	
	7	90°			○			○		
D	8	90°		○				○	1.8mm (残板厚 4.2mm)	
	9	90°		○			○			
E	10	90°		○				○	3.8mm (残板厚 2.2mm)	
	11	90°		○				○		
F	12	90°		○			○		1.8mm (残板厚 4.2mm)	
	13	90°		○				○		

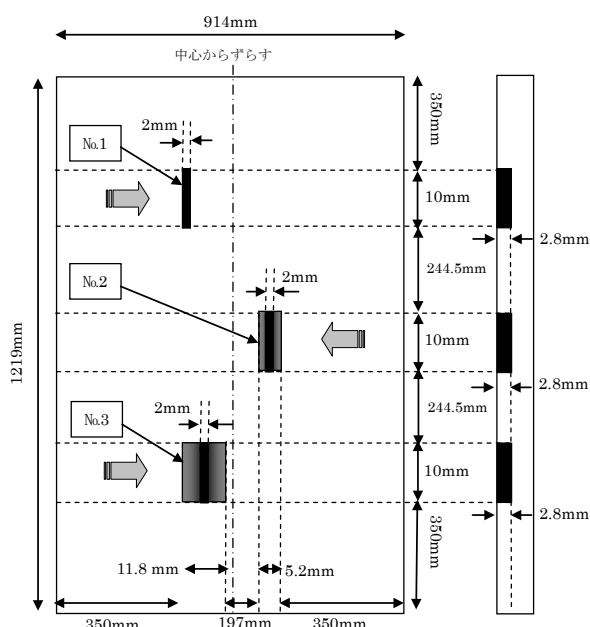


図 2 ラボ試験片 (参考図)

3.2. 計測方法

計測方法は「屋外貯蔵タンクの底部板厚をタンクを開放せずに評価する技術に関する調査・研究 (平成 22

年 2 月総務省消防庁危険物保安室)」(以下、タンク底部板厚評価技術調査・研究とする)において、理論的考察等に基づき適用可能性が高い技術が選定された。結果として、素材や部材に存在する可能性のある欠陥、材質の異常などを破壊せずに検査することができる超音波を用いた 2 つの方法「アクティブ Lamb 波法」「ロングレンジ UT 法」が採用された。また検査範囲や検査対象減肉の大きさなどに応じて、超音波探触子の周波数や入射角度を調整することにより、減肉部をより明瞭に捉えられることが本研究において示唆された。そこで探触子や治具を新規に開発することにより、計測データのばらつきを抑えることを可能とした。

表 2 超音波探触子仕様

項目	アクティブ Lamb 波法	ロングレンジ UT 法	
周波数	100kHz	1MHz	
入射角	—	53.6°	
屈折角	—	横波 90°	
振動子寸法	W	80mm	—
	H	6mm	—
寸法	W	90mm	50mm
	H	10mm	37mm
	D	50mm	60mm
メーカー	株式会社 KGK 社製	株式会社 KGK 社製	
備考	探傷器はアールディティック・アジア株式会社製 (5900PR) のラム波 S0 モードの検出が可能なものを使用した。	屈折角は周波数を 0.5MHz の条件で算出した数値を示す。 探傷器はオリンパス株式会社製のものを使用した。	

3.2.1. アクティブ Lamb 波法

アクティブ Lamb 波法は、ラム波の基本 S₀モードを発生し、反射波を検出することにより減肉量と減肉箇所を推定する方法である。底部鋼板の端面に探触子を設置・固定して計測を行い、超音波反射波形を記録する (図 3 参照)。エンコーダを用いて探触子設置位置と超音波波形のデータの関連付けを行う。

3.2.2. ロングレンジ UT 法

ロングレンジ UT 法は、通常の垂直探傷法や斜角探傷法とは異なるモードの超音波 (ガイド波) を用いて、タンク側板直下部のアニュラ板溶接部の欠陥等を検出する検査方法である。底部鋼板の張出部上面に探触子を設置する。タンク側板に対して平行に走査させながら計測を行い、超音波反射波形を記録する (図 3 参照)。複数 (少なくとも 2 方向) の入射水平角度から計測を行う。エンコーダを用いて探触子設置位置と

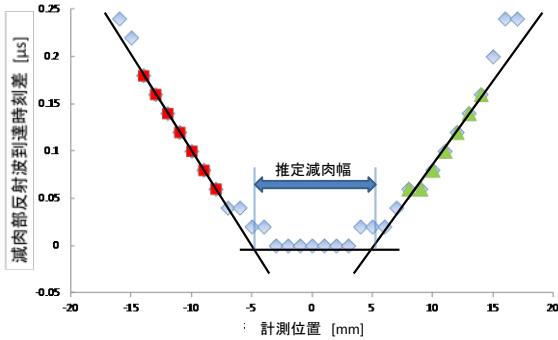


図 6 減肉反射波到達時刻差に基づく減肉幅の求め方

3.4.4. 底部鋼板板厚算出

減肉投影断面積を減肉幅で除することにより、減肉深さを求める。底部鋼板の元板厚（6mm）から減肉深さを減算し、残板厚を求める。

- ① 減肉投影断面積と減肉幅の計測データから図 7 の判定図を用いて、残板厚を概略評価する。
- ② 減肉投影断面積が 7.2mm²未満の場合は残板厚が 3.2mm 以上あるものとする。
- ③ 減肉幅 30mm を超える場合は減肉投影断面積を超音波入射幅で除することにより、残板厚を求める。
- ④ 減肉幅 30mm 未満の場合は開放検査とする。参考に減肉投影断面積を減肉幅で除することにより、大まかに残板厚を評価する。

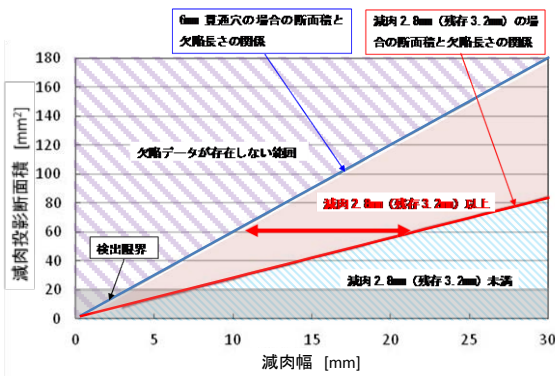


図 7 測定断面積と減肉幅に基づく減肉判定

4. 実運用方法の策定

超音波法を用いた検査技術（底部鋼板の板厚定量評価方法）に基づく新基準適合確認作業について、実運用方法を策定した。

4.1. 適用範囲

超音波法を用いた検査技術（底部鋼板の板厚定量評価方法）の実機タンク適用範囲を表 4 に示す。超音波の減衰を考慮して、当該適用範囲は張出部端面からタ

ンク中心に向けて 1500mm 以内（この範囲に底板溶接がない場合）とする。アニュラタイプの場合はアニュラ板を適用範囲とする（アニュラ板の幅が 1500mm 以内であることを前提とする）。スケッチタイプの場合は張出部端面からタンク内部中心に向けて 1500mm までの範囲とする。その範囲内に溶接線がある場合は、溶接線までの範囲とする。

表 4 検査技術適用範囲

アニュラタイプ	スケッチタイプ

4.2. 適用検査

タンク底部板厚評価技術調査・研究において新基準適合確認フロー（試案）（図 13 参照）、が示された。本フローでは表 5 に示す非開放検査が定義されている。本研究開発による手法が適用可能な検査対象は以下の通りである。

表 5 新基準適合確認のための非開放検査

非開放検査	定義内容
A-1	タンク底板全面に対して、減肉の有無及び減肉位置を確認することが可能な非開放検査。
A-2	側板内側 500 (mm) 以内に対して、減肉の有無及び減肉の位置を確認することが可能な非開放検査。
B-1/B-2	減肉部の残板厚を定量的に評価することが可能な技術。

4.2.1. 底部板厚 3.2mm

4.1 節の適用範囲内において底部板厚が 3.2mm 以上であることを検査する。タンク直径が 3000mm 以下の場合、溶接部が本検査を妨げない状態であることを前提に、非開放検査 A-2 として底部板厚 3.2mm の定量評価に適用できる。

4.2.2. 保有水平体力

非開放検査 B-2 として板厚が許容厚さ以上あることを検査する（保有水平耐力を考慮した許容厚さが 3.2mm 以下であることを前提とする）。

4.3. 実機タンク底部鋼板板厚定量評価（案）

新基準適合確認を目的とした場合の実機タンク計測作業の大まかな流れを図 14 に示す。実機タンクの環境を確認して、アクティブ Lamb 波法及びロングレンジ UT 法による計測の適用の可否を判断する。適用可否の判断は、本手法がラボ実験の結果に基づくものであること（1 節参照）、加えて実機タンク適用に関する留意点（4.4 節参照）を踏まえて判断する。適用不可と判断された場合は他の検査方法を適用するものとする。適用可能な場合は計測前処理を行う。必要に応じて保温材撤去や犬走りアスファルトのハツリ、張出部上面や端面の研磨を行う。計測環境を整備した後、アクティブ Lamb 波法やロングレンジ UT 法の超音波計測を実施する。計測終了後、前処理した部位の復旧を行う。実測値として採用できる残板厚については非開放検査 A-2/B-2 のデータとして扱う。

4.4. 計測・評価の留意点

実機タンクの構造・仕様や環境はラボ試験と異なる。本検査における留意点を以下に述べる。

4.4.1. 張出部裏面の腐食

張出部裏面の減肉状態が著しいと超音波の入射効率が低下する。加えて、検出波形にその張出部裏面減肉からの超音波の反射影響を受ける場合がある。

4.4.2. 探触子接触面の凹凸

探触子の接触面の凹凸によっては超音波の入射効率が著しく低下する場合がある。上面や端面の研磨などによって可能な限り平滑な状態を作ることが望ましい。

4.4.3. 底部鋼板の拘束・変形

底部鋼板の拘束や変形により応力が局部的に集中した場合などは、その箇所から超音波が反射する可能性がある。

4.4.4. 液面レベル

ロングレンジ UT 法においては、タンク内容物への超音波伝搬、液面からの反射が超音波波形に現れる可能性がある。計測データに影響を与えないよう液面反射の伝搬距離を確保するため、液面レベルが 400mm 以上の場合に計測を実施する。

4.4.5. 安全上の留意点

危険物施設においては、火災又は流出等の事故を防止するため、消防関係法令（消防法第 10 条第 3 項、危険物の規制に関する政令（以下「政令」という。）第 24 条から第 27 条までの「貯蔵及び取扱の基準」）を

遵守し行うことが必要である。

特に危険物の貯蔵及び取扱いを行っている箇所は、火気等の使用が不可である。火災及び流出事故に至る危険性がないか十分に確認するために、「石油タンク底部鋼板の腐食劣化状態をタンクの外部から評価する手法の開発」にかかる報告（消防）を参考として状況を確認し安全に作業を行うものとする。

5. 準特定屋外貯蔵タンク実験検証

使用中の実機タンクに対して、非開放による超音波計測を行い、本手法の適用性を検証した。

5.1. 検査対象タンクと検査範囲

実機タンクの仕様及び計測対象範囲を表 6 に示す。

表 6 実機タンク使用及び計測対象範囲

項目	内容
内容物	C 重油
容量	622kL
形状	縦置き円筒型
使用期間	37 年
設計板厚	6.0mm（底部鋼板）
検査履歴	底部鋼板全取替後 16 年経過
タンク寸法	φ9680mm×H9060mm
計測箇所	底部鋼板の 180° 近傍（図 8 参照）

5.2. 検査結果

アクティブラム Lamb 波及びロングレンジ UT による検査結果を以下に述べる。

5.2.1. 実機タンク状態

計測時のタンク状態として、タンク開放による底板の板厚計測を実施した。結果を図 9 に示す。計測範囲では板厚がほぼ 6.0 mm 以上保有していることを確認した。その中で大まかに 2 箇所、最小板厚 3.7 mm の広範囲減肉及び最小板厚 4.4 mm の微小な減肉が観察された。

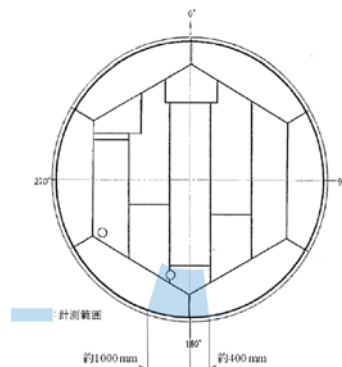


図 8 底部鋼板計測対象箇所（色付き部）

また底部鋼板の裏面直接観察結果より、タンク開放による板厚計測結果と対応する位置に減肉が確認された(図 12 参照)。減肉には錆こぶが固着している様子が確認された。その他に、底部鋼板の基礎部のコンクリート製ドレンピット付近における底部鋼板の変形や一部内面コーティングの劣化・膨潤が観察された。

5.2.2. ロングレンジ UT 法計測結果

ロングレンジ UT 法の結果を図 10 に示す。これら計測結果は、色が濃くなるにつれて反射波の振幅値が強いことを示している。また、側板と底板の溶接部の反射の影響を低減させるために傾斜をつけて超音波を入射した。さらに、ノイズ除去を目的とし、探触子を異なる 2 方向から計測を実施した。本計測では、入射角度をそれぞれ $\pm 20^\circ$ とした。周波数 1MHz の探触子を用いた場合は、探触子から 100 mm までの距離が評価困難な範囲(ガイド波形成などに起因する不感帯)となるため、100 mm 以降の結果のみを示す。尚、ロングレンジ UT 法の探触子周波数と、この探触子近傍の不感帯には相関があり、周波数が低くなる伝搬距離は大きくなるものの、不感帯は増大する。そのため、探触子の近傍における底板の計測を行う場合は、より高周波数の探触子を用いて計測することにより、不感帯の範囲を低減させることができる。

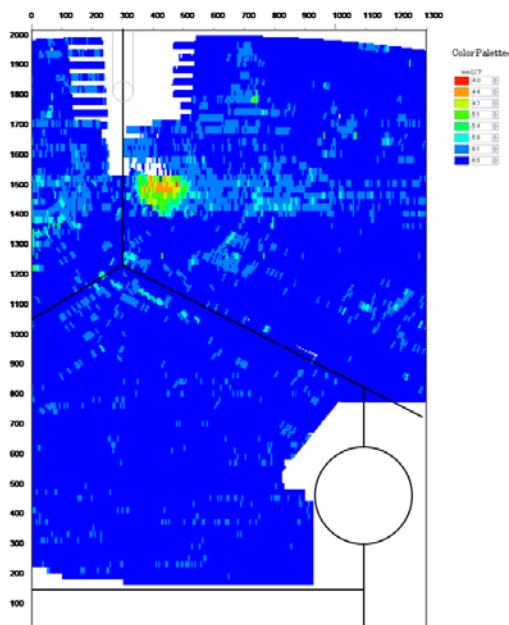


図 9 超音波板厚計測結果

それぞれ図中破線で囲んだ領域で反射波が観察された。減肉部やその他反射源等は、超音波入射角度を変化させても同様に反射するため、入射角度を変化させた結果を比較することで、反射波ではないノイズを分別・除去して評価した。結果として、減肉部やその他

反射源(ドレンピットの拘束や内部コーティングの劣化など)が確認された。

結果として、図 10 における太破線で示す検出波は、減肉によるものと推測される。尚、ロングレンジ UT 法において、溶接線や拘束が大きく異なる領域では、超音波信号が減衰するためタンク構造を踏まえて減肉部を判断することが必要である。

5.2.3. アクティブ Lamb 波法計測結果

アクティブ Lamb 波法で計測した結果を図 11 に示す。図 11 の縦軸は、探触子設置位置を示し、底部鋼板の 180° 溶接線を基準としている。横軸は、計測端面から超音波を励起後、反射波が戻ってくるまでの時間から求めた計測端面からの距離を示す。結果として、端面から 850 mm 付近、1300 mm 付近など図中の網掛け部で、一樣な反射波が観察された。また、端面から 500 mm 付近にて、複数の反射波群が存在している様子が見られた。当該タンク構造・仕様を踏まえて検討した結果、前述の端面から 850 mm 付近、1300 mm 付近など図中の網掛け部に見られた反射波は側板、アニュラ及び底板の溶接線、加熱コイルサポート等の影響であると判断された。

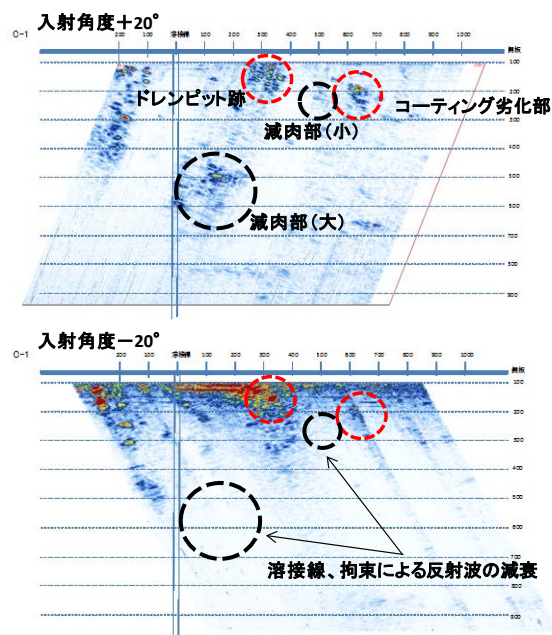


図 10 ロングレンジ UT 法計測結果

180° 溶接線からの距離が 100~250 mm、且つ端面から 500 mm 付近の範囲に見られた反射波群はタンクの構造・仕様から考えられる反射源はなく、且つ前述のロングレンジ UT 法による計測結果からも同様な傾向が見られることから、既設底板に存在する減肉部が原因である可能性が高いことが示唆された。

5.3. 板厚評価

ロングレンジ UT 法やアクティブ Lamb 波法により同定された減肉部 (大) に関して、減肉量

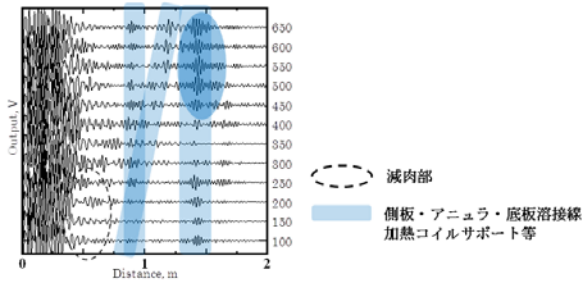


図 11 アクティブ Lamb 波法計測結果

の定量評価を試みた。定量評価はアクティブ Lamb 波法による超音波反射率と減肉断面積の相関図 (図 4 参照) を用いた。

この減肉部 (大) の計測データに関して当該相関図に基づき減肉断面積を求め、底板の残板厚を推定した。減肉幅が 30mm 以上と判断できるため減肉投影断面積から超音波の入射幅 (超音波の指向性を考慮して決定される値。本計測の場合 90mm とした) で除したものである。この推定値とタンク開放による連続板厚計測の計測値と比較した結果を図 12 に示す。

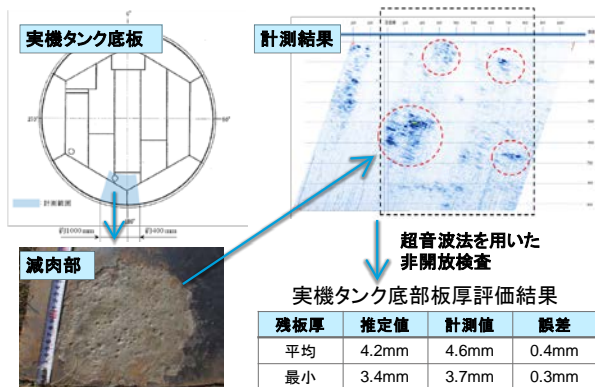


図 12 実験検証結果

残板厚の平均値に関して計測値は 4.6mm、推定値は 4.2mm となり、誤差は 0.4mm 程度であった。残板厚の最小値について、計測値は 3.7mm、推定値は 3.4mm となり、誤差は 0.3mm 程度であった。推定値と計測値の誤差はいずれも 0.5mm 未満となる結果が得られた。誤差が生じる原因としては、実機の環境において生成される減肉が矩形や皿型の模擬減肉と比較して複雑な形状であることが考えられる。実機タンク環境で生成された減肉部断面から反射する超音波は、拡散や干渉の影響により、ラボ実験により得られたものと比べて一様な反射エコーにならないためと推察される。本実機タンク計測結果からは、反射波にばらつきが生

じ、残板厚の推定値に誤差が生じる可能性があることなどを前提として、本減肉定量評価手法が実機タンクに適用できるものと判断された。

6. 研究成果の活用に向けた取り組み

板厚の評価については、まだ研究段階であるため採用は見送るものの、これらの研究成果を踏まえて、5.2.2 項にあるようにロングレンジ UT においては減肉部等のマッピング (以下、「スクリーニング」という) が可能なことが確認できたためスクリーニングにより、タンクを開放しなくても実板厚を測定できる手法を考案した。ロングレンジ UT 法を用いたスクリーニングを行うためにはまず第一に底部張出部裏面に著しい腐食がないことがあげられる。当該部分に腐食があるということは、底板裏面がすでに腐食環境にあることを意味しているためである。第 2 に雨水浸入防止措置の管理が良好であること、第 3 アスファルトサンド及び同等以上の措置がなされていることも必要である。さらに底板張出部表面の腐食についてはロングレンジ UT による計測に支障きたすおそれがあることからこれらを条件としてあげている。他にも条件等があり、周南市消防本部が発出した関係通知 (別添) を参考とする。なお、平成 11 年消防危第 27 号通知 (準特定屋外タンク貯蔵所に係る技術基準等に関する運用について) に示されたタンクを開放して底部板厚の測定をする目的としては、タンク開放時に自主保安の措置としてタンク内部の溶接線等の状況を検査するだろうという希望も込められていると考えられる。周南市消防本部管内は、周南市危険物保安規則を制定し、300kl 以上の屋外タンク貯蔵所には特定屋外タンク貯蔵所と同様に内部点検 (危険物の規制に関する規則第 62 条の 5) をすることを義務付けている。また、今後さらに当該検査データを蓄積・分析することにより、小規模タンクの定期点検等に用いることも可能か判断し、応用していくことも考えている。

(別添)

準特定屋外タンク貯蔵所の新基準適合に係る底部板厚の測定方法について

前書省略

記

1 適用機器

- (1) 超音波探傷器 (ロングレンジ UT)
- (2) 側板内面から 500mm 範囲の底板の腐食等の状態の確認が可能なもの。

2 適用条件

- (1) 27 号通知第 3、1 (1) に係るものであること。
- (2) 上記 1 の適用機器でタンク底部張出部から測定することができるものであること。

- (3) 底部張出部が 50 mm以上あること。
- (4) ア 底部張出部表面に著しい腐食^{※1}がないこと。
イ 底部張出部裏面に著しい腐食^{※2}がないこと。
- ※1 ロングレンジ UT による測定に支障がない腐食であること。
- ※2 超音波板厚計を使用し腐食環境がないことをあらかじめ確認すること。
- (5) 底部張出部の雨水浸入防止措置の管理が良好で、測定に支障がない範囲で当該雨水浸入防止措置を剥離できるもの。
- (6) アスファルトサンドが施工されていること。
- (7) 測定する位置（間隔）は 27 号通知第 3、1（1）によること。

3 判定方法

側板内面から 500mm 以内の範囲の減肉等の反射波がないことが C-スキャンマッピング（カラー）等により容易に確認できること。

4 検査フロー（図 15 参照）

5 板厚の採用について

測定箇所の板厚は、建設時の公称板厚から日本工業規格に定める板厚の許容差の最大値を減じて板厚を算出する。ただし、鋼板購入時にマイナス側の板厚公差をゼロと指定し、その仕様が書類等で明らかかな場合においては、マイナス側の板厚公差を減じる必要はないこととする。

6 側板内面から 500mm 以内の範囲に腐食等の反射波が確認された場合は、速やかに内部開放検査を実施すること。

7 その他

当該手法により板厚の評価を行った場合は、「危険物の規制に関する政令の一部を改正する政令等の施行について」（平成 11 年 3 月 30 日付け消防令第 26 号各都道府県知事あて消防庁次長通知）第 5 その他「危険物保安技術協会による技術援助」（以下「安全性評価」という。）により安全性評価を受けようとする前日までに、上記 1 から 5 までが適切に行われたことを確認できる資料を提出すること。

7. まとめ

タンクを開放せずに底部の板厚評価を行うことを目的として、平成 22 年度から平成 24 年度の 3 年間にわたり研究を行った。本研究により最終目標である以下の成果が得られた。

- ① 超音波法を用いた検査技術（底部鋼板板厚評価技術）の構築
- ② 新基準適合確認作業に関する実運用方法の策定

超音波計測の一連の作業は、火災や漏えい危険が考えられるため、消防機関が具体的な作業状況を確認し、安全面や計測の現行法との整合性について考え方を整理した。

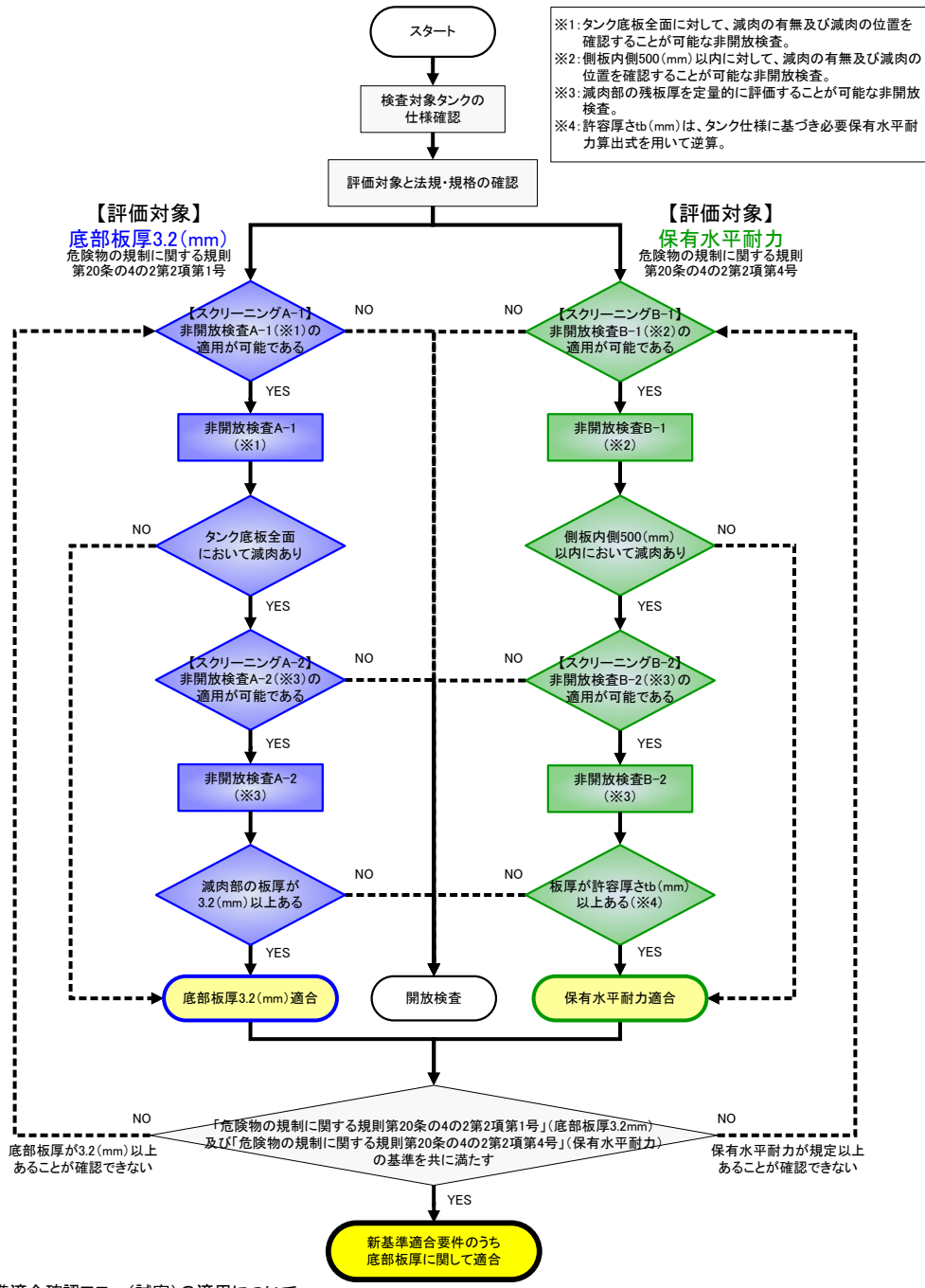
超音波法を用いた検査技術と新基準適合作業に関する実運用方法について、実機タンクに対する実験検証により適用性を評価した。タンク外部からの非開放検査とタンク開放による内部板厚検査結果を比較検証した結果、底部鋼板腐食部の残板厚について 0.4mm 程度の誤差で評価することができた。

平成 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災を受けて、タンク健全性維持の観点から技術基準に関する再整備が進むものと考えられる。特に沿岸部においては、津波によりタンク底板裏面へ浸水したことによって、今後の腐食・減肉発生が発生・進展することを危惧しているタンク所有者もいる。タンク使用中において、タンク底板の腐食劣化状態を的確に把握して、開放検査の要否判断を行い、またタンクの技術基準適合に向けた情報収集、評価することができることは大きなメリットがある。こうしたことから、タンク非開放検査は今後より重要性を増してくるものと想定される。6 章の研究成果の活用に向けた取り組みに示した新基準適合作業に関するスクリーニングや板厚計測への活用に向けて、今後、計測実績をさらに積み上げることににより検査精度を高めることが肝要である。また、研究成果の一部を活用して周南市消防本部では、新基準適合審査に係る指導指針を整備し運用を開始している（図 15 参照）。

これらの検査技術や実運用方法のさらなる向上によって、タンク所有者などの検査の負担が軽減され、新基準適合確認作業が促進することより、安全・安心な社会が実現することを希求する。

【参考文献】

- 1) 松尾 卓摩,長 秀雄,竹本 幹男,“アクティブSoラム波を用いた鋼板減肉量と位置の検出”,非破壊検査, No.54,11号 pp.601-605(2005).
- 2) 城子立夫著,“石油タンクの設計と安全管理”,pp.525-526,施策研究センター,1981

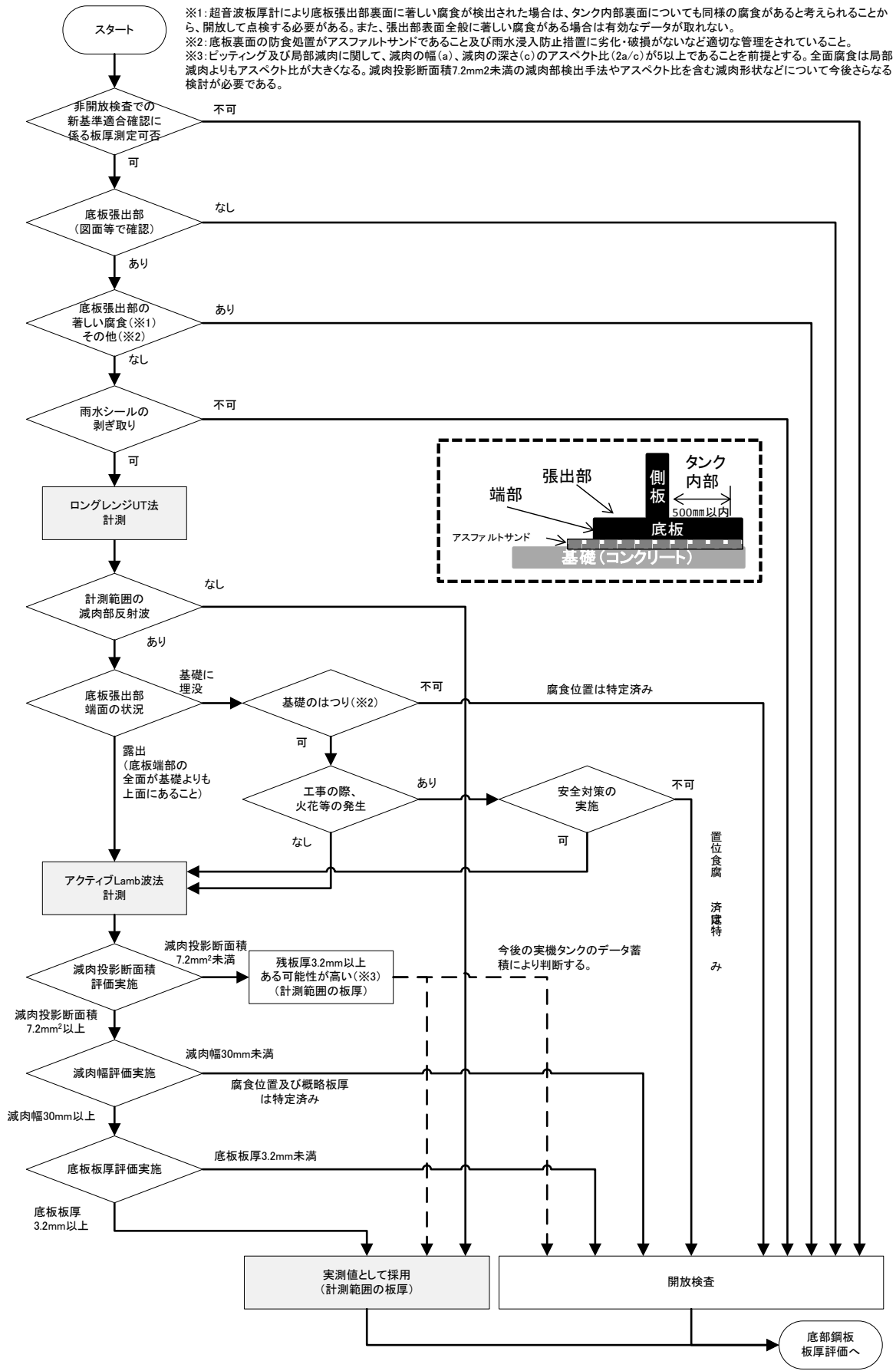


※1:タンク底板全面に対して、減肉の有無及び減肉の位置を確認することが可能な非開放検査。
 ※2:側板内側500(mm)以内に対して、減肉の有無及び減肉の位置を確認することが可能な非開放検査。
 ※3:減肉部の残板厚を定量的に評価することが可能な非開放検査。
 ※4:許容厚さtb(mm)は、タンク仕様に基づき必要保有水平耐力算出式を用いて逆算。

新基準適合確認フロー(試案)の適用について

本フローは、非開放検査A-1/B-1及び非開放検査A-2/B-2の方法が確立され、実運用を考慮した課題が解決されれば将来的に適用の可能性のあるフロー(試案)である。

図 13 新基準適合確認フロー (試案)



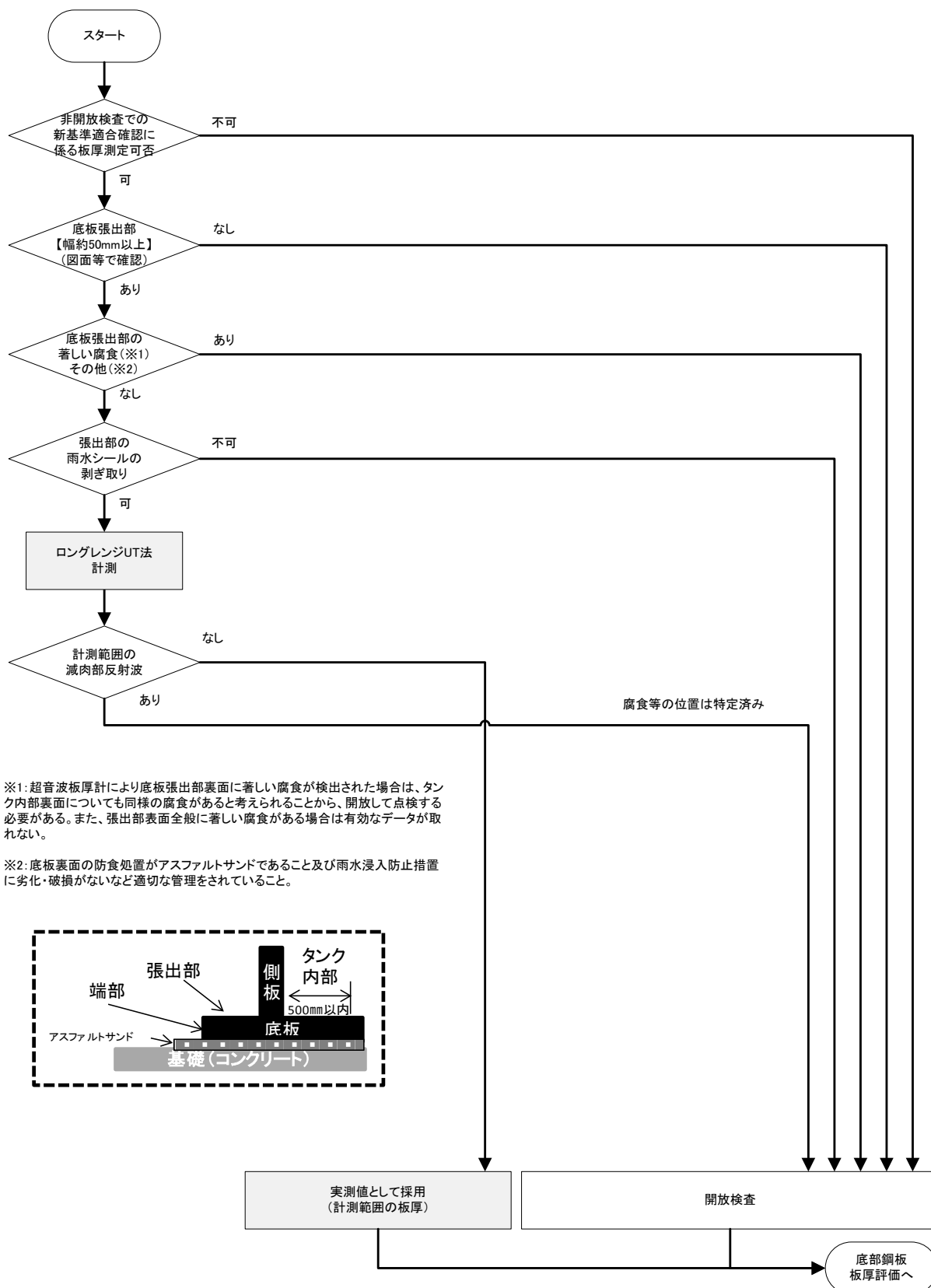


図 15 検査フロー

第5 救急・救助業務の高度化

5. 1 救急搬送の予後向上に向けた医療機関との情報の連結に関する研究

研究実施期間	平成 23 年度～平成 25 年度
配分額(千円)	平成 23 年度 9,750 平成 24 年度 7,800 平成 25 年度 5,559
研究代表者	飯原 弘二
所属機関	独立行政法人国立循環器病研究センター
研究体制	学・官 (国立循環器病研究センター、静岡県立総合病院、市立堺病院、京都大学、吹田市消防本部)
研究概要	超高齢化社会を迎えた本邦にあつて、年々増加する救急要請への対策は喫緊の課題である。それに対応するため、消防法の一部改正が行われ、全国各都道府県単位で搬送基準の策定と医療機関の選定が行われるようになった。本研究では、消防法の一部改正などの救急制度の変更の効果を検証するため、IT 技術を応用して、最も有効かつ救急隊および医療機関に負担をかけないように、救急現場における病院前情報と病院における診療情報を連結させるシステムを開発した。また、そのシステムを用いて、解析や効果判定を容易に行うことができるかどうか検証した。
研究成果の活用事例(実用化の状況)	本研究において、スマートフォン端末に搭載可能な救急搬送情報入力システム、タブレット端末を用いた院内救急診療情報入力システムを開発し、後者は国立循環器病研究センター緊急外来にて実用化されている。
応用の方向性	本研究によって開発されたシステムを使用することにより、これまでは困難であった病院前情報と病院における診療情報を連結した大規模な救急医療データベースの構築が可能となり、今後の救急医療についての大規模研究や政策決定に寄与することが期待される。
研究発表の状況等	<u>学会・講演会</u> 片岡大治、中江卓郎、桑田成規、飯原弘二. スマートフォンを用いた救急搬送情報伝達システムの開発. STROKE2013 3.21-23, 2013. 東京 片岡大治、東野芳史、桑田成規、飯原弘二. IT 技術を駆使した救急情報収集解析システムの開発. STROKE2014 3.13-15, 2014. 大阪 <u>報道</u> 朝日新聞 平成 24(2012)年 3 月 9 日 朝刊: 搬送患者情報 スマホで送信 吹田市消防と国循 <u>論文</u> Nakae T, Kataoka H, Kuwata S, Iihara K. Smartphone-assisted prehospital medical information system for analyzing data on prehospital stroke care. Stroke. 2014 May;45(5):1501-4. doi: 10.1161/STROKEAHA.114.004872. Epub 2014 Mar 25.
知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	本年度からは大阪府内の多くの消防がスマートフォンを用いた大阪府救急搬送支援・情報収集・集計分析システム(ORION)を導入することが決定している。これまでは、パイロット実験として吹田消防と当センターの間でのみでシステムを稼働させていたが、来年度以降は当システムを ORION からの情報と統合させ、多消防からの救急搬送症例についてのデータを収集解析していく。

救急搬送の予後向上に向けた医療機関との情報の連結に関する研究

○飯原弘二¹・片岡大治²
Koji Iihara and Hiroharu Kataoka

研究課題の要旨：超高齢化社会を迎えた本邦において、年々増加する救急要請への対策は喫緊の課題である。それに対応するため、消防法の一部改正が行われ、全国各都道府県単位で搬送基準の策定と医療機関の選定が行われるようになった。本研究では、消防法の一部改正などの救急制度の変更の効果を検証するため、IT技術を応用して、最も有効かつ救急隊および医療機関に負担をかけないように、救急現場における病院前情報と病院における診療情報を連結させるシステムを開発した。まず、スマートフォン端末に搭載可能な救急搬送情報入力アプリケーションを開発し、その実用性・有用性を検証する実証実験を行った。次に、タブレット端末を用いた院内救急診療情報入力システムを開発し、国立循環器病研究センター緊急外来で稼働させた。最後に、これらの情報及びDPC情報（DPC病名、予後、手術の有無）を統合する救急患者情報データベースシステムを構築した。

キーワード： 救急搬送情報、データベース、IT技術

1. はじめに

本邦においては、年々救急要請が増加する傾向にあり、救急医療の効率化は喫緊の課題である。特に緊急性の高い脳卒中や循環器疾患の治療については、医療機関の集約化、広域化と医療機関同士の連携強化は避けて通れない。消防法の一部改正後、全国各都道府県単位で搬送基準の策定と医療機関の選定が行われているが、プレホスピタルケアとメディカルコントロールの地域格差、脳卒中や循環器疾患の急性期治療施設の地域格差が厳然と存在し、医療資源や人的資源について救急搬送の実態が消防法の一部改正後、どのように改善したかを、持続的に検証するPDCA cycleを常に回す必要がある。具体的には、救急搬送におけるプレホスピタルケアと搬送時間などの因子が、搬送された患者の確定診断と予後にどのように影響したかを、検証しなければならない。しかしながら、膨大な救急搬送の病院前情報を病院内での診療情報と連結させて短時間に解析することは、これまでのシステムでは不可能である。IT技術は近年各分野において長足の進歩を遂げているが、救急医療の分野でも、mobile telemedicine¹⁾や院内外での画像情報共有ツール²⁾として利用されつつある。本研究は、この消防法の一部改正後、その効果を検証するために最も有効かつ救急隊および医療機関に負担をかけない最良と思われる方法をIT技術を駆使して考案し、試行するものである。

2. スマートフォン端末を用いた救急搬送情報入力システムの開発

救急搬送における病院前情報はこれまで紙媒体に記載され、カルテとは別々に保管されることが多かったため、病院前情報を病院到着後の診療情報と連結させて行う研究は、多大な労力と時間を必要と

し、大規模な救急医療研究の妨げとなっていた。そこで、救急隊員が搬送患者の病院前情報をスマートフォン端末に搭載したアプリケーションに入力し、その情報が病院到着前に医療機関に転送され、またそのデータがデータベースに蓄積されることにより、後日解析が容易に行うことができるようなシステムを開発した。対象疾患は、国立循環器病研究センターに救急搬送されることが多い循環器救急、脳卒中救急のケースに限定し、短時間に必要項目が入力することができるような構成とした。救急隊員は意識レベル、バイタルサインなどの基本項目に引き続き、搬送理由（病院前診断）を入力する。搬送理由が入力されると自動的にそれぞれの疾患ごとの入力項目が開くシステムになっている。画面設計は救急の現場で、手袋を着用した状態でも入力できるよう工夫した(図1)。

図1. 救急搬送情報入力システムの入力画面



（所属機関名）

- 1 九州大学医学研究院脳神経外科
- 2 国立循環器病研究センター脳神経外科



図3. 救急搬送情報入力システムを閲覧する救急隊員

入力が完了すると、画面の転送ボタンをタップすることにより、スマートフォンに入力された救急搬送情報が救急医療連結サーバーに送信される。サーバーに送信された情報は、搬送先病院と消防本部の双方から確認できるようにし、病院到着より前に病院前情報を各医療機関から閲覧できるようにした。また、上記の救急搬送情報に、医療機関から提供された確定診断名、予後などの医療情報を連結することにより、救急隊への診療情報の feedback を行えるようにした。(図2)

平成24年3月5日より本システムを国立循環器病研究センターと吹田市消防本部との間に設置し、その実用性・有用性を検証する実証実験を行った。同システムを用いた救急搬送症例は、平成24年4月から平成25年3月までの間に917名で、うち23.3%が心疾患、57.8%が脳卒中であった。救急隊の搬送理由と1週間後の診断を比較して、各病型ごとに、その病院前診断の感度・特異度を解析した。その結果、くも膜下出血は感度33%、特異度99%で診断されており、同疾患が多少の overdiagnosis は許されても、見逃してはならない疾患であることを反映しているものと考えられた。くも膜下出血以外の脳卒中については、感度90%、特異度68%で診断されており、過去の報告^{3,4)}と比較しても高い診断感度であることが分かった。これは当施設が脳卒中専門のセンターであることに起因するものと思われた。また病院前の脳卒中診断スケールである CPSS を用いると、感度62%、特異度64%で脳卒中を診断できており、これは過去の報告と概ね一致した⁵⁾。本システムを用いると、救急疾患における病院前診断の的中率のみならず、バイタルや搬送時間帯と各病型の関連、搬送時間と予後の関係などが、短時間で解析することができることが分かった。また、救急隊への搬送後情報の feedback も容易になり、救急隊は業務の合間の任意の時間に、自分が搬送した症例の確定診断や予後を閲覧できるようになった。そのことにより、救急隊の motivation の向上にもつながる効果があることが明らかになった。(図3)



3. タブレット端末を用いた院内救急診療情報入力システムの開発

脳卒中や虚血性心疾患は発症から治療までの時間と予後が関連することが知られており、診断治療までの短縮を図るようなさまざまなシステム改善が行われている。そのようなシステム改善が、時間の短縮や予後の向上に寄与しているかどうかを解析し、さらなる改善につなげていく必要があるが、一分一秒を争う救急医療の現場で、その時間経過を正確に記録に残し、そのデータを多数の症例について解析するのは容易ではない。そこで、院内無線LANネットワーク上で稼働するタブレットに救急搬送後の院内での治療履歴を入力するアプリケーション(図4)を開発し、搬送時間や検査診断に至るまでの時間、治療開始・終了までの時間、その間の患者の症状経過の推移などの解析が容易となるようにシステムを構築した。(図5)同システムは平成25年12月より当院緊急外来で稼働を開始しており、データ入力の省力化、正確性の向上に寄与すると同時に、循環器病救急の初期治療に関する大規模データの収集を簡便に行うことができるようになった。

4. 救急医療分析データベースの構築

スマートフォン端末を用いた救急搬送情報入力システムに入力された病院前情報及びタブレット端末を用いた院内救急診療情報入力システムに入力された病院到着後外来における初期診療情報はそれぞれ別々にサーバーに蓄積されていく。病院前情報は救急搬送IDにより連結可能な匿名化された情報として蓄積され、初期診療情報は病院IDが与えられ、院内のサーバーならびに電子カルテシステムの中に蓄積される。また、入院後の診療情報は、電子カルテにも記載されるが、DPCデータとして医事システムにも集積されていく。DPCデータには、DPC病名、手術の有無、予後などが含まれている。

これらのデータを連結させて解析するために、救急搬送 ID と病院 ID を紐付けることにより、救急医療分析データベースを構築した。(図6) 将来的に、このデータベースシステムを活用して、救急医療に関する大規模研究が可能になり、その結果が救急医療の予後向上に寄与することが期待される。

【参考文献】

- 1) Demaerschalk BM, Vargas JE, Channer DD, Noble BN, Kiernan TE, Gleason EA, et al. Smartphone teleradiology application is successfully incorporated into a telestroke network environment. *Stroke*. 43:3098-3101, 2012
- 2) Takao H, Murayama Y, Ishibashi T, Karagiozov KL, Abe T. A new support system using a mobile device (smartphone) for diagnostic image display and treatment of stroke. *Stroke*. 43:236-239, 2012
- 3) Ellison SR, Gratton MC, Schwab RA, Ma OJ. Prehospital dispatch assessment of stroke. *Missouri medicine*. 101:64-66, 2004
- 4) Ramanujam P, Castillo E, Patel E, Vilke G, Wilson MP, Dunford JV. Prehospital transport time intervals for acute stroke patients. *The Journal of emergency medicine*. 37:40-45, 2009
- 5) Kothari RU, Pancioli A, Liu T, Brott T, Broderick J. Cincinnati prehospital stroke scale: Reproducibility and validity. *Ann Emerg Med*. 33:373-378, 1999.



図4. タブレット端末を用いた院内救急診療情報入力システムの入力画面

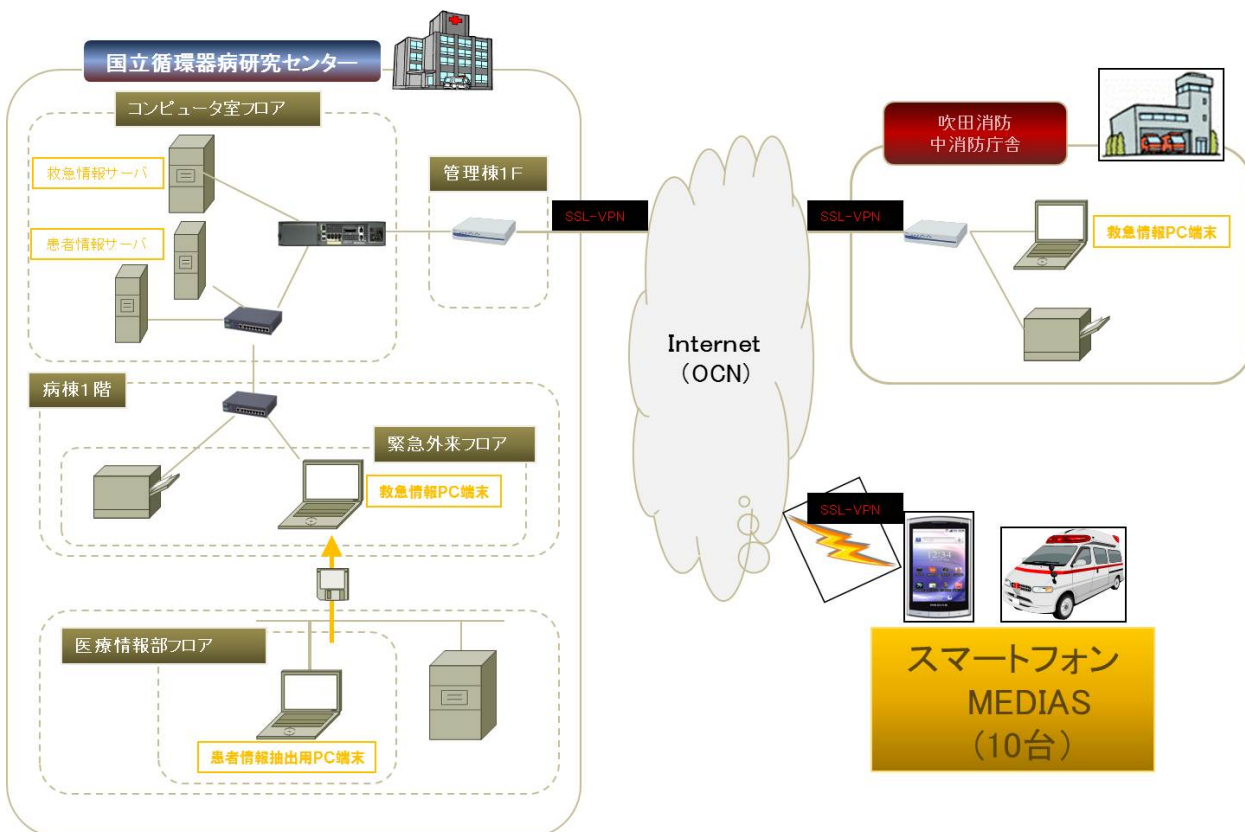


図2. スマートフォンを用いた救急搬送情報入力システムの概略

図5. タブレット端末を用いた院内救急診療情報入力システムの概要

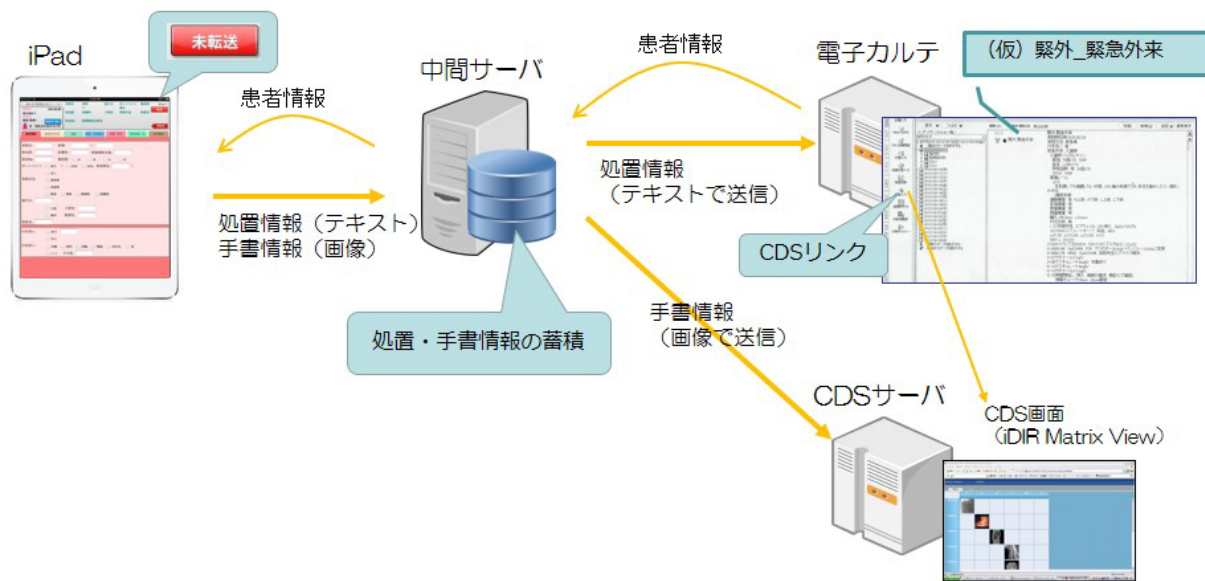
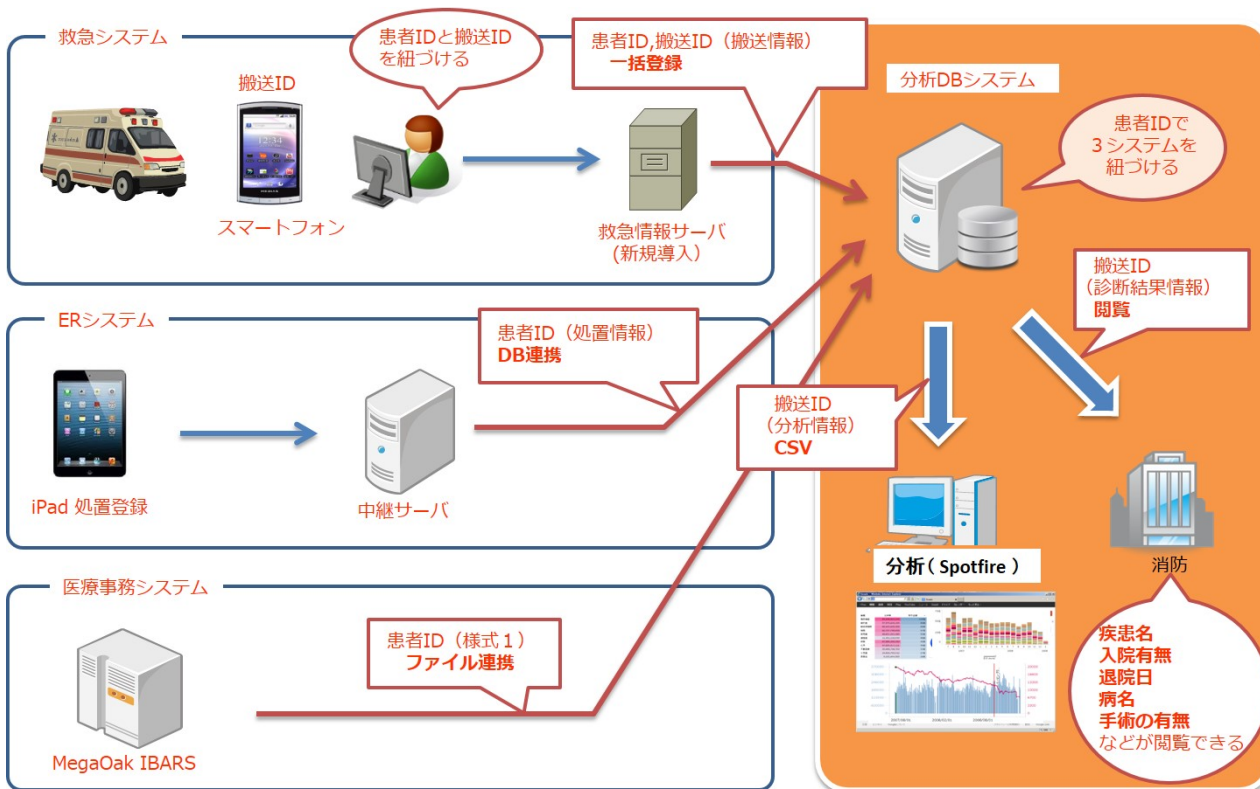


図6. 救急医療分析データベース



搬送ID (消防本部CD+搬送登録年+搬送登録月+搬送登録日+搬送者番号)

5. 2 救急電話相談事業による救急業務の効率化に関する研究

研究実施期間	平成 23 年度～平成 25 年度
配分額(千円)	平成 23 年度 12,500 平成 24 年度 8,750 平成 25 年度 17,516
研究代表者	溝端 康光
所属機関	公立大学法人大阪市立大学大学院医学研究科 救急医学
研究体制	学・官 (大阪市立大学、大阪市消防局)
研究概要	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大阪市内の医療機関を救急受診した患者を対象に、救急電話相談事業の普及にともなう救急受診への意識、行動の変化について調査した。平成 23 年から平成 25 年の間に、救急受診前に救急安心センターおおさかを利用する件数が増加したこと、さらに看護師からの助言にもとづき救急車を利用した受診が減少したことが明らかとなった。また、緊急処置を必要とする傷病者の適切な選別にも役立っており、救急安心センターおおさかが効率的な救急車利用に寄与している可能性が示された。 2. 大阪市内の救急医療機関を対象に、救急電話相談事業の普及に伴う変化を調査した。救急受診の必要性や診療の可否についての問い合わせが減少しており、救急電話相談事業が医療機関の負担軽減に寄与している可能性が示唆された。 3. 救急電話相談事業における、軽症や不搬送事案についての検証や、助言したにもかかわらず医療機関が対応不可であった事例について調査し、同事業を実施するなかで解決すべき課題を明らかにした。特に、看護師が医療機関を助言するにあたり、データベースとして対応可能な診療領域が正確に登録されていることが不可欠であることを明らかにした。
研究成果の活用事例(実用化の状況)	本研究で得られた貴重な知見は、大阪市消防局が実施している「救急安心センターおおさか」のプロトコルの改訂、看護師の対応マニュアルに生かされる。
応用の方向性	大阪市消防局が実施する「救急安心センターおおさか」の業務の質の向上に役立てられている。また、電話相談後に受診する、救急医療機関側の体制を最適化していく上でも、貴重な資料となる。さらに、「救急安心センターおおさか」の相談員や看護師に、相談後の医療機関受入状況など、本研究成果を還元することで、電話相談事業の質の向上に役立つと考えられる。
研究発表の状況等	<ol style="list-style-type: none"> 1. 溝端康光: 第 20 回救急隊員シンポジウム(平成 24 年 2 月): 救急電話相談事業がもたらす救急受診や救急搬送の変化について 2. 溝端康光: 第 105 回近畿救急医学研究会(平成 24 年 3 月): 大阪における電話トリアージについて 3. 溝端康光: 第 15 回日本臨床救急医学会(平成 24 年 6 月): 教育講演: 我が国の救急電話相談事業 - 英国 NHS Direct との比較を通して - 4. 磯淵久徳: 第 21 回全国救急隊員シンポジウム(平成 25 年 1 月): 救急安心センターおおさかの役割と効果

	<p>5. 溝端康光:第16回日本臨床救急医学会(平成25年7月):電話相談における看護師の専門的緊急度判定は、市民の自己判断による受診遅延を回避している</p> <p>6. Yasumitsu Mizobata : 7th Mediterranean Emergency Medicine Congress (2013, Sep) : Does the Telephone Triage Service Change Patients' Actions for Urgent Medical Consultation in Japan?</p> <p>7. Yasumitsu Mizobata : EuSEM2014 (2014, Sep) : The effect of the telephone triage for the patients' usage of ambulance transports to the emergency department.</p> <p>8. 溝端康光:第42回日本救急医学会(平成26年10月):救急搬送に対する救急電話相談事業の効果についての検討</p>
知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	<p>救急電話相談事業は、平成26年8月現在、東京都、大阪府、奈良県、札幌市において実施されている。今回の研究で得られた知見は、大阪府における電話相談事業が、救急医療機関への電話問い合わせの負荷軽減や、適正な救急車利用の可能性を示唆するものである。本研究結果は、将来的に本事業の開始を計画している自治体にとって導入後の効果を予測する一指標となりうるものである。今後は、大阪だけでなく東京都をはじめ、各地域で同様の検証が実施されることが望まれる。</p>

救急電話相談事業による救急業務の効率化に関する研究

○溝端康光¹・西内辰也¹・田口博一¹・山村仁¹・山本啓雅¹・山本朋納¹・梶野健太郎²・森村尚登³・大塚泰史⁴・林田純人⁴・松野亨⁴・山城芳生⁴・福井博司⁴・五十嵐里恵⁴・三浦敏也⁴・出水静雄⁴・藤本隆志⁴

Yasumitsu Mizobata, Tatsuya Nishiuchi, Hirokazu Taguchi, Hitoshi Yamamura, Hiromasa Yamamoto, Tomonori Yamamoto, Kentaro Kajino, Naoto Morimura, Yasushi Otsuka, Sumito Hayashida, Toru Matsuno, Yoshio Yamashiro, Hiroshi Fukui, Rie Igarashi, Toshiya Miura, Shizuo Demizu, Takashi Fujimoto

研究課題の要旨：救急電話相談事業による、救急業務の効率化と効果的救急搬送への影響を明らかにすることを目的として、救急医療機関を受診した救急患者、および救急医療機関を対象としてアンケートを実施し、電話相談事業開始後の2年間の変化について調査した。1.大阪市内の医療機関を救急受診した患者を対象に、救急電話相談事業の普及にともなう救急受診への意識、行動の変化について調査した。平成23年から平成25年の間に、救急受診前に救急安心センターおおさかを利用する件数が増加したこと、さらに看護師からの助言にもとづき救急車を利用した受診が減少したことが明らかとなった。また同事業は、緊急処置を必要とする傷病者の選別にも役立っていることから、効率的な救急車利用に寄与している可能性が示された。2.大阪市内の救急医療機関を対象に、救急電話相談事業の普及に伴う変化を調査した。救急受診の必要性や診療の可否についての問い合わせが減少しており、救急電話相談事業が医療機関の負担軽減に寄与している可能性が示唆された。3.救急電話相談事業における、軽症や不搬送事案についての検証や、助言したにもかかわらず医療機関が対応不可であった事例について調査し、同事業を実施するなかで解決すべき課題を明らかにした。特に、看護師が医療機関を助言するにあたり、データベースとして対応可能な診療領域が正確に登録されていることが不可欠であることが明らかとなった。以上の結果より、大阪における救急電話相談事業は、救急搬送を必要とする傷病者の選別に寄与し、医療資源の適正利用を促す可能性のあることが示された。

キーワード：電話相談、トリアージ、救急搬送

1. はじめに

昭和38年に救急搬送が消防の業務となって以来、全国の救急車の出場件数は増加の一途をたどり、平成16年には500万件を突破、平成24年には過去最高の5,805,701件となった¹⁾。大阪市における救急出場件数も、平成19年と20年の一時的な減少をのぞいて毎年増加し、平成24年には過去最高の214,953件に達した²⁾。出場件数の増加に加え、メディカルコントロール下での処置拡大等により、救急隊の活動時間が延長し、覚知から病院到着までの時間は年々長くなっている¹⁾。救急活動への負荷が増す一方で、せっかく出場しても不搬送となる事案も増加し、大阪市では平成24年には出場件数全体の20.9%を占めるようになった²⁾。また、搬送した傷病者のなかで軽症の占める割合も多く、平成24年の軽症割合は60.2%であった²⁾。このような状況を解決する方策の一つとして、患者が緊急の医療機関受診を必要としているのか、救急搬送が必要なのかをトリアージすることが模索され、東京と大阪を中心に電話によるトリアージが開始された³⁻⁵⁾。

「救急安心センターおおさか」（以下、安心センター）は、救急車を要請すべきか、緊急に医療機関を受診すべきかを迷っている相談者に対し、看護師

（所属機関名）

- 1 公立大学法人 大阪市立大学大学院医学研究科救急医学
- 2 大阪警察病院
- 3 公立大学法人 横浜市立大学大学院医学研究科救急医学
- 4 大阪市消防局

がプロトコルを用いて助言を行う市民サービス事業である⁵⁾⁶⁾。平成21年10月に運用を開始し、平成23年には総数で237,505件、救急医療相談には90,737件が寄せられた。平成24年には総数が240,250件となり、医療相談は91,878件となった²⁾。



図1 救急安心センターおおさか

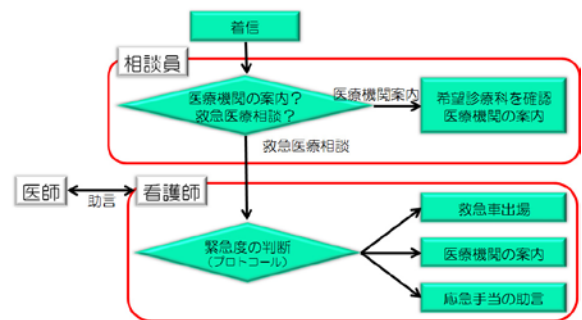


図2 着信電話への対応

安心センターの電話相談は、救急医療資源の適正利用を目指したものであるが、その助言が適切な救急受診を誘導できているのか、不要不急な救急出場を抑制できているのかについての検証はこれまで実施されていない。また、安心センター事業がどの

程度住民に認知され、利用されているのかについても詳細に検討した報告はない。

また、相談員や看護師は、対応可能な医療機関として、各救急医療機関が大阪府救急医療情報システムに登録したオンタイムの診療可否情報をもとに、直近の医療機関から順に選択し案内をしている。しかしながら、こうして教えられた医療機関に患者が電話すると、時には「対応できない」として受診を断られることがある。このような状況は、安心センターへの患者の不満につながり、折角の市民サービスの普及の妨げになる可能性がある。このため、対応不可の原因を特定し、その解決策を探ることは救急電話相談事業の運用にとって重要な課題となっている。

2. 目的

1. 救急電話相談事業がどのように住民に認知され利用されているのか、その利用に伴い患者の救急受診行動がどのように変化したのか、を明らかにすること。
2. 救急電話相談事業が救急医療資源、とくに救急医療機関に及ぼす影響について検討すること。
3. 対応不可症例を検証することにより救急医療機関がどのような事例に対して対応できていないのかを明らかにすること。

3. 方法と結果

大阪市住民の救急受診・救急車要請についての意識・行動調査

【方法】

平成23年度と平成25年度に、大阪市内の5カ所の救急医療機関を救急受診した患者を対象として、書面によるアンケート調査を実施し、2年間の変化について検討した。

【結果】

患者背景

平成23年度のアンケート対象と平成25年度のアンケート対象では、回答者の年齢は平成23年度で高かったが性別には差がなかった。また患者の年齢、性別には差を認めなかった。回答者と患者との関係では、平成25年度は平成23年度に比較して子供が少なく、親が多かった。受診理由では平成25年度は平成23年度に比較して外傷患者の割合が多かった。受診方法では、平成25年度は救急搬送される患者の割合が減少していた(32.9% vs 29.1%, $p=0.021$)。

安心センターの利用と救急搬送

平成25年度は平成23年度に比較して、受診に先立ち

安心センターを利用した割合が増加した(11.2% vs 15.3%)。受診理由となった傷病分類では平成25年度には外傷の割合が増加していた。救急医療機関への受診手段では、安心センターを利用したグループにおいて、救急搬送が減少していた(29.8% vs 11.1%)。

助言とその後の行動

安心センターから受けた助言内容は、平成25年度には「救急車ですぐに病院を受診するように」という助言が減少していた(22.7% vs 10.2%)。また助言を受けた後の行動には平成23年度と25年度の間で差を認めず、いずれの年度も高い頻度で助言に従った行動がなされていた。

救急車利用の要因

平成23年度と平成25年度において、アンケート対象となった症例における救急車利用の要因を明らかにするため、患者の年齢、性別、傷病(外傷か疾病か)、安心センターの利用・認知を独立変数として、単回帰分析およびロジスティック回帰分析を実施した。平成23年度では、救急車利用の有意な因子として患者の年齢(odds比, 1.03; 95%CI, 1.026-1.035)のみが抽出されたが、平成25年度では、患者の年齢(odds比, 1.03; 95%CI, 1.02-1.03)、疾病であること(odds比, 1.41; 95%CI, 1.06-1.87)、安心センターの利用(odds比, 0.28; 95%CI, 0.18-0.42)が有意な因子として抽出された。

【考察】

平成23年度の調査と平成25年度の調査では、患者の年齢や性別には有意な差がないものの、受診に際して安心センターを利用した症例の割合が11.2%から15.3%と4.1ポイント増加していた。安心センターでの助言内容については、「救急車ですぐに病院に行くように」と助言された症例の割合が減少していた。また、助言を受けた後の行動は、助言以上の行動をする症例は増加していなかった。これらの結果は、救急受診に際し、安心センターへの問い合わせを行う症例が増え、安心センターでは救急車出場の助言を与える頻度が減少し、多くの市民が助言に従った行動を取ったことを示すものである。そして、今回の2回のアンケート調査では、平成23年度に比較し、平成25年度では救急車で受診頻度が全体で32.9%から29.1%へ、安心センターを利用したグループでは29.8%から11.1%へと減少しており、安心センターに相談することにより救急車利用が減少した可能性が示された。救急受診の要因を明らかにするために行ったロジスティック分析では、平成23年度に有意な因子として抽出されたのが患者の年齢(odds比, 1.03)のみであったのに対し、平成25年度には年齢(odds比, 1.03)のみでなく安心センターの利用(odds比, 0.28)も有意な因子となり、安心センターを利用した場合には、救急車を利用する確率は30%程度に低下することが明らかとなった。

大阪市内の救急医療機関の救急医療についての調査

【方法】

大阪市内の二次救急医療機関 94 病院を対象に平成 23 年度と平成 25 年度にアンケート調査を行った。アンケートの主たる調査項目は、各医療機関の病床数、職員数、勤務体制、安心センター運用後の救急患者数の変化、安心センター運用後の救急診療の変化である。平成 23 年度と平成 25 年度のアンケート調査の両方に回答した医療機関を対象に、救急担当医師数、救急担当看護師数、救急車搬入患者数、独歩来院患者数、救急医療提供が困難となる理由などについて検討した。

【結果】

病床数・医師数・看護師数

平成 23 年度と平成 25 年度の両方に回答をした 34 施設の病床数は、両調査期間とも最小値は 17 床、最大値は 768 床、中央値は 224 床で変化はなかった。常勤医師数は、平成 23 年度は、最小値 2 名、最大値 207 名、中央値 26 名、平成 25 年度は、最小値 2 名、最大値 215 名、中央値 21 名で、両群間に有意差はなかった。看護師数も平成 23 年度は、最小値 8 名、最大値 738 名、中央値 136 名、平成 25 年度は、最小値 10、最大値 788 名、中央値 144 名で、両群間に有意差はなかった。

救急医療担当スタッフ数

救急医師数は平日時間内、平日時間外、土日祝日で平成 23 年度と 25 年度の間で変化は認めなかった。一方、救急担当看護師数では、有意差はないものの、平日時間外、土日祝日において、担当看護師数が 1～2 名である施設が多くなり、担当する看護師数が減少している傾向にあった（図 3）。

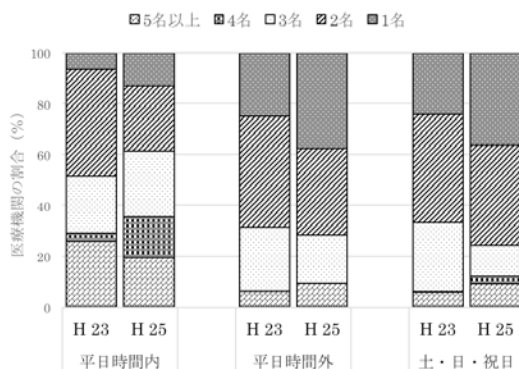


図 3 救急看護師数

来院患者数と入院患者数

平成 20 年 10 月～平成 22 年 9 月の 2 年間(H23)、平成 23 年 8 月～平成 25 年 7 月 (H25) の各 2 年間における、病院あたりの救急車搬入者数(図 4)と救急車による入院患者数(図 5)を示す。病院あたりの救急車搬入者数($p = 0.79$)と入院患者数($p = 0.89$)については、両期間で有意差はなかった。

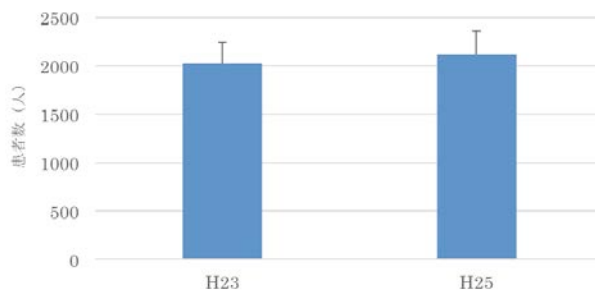


図 4 病院あたりの救急車搬入者数

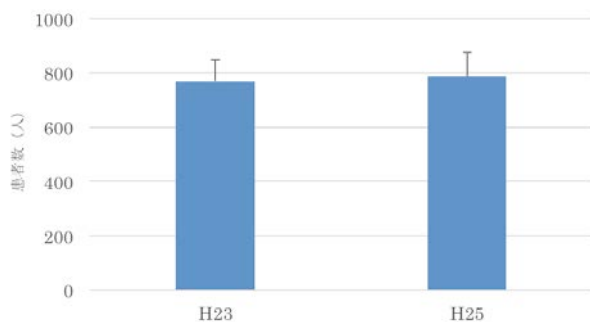


図 5 病院あたり救急車による入院患者数

両期間における病院あたりの独歩来院者数(図 6)と入院患者数(図 7)を示す。両期間で病院あたりの独歩来院者数($p = 0.10$)と入院患者数($p = 0.49$)に有意差はなかったが、H25 は H23 に比べて、やや減少傾向にあった。

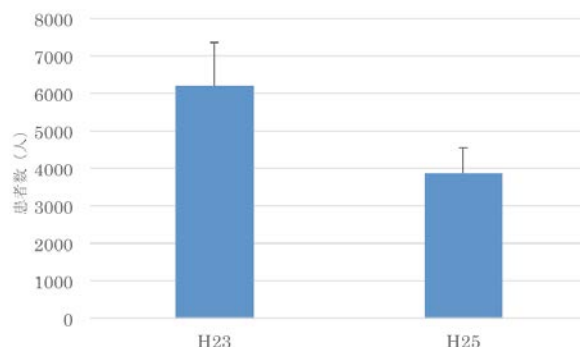


図 6 病院あたり独歩来院者数

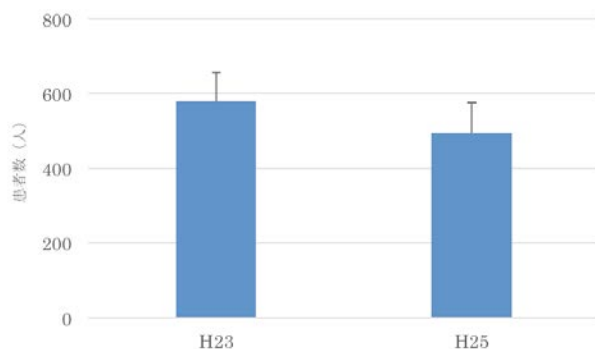


図7 病院あたり独歩による入院患者数

救急医療提供が困難となる理由

救急医療を提供するのに際して困難だと感じることがあるかを質問したところ、平成23年度には28施設、平成25年度は26施設が困難であると感じていた。その理由として、平成23年度と平成25年度を比較した場合に変化がなかった内容は、「救急車による不要不急な救急患者が多い」、「医師の確保が困難」、「臨床検査技師の確保が困難」、「放射線科技師の確保が困難」などであった。また、平成23年度に比べ平成25年度に困難となった理由として増加傾向にあった内容は、「看護師の確保が困難」($p = 0.06$)であった。一方、平成23年度に比べて、平成25年度に有意に減少した内容は、「独歩による不要不急な救急患者が多い」($p < 0.01$)、「診療可否の電話相談が多い」($p < 0.01$)、「診療が必要か否かの電話相談が多い」($p < 0.01$)であった。

安心センターの運用開始後の救急患者数や電話問い合わせ数の変化

安心センターの運用開始後に救急患者数や電話問い合わせ数に変化があったと回答した施設は、平成23年度は4施設、平成25年度は7施設であった。変化なしは、平成23年度は13施設、平成25年度は18施設であった。解らないとの回答は、平成23年度は16施設、平成25年度は9施設であった。

変化ありの回答理由としては、「安心センターにて適切にトリアージされた救急患者」、「診療が必要か否かの電話相談(電話トリアージ)」、「診察可否の電話問合せ」などは、「その数が増加した」と回答した施設が平成23年度に比較して平成25年度は少なかった。しかし、「独歩受診した不要不急な救急患者」が「増加した」とした施設は、平成23年度にはなかったものが、平成25年度には3施設あった。

【考察】

平成23年度と平成25年度のアンケート調査の両方に回答した34施設では、その病床数や医師数、

看護師数など医療資源に大きな変化は認めなかった。しかし、アンケートでは看護師の確保が困難であるとした医療機関が増加しており、また平日時間外、土日祝日の救急担当看護師数が1~2名の施設が、平成23年度に比べて25年度では多くなっていった。このことから、医療機関側での問題として、救急担当看護師の確保が困難になり、それに伴う担当看護師数の減少が生じていると考えられた。

救急車による搬入者数や入院患者数は、この調査期間で大きな変化はなかった。一方、独歩来院者数や入院患者数は、平成23年度の調査に比べ平成25年度の調査では有意差は認めないものの減少傾向を示した。この要因として、1) アンケートに回答のあった医療機関以外への患者のシフト、2) 救急外来から一般外来へ受診するようになった、3) 事前の電話相談により不要不急例が減少した、などが考えられる。救急医療提供に対する困難な理由で、「診療可否の電話相談」、「診療が必要か否かの電話相談」などが平成25年度の調査で減少していたことは、安心センターの役割が生かされた結果かもしれない。以上の結果から、この独歩来院者数の減少は、安心センターにより、診療が必要かの電話相談が事前に行われたことが関与している可能性も考えられた。

医療機関側でのトリアージの実施数は、平成23年度の調査より増加した。この原因として、平成24年の診療報酬改定により、院内トリアージ実施料の加算が取れるようになったことが考えられる。

電話相談で助言したにも関わらず、医療機関が対応できなかった症例の調査

【方法】

平成24年4月から平成25年3月までの間に、教えられた医療機関に電話したが、「対応できないといわれた」として再度の案内を安心センターにもとめてきた症例を全て対象とした。電話相談の日時、案内した医療機関等をもとに前回の対応記録を抽出し、1. 月・曜日・時間、2. 診療科目、3. 断り理由、4. 相談内容について検討した。

【結果】

調査期間中の対応不可件数は422件であった。月間総件数に対する対応不可件数の割合には月別で有意差があり(χ^2 乗値=22.99、自由度=11、 $0.01 < p < 0.025$)、4、5、7、9月が大きく、一方12、1月で少なかった。また、曜日別に見ると、対応不可の件数は日曜日に多いが、総数に対する対応不可の割合には差がなかった(χ^2 乗値=8.76、自由度=7、 $0.25 < p < 0.50$)。時間帯別では対応不可の件数は16時

から 23 時で多かった。しかし、総数に対する対応不可の割合は 0 時から 7 時で高かった (χ^2 乗値=30.70、自由度=2、 $p<0.001$)。診療科別では、対応不可の件数は整形外科が多く、続いて内科、脳神経外科、外科が多かった。一方、総数に対する割合では消化器内科が高く、次に整形外科が高かった (イエーツ補正 χ^2 乗値=30.55、自由度=12、 $0.001<p<0.005$)。断り理由別では、「医師不在」が最も多く、「小児不可」、「手術中」の順であった。

また、相談員による医療機関案内では、患者自身が診療科目を特定したうえで対応可能な医療機関を問い合わせるため、診療科目が患者の病状に合ったものか否かは考慮されていない。このため、病状には適しない診療科目が案内され、結果的に対応できないとして断られている可能性もある。一方、看護師が医療相談を受けた上で案内する場合は、患者の病状から看護師が適切な診療科目を特定したうえで医療機関の案内が実施されるため、これらの症例を特に抽出して検討した。平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月で、看護師が案内したにもかかわらず対応不可となったのは 67 例であった。年齢別では、対応不可件数は 0~14 歳の小児が多かった。性別には差はなく、地域別では市内の件数が多かった。プロトコルから対応不可例を確認すると、しびれ・麻痺 (5 例)、脚 (鼠径部から下腿まで) の問題 (5 例) が多かったが、小児の頭部・頸部外傷 (6 例) が最も多く、対応不可症例の約半数 (67 例中 31 例) が小児の症例であった。

【考察】

今回の集計では、対応不可となる条件として時間帯別では夜から朝にかけての当直帯、診療科別では整形外科などが挙げられた。また、診療不可の理由としては対応可能な医師の不在が多かった。さらに、看護師がプロトコルを使用して案内したにもかかわらず対応不可となる場合は小児の頭部・頸部外傷などの症例が多い。この理由として、例えば外科医が当直している場合、軽度の整形外傷は診察可能であるため診療科目として整形外科を「可」と入力していても、病状を詳細に聞いた際に対応できない場合には、対応できる医師が不在であると回答している可能性がある。また、整形外科以外の外科医が救急担当を担っているといった場合には、軽度の整形外科症例は診察可能であるが小児の場合には対応不可として断るなど、最終的には医師の専門性が問題となっている可能性が考えられた。

4. まとめ

救急受診に際し、安心センターの利用割合が増加しており、助言内容は「救急車の利用は必要ない」

とするものが多くなっていた。助言をうけた患者の多くは、助言内容に従った行動を取っており、安心センターを利用した患者の救急車での受診割合は減少していた。救急車での受診を減少させる要因として年齢が低く、病気が原因で、安心センターを利用することが関係することが示唆された。

救急電話相談事業は、救急搬送を必要とする傷病者の選別に役立っており、救急業務の効率化に寄与する可能性が示された。

大阪市内の救急を担当する医師数や看護師数には変化はなく、医療側のリソースに有意な改善は認めていないことが明らかとなった。今回の調査では、医療機関での「診察可否の電話問い合わせ」などが減少していたことから、従来医療機関で行われていた電話相談の窓口が安心センターへ移行している可能性が示された。このことは、医療機関での救急医療提供の負担軽減につながった可能性があり、救急電話相談事業は、医療資源の適正利用に効果がある可能性が考えられた。

電話相談事業の質を向上させ、対応不可となる症例を少しでも減少させるためには、当直帯での整形外科や小児の外傷例の対応が可能な医療施設の確保が重要であると考えられる。また、現状では安心センターが案内の資料とする医療機関情報は診療科目の可否のみであり、対応可能な医師の情報までは把握できない。救急医療機関が対応可能な医師の情報をできるだけ正確に登録するとともに、今後は現行の診療科目情報のみならず対応する医師の専門領域の情報を登録できるシステムが必要であると思われた。

【参考文献】

- 1) 平成 25 年版救急・救助の現況
http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/kyukyukyujou_genkyo/h25/01_kyukyuu.pdfaccess date; 2014.01.14
- 2) 平成 24 年大阪市救急年報
<http://www.city.osaka.lg.jp/shobo/page/0000224101.html> access date; 2014.01.14
- 3) Morimura N, Aruga T, Sakamoto T, Aoki N, Ohta S, Ishihara T, Kushimoto S, Ohta S, Ishikawa H, and the Steering Council of Tokyo Emergency Telephone Consultation Centre: The impact of an emergency telephone consultation service on the use of ambulance in Tokyo. *Emerg Med J*, 28, 64-70, 2011.
- 4) 森村尚登, 櫻井 淳, 石川秀樹, 武田宗和, 泉 裕之, 石原 哲, 有賀 徹: 電話救急医療相談におけるプロトコルの導入とその効果, *日本救急医学会雑誌*, 19, 921-929, 2008.
- 5) 溝端康光, 西野正人, 山吉滋: 「救急安心センター

おおさか」の現状について. 日本救急医学会雑誌
21, 418, 2010.

- 6) 電話救急医療相談プロトコール (Japan Telephone Consultation Protocol Version 1.0) - 電話による傷病の緊急度・重症度評価のために - 日本救急医学会監修 救急相談センタープロトコール作成部会 (委員長 森村尚登), へるす出版, 2008.

5.3 救急患者の緊急度評価基準の確立と救急活動の質の評価

研究実施期間	平成 24 年度～平成 25 年度
配分額(千円)	平成 24 年度 10,280 千円 平成 25 年度 9,159 千円
研究代表者	森村尚登
所属機関	公立大学法人横浜市立大学
研究体制	学・官 (横浜市立大学、大阪大学、順天堂大学、日本医科大学、昭和大学、 日本大学、市立堺病院、横浜市消防局、東京消防庁、横浜市)
研究概要	近年増加の一途を辿る救急需要に効率よく対応するためには、救急患者が受診に至る各段階(家庭、救急相談、指令センター、救急現場、救急外来)における緊急度判定体系が必要である。そこで本研究班は、平成 24 年度に各段階の緊急度判定の確からしさを評価するための緊急度検証基準を、医療機関搬送後の処置内容を基に策定した。次に平成 25 年度に、地域と救急隊を限定して救急隊員による病院前段階での緊急度判定の精度評価を実施した。救急隊の緊急度判定の陽性的中率(救急隊が高緊急度と判断した症例のうち検証基準で高緊急度に該当したものの割合)は、地域間ならびに地域内の救急隊間で差をみとめた。今回の検討によって、本邦初の救急隊の緊急度判定の質の評価が実現された。各救急隊の緊急度判定に係る精度の比較のみならず、調査対象を広げることによって地域全体の質評価も可能になることを示した。
研究成果の活用事例(実用化の状況)	本研究成果は、平成 24 年度の消防庁事業(緊急度判定体系実証検証事業)で策定された家庭、電話相談、119 番通報、救急現場の各段階のプロトコル(Ver.0)を用いて公募地域で実施された緊急度判定の精度評価に活用されている。また、平成 25 年度の消防庁事業(緊急度判定体系に関する検討会)における緊急度判定プロトコル Ver.1 改編作業に活用されている。
応用の方向性	今後、今回検討した緊急度判定の検証基準を駆使して、定期的に個別救急隊、当該地域救急隊全体、地域間、そして地域における救急活動の精度ならびにプロトコル精度のベンチマーキングを推し進めることによって、当該地域のみならず本邦全体の病院前診療の質が向上すると思われる。
研究発表の状況等	<ul style="list-style-type: none"> •Introduction of National Triage System as a Social Common Property in Japan. Pan-Pacific Emergency Congress, Oct 23-26, 2012, Seoul, Korea. •Current status of Emergency Medical Services in Japan. 19th Congress of American Academy of Emergency Medicine, Feb 10-13, 2013, Las Vegas, US. •第 16 回日本臨床救急医学会総会・学術集会 シンポジウム8 緊急度判定『緊急度検証基準』に基づく緊急度評価と医師判断の差に係わる検討 2013年7月12日 東京 •第 41 回日本救急医学会総会・学術集会 口演 重症度評価 救急患者の緊急度判定の検証基準の策定 2013年10月23日 東京 •Development of National Overall Acuity Scale in Japan. 15th International Conference on Emergency Medicine, June 11-14, 2014, Hong Kong, China.

知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	本研究結果を基に広く有識者に検証基準の妥当性について問い、さらに質の高い検証基準に改訂していくための一環として、平成 26 年度に日本臨床救急医学会において「緊急度判定体系のあり方に関する検討委員会」を設置し、同委員会をプラットフォームに議論を継続している。これに加えて、地域や規模を変えながら今回同様の学・官一体となった定期的な研究体制の構築が、弾力的かつ汎用的な検証基準と質評価手法の確立に不可欠と考えている。

救急患者の緊急度評価基準の確立と救急活動の質の評価に関する研究

○森村尚登¹・横田順一郎²・嶋津岳士³・田中 裕⁴・松本 尚⁵・林 宗貴⁶・櫻井 淳⁷・中村京太¹・平中 隆⁸・竹内栄一⁹・清武直志⁹・黒岩大輔¹⁰

Naoto Morimura, Junichiro Yokota, Takeshi Simazu, Hiroshi Tanaka, Hisashi Matsumoto, Munetaka Hayashi, Jun Sakurai, Kyota Nakamura, Takashi Hiranaka, Eichi Takeuchi, Naosi Kiyotake and Daisuke Kuroiwa

研究課題の要旨:近年増加の一途を辿る救急需要に効率よく対応するためには、救急患者が受診に至る各段階(家庭、救急相談、指令センター、救急現場、救急外来)における緊急度判定体系が必要である。そこで本研究班は、平成24年度に各段階の緊急度判定の確からしさを評価するための緊急度検証基準を、医療機関搬送後の処置内容を基に策定した。次に平成25年度に、地域と救急隊を限定して救急隊員による病院前段階での緊急度判定の精度評価を実施した。救急隊の緊急度判定の陽性的中率(救急隊が高緊急度と判断した症例のうち検証基準で高緊急度に該当したものの割合)は、地域間ならびに地域内の救急隊間で差をみとめた。今回の検討によって、本邦初の救急隊の緊急度判定の質の評価が実現された。各救急隊の緊急度判定に係る精度の比較のみならず、調査対象を拡げることによって地域全体の質評価も可能になることを示した。

キーワード: 緊急度、救急活動、救急需要

1. 研究の内容と成果

A. 背景

近年増加の一途を辿る救急需要への対応は喫緊の課題である。この状況に効率よく対応する方略の一環として、救急患者が受診に至る各段階(家庭、救急相談、指令センター、救急現場、救急外来)における緊急度の判定とそれに見合った救急医療資源の配分が挙げられている。すなわち、各段階において、「急ぐべきは急ぐ、待つべきは待つ」、ということが実践できるような、緊急性を推し量る尺度と用いて、優先度をつけて救急需要の増加に対応しようという試みである。従来から各段階において緊急度判定は行われているが、その確からしさを測る基準、尺度、すなわち物差しが存在していなかったため、各段階の判定の「精度」を評価し検証することができていなかった。

B. 研究目的

緊急度判定検証基準の確立とそれを用いた救急医療プロセスの各段階における緊急度判定の精度評価を行うことを目的とした。まず緊急度類型(カテゴリ)を各段階で統一して標準化し、さらに各類型の定義付けを行い、緊急度判定検証基準(緊急度の確からしさを測る尺度)を作成することとした。

平成24年度は、医療機関搬送後のデータを用いて緊急度判定検証基準を設定すること、ならびに実際の救急活動の各段階における緊急度判定の質を、作成した基準を用いて検証することを目的とした。平成25年度は緊急度判定検証基準を改訂し、それを用いて救急隊が実施した現場活動における緊急度判定ならびに救急電話相談センター(#7119)に

おける緊急度判定の精度を検証した。

C. 研究方法

C-1) 平成24年度研究

研究デザインは、地域規模(population based)の前向き症例集積研究である。2012.11.19から2013.1.18までの61日間において、対象地域(横浜市・堺市)で実施された総務省消防庁救急企画室による「平成24年度緊急度判定体系実証検証事業」に係るデータの一部を利用して実施した。

C-1-1) 各段階で統一した緊急度類型(カテゴリ)の策定と定義付け

2012年の総務省消防庁救急企画室社会全体で共有する緊急度評価のあり方検討会ワーキンググループ資料を基に、体系化において先行している諸外国(英国、カナダ、米国など)の文献¹⁾²⁾³⁾と研究者の経験から類型数を決定し、その定義付けを行った。

C-1-2) 119番・救急現場の緊急度判定プロトコルの作成(Dispatch/Field protocol for Emergency: d-PE/f-PE)

上記1-1)と同様に諸外国の文献¹⁾²⁾³⁾を基にプロトコルを作成した。

C-1-3) 緊急度検証暫定基準の作成

医療機関搬送後に収集するデータ項目を基に、基準を構成する項目として、バイタルサイン、疾患名、受診後24時間以内の治療・処置内容、病院収容先、転帰を選択した。各項目はLife-saving interventions (LSIs)⁴⁾、TISS8⁵⁾やICU入室基準⁶⁾⁷⁾と研究者の経験によって暫定的に決定した。次にそれらの項目をそれぞれ3段階(白を除く、赤、黄、緑)に類型化し、バイタルサインと疾患名から確実な「赤」と確実な「緑」を決定した。またそれ以外は条件項目

(所属機関) 1 横浜市立大学大学院医学研究科救急医学 2 市立堺病院 3 大阪大学大学院医学研究科救急医学 4 順天堂大学医学部救急・災害医学 5 日本医科大学救急医学 6 昭和大学藤が丘病院救急医学科 7 日本大学医学部救急医学系救急集中治療医学分野 8 横浜市消防局警防部救急課 9 東京消防庁救急部救急医務課 10 横浜市健康福祉局医療政策室救急・災害医療課

の組み合わせ（バイタルサインと転帰・処置・検査等）によって類型化した。

C-1-4) 緊急度判定検証基準（Scale of Acuity Verification: SAVE）の作成

上記判定基準に搬送先医療機関の医師による判定結果（総務省事業データから引用）を加味して作成した。担当医師による緊急度判定は、症例の入院あるいは帰宅後 24 時間以内のデータを基にしたものであり、1-1) で設定した緊急度の 4 類型と各々のおおまかな類型の特徴を示した資料を提示し、それぞれ適すると思われる類型に症例を割り付けたものである。これらの結果を基に SAVE を作成した。

C-1-5) SAVE を用いた病院前緊急度判定の精度調査

横浜市・堺市消防と救急医療機関の協力の下、救急患者の救急現場データ（年齢、性別、主訴、救急隊到着時・搬送中バイタルサイン、救急隊処置、搬送時間等）と医療機関搬送後データ（主訴、バイタルサイン、救急処置手技・診療内容（気道確保の有無、緊急内視鏡や緊急手術の有無、輸液・輸血量も含む）、転帰（入院か否か、集中治療室入室の有無も含む））を収集した。これらのデータを用いて精度を調査した。なお堺市では今回策定した d-PE/f-PE による病院前緊急度判定プロトコルの精度を評価し、横浜市では、先行して運用されている独自の緊急度判定システムの精度を評価し、両市で比較した。

C-2) 平成 25 年度研究

まず、精度の検証基準は、SAVE の大項目の中からバイタルサインと疾患名を除いた、改訂緊急度判定検証基準 (revised-SAVE: r-SAVE) を作成した後、2 つの前向き研究と 1 つの後ろ向き研究を実施した（表 1）。

表 1. 平成 25 年度研究内容一覧

研究 No	目的	研究デザイン	対象	実用化する救急隊データ	実用化する病院データ	評価	緊急度判定の精度指標
A	指定救急隊の緊急度判定の精度を 2 地域で比較	Population-based	A 市救急隊 6 隊 B 市救急隊 2 隊		地域ごとに定められている緊急度判定基準に基づく判定結果	1) 緊急度判定の精度の高市救急隊の 2 市比較 2) 各救急隊ごとのベンチマーク	救急隊判断の PPV-NPV
B	特定の医療機関に搬送された救急隊の緊急度判定による緊急度判定の精度の現状調査	Hospital Based	X 地域 C 病院 Y 地域 D 病院 Z 地域 E 病院		検証基準 (選定集置ほか)	3) 救急隊法例における各地域の救急隊の緊急度判定の精度	救急隊判断の PPV-NPV
C	#71190 の赤 (高緊急度) 判断の精度調査	Hospital Based	F 病院			1) 病院への搬送例の #71190 の緊急度判定の精度	#71190 右通称判断の PPV

エンドポイント

救急隊または救急相談センターによる緊急度判定の陽性的中率 (Positive predictive value : PPV)、陰性的中率 (Negative predictive value : NPV) (※) をエンドポイントとした。

※ PPV : 陽性的中率 (救急隊が、緊急度が高いと

判定した症例の中で、r-SAVE で緊急度が高い類型に該当した割合)

※ NPV : 陰性的中率 (救急隊が、緊急度が低いと判定した症例の中で、r-SAVE で緊急度が低い類型に該当した割合)

データ収集方法

データ収集と解析に関しては個人連結不可能匿名手法を用いて実施した。該当消防局および救急相談センターがプレホスピタルデータ (各々の現行の緊急度判定体系に基づく判定結果) を紙媒体、電子媒体を用いて収集する。また該当医療機関において、搬送先医療機関症例記録用紙 (表 2) を紙媒体で収集する。プレホスピタルデータと院内データの突合は、個人連結不能な形にして、医療機関搬送時間と救急隊名などを用いて実施した。

表 2. 搬送先医療機関症例記録用紙

記録票 (医療機関用)			
指令 (出勤) 番号		病院名	
患者情報 (該当する場合、○に印をつけて下さい)			
年齢・性別	歳 (男・女)	患者ID	
来院日	年 月 日	来院時刻	時 分
初診時意識・バイタル (測定時刻: 時 分)			
意識	JCS: ()	GCS: E () V () M ()	
血圧	/	心拍数	回/分
呼吸数	回/分	SpO ₂	%
体温	℃	甲産 (36週未満)	あり・なし
外来診療後の転帰 (1つ選んで下さい)			
<input type="radio"/> 入院 (ICU) <input type="radio"/> 入院 (CCU) <input type="radio"/> 入院 (HCU) <input type="radio"/> 入院 (一般病床) <input type="radio"/> 帰宅 <input type="radio"/> 同日転送 (高次医療機関へ) <input type="radio"/> 同日転送 (それ以外へ) <input type="radio"/> 死亡			
入室 (入院) 時刻:	時 分	転送先:	
処置内容と時刻 (実施した処置の時刻を記入して下さい)			
CPR	時 分	除細動・カルディオバージョン	時 分
緊急気管挿管	時 分	外科的気道確保 (輪状軟骨切開等)	時 分
人工呼吸 (マスク CPAP 含む)	時 分	心臓作動薬投与 (エピネフリン・アドロビン・ソソプレニン・アドレニン・ドパミン等)	時 分
経皮的冠動脈インターベンション (PCI)	時 分	経皮的心臓補助法 (PCPS)	時 分
大動脈バルーンポンピング	時 分	ペーシング (経皮も含む)	時 分
血栓溶解療法 (tPA 投与)	時 分	心臓穿刺 (ドレナージ)	時 分
内視鏡的止血処置	時 分	放射線診断技術の治療的応用・血管内治療 (IVR)	時 分
酸素投与	時 分	ネブライザー	時 分
胸腔穿刺 (ドレナージ)	時 分	胃洗浄	時 分
輸液	時 分	24 時間以内の緊急輸血	時 分
創傷処置 (創部消毒)	時 分	創縫合	時 分
骨折部の固定	時 分	緊急手術	時 分

個人情報の取り扱い

症例登録にあたり、個人情報保護には最大限の配慮を払った。疫学研究に関する倫理指針における観察研究の記載に従い、ポスター等により研究実施の情報公開とデータ利用を拒否する機会を提供することを原則とした。データ提供の同意については、本研究参画医療機関の疫学研究に関する規則に従った。

C-2-1) 2 地域における指定救急隊による緊急度判定の精度に係る前向き研究 (Study-A)

期間：2014年1月6日8時30分～同1月19日17時00分(A市)、2014年1月6日9時00分～同1月19日17時30分(B市)

デザイン：Ambulance based study

方法：2つの対象地域(A市、B市)の救急隊から合計8隊選出し、各救急隊が活動中に実施した緊急度判定結果をr-SAVEによって評価した。両市ともに当該救急隊が日常的に搬送する医療機関数が非常に多いため、評価対象の救急隊が期間中に搬送した症例のデータを全ての搬送先医療機関から収集することが困難と判断し、過去の搬送実績を基に救急隊が搬送した症例の80%前後をカバーすると推測される当該地域の医療機関に対して研究協力を依頼した(A市は16病院、B市は9病院)。

データ収集項目：

- ① 救急隊データ：現行の地域の緊急度判定体系に基づく緊急度判定結果(最高緊急度か否か)
- ② 医療機関データ：下記、来院後24時間以内のデータとした。

患者基本情報

-119番指令(出動)特定番号

-搬送先医療機関名

-年齢・性別

-来院日・時刻

初診時バイタルサインほか

-意識レベル(JCS、GCS)

-血圧・心拍数(脈拍数)

-呼吸数・SpO₂

-体温

外来診療後の転帰

-入院(ICU)・入院(CCU)・入院(HCU)・入院(一般病棟)・帰宅・同日転送(高次医療機関・それ以外)・死亡

-入室・入院時刻

処置内容と時刻

-心肺蘇生(CPR)

-除細動・カルディオバージョン

-緊急気管挿管

-外科的気道確保(輪状甲状靭帯切開等)

-人工呼吸(マスクCPAPを含む)

-心血管作動薬投与(エピネフリン・アトロピン・バソプレシン・アドレノシン・ドパミン等)

-経皮的冠動脈インターベンション

-経皮的心肺補助法(PCPS)

-大動脈バルーンパンピング

-ペーシング

-血栓溶解療法

-心嚢穿刺(ドレナージ)

-内視鏡的止血処置

-放射線診断技術の治療的応用・血管内治療(IVR)

-酸素投与

-ネブライザー

-胸腔穿刺(ドレナージ)

-胃洗浄

-輸液

-24時間以内の緊急輸血

-創傷処置(創部消毒)

-創縫合

-骨折部の牽引・固定

-緊急手術

C-2-2) 3 地域中核病院搬送症例における救急隊による緊急度判定の精度に係る前向き研究 (Study-B)

期間：2014年1月6日～同1月19日

デザイン：Hospital based study。

方法：3つの異なる地域(X・Y・Z地域)の中核病院(C・D・E病院)に各々搬送された症例を対象にしたHospital based studyを実施した。救急隊員の緊急度判定結果を、同様にSAVEを用いて検証した。データ収集項目はStudy-Aと同様とした。

C-2-3) 1 地域の救急相談センター(#7119)による緊急度判定の精度に係る後ろ向き研究 (Study-C)

期間：2012年8月1日～2013年7月31日

デザイン：後ろ向き診療録調査

方法：1つの地域の中核病院搬送症例を対象にして、救急相談センター(#7119)の緊急度判定の結果を後ろ向きに調査した。データ収集項目はStudy-Aと同様とした。

C-2-4) 救急患者の緊急度検証基準における時間因子と転帰の関連性に関する研究

r-SAVEの構成項目中の「処置」が来院後に実施されるまでの時間と転帰との関係について解析し、各処置が「緊急度(時間経過が重症に与える度合い)検証」に資する項目か否かについて検討した。

期間：2014年1月6日～同1月19日

デザイン：Hospital based study

方法：期間中に3つの異なる地域(X・Y・Z地域)の5つの中核病院(C・D・E・F・G病院)に搬送された症例の転帰を、3つに類型化した。ICUないしCCU入院または死亡を赤、HCUないし一般病棟入院、高次医療機関同日転送を黄、帰宅を緑とした。次にSAVE構成項目の中で実施した処置項目ごとにデータを集積し、来院から処置開始までの時間(T)を10分刻みで累積したヒストグラムで表し、ヒストグラム内の転帰の分布とTの関係について、

Spearman 相関係数の検定を用いて解析した。

データ収集方法

データ収集と解析に関しては個人連結不可能匿名手法を用いて実施した。該当消防局および救急相談センターがプレホスピタルデータ（各々の現行の緊急度判定体系に基づく判定結果）を紙媒体、電子媒体を用いて収集する。また該当医療機関において、搬送先医療機関症例記録用紙（表 2）を紙媒体で収集する。プレホスピタルデータと院内データの突合は、個人連結不能な形にして、医療機関搬送時間と救急隊名などを用いて実施した。症例登録にあたり、個人情報保護には最大限の配慮を払った。疫学研究に関する倫理指針における観察研究の記載に従い、ポスター等により研究実施の情報公開とデータ利用を拒否する機会を提供することを原則とした。データ提供の同意については、本研究参画医療機関の疫学研究に関する規則に従った。

D.結果

D-1) 平成 24 年度研究結果

D-1-1) 緊急度の各段階で統一した緊急度類型(カテゴリ)の策定と定義付け

表 3 に緊急度類型と定義を示す。

表 3. 緊急度類型と定義

類型	定義
赤(最緊急)	◆すでに生理学的に生命危機に瀕している病態。 ◆病態が増悪傾向にあり、急激に悪化、急変する可能性のある病態。 ※痛み等のがまんできない訴え、症状についても考慮。 バイタルサイン異常、ひどい痛み、病態の増悪傾向、急変の可能性を総合的に考える。
黄(準緊急)	◆2時間を目安とした時間経過が生命予後・機能予後に影響を及ぼす病態。 ※痛み等のがまんできない訴え、症状についても考慮。
緑(非緊急)	◆上記には該当しないが、診察が必要な病態。
白(受診不要)	◆上記に該当せず、医療を必要としない状態。

D-1-2) 119 番・救急現場の緊急度判定プロトコルの作成 (Dispatch/Field protocol for Emergency : d-PE/f-PE)

小児に特化した 8 つのプロトコルを含む、24 の緊急度判定プロトコルを作成した (表 4)。

表 4. 緊急度判定プロトコルタイトル一覧

成人の症候	
1. 呼吸が苦しい	9. 背中が痛い
2. 呼吸がゼーゼーする	10. 発熱
3. ぜんそく発作	11. 腹痛
4. 動悸(胸がドキドキする)	12. 吐き気・吐いた
5. 意識がない・意識がおかしい	13. めまい・ふらつき
6. けいれん	14. しびれ
7. 頭痛	15. 腰痛
8. 胸が痛い	16. 何か固形物を飲み込んだ

小児の症候	
1. 動悸(胸がドキドキする)	5. しびれ
2. 意識がない・意識がおかしい	6. 腰痛
3. 発熱	7. 何か固形物を飲み込んだ
4. 吐き気・吐いた	8. 頭のけが・首のけが

次に 119 番通報時ならびに救急現場におけるプロトコルのアルゴリズムを示す (図 1,2)。

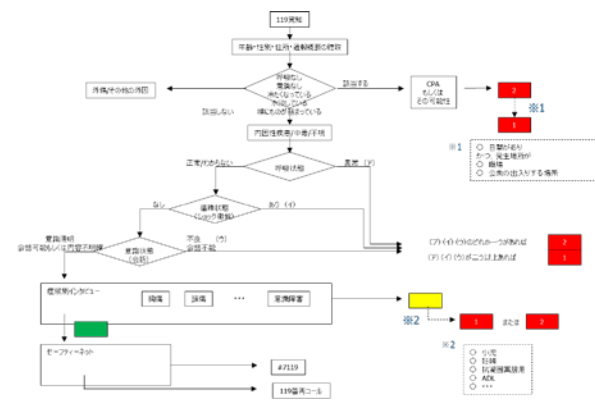


図 1. 119 番の緊急度判定プロトコル (Dispatch protocol for Emergency : d-PE)

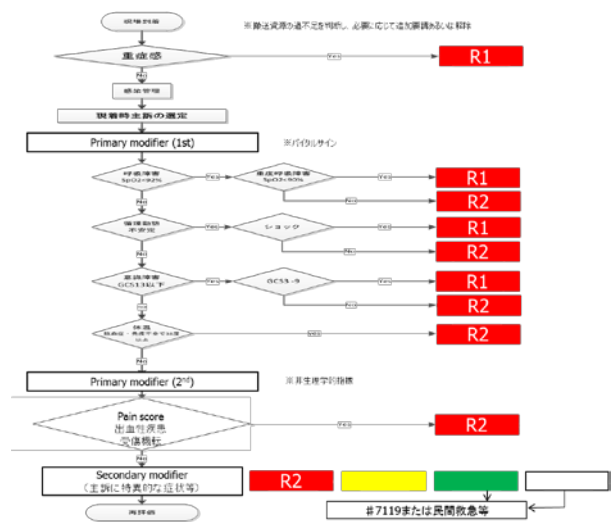


図 2. 救急現場の緊急度判定プロトコル (Field protocol for Emergency : f-PE)

D-1-3) 暫定緊急度判定検証基準の作成

表に緊急度判定検証基準の暫定版を示した(表5)。

表 5. 暫定緊急度判定検証基準

	バイタルサイン	転帰	治療・処置内容	外来診断名
赤 赤判定を必要と判断する項目	呼吸<10、≥40 SpO2 90%以下(酸素投与下) 血圧<90mmHg、≥200mmHg 心拍数≥150、≤50 GCS 3以上、GCS 8点以下 体温≥40℃、≤35℃	CCU入院 死亡	CPR 除細動・カルディオバージョン 緊急気管挿管 外科的気道確保 人工呼吸 心血管作動薬投与 経皮的冠動脈インターベンション PCPS IABP ペーシング 血栓溶解療法 心臓穿孔 内視鏡的止血術 IVR	くも膜下出血 髄膜炎・脳炎 心筋梗塞(狭心症除外) 心停止 急性心不全 心タンポナーデ 肺血栓・塞栓症 急性大動脈解離 急性呼吸不全 大量嘔血 劇症肝炎 腹膜炎 消化管穿孔 糖尿病性の意識障害 呼吸不全 重症なアシドーシス 低血糖
黄 黄以上(黄)のカテゴリ リを前み合わせる「黄」 判断する項目		HCU入院 HCU入院 一般病棟入院 高次医療機関 へ同日転送	胸腔穿刺 ネブライザー 骨折部の牽引・固定 24時間以内の緊急輸血 胃洗浄 内視鏡 12誘導心電図 動脈血液ガス分析 緊急手術(時間により判断) 心電図モニター/パルスオキシメーター なしの場合 酸素投与なしの場合 輸液なしの場合	
緑 緑判定を必要と判断する項目				

D-1-4) 緊急度判定検証基準 (Scale of Acuity Verification: SAVE) の作成

搬送先医師の判断を加味して、緊急度判定検証基準を策定した(表6)。

表 6. 緊急度判定検証基準 (Scale of Acuity Verification: SAVE)

	バイタルサイン	転帰	治療・処置内容	外来診断名
赤	成人基準 呼吸 ≤ 10、≥ 40 SpO2 90%以下(酸素 化ありの場合) 血圧 ≤ 90mmHg、 ≥ 200mmHg 心拍数 ≥ 150、≤ 50 GCS 3以上、GCS 8点 以下 体温 ≥ 40℃、≤ 35℃	ICU入院 CCU入院 死亡	CPR 除細動・カルディオ バージョン 緊急気管挿管 外科的気道確保 人工呼吸 心血管作動薬投与 経皮的冠動脈インター ベンション PCPS IABP ペーシング 血栓溶解療法 心臓穿孔 内視鏡的止血術 IVR	くも膜下出血 髄膜炎・脳炎 心筋梗塞(狭心症除外) 急性冠動脈症候群(狭心症除外) 心停止 急性心不全 心タンポナーデ 肺血栓・塞栓症 急性大動脈解離 急性呼吸不全 大量嘔血 劇症肝炎 腹膜炎 消化管穿孔 糖尿病性の意識障害
黄	小児基準 救急現場プロトコル: 小児の呼吸・脈拍・ 体温に準拠 ※10歳以上15歳以下 の脈拍 ≥ 120 ※10歳以上15歳以下 の呼吸・体温は成人 基準に準ずる	HCU入院 一般病棟入院 高次医療機関へ 同日転送	胸腔穿刺 ネブライザー 骨折部の牽引・固定 24時間以内の緊急輸 血 胃洗浄 内視鏡 12誘導心電図 動脈血液ガス分析 緊急手術(時間により 判断) 輸液 酸素投与 創傷 創傷 内服以外 小児のモニター装着	急性呼吸不全(b,d,g) 重症なアシドーシス (a,b,c,d,e) 低血糖(a,b,d,g) 脳内出血・脳梗塞 (a,b,c,d,e,g) COPD(b,d,g) 喘息(b,d,g) 消化管出血 (a,b,c,d,e,f,g) 敗血症(a,b,d,g) 不整脈(a,b,d,g) (ただし下記項目に該 当した場合は赤 a:輸液、b:酸素投与、 c:緊急手術、d:内服以 外の薬剤、e:24時間以 内緊急輸血、f:内視 鏡、g:動脈血液ガス分 析)
緑			心電図モニター/パルス オキシメーターなし、 かつ、酸素投与なし、 かつ、 輸液なしの場合 成人のモニター装着 湿布	

D-1-5) SAVE を用いた病院前緊急度判定の精度調査

今回作成した 24 のプロトコルに合致した症例を
対象とし、かつ主訴や症候を問わず最初に評価する
バイタルサインを中心にした評価項目に合致した
場合もプロトコルを使用した症例とした場合、対象
症例数は横浜市が 12,845 例、堺市が 3,427 例であつた(図 3,4)。

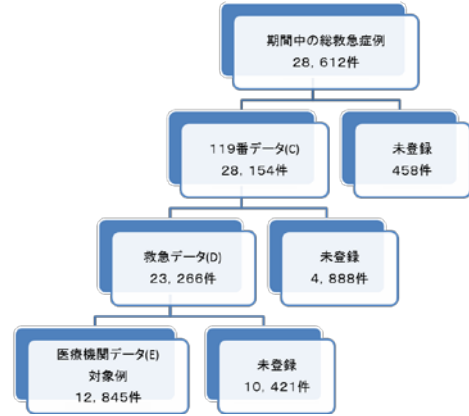


図 3. 横浜市のデータフロー

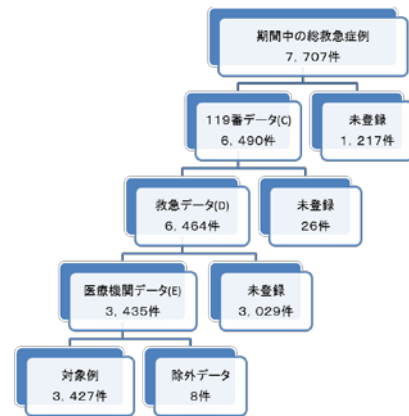


図 4. 堺市のデータフロー

119 番通報時プロトコルの地域別精度比較

119 番通報時の緊急度判定の現況として、両市と
もに現在使用しているプロトコルの陽性的中度は
ほぼ同等であった。また横浜市における SAVE による
赤判定の割合(事前確率)が 30.8% (3950/12845)、
堺市が 31.7% (1088/3427) であった。(表 7.8)。

表7. 横浜市における119番通報時プロトコルの精度

		SAVE			合計
		赤	黄	緑	
119 プロトコル	赤	3353	4381	1351	9085
	赤以外	560	2132	936	3628
	その他	37	65	30	132
	合計	3950	6578	2317	12845
		陽性的中度 感度	36.9% 85.7%	対象は赤の枠の患者のみ	

表8. 堺市における119番通報時プロトコルの精度

		SAVE			合計
		赤	黄	緑	
119 プロトコル	赤	734	931	362	2,027
	黄	25	83	39	147
	緑	2		4	6
	その他	327	620	300	1,247
	合計	1,088	1,634	705	3,427
		陽性的中度 感度	36.2% 96.5%	対象は赤の枠の患者のみ	

救急現場プロトコルの地域別精度比較

救急現場の緊急度判定の現況として、陽性的中率は横浜市のほうが高かった。他方横浜市では、感度が低く、すなわちSAVEで規定した赤を過小評価する割合が高かった。他方、堺市は横浜市に比較して陽性的中率は低い、少なくとも事前確率(31.7%)よりは高く、また感度も高いため横浜市よりも過小評価が少ないことが示された。(表9,10)。

表9. 横浜市における救急現場プロトコルの精度

		SAVE			合計
		赤	黄	緑	
現場 プロトコル	赤	2534	1169	408	4111
	赤以外	1416	5409	1909	8734
	その他				0
	合計	3950	6578	2317	12845
		陽性的中度 感度	61.6% 64.2%	対象は赤の枠の患者のみ	

表10. 堺市における救急現場プロトコルの精度

		SAVE			合計
		赤	黄	緑	
現場 プロトコル	赤	871	702	253	1,826
	黄	62	250	94	406
	緑	37	178	98	313
	白	56	231	118	405
	判定不能	62	273	142	477
	合計	1,088	1,634	705	3,427
		陽性的中度 感度	47.7% 84.9%	対象は赤の枠の患者のみ	

D-2) 平成25年度研究結果

精度の検証基準は、SAVEの大項目の中からバイタルサインと疾患名を除いた、改訂緊急度判定検証基準(revised-SAVE: r-SAVE)(表11)を用いた。

表11. 改訂緊急度判定検証基準(revised-SAVE: r-SAVE)

		赤	黄	緑・白
転帰	CCU入院 ICU入院 死亡		HCU入院 一般病棟入院 高次医療機関へ同日転送	
	CPR 除細動・カルディオバージョン 緊急気管挿管 外科的気道確保 人工呼吸 心血管作動薬投与 経皮的冠動脈インターベンション		胸腔穿刺 ネブライザー 骨折部の牽引・固定 24時間以内の緊急輸血 胃洗浄 内視鏡 輸液 酸素投与 PCPS IABP ペーシング 血栓溶解療法 心臓穿刺 内視鏡的止血術 IVR 来院後6時間以内の緊急手術	
処置治療				

D-2-1) 2地域における指定救急隊による緊急度判定の精度に係る前向き研究(Study-A)

救急隊の緊急度判定のPPVは、2地域とも事前確率(対象例中のSAVEで高緊急度に類型された症例の割合:A市11.8%、B市19.3%)より高い値を示したが、地域間で差を認めた(A市22.8% VS B市50.0%、p=0.003)。また症例数が少ないため統計学的有意差はなかったが、地域内の救急隊間での絶対値に差をみとめた(表12、図5,6)。

表12. 指定救急隊全体の緊急度判定の精度比較(Study-A)

		改訂緊急度判定検証基準			的中率	p(x ² 検定)
		赤	黄/緑	合計		
赤	A市消防救急隊	31	105	136	22.8%	0.003
	B市消防救急隊	14	14	28	50.0%	
	合計	45	119	164		

※ p値は、SAS9.3, SPSS ver21で算出し、不一致なし

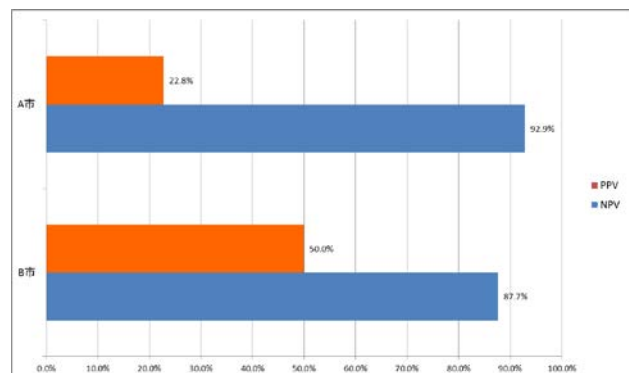


図5. 指定救急隊全体の緊急度判定の精度の地域間比較(Study-A)

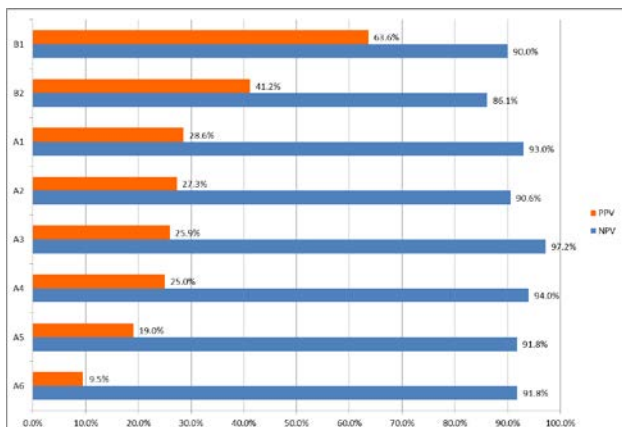


図 6. 指定救急隊の緊急度判定の精度の隊別比較 (Study-A)

D-2-2) 3 地域中核病院搬送症例における救急隊による緊急度判定の精度に係る前向き研究 (Study-B)

X 地域 C 病院、Y 地域 D 病院、Z 地域 E 病院の PPV はそれぞれ 50.8%、69.4%、100.0%であった。また (X 地域 C 病院と Y 地域 D 病院の PPV は統計学的有意差をみとめた (p=0.05) (表 13,14)。

表 13. 異なる地域の 3 病院への搬送例の PPV の比較 (Study-B)

	真陽性	偽陽性	偽陰性	真陰性	合計	PPV	NPV
X地域C病院搬送例	33	32	3	13	81	50.8%	81.3%
Y地域D病院搬送例	34	15	5	76	130	69.4%	93.8%
Z地域E病院搬送例	38	0	0	0	38	100.0%	
合計	105	47	8	89	249	69.1%	91.8%

表 14. 異なる地域の 2 病院への搬送例の PPV の比較 (Study-B)

	改訂緊急度検証基準			合計	PPV	p (注)
	赤	黄/緑				
X地域C病院搬送例	33	32	65	50.8%	0.05	
Y地域D病院搬送例	34	15	49	69.4%		
合計	67	47	114			

注) カイ二乗検定の p 値 : SAS9.3, SPSS ver21 で算出し、不一致なし

D-2-3) 1 地域の救急相談センター (#7119) による緊急度判定の精度に係る後ろ向き研究 (Study-C)

期間中の救急相談件総数は 86084 件で、#7119 の看護師による緊急度判定の PPV は 17.4%であった(表 15)。

表 15. 地域中核病院搬送症例を対象にした救急相談センター判定 (Study-C)

		改訂緊急度検証基準			PPV
		赤	黄/緑	合計	
#7119看護師	赤	15	71	86	17.4%
	黄			N/A	
	合計	15	71	86	

D-2-4) 救急患者の緊急度検証基準における時間因子と転帰の関連性に関する研究

期間中、5 病院で 531 例のデータが解析対象となった(表 16)。来院から輸液開始までの時間は統計学的に有意に、時間経過とともに赤の割合が減少した。すなわち、輸液開始までの時間が早いほど赤の転帰をとる症例の割合が多かった(Spearman 相関係数=-0.87、p<0.0001)。その他の処置項目は統計学的な差をみとめなかった、あるいはデータ数が少ないため解析できなかった(表 17、18、19、図 7,8)。

表 16. 解析対象

搬送先病院	症例数
X地域C病院	81
Y地域D病院	130
Z地域E病院	38
X地域F病院	55
Y地域G病院	228
計	531

表 17. 来院から処置までの時間分布 (n=531 例)

	実行数	時刻データ数	時刻データ有効数(注)	最小値(分)	パーセンタイル(分)			最大値(分)
					25%	中央値(分)	75%	
初診時バイタル測定	494	494	492	0	0	0	5	19
入室	319	319	282	0	0	85	145	240
CPR	30	30	30	0	0	0	2	42
除動機	3	3	3	8	12	12	12	34
気管挿管	43	42	42	1	7	11	32	125
外科的気道確保	1	1	1	14				14
人工呼吸	50	40	40	0	2	10	33	125
心電図	32	28	28	1	3	5	10	61
ECG	7	6	6	13	15	39	112	170
PCPS	1	1	1	0				0
バルーン	0	0	0					
ベーンソング	0	0	0					
PA	0	1	1	33				33
心臓穿刺	6	6	5	7	13	36	76	85
内臓閉鎖止血	6	6	6	45	52	72	104	125
IVR	194	159	131	0	0	0	1	42
股骨骨折	5	4	4	8				32
脚指骨折	7	6	6	3	23	61	75	77
股骨骨折	2	2	2	122				170
股骨骨折	360	288	258	0	5	9	16	139
緊急輸血	15	14	13	19	25	57	90	219
術後処置	40	38	38	0	22	40	72	141
術後処置	30	28	28	10	33	67	109	191
骨幹部固定	13	13	13	10	41	84	131	227
処置回数	16	16	14	3	76	91	123	223

表 18. 来院から処置開始までの時間カテゴリと各カテゴリ内赤割合の相関

	N	Spearman	p
来院～初診時バイタル測定	3	注1)	
来院～胸腔穿刺	4	-0.74	0.26
来院～輸液	12	-0.87	<0.0001
来院～緊急輸血	7	-0.09	0.85
来院～緊急手術	9	-0.19	0.62

注1) Spearman相関係数の検定に必要な最低サンプル数を下回るため検定せず

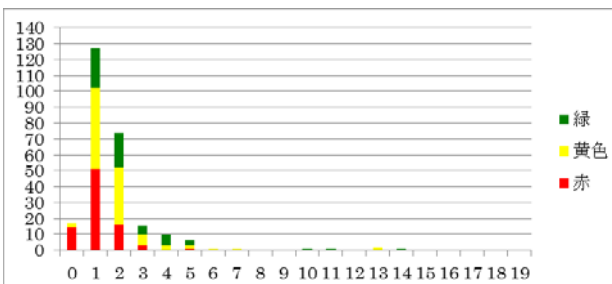
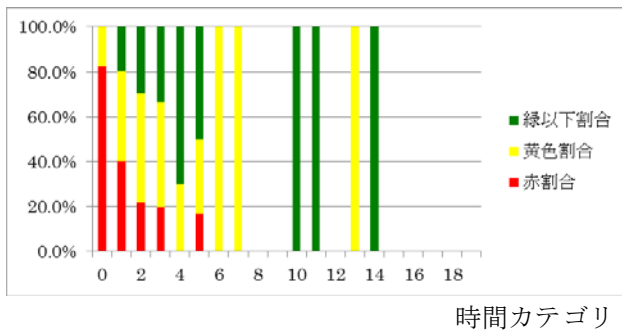


図 7. 来院から輸液開始までの時間カテゴリにおける転帰タイプのヒストグラム。

転帰類型の割合



分	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
例数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

図 8. 来院から輸液開始までの時間カテゴリにおける転帰類型分布

表 19. 時間カテゴリと各カテゴリ内緑割合の相関

	N	Spearman	p
来院～初診時バイタル測定	3	注1)	
来院～胸腔穿刺	4	0.26	0.74
来院～輸液	12	0.36	0.25
来院～緊急輸血	注2)		
来院～緊急手術	注2)		

注1) Spearman相関係数の検定に必要な最低サンプル数を下回るため検定せず
注2) 緑が0例(0%)なので検定せず

E. 考察

今回の検討によって、本邦初の救急隊の緊急度判定の質の評価が実現された。今後の活動の質の指標になる基礎値が得られたとともに本検証方法の有用性が示された。

平成 24 年度研究におけるプロトコルの地域別精度比較では、119 番通報時プロトコルは事後確率(陽性的中度)の視点からは、若干ながら横浜市(現行のプロトコル)の精度が高いといえる。他方、感度は堺市のほうが高く、過小評価を抑えるという視点では堺市(総務省 Version 0)の精度が上回っていると考察できる。また救急現場プロトコルは、現行のプロトコルを用いた横浜市において過小評価傾向を認めたため、現行のプロトコルの見直しが必要と考えられた。以上より、横浜市と堺市の現況を比較すると、119 番通報ではわずかに、また救急現場において明らかに堺市の緊急度判定の精度が上回っていると推察された。この研究において堺市で使用したプロトコル (Version 0) は、横浜市の従来プロトコルよりも優れている可能性がある。

平成 25 年度研究では、Study-A (2 地域 Ambulance based study) において地域間全体の PPV に有意差をみとめたことは、地域間のプロトコルの相違や疾病構造の相違が影響していると考えられる。すなわち A 市のプロトコルのほうが全体にオーバーリアージを容認していると解釈することができる。また

地域内の救急隊間比較では統計学的差異はみとめなかったものの、各救急隊の PPV にばらつきがあり、プロトコルの習熟度などに関連している可能性が示唆された。

Study-B (3 地域の Hospital based study) では、3 病院搬送症例の PPV に統計学的有意差をみとめた。3 病院はいずれも 3 次救急医療機関であるが、C 病院は周辺の救急医療機関数が相対的に少なくカバー人口面積が大きい地域にあり、E 病院は大都市における高度救命救急センターであり、D 病院はその中間の特徴を有している。このような背景を考慮すると、今回の結果は各地域における当該病院が求められている機能、周辺の救急医療機関状況などの相違に影響を受けた可能性がある。

Study-C (#7119 center study) の結果から、看護師による PPV の絶対値が低いことが示された。これは、電話を介した緊急度判定ゆえ感度の高さを追求したプロトコルが影響していると考えられた。

このように本研究によって、各救急隊の緊急度判定に係る精度の比較が可能になるとともに、調査対象を拡げることによって地域全体の質評価も可能になった。ただし、結果を解釈するにあたっては、地域内救急隊がプロトコルを遵守していること、検証する地域間あるいは地域内において対象症例に使用したプロトコルの分布に偏りが無いことなどが大前提として必要である。なぜならば、緊急度判定の精度に以下の多くの因子が影響するためである。すなわち、①プロトコルそのものの精度、②救急隊が担当するエリアの特異性(疾病構造の偏り)、③繁忙さに伴うプロセスの省略の存在、④プロトコル遵守の程度、⑤救急隊のプロトコル習熟度、などである。今後はこれらの因子を詳細に検討した上で救急隊活動のベンチマーキングを定期的に行うことによって、研修強化のための基礎資料や地域の課題抽出に役立てることができる。

今回の検討を踏まえて今後実施可能となる項目を下記にまとめた。

- 1) 地域全体の質評価のための目標値設定
 - ① 救急隊による緊急度判定の精度の目標値設定のために、今回の検証基準を用いて、対象地域における緊急性の高い症例が発生する事前確率を算出することができる。
 - 2) 地域内の個々の救急隊の質評価
 - ① 地域内の特定のプロトコルに基づく救急隊判定の精度を調査することによって、プロトコル別に救急隊の習熟の程度を評価し、研修強化にあたることことができ、プロトコルそのものの改訂に役立てることができる。
 - ② プロトコルの種類を問わず 救急隊間で精度に差異をみとめた場合、サブグループ解析などを用い

て、その原因検索を進め、さらなる質向上のための方策を打ち立てる際の助けになる。

③ 個々の救急隊や地域全体の精度の年度比較をすることによって、救急隊の判定の精度の推移を知ることができる。

3) 地域間評価

① 異なる地域間での精度比較が可能になる。すなわち、地域メディカルコントロール協議会の指導や表プロトコそのものの質評価が可能になる。

② Hospital based study の定期的な検討を行うことによって、異なる地域の同じ類型に属する医療機関の当該地域における役割の相違を比較することが可能になる。これは地域内でも検討可能である。

F. 結論

今回検討した緊急度判定検証基準を駆使し、定期的に個別救急隊、当該地域救急隊全体、地域、そして地域間における救急活動ならびにプロトコルの精度のベンチマーキングを実施することは、当該地域のみならず本邦全体の病院前診療の質の向上に寄与すると考える。

【参考文献】

- 1) Manchester Triage Group. Mackway-Jones K, ed. Emergency triage. London: BMJ Publishing Group, 1997.
- 2) 日本救急医学会監修、東京都医師会救急委員会救急相談プロトコル作成部会編集 電話救急医療相談プロトコル—電話による傷病の緊急度・重症度評価のために—。へるす出版 2012年。
- 3) Beveridge R. CAEP issues. The Canadian Triage and Acuity Scale: a new and critical element in health care reform. Canadian Association of Emergency Physicians. J Emerg Med. 1998;16:507-11. 1)
- 4) D. J. Cullen, J. M. Civetta, B. A. Briggs, et al. Therapeutic intervention scoring system: a method for quantitative comparison of patient care. Crit Care Med. 1974;2:57-60.
- 5) D. R. Miranda, A. de Rijk, W. Schaufeli. Simplified therapeutic intervention scoring system: the TISS-28 items—results from a multicenter study. Crit Care Med. 1996;24:64-73.
- 6) Task Force of the American College of Critical Care Medicine, Society of Critical Care Medicine. Guidelines for intensive care unit admission, discharge, and triage. Critical Care Medicine 1999;27:633-638.

- 7) CL Sprung. The Eldicus prospective, observational study of triage decision making in European intensive care units: Part I-European Intensive Care Admission Triage Scores (EICATS). Critical Care Medicine 2012;40:125-31.

5. 4 精神科患者の救急搬送に関する研究

研究実施期間	平成 24 年度
配分額(千円)	平成 24 年度 3,024 千円
研究代表者	伊藤重彦
所属機関	北九州市立八幡病院救命救急センター
研究体制	官 (北九州市消防局、福岡県、北九州市立八幡病院、北九州市医師会、福岡県救急業務メディカルコントロール協議会)
研究概要	<p>(研究目的) 本研究は精神科患者のソフト救急にスポットを当て、搬送救急隊や受入れ医療機関の負担要因と問題点を調査し、今後の精神科救急医療体制の取り組みに資する提言を行うことを目的とした。</p> <p>(研究内容) 以下の 6 項目の分担研究を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 福岡県における精神科患者の救急搬送及び受入れに関する実態調査 2. 精神科患者受入れにおける救急病院、精神科医療機関の負担要分析 3. 精神科患者の救急搬送に関する救急隊員アンケート調査結果 4. 救急要請内容と重症度の相関について 5. 精神科患者の緊急度判定プロトコル作成を目的とした救急病院搬送患者の緊急度および重症度と転帰調査 6. 精神科患者搬送におけるタブレット型端末 (iPad) を用いた緊急度判定の有用性の検討 <p>(研究結果) 研究の結果、以下のような結論が得られた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 身体合併症のない、外来対応で済む軽症者が救急病院へ集中している。精神科医療機関は身体合併症のない患者受入れに対し相応の負担をすべき。 2. 精神科救急情報システムは、ソフト救急患者の外来対応を行う体制になっていない。身体合併症がないことが明らかな精神科患者を、時間外に精神科医が外来対応できる新たな体制作りが急務。 3. 精神科患者の主訴とバイタルサインを判定要素とする緊急度判定プロトコルを開発した。タブレット型端末 (iPad) を用いた緊急度判定の実証研究を行った結果、簡便な判定手法として有用であった。
研究成果の活用事例(実用化の状況)	研究成果の内容は、消防庁緊急度判定体系に関する検討会で開発している緊急度判定プロトコル ver1 のうち、電話相談プロトコルの搬送先選定に一部反映
応用の方向性	消防庁緊急度判定体系に関する検討会で開発している現場プロトコル ver1 にはソフト救急を含む精神疾患症候の緊急度判定基準が入っていない。本研究結果および改良型プロトコルを複数地域での実証検証することで、搬送困難事案であるソフト救急に対応した精神科患者の緊急度判定、搬送先選定が十分可能となる。
研究発表の状況等	(発表) ・精神科救急における搬送および受入れの問題点と負担軽減のための対策: 第 16 回日本臨床救急医学会総会パネルディスカッション(H25 年 7 月 13 日 東京)

	<ul style="list-style-type: none"> ・精神科救急における搬送・受入れの負担要因の調査および精神科患者の緊急度判定プロトコルの開発とタブレット型端末を用いた緊急度判定の有用性の研究:第 61 回全国消防技術者会議(H25 年 10 月 24 日 東京) ・厚生労働省救急医療体制のあり方に関する検討会;第 3 回、第 4 回、第 6 回会参考人として発表(ホームページに資料公開) ・北九州地域メディカルコントロール協議会の取組:平成 25 年度全国メディカルコントロール協議会連絡会(H26 年 1 月 31 日 北九州) <p>(原著)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・福岡県におけるソフト精神科患者の搬送・受入れの現状、および関係機関の負担要因に関する検討。日臨救会誌 17:512-521, 2014 <p>(講演)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・精神科患者の救急搬送に関する研究:地域医療連携研修会(H26 年 1 月 24 日 横浜) ・精神科ソフト救急患者の搬送・受入れの現状と問題点:下関長門地区メディカルコントロール協議会(H26 年 7 月 31 日 下関)
知的財産権の出願・登録状況等	特になし
当該研究に対する今後の展開、意見等	特になし

精神科患者の救急搬送に関する研究

○伊藤重彦¹⁾、井上征雄¹⁾、木戸川秀生¹⁾、竹村保美²⁾、板山隆志²⁾

研究課題の要旨：精神科患者の救急搬送が抱える問題点を明らかにする目的で、福岡県における搬送・受入れの現状、関係機関の負担要因と負担改善策について検討した。また、救急隊員が現場で簡便に使用できる、ソフト救急に対応した精神科患者の緊急度判定プロトコルを開発し、現場活動においてこのプロトコルを掲載したタブレット型端末を用いた実証研究を行った。ソフト救急患者の8割以上は身体合併症のない外来対応で済む軽症者であった。救急病院の負担軽減のためには、精神科医療機関が自院かかりつけ患者を今以上に受入れるべきである。福岡県の精神科救急情報システムはソフト救急に対応しておらず、時間外の受入れ率はわずか5.1%であった。開発した緊急度判定プロトコルを用いた実証研究の結果、タブレット型端末を用いた緊急度判定は手法として有用であった。

1. はじめに

精神科救急は搬送困難事案の上位を占め、搬送救急隊、受入れ救急病院にとって大きな負担となっている。精神科救急医療体制に関する協議の中心はハード救急であり、ソフト救急の議論はいまだ手つかずのままである。ハード救急とは自傷他害の恐れがある場合で、多くは精神保健福祉法第24条の警察通報により保健所等が介入して緊急措置を行う。ハード救急患者は病院受診を拒否していることが多く、身体合併症がない限り身体科の救急病院へ搬送されることはほとんどない。一方、ソフト救急は、自殺未遂、中毒、不安症状等により本人・家族が医療機関受診を希望して119番通報する救急である。多くは外来対応で済む身体合併症のない軽症者であり、精神科医療機関でも対応可能である。搬送困難事案の多くは、これらソフト救急事案である。

福岡県で2010年6月から運用を開始した搬送及び受入れに関する実施基準¹⁾では、平日時間帯における身体合併症のない、かかりつけ医のある精神科患者の救急搬送は精神科医療機関が受入れることになっている。しかし実際には多くの患者が救急病院に搬送されており、実施基準通りの運用されていないことがわかった。そこで、精神科患者の救急搬送の現状と問題点を検討するため、以下の4項目について調査研究を行ったので報告する。

研究1) 福岡県における精神科患者の搬送・受入れの現状調査

研究2) 精神科患者の搬送・受入れにおける関係機関の負担要因に関するアンケート調査

研究3) ソフト救急に対応した精神科患者の緊急度判定プロトコルの開発

研究4) 緊急度判定プロトコルを掲載したタブレット型端末を用いた実証研究

(所属機関)

- 1) 北九州市立八幡病院 救命救急センター
- 2) 北九州市消防局²⁾
2. 福岡県における精神科患者の救急搬送、および受

入れの現状調査 (研究1)

1) 目的

福岡県は2010年6月から搬送及び受入れに関する実施基準の運用を開始した。精神科患者の救急搬送において実施基準が遵守されているかどうか、搬送件数、身体合併症の有無と搬送時間帯別の搬送先について調査した。

2) 対象・方法

実施基準運用開始後の2011年6月から2012年11月までの期間の精神疾患(疑い含む)の救急搬送2225件を対象として、身体合併症の有無と搬送時間帯別の搬送先調査を行った。

なお、調査内容の一部は、福岡県消防防災指導課および消防機関より提供された。統計学的有意差検定はカイ二乗検定を用い、5%を有意水準とした。

3) 結果

調査期間中の精神科患者の救急搬送2225件のうち、身体合併症のない患者搬送は1269件、身体合併症のある患者搬送は956件である。実施基準では、身体合併症のない患者はかかりつけ医または応急指定病院等の精神科医療機関が受入れることになっているが、自院かかりつけ患者の受入れ率は平日時間帯の47%に対して、時間外は28.3%で、時間外に有意に低下した(p<0.05)。かかりつけ医が対応できない患者は、精神科救急情報システムを通じて輪番病院が対応することになっているが、精神科救急情報システムを経由した時間外の受入れはわずか5.1%であった(図1)。

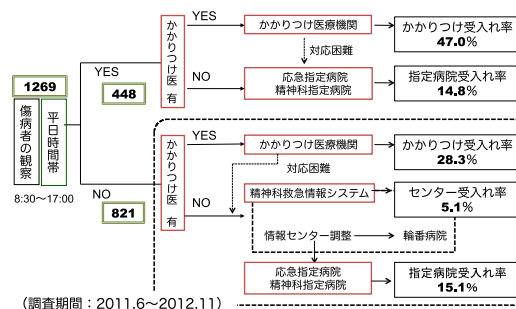


図1 身体合併症のない精神科患者の搬送先

3. 精神科患者の搬送・受入れにおける関係機関の負担要因に関するアンケート調査

(研究2)

1) 目的

精神科患者の搬送・受入れにおける救急病院、精神科医療機関、消防機関の負担要因についてアンケート調査を行った。

2) 対象・方法

福岡県下の救急病院等に係る告示を行っている病院144施設（平成23年5月時点）、福岡県精神保健福祉協会資源名簿に掲載されている精神科医療機関364施設（平成24年4月時点）、および福岡県下の25消防本部の救急救命士を対象に、精神科患者の救急搬送における救急病院、精神科医療機関の受入れ体制、搬送・受入れの負担要因や問題点について調査用紙の郵送法によるアンケート調査を行った。調査は平成25年10月1日から11月9日の期間で行い、医療機関アンケートは施設代表者1名に対して、消防機関アンケートは県内で活動する救急救命士全員に対して回答を求めた。統計学的有意差検定はカイ二乗検定を用い、5%を有意水準とした。

3) 結果

(1) 回答施設の背景と回答率

救急病院69施設から回答を得た（回答率48.9%）。県内の大学病院、救命救急センターすべてが回答した。回答施設の63.8%では院内に常勤あるいは非常勤の精神科医がいなかった。精神科医療機関126施設から回答を得た（回答率34.3%）。回答施設の53.6%が無床診療所で50%が医師一人の診療所であった。消防機関調査では、福岡県下25消防本部に所属する救急救命士（専任救急隊・兼任救急隊）1,099名すべてから回答を得た（回答率100%）。

(2) 搬送時間帯別の受入れ体制

搬送時間帯にかかわらず、48%の救急病院は精神科患者を積極的に受入れていた。一方で、救急病院の45%~46%が、精神科患者の救急受入れを行っていなかった（図2）。自院かかりつけ患者を受入れている精神科医療機関の割合は、平日時間帯の72%から時間外・休日は36%に半減した。その結果、救急を受入れない精神科医療機関は、平日時間帯24%から時間外・休日62%に増加した（ $p<0.05$ ）（図3）。

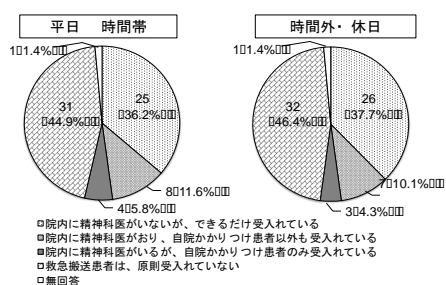


図2. 救急病院の受入れ体制 (回答69施設)

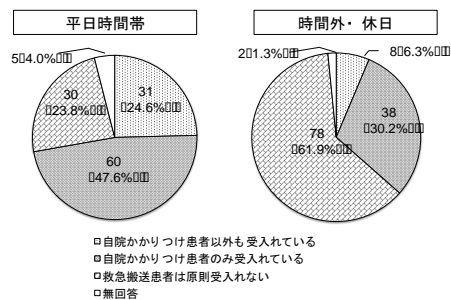


図3. 精神科医療機関の受入れ体制 (回答126施設)

(3) 関係機関の負担要因の内訳

救急病院の94%、精神科医療機関の76%が精神科患者の受入れが負担であると回答した。両者に共通する負担要因は、精神科患者受入れ後の転送や転院が困難であること、外来診療中に患者の不穏や興奮の対応に苦慮することであった。救急病院にとって最も大きな負担は、身体科の診療を必要としない外来対応で済む軽症者の受入れであった。精神科医療機関が自院かかりつけ患者を平日時間帯に受入れできない理由としては、身体合併症を伴う場合の対応に不安がある、一人医師による予約制診療体制では救急を受入れる余裕がない、救急受入れの設備や人員が不足しているなどであった（表1）。

表1. 平日時間帯に自院かかりつけ患者を受入れできない理由 (精神科医療機関126施設)

● 身体合併症への不安
・身体合併症があるときの対応が不安である。
・身体合併症が否定できないため、受入れない。
● マンパワー不足、空き時間の不足
・医師一人、職員一人で、人手がない。
・完全予約制で、急患を診る空き時間がない。
・興奮や混乱がひどい時は、外来対応が難しい。
● 設備の不備、体制の不備
・無床クリニックなので、救急対応できない。
・入院施設がない。病室などの設備がない。
・入院が必要ときの転送・転院が煩雑で難しい。

精神科患者搬送において救急隊員が負担と感じるおもな理由は、受入れ医療機関がなかなか決まらないこと、現場滞在時間が長くなるであった。

(4) 身体合併症の有無、および緊急度判断

患者接触時の主訴や観察所見から身体合併症の有無の判断は容易かと質問に、78%の隊員が判断は難しいと回答した。また、精神患者の緊急性の高い主訴と緊急性の低い不定愁訴を選別できるかとの質問に、47%の隊員が両者の識別は困難であると回答した（図4）。

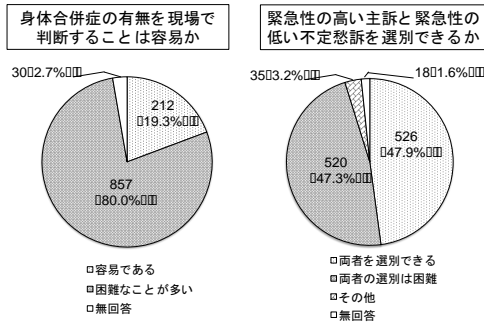


図4. 身体合併症の有無の判断と緊急度判断 (回答: 救急救命士 1099 名)

4. 精神科患者の緊急度判定プロトコルの開発 (研究 3)

1) 目的

救急隊員に対するアンケート調査から、精神科患者の緊急度判定が容易ではないことがわかった。そこで、接触時の主訴とバイタルサインからソフト救急患者を含む精神科患者の緊急度判定を行えるプロトコルを開発した。また、後ろ向き調査により、当院受入れ患者において開発したプロトコルにより緊急度を判定し、現場活動における有用性について評価した。

2) 対象・方法

2010年1月から2012年8月までの間に北九州市立八幡病院に救急搬送されたアルコール中毒を除く精神科患者162例を対象とした。救急隊活動記録と患者カルテから救急隊接触時の主訴とバイタルサイン(呼吸、循環、意識、体温)、転帰(外来、入院別)を後ろ向き調査した。接触時主訴は9つのカテゴリー(以下「主訴カテゴリー」)に分類した(表2)。

表2. 9つの主訴カテゴリーと症状

心血管 胸痛(胸が痛い苦しい) 胸背部痛(背中が痛い) 起立性失神 低血圧	呼吸器 呼吸困難(息が苦しい) 過換気(手がしびれる) 気道閉塞(声が出ない)	薬物中毒 薬物誤飲 急性中毒 薬の飲み過ぎ
消化器 急な腹痛(激しい痛み) 嘔吐 吐下血 腰が痛い	神経 持続するけいれん 激しい頭痛 頭部痛 まっすぐ歩けない	自殺企図 手首切創 胸腹部の刺創 転落・溺水
外傷 頭・顔部外傷 胸・腹部外傷 四肢・骨盤外傷	区別しにくい症状 じっとしておれない 不安 怖い いらいら さみしい	アルコール中毒 暴力 大声で暴れる 眠り込んでいる さむい はきそう

さらに、緊急度判定支援システムJTAS²⁾を参考に、主訴とバイタルサインから緊急度を赤、黄、緑、非緊急(白)の4段階に分類した(以下「身体緊急度」)(表3)。上記9つのカテゴリーとは別に、ただちに精神科の診察を必要とする患者の主訴や行動を「精神

科患者特有の主訴、行動」カテゴリーとし、緊急度を赤、黄、非緊急(白)の3段階に分類した(以下「精神緊急度」)(表4)。ただし、精神緊急度を用いて判定する対象者は、バイタルサインに異常がない精神科患者とした。

表3. 精神科患者の身体緊急度、精神緊急度

精神科患者の緊急度区分			
身体緊急度		精神緊急度	
赤	緊急	精神赤	緊急
黄	準緊急	精神黄	準緊急
緑	低緊急		
白	非緊急		

※精神緊急度とは、バイタルサインに異常はないが、主訴や行動から緊急に精神科医の診察、入院を必要とする状況

表4. 精神科特有の主訴カテゴリーと緊急度

緊急度	主な主訴(キーワード)	
身体赤	バイタル異常	呼吸異常はSpO ₂ で判断(呼吸数は参考値) 疎通がとれない
精神赤	緊張病性 興奮・昏迷	興奮し、意味不明、支離滅裂な言動 目つきがおかしい、視線を合わせない 無言、無動、固まっている、全身緊張
精神赤	幻覚・妄想状態	対話型(誰かと話しているような)独語、空笑
精神赤	自殺企図 希死念慮	致死性の高い自殺企図方法 死なないといけない 生きているとみない迷惑をかける
精神黄	アビールの自殺企図	浅いリストカット 家族、知人に知らせずから行動 少量の服薬
	幻覚・妄想状態	幻聴、妄想だと知っている(病識がある) 服薬を中断している
	鬱状態 不安状態	不安でじっとしておれない 眠れない
精神白		過換気発作(呼吸数以外のバイタル正常) 明らか原因(誘因)がある場合パニック症候群 さみしい、きつい、だるい、頭が痛い

医療機関搬入後の転帰は、外来対応で済んだ患者を区分0(外来のみ)とし、入院患者は区分1(治療を要しない3日以内の経過観察入院)、区分2(治療が必要な4日以上~3週間未満の入院)、区分3(3週間以上の入院)、区分4(経過中の死亡)の4つに分類した(以下「研究調査区分」)。また、患者重症度は、区分0と区分1を軽症、区分2を中等症、区分3と区分4を重症とした(表5)。検討項目は、(1)搬送患者の年齢、性別、主訴、(2)研究調査区分による重症度と主訴カテゴリーの頻度、(3)身体緊急度判定結果と研究調査区分による重症度である。なお、統計学的有意差検定はカイ二乗検定を用い、5%を有意水準とした。

表5. 研究調査区分

転帰 (研究調査区分)	重症度	入院期間
区分0 (外来)	軽症	外来対応のみで帰宅
区分1 (入院1)		治療を要しない経過観察入院 (入院期間1日~3日以内)
区分2 (入院2)	中等症	治療・処置を要する入院 (入院期間4日~3週間未満)
区分3 (入院3)	重症	治療・処置を要する入院 (入院期間3週間以上)
区分4 (死亡)		初診時、経過中の死亡

3) 結果

(1) 搬送患者の年齢、性別、主訴

対象患者162名の平均年齢は45歳(12歳から96歳)、性別は男性65名(40%)、女性97名(60%)で女性がやや多かった。9つの主訴カテゴリー別頻度は、薬物中毒21%、神経21%、呼吸器14%、区別しにくい症状14%、自殺企図13%、外傷9%、消化器7%、心血管1%の順で多かった。また年齢層では、10~49歳では薬物中毒、神経、自殺企図、50歳以上では神経、外傷、呼吸器の割合が多かった。

(2) 受入れ患者の主訴カテゴリー、転帰、重症度

対象162名の転帰(研究調査区分)は、区分0:80%、区分1:8%、区分2:9%、区分3:2%、区分4:1%で、外来対応で済む患者が多かった。区分1には、本来帰宅可能であるが時間外搬送のため、家族の強い希望で翌日以降まで入院した症例が入っており、区分0と区分1をあわせた軽症例は88%であった。区分2~4の中等症以上の症例は12%であった。

開発した緊急度判定プロトコルに従って、対象162名の身体緊急度を判定した(図5)。

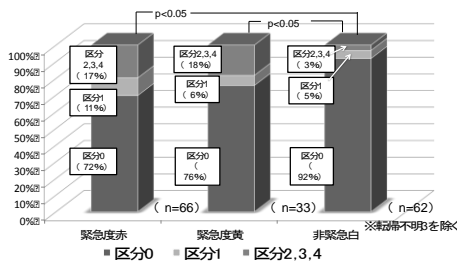


図5. 身体緊急度の判定結果と研究調査区分による重症度

身体緊急度の内訳は、緊急度赤40%、黄20%、緑0%、非緊急(白)40%であった。緊急度赤の科研調査区分による重症度は、軽症(区分0と1)83%、中等症(区分2)15%、重症(区分3と4)2%であった。同様に緊急度黄の重症度は、軽症82%、中等症12%、重症6%

であった。非緊急(白)では、軽症93%、中等症1%、重症1%、転帰不明5%であった。どの緊急度でも80%以上の患者が軽症であったが、非緊急(白)と比較すると身体緊急度赤と黄の患者が入院する割合が高かった(p<0.05)(図5)。身体緊急度の転帰からアンダーtriageを回避するためには、身体緊急度赤または黄の患者は、救急病院搬送による身体合併症の確認は適切である。

5. 緊急度判定プロトコルを掲載したタブレット型端末による実証研究(研究4)

1) 目的

救急隊は接触時の少ない情報と観察所見から、身体合併症の有無や緊急度を判断している。そこで、開発した緊急度判定プロトコルを掲載したタブレット型端末(以下「iPad」)を用いて、現場活動において搬送患者の緊急度判定を行う実証研究を行った。なお、実証研究の目的は緊急度判定手法の評価であるため、判定結果にかかわらず、搬送先選定および搬送業務は従来通りに行った。

2) 対象と方法

実証研究は2012年10月1日~2013年1月18日の期間で行い、救急隊が精神患者と判断した20歳以上の患者を対象とした。精神科患者の判断は、1)精神科医療機関の受診歴がある、2)精神科関連薬剤の服用歴がある、3)本人家族からの病气申告がある、4)救急隊が精神疾患を疑う(主訴、症状、行動、薬物の袋など)場合とした。緊急度判定プロトコルを掲載したiPadを北九州市消防局に所属する救急隊20隊に配備し、精神科患者接触時に救急隊により緊急度を判定した。図6はiPadによる緊急度判定のイメージ写真である。緊急度判定データは各消防本部から定期的に報告され、患者転帰(外来、入院の区別)は、消防機関を通じて搬送先病院から情報提供された。



図6. 現場活動におけるiPadを用いた緊急度判定の様子(傷病者役は救急隊員)

集められたデータから、(1)搬送患者の背景、主訴・症状、身体・精神緊急度、転帰、(2)主訴カテゴリー、緊急度別のバイタルサイン異常の出現率、転

帰、(3) 緊急度判定結果と搬送先、病院収容後の転帰について検討した。なお、統計学的有意差検定はカイ二乗検定を用い、5%を有意水準とした。

3) 結果

(1) 搬送患者の背景、主訴・症状、身体・精神緊急度、転帰

実証研究期間中の対象患者は287名、年齢は20歳から91歳(平均年齢46歳)で、20歳～49歳までの年齢層が多かった。性別は男性132名、女性155名で、女性がやや多かった。頻度の高い主訴は、アルコール中毒23%、区別しにくい症状19%、自殺企図14%の順であった。緊急度判定プロトコルに基づき判定された身体緊急度の内訳は、赤46.3%、黄27.2%、緑0.3%、非緊急(白)26.1%であった。精神科患者特有の主訴と行動から精神科医の診察が必要と判断された患者75名の精神緊急度は、赤30.7%、黄12%、非緊急(白)57.3%で、非緊急が最も多かった。全287名の転帰は、外来のみ58.8%、入院31.9%、不搬送9.3%で、入院患者の受け入れ先は救急病院が82%、精神科医療機関が18%であった。

(2) 主訴カテゴリー、緊急度別のバイタルサイン異常の出現率と転帰

全287名のうち171名(59.5%)でバイタルサイン異常を認めた。バイタルサインのうち、意識異常、呼吸異常、循環異常の出現率は、意識55.4%、呼吸27.5%、循環17.2%の順で高かった。主訴カテゴリー別にバイタルサイン異常を認める頻度は、呼吸器91.3%、神経88.4%、アルコール中毒73%の順で高かった。身体緊急度別にバイタルサイン異常を認める頻度は赤81.2%、黄80.8%、緑0%で、緊急度赤と黄では、なんらかのバイタルサイン異常を認める患者が多かった。

バイタルサイン異常を認めた171名の患者のうち35%が入院した。バイタルサイン異常を認める患者の65%は外来対応で済む軽症例であった。バイタルサイン異常を認めた患者のうち、循環異常の42.5%、意識異常の38.0%、呼吸異常の26.6%が入院した。入院率が最も高かったのは、循環異常を認める患者であった。

(3) 緊急度判定結果と搬送先、病院収容後の転帰

緊急度判定プロトコルに基づいて判定した緊急度と搬送先(救急病院、精神科医療機関、不搬送・自宅搬送)および病院収容後の転帰(外来、入院)を調査した。身体緊急度の高い赤と黄の患者のそれぞれ90.2%、84.6%が救急病院へ搬送された(図7)。緊急度にかかわらず、精神科医療機関への搬送は10%以下であった。また、不搬送は身体緊急度赤3.8%、黄9.0%、非緊急(白)18.7%で、緊急度が低くなると不搬送の比率が高くなった($p<0.05$)。精神科医療機関へ優先して搬送すべき精神緊急度赤の患者、身体科と精神科でどちらを搬送先にするか迷うアピールの自殺企図(精神緊急度黄)の患者の多くが、救急病院

へ搬送されていた。本来、救急搬送の対象でない非緊急(精神白)の搬送先も、救急病院搬送が79.1%、不搬送が20.9%で、精神科医療機関への搬送例は1件もなかった。

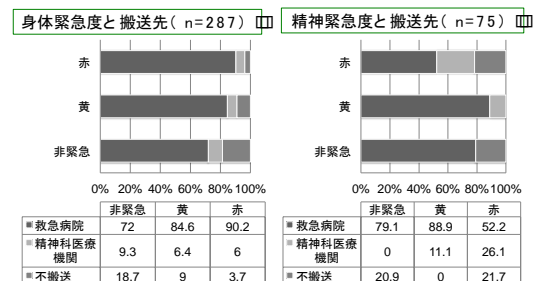


図7. 緊急度判定プロトコルを用いた実証検証結果(緊急度判定結果と搬送先医療機関)

6. 考察

ソフト救急の多くは、本来身体科の診療を必要としない、身体合併症のない患者である。重篤な身体合併症患者が搬送されてくるなかで、精神科医療機関でも対応可能な軽症者に時間とマンパワーを費やすことで、救急病院に多大な負担が掛かっている。また、ソフト救急患者を受入れる精神科医療機関が少ないため、身体合併症の有無を診断した後に、救急病院から精神科医療機関への転院・転送はほぼ困難な状況である。患者搬送が集中している救急病院の負担軽減のため、身体合併症のない自院かりつけ患者については、精神科医療機関が積極的に受入れるべきである。

精神科救急情報システムは措置入院等が必要なハード救急患者を対象としており、輪番病院の当直体制はソフト救急患者の外来診療は全く想定していない。従って、精神科救急情報センターが時間外の受け入れを担う現在の実施基準は絵に描いたもちである。身体合併症のないことが明らかな精神科患者については、時間外でも精神科医が直接外来対応できる新たな体制作りが急務である。

今回の研究では、ソフト精神科救急を視野に入れ、緊急度判定プロトコルを開発した。また、プロトコルを掲載したiPadを現場活動で用いることで、救急隊が短時間に、容易に緊急度を判定することが可能となった。外来対応で済むことが多いソフト精神科救急に焦点を当てた実態調査や緊急度判定に関する研究報告はほとんどない。精神科患者の緊急度判定プロトコルやiPadを用いた緊急度判定の手法が実効性のある精神科救急医療体制の構築に役立つことを期待する。

7. 結語

- 1) 身体合併症のない、外来対応で済む軽症者が救急病院へ集中している。精神科医療機関は身体合併症のない患者受入れに対し相応の負担をすべきである。
- 2) 精神科救急情報システムは、ソフト救急患者の外来対応を行う体制になっていない。身体合併症がないことが明らかな精神科患者を、時間外に精神科医が外来対応できる新たな体制作りが急務である。
- 3) 精神科患者の主訴とバイタルサインを判定要素とする緊急度判定プロトコルを開発した。タブレット型端末（iPad）を用いた緊急度判定の実証研究を行い、簡便な判定手法として有用であった。

8. 引用文献

- 1) PDF 傷病者の搬送及び受入に関する実施基準—福岡県消防防災課
(<http://www.bousai.pref.fukuoka.jp/shoubou/zitsushikizyun/000zitsushikijyun.pdf>)
- 2) 緊急度判定支援システム JTAS 2012 ガイドブック、日本臨床救急医学会監修、へるす出版。

本研究は、総務省消防庁平成24年度消防防災科学技術研究制度「精神科患者の救急搬送に関する研究」のなかで行った。内容の一部は、厚生労働省平成24年度救急医療体制等あり方に関する検討会の参考人資料（第3回、第4回、第6回資料）としてホームページ（<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000030p5p.html>）に公開されている。また、内容の一部は第16回日本臨床救急医学会パネルディスカッション17（2013年7月13日）および第61回全国消防技術者会議（2013年10月24日）で発表、内容の一部は原著論文として、日本臨床救急医学会雑誌（2014;17:515-21）に掲載された。

5. 5 心肺機能停止患者の気道確保および輸液の効果に関する検討

研究実施期間	平成 24 年度～平成 25 年度
配分額(千円)	平成 24 年度 2,133 平成 25 年度 1,788
研究代表者	萩原明人
所属機関	国立大学法人九州大学
研究体制	学・官 (九州大学、福岡市消防局、九州大学病院、厚生労働省)
研究概要	<p>病院外心肺停止(OHCA)患者に対する病院到着前の乳酸リンゲル液輸液と予後の関係は不明である。そこで、1年目に、ウツタインデータを用い、傾向分析を行い、病院到着前の乳酸リンゲル液の使用と患者の予後の関連を検討した。その結果、病院到着前の乳酸リンゲル液の使用は病院到着前の心拍再開の増加と関連し、発症1ヶ月後の脳および全身機能の低下と関連していることが分かった。なお、乳酸リンゲル液の使用と1ヶ月生存との間に関連性は見られなかった。</p> <p>また、OHCA患者に対する病院到着前の気道確保があらゆる場合に常に効果がないかどうかは明らかになっていない。そこで、2年目に、信号検出分析法を用いてウツタインデータを分析し、1カ月後の脳機能(カテゴリー1, 2)に関連する要因を特定した。その結果、病院到着前にOHCA患者に対し特定の挿管器具を使用することは一定の条件下において有効である可能性が示唆された。</p>
研究成果の活用事例(実用化の状況)	病院外心肺停止患者に対する救急救命措置は、米国心臓協会ガイドライン、および、それに準拠した我が国のガイドラインに基づいて行われる。現時点では、知見の蓄積が不十分で、米国や我が国のガイドラインの変更までには至っていない。
応用の方向性	今後、さらに研究を進めることによって、現在の方法よりも更に効果的な救急救命措置の開発につながる可能性がある。
研究発表の状況等	<u>Hagihara A, Hasegawa M, Abe T, Wakata Y, Nagata T, Nabeshima Y. Prehospital Lactated Ringer's Solution Treatment and Survival in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Prospective Cohort Analysis. <i>PLoS Med</i> 10(2): e1001394.2013</u>
知的財産権の出願・登録状況等	なし
当該研究に対する今後の展開、意見等	病院到着前の乳酸リンゲル液輸液の効果に関する知見は救急救命実務において重要な意義を有しており、ガイドラインの変更に至る可能性がある。また、気管挿管の効果に関する検討の結果、挿管器具を積極的に使うことが望ましい場合が特定出来た。これは救急救命ガイドラインの精緻化につながる可能性がある。しかし、ウツタインデータには、病院到着後の治療内容に関するデータが含まれていない。今後、病院内での蘇生治療データを含んだ研究によって今回の知見の妥当性について更に検討する必要がある。

心肺機能停止患者の気道確保および輸液の効果に関する検討

○萩原明人¹・星川英一²・安部猛³・永田高志³・長谷川学⁴

Akihito Hagihara, Eiichi Hoshikawa, Takeru Abe, Takashi Nagata and Manabu Hasegawa

研究課題の要旨: 病院外心肺停止 (OHCA) 患者に対する病院到着前の乳酸リンゲル液輸液と予後の関係は不明である。そこで、1年目に、ウツタインデータを用い、傾向分析を行い、病院到着前の乳酸リンゲル液の使用と患者の予後の関連を検討した。その結果、病院到着前の乳酸リンゲル液の使用は病院到着前の心拍再開の増加と関連し、発症1ヶ月後の脳および全身機能の低下と関連していることが分かった。なお、乳酸リンゲル液の使用と1ヶ月生存との間に関連性は見られなかった。また、OHCA患者に対する病院到着前の気道確保があらゆる場合に常に効果がないかどうかは明らかになっていない。そこで、2年目に、信号検出分析法を用いてウツタインデータを分析し、1ヵ月後の脳機能 (CPC 1,2) に関連する要因を特定した。その結果、病院到着前に OHCA 患者に対し特定の挿管器具を使用することは一定の条件下において有効である可能性が示唆された。

キーワード: 病院外心肺停止、ウツタインデータ、輸液、乳酸リンゲル液、気管挿管、傾向スコア、信号検出分析法

1. はじめに

病院外での心肺停止 (OHCA) 患者の2次救命措置として、救急隊員は、心臓マッサージや除細動の後、必要に応じ、気管挿管および静脈路確保 (輸液) を行う。しかし、今日まで、内外ともに、救急隊員による OHCA 患者の救命行為 (例、輸液、気管挿管、エピネフリンの使用、等) の有効性に関し、十分な検証が行われてこなかった。理由として、(1) 介入研究 (Randomized Controlled Trial, RCT) が行えないこと、および、(2) 十分な症例数が確保できないことが挙げられる。海外では介入研究を試みた例が数例あるが、サンプル数が不足し第二種の過誤 (Type II Error)、あるいは、完全なダブル・ブラインドになっていないといった問題が見られる。救急隊員の救命行為に関する大部分の研究は、横断研究であり、救命行為の有効性を支持するものとそうでないものが混在している。知見を要約すれば、気管挿管や静脈路確保に伴う輸液の患者予後に及ぼす影響に関しては、内外ともに、知見が確立していないと言える。そこで、わが国の心肺停止患者の救命蘇生統計 (ウツタイン) のデータを用い、気管挿管および輸液の、患者の予後に関する指標 (心拍再開、1ヶ月生存、1ヵ月後の脳機能および全身機能) に及ぼす影響を評価した。研究期間は2年間で、1年目に静脈路確保に伴う輸液の予後指標に及ぼす影響、2年目に気管挿管の1ヵ月後の脳機能に及ぼす影響を評価した。

2. 心肺機能停止患者の輸液の効果に関する検討

OHCA 患者を対象に、静脈路確保に伴う輸液の患者の予後指標 (心拍再開、1ヶ月生存率、1ヵ月後の脳機能および全身機能) に及ぼす影響を、定量的に評価した。解析にはわが国の心肺停止患者の救命

表 1. 病院外心肺停止患者に対する病院到着前の乳酸リンゲル液の使用と患者アウトカムの関係: 2005-2009年の全体データ (n=531,854)

方法	ROSC (あり)		1ヶ月生存 (あり)		CPC (1 or 2)		OPC (1 or 2)	
	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P
調整なし (n=531853)	1.521 (1.484-1.559)	<.001	0.880 (0.852-0.909)	<.001	0.589 (0.559-0.621)	<.001	0.598 (0.567-0.630)	<.001
特定の変数を調整* (n=524016)	0.951 (0.921-0.983)	<.01	0.796 (0.766-0.828)	<.001	0.527 (0.495-0.560)	<.001	0.531 (0.499-0.565)	<.001
全変数を調整* (n=497627)	1.194 (1.153-1.237)	<.001	0.986 (0.946-1.029)	.052	0.778 (0.728-0.832)	<.001	0.782 (0.732-0.836)	<.001

a: 年、年齢、性別、目撃者、患者と目撃者の関係、目撃者による胸骨圧迫、目撃者による人工呼吸、目撃者による AED 使用、心電図波形、心原因性・非心原因性の別、通報から現場到着までの時間、通報から病院到着までの時間

b: 本研究で取り上げた全変数と 47 都道府県の 46 ダミー変数。

ウツタインデータを使用した。輸液投与の患者予後への影響を評価するためには、患者予後に影響を及ぼす可能性のある要因 (例、患者要因、時間的要因、救急救命内容、等) の影響を可能な限り広範にコントロールする必要がある。その意味では、RCT が最適な方法である。しかし、RCT は倫理的な問題があり、実施は困難である。そこで、次善の方法として、患者ごとの傾向得点 (Propensity score) を求め、輸液を受けた患者と受けなかった患者を、傾向得点でマッチングし、輸液投与の予後に及ぼす影響を評価した。対象は 2005 年 1 月 1 日から 2009 年 12 月 31 日の間に、救急隊の到着前に OHCA を発症し、救急隊員による処置の後、医療機関に移送された 18 歳以上の患者である。

まず、表 1 に OHCA 患者における病院到着前の乳酸リンゲル液の使用と蘇生アウトカムに関するロジスティック回帰分析の結果を示した。病院到着前の心拍再開 (ROSC) については、病院到着前乳酸リンゲル液の使用はその増加と有意に関連していた (調整なし: OR=1.521, 95% CI, 1.484-1.559, p=0.000; 特定の変数の影響を調整: OR=0.951, 95% CI, 0.921-0.983, p=0.003; 全変数の影響を調整:

(所属機関名)

1 国立大学法人 九州大学大学院医学研究院

2 福岡市消防局

3 国立大学法人 九州大学病院

4 厚生労働省医政局指導課

OR=1.194, 95% CI, 1.153-1.237, p= 0.000)。1ヶ月生存では、病院到着前乳酸リングル液の使用は、一部のモデルでのみ、その減少と関連していた(調整なし:OR=0.880, 95% CI, 0.852-0.909, p= 0.000; 特定の変数の影響を調整:OR=0.796, 95% CI, 0.766-0.828, p= 0.000; 全変数の影響を調整:OR=0.986, 95% CI, 0.946-1.029, p= 0.52)。1ヵ月後の脳機能(CPC 1,2)では、病院到着前乳酸リングル液の使用は、その減少と関連していた(調整なし:OR=0.589, 95% CI, 0.559-0.621, p= 0.000; 特定の変数の影響を調整:OR=0.527, 95% CI, 0.495-0.560, p= 0.000; 全変数の影響を調整:OR=0.778, 95% CI, 0.728-0.832, p= 0.000)。1ヵ月後の全身機能(OPC 1,2)では、病院到着前乳酸リングル液の使用は、その減少と関連していた(調整なし:OR=0.598, 95% CI, 0.567-0.630, p= 0.000; 特定の変数の影響を調整:OR=0.531, 95% CI, 0.499-0.565, p= 0.000; 全変数の影響を調整:OR=0.782, 95% CI, 0.732-0.836, p= 0.000)。更に、以上の結果を図1に要約した。

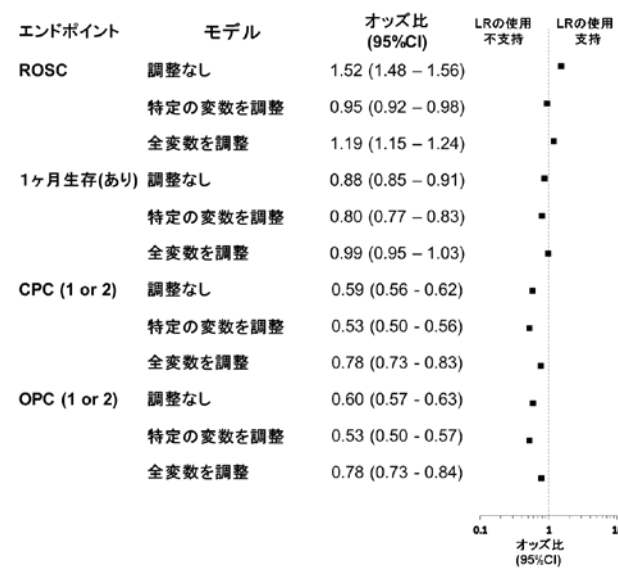


図1. 病院外心肺停止患者に対する病院到着前の乳酸リングル液の使用と患者アウトカムの関係

表2に傾向スコアでマッチングした患者を対象にした、条件付きロジスティック回帰分析の結果を示した。病院到着前の乳酸リングル液の使用は心拍再開の増加と有意に関連していた(調整なし:OR=1.011, 95% CI, 1.001-1.021, p= 0.04; 傾向スコアを調整:OR=1.264, 95% CI, 1.193-1.339, p= 0.000; 傾向スコアと有意な関連変数を調整:OR=1.262, 95% CI, 1.182-1.345, p= 0.000; 傾向スコア、有意な関連変数、特定の変数を調整:OR=1.254, 95% CI, 1.166-1.349, p= 0.000; 傾向スコアと全変数を調整:OR=1.239, 95% CI, 1.146-1.339, p= 0.000)。病院到着前の乳酸リングル

液の使用は、表3の有意な変数を調整したモデルでは、1ヶ月後の脳機能(CPC 1,2)および全身機能の低下と、それぞれ、有意に関連していた(傾向スコアと有意な関連変数を調整:OR=0.873, 95% CI = 0.766-0.995, p= 0.04; および OR=0.873, 95% CI=0.766-0.995, p= 0.04; 傾向スコアと有意な関連変数、特定の変数を調整:OR= 0.773, 95% CI = 0.609-0.982, p= 0.04; および OR= 0.777, 95% CI=0.611-0.988, p= 0.04; 傾向スコアと全変数を調整:OR=0.764, 95% CI = 0.589-0.992, p= 0.04; および OR=0.746, 95% CI=0.573-0.971, p= 0.03)。しかし、病院到着前の乳酸リングル液の使用と1ヶ月生存との間に関連性はなかった。

表2. 傾向スコアでマッチングした病院外心肺停止患者の病院到着前の乳酸リングル液の使用と患者アウトカムに関する条件付きロジスティック回帰分析:2005-2009年の全体データ(n=52,586)

方法	ROSC(あり)		1ヶ月生存(あり)		CPC(1 or 2)		OPC(1 or 2)	
	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P	OR (95% CI)	P
調整なし	1.011 (1.001-1.021)	.04	1.002 (0.992-1.012)	.73	0.998 (0.988-1.008)	.69	0.998 (0.988-1.008)	.69
傾向スコアを調整	1.264 (1.193-1.339)	<.01	1.080 (1.009-1.156)	.03	0.915 (0.823-1.017)	.10	0.919 (0.827-1.022)	.12
傾向スコアとマッチング後も有意な変数を調整	1.262 (1.182-1.345)	<.01	1.041 (0.963-1.125)	.31	0.873 (0.766-0.995)	.04	0.873 (0.766-0.995)	.04
傾向スコア、マッチング後も有意な変数、特定の変数を調整	1.254 (1.166-1.349)	<.01	0.981 (0.877-1.098)	.74	0.773 (0.609-0.982)	.04	0.777 (0.611-0.988)	.04
傾向スコアと全変数を調整	1.239 (1.146-1.339)	<.01	0.960 (0.854-1.078)	.49	0.764 (0.589-0.992)	.04	0.746 (0.573-0.971)	.03

また、以上の結果はフォレストプロットを用いて図2に要約している。

病院到着前の乳酸リングル液の使用は1ヵ月後の脳機能(CPC 1,2)および全身機能(OPC 1,2)の低下と関連し、また病院到着前の心拍再開の増加と関連することが分かった(表2)。本研究は全国規模のデータを用いており、傾向スコアによるマッチングデータでの1ヵ月生存を除き、サンプルサイズに問題はない。傾向スコアを用いた今回の解析は選択バイアスや交絡要因の影響もコントロール出来ている。従って、本知見は理論上も実務上も非常に大きな意義を持っていると思われる。

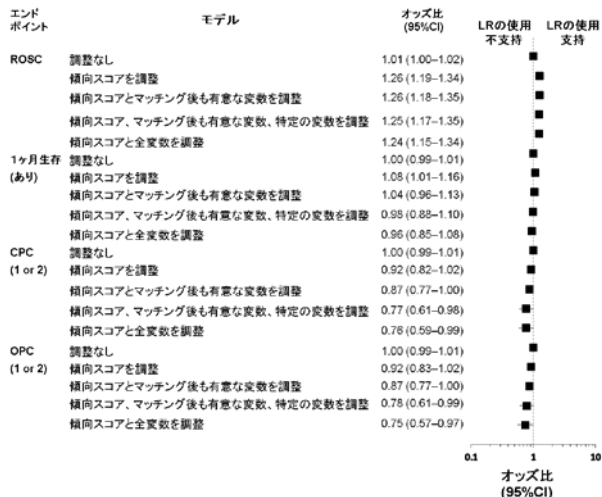


図 2. 傾向スコアでマッチングした病院外心肺停止患者の病院到着前の乳酸リンゲル液の使用と患者アウトカムの関係

3. 心肺機能停止患者の気管挿管の効果に関する検討

OHCA 患者に対する心肺蘇生の際の挿管器具を用いた気道管理は、患者の長期予後に悪影響を及ぼす可能性があることが多くの研究によって示唆されている。しかし、病院到着前の挿管器具による気道管理があらゆる場合に常に効果がないか否かは不明である。そこで、2005 年から 2011 年までのわが国のウツタインデータを使い、気管挿管の有効性を検討した。

具体的な方法であるが、全体集団を「サンプル 1」と「サンプル 2」の 2 群にランダムに分割した。「サンプル 1」のデータを用い、病院到着前に挿管器具を用いなかった患者群における 1 ヶ月後の脳機能 (CPC 1,2) の割合を求めた。更に、病院到着前に挿管器具を用いた患者を対象に、信号検出分析法 (SDA) を用いて 1 カ月後の脳機能 (CPC 1,2) に関連する要因を特定した。同時に、対象患者は有意な要因によって複数のサブグループに分類されるので、各サブグループにおける 1 ヶ月後の脳機能 (CPC 1,2) の割合を算出した。次に、「サンプル 2」のデータを用い、コ克蘭・マンテル・ヘンツェル乗検定により、サブグループ毎の 1 ヶ月後の脳機能 (CPC 1,2) の割合を「サンプル 1」と「サンプル 2」で比較した。

表3はOHCAの原因が心原性の患者のSDAの結果の要約とその妥当性の検証の結果を示している。挿管器具を使用しない患者(サンプル1: 12,544名、サンプル2: 112,450名)では、1ヶ月後の脳機能(CPC 1,2)の割合はサンプル1が4.80%、サンプル2が4.79%であった(表3)。SDAの結果、LM(口頭マスク)を使用したOHCA患者は、病院到着前の心拍再開(ROSC) ($\chi^2 =$

1933.33; $p < 0.0001$; 感度、1.00; 特異度、0.19)、救急隊員による除細動 ($\chi^2 = 57.60$; $p < 0.0001$; 感度、0.91; 特異度、0.30)、および、患者の年齢 ($\chi^2 = 16.82$; $p < 0.0001$; 感度、0.62; 特異度、0.18; カットオフポイント ≥ 71 才か ≤ 70 才)で、4グループに分割された。サンプル1とサンプル2で、脳機能(CPC 1,2)の割合に差は見られなかった ($\chi^2 = 0.83$, $p = 0.36$) (表3)。食道閉鎖式エアウェイを使用したOHCA患者は、病院到着前の心拍再開(ROSC) ($\chi^2 = 8749.96$; $p < 0.0001$; 感度、1.00; 特異度、0.21)、救急隊員による除細動 ($\chi^2 = 320.89$; $p < 0.0001$; 感度、0.91; 特異度、0.34)、患者の年齢 ($\chi^2 = 101.21$; $p < 0.0001$; 感度、0.51; 特異度、0.24; カットオフポイント ≥ 65 才か ≤ 64 才)によって4グループに分割された。サンプル1とサンプル2で、脳機能(CPC 1,2)の割合に差は見られなかった ($\chi^2 = 0.02$; $p = 0.89$) (表3)。

表 3. 病院外心肺停止患者の信号検出分析の結果: 心原性

		Sample 1		Sample 2		
		n	CPC 1,2 の割合 (%)	n	CPC 1,2 の割合 (%)	
エアウェイなし		112,544	4.80	112,450	4.79	
LM	Group 1	心拍再開なし	15,541	0.44	15,328	0.39
	Group 2	心拍再開+救急隊員の除細動なし	428	8.88	436	5.73
	Group 3	心拍再開+救急隊員の除細動+71才以上	155	18.06	133	35.34
	Group 4	心拍再開+救急隊員の除細動+70才以下	229	37.55	236	44.07
		$\chi^2 = 0.833$ ($p = 0.36$)				
食道閉鎖式エアウェイ	Group 1	心拍再開なし	59,252	0.42	59,008	0.41
	Group 2	心拍再開+救急隊員の除細動なし	1,658	9.76	1,697	8.19
	Group 3	心拍再開+救急隊員の除細動+65才以上	892	26.98	835	25.51
	Group 4	心拍再開+救急隊員の除細動+64才以下	624	51.50	603	49.92
		$\chi^2 = 0.02$ ($p = 0.89$)				
挿管チューブ	Group 1	心拍再開なし	10,827	0.39	10,932	0.32
	Group 2	心拍再開+救急隊員の除細動なし	508	1.99	438	5.94
	Group 3	心拍再開+救急隊員の除細動	281	4.84	260	22.31
		$\chi^2 = 2.13$ ($p = 0.14$)				

挿管チューブを使用したOHCA患者は、病院到着前の心拍再開(ROSC) ($\chi^2 = 1033.36$; $p < 0.0001$; 感度、1.00; 特異度、0.14)、救急隊員による除細動 ($\chi^2 = 94.76$; $p < 0.0001$; 感度、0.95; 特異度、0.30)によって3グループに分割された。サンプル1とサンプル2で、脳機能(CPC 1,2)の割合に差は見られなかった ($\chi^2 = 2.13$; $p = 0.14$) (表3)。以上の検討から、病院外心肺

停止の原因が心原性の患者の場合、患者側に特定の要因が重なった場合、挿管チューブ以外の挿管器具を使用した患者の方が、使用しなかった患者に比べ、1か月後の脳機能(CPC 1,2)の割合が高くなっているケースが見られた。

表4はOHCAの原因が呼吸器障害の患者のSDAの結果の要約とその妥当性の検証の結果を示している。挿管器具を使用しない患者(サンプル1: 13,612名、サンプル2: 13,731名)では、1か月後の脳機能(CPC 1,2)の割合はサンプル1が2.10%、サンプル2が2.49%であった(表4)。LM(口頭マスク)を使用したOHCA患者は、信号検出分析で有意な変数は検出されず、複数のグループに分割されなかった。食道閉鎖式エアウェイを使用したOHCA患者は、病院到着前の心拍再開(ROSC) ($\chi^2 = 256.17$; $p < 0.0001$; 感度、1.00; 特異度、0.08)、静脈路確保の有無 ($\chi^2 = 23.92$; $p < 0.0001$; 感度、0.86; 特異度、0.02)によって3グループに分割された。サンプル1とサンプル2で、脳機能(CPC 1,2)の割合に差は見られなかった ($\chi^2 = 0.56$; $p = 0.45$) (表4)。挿管チューブを使用したOHCA患者は、病院到着前の心拍再開(ROSC) ($\chi^2 = 23.16$; $p < 0.0001$; 感度、0.99; 特異度、0.04)によって2グループに分割された。サンプル1とサンプル2で、CPC 1,2の割合に差は見られなかった ($\chi^2 = 0.18$; $p = 0.67$) (表4)。呼吸器障害の患者の場合も、患者側に特定の要因が重なった場合、LM以外の挿管器具を使用した患者は、使用しなかった患者に比べ、1か月後のCPC 1,2の割合が大きくなっているケースが見られた。

表4. 病院外心肺停止患者の信号検出分析の結果: 呼吸器障害

		Sample 1		Sample 2		
		n	CPC 1,2の割合(%)	n	CPC 1,2の割合(%)	
エアウェイなし		13,612	2.10	13,731	2.49	
LM	有意な変数なし	1,314	0.61	1,339	0.60	
食道閉鎖式エアウェイ	Group 1	心拍再開なし	5,948	0.34	5,812	0.31
	Group 2	心拍再開あり+ 静脈路確保	245	2.04	246	5.28
	Group 3	心拍再開+ 静脈路確保せず	194	14.43	160	15.63
		$\chi^2 = 0.56$ ($p = 0.45$)				
挿管チューブ	Group 1	心拍再開なし	1,476	0.54	1,445	0.35
	Group 2	心拍再開あり	161	4.35	168	4.17
		$\chi^2 = 0.18$ ($p = 0.67$)				

表5はOHCAの原因が外傷の患者のSDAの結果の要約と妥当性の検証の結果を示している。挿管器具を使用しない患者(サンプル1: 42,614名、サンプル2: 43,406名)では、1か月後の脳機能(CPC 1,2)の割合はサンプル1が1.84%、サンプル2が1.84%であった(表5)。

LM(口頭マスク)を使用したOHCA患者は、病院到着前の心拍再開(ROSC) ($\chi^2 = 89.72$; $p < 0.0001$; 感度、1.00; 特異度、0.05)によって2グループに分割された。サンプル1とサンプル2で、脳機能(CPC 1,2)の割合に差は見られなかった ($\chi^2 = 0.04$; $p = 0.85$) (表5)。食道閉鎖式エアウェイを使用したOHCA患者は、病院到着前の心拍再開(ROSC)

表5. 病院外心肺停止患者の信号検出分析の結果: 外傷

		Sample 1		Sample 2		
		n	CPC 1,2の割合(%)	n	CPC 1,2の割合(%)	
エアウェイなし		42,614	1.84	43,406	1.84	
LM	Group 1	心拍再開なし	3,253	0.22	3,088	0.29
	Group 2	心拍再開	224	4.91	229	4.80
		$\chi^2 = 0.04$ ($p = 0.85$)				
食道閉鎖式エアウェイ	Group 1	心拍再開なし	17,425	0.27	17,554	0.24
	Group 2	心拍再開+ エピネフリン使用	453	0.66	463	1.51
	Group 3	心拍再開+ エピネフリン不使用	777	7.85	760	6.84
		$\chi^2 = 0.33$ ($p = 0.57$)				
挿管チューブ	Group 1	心拍再開なし	4,636	0.37	4,684	0.52
	Group 2	心拍再開+ 80才以上	400	2.00	381	2.62
	Group 3	心拍再開+ 79才以下 +エピネフリン使用	187	4.28	180	1.67
	Group 4	心拍再開+ 79才以下 +エピネフリン不使用	163	13.50	161	8.7
		$\chi^2 = 1.65$ ($p = 0.20$)				

($\chi^2 = 470.87$; $p < 0.0001$; 感度、1.00; 特異度、0.05)、エピネフリン使用の有無 ($\chi^2 = 29.98$; $p < 0.0001$; 感度、0.98; 特異度、0.09) で3グループに分割された。サンプル1とサンプル2で、脳機能(CPC 1,2)の割合に差は見られなかった ($\chi^2 = 0.33$; $p = 0.57$)。挿管チューブを使用した病院外心肺停止(OHCA)患者は、病院到着前の心拍再開(ROSC) ($\chi^2 = 140.87$; $p < 0.0001$; 感度、1.00; 特異度、0.05)、患者の年齢 ($\chi^2 = 16.68$; $p < 0.0001$; 感度、0.98; 特異度、0.09)、カットオフポイントは ≥ 80 才 か ≤ 79 才)、エピネフリンの使用の有無 ($\chi^2 = 9.44$; $p < 0.01$; 感度、0.87; 特異度、0.04)によって4グループに分割された。サンプル1とサンプル2で、脳機能(CPC 1,2)の割合に差は見られなかった ($\chi^2 = 1.65$; $p = 0.20$) (表5)。病院外心肺停止の原因が呼吸器障害の患者の場合も、患者側に特定の要因が重なった場合、挿管器具を使用しなかった患者に比べ、使用した患者の方が、1か月後のCPC(1,2)の割合が大きくなる場合があった。

以上の分析で最も重要な点は、LM(口頭マスク)、食道閉鎖式エアウェイ、挿管チューブのいずれにおいても、患者側に特定の要因が重なった場合、挿管

器具を使用しなかった患者に比べ、これら器具を使用した患者群の方がCPC(1, 2)の割合が大きくなる場合が見られたことである。これは、特定の状況下では、心原性、呼吸器障害、あるいは、外傷性のOHCA患者に対する挿管器具の使用が有効であることを示唆しているものと考えられる。

4. まとめ

OHCA 患者に対する病院到着前の乳酸リンゲル液輸液と予後の関係は不明である。そこで、ウツタインデータを用い、傾向分析を行い、病院到着前の乳酸リンゲル液の使用と患者の予後の関連を検討した。その結果、病院到着前の乳酸リンゲル液の使用は病院到着前の心拍再開の増加と関連し、発症1ヶ月後の脳および全身機能の低下と関連していることが分かった。なお、乳酸リンゲル液の使用と1ヶ月生存との間に関連性は見られなかった。

また、OHCA 患者に対する病院到着前の気道確保があらゆる場合に常に効果がないかどうかは明らかになっていない。そこで、信号検出分析法を用いてウツタインデータを分析し、1カ月後の脳機能(カテゴリ1, 2)に関連する要因を特定した。その結果、病院外心肺停止患者に対し病院到着前に特定の挿管器具を使用することは一定の条件下において有効である可能性が示唆された。

【参考文献】

- 1) Bender R, Breil M, Heister U, Dahmen A, Hoefft A, Krep H, Fischer M. Hypertonic saline during CPR: feasibility and safety of a new protocol of fluid management during resuscitation. *Resuscitation*, 72, pp 74–81, 2007.
- 2). Bruel C, Parienti JJ, Marie W, Arrot X, Daubin C, Du Cheyron D, Massetti M, Charbonneau P, Mild hypothermia during advanced life support: a preliminary study in out-of-hospital cardiac arrest, *Crit Care*, 12, pp, R31, 2008..
- 3) 1. Thomas MJC, Bengert J, Prehospital intubation in cardiac arrest: the debate continues, *Resuscitation*, 82, pp367-368, 2011.
- 4) Wang HE, Yealy DM. Out-of-Hospital Endotracheal Intubation: Where Are We?, *Ann Emerg Med*, 47, pp532-541, 2006.
- 5) Studnek JR, Thestrup L, Vandeventer S, Ward SR, Staley K, Garvey L, Blackwell T. The association between prehospital endotracheal intubation attempts and survival to hospital discharge among out-of-hospital cardiac arrest patients, *Acad Emerg Med*, 17, pp918-925, 2011.

5. 6 病院前救護における ICT を用いた安全性確保と費用削減に関する実地検証

研究実施期間	平成 24 年度
配分額(千円)	19,050 千円
研究代表者	谷川攻一
所属機関	国立大学法人 広島大学 広島大学大学院医歯薬保健学研究院 救急医学
研究体制	学・官(広島大学、広島市消防局)
研究概要	<p>救急隊が行う病院前救護は高度化されるとともに、その処置範囲が年々拡大されている。一方、近年の伝送システムの発達により、高画質映像など大容量データのリアルタイム伝送が実用化されている。ICT による伝送システムを用いて指導医師がリアルタイムに指示指導助言を行うことにより、現場活動に関わるリスクを大幅に低減にすることができる。</p> <p>今回の調査では、ビデオ喉頭鏡に備えられた映像出力端子を使用して、広島市消防局で既に導入されている高画質映像伝送システムにより、気管挿管時の咽頭喉頭の映像をメデイカルコントロール指示医師に伝送し、その効果を検証した。</p> <p>その結果、ICTを用いてMC指示医師が映像で挿管操作を確認できることは、気管挿管実施の判断、気づかれることのない気管挿管の防止や実施中の適正指導など、業務の安全実施にとって極めて有効であることが示唆された。</p>
研究成果の活用事例(実用化の状況)	導入に向けては、ビデオ喉頭鏡を用いた気管挿管の傷病者予後の調査が必要であり、そのためには多くの気管挿管実施例が必要である。
応用の方向性	ビデオ喉頭鏡と ICT を活用することにより、救急現場でのより安全で、確実な救命処置が実施できると同時に、病院実習期間の短縮などによる経費削減が期待される。
研究発表の状況等	<p>1, Influence of clinical experience of the Macintosh laryngoscope on performance with the Pentax-AWS Airway Scope®, a rigid video-laryngoscope, by paramedics in Japan. J Anesth. 2014 Dec 20. [Epub ahead of print]</p> <p>2, Novel real-time image transmission system for emergency medical services improves quality of out-of-hospital tracheal intubation, European Society of Anaesthesiology, Stockholm, 2014</p>
知的財産権の出願・登録状況等	特になし
当該研究に対する今後の展開、意見等	救急救命士がAWSを使用し、迅速、安全かつ確実に気管挿管を実施できることを明らかにしたことにより、病院前救護においてビデオ喉頭鏡の使用が推進されることになる。結果として、気管挿管に係わる合併症の削減と患者予後の改善が期待される。

病院前救護における ICT を用いた安全性確保と費用削減に関する実地検証

○谷川 攻一¹

Koichi Tanigawa

研究課題の要旨: 救急隊が行う病院前救護は高度化されるとともに、その処置範囲が年々拡大されている。一方、近年の伝送システムの発達により、高画質映像など大容量データのリアルタイム伝送が実用化されている。ICT による伝送システムを用いて指導医師がリアルタイムに指示指導助言を行うことにより、現場活動に関わるリスクを大幅に低減にすることができる。今回の調査では、ビデオ喉頭鏡に備えられた映像出力端子を使用して、広島市消防局で既に導入されている高画質映像伝送システムにより、気管挿管時の咽頭喉頭の映像をメデイカルコントロール指示医師に伝送し、その効果を検証した。ビデオ喉頭鏡と ICT を活用することにより、救急現場でのより安全で、確実な救命処置が実施できると同時に、病院実習期間の短縮などによる経費削減が期待される。

1. はじめに

平成22年度の消防防災科学技術研究推進制度研究における臨床研究において救急救命士によるビデオ喉頭鏡の有効性が証明され、その使用が許可された（総務省消防庁における平成22年度の救急業務高度化推進検討会メデイカルコントロール作業部会）。この研究では、まったく気管挿管の経験のない救急救命士がビデオ喉頭鏡を用いることにより、94%の成功率で気管挿管できることが証明された（1）。ビデオ喉頭鏡が非熟練者による使用に適しているだけでなく、ビデオ喉頭鏡の使用のための技能習得に必要な研修期間を短縮できる可能性も明らかとされた。しかしながら、救急救命士によるビデオ喉頭鏡の使用に際しては、従来通りの30症例の病院手術室におけるマッキントッシュ型喉頭鏡による気管挿管実習が終了し、更にビデオ喉頭鏡を用いた5例の気管挿管の経験が必要とされている（平成22年度救急業務高度化推進検討会報告書）。その背景には、ビデオ喉頭鏡の救急隊業務への導入が我が国初の試みであったこと、および医師の目が届かない環境における安全性確保への懸念が存在するためと考えられる。マッキントッシュ型喉頭鏡を用いた気管挿管のための救急救命士の病院実習期間として通常数ヶ月を要する。救急救命士の気管挿管実習が麻酔科指導医への業務負担となっていることは以前より指摘されているところである。加えて、実習派遣元の消防本部の現場要員の確保と実習にかかわる必要経費も深刻な課題である。

一方、広島市では全国に先駆けて平成22年度に全救急車に高画質映像伝送システムを配備した。このシステムは、固定カメラによる救急車内の映像に加えて、ポータブル映像伝送装置を車外に持ち出すことにより、救急活動現場の映像をメデイカルコントロール指示医師にリアルタイムで伝送できるという特徴を持つ。ビデオ喉頭鏡には映像出力端子があり、この伝送装置に接続可能である。既に我々は市販の監視カメラ伝送装置とビデオ喉頭鏡を用いて気管挿管時の咽頭喉頭の映像伝送を行い、医療機関で受像した映像を指導医師が確認することにより、気

管挿管をより安全かつ確実に行える可能性があることを報告した（2）。今回の調査では、広島市に整備されている高画質映像伝送システムを利用して、救急救命士が行う気管挿管に際して、ビデオ喉頭鏡で観察された映像をメデイカルコントロール指示医師に伝送し指示指導助言を受けるにより、気管挿管が安全かつ確実に実施されることを検証することである。

我々は平成22年度研究結果からビデオ喉頭鏡の手技習得には病院実習での気管挿管実施経験数は5~10症例程度で十分と考えている。今回の調査でICTによるビデオ喉頭鏡の使用にかかわる安全性が明確となれば、病院実習期間の大幅な短縮についてのコンセンサスが得られる。そしてICT利活用により、他の多くの救急隊業務の実施に際しても安全性の向上と経費削減に繋がることが期待される。

2. 研究方法

① 広島市消防局における救急画像伝送システム

救急画像伝送システムは、救急隊が医師に対して伝えている傷病者の容態や負傷状況、心電図等の救急モニタの情報等を、これまでの電話による音声情報に加えて、画像情報としてリアルタイムに伝達することができるシステムである。

広島市消防局では、平成23年3月30日から全ての救急隊（38隊）から管内の4つの基幹病院（広島大学病院、県立広島病院、広島市立広島市民病院、広島市立安佐市

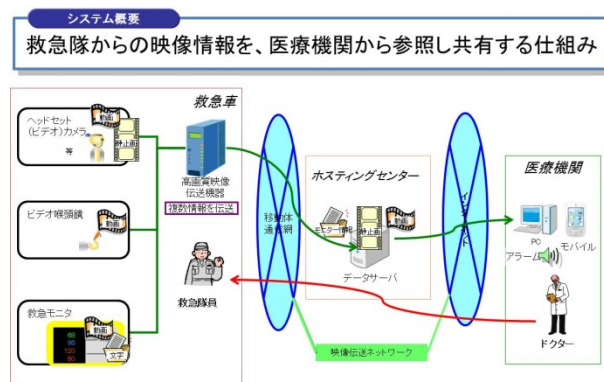


図1. 救急現場からの映像伝送システムイメージ

（所属機関）

1 広島大学大学院救急医学

民病院)に傷病者の動画像等を伝送できる当システムの運用を開始している。

救急車からの動画像等の伝送には、広島市消防局管内において最も広いサービスエリアを持つNTTドコモのフォーマ回線を採用し、データセンターから医療機関までは、IP-VPN網によるセキュリティレベルの高いネットワークを構築している。

救急車内には、傷病者の動画像を撮影するための固定カメラ、血圧や脈拍、心電図などを測定し、伝送に見合ったデータ出力が可能な救急モニタ、それらの動画像やデータを伝送するための伝送装置、更に、傷病者の負傷部位などの詳細画像や救急車外の状況等を撮影・伝送するためのポータブルカメラとポータブル伝送装置を装備している。また、ポータブル伝送装置は、映像機器とのインターフェイスとして映像入力端子を有している。



図2. 映像伝送装置を配備した救急車内

一方、動画像等を受信する医療機関側には、救急車から伝送された動画像や救急モニタによる測定データを分割表示する受信装置(パーソナルコンピュータ)及び医師が院内を移動中であっても画像を見ることができる携帯端末を整備している。



図3. 広島市消防局指令センターにおけるマルチビューモニター



図4. 映像伝送によるオンラインMC(MC医療機関にて、写真左)、モバイル端末での映像伝送イメージ(写真右)

本システムの導入により、情報伝達の迅速性・確実性・容易性は、飛躍的に向上しており、救急隊及び医師から高い評価を得ている。

②研究実施計画

広島大学病院倫理審査委員会、広島圏域MC協議会の研究承認を受けた。

平成22年度の救急業務高度化推進検討会メディカルコントロール作業部会から提示されたビデオ喉頭鏡教育カリキュラムに基づいた講習会と病院実習を実施した。

ビデオ喉頭鏡認定救急救命士の乗務する救急車にビデオ喉頭鏡を配備した。気管挿管時の映像受信機関は広島大学病院高度救命救急センターとし、同所属の救急科医師(責任者)が指導医師として映像伝送下にて気管挿管を指導した。広島市消防局管轄で発生した気管挿管適応となる心肺停止傷病者を対象として実地検証を行った。

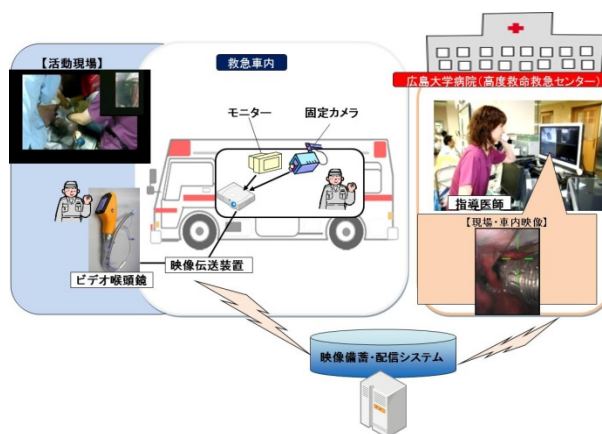


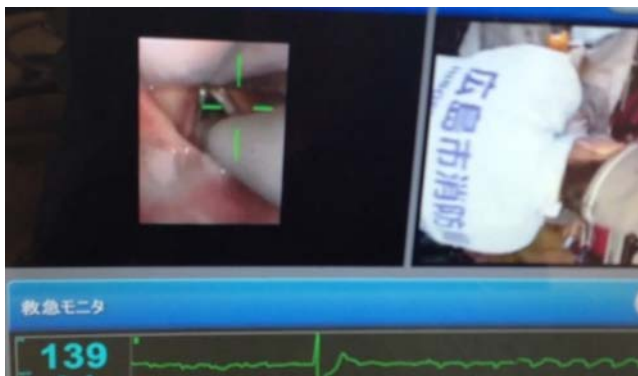
図5. ビデオ喉頭鏡映像伝送システム下での気管挿管実施体制

3. 結果

広島大学病院倫理審査委員会、広島圏域MC協議会から研究承認を受けた後に、平成24年5月、広島県消防学校にて2日間にわたるビデオ喉頭鏡の研修会を70名の気管挿管認定救急救命士に対して実施した。このうち、11名

の救急救命士が平成25年2月までにAWSによる気管挿管認定救命士と認定された。

平成25年9月の段階において、20名の心肺停止傷病者に対して映像伝送によるMC指示・アドバイスの下に、AWSを用いた気管挿管が試みられた。映像伝送下での20例全例においてMC指示医師により鮮明な咽頭喉頭画像を確認することができた。このうち、気管挿管が実施されたのは17例であり、3例は実施されなかった。気管挿管が実施された17例において食道挿管はなかった。



映像伝送された事例の気管挿管時の映像

気管挿管が試みられなかった3例のうち、2名の傷病者において口腔内吐物による視野障害のために気管挿管は実施されなかった。1例は分泌物が著しかったことと医療機関の直近であったため、2回目の試みを実施することなく挿管を断念し、搬送した。一方、気管挿管に要した時間は、平均26秒（最短時間19秒、最長時間57秒）であった。なお、ビデオ喉頭鏡を用いた気管挿管は胸骨圧迫を中断することなく実施した。

4. 考察

映像伝送下での気管挿管映像は極めて明瞭であり、気管挿管する救急救命士に対して、的確な指示を行うのに十分な映像であった。

手術室での実習症例数が5例と少ない上に、胸骨圧迫を中断することなく実施したにもかかわらず喉頭解剖が確認できた事例に対して全例に気管挿管が実施された。これはAWSが独特の形状を持っているブレードの効果と考える(3)。一方、口腔内の血液や吐物が著しかった事例では気管挿管は実施されておらず、ビデオ喉頭鏡の弱点が確認された。しかしながら、事前に十分な咽頭部の吸引を実施することにより、再度の試みによる気管挿管が可能な事例も存在すると推察された。

AWSを深く進めすぎる傾向にあり、気管チューブ挿入時にその先端が左披裂部に接触する原因となっていた。また、ターゲットサインを出し忘れている事例やバッテリー不足のアラームサインが点灯している事例が見られた。これらは事前の講習会で周知されている要点であったが、

講習会より既に半年が経過しており、失念されていた可能性がある。気道管理トレーナーによる繰り返しの実習やAWS挿管ビデオの復習など、継続教育が重要であることが示唆された。

5. 本研究により期待される効果

ICTを用いてMC指示医師が映像で挿管操作を確認できることは、気管挿管実施の判断、気づかれることのない気管挿管の防止や実施中の適正指導など、業務の安全実施にとって極めて有効であった。

ビデオ喉頭鏡による気管挿管に際しては、胸骨圧迫を中断することなく実施することができた。従来型喉頭鏡による気管挿管では挿管操作中は胸骨圧迫を中断せざるを得ず、傷病者の予後への悪影響が懸念されてきた。胸骨圧迫を中断することなく気管挿管ができること、そして気管挿管後の非同期胸骨圧迫のメリットは傷病者の予後の改善に繋がるものと期待される(3)。

ビデオ喉頭鏡の使用認定には病院手術室実習での気管挿管事例は5例が必要とされた。従来のマッキントッシュ型喉頭鏡では30症例が必要とされることから、ビデオ喉頭鏡使用認定にかかわる救急救命士の育成にかかわる期間は6分の1で済むことになる。単純計算であるが、これまでの6倍に及ぶ気管挿管認定救急救命士を育成できることになる。より多くのビデオ喉頭鏡認定救急救命士が誕生することによって、より多くの心肺停止傷病者の予後改善が期待される。

今後はビデオ喉頭鏡を用いた気管挿管の傷病者予後の調査が必要であり、そのためには多くの気管挿管実施例が必要である。

ICT利活用により、他の救急業務の実施に際しても有用であることが示唆された。

【参考文献】

1. Ota K, Sadamori T, Kusunoki S, Otani T, Tamura T, Une K, Kida Y, Itai J, Iwasaki Y, Hirohashi N, Nakao M, Tanigawa K. Influence of clinical experience of the Macintosh laryngoscope on performance with the Pentax-AWS Airway Scope®, a rigid video-laryngoscope, by paramedics in Japan. J Anesth. 2014 Dec 20. [Epub ahead of print]
2. 貞森拓磨、楠真二、田村朋子、太田浩平、木田佳子、大下慎一郎、武田卓、岩崎泰昌、廣橋伸之、谷川攻一。自作伝送システムを用いたビデオ喉頭鏡エアウェイスコープによる気管挿管映像の遠隔地への伝送と課題。日本臨床救急医学会誌。2011;14:415-420.3.
3. Sadamori T, Kusunoki S, Ishida M, Otani M, Tanigawa K. Video laryngoscopy for emergency tracheal intubation during chest compression. Resuscitation 2008; 77: 155-156.

第二部 平成22年度と23年度終了課題のフォローアップ

1. 1 自律的無線ネットワークによる被災情報提供システム

研究実施期間	平成 20 年度～平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 20 年度 18,165 平成 21 年度 18,200 平成 22 年度 15,600	
研究代表者	浦上美佐子(平成 20 年度, 平成 21 年度) 幸田三広(平成 22 年度)	
所属機関	独立行政法人国立高等専門学校機構 大島商船高等専門学校	
研究体制	産・学・官 (有限会社デジタル・マイスター、ルート株式会社、大島商船高等専門学校、山口大学、広島国際大学、山口県産業技術センター、山口市役所、周防大島町役場、山口市消防本部、柳井地区消防組合消防本部)	
研究概要	我々の研究グループでは、自己完結型のネットワーク技術、すなわち既存のキャリアなどによらない技術によって、被災情報を自律的に共有するシステムの開発に取り組んできた。本システムが目指すところは、被災者が避難所へ持ち寄った「現場の小さな情報把握のための情報」を、素早く共有することである。具体的には、(A)既設回線によらず、災害発生後に避難所にアンテナを立て、無線端末装置を設置して自律的な無線ネットワークを構築することで、(B)災害発生直後に最も重要な被災情報の交換・共有を避難所間で行うネットワークシステムの開発を行った。そして、実際に、開発中の無線端末装置を使用し、市街地においてネットワーク構築実験を実施した。同時に、開発した安否情報入力ソフトウェアおよび RF-ID システムを統合し、実際の自治体が実施する住民避難訓練の様式に沿って社会実験を行い、検証した。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	誰もが取付け可能な地域無線 LAN のパッケージ化、地域特性を反映させた取付けマニュアルの作成、地域住民が入力した自助・共助の情報を公助の情報へとつなげていく連携強化により、実用化へとつなげていける状況である。
	他の研究課題への波及	○総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE) 「地域 ICT 振興型研究開発」部門、平成 23～24 年度、 「無線ネットワークと携帯情報端末を活用した地域情報を共有する被災情報提供システムの開発」 (代表者)山口大学大学院理工学研究科 教授 松野浩嗣 (概要)適切に地域情報を伝達・共有するため、集落分布や公民館等の施設の配置、地形や障害物等を考慮して、最適な無線ネットワーク設計を行うソフトウェアを開発した。運用面では、気象庁などからの確定情報と地域住民からの口コミ情報を統合・分析して、適切な避難指示等、効果的な情報伝達・共有ができるシステムを開発すると同時に、2つのモデル地区の住民と協働し、平常時のコミュニティ活動に役立つ支援システムを開発した。 ○公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団・ECOMO 交通バリアフリー研究助成、平成 26 年 7 月～平成 28 年 2 月、 「過疎高齢地域における ICT を用いた津波避難経路バリアフリー化の調査研究」 (代表者)大島商船高等専門学校 准教授 浦上美佐子

	<p>(概要) 災害弱者となりえる高齢者が、ICT 技術を用いて、津波避難経路のソフト的なバリアフリー化に向けた具体的な取り組みを行うことを目的とする。</p> <p>この取り組みは、実際に高齢者自らが、ICT 機器を用いて津波避難経路バリアフリー化に関わる情報をオープンデータ化し、地域コミュニティ主体のボトムアップ型の地区防災計画に取り込む津波避難経路を定量的に決定するための手法を提案する。</p>
研究発表の状況等	<p>「無線ネットワークと携帯情報端末を活用した地域情報を共有する被災情報提供システムの開発(SCOPE)」の成果報告書、</p> <p>http://www.soumu.go.jp/main_content/000256553.pdf</p>
知的財産権の出願・登録状況等	

2. 1 地域防災力強化のための学生消防組織のあり方研究

研究実施期間	平成 20 年度～平成 22 年度
配分額(千円)	平成 20 年度 3,521 平成 21 年度 3,640 平成 22 年度 3,120
研究代表者	長谷川和俊
所属機関	千葉科学大学
研究体制	産・学・官 (銚子テレビ放送、千葉科学大学、銚子市役所、銚子市消防本部、銚子市消防団本部)
研究概要	地域防災力の強化が急務となっている現状にもかかわらず、その基盤である消防団の団員数の減少傾向が続いている。この課題に対し、消防団員の新たな担い手として大学生による学生消防組織により解決できるという仮説の下、その実現に向けた方策を多面的に試みた。学生消防隊のあり方について、現状の調査分析を踏まえて、創造的に見出し、組織化の方法論とその可能性を公表して、学生消防組織を造ることを広く手助けした。千葉科学大学の学生消防隊による様々な試みを実行し、一方、先進事例として国内の大学等の学生消防組織を有する機関等の参加を得てシンポジウムを開催し、学生消防組織の発展および全国への普及の方策等を論議し、その成果物を全国へ発信して、具体的に展開を図った。
研究成果の活用事例(実用化の状況)	<ul style="list-style-type: none"> ● 千葉科学大学の学生消防隊は、本研究の経験、成果を生かして充実し、発展的に持続している。隊員数は、数年前には 10 名程度であったが、近年は 50 名程度で、増加傾向に推移している。本研究の終了時期に東日本大震災が発生したため、ボランティア活動等において当該研究成果を見事に実践することになった。 ● 千葉科学大学は従来からボランティア活動を実施してきたが、とくに東日本大震災以後活発に行っている。千葉科学大学の学生消防隊は本研究の成果を基盤にして、自ら独自に防災ボランティア活動等を実施すると共に、一般学生が参加するボランティア活動においてはグループのリーダー役務を努めている。主な独自活動は、千葉科学大学本部キャンパス大震災復旧作業(3日間)、旭市飯岡の大震災復旧作業(9日間)、宮城県の大震災復旧作業(2日間)、NHK 防災フェア参加(2日間)、小学生防災教室開催、つくば市竜巻被害復旧作業、祭り・公式マラソン大会の警備などである。 ● 千葉科学大学学生消防隊の卒業生は、消防、警察、自衛隊などの公安職に進む者が多く、これまでの 7 年間で、23 名を数える。学生時代の経験が、実社会で大きく結実することが期待される。 ● 銚子市は、千葉科学大学の学生消防隊のボランティア消防支援活動の実績等を踏まえ、防災条例を改正して平成 24 年 4 月から機能別消防団を創設した。千葉科学大学の学生消防隊員は後方支援隊の隊員として消防団に組み込まれた。
フォローアップの内容	

- 本研究の継続中および終了後において、学生消防組織の設立に関しての相談、資料の請求、千葉科学大学学生消防隊の見学などがあり、下記の学生消防組織が発足した。

学生消防組織

県内外	大学名	名称	特徴
千葉県内 (本研究 継続中に 発足)	千葉科学大	学生消防隊	消防団と連携活動、隊員の一部は基本団員、機能別団員に登録
	淑徳大大学	学生消防隊	千葉市消防団の一つの部として活動、車両も配備
	帝京平成大学	学生消防隊	救命救急コースの学生が中心で活動
千葉県外 (H22年 度以降に 発足)	岐阜大学	学生保安消防隊	学内で自主的に防災活動、訓練を行っている
	関西国際大学	学生消防隊	野球部員を中心に組織、三木市消防団と連携
	北海道教育大学札幌校	消防サポーターの会	数名が地元消防団に入団、地域自主防災組織などと連携
	九州共立大学	学生消防クラブ	消防士を目指す学生により組織され、北九州市消防局、消防団と連携
	三重短期大学	学生消防団	機能別団員として消防団の後方支援活動などに参加
	神戸ポートアイ4大学	学生消防団	地元消防団と連携した活動
	東海学園大学	学生消防団	みよし市機能別消防団として登録

注:この表のデータは必ずしも網羅的ではありません。

- 千葉県下における学生消防組織の活動実績を踏まえ、千葉県の平成 26 年度「地域防災力向上事業」に「学生消防隊と連携した消防団活性化」が盛り込まれた。
- 平成 25 年 12 月に公布施行された「消防団を中核とした地域防災力の充実強化に関する法律」の中に「大学等の協力」が規定された。本研究の成果が、この条文の設定に関わる実施事例等の資料に使われたと推定される。
- 平成 26 年 7 月 3 日に総務省消防庁から公表された「消防団を中核とした地域防災力の充実強化の在り方に関する中間答申」における「大学生等の消防団への加入の促進」の項には、本研究の中で現消防審議会会長室崎益輝らと共に論議された内容（小冊子にて発刊）が盛り込まれている。

他の研究課題への波及

特に見当たらない

研究発表の状況等

- 桐畑博樹, 室井房治, 長谷川和俊:「学生消防組織の地域防災活動への取り組み」、火災 (311 号), Vol.61, No.2, PP.37-42, Apr.2011
- 木村栄宏, 室井房治:「危機管理の素養・学生消防組織の活動を通じたキャリアデザイン実践の効果と今後の展開」、日本キャリアデザイン学会、第 8 回研究大会(2011)

知的財産権の出願・登録状況等

該当なし

2. 2 安価で高精度な GPS と加速度計を用いた大地震発生時の戸別倒壊状況把握システムの開発

研究実施期間	平成 20 年度～平成 21 年度	
配分額(千円)	平成 20 年度 9,100 平成 21 年度 19,500 平成 22 年度 13,000	
研究代表者	小國健二	
所属機関	慶應義塾大学	
研究体制	学・官 (東京大学、慶應義塾大学、東京理科大学、消防科学総合センター)	
研究概要	<p>GPS と加速度計を搭載した無線センサネットワークを用いて、首都直下地震などの大規模広域地震災害発生直後に家屋倒壊や道路の閉塞状況についての情報を生成・集約するシステムを開発した。集約した情報を GIS(地理情報システム)のレイヤーのひとつとして視覚的に表示できるようにし、災害発生直後の消防本部や市町村対策本部に正確かつ理解の容易な被害情報を迅速に提供する。初動体制における意思決定をサポートする、信頼度の高い情報の提供を目指したシステムである。</p> <p>個々の建物の屋上に GPS と加速度計を搭載した無線センサ・ノードを設置し、地震発生前後に屋根の位置を計測、個々の建物の変位の情報をセンサ間の自律的無線ネットワークを介して管理者のサーバに集約する。管理者のサーバ上の GIS に建物の変位情報を投影することにより、構造物の詳細な被害状況とともに道路の閉塞状況も把握可能となる。</p>	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	都市全体の地震防災から環境制御まで幅広く利用可能な無線センサネットワークシステムの技術は完成しつつあるものの、コスト面の問題から製品化・実用化などの活用事例はまだない。
	他の研究課題への波及	H22-26年度 科研費 基盤(A) H22-24年度 JST 戦略的国際科学技術協力推進事業 2件の資金獲得において、本研究で開発したGPS測位技術は、基幹的独自技術として重要な役割を果たした。
	研究発表の状況等	<p>【査読つき論文】 Energy-Saving Wireless Sensor Node for Relative Positioning of Densely Deployed GPS Network, Ichidai Nakamura, Masayuki Saeki, Kenji Oguni, Berta Buttarazzi, Michela Basili and Steven D Glaser, Journal of Infrastructure Systems, 20 (2), 04014003, 2014.</p> <p>大地震発生時の戸別倒壊状況把握システム用 GPS センサノードの開発, 中村一大・宮崎知洋・佐伯昌之・小國健二, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), 69, 4, I_87-I_94, 2014.</p> <p>家屋倒壊推定システムにおけるデータ共有と GPS 測位解析, 坂本尚葵・佐伯昌之・小國健二, 土木学会論文集 A2(応用力学), 67, 2, I_429-I_437, 2011.</p>

		<p>準静的変位モニタリングのための GPS 無線センサネットワーク, 佐伯昌之・澤田 茉伊・志波由紀夫・小國健二, 土木学会論文集 A2(応用力学), 67, 1, 25-38, 2011.</p> <p>【国際学会発表 フルペーパー査読あり】</p> <p>Application of a wireless sensor network technology based on GPS for structural health monitoring, Michela Basili, Berta Buttarazzi and Kenji Oguni, 22nd IEEE International WETICE Conference (Hammamet, Tunisia), June 2013.</p> <p>Hybrid Sensor Node for GPS on Every Roof, Ichidai Nakamura, Tomohiro Miyazaki, Masayuki Saeki and Kenji Oguni, Proceedings of the International Symposium on Earthquake Engineering, JAEE, Vol. 1, 303-310, (Tokyo, Japan, November 8-10, 2012)</p> <p>Wireless Sensor Network for Automatic Diagnosis of Structural Damage, Kenji Oguni and Hirotaka Ikeda, 21st IEEE International WETICE Conference (Toulouse, France) DOI 10.1109/WETICE.2012.49</p> <p>GPS on Every Roof, GPS Sensor Network for Post-seismic Building-wise Damage Identification, Kenji Oguni, Tomohiro Miyazaki, Masayuki Saeki and Naoki Yurimoto, The 3rd International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics: IMCIC 2012.</p> <p>MULTI-HOP POSITIONING Relative Positioning Method for GPS Wireless Sensor Network, Masayuki Saeki and Kenji Oguni, Proceedings of PECCS 2012 – International Conference on Pervasive and Embedded Computing and Communication Systems, 2012.</p>
	<p>知的財産権 の出願・登 録状況等</p>	<p>ありません。</p>

2.3 危険建物内の迅速安全な情報収集を行う投擲型探査装置の開発

研究実施期間	平成 21 年度～平成 23 年度
配分額(千円)	平成 21 年度 10,660 平成 22 年度 9,360 平成 23 年度 9,360
研究代表者	塚越 秀行
所属機関	国立大学法人東京工業大学 大学院理工学研究科
研究体制	学(東京工業大学)
研究概要	<p>危険建物内の情報収集を安全かつ迅速に行うことを目指して、建物外の安全な場所から、目標地点にチューブ付き子機を遠隔操作により投擲し、建物内の画像の伝送や気体の回収作業などを行える装置を開発した。開発した装置は、i)チューブ付き子機の投擲装置・ii)回収装置・iii)チューブに沿って探査機を搬送する流体ロープウェイ・iv)壁面に吸着機能を備えた投擲式吸着体・v)これらを搬送する無人搬送車、などから構成されている。投擲装置においては、シリンダの終端速度で生成される運動エネルギーをチューブに有効に伝達する手法の導入により、従来方式より 1.5 倍程度高い位置にチューブ付き子機を投擲することが可能となった。回収装置においては、長さ 20m 程度のチューブをよじれがないように巻き取り、なおかつ投擲時に抵抗を生じにくい回収機構を実現することができた。さらに、無人搬送車により建物から 7m 程度離れたところまで近づいた後、建物 3F の窓に子機を投擲してチューブの一端を吸着固定し、流体ロープウェイ内のゴンドラに搭載したカメラによりその途中のフロア内の情報を収集可能であることを確認できた。そのうえ、本プロジェクトで開発した流体ロープウェイは、東日本大震災の復興支援として要求されていたがれきの山積した港湾海中内でも情報収集作業が行えることを検証することができた。</p>
研究成果の活用事例 (実用化の状況)	<p>本研究では、以下 4 つの要素技術の開発ならびにこれらを融合した投擲型流体ロープウェイと名付けたシステムの開発を行ってきた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 流体ロープウェイ 2) 磁性ブレーキシリンダ 3) 投擲式吸着体(アンカーボール) 4) チューブの回収装置 <p>このうち、1) および 2) については、人間を搬送することも可能な高出力型流体ロープウェイの実用化を目指した開発を行っており、東急建設を始め、複数の企業と協力して研究を行いながら改良機の製作を持続している。</p> <p>3) の成果については、次欄に示すように他の研究課題の発展につながる波及効果を与えている。</p> <p>4) については、複数の異なる他研究機関のデモンストレーションなどで使用され始めており、成果が確実に広まりつつある。</p>
フォローアップの内容	

<p>他の研究課題への波及</p>	<p>上欄の投擲式吸着体の基本原理は、従来の吸着の基本原理を覆すブレイクスルー的要素を備えた概念であるため、様々な用途への波及効果をもたらす可能性を秘めている。腹腔鏡手術において、臓器を吸着把持する医療器具への応用を試みた研究として、下記の研究予算の支援を受けている。</p> <p>○科研費 挑戦的萌芽 研究代表者 塚越 研究課題 タコの吸盤を参考とした臓器を安全に吸着把持するソフトフィンガー 実施年度 平成26年</p> <p>また、流体ローブウェイの技術は、東日本大震災の復興支援プロジェクトとして、下記のプロジェクトにも貢献している。</p> <p>○東北大学災害科学国際研究所特定プロジェクト研究 採択可 研究代表者 塚越 研究課題 海中の異常信号を検知する簡易設置型海洋エレベーターの開発とその検証 実施年度 平成24年～25年</p>
<p>研究発表の状況等</p>	<p>[1]Hideyuki Tsukagoshi, Kazutaka Fuchigami, Eyri Watari, Ato Kitagawa, “Deformable Anchor Ball for Thrown Referring to Octopus Suckers,” Journal of Robotics and Mechatronics Vol.26 No.4, 477-485, 2014</p> <p>[2]桑原 宏介、塚越 秀行、北川 能, “タコの吸盤を参考とした臓器を吸着把持するソフトフィンガー”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, 1A1-B14(2013)</p> <p>[3]塚越秀行, 森 庸太郎, 北川 能, “スライド式柔軟流体アクチュエータの設計と応用”, 計測自動制御学会 2012 産業応用部門大会第 13 回流体計測制御シンポジウム講演論文集, 75 - 78(2012)</p> <p>[4]塚越秀行、森庸太郎、北川能, “スライド式柔軟流体アクチュエータとその設計方法”, 日本ロボット学会第 30 回記念学術講演会, 4B1-1(2012)</p> <p>[5]ワタリエイリ, 塚越秀行, 北川能:”空圧シリンダによりテザー付子機を高く投擲する方法”, 日本フルードパワーシステム学会誌, Vol.43, No.6 149-156(2012)</p> <p>[6]Hideyuki TSUKAGOSHI, Yotaro MORI, Eyri WATARI, Ato KITAGAWA, “Flexible Sliding Actuator and Its Application to Search and Rescue Operation”, The 4th TIT-BIT Joint Workshop on Mechanical Engineering, 78-89(2012)</p> <p>[7]Hideyuki Tsukagoshi, Eyri Watari, Kazutaka Fuchigami, Ato Kitagawa, “Casting Device for Search and Rescue Aiming Higher and Faster Access in Disaster Site”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 4348-4353(2012)</p>
<p>知的財産権の出願・登録状況等</p>	<p>○題名:リニアアクチュエータ 申請:特願 2008-145508 ○題名:テザー回収装置 申請:特願 2011-278649 ○題名:吸着装置 申請:特願 2011-113877</p>

2. 4 効果的戦術実現のための震災時消防活動統合支援システムの開発

研究実施期間	平成 21 年度～平成 23 年度	
配分額(千円)	平成 21 年度 14,000 平成 22 年度 12,000 平成 23 年度 11,778	
研究代表者	高梨 成子	
所属機関	株式会社防災・情報研究所	
研究体制	産・学・官 (株式会社防災・情報研究所、尼崎市消防局、神戸大学)	
研究概要	本研究においては、ICT(情報通信技術)を活用し、大規模震災時に中規模都市で運用が可能な実効性の高いシステムを、尼崎市消防局をモデルに開発した。本システムの開発に際しては、尼崎市に大きな影響を及ぼす大規模地震を想定した図上検討会を、尼崎市消防局及び応援消防関係機関等の参加を得て実施するなど、消防活動戦略、実戦性等の検討・検証を行い、消防活動シナリオの蓄積を図るとともに、消防職員のシステムへの親和性を高めた。また、システムの設計にあたっては、過去の震災事例を収集・分析し、モデル消防組織の現況から震災時の業務分析を行い、さらに、震災時における火災・延焼・人的被害等の被害推定及びシミュレーションや消防活動の需給推定し、意思決定の支援(部隊配置・広域応援要請等)に係るロジックの構築等を行った。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	尼崎市・伊丹市消防指令センター及び尼崎市消防局作戦室に試験的に配備している。費用の面から地図データの逐次更新はしていないが、事前の警防戦術の検討及び事後検証等に活用している。 なお、兵庫県内の消防本部・消防局に本システムの紹介を行ったが、データ使用料、GIS ソフトやシステムのカスタマイズのための費用(ソフト開発費)が非常に割高のため、システム導入が難しいとの意見が多かった。
	他の研究課題への波及	なし
	研究発表の状況等	第 13 回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2012 年 12 月 1 日、「効果的戦術実現のための震災時消防活動統合支援システムの開発」
	知的財産権の出願・登録状況等	なし

2.5 災害時の倒壊構造物の安定化のためのショアリング基本構造の理論的検討

研究実施期間	平成 22 年度	
配分額(千円)	3,640 千円	
研究代表者	足立 忠晴	
所属機関	豊橋技術科学大学	
研究体制	学・官 (豊橋技術科学大学、大分工業高等専門学校、山形大学、香南市消防本部)	
研究概要	<p>災害時の倒壊構造物の安定化のためのショアリングの基本構造について力学的観点から検討を行った。災害時においては適切な状態で設置できず傾けた設置などが構造力学における初期不整となり耐荷重を低下させる。本研究では、重要でかつ基本的な構造である T ポストショアを主な対象として、ショア構造の上下端付近の剛性、設置角度などが耐荷重に及ぼす影響について有限要素解析により検討を行い、新たな構造を開発するための情報を得ることを目的とした。上端の回転を拘束することで耐荷重の低下を防ぎ、構造の設置が大きく傾いた場合でも耐荷重の低下を著しく抑えることが判明した。したがって T ポストショア構造では上下端の剛性、他の構造では結合部の剛性を高めることが高い耐荷重を得ることが可能である明らかとなった。このような指針に基づいて軽量で可搬性があり、少人数で設置できる新たなショアリング構造を開発することが可能であることを示した。</p>	
フ ォ ロ ー ア ッ プ の 内 容	研究成果の活用事例（実用化の状況）	<p>実用化について目途がたっていない。その理由は以下の通りである。 消防防災科学技術研究制度推進からの助成を受けた後も研究をつづけ、十分に実用化の可能性のあることを明らかにした。しかし、それを製品化する企業の担当者が退職したために、その事業を継続する意思が企業になく、そのまま製品化が停止している。</p>
	他の研究課題への波及	特になし。
	研究発表の状況等	現在、論文をまとめている状況である。
	知的財産権の出願・登録状況等	協力企業が協力できないこととなり、知的財産権の出願は見送られた。

3. 1 階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発

研究実施期間	平成 20 年度～平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 20 年度 1,400 平成 21 年度 1,610 平成 22 年度 800	
研究代表者	岩野 優樹	
所属機関	国立明石工業高等専門学校 機械工学科	
研究体制	学(明石工業高等専門学校)	
研究概要	本研究では、プラント施設や地下街をはじめとする施設内の災害において取り残された要救助者の救出時に、消防隊員の救助支援を行う担架システムの開発を目的とする。具体的には、上下にクローラを取り付けた担架を製作し、そのクローラを回転させることで要救助者を持ち上げることなく担架を体の下に滑り込ませる。そして、その担架を消防隊員の意思に従い、階段昇降時には地面側のクローラのみを回転させることで救助活動(搬送時)のパワーアシストを行う担架システムの開発を行った。	
フ ォ ロ ー ア ッ プ の 内 容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	本研究では、要救助者を持ち上げずに担架へ乗せ、搬送時にはパワーアシストを行うことで消防隊員の負担を軽減する担架システムの開発を行った。助成期間内の成果では、階段昇降時の速度が非常に遅かったため、その後の五角形の車輪を複数個連結する階段昇降機構を開発し、従来の上昇速度に比べ、約3倍となる 11.4[m/min]へと改善することができた。さらに車輪形状や材質に関しても検討中である。実用化へ向けて、以下のこと必要であると考え。 <ul style="list-style-type: none"> ・上昇速度の更なる向上(具体的には最低 14[m/min]の速度が必要) ・システムの安全性の確保(外部機関による評価が必要) ・重量が 24[kgf]と搬送するには軽量とはいえないため、全体的な軽量化(最低 20[kgf]以下)
	他の研究課題への波及	1. 科学研究費補助金:若手研究(B), 平成 24～26 年度, 重度傷病者の搬送を可能とする空気圧制御を用いた担架システムの開発, 研究代表者 2. 奨励研究助成:奨励研究助成金(ひょうご科学技術協会), 平成 24 年度, 重度傷病者の搬送を目指した担架システムの開発, 研究代表者
	研究発表の状況等	【論文】 <u>Yuki IWANO, Koichi OSUKA, Hisanori AMANO</u> : Development of Rescue Support Stretcher System with Stair-climbing. Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.25 No.3, pp.567-574,2013.6 【受賞】 第八回競基弘賞 技術業績賞 「災害現場における救助支援型担架システムの提案と実証」,2013,1

		<p>【学会発表(査読あり)】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Y.Iwano</u>,K.Osuka,H.Amano: Evaluation of Rescue Support Stretcher System. Proceedings of IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, pp.245-250,2012.9 2. <u>Y.Iwano</u>,K.Osuka,H.Amano: Development of Rescue Support Stretcher System with Stair-climbing. Proceedings of the 2011 IEEE International Workshop on Safety, Security, and Rescue Robotics, pp.245-250,2011.11 3. <u>岩野優樹</u>, 大須賀公一, 天野久徳: 救助支援型担架システムの特性評価. 第 18 回ロボティクス・シンポジウム予稿集, pp.407-412,2013.3 4. <u>岩野優樹</u>, 大須賀公一, 天野久徳: 階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの検討 - 第 7 報 階段昇降性能向上に関する検討 -. 第 17 回ロボティクス・シンポジウム予稿集, pp.250-255,2012.3 <p>【学会発表(査読なし)】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>岩野優樹</u>, 平嶋洋大, 大須賀公一, 天野久徳: 五角形車輪型階段昇降機構の再評価, 第 15 回システムインテグレーション部門講演会論文集, pp. 1246-1247, 2014.12 2. <u>岩野優樹</u>, 平嶋洋大, 大須賀公一, 天野久徳: 五角形車輪型階段昇降機構の特性評価. ロボティクス・メカトロニクス講演会'14 講演論文集, 1P2-H08,2014.5 3. <u>岩野優樹</u>, 平嶋洋大, 大須賀公一, 天野久徳: 車輪型階段昇降機構の改良, 第 14 回システムインテグレーション部門講演会論文集, pp. 1200-1201, 2013.12 4. <u>岩野優樹</u>, 大須賀公一, 天野久徳: 車輪型階段昇降機構の試作と実験. ロボティクス・メカトロニクス講演会'13 講演論文集, 1P1-P23,2013.5 5. <u>岩野優樹</u>, 大須賀公一, 天野久徳: 救助支援型担架システムの現状と今後の展望, 第 13 回システムインテグレーション部門講演会論文集, pp. 1617-1618, 2012.12 6. <u>岩野優樹</u>, 大須賀公一, 天野久徳: “階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発 第 8 報 階段昇降における定量的評価”. ロボティクス・メカトロニクス講演会'12 講演論文集, 2A1-P06,2012.5 7. <u>岩野優樹</u>, 大須賀公一, 天野久徳: 階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発 -第 6 報- 担架表面の摩擦抵抗に関する検討, 第 12 回システムインテグレーション部門講演会論文集, pp. 74-75, 2011.12 8. <u>岩野優樹</u>, 大須賀公一, 天野久徳: “階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発 9. 第 5 報 振動抑制効果についての実験的検討”. ロボティクス・メカトロニクス講演会'11 講演論文集, 1A2-J04,2011.5
	知的財産権の出願・登録状況等	特になし

3. 2 火災原因調査の高度化に資する手法の開発

研究実施期間	平成 20 年度～平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 20 年度 14,817 平成 21 年度 11,481 平成 22 年度 12,784	
研究代表者	芳野政博	
所属機関	松山市消防局	
研究体制	官(松山市消防局)	
研究概要	<p>多くの消防本部での火災調査は旧態依然として、科学的な調査が行われていないのが現状である。それと言うのも火災調査は個人情報等が多く秘匿性が高いために消防本部独自で行われ、他の消防本部と情報交換する機会が少ないことにある。結果的に原因究明が限定され、原因が不明若しくは不明確なまま長年の経験則で推定、又は推測で原因判定することもあると思われる。しかし、近年、消防が行う火災調査結果は製品火災や製品事故、或いは保険金訴訟による民事裁判等で提出を求められる機会も多くなり、火災原因の科学的な究明又は裏付けによる調査が必要になっている。</p> <p>今回の研究は、科学的な原因の究明を行なうために高度資機材と呼ばれる機材(X線透過検査装置、デジタルマイクロスコープ、ガスクロマトグラフ等)の有効活用と、見落としがちな火災現場での試料収去に伴う保存方法について調査研究し、より精度の高い火災調査を目指すものである。</p>	
フ ォ ロ ー ア ッ プ の 内 容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	本研究課題では、マイクロフォーカスX線透過検査装置、デジタルマイクロスコープ、赤外線サーモグラフィ、ガスクロマトグラフ質量分析装置の高度資機材を整備し、これら高度資機材を活用した火災原因調査の高度化に資する手法の開発を行った。開発した手法については、火災調査の鑑識、鑑定の実務で活用している。また、県下消防本部間で火災調査相互応援に関する申しあわせを締結し、県下消防本部の依頼に基づき高度資機材を活用した合同鑑識等の調査協力を実施している。
	他の研究課題への波及	なし。
	研究発表の状況等	既報告以後に本研究関連の研究発表は行っていない。 なお、平成23年度消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例報告の募集に伴い、消防防災科学に関する論文の募集区分に「油分析における検体の保存方法の検討」として応募した。
	知的財産権の出願・登録状況等	なし。

3. 3 防火水槽吸管投入孔融雪システムの研究開発

研究実施期間	平成 21 年度～平成 22 年度
配分額(千円)	平成 21 年度 2,503 平成 22 年度 195
研究代表者	前川義和
所属機関	株式会社ホクコン
研究体制	産・官 (株式会社ホクコン、大野市消防本部)
研究概要	<p>冬季の火災現場において、積雪により防火水槽の吸管投入孔の位置が特定できないため、迅速に消火活動が行えない状況が生じている。各自治体の消防本部は、地上より 1m 程度突出した採水口を設置して対応している。しかし、採水口の建設費が高く、防火水槽 1 基に採水口 1 ヶ所の設置にとどまっており、緊急時に採水口周辺に障害物があるような場合や十分に吸水できない事態になると、結局もう一つの無処理の吸管投入孔を探さなければならないことが予想される。この問題を解決するため、地中熱の影響を受けている地下式防火水槽内部の水を熱源とし、無動力で熱移動ができるヒートパイプを用いて吸管投入孔周囲の融雪を行う「防火水槽吸管投入孔融雪システム」を考案した。本システムの効果は、ランニングコストがゼロで安価であるため同程度の建設費で吸管投入孔 2 ヶ所に設置でき、消火活動時に吸管投入孔の位置を迅速に特定できる他に、人孔鉄蓋と受枠との凍結防止効果も期待でき、消防力の向上を図ることができる。</p>
フ ォ ロ ー ア ッ プ の 内 容	<p>研究成果の活用事例（実用化の状況）</p> <p>現在製品化が進んでおり、弊社のメインカタログやホームページへの掲載を行っている。各積雪地域（山形県山形市、岐阜県高山市、福井県大野市、兵庫県和田山市）をピックアップし、アメダス気象データを元に融雪シミュレーションを実施しており、どの地域においても凍結防止効果はあると考えられ、実用化は妥当であると考えている。</p> <p>しかし、ヒートパイプという精密機器を土木分野で扱う場合いろいろな課題が多い。例えば、実際に施工に至るまでの製品の保管方法や顧客提供後のサービスが主である。具体的には、</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 製品の運搬はどのようにすると安全か。 ② 防火水槽の施工後、製品設置と埋戻しの手順は誰がどのように行うか。 ③ 計画高に対して、製品との擦り付け仕上げはどのように行うか。 ④ 提供後のメンテナンスサービスはどのように行うか。 ⑤ 保証期間はどのように設定するか。 <p>などが挙げられる。また、価格に関しても課題がある。具体的には、</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 顧客側にあまり予算がない。 ② 大型のヒートパイプであり大量発注が困難であり単価が高い。 ③ 既設の防火水槽に設置する場合、ヒートパイプを挿入するための削孔や土工が必要となり、施工が大がかりとなる。 <p>これらの課題を解決し、実用化を目指す。</p>
	他の研究課題への波及

<p>研究発表の 状況等</p>	<p>報道発表</p> <p>1) 福井県庁にて報道発表 平成 22 年 2 月 2 日 誌上掲載</p> <p>2) 前川義和、電気現場技術 電気情報社 平成 22 年 5 月 10 日 関連発表</p> <p>3) 永井二郎・鈴木健介・前川義孝・前川義和、”ヒートパイプを用いた防火水槽融雪システムの検討”、日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集(3)、G0601-3-2、(2009-9)、pp.23-24.</p> <p>4) 永井二郎・鈴木健介・前川義和・谷口晴紀、”ヒートパイプ BACH を用いた防火水槽融雪システムの検討”、第 47 回日本伝熱シンポジウム講演論文集、I、I131、(2010-5)、pp.247-248.</p> <p>5) Nagai, N., Suzuki, K., Maegawa, Y., Taniguchi, H., “Snow-Melting System around Steel Top of Underground Fire Cistern using Heat Pipe BACH”, Proc. the ASME/JSME 8th Thermal Engineering Joint Conference, Honolulu, USA, CD-ROM, AJTEC2011-44256, (2011-3), pp.1-5.</p> <p>6) 永井二郎、「気泡駆動型無動力循環式ヒートパイプの開発と実証展開」地域イノベーションクラスタープログラム(ふくい若狭エリア) 2011.3.18</p>
<p>知的財産権 の出願・登 録状況等</p>	<p>なし</p>

3. 4 安全な消火活動のためのショアリング技術の開発

研究実施期間	平成 21 年度～平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 21 年度 12,848 平成 22 年度 12,883	
研究代表者	城戸將江	
所属機関	北九州市立大学	
研究体制	学・官 (北九州市立大学、北九州市消防局)	
研究概要	火災に伴い木造建物の壁や2階部分が崩落し、消火活動中の消防職員が負傷したり命を落したりする事故が発生している。本研究では、消火活動へのショアリングの導入をめざし、木造2階建て建築物を対象とし、2階床崩落に関する基礎的研究を行い、崩落予測のための機器開発、ショアリング方法の提案を行った。2階床崩落に関して、木造実大梁実験ならびに燃焼させた木造柱梁接合部の実験を行い、炭化による耐力への影響を示した。崩落予測のための機器として火災現場監視カメラを製作した。ショアリングの資機材として適切な材質等について検討を行い、材質に応じてショアリングの設置時期を提案した。6畳の実大木造小屋の載荷実験では、火災現場監視カメラを用い危険度判定を行い、危険と判断された後パイプサポートによるショアリングを行い、実用性の検討を行った。また、同実験より建築構造的な観点から、ショアリングの設置が、効果的であることを示した。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	実用化には至っていません。ネックとなっている点は、システムを発展させるときのコスト、協力企業が見つからないこと、対象(木造住宅)の一般化が難しいことが挙げられます。実用化には、複数分野の研究者、企業の連携が必要であると考えています。
	他の研究課題への波及	直接的な波及はありません。
	研究発表の状況等	研究発表 1)坂田 絢, 城戸將江, 三根直人: 火事で焼け残った木造軸組構法の仕口部分の耐力について, 日本建築学会研究報告九州支部, pp.629-632, 2010.3 2)城戸將江: International Conference on Fire and Environmental Safety, Structural Collapse and Emergency Shoring, 2010.5 3)荒瀬直樹, 城戸將江, 三根直人: 火事で焼け残った木造軸組構法の仕口部分の耐力評価: 管柱について, 日本建築学会研究報告九州支部, pp. 701-704, 2011.3 4)山野悠平, 城戸將江: 火災後を想定した切り欠きのある木造梁の構造性能 その1: 実大梁実験, 日本建築学会研究報告九州支部, pp. 705-708, 2011.3 5)史貴秋, 城戸將江: 火災後を想定した切り欠きのある木造梁の構造性能 その2: たわみの評価, 日本建築学会研究報告九州支部, pp. 709-712, 2011.3 6)城戸將江: 安全な消火活動のためのショアリング技術の開発, 第 59 回全国消防技術者大会, pp.245-249, 2011.10 7) 史貴秋, 城戸將江: 火災による炭化を想定した切り欠きのある木造実大梁実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1 構造 III, pp.643-644, 2012.9

		<p>展示会, セミナー</p> <p>1) 第12回産学連携フェアセミナー:安全な消防活動をめざして(基調講演:今野利弘氏, コーディネーター:城戸將江), 2012</p> <p>2) 第12回産学連携フェア, 環境技術研究所として研究成果のデモンストレーション, 2012</p> <p>その他</p> <p>1) 城戸將江:柱梁接合部の設計および消火活動時の安全性確保, FOOTSTEP2011~研究事例集, 2012.8, https://www.kitakyu-u.ac.jp/env/research/case/2012-0808-1714-70.html</p>
知的財産権の出願・登録状況等		特になし.

3. 5 噴霧放水機構を有する消防用ノズルの開発

研究実施期間	平成 21 年度～平成 22 年度(2 年間)	
配分額(千円)	平成 21 年度 6,500 平成 22 年度 6,500	
研究代表者	森田 昌宏	
所属機関	東京理科大学 理学部第一部 数理情報科学科	
研究体制	産・学・官 (ヤマトプロテック株式会社、東京理科大学、堺市消防局)	
研究概要	<p>現在使用されている消防用ノズルにおいては、棒状放水から、噴霧角度を可変させて放水させることが可能であり、放水量についても、段階的に調節可能な機構を有しているものが多く用いられている。また、フォグ状態の放水を行う資機材も一部で用いられているが、フォグを生成するための機構が通常の消防用ノズルとは異なり、専用のシステムとなっているため、消火活動の中においては、依然効果的な運用には至っていない。通常の放水が、火源の制圧に対して絶大な効果を発揮するのは言うまでもない。一方、耐火構造物等の比較的大きな区画での火災拡大時においては、消防隊が区画内に侵入し火源を特定することが困難であることが考えられる。そのような状況においては、天井付近の熱気流層や空間の冷却、視界確保の観点から、ミスト放水が有効な手段の一つである。また、フォグ放水による火傷の危険も報告されていることから、本研究では、フォグより更に大きな水滴<ミスト>での冷却・消煙・消火の効果を実験において検証し、通常の放水からミスト放水までをひとつのノズルで行うことができる機材の開発を行った。</p>	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	プロトタイプを用いた実験により、冷却・消煙・消火の効果についての確認を行うことが出来ましたが、実用化に際し、部品点数の多さ、初期投資の大きさが課題となっています。内部構造の簡易化、量産コストの抑制が、製品化実現へのポイントになると考えています。
	他の研究課題への波及	特にありません。
	研究発表の状況等	<ol style="list-style-type: none"> 1. 区画火災におけるミスト放水による抑制効果 区画模型実験結果 日本火災学会 研究発表会概要集 pp.212-213 2010 年 5 月 18 日 2. 区画火災におけるミスト放水による抑制効果 実大実験結果 日本建築学会 学術講演概要集 pp.191-192 2010 年 9 月 11 日
	知的財産権の出願・登録状況等	特にありません。

3. 6 能動スコープカメラの実用化のための改良開発と実地試験

研究実施期間	平成 21 年度～平成 23 年度	
配分額(千円)	平成 21 年度 19,240 平成 22 年度 17,235 平成 23 年度 14,888	
研究代表者	田所 諭	
所属機関	国際レスキューシステム研究機構	
研究体制	産・学・官 (国際レスキューシステム研究機構、東北大学、東京消防庁、仙台市消防局、神戸市消防局)	
研究概要	能動スコープカメラは自走式の救助用ビデオスコープであり、瓦礫数mの奥深くへ自立的に進入し、段差乗り越えや障害物を回避しながら、内部の映像などの情報を収集することができるため、従来のビデオスコープでは困難な事案への適用が期待されており、事故現場調査等への適用実績を持っている。これらも技術的課題を解決することを目的として研究開発を行った。その結果、視野の広角化、踏破性能の向上(特に絨毯など)、音声対話機能、重力方向の認識・表示機能、ケーブルの長距離化、防塵防水・耐久性の向上、防爆に関する調査検討、小型ガスセンサの調査検討、東日本大震災のケースに対する適用検討、消防訓練施設における実証試験、を行い、実用性の向上を図った。	
フ ロ ー ア ッ プ の 内 容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	本研究で得られた成果をもとにして発展させ、清水建設が「ロボ・スコープ」という名前のシステムとして、福島第一原発事故現場の調査のために、製品を開発中。ロボ・スコープはクレーンで能動スコープカメラを吊り下げて、上空から大規模瓦礫内に進入し、内部を調査するシステムである。構造物を組み合わせで作った瓦礫の模擬空間での実験により、その有効性を確認している(下記研究論文[2]を参照)。原子力災害に限らず、大規模な瓦礫内の調査には有効と考えられる。
	他の研究課題への波及	ガス管の老朽化検査を目的とした研究開発に波及。ImPACT の研究の一部(索状ロボット)に発展している。
	研究発表の状況等	主な論文(査読有り)は下記の通り。 [1] Hiroaki Namari, Kazuhito Wakana, Michihisa Ishikura, Masashi Konyo, Satoshi Tadokoro, Tube-type Active Scope Camera with High Mobility and Practical Functionality, Proc. 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2012), pp. 3679-3686, 2012. [2] Fukuda Junichi, Masashi Konyo, Eijiro Takeuchi, Satoshi Tadokoro, Remote Vertical Exploration by Active Scope Camera into Collapsed Buildings, Proc. 2014 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.1882-1888, 2014.
	知的財産権の出願・登録状況等	該当なし。

3. 7 疲労度指標に基づくストレス判断システムの構築

研究実施期間	平成 21 年度～平成 23 年度
配分額(千円)	平成 21 年度 12,025 平成 22 年度 12,675 平成 23 年度 8,580
研究代表者	岡 泰資
所属機関	国立大学法人 横浜国立大学
研究体制	学・官 (横浜国立大学、横浜市消防局)
研究概要	<p>火災現場での消火・救助活動, 化学物質漏洩現場での漏洩物質の確認・除去活動は, 防火服や防護服を着装しての作業となる。消防隊員の活動に伴う産熱や発汗により防護服内は高温多湿状態となり, このような状態での活動の継続は, 各隊員の加速度的な疲労蓄積を招き, 適切な水分補給ができなければ熱中症の危険性も高くなる。このため, 活動の効率化, 適切な労働安全管理, 疲労に起因した集中力低下に伴うヒューマンエラーの撲滅, さらに各隊員の疲労度に応じたきめ細かい活動指示(負荷の低減, 退域指示, 休息等)を実施するには, 各隊員の疲労状態をリアルタイムでモニタリングする必要がある。そこで本研究では, 従来の現場指揮者の経験や各隊員の自己判断に加えて, 活動現場で利用できる科学的な根拠に基づく新規指標の導出とその判断閾値を確立し, かつ出動命令の変更による隊員数の増減にも対応可能なシステムが必要であるとの観点から研究を実施し, 以下の結果を得た。</p> <p>(1) 8 階建ての中層建物を利用した実践的な消火訓練中の消防隊員の外耳温度や心電の連続測定値と活動内容毎の各状態量の変化の分析から, 立体的な動きを伴う消火活動を室内の平面的な活動で模擬できる消防活動モデルを策定した。</p> <p>(2) 現役消防隊員 18 名(24~54 歳)の同意のもと, 人工気候室(室温 30 °C, 湿度 60~70 %)で防火衣, 空気呼吸器を着装し, 策定した模擬活動を実施した。心臓の収縮期に発生する R 波間隔時系列の周波数解析から, 0.1 Hz 以上の周波数領域でのパワースペクトル形状の変動とパワースペクトルの周波数に対する減衰値が, 隊員の心拍状態を推測できる指標として活用できる可能性を明らかにした。</p> <p>(3) 模擬活動中の自律神経機能状態量は, 健常者の安静・座位時のそれと異なり, 極端に交感並びに副交感神経機能が抑制されることが観測され, この抑制は模擬消防活動の終了により解除された。</p> <p>(4) 被験者の個人特性を補償するために, 模擬活動中の自律神経機能状態量を第 1 ノンレム睡眠中の代表値で除し, 模擬活動全体で積分した値が, 模擬活動前後に採取した唾液中に含まれるストレス反応バイオマーカー(α-アミラーゼ, コルチゾール, クロモグラニン A)の変化と強く相関することがわかった。</p> <p>(5) 中空イヤフォンタイプ(外の音も聞こえ, イヤフォンにもなっている)の温度・脈拍数同時測定器への改良を試みた。</p> <p>(6) 消火活動現場における隊員の活動に応じて動的に対応可能な簡易無線ネットワークモデルを想定し, 中継端末を配置した消防隊員用無線通信ネットワークの特性を明らかにした。</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">フォローアップの内容</p>	<p>研究成果の活用事例（実用化の状況）</p>	<p>日頃の訓練および活動経験に基づく判断（主観的な情報）に、消防活動中の隊員の疲労状態を科学的な数値（客観的な情報）に基づく判断を付加することで、消防隊員の活動中の疲労状態を、よりの確に把握できると考え、本研究を実施した。ストレス判断システムとしては、未だ発展途中段階であり、課題点として以下の項目が挙げられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 活動中の隊員から取得できる物理量として、鼓膜温と拍動間隔に注目した。しかし、現場活動中の消防隊員からこれらの情報を入手することは容易ではなく、また活動内容が現場毎に異なるため、精度良いデータを取得することは難しい。そこで、活動負荷の程度とこれらの物理量との関係を再現性よく入手できること、活動種別毎にデータ解析が行えるだけの活動時間（一つの模擬活動が2～3分継続されること）が継続された活動種目で構成されていることを条件として、模擬消防活動モデルを開発した。このモデルに沿った活動を実施した際の、鼓膜温と拍動間隔の変化を示すデータの蓄積が必要である（被験者が現役消防隊員であること、業務に支障ない範囲でのデータ取得になるため、現段階では20人/年が限度、目標被験者数は100～120名）。 2. 消防隊員の活動経験、年齢、体力差などの個人差を考慮する必要があるか否かの判断が必要である（消防隊員は日々、体力錬成を積んでいることから個人別に閾値を設定した方が有効かもしれない）。 3. 取得したデータをもとにストレス判断の閾値を決定したが、より多くのデータの蓄積による高度化が必要である。 4. ストレス判断に拍動間隔の周波数解析結果を利用しているため演算の高速化が必要である。 5. 拍動間隔データを取得するために電極パッドを利用してきたが、実際の現場活動中での利用には向かない。そこで、近年開発された生体信号を検出できるナノ素材を用いた生体情報測定ウェアの導入を検討する。 6. 鼓膜温度の測定には非接触温度センサを用いているが、耐水性の向上およびイヤホンとしての機能の追加を検討する。 7. Bluetoothによる近距離通信だけでなく、遠距離通信手法を確立することで、現場隊員、小隊長、現場指揮本部でのデータの共有化を図る。
<p>他の研究課題への波及</p>	<p>他の研究課題への波及</p>	<p>科学研究費補助金</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 平成24～25年度 高負荷活動従事者のリアルタイム疲労状態把握手法の提案，社会システム工学・安全システム，挑戦的萌芽研究，課題番号：24651185 2. 平成26～28年度 高負荷活動従事者の生体情報を活用した疲労度判定システムの構築，社会システム工学・安全システム，基盤B一般，課題番号：26282093
<p>研究発表の状況等</p>	<p>研究発表の状況等</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kuriyama, Y., Oka, Y., Ito, Y., and Enari, M. “Indices for Fire Fatigue based on on-line physical measurement”, Proceedings of 2nd International conference, Tall building Fire Safety Conference 2014, pp.63-74, 2014.6. 2) 岡 泰資, 大場淳一, 池田盛雄, 藤馬千典, 栗山幸久:消防活動時における消防隊員の疲労状態の把握を目的とした消防活動モデルの提案, 日本火災学会論文集, Vol.63, No.1, pp.9-16, 2013.4.

		<p>3) 岡 泰資:消防隊員の疲労状態を検討するための消防訓練モデルの提案, 日本火災学会誌「火災」, vol.63, No.3, pp.45-50, 2013.6.</p> <p>4) 伊藤悠史, 岡 泰資, 岩見 周, 栗山幸久, 角津光憲, 二本木純一, 大場 淳一, 池田盛雄:高負荷活動従事者の疲労状態推定手法について, 平成26年度日本火災学会研究発表会, pp.86-87, 2014.6.</p> <p>5) 大場淳一, 池田盛雄, 藤馬千典, 伊藤悠史, 江成美沙, 岡 泰資, 栗山幸久:消火活動を模擬した訓練手法の提案 消防隊員の疲労度判定方法の検討 その3, 平成24年度日本火災学会研究発表会, pp.34-35, 2012.5.</p> <p>6) 伊藤悠史, 江成美沙, 岡 泰資, 栗山幸久, 大場淳一, 池田盛雄, 藤馬千典:高負荷活動従事者の疲労状態把握手法の提案 消防隊員の疲労度判定方法の検討 その4, 平成24年度日本火災学会研究発表会, pp.36-37, 2012.5.</p> <p>7) 江成美沙, 伊藤悠史, 岡 泰資, 栗山幸久, 角津光憲, 藤馬千典, 池田盛雄, 大場淳一, :消防隊員の疲労度判定方法の検討について, 第43回安全工学研究発表会, pp.139-142, 2011.10</p> <p>8) 江成美沙, 岡 泰資, 川縁健二, 藤馬千典, 三浦 大, 池田盛雄:消防隊員の疲労度判定方法の検討(その2), 平成23年度日本火災学会研究発表会, pp.98-99, 2011.5.</p>
	<p>知的財産権 の出願・登 録状況等</p>	<p>発明名称:疲労度推定方法, 疲労度推定装置, 疲労度表示装置, 及びプログラム</p> <p>発明者:岡 泰資, 栗山幸久</p> <p>出願人:横浜国立大学, 出願年月日:平成25年7月12日</p> <p>• 出願番号:特願 2013-146894 号</p>

3. 8 災害現場における水分補給法の確立とその活用システムの構築

研究実施期間	平成 22 年度～平成 23 年度	
配分額(千円)	平成 22 年度 4,148 平成 23 年度 4,413	
研究代表者	鈴木 志保子	
所属機関	神奈川県立保健福祉大学	
研究体制	学・官 (神奈川県立保健福祉大学、横須賀市消防局)	
研究概要	消防職員が消火活動中に着用する防火衣は熱防御のために特殊な構造をしており、熱中症の危険は極めて高いと言える。しかし、水分補給の重要性が明らかになっているにも関わらず、現時点で災害現場における水分補給法は確立されていない。本研究では、消防職員の現場での水分補給の実態および脱水・熱中症に対する意識を明らかにすることを目的に、アンケート調査を行った。その結果、現場活動中の水分補給が困難であることや、普段から口渇感がなくとも水分補給を行う者が 6 割いること、出場前は熱中症の不安を感じる者が 3 割程度いることなどが明らかとなった。特に現場活動中の給水について、傷病者や家族の前では給水しにくいという意見が多数あることから、消防職員における熱中症のリスクおよび水分補給の重要性について市民に浸透させる必要があることが示唆された。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	横須賀市において本研究結果が、「消防職員のための熱中症対策マニュアル～消防活動に対する水分補給について～」に反映された。現在、論文を発表するための準備をしている。これにより、世界中の消防職員に貢献すると考えられる。
	他の研究課題への波及	なし
	研究発表の状況等	・片岡沙織, 高橋征平, 鈴木志保子: 消防職員の災害活動時における体内深部温度の夏季と冬季の比較、日本体力医学会大会(第 66 回) 平成 23 年 9 月 ・片岡沙織, 鈴木志保子: 消防職員における水分補給・脱水および熱中症に関する現状と課題の検討、日本スポーツ栄養研究会総会・学術集会(第 6 回) 平成 24 年 7 月
	知的財産権の出願・登録状況等	なし

3.9 消防隊員のストレスマネジメント支援システムの開発

研究実施期間	平成 22 年度	
配分額(千円)	3,081	
研究代表者	松井 豊	
所属機関	筑波大学人間系	
研究体制	産・学・官 (株式会社エフビーアイ、筑波大学、独立行政法人大学入試センター、名城大学、厚木市消防本部)	
研究概要	パソコンや携帯電話を用いた消防職員のストレス・セルフチェック・システムを開発し、東日本大震災に関わった消防職員に対して同システムを無料公開した。予備調査では消防職員 6 名への面接調査を行った結果、累積性惨事ストレスや全般的疲労感を測定する候補項目を準備した。予備調査の結果を踏まえて、328 名の消防職員を対象に質問紙調査を行い、試作版を作成した。消防職員 80 名を対象とした試作版の 2 回の試用テストを経て、PTSD 予防チェックリスト、蓄積性惨事ストレスチェックリスト、全般的疲労チェックリストおよび、相談先リストで構成される、ストレス・セルフチェック・システムを完成させた。	
フ ォ ロ ー ア ッ プ の 内 容	研究成果の活用事例（実用化の状況）	2011 年 3 月 11 日に発災した東日本大震災(以下「震災」)において、エフビーアイ社と研究者が協議して、同システムを無料公開した。同年 8 月 24 日までに総数 1422 件のアクセスが有り、875 件のストレス測定が実施された。
	他の研究課題への波及	消防職員のストレスケアに関するピアサポートシステムをJSTに提案し、2014 年9月に採択された。
	研究発表の状況等	○講演 2012 年 9 月 11 日 専修大学社会知性開発研究センター・心理科学研究センター(共催)「東日本大震災における支援専門職者への心理的支援」講演(於:専修大学生田校舎、日本心理学会第 76 回大会準備委員会)ほか
	知的財産権の出願・登録状況等	該当無し

4. 1 現場における有毒・危険物質の迅速質量分析システム開発

研究実施期間	平成 21 年度～平成 23 年度	
配分額(千円)	平成 21 年度 18,200 平成 22 年度 15,600 平成 23 年度 15,600	
研究代表者	豊田岐聡	
所属機関	国立大学法人 大阪大学 大学院理学研究科	
研究体制	産・学 (大阪大学、MSI. TOKYO 株式会社、国立がん研究センター研究所)	
研究概要	近年、質量分析の高感度という特徴を活かし、有毒ガスや爆発物、違法薬物などの検知にも用いられるようになり、また「現場」に持ち出すことを考慮した質量分析装置が市販化されたりもしている。しかし、装置の大きさや性能(分解能)は相関があるといわれ、「現場」のような夾雑物の多い「汚い」環境で十分な同定能力を有する小型質量分析装置はこれまでなかった。大阪大学では、小型でありながら超高分解能を達成できるマルチターン飛行時間型質量分析計を開発してきた。本研究では、このマルチターン飛行時間型質量分析計を可搬できるように、装置のさらなる小型化・軽量化、耐久性の向上、システムの構築を行った。これにより、火災現場や事故現場などで有毒ガスや危険物質の検知/同定を迅速かつ正確に行ない、安全性の確認などの消火・救助活動の支援や、火災や有毒ガス、異臭などの原因特定などが可能なシステムの構築を行った。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	現時点では、まだ消防現場への導入は進んでいない。プロジェクトで開発したプロトタイプ機をもとに、現在ガス分析専用装置(infiTOF-UHV)として製品化が完了したところである。大気を導入して、大気中の微量ガス成分の測定が可能である。しかしながら、異臭などの原因となり、消防現場の測定対象候補である H ₂ S などの硫黄系の化合物は、装置などへの吸着があり、メモリー効果や感度低下などが問題となっている。現在ヒーティングを行うなどの吸着を防ぐ対策を行っているところである。また合わせてガスの定量分析とレポートのためのソフトウェアの最適化も進めている。今後消防本部などと連携し、実際に現場での使用を進め、消火・救助活動の支援や、火災や有毒ガス、異臭などの原因特定などが可能なシステムとして広く利用されていくことが期待される。
	他の研究課題への波及	材料開発などの工場内でのガス分析装置として、工場の製造ラインへの導入などが進んでいる。また、温室効果ガス、火山ガス、海中の溶存ガス、PM _{2.5} の原因物質となる揮発性有機化合物のリアルタイム計測装置として用いる共同研究が始まっている。
	研究発表の状況等	1. Miniaturized high-resolution time-of-flight mass spectrometer “MULTUM-S II” with an infinite flight path: Shuich Shimma, Hirofumi Nagao, Jun Aoki, Keiji Takahashi, Shinichi Miki and Michisato Toyoda, <i>Anal. Chem.</i> , 82 (2010), 8456-8463. 2. ロッド電極間に挿入した板状電極を用いたリニアイオントラップからのイオン排出方法の開発: 長尾博文, 加納英朗, 岩本賢一, 豊田岐聡, <i>J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.</i> , 59 (2011), 13-17.

		<p>3. The 59th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics (2011年6月5日 - 6月9日), Development of a multi-turn time-of-flight mass spectrometer with an Atrompheric ionization, Masanobu Nakasono, Hiroki Andoh, Hirofumi Nagao, Shinichi Miki, Michisato Toyoda, 2010年6月9日, ThP66, Colorado Convention Center, Denver, USA</p> <p>4. 第59回質量分析総合討論会(2011)(2011年9月13日 - 15日), 質量分析装置開発の「これまで」と「将来展望」(基調講演), 豊田岐聡, 2011年9月13日, 1A-PL-1000, ホテル阪急エキスポパーク</p> <p>5. Miniaturized Mass Spectrometer in Analysis of Greenhouse Gases: The Performance and Possibilities: Shuichi Shimma and Michisato Toyoda, <i>Greenhouse Gases - Emission, Measurement and Management, Dr Guoxiang Liu (Ed.), ISBN: 978-953-51-0323-3, InTech</i>, Chapter 11 (2012), 235-254.</p> <p>6. マルチターン飛行時間型質量分析計: 豊田岐聡, 新聞秀一, 青木順, 石原盛男, <i>J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.</i>, 60 (2012), 87-102.</p> <p>7. 第61回質量分析総合討論会(2013)(2013年9月10日 - 12日), MULTUM-S II を用いた土壌から発生するガスのオンサイトモニタリング, 阿南貴大, 新聞秀一. 当真要, 波多野隆介, 橋床泰之, 青木順, 石原盛男, 豊田岐聡, 2013年9月12日, 3B-S5-1050, つくば国際会議場 エポカルつくば</p>
	知的財産権の出願・登録状況等	なし

4. 2 放射線感応型防火服の開発

研究実施期間	平成 21 年度～平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 21 年度 10,920 平成 22 年度 6,500	
研究代表者	鈴木敏和	
所属機関	独立行政法人放射線医学総合研究所	
研究体制	産・官 (独立行政法人放射線医学総合研究所、富士電機株式会社、小林防火服株式会社)	
研究概要	放射線災害もしくはNテロ対策時の初動対応者である消防隊員の高線量外部被ばくを防ぐ手立ては、確実かつ迅速に線量警報を発することによる退避以外に存在しない。本研究は現場作業環境に適応した超小型温度センサ/放射線センサ群並びに耐熱性警報表示シートを防火服と一体として開発し、随伴者には視覚、着用者には視覚・聴覚・触覚の観点から確実に線量警報を知らしめる防火服の実用化を図ったものである。 更に、電波の届く範囲であれば隊員毎に防火服内温度と線量をリアルタイムで監視出来るシステム性も具備させた。	
フ ォ ロ ー ア ッ プ の 内 容	研究成果の活用事例（実用化の状況）	本件は共同開発を担当した富士電機、小林防火服が共に協力し、製品化と各消防本部へのPRを図る予定であったが、直後に起きた福島事故の影響や中核となる温度/放射線センサ、信号伝送システム等を他社で開発ができない等の理由により、製品化を断念した。
	他の研究課題への波及	特にありません
	研究発表の状況等	特にありません
	知的財産権の出願・登録状況等	特にありません

4. 3 個別粒子法を用いた火災旋風の発生予測ソフトウェアの開発

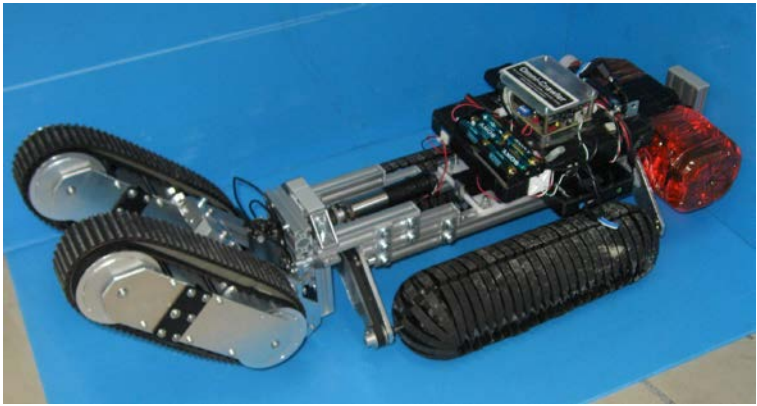
研究実施期間	平成 21 年度, 平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 21 年度 2,987.4 平成 22 年度 1,677	
研究代表者	桑名一徳	
所属機関	山形大学	
研究体制	学(山形大学)	
研究概要	火災時に何らかの理由で火炎と旋回流が相互作用すると、火災旋風と呼ばれる炎の竜巻のような現象が発生することがある。火災旋風が発生すると、炎の高さが通常の数倍から十倍以上に増加し、火災被害が拡大する。本研究では、模型実験の手法を用いて実験室規模の実験で火災旋風を再現することにより、火災旋風の火炎高さおよび発生条件に関する基礎的知見を得た。さらに、数値流体力学シミュレーションにより火災旋風発生を予測する手法を提案した。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	<p>本研究により確立した実験手法および火災旋風の発生予測モデルを活用して、火災旋風を発生させにくくする方法を見だし、平成 25 年度に日本火災学会研究発表会で発表した。この方法を活用すれば、都市火災時に避難場所等で火災旋風が発生しにくくなるような対策も可能だと期待される。</p> <p>この研究成果を実際の都市火災等を考えて活用するためには、クリアしなければならない課題がある。それは、実験室規模で得た成果を大規模火災へ適用させる方法論を確立することである。火災はスケール依存性が大きいいため、現象のスケール効果を正確に把握しなければ、実験室規模の成果を適切に活用できない。現在、様々なスケールで実験を行うなど、火災旋風のスケール効果を解明するための研究を実施中であり、スケール効果が明らかになれば、大規模火災旋風の発生を防ぐような提言ができると期待される。</p>
	他の研究課題への波及	本研究課題の成果を活用するための課題である、火災旋風のスケール効果を明らかにすることを目的の一つとして、公益財団法人 JKA の「巨大火災旋風の野外実験に関する補助事業(研究代表者: 豊橋技術科学大学・中村祐二准教授)」に参加し、火災旋風の大規模野外実験を実施することを計画している。
	研究発表の状況等	<p>【学術論文】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. K. Kuwana, K. Sekimoto, K. Saito, “Wind-tunnel fire whirl experiments using a scale model,” <i>Journal of Chemical Engineering of Japan</i>, Vol. 43, pp. 952-955, 2010 年 11 月 2. K. Kuwana, S. Morishita, R. Dobashi, K.H. Chuah, K. Saito, “The burning rate’s effect on the flame length of weak fire whirls,” <i>Proceedings of the Combustion Institute</i>, Vol. 33, pp. 2425-2432, 2011 年 1 月 3. K. Kuwana, K. Sekimoto, T. Minami, T. Tashiro, K. Saito, “Scale-model experiments of moving fire whirl over a line fire,” <i>Proceedings of the Combustion Institute</i>, Vol. 34, pp. 2625-2631, 2013 年 1 月

		<p>【学会発表】</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. K. Kuwana, K. Sekimoto, K. Saito, “Scale-model experiment of wind-generated fire whirls,” 6th International Symposium on Scale Modeling, Kauai, HI, Paper 3-03, 2009年9月 5. K. Kuwana, K. Sekimoto, N. Akahuah, K.H. Chuah, J. Lei, K. Saito, F.A. Williams, “The moving-type fire whirl observed during a recent Brazil bush fire,” 7th US National Combustion Meeting, Atlanta, GA, Paper 2F04, 2011年3月 6. Y. Hayashi, K. Kuwana, R. Dobashi, “Influence of vortex structure on fire whirl behavior,” Fire Safety Science—Proceedings of the Tenth International Symposium, International Association for Fire Safety Science, College Park, MD, pp. 671-679, 2011年6月 7. 落合智之, 桑名一徳, 「火災旋風発生時における火炎高さのスケール効果」, 平成22年度日本火災学会研究発表会, 札幌, pp. 224-225, 2010年5月 8. 桑名一徳, 落合智之, 「拡散火炎の長さに及ぼす浮力流および旋回流の影響」, 日本機械学会熱工学コンファレンス2010, 長岡, pp. 89-90, 2010年10月 9. 落合智之, 高橋一徳, 桑名一徳, 「プール燃焼する可燃性液体の火炎高さに及ぼす旋回流の影響」, 第48回燃焼シンポジウム, 福岡, pp. 212-213, 2010年12月 10. 田代貴洋, 桑名一徳, 関本孝三, 斉藤孝三, 「線状火炎上に発生する火災旋風の模型実験」, 平成23年度日本火災学会研究発表会, 東京, pp. 318-319, 2011年5月 11. 落合智之, 高橋一徳, 桑名一徳, 「浮力による非定常性が火災旋風の火炎高さに及ぼす影響」, 平成23年度日本火災学会研究発表会, 東京, pp. 320-321, 2011年5月 12. 桑名一徳, 田代貴洋, 関本孝三, 斉藤孝三, 「火災旋風の発生予測手法」, 安全工学シンポジウム2011, 東京, pp. 415-416, 2011年7月 13. 落合智之, 桑名一徳, 田代貴洋, 関本孝三, 斉藤孝三, 「線火炎上の火災旋風発生条件」, 第49回燃焼シンポジウム, 横浜, pp. 526-527, 2011年12月
	知的財産権の出願・登録状況等	なし

4. 4 圧縮空気泡を用いたアルミニウム火災の消火に関する研究

研究実施期間	平成 22 年度	
配分額(千円)	3,200	
研究代表者	坂本 直久	
所属機関	株式会社モリタホールディングス	
研究体制	産・官 (株式会社モリタホールディングス、東近江行政組合消防本部)	
研究概要	水系消火剤によるアルミニウム粉末火災に対する消火の有効性と危険性を検証するために実験室レベルで燃焼生成ガスを全量回収し分析できる検証装置を試作した。検証装置を用いて、燃焼アルミニウム粉に水または異なる気水比(空気と泡水溶液の体積比)の圧縮空気泡(CAF)を放射したときの燃焼挙動と燃焼物の飛散状況を観察するとともに、水素の発生状況を定量的に測定した。測定結果より、水系消火剤は燃焼アルミニウム粉を効果的に消火でき、生成ガス中の水素濃度も爆発下限界以下で、爆発の危険性が小さいことを明らかにした。さらに、実験室レベルで得た知見に基づき、圧縮空気泡消火システム(CAFS)搭載の消防車による実規模火災の消火実験をおこない、安全かつ有効な消火戦術を構築した。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	本研究では、アルミニウム火災に対して実験室レベルでの検証および圧縮空気泡消火システム(CAFS)搭載消防車による実規模火災の消火実験をおこない、安全かつ有効な消火戦術を構築できた。 本研究成果を有効に活用するために、全国の消防に対して水素発生データの提供と消火戦術の提案をおこなっている。
	他の研究課題への波及	該当なし
	研究発表の状況等	1)近藤, 廖, 山野, 松島, 坂本, 松下, 神田, 佐宗, 内藤, ”圧縮空気泡によるアルミニウム火災消火時の水素発生挙動” 平成 23 年度日本火災学会研究発表会概要集, pp390-391(2011.5) 2)山野, 廖, 近藤, 松島, 坂本, 松下, 神田, 佐宗, 内藤, ”圧縮空気泡を用いたアルミニウム火災の消火に関する研究” 第 59 回全国消防技術者会議, pp262-271(2011.10)
	知的財産権の出願・登録状況等	該当なし

5. 1 円形断面クローラ駆動機構により迅速な探査活動を行う移動装置の開発

研究実施期間	平成 22 年度～平成 23 年度
配分額(千円)	平成 22 年度 3,640 平成 23 年度 3,120
研究代表者	多田隈 建二郎
所属機関	国立大学法人 大阪大学大学院
研究体制	学(大阪大学、山形大学)
研究概要	<p>従来の円形断面クローラには、特異線といって、接触するものに駆動力を発生できず、スタックの可能性がある線部を有しているという要改善点があった。従って、無特異線構造の円形断面クローラ機構の実現を試みた。この特異線を無くすために、隣接間動力伝達方式および円弧状歯形機構を考案し、全体の完全対称化することにより、無特異線構造を考案した。</p> <p>また、実際に機体を設計・試作し、また、上記構造により、路面においてスタックする状況遭遇が著しく低下し、より連続的な移動を可能にするという提案構造の有効性を、実機を用いた実験を通して確認した。さらに、同時に走破性の向上を鑑み、駆動機構全体の直径の1.5倍の大型化にも成功している。さらに、円形断面クローラに、フリッパアームを搭載する際の、搭載位置の最適化についての検討を行った。まず、中央に2関節連結機構を設けた2車体連結クローラを、その検証用実験機として開発した。この実機を用いた走行実験により、クローラ単体の場合よりも、走破性が向上することを確認した。</p>
フロロアップの内容	<p>研究成果の活用事例（実用化の状況）</p> <p>円形断面クローラの駆動機構の発展研究で蓄積した簡易化設計技術は、球状全方向車輪を実用化する際の設計に役立っている。この球状全方向車輪は、(株)小野電機製作所より販売されている。</p> <p>従来の問題となった踏破性に関しては、フリッパアームなどを付加することで解決可能である(図1)。円形断面クローラ機構そのものの実用化に至るのが簡単ではない理由として、駆動機構の防塵・防水性の付与の必要性が挙げられる。これは、ブラシと内圧の併用などによる解決を考えているが、内圧を発生するコンプレッサも小型軽量にして、クローラ機体本体に収める必要があるため、現在、化学式のコンプレッサを開発中である。</p>  <p>図1:フリッパアーム付きの円形断面クローラ</p>

<p>他の研究課題への波及</p>	<p>本制度で取り組んだ課題は、クローラの表面が柔軟性を高めることで全表面が同じ方向に駆動するという、特異線を持たない円形断面クローラへの発展させることに成功している(図2)．搬送用途でなく、単体での探索活動用途であれば、現場でも使用可能な機能・性能を有する。</p>  <p>図2:全表面駆動型円形断面クローラ機構</p> <p>また、これら全方向移動・駆動の研究の波及として、現在、企業(メーカー)との共同研究に取り組んでおり、現在で3年目、現段階で継続が無くても残り1.5年の予定で共同研究開発を進めている。さらに、円形断面クローラを小型化したものは、全方向駆動ローラ付指機構へ、円形断面クローラの駆動方向を逆にしたものは、全方向包み込みグリッパへ、全方向駆動そのものの概念は、全方向駆動歯車へと研究内容が発展・拡張していつている。</p>
<p>研究発表の状況等</p>	<p>[解説論文]:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 多田隈建二郎, 解説論文 “全方向移動・駆動の機巧”, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.4, pp.354-357, 2014. 2) 多田隈建二郎, 解説論文 “全方向移動・駆動機構”, 日本ロボット学会誌, Vol.29, No.6, pp.516-519, 2012. <p>[国際会議論文]:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) K. Tadakuma, R. Tadakuma, H. Tanaka, T. Fukuda, M. Higashimori, and M. Kaneko: Omnidirectional State-changing Gripper for Various Objects, Proc. of The Sixteenth Int. Symp. on Artificial Life and Robotics (AROB'11), (Beppu, Japan, 2011.1), GS21-5. 2) K.Tadakuma, R. Tadakuma, K. Terada, M. Higashimori, and M. Kaneko: Linear Load-Sensitive Continuously Variable Transmission Mechanism with the Spherical Driving Unit, Proc. of the IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS2011), (San Francisco, CA, USA, 2011.9.30), pp.4048-4053. 3) Kenjiro Tadakuma, Riichiro Tadakuma, M. Higashimori, and M. Kaneko: Finger Mechanism Equipped Omnidirectional Driving Roller, Proc. of the 2011 Int. Symp. on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2011), (Nagoya, Japan, 2011.11), pp.475-478. 4) K. Tadakuma, R. Tadakuma, M. Higashimori, M. Kaneko: Robotic Finger Mechanism Equipped Omnidirectional Driving Roller with Two Active Rotational Axes, Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and

		<p>Automation (ICRA2012), (St. Paul, MN, USA, 2012.5.16), pp.3523-3524.</p> <p>5) K. Tadakuma, R. Tadakuma, K. Ioka, T. Kudo, M. Takagi, U. Tsumaki, M. Higashimori, M. Kaneko: Study on the Omnidirectional Driving Gear Mechanism, Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA2012), (St. Paul, MN, USA, 2012.5.16), pp.3531-3532.</p> <p>6) K. Tadakuma, R. Tadakuma, K. Ioka, T. Kudo, M. Takagi, Y. Tsumaki, M. Higashimori and M. Kaneko, “Omnidirectional Driving Gears and their Input Mechanism with Passive Rollers”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2012), 2012.10.7～12, Vilamoura, Algarve, Portugal.</p> <p>7) K. Tadakuma, R. Tadakuma, K. Ioka, T. Kudo, M. Takagi, Y. Tsumaki, M. Higashimori and M.Kaneko, “Additional Manipulating Function for Limited Narrow Space with Omnidirectional Driving Gear”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2012), 2012.10.7～12, Vilamoura, Algarve, Portugal.</p> <p>8) R. Tadakuma, K. Tadakuma, K. Ioka, T. Kudo, M. Takagi, Y. Tsumaki M. Higashimori, M. Kaneko, “The Gear Mechanism with Passive Rollers: The Input Mechanism to Drive the Omnidirectional Gear and Worm Gearing” , TuF1.4 , Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA2013), pp. 1512-1519, May6-10, 2013.</p> <p>9) K. Tadakuma, R. Tadakuma, M. Takagi, K. Ioka, G. Matsui, K.Komura, E. Moya, T. Akaike, Y. Tsumaki“Adaptation of Omnidirectional Driving Gear to Practical Purpose”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2013), 2013.11.3～8, Tokyo Big Sight, Tokyo, Japan.</p> <p>10) Riichiro Tadakuma, Kenjiro Tadakuma and Erick Fernando Moya Arimie, “Study on Omnidirectional Driving Mechanisms to Realize Holonomic Power Transmission,” Proc. of the 24th 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, Japan, Nov. 10-13, pp.77-81, 2013.</p> <p>11) Kenjiro Tadakuma, Hirohiko Ogata, Riichiro Tadakuma, Jose Berengueres, “Torus Omnidirectional Driving Unit Mechanism Realized by Curved Crawler Belts” 2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation video session 2014.</p> <p>[国内会議論文] :</p> <p>1) 多田隈建二郎, 緒方裕彦, 東森充, 金子真: 全表面全方向駆動力生成を可能とする円形断面クローラ機構, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014 講演論文集, 1P1-O01, 2014.</p> <p>2) 多田隈建二郎, 福田拓人, 東森充, 金子真: 全方向駆動ローラ付 指機構・駆動ユニットの試作と基本動作実験-, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス部門 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011 講演論文集, 1A1-J07, 2011.</p>
	知的財産権の出願・登録状況等	該当ございません。

6. 1 ウツタイン統計結果を救急業務に円滑に還元するための方策に関する研究

研究実施期間	平成 20 年度～平成 22 年度
配分額(千円)	平成 20 年度 20,000 平成 21 年度 20,160 平成 22 年度 18,060
研究代表者	平出敦
所属機関	近畿大学
研究体制	学・官 (近畿大学、京都大学、大阪大学、消防科学総合センター、大阪市消防局)
研究概要	<p>病院外の心肺機能停止傷病者に対する統計データ(ウツタイン統計データ)を科学的に解析し、救急業務に還元することにより救命率を向上させる為の方策を検討した。まず全国ウツタインデータのクリーニングとその解析により、国レベルで AED の効果検証を行い、小児に対する蘇生の効果的な方法を明らかにするなど貴重な知見をえた。さらに大阪市のウツタインデータを救急活動記録とリンクさせて解析した。これにより、救急隊の処置の具体的な示唆を得るとともに、病院選定の業務にも貴重な知見をえた。救命率の向上の為には一般市民の蘇生努力が必須の為、啓発も重要な領域としてその方略を検討した。これは、蘇生された方の語りを分析してホームページに掲載する“集う蘇生の心”の研究プロジェクトとして展開した。</p>
フ ォ ロ ー ア ッ プ の 内 容	<p>本研究では、特に救命率に直結する病院外の心肺機能停止傷病者に対する救急救命処置等についての国際的様式に基づいた悉皆的な統計データ(ウツタイン統計データ)を用いて、科学的に解析し、実際の救急隊運用レベルでの改善とその効果検証を実証的におこなったものである。このデータベースについては、順調に集計がされているとともに、全国ウツタインデータのクリーニングとその解析がなされている。補助金の支援を受けている最終年に、AED の国レベルでの効果検証や、小児に対する蘇生の方法等、世界的にもきわめて貴重な知見がえられ、大きな反響をえた。このデータ利用に関しては、2010 年後も、さかんに分析結果が発信され、研究者らにより、2012 年には、病院外心停止患者に対する救急救命士の気管挿管の効果に関して、解析結果が発表され、我が国国内でも新聞報道されるなど反響が大きかった。また、大阪市のウツタインデータを救急活動記録とリンクさせて、どのように救急業務に結び付けられるかを検討したデータベースに関しても、その後も、解析結果を発信しており、一番、最新のものでは</p> <p>Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2014 Sep 4; 22(1): 53. Effectiveness of prehospital Magill forceps use for out-of-hospital cardiac arrest due to foreign body airway obstruction in Osaka City. Sakai T, Kitamura T, Iwami T, Nishiyama C, Tanigawa-Sugihara K, Hayashida S, Nishiuchi T, Kajino K, Irisawa T, Shiozaki T, Ogura H, Tasaki O, Kuwagata Y, Hiraide A, Shimazu T.</p> <p>が本研究成果として発表された。</p> <p>これにより、窒息の患者では鉗子の救急隊員による活用が重要であり、従来の救命士による除細動、気管挿管、薬剤投与だけでなくさらに業務に重要な手段を示唆することができた。このことは、処置にとどまらず病院選定などの業務に関し</p>

	<p>でも貴重な知見をえることができおり、本研究の中心になった。</p> <p>さらに、全国ウツタインデータからも、救急隊員だけでなく一般市民の蘇生努力がどうしても救命率の向上のためには必須であることから、一般市民への啓発の方略に関して検討した。これは、蘇生された方の語りを分析してホームページに掲載する“集う蘇生の心”の研究プロジェクトとして発展的に展開している。</p>
他の研究課題への波及	<p>本制度により、様々な発信をすることができたが、その成果は、反響があり、厚生労働科学研究費補助金(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)「慢性期ハイリスク者・脳卒中および心疾患患者に適切な早期受診を促すための地域啓発研究」(H23-H25 循環器等(生習))につながった。この研究では、研究代表者である国立循環器病研究センターの予防検診部の宮本恵宏部長が研究代表者の研究であり、循環器疾患の患者に適切な受診を促す手法に関する研究として、院外心停止の一次救命処置に関する啓発を進める手法の検討に関して、本制度の成果を引き続いて研究を継続した。</p>
研究発表の状況等	<p>論文発表関係</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sakai T, Kitamura T, Iwami T, Nishiyama C, Tanigawa-Sugihara K, Hayashida S, Nishiuchi T, Kajino K, Irisawa T, Shiozaki T, Ogura H, Tasaki O, Kuwagata Y, Hiraide A, Shimazu T. Effectiveness of prehospital Magill forceps use for out-of-hospital cardiac arrest due to foreign body airway obstruction in Osaka City. <i>Scand J Trauma Resusc Emerg Med.</i> 2014 Sep 4;22(1):53. [Epub ahead of print] 2. Nishiuchi T, Hayashino Y, Iwami T, Kitamura T, Nishiyama C, Kajino K, Nitta M, Hayashi Y, Hiraide A, Utstein Osaka Project Investigators. Epidemiological characteristics of sudden cardiac arrest in schools. <i>Resuscitation</i> 2014;85:1001-6. 3. Kajino K, Kitamura T, Iwami T, Daya M, Ong M. E., Nishiyama C., Sakai T, Tanigawa-Sugihara K, Hayashida S, Nishiuchi T, Hayashi Y, Hiraide A, Shimazu T. Impact of the number of on-scene emergency life-saving technicians and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in Osaka City. <i>Resuscitation</i> 2014;85:59-64. 4. Okamoto Y, Iwami T, Kitamura T, Nitta M, Hiraide A, Morishima T, Kawamura T. Regional Variation in Survival Following Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest. <i>Circ J</i> 2013. 5. Kajino K, Kitamura T, Iwami T, Daya M, Ong M. E., Hiraide A, Shimazu T, Kishi M, Yamayoshi S. Current termination of resuscitation (TOR) guidelines predict neurologically favorable outcome in Japan. <i>Resuscitation</i> 2013;84:54-9. 6. Irisawa T, Iwami T, Kitamura T, Nishiyama C, Sakai T, Tanigawa-Sugihara K, Hayashida S, Nishiuchi T, Shiozaki T, Tasaki O, Kawamura T, Hiraide A, Shimazu T. An association between systolic blood pressure and stroke among patients with impaired consciousness in out-of-hospital emergency settings. <i>BMC Emerg Med</i> 2013;13:24. 7. Hasegawa K, Tsugawa Y, Camargo C. A., Jr., Hiraide A, Brown D. F. Regional variability in survival outcomes of out-of-hospital cardiac arrest: The All-Japan Utstein Registry. <i>Resuscitation</i> 2013;84:1099-107.

		<p>8. Hasegawa K., Hiraide A., Chang Y., Brown D. F. Association of prehospital advanced airway management with neurologic outcome and survival in patients with out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2013;309:257-66.</p> <p>9. Nishiyama C., Iwami T., Kawamura T., Kitamura T., Tanigawa K., Sakai T., Hayashida S., Nishiuchi T., Hayashi Y., Hiraide A. Prodromal symptoms of out-of-hospital cardiac arrests: A report from a large-scale population-based cohort study. Resuscitation 2012.</p> <p>10. Kajino K., Kitamura T., Iwami T., Daya M., Ong M. E., Hiraide A., Shimazu T., Kishi M., Yamayoshi S. Current termination of resuscitation (TOR) guidelines predict neurologically favorable outcome in Japan. Resuscitation 2012.</p> <p>11. Hayashi Y., Iwami T., Kitamura T., Nishiuchi T., Kajino K., Sakai T., Nishiyama C., Nitta M., Hiraide A., Kai T. Impact of early intravenous epinephrine administration on outcomes following out-of-hospital cardiac arrest. Circ J 2012;76:1639-45.</p> <p>報道関係 2010年(平成22年における新聞報道) 朝日新聞(3月18日夕刊1面)、京都新聞(3月18日夕刊8面)、産経新聞(3月18日夕刊8面)、中日新聞(3月18日夕刊3面)、日刊工業新聞(3月19日28面)、日本経済新聞(3月18日夕刊20面)、毎日新聞(3月19日2面)および読売新聞(3月18日夕刊10面) 2012年(平成24年における新聞報道) 朝日新聞(2月19日夕刊、デジタル版)</p>
	知的財産権 の出願・登 録状況等	調査疫学研究のため、特になし。

6.2 脳指向型蘇生システムを備えた救急車の開発

研究実施期間	平成 20 年度～平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 20 年度 14,560 平成 21 年度 15,470 平成 22 年度 9,360	
研究代表者	武田吉正	
所属機関	岡山大学	
研究体制	産・学・官 (大研医器株式会社、岡山大学、釧路高等専門学校、岡山市消防局、大阪府三島救命救急センター)	
研究概要	救急隊員により年間11万人に心肺蘇生が施行されているが社会復帰率は数%以下である。咽頭の1cm外側を総頸動脈が走行する。咽頭を冷やすと総頸動脈が冷却され血行性に脳温が低下する。蘇生時に咽頭冷却エアウェイを挿入しカフ内に冷却水を灌流し、気道確保と同時に選択的脳低温療法を開始する。塩化ビニル製の咽頭冷却エアウェイと可搬型冷却水灌流装置により蘇生の現場で脳保護と気道確保が同時に施行可能なシステムを開発した。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	本件研究成果の前段階である「咽頭冷却システム」が2014年2月28日厚生労働省により製造承認された。 本研究成果の実用化について大研医器株式会社と共同研究を継続中。アメリカの大手医療機器メーカーと交渉中。
	他の研究課題への波及	2012年～2014年 消防防災科学技術研究推進制度 課題名「確実な気道確保と急速脳冷却が可能な声門上気道デバイスと灌流装置の開発」
	研究発表の状況等	タイトル:Challenges of device development 学会名:International Hypothermia Symposium(国際脳低温療法学会) 発表年:2014年9月8日 タイトル:Airway adjuncts to deliver cooling 学会名 International Hypothermia Symposium(国際脳低温療法学会) 発表年:2014年9月10日 タイトル:PCAS(心停止後症候群)とICU管理 学会名:日本集中治療医学会 発表年:2014年2月27日
	知的財産権の出願・登録状況等	ラリンジアルマスク 特願2013-517851 国際出願 WO2012/164868 A1

6.3 現場の業務フローに基づく救急搬送支援・学習システムの開発

研究実施期間	平成 20 年度～平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 20 年度 11,952 平成 21 年度 11,814 平成 22 年度 9,828	
研究代表者	牛島 久三	
所属機関	株式会社福岡ソフトウェアセンター	
研究体制	産・官 (株式会社福岡ソフトウェアセンター、株式会社麻生情報システム、飯塚地区消防本部、飯塚病院)	
研究概要	福岡県の飯塚地区消防本部及び飯塚病院救命救急センターを中心に、「重症度・緊急度に応じた症状別の業務フローに基づく情報入力・伝達システム」の開発を行った。併せて、救急隊や医療機関など救急現場に携るスタッフ自らが現場のニーズを踏まえて簡易にシステム構築を行うことが出来る「症状別業務フロー作成支援システム」の開発を行った。前者のシステムについては、救急自動車への実装を行い、これまでの搬送記録票を用いた記録と携帯電話を用いた情報伝達と比較して、情報伝達の迅速性や正確性が高いことが明らかとなった。また、初心者の隊員についても円滑にシステム操作が行えるよう研修用学習システムの開発も行った。	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例（実用化の状況）	本研究の救急搬送支援部分での有効的なシステム開発に成功し、平成 24 年度に飯塚地区消防本部にシステムを導入・運用を行っている。本システムは、救急業務の効率化と医療機関への傷病者情報の伝達を同時並行的に行うことができ、救急隊員の業務負担軽減と傷病者の円滑な救急搬送受入れ体制の確立に役立っている。25 年度以降も複数の消防機関への導入が決まっており、今後同様の類似商品も出てくることが予想される為、更なる普及が広がると思われる。
	他の研究課題への波及	実用化に至っている為、他の研究は行っていない。実運用の中で複数の課題や要望が出てきている為、今後はそれらを研究課題として取組みたいと考えている。
	研究発表の状況等	【学会関係】 1 第11回日本救急医学会九州地方会 平成19年5月12日 演題「ICタグ及びその他のデバイスを用いた、迅速で正確なバイタル情報収集と記録、速やかな医療機関への情報伝達システムの開発と展望について」 飯塚地区消防本部 松岡 修司 2 第36回日本救急医学会総会・学術集会 平成20年10月15日 演題「救急現場・搬送時の患者情報収集と記録、医療機関への情報伝達支援システムの運用実験結果と課題」 飯塚地区消防本部 松岡 修司

		<p>3 第13回日本臨床救急医学会総会 平成22年6月1日 演題「IT機器を使用した正確な情報伝達と傷病者情報提供について」 飯塚地区消防本部 渡辺 康</p> <p>4 第14回日本救急医学会総会・学術集会 平成23年6月3日 演題「RSS (Rescue Support System)による正確な情報伝達と傷病者情報提供」 飯塚地区消防本部 渡辺 康</p> <p>5 第15回日本救急医学会九州地方会 平成23年5月28日 演題「現場の業務フローに基づく救急搬送支援・学習システム」 飯塚地区消防本部 重松 敬 6 第16回日本臨床救急医学会・学術集会 平成25年7月12日(予定)</p> <p>演題「救急事例情報のタブレットPCを使った情報伝達と活動記録票の作成、統計システム連動化について」 飯塚地区消防本部 渡辺 康</p> <p>7 第32回福岡救急医学会 平成25年9月7日 演題「タブレットPCを使った傷病者に関する情報伝達について」 飯塚地区消防本部 工藤 豊</p> <p>8 第32回福岡救急医学会 平成25年9月7日 演題「救急業務総合支援システム(RSS)の導入における救急隊員の負担軽減について」 飯塚地区消防本部 富耒 康太</p> <p>9 第22回全国救急隊員シンポジウム 平成26年1月30日 演題「ATASの導入について 指令台と連携、現場の情報送信、統計システムと連携」 飯塚地区消防本部 渡辺 康</p> <p>【総務省消防庁】</p> <p>1 第1回 平成25年度救急業務のあり方に関する検討会 平成25年8月30日 「救急行政の取り組みと救急業務総合支援システム(ATAS)の紹介について」 飯塚地区消防本部 松岡修司</p> <p>【報道・広報誌関係】</p> <p>1 毎日新聞 平成25年3月31日 「情報すばやく確実に 飯塚地区消防本部 タブレット端末導入」</p> <p>2 日本光電 広報誌 光電ニュース 平成26年10月発刊予定</p>
知的財産権の出願・登録状況等	特許出願中	<p>題名：救急業務総合支援システム</p> <p>特願：2012-288456 2012年12月28日</p>

6.4 心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの臨床応用・実用化にむけた検証

研究実施期間	平成 20 年度～平成 22 年度	
配分額(千円)	平成 20 年度 3,640 円 平成 21 年度 3,640 円 平成 22 年度 3,120 円	
研究代表者	山口芳裕	
所属機関	杏林大学医学部救急医学	
研究体制	産・学 (株式会社 CAE ソリューションズ、杏林大学、徳島大学、電気通信大学、湘南工科大学)	
研究概要	<p>平成 17 年度から 3 年間で実施した消防防災科学技術研究推進制度研究課題「心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発」の成果をもとに、実際の医療現場における検証システムを設計・導入することで、それらのシステムの有効性、および安全性を検証するにあたった。その際、検証データを医療現場での心電図モニタと同様に表示、早期認知システム検証用シミュレータを構築し、医療現場と同様の処置を行いながら心電図波形データの処理・結果表示が可能なシステムの構築を行っている。また、種々のアーチファクトに対する影響に対しては、高性能シミュレータ (SimMan®: レールダル社製) を用いて得られるデータ解析を行い検証した。更に、安定して継続的にデータ記録を行えるシステムの構築を行い、長時間のデータ保存を可能にした。</p> <p>これらの元、波形解析におけるシステムの高速化・高精度化を図り、早期認知システムの実用化を進める予定である。</p>	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例 (実用化の状況)	<p>本研究課題で提案する早期認知システムのコンセプトは、蘇生処置を講じながらも除細動適用波形を認知するものであり、心停止患者の蘇生率向上に寄与することができる。本研究課題で得られた成果は、今後 AED とリンクさせることで、院外心停止患者に対し、特に、非医療従事者であるポンプ隊などが先着した bystander が蘇生処置を行う際にも非常に有効であると考えられる。今後はシステムの仕様を確立させるとともに、現状の AED のように使用に耐えられる形での製品化を検討していく予定である。</p>
	他の研究課題への波及	<p>本研究課題で提案している早期認知システムが臨床応用(実用化)に伴い、心肺停止患者の医療現場における検証作業、具体的には除細動適応波形の認知の感度と特異度の評価や、除細動適応波形のレジストリー構築を行っていく。また、具体的な検証作業が整い次第実機へのシステムの仕様や使用方法の確立、および使用方法を誤った場合に安全性を保つための処理や解析処理の停止条件など検証してゆく。</p>
	研究発表の状況等	<ul style="list-style-type: none"> 岡井貴之, 大屋英稔, 萩野剛二郎, 山口芳裕, 島崎修次, 桐岡茂, "心肺蘇生中の心電図波形解析に基づく除細動適用波形の検知", 平成 23 年 電気学会 電子・情報・システム部門大会, pp.1011—1013, 2011 岡井貴之, 大屋英稔, 萩野剛二郎, 山口芳裕, 島崎修次, 桐岡茂, "心肺蘇生中の心電図波形解析に基づく除細動適用波形の検知", 電気学会研究会資料 産業計測制御研究会, IIC-10-184~192, pp.41—43, 2010

		<ul style="list-style-type: none"> • 岡井貴之, 大屋英稔, 萩野剛二郎, 山口芳裕, 宮内洋, 桐岡茂, ”心肺蘇生中の心電図波形の抽出,およびリアルタイム表示”,平成 22 年 電気学会 電子・情報・システム部門大会, pp.1011—1013, 2010. • 岡井貴之, 大屋英稔, 萩野剛二郎, 山口芳裕, 島崎修次, 桐岡茂, “心肺蘇生中の心電図波形データの解析と 解析結果のリアルタイム表示”, 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, pp.37, 2010. • 大屋英稔, 山口芳裕, 島崎修次, 萩野剛二郎, 桐岡茂, 岡井貴之, “心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発”, 平成 21 年度電気学会 電子・情報・システム部門大会論文集, pp.781--786, 2009.
	知的財産権 の出願・登録 状況等	

6.5 メディカルコントロール体制における救急業務の安全性・確実性の向上に関する研究

研究実施期間	平成 22 年度	
配分額(千円)	18,200 千円	
研究代表者	谷川 攻一	
所属機関	国立大学法人 広島大学 広島大学大学院医歯薬学総合研究科病態薬物治療学講座(救急医学)	
研究体制	学・官(広島大学、広島市消防局、広島大学病院)	
研究概要	<p>救急救命士が行う気管挿管におけるエアウェイスコープ(Pentax 社、以下 AWS)の有効性と安全性について検討した。</p> <p>対象となった救急救命士は、新規気管挿管実習救急救命士(以下、新規救命士)5 名、再教育気管挿管認定救急救命士(以下、認定救命士)5 名の合計 10 名であった。救急救命士一人当たり 5 名以上の手術予定成人患者を対象として AWS を用いた気管挿管が試行された。AWS を用いた患者は、新規救命士が 27 名、認定救命士が 26 名の合計 53 名であった。</p>	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例(実用化の状況)	H25 年度の全国 MC 協議会への調査では、回答の得られた 36 県のうち、ビデオ喉頭鏡追加講習が開始されているのは 13 県、予定されているのが 1 県、検討中が 7 県、予定していないのが 13 県であった。現場で既に実施されていたのは 6 県であった。ビデオ喉頭鏡の普及の障壁となっているのはハード面での整備であった。
	他の研究課題への波及	
	研究発表の状況等	<ul style="list-style-type: none"> ・ Novel Real-time Data Transmission System for Pre-hospital Emergency Care: Experience of Hiroshima-city Emergency Medical Services. European society of intensive care medicine, 27th Annual Congress, Barcelona, Spain, 27 September-1 October, 2014 ・ Out-of-hospital tracheal intubation under visual direction of emergency physicians with video-laryngoscope and real-time image transmission system. European Society of Anaesthesiology, Stockholm from 31 May - 3 June, 2014 ・ 救急救命士によるビデオ硬性挿管用喉頭鏡に関する実態調査、日本蘇生学会、2013 年 11 月 ・ 新しい器具の普及がもたらした手術室外での緊急気管挿管方法の変化、日本集中治療医学会、2013 年 1 月 ・ 広島県における救急救命士に対するビデオ喉頭鏡追加講習の取り組み、日本救急医学会、2012 年 10 月 ・ 救急救命士がビデオ硬性喉頭鏡(エアウェイスコープ以下 AWS)を用いた気管挿管の比較検討、日本救急医学会、2012 年 10 月 ・ センサ内蔵挿管手技評価シミュレータによる気管挿管認定救急救命士のマッキントッシュ型喉頭鏡とビデオ喉頭鏡挿管手技の比較、日本救急医学会、2012 年 10 月

		<ul style="list-style-type: none"> Ota K, Sadamori T, Kusunoki S, Otani T, Tamura T, Une K, Kida Y, Itai J, Iwasaki Y, Hirohashi N, Nakao M, Tanigawa K. Influence of clinical experience of the Macintosh laryngoscope on performance with the Pentax-AWS Airway Scope®, a rigid video-laryngoscope, by paramedics in Japan. J Anesth. 2014 Dec 20. [Epub ahead of print]
	知的財産権 の出願・登録 状況等	

6.6 救急車内傷病者用輸送ベッドの免震装置の開発

研究実施期間	平成 22 年度～平成 23 年度	
配分額(千円)	平成 22 年度 809,000 円 平成 23 年度 1,058,000 円	
研究代表者	新谷真功	
所属機関	福井大学	
研究体制	学・官 (福井大学、福井市消防局)	
研究概要	<p>緊急車両の中で、救急車は、病人、けが人を乗せて医療機関等に搬送する大切な車両であるが、搬送中には、路面の凸凹によって、振動が傷病者に伝わり、発進・停止の時には慣性力が、交差点などを曲がる場合は、傷病者に遠心力が働く。それらは傷病者にとって、不快であり、時には車酔いを引き起こす。そこで、本研究では路面からの振動、発進・停止の時の慣性力及びカーブ時の遠心力を傷病者に伝ええないような免震装置を開発し、実用化することを目的とする。免震装置は上下方向には圧縮ばねと摩擦力を利用して、加速度の低減を行い、水平方向には振り子型慣性力抑制装置により、慣性力や遠心力の抑制を行う構造となっている。実験の結果より、加速度値は、水平方向の遠心力、慣性力 0.4G を 0.2G 程度まで低減しており、上下方向の加速度を 0.25G まで抑えていることがわかった。</p>	
フォローアップの内容	研究成果の活用事例（実用化の状況）	装置はさらに実用化を目指して、積載重量が 50kg とモデル実験であったが、100kg に増やして、人を乗せる重量にした。そのために、装置を再設計し、製作していった。現在は、上下方向の実験結果より、低減率がかなり上がっている。前後方向の改良を行って、今後実験で検証する予定である。
	他の研究課題への波及	消防庁平成 25 年、26 年度消防防災科学技術研究推進制度採択の傷病者の体調に優しい救急車用ベッドの振動低減に関する研究開発に発展している。
	研究発表の状況等	<p>【学会発表】</p> <p>(1)救急車用防振ベッドの加速度低減装置に関する研究 新谷真功, 平井義人, 小川勇治 日本機械学会北信越支部第 49 期総会・講演会(2013.3)</p> <p>(2)救急車用防振架台の開発 新谷真功, 平井義人, 小川勇治 日本機械学会 D&D2013(2013.8.26-30)</p> <p>(3)救急車用防振ベッドの加速度低減装置に関する研究 新谷真功(福井大), 渡辺貴大, 久池誠, 小川勇治 日本機械学会北信越支部学生会第 43 回学生員卒業研究発表講演会(2014.3)</p> <p>(4)救急車搬送ベッド用の加速度低減装置の研究(可変摩擦ダンパーを用いた加速度低減効果の確認) 新谷 真功, 渡辺貴大, 久池誠, 小川勇治 日本機械学会, Dynamics and Design Conference 2014 (D&D2014) (2014.8)</p>

		<p>(5)救急車搬送ベッド用の加速度低減装置の研究(可変摩擦ダンパーの再設計と改良)</p> <p>新谷真功, 渡辺貴大, 久池誠, 小川勇治</p> <p>日本機械学会, 2014 年度日本機械学会年次大会(2014.9)</p>
	<p>知的財産権 の出願・登 録状況等</p>	<p>なし。</p>

消防防災科学技術研究開発事例集 IV

平 2 7 年 3 月 発行

禁無断転載

発行者 総務省 消防庁 消防技術政策室
電話 03-5253-7541