

Scenargie Physical に基づく情報共有システムを用いた 災害医療救護訓練

梶田宗吾¹ トロノ エドゥガ マルコ¹ アブラハノ ジェマリン¹
ファハルド ジョビリン¹ 前野誉¹

概要：南海トラフ地震といった大規模災害発生時には、同時多発的・広域にわたる医療救護活動が必要となるため、人口密度が低く、都市部から離れた地域まで医療支援が行き届かない状況が想定されている。そこで、高知県では 県外搬送や（DMAT：Disaster Medical Assistance Team）の支援が来るまで持ちこたえるため、住民参画による地域総力戦の救護活動体制を整備・推進している。本研究では、これまでの災害医療救護訓練の実施を通して顕在化している、災害時における情報集約と共有の課題を解決するため、情報収集・共有・可視化のミドルウェアである Scenargie Physical に基づく情報共有システムを構築した。2019 年 6 月に開催された高知県総合防災訓練における提案システムを用いた拠点間情報伝達訓練、および同年 11 月に開催された香南市災害医療救護訓練における提案システムを用いた自治体職員による救護所運営訓練（約 100 名参加）の実施を通して、提案システムの有効性を検証した。

Disaster Medical Drills Using an Information Sharing System Based on Scenargie Physical

SHUGO KAJITA¹ TRONO EDGAR MARKO¹ ABRAJANO GEMALYN¹
FAJARDO JOVILYN¹ TAKA MAENO¹

1. はじめに

阪神・淡路大震災を契機にして、専門的な訓練を受けた災害派遣医療チーム（DMAT：Disaster Medical Assistance Team）[1-2]は、現在日本での大規模災害発生時における医療救護活動の中心的な役割を果たしている。しかし、発災直後の急性期における、同時多発的・広域にわたる医療救護活動を、少数精鋭の DMAT に全て託すことは現実的ではない。また、人口密度が低く、都市部から離れた地域への医療支援は自然と優先度が低くなり、さらに遅延することになるだろうという懸念がある。

こうした背景から、高知県では、災害発生直後においては DMAT による支援や負傷者の県外搬送（後方搬送）ができない状況を想定し、医療支援が来るまで持ちこたえるための体制強化として、より負傷者に近い場所、つまり、より前方での医療救護活動を可能な限り強化する「前方展開型医療救護活動」体制[3-5]を整備・推進している（図 1）。前方展開型医療救護活動では、災害発生直後の人や物の移動が極端に制限される中、活動可能な小地域を設定し、その中で地域の医療施設や医療従事者などの医療福祉資源を集中させるだけでなく、地域住民の手助けも借りることで、災害医療拠点の如く機能させる「住民参画による地域総力戦」の医療救護活動体制を目指している。

一般的な防災対策と同様、前方展開型・地域総力戦体制を実災害時に運用可能にするためには、定期的な訓練の実

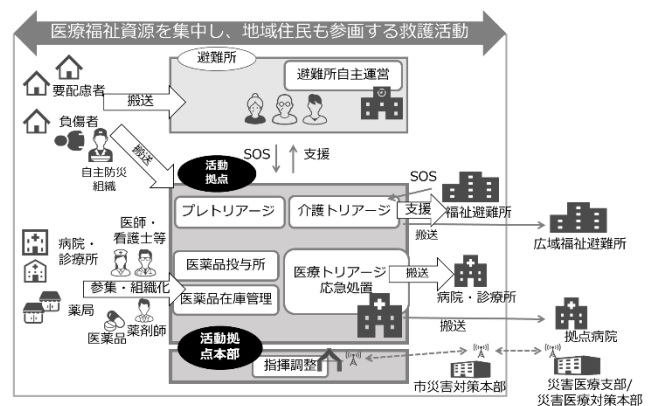


図 1：前方展開型医療救護活動のイメージ

施による、実施計画上の問題点・検討不足事項の洗い出しや関係者間の連携を深めることが大変重要である。こうした意識から、高知県香南市は、年に 1 度以上の頻度で災害医療救護訓練を実施している。これまでの救護訓練の実施（2015 年度：高知県災害拠点病院である JA 高知病院敷地内で実施された約 350 人が参加した救護訓練、2016 年度：香南市主導で開催された約 100 人が参加した救護訓練など）で顕在化している問題として、災害時における救護活動拠点内での情報集約と共有、および拠点間・機関間の情報共有がある。

例えば、大規模災害発生時に設置される災害対策本部では、管轄内拠点の被災状況や避難者・負傷者数などの情報を収集し、全体を俯瞰的に把握することによって、限られ

¹ 株式会社スペースタイムエンジニアリング
Space-Time Engineering Japan, Inc.

た医療福祉資源の割当に関する意思決定を、迅速かつ的確に行うことが求められる。しかし、この意思決定が有効に機能するためには、判断基準となる情報が確実に本部まで共有されること（拠点間・機関間の情報共有）、共有された情報が正確であること（拠点内での情報集約と共有）の両方が求められる。

拠点間・機関間の情報共有について、災害時、特に発災直後の急性期においては、携帯通信網やインターネットなど平時に利用している通信インフラが途絶してしまう場合や大幅な性能劣化が発生する可能性が否定できない。こうした事態を想定して、多くの自治体では消防救急無線や防災行政無線などの対災害自営無線システムを別途設備している。しかし、これら自営無線システムは音声による情報伝達が基本であり、誤聞・誤伝・誤認識の可能性や聞き逃しによる情報損失が繰り返される恐れがあるため、災害時という逼迫した状況下では、正確な情報伝達は困難である。加えて、専用端末を用いるシステム構成であることから、導入・配備コストの制約による端末数（情報発信源数）に制限があるため、的確な意思決定に足る情報を集めることも困難である。

これらの問題を受けて、我々は自身の先行研究[6-9]より、災害時に通信インフラが途絶した状況下であっても、音声に加えて画像やテキスト情報を拠点間で伝達・共有することが可能なシステム（以降、拠点間情報伝達システム）の構築に取り組んでいる。拠点間情報伝達システムは、携帯通信網に加え、自営無線通信網および遅延耐性通信網（DTN: Delay Tolerant Network）をサポートし、拠点間通信を行う際には、通信状況と伝達目的に応じて最適な通信網を選択できるような特徴を有している。本研究では、2019年6月に実施された高知県総合防災訓練（香南市における情報伝達訓練）において、この拠点間情報伝達システムを利用した訓練を実施することで、その有効性を検証した。

前述の通り、この拠点間情報伝達システムを有効に活用するためには、このシステム上で送受信されるコンテンツとなる、各拠点内で発生する情報の集約・共有方法に関する問題にも取り組む必要がある。これまでの訓練で実際に行われている救護所内での情報集約・共有方法は、電子機器ではなく、紙とホワイトボードと筆記具（以降、紙媒体）による情報の取りまとめである。しかし、例えば、救護所内各エリアに設置した紙の受付リストに基づいて、エリア間の被災者の流れを本部で俯瞰的に把握し、状況に応じた人員配置を実施することは不可能に近かった。また、時系列処理すべき連絡やそれに基づく情報の整理・配信も紙媒体では限界があった。加えて、次々と新たに入ってくる情報や情報の更新に追いつけず情報漏れが発生するなど、情報の信頼性が担保できないという課題があった。

そこで本研究では、それらの課題を解決するため、様々なデバイスから収集したデータをセキュアに蓄積・管理し、API

経由でデータ提供や可視化が可能なミドルウェアである Scenargie Physical[10]をベースとした救護所内情報共有システムを構築した。このシステムは拠点間情報伝達システムと組み合わせて使用することを前提として、関係者からの事前ヒアリングを通じたシステム要件の定義などを実施している。2019年11月17日に、香南市にて開催された災害医療救護訓練において、自治体職員による提案システムを用いた救護所内情報共有を実施し、システムの有効性を検証した。

2. システム要件の整理

拠点間情報伝達システムおよび救護所内情報共有システムの構築のため、2016年以降、月1回程度の頻度で、香南市および所轄の県の保健所である高知県中央東福祉保健所を訪問し、関係者からヒアリングを実施してきた。これまでのヒアリングの結果から、災害医療救護活動を支える情報システムの要件として、以下が明らかとなっている。

1. 通信インフラからの独立・冗長化
大規模災害時においては、日常利用している携帯通信網やインターネットなどの平時の通信インフラが機能しているとは限らない。災害医療救護活動用の情報共有システムは、平時の通信インフラが利用不可な場合であっても機能する必要がある。
2. 音声情報以外のデータのサポート・履歴情報
音声による情報伝達では、誤聞・誤伝・誤認識の可能性や聞き逃しによる情報損失が繰り返される恐れがあるため、特に災害時という逼迫した状況下では不安が残る。音声だけでなく、見たままを伝えることができる画像やテキストメッセージ、および各種の過去の履歴を後から何度でも確認できるようにする必要がある。
3. 一般端末の利用
情報システムを利用するにあたり、専用端末や特殊端末を各災害救護拠点等に整備することは現実的ではない。情報入力端末としては、ノートPCやタブレット、スマートフォンなど、普段使用している端末で利用可能とする必要がある。
4. システム操作の容易性
前方展開型の医療救護活動では、DMATとは異なり専門的な訓練を受けていない人が中心となって活動を行う。そのため、極力事前知識が無くてもその場でシステム操作を取得できる容易性が必要とされる。

以上のシステム要件を満たすため、ハードウェアとソフトウェア共に独自の設計・開発を行った。

3. 拠点間情報伝達システム

3.1 設計と開発

まず、拠点間情報伝達システムの核となるネットワーク機器として、Scenargie Comm Node 3（以降、CommNode）

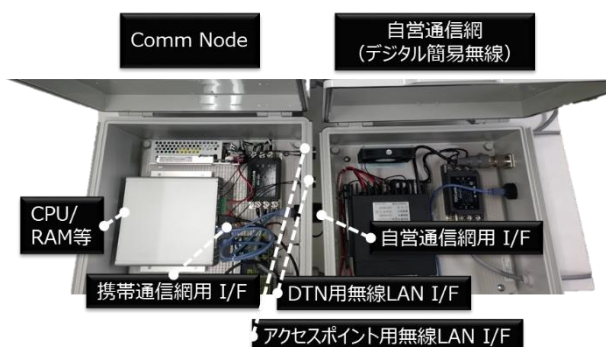


図 2 (a) : CommNode およびデジタル無線の機器内部



図 2 (b) : CommNode 設置の様子

を開発した。CommNode は、CPU や RAM、ストレージを有しており、エッジコンピューティング基盤として機能する構成としている。

CommNode (図 2) は、拠点間通信の冗長化を実現するため、平時の携帯通信 (LTE) 用インターフェースおよび DTN 用の無線 LAN インターフェースを保持する。さらに、自営無線網として、4.8kbps と低速だが長距離の無線データ通信が可能な 351MHz 帯のデジタル簡易無線用インターフェースも備える。これら複数の無線方式に対応可能なインターフェースを搭載することにより、拠点間の情報伝達の確実性を向上させている。

CommNode には DTN 用の無線 LAN インターフェースの他に、拠点内端末収容 (アクセスポイント) 用の無線 LAN インターフェースも備えることで、スマートフォン・タブレットやノート PC など一般端末からのアクセスを可能にしている。CommNode はエッジサーバとしても機能することから、CommNode 内で Web サーバを稼働させることで、LTE が途絶し外部と一時的に通信ができなくなった場合であっても、単体として継続的に情報システムの利用が可能になる。

端末から入力された情報は、端末接続先の CommNode 内に保存され、他拠点の CommNode との通信機会を得るたびに自動的に伝播され、自治体職員などユーザが、どの拠点の CommNode に接続したとしても、他拠点で更新された情報を確認することができる。この拠点間の情報伝達の仕組みを図 3 に示す。平時の LTE とは別に、デジタル簡易無線が自営通信網として常時接続されているため、情報入力・更新があると、低速ながらも順次情報を伝達することが可能である。また、自治体職員の公用車などにも CommNode を搭載することができれば、各拠点に停車中・付近を通過中に自動的に更新分を蓄積し、他拠点へ物理的に移動した際に DTN による情報伝搬が可能である。

3.2 2019 年 6 月 高知県総合防災訓練での利用

2019 年 6 月 9 日に実施された高知県総合防災訓練内の災害医療救護活動訓練において、構築した拠点間情報伝達システムを香南市職員に利用してもらい、その動作検証および有効性の検証を行った。

この訓練におけるシナリオは、「災害医療救護活動において、前方拠点となる救護病院・救護所から、高知県の定める連絡様式を用いて、県に対して報告・依頼・要請などの情報伝達を行う。その際、香南市は停電かつ LTE が途絶した状況を想定する。この環境下で、拠点間情報伝達システムを用いて、連絡様式およびそれに付随する画像情報の伝達を、デジタル簡易無線と DTN を用いて実施するもの」としている。

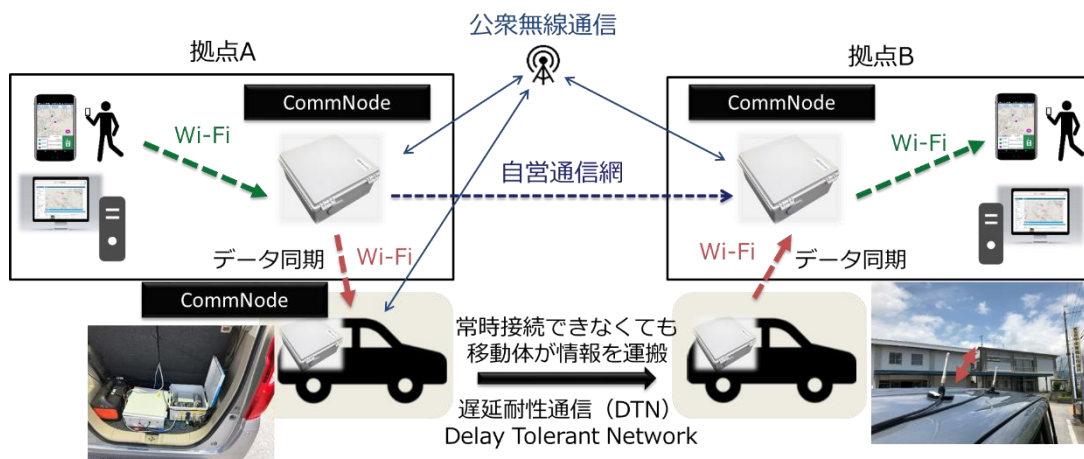


図 3 : 拠点間情報伝達システム



図 4：訓練における拠点位置

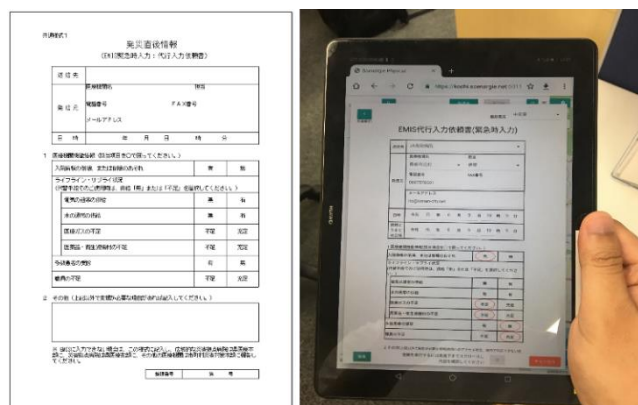


図 5：県への連絡様式と提供したアプリケーション

訓練における拠点は、図 4 に示す 3 箇所（前方拠点となる救護病院・救護所：赤岡保健センター、香南市内の災害対応について全体統括を行う災害対策本部：のいちふれあいセンター、県の窓口：中央東福祉保健所）とし、それぞれに CommNode を設置した。前述のシナリオの通り、赤岡保健センターにて県への連絡様式を作成し、のいちふれあいセンターを経由して、中央東福祉保健所へ、デジタル簡易無線を通じて情報が伝達可能か検証した。図 5 左側に県への連絡様式例を示す。県で定められた連絡様式は、旧来の紙媒体と FAX での運用に基づいたものである。この訓練では、現行の連絡様式と入力インターフェースに差があると、入力方法理解の妨げとなってしまう懸念があったため、アプリケーションのレイアウトは、図 5 右側に示すように様式に合わせるよう実装した。また、タブレット上の Web ブラウザ（Google Chrome）経由で各拠点に設置された CommNode へアクセスすることで利用できるアプリケーションとして提供した。

訓練時の様子を図 6 に示す。訓練における検証の結果としては、参加した職員が入力した情報が、デジタル簡易無線を通じて他拠点へ伝達されることを確認することができた。これに加えて、実際の救護所で実施されるトリアージ業務で被災者に付与されるトリアージ・タグの画像情報



図 6：高知県総合防災訓練時の様子



図 7：低解像度に圧縮したトリアージ・タグ画像

は情報優先度が高いと見なし、低解像度に圧縮した画像情報を常時接続しているデジタル簡易無線で伝達、元画像を DTN で伝達可能かについての検証も実施した。訓練時に撮影したトリアージ・タグの元画像は 3.7MB であり、文字情報が読み取れる程度に圧縮処理を施した画像情報（図 7：12kB、約 300 分の 1 の圧縮）を、デジタル簡易無線によって送信可能であることを確認した。また、元画像を DTN により伝達可能であることも確認できた。

4. 救護所内情報共有システム

4.1 設計と開発

3 章で述べた拠点間情報伝達システムを有効に活用するためには、このシステム上で送受信される情報コンテンツ（3.2 節で述べた訓練における県様式やトリアージ・タグの画像情報）を、各拠点で効率良く収集することが肝要となる。本研究では、2019 年 11 月 17 日に開催された香南市災害医療救護訓練を題材として、情報収集・管理・共有・可視化機能を持つシステム構築を行う。

災害医療救護活動の拠点となる救護所での業務は、大きく分けると、被災者の受付管理業務と指揮調整業務の 2 種類である。それぞれの業務フローを図 8 に示す。被災者受付管理では、次々と救護所を訪れる被災者に対し、まずは非専門職である自治体職員などが受付業務を行った上で、救護所内の適切なエリアへ被災者を誘導するべく、プレトリアージを実施する。その後、被災者は誘導先のエリアで適切な処置を受けることになる。指揮調整業務では、救護所内各エリアおよび関係機関の状況や周辺地域の被災状況

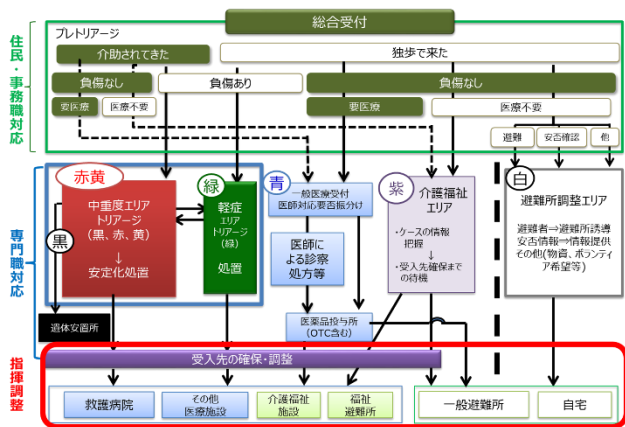


図 8(a): 被災者受付管理業務

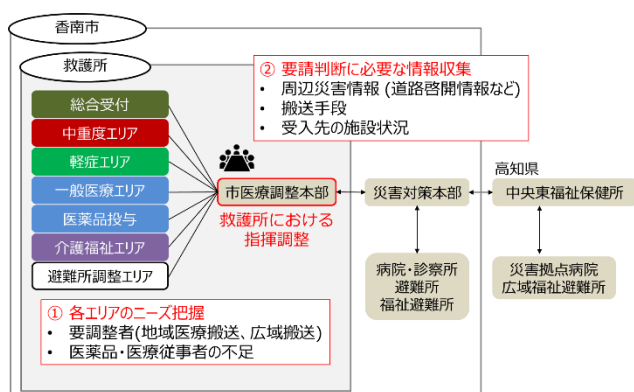


図 8(b): 指揮調整業務

を統合的に把握し、救護所内のニーズに応じて外部と連絡を取り合うことで対応調整を行う(3.2 節に記した訓練における県様式のやり取りなどはこれに含まれる)。

これらの業務を遂行する上で、これまでの訓練参加や事前ヒアリングを通して判明している、旧来の紙媒体によるオペレーションでの主な問題は、以下の通りである。

- ・ 繰り返しの転記作業といった無駄な作業も多く、次々と入ってくる情報に追いつけず、俯瞰的な把握がそもそも困難なこと(例: 紙媒体の受付リストはエリア毎で管理するしかなく、被災者の集計や全体の流れを把握することが困難)
- ・ 救護所内の各エリアから報告される情報に、転記ミスや情報不足・漏れがあった場合に、確認作業の頻発すること
- ・ 対応優先度や緊急度に応じたソートが困難であり、対応状況の俯瞰的な把握が困難であり、優先対応事項の見逃しも発生していること

これらの課題を解決するため、スマートフォンなど様々なデバイスから収集したデータをセキュアに蓄積・管理し、その結果をブラウザで表示したり、API 経由でデータ提供が可能なミドルウェアである Scenargie Physical[10]をベースとして、被災者受付管理業務および指揮調整業務が遂行可能な救護所内情報共有システムを開発した。提案システムは、これまでの設計と同様、



図 9: 香南市災害医療救護訓練の様子
(被災者受付管理業務)

救護所内に設置された CommNode 上で動作するものとし、アクセスポイント用の無線 LAN を介してスマートフォンやノートパソコンを接続することで、情報の入力・更新・閲覧が可能な構築としている。

被災者受付管理業務への対応として、被災者受付管理用スマートフォンアプリを開発した。救護所を訪れる被災者全員が通過する総合受付において、受付番号(香南市の人口は約 3 万人であることから余裕をもって 6 桁)を埋め込んだ 2 次元バーコード付きの「行先タグ」を付与することとし、各エリアの受付では被災者受付管理用スマートフォンアプリでスキャンすることで、即座に当該被災者の情報にアクセス可能としている(図 9)。

被災者受付管理業務および指揮調整業務への対応として、救護所内外の情報を取りまとめ表示し、俯瞰的な状況把握を可能とする Web アプリケーションを開発した。システム化した利点を活用し、紙媒体での運用では難しかった、情報の一覧表示、統計値の算出、フィルタ制御、ソート機能を提供し、救護所内での情報共有を円滑にしている(図 10 に提供機能の一部を示す)。情報のまとめ表示方法は、これまでの紙媒体での運用時のレイアウトを踏襲した。

4.2 2019 年 11 月 香南市災害医療救護訓練での利用

構築した救護所内情報共有システムを、2019 年 11 月 17 日に実施された香南市災害医療救護訓練において、香南市職員に利用してもらい、その動作検証および有効性の検証を行った。この訓練におけるシナリオは、「救護所の立ち上げが完了した時点から訓練が開始されるものとし、救護所を訪れる計 26 組の被災者対応を行うこと」としている。

訓練時の様子を図 9 および図 10 に示す。訓練では、30 名以上の香南市職員にシステムを操作してもらうことがで

クローノジー(時系列行動記録)

クローノID	受信日時	送/受	連絡相手	内容	連絡先	TODO	状況	完了時刻
805	11/17/2019	受信	市調整支部	ニシゲゾウ 応答2	→	+	未対応	
766	11/17/2019	送信	市災対本部	域外搬送要請	→	+	未対応	
763	11/17/2019	受信	避難所調整	香南小学校へ1名避難者を調整してよろし	→	+	対応中	
734	11/17/2019	受信	介護福祉	三宅往へ車椅子で移送要請。同乗者1名あり	→	+	対応中	
721	11/17/2019	受信	一般医療	精神科ナース、医師の情報を本人に提供を依頼	→	+	対応中	
711	11/17/2019	受信	医療品送与	エシウェア1箱3回1回1つ 3日分	→	+	対応中	
700	11/17/2019	受信	介護福祉	菜の花を紹介。徒歩で移動。	→	+	対応中	14:37
689	11/17/2019	受信	避難所調整	香南小学校へ1名避難者の調整を依頼	→	+	対応中	
681	11/17/2019	受信	介護福祉	三宅往へ	→	+	対応中	

道路啓開計画図

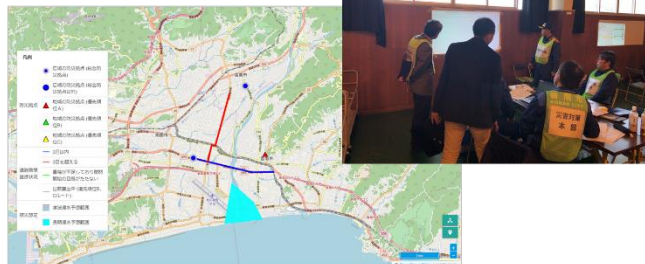


図 10：香南市災害医療救護訓練の様子
(指揮調整業務)

き、救護所内情報共有システムの正常な動作を確認した。後の振り返りやアンケート結果によると、情報の取りまとめ業務においてシステム化の利点を感じる職員が多かったことが確認できた。また、提案システムを用いた訓練の実施は、これまでの救護所運営方法の見直す契機になるという意見も多かった。一方で、システム操作の容易性の観点では、日頃から情報端末に触れることが少ない人も多かったためか、紙媒体での手書きより情報入力が面倒といったコメントが多い結果となった。今後の訓練へ向けて、定型業務や定型文の入力補助機能などを拡充することでの対応を検討している。

5. まとめ

本研究では、医療救護活動の拠点となる救護所運営を自治体職員や住民でも円滑に実施可能となるよう支援するため、救護所内外の情報を収集・保存・共有・可視化可能な Scenargie Physical に基づく情報共有システムを構築した。救護所内情報共有システムは、我々の先行研究にて開発している拠点間情報伝達システムと組み合わせて使用することを前提として、関係者からの事前ヒアリングを通じたシステム要件の定義などを実施した上で、設計・構築している。2019年6月9日に高知県香南市で開催された高知県総合防災訓練および同年11月17日に開催された香南市災害医療救護訓練において、システムを用いた自治体職員による災害医療救護訓練の実施を通して、提案システムの有効性を検証した。

今後の展開として、今回の訓練で主に取り扱った被災者に関する情報だけでなく、文献[11]などで得られる道路のインフラ破損情報など、より広い災害情報を取り扱うことを可能とするような拡張の実施を検討している。また、拠点間情報伝達システムと救護所内情報共有システムを統合

した訓練実施により、システム全体としての有効性検証を行う。

謝辞 本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究「データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発（研究開発課題名：エッジコンピューティングによる過疎地域インフラデータの収集と利活用）」により得られたものです。

参考文献

- [1] 内閣府政策統括官: 南海トラフ地震対策, <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/index.html> (参照 2020-05-17).
- [2] DMAT 事務局: Japan Disaster Medical Assistance Team, <http://www.dmat.jp/> (参照 2020-05-17).
- [3] 高知県: 前方展開型の医療救護活動について, <https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/131301/files/2014112800210/siryou3-2.pdf> (参照 2020-05-17).
- [4] 高知県: 高知県災害時医療救護計画に関すること, <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/132101/saigai-index.html> (参照 2020-05-17).
- [5] 香南市: 香南市地域防災計画, <https://www.city.kochi-konan.lg.jp/download/?t=LD&id=6016&fid=39249> (参照 2020-05-17).
- [6] 高井峰生, 前野誉, 守屋充雄, 河瀬雅恵, 久保雅裕, 福本昌弘: 通信インフラに依存しない災害医療救護活動用情報共有システムの実証実験, ITヘルスケア学会 第12回学術大会, 第12号1巻 (2017).
- [7] 山口弘純, 廣森聡仁, 高井峰生, 前野誉, ファハルド ジョービルン: エッジコンピューティングによる過疎地域インフラデータの収集と活用に向けた取り組み, 2019年電子情報通信学会総合大会, B-15-29 (2019).
- [8] 梶田宗吾, 前野誉, 高井理沙, 高井峰生, 加藤新良太, 石原進: 災害救急医療活動を支える通信インフラ非依存の拠点間情報伝達システムの構築, ITヘルスケア学会 第14回学術大会, 第14号1巻 (2019).
- [9] 梶田宗吾, トロノ エドゥガ マルコ, アブラハノ ジェマリ, ファハルド ジョービルン, 前野誉: 受援時の情報連携が可能な救護所運営支援システムの構築, 電子情報通信学会 信学技報, vol. 119, no. 406, SeMI2019-108, pp. 45-46 (2020).
- [10] Space-Time Engineering: Scenargie Physical, <https://www.spacetime-eng.com/jp/products/> (参照 2020-05-17).
- [11] 廣森聡仁, 山口弘純, 東野輝夫: 点群及び画像データに基づく中山間地域における道路インフラ状態推定手法の検討, 情報処理学会 研究報告, 2019-DPS-180 (7), pp.1-5 (2019).