

代表研究者	服部 潤	北里大学医学部救命救急医学 助教
共同研究者	田村 智	北里大学医学部救命救急医学 助教
共同研究者	榊原 康文	北里大学未来工学部 教授
共同研究者	高橋 隼人	TOPPAN 株式会社

1 研究背景

1.1 社会の変化と技術革新

我が国は Society 5.0 の実現を掲げ、全ての人とモノがつながり、人工知能(AI)をはじめとする ICT により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、一人一人が快適で活躍できる社会を目指している(内閣府 2021)。この概念は、IoT やビッグデータ、ロボティクスなどの先端技術を駆使して、社会全体の効率化と質の向上を図るものである。特に、医療分野では Society 5.0 による技術革新が期待されており、これまで医師の個人の経験に依存していた画像診断を AI を使って精度を上げることができる支援ソフトの開発が進められている(中浦ら, 画像診断 2021)。

現代社会では、スマートフォンやインターネットの普及により、日常生活におけるコミュニケーション手段が大きく変化している。特に、LINE や SNS の利用が増加し、音声通話を利用する機会は減少している。近年の調査によれば、スマートフォンを持つ 15~59 歳の男女のうち、コミュニケーション手段として最も多いのは LINE であり、1 日に 1~10 回利用されている。通話に関しては、1 日の中でほとんど通話をしない人が 25.3%、1 分未満の通話が 26.2%であり、過半数が通話をコミュニケーション手段として使用していない実態がある(MMD 研究所 2017)。

1.2 救急医療における ICT の導入

救急医療においては、ICT の導入が求められている。従来の救急通報システムは音声通話に依存しており、正確な情報伝達が難しい状況が多々ある。例えば、緊急時の通報において、パニック状態にある通報者が正確な情報を提供できないことがあり、これが救急対応の遅れにつながることもある。この課題に対して、「救急業務のあり方に関する検討会」では、ICT を活用した新しい情報伝達手段の導入が検討されており、特に 5G 技術を用いた映像伝送の試みが注目されている(総務省 2021)。

5G の高速通信により、現場の状況や傷病者の状態をリアルタイムで医療機関に伝えることが可能となり、メディカルコントロールの円滑化が期待される。例えば、現場からの映像を通じて医師が直接患者の状態を確認し、適切な処置を指示することで、迅速かつ的確な対応が可能となる。さらに、映像データを保存し、後の分析や研究に活用することもできる。

1.3 既存のシステムとその限界

一部の地域では既にビデオ通話による映像通報システム(Live119, Dawn corp.)の実装が始まっているが、その使用は限定的であり、得られた動画を医療機関と共有することはできない。このようなシステムの限界は、データのセキュリティやプライバシーの問題、通信インフラの不備などに起因するものである。特に、医療情報は個人情報をも含むため、データのセキュリティ対策が不可欠である。データにアクセスする権限は限定的でなければならず、誰がその情報を記録し、誰がその情報にアクセスしたのかを正確に記録する必要がある。

1.4 新しいシステムの必要性

このような背景から、従来の音声通話に依存した 119 通報システムではなく、より現代の生活スタイルに適応した新たな要請手段が必要である。特に、デジタル視覚データを活用したシステムは、現場の状況をリアルタイムで伝えるだけでなく、そのデータを蓄積し、AI による解析を通じて迅速かつ的確な対応を可能に

する。このようなシステムの導入により、救急対応の精度と効率が大幅に向上することが期待される。

1.5 研究の背景と目的

代表研究者は神奈川県 4 市からなる県北・県央地区メディカルコントロール協議会委員として活動を行い、市民による通報に対しての口頭指導が救命の連鎖をつなげる上で重要であると考え、それぞれの消防における口頭指導要領の改訂を行なった。市民からの救急通報は音声情報のみで限られており、口頭指導に難渋する例も多く、ICT による業務改善の必要性を感じた。このような背景から、デジタル視覚データを用いた 119 通報に代わる救急要請システムの開発が求められている。

研究分担者らと共に進めた検討の結果、リアルタイムでビデオ通話をしながら指示を出すことや位置情報を転送できるソフトウェア「ビジュアルトーク」と、デジタル視覚データのセキュリティを公的個人認証機能により担保するソフトウェアが開発された。これらを組み合わせた「AI 活用のためのデジタル視覚データ基盤の実証研究」を着想し、本研究を進めることとなった。

本研究の目的は、救急医療における ICT 導入の一環として、デジタル視覚データ基盤を構築し、その実用性と安全性を検証することである。これにより、救急対応の質を向上させ、迅速かつ的確な医療支援を実現することを目指す。

2 研究方法

2-1 セキュリティを担保したデジタルデータによる医療情報転送システムの開発

本研究では、ビジュアルトーク（図 1）と本人確認アプリ（図 2）を組み合わせたセキュリティを担保したデジタル視覚情報共有システムを開発した（図 3）。ビジュアルトークは、遠隔で 2 者が同じ画面を見ながらチャットや会話ができるリモートツールであり、通報側はショートメッセージで送られる URL をクリックするのみで新たなアプリケーションのダウンロード等は不要であった。このシステムの主な機能として、画面上に双方でマーキングをつけたり、位置情報を地図上で表示することや、動画を送信することができる点が挙げられる。また、通話履歴の映像を管理することも可能であり、様々なデジタル視覚データをビッグデータとして活用することができた。

ビジュアルトークの利便性を向上させるために、システムのインターフェースは直感的で使いやすい設計とし、医療従事者や救急隊員が迅速かつ正確に情報を共有できるよう配慮した。これにより、現場での判断ミスや情報伝達の遅れを防ぐことが期待された。さらに、ビジュアルトークは既存の通信インフラを利用するため、追加の設備投資が不要であり、コスト面でも優れたシステムであった。

本人確認アプリは HPKI カードなど公的個人認証が可能なカードを用いて、スマートフォンから IC チップを読み取ることで本人確認を実施するアプリである。このアプリは、プラットフォーム事業者として 2017 年 3 月に総務大臣認定を取得した開発元により、住宅ローンでの公的個人認証に使用されてきた技術を応用して開発されたものである。これにより、他のシステムに公的個人認証の API を付与することができ、システムのセキュリティが最高レベルに保持されるとともに、個人情報保護に配慮した運用が可能となった。

2022 年 4 月には北里大学、ソフトバンク株式会社、凸版印刷株式会社の 3 社で業務契約書を締結し、共同で研究開発を開始した。この協力により、技術的な課題の解決やシステムの実用化に向けた具体的な取り組みが進められた。例えば、北里大学の医療現場での実証実験を通じて、システムの有効性や使い勝手を検証し、得られたフィードバックをもとにシステムの改良を行った。また、ソフトバンク株式会社は 5G 通信技術を活用した高品質な映像伝送の実現に向けた研究を進め、凸版印刷株式会社はセキュリティ対策やデータ管理に関するノウハウを提供した。

さらに、本研究に関するプレスリリースを 2022 年 5 月に発表し、広く社会に対して研究の進捗状況や成果を公開した。これにより、多くの医療機関や関連企業からの関心を集め、さらなる協力や支援を得ることが

期待された。

https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2022/20220525_04/

<https://www.kitasato.ac.jp/jp/news/20220525-02.html>

https://www.toppan.co.jp/news/2022/05/newsrelease220525_2.html

2-2 実証実験の設計と実施

実証実験の設計にあたっては、現場のニーズを詳細に分析し、システムの運用方法を定義した。まず、救急隊員や医療従事者に対する事前の研修を実施し、システムの使い方やトラブルシューティングの方法について教育を行った。これにより、実証実験中に生じる可能性のある問題に迅速に対応できる体制を整えた。

実証実験は、以下のステップで進められた。

準備段階:

システムの設置と動作確認を行い、各医療機関との連携体制を整えた。
救急隊員や医療従事者に対する研修を実施し、システムの使用方法を周知した。

実施段階:

実際の救急現場でシステムを利用し、デジタル視覚データを収集した。
収集したデータをリアルタイムで医療機関に伝送し、医療従事者による評価を行った。

評価段階:

実証実験で得られたデータを分析し、システムの有効性と改善点を評価した。
医療従事者や救急隊員からのフィードバックを収集し、システムの改良に反映させた。

2-3 セキュリティ対策の強化

セキュリティ対策は本研究の重要な要素であり、デジタル視覚データの取り扱いには細心の注意を払った。以下の対策を講じた。

データの暗号化:

デジタル視覚データの伝送時には強力な暗号化技術を使用し、不正アクセスからデータを保護した。

アクセス制御:

データにアクセスできるユーザーを限定し、アクセスログを詳細に記録することで、不正なデータアクセスを防止した。

定期的なセキュリティ監査:

システムの運用中に定期的なセキュリティ監査を実施し、潜在的な脆弱性を早期に発見・修正した。

具体的には、研究用 ID と加工前の個人を特定する情報（氏名、生年月日、住所、患者番号など）を結ぶ情報（加工した情報と個人情報の対応表）以外の同意書など個人情報を含む資料は、電子化されたものはパスワード処理を行ったうえで救命救急医学医局内の施錠可能な部屋の中にあるパスワード付きの PC 端末に保管し、紙媒体のものは救命救急医学医局内にある、施錠可能なキャビネット内に保管した。

研究協力施設における患者情報は施設ごとに個人情報を管理し、主研究施設には個人情報を削除し、独自の記号で識別した情報が提供された。加工した情報と個人情報の対応表に関しては各研究施設で適切に保管された。

相模原市消防局においては、通報者と消防局の間で個人を特定する情報が通常の業務の範囲内で通報内容や記録された。他に個人を特定する情報を除いた映像伝送システム実施記録簿が消防局内の施錠可能な部屋の中にあるパスワード付きの PC 端末に保管される。相模原市消防局における映像伝送システムの実施に関しては、相模原市情報公開・個人情報・公文書管理審議会で承認を受けて実施された。また、相模原市消防局

は本実証実験への協力に当たり、救急活動を最優先、救急隊に無理をさせない、傷病者の不利益となる場合には映像伝送しないことを条件としており、条件に合意した上で本実証研究に協力いただくこととした。

VISUAL TALK で記録される電子化された原資料には個人情報（電話番号などで、氏名などは含まず、個人を特定される情報は含まれない。これらの情報は、ソフトバンク株式会社が管理するサーバーに保管され、そこにアクセスできるものは電子資格認証システムまたはパスワードによる承認を受けた研究分担者のみとする。ソフトバンク社員はシステム管理上、アクセス権限を有するが、内部規定により原資料の管理には申請が必要となり、誰が操作したか記録された。また、患者の個人情報が含まれた動画データをダウンロードすることができないことをあらかじめ両者間で契約書を締結した。

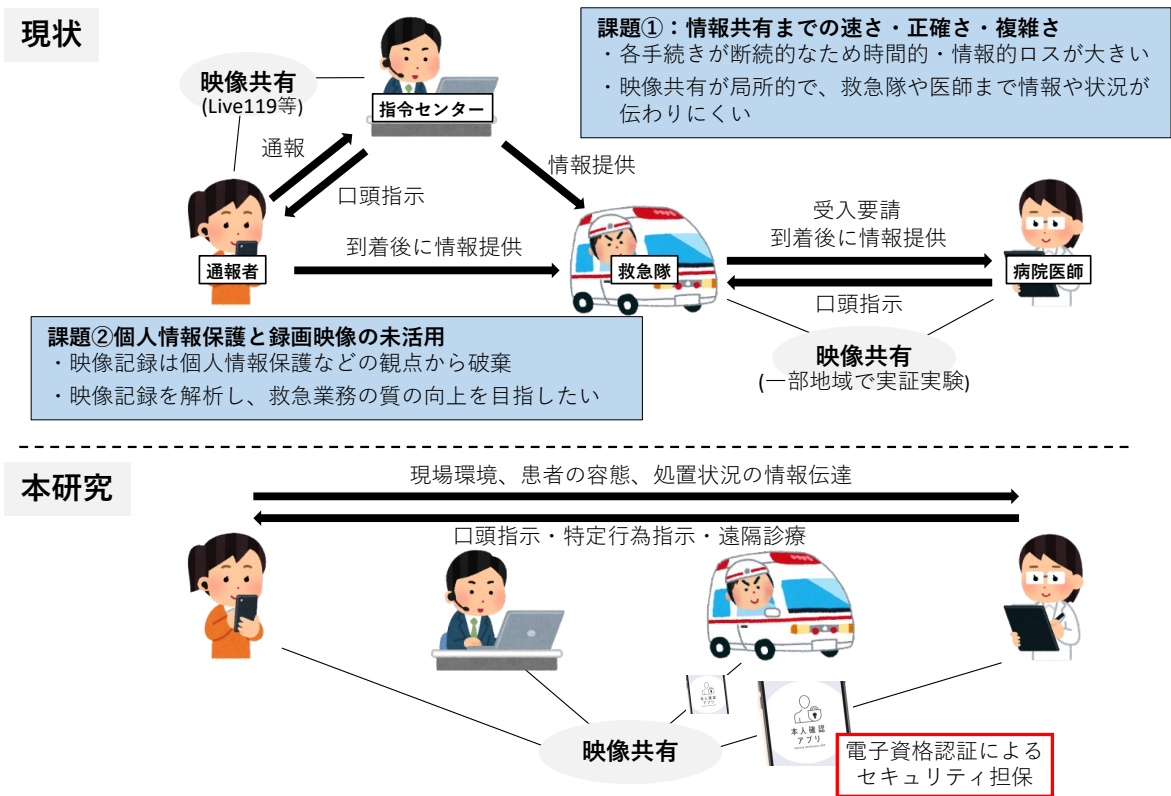
図1 ビジュアルトーク



図 2 本人確認アプリ



図 3 リアルタイム映像伝送の仕組み



3 研究結果

3-1 実証実験フェーズ 1：開発システムの医療機関同士での実証実験

開発したシステムを用いて医療機関内での実証実験を行った。本実証実験の目的は、デジタル視覚データの転送が情報伝達として機能するかを検討し、データを蓄積し、アクセスする際にセキュリティが担保されているかを確認することであった。

2022 年 7 月より本格的な実証実験を開始し、2023 年 3 月まで、以下の患者を対象に実施した。

北里ドクターカーが要請され、治療対象となった患者：102 例

救急集中治療室に入室した患者及び家族：4 例

当院 COVID 診療病棟に入院した患者：1 例

これらの実証実験の結果、使用した医療従事者の 9 割以上がシステムの効果を実感した。患者家族からも「コロナ禍で面会できなかったのに元気な姿を見れて嬉しい」といった声が寄せられ、涙を流す方もいるなど非常に有用であった。特に、高齢の家族であっても映像伝送を始めることは非常に容易であり、今後の一般市民への事業拡大に向けて良い結果が得られた。

映像伝送の通話の際に、医師資格証による電子資格認証を組み込むことはまだできていなかったものの、電子資格認証をアクセスする際のキーとして利用し、過去の映像記録にアクセスすることができるようになった。これにより、セキュリティを維持しながらも迅速に情報を共有することが可能となった。

また、実証実験の過程で得られたデータを分析し、以下のような具体的な改善点が明らかとなった。まず、映像の画質や音声の明瞭さについては、通信環境に依存する部分が大きく、特に救急車内や建物内などの電波が不安定な場所では品質の低下が見られた。この問題に対しては、通信技術の向上やデータ圧縮技術の最適化が必要であることが示唆された。

次に、操作性については、医療従事者からのフィードバックをもとにユーザーインターフェースの改善が行われた。具体的には、画面上でのマーキング機能や位置情報の表示機能を直感的に操作できるようにするための改良が加えられた。また、複数のデバイス間でのデータ共有をスムーズに行うための同期機能の強化も重要なポイントであった。

これらの成果をまとめ、日本救急医学会に発表を行った。また、本研究の発展性の一つとして、災害医療への活用を検討しており、それらについて日本災害医学会で発表を行った。

3-2 実証実験フェーズ 2：開発システムの市民による実証実験

消防庁「令和 5 年度消防防災科学技術研究推進制度」に採択されたことも合わせ、本研究をより拡張させる形で、実際の現場での試験運用として相模原市消防の協力を得て、相模原市における救急通報時でのリアルタイム映像伝送の実証実験を開始した。

具体的な取組みとして、以下の 3 つの研究グループを構成し、同時進行的に研究を推進した。

救急現場実証グループ：現場目線でのシームレスな映像伝送システムを開発し、普及させる。

AI 研究グループ：映像記録を AI 解析し、救急業務の改善を目指す。

セキュリティ保護グループ：個人認証によるセキュリティの導入と効果検証を行う。

2023 年 6 月から 2024 年 3 月の期間における各グループの実施内容と取組実績は以下のとおりである。

① 救急現場実証グループ

実施内容：相模原市における映像伝送実証実験（録画機能なし）を開始した（図 4）。市民向けの広報誌に情報提供を行い、さらに市民向けの広報ビラと研究 HP による普及活動も行った（図 5）。

取組実績：映像伝送は7月から開始し、月平均3.2件の使用があり、目標とする映像伝送使用率0.1%を上回るペースであった。映像伝送下での遠隔胎児心拍モニタリングについては研究の倫理審査に難航し、開始ができなかったが、今後の課題として継続的に取り組む予定である。

また、実証実験の結果から、現場での映像伝送の有効性について具体的な知見が得られた。特に、交通事故や火災現場など視覚情報が重要な現場でその有効性が実感された。映像を通じて現場の状況を正確に把握することで、適切な医療処置が行われることが期待される。さらに、現場レベルでの改良が進み、システムが徐々に普及していることも確認された。

② AI 研究グループ

実施内容：非臨床での模擬映像からの基礎的解析を開始した。

取組実績：非臨床での映像を用いて、次年度における実臨床における映像を使用したAI解析に向けてデータベースの構築、データ管理の検討を行った。また画像キャプションの深層学習手法を比較検討し、動画画像解析への基盤を構築した。さらに、セキュリティ保護グループと連携し、次年度開始予定の救急現場映像解析に必要な映像の匿名化技術（個人情報保護）について、導入するプログラムの選定などを進めた。

③ セキュリティ保護グループ

実施内容：映像伝送システムへのログインに電子医師資格証のセキュリティを導入した。さらに映像の個人情報の匿名化について、AIを用いたDeep fakeを加える検討を協力企業と行い、当該システムにより伝送した映像を匿名加工し、個人を特定できないようにしたものをAI等により解析する計画を策定した。

取組実績：セキュリティ保護グループの取り組みにより、個人情報保護の観点からも安全なシステムが構築された。具体的には、電子医師資格証を用いた認証プロセスの導入により、不正アクセスのリスクを大幅に低減することができた。また、映像データの匿名化技術を用いることで、個人情報の漏洩リスクを最小限に抑えることが可能となった。

また、実証実験の過程で得られたデータを基に、今後の研究課題も明確化された。特に、映像データの長期的な保存と管理については、さらなるセキュリティ対策が必要であることが示された。これに対しては、クラウドストレージの活用やデータ暗号化技術の導入が検討されている。

図4 相模原市消防からの利用状況報告

相模原市消防からの利用状況報告

①No.	②発知日			③使用開始時間		④使用終了時間		⑤使用伝送システム	⑥接続状態	⑦理由	⑧実施した場合の 救急隊の電話番号 ただし、救急隊と位置情報のみ	⑨通報者又は患者の年代	⑩備考 (有効な理由や感じたこと等)
	年	月	日	時	分	時	分						
7	5	9	15	14	27	14	29	通報者と通信指令室	成功			成人（20歳以上64歳以下）	電波状況の影響か不明だが、接続までに時間を要した。山岳地域であり、音声及び映像とも不鮮明であった。しかし、不鮮明ながらも映像から現場の状況把握を行うことができ、有用であった。
8	5	9	15	19	38	19	41	通報者と通信指令室	成功			成人（20歳以上64歳以下）	軽トラックの交通事故で下肢が挟まれたとの通報であった。伝送システムを使用することにより、警防本部で挟まれたの状況を把握することができ、救出までの時間を予測できた。その結果、医師搬送の依頼の是非を判断できたため有用であった。さらに、救急隊とも伝送システムでつながることができれば、救出方法の検討や資機材の選択など事前に行うことができるため、今後可能になっていけば良いと感じた。
9	5	9	22	14	30	14	35	通報者と通信指令室	成功			成人（20歳以上64歳以下）	電波状況の影響か不明だが、接続までに時間を要し、コマ送りの静止画であったが、早期に状況を把握することができた。
10	5	7	24	23	50	23	52	救急隊と医療機関	その他	夜間で受けれないとの回答。少し前の上講救急からの送信が画面が黒く見えなかった。夜間に対応不能。	080-4938-1206	成人（20歳以上64歳以下）	トレーラーと貨物自動車の交通事故で挟まれ事業で医療機関との通信ができず残念。ドクタービークアップ事業であったので救急隊間でもできれば到着する医療関係者にも情報が共有できると思う。
11	5	9	25	22	13	22	15	通報者と通信指令室	成功			成人（20歳以上64歳以下）	口頭による通報内容では状況を把握できなかったため、映像による確認を試みた。通信に成功し現場視察中に他の通報で状況把握できたため、途中で中断した。

図 5 広報資料

広報活動について

チラシ



3 考察・将来構想

3-1 考察

本研究において開発したセキュリティを担保したデジタル視覚情報共有システムは、実証実験を通じてその有効性が確認された。特に、医療従事者からのフィードバックにより、システムの操作性や利便性の向上が図られた点は重要である。現場での迅速な情報共有と適切な医療対応を可能にする本システムは、今後の救急医療において欠かせないツールとなることが期待される。

実証実験の結果、映像伝送システムが救急現場での視覚情報の共有において非常に有効であることが明らかとなった。特に、交通事故や火災現場など、視覚情報が重要な場面での利用が効果的であった。これにより、現場の状況を正確に把握し、適切な医療処置を迅速に行うことが可能となった。

さらに、システムの普及に向けた課題として、通信環境の整備やデータ圧縮技術の向上が挙げられる。通信環境が不安定な場所では映像の品質が低下するため、これらの技術的課題を解決することが求められる。例えば、5G 通信技術の導入により、映像のリアルタイム伝送が安定することが期待される。また、データ圧縮アルゴリズムの改善により、通信帯域を効果的に活用し、映像品質の向上を図ることができる。

操作性については、ユーザーインターフェースの改善が進められている。具体的には、画面上でのマーキング機能や位置情報の表示機能を直感的に操作できるようにするための改良が加えられた。また、複数のデバイス間でのデータ共有をスムーズに行うための同期機能の強化も重要なポイントである。これにより、現場の医療従事者がストレスなくシステムを利用できる環境が整備された。

システムの導入によって得られたもう一つの大きな成果は、救急医療の質の向上である。映像を通じて現場の状況をリアルタイムで共有することで、医療機関との連携が強化され、迅速な対応が可能となった。特に、交通事故や火災現場などの緊急事態において、現場の状況を正確に把握することで、適切な医療処置が行われ、患者の予後が改善された事例が多数報告されている。

3-2 将来構想

本研究の将来構想として、以下の取り組みを計画している。

まず、2024年6月に消防庁およびパートナー企業と契約を更新し、引き続き本研究を実施することが決定した。また、消防庁「消防防災科学技術研究推進制度」に実績報告を行い、令和6年度も継続委託が決定している。これにより、安定した研究資金の確保と長期的な研究計画の実行が可能となった。

令和6年度からは国立相模原病院も受け入れ病院として本研究に参画することが決定しており、実施件数の増加が見込まれている。これにより、より多くの実証データを収集し、システムの改善と最適化を図ることができる。また、令和5年度では準備に留まった救急現場映像解析や個人情報の匿名加工を実施し、システムの安全性と有効性をさらに高める計画である。

具体的な取り組みとしては、以下の3つの主要プロジェクトを推進する予定である。

救急現場実証プロジェクト：

交通事故や火災現場など、視覚情報が重要な現場でのシステム利用を拡大する。現場での映像伝送が効果的に機能することを確認し、さらに改善点を洗い出して改良を重ねる。また、広報活動を強化し、一般市民へのシステムの普及を図る。具体的には、市民向けの広報誌やビラの配布、地域住民を対象とした説明会やワークショップの開催を通じて、システムの利便性と重要性を啓発する。

AI 解析プロジェクト：

映像記録をAIで解析し、救急医療の質を向上させるためのアルゴリズムを開発する。これにより、トリアージの精度向上や治療方針の迅速な決定が可能となり、救急医療全体の効率化が図られる。さらに、AIを活用したデータ解析により、新たな医療知見の発見や予防医療の推進が期待される。特に、AI解析を通じて得られるデータを基に、救急医療の現場での課題を洗い出し、解決策を提案する。

セキュリティ強化プロジェクト：

映像伝送システムへの電子医師資格証のセキュリティを導入し、個人情報の保護を強化する。さらに、AIを用いたDeep fake技術を活用し、映像データの匿名化を推進することで、データの安全性を確保する。具体的には、映像データの匿名化技術の導入により、個人情報の漏洩リスクを最小限に抑え、信頼性の高いデータ管理を実現する。また、セキュリティ強化のための定期的なシステム評価と改善を行い、常に最新のセキュリティ技術を取り入れる。

これらのプロジェクトを通じて、救急医療の現場におけるデジタル視覚情報共有システムの普及と実用化を目指す。特に、災害医療への応用も視野に入れ、システムの拡張性と汎用性を高めることを重視している。具体的には、災害時の情報共有システムとしての活用を検討し、迅速な対応と効果的な救助活動を実現する。

将来的には、日本国内の他地域との連携を強化し、各地域の救急医療機関との情報共有や技術交流を促進する計画である。これにより、全国的な視点での救急医療の質向上と、共通課題の解決を目指す。具体的には、国内の医療会議やシンポジウムへの参加を通じて、研究成果を共有し、各地域の知見を取り入れることで、より高度なシステム開発を進める。

最終的に、本研究の成果をもとに、デジタル視覚データ基盤の標準化を推進し、広く医療機関や救急隊員が利用できるシステムを構築することを目指している。研究者および関係者一同、引き続き研究開発に注力し、社会に貢献するシステムの構築を進めていく所存である。具体的には、標準化のためのガイドラインを策定し、国内の医療機関と連携して普及活動を展開する。

【参考文献】

内閣府. Society5.0 とは. (2019).内閣府ホームページ, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/

中浦 猛. (2021). AI が放射線科の臨床へ与えるインパクトー臨床への導入, 活用の仕方ー. 画像診断 41 巻 9 号, 2021 年 7 月, pp.1022-1024

総務省. 2021 年度救急業務のあり方に関する検討会報告書. (2022). 総務省ホームページ.

MMD 研究所. 2017 年版:スマートフォン利用者実態調査. (2017). MMD 研究所ホームページ.

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
遠隔ビデオ通話の救急医療への活用	第 25 回日本臨床救急医学会総会	2022 年 5 月
スマホで簡単！ 現場が見えるリモート支援ツールで現場 DX	ソフトバンクワールド 2022	2022 年 7 月
持続可能な医療情報共有システムは利便性と安全性の両輪からなる	第 50 回日本救急医学会総会	2022 年 10 月
セキュリティを担保したリアルタイム映像 伝送システムの研究開発	第 28 回日本災害医学会総会	2023 年 3 月
セキュリティを担保したリアルタイム映像 伝送システムの研究開発	第 26 回日本臨床救急医学会総会	2023 年 7 月
スマホ映像で状況把握	さがみはらタウンニュース	2023 年 8 月
リアルタイム映像共有システムの共同研究	第 6 回通信指令シンポジウム	2024 年 3 月