

ICTを活用した救急活動の強化に関する検証 (第2報)

加藤 久弥*, 遠藤 隆位**, 高崎 雅宏***, 宍戸 洋平***, 渡邊 茂男*

概要

救急隊指導医(以下、「指導医」という)のよりの確な傷病者の状況把握に資することを目的に、救急車内に収容された傷病者の映像を災害救急情報センター(以下「センター」という)の指導医へ伝送することを想定した実験を行った。比較的滑らかな映像を伝送する汎用及びバイタルデータとコマ送りの映像を併せて伝送する救急専用の2種類の映像伝送システムを使用し、傷病者の状況把握に対する有効性について検証を行った。

1 はじめに

現在の救急活動において、救急隊からセンターへの情報伝達は音声により行われており、センターは救急隊からの音声情報に基づき、救急隊へ指示・助言を行っている。この音声情報に傷病者の映像情報を付加することで、よりの確な傷病者の状況把握に寄与できるものと考えられる。

平成20年度に救急車外の活動現場から指導医への映像伝送を想定した検証を行った。この結果、手持ち型のカメラを運用するには、通常3名の隊員で構成される救急隊ではマンパワーが足りず、ハンズフリー型カメラで撮影した映像は受信者側のストレスが大きいなど、双方ともに高いハードルがあることが明らかとなった。このことから、平成21年度は、救急車内にカメラを固定して撮影した傷病者の映像を指導医に伝送することを想定して各種の検証を行った。

2 検証項目

(1) 救急車内へのカメラの設置位置

救急車内で傷病者の映像を伝送する場合、車内に設置するカメラの位置により、得られる映像が異なることから、傷病者の状況把握に適したカメラの設置位置について検討した。

(2) 伝送された映像の有効性

伝送された映像が傷病者の状況把握に役立つか否かについて、模擬的に作成した傷病者の状況を映像伝送システムで伝送し、受信した映像を録画したものを10名の指導医に見てもらいアンケート調査により評価した。

(3) 都内での通信試験

市街地、住宅地、山間部、高速道路、及びトンネルの任意の場所において、映像伝送システムを使用して走行中の車両から携帯電話回線で映像を伝送し、支障なく受信できるかどうかの確認を行った。

3 検証機器及び検証方法

(1) 検証に使用した映像伝送システム

検証は、一般的な動画中継などでの活用を目的に開発された汎用映像伝送装置(以下、「汎用伝送装置」という)

及び、救急業務への活用を目的に開発された救急専用映像伝送装置(以下、「救急専用伝送装置」という)の2種類の映像伝送システムを使用した。

ア 汎用伝送装置

汎用伝送装置の概要を図1に示す。この装置は、一般に市販されているデジタルビデオカメラ、送信器、受信器、送信器に取り付けられる通信カード及び受信器に取り付けられる通信端末等により構成される。救急隊は、デジタルビデオカメラ及び送信器の電源スイッチを入れ、送信器の画面に表示された送信タブをクリックすることで映像送信を行うことができる。本検証で使用した装置の主な構成等を表1に示す。

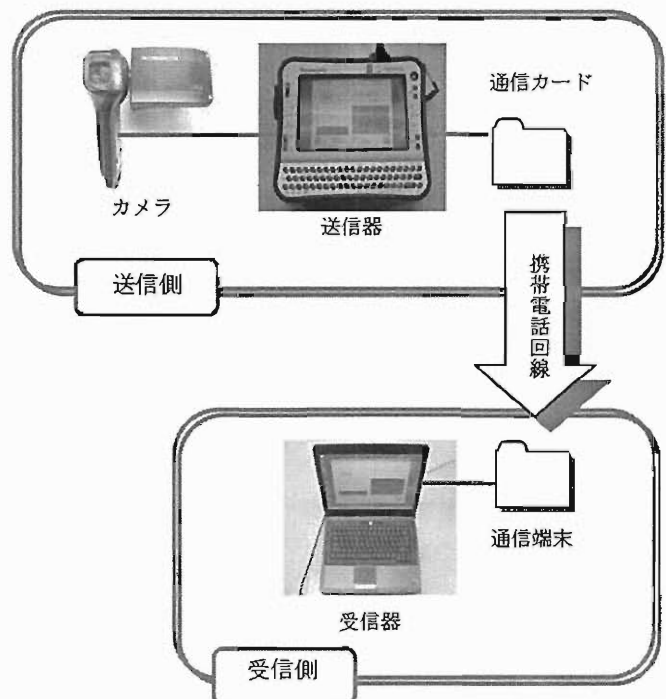


図1 汎用伝送装置の概要

表1 汎用伝送装置の主な構成等

	機器	仕様等
送信側	カメラ	SA社製 有効画素数：640×480画素 最大フレームレート：29.97fps
	送信器	P社製タブレットPC CPU：インテルAtom 有効画素数：640×480画素 最大フレームレート：29.97fps SO社製送信ソフト搭載
	通信カード	FOMA
受信側	受信器	E社製ノートPC CPU：インテルcore2Duo SO社製受信ソフト搭載
	通信端末	FOMA

イ 救急専用伝送装置

救急専用伝送装置の概要を図2に示す。この装置は、送信側にカメラ、心電計、送信器、コントロール用PDA、無線LANカード、アンテナ及び通信端末等を装備する。また、受信側には、受信器、モニター2台（心電図用と映像用）及び通信端末等を装備する。このシステムは、受信側でカメラの撮影方向を上下左右に遠隔操作することができる。

救急隊による操作は、汎用伝送装置とほぼ同様であり、各機器のスイッチを入れ、各機器からの準備完了の表示がコントロール用PDAの画面に表示されたのち送信キーを押下することで情報の伝送が開始される。本検証に使用した装置の主な構成等を表2に示す。

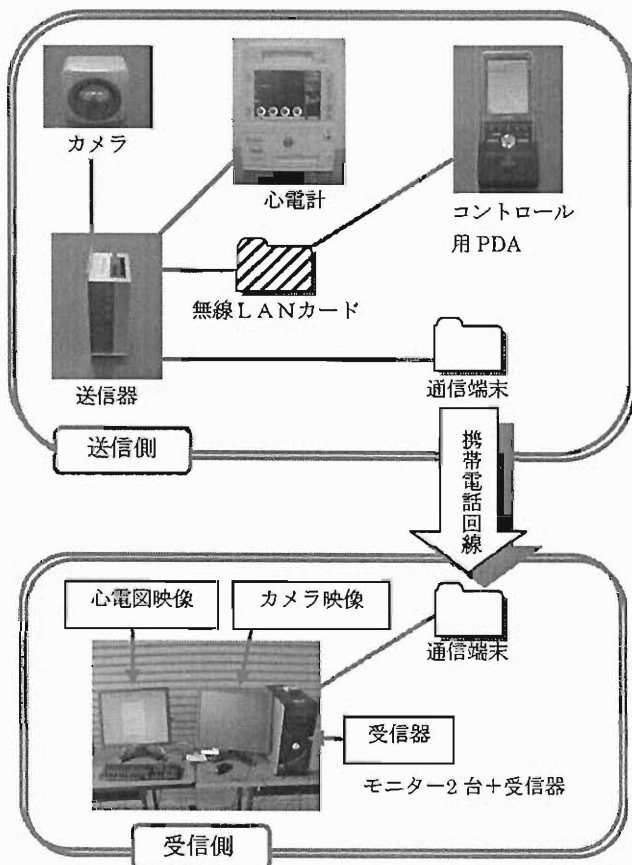


図2 救急専用伝送装置の概要

表2 救急専用伝送装置の主な構成等

	機器	仕様等
送信側	カメラ	PA社製 有効画素数：32万画素 最大フレームレート：12fps
	心電計	DS社製 誘導：標準12誘導 SpO ₂ ：2波長透過式 血圧測定範囲：40～250mmHg
	送信器	NC社製 CPU：240MHz メモリ：64MBytes
	コントロール用PDA	SA社製 CPU：400MHz RAM：64MBytes NC社製コントロールソフト搭載
	通信端末	FOMA
受信側	受信器	D社製デスクトップPC CPU：Pentium4 メモリ：1GBytes以上 NC社製受信ソフト搭載
	モニター	D社製 19インチTFT液晶モニター
	通信端末	FOMA

(2) 検証方法

ア 救急車内へのカメラの設置位置

救急車内の天井に図1のカメラを図3の①から⑨に示す位置に設置し、それぞれの位置からストレッチャー上の仰臥位及びバックレストを使用した座位の傷病者の映像を撮影した。撮影は表3に示すように、車内で救急隊が処置を行っていない場合と行っている場合及びバックレストを使用して傷病者を座位にした場合の3通りを想定して行った。

検証は、このような撮影において、救急活動の妨げにならないこと、傷病者の状況をもっともよく把握できる映像の二項目を評価項目として、カメラの固定位置を検証した。

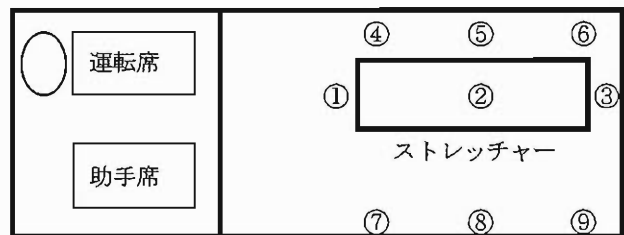


図3 カメラの設置位置（①から⑨）

表3 撮影条件

仰臥位の映像	救急隊が処置を行っていない場合	頭部を中心とした映像
	救急隊が処置を行っている場合	腹部を中心とした映像
バックレストを使用した座位の映像		

イ 伝送された映像の有効性

実験設定を写真1から写真4に示す。検証に使用した車両は写真1のトヨタ社製グランビアである。写真3に示すように送信器等を車内進行方向右側に設置した。また、写真4及び写真5に示すように車内後部右側天井の傷病者の状況把握に適した位置にカメラを設置し、汎用伝送装置及

び救急専用伝送装置を使用して、写真5に示す二つの仮想事案の活動中の映像を携帯電話回線で伝送した。これら伝送され受信した映像を録画し、後日録画された映像（写真6）について各映像伝送システムごとに指導医10名によるアンケートを行い映像伝送に関する評価を受けた。アンケート項目等を表4に示す。表4中のNo.1～No.3の各項目は、模擬的に演じたり作成したものである。



写真1 検証に使用した車両



写真2 車内の状況

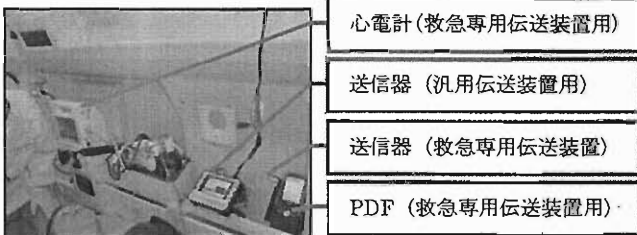


写真3 送信器等の設定状況

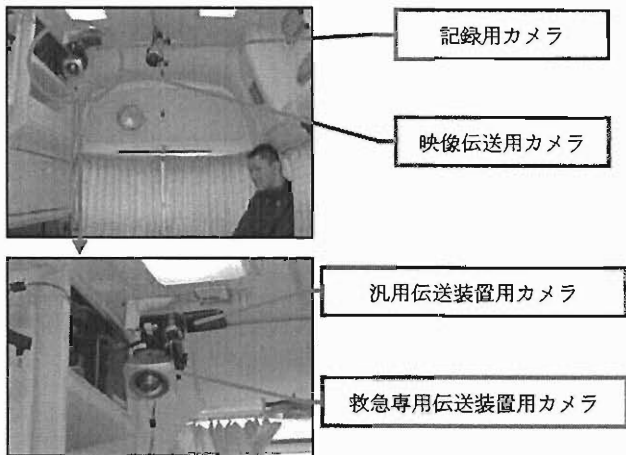
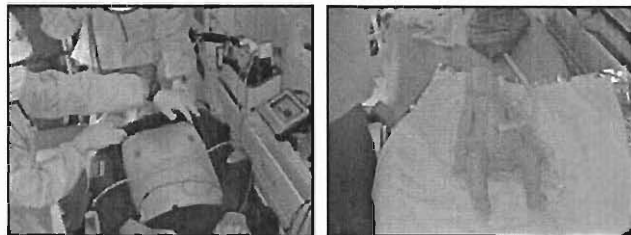


写真4 カメラの設置状況



事案1 飲酒中に倒れて痙攣を
発症

事案2 胎児の異常娩出

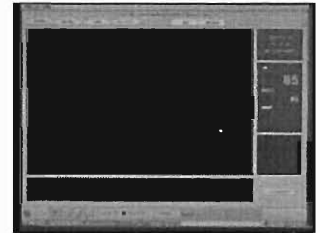
写真5 仮想事案

表4 アンケート項目等

No.	評価要素	アンケート項目等
1	傷病者の動きの把握	けいれん状態（演技）が把握できるか
2	皮膚等の色の把握	咬傷、発赤、紅潮（模擬的に着色し作成）が把握できるか
3		羊膜（模擬的にラップで作成）がわかるか
4	映像伝送の有効性	傷病者の状況把握に役立つか
5		搬送先の医師の立場で見たときに有効か
6		どの機種が傷病者の状況把握に有効か
7	その他	意見・感想



救急専用伝送装置カメラ映像



救急専用伝送装置心電図映像



汎用伝送装置カメラ映像

写真6 アンケートに使用した映像例（事案1）

ウ 都内での通信試験

乗用車に映像伝送システムの送信側の機器を積載し、消防技術安全所内に受信側の機器を設置して、携帯電話回線による映像伝送を行った。伝送する映像は車両走行中の助手席からの風景とし、受信した映像が遮断されるか否かを検証した。映像を送信した場所は、図4及び表5の①から⑬に示す周辺である。また、走行時の速度はおおむね制限速度の範囲内とし、一般道路では概ね40～50km/h未満、高速道路（首都高速道路は概ね60km/h、中央自動車道は概ね80km/h）で走行した。

表5 映像の送信を行った場所

No.	区分	送信場所等	携帯電話サービスエリア
1	市街地	神田錦町～日比谷通り	内
2	市街地	内堀通り～新宿通り	内
3	住宅地	高井戸西1丁目付近	内
4	住宅地	幡ヶ谷1丁目～首都高速幡ヶ谷ランプ付近	内
5	住宅地	あきる野市牛沼付近	内
6	住宅地	武蔵五日市駅付近	内
7	山間部	檜原村役場～檜原村本宿	内
8	山間部	檜原村役場～檜原村本宿	外
9	高速道路	首都高速新宿線	内
10	高速道路	中央道（高井戸IC～八王子JCT）	内
11	高速道路	圏央道（八王子JCT～あきる野IC）	内
12	トンネル	国道20号線（新宿御苑トンネル）	内
13	トンネル	圏央道（八王子JCT～あきる野IC）	内

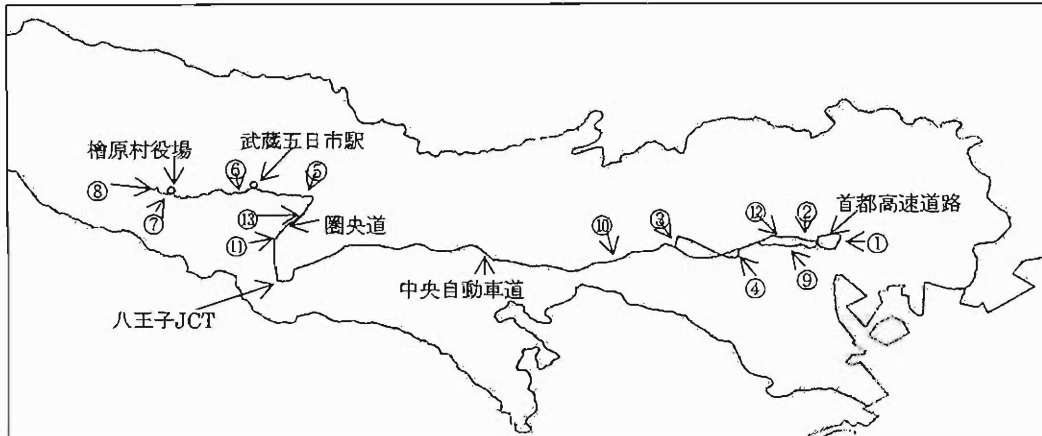


図4 映像の送信を行った場所

4 検証結果

(1) 救急車内へのカメラの設置位置

各条件で撮影した映像を図5から図8に示す。車内での処置等が行われていない状況では、図5及び図6に示すとおり、①から⑨のすべての位置からストレッチャー上の傷病者を撮影することが可能であった。しかし、図7のように、救急隊員が傷病者への処置（心臓マッサージ）を行う場合、②、⑤、⑦、⑧、⑨からの撮影は、救急隊員が傷病者に被ってしまい、傷病者の状況把握には適さない。また、バックレストを使用して傷病者を座位の姿勢にした場合、①、④、⑦からの撮影は、背部からの撮影となり傷病者の状況把握には適さない。

以上より、救急車内の傷病者の状況把握に適したカメラの設置位置は、③又は⑥であるといえる。

今回は、カメラの撮影方向を各撮影条件ごとに一定として検証を行った。このことで図5に示すように腹部を中心に撮影することにより頭部が撮影されなかったり、図6のように頭部を中心に撮影することにより腹部の一部が撮影されないことがあった。このことから、傷病者の全身を観察するためには、カメラの撮影方向を調節できる機能を有するシステムが必要である。その際、救急隊がカメラの撮影方向を調節することは、救急活動に影響を及ぼす恐れがあることから、救急専用伝送装置のように必要に応じて受信側で遠隔操作する方式が望ましいものと考えられる。

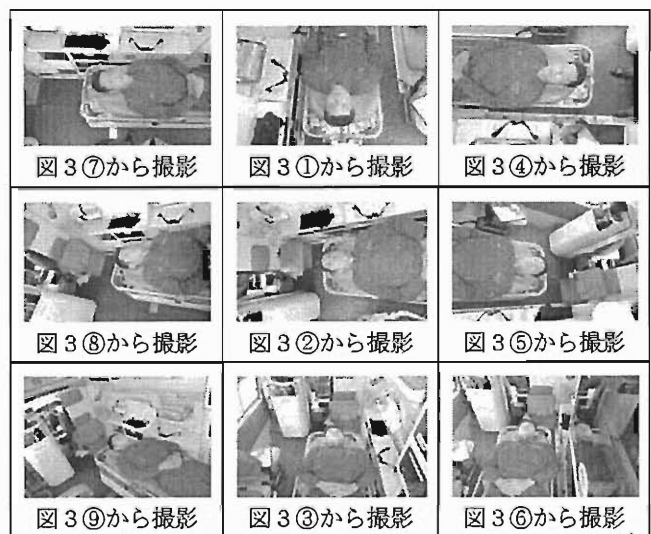


図6 傷病者の頭部を中心に撮影した映像

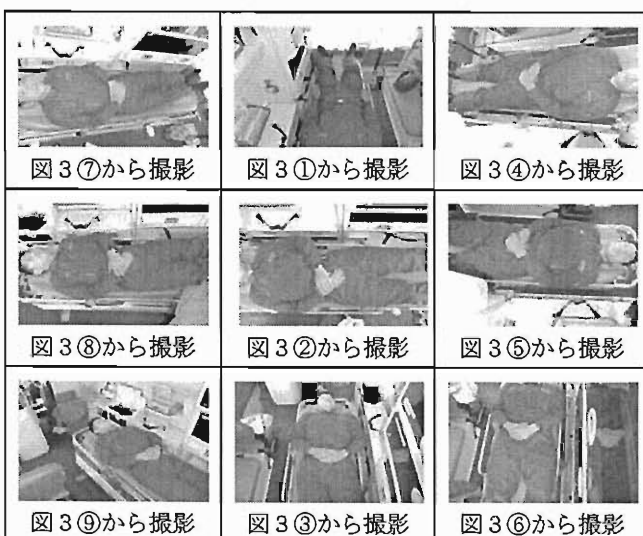


図5 傷病者の腹部を中心に撮影した映像

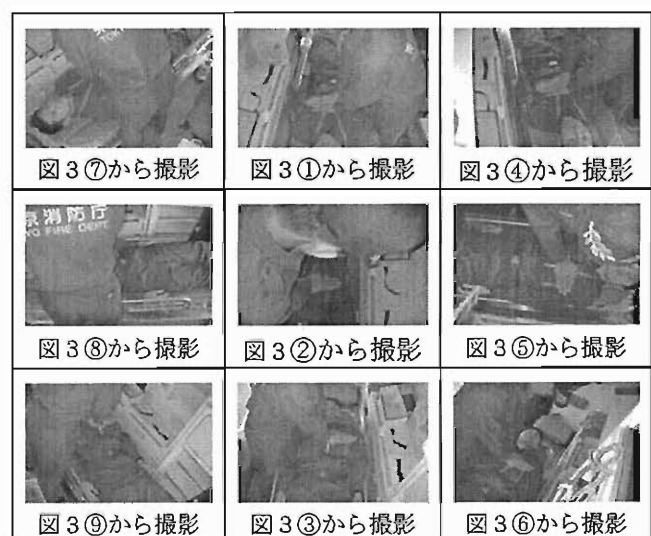


図7 活動（心臓マッサージ）を想定して撮影した映像



図8 座位（バックレストの使用）を想定して撮影した映像

(2) 伝送された映像の有効性

当庁指導医 10 名によるアンケートの結果を図9 から図 1 4 に、映像伝送に関する各指導医の意見・感想等を表6 に示す。アンケートの結果、図12に示すとおり、汎用伝送装置は、今回アンケートをお願いした10名の指導医全員から「傷病者の状況把握に役立つ」という意見を得た。一方、救急専用伝送装置は、「傷病者の状況把握に役立つ」とする意見が半数にとどまり、「役立つしない」という意見も出された。これは、救急専用伝送装置の伝送映像が1から2秒間に1コマずつのコマ送り映像であるため、図9に示されているとおり傷病者の動きの把握が困難であることによるものと考えられる。また、図10に示すとおり、汎用伝送装置及び救急専用伝送装置とも、傷病者の皮膚の色などの状況判断にはあまり適さない結果となったが、図11のとおりラップのような透明な膜等の有無については、識別が概ね可能であることがわかった。一方、心電図の伝送については表6に示すとおり、救急隊からの言葉による報告で十分とする意見がある一方で、あった方が良いとする意見も数件確認された。汎用伝送装置並みの伝送映像に心電図を加えることで、より映像伝送システムの有効性が高まるものと考えられる。

今回の検証で、現状の音声による状況報告に映像が加わることは、指導医の傷病者の状況把握に、より有効であることが確認できたとともに、その画質は高品位であるほど望ましいことが検証できた。

① けいれん状態が把握できるか

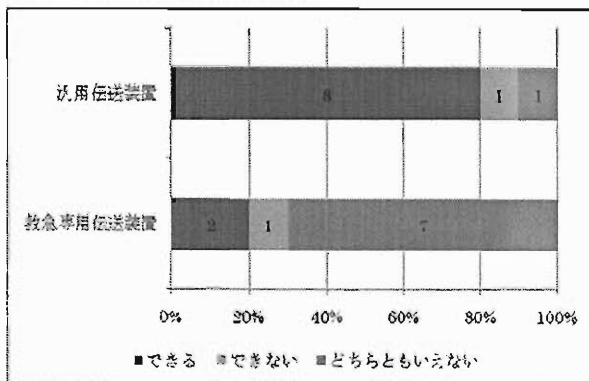


図9 アンケート結果（動きの把握）

② 咬傷、発赤、紅潮が把握できるか

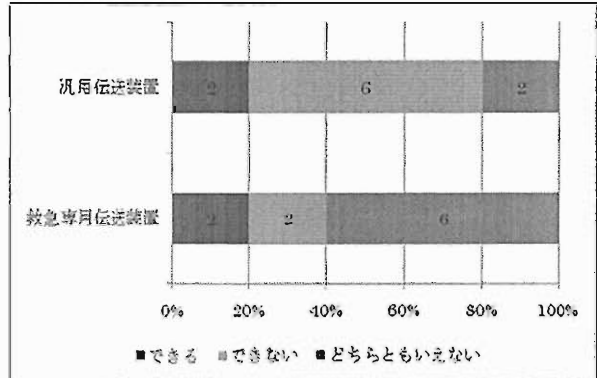


図10 アンケート結果（色の把握①）

③ 新生児の羊膜がわかるか

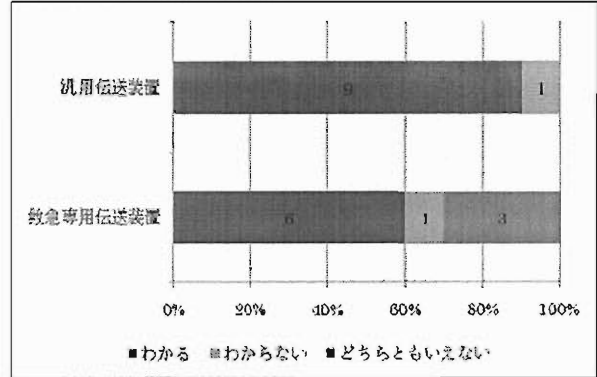


図11 アンケート結果（色の把握②）

④ 傷病者の状況把握に役立つか

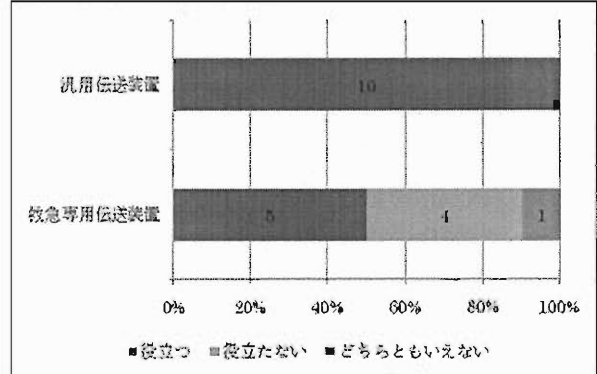


図12 アンケート結果（映像伝送の有効性①）

⑤ 搬送先の医師の立場で見た時に有効か

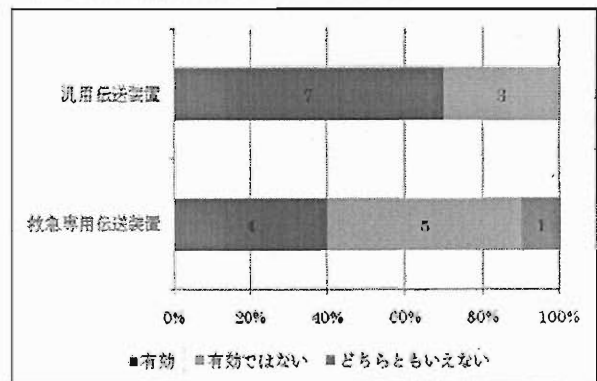


図13 アンケート結果（映像伝送の有効性②）

⑥ どの機種が傷病者の状況把握に有効か

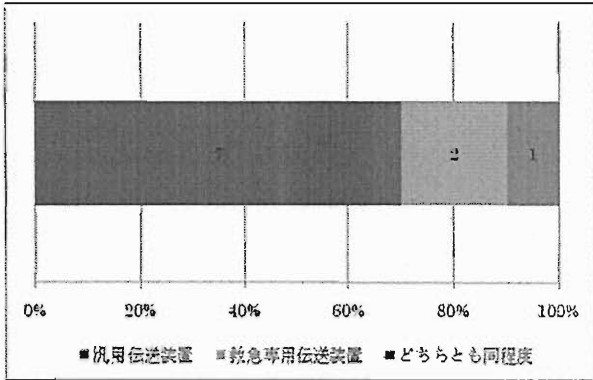


図14 アンケート結果 (映像伝送の有効性③)

(3) 都内での通信試験

市街地、住宅地、山間部、高速道路、及びトンネルの任意の場所において、走行中の車両から映像伝送し、遮断することなく受信できるかどうかの確認を行った結果を表7に示す。

汎用伝送装置は、高速道路走行中の通信が遮断した。一方、救急専用伝送装置は携帯電話のサービスエリア外を除き通信が可能であった。汎用伝送装置は、救急専用伝送装置と比較して、フレームレートが大きく高品位であることから、伝送データ量が大きい。したがって、高速走行中や電波の届きにくい場所では、通信が遮断されることがあると考えられる。

表6 各指導医の意見・感想等

指導医	意見・感想等
A 医師	コマ送りの画像では動きに関する評価はできないと思う。
	救急専用伝送装置は画面も小さく大体の外見、様子しか把握できないと思う。
	心電図があれば役に立つと思う。(特に12誘導 ECGはCCU選定に有用だと思う)
	救急患者を受け入れることを前提にすれば情報は多いほど良い。
B 医師	精度の低い情報はかえって混乱するかもしれない。
C 医師	コマ送りの画像では、動きの正確な判断ができない。
	心電図は言葉で十分だが、送るなら12誘導の心電図が良い。
D 医師	画質が良い方が現場の状況が正確にわかる。
	心電図を送ることに、そう大きな重要性を感じない。理想は汎用伝送装置に心電図情報があると良い。
E 医師	映像はそれなりに役立つし、心電図はあった方が良い。
	皮膚の状況は、映像伝送ではわからない。
F 医師	医師法、医療法での「診療」が成立するかしないか。特に、メディカルコントロール中の第3者医師の「視診」は成立するか。
	医師が映像を見て断り、別病院に搬送される場合、消防の判断で個人情報映像として送られることは問題ないか。
	画像として見るならば、鮮明である方が良い。
G 医師	心電図はあった方が良い。
H 医師	情報量は多い方が良い。
I 医師	循環器疾患では心電図は有用だが、その他の疾患で画像を参考にするには汎用伝送装置の方が鮮明で把握しやすい。
J 医師	汎用伝送装置は病態把握に有用。
	心電図があれば良い。

表7 都内での通信試験の結果

No.	区分	通信条件		結果	
		送信場所等	携帯電話サービスエリア	汎用伝送装置	救急専用伝送装置
1	市街地	神田錦町～日比谷通り	内	○	○
2	市街地	内堀通り～新宿通り	内	○	○
3	住宅地	高井戸西1丁目付近	内	○	○
4	住宅地	幡ヶ谷1丁目～首都高速幡ヶ谷ランプ付近	内	○	○
5	住宅地	あきる野市牛沼付近	内	×	○
6	住宅地	武蔵五日市駅付近	内	○	○
7	山間部	檜原村役場～檜原村本宿	内	○	○
8	山間部	檜原村役場～檜原村本宿	外	×	×
9	高速道路	首都高速新宿線	内	○	○
10	高速道路	中央道(高井戸IC～八王子JCT)	内	×	○
11	高速道路	圏央道(八王子JCT～あきる野IC)	内	×	○
12	トンネル	国道20号線(新宿御苑トンネル)	内	○	○
13	トンネル	圏央道(八王子JCT～あきる野IC)	内	×	○

凡例 ○:通信が途中で遮断しない。 ×:通信が途中で遮断される。

5 おわりに

(1) 救急車内へのカメラの固定位置

救急車内の傷病者の状況把握に適したカメラの設置位置は、後部運転席寄りの天井部分が望ましい。また、傷病者の全身の観察のためにはカメラの撮影方向を調節できる機能を有するシステムが必要であり、受信側で遠隔操作する方式が望ましい。

(2) 伝送された映像の有効性

現状の音声による状況報告に映像が加わることは、指導医の傷病者の状況把握に、より有効であることが確認でき

たとともに、その画質は高品位であるほど望ましいことが検証できた。また、汎用伝送装置並みの伝送映像に心電図を加えることで、より映像伝送システムの有効性が高まるものと考えられる。

(3) 都内での通信試験

携帯電話のサービスエリア内であれば概ね通信は可能といえる。ただし、高品位な映像ほど、伝送データ量は大きくなるので高速走行中や山間部など電波の届きにくい場所では通信が遮断されることがあると考えられる。

Verification of the Improvement of Emergency Medical Operation Using ICT(Part2)

Hisaya KATOU*, Takai ENDOU**, Masahiro TAKAZAKI***, Youhei SHISHIDO***,
Shigeo WATANABE*

Abstract

In order to help the EMS advising doctor to make accurate assessment of the patient, a simulated test was conducted to transmit the image of the patient loaded onto an ambulance to the advising doctor in the TFD' s command and control center.

By using two types of image transmission systems — a general-purpose system that transmits relatively smooth images and a dedicated system for emergency medical services which can transmit both vital data and frame-by-frame images, we compared their effectiveness in grasping the conditions of the patient.