

# Mobile ERのための隊員視点カメラと救急車内PTZカメラを併用した 伝送映像の生成

山崎 純一<sup>†</sup> 神原 誠之<sup>†</sup> 横矢 直和<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学 〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

E-mail: †{junichi-y,kanbara,yokoya}@is.naist.jp

あらまし 救急医療において救急隊は、医師の判断を受けながら的確な病院前処置を行うために、傷病者の詳細な情報を医療機関へ伝えることが要求される。そこで本学と生駒市消防本部が共同開発を行っている IKOMA119 プロジェクトでは、救急隊員から医師への情報伝達支援を目的として、移動体通信とウェアラブルコンピュータを用いた救急医療支援システム (Mobile ER) の開発を進めてきた。Mobile ER は、現場の救急隊員と医療機関の医師との間で動画像や心電などの医療情報を用いて患者の詳細な容態をリアルタイムで共有することで、救急隊員と医師の間でのコミュニケーションを支援し、高度な救急医療を実現してきた。本研究では既存のシステムを拡張し、Mobile ER において救急隊員の観察情報を集約するための傷病者情報データベースを構築する。本報告では、構築したデータベースを用いて救急隊員から複数の医療機関への情報発信に要した時間の短縮を目的とした、傷病者情報共有システムを提案する。

キーワード 救急医療, 動画像配信, ウェアラブルコンピュータ

## Generation of Transmission Image Using Wearable Camera and PTZ Camera for Mobile ER.

Junichi YAMAZAKI<sup>†</sup>, Masayuki KANBARA<sup>†</sup>, and Naokazu YOKOYA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Nara Institute of Science and Technology (NAIST) 8916-5 Takayama, Ikoma, Nara, 630-0192, Japan

E-mail: †{junichi-y,kanbara,yokoya}@is.naist.jp

**Abstract** In emergency medical service, rescue crew have to transmit the accurate medical information to doctors. IKOMA119 project which is joined by NAIST and Ikoma fire department had developed emergency medical support system (Mobile ER) which can help rescue crew by transferring patient's information to a doctor. In Mobile ER, doctors and rescue crew are sharing condition of patient. using medical information and real-time video transmission to support communication. In this paper, Mobile ER goals at shortening the time about information transfer to several hospital by rescue crew. We developed a prototype of a database that can be shared observed aggregate information by rescue crew with doctor in hospital.

**Key words** Emergency medical care, Video transmission, Wearable computer

### 1. はじめに

救急医療では傷病者を一刻も早く医療機関へ搬送することが救命率向上のために重要である。その実現には、救急医療では病院選定段階において受け入れ先医療機関を決定するまでの照会回数及び照会の特に情報伝達に要する時間の短縮が必要である。通常、病院照会は電話を用い、一回の照会に要する時間は3分程度と多くはないが、受け入れ先病院が決まるまでに照会を行う回数によっては搬送開始までに30分以上の時間を要す

る。このために、短時間での情報伝達が可能であることや、救急隊員が複数の医療機関と情報の共有ができることが救急搬送時間の短縮に大きな効果があると考えられる。

一方、救急隊は搬送先病院選定や病院前処置において医師の判断を仰ぐために、傷病者の詳細な情報を医療機関へ伝えることが要求される。従来一般的な救急医療では、救急隊と医療機関の情報共有は電話を用いた音声連絡が行われており、救急隊員が伝達基準や隊員の主観をもとに傷病者の状態を伝達し、医師が救急隊の音声を聞き取り紙面に書き写すという形で記録

されている．このような音声を用いた情報伝達は，救急隊が機器を用いた入力を行う必要がないために簡易な情報連絡には適しているが，医師が傷病者の詳細な容態を視覚的かつ客観的に確認できないこと，言い直し，聞き直しが頻発し情報伝達に時間を要するなどの問題がある．この問題に対して，音声に加えて動画像と医療機器から取得した心電などのバイタルデータを，インターネットや携帯電話回線を用いて救急車から医療機関へ伝送することで，救急隊と医療機関での視覚的な情報共有を可能とし，両者のコミュニケーションを支援するシステムが開発されている [1]～[3]．救急隊はこれらのシステムを用いて医師に画像やバイタルデータを提示することで，傷口や顔色，心拍の変化など音声で表現することが困難な情報を正確に伝達することが可能となった．しかし，車内に設置されたカメラや心電計などの機器を用いて自動で取得することのできない救急隊員の観察情報については，従来の音声を用いた伝達が行われている．そのため，伝達に要する時間は従来とほぼ変わらず，複数の医療機関に照会を行う場合には同じ情報を何度も繰り返し伝える必要があり，傷病者の観察情報を集約することはできなかった．

本研究では，我々が開発を進めてきた救急医療支援システム Mobile ER [1] をベースとして，複数医療機関での傷病者情報の閲覧が可能であり，救急隊員から効率的に追加・更新が行うことができる傷病者情報データベースの構築を目的とする．提案システムでは，救急車からインターネットを通じて接続可能なサーバに傷病者情報を保持することで，各医療機関の医師，及び救急隊による傷病者情報の共有を行う．これにより救急隊員は，データベースを更新することで，複数の医療機関に傷病者情報を提供できる．医療機関では，インターネットを介して傷病者情報を獲得し，一覧することが可能となるため，音声伝達に比べてより正確な情報を得る事ができ，記録も容易である．なお，救急隊員による情報の追加・修正は救急車内に設置されたタッチパネル上で行うことで，迅速な情報の更新が可能である．

以降，2. では本研究のベースとなる Mobile ER について述べ，3. で提案システムについて述べる．最後に 4. では本論文のまとめと今後の課題について述べる．

## 2. Mobile ER

Mobile ER [1] は，奈良先端科学技術大学院大学と生駒市消防本部のとの共同研究プロジェクトである IKOMA119 プロジェクトで開発を進めてきた救急医療支援システムである．救急医療における情報伝達，及び医師と救急隊員のコミュニケーション支援を目的として 2005 年度より開発を行っている．以降，2.1 では Mobile ER の概要について，2.2 では Mobile ER の問題点を述べる．

### 2.1 Mobile ER の概要

Mobile ER では，図 1 のように救急車，消防本部，医療機関の 3 拠点で通信を行う．消防本部は，本システムの拠点となり，救急車から送られてくる情報は一度この消防本部に集約されてから複数の病院へ送られる．救急車には Network Mobility(NEMO) [6] の機能を持つ Mobile Router(MR) が搭載さ

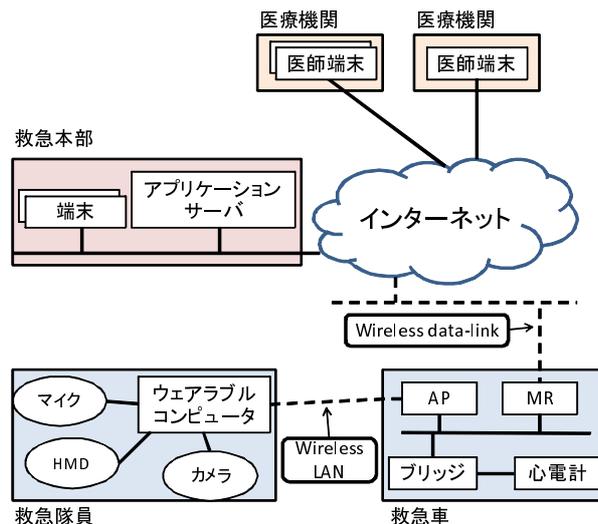


図 1 Mobile ER の想定環境と構成



(a) ウェアラブルコンピュータを装着した救急隊員



(b) HMDとウェアラブルカメラを装着した救急隊員

図 2 Mobile ER における救急隊員の外観

れており，アップリンクを適宜切り替えながらインターネットに接続している．救急隊員は図 2(a) のように WirelessLAN を通じてインターネットに接続されたウェアラブルコンピュータ [7] を装着し，接続されたゴーグルに取り付けられたカメラ (図 2(b)) で撮影した動画像，及びマイクで取得した音声を送出する．また，心電図等のバイタルデータもインターネットを通じて送られる．病院側では，図 3 のような web アプリケーションを用いて医師が救急車から送られてくる情報を参照しながら，救急隊員に適宜指示を出すとともに，患者の症状に合わせた受け入れ体勢を整える．

### 2.2 Mobile ER の問題点

#### 2.2.1 複数医療機関への情報伝達

Mobile ER は，救急隊員の装着した HMD に医師の指示を重畳した画像の表示，救急隊員の視点位置に設置したカメラによる視野の共有といった，医師と救急隊員の 1 対 1 の双方向コミュニケーションを想定して設計されている．昨年度の公開実験では Web ストリーミングアプリケーション [4] が開発され，動画像及びバイタルデータを複数拠点で共有することが可能となったが，音声は複数拠点との会話による混乱を防ぐために 1 拠点のみとの通信となる．そのため，音声通信を行っていない医師は，隊員の視点映像とバイタルデータから状況を把握する必要があり，全体の状況が把握しづらい．このような問題に対



図3 Mobile ERの医師用Webアプリケーションのスクリーンショット

して、画像や動画に注釈情報を重畳することで動画からより多くの情報が得られる拡張現実感技術に関する研究が行われている [8] ~ [10]。また、注釈情報をデータベースに保持しネットワーク共有することで、多くのユーザに最新の注釈を提供できるシステムが提案されている [11], [12]。これらの研究のように、動画に対する補足情報を救急隊員が容易に追加・更新することが可能であれば、複数の医療拠点への情報伝達においても、音声による伝達が必要なくなるために要する時間の短縮や情報の正確性が確保されることが考えられる。

また、救急医療で伝達すべき情報のうち、傷病者の性別や身長、既往症などの情報は音声よりも文字で伝送されたほうが記録の手間や確認のしやすさで優れている。また、皮膚色の変化や呼びかけに対する反応などは動画での確認が適しているが、外傷部位の創傷状況や事故状況などは確認のしやすさから静止画が適している場合が多い。このように救急隊から医療機関へ観察情報の伝達を正確かつ迅速に行うためには、救急活動の状況や伝達する情報の種類に応じて、提示する方法を適切に選択する必要がある。

そこで本研究では、傷病者情報を文字・静止画・動画などを組み合わせてデータベース上に保持することで、直観的に提示可能なマルチメディアでの情報共有を目指す。

### 2.2.2 画像の取得方法

Mobile ER では、画像の取得に図 2(b) のような救急隊員の装着するゴーグルの眉間部分に取り付けた隊員視点カメラを利用している。そのため救急隊の図 4(a) のように隊員の見たものを画像としてそのまま送れることができるため、医師は隊員と視点を共有しながら指示を出すことができる。しかし、図 4(b) のように救急隊員の移動や見まわしにより画像に揺れやブラーが発生し、動画を見た医師が不快感を感じたり、正確な診断が行えないといった問題があった。動画に発生する揺れやブラーをリアルタイムで取り除く研究が行われているが、本研究で想定するような回転や大きな移動に伴う動画に適用できる手法は存在しない。そこで本研究ではパン・チルト・ズーム (PTZ) カメラを併用することでこの問題の解決を図る。PTZ カメラは撮影位置が限定されることや救急隊員によるオクルー



(a) 患部を覗き込んでいる場合の撮影画像



(b) 視点の移動によりブラーが発生した画像

図4 隊員視点カメラの画像



(a) 傷病者を俯瞰した画像



(b) 患部をズームして撮影された画像

図5 パン・チルト・ズームカメラの画像

ジョンが発生しやすいという問題点はあるが、図 5(a) のような上部から俯瞰した画像やパン・チルト・ズームを制御することで図 5(b) のような患部の詳細な画像など、車内の広範囲を隊員の動きに影響を受けずに撮影することができる。また、遠隔地の医師やシステムからの制御が可能であり、医師が見たい場所へ手動で制御することや隊員や医師が注目したい点を自動で撮影するなどの利用が可能である。そこで本研究では、隊員視点カメラと PTZ カメラを併用し、取得したい画像や撮影状況に応じて自動、もしくは医師か救急隊員の選択によって切り替えることで、医師が要求する画像を提示できるようにする。

## 3. 傷病者情報データベースを用いた傷病者情報共有システム

### 3.1 傷病者情報共有システムの概要

提案システムは Mobile ER をベースとして、複数の医療機関へ情報を伝達する状況を対象とし、傷病者情報を救急隊員と複数の医療機関で共有するためのデータベースの構築を目的とする。図 6 にシステムの概要を示す。提案システムは、インターネットに接続可能な救急車、医療機関及び救急車から接続可能なサーバ、医療機関の端末で構成される。データベースへの情報の追加は、救急車内の入力用デバイスから行い、登録された傷病者情報から、システムは重症度や治療に要する専門性などを判断し、適切な医療機関を選択して受け入れ要請を送る。受け入れ要請を受けた医療機関の医師は、[4] の Web アプリケーションを用いてリアルタイム配信される動画とバイタルデータと共に、データベースの情報を注釈として、人体図や動画像

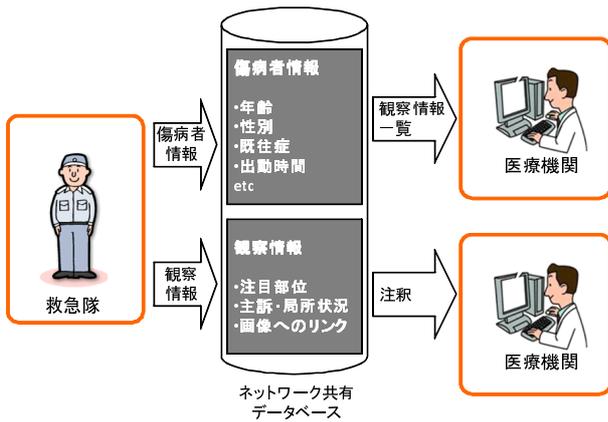


図 6 提案システムのご概念

と関連付けながら、Web ブラウザ上で一覧することができる。なお、本報告では提案システムを生駒市消防局所有の消防車内に構築している。

### 3.2 提案システムの機器構成

表 1 にシステムの機器の仕様を示す。救急隊員は WirelessLAN に接続可能なウェアラブル PC(Sony VAIO type u ,CPU:1.06GHz, メモリ:512MB) 及び隊員視点カメラ (自作) を装着しており、視点カメラで取得した画像は WLAN を通じて車内サーバ用 PC に送信される。なお、救急隊員は視点カメラで撮影した画像をビデオスルー型の小型表示デバイスを用いて見る事ができる。救急車内の機器の配置を図 7 に示す。車内には、車内サーバ用 PC に接続された PTZ カメラ (Logicool: Qcam Orbit AF) を後部の高さ 1.6m の地点に、壁面に入力用デバイス (Wacom: Cintiq12-WX) を設置した。

### 3.3 傷病者情報データベースの構成

傷病者情報データベースに格納される情報は、年齢や性別、既往症などの傷病者情報と、注目部位、主訴・局所状況、画像で構成される観察情報である。傷病者情報は一人の傷病者に対して一組が登録される。観察情報は傷病者の状態に応じて複数組が登録される。以下に観察情報の各データについて述べる。

(1) 注目部位：外傷や疾病による影響が表れている部位の

表 1 提案システムの機器構成

機器の種類	名称	仕様
ウェアラブル PC	Sony VAIO type U VGN-U X90PS	CPU: Intel Celeron M 1.06GHz メモリ: 512MB
隊員視点カメラ	自作	解像度: 640×480 フレームレート: 30fps
車内サーバ用 PC	Panasonic Let's note CF-Y7	CPU: Intel Core2 Duo 1.8GHz メモリ: 1.18GB
PTZ カメラ	Logicool Qcam Orbit AF	解像度: 800×600 フレームレート: 30fps
入力用デバイス	Wacom Cintiq12-WX	12.1 型液晶ディスプレイ 解像度: 1280×800

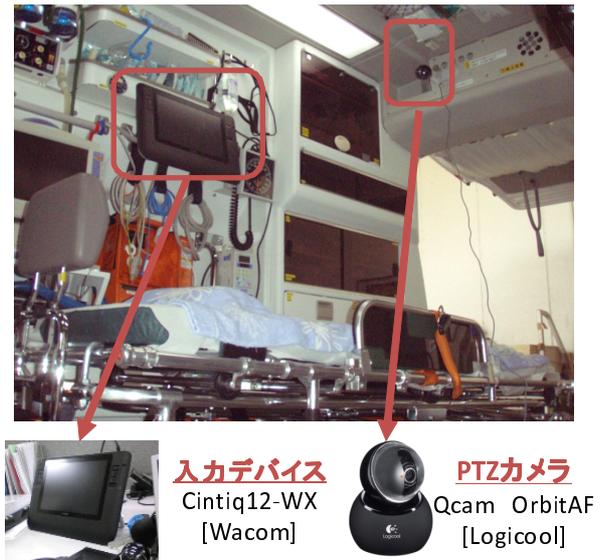


図 7 車内の外観

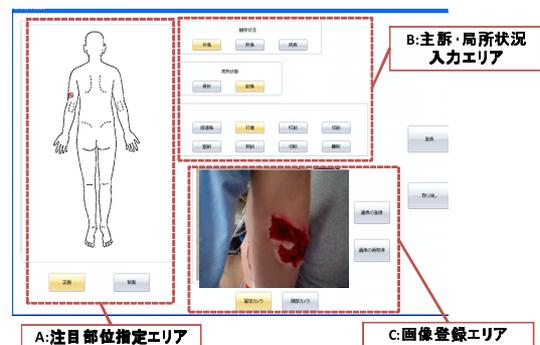


図 8 救急隊員による入力用のインタフェース

名称と、指定時に用いられる人体図上の x 軸, y 軸の座標が記録される。文字としての提示や注釈の 2 次元座標として利用される。

(2) 主訴・局所状況：注目部位に見られる症状についての詳細が記録される。注釈における文字情報として医師に提示される。

(3) 画像：注目部位、もしくは主訴・局所状況と関連する画像のファイル名が記録される。画像ファイルは PTZ カメラもしくは隊員視点カメラで撮影されたものである。

### 3.4 傷病者情報データベースへの登録

救急隊員は、車内に設置された入力用デバイス上に表示された図 8 の各フォームで傷病者情報の登録を行う。救急隊員は、タッチ操作のみで情報を登録することができ、入力内容を視覚的に確認できるため正確な情報伝達が可能となる。また、登録する項目を階層化することにより一度に表示される項目数と入力ステップを抑制し、迅速な入力を可能とした。本システムでは、性別や年齢などの傷病者情報を入力した後、観察情報を入力する。図 9 に観察情報の登録の流れを示す。以下に、救急隊員による情報登録の各手順について述べる。

(1) 注目部位の指定：注目部位の指定は図 8 の注目部位指定エリアにある人物図、及びボタンを用いて行う。救急隊員

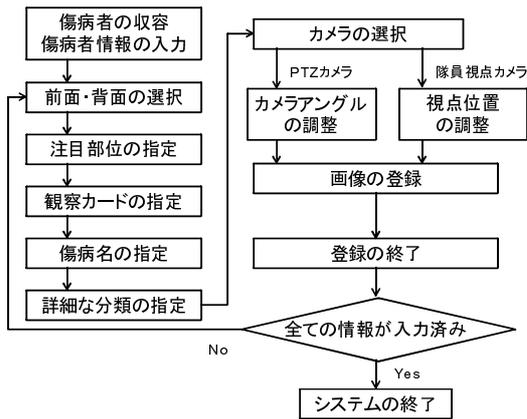


図 9 傷病者情報の登録手順

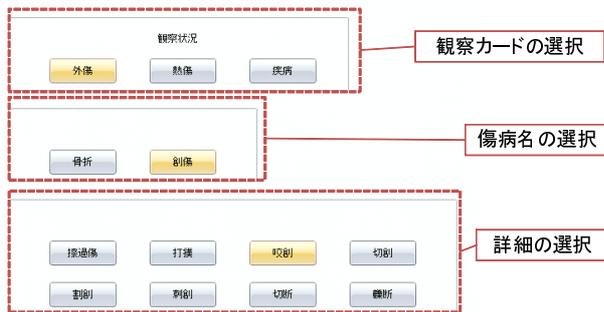


図 10 主訴・局所状況登録時の項目例



図 11 カメラ画像登録時の項目



図 12 提案システムを利用する救急隊員の様子

は、医師に注目して欲しい傷病者の部位に対応する人物図中の点に触れることで指定を行う。人物図は下部の前面・背面ボタンから、正面図と背面図を選択することができる。注目部位の指定が終わると、局所状況の登録が可能となる。

(2) 主訴・局所状況の選択: 局所状況は図 8 の主訴・局所状況入力エリアから該当する項目を選択することで登録される。入力エリアの拡大図を図 10 に示す。本システムでは、東京都の観察カードを参考に、傷病者の局所状況の項目を設定している。また、各項目は (I) カード名 (II) 傷病名 (III) 詳細と 3 段階に階層化した。項目の例を表 1 に示す。入力エリアには上位の階層で選択された項目の 1 階層下になる項目のみが表示される。そのため隊員は 3 回の入力で主訴・局所状況の指定が可能である。隊員は (a) 観察カード名、(b) 傷病名、(c) 詳細、と 3 項目を順番に選択することで、各項目が登録される。

(3) 画像の登録: 注目部位の指定は図 8 の画像登録エリア

にあるボタンを用いて行う。登録エリアの拡大図を図 11 に示す。初期の状態ではプレビューには注目部位の選択時に指定した場所が撮影されるようにパン・チルト・ズームが制御された PTZ カメラの映像が表示されている。救急隊員はプレビューを見ながら、PTZ カメラのパン・チルトの調整、もしくは隊員カメラへの切り替えを行う。PTZ カメラを選択している場合は、プレビュー上をクリックした位置が画像中心になるように、パン・チルトが制御される。最後に登録ボタンを押してプレビュー画面を保存する。隊員視点カメラを選択している際には、登録ボタンを押した 3 秒後に撮影が行われる。画面右上に 3 の数字が表示されると共に 1 秒ごとに数字が減少し、0 になったときにプレビューが保存されるので、それまでに隊員は視点位置の調節を行う。登録された画像を変更したい場合は、再登録ボタンを押すことで、再度同じ手順で画像を登録することができる。

### 3.5 傷病者情報の提示方法

本稿では、救急隊員が登録した傷病者情報を Web ブラウザでの一覧表示として利用する。ここでは、右手と右足に外傷のある傷病者を搬送している状況を想定して行った動作実験において救急隊員が登録した情報を用いた。救急隊員による登録の様子を図 12 に、救急隊員が登録した傷病者情報を表 3、観察情報を表 4 に示す。図 13 は、特定の URL にアクセスした際のスクリーンショットである。この URL 上では登録された情報を一覧できるように配置している。医師は観察情報が一覧できる図 13 とリアルタイムで傷病者の状態が確認可能な図 3 を用

表 2 主訴・局所状況の項目例

カード名	傷病名	詳細
外傷	骨折	脱臼
		変形
		開放
		雑音
		創傷
	創傷	切創
	刺創	
	割創	
	切断	

表 3 傷病者情報の登録例

性別	男
年齢	20代
意識レベル	2
既往症	無し
出場時間	09:53:01
現場到着時間	10:01:21

表 4 観察情報の登録例

注目部位	観察分類	傷病名	詳細	画像ファイル
右手	外傷	骨折	開放	100913100808
右足	外傷	創傷	割創	100913100938

いることで、インターネットにアクセス可能な環境であれば傷病者の概要及び処置の経過を確認できる。

#### 4. ま と め

本稿では救急医療支援システム Mobile ER をベースとして複数の医療機関へ傷病者の情報を伝達するために、傷病者データベースを構築し、隊員が入力した傷病者情報を共有するシステムを提案した。提案システムでは、救急隊員はタッチパネルを用いて注目部位の指定と観察カードに基づいた主訴・局所状況の項目を選択し、関連する画像を登録する。医療機関から特定の URL にアクセスすることでデータベース上の救急隊員が登録した傷病者情報を参照でき、傷病者の情報を文字・動画像・静止画などで一覧して閲覧することが可能であるため、効率よく情報を伝達することができる。このシステムでは、Web ブラウザが利用できる環境があれば情報を得られることから、病院照会時のような繰り返しの情報伝達が必要であった場面で有効活用できると考えられる。

また、Mobile ER における救急車内の画像を取得する手段として、従来の隊員視点カメラに加えて PTZ カメラを導入した。PTZ カメラを遠隔から医師が操作を行い、救急隊員の活動状況に依存しない車内の撮影が可能となった。

今後の課題として、医師に情報を提示する際にビューマネージメントを行い情報を見やすくするなどの工夫が求められる。また、PTZ カメラ映像中に発生するオクルージョンを回避するために、複数台のカメラを併用するなどの拡張が考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、実際の救急車を使つてのシステム構築、及び動作テストにご協力くださいました生駒市消防本部の関係各位に深謝いたします。

#### 文 献

- [1] K. Ishibashi, N. Morishima, M. Kanbara, H. Sunahara, and M. Imanishi: "Toward Ubiquitous Communication Platform for Emergency Medical Care," IEICE Trans. on Communications, Vol.E92-B, No.04, pp.1077-1085, 2009.

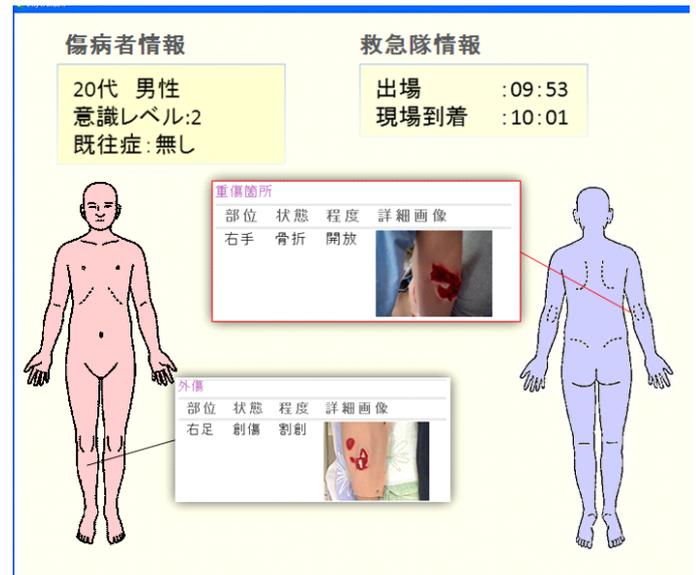


図 13 傷病者情報の Web ブラウザ上での提示例

- [2] 救急業務における ICT の活用に関する検討会: "平成 21 年度救急業務における ICT の活用に関する検討会 報告書", 総務省消防庁, 2010.
- [3] 救急業務における ICT の活用に関する検討会: "救急業務における ICT の活用に関する検討会 報告書", 総務省消防庁, 2009.
- [4] 高濱, 寺田, 岡本, 藤川, 砂原: "救急医療支援システムにおける Web ストリーミングアプリケーションの開発", マルチメディア・分散・協調とモバイル (DICOMO2010) シンポジウム論文集, pp. 889-894, 2010.
- [5] 東京消防庁: "東京都における「傷病者の搬送及び受入れに関する実施基準」について", 東京消防庁, <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/kk/syobyoy/syobyoy7.pdf>.
- [6] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert: "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol, "RFC 3963(Pro-posed Standard), 2005.
- [7] S. Mann: "Wearable Computing: A First Step Toward Personal Imaging," IEEE Computer, Vol.30, No.2, 2002.
- [8] R. Azuma: "A Survey of Augmented Reality," Presence, Vol. 6, No. 4, pp. 355-385, 1997.
- [9] M. Kanbara, T. Okuma, H. Takemura and N. Yokoya: "A Stereoscopic Video See-through Augmented Reality System Based on Real-time Vision-based Registration," Proc. IEEE Int. Conf. on Virtual Reality 2000, pp. 255-262, 2000.
- [10] S. Julier, M. Lanzagorta, Y. Baillet, L. Rosenblum, S. Feiner, T. Holler, and S. Sestito: "Information Filtering for Mobile Augmented Reality," Proc. IEEE/ACM 1st Int. Symp. on Augmented Reality, pp. 3-11, 2000.
- [11] 牧田, 神原, 横矢: "ネットワーク共有データベースとハイブリッド P2P を利用したウェアラブルシステムユーザへの注釈付け", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.13, No.2, pp.171-181, 2008.
- [12] D. Takada, T. Ogawa, K. Kiyokawa and H. Takemura: "Development of a Software Framework for a Networked Wearable Augmented Reality System," The First International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, pp. 206-215, 2007.