

広域災害医療情報を共有するための ITトリアージシステム(TRACY)の開発

沼田 宗純¹・秦 康範²・大原 美保³・目黒 公郎⁴

¹正会員 東京大学助教 生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)
E-mail: numa@iis.u-tokyo.ac.jp

²正会員 山梨大学准教授 大学院医学工学総合研究部 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)
E-mail: yhada@yamanashi.ac.jp

³正会員 東京大学准教授 生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)
E-mail: ohara@iis.u-tokyo.ac.jp

⁴正会員 東京大学教授 生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)
E-mail: meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

本研究では、災害医療情報をリアルタイムに収集し、医療機関・行政・住民等、地域全体で災害医療情報を共有するためのITトリアージシステムを開発した。

本システムを山梨大学医学部付属病院で行われた450名規模のトリアージ訓練において適用した結果、リアルタイムなトリアージレベル別の患者数の把握、各診療科の受診患者数の把握、容易なトリアージレベルの変更対応等、トリアージの高度化だけでなく、他病院、行政、住民を含めた地域全体で情報共有が可能となり、迅速な転院対応や住民からの問い合わせ対応が可能であることが確認できた。

Key Words : triage, disaster medical care, information sharing, base disaster hospital

1. はじめに

災害医療とは、事故や災害の規模にかかわらず、傷病者が医療資源を上回る状況で行う医療である。災害医療は、トリアージ (Triage)、搬送 (Transport) そして治療 (Treatment) からなる。災害や事故が発生した場合の医療機関の対応は、限られた医療資源で最大の効果を発揮することであり、これを実現するためには、予測される最大数の患者と状況から、全体として最良の医療を提供することである。院内における対応は、収容能力の把握と病床確保、トリアージの実施、傷病者の来院状況の把握、傷病者の退院・搬送状況の把握、最適な医療スタッフ、物資の分配等であり、トリアージの高度化が求められる。他方、院外に対する対応は、災害対策本部を設置し行政や他医療機関との連絡・情報収集、傷病者および傷病者の家族対応、マスコミ対応等があり、地域全体として広域的な情報共有が求められる。

トリアージの高度化については、院内でリアルタイムに傷病者の来院状況や退院・搬送状況などの患者情報をデジタル形式で取得する必要がある¹⁾²⁾。このデジタル化の試みの一つに、デジタルペンを使ったトリアージの

電子化という研究がある³⁾。しかし、患者情報をデジタル化する点に特徴があるが、時々刻々と変化する患者の情報をリアルタイムに管理することは難しい。また、トリアージタグに RFID タグを用いて、モバイルネットワーク機器により RFID タグへの情報の記入・収集システムが開発されている⁴⁾。これはトリアージタグに入力した情報をネットワークを通じて集約することが可能であるが、モバイル機器を通じて入力するものであり、トリアージレベルの変更があった場合に上書きする必要があるため、変更管理が煩雑になる。また、患者が各診療科に移動した場合等の動線の確認ができない。

広域情報の共有については、医療機関が被害を受けたかどうか、被災地から遠隔地かにより対応は異なる。被災地から遠隔地の医療機関は、救護班の編成・派遣と傷病者収容が義務となるが、計画された行動が可能であるため、日常の救急医療体制の延長となる。一方、被災地内の医療機関では、自己の診療能力をはるかに超える多数の傷病者を診療しなければならず、災害救急体制を敷く必要がある。1995年の兵庫県南部地震の災害医療についての実態調査によると、県内の被災地の10市10町内にある182病院では、病院建築物の被害がないあるいは

は軽微なのは、わずかに 39%であり、61%がかなりの補修を必要とする被害だった⁹⁾。また、給水、電力などのライフラインの被害が手術室、レントゲン室、人工透析装置、CT スキャン装置などの医療装置の使用不能を引き起こし、被災地内の医療機関は軽症の負傷者には対応可能であったが、緊急手術を要する重症負傷者には十分に対応できる状況ではなかった。そのため、機能が低下した医療施設では、その医療施設で治療を完結することは難しいため、正常に機能している被災地外の医療機関へ転送させることが必要になる。受け入れる側の医療機関は、限られた医療資源を有効に使い、多数の傷病者の対応に当たらなければならない。従って、災害拠点病院と補間病院等の医療機関だけでなく、行政も含めて災害医療情報を共有し、地域全体として最適な行動を取る必要がある。また、医療機関が医療行為に集中できるように住民からの問い合わせ対応をできる限り最小限にするためにも、住民とも情報を共有することが求められる。情報共有に関しては、医療情報の共有・一元化を目的として広域災害・救急医療情報システムの構築が始まり、一部稼働している⁹⁾。これらのシステムでは、情報の入力は各医療機関が行うことになり、時々刻々と変わる医療情報に対応できるかが課題である。

本研究の目的は、災害医療情報をリアルタイムに収集し、医療機関・行政・住民等、地域全体で災害医療情報を共有するためのトリアージシステムを開発すること、そして、過去 10 年間に及ぶトリアージ訓練の実績を有する山梨大学医学部付属病院で実施された 450 名の大規模なトリアージ訓練の現場で本システムの有効性と実用性を検証することである。

本システムを用いることで、リアルタイムにトリアージレベル別の患者数の把握、各診療科の受診患者数の把握、トリアージレベルの変更対応が容易になる等、トリアージの高度化だけでなく、複数の病院、行政、住民を含めた地域全体で情報共有が可能となり、迅速な転院対応や住民からの問い合わせ対応も可能となる。

2. 従来のトリアージと課題

山梨大学医学部付属病院で毎年行われているトリアージ訓練から、トリアージの流れと課題を整理した。

(1) トリアージの概要

訓練は、被災地から患者が病院に搬送され、病院での対応を対象としている。トリアージは、トリアージオフィサー、ナース、事務員の 3 名チームで構成され、病院の正面玄関前で行われる。その後、トリアージ結果に基づいて軽症ゾーン（緑）、中等症ゾーン（黄）、重症ゾ

ーン（赤）、死亡ゾーン（黒）の各ゾーンへと患者の搬送が行われる。

以下にトリアージ訓練における業務の概要を示す。

a) トリアージタグの記入とトリアージレベルの判断

トリアージオフィサーは、患者の氏名・住所等の個人情報情報をトリアージタグに記入し、意識・呼吸と患者の状態からトリアージレベルを判断し、トリアージタグにその内容を記入する。トリアージオフィサーは、複写式になっているトリアージタグの一枚目を切り取り、事務員に渡す。

b) 患者搬送と治療

トリアージが終わると、トリアージオフィサーは、搬送係を呼んで、搬送係が患者を各トリアージゾーンに搬送する。このとき、患者にトリアージタグとカルテを渡し、各ゾーンへ移動する。そして、患者は治療が終了すると、退院する。

c) 患者情報のリスト作成

トリアージタグは複写式になっており、軽症（緑）、中等症（黄）、重症（赤）、死亡（黒）の各エリアでは複写用紙をかごに入れて集め、随時、災害対策本部に渡す。災害対策本部では、これらの患者情報を手書きでリストに転載し、搬送人数の把握や連絡、家族への問い合わせ対応などに活用する。

複写式用紙の受け渡しは、災害ボランティアが行い、各エリアでもホワイトボードに患者情報を整理する。

d) 家族対応

患者の家族からの問い合わせは、玄関内のホワイトボードに患者の氏名等の個人情報を書き出されているため、そこから該当する患者を探し出し対応する。

(2) トリアージの課題

トリアージ訓練から以下のような課題が得られた。

a) 災害対策本部と他医療機関との情報共有

傷病者の来院状況と収容能力との関係から、他病院への転院などの判断が必要であるが、広域的に情報を共有してないため、患者の転院や受け入れ計画が立てられない。

b) 災害対策本部と行政・住民との情報共有

災害対策本部に家族からの問い合わせ窓口が設置された。災害対策本部が複写用紙から作成した手書きの患者リストを見ながら、「患者が今どのゾーンに収容されているか」を家族に回答する。この際、手書きリスト作成に時間がかかっているため、即座の回答が難しい、搬送患者数が膨大な数にのぼった状況では検索が難しい、病院の窓口へ直接来ないと問い合わせることが難しい、などの課題が見られた。

また、患者の問い合わせを行う家族側の視点からは、家族がどの病院に搬送されたかはわからないため、可能

性のある病院に一軒ずつ連絡を取るか、訪問するか、行政に問い合わせる必要がある。行政としても、患者情報を取得するためには、家族と同様に一軒ずつ病院に連絡を取る必要があり、双方にとって非効率な状況である。

c) 情報のリアルタイム性

各エリアから災害対策本部に複写用紙を渡す際には、複写用紙をかごに集め、一定量が溜まってから災害ボランティアが運ぶため、災害対策本部に受け渡されるまでの間に一定の時間がかかる。

また、災害対策本部では複写用紙を一枚ずつみながら手書きリストを作成するため、さらに記入に時間がかかる。さらに、トリアージレベルの変更があった場合にも手書きで変更情報をトリアージタグに記入し、変更情報を災害対策本部等に連絡し、情報の更新が必要になり、変更対応が煩雑である。このように、リアルタイムに患者数が把握できないため、医療スタッフの適切な配置等の判断ができない状況である。

d) 転記作業の重複

患者の個人情報を管理するために、i)トリアージエリア、ii)トリアージ後の各エリアでそれぞれにホワイトボードに書き出し、更に、iii)災害対策本部でもその情報を手書きリストに記入しており、患者情報の収集作業に重複が見られた。

3. ITトリアージシステム (TRACY) の開発

トリアージ訓練で観察された情報の流れと課題を踏まえて、IT トリアージシステム (TRACY, トレイシーと呼ぶ) を構築した。システム構築を行うに当たり、山梨大学医学部の医師・看護師にシステムに求められる機能をヒアリングし、数回の打ち合わせを経て、TRACY を開発した。ここでは、ヒアリングと打ち合わせの中で議論した主な内容と過程を説明し、開発したシステムの概要を述べる。

(1) トリアージシステムに求める枠組み

トリアージシステムを構築する上での大きな枠組みとして、「①患者の位置やトリアージレベル等、患者の状況をリアルタイムに把握できること、②広域搬送を考慮し、地域全体で患者情報を共有できる仕組みであること」の2点について、山梨大学医学部から要望を受けた。また、従来の紙を使ったトリアージタグの利点として、患者が常に身に付けているため、患者を見たときに直ぐに氏名、年齢等の個人情報とトリアージレベルを確認できることから、本システムは従来の紙を使ったトリアージタグと併用して用いるものとした。

(2) トリアージレベルの変更管理

現状の「紙」を使ったトリアージでは、患者のトリアージレベルの変更がある場合、トリアージタグに付いている「切り取り式のレベル表示」を切り取る。そして、災害対策本部等に変更情報を連絡する。

従来のトリアージタグと本システムの併用を前提に議論した結果、患者のトリアージレベルの変更を、リアルタイムに自動で反映できる機能を開発することに至った。そこで、著者らは、トリアージレベルの変更があった場合、患者は変更先のトリアージエリアに移動するため、変更先のトリアージエリアで変更を記録し、患者が移動したことの確認も同時に行う仕組みを考えた。この仕組みであれば、変更後のトリアージエリアに移動すれば、自動でトリアージレベルが変更されるため、変更のための特別な作業を発生させない利点がある。

(3) 家族やマスコミからの問い合わせ対応

家族やマスコミからの問い合わせ対応に迅速に答えるためには患者のリアルタイムな情報の取得が求められた。そのため、取得した患者情報から「氏名、生年月日等で検索できるようにしたい」と要望を受けた。そこで著者らは、取得した患者の一覧画面に検索機能を付け、問い合わせに迅速に答えられるようにした。

(4) 広域搬送における患者情報の共有

広域搬送については、他病院が受け入れている患者情報を把握し、搬送の可否を判断できるような情報を病院間で共有することが必要であると議論した。将来的には、複数の病院で同時にトリアージ訓練を実施し、病院間の患者搬送の可否を判断できるような情報共有体制を検証することを想定した。今回のシステム開発の段階では、単一病院におけるトリアージ訓練に焦点を絞り、システム上は「転院先」を入力できるようにし、患者の転院先を共有できる機能を付けることとした。

(5) 使用機材の選定

使用する機材を選定する上で以下の3点に注意した。①日常的に使ってるものでないと災害時に使えないため、非日常的なものは使わない、また、②広域的な情報共有を考えた場合同じ機材を全ての病院が導入することが必要となるため、現実的な普及を考え高価な機材は使わない、さらに、③操作が複雑で特別なトレーニングが必要なものは使わない。

まず、無線ハンディタイプの UHF 帯 IC タグリーダーを使い、IC タグに患者情報の書き込みまでを行うことを検討した。しかし、医療スタッフが IC タグ内の患者情報を確認するためには、特殊な機材が必要となるため、複数の拠点に置くとコストが高くなることから使

用には至らなかった。従って、IC タグや IC カードには患者情報の書き込みは行わず、情報はサーバーで一括管理する方針に至った。

次に、患者 ID をどのように認識するかを議論し、IC タグ、バーコード、FeliCa の 3 点を検討した。

IC タグについては、IC タグリーダーに書き込み機能がない機種であっても高価であるため採用には至らなかった。

バーコードについては、バーコードリーダーの読み取り精度、バーコードをどのように事前に準備するのか、バーコードリーダーを複数の拠点に置いた場合のコストの問題、等を議論した結果、現実的な普及は難しいとの判断に至った。

FeliCa については、FeliCa リーダーは USB 対応型であれば低価格で購入でき、これを接続するパソコンは平时に病院が使っているものを災害時に活用すればよいのではないかと議論した。また、FeliCa カードについては、定期券、学生証、電子マネーなど平时に使っている方も多く、最近では携帯電話にも FeliCa 機能が付いている機種があり、日常的に使っている FeliCa カードを災害時にも活用できるのではないかと議論した。操作については、「カードをかざす」だけであるため、簡単であり、今後の普及が拡大される可能性が高い。以上の議論から、本システムの構成機器として FeliCa を用いることとした。

(6) トリアージシステム「TRACY」の概要

本システムの構成機器を表-1 に示す。FeliCa はソニーが開発した技術であり、交通機関の料金徴収、電子マネー分野、携帯電話の内蔵など現在様々なサービスに普及している⁷⁾。日常的に普及している FeliCa を用いたトリアージシステムを構築することで、以下の 3 点について利点がある。まず、i) 定期券や携帯電話など、日常的に住民が使っている各自の FeliCa を災害時に使うことが可能である。この場合、災害前に、氏名、年齢程度のセキュリティ上問題にならない範囲の情報を FeliCa に入力しておく、医療機関が氏名を聞く必要もなく、喋れない患者の氏名なども読み取ることができる。次に、ii) 災害時に個人が保有している FeliCa を用いた災害医療が実施できるため、FeliCa を持たない患者に対し FeliCa カードを準備しておけばよく、予測できない膨大な全ての患者に対する事前準備の量が少なくなる。さらに、iii) FeliCa は固有の製造番号を読み取ることが容易であり、これを患者 ID として、病院、救急診療所、避難所等の各機関が共有することで、地域全体として患者情報の一元管理が可能となるため、転院情報等の共有・管理が容易になる。

図-1 に本システムの概要を示す。軽症・中等症・重

表-1 IT トリアージシステムの構成機器

機器名	概要	利用場所
FeliCa カード	患者の ID 管理	トリアージタグにセット
FeliCa リーダー	FeliCa カードを通過処理 PC に接続し、FeliCa カードの ID を読取る	各診療科の出入口
通過処理 PC	・通過処理画面から通過情報の取得 ・患者の一覧画面から、患者の入院病棟や転院先を入力	各ゾーン、各診療科の出入口
院内サーバ	患者情報の一元収集	院内災害対策本部
情報共有サーバ	複数の医療機関の情報を一元収集	行政

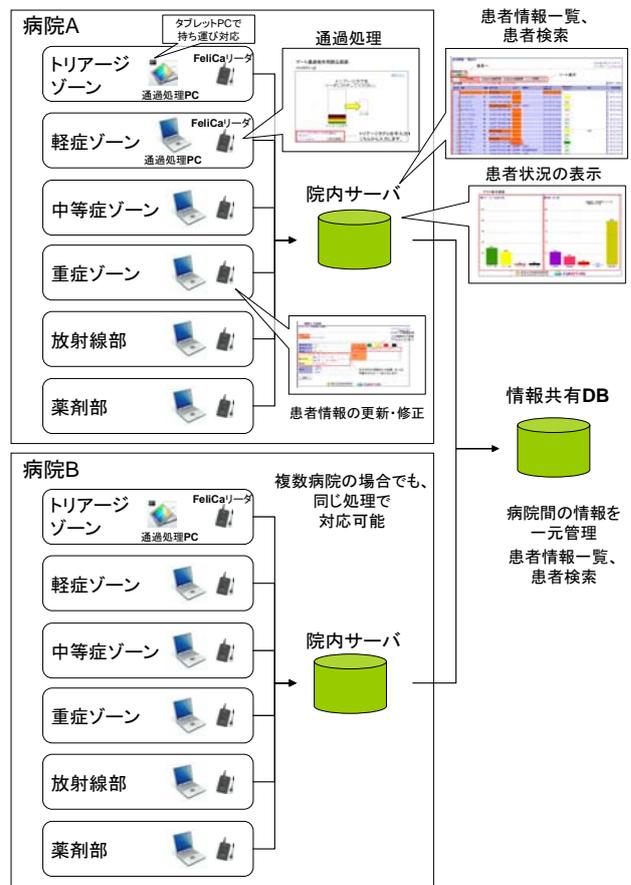


図-1 トリアージシステム (TRACY) の概要

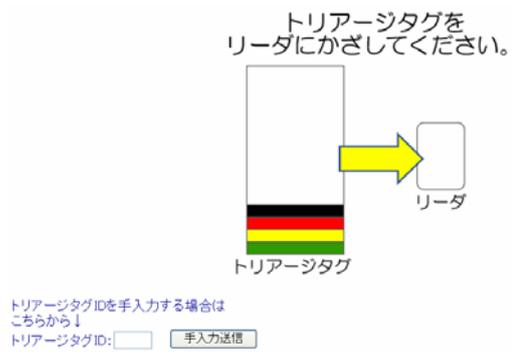


図-2 通過処理

患者ID	氏名	性別	生年月日	エリア	最新トリアージレベル	トリアージの詳細情報
1	アインワウ アスト	女	1985年06月25日(08歳)	山形県内 中央市	2010-05-17 17:51	トリアージレベル: 緑
2	アインワウ アスト	男	1905年12月10日(47歳)	山形県内 宇都宮市	2010-05-17 17:51	トリアージレベル: 赤
3	ヤマシタ ケンイチ	男	1977年10月30日(29歳)	山形県内 東アルブツ南	2010-05-09 18:17	トリアージレベル: 黄

図-3 患者一覧情報

患者情報入力画面

トリアージレベル: 緑

トリアージ実施時刻: 2010年05月17日 AM 17:51

コメント

図-4 情報入力, 修正画面

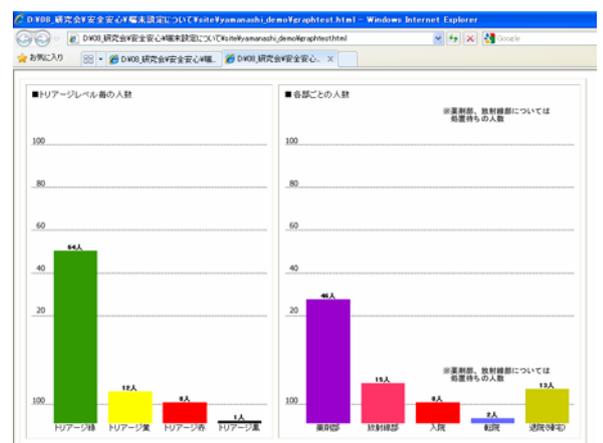


図-5 患者情報表示画面

症などの各ゾーンと放射線部・薬剤部などの各診療科には、通過処理 PC と FeliCa リーダを設置する。各ゾーンの出入口に設置された通過処理 PC は、図-2 に示すように、通過処理画面が表示されており、FeliCa リーダで FeliCa カードを読むと、患者 ID、通過処理が行われたゾーン情報と時刻がデータベースに記録される。従って、症状が悪化し、例えば、トリアージレベルが軽症から中等症に変更になった場合でも中等症ゾーンで通過処理をすることで、自動的にトリアージレベルの変更が反映される。これは症状が改善した場合も同様である。また、中等症と重症ゾーンに関しては、多くの患者が入院棟へ移動するか、転院することになるため、患者情報一覧

(図-3) から個人情報の修正画面を表示し、入院先病棟名や転院を入力できるようにしている (図-4)。

(7) 入力項目の内容

本システムで扱う情報として、医療情報 (診察結果等) と個人情報 (氏名、性別、生年月日等) の2つを議論した。医療情報については、一元的に管理することが求められ、現状ではカルテを使い医療情報を管理しているため、医療情報については本システムでは扱わない方がよいとの結論に至った。また、個人情報の取り扱いについては、患者の取り間違いなど、医療ミスに繋がる可能性があり、患者の本人確認の重要性が指摘された。そこで個人情報の取り扱いについては、本システムを使い、氏名、性別等の個人情報をトリアージタグを確認しながら入力することで合意した。個人情報の入力項目は、氏名、生年月日、年齢、住所、さらに、自由記入用の備考欄とした。備考欄の使用例としては、氏名や生年月日等の個人情報を喋ることができない重症者の外観上の特徴を記入して、個人を特定できるようにする。

また、入力担当者については、病院スタッフを想定し分かり易いインターフェースになるように工夫した。

(8) 災対本部での患者情報の可視化

災害対策本部と医療スタッフの配置を指揮する前線本部は、現状の受け入れ傷病者数、トリアージレベル別の患者数、さらに各診療科の受診患者数をリアルタイムに把握し、スタッフの配置等に対し適切な対応を取ることが求められる。前線本部のリーダーの医師からリアルタイムにトリアージレベル別の患者数の表示、患者一覧表の表示と修正をできるようにしたいと要望を受けた。そこで著者らは、トリアージレベル別の患者数を棒グラフで表示し、5秒間隔で自動で更新するようにし (図-5)、患者一覧表の表示と修正については、患者 ID にアクセスすると修正画面を立ち上げるようにした。

(9) システムの準備

システムを導入する上で、事前準備を極力最小化し、災害時に迅速にシステムを立ち上げる必要があることを議論した。そこで、本システムは、事前のインストール作業を不要とし、使用するPCの機種に依存しない環境で運用できるようにするため、WEBブラウザで利用可能なCGI (Common Gateway Interface) を用いた。CGIはWWWサーバ上で実行されるため、パソコンの機種やOS、ブラウザなどに依存しないため、通過処理PCのブラウザからのアクセスによってサーバ内でCGIプログラムが実行され、その結果がブラウザへ返されるという仕組みとしている。

地域全体の情報を一元管理するための情報共有データ

ベース (DB) については、DaRuMa (Database for Rescue Utility Management) との連携を行った⁸⁹⁾。これは、災害時の情報共有のために、防災に関わる情報システムを互いに有効に連携するためのアーキテクチャであり、複数の情報システム間でのネットワーク構造、情報共有のためのプロトコルおよび災害情報のデータ構造の表現法を規定しており、既存システムを柔軟に接続する事ができるシステムである。DaRuMa の特徴は、MySQL(オープンソースソフトウェアのデータベース管理システム)を用いており大規模データを安定的かつ高速に検索・操作でき、また、マルチプラットフォームでの動作が可能で、さらに、ノート PC 等でも動作が可能であるため、災害時の地域全体の大規模なデータを安定的に管理できる。

以上のように、FeliCaを用いて患者情報をリアルタイムにデータ化することで、患者動線の追跡等のトリアージの高度化が図られるだけでなく、他病院への搬送情報、迅速な家族・マスコミからの問い合わせ対応、行政との情報連携等の地域全体での情報共有も可能となる。

4. 山梨大学医学部付属病院のトリアージ訓練でのシステムの検証

山梨大学医学部付属病院では、2001年から毎年、トリアージ訓練を実施しており十分な経験が蓄積されている。第10回目となる2010年のトリアージ訓練において本システムを適用し、有効性と実用性を検証した。なお、山梨大学医学部付属病院は、基幹災害拠点病院の補完機関として基幹災害支援病院に位置づけられている(表-2)¹⁰⁾。表-2の病床数は著者が追記した。

(1) トリアージ訓練概要

訓練には医師48名、技師等21名、看護部48名、事務47名、患者役145名、そして、サポートスタッフの約450名が参加した。参加者は、院内の職員だけではなく、院外からも、消防署、山梨県庁、甲府市、中央市、住民、さらに外部のナースも参加した。

訓練の想定災害規模は、病院自体の損壊はあるが、ライフラインはほぼ正常である程度の医療活動が可能であり、入院患者の安全と誘導を第一に、可能な範囲で業務を継続できる状況である。

今回の訓練の目的は、山梨県内で起こりうる大規模地震を想定し、災害発生時に病院職員が、的確に安全確保を行い、傷病者の受け入れ、トリアージの実施、治療に対応できることである。訓練のテーマを「IT トリアージ ユビキタスの可能性を探る」とし、患者情報をリアルタイムに共有し、本システムが実効性のある仕組みか否かを検証した。

表-2 山梨県災害拠点病院等医療機関

区分	病院名等	住所	病床数
基幹災害拠点病院	県立中央病院	甲府市富士見	691
基幹災害支援病院	山梨大学医学部付属病院	中央市下河東	600
	山梨赤十字病院	南都留郡富士河口湖	272
富士・東部災害拠点病院	富士吉田市立病院	富士吉田市上吉田	304
	大月市立中央病院	大月市大月町花咲	230
富士・東部災害支援病院・民間病院等	上野原市立病院	上野原市上野原	150
	都留市立病院	都留市つる	140
	回生堂病院	都留市四日市場	276
	三生会病院	上野原市上野原	260
	カブノ門外科リハビリテーション病院	都留市四日市	74

訓練の概要は、以下のものである。

- ・午前9時、県南西部を震源とした大規模地震が発生し、県南西部を中心に家屋の倒壊、火災、交通事故等により多数の傷病者が発生した。
- ・当直職員は、病院建物の被災状況を確認し、責任病棟の安全を確保する。
- ・医学部キャンパス災害対策マニュアルに基づき、災害対策本部の設置、職員の招集および各班への連絡等を行い、各部署のリーダーの指示に従い、速やかに、病床者の受け入れ準備を行う。
- ・続々と来院する患者に対し、病院玄関においてトリアージを行い、各治療ゾーンに誘導する。
- ・症状に応じ、帰宅、入院または転院の指示を出す。

(2) システムの設置概要

表-3に本訓練で使用した機器を示す。PCは、トリアージェリア、各トリアージゾーン、各診療科、そして各本部機能に設置した。図-6に放射線部に設置した、PCとFeliCaリーダーを示す。また、FeliCaカードはトリアージタグの裏面に接着し、トリアージタグとFeliCaカードを一体として管理した。FeliCaのリーダーとして、PCとの接続が簡単であることからUSBに対応しているFeliCaポートパソリ(RC-S320)を使用した。

今回の訓練では、FeliCaカードには氏名や生年月日等の個人情報が入力されておらず、病院側でそれらを入力する状況を想定した。個人情報をどのタイミングで誰が入力するのがポイントであり、今回の訓練では上流工程で個人情報を入力し、早い段階でデータベースに取り込むことで、迅速に家族からの問い合わせに対応できるようにした。トリアージを行う医師、ナース、事務員とは別に、情報入力を専門とする入力担当を配置することで、個人情報やトリアージ結果の入力途中で次の患者のトリアージに移動できない問題を解決した。また、入力担当の人数に比べ患者数が多い場合への対処法として、

表-3 機器設置一覧表

PC設置箇所	PCタイプ (台数)	FeliCa リーダー(台数)	システム処理画面
トリアージエリア	タブレット(4)	○(4)	通過処理
入力デスク	ノート(4)	-	一覧画面
緑ゾーン入口	タブレット(2)	○(2)	通過処理
緑ゾーンエリア	ノート(1)	-	患者一覧表
緑ゾーン出口	タブレット(1)	○(1)	通過処理
黄ゾーン入口	タブレット(1)	○(1)	通過処理
黄ゾーン出口	ノート(1)	-	患者一覧表
赤ゾーン入口	タブレット(1)	○(1)	通過処理
赤ゾーン出口	ノート(1)	-	患者一覧表
黒ゾーン	ノート(1)	-	患者一覧表
薬剤部入口	タブレット(1)	○(1)	通過処理
薬剤部出口	タブレット(1)	○(1)	通過処理
検査部入口	ノート(1)	○(1)	通過処理
放射線部入口	タブレット(1)	○(1)	通過処理
放射線部出口	タブレット(1)	○(1)	通過処理
前線本部	ノート(2)	-	患者一覧表
災対本部	ノート(2)	-	患者一覧表
家族対応	ノート(2)	-	患者一覧表
行政	ノート(2)	-	患者一覧表
住民	ノート(2)	-	患者一覧表



図-6 放射線部のタブレットPCとFeliCaリーダー

入力作業が完全に終了していなくても、作業の途中で「一次登録」し、各トリアージエリアや本部でも内容の修正、変更が可能ないようにした。

トリアージエリアは、トリアージオフィサー、ナース、事務員の3名でチームを構成し、全4チームが編成された。トリアージオフィサーとナースは従来通りのトリアージを実施する。事務員は、トリアージタグに加え、タブレットPCとFeliCaリーダーを携帯し、トリアージオフィサーがトリアージを開始するときに、トリアージタグに貼り付けられたFeliCaカードを読み込み、トリアージオフィサーに渡す。このとき、患者IDがデータベースに反映される。この段階ではデータベースには、患者IDのみが反映された状態となる。

次に、トリアージオフィサーがトリアージを終えると、事務員は、複写式のトリアージタグの一枚目を入力デス

クに渡す。入力デスクでは、それから氏名、生年月日、年齢、住所、備考欄に内容を入力する。

他方、トリアージを終えた患者は、各ゾーンに搬送され、各ゾーンの入り口にあるFeliCaリーダーで読むことで、その時刻と最新のトリアージレベルが自動でデータベースに取り込まれる。なお、各FeliCaリーダーには個別に設置ゾーンや診療科の属性を与え、FeliCaカードを読むことで自動的にその場所と時刻の情報を取り込めるようにした。従って、トリアージレベルの変更があった場合でも、変更先で通常の通過処理を行うことで、自動的に変更後のトリアージレベルが反映される。

(3) データ分析結果

a) 患者の時刻暦変化

図-7は、縦軸に患者、横軸に時刻を取り、各患者のトリアージレベルの時刻暦を示したタイムチャートである。この図から、時刻暦の各患者のトリアージレベルを把握できるため、トリアージを受けてから退院するまでの一連の患者のトリアージレベルを確認することができる。トリアージレベルの変化も読み取ることができる。

図-8は、図-7と同様に、縦軸に患者、横軸に時刻を取り、各患者が放射線部、薬剤部、検査部に掛かった時刻暦を示したタイムチャートである。放射線部であれば、各患者が放射線部にいる時間を示し、今回の訓練では最大14分であった。

図-9は、各トリアージレベルの時刻暦の患者数を示したものである。緑ゾーンでは、訓練開始から増加し続け10時12分に50名が緑ゾーンにいる状況となった。その後10時17分まで一時減少傾向を示し、その後再び増加に転じ、10時24分にはピークの58名に達した。黄色ゾーンでは、10時21分まで増加し、その後、25名に達してからはほぼ一定値となっている。赤ゾーンは、9時43分に最初の患者を受け入れ、9時53分には5名の患者の治療にあたっている。黒ゾーンは、10時3分に最初の患者を受け入れ、10時21分に3名になっている。

同様に、図-10は、放射線部、薬剤部、検査部における時刻暦の患者数を示したものである。放射線部では、10時9分に9名もの患者を受け入れていることがわかる。また、薬剤部は10時3分に2名の患者を受け入れているものの、目だった患者の集中は見られない。検査部も9時54分に1名の患者を受け入れているが、目だった患者の集中は見られない。

b) トリアージレベルの変更対応

トリアージレベルの変更は、全20名であり、緑から黄色が8名、緑から赤が1名、逆に、赤から黄色が5名、黄色から緑が5名となり、赤から緑が1名であった(図-11)。今回の訓練では、オーバートリアージを意識したものであったため、その影響がトリアージレベルの変

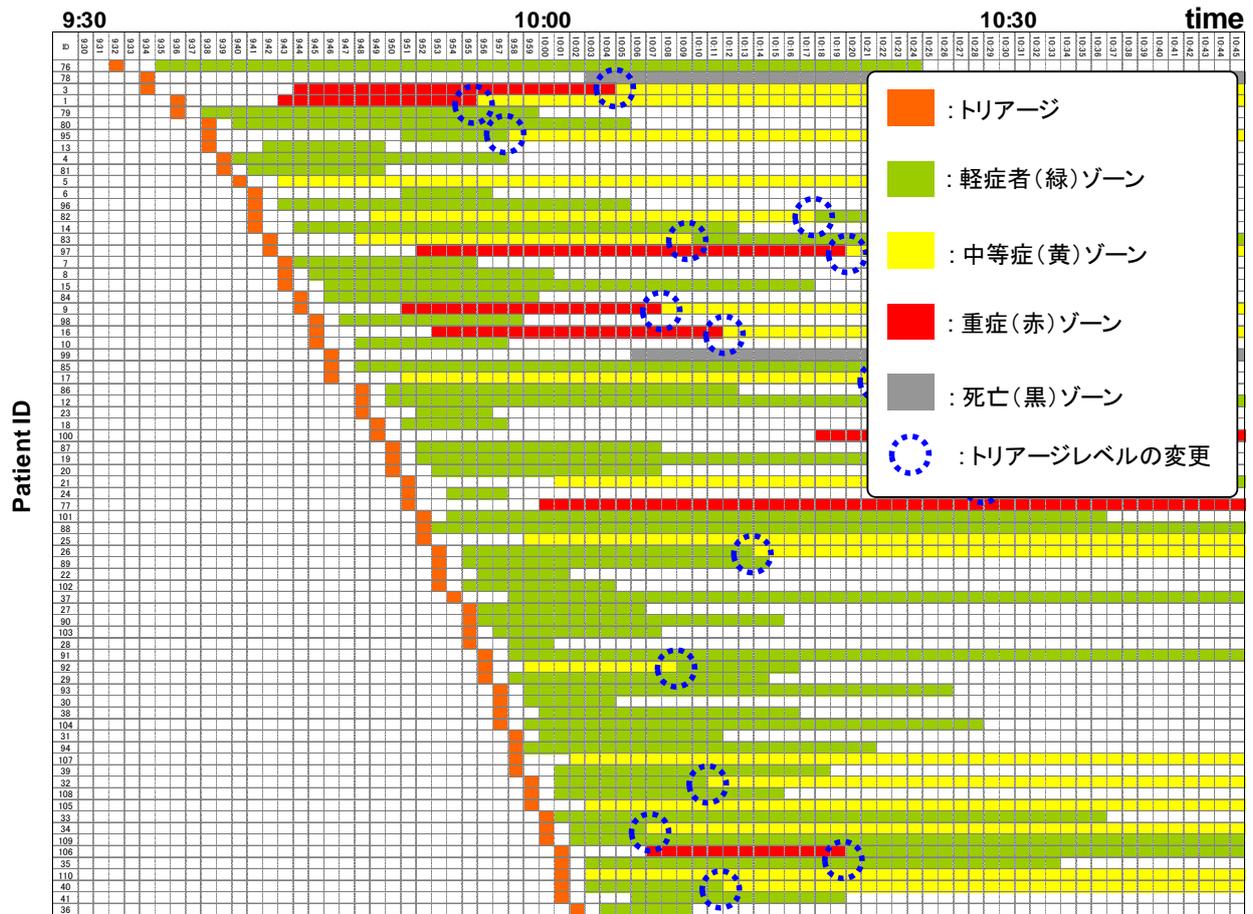


図-7 患者のトリアージレベルの時刻暦

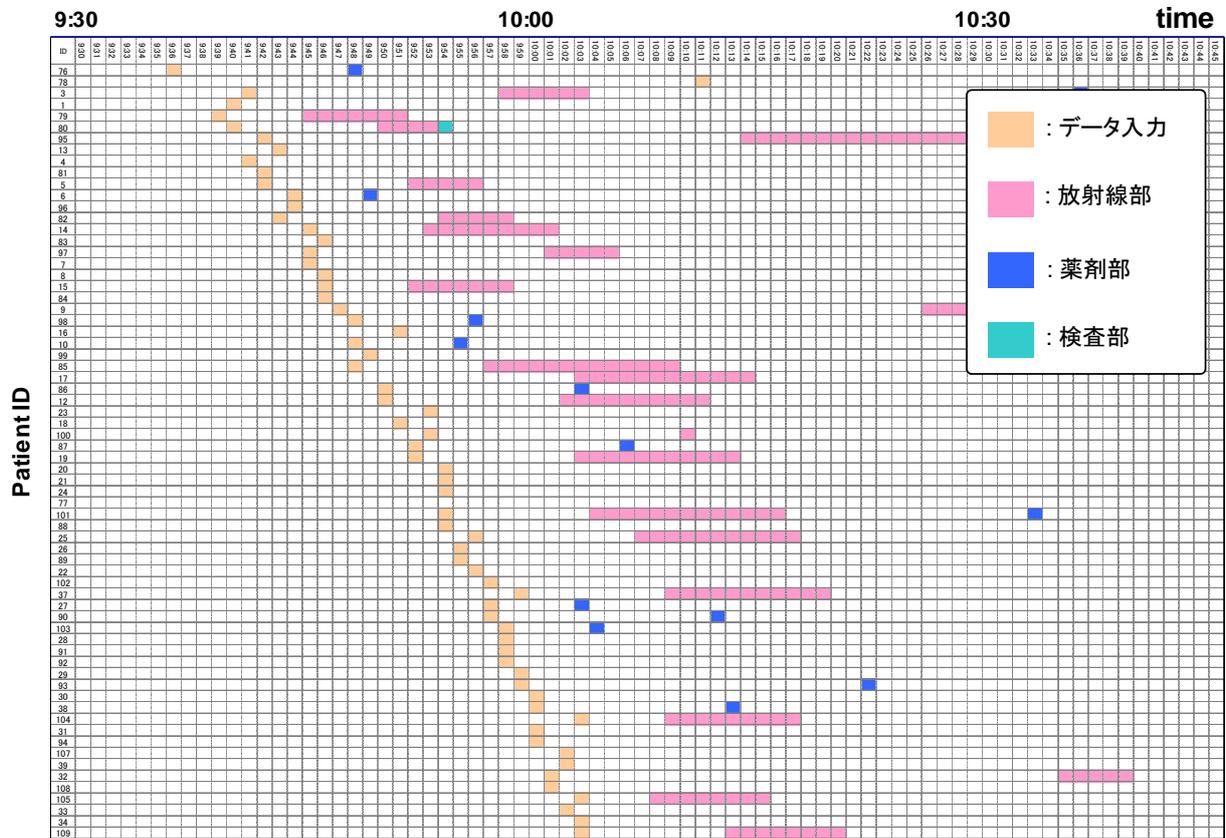


図-8 患者の診療科受診の時刻暦

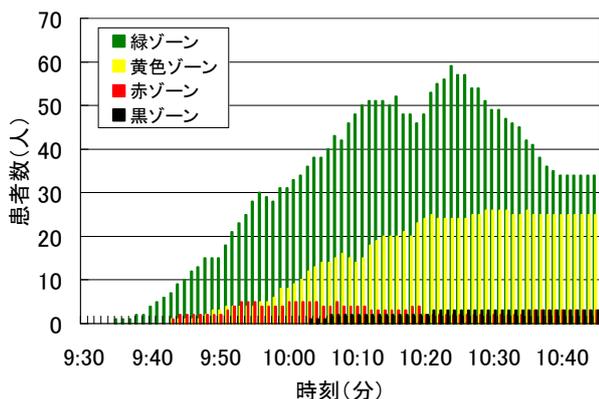


図-9 時刻暦のトリアージレベル別患者数

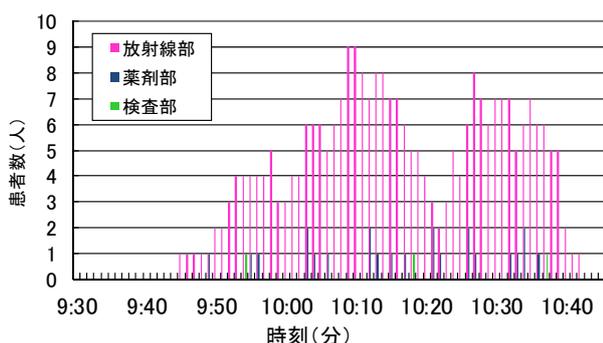


図-10 時刻暦の診療科受診数

変更パターン	トリアージレベル				変更患者数 (人)
	軽症	中等	重症	死亡	
軽症から中等症に 症状悪化	→				8
中等症から重症に 症状悪化		→			0
重症から死亡			→		0
軽症から重症に 症状悪化	→				1
重症から中等症に 症状改善		←			5
中等症から軽症に 症状改善	←				5
重症から軽症に 症状改善	←				1

図-11 トリアージの変更パターンと変更患者数

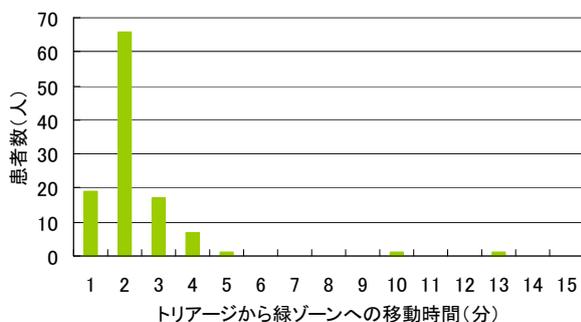


図-12 トリアージから緑ゾーンに到着するまでの時間

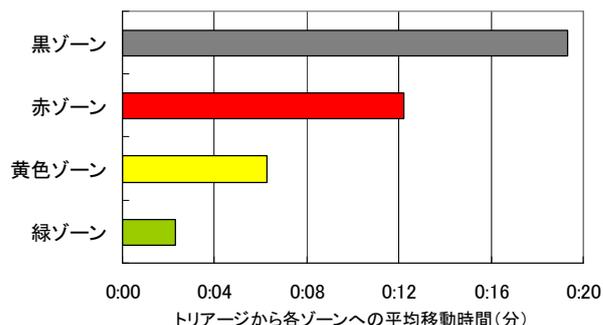


図-13 トリアージから各ゾーンに到着するまでの平均時間

更として示された。

c) トリアージ後の搬送対応

トリアージから各ゾーンまでの移動時間を短縮すれば、それだけ治療に早く取り掛かれる。特に、軽症者に関しては、患者全体の多数を占めることになるため、トリアージエリアで患者が滞留せずに、各トリアージゾーンに迅速に移動させる必要がある。図-12 は、病院内での第一トリアージを軽症と判断された 112 名について、トリアージを受けてから、緑ゾーンに入るまでの時間を示したものである。トリアージから 1 分で緑ゾーンに到着した患者が 19 名、同様に 2 分が 66 名、3 分が 17 名であり、平均移動時間は、2 分 18 秒であり、搬送係が迅速に対応したことを確認できる。

図-13 に、トリアージを受けてから各ゾーンの平均移動時間を示す。緑ゾーンは、上述のように、平均移動時間は、2 分 18 秒であり最短であった。また、トリアージから黄色ゾーンへは平均 6 分 18 秒（患者数、20 名）、トリアージから赤ゾーンは平均 12 分 13 秒（患者数、9 名）であった。トリアージから黒ゾーンは平均 19 分 20 秒（患者数、3 名）であった。

黄色と赤ゾーンは、トリアージエリアから、少し離れた位置にあることと、車椅子やストレッチャーを使って移動する患者が多く、緑ゾーンに比べ、移動時間が長くなる傾向にある。

d) 個人情報の入力

トリアージを受けてから、入力デスクにおけるデータ入力完了までの時間は、平均で 3 分、最短で 1 分、最長で 37 分であった（図-14）。最長の 37 分の患者は、死亡者であり、個人の特定に時間がかかったものと考えられる。備考欄には、「金髪 紺トレーナー、9 時 43 分死亡確認」と記入されており、9 時 34 分にトリアージを受けてから 9 分後に死亡が確認され、10 時 3 分に黒ゾーンに搬送後、入力されたものと考えられる。

また、入力項目の入力状況は、氏名が入力されてなかった患者数は 5 名、以下同様に、性別は 2 名、生年月日

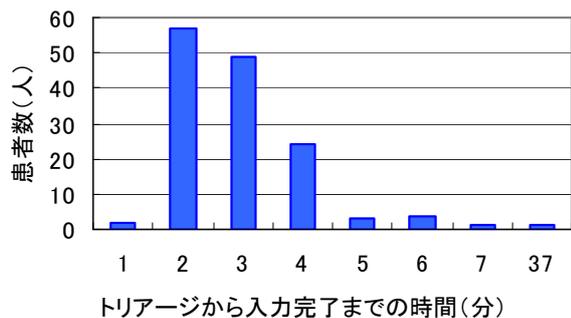


図-14 トリージから個人情報入力完了までの時間

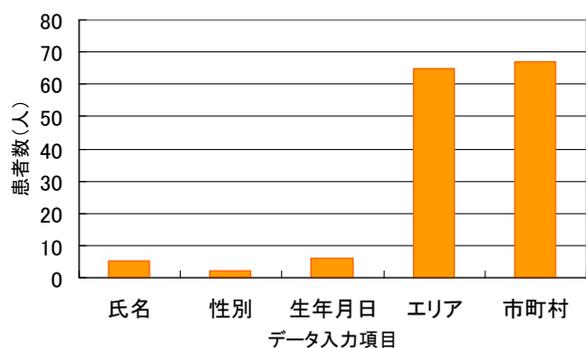
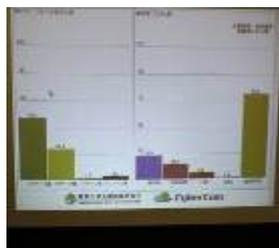


図-15 個人情報の項目別の未入力数



a) 前線本部の作業風景



b)リアルタイム患者数の表示

図-16 前線本部の様子

は 6 名，エリアは 65 名，市町村は 67 名であった（図-15）。氏名が未入力の 5 名のうち，3 名が備考欄に，「黒い服」などの個人を特定する情報が記入されていた。

e) 医療スタッフの配置対応

前線本部では，リアルタイムに表示される患者数の動向を見ながら，医療スタッフの適切な配置を判断できた（図-16）。

f) 家族対応

家族対応については，遺体に面会する家族，行方不明者を確認するために来る家族等の目的が異なり，家族対応を効率的に行うことが課題であったが，患者一覧表からリアルタイムに患者情報を検索できるため，迅速な対応ができた。

5. おわりに

本研究では，災害医療情報をリアルタイムに収集し，これを医療機関・行政・住民等，地域全体で共有するための IT トリージシステムを開発し，過去 10 年間に及ぶトリージ訓練の実績を有する山梨大学医学部附属病院で実施された 450 名の大規模なトリージ訓練の現場で本システムの有効性と実用性を検証した。

検証は，トリージ訓練後に開催された全体反省会，また，トリージオフィサーを中心とした反省会において課題や意見を集約した。

その結果，「患者の転院や受け入れ計画が立てられない」，「患者情報の収集作業に重複や一定の時間がかかる」，「傷病者の家族からの問い合わせに迅速に回答できない」，「トリージレベルの変更があった場合の更新作業が煩雑である」等，従来のトリージの課題が開発システムにより解消もしくは改善された。現場を指揮する現地本部では，「今日のゾーンに何名の患者が収容されているか」を一元的に管理できるため，従来困難であった患者の状況に応じた医療スタッフの適切な配置等の判断が可能になるなど，災害現場で十分に有効であることが示された。

その一方で，今後の課題や要望等についても議論した結果，「混乱の中で，FeliCa リーダーを読まないで素通りしてくる患者もいるので，ベッドサイドまで持っているようにモバイル性を高める必要があるのではないか」，「患者の腕を動かさない場合もあるので FeliCa リーダーを動かせるようにするか，又は，FeliCa リーダーを延長できるように USB ケーブルを長くする必要がある」，「各拠点でも患者数の全体像を表示してほしい」，「地震発生後，すぐに機材を設置できるか課題である」，「FeliCa リーダーを読ませることは手間にはならないのか」等であった。これらは，さらなる実用性を高めるために，今後の課題とした。

本システムは，Web アプリケーションであるためクライアントに事前のインストール作業を不要とし，使用する PC の機種に依存しない環境で運用できる。従って，病院内に複数の計測箇所を設置して患者の動線を管理する場合や複数の医療機関で情報を共有する場合でも，既存の PC が使用可能であれば，FeliCa のリーダーとカードのみを準備すればよい。機材に関しては，一般的なパソコン，FeliCa リーダーと FeliCa カードで運用できるため，低コストで実施できた。

また，各病院における時間帯別の患者の集中度合いの情報は，情報共有データベースを介してリアルタイムに関連機関や自治体間で共有可能であり，患者搬送において，患者が集中している病院を避けた患者の搬送することも可能になるなど，より円滑な災害医療の実現につな

がる。患者集中の情報には高いリアルタイム性が求められるが、被災規模が大きく、対応すべき患者数が膨大になった場合であっても、今回の訓練の結果からはリアルタイムでの対応が可能であることが期待できる。

今後は患者情報の取得について、さらに実用的で簡便な機能を構築し、複数の医療機関でトリアージ訓練を実施し、本システムの実用性を高めていく予定である。

謝辞：山梨大学医学部附属病院関係者の皆様には、トリアージ訓練の実施について全面的なご協力を賜りました。特に松田健一先生、鈴木章司先生には、本システムの仕様検討の段階から、トリアージ訓練本番での運用まで、救急医療の専門家として貴重なご助言を頂きました。ここに記して深く謝意を表します。本研究は、文部科学省科学技術試験研究委託事業、安全・安心科学技術プロジェクト「住民・行政協働ユビキタス減災情報システム」の一環として行った。

参考文献

- 1) 楠田純子, 木山昇, 内山彰, 廣森聡仁, 梅津高朗, 山口弘純, 東野輝夫: 無線センサーネットワークを利用した電子トリアージシステムの実現, 社団法人映像情報メディア学会技術報告, 2009.
- 2) 友澤弘充, 小口潔, 田中大吾, 重野寛, 岡田謙一:

- 救急救命支援システムにおけるトリアージレベルを利用したデータ収集手法の検討, 情報処理学会第70回全国大会, 2008.
- 3) 芦田 廣, 竹島 茂人, 脇坂 仁: デジタルペンを用いたトリアージタグ入力システム--自衛隊中央病院での大量傷病者受け入れ訓練での試用報告, 日本集団災害医学学会誌 13(1), pp.56-60, 2008.
 - 4) 園田章人, 井上創造, 岡賢一郎, 藤崎伸一郎: RFIDを利用した救急トリアージシステムの実証実験, 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No.2, pp.802-810, 2007.
 - 5) 阪神淡路大震災復興本部, 保険環境部医務課: 災害医療の実態調査, pp.2-36, 1995.
 - 6) 厚生省健康政策局指導課: 21世紀の災害医療体制—災害にそなえる医療のあり方—, pp.25-48, ヘルス出版, 1996.
 - 7) 電気通信協会: RFIDの現状と今後の動向, pp.72-88, オーム社
 - 8) 下羅弘樹, 松井宏樹, 野田五十樹: 分散システムアーキテクチャによる防災システム連携, 日本地震工学会論文集, 第9巻, 第2号(特集号), 2009.
 - 9) 産業技術総合研究所, 防災科学技術研究所: Da-RuMa, <http://sourceforge.jp/projects/daruma/>
 - 10) 山梨県 HP: 災害拠点病院等医療機関, <http://www.pref.yamanashi.jp/ft-hokenf/60475114366.html>

(2010. 10. 30)

DEVELOPMENT OF IT TRIAGE SYSTEM (TRACY) TO SHARE REGIONAL DISASTER MEDICAL INFORMATION

Muneyoshi NUMADA, Yasunori HADA, Miho OHARA and Kimiro MEGURO

We developed an IT triage system for collecting disaster medical information in real time. FeliCa cards and card readers are used to obtain the number and condition of patients. The system is composed of two elements. First, the number of patients for each triage level and the accepted number of patients in each diagnosis and treatment department are obtained in real time, including response for changing triage level. Second, this information can be shared among hospitals, the administration, and residents in real time who are searching for their family. A disaster drill utilizing this system was held at the University of Yamanashi Hospital with 450 participants.