

衣服の一部として位置づけられつつある。そこで、近未来の電子機器を想定してより携帯性、操作性がよく、高品質の医療情報通信システムを模索する努力が本研究には必要と考え、専門家との交流を深める方策を検討した。

4) 倫理面への配慮

今年度の研究では、患者を対象としていない。また、画像を提供したボランティアは本研究の研究協力者であって、研究の主旨を十分に理解し納得している。従って、倫理面での問題はない。

C. 研究結果の概要

1) 医療情報通信システムのプロトタイプ試作と検討

a) プロトタイプの試作

画像情報通信システムの試作に当たっては、情報処理にかかわる電子製品の急速な進歩に追従するためには企業との情報交換、技術提携が不可欠である。そこで、民間関連企業の研究者の協力を得て、①救急現場から画像の送信と音声の双方向通信ができること、②救急処置活動を妨害しないためにハンドフリーで送信できることを原則とした医療情報通信システムの開発を開始した。

Prehospital Telemedicine 研究会（資料1）での検討から、プロトタイプの構成と用いるパーツを選定した。その結果、現場要員がフリーハンドで画像を送

信できるシステムであることが不可欠な条件であるため、ウェアラブルコンピュータを中心とした携帯型の画像送信システムを試作した。画像送信には FOMA 回線と無線 LAN 回線を用い、現場要員にはヘッドセット（ヘッドマウントディスプレイ、CCD カメラ、ヘッドフォン、マイクロフォン）、GPS レシーバー、ウェアラブルコンピュータを装着させた。また受信基地側は、最大 8 箇所からの画像を同時表示できる大型ディスプレイを中心に、受信用機器、記録用機器、情報変換用機器で構成した。このシステム全体を、「リアルタイム指揮通信システム」と呼称することとした（資料 2）。

b) 試作機の試用による性能検討

第 28 回大阪空港航空機事故対策総合訓練（平成 15 年 10 月 23 日；資料 3）は、偶然に巡ってきたプロトタイプの実用試験の機会であった。本訓練において、訓練現場のそばにリアルタイム指揮通信システムのプロトタイプを持ち込み、情報通信を空港内で行い、試作システムの性能と装置のハンドリングを検討した。

訓練の状況と模擬傷病者の理学所見など基本性能についての課題は、大多数が各パーツの性能向上で解決できるものであった。しかし装置のハンドリングについては、多くの改良すべき課題を抽出した。

送信画質のレベルを評価するために、専用無線 LAN 回線と市販の FOMA を利用したが、さらに日常診療での画質評価の準備を進める必要性を認識した。

現場要員は、ウェアラブルコンピュータを中心としたフルスペック装着下では

躍動的な身体的な活動が制限されるとともに、送信画像の視野が携帯者の視線方向に制約されることが問題点として明らかになった。

2) 送信画像の臨床医学面からの画質評価

臨床的判断の基礎となりうる画像は、非常に鮮明なものでなければならないことは想像に難くない。しかし、画像送信ではどの程度の密度の画像が必要かはほとんど分っていない。テレビ画面のような高品質の画像が送信できれば問題はないが、デジタル通信回線では送信情報量が制約されており、またコストパフォーマンスも考慮しなければならない。そこで、予備的な研究としてどの程度のディスプレイ画素数が臨床判断に必要なかを検討した。画面ディスプレイの画素数を 30 万画素から 300 万画素に上げて臨床判断の質が 10 倍に向上するものではなかった（資料 4）。

3) 傷病者の医療情報送信における諸問題の抽出

情報システム試作の過程で幾つかの新たな課題が抽出された。

a) 電波環境

医療情報通信システムを円滑に稼動するために、兵庫医科大学救命救急センターの施設の電波環境を調査する必要性が指摘された。そこで、施設内の救急関連部署について調査したところ、環境は極めて劣悪であり、新たなアンテナを設置しなければ FOMA 回線が使用できないことが判明した（資料 7）。

この問題の解決策については、次年度に継続して検討し、FOMA を用いた医療情報通信の問題点の分析を開始することとした。

b) 次世代ウェアラブルコンピュータ

ヘッドマウント方式は現代的であり、すでに土木・建築の現場で実用化されている。しかし、急激に身体を移動させることのある救急現場や災害現場では、必ずしも有利な方式とは言えない。そこでもっと利便性の高いウェアラブルコンピュータの将来像を求めての検討の重要性が指摘された。

15 年度は専門家との交流を深めるために、Prehospital Telemedicine 研究会との合同開催で講演会を企画した（資料 5）。講師には宝塚造形芸術大学の志水英二教授を招き「ウェアラブルコンピュータによる救急医療支援」を賜った。続いての検討会では、現在の世界的な研究の現状、将来の形態について最新情報についての意見交換を行った。これについても次年度の検討課題として継続する。

4) 班会議

班会議は 7 回開催した。研究開発に関する実質的な検討は関連企業の研究者らの協力体制が不可欠であることから、「Prehospital Telemedicine 研究会」と合同開催とした。会議の実施経過については資料 6 に要約した。

D. 考 察

1) 医療情報通信システムのプロトタイプ試作と検討

a) プロトタイプの試作

本研究で試作した、ウェアラブルコンピュータを中心としたリアルタイム指揮通信システムでは、性能を上げるために試作段階のパーツも用いているので現状のままでは実用への製品化は出来ない。しかし、ヘッドマウント方式の画像送信システムは、すでに土木・建築の現場で使用されている。このように市販されているパーツを用いるなら十分にシステムを組み上げることは可能である。しかし、救急現場からの情報発信システムとしてはまだまだ実用的なレベルには到達していない。

b) 試作機の試用による性能検討（資料3）

試作のプロトタイプは災害訓練の現場で模擬傷病者の理学所見に相当する画像情報および災害発生現場の状況を用いて送信テスト、システムの性能テストを行った。また、ウェアラブルコンピュータ、ヘッドセットなどフルスペック装着時の操作性、活動性などについても検討した。

いずれも、ほぼ設計段階の機能レベルを実現できたので、基本設計に関わる変更は必要でなかった。試用評価で明らかになった多くの問題は、システムを構成する電子部品やソフトウェアが改良されれば解決する可能性の高いもので特段の検討は必要でなかった。しかし、送信回線速度、動画の質、コンピュータバッ

テリー寿命などは短期間では解決できない課題であり、次年度以降での継続した検討が必要と考えた。

2) 送信画像の臨床医学面からの画質評価 (資料4)

臨床医学的に満足できる良質な画像のレベルは非常に高い。高品質の画像を送信するには、CCD カメラの性能、画像通信方式、ディスプレイの画素数、画像圧縮技術などが検討すべき課題である。今年度はカメラとディスプレイの画素数が臨床判断にどのように影響するかを検討したところ、300 万画素の画像には 30 万画素の画像に描写されていない情報が新たに現われることはなく、被写体の像が鮮明になる程度であることがわかった。しかし、被写体の照度や色調も画像の鮮明さに影響したので、次年度に継続して検討する課題とした。

3) 傷病者の医療情報送信における諸問題の抽出

a) 電波環境

兵庫医科大学救命救急センター周辺の電波状況は極めて劣悪であり、現状では FOMA 回線を日常的に用いることはほぼ不可能である。実現可能な解決策として、施設周囲に多数の小アンテナを配備するやり方が考えられる。ただしこれに該当するアンテナは現時点ではまだ開発途上である。来年度早期の完成、導入を期待している。

b) 次世代ウェアラブルコンピュータ (資料5)

志水英二宝塚造形芸術大学教授と中村 肇大阪市立大学助教授の提言から、ウェアラブルコンピュータ技術を応用して画像情報伝送を簡便かつ高クオリティで行える救急救命士用「知的」ユニフォームの具体的イメージを得た。特に、ハンドフリーで携行性に優れること、活動のプロトコールや様々な情報を表示できることから、知的作業服のアイデアを拡張する方向性は検討に値すると思われる。

E. 結 論

現在入手できる民生用情報通信機器を組み合わせることで、リアルタイム指揮通信システムは構築でき、また空港訓練において作動が確認された。しかしその性能、使い勝手は、救急災害現場での実用にはまだ距離のあるものであった。ただ改善の方向性は確認でき、またこの分野の開発速度は驚異的なほどであるため、今後のバージョンアップが十分期待できるものと思われる。

本研究施行時の FOMA 機の性能は、臨床現場での使用にはまだ若干不足していることは否めない。しかしこのテクノロジーの進歩も極めて速く、本研究実施中に予告された新世代機の性能は、特に静止画において市販デジタルカメラと遜色なく、実用性に対する期待を抱かせた。

現場で活動する救急隊員のハンドフリー環境を実現するには、ウェアラブルコ

ンピューターは必須のテクノロジーである。すでに知的消防服は生産可能なプロトタイプが存在し、知的作業服も着々と開発されている。それらのノウハウを吸収することで、実用性に富んだ救急救命士用「知的」ユニフォーム開発の方向性が視野に入ってきた。

兵庫医科大学救命救急センターの電波状況は極めて劣悪であることが確認されたが、これを技術的に克服する方向性は定まっている。またこのような電波状況が容易に解決できるようになれば、そのハードウェアやノウハウは汎用化して各地の同じような施設に提供することができるであろう。

今年度の研究成果を含めて、本研究の成果は関係企業にとって新たな研究領域の基礎情報を提供するものであり、今後とも連携した研究体制が維持できるものと考えている。

F. 健康危険情報

今年度の研究では、実際の患者を対象としていないため、健康危険情報は無い。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

平成 16 年 5 月 14-16 日に横浜で開催される第 7 回日本臨床救急医学会総会のワークショップ「救急医療と IT」において、「病院前救護における画像情報伝送によるリアルタイム指揮通信システム構築の試み」とのタイトルで、今年度の研究成果の一部を発表することが決定している。

文献的考察

1) Krupinski E, et al: Clinical Application in Telemedicine/Telehealth.

Telemed J e-Health 2002; 8:13-34

【要旨】

Teleradiology and telepathology represent the most mature and well-established clinical specialties within telemedicine. Maturing clinical applications include telepsychiatry, teledermatology, telecardiology, and teleophthalmology.

The final set of clinical applications includes telesurgery, telepediatrics, and emergency medicine. This set is labeled as emerging because of the combination of recency of application, limited research, and limited professional acceptance of these clinical applications.

Advances in miniaturization and portability of telemedicine equipment have led to mobile, wearable, computers and real-time data transfer systems that can relay critical patient information and coordinate medical emergency response.

Emergency telemedicine (ET) has some problems not typically encountered, or not encountered to the same degree, in other clinical specialties. These include the need to coordinate, in an often unpredictable

yet timely fashion, a number of participating providers at both remote and consulting sites, the need for continuous consultative services during the emergency episode, the high-risk presentation of many patients, and the lack of defined reimbursement structure.

Several other important issues must be addressed and questions answered before ET moves from the emerging to the more mature status of telemedicine clinical applications. These include meeting the considerable technological requirements for on-site assessment of various types of trauma; reliable modes of transmission; and coordination of on-site and en-route care between remote personnel and specialists in emergency departments. It must also include an assessment of the clinical capabilities of the remote personnel and the level of procedural skills as well as the availability of medications and diagnostic and therapeutic equipment on board. In addition, the locus of equipment control must be determined; that is, whether the equipment is controlled onsite or from a remote location.

Scientific research targeted at demonstrating the clinical effectiveness and cost effectiveness of ET is essential for the orderly growth of this application and for fulfilling its potential for improving health outcomes for trauma patients everywhere.

2) 瀧 ら：画像伝送による医療資源の節約について 日臨救急医誌 1999; 2:
349-54

【要旨】

マルチメディア医療の普及の条件

- 1) 従来の通信設備を使用
- 2) 操作が簡単
- 3) セキュアリティーが守られる

3) 猪口貞樹ら：平成 13 年度航空宇宙技術研究所委託業務研究「高度衛星・通信技術を用いた次世代型遠隔医療システムの調査・検討」成果報告書（平成 14 年 3 月）

【要旨】

「次世代医療情報システムに関する調査研究ご協力のお願ひ」との表題で、全国 904 消防本部にアンケート調査を行った（回答数：789，回答率：87.3%）。

- ・ 「現在の救急車と医療機関等における通信手段に問題は？」
 - あり（594/801，74.2%）：なし（201/801，25.1%）
- ・ 「具体的な通信の問題点？」
 - 無線・携帯電話等の不感地帯（517/594，87.0%）
 - 移動中の通信状態不良（430/594，72.4%）
 - 医療機関等へ伝達できる情報の質・量が不十分（142/594，23.9%）

- その他 (70/594, 11.8%)
- 「救急車と医療機関間の通信が実用化されれば最有用と思われるもの一つ？」
 - 動画像 (398/709, 56.1%)
 - 心電図, 血圧, 呼吸モニター等生体情報のリアルタイム伝送 (241/709, 34.0%)
 - 高精細静止画像 (36/709, 5.1%)
 - 12誘導心電図 (29/709, 4.1%)
 - 静止画像 (5/709, 0.7%)
- 「これらの次世代通信技術は災害時に有用と思われるか？」
 - Yes (767/801, 95.8) : No (24/801, 3.0%)
- 以上からの結論 (中島 功: 先端通信技術—救急車内の遠隔モニタリング, 総合臨床 51: 2344-47, 2002 にも同様の記載あり)
 - 1) 現在の通信手段 (携帯電話, 消防無線など) には無線不感地帯や通信途絶などの問題がある (携帯電話では代用できない)
 - 2) 衛星電話は, 使用開始に時間がかかる
 - 3) 次世代通信システムの通信内容としては, 動画像伝送と生体情報伝送に期待が高い.
 - 4) 次世代通信システムに対する消防機関からの期待は非常に大きい.
 - 5) 同時に, より携帯性に富み, 価格・運用コストの安いシステムが求められる

ている.

6) 次世代通信システムは, 災害時にも有用と考えられている.

資料1 「Prehospital Telemedicine 研究会」

Prehospital Telemedicine 研究会

厚生労働科学研究費「病院前救護体制における情報システムの在り方に関する研究」では、救急現場の救急救命士と病院から指導する救急専門医師がリアルタイムに傷病者の医療情報を共有するための医療情報通信システムの構築と構築のための指針を提案することを目的としている。このシステムには現場情報の送信、処理・分析、および保管システムが含まれていなければならない。

この研究目的を達成するには、研究班メンバーに加えて民間企業の研究者の支援と協力が不可欠であることから、研究に対する協力体制を確保するために本研究会を創設した。

研究会の概要

1) 名 称

Prehospital Telemedicine 研究会

2)構成団体

ドコモ関西、NTT 西日本、日本総合研究所、リコー関西、リコー(株)、
兵庫医科大学救急災害医学教室、大阪府立泉州救命救急センター

3)目 的

本研究は救急医療現場から動画を含む次世代の医療情報通信システムの構築と

構築のための基本的な指針を提言することを目的とする。

4)事業計画

具体的な事業計画として、平成 15 年度に救急医療現場から画像を含む傷病者情報、環境情報を送信するシステムのプロトタイプを試作を掲げた。詳細な計画、および次年度以降の計画については適時検討する。

5)事 務

事務は日本総研が担当する。

6)その他

研究会の運営および研究成果の公表とその方法については、研究会の総意で決定する。また、医学学会への報告以外の目的で公表する場合は、本会の公式の報告書に掲載された成果を引用する形でのみ可能とする。

研究内容の進展に伴い新たな技術提携が必要になれば、研究会の総意で適切な構成団体の参加を呼びかける。

研究会活動の概要

15年度の研究会会合は全て班会議と共催したので、その詳細は資料6で述べる。

<追補>

本研究会のメンバーは、以下の通りである。

代表：	丸川征四郎	兵庫医科大学救命救急センター
メンバー：	久保山一敏	同上
	平田淳一	同上
	小縣弘志	ドコモ関西
	奥 誠一	同上
	木寺 弘	同上
	志智保久	同上
	小田康弘	日本総合研究所
	紀伊信之	同上
	大井大輔	同上
	松本政昭	NTT 西日本
	前田克樹	同上
	堀田泰久	リコー関西
	長井 誠	リコー
	舟波篤司	同上
	鈴木 章	同上
	福島伸一	同上
	東平日出夫	大阪府立泉州救命救急センター

資料 2. 医療画像送信システムのプロトタイプ

医療画像情報送信システムのプロトタイプ

医療情報通信システム（リアルタイム指揮通信システム）の構成要素である、現場要員用の医療画像情報送信システムは、救急医療現場から傷病者情報を、病院にいて救急現場に指示を出す医師へ伝えることが主要な目的である。

医療画像情報送信システムの構築にあっては「Prehospital Telemedicine 研究会」の平成 15 年度の事業計画として掲げ、知恵と技術を結集して試作した。

プロトタイプの要件

プロトタイプの試作に当っては、下記の諸要件を考慮した。

- 1) 携行型のシステムであること
- 2) フリーハンドで画像を送信できること
- 3) 音声、静止画、動画が送信できること
- 4) 音声、画像については双方向に送信できること
- 5) 1 対複数へ発信できること
- 6) version up が容易であること
- 7) 実際の運用に当っては特別に高額な経費が掛からないこと
- 8) 集団災害時にも活用できること

プロトタイプの構成

上記の諸要件を考慮して、ウェアラブルコンピュータを中心とした画像送信システムを試作した。画像送信には、専用無線 LAN 回線と、市場用 TV 電話回線である FOMA 回線を用いた。後者を用いる利点は、低価格であることに加えて、災害時に一般市民のみが現場に居合わせた場合現場の状況を迅速に通報できる点にあり、将来検討する余地を残すべきと考えた。もちろん災害時には FOMA 回線が輻輳しシャットダウンする危険性はあるが、これに対する対応策も選択の幅が大きいと考えられる。

現場要員用機材をヘッドセット（ヘッドマウントディスプレイ、CCD カメラ、ヘッドフォン、マイクロフォン）、GPS レシーバー、ウェアラブルコンピュータで構成した（図 2-1）。

使用した機器は以下の通りである。

現場要員（移動局）用

ウェアラブルコンピュータ：ザイブナー MA-V (Celeron 500MHz)

ネットワーク無線 LAN カード：BUFFALO WLI-CB-G54

ヘッドセット：

(1) 日立造船製カメラ付きヘッド・マウント・ディスプレイ（30 万画素）

(2) ヘッドセット；島津製作所製

CCD カメラ；Oxford AFZ-40（30 万画素-オートフォーカス付き）

FOMA : P2010V

受信基地局用

コンピューター : IBM 2656-6HU (Pentium III 1GHz)

ネットワーク : Air Station BUFFALO WBR-G54

FOMA F2402 (データ通信カード)