

防災情報通信のための長距離・大容量無線 LAN の研究開発

長野県工業技術総合センター 中村 正幸 高木 秀昭 長洲 慶典、長野県危機管理室危機管理・消防防災課消防防災航空分室 望月 勝人 井堀 正行、松本広域消防局 横山 正志、信州大学 村瀬 澄夫、三菱電線工業(株) 栄永 清志、(株)アイネット 山崎 英樹

1 はじめに

災害現場等のライブ映像等を消防・警察、医療機関等の防災関連機関との間で共有を可能とするとともに、災害現場及びこれらの機関相互間でテレビ会議等により緊密で正確な防災情報交換を可能とするため、短時間で無線ネットワークの構築が可能な長距離・大容量通信が可能な無線 LAN の研究開発を行い、より迅速で効率的な質の高い災害対策や人命救助の実現を行うことを目的として平成 15 年度から平成 17 年度の 3 年間に亘り、本研究開発を行った。

平成 15、16 年度においては、30km 以上の距離で 54Mbps の通信が可能な IEEE802.11g 方式の無線 LAN の研究開発を実施し、最終年度の平成 17 度においては、本無線 LAN を使用して、以下の実証実験を通して評価を行った。

なお、本研究開発は、総務省消防庁からの提案公募研究「防災情報通信のための臨時回線用長距離・大容量無線 LAN の研究開発」で実施したものである。

2 研究開発を行った無線 LAN

研究開発を行った無線 LAN を図 1 及び図 2 に示す。この無線 LAN の概要は、以下のとおりである。

- (1) 2.4GHz 帯 IEEE802.11b/g、5GHz 帯の IEEE802.11a に対応。無線部の伝送速度は、最大 54Mbps である。
- (2) 4.9GHz～5.0GHz の周波数帯に対応する。
- (3) 通信距離は、24dBi のアンテナを利用した場合、54Mbps の速度で 30km の通信が可能である。
- (4) ダイバーシティ方式ではなく、送受信に専用のアンテナを使用することが可能である。

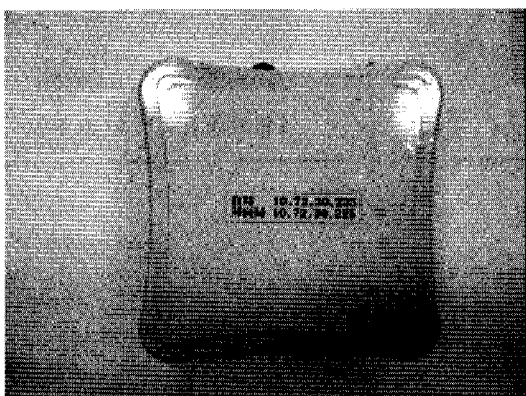


図 1 無線 LAN 前面

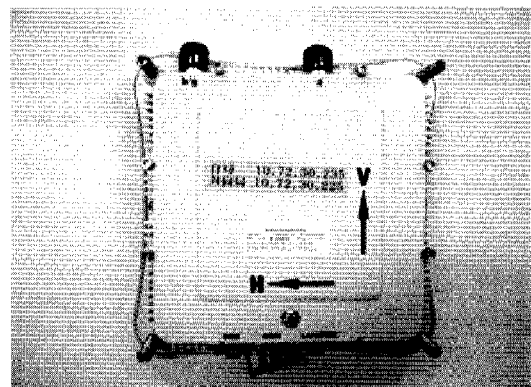


図 2 無線 LAN 背面

なお、本無線 LAN は、2.4GHz および 5GHz の周波数を使用するため、アンテナがお互いに見える状態で通信を行う必要がある。

3 実証実験

実施した本実証実験は、以下のとおりである。

- (1) 本無線 LAN 装置を使用した北アルプス等の山岳での遭難および災害を想定した現場から防災機関および医療機関等への災害現場等の高画質ライブ映像伝送
- (2) 松本広域消防局主催の各消防訓練での訓練会場の映像伝送、大学病院から会場の消防職員等への指示に関する訓練の実施。
- (3) 長野県防災行政無線の幹線系・端末系への補助的回線としての活用
- (4) 本無線 LAN 装置を利用した企業における災害時の通信の確保への活用

以上の実証試験の他に本無線 LAN の耐久性や通信品質等についての評価を、北アルプスの山小屋(槍ヶ岳山荘(3080m)及び蝶ヶ岳ヒュッテ(2600m))に本無線 LAN を平成 17 年 11 月からの冬季間設置し、麓に設置された対向局との通信状態を常に確認することにより、評価試験を実施した。これらの実証試験のうち(2)について、以下に述べる。

4 実験方法

山間地等で発生する地震災害への万全な対応を目指し、松本広域消防局管内の長野県麻績村において大規模災害が発生したという想定による防災訓練において、災害現場の映像として麻績村の訓練会場の動画を松本広域消防局および信州大学病院に、本無線 LAN による仮設無線回線を設置して伝送するものである。

更に、本無線 LAN 回線を経由して松本広域消防局から現場の隊員へ指示を行うと共に、信州大学病院から同様の方法により現場の救急隊員等に指示を行う訓練を行うものである。この訓練内容の概要について図 2 に示し、位置関係について図 3 に示す。訓練会場と松本広域消防局及び信州大学病院は、お互いに直視できないため、麻績村薬師講演と山形村の 2 箇所の仮設中局を設置し無線の中継を行った。

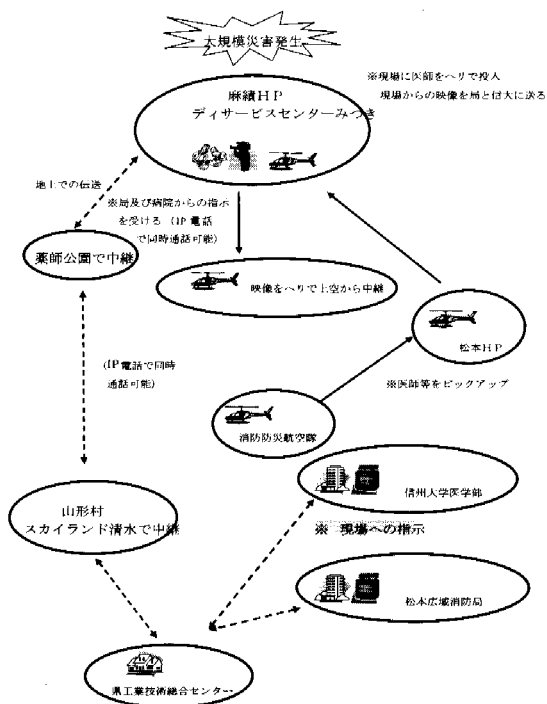


図 2 訓練概要

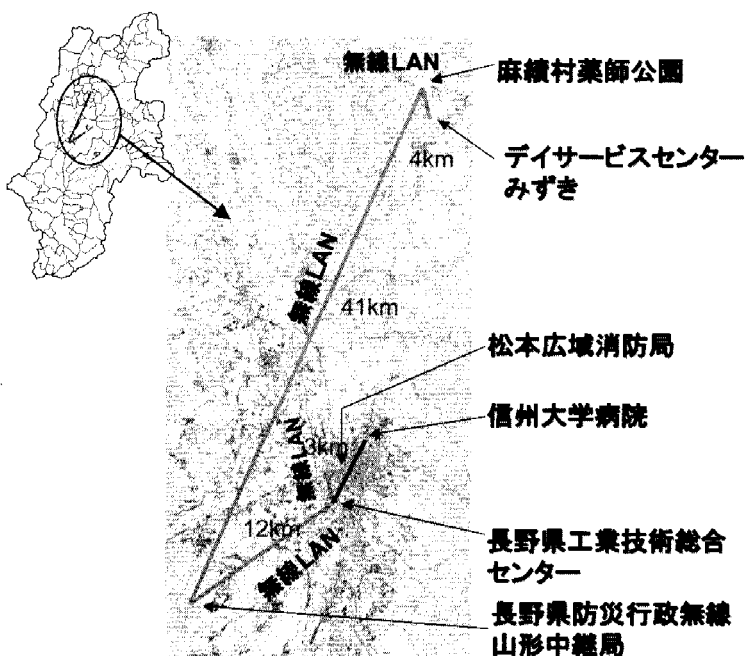


図 3 位置関係

訓練概要は、前述のとおりであるが、詳細には、以下のとおりである。

麻績村において直下型地震が発生し、甚大な被害が発生している。そこで、被災者の救助等を実施するために、松本広域消防局は、松本市の信州大学病院救急救命センターに医師の派遣を要請し、この医師を長野県消防防災ヘリコプタを使い、松本市から麻績村の訓練現場に派遣を行う。訓練場所(災害現場)の状況を、本無線 LAN による映像伝送により、松本広域消防局並びに信州大学病院救急救命センターにおいて、地上とヘリコプタからの映像を利用して、現場及び負傷者の状況確認を行う。松本広域消防局並びに信州大学病院救急救命センターでは、この映像を見ながら、本無線 LAN を経由して、現場の医師及び消防隊員等に、負傷者の救助、処置について、音声により指示を出すというものである。

無線 LAN による映像及び音声の伝送ネットワーク構成及び伝送手法は、以下のとおりである。

ネットワーク構成は、固定系並びにヘリコプタと可搬型による移動系で構成される。固定系は、主に麻績村の訓練会場(麻績村デイサービスセンターみずき)での訓練状況を麻績村の薬師公園に仮設する無線 LAN 中継装置を経由し、更に長野県防災行政無線山形中継局で中継を行い、長野県工業技術総合センターにおいて動画像及び音声を受信される。

この動画像及び音声は、別の無線 LAN 網により松本広域消防局へ中継されると共に CATV 網を経由して信州大学病院救急救命センターに中継されるネットワークとなっている。

移動系は、訓練会場内で、無線 LAN を使い移動しながら現場映像を伝送する可搬型映像伝送装置と消防防災ヘリコプタ内において無線 LAN を用いた動画伝送装置により、想定災害現場を上空から撮影した映像を、現地指揮本部等に映像伝送するシステムである。ヘリコプタからの映像については、麻績村の薬師公園で受信し、固定系を経由して、現地指揮本部、松本広域消防局及び信州大学病院に動画像伝送を行うものである。

無線 LAN ネットワークに係る機器構成を図 4(a)に示し、ライブ動画像映像及び音声伝送に係る機器構成について図 4(b)に示す。

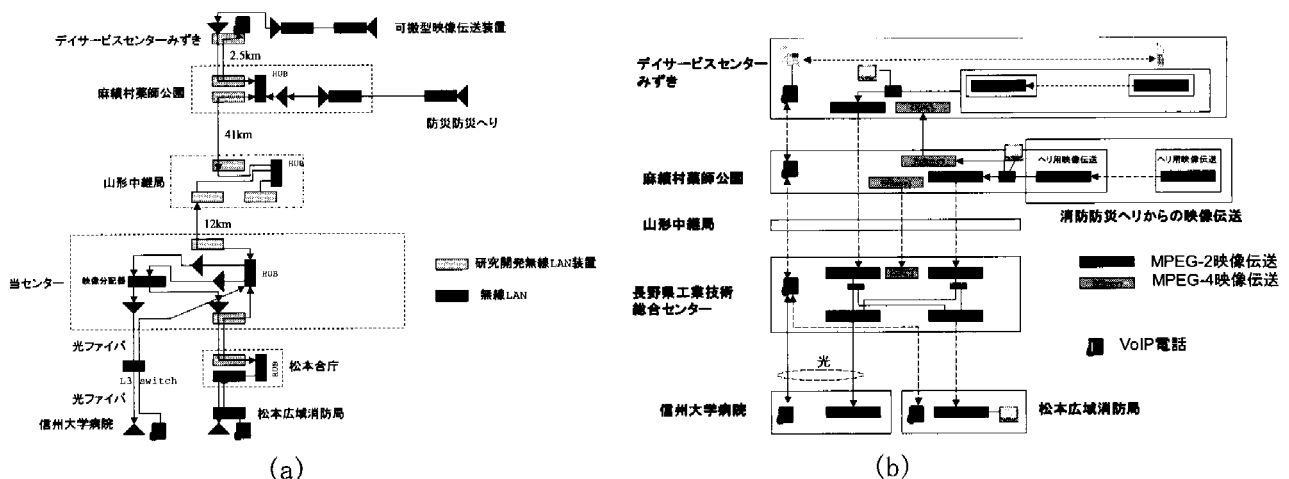


図 4 ネットワークに係る構成：(a)無線 LAN 機器構成、(b)映像・音声伝送に係る機器構成

無線 LAN については、幹線系となる地上系を本研究開発の無線 LAN を使用し、IEEE802.11g 方式で通信を行っている。通信距離は、訓練会場・薬師公園間が 2.5km、薬師公園・山形中継局間が 41km、山形中継局・当センター間が 12km である。

映像・音声伝送系については、訓練会場から信州大学病院および松本広域消防局については、MPEG-2 方式による高画質映像伝送を行い、防災ヘリコプタの映像を訓練会場に伝送するための、麻績村薬師公園と訓練会場(デイサービスセンターみずき)との間は、MPEG-4 により映像・音声伝送を行っている。松本広域消防局、信州大学病院等と訓練現場の間には、前述のとおり VoIP による双方

向の音声通信システムを設置している。番号は、全て1桁として、容易に相手を呼び出せる番号計画とした。以下に、各所の使用設備、実験結果について述べる。

4.1 訓練会場(麻績村デイサービスセンターみずき)

訓練会場の状況を図5に示す。同図(a)は松本広域消防局現地指揮本部、(b)は映像伝送に係る機器、(c)は無線LAN機器である。

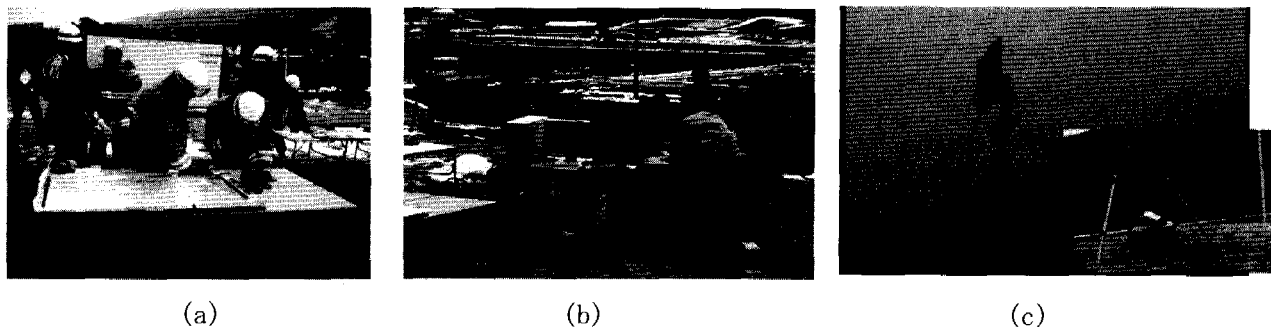


図5 訓練現場の状況:(a) 現地指揮本部、(b) 映像伝送機器、(c) 無線LAN機器

映像伝送に係る機器としては、図5(b)のように、2つのモニターを使用している。左のモニターは、ヘリコプタからの空撮動画を表示するためのものである(この電波および映像の受信は、次で説明する中継地点薬師公園で行っている)。右のモニターは、可搬型の無線LAN映像伝送装置からの受信映像を表示するものである。右端の台の上に置かれて蓋が開いているケースは、可搬型無線LAN映像伝送装置からの映像の受信装置である。

この現地指揮本部では、ヘリコプタ映像の受信・表示と可搬型映像伝送装置からの映像を、図5(c)の装置により松本広域消防局及び信州大学病院へ無線LAN装置を使い伝送を行っている。

図6は、可搬型無線LAN映像伝送装置の送信装置を示す。重量は10kg程度で、撮影には市販のビデオカメラ等が使用できる。テレビ放送画質の映像を、1km程度以内の距離において(見通しの場合)、2時間以上伝送が可能である。

図7は、応急救護所内の負傷者の処置に関する訓練の映像であり、図6の可搬型無線LAN映像伝送装置によりこのような映像が信州大学病院救急救命センターに伝送され、当センターの医師がこの映像を見ながら、負傷者の処置に関する指示を出すことができるネットワーク構成となっている。

音声伝送は、VoIP電話装置を使用しており、訓練会場では、VoIP電話装置にコードレス電話機を接続し、この子機を消防隊員が、負傷者のところで使用することで、信州大学病院の医師と消防隊員が通話できる。

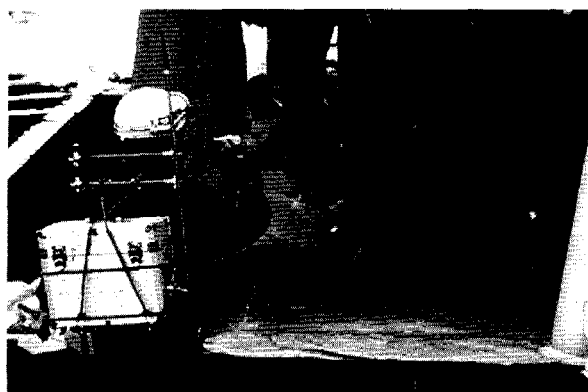


図6 可搬型無線LAN映像伝送装置(送信装置)



図7 応急救護所内の負傷者の処置訓練

図7(a)は、長野県消防防災ヘリコプタが、訓練会場のヘリポートに着陸を行っているところである。このヘリコプタには、信州大学病院の医師が搭乗しており、着陸の後、医師を降ろし、医師を災害現場に派遣する消防隊員に引き渡すとなっている。この後、再度、上昇し、上空からの映像を、図7(b)で示す様に無線LANによる映像伝送装置を利用して、現地指揮本部並びに松本広域消防局及び信州大学に伝送している。



(a)



(b)

図7 長野県消防防災ヘリコプタによる映像伝送:(a)機体、(b)機体内の状況

4.2 麻績村薬師公園および山形中継局

2つある中継所のうち1つは、訓練会場から4km程度北に離れた麻績村薬師公園に設置したものである。標高は、約910mである。図8に示すように、この中継所は仮設とし、鋼管を組み立てることにより中継設備が設置できるようにしたものである。30分程度で、設置が可能である。

図8において、左側の正方形のアンテナは、訓練会場向けのものであり、中央上部(縦長)および中央(横長)の長方形のパラボラアンテナは、山形村の中継局向けのものである。無線機器は、図8中央にある2つの縦長のボックスに収容されている。電源は、この公園の100Vを、麻績村の協力の下に使用しているが、太陽光発電による電源供給でも、可能である。

山形中継局は、長野県防災行政無線山形中継局の局舎(標高約1300m)に設置している。図9は、山形中継局の局舎及び鉄塔であり、鉄塔の上から二番目のリングに無線LAN装置を設置している。図9において、手前のグリッド状のアンテナが、長野県工業技術総合センター向けのアンテナであり、奥の背面が見えているものが聖山中継局向けのアンテナである。



図8 麻績村薬師公園中継局



図9 山形中継局

4.3 長野県工業技術総合センター

長野県工業技術総合センターでは、山形中継局との無線 LAN による通信を行うと共に、受信した映像・音声を、松本広域消防局及び信州大学病院救急救命センターへ配信する設備を設置している。

図 10 は、当センターに設置した無線 LAN 装置である。図 11 は、当センターに設置した MPEG-2 及び MPEG-4 に係る映像・音声エンコーダ装置及びデコーダ装置である。



図 10 情報技術部門 無線 LAN 装置

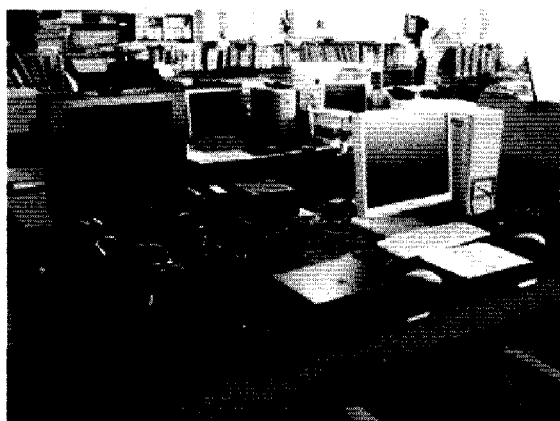


図 11 MPEG-2、MPEG-4 デコーダ

MPEG-2 エンコーダについては、最大ビットレート 15Mbps で 720×480 ピクセルの映像が伝送できる。音声は、20～20,000Hz のステレオ伝送が可能である。MPEG-4 では、最大約 3Mbps の速度で、640×480 ピクセルの映像伝送が可能である。音声は、MPEG-2 と同一の伝送帯域を持っている。

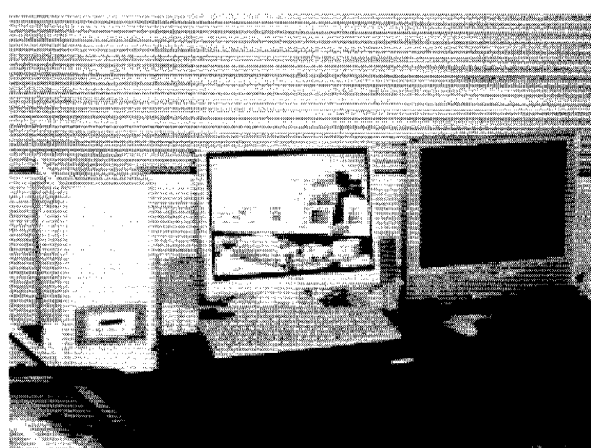
当センターから松本広域消防局へは、無線 LAN により、信州大学には、CATV 会社の光ファイバ回線により、映像・音声配信される。

4.4 松本広域消防局

松本広域消防局では、図 12(a)の災害対策本部が設置され、会場の大型スクリーンに、訓練会場の映像並びにヘリコプタからの映像が表示される。図 12(b)は、大型スクリーンへの映像・音声受信装置であり、パソコンを使用している。訓練現場とは、VoIP 電話により、双方向の音声通信が可能となっている。



(a)



(b)

図 12 松本広域消防局: (a)災害対策本部、(b)映像・音声受信装置

4.5 信州大学病院救急救命センター

信州大学病院(図13)では、救急救命センターに設置したパソコンにより、訓練会場からの受信映像をパソコンモニタを使い表示している。このパソコンは、院内の専用のネットワークを使いCATV会社の光ファイバ回線に接続され、長野県工業技術総合センターと100Mbpsの通信速度で相互接続されている。



図13 信州大学病院

5 実験結果

図14は、本可搬型無線LAN映像伝送装置により送られた映像を指揮本部でテレビモニタに表示したものである。テレビ放送とほぼ同等の画質の映像の受信が可能である。図15も同様に、当ヘリコプタにより撮影している画像を現地指揮本部において、テレビモニタに表示したものである。こちらもテレビ放送画質並の映像が表示されている。

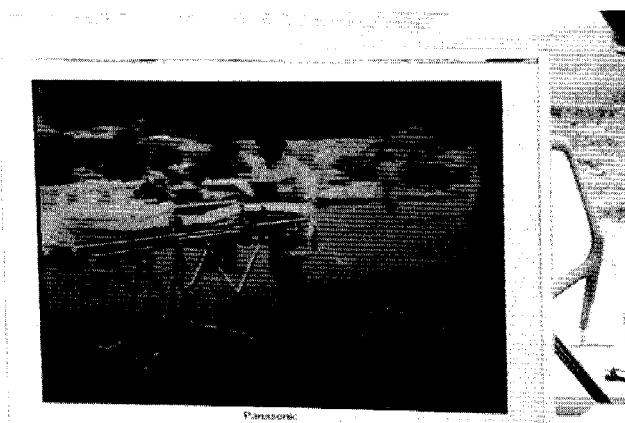


図14 可搬装置からの受信動画像

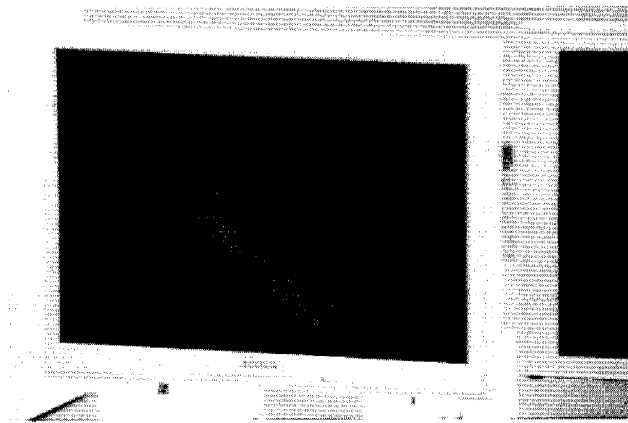


図15 消防防災ヘリコプタからの映像

図16は、信州大学病院救急救命センターで受信した訓練会场上空を飛行する消防防災ヘリコプタからの映像である。この映像についても、解像度の高い良好な動画像を受信することができた。

図17も同様に、救急救命センターの医師が訓練会場の応急救護所にいる消防隊員に、負傷者の映像を見ながらVoIP電話を使い、処置に関する指示を出しているものである。負傷者の映像についても解像度および画質の高い映像が受信できた。

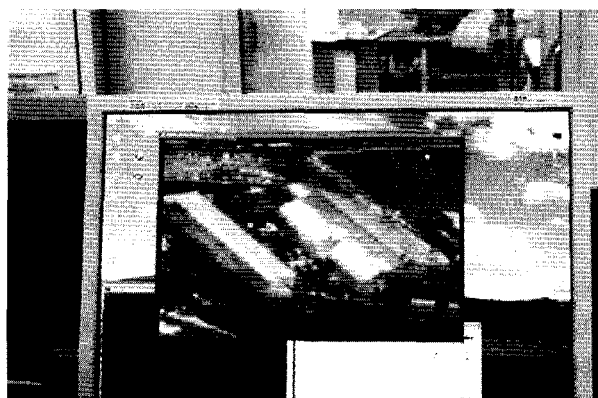


図 16 消防防災ヘリコプタからの映像



図 17 医師による指示訓練

6 考察

医師の本映像伝送に係る評価として、「この場所からの搬送、受け入れ、手術等の準備に3時間位必要であるが、本システムが実用化されれば、1時間程度の短縮が可能である」、とのことである。したがって、この1時間の短縮は、救急救命治療では、大きな意味を持つとの評価が得られている。映像の評価として、この訓練で伝送された映像の品質は、救急救命に十分活用できるものである。

本実証実験では、複数の映像・音声エンコーダ・デコーダを経由して映像伝送を行ったため、最大1秒程度の遅延が発生していたが、電話音声の遅延は少なかったため、大きな支障はなかった。

7 おわりに

平成15年から3年間にわたり研究開発を実施した長距離大容量の無線LANについて、松本広域消防局の訓練などに併せて、実証実験を行い評価を行った。

この結果、最長42kmの区間を含む無線LANネットワークを構築し、訓練現場の状況を、消防と病院へ、区間の距離として60kmの区間で動画像伝送することができた。災害発生時に、通信が孤立した地域との独自の通信網の構築が、小型・軽量の特徴を生かして、迅速に構築が可能と考えられ、このような場面での活用が期待できると考えられる。

一方、この無線LANは、防災関連機関ばかりでなく、企業においても使用可能であり、一般的な活用の他、災害時のバックアップ回線としての利用が期待される。防災関連機関並びに企業での利用について、研究が終了後も積極的に進めていきたいと考えている。