

平成 26 年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発研究事業）
首都直下地震に対応した DMAT の戦略的医療活動に必要な医療支援の定量的評価に関する研究
分担研究報告書

「首都直下地震時の災害情報収集の手法に関する研究」

研究分担者 布施 明
日本医科大学大学院 医学研究科救急医学 准教授

研究要旨

【背景】甚大な被害をもたらす巨大地震・津波、都市直下地震では発災早期に被災状況の概要を把握することが必要とされる。これまでも行政機関、あるいは報道機関によって発災早期の被災状況の把握が行われてきているが、医療支援に必要な情報をこれらの情報収集活動から十分に得ているとは言い難い。

【目的】正確で適時な情報が発災（超）急性期の最優先活動の一つである救命医療活動で必須であるため、EMIS 等に先立ち相補的な災害医療情報収集手法を考案すること

【新しい手法】特殊空撮システム、ヘリコプター、災害時施設状況伝達横断幕からなる新しい手法を考案した。この手法を運用することで発災早期に被災地全体の医療状況を俯瞰的に把握することが可能となる。通信インフラが機能していない時であっても、被災者が掲示する横断幕を撮影し、被災医療状況の全体像を把握できる点で、既存の EMIS 等のシステムとも相補的である。

【検証】今回開発した災害情報収集手法の有効性を検証するために実際にヘリコプターに特殊空撮システムを搭載して、掲示したシート“災害時施設状況伝達横断幕”を撮影してその有効性を検証した。その結果、すぐに実用可能であることが実証された。

【今後の課題】当手法の実施機関、情報共有方法、個別セクションとの接続などの課題があり、これらの課題解決を図ることで被害想定を発災時に適時に修正するシステムとして本手法は運用可能である。

研究協力者

成田徳雄 気仙沼市立病院脳神経外科
榊原庸貴 パスコ研究センター

発災から 72 時間までの発災直後、超急性期において最重要の活動は、救助・救出、救命医療活動であり、これらの活動を効果的に行うために消火、道路啓開、燃料・通信確保、ライフライン復旧、搬送手段確保等の活動が必要である。そのために必要な情報は何かという観点から発災早期の情報収集体制のあり方を検討する必要がある。

A. 研究目的

甚大な被害をもたらす巨大地震・津波、都市直下地震では発災早期に被災状況の概要を把握することが必要とされる。

これまでも自衛隊や国土交通省等の政府機関、あるいは NHK 等の報道機関によって発災早期の被災状況の把握が行われてきているが、医療支援に必要な情報がこれらの情報収集活動から十分に得られているとは言い難い。一つには、これらの情報収集が収集機関の目的に沿って行われているためである。国土交通省であれば道路、河川、橋脚などの破損状況の把握などが主たる目的であり、報道機関であれば被災状況を限られた映像でいかに視聴者に伝えられるかということに主眼がおかれている。それぞれの使命を持っている機関の情報収集としては当然のことであるが、このような状況下でとられた動画・静止画を医療対策本部・医療チームが仮に共有できたとして、どの程度、医療活動に必要な情報を画像から収集できるかは疑問である。二つ目には発災早期に得られる画像の多くが医療対応に直結しにくいという問題がある。動画で得られる画像は被災状況を多くの関係者に共有させるという点で重要であるが、この画像から被災地の医療状況を把握して、個別に対応していく際の資料とするには無理がある。一方、静止画の場合、対応が必要な状況が写っていてもそれがどこなのかすぐにはわからない欠点がある。

これらの理由から発災後に優先的にすべき救命医療活動に必要な情報は未だ欠落している現状があり、自治体の医療対策本部は、他の部門がそれぞれの視点で得た情報から自らに必要な情報を“おすそ分け”してもらわざるを得ない。

正確で適時な情報は、発災（超）急性期の最優先活動の一つである救命医療活動で必須である。上述の課題を解決するために新たな災害情報収集手法を考案した。

B. 方法 — 新しい手法の開発 —

本研究で開発したシステムは「特殊空撮システムを用いた情報収集手法」である。

この手法は次の3つの要素で成り立っている。

1. 特殊空撮システム、2. 災害時施設状況伝達横断幕、3. ヘリコプターであり、本手法を考案

した地域が宮城県気仙沼市であったことからこの手法を“気仙沼方式”と呼称している(図1参照)。

1. 特殊空撮システム

発災早期に災害概要を把握する方法として空撮が一般的に用いられている。行政、報道機関等で多用され災害の“相場観”をつかむためには必須の手段である。しかしながら、動画の場合、現場のリアルな状況が伝わる一方で具体的な対応しようとする際に撮影済みの動画から検索を行うのは容易ではない。また、静止画の場合、それがどの位置の画像なのかがはっきりせず対応になかなかつながらない。

今回、開発したシステムは、上記の課題を解決するものである。従来の空撮画像は撮影しているヘリの位置を GPS で認識することが可能であったが、これだけではどの方角にどのくらいの距離で撮影した画像か、すなわち、撮影された画像の位置が特定できなかった。正確に特定できないことで東日本大震災時に多くの混乱が生じていたことは、NHK 報道番組でも取り上げられている。今回のシステムでは空撮と同時に撮影(ヘリ)位置、写真中心位置、撮影時の向き(視線ベクトル)を自動計測することが可能である(図2参照)。そのため、写真中心位置が4km以内であれば、ヘリの位置、方角、距離を事後に考慮する必要はなく、画像の位置そのものが記録され、撮影終了後に Google Earth および GIS 形式のファイルが生成され、Google Earth 上では写真中心位置と写真がリンク(写真中心位置のアイコンをクリックするとその地点が写る写真が開く)しており、撮影後に活用しやすい。記録されている位置情報は UTM コードである(図3参照)。UTM コードは緯度経度同様、地球上の地点をあらわす表記方法のひとつで、自衛隊ではこのコードで位置を指定し、東日本大震災以降警察、消防での利用も広がっている。応援要請などで位置を指定する場合、UTM コードを読み取ることができれば、“共通言語”で他機関、他言語圏でも正確に位置を伝えることが可能である。UTM はもともと1メートル単位まで表

すことができ、アルファベットに続く数字の桁数で絞込の精度が決まる。陸上自衛隊の地上部隊では 10m 単位（後ろ 8 桁）、航空部隊では 100m 単位（後ろ 6 桁）で使用されることが多い。

災害対応活動で使用する画像は静止画が使いやすいため、最短 1.5 秒間隔での自動連続撮影が可能な方法とした。

連続撮影をした静止画像に自動的に位置情報がインプットされ空撮後ただちにグーグルアース、マップなど扱い慣れた地図アプリ上に貼り付けることが可能なシステムで、「資料化された画像データ」が提供可能となる。

<UTM コード補足説明>

これまでの災害では救助先などの場所を表す方法として住所のみが使用されてきた。一方で、災害救助活動の主要な担い手である陸上自衛隊は、住所を使用せず UTM という場所の伝達方法を使用している。陸上自衛隊が救助活動に向かうとき、受け取った住所を UTM に変換する必要がある。さまざま入電する応援要請の内容を確認・集約し、派遣を決めた地点について UTM への変換を行ったうえで、派遣指示となる。このとき、残念ながら現時点では住所から UTM に変換するのに必要なデータベースが十分には作成されていないため、多くの場合、紙地図を広げ、UTM を読み取ることとなる。住所から UTM に変換するのに必要な労力、時間、それに伴う派遣開始の時間的後退は、発災後の 72 時間にとっては看過できない課題である。たとえば国土地理院が公開している地理院地図 (<http://maps.gsi.go.jp/#5/35.362222/138.731389>) なら日本国内のどこでも 10m 単位での UTM を調べることができる。医療機関や介護施設、避難所その他の施設においてはあらかじめ自分の施設の UTM を調べておき、災害時の応援要請では住所と UTM の両方で場所を伝えることが自助、共助という観点からも重要である。

2. 災害時施設状況伝達横断幕

上記によって特殊カメラで撮影を行なうことで、位置を特定できる画像を取得できる。しかしながら、被災地そのものの画像は、被災地の気候、道路状況、主要な建物の損壊状況などを把握することはできるものの、被災者の状態や医療ニーズを直接把握することは困難である。東日本大震災では 3 月 12 日以降を中心にグラウンドや屋上、建物の窓などからシートでメッセージを掲げ、空撮でもそのメッセージをとらえることができた。このメッセージは詳細なことはともかくもそこに救助されなければいけない人がどのくらいいるのか、不足している基本物資は何なのかを把握するうえでは有用な伝達手段であることが認識されたことは記憶に新しい。

被災者が自らの情報を発信しようと自発的に掲げたシートを基にした伝達手段を標準化することで、ユーザビリティに優れたものを作成できると考え、被災状況を伝達する手段としての特別のシートを作成した。本項ではこれを「災害時施設状況伝達横断幕」と呼ぶこととする。

公衆衛生上の危機状況をトリアージの色に準じて表現する手法が、California Public Health and Medical Emergency Operations Manual より出されている。この手法の表現方法を参考に、東日本大震災でのメッセージを加味して、独自のシート「災害時施設状況伝達横断幕」を作成した(図 4 参照)。このシートはトリアージ・カラーに準じて、緑、黄、赤、黒の 4 色のシートカラーで施設の被災状況を表現する。すなわち、赤シートはライフライン/建物被害が大きく、緊急に応援を必要としている、黄シートは発災 24 時間までは応援なく活動可能である、緑シートは 72 時間までは応援なく活動可能であり、ライフライン/建物被害もない、又は軽度である、黒シートは建物損壊がひどく施設からの避難が必要であることを指すものとした(表 1 参照)。このシートの配備を想定している施設としては、病医院、療養/介護施設、身体障がい者施設、重症心身障害児施設、避難所等があり、

当該施設の収容者数、傷病者数のほかにライフラインの状況を表示する。シートに情報を表示する際はガムテープを使用する方法とした。ガムテープは災害備品として殆どの施設が所持しており、また、記載事項の変更や日々の情報更新もガムテープを張りなおすことで容易に可能である。

ライフライン情報の標示には、ISO や JIS で広く周知されているピクトグラムを使用することで、不足を簡便に表示可能であるとともに、調査スタッフも判読が容易となるように留意した。

このような形で地上から医療支援に必要な情報をシート「災害時施設状況伝達横断幕」として掲示できれば多くの情報をひろうことが可能となる。

このような情報を効果的に緊急ヘリ空撮で取得するためには事前の備えが必要である。関係施設の位置情報を地図上で確認、プロットし地理情報システム (Geographic information system、以下 GIS) の形として準備する必要がある。可能であれば、想定される地震震度や建物倒壊、火災危険度、想定浸水域、災害時活動困難度などのハザードマップ (地域危険度マップ) をレイヤとして重ね合わせるにより緊急度の判断が容易になる。

これらの情報は主任研究等で検討されており、この検討に沿って急性期に医療活動を行う DMAT の概要を定量的に検討した研究がなされている。

想定される首都直下地震、南海トラフ地震などが発災した場合に想定と全く同じ規模、地域で発災するとは限らないため、これまで発災当初は地震の規模、震源地などから、事前に想定したシナリオで最も近い想定を用いて急性期の対応を迫られていた。しかしながら、それでも実際の状況は想定とは異なることが十分に想像される。

最も重要なことは発災後の状況を可及的速やかに把握することである。その際に重要なことは発災早期から詳細な情報を求めないことである。(超)急性期では全体像を把握することに重点をおき、詳細な情報は順次、把握する。また、その際に情

報の取得優先順位を予め決定しておくことが重要である。

そのために想定を十分に検討することは意味のあることである。想定が十分に検討されていれば、発災早期に被災状況を把握するうえで想定と比較検討を行なうことが容易となり、対応も迅速となる。

十分に検討された想定であれば、この情報収集手法の位置付けは、実発災時に想定との相違を微修正する役割であるといえる。

3. ヘリコプター

使用する回転翼に特段の制限はなく、窓あるいはドアを開けながら飛行できるヘリコプターであれば使用可能である。ヘリ機体への空撮システムの固定も不要である。当然、当該ヘリが飛行できる気象条件であることが必要である。

C. 結果 — 新しい手法の検証 —

今回開発した災害情報収集手法の有効性を検証するために実際にヘリコプターに特殊空撮システムを搭載して、掲示したシート“災害時施設状況伝達横断幕”を撮影してその有効性を検証した。

日時：2014年8月20日

場所：気仙沼市

参加施設：気仙沼市、気仙沼医師会、気仙沼市立病院、NPO 法人オールラウンドヘリコプター

目的：特殊空撮システムを搭載したヘリから空撮を行ない新たに考案した災害情報収集手法の実用性を検証した。

訓練概要：

1. 事前に有床医療施設、介護施設を地図上に表示
 2. 事前に施設位置から航路決定
 3. (想定) 発災後、医療／介護施設がトリアージシートを表示
 4. 特殊空撮システムを搭載したヘリによる空撮
 5. 空撮写真を現地医療対策本部で閲覧
- 検証項目
1. 本システムの運用時間の確認

2. 医療ロジ要員による空撮システムの使用感の
確認
3. 空撮写真でのシート“災害時施設状況伝達横断
幕”の視認性の確認
4. 空撮写真の災害対策本部での有用性の確認
訓練内容

まず、事前に地図上に表示された有床医療施設等から航路を決定した(図5、表2参照)。発災後に各施設がシートを掲示したと想定して、情報収集チームに出場指令(0915)が下りたところから作業時間を測定した。空撮を行なった後にデータを医療対策本部に持参し、データを本部で閲覧した。

検証結果

本システムの運用時間を表3に示す。ヘリ空撮システムの準備、搭載は約5分で完了している。ヘリ空撮システムは高性能であるが、可動性は高くコンパクトである(図6参照)。そのため事前の大がかりな準備は不要でスタンバイの状態にしている場所をとることはないため、短時間での準備が可能であった。飛行中の撮影も特別な技能が必要ではなく、医療スタッフ等で運用が可能である(図7、図8参照)。実際に半日ほどの講習を受ければ初心者でも準備から撮影まで円滑に使用することが可能であった。

取得したデータは医療対策本部ですぐに閲覧が可能であった(図9参照)。ゲーグルアース上に示される連続空撮写真の位置は図10のオレンジ色の部分になる。撮影中に重要な写真である場合にはマーキングを行なって、このオレンジを赤に変更することによって撮影終了後に閲覧する場合にすぐに選択することが可能である。閲覧したい写真をクリックすると静止画がポップアップされる。ポップアップされた静止画は拡大・縮小が可能で、拡大をすることによってシート“災害時施設状況伝達横断幕”を読み取ることが可能であった(図11参照)。

D. 考察—本システムの特徴と今後の課題—

防災・減災分野で集積された知見から巨大地震・津波、都市直下地震を想定し被害を予測することが可能となり、多くの対策がとられるようになってきている。しかしながら、災害を予想することは、阪神・淡路大震災、東日本大震災の例をあげるまでもなく極めて困難であるのも現実である。このギャップを埋めるためには、災害対応を行う各部門の視点から発災当初の被災状況を可能な限り早期に把握し、想定との比較の中で対応を修正するシステムが必要である。

今回、本分担研究で考案した医療対応に必要な新しい災害情報収集システムは、上述の課題を解決するシステムである。発災早期に俯瞰的に被災地の医療対応に必要な情報を収集できる。

このシステムの特徴を列举する。第一に、通信インフラが災害によってたとえ使用不能になっても運用可能なことである。東日本大震災では、のちに解析されることとなる多くのデータが残された初めての災害であったが、通信インフラが脆弱であったためリアルタイムにデータを活用することは困難であった。この反省から現在では通信インフラの強靱化が図られており、通信中継基地等での充電も長時間使用なものに交換されてきている。今後はより通信インフラが継続使用可能なことを前提とした災害対応の準備が進んでいくものと考えられるが、現段階ではまだ、十分とは言えない。さらに通信インフラの強靱化が進んだとしても、バックアップ機能は欠かせない。その点で通信インフラがなくても使用可能な本システムの存在は大きい。

2点目の特徴は、本システムは自助・共助と公助の双方があって初めて成立するシステムであるということである。特殊空撮システムを搭載したヘリを運用して被災概要を把握するのは“公助”であるが、自らの被災状況をシート“災害時施設状況伝達横断幕”で掲示することは“自助・共助”にほかならない。自らが伝達することで“公”が取得できる情報は飛躍的に多くなる。本システム

が機能するためには市民への啓発が必要であり、シート自体が使用しやすいものであることが必要である。

3点目の特徴は、超急性期から運用が可能である反面、あくまでもグロスに俯瞰的な情報を得ることに主眼がおかれていることである。急性期～亜急性期にかけては、より詳細なデータが必要となる。この時に医療機関、療養・福祉施設、避難所で必要とされるより詳細なデータにシームレスに連携する枠組みであることが望ましい。

上述した特徴を有する新しい災害情報収集システムをさらに今後、発展させていくために取り組まなければいけない課題として下記のことが挙げられる。

1. 必要な災害情報の事前準備

発災前に起こり得る地震・津波等の想定を基に発災後の被災想定を十分に吟味することが必要である。医療支援を行う上でも多様な想定情報が必要となる。震源地、震度、浸水域、火災状況、道路閉塞状況、ライフライン（含通信インフラ）被災状況、建物損壊状況、負傷者数、避難者数、帰宅困難者数、災害要配慮者数、避難所、一次滞在施設、毛布、トイレ、水・食料支援想定、避難所衛生状況等をはじめとしたさまざまな情報が必要となる。これらの想定情報を精査したうえで、どの程度の医療支援が、どのフェーズで必要となるかについての想定を立てることは、本システムを運用するうえで必要不可欠である。

想定情報に基づいて航路の決定がなされ、想定情報があることによって、その想定と発災後の比較が容易となることにより、対応の修正が迅速になる。これまで推測で行わざるを得なかった（超）急性期の医療支援をデータに基づいた客観的なものとするができる。

2. 本収集手法の実施機関

空撮による情報収集の実効性を担保するためには、回転翼の確保が必要である。現在のアセット

の中からどのような枠組みであれば実現可能性が高いのかを検討する必要がある。下記 3. と合わせて考えるとすれば、医療部門のアセットだけにこだわらず、医療部門を含めて災害対応部門全体から最適な実施機関を検討することも考慮しなければいけない。

3. 本収集手法による収集情報の共有

各部門で収集された情報は、健康（医療）部門でも共有、活用されなければならないが、なかなか困難な現状がある。

本来であれば、災害対応部門が横断的に一元化した情報収集・共有システムとなっていることが望ましい。道路・交通部門、消防部門、救助・救出部門、警備部門等の自治体各局が対策本部を形成するが、統合情報システムで各部門、各レベルのスタッフが直接、情報にアクセスできるのが理想である。

自治体のなかには、分野間での情報共有に積極的に取り組んでいる地域もあり、これらの自治体の取り組みを参考に、他地域も分野間で情報を共有できる体制となることが望まれる。

4. 災害時施設状況伝達横断幕の啓発・普及

特徴のなかでも言及したが、本システムは“自助・共助”の部分が必須であり、この部分が機能することで情報量は飛躍的に増える。そのためには本システムの啓発・普及が必要なため、どのような方法で啓発・普及が図れるか検討する必要がある。

5. 急性期、亜急性期への情報収集システムとのシームレスな接続

本システムの主眼は（超）急性期の災害対応に必要な被災地の俯瞰的な情報の収集である。そのため情報は全体を概算でとらえる手法をとっている。急性期をへて亜急性期に向かう過程ではそれぞれのセクションでより詳細な情報が必要となる。災

害拠点病院等の病医院情報、広域医療搬送はEMISへ、療養・介護施設情報は自治体医療福祉部門へ、避難所・一時滞在施設などは自治体総合防災部門などでさらに詳細な情報収集が進んでいくため、これらの担当部門へシームレスに情報がながれるような枠組みに配慮する必要がある。

E. 結論

発災急性期から被害想定に基づいて行う新しい情報収集手法を考案した。特殊空撮システム、ヘリコプター、災害時施設状況伝達横断幕からなるこの新しい手法で、発災早期に被災地全体の医療状況を俯瞰的に把握することが可能となる。通信インフラが機能していない時でも、被災者が掲示する横断幕を撮影し、被災地の医療状況の全体像を把握しできる点で、既存のシステムと相補的である。当手法の実施機関、情報共有方法、個別セクションとの接続などの課題があり、これらの課題解決を図ることにより、被害想定を発災時に適時に修正するシステムとして有用となると考えられた。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 布施明. 災害医療を効果的に行うための新しい情報収集・分析手法について. メディカル朝日 2015 March 30-31.

2. 学会発表

- 布施明、榊原庸貴、成田徳雄、他. 災害初動期における医療活動のための空撮を用いた新たな情報収集手法の検討. 第42回日本救急医学会総会・学術集会 2014.10.28 福岡
- 布施明、五十嵐豊、萩原純、他. 災害医療を効果的に行うための新しい情報収集・分析手法についての検討. 第42回日本救急医学会総会・学術集会 2014.10.30 福岡

- 布施明、榊原庸貴、成田徳雄. 首都直下型地震に活用できる新しい情報収集・分析手法についての検討. 第20回日本集団災害医学会総会・学術集会 2015.2.27 東京

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

資料

図表別紙



図1. 特集空撮システムを用いた新しい情報収集手法

- パスコが開発したヘリコプターからの空撮用の特殊カメラ
- 写真を撮影しながら撮影位置、写真中心位置を自動計測



図2. 特集空撮システム

住所: 愛知県名古屋市 中区三の丸三丁目	
緯度: 35度10分49.39秒	
経度: 136度54分24.39秒	
十進表記: 35.180387,136.906775	
標高: 14.4m(5m(レーザー))	
2万5千分1地形図名: 名古屋北部	
緯度経度をクリップボードにコピー	
他のWeb地図で見る: マピオン / いつもNAVI	
磁北線の表示	磁北線の非表示
UTMポイントの表示	UTMポイントの非表示
UTMグリッドの表示	UTMグリッドの非表示
経緯度グリッドの表示 (1分30秒15秒)	経緯度グリッドの非表示
※注意 右クリックで得られる値等について	

例えば、県庁のグリッドコードを表示させるには

- 県庁をマウスで指して「右クリック」し、メニューから「UTMポイントの表示」を選択
- UTMの読み方が不慣れでも確実に情報が伝えられます。

グリッドコード
7300ラインから右に62
9400ラインから上に70
7362 9470

UTMポイント
マウスで右クリックした
位置を8桁の数字で表示

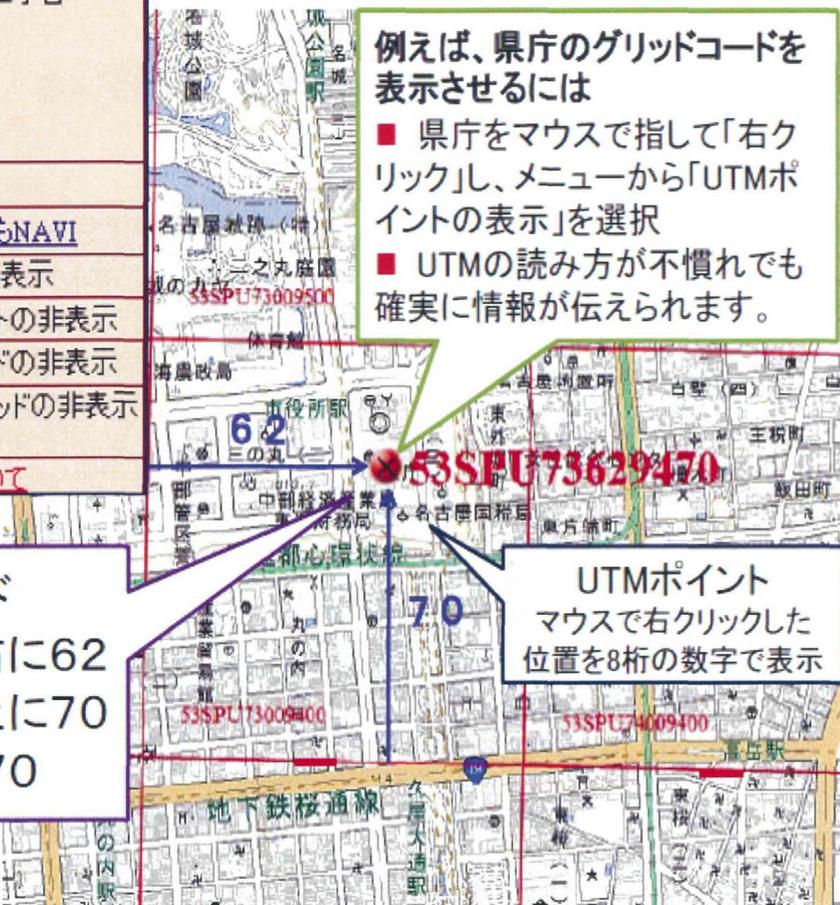


図3. UTM標示例 (国土交通省HPより引用)



図4. 災害時施設状況伝達横断幕（黄色シート）

表 1. 災害時施設状況伝達横断幕のカテゴリー（案）

	応援	ライフライン／建物被害
緑	不要（72時間）	なし
黄	不要（72時間）	あり
赤	要	（大）
黒	要	避難必要



図5. 航路の事前設定

表2. 航路の事前設定

区間	概要
ARH→1	おおしまハーティケアセンター
1 → 2	大島を右手に見て北上
2 → 3	45号線で旋回。鹿折川を南下
3 → 4	森田医院を右手に見て旋回。港岸壁を右手に見て南下
4 → 5	大川、神山川を右手に見て45号線まで遡上。気仙沼病院、リバーサイド春圃を右手に見て旋回
5 → 6	JRを右手に見て北上。すこやかで遡上し、大川を右手に見て南下
6 → 7	大川から港に出て、海岸線を右手に見ながら南下
7 → 8	赤崎海岸まで南下
8 → ARH	津谷川を右手に見て遡上。本吉病院で旋回後、65号線を北上。45号線で旋回しARHに帰投

表 3. 訓練の時間経過

時間	訓練内容
0915	ヘリ空撮システムの出場指令
0920	ヘリ空撮システムの準備、搭載
0930	ヘリ離陸
1025	ヘリ着陸
1030	データを現地医療対策本部に移送
1040	本部でデータの閲覧開始

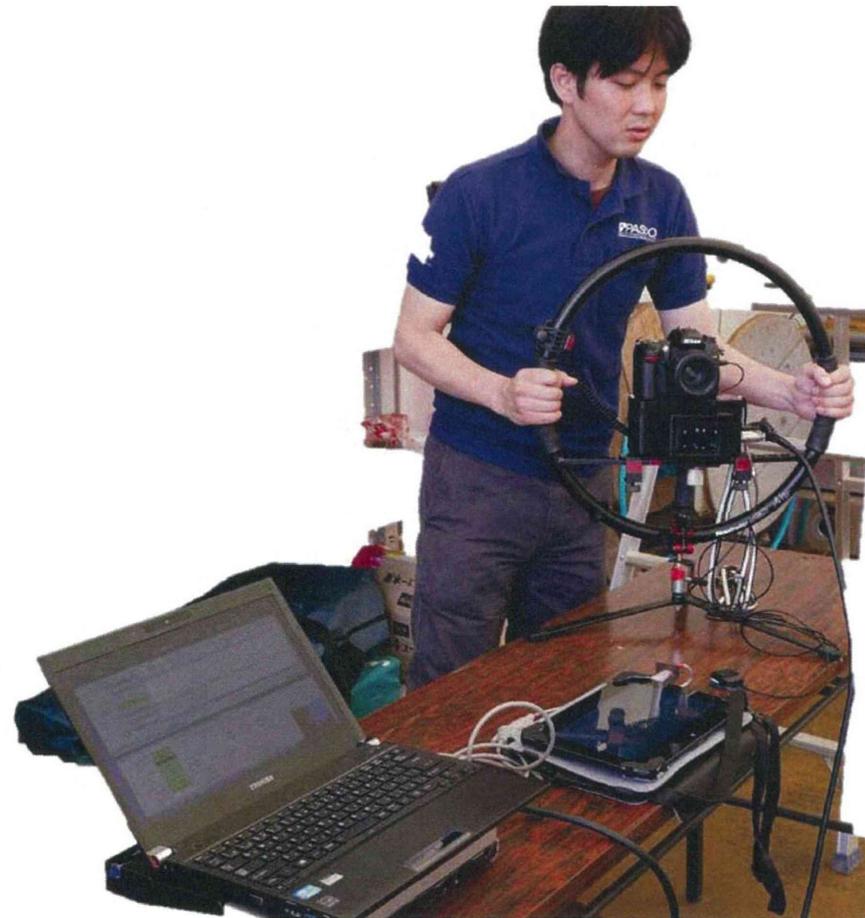


図6. 可動性の高い空撮システム

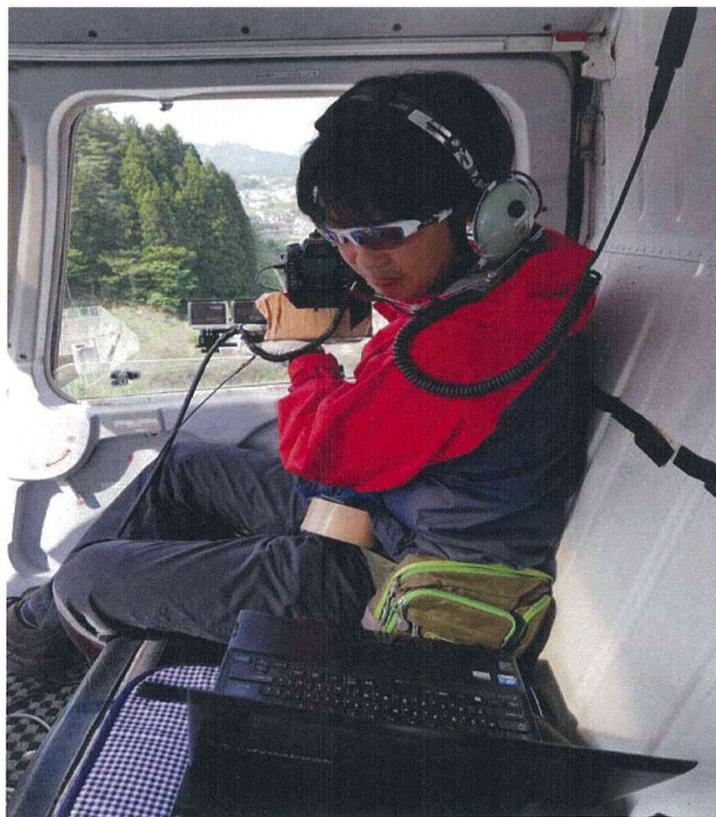


図 7. 空撮の実際 1



図 8. 空撮の実際 2



図9. 対策本部での迅速な閲覧



図10. グーグルアース上での空撮写真の表示



図 1 1 . 空撮写真でのシートの視認性の確認