

3.4.5 広域連携システムのための汎用災害情報ビューアの構築

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

情報共有プラットフォームの利活用技術として、広域連携を支援する各種情報システムを開発する。システムには、3.4.2 節で述べられた情報コンテンツの表示や入力機能が要求される。情報コンテンツの表示機能は、既開発の情報表示システムを機能拡張した災害情報ビューアにより実現する。災害情報ビューアは、防災関係機関が災害に対する共通認識を得ることを目的とした汎用アプリケーションと位置づけられる。そのほか、情報コンテンツ入力機能等は、各防災関係機関に特化した情報システムにそれらを付加することにより実現する。プロジェクト後半では、実証実験のシナリオにしたがって、情報共有データベースと接続してシステム統合を図り、実証実験の評価に基づいて、首都直下地震で必要とされる広域連携システムについてとりまとめる。

(b) 平成 20 年度業務目的

平成 19 年度に開発に着手した汎用災害情報ビューアについて、3.4.2 節の研究で立案された評価実験のシナリオに対応させて、機能の拡張を行う。また、評価実験の災害対応のいくつかの場面で災害対応活動の円滑化に資するように、多様な情報媒体と情報表現形式によって収集された災害情報の利活用技術を開拓する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
国立大学法人 東京大学 情報理工学系研究科 創造情報学専攻	教授	竹内郁雄	
同 博士課程	技術補佐員	上田真史	
同 博士課程	技術補佐員	白井俊宏	
同 修士課程	技術補佐員	小林悟史	

(2) 平成 20 年度の成果

(a) 業務の要約

平成 20 年度は、マルチマウス・仮想大画面共有システム「天窓」(Tenmads) の機能・性能をさらに向上させた。これにより、ソフトウェア開発自体はいわゆる Single Display Groupware (SDG) 並みの容易さでありながら、遠隔地同士で画面と入力を実時間で共有することのできる Real-Time Groupware (RTG) や Multiple Presence Groupware (MPG) も同時に実現できてしまうようなシステム基盤が完成した。また、システム性能の確認を行い、広域にわたって災害情報共有を行うグループウェアとしての性能を十分に保証できることを確認した。

天窓の上に、広域連携を行なう自治体等の災害対策本部のビューアのプロトタイプ Country Maam を開発した。そしてこれを共通データベースである DaRuMa 経由で JAXA (宇宙航空研究開発機構) が開発した災害救援航空機情報共有ネットワーク (ヘリコプターの運航管理システ

ム) D-NET と接続し、災害時の患者搬送システムのモデル実装を行った。これにより、複数の災害対応機関が、ここで開発した汎用災害情報ビューアを使って十分に連携できることを実証した。

(b) 業務の成果

1) 背景説明

文部科学省の減災情報共有プロジェクト（平成 16～18 年度）において行った、広域連携システムの原型ともいえる情報表示・入力システムの基盤となるマルチマウス・仮想大画面共有システム「天窓」(Tenmads) の大枠が完成している。

災害時の広域情報連携を達成するためには、多様な災害対応機関の IT 設備のいわばインピーダンスマッチ（整合）をとることが必要となる。すなわち、広域連携システムにおいては、多様な IT 機材をすでに所持している災害対応機関の間の整合、別の言い方をすれば相互運用性を担保することが重要である。既存の設備を捨てて新しい「統一機材」に移行することはコスト面で現実的ではない。

コストに関する制約は IT 防災では特に重要となる。どんなに素晴らしい技術であってもそれが経済的な意味でのコスト、さらには人間的な意味でのコスト（新しいシステムや技術に適応するための認知負荷や学習コストなど）が多大にかかるようでは、災害対応を実際に行っている自治体には採用してもらえない。

経済的なコストについては、上でも述べたように、いまやどこにでもあるような PC や周辺機器をそのまま活かせるような技術開発が必要となる。ここで一つの重要な判断ポイントとなるのは、いまや社会の最重要インフラとなったネットワークをどこまで当てにするかである。大震災のときには道路、電力、ガス、水道などほとんどすべてのインフラが壊滅的な被害を受ける。当然、通信手段も壊滅的な被害を受けるが、今日、通信手段は衛星無線や地上局経由の無線を利用したインフラの整備が進んでおり、地域全体が通信の孤島になるといった壊滅的な被害を受けにくくなってきている。無線基地の電力が保証されるような手段が講じられていれば、基地の堅牢化によって通信インフラだけは生き残るということが今後十分考えられる。また、移動無線局のような設備もある。このようなことから、コンピュータネットワークが災害時にもある程度生きているという仮定は妥当であろう。遠距離無線、たとえば携帯のポケット通信機能のついたノート PC と車（のバッテリーとインバータ）があれば、災害当初の 1～2 日は必要な通信が可能である。このプロジェクトで考慮している自治体相互の通信についても、ネットワークが全面的に遮断してしまうことは次第に考えにくくなっている。このことから、天窓のようにある程度の通信インフラの存在を前提にしているシステムは、本プロジェクトで開発すべき災害情報ビューアを構築するためのよい基盤になり得ると考える。

人間的なコストについては、現状では、多様な IT 防災システムが中央省庁や自治体に導入されており、システムの使い方はもちろん、画面に表示される情報の提示方法（たとえばアイコンや色の使い方など）もまちまちである。このままでは、このプロジェクトで目指している広域連携も困難である。以前の減災情報共有プロジェクトでは、このような考察から、地図上に表示する災害情報に関するアイコンについて、特に訓練しなくても了解性の高いものを独自に設計したが、これは天窓システムの上に載せる新たな IT 減災アプリケーションにも原則的に踏襲する。

以下、19年度に開発した天窓システムについて簡単に復習しておく。

現在、計算機が複数存在する環境は珍しくない。また、そういう環境では計算機同士がネットワーク接続されていることが多い。この点に着目し、ディスプレイを多数統合することで大きな領域を実現するとともに、遠隔地で同じ画面を共用しつつ、その共用画面で複数箇所から入力を可能にする基盤システムが天窓である。このシステムはIT防災に特化したものではなく、汎用性の高いものであり、設計は汎用性を可能なかぎり考慮して行った。

天窓は、ネットワークを経由して、多数のPCにつながっている多数のディスプレイにアクセスできる環境を構築するものである。ネットワーク経由でディスプレイにアクセスするソフトウェアさえあれば、ハードウェアを買い足す必要もなく、1台のPCから複数のディスプレイを制御できる。それらのディスプレイを1箇所に寄せ集めて並べれば、簡単に大型の統合ディスプレイを実現できる。ハードウェアの制約がないので、ノートPCでもシステムを構築できる。こうして大画面システムを機動的に構築できるようになる。

天窓は統合ディスプレイ環境を実現するのに「覗き窓方式」採用している。この方式では、統合されるディスプレイを「領域」としてではなく「覗き窓」として扱う。大型ディスプレイが必要な計算機には、必要なだけの大きさの仮想画面領域を用意し、各々の覗き窓がその領域の一部を覗く、という方式である。覗いている部分の少しずつ異なる覗き窓を並べると、大型画面が出来上がる。各々のディスプレイを屋根にある天窓、仮想画面領域を空と考えるわけである。

覗き窓方式には次のような利点がある。

■ 仮想画面側での表示設定が不要

仮想画面はあくまで仮想空間を提供するものであり、表示がどう行われるかは切り離されている。どのディスプレイの隣にどのディスプレイがあるか、といった情報は仮想画面を用意する段階では不要であり、設定にかかる負担が少ない。

■ ダイナミックな再配置が可能

実際にディスプレイを並べてみて、横の解像度が足りない、縦に長すぎる、というようなときも、天窓ではその都度物理的なディスプレイを配置し直すだけでよい。ディスプレイやそれを駆動している計算機の配置が変わっても、覗き窓の位置が変わるだけなので仮想画面に影響はなく、システム全体を再起動する必要がない。仮想画面上で既にアプリケーションソフトが動いていても、それが動いているままで再配置が可能である。災害対応機関でのフレキシブルな大画面設定が可能である。

■ 表示内容の共有が可能

天窓では、大画面を多数のディスプレイの集合体で実現すると同時に、別のディスプレイ群を使って同じ画面を表示できる。これには2つの覗き窓が同じ場所を見るように設定すればよい。共有画面の接続や切り離しは、仮想画面に影響を及ぼすことなく行える。もちろん、インターネットを介して遠隔地で大画面を共有することも可能である。これがまさに複数の災害対応機関の広域連携システムに必要な特徴である。

■ 重複した表示が可能

一般の紙地図は大抵、隣の図面との境界部分は隣の図面と少し重なるようにつくられている。覗き窓方式では、この重なりも再現できる。現在の技術では、すべてのディスプレイには枠がつ

いているので、ディスプレイを並べるとディスプレイの境目にすき間が空いてしまう。通常のマルチディスプレイでは、ディスプレイの境目で表示内容に関係なく表示が分割されて見にくくなる。覗き窓方式では紙地図を並べたような表示が可能である。逆に、ディスプレイの枠の太さだけ表示を飛ばし、ディスプレイの枠が本物の窓枠であるかのような自然な表示を行うこともできる。

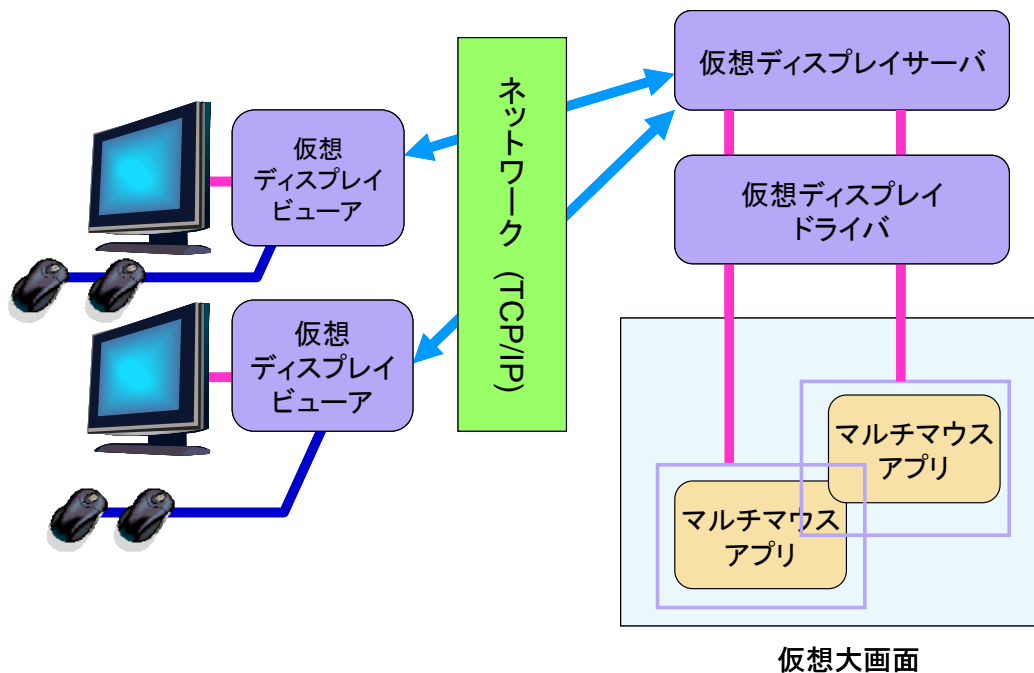


図1 天窓のシステム全体構成

天窓は Windows 上で動くシステムであり、図1のようなシステム構成をとる。角丸四角形で示したプログラムが天窓のために開発したプログラムである。仮想ディスプレイドライバは仮想画面を用意するためのデバイスドライバ、仮想ディスプレイサーバは仮想画面の内容を仮想ディスプレイビューアに送信するためのプログラム、仮想ディスプレイビューアは「覗き窓」プログラムである。

2) 天窓の改良

19年度に大枠が完成した天窓についていろいろな改良を行い、後述する広域連携試作システムに利用した。また、広域連携システムに利用可能な性能を達成しているかどうかについて性能評価を行った【文献1】。

改良点の主のものは以下のとおりである。

- ・ クライアントごとに画面に表示する情報をオーバーレイできるようにした。これによって、全体で共有する地図情報のほかに、そのクライアントディスプレイを見ているユーザに関心のある表や地物情報を共有大画面に個別にアドオンする形で表示できる。これは天窓のアーキテクチャ上の大きな変更である。ただし、オーバーレイはクライアントごとに1枚のみとした。

これは性能やアーキテクチャの一貫性の制約から来るものである。多少、やりにくい面があるが、あまり複雑にしないほうがよいという判断をした。

- 天窓のネットワーク性能を数倍向上させた。広域連携システムには当面不要であるが、LAN 環境では動画でも高速に共有できるようになった。
- RFB (Remote Frame Buffer) に対応することにより、VNC (Virtual Network Computing) クライアントも参加できるようにした。これにより、Mac、Linux のユーザも（そのクライアントではシングルマウスという制約はあるが）連携できるようになった。これによって、近い将来、携帯機器や Web ブラウザからも広域連携に参加可能になる。
- 仮想ディスプレイドライバにおけるメモリ共有機構を改良し、今後の天窓の機能改良がソフト的にやりやすくなるようにした。
- 画像圧縮プラグインを導入することにより、画面転送にかかる時間を、LAN や WAN の回線の速度に応じてクライアントごとに最適化できるようにした。すなわち画像品質を個別に変更することで、回線速度のバラツキに柔軟に対応できるようにした。
- 多人数の職員が参加しても、マルチマウスの反応速度が低下しないような内部プロトコル設計をした。上と同じ中級クラスの PC 環境で測定した結果、LAN ではあるが、数名が負荷の高い動画を共有しつつ、同時に操作しても、反応遅延は 10 ミリ秒未満であり、ユーザが気にならないマウス反応遅延の限界と言われる 60 ミリ秒を大幅に下回った。なお、この内部プロトコルでは、画像情報とマウス情報をうまくインターリーブすることにより、1 本のネットワーク接続だけで、広域連携が可能になる。こうすることによりインストール時の面倒が大幅に削減される。

天窓の性能測定については以下のような結果を得ている。これにより、天窓の性能がオフィス作業や災害対応用途のように、画面の大幅な更新があまり起こらない用途にとって十分であることがわかる。これについては今後も改良を続ける予定である。

計測に使用した PC は、どの現場にもありそうな近年のミドルレンジ PC である。仮想ディスプレイおよびサーバを動作させた PC は Core2 Duo 2.4GHz、ビューアを動作させた PC は Pentium4 2.8GHz を CPU として持つ PC である。サーバとなった PC はデュアルコア PC であるが、天窓のサーバは 1 つのコアしか用いないため、デュアルコアであることによる性能の向上はないものとしてよい。ネットワークには 10Mbps、100Mbps、および 1Gbps のものを使用し、同時にネットワークに流れるデータによって計測データが影響されるのを防ぐため、ネットワークには以上のサーバとビューアを動作させた PC のみを接続した。

画面転送は（広域連携アプリケーションでは動画を共有することはほとんどあり得ないが）最も負荷のかかっている状態を想定し、640×480 のサイズで毎秒 30 コマの動画を転送した。圧縮プラグインを変えながら 10 秒間転送を行い、1 秒間に何コマ転送できたかの平均を計測した。計測の結果は表 1 に示す。非可逆圧縮である JPEG を使用すると高速な転送ができています。可逆圧縮では PNG より RLE のほうが転送速度が高くなっている。なお、RLE は Fax で使われる Run Length 圧縮で動画では圧縮効率が低いが、可逆圧縮である。いずれにせよ、画面の情報が部分的にしか変化しない広域連携アプリケーションでは性能上の問題がほとんど発生しないことが期待

される。

天窓においてマウスカーソルは、ビューアがマウスからの移動のデータを受け取ると移動データがサーバへ回送され、サーバがマウスカーソルの位置を再計算したあと、ビューアへマウスカーソル移動の命令が発行され、最後にビューアが新たにマウスカーソルを描画して初めて、ユーザはマウスカーソルの移動を認識できる。ユーザがマウスを動かしてからマウスカーソルの移動を認識するまでの応答時間は短いほうがよい。

表 1 画面転送およびマウスカーソルの応答速度

圧縮形式	fps / マウスカーソル応答速度(ms)		
	10Mbps	100Mbps	1Gbps
JPEG; Q=70	12 / 8	23 / 6	25 / 5
JPEG; Q=30	20 / 8	26 / 6	27 / 5
PNG	1 / 20	2 / 40	3 / 50
RLE	1 / 7	5 / 2	8 / 2
無圧縮	<1 / 7	3 / 4	7 / 1

天窓のマウスカーソルの応答時間を確かめるため、画面の転送速度を計測したのと同じ環境において、マウスカーソルの応答時間を計測した。画面の転送速度の計測の場合と同様に、圧縮プラグインを変更しながら計測を行った。ユーザがマウスを動かした瞬間からの計測は難しいので、ビューアがマウスの移動データを受け取った瞬間からマウスカーソルが画面に描かれるまでの応答時間を測定した。それぞれ、マウスを 10 秒間動かし続け、応答速度の平均を調べた。応答時間は表 1 の通りであり、圧縮方式によって差があるが、いずれも 100ms を大幅に下回っている。

表 2 マウスカーソルの個数に対するカーソルの応答時間

カーソル個数	マウスカーソル応答時間(ms)		
	1 ビューア	5 ビューア	10 ビューア
1	3	4	4
10	10	11	11
20	26	27	28
30	38	40	40
40	49	51	52
50	61	62	62
60	70	72	74
70	82	85	87
80	95	96	99
90	105	105	108
100	115	121	124
110	128	135	137
120	141	146	152

さらに、天窓において、マウス何個程度までユーザがストレスなく作業できるかを調べるため、マウスの個数に対するマウスカーソルの応答時間を調べた。実験に使用した環境および測定方法は前の実験と同一である。ただしここでは、純粋にマウスの応答時間を調べるため、画面転送が発生しないよう、動かない画面において計測を行った。また、ネットワーク速度は 1Gbps に固定した。

マウスがひっきりなしに動作している環境をシミュレートするため、プログラムにて複数個分のマウスの動作をシミュレートして計測を行った。また、マウスはすべて同一の PC につながっているものとして、1 つのビューアからすべてのマウスの動作をサーバへ送信するようにした。実際の作業では、マウスは別々のビューアにつながっているのが普通であると思われる、またすべて同時にひっきりなしに動くこともあまり多くないと思われるので、この計測は最悪の場合のシミュレーションである。また、実際のマウスのハードウェアとしての動作にかかる処理時間は考慮していないため、純粋に天窓のマウスカーソル転送能力を計測したものである。

マウスは 1 個、10 個から 10 個ずつ増やし、120 個までの計測を行った。さらに、同一領域を閲覧しマウスカーソルの動きを見られるビューアを 1 個、5 個、10 個と変化させ、それぞれ応答時間を計測した。計測の結果は、表 2 の通りである。概ねマウス 20 個あたり 25ms の割合で応答時間が延びている。ビューアの数が増えると応答時間も長くなっているが、ビューア 10 個程度では 1 割未満の差しか出ていない。

このようにマウスカーソルも画面データも、十分に短い応答時間を持っている。画面の更新が多くない用途で、ネットワークも高速であれば、100 人程度の同時作業が可能であると考えられる。

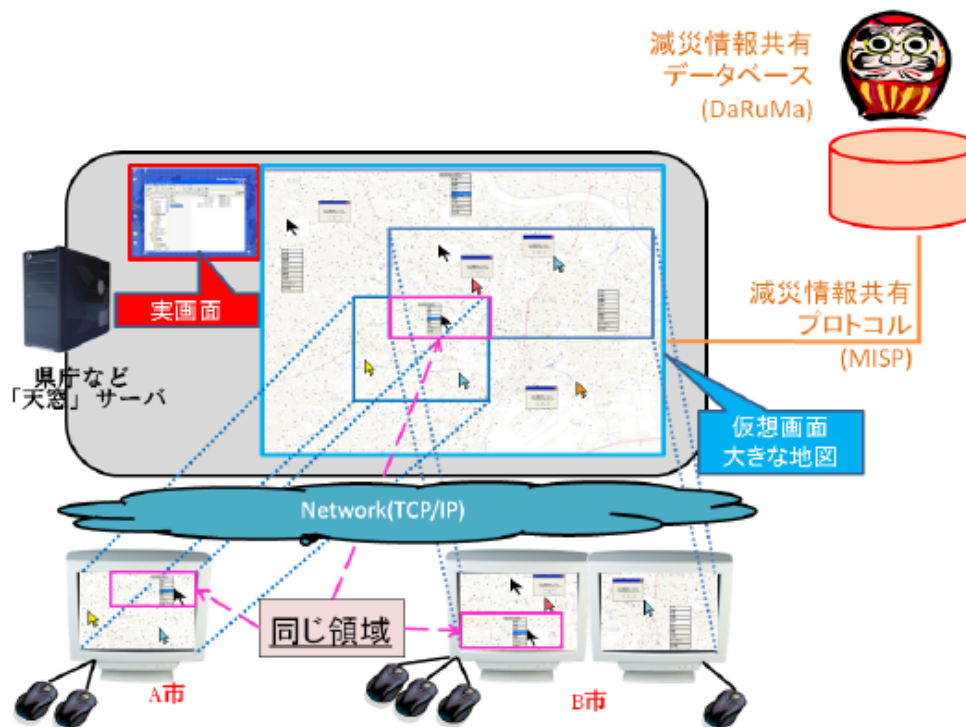


図 2 Country Maam の全体構成

3) 広域連携システムの汎用ビューア Country Maam の試作

Country Maam は、天窓の上に構築された災害対策本部システムのプロトタイプである。Country Maam は別プロジェクトで開発された天窓アプリケーション開発環境 MMFramework を用いて開発された。このため、今後の改良や類似システムの開発も比較的容易と考えられる。

Country Maam の全体構成を図 2 に示す。この図に示されているように、広域連携をしている自治体等の機関のいずれかに広域地図を表わす仮想画面を保持しているサーバを設置すれば、そこネットワークで接続しているいろいろな機関が、必要な範囲の地図を自由に見ることができる。もちろんオーバーラップして見ることもできるので、隣接自治体等の協調も容易になる。

Country Maam は減災情報共有プロトコル (MISP) を用いて、減災情報共有データベース (DaRuMa) と接続されている。DaRuMa の情報を登録・読み取り機能を実装することにより、現場隊員や各種関係機関と連携を図れるようにした。なお、DaRuMa を通じて各機関とやり取りを行う情報はスキーマファイルにて定義する。

操作は基本的にマウス操作のみで実現できるようにする。マウス操作をすると、コンテキストに応じたメニューが出現し、すべての操作はそのメニューを始点にして行う。マウスにはそれを使用するユーザの権限などが設定される。コンテキストにはユーザ権限も含まれるので、ユーザごとに出現するメニューは異なる。

GUI の設計は減災情報共有プロジェクトで我々が設計した「GUI ガイドライン」[文献 2] に従う。しかし、このガイドラインには適宜改良を加えた。

a) Country Maam のシステム要件

想定するユーザはシステム管理者とシステムユーザの 2 種類である。システム管理者は天窓サーバにおいて Country Maam の起動や設定を管理する。主に県庁の職員などを想定している。システムユーザは天窓クライアントアプリケーションを用いて天窓サーバを覗き、Country Maam 上の地図を見ながら災害情報を確認したり、入力を行ったりする。すなわち各自治体で災害対応を行う。主に自治体における災害対策本部や本部会議の構成員などを想定している。

図 2 に示したように県庁などに天窓サーバを用意し、そこでシステム管理者が Country Maam を起動させる。実際の災害対応を行う災害対策本部の職員は各自の本部で、天窓クライアントアプリケーションを用いて自身の関係する領域を覗きに行く。必要に応じて、液晶プロジェクタなどを用いて大画面を構成する。Country Maam が表示する地図は複数のシステムユーザによって覗かれるので、ここのシステムユーザの都合により特定の領域だけ縮尺を変えるなど、全体に影響する操作は行えない。このような場合、別の天窓サーバを用意し、他縮尺の地図を Country Maam で表示させ、システムユーザはそれを覗きに行く形式をとる。

Country Maam が目指すのは、災害対策本部で使われる紙地図の置換である。しかし紙地図を IT 化することにより、本来の紙地図には存在しなかった付加価値も発生する。それらを踏まえて、Country Maam が満たすべき機能を以下に述べる。

- ・災害情報を地図上にマッピングする

Country Maam が提供すべき最も重要な機能である。これは本来の紙地図にも存在する機能であるが、紙地図の場合は地図上に共有したい情報項目をすべて書き込まなくてはならない。これ

ではすぐに地図上に項目があふれ返り、視認性が著しく低下する。Country Maam では地図上にマッピングするのは災害情報を示すアイコンなど、必要最低限の項目だけを置く。詳細情報などは各マウスに付随するポップアップや詳細情報を表示するためのウィンドウを用いて表示を行う。

・広域連携の支援

従来の災害対策本部の業務では、紙地図上に災害情報などをマッピングし、その災害に対して、電話などを用いて各種連携機関に災害対応を依頼する。このような業務は、Country Maam のように紙地図を IT 化し、DaRuMa と MISP による減災情報共有プラットフォームを用いることにより統合可能である。すなわち、減災情報共有プラットフォームに接続しているあらゆる機関と連携がとれる。たとえば、実際の災害対応を行う機関が、対応の進捗状況をプラットフォーム上にて報告することにより、災害対策本部でも逐一状況を確認することが可能になる。広域災害の場合は、近隣の市区町村の被害状況なども考慮した上で災害対応を行うことが必要になってくるが、Country Maam では仮想画面上に大きな地図が表示されており、システムユーザにあたる各市区町村の災害対策本部は基本的に同じ地図に対して操作を行っているため、近隣の市区町村の被害状況、および災害対応状況などは仮想画面を覗く領域を変更するだけで確認が可能である。

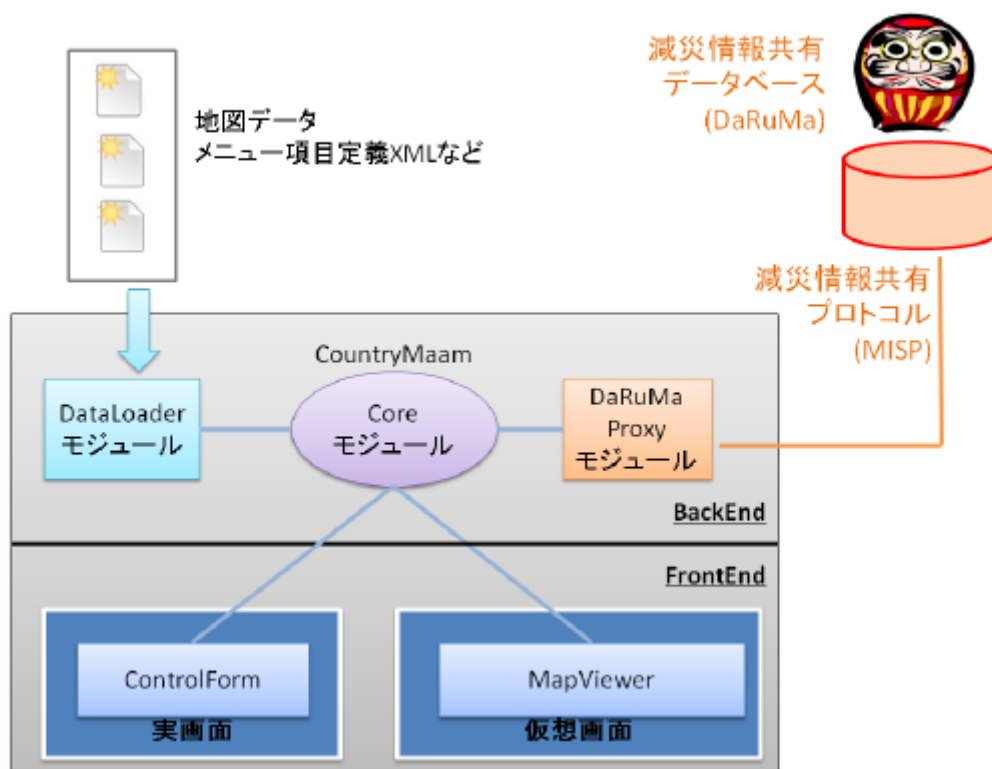


図 3 Country Maam の内部構造

b) Country Maam の実装

Country Maam の内部構造は図 3 に示したように、GUI となる ControlForm と MapViewer から成る FrontEnd と、中心的な処理を行う Core モジュール、そして外部より必要なデータを読み込む DataLoader モジュール、そして DaRuMa と通信を行うための DaRuMaProxy モジュールで構成される BackEnd から成る。DaRuMa は XML を扱うデータベースなので、Country

Maam も一般的な MVC (Model-View-Controller) モデルに基づく設計である。Model となる部分は外部データを扱う DataLoader モジュール、DaRuMaProxy モジュール及び、それらの情報を保持する Core モジュールに相当する。View は FrontEnd、Controller は Core モジュールがそれぞれ担当する。

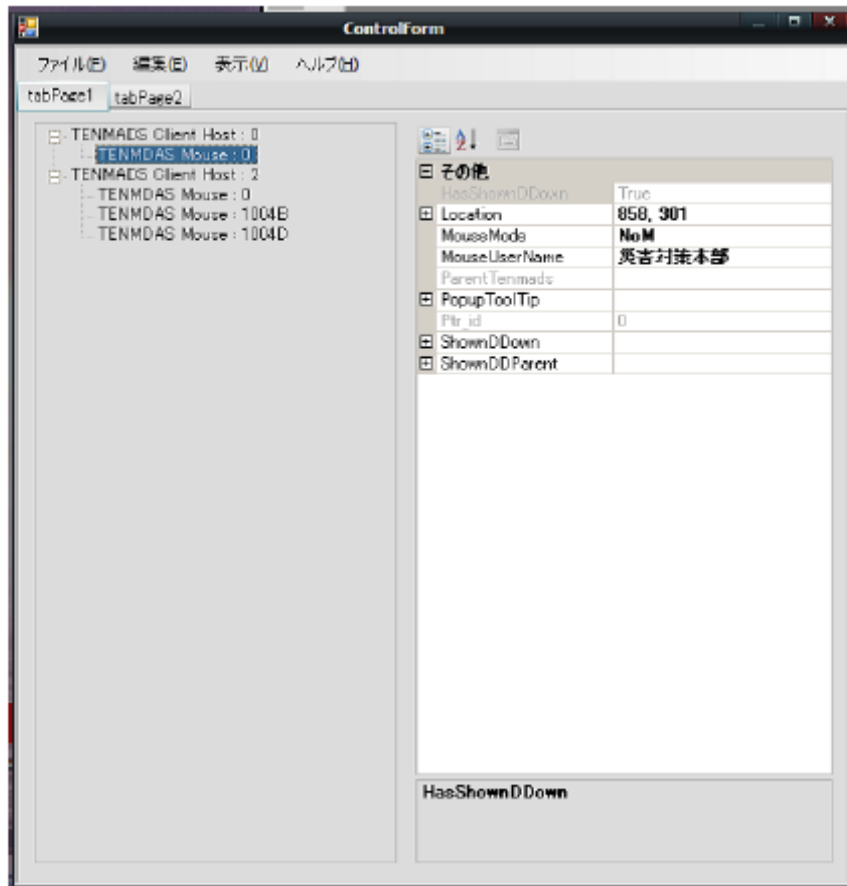


図 4 Country Maam の管理用フォーム (ControlForm)

FrontEnd モジュールは図 4 に示す管理用フォーム (ControlForm) と図 5 に示す広域地図画面 (MapView) からなる。Country Maam を起動させるとまず管理用フォームが立ち上がる。このフォームより広域地図画面を表示させたり、地図画面を覗いているシステムユーザの情報などの、各種管理を行う。管理用画面は仮想画面の中ではなく、実画面の中で稼働させ、システム管理者のみが操作を行う。管理用フォームが起動したら、システム管理者は広域地図画面を表示させ、地図画面を仮想画面領域にドラッグ&ドロップで移動させたら、表示領域を広大な仮想画面領域全体に拡大させる。



図5 仮想大画面描かれる広域地図画面

広大な広域地図画面は各種システムユーザから天窓クライアントアプリケーションを通じてネットワーク越しに操作される。この地図画面はマルチマウスでの操作に対応しており、マルチマウス用の各種インタフェース（メニューやポップアップなど）を備えている。また災害情報をアイコンとして表示し、それに対して各種災害対応の要請などを行える。なおこの地図画面領域内にマウスが侵入すると、図6のようにまずユーザ登録を促すポップアップが表示される。ユーザが自身のユーザ情報を登録すると、図7のようにその情報に基づき個別のメニューが表示される。



図6 まずユーザ登録

図7 その後操作が可能になる

なお、実際の個別メニューの登録などの処理を実装しているのは BackEnd の Core モジュールであり、FrontEnd は地図やアイコンなどを表示するだけの役目を担っている。

BackEnd は、FrontEnd になんらかの情報がシステムユーザによって入力されたときに、それを処理する。災害情報や任務情報を DaRuMa に登録・取得処理を行う例を図 8 に示す。また図 6 や図 7 に示したようなメニューの各種の項目は、メニュー項目を定義した XML ファイルから読み込む機能を DataLoader モジュールに持たせた。天窓では複数のシステムユーザが Country Maam を覗くので、権限関係などが複雑になってくる。よってメニューに表示させる項目の組み合わせも複雑になってくるが、このような機能を持たせることにより、システム管理者などが各種の XML ファイルを修正するだけで対応可能になった。

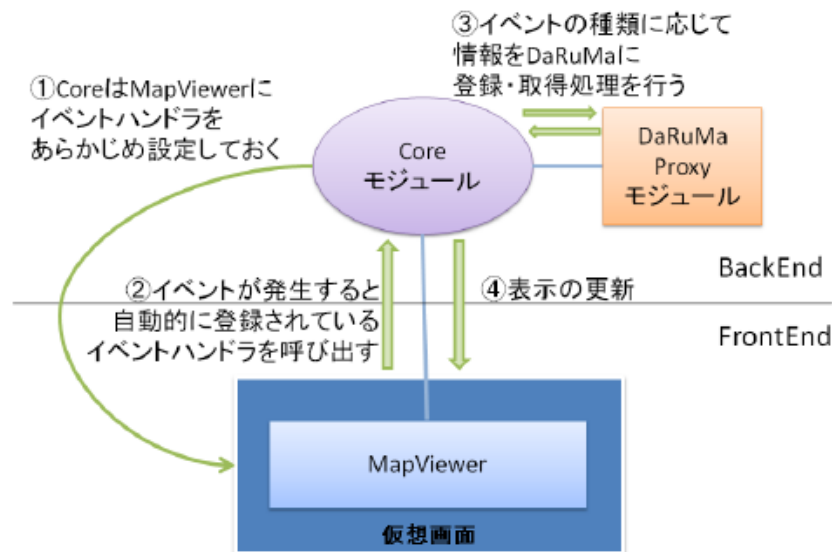


図 8 災害情報の登録・取得処理の流れ

4) Country Maam と JAXA の D-NET の接続実験

D-NET とは JAXA (宇宙航空研究開発機構) が開発・提唱している災害救援航空機情報共有ネットワークであり、本プロジェクトとは独立に開発されたものである (図 9) [文献 3]。D-NET と Country Maam が情報共有プラットフォームを通して連携することが、容易に実装でき、かつ効果的であることが示されれば、広域連携システムの開発意義が実証されることになる。

本年度はその手始めとして、ヘリコプターによる病院間の患者搬送について、災害対策本部、病院、D-NET が連携する簡単なプロトタイプを開発した。その構成を図 10 に示す。本来はもっと複雑な連携手順を考えなければいけないが、ここでは情報共有プラットフォームを通して異種のシステムが実際につながることを確認する意味で、単純化されたシナリオで接続実験を行った。



図9 JAXAのD-NETの概念図（JAXA 小林氏提供）

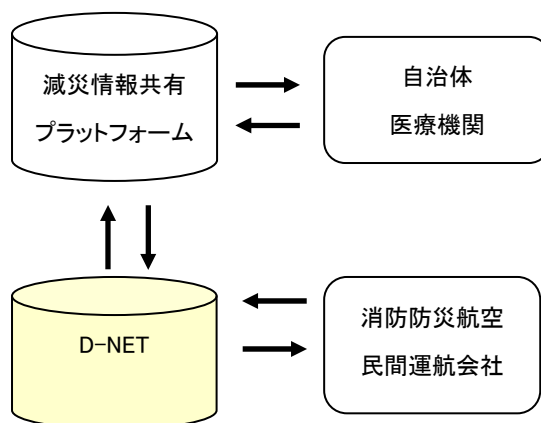


図10 連携の形態

JAXA 航空プログラムグループ運航・安全技術チームの小林啓二氏と竹内研究室で打ち合せと共同作業を3～4回、正味3ヵ月程度行っただけで以下に示すような実験を行うことができた。実験シナリオの概略は次の通りである。

市立川崎病院にそこでは対処できない患者が発生したため、災害対策本部を通して、ヘリコプターによって聖マリアンヌ病院に搬送するよう依頼する。その依頼が、DaRuMaを通して、災害対応用ヘリコプターの運航管理を行っているJAXAのD-NETに伝達される。D-NETは各所から来るヘリ出動依頼を一元的に管理しており、全自動あるいは半自動の作業の結果、適切なヘリコプターに任務を振り分ける。この際、任務優先度などの指定も適切になされる。実際にヘリコプターが任務について飛び立つと、その運航情報や任務遂行状況がDaRuMa経由で、仮想画面、すなわち災害対策本部の画面に表示される。

このシナリオに沿った Country Maam の画面と D-NET の画面を時系列順に図 11 に示す。お互いが協調しながら患者の搬送が行われ、両方が依頼や任務の進行状況を異なる画面で見ていることが理解されよう。なお、この図では、簡単のため、災害対策本部のほかのマウスは同時にはなにもしていないことになっているが、本来は同時並行的にいろいろな災害対応活動が行なわれ、この画面上に表示されることになる。

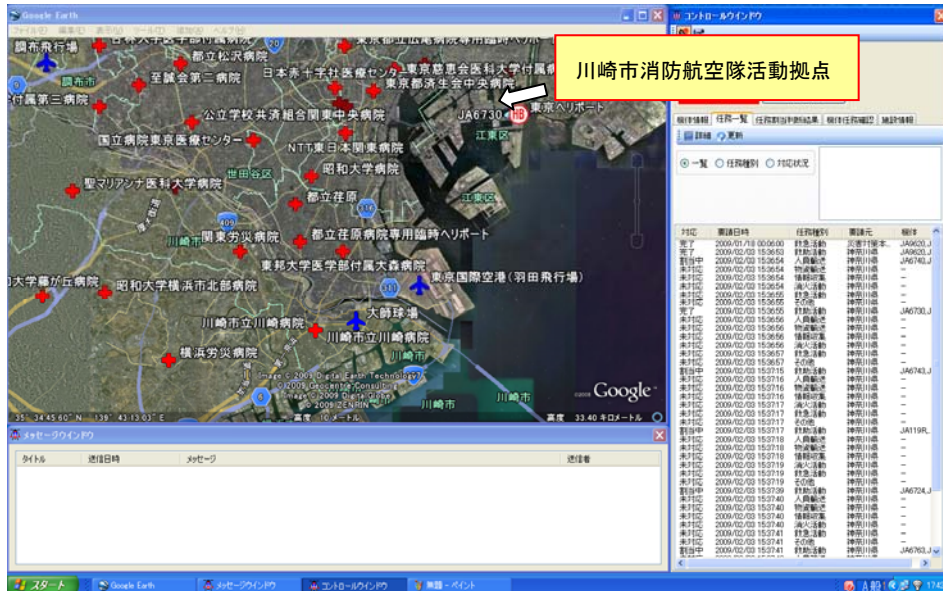


図 11-1 D-NET の地上用運航管理画面

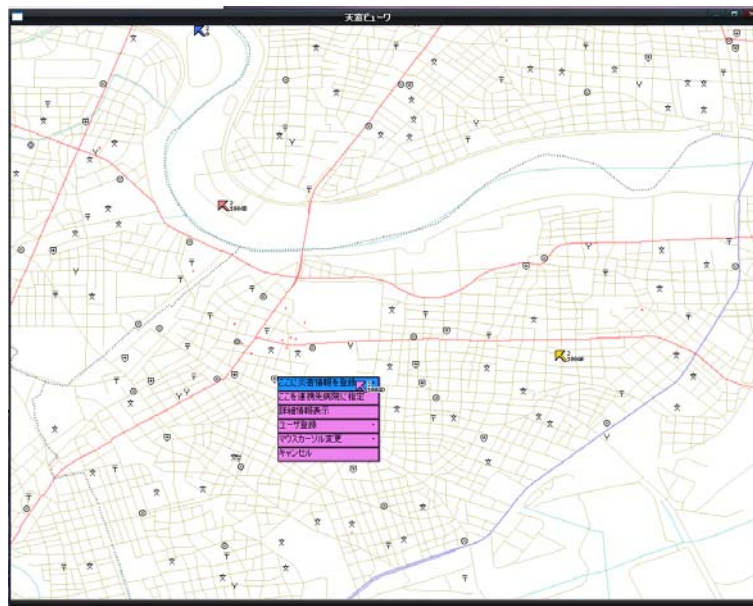


図 11-2 医療担当班（病院）の PC で搬送要求を入力

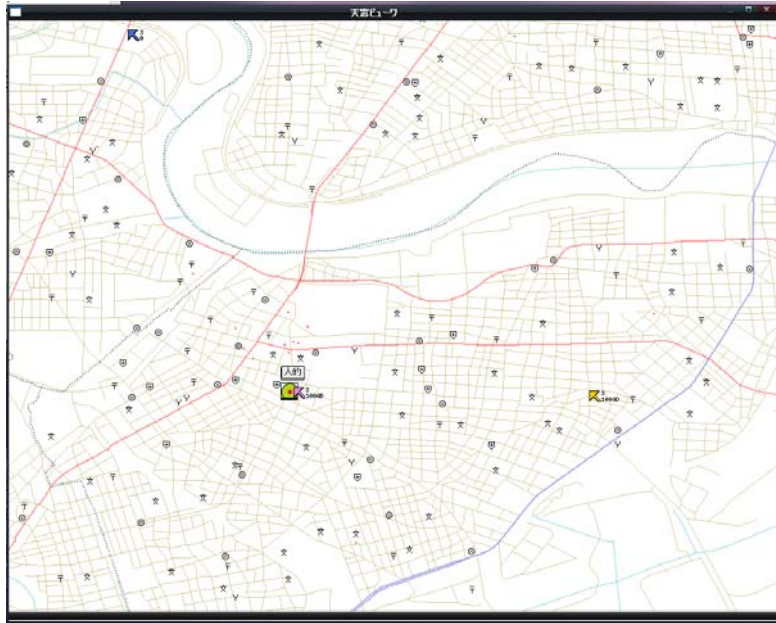


図 11-3 登録が完了し、アイコンが表示された

この画面を共有している他の機関・部署の人たちもこれら一連の動作を見ることができる。

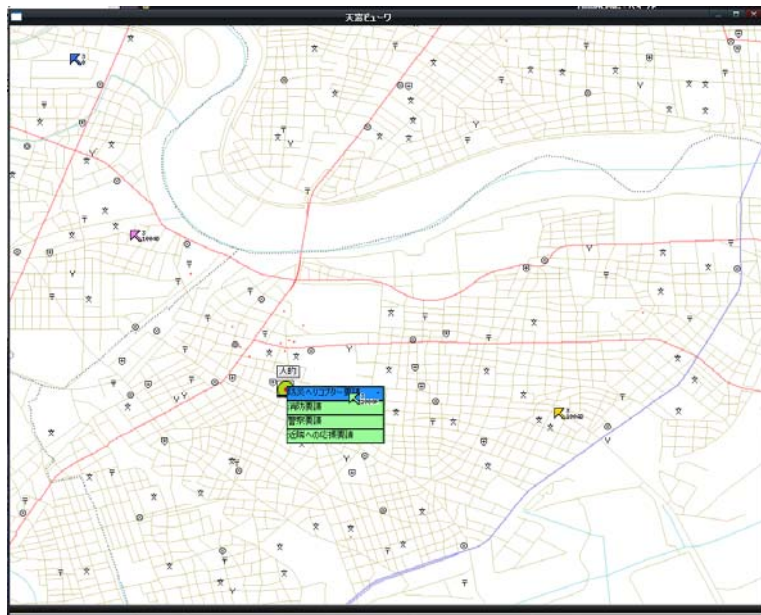


図 11-4 ヘリコプター搬送の要求入力

ヘリコプターに対する出動要請を行える部門の人が病院からの要請に気がつき、JAXA の D-NET にヘリコプターによる患者搬送の要請を入力する。このメニューは要請をできる権限を持ったマウスのみでしかできない。要請は災害情報共有プロトコル MISIP を使って、DaRuMa 経由で D-NET に送られる。

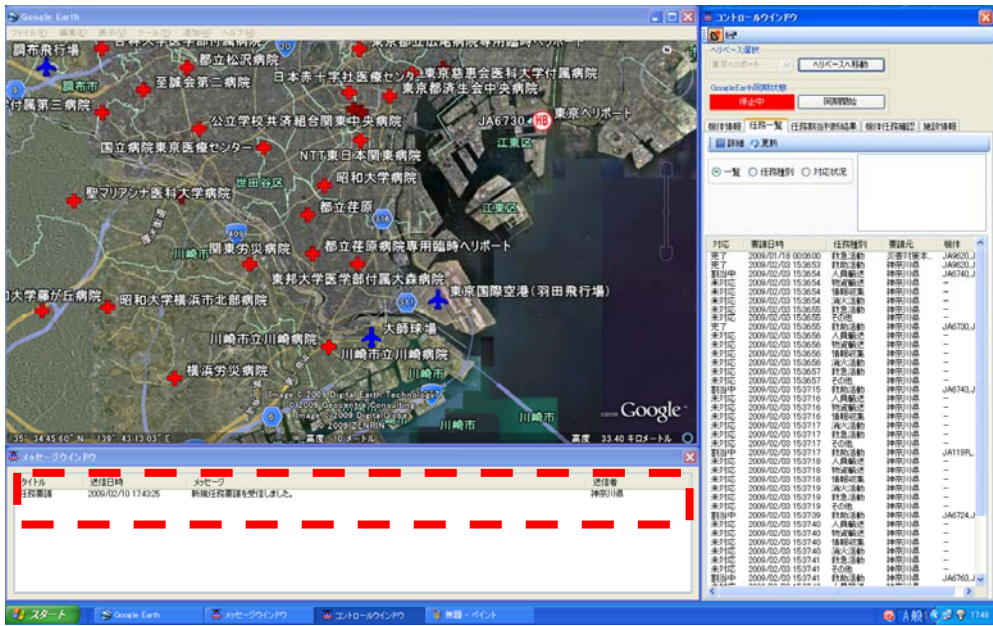


図 11-5 D-NET が災害対策本部からの任務要請を受信

このあと、自動化レベル、優先対象、割り当てレベル、任務優先度、使用機体制約などの設定や選択を経て、使用可能機体への任務振り分けが行われる。この画面により、多数の任務を多数の機体に効率的に振り分けることが可能になる。最後に機体へ任務を送信し、受領を確認する。川崎市の場合は、東京ヘリポートに機体がある。

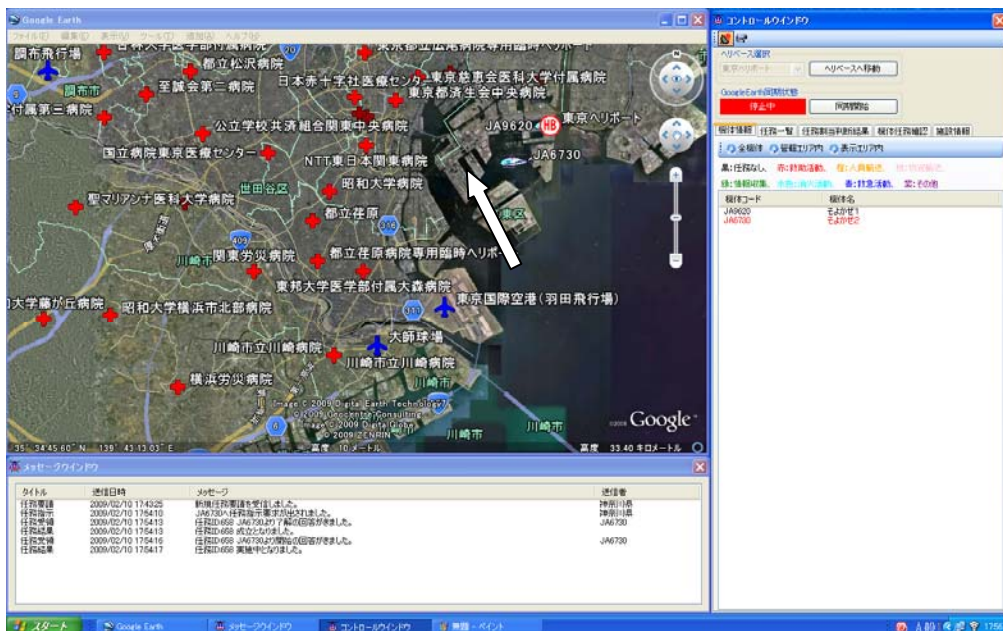


図 11-6 D-NET における機体の活動状況の監視

東京ヘリポートを機体が離陸した(白い矢印の先)。右側のフレームではいろいろな機体の「任務実施中」「待機中」などが視覚的に把握できる。

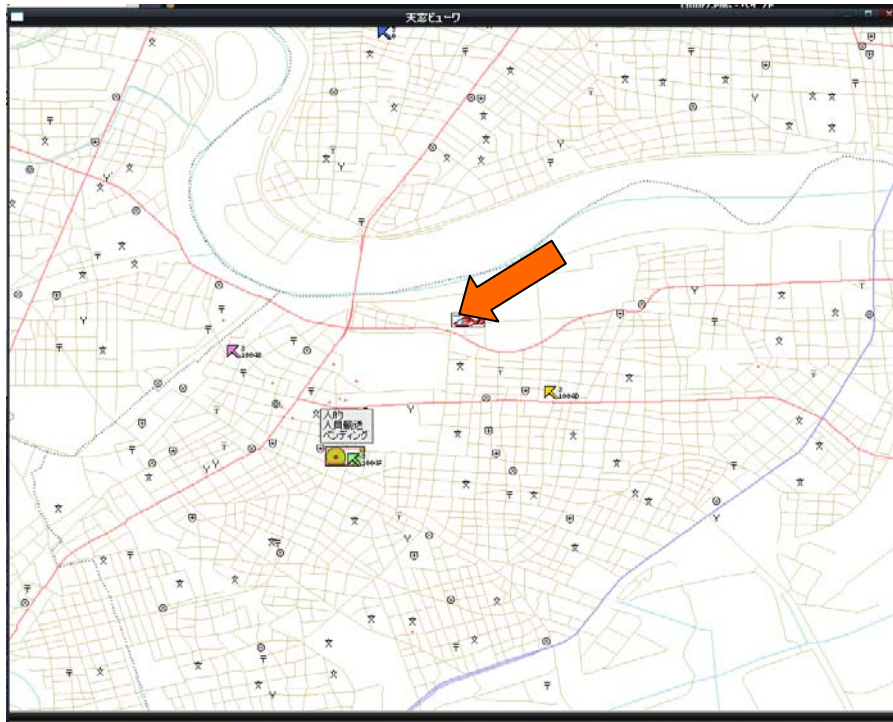


図 11-7 Country Maam からもへりの移動が間歇的に見える（矢印の先）

このあとヘリコプターが病院に到着したことが、D-NET に伝わり、D-NET から DaRuMa 経由で Country Maam に到着の知らせが届いて表示される。患者がヘリコプターに乗せられ、聖マリアンヌ病院に向かうときも同様に、Country Maam と D-NET は DaRuMa 経由で情報を交換試合、最終的に患者搬送の任務が終了したことが画面を共有しているすべての人に伝わる。

5) 天窓と Country Maam の開発についての特筆点

これらの開発に関しては、ソフトウェアの構造的品質を高めることを第一義においた。すなわち、ソフトウェア工学的な意味での品質、相互運用性、保守性、拡張性を重視して開発を進めた。こうすることによって、実際に広域連携を必要とする自治体に安心して採用してもらうことができる。

本サブチームでは、昨年度と同様、文部科学省の研究拠点形成等補助金（先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム）の研究拠点「情報理工実践プログラム」の枠組によってこれらのシステムの開発プロセスの品質向上を支援した。

(c) 結論ならびに今後の課題

広域連携における災害情報表示・入力システムの基礎となる天窓（Tenmads）は 19 年度に大枠が完成していたが、20 年度には適用範囲を広げるための改良をいくつか行い、性能も向上させた。これにより、ソフトウェア開発自体はいわゆる Single Display Groupware (SDG) 並みの容易さでありながら、遠隔地同士で画面と入力を実時間で共有することのできる Real-Time Groupware (RTG) や Multiple Presence Groupware (MPG) も同時に実現できてしまうようなシステム基盤が完成した。また、広域にわたって災害情報共有を行うグループウェアとしての性能を、回線速度のバラツキがあっても十分に保証できること

を確認した。

天窓のこの能力を活かして、広域連携している各自治体の災害対策本部用の災害情報表示・入力システム Country Maam を開発した。Country Maam は DaRuMa と MISP を特徴とする災害情報共有プラットフォームを通して、複数の自治体が連携できる仕組みを基本的に有している。すなわち、本サブテーマが目標としている、広域連携システムのための汎用災害情報ビューアの開発は 20 年度で大きな山を越えたと言ってよい。

実際、Country Maam と、このプロジェクトとは独立に開発・提唱されてきた災害救援航空機情報共有ネットワーク D-NET（現状ではヘリコプターの運航管理が対象）を DaRuMa 経由で協調させるモデル実装を簡単なシナリオに基づいてプロトタイプ開発した。この開発が実質 3 ヶ月程度で完了したことから、減災情報共有ネットワークの有効性はもちろん、天窓ベースの災害情報ビューアが大きなシステムの枠の中に容易に取り込めることも実証できた。

今後は、さらに多くの機関と連携した災害情報ビューアに拡張していくことと、連携の手順を現実に即したもっと複雑なものにすること、表示方法と入力方法をさらに改良することが主な課題となる。すなわち、以前我々が開発した GUI ガイドラインを改良するとともに、増強することが必要である。特に多くの対応者が並列に画面と相互作用する場合の画面の見やすさ、扱いやすさについては、実験を通じた考察と改良が必要であろう。

また、別プロジェクトで開発した天窓アプリケーション開発環境 MMFramework を今後の開発に適用してその効果を確認することも、本研究の課題の一部として取り込むべきであろう。

(d) 引用文献

- 1) 上田真史：マルチ入力デバイスと仮想画面共有を用いたリアルタイム CSCW 基盤の研究、2008 年度東京大学情報理工学系研究科博士論文
- 2) 村崎大輔：IT 防災システムにおける情報収集・伝達・提示手法の研究、2008 年度東京大学情報理工学系研究科博士論文
- 3) 小林啓二，石井寛一，奥野善則：災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）の研究開発，<http://www.ard.jaxa.jp/info/event/pdf/2006exh29.pdf>

(e) 学会発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果	発表者氏名	発表場所	発表時期	国際・国内の別
Tenmads: a software distributed multi-display implementation for practical and low-cost applications (口頭発表)	上田真史， 竹内郁雄	IEEE STFSSD 2009 (東京)	2009 年 3 月	国内 (国 際会議)

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 （雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
災害情報可視化システムの開発	村崎大輔, 藁科光徳, 小池英之, 荒川淳平, 上田真史, 竹内郁雄	日本地震工学会 論文集 第9巻第2号（特集号）	2009年2月	国内

マスコミ等における報道・掲載

なし

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
マルチマウスと仮想画面共有によるリアルタイム共同作業基盤「天窓」	仮想大画面をネットワーク経由で共有し、マルチマウスによって協調作業をするための基盤システム
広域連携している自治体災害対策本部システム Country Maam	県庁等に置いたサーバの災害情報仮想大画面を各機関が共有できるようにするシステムのプロトタイプ
Country Maam・N-NET 連携システム	JAXA の D-NET と連携して、ヘリコプターによる患者搬送を円滑に行う実験システム

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 21 年度業務計画案

平成 20 年度に開発したマルチマウス・仮想画面共有方式による広域多機関での情報連携システムを具体的な対象機関を設定して開発し、その有効性を確認する。また、広域的情報共有システムの開発手法自体についても 20 年度に開発環境の整備を行ったので、新規要員による開発がどの程度容易かつ円滑に行えるかについても検証する。