

# 地理情報に基づく防災情報のリアルタイム共有システム

桑田 喜隆<sup>†</sup> 神成 淳司<sup>††</sup>  
大谷 尚通<sup>†</sup> 井上 潮<sup>†</sup>

近年、地図コンテンツの普及や標準化を背景に、位置情報をはじめとする地理情報の利用範囲が広がっている。応用範囲も、単なる地物の管理から、人間同士が情報共有を行いながら共同作業を行う事例が出現してきた。これにともない、従来から研究が進められている CSCW (Computer Supported Cooperative Work) 技術の応用が可能となってきた。我々は地理情報の共有システムとして防災情報システムを取り上げ「リアルタイム防災情報の共有システム」の試作を行っている。本論文では試作システムの機能の有効性を示すために位置伝達および範囲伝達課題を取り上げ、実証実験を行い定量的な評価を行った。実験の結果、試作システムの位置情報共有機能を利用することで、紙地図や単純な電子地図を用いた場合に比べ、効率が良く個人差の少ない伝達が可能であることが分かった。

## A GIS-based Real-time Disaster Information Sharing System

YOSHITAKA KUWATA,<sup>†</sup> ATSUSHI SHINJO,<sup>††</sup> HISAMICHI OHTANI<sup>†</sup>  
and USHIO INOUE<sup>†</sup>

Geographic Information Systems (GIS) have become popular and widely available. Applications of GIS spread from information management system to collaboration systems. It is expected that techniques developed in Computer Supported Cooperative Work (CSCW) frameworks are applicable for new generations of GIS. We have been developing a Real-time disaster information sharing system as a GIS-based CSCW system. For the quantitative evaluation of effectiveness, we run experiments with the system. We used two sets of tasks; a position transfer task and position range transfer task. As a result of experiment, we conclude that the performance of the system is better than those with traditional paper-and-radio method and those with simple geographic information systems.

### 1. はじめに

近年、GPS (Global Positioning System) の普及や市販の電子地図の低価格化などにより、位置情報を基礎とした情報管理システムである「地理情報システム (Geographic Information System, 以下 GIS)」が広く普及するようになった。特に、携帯端末や情報通信機能を備えた携帯電話等のハードウェアの小型軽量化および車載ナビゲーションシステムの普及により、GIS は屋外で気軽に利用されるようになり、従来の机上のアプリケーションから屋外におけるフィールドワークまで応用範囲が広がった。

当初は GIS 上で単なる位置情報の管理や地図上の情報検索を行うアプリケーションが中心であったが、近

年グループでの協調活動の支援を行うアプリケーションが登場した。たとえば、GPS と通信機能をあわせ持つ携帯端末上で、利用者がお勧めの観光名所等を登録し、別の利用者向けに情報発信を行うサービスは、情報蓄積型 (非リアルタイム) の情報共有システムの一つである。これに対して、車両の位置動態管理システムに代表される実時間の位置管理システムを拡張し、位置情報以外の情報を付加して利用者間で共有する仕組みとしたリアルタイム型の情報共有システムも開発されている。

これらの新しい GIS アプリケーションは、主に GIS の延長上で開発されてきたため、情報共有型のアプリケーションでありながら、従来の枠組みの延長で扱われてきた。このため、これら GIS に対して、これまでに CSCW (Computer Supported Cooperative Work) の研究で得られた知見や開発された技術を応用することが期待されている。

本論文では、GIS を基礎とした情報共有システムを

<sup>†</sup> 株式会社 NTT データ  
NTT DATA CORPORATION

<sup>††</sup> 国際情報科学芸術アカデミー  
International Academy of Media Arts and Sciences

表1 CSCW システムの分類と応用例  
Table 1 Categories of CSCW Systems and their application.

タイミング	対面利用	分散利用
蓄積(非リアルタイム)型	-	電子メール, 電子掲示板 ワークフロー 情報フィルタリング 論議支援, 協調執筆支援
リアルタイム型	電子会議支援 (電子白板, 議事録 アプリケーション共有)	遠隔アプリケーション共有 メディアスペース チャット 分散(テレビ)会議等

CSCW システムととらえ, その有効性について論じる. また, 実世界のミッションクリティカルなアプリケーションである防災情報共有システムを取り上げ, リアルタイム型遠隔情報共有システムの有効性に関して評価実験を通じて定量的な評価を行った.

本論文では, まず 2 章で CSCW の観点から現在の GIS アプリケーションについて述べたあと, 3 章で防災情報のためのリアルタイム型の共有システムとその実現のためのアーキテクチャについて述べる. 4 章で評価実験の方法について論じ, 5 章で実験結果について分析結果を述べる. さらに, 6 章で実験から得られた知見の他分野への適用の可能性について論じる.

## 2. 地理情報に基づく情報共有システム

近年, 地理情報の標準化が進められるようになり, 互いに離れた遠隔地間で地理情報を共有する環境が整いつつある. たとえば, G-XML<sup>1)</sup>は地理情報流通のためのオープンな交換標準の 1 つであり, G-XML を利用することで異なるシステム間でネットワークを介した情報の交換が可能となる.

一方, GIS の応用例としては, ITS 分野での進展が目覚ましい. 特に第 4 世代と呼ばれる車載ナビゲーションシステム<sup>2)</sup>では, ナビゲーションシステムと外部の通信ネットワークとの接続機能が提供され, 車内から電子メールや Web 等によるインターネット接続が実現された. さらに, 車載 GPS により位置を取得することが可能であり, 位置情報を活用したキラーアプリケーションの出現が期待されている.

また, 携帯電話サービスにおいても, 位置情報を利用した地域限定の広告サービス等, 地理情報を積極的に利用したサービスが出現した. 国内においても, GPS 付きの携帯電話が市販される等, 位置情報取得および流通に関するインフラが整備されつつある. 位置情報を基礎とした地理情報の利用基盤の整備が, 今後ますます進むものと考えられる.

一方で, 従来から CSCW システムはその利用形態

から蓄積(非リアルタイム)型/リアルタイム型, 対面利用/分散利用に分類される<sup>3)</sup>. 表 1 に CSCW システムの分類と典型的な応用例を示す.

これら従来の分類に対し, 近年, 屋外で移動するユーザに対してモバイル機器を利用した情報支援を行う試みが始められている. Luff<sup>4)</sup>は協調支援の条件にモビリティを考慮する必要があると報告している. また, 地理情報に基づく情報共有システムとして, 特に, 位置に関連した情報を利用してユーザの状況を推論し, 状況に応じた情報支援や, コミュニケーション支援を行う検討がされている. たとえば, GUIDE<sup>5)</sup>はモバイル機器を持つユーザの位置を検出し, 位置に応じた情報(観光案内)を提供するシステムである. また, 大学内を対象として情報支援を行う HyperCampus<sup>6)</sup>においては, 位置検出の手段として, 屋外で GPS を, 屋内で埋め込み型の赤外線検知器を用いている.

これらのアプローチは, ユーザの置かれた位置, 状況, および好みに応じて最適なコミュニケーション支援を行うことを目的としている. しかし, 新たなサービスの提案であるため, どのような場面でどの程度役に立ち, 投資対効果からどの程度有効であるかといった点が不明確である. このため, 実験レベルにとどまり, 実用性についての具体的な議論が少ないという問題点がある.

これらのアプローチに対して, 本論文では, 地理情報を基にしたリアルタイム型の情報共有システムとして防災情報共有システムを取り上げ, その要求条件を分析することから開始した. ここで取り上げた防災情報システムはミッションクリティカルな現実のアプリケーションであるため, 検討結果は実フィールドで適用可能である.

他方, 地理情報システムからは離れるが, 現実にある問題の分析から開始するアプローチとして, 屋外のフィールドワーク等における要求条件の分析やケーススタディが報告されている. たとえば, Kristoffersen<sup>7)</sup>はサービスエンジニアの屋外でのコンピュータへ

の HCI ( Human Computer Interaction ) の要求条件の分析を行っている。また、防災分野においては、McCarthy ら<sup>8)</sup>が救急センターの対話の分析を行っている。

しかし、これらのアプローチは定性的な分析にとどまり、提案されたシステムがどの程度有効に働くかまでの定量的な分析は示されていない。これは、現実の問題には多くの要素が含まれるため、個別の要件に関する分析が困難であるためと考えられる。

この問題に対して、本論文では上述の分析結果を基に必要な機能を分析し、プロトタイプシステムを使って個別機能の有効性評価を行った。実証実験を行うことで、定量的な評価を行った。

### 3. 地理情報に基づく防災情報共有システム

防災情報共有システムは火災地点や被災者情報等の災害情報を位置に関連づけて管理し、利用するシステムである。利用形態として、(A) 平常時の利用と、(B) 災害時の利用が想定される。一般に、災害時にのみ利用するシステムは利用者がシステムに不慣れなため、効率的な運用が困難であることから、両者の連携が望ましい。たとえば、亀田ら<sup>9)</sup>および畑山ら<sup>10)</sup>は平常時の利用に関して考慮した防災情報システムの提案を行っている。

(A) の利用形態では、後で利用するための情報を収集することが目的であるため、情報の管理蓄積を行うため蓄積型情報共有システムとしての側面が重要である。これに対して、(B) の利用形態では緊急性および即応性が要求されることから、リアルタイム情報共有システムとしての側面が重要になる。

我々は、特に (B) の利用形態に注目し、実利用の観点から要求条件の分析を行った。

#### 3.1 要求される条件

現状では、消防や防災の現場では、情報機器はほとんど利用されていない。しかしながら、現場で働く人々へのヒアリングの結果、将来の防災情報システムにおいては、以下の機能が要求されることが分かった。

##### (1) 地理情報の参照/検索

地図を参照しながら、地図上におかれた情報の検索を行う機能。たとえば、住民情報の検索を行う機能。

この機能は最も基本的であるため、現場で通信回線が確保できない場合でも利用可能である必要がある。このため、他のシステムから独立して利用できることが望ましい。

##### (2) 位置情報の伝達/管理

位置情報を伝達する機能。たとえば、相手に自分の位置や被災者位置等を知らせる。

隊員の位置を把握することは安全管理の面から非常に重要である。このため、GPS 等の手段を利用して位置を自動的に取得し、管理する方法が望ましい。

また、ここで扱う必要のある位置情報には、火災延焼範囲等の範囲を示す情報も含まれる。

##### (3) 現場で収集した情報の伝達/管理

現場で収集した情報を伝達する機能。たとえば、指揮者は現場の様子をすべて把握することが困難であるため、情報収集を担当する隊員を派遣する。情報収集隊員は現場の様子等を指揮者に伝える必要がある。現状では無線による音声通話のみが利用されているため、情報がうまく伝わらない場合がある。このため、画像による情報収集手段があると役に立つ。

また、後に記録として参照する必要が生じるため、収集した情報は取得位置および時刻に関連づけて管理することが必要である。

##### (4) 指揮管制 ( Command & Control )

指令を伝達する機能。現在は現場への指示の伝達には無線による音声通話が利用されている。位置を特定して指令を行う場合が多いが、遠隔地にいる隊員に対し、位置を指定することは非常に難しい。このため、双方で同じ地図を参照しながら、位置を確認する等の方法を提供することが必要である。

#### 3.2 必要とされる機能

ヒアリングの結果から得られた要求条件を満足するため、以下に示す機能を実現することが必要であることが分かった。

##### (1) 地図の参照/管理機能

GIS を利用した地理情報の参照機能は必須である。また、単にデータの参照だけでなく、GIS 上で収集した情報を格納し管理を行う機能の実現が必要である。

##### (2) 地図に基づくリアルタイム情報共有機能

指揮管制や収集した情報の共有に利用するため、GIS 上で蓄積管理された情報をリアルタイムに共有する機能が必要とされる。複数の端末に同じ情報をリアルタイムで伝達することで、地図に関連づけて直観的に情報を把握することが可能となると考えられる。また、範囲を示す位置情報に関しても、効率良く伝達が可能となると期待される。

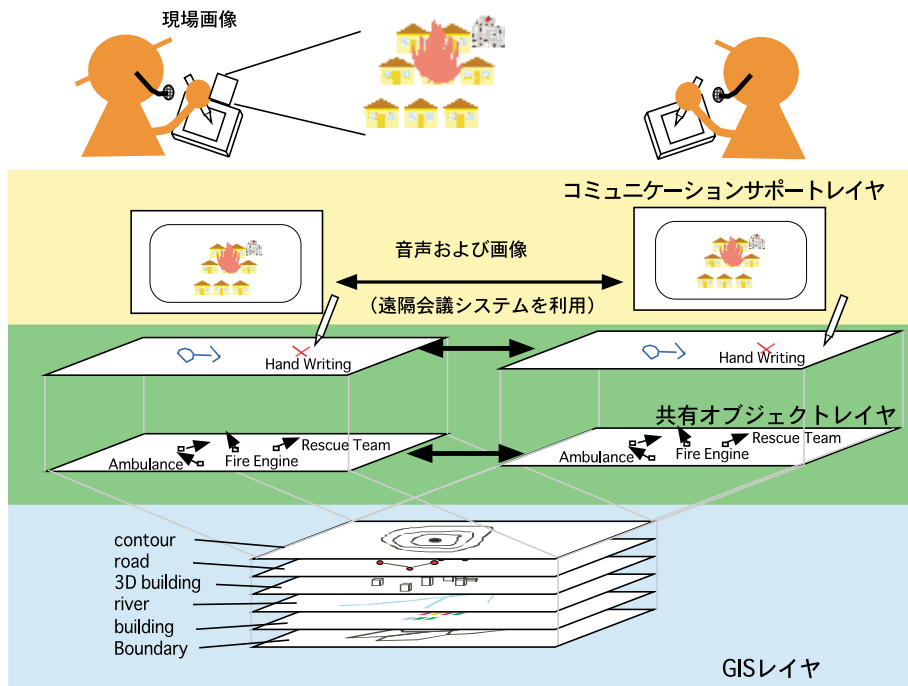


図1 地理情報に基づく防災情報共有システムのアーキテクチャ

Fig.1 An architecture of disaster information systems.

(3) 画像の伝達機能

画像による状況の把握の要望が高いため、動画および静止画の伝達機能を実現することとした。動画伝送のためには、広い通信帯域が必要とされるが、つねに動画伝送のための帯域が確保される保証がないため、必要に応じて静止画として伝送できる機能が必要である。

(4) 位置情報の管理

GPS等で取得した位置情報もリアルタイム情報共有機能を利用して管理することが可能である。位置管理機能により、GPSを装備した隊員同士はお互いの位置を把握できる。

3.3 実現アーキテクチャおよび実装

以上の検討を基に、我々は必要なアーキテクチャの提案を行った。図1に地理情報に基づく防災情報共有システムのアーキテクチャを示す<sup>11)</sup>。

扱う情報の特性に基づき、提案するアーキテクチャは3層のレイヤ構造をとる。以下に各レイヤの役割について簡単に述べる。

(1) GISレイヤ

GISレイヤでは最も基礎的な情報である地理情報を管理する。

(2) 共有オブジェクトレイヤ

共有オブジェクトレイヤは複数の端末間で共有

する必要のある情報を、位置に関連づけて管理する。

(3) コミュニケーションサポート (CS) レイヤ

CSレイヤでは、人間同士の音声や画像による対話を支援する。

図2に本アーキテクチャに基づいたプロトタイプシステムの外観を示す。本プロトタイプシステムは災害現場で隊員が情報を収集したり、意思決定結果を伝達したりする場面での利用を想定している。屋外での利用を想定した場合、利用者の利便性を考えてウェアラブルコンピュータ等の活動の妨げにならない機材の上に実現した。

画像情報の情報収集のために、小型 CCD カメラを装備している。位置取得用の GPS に加え、画面で手書きの情報を伝送できるように、ペン入力式に小型 LCD ディスプレイを備える。通信には、2.4MHz 帯を利用した無線 LAN を利用した。最大で 11Mbps の通信速度を持つため、動画の伝送を行うことも可能である。

4. 評価実験

現実世界の応用においては、たとえば、紙媒体を利用せざるをえない等の制約があるため、現実への応用を考慮した場合、実際に利用される形態での評価が必須になると考えられる。また、災害対応時等の非日常

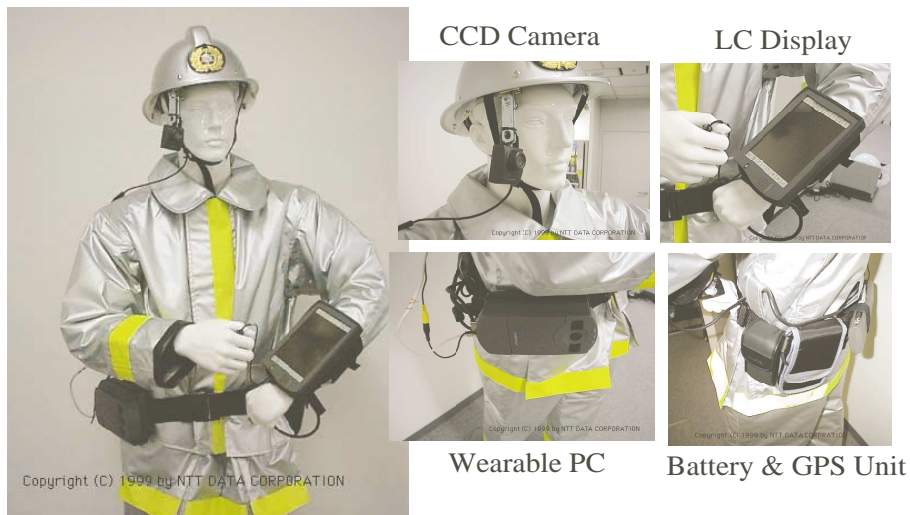


図 2 防災情報システムの実装イメージ

Fig. 2 An example of disaster information systems.

のルーチンにおいてその実例が十分研究されていないため、有効な設計の指針がないという問題点がある。このため、現実の利用場面に即した評価を行うこととした。

3.2 節で分析を行った、リアルタイム防災情報共有システムで必要とされる機能の中で、地図に基づくリアルタイム共有機能は地図ベースの CSCW システムの基本機能であると考えられる。そこで、地理情報に基づくリアルタイム情報共有システムを使ったコミュニケーションの有効性の検証のため評価実験を行った。

#### 4.1 設定課題

互いに離れた場所にいる 2 人の被験者間で地図上の情報の交換を行う。情報の送信を行う被験者は電話、電子媒体等を使い受信側の被験者に情報を伝達する。伝達情報を変えることで、以下に示す課題を 2 種類用意した。

##### (1) 位置伝達課題

地図上のある特定の場所を遠隔地にいる相手に伝える課題である。たとえば、自分のいる場所を相手に伝える場面を想定した。地理情報に基づく情報共有システムにおいては、最も基本的な機能であると考えられる。

今回の実験では対象地域内にある家屋を 1 軒指定し、その位置を伝達することを課題とした。本課題の誤りは、伝達ができない(課題未達成)および伝達位置のずれである。

##### (2) 範囲伝達課題

地図上のある特定の範囲を遠隔地にいる相手に伝える課題である。たとえば、被害範囲を相手

に伝える場合に必要となる。

今回の実験では隣接する家屋 10 軒程度を指定し、その範囲を伝達することを課題とした。実際の地図上に道路や公園等の家屋以外の地物が存在するが、今回の実験では家屋以外の地物は対象外とした。本課題では与えられた家屋の集合をすべて正しく伝達できれば正解となる。課題未達成のほかに、伝達漏れ、余分な伝達、位置ずれ等の誤りが生じうる。

なお、本課題は位置伝達課題を複数回実施したものと等価であると考えられるが、1 つの領域として扱うことが可能なため、伝達方法も位置伝達課題と異なると考えた。実際に、伝達に必要な時間も位置伝達課題を複数回試行した場合より少ない。

なお、両課題は防災情報システムを想定し設定した課題ではあるが、地理情報に基づき情報共有を行うシステムの利用場面においては、最も基本的な課題であると考えられる。

#### 4.2 実験の条件

実験の条件設定を図 3 に示す。比較実験方法として、以下の 3 種類の設定を用意した。

##### (1) 紙地図(設定 1)

紙に印刷された住宅地図を使う。市販の住宅地図から 1.5 km × 1.5 km 程度の範囲を選択してその一部を利用した。

##### (2) 電子地図(設定 2)

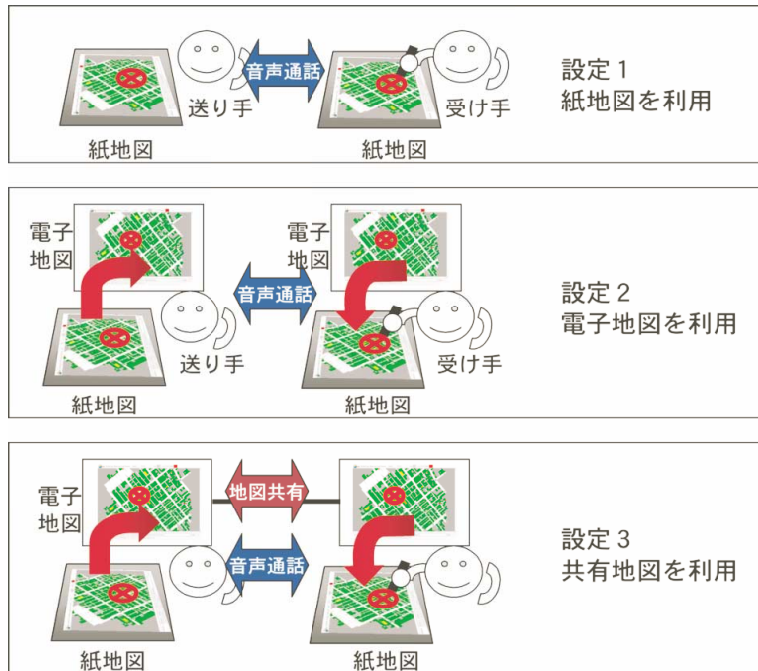


図3 実験の条件設定

Fig. 3 Conditions of the experiments.



図4 紙地図（左）および電子地図のハードコピー（右）の例（実験範囲の約1/20を示す）

Fig. 4 An example of paper map (left) and hardcopy of electric map (right), 1/20 area is shown.

上記と同じ程度の範囲の電子地図を用いる。画面解像度の都合で紙地図に比べ一度に表示できる情報が少ないため、ランドマークの表示は行わず、家形とそのIDのみの表示とした。

### (3) 共有地図（設定3）

電子地図と同じ範囲の地図で情報の共有機能を追加したもの。4.3節で述べる評価システムのカーソル共有機能を利用し、相手に場所を示す用途に利用してもらった。

今回の実験に利用した紙地図および電子地図の例を図4に示す。電子地図、共有地図でスクロール不要な

ように、各地図は150~200軒程度の家屋を含むその範囲を切り出して実験に用いた。また、その他の実験条件の詳細を表2に示す。

### 4.3 評価実験用システム

実験の利便性と、単純化のため前述のプロトタイプシステムに代わり、前述のアーキテクチャの一部を実装したシステムを利用した。RoboCupRescueプロジェクトで作成された地図ビューワ<sup>12)</sup>を利用して、複数端末間で同じ地図を共有し、情報の交換を行う仕組みを実装した<sup>13)</sup>。

図5に評価実験用システムの画面イメージを示す。



表 2 実験の条件の詳細

Table 2 Detailed conditions of the experiments.

項目	条件
実験場所	屋内（隣接した 2 部屋）
実験機器	有線電話，パソコン
実験課題	住宅地図上の位置伝達，範囲伝達
比較条件	紙地図，電子地図，共有地図
被験者	11 人（コンピュータを日常的に利用している大学生，社会人，地図の場所に土地勘がない）
実験数	各被験者ごとに相手を変えて 2 組（比較条件 3 回 × 実験課題 2）
測定項目	伝達時間，伝達の正確性，被験者の行動の観察
備考	できるだけ，正確に情報を伝えてもらうように被験者をお願いした。



図 5 評価実験用システムの画面イメージ

Fig. 5 Screen image of prototype system for the experiments.

本システムは位置情報の共有機能として，以下の機能を持つ．

- (1) カーソルの共有  
カーソル位置を他の端末にリアルタイムに送信する．
- (2) 手書き情報の共有  
マウスやペンを利用して地図上に記述した手書き情報（自由曲線）をリアルタイムに他の端末に送信する．
- (3) 画面位置の同期  
画面の拡大・縮小やスクロールを行うと，他の端末の地図もリアルタイムに同期して同じ位置を表示する

なお，今回の評価実験では，共有地図のために機能 (1) のみを利用した．機能 (2) は範囲伝達課題において有効であると考えられたため準備したが，予備実験の結果，操作が複雑であり実験結果に複数の要因が含まれる可能性があることが分かったため，結果の解析を容易にするために採用を見送った．また，地図の範囲

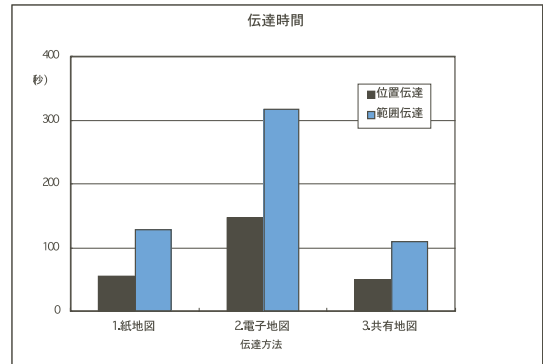


図 6 実験結果：課題ごとの平均伝達時間

Fig. 6 Result of the experiments (1): average of time period per tasks.

を限定することですべての対象地域を同時に画面に表示することができたため，機能 (3) を利用する必要はなかった．

## 5. 実験結果および考察

### 5.1 伝達に必要な時間

図 6 に 2 課題に対して，3 種類の設定において，情報の伝達に要した時間の平均値を示す．

どの伝達方法を用いた場合も，位置伝達課題に比べ範囲伝達課題は約 2 倍の時間を要していることが分かる．また，紙地図と電子共有システムではほぼ同程度の時間がかかっている．

本実験では，紙地図以外の伝達方法においても，伝達される情報および伝達結果は紙媒体を利用することとした．これは，本システムが従来のワークフローの中で利用されることを想定したためである．たとえば，本システムが現場のみで使われ，本部からの指示には従来どおりファクシミリが使われる場合，紙から電子地図への対応をとる作業が必要になる．

本実験の場合にも，紙媒体を経由するため，紙媒体から電子媒体への対応をとる時間が余分にかかっている．

本実験と同じ条件で行った予備実験で，位置伝達課題に対して紙地図から電子地図への対応および電子地図から紙地図への対応をとるために必要な時間を測定したところ，どちらも平均 9 秒程度必要であることが分かっている．したがって，本実験において電子地図および共有地図においては，送り手側と受け手側両方のロスタイムを合計して 20 秒弱の時間が余分にかかっている．また，範囲伝達課題に対しても同様に，両側のロスタイムの合計が平均約 45 秒余分にかかる．

情報伝達がすべて電子媒体となった場合この時間が

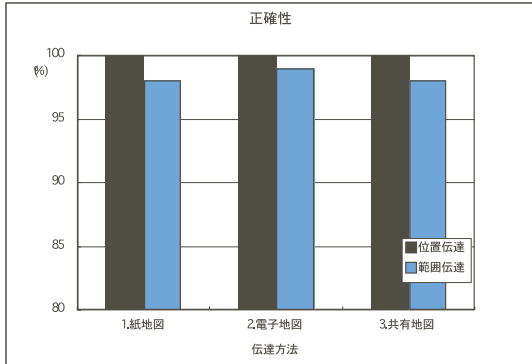


図7 実験結果：伝達の正確性（平均）

Fig. 7 Result of the experiment (2): average of accuracy per tasks.

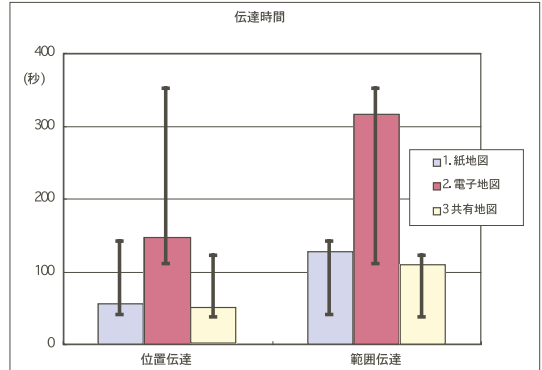


図9 伝達時間の分散

Fig. 9 Result of the experiments (4): distributions of time.

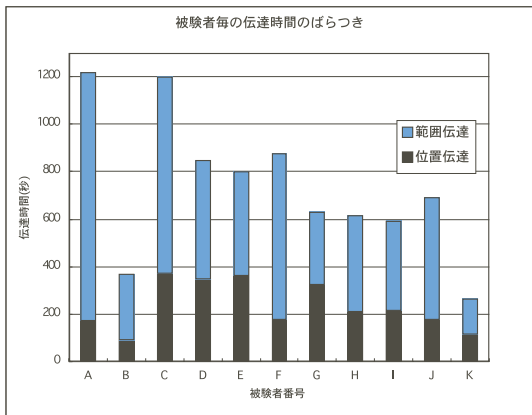


図8 被験者ごとの処理時間の分布

Fig. 8 Result of the experiments (3): distributions of time duration per person.

不要となり、全体の効率率は約2倍に向上すると考えられる。

### 5.2 伝達の正確性

図7に伝達の正確性を示す。位置伝達課題では1回も誤りが生じなかったが、範囲伝達課題ではどの方法でも、実験全体を通して2回程度の誤りが生じている。

今回は、できるだけ正確に伝達することを前提に実験を行ったため、正確性では顕著な差が出なかったものと推測される。しかし、リアルタイム情報共有システムでは、より緊迫した場面での利用が想定されるため、伝達時間を区切ってどの程度正確に伝送可能であるかを評価することも必要である。

### 5.3 被験者ごとの分散

図8に被験者ごとの伝達時間(3方法の合計値)の分布を示す。

伝達に要する時間に3倍以上の違いがある。これは、被験者が地図の説明に慣れているかどうかの違いであ

ると考えられる。同じ被験者で2回目の試行のほうが伝達時間が短いことから、練習を重ねることで学習効果が生じ、伝達の効率率が上がることが予想される。しかし、今回は学習効果についての測定は行わなかった。本システムのような非日常作業を支援する環境においては、オフィスワークを対象とした従来の習熟度についての評価がなじまない。このため、学習効果に関する考察は防災情報システムの有効性を考慮して別途行うこととした。

図9は各伝達方法における伝達時間の分散を分析したものである。

各伝達方法間の比較では、共有地図の分散が紙地図と同程度であり、共有地図を利用した場合、個人差が比較的少ないことを示している。共有地図を利用した場合、人によらず、ばらつきが少ない均一のサービスが可能であることが分かる。逆に、電子地図を使った場合、他の2方法に比べ伝達時間が長いばかりか、分散も大きくなっていることから、個人差による影響が比較的大きいことが分かる。

### 5.4 被験者の観察に基づく評価

どのように位置情報の伝達を行うか、被験者の行動の観察も同時に行った。以下は観測結果の中から得られた知見と検討結果である。

- 説明の順序

被験者のほとんどは、お互いに地図の上でランドマークの位置を交換することから伝達を始める。また、被験者によってランドマークの設定が異なり、目的地に近いランドマークを選択した場合のほうが早く目的地の説明が済む傾向にある。したがって、適当な数のランドマークが地図上に散らばっている場合のほうが伝達は容易であると思われる。また電子共有地図はカーソルが一種のラ



ンドマークとなり場所を直接示せるため、効果が高い。

- 紙地図との対応処理に必要な時間  
実験の都合で、今回は電子地図の場合にも伝達位置は別に用意した紙地図で渡した。予備実験の結果から、紙地図と電子地図、紙地図どうし等の地図どうしの対応をとる作業には20秒弱の時間がかかることが分かっている。電子的な地図作業環境でも、地図を並べて対応をとる作業等に無駄な時間がかかる。このため、地図を重ねる等の工夫により、地図どうしの対応をとらなくても済むような設計にすべきである。従来の方法と組み合わせて電子地図、共有地図を利用するワークフローは効率の点で望ましくない。
- 紙地図と電子地図の解像度に関する問題  
一般に紙に比べて電子地図は表示の解像度が低い。そのため、必然的に一度に表示可能な情報量が減少する。このため、電子地図においては、画面に同じ範囲を表示することができず、必然的にスクロール等を行う操作が必要となる。また、一度に表示できる文字数等も少ないため、必要な情報をフィルタリングして表示することが重要な機能となる。

## 6. 実応用にあたっての有効性

共有地図による位置の伝達方法が、実際の応用でどのように役に立つかについて論じる。

現場の指揮者は、意思決定のために、災害現場において、まず災害状況の把握を行う必要がある。広範囲にわたる災害の場合、自ら現場を回って情報の収集をすることは効率が悪い。現場で作業する隊員から報告された災害情報を利用する。また、小規模な災害の場合も、市街地においては見通しが悪い。家屋の裏に回って状況を確認する必要がある。従来の方法では、隊員からどの地点でどの程度被害が広がっているか等の情報が防災無線により報告される。指揮者は報告された情報を地図上にプロットすることで現場状況図を作成する。この作業は、音声のみによる位置の伝達であり、効率が悪く誤りも多かった。本システムによる電子共有地図を用いた位置伝達を行うことで、伝達速度および正確性を向上することが可能である。この際、現場状況図作成にも電子地図を導入し隊員と共有することで、紙地図と電子地図との対応をとる作業が不要となり、情報伝達の効率が向上する。

共有地図による位置伝達は、防災情報システム以外の分野においても、遠隔地にいる相手に位置および範囲を伝達する必要のあるアプリケーションで有効であ

る。たとえば、遠隔での保守作業の指示に、CSCWシステムを利用する場面においては、作業員に作業の位置を伝達する必要がある。また、逆に遠隔地にいる作業員から情報収集を行う場合、情報を収集した位置もあわせて収集することが必要となる。これらの作業では、共有地図により位置伝達の効率および正確性が向上することが期待される。

## 7. まとめ

本論文では、まず、CSCWの観点から地理情報システムの有効性に関して論じた。次に、防災情報システムを対象に、地理情報に基づくリアルタイムの情報共有システムとその実現のためのアーキテクチャを提案した。さらに、提案した情報共有機能の有効性について、プロトタイプシステムを利用した実証実験により検証を行った。その結果、現場活動で最も基礎的な課題である、位置および範囲の伝達課題において、(1)伝達に必要な時間が短縮できる、(2)伝達の正確性が向上する、(3)個人ごとの伝達時間のばらつきが小さくなるという点で、その有効性が確認された。

今後の課題として、より効率的な情報共有のためにサポート機能を付加し、その有効性の検証が必要であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 有川正俊, 久保田光一: G-XMLの概要 — GISコンテンツの相互流通の実現に向けて, 電子情報通信学会「人工知能と知識処理」研究会報, AI2000, No.36, pp.33-40 (2000).
- 2) 山崎敏夫: ナビゲーションシステム体系と今後の展開, 人工知能学会誌, Vol.15, No.2, pp.226-233 (2000).
- 3) 垂水活幸: グループウェアとその応用, 共立出版 (2000).
- 4) Luff, P. and Heath, C.: Mobility in collaboration, *Proc. ACM 1998 Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp.305-314, ACM Press (1998).
- 5) Cheverst, K., Davies, N., Mitchell, K., Friday, A. and Efstathiou, C.: Developing a context-aware electronic tourist guide: some issues and experiences, *Proc. CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.17-24, ACM Press (2000).
- 6) 長尾 確: モバイルコンピューティングとエージェント拡張現実感, 人工知能学会誌, Vol.14, No.4, pp.579-589 (1999).
- 7) Kristoffersen, S. and Ljungberg, F.: "Making place" to make IT work: empirical explorations

of HCI for mobile CSCW, *Proc. International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work*, ACM Press, pp.276–285 (1999).

- 8) McCarthy, J.C., Wright, P.C., Healey, P., Dearden, A. and Harrison, M.D.: Locating the scene: the particular and the general in contexts for ambulance control, *Proc. International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work: the integration challenge*, pp.101–110, ACM Press (1997).
- 9) 亀田弘行, 角本 繁, 畑山満則: 災害緊急時と平常時の連携による統合防災情報システムの構築—リスク対応型地域空間情報システムの実現に向けて(1), *地理情報システム学会講演論文集*, Vol.7, pp.29–32 (1998).
- 10) 畑山満則, 松野文俊, 角本 繁, 亀田弘行: 時空間地理情報システム DiMSIS の開発, *GIS —理論と応用*, Vol.7, No.2, pp.25–33 (1999).
- 11) Kuwata, Y., Ishikawa, Y. and H., O.: An Architecture for Command and Control in Disaster Response Systems, *2000 IEEE International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation (ECON-2000)*, pp.120–125 (2000).
- 12) Kuwata, Y. and Shinjoh, A.: Design of RoboCup-Rescue Viewers — Toward a Real World Emergency System, *4th Int. Workshop on RoboCup* (2000).
- 13) 桑田喜隆, 神成淳司: リアルタイム災害情報共有に向けた RoboCupRescue システムの拡張, *計測自動制御学会, 第2回システムインテグレーション部門学術講演会(SI2001)*, pp.171–172 (2001).

(平成 14 年 3 月 15 日受付)

(平成 14 年 9 月 5 日採録)



桑田 喜隆(正会員)

1986年群馬大学大学院工学研究科修士課程修了(電子工学専攻)。同年日本電信電話(株)データ通信事業本部に入社。エキスパートシステムの研究開発を行う。引き続き、生産計画、リアルタイムAI、プランニング、エージェントの研究に従事。この間(1991~1993年)マサチューセッツ大学計算機科学科客員研究員。現在(株)NTTデータ。人工知能学会、計測自動制御学会、AAAI、ACM各会員。



神成 淳司

1996年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了(政策・メディア)。同年より国際情報科学芸術アカデミー助手。情報デザイン、情報提示技術の研究に従事。メディアインスタレーションの制作も行う。現在、国際情報科学芸術アカデミー講師、岐阜県情報技術顧問(財)ソフピアジャパン主任研究員(株)ビジネスアーキテクト総合研究所C.O.O。



大谷 尚通(正会員)

平成10年山梨大学大学院電子情報工学研究科修士課程修了。同年NTTデータ通信(株)技術開発本部に入社。地理情報システム、ネットワークセキュリティの研究開発に従事。現在(株)NTTデータ技術開発本部。



井上 潮(正会員)

昭和50年名古屋大学工学部電気学科卒業。同年日本電信電話公社入社。平成7年NTTデータ通信(株)情報科学研究所主幹技師。現在(株)NTTデータ技術開発本部シニアスペシャリスト。工学博士。データベース管理システム、データベースマシン、マルチメディアデータベース、モバイルコンピューティング、地理情報システムの研究開発に従事。電子情報通信学会、ACM各会員。