

リスクコミュニケーションに向けた地理情報共有システム

○桑田 喜隆, 竹内郁雄

NTT データ, 電気通信大学

概要

リスクコミュニケーション(RC)は潜在的なリスクを市民と情報保有者とで共有する機会である。3次元表示機能をもつ防災情報視覚化システムを防災RCに利用するための課題の分析を行い、重要課題の一つである「3次元地図の操作性」について、素人にも使いやすい3次元インタフェースとして磁気センサを利用する方法を提案し、その有効性を主観的な評価および定量的操作性の観点から示した。

Geographic Information Sharing System for Risk-Communication

Yoshitaka KUWATA, Ikuo TAKEUCHI

NTT DATA CORPORATION, The University of Electro-Communications

Abstract

Risk-Communication (RC) is a good opportunity to share potential risks of various subjects with information holder and citizens. The authors analyzed issues to apply 3D disaster information system to RC. To improve the usability of 3D disaster information system, which is one of the most important issues, we proposed to use magnetometric sensors to input positions in 3D maps. We evaluated and verified the usability of the system concept.

Key Words: 防災情報システム (Disaster Information System), 情報視覚化 (Information Visualization), 3次元地図 (Three Dimensional Map), リスクコミュニケーション (Risk Communication)

1. はじめに

リスクコミュニケーション (Risk Communication, 以下RC)は情報を保有する企業や行政機関が市民に対して、潜在的なリスクや対応計画等を説明する場である。従来、工場や発電所などの建設に先立ち、派生するリスク等を近隣住民に説明する等の目的で開始されたが、近年、環境分野や、自然災害を対象とした防災分野においてもRCが注目を集めている。RCを通じて、市民の防災意識を高めることができる点で有効であると考えられる。

元来、科学技術を含めて世の中のあらゆる事象には、利便性と危険性が含まれている。したがって、その危険性から市民を守るために、情報の所有者である行政や企業は、事象の持つ利便性と危険性を市民に伝え、ともに対応を考える必要がある。このように、対象の持つポジティブな側面だけではなく、ネガティブな側面についての情報、それもリスクはリスクとして公正

に伝え、関係者が共考し得るコミュニケーションのことを「リスクコミュニケーション」という。(リスク学辞典[1]より引用)

歴史的には、RCは「市民の知る権利」を背景に米国で発展してきた。これまでRCは環境分野や保険衛生分野で行われてきた事例が多い。我国においても、たとえば、平成12年度に環境省で科学物質に対する環境リスクを対象にP R T R (「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」、Pollutant Release and Transfer Register)パイロット事業などがあげられる。

残念ながら自然災害に対するRCの例はほとんどない。これは、自然災害に対する責任の所在が不明確であるため、これまでリスクの存在について、明示的な議論されていないためであると考えられる。しかし、近年ボランティア活動などの盛り上がり等を背景に、市民参画型の行政システムへの移行が求められるようになってきている。防災分野でも行政情報の公開が行わ

れるようになってきた。たとえば、多くの地方自治体によってハザードマップが公開されるようになったのは、その一例である。今後、市民参画型の行政を推進するにあたり、RCは必要不可欠となると考えられる。

一方、文献[2],[3]によるとRCの発展は、以下の7フェーズに分かれる。

フェーズ	実施内容
1	リスクに関する正確な定量データを入手する
2	定量データを公開し、住民に説明する
3	様々な角度から分析を行い、そのデータの意味するところを説明する
4	過去の事例を示し、現実に関わり得るリスクであることを示す
5	身近な例で、住民にリスクの大きさを示す
6	住民の出来ることを示す
7	住民とパートナー関係を築く

筆者らは、特に、上記フェーズ5以降に防災シミュレータをベースとした情報共有システムを使うことに効果があると考ええる。また、特に、フェーズ7において行政と市民とが対話型のシミュレータを使い試行錯誤を繰り返すことで、リスクに対する意識を醸成し、リスクに対応する備えをすることが可能になると考える。

筆者らはこれまで防災情報システムのための基礎技術となるシミュレーション技術の研究開発を行ってきた。また、災害対応のための専門家向の意思決定支援を目的に、3次元防災情報システムの試作を行ってきた。本稿では、まず、防災RCシナリオとシミュレータを非専門家である市民が利用する防災RCへ適用する際の課題について述べる。次に、その防災RCのための3次元防災情報視覚化システムにおける解決策を述べた後、試作システムを使って行った評価について報告する。最後に、残された課題について述べる。

2. 防災RCシナリオとシミュレータ適用の課題

災害RCの場合、災害シミュレーションタを利用し、災害リスクのシミュレーションおよび対応策の効果を示すためのシミュレーションを行う場面を想定する。シミュレータを使いその場でシミュレーションを実行することで、予め用意してある資料を説明する場合に比べ、納得が得られやすいと考えられる。

災害RC実施にあたっては、以下の2分野のシナリオにシミュレータを利用することが可能で

ある。

(1) 都市計画の効果を示す。

道路幅の変更や緑地帯の設置など、防災に有用な対策を盛り込んだ都市計画の効果を示す。費用対効果を示すことで、納得感が得られやすい。

(2) 市民活動の効果を示す。

市民による初期消火活動/救助活動の支援/各種ボランティア活動の効果を示す。例えば、市民による初期消火の効果を示すことが出来れば、市民の防災活動への参加意欲を高めることができる。

前節であげたRCのフェーズ5,6,7においては、市民の選択や思考・アイデアの影響がすぐに検証できることが望ましい。そして、シミュレーションにおいて対話的にこれらの市民の意向を取り込み、その結果を示すことができれば、RCとしての効果が大きい。

上記の目的で利用することを想定した場合、現在作成されている防災シミュレーションシステム[5]に以下の課題がある。

(1) 試行錯誤を行う機能が必要であるが、結果がすぐに出ないと飽きられてしまうため、速いレスポンスが必要である。

(2) RCにおいて市民に直にシミュレーション操作を行ってもらう場合、非専門家であるため、操作のしやすさおよび結果の分かりやすさが求められる。

課題(1)に対しては、筆者らは次期システムとして分散協調型のシミュレーションアーキテクチャを設計中である[5]。次期システムにおいては、シミュレーションを行う地域を分割し、複数マシンに分散して実行することで、分散しない場合に比べレスポンスを向上する。また、任意の時点にシミュレーション時刻を戻し、異なる条件で再度シミュレーションを実行する機能(ロールバック&リプレイ)を実装することとしており、防災RCにもこの機能は活用可能である。

一方、課題(2)に対して、以下の提案を行う。

- ・シミュレーション結果の理解を助けるため、3次元表示システムを利用する。また、3次元表示中のオブジェクトの色や形に情報を埋め込むことで、直感的に分かり易い表現を工

夫する。

- ・ 3次元表示に伴う操作性の低下を防ぐため、3次元空間中の位置および方向の入力にマウスに代えて、磁気センサを導入する。

以下、課題(2)に対する提案の詳細を示す。

3. 3次元防災情報視覚化システム

3.1 直感的に理解できるデータの表現

3次元表示中にシミュレーションに関する情報を埋め込むことで、非専門家にも理解しやすい表現方法を採用した。

(1) 建物材質の表現

延焼状況を判断する場合に、建物材質は重要な判断材料である。形状を変えることで、建物材質が一目で分かるように工夫した。

- ・ 2階建て以下の一般家屋は切妻屋根（非耐火建造物）
- ・ それ以外のビルなどの建物は平屋根（耐火建造物）

(2) 火災延焼状況の表現

火災延焼状況は、建物の色で表現することとした。延焼状態によって、黄色－橙－赤－茶色－黒と直感的に分かり易い配色とした。

(3) 動的オブジェクトの表現

車輛および市民の位置などは動的オブジェクトとして管理される。動的オブジェクトは3次元地図上の対応位置にアイコンとして表示することとした。図1に静止画3次元アイコンの例を示す。（図中の稲妻マークのアイコンは、同位置で撮影された写真を表す。）

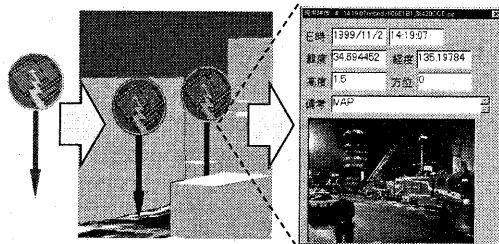


図1 アイコン化した静止画とその表示方法

3次元アイコンをマウスで指定することで、そのアイコンの示すオブジェクトの情報を別ウィンドウで表示する。このウィンドウには、オブジェクトに関する属性などの詳細情報を含む。

(4) 重要情報の表現

消火栓の位置といった重要情報は常に把握す

る必要がある。そこで、3次元地図上では、その情報を示す位置の上方に標識を設置し、Billboard機能¹を用いて標識を常に視点と正対させる。さらに、遠方の標識の可読性を高めるため、常に見かけの大きさを一定にして視認性を損なわないようにした。また、建物の属性情報（名称や住所など）は、マウスで建物を指定することでダイアログボックスに表示する。（図2）

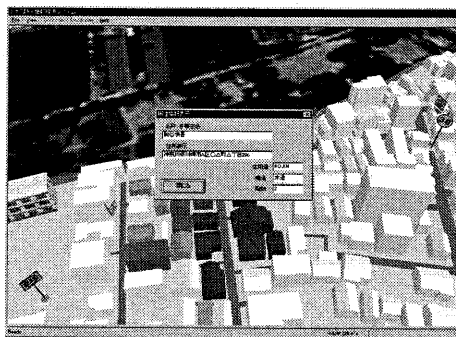


図2 属性情報の表示例



図3 防災情報の経過表示例
（実際には1画面に表示される）

¹ Billboard: 標識等を自動的に常に視点と正対させる機能。いつも正面を向いているため、3次元オブジェクトとする必要がないため、一般に処理効率が良い。

3.2 時系列情報の表現

時系列情報の表示方法については、対話性を利用して、アニメーション表示を採用した。即ち、画面にはある時刻の状況のみを表示するが、ユーザからの要求に応じて任意の時刻の状態を計算し、瞬時に表示を変えることが可能である。

図3にアニメーションによる防災情報の経過表示例を示す。ユーザによるスライドバーの操作を受けて、火災延焼が時間経過に応じて図の上段から中段、下段へと広がる様子が分かる。

3.3 3次元空間における視点移動

3次元空間において、任意の視点を得るためには、3次元座標位置と、視線の方向を指定する必要がある。従って、3次元座標上を自由に移動し、任意の方向を見るためには、前後・上下・左右への移動と、Roll・Pitch・Yawの視点方向の6変数の値を決めることが必要である。

これらの情報を対話的に入力する方法としては、一般的にマウスが使われることが多い。しかし、マウスを利用してこれらすべての値を決める操作系を設計することは難しい。マウスによる視点移動方法の例を図4に示す。本設計例では、市街地をブラウズするための視点移動に限定することで、操作性を向上する工夫を行った。操作系に標準が無いため、利用者は操作系毎に異なる操作方法を、その都度学習することが必要となる。

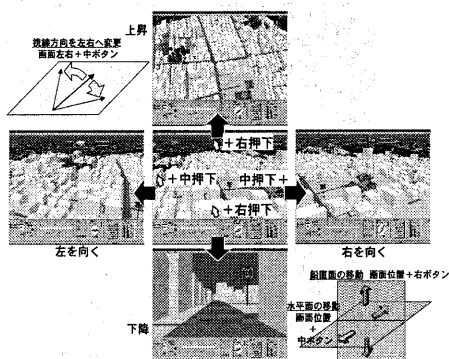


図4 マウスを利用した視点移動方法の例

これらの問題に対処するため、磁気センサを使った3次元地図インタフェースを新たに考案し導入した。磁気センサは微弱な磁界を使用して原点(トランスミッタ)と、測定位置(センサ)の相対的な距離と姿勢を算出することが可能で

ある。リアルタイムに3次元位置と視点方向をミリ単位精度で測定可能であることから、人間の姿勢などをリアルタイムに追尾する装置として利用されている。

本システムにおいては、対象とする3次元地図と同地域の地図(今回は白地図)を用意し、3次元地図上の視点位置と地図上のセンサ位置を対応させた。即ち、磁気センサを使い、地図上で位置及び方向を指定することで、その位置からの視点が視覚化システム上に表示される。

図5に本システムの概要を示す。



図5 磁気センサを利用した3次元地図上での位置入力

4. 主観評価実験

まず、3次元による視覚化の有効性の検証のため、RCのターゲットである非専門家による主観評価を行った。本評価では、岐阜県主催の防災実証実験である「次世代携帯電話等の防災システム利用実験」に3次元防災情報システムを持ち込み、実際に被験者にシステムを触ってもらう事で、利用者の立場から意見をもらう事が出来た。

表1に主観評価実験の概要を示す。

表1: 主観評価実験の概要

項目	設定
日時	平成15年3月9日
場所	岐阜県中津川市 ふれあいセンター
実験方法	利用実験の参加者の中から希望者にシステムを自由に利用してもらう(各5分程度)
評価方法	無記名式アンケート(14項目)
被験者	一般市民(20代~60代)
被験者数	18名(アンケート回収実績)

4.1 有効性評価結果

アンケートより有効性評価項目の5段階評価に

よる集計結果を図6に示す。被験者の約80%が3次元防災情報システムの必要性を認識しており、同数が2次元の地図に比べて分かり易いことを指摘している。(各項目の平均はそれぞれ4.11, 4.39)

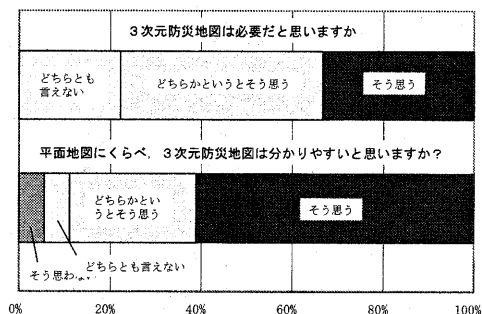


図6 主観評価実験の結果 (有効性)

4.2 操作性に関する主観評価結果

アンケートの操作性評価項目の5段階評価による集計結果を図7に示す。操作性に関して被験者の約半数がどちらかというと操作しやすく、視点移動が自由に出来たと答えていることから本システムが有効であることが分かる。(各項目の平均はそれぞれ3.35, 3.33, 3.82)

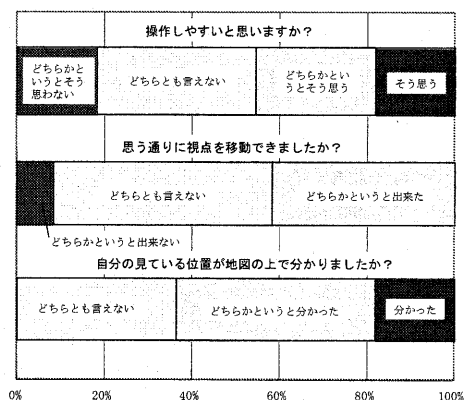


図7 主観評価実験の結果 (使い易さ)

4.3 アンケート自由記述に対する考察

アンケートの最後に自由記述で意見を書いてもらった。代表的なコメントを表2に示す。

(1) 地図の地域性について

今回は、準備の都合で別の地域の地図を使ってシステムを評価してもらったため、「自分の住んでいる地域の地図で見たい」との意見が多数あった。アンケート結果から、自分たちの住ん

でいる地域の地図を提示することで、興味を持ってもらえる可能性が高いことが分かった。

(2) 操作性

操作性に関しても多数のコメントがあった。特に、磁気センサは機械に取り付ける形状のものをそのまま利用したため、持ち難いといった意見や、空中で保持することが難しいという意見が多数出た。これらの点は比較的改善が容易ではあるが、利用性の観点からは非常に重要な項目であり、更なる改善が必要であることが分かった。

表2：主観評価実験の代表的なコメント

番号	コメント
1	電子データがきちんと整備できれば、とても良いシステムだと思います。
2	自分の分かる地図上であると興味を持ってできる
3	立体的になっていたが、模型がただの四角だったためイメージがつかみにくい。窓などがあるとよかった。距離感がつかめない。
4	自分の街のものを見ないとわからないと思う。センサの形を変えれば、ペンまたはピンセットのような形にして、アームに付けてセンサから手を離せるようになればよい。センサが敏感なのはオドロイタ。スゴイ！
5	視点の固定ボタンが欲しい。情報ボタン等の表現方法の工夫(内容別とか、指示のしやすさ、混んできたときどうするか。。。)がさらに必要な？

5. 定量評価実験

磁気センサの導入による操作性の向上を定量的に測定するため、定量評価実験を行った。表3に定量評価実験の概要を示す。

表3：定量評価実験の概要

項目	設定
比較条件	(1) マウス (1回目) (2) マウス (2回目) (3) 磁気センサ
設定タスク	(A) ポイント 3次元地図上のある位置まで視点を移動する (B) ウォークスルー 3次元地図上の大通りに沿って端から端まで視点を移動する (C) ラウンド 3次元地図上の1つの建物を一周し、建物の各側面の状態を確認する
測定方法	・処理時間の測定 ・操作性に関するアンケート
被験者	社員(20代~40代)パソコンを利用しているが、3次元システムの利用経験はない
被験者数	9名

マウス(1回目)、マウス(2回目)、磁気センサの3種類の比較条件とし、被験者ごとにマウスと磁気センサの実験順序を変えた。予備実験から、マウスは学習効果が期待されることか

ら2度繰り返して同じ操作を行ってもらったが、磁気センサについては学習効果が少ないことが確認されていたため一度の操作のみとした。

被験者には3次元システムで最も基本となるタスクとして、表3に示した3種類のタスクを順番に実施してもらい、操作が完了するまでの時間を測定した。また、(A)、(B)、(C)の順番に難しくなることが予備実験で確認されている。

5.1 処理時間の分析

タスク毎の処理時間の平均を図8に示す。

(1) 磁気センサの処理効率

磁気センサによる処理は、マウス操作2回の平均に比べ約25%の時間で処理が完了していることが分かる。言い換えると、磁気センサはマウスに比べて4倍効率が良いことになる。

(2) マウスの学習効果

1回目に比べて2回目のマウス操作では、タスク(B)、(C)について70%程度の処理時間でタスクが完了していることから、学習効果が確認される。また、最も簡単なタスク(A)については、約30%程度の時間で終了しているが、これは1回目のタスク(A)は被験者が最初にマウス操作を行ったタスクであり、学習効果が高いためであると思われる。

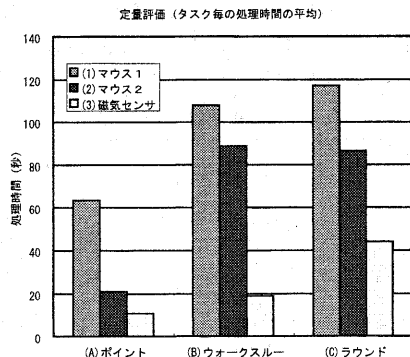


図8 タスク毎の処理時間

5.2 処理時間の分散分析

個人により処理時間にばらつきがあるかどうか調べるため、処理時間の分散分析を行った。タスク毎の処理時間の標準偏差を図9に示す。

各タスクとも磁気センサによる処理は個人によるばらつきが少ないことが分かる。本分析から、磁気センサは誰が使っても短時間に処理を完了することが予測される。言い換えるなら、磁気センサは素人にも使いやすい3次元インタフェ

ースであることが分かる。

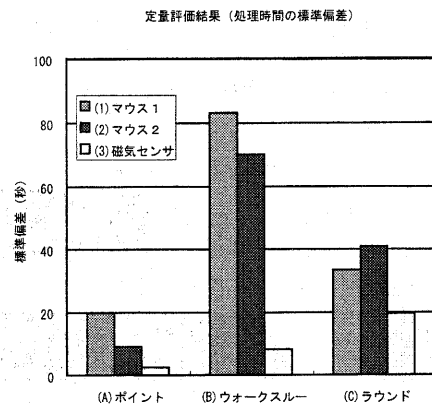


図9 タスク毎の処理時間の標準偏差

6. まとめと今後の課題

本稿では、3次元表示機能をもつ防災情報視覚化システムをRCに利用するための課題の分析結果を示した。また、重要課題の一つである「3次元地図の操作性」について、素人にも使いやすい3次元インタフェースとして磁気センサを利用する方法を提案し、その有効性を主観的な評価および定量的操作性の観点から示した。

残された課題として、今回の実験で得られた知見を反映して実際にRCを実施し、RCシナリオの中で更に評価を行う必要があると考える。

参考文献

- [1] 日本リスク学会編：リスク学辞典，TBSブリタニカ(2000)
- [2] 文部科学省ミレニアムプロジェクト，環境リスク診断，評価及びリスク対応型の意思決定支援システム，リスクコミュニケーションの歴史：<http://risk.env.eng.osaka-u.ac.jp/risk/rc11.html>
- [3] Leiss William: Three Phases in the Evolution of Risk Communication Practice, Annals of the American Academy of Political and Social Sciences. 545. (1996). pp.85-94.
- [4] 畑山満則・松野文俊・角本繁・亀田弘行(1999) 時空間地理情報システムDiMSISの開発，GIS-理論と応用1999, Vol.7 No.2, pp.25-33.
- [5] 竹内郁雄他，大規模分散シミュレーションアーキテクチャの開発，文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」平成14年度成果報告書，III-1 震災総合シミュレーションシステムの開発，3.1.1，2003年3月