

災害情報を対象とした意思決定支援システムの検討 複数人による協調的情報トリアージを目指して

杉原 健一郎^{†,a} 石野 航平[‡] 松下 光範^{‡,b}

[†] 関西大学大学院総合情報学研究科 [‡] 関西大学総合情報学部

a) ken@jmail.plala.or.jp b) mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

概要 大規模な災害が起こった場合、その情報集約を行う対策本部へは関係機関などから逐次情報が伝達される。これらの情報は量が膨大であるだけでなく、重複していたり、重要度や信憑性がまちまちであったりすることも多い。そのため、こうした情報を限られた時間内で峻別・整理し、的確な判断をすばやく行う必要がある。本研究ではこうした場面での円滑な情報共有や識別を支援するために協調的情報トリアージに着目し、複数の関係者が協力して問題解決に取り組むための協同環境の実現を目指す。本稿では特に意思決定者が行う情報の峻別と整理に焦点をあて、試作したインタフェースを用いたユーザ観察について述べる。

キーワード 災害情報, 協調的情報トリアージ, 意思決定支援

1 はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災において、宮城県に設置された災害対策本部では、一般市民や関係機関から伝達された膨大な情報を対策本部内の情報グループで集約し、それらの情報を元に救助などの具体的な意思決定が行われた。しかし、伝達された情報には内容が重複するものや断片的な情報、緊急性の低い苦情など危険性の低い情報も多く含まれており、このような情報への対応によって本来の業務が圧迫された結果、災害対策本部全体の機能が低下したことが指摘されている [3]。

このように、災害発生時のような人的・時間的に制約がある状況下で玉石混濁な情報から有益な情報を峻別・集約し、効率的かつ合理的に意思決定を行うことは、災害の被害を最小限にするために重要である。このような問題に対して本研究では、効率的な情報処理の手法として情報トリアージ [1] に着目する。

トリアージ (Triage) は、災害時の医療活動など人や時間・物資などに制約がある状況において最善の結果を得るために、多数の傷病者を重症度や緊急性によって分類し、治療の優先度を決定する方法論である [7]。このトリアージをメタファとして、限られた時間的制約の中で膨大かつ玉石混濁な情報から意思決定に必要なものを峻別・整理する方法論が情報トリアージ [1] である。

本研究では、このような災害時に見られるような膨大で玉石混濁な情報を効率的に峻別・整理し把握するために、情報トリアージの概念を利用した支援システムについて検討する。

2 先行研究

災害医療現場におけるトリアージでは、傷病者を治療の優先度で判別するトリアージ担当者として、その区分に基づいて搬送された傷病者を治療する医療スタッフが協力・連携して治療にあたる。松下らは、これを集団で遂行する際のメンバの役割を、情報を峻別する情報トリアージ担当者と峻別された情報を元に判断を行う意思決定者に分けて、両者が協力して情報トリアージを行う協調的情報トリアージモデルを提案している [5]。このなかで、トリアージ担当者への支援として下記の3点を挙げている。

1. 大量の情報を素早く閲覧し、それらを分類したり優先順位づけしたりする際の支援
2. 他のトリアージ担当者の探索状況の理解の支援
3. 意思決定者に簡潔に概要を伝えるための支援

また、意思決定者への支援として下記の2点を挙げている。

1. 情報トリアージ担当者が蓄積した情報の編纂
2. 情報トリアージ担当者への指示・フィードバックの支援

医療現場におけるトリアージは、START法 (Simple Triage And Rapid Treatment) [4] のような傷病者の傷病の程度を客観的かつ簡潔に判定する基準があるため、複数のトリアージ担当者で判断の基準にぶれが生じることはないが、情報トリアージの場合、対象の情報の価値が文脈依存の側面を持つため、評価基準を共有しても、探索にいたった過程やその情報の利用観点の違いによって重要度が変化しうる。そのため松下は、画一的な情報

の格付けではなくトリアージ担当者の探索過程や重要度の理由を参照できるような、緩やかな情報共有環境が必要であると指摘し、この考えに基づいたプロトタイプシステムを提案している [6].

本研究では、前述の協調的情報トリアージを、大規模災害における災害対策本部のような状況に適用することを目指して、東日本大震災における宮城県災害対策本部の状況から課題を整理し、システムが支援すべき内容を検討した上でシステムのデザインを検討する。

3 東日本大震災における宮城県災害対策本部の情報処理の課題

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、太平洋三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波により、非常に多くの死者と行方不明者を出した。また、社会インフラにも壊滅的な被害を与え、特に東京電力福島第一原子力発電所の津波による被害に起因する二次災害は、多くの帰宅困難者を出すなど、現在でも大きな影響を与えている。

本災害の発生に伴い、被災した地方自治体では災害対策本部が設置されたが、宮城県ではその被災の経験と対応を明らかにし、検証するために「東日本大震災—宮城県の6か月間の災害対応とその検証—」[3]を纏めている。

この資料の中では、宮城県庁舎に設置された災害対策本部事務局の情報グループに対して電話やFAXがピーク時には1日200件以上、電子メールでは約250件もの大量な情報が寄せられたと述べられている。それらの寄せられた情報の中には、重複する情報や断片的な情報が多数含まれていたため、それらの情報を効率よく峻別・整理することが困難であったことが指摘されている。下記に資料を元に災害対策本部の機能を低下させる要因となった情報の特徴を記載する。

- 内容が不完全な断片的な情報
- 他の情報と重複する情報
- 既に対応済みの案件に関する情報
- 苦情など緊急性の低い問い合わせなどの情報

このような状況において、大量で玉石混濁な情報を峻別・集約して救助要請など緊急度の高い情報をもとに迅速な意思決定を行うことが必要であると考えられる。

また、資料では通信設備の被災により情報が伝わらない、いわゆる情報空白地域が発生した点も指摘されておりこの点も課題であると考えられる。

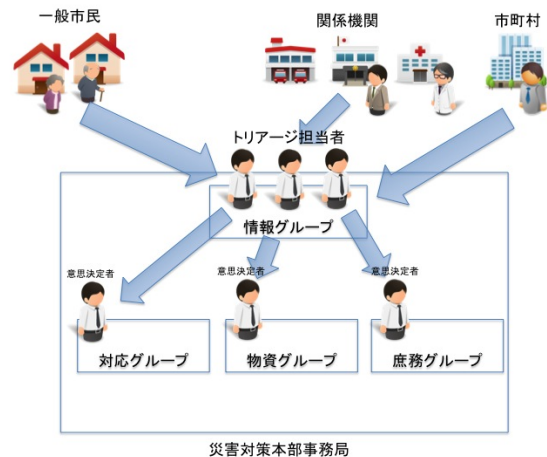


図1 災害対策本部における協調的情報トリアージモデル

これらを踏まえて、災害時における災害対策本部の情報処理で支援されるべき内容として、下記の2点があると考えられる。

1. 伝達される膨大で玉石混濁な情報から効率的に必要な情報を峻別する行動の支援
2. 情報空白地域のように直接的に情報が伝達されない状況への対応の支援

次節では、これらの課題の解決を支援するシステムのデザインを検討する。

4 システムのデザイン指針

松下らの先行研究では協調的情報トリアージにおける成員を、大量の情報を峻別する情報トリアージ担当者として、峻別された情報の全体を俯瞰・整理し判断を行う意思決定者のふたつに分類している [5].

本研究が対象としているような災害対策本部では、前述のように災害対策本部の情報グループが一般市民や市町村、関係機関から伝達される大量で玉石混濁な情報の受け付けを担当しており、この時の受け付け担当者を情報トリアージ担当者、それらの情報をもとに判断する現場の責任者を意思決定者と考えられることができる。図1に災害対策本部における協調的情報トリアージモデルを示す。

4.1 意思決定者のためのデザイン

上述したように、松下らの先行研究では、協調的情報トリアージにおける意思決定者の支援として (a) 情報トリアージ担当者が蓄積した情報の編纂支援と (b) 情報トリアージ担当者への指示やフィードバックの支援のふたつを挙げている [5]. しかし、先行研究ではこれらの支援を実現する具体的な方法については十分に検討されていない。そこで、本研究ではこれらを具体的に支援で

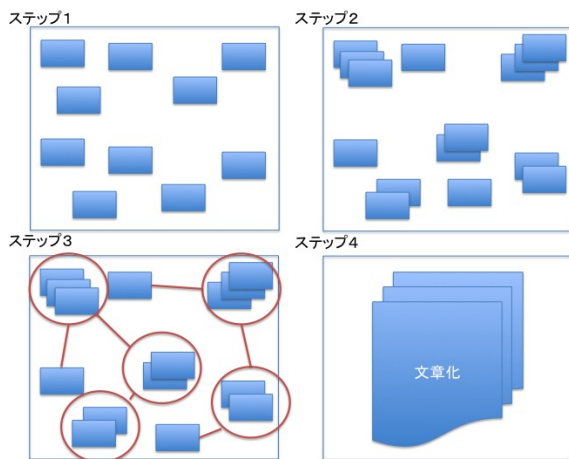


図2 KJ法の4つのステップ

きるシステムを目指す。

意思決定者は、トリアージ担当者が評価した大量の情報を効率よく把握・整理して迅速な判断に繋げる必要がある。この時、先入観や思い込みなどに影響されず客観的に各情報について検討するとともに、断片的な情報の統合も行う必要がある。そのため、提案システムでは個々の情報の効率的な閲覧と、各情報の関係性の検討を両立する必要がある。

また、災害時の情報空白地域への対応のように、実際には情報が伝達されない状況についても、今ある情報から推測や仮説を立て、能動的に情報を収集する必要があると考える。

本研究では、このような状況に対応する支援システムのインタフェースデザインとして、KJ法 [2] に着目する。

KJ法は、カードを用いて情報を操作することで、様々な情報を試行錯誤的に組み合わせたり分解したりすることができる。特に発想・想像という高度な知的作業を、工学的に体系化した具体的な手順として系統だてている点の特徴である。KJ法は、図2のような4つのステップからなる。ステップ1は、取り扱う情報をカードに書き出す作業である。ここで書き出された情報は、ステップ2で関係のあるもの同士をグループにまとめられる。ステップ3では、まとめたグループ間の関係に関係線でつなぎ図式化する。この図式化されたものをKJ法ではA型図解と呼ぶ。ステップ4では、A型図解をもとに全体の状況を文章化する。

このように、KJ法ではカードを用いることで多くの混沌とした情報を俯瞰し、カードの操作で情報の関係性を検討することや、グループ化による整理を行うことができる。

このことを参考に提案システムでは、意思決定者に伝

達される情報をカードで表示し、カードを移動することによって、関係のある情報をまとめたり、グループ化して情報の整理・把握を支援することを目指す。

また情報トリアージ担当者が判別する情報の重要度と情報の要約を、カードの色とカード内へ表示することで効率よく情報の重要度と内容を把握できるデザインを目指す。

加えて、災害情報には、その状況がどこで発生しているかという地理情報が含まれていることが考えられる。そのような地理情報から情報同士の関係性を検討することを考慮して、提案システムでは各情報の地理情報に基づいた地図上への情報のプロットを行う。

下記に今回の提案システムのデザイン指針をまとめる。

- 効率的な災害情報の把握のために情報はカードで表示し、カードの色で情報の重要度、カードの中に情報の概要を表す
- 災害時の断片的な情報を俯瞰して、整理するとともに必要に応じて情報の統合・グループ化を行えるように情報カードは自由に配置を変更できるようにする
- 災害情報に含まれる地理情報から情報同士の関係性を検討できるように地図上に情報をプロットする

5 プロトタイプシステムの実装

前述のデザイン指針に基づいて、プロトタイプシステムを実装した。今回のシステムでは、意思決定者の災害情報の把握を支援することに主眼に置いている。そのため、膨大な災害情報を俯瞰して情報同士を統合・グループ化しながら整理したり、地理情報を把握することで、断片的な情報の関係性について検討できるように考慮した。

実装では、システムをWebブラウザで利用することを想定して、HTML、CSS、及びJavaScriptで実装した。また、情報をプロットする地図については、Google Maps JavaScript API v3¹を利用した。

図3のように、プロトタイプシステムはデザイン指針に基づいて情報をカードで表示する「ワークスペース」、地図上へのプロットを行う「マップ」、情報の詳細を表示する「詳細表示」の3つのエリアで構成した。

情報トリアージ担当者によって、システムに追加された災害情報はカードとして「ワークスペース」に表示され、カードの中に情報の概要、カードの色で重要度が表現される。カードの色は重要度に応じて、灰色（普通）、黄色（重要）、赤色（最重要）とした。このカードはドラッグ操作により、自由に配置変更ができるようにした。

¹<https://developers.google.com/maps/>

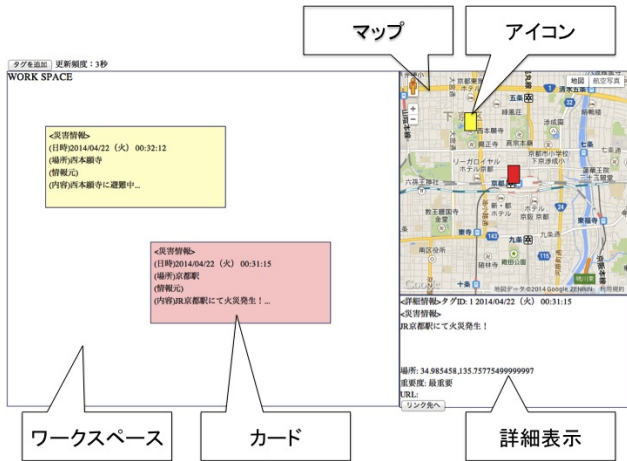


図3 プロトタイプシステムの説明

「マップ」には、「ワークスペース」にあるカードの地理情報を元に、地図上にアイコン形式でプロットされ、カードの重要度とアイコンの色が対応するようにした。カードの地理情報をスムーズに把握するために、カードをドラッグすると「マップ」の中心がカードの地理情報の場所に移動するようにした。

6 プロトタイプシステムの評価実験

前述のように、災害時に意思決定者はトリアージ担当者に評価された大量の情報について、全体を俯瞰して内容を確認し、必要に応じて情報の統合やグループ化を行いながら整理して迅速な意思決定を行う必要がある。

また、断片的な情報の内容や地理情報から、情報同士の関係性を検討して情報空白地域のように直接的には情報がない状況についても推測や仮説の検討を行う必要がある。実験では、プロトタイプシステムがこのようなことを支援できるかを検証した。

6.1 実験のデザイン

本実験では、災害情報を対象としているため災害時に流通する情報に見立てた情報を作成し実験で使用する。また、プロトタイプシステムの支援の効果を明確にするため、あらかじめデザイン指針から、実験参加者の行動目標を作成し、その到達の度合いを3段階に設定した。実験参加者に対しては、行動目標に関する説明は一切行わずにシステムを使用させ、その様子を観察した。

6.2 実験セッティング

本実験における実験環境のセッティングを図4に示す。実験では、PCを1台準備しPC上のWebブラウザでプロトタイプシステムを操作させた。プロトタイプシステムには、京都市で災害が発生し、その災害情報をトリアージ担当者が評価したと見立てたデータをあらかじめ

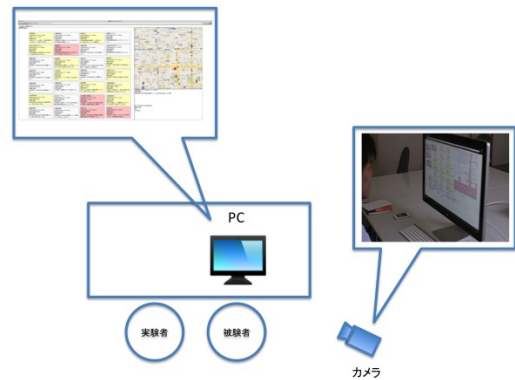


図4 実験環境

表1 事前に準備した情報

情報の種類	情報の概要
避難情報	避難場所と避難者数など
道路情報	通行可否や渋滞など
物資不足情報	不足している物資の種類など
物資提供情報	物資提供元と提供物資の種類など
電車運行情報	JR・地下鉄・私鉄の運行状況など
火災情報	火災の場所や対応状況
事故情報	事故現場の場所や被害者情報
停電情報	停電の状況

め登録した。図5にシステムにあらかじめ登録した情報を示す。登録した情報は、表1のように8種類としており災害時の断片的な情報を再現するために下記の点を考慮した。

- 災害情報について時間の経過を考慮し、古くなった情報と新しい情報というように、同じ案件に関する重複する情報を含める
- 物資が不足している場所に対して物資を提供できる場所の選択肢を複数用意するなど地理情報を活用すべき情報を含める
- 道路のがれきを撤去する人手が必要であるが、応援が可能な人手に関する直接的な情報は無いというように、積極的に災害状況の推測や仮説をたてるべき情報を含める

実験の実施に際しては、ビデオカメラとPCの画面録画機能を用いて、参加者の発言した内容やシステム上での操作を記録した。なお、実験は1人ずつ個別に行い実験参加者間で実験環境に差異が出ないように、実験開始画面は図5の状態に統一した。

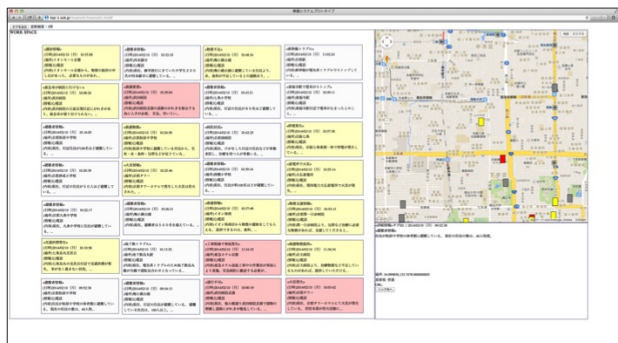


図5 実験開始画面

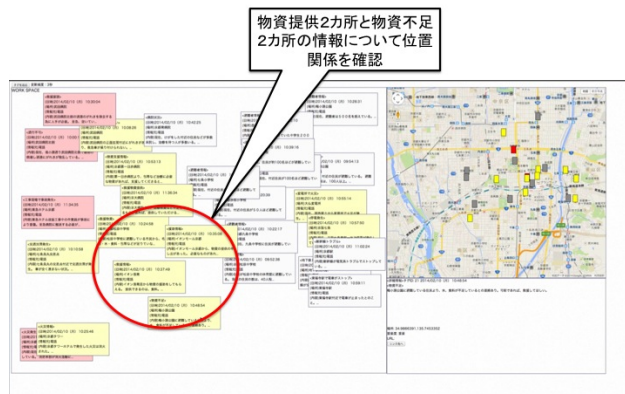


図6 参加者 A は地理情報を考慮してカードをグループ化

6.3 実験の手続き

本実験では、情報系学部所属する大学生4名(男性4名)が参加した。はじめに、プロトタイプシステムに関する操作説明を行いシステムの操作練習を行った。その後、実験課題として「京都市で発生した災害状況の把握」を説明した。その際、システムデザインの意図や情報の整理に関する具体的な方法については、指示せずにシステムを自由に使ってよいということのみを伝えた。また、本実験では課題遂行中の参加者の考えや気づいたこと、疑問点などを逐次口に出してもらって発話思考法で実施した。課題遂行時間は20分として課題遂行の後、実験参加者に対して半構造形式でインタビューを行い、課題遂行時に行ったシステムの操作やカードの配置の意図について調査した。また、断片的な災害情報の俯瞰や整理の支援というシステムデザインの意図を伝えて、違和感がなかったかなどを調査した。

6.4 実験の到達目標

本実験では、実験参加者の行動目標として前述のデザイン指針を踏まえて、下記の3段階を設定した。

到達レベル1 提示された情報の内容や種類をもとに、情報カードの配置変更や関係する情報のグループ化・統合を行い全体状況の把握を試みる

到達レベル2 提示された情報の地理的關係性を考慮して、関係する情報同士のグループ化・統合を行い状況の把握を試みる

到達レベル3 レベル1やレベル2の方法で情報の整理を行い、情報提示されていない状況についても考えを巡らせて、状況の推測や仮説をたてる

6.5 実験の結果と考察

本節では、実験結果について4名の各実験参加者の到達レベルを踏まえて述べる。なお、前述のように本実験

では実験参加者の操作だけでなく、発話思考法と課題実施後のインタビューにより実験参加者の操作の意図や思考を確認した。

なお、上記の到達レベル1の行動については、実験参加者全員がシステム上でカードの配置を変更して関係する情報のグループ化を行った様子が見られたため到達したと考える。

次節では、実験参加者間で違いが見られた到達レベル2, 3の行動について実験結果と考察を述べる。

6.6 到達レベル2の行動

参加者Aは図6のように物資が不足している場所と物資提供場所について、システムのマップにプロットされた情報を使用し、近い場所から物資を供給することを考えた。このように、複数の物資が不足している場所と物資提供場所の關係性の検討において、それぞれの地理的關係性を考慮して、より近い場所から物資を供給することを検討する様子は、参加者C, Dにも見られた。

一方で参加者Bは、カードの内容を確認しながらカードの配置を変更したが、各情報の地理的關係性の考慮までには至らなかった。

6.7 到達レベル3の行動

到達レベル3の行動について、参加者Aは図7のように変電所火災と停電、新幹線のトラブルについて情報を整理する際、変電所火災による停電が新幹線のトラブルと関係があるのではないかと推測する様子が見られた。

また、参加者Cは図8のように、病院の前のがれきを撤去する人手が不足している情報から、近くの避難所に避難している住民が支援に向かえないかを検討する様子が見られた。

このように、直接的には明示されていない情報についてその可能性を推測する様子が見られた。このことは、到達レベル3の行動であると考えられる。

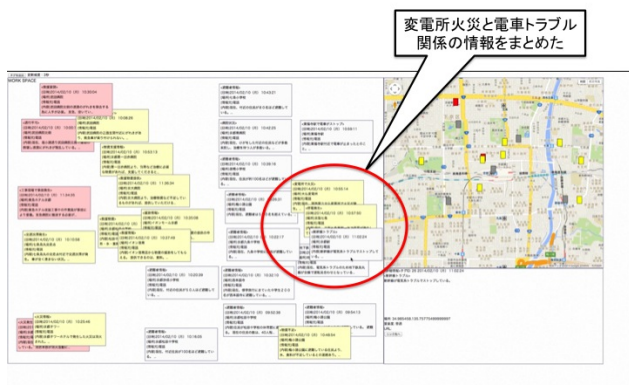


図7 参加者 A は変電所火災と新幹線のトラブルを関連づけた

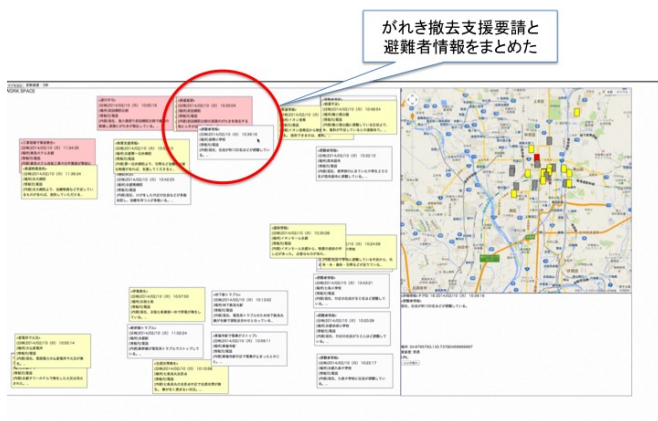


図8 参加者 C は近くの避難所から人手を支援できないか検討した

このように、今回の実験では実験参加者4名中2名が到達レベル3、1名が到達レベル2、1名が到達レベル1という結果になった。

7 議論

今回の実験結果から、プロトタイプシステムは災害情報の協調的情報トリアージにおいて意思決定者が求められる、大量の情報を俯瞰し、必要に応じて情報の統合・グループ化を行いながら整理する行為については一定の支援ができたと考えられる。また、断片的な情報や重複した情報について、地理情報を地図にプロットすることで関係性の理解を支援することについてもその可能性が示唆されたと考えられる。

一方で、実験参加者へのインタビューではプロトタイプシステムのワークスペース上のカードと地図上のプロットの対応付けが分かりにくいという意見があった。実際、実験参加者がどのカードが地図上のどの情報と

対応しているのかを確認する様子が見られた。今回のプロトタイプシステムでは、カードをドラッグすることでドラッグ中のカードと対応する地図上のアイコンを地図の中心に移動するようにしたが、地図上のアイコンからワークスペース上のカードの対応を提示する機能は実装しておらず、そのことにより地図からカードへのアクセスが困難になったと考えられる。

今後は、地図上の情報からワークスペースのカードをスムーズに認識できるように情報提示手法について、検討する必要がある。

また、今回の実験では実験中に新たに情報が伝達される状況は考慮していないが実際の災害状況下では、断片的に情報が伝達されるため、整理した情報と新たに追加された情報をどのように整理すべきかについても検討する必要があると考える。

8 まとめ

本稿では、東日本大震災における宮城県災害対策本部の情報処理の課題を整理し、大量に寄せられる玉石混濁な災害情報の整理、把握を支援し、迅速かつ合理的な意思決定を支援するシステムを目指してプロトタイプシステムを実装した。今後は、提案システムのさらなるインタフェースの改善を行い、より災害発生時に近い状況下でのシステムの有用性を検証する必要があると考える。

参考文献

- [1] Marshall, C.C. and Shipman III, F. M.: Spatial hypertext and the practice of information triage, *Proc. 8th ACM conference on Hypertext*, ACM, pp. 124-133 (1997).
- [2] 川喜田次郎: 発想法—創造性開発のために, 中央公論社 (1967).
- [3] 公益財団法人ひょうご震災記念 21 世紀研究機構 人と防災未来センター: 東日本大震災—宮城県の6か月間の災害対応とその検証—, <http://www.pref.miyagi.jp/site/ej-earthquake/kt-kensyou.html>.
- [4] 近藤久禎: Let's start! 災害医療 (第32回) START 法と黒タグ, 救急医療ジャーナル, Vol. 19, No. 3, pp. 68-71 (2011).
- [5] 松下光範, 天野友美: 情報トリアージのための協調的情報編纂, 2010 年度人工知能学会全国大会, 2J2-NFC2-7 (2010).
- [6] 松下光範: 協調的情報トリアージにおけるメンバ間の相補的インタラクションの支援, 第12回 AI 若手の集い MYCOM2011 (2011).
- [7] 溝端康光, 横田順一郎: より実践的なトリアージタグの開発に関する研究, 救命救急, No. 14, pp. 22-25 (2005).