



緊急時における電車内での相互扶助を促す システムデザインの提案

八木 涼平^{*1} 北村 尊義^{*2} 泉 朋子^{*2} 仲谷 善雄^{*2}

Proposal of a system for mutual support among passengers trapped inside a train

Ryohei Yagi^{*1}, Takayoshi Kitamura^{*2}, Tomoko Izumi^{*2} and Yoshio Nakatani^{*2}

Abstract - Japan has a highly advanced railway system, which services both urban and rural areas. This system has the highest accuracy and safety in the world. However, even in such Japanese railway system, a train sometime is urgently stopped because of an earthquake and injury accidents. When an earthquake occurs, a railroad company must urgently stop a train to ensure safety. In the worst case, passengers have been trapped in a train for a long time. Some passengers such as elderly people or pregnant women, may become ill suddenly because of their chronic illness, bad condition, or stress under the situation. Generally, in such situations, the crew in the train deals with emergencies. But, in this situation, it is possible that more than one emergency will occur at a time. Usually, the crew consists of only two or three person, and the crew of this limited number may not be able to attend to all the emergencies that may occur. Therefore, we suggest the extempore community formation system of the passenger who was trapped inside a train so that a passenger does mutual support in those emergency..

Keywords: Mutual support, train, disaster prevention, consist of a community, and bulletin board

1. はじめに

我が国では非常に多くの人々が移動の際に公共交通機関を利用している。その中でも鉄道は利用されている割合が高い。総務省統計局の調査では、東京都で約45%の人が交通手段として利用している[1]。その理由として、都市部から地方まで鉄道網が張り巡らされていること、および簡単かつ比較的安価で移動することが可能であることが挙げられる。さらに、日本の鉄道は時間に非常に正確で、事故件数も少なく、世界的にみてもその正確性、安全性はトップクラスである。

しかしそのような鉄道においても、人身事故や自然災害により電車が緊急停止する事態が度々発生している。このような状況下では、車内の乗客たちは乗務員の指示がなければ下車することはできず、車内に閉じ込められてしまう。車内という限られた空間内に長時間閉じ込められることで乗客のストレスが溜まり、体調不良や持病の悪化などの問題が発生する可能性がある。実際に2015年7月18日には、台風の影響により京都山崎駅付近で約1600人の乗客が4時間もの間閉じ込めにあった[2]。乗客が閉じ込められている間に体調不良を訴える乗客が現れた場合、一般的には乗務員による対応が考えられるが、実際には乗務員の数には限りがあり、急病人に対する対応を十分に行うことができないことが想定される。

そこで本研究では、電車内への乗客の閉じ込めが発生した場合に、乗客同士の相互扶助を促すことを目的としたシステムを提案する。本研究の特徴は、外部に出ることのできない電車内に閉じ込められた限られた人々の間で情報を共有し、相互扶助を促す点にある。提案システムでは、誰もが簡単に操作できるインタフェースを介して助けを求める事ができ、それに関して乗客同士を結び付ける即席のコミュニティを形成し、離れた車両の乗客ともコミュニケーションを可能にする。本論文では、提案したシステムの評価実験を通じた結果から、さらに要求仕様を考察し、相互扶助に有用な情報、またそれを発信、共有する方法、さらに状況を把握しやすいコミュニケーションのインタフェースについて、新たに提案したシステムのインタフェースについて述べる。

2. 関連研究

鍵谷一は著書の地域防災力宣言[3]において、非常時だけではなく日常的にコミュニティの活性活動を行ってことでコミュニティとしての活動が活発化され、災害時においては人々の命を守る基盤となると指摘している。しかし、電車内で出会う乗客は一般的にその場でしか同じ場所を共有しないため、日常的に同じコミュニティを形成し、その中で災害に向けた取り組みを行っておくことは難しい。そのため、緊急時における電車内での支援は一般的なコミュニティに対するアプローチではなく、その場の特徴を考慮した相互扶助の支援が必要であると考えられる。

災害時にその場に応じたコミュニティを形成し相互扶助を促す研究として L. E. Dominguez-Rios らのソーシャ

*1: 立命館大学 情報理工学研究科

*2: 立命館大学 情報理工学部

*1: Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

*2: College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

ルネットワークに基づく災害管理プラットフォームに関する研究がある[4]。この研究では、ソーシャルネットワークシステムを利用して、ユーザの被災状況、必要な救助、また救助に生かすことのできる能力に基づいて、ユーザ間を結び付け相互扶助を行う支援を行っている。この研究では、救助が必要な者と救助が可能な者を結び付けることのできる可能性を示している。ただし、被災地全域のユーザを対象としており、本研究で対象とする限られた空間内の相互扶助とは異なる。

3. システム提案

本研究では、非常時において乗客が閉じ込められてしまった際に、車両内で即席コミュニティを形成することで相互扶助を促すシステムを提案する。本節では、システムへの要求、およびそれに基づく提案概要と具体的なインタフェースを述べる。

3.1 着目する機能

本研究は、相互扶助が円滑に行われるように支援することが目的である。現在多くの人に利用されている SNS (Social Networking Service) やコミュニティシステムでは、電車が止まったという事実を確認することは可能だが、車両内の細かな状況を確認することは非常に困難である。本研究ではこの問題に着目し、車両内にいる救助者が効果的に救助に向かえるようにすることを目的とする。相互扶助において、最も重要であるのは助けを求める人と、その人を助けられる人を結びつけることであると本研究では考えた。そのため、本システムへの要求として最も大事であるのは以下の二点であるとした。

- 助けを求める人（要救助者）が簡単に救助を求められる
- 助けに向かう人（救助者）が即座に救助に向かうことができる

一点目については、体調が悪い状態や、不安や焦りが生じている場合であっても使いやすいことを指す。また二点目については、具体的には、救助者が要救助者に対して離れた車両にいても、その要救助者の状況を把握でき、かつ要救助者のもとへ向かうことができることである。

3.2 提案概要

本システムは、現在では多くの人が所有し持ち歩いているスマートフォンでの使用を想定している。多くのスマートフォンで利用可能なように Web アプリケーションとしてシステムを構築する。

まず、ユーザが簡単にシステムにアクセスすることができるように、各車両内にシステムのメインページにアクセスすることができる QR コードを設置することを想定する。システムは QR コードによってユーザがどの車両からアクセスしているのかを特定する。

次に、助けを求める人が簡単に救助を求められるように、メイン画面にあるボタンを一つタップするだけで救

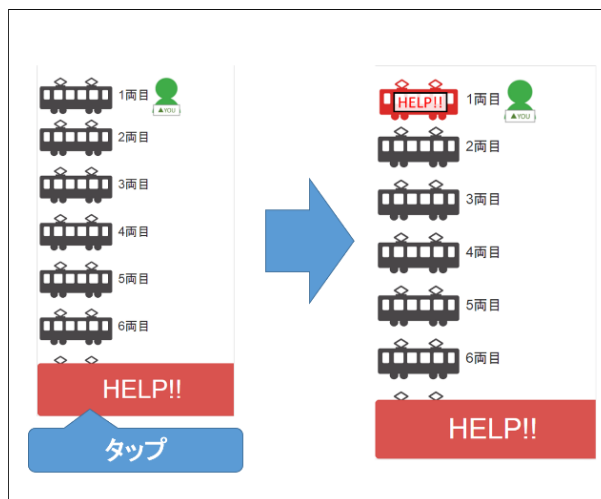


図1 システムのメイン画面例

Fig.1 Examples of main screens in our system.

助要求をシステムに送るようにする。システムはどの車両から救助要求を受けたかを判別できるため、それを他のユーザに伝達する。救助のボタンをタップされたのみでは具体的に必要とする救助の内容や、要救助者の状況を他のユーザは知ることはできないが、どの場所で救助が求められているかは知ることができる。その後、要救助者が入力可能であれば、症状の程度や細かな乗車位置などの情報をさらに入力することができる。

救助者がすぐに救助に向かうことができるように支援するために、提案システムでは、メイン画面に全車両の状況を表示する。ユーザの乗車位置と救助要求のあった車両を明確に提示することで、全車両に対する救助要求の状況と、自分の位置関係を知ることができる。要救助者の詳しい状況については、車両毎の掲示板を通じて情報のやりとりを行う。

3.3 システムの内容

本節では、前節の提案概要に基づき作成したプロトタイプシステムの画面例を提示しながら、本システムの機能とインタフェースを具体的に説明する。

図1の左図にシステムのメイン画面の例を示す。

ユーザが車両内に掲示されている QR コードを読み込み、システムにアクセスすると、このメイン画面が表示される。メイン画面では、全車両のイメージ画像が縦に並んで表示され、ユーザが乗車している車両の横には人型のイメージ画像が表示される。画面をスクロールすることで、全車両の画像を見ることが出来る。

画面下部には救助を呼ぶ際にタップする「HELP!!」ボタンが表示されている。救助が必要な人が発生した場合、要救助者本人、またはその周囲でその異変を感知した乗客がこのヘルプボタンをタップすると、要救助者が乗車する車両のイメージ画像が救助を求めることを表す画像に切り替わる（図1右図）。システムでは10秒おきにメイン画面を再読込するよう設定しているため、全ユーザ



図 2 システムの掲示板の例

Fig.2 Examples of bulletin board in our system.

は最新の車内状況を知ることができる。救助を求める画像を確認したユーザは、自身と要救助者のいる車両の相対位置を確認しながら救助に向かうことができる。

ヘルプボタンをタップした要救助者が乗車する車両に対しては、救助に関する情報をやりとりするために、掲示板が開設される。掲示板には、救助を求める車両のイメージ画像をさらにタップすることでアクセスすることができる。この掲示板では車両内の状況を投稿することができる。掲示板の上部には、要救助者が詳しい状況を簡単に入力できるように、以下の情報を選択可能なラジオボタンを設置する。

- 車両内での位置（車両前方、中央、後方）
- 病気の程度（軽度、中度、重度）

図 2 に要救助者が自身の車両位置や症状の程度を選択した後に表示される掲示板の例を示す。

また掲示板には要救助者、救助者問わず、全ユーザがコメントを投稿することができる。ここで、状況の細かなやりとりをすることを想定している。

4. システムの評価

前節で述べたシステムを用いて、システムデザイン、試用感の評価を行った。本節ではその内容と結果を述べる。

4.1 実験の流れ

本実験は、2016 年 5 月 30 日に実際に走行する電車の車両内で行った。実験協力者は 22 歳または 23 歳の男女あわせて 6 名である。

実験では、事前にシステムの利用の仕方について画面を見せて実験協力者に説明をした。その後、実験者が各実験協力者に対して役割を指定した。ただし実験協力者に他の実験協力者へ割り当てられた役割は知らせなかった。実験協力者と割り当てた役割を表 1 に示す。急病人

表 1 実験協力者の属性と役割

Table 1 The properties and assigned role of the subjects.

実験協力者	年齢	性別	役割
A	22	男性	乗客
B	22	女性	乗客
C	22	男性	急病人 (救護者)
D	23	男性	医者 (救護者)
E	22	男性	乗客
F	22	女性	乗客

である実験協力者 C には、乗車した後数分後に救助を求めるように指示した。また、救助者である実験協力者 D には、救助が求められた際には救助に向かうように指示をした。さらに、実験協力者を 2 つのグループにわけ、それぞれが乗車する車両を指定した。ここでは、表 1 の急病人である実験協力者 C と救助者である実験協力者 D は別のグループになるようにし、グループは 2 車両離れている位置に乗車した。急病人である実験協力者 C が救助を求め、救助者である実験協力者 D が協力者 C の元へ辿り着き、求められている救助を行った時点で実験を終了とした。実験終了後には実験協力者にアンケートを実施した。また、著者も車両に同乗し、実験の様子を観察した。

4.2 実験で共有された情報

本実験において、実験協力者間が掲示板でやりとりをした具体的な内容を表 2 に示す。

実験では要救助者である実験協力者 C が、救助の要請と同時に自身を特定できるように服装や持ち物の特徴を掲示板に書き込んでいた。それに対し、救助者である実験協力者 D は救助に向かうことを伝えた後、要救助者の性別を問う書き込みがあった。このように、他のやり取りにおいても救助者と要救助者の以下の特徴を発信する、または質問をする投稿がみられた。

- 服装
- 性別
- 持ち物

実験協力者 D が協力者 C のもとにたどり着いた後、症状に関する会話がなされていた。その後、水分が必要であると実験協力者 D が判断し、水を求める書き込みを行っている。

実験後に実験協力者から得られた感想を述べる。要救助者 C からは、救助者がこちらに向かっていると発信されてからたどり着くまで時間がかかったので、救助者の状況も知りたいという意見があった。また、実験協力者 C, D 以外の協力者からは、掲示板の投稿に関して誰が発信したものであるのかわかりにくかった、要救助者の救助が完了したのかわからなかった、という意見があった。本実験では、実際に実験協力者 D が協力者 C のもとにたどり着き一定時間たった後に、協力者 D が水を求める書き込みをしている。

表 2 実験での書き込み内容

Table 2 The comments written in the bulletin board.

発信者	投稿内容
C	急に気持ち悪くなりました。誰か助けに来てくれませんか？白いシャツに黒いズボンを はいています。オレンジのバッグも持っています。誰か助けてください。
D	私は医者です。1 両目にいます。いまからそ ちらに向かいます。
D	男性ですか、女性ですか
C	よろしくお願いします。
C	男性です
(D が C の場所へたどり着き症状について会話)	
D	誰かお水を持っている方はおられますか？
B	水をもってます！

4.3 アンケート結果

実験後のアンケートでは 6 つの質問に対して実験協力者に回答をしてもらった。アンケートの内容と回答結果を示す。

以下の項目 1 から 3 は 4 段階の評価のうち 1 つを選択してもらった。質問に対し該当する場合は 4、該当しない場合は 1 を回答してもらった。回答結果を表 3 に示す。

1. システムの操作は容易にできたか
2. どの車両で問題が発生しているのかがすぐに分かったか
3. 誤操作なくシステムを利用することができたか

また、質問 4 から 6 では車両内の相互扶助において、必要と思われる情報や機能について自由記述で回答をもらった。各質問に対して回答をされた内容を以下に示す。

4. どのような投稿をすれば自身を特定してもらえると思うか
 - 服装、髪色、性別、服装、年齢、席の位置、持ち物
5. 他にどのような機能があれば利用しやすくなると思うか：
 - 混雑度パラメータの提示
 - 要救助への対応完了を知らせる仕組みの設置
 - ユーザ間で位置情報を伝達する視覚的な機能
6. どのような投稿であれば利用しやすくなると思うか
 - 緊急性のある言葉が使われているとき（「今すぐ」、「緊急」など）
 - 命に関わりそうな内容のとき
 - 自分でも対応できそうな内容のとき

4.4 考察

アンケート 1、3 の回答結果からシステムの操作性に関しては高い評価を得られることができたと言える。まだ、アンケート 2 に対する回答結果から、問題発生の有無についてはユーザに伝達できていると言える。

表 3 質問 1 から 3 の回答結果

Table 3 The results for the question 1, 2, and 3.

質問内容/ 実験協力者	①	②	③
A	3	4	2
B	4	3	4
C	4	4	4
D	4	4	3
E	3	2	4
F	4	3	4

ただしいくつかの課題もわかった。実際の書き込みやアンケートの回答においても、要救助者と救助者の位置と状況がわかりやすくする必要があったことが指摘された。今回のシステムでは、詳細な情報は掲示板に書き込まなければならない。掲示板に投稿する際には文章を入力する必要があるため、緊急を要する事態の場合や要救助者にとっては非常に手間のかかる処理である。また、状況を把握しやすいように、特に要救助者と救助者の状況を表す書き込みについては見やすくするべきであり、それが他者にもわかりやすくするべきであることがわかった。

また、本実験の書き込みにおいても、救助者が要救助者のもとにたどり着いた後に水が必要であることが判明し、再度掲示板を使ってやりとりをする場面があった。アンケート結果においても、ユーザが対応できるかどうかの情報を提供する重要性が示された。

5. システムの再提案

前節で示した評価実験の結果や得られた意見を元にシステムの再提案をする

5.1 提案概要

4 節で示した評価実験から、システムに実現すべきこととして以下の 3 点に着目した。

1. ユーザが要救助者の要求に応えられるかどうかを判別しやすくすること
2. 要救助者の居場所をわかりやすく提示すること
3. 要救助者と救助者の状況が認識しやすい表示にすること

一点目については、要救助者が自身の状況を詳細にシステムに入力することができれば、他のユーザがそれを読み、救助可能かどうかを判別できる。しかし急病人などの体調不良者に、適切な情報を詳細に入力するよう強いることは難しい。そこで、急病人やその周辺にいる乗客であっても簡単に情報を発信できるようにスタンプを用いる。スタンプは、要救助者の状況や要救助者が必要とするものを表すイメージ画像であり、要救助者はそれらの中から適切なものを選択することで自身の状況を伝えることができる。

二点目は、3 節で述べたシステムでは、要救助者の居

場所がテキストで表示されていた。テキストでは視覚的に居場所がわかりづらく、その結果、個人を特定するために服装などの細かな情報が必要であり手間がかかる。そこで、車両イメージの中のどの位置に要救助者がいるのかを表示するようにする。これにより、ユーザは一目見て車両内のどの位置に要救助者がいるかがわかり、また同じ車両内に複数の要救助者が出たとしても、それぞれを別々に表示することができる。

三点目は掲示板の問題である。4 節で述べた評価実験では、要救助者の状況を知らせる続報、また要救助者の要求に応えようとする救助者の状況がよくわからないといった問題が指摘された。そこで、車内の乗客を要救助者と救助者、そして状況を書き込んでいるだけのその他の乗客に分類し、各書き込みがどのユーザが書き込んだものであるかを視覚的にわかりやすいようにする。具体的には、要救助者、救助者、その他の乗客の書き込みを色分けして表示をする。また、要救助者への対応が完了したものに関しては、それを知らせる機能も設ける。

5.2 システムの内容

前節でのべた提案内容に基づくシステム画面イメージを示す。

システムのメイン画面は 3 節で示したシステムと同じである。メイン画面にすべての車両の状況を伝えることで、全体の状況を把握しやすいようにする。

救助が必要な場合には、前回システム同様にメイン画面の下部にある **HELP** ボタンをタップする。ただし、**HELP** ボタンをタップの仕方によって処理を変える。

- 長押し：詳細情報を入力する画面へ遷移する
- タップ：追加の情報を入力せず救助が必要であることを発信する

これは、情報入力が可能である要救助者には追加の情報を入力してほしいが、それも不可能である急病人などの要救助者の場合には簡単な操作で救助を求めることができるようにするためである。ある車両で要救助者が発生し、その要救助者がタップで救援を求めた場合には、その車両の車両イメージが緊急度が高いことを示すものに変化する(図 3)。

HELP ボタンを長押しした場合、要救助者の要求や状況をスタンプから選択する画面に遷移する。まず、はじめの画面でどのような救助者を求めているかを以下の 3 項目から選択する。

- 誰でもよい

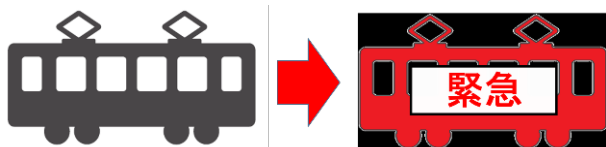


図 3 車両画像の変化

Fig.3 Changes of vehicle images.



図 4 要救助者が求める救助者の選択画面

Fig.4 The screen for selection of conditions for rescuer

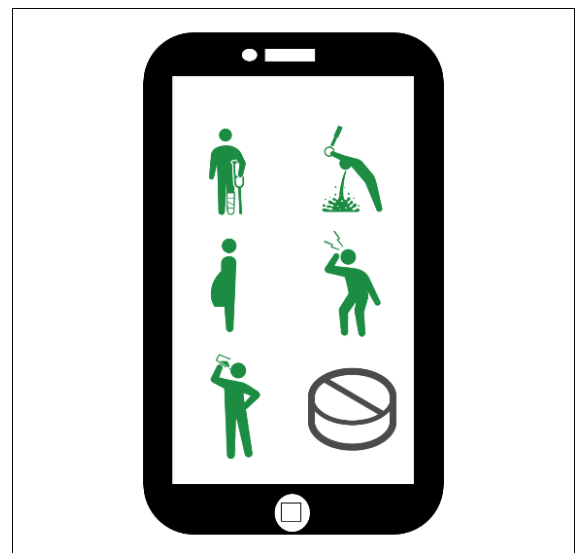


図 5 要救助者の症状の選択画面

Fig.5 The screen for selection of condition of sick person.

- 医療知識のある人
- その他（緊急）

スタンプの画像例を図 4 に示す。

医療分野をも選択することも考えられるが、分類が多く選択肢が増え選択に時間がかかること、車両内という限られた空間内に複数の医療従事者が乗車している可能性が低いことから、単に医療知識を有する人を求めるか、そうでないかで分類をした。また、間違えて **HELP** ボタンを長押ししてしまったユーザのために緊急を知らせる項目を設置する。

求める救助者を選択すると、要救助者の症状や求めるものをスタンプから選択する画面が表示される（図 5）。ここでは要救助者の具体的な症状や、薬や水を必要としているなど具体的なものをスタンプから選択する。システムで表示するスタンプは、車内閉じ込め時に比較的頻

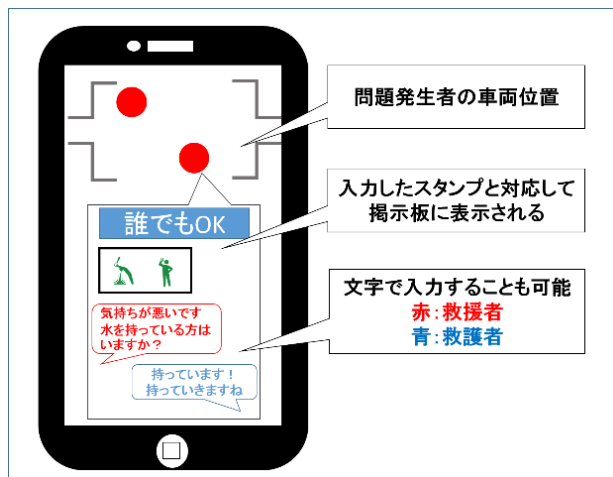


図 6 各要救助者に対する掲示板例

Fig.6 The example of bulletin board showing a configuration for a sick person.

繁に発生していると報告されている体調不良者の情報から、その症状と必要と思われるものを選出して作成する。

要救助者が HELP ボタンとタップする、または長押し後に症状等を入力すると、その要救助者に対する掲示板が設置される。メイン画面に表示される車両イメージをタップすると、その車両の詳細な状況を表示する画面に遷移する。この画面上部には、車両イメージが表示されており、その車両内から要救助の発信があった事案ごとに発信位置が車両イメージに示されている（図 6）。これにより、各車両内で発信のあった要救助者の数と位置が視覚的にわかりやすくなると考えている。また、各要救助者の位置に対応する丸いイメージをタップすると、その要救助者に対する掲示板が表示される。この掲示板の上部には、要救助者が入力した症状や必要とするものがスタンプで表示される。図 6 に掲示板の例を示す。この掲示板では、要救助者の書き込み、それに対応すると決めた乗客、つまり救助者の書き込み、その他の乗客の書き込みが色別で表示される。要救助者と救助者の書き込みは吹き出しで表現され、色と合わせてどちらの書き込みであるのかが視覚的にわかりやすいようにする。要救助者、または救助者の書き込みの間にその他の乗客が書き込みを行った場合、掲示板中央に書き込み内容が表示される。救助においては、要救助者と救助者の書き込みが特に重要であることから、要救助者の救助者の書き込

みは時系列で表示されるが、要救助者または救助者の書き込みの間にその他の乗客から複数の書き込みがあった場合には、その間の最新の書き込みのみが表示される。このようにすることで、要救助者と救助者の状況の可読性を確保する。ただし、その他の乗客の最新の書き込みをタップすると、過去の書き込みも閲覧できるようにする。

6. まとめ

本論文では、電車内に閉じ込められた乗客同士での相互扶助を支援するシステムの提案を行った。救助を要請するシステムを開発し、それに対する評価実験結果から、要救助者と救助者の状況がわかりやすいインターフェースにすることの重要性が示された。そこで本論文では評価実験から得られた知見に基づく新たなシステムのインターフェースの提案も行った。この後は新たに提案したシステムのプロトタイプシステムを構築し、評価実験を行う。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K21484 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 総務省統計局：国勢調査からわかったこと，<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/users-g/wakatta.htm#jump4>, (最終参照日: 2016/07/21).
- [2] 日本経済新聞(電子版)：台風、電車内の 1600 人が 4 時間足止め JR 京都線，http://www.nikkei.com/article/DGXLASDG18H2S_Y5A710C1CC0000/, (最終参照日: 2016/07/21).
- [3] 鍵谷 一：地域防災力強化宣言-進化する自治体の震災対策，ぎょうせい(2005).
- [4] L. Ernesto Dominguez-Rios, Tomoko Izumi, Yoshio Nakatani: A Disaster Management Platform Based on Social Network System Oriented to the Communities Self-relief; IAENG International Journal of Computer Science, Vol. 42, No. 1, pp. 8-16 (2015).