

緊急時の電車内における相互扶助行動の 支援システムのデザイン検討

八木 涼平*¹ 北村 尊義*² 泉 朋子*³ 仲谷 善雄*²

Design study of mutual support system for passengers trapped inside a train

Ryohei Yagi*¹, Takayoshi Kitamura*², Tomoko Izumi*³ and Yoshio Nakatani*²

Abstract - In recent years, train users in Japan have found themselves trapped inside a train in an increasing number of incidents involving earthquakes, natural disasters or fatal accidents. The limited number of crews in the train may not be able to all the emergencies that may occur illness. Therefore, mutual support is indispensable by such a trapped scenario. But, in such a trapped scenario Raise a voice is difficult to train users. In this research, we propose a system that supports passengers as a temporal community by SNS. So, based on the findings of the preliminary experiment and the knowledge of the KJ method, we considered effective system design for passengers to facilitate mutual aid actions.

Keywords: Train, Mutual support, Disaster prevention

1. はじめに

日本の鉄道は、重要な公的交通手段であり、国土交通省による平成 27 年度の鉄道輸送統計調査[1]では、利用者合計が 242 億人に上ると示している（JR、私鉄を含む）。そのような重交通でありながら、世界と比較してもトップクラスの安全性・定時性を誇っている。このように鉄道は、多くの人々が通勤・通学等の主要な移動手段として利用しており、我々に不可欠な交通手段である。

しかし、そのような日本の鉄道においても、地震や台風等の自然災害や、人身事故を理由に、列車の運行が停止してしまうトラブルが頻繁に発生している。国土交通省の「鉄軌道輸送の安全にかかわる情報（平成 26 年度）」によると、1 年間に発生した鉄道輸送障害（列車の運休、旅客列車の 30 分以上の遅延等）は 5,291 件に及ぶ[2]。このような運航停止は長時間に渉る場合があるが、鉄道にとって乗客の安全を確保するために必要な処置であり、乗客を車両外に出すことはほとんどない。このような状況下で乗客には、日常的に感じる乗車時のストレスに加え[3]、立ち続けることによる身体的疲労や停電によるエアコン停止による脱水症状などの体調不良、不安などに起因する精神的ストレスなどの問題が発生する可能性がある。このような状況に対しては、一般的には乗務員による対応が求めら

れるが、多数の乗客に対して、人数に限りのある乗務員では十分な対応が見込めない。

このような背景から、我々は乗客同士の相互扶助[4]が重要となるのではないかと考えた。しかし、電車内に閉じ込められている状況下では、声を出して支援を求めることには心理的抵抗があり、非常ボタンについても混雑時には移動が困難であり押せないという問題がある。そこで我々は、SNS（Social Networking Service）により乗客同士の一時的コミュニティを形成し、相互扶助を行うことでこれらの問題解決を促すことを目的としたシステムを提案する。

本研究では、前段階研究で得た知見や、KJ 法[5]を用いたブレインストーミングを元に、システムに求められる要求を明確化し、システムの開発を行う。複数のシステム機能を比較・評価することで電車内における長時間閉じ込め時に効果的なシステムのデザインを提案する。

2. 関連研究

2.1 公開型コミュニティ思考メッセージャー

國籙らは、普段コミュニケーションの少ない者同士に掲示板型システムを用いてもらい、小規模コミュニティ内での会話の促進、相互理解、相互扶助の意識の促進、信頼関係の向上を図る研究を行っている[6]。

この研究では、パブリック空間におけるコミュニティの活性化支援として、状況に特化した掲示板型のコミュニケーションツールの開発を行っている。パブリック空間の特性として、同時に人が集まることが少なく、同時にコミュニケーションを行うことが難しいという問題がある。そこで、過去に蓄積したデータを活用することで、これらの課題に対処している。図 1 にシステムの画面例を示す。

*1: 立命館大学大学院 情報理工学研究科

*2: 立命館大学 情報理工学部

*3: 大阪工業大学 情報科学部

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

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

*3: Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

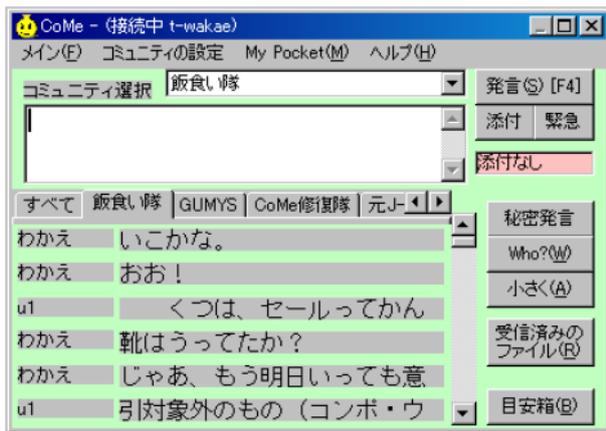


図1：掲示板型コミュニケーションツール
Fig1 bulletin board type communication tool

評価の結果、このシステムによりコミュニティのコミュニケーション不足が解消された。これにより、コミュニティ内でのコミュニケーションが実際の業務での作業効率の向上につながるのではないかと期待されている。

2.2 前段階研究

本研究の前段階研究として、非常時に電車内に閉じ込められた際に利用する即席コミュニティ構築支援システムを開発した。このシステムは、電車内の乗客全員が簡単に利用・アクセス可能にするため、Webアプリケーションで開発を行った。ユーザは、システムを利用する際、各車両に設置されているQRコードを読み取ることでシステムにアクセスする。QRコードには、自身が乗っている車両の位置情報が付加されており、位置情報に対応したシステム画面にアクセスする。

前段階システムでは、簡単な操作で救援を呼ぶことのできる機能としてシングルスレッド型掲示板を設け、できるだけ少ないステップ数で支援を求められることを重視して開発を行った。具体的なシステム利用の流れを図2に示す。



図2：システム利用の流れ
Fig2 Flow of using system

前段階研究では、実際の車両を用いて被験者による評価を行い、システムの有用可能性を示すことができた。しかし、以下に示すような問題点が明確になった。

- ① シングルスレッド型掲示板では複数の問題に対応できない
- ② 救援者の属性を知りたい(要救護者からの意見)
- ③ 要救護者の属性が把握しにくい
- ④ 問題が解決できたのかわからない
- ⑤ 位置情報を視覚的に把握したい

そこで本研究ではこれらの問題を解決し、より閉じ込め時に有効なシステムの開発を行う。

3. KJ法による要求の明確化

3.1 実施テーマ

電車内における長時間の閉じ込めという限定的な状況下でシステムに対してどのような機能が求められるかを明確にするため、大学生5名によりKJ法を用いて、必要な機能について見直しを行った。KJ法作業を行うに当たって以下の2つのテーマに関して作業を行った。

- ① 電車内の閉じ込めの状況下で発生しうる問題は何か。
- ② 電車内で相互扶助を行う際に求められるシステムの機能はどのようなものか。

3.2 KJ法の結果

KJ法で得られた結果を以下に示す。

テーマ①：電車内の閉じ込めの状況下で発生しうる問題

表1に、電車内の閉じ込めの状況下で発生しうる問題についてのKJ法実施結果を示す。

表1：テーマ1のKJ法結果

Table1 KJ method result of theme1

グループ	システム区分	機能	解決可能性のあるグループ番号
A	状況把握	<ul style="list-style-type: none"> ・救援側、救援される側の状況把握 ・情報共有 ・簡単な救援操作 	①
			③
			④
			⑧
B	コミュニケーション	<ul style="list-style-type: none"> ・声を聴いて話す ・ストレスの低減(ゲーム) ・乗務員との連絡手段 	①
			②
			③
			④
			⑧

テーマ②：電車内で相互扶助を行う際に求められるシステムの機能

表2に、電車内で相互扶助を行う際に求められるシステム

ムの機能についての KJ 法実施結果を示す。

表 2 テーマ 2 の KJ 法結果
Table2 KJ method result of theme2

グループ	問題	内容
1	外との関わり	・ケンカ ・乗務員への暴力
2	生理現象	・空腹 ・トイレに行きたい
3	メンタル	・パニック ・子供が泣きわめくことによるストレス ・精神の衰弱
4	携帯電話	・充電が切れる ・電波がつかない
5	犯罪	・痴漢 ・窃盗
6	疲労	・座りたい ・眠い
7	外傷	・擦り傷 ・打撲
8	病気	・吐き気 ・頭痛 ・持病の悪化 ・脱水症

グループ間の関連を整理した相対関係図を図 4 に示す。

これらの表および図から、電車内で発生しうる問題の原因として、精神状態がパニックに陥ることが考えられた。同時に、テーマ 2 の結果より、このような問題はコミュニケーションをとることで解決できるということが確認できた。

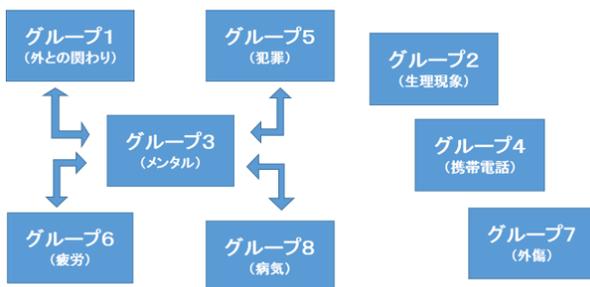


図 4：テーマ 1 の相対関係図

Fig3 Relative relation char of theme1

そこで今回は、車内閉じ込め時の精神的な不安を解消するために、システムにマルチスレッド掲示板を設けることでコミュニティを形成し、情報共有や発生した問題に対して救援を簡単に求められるような環境を構築することとした。掲示板をマルチスレッドにすることで、複数の問題に対応可能となり、さらに円滑なコミュニケーションを促す。

4. システム内容

本研究は、電車が非常事態により急停車し乗客が長時間閉じ込められてしまった際に、声を出さずに車内に支援を容易に求められるシステムを提案するものである。本節では、前章での要求分析に基づく提案システムの概要、また具体的なインターフェースについて述べる。

4.1 システム要求

本節では、システムに求められる要求、およびその要求に伴う機能について再整理する。

前章の KJ 法の結果から、非常時の電車内閉じ込めの際にさらに有効なシステムの提案を行うために、重要であるのは以下の 3 点とした。

- ① 複数の問題に対応できる
- ② 小さな問題でも救援を求めやすい環境の構築
- ③ 視覚的な状況判断が可能なシステム

これらを機能として設計・実装することで、迅速な対応・活発な情報共有を行うことが可能となり、また一方で、過剰に救援者が対応に向かってしまうことを避けることができる。また、病気等の比較的的重大な問題だけでなく、「水が飲みたい」などといった比較的小さな問題、声に出して助けを求めにくい問題に対しても救援を求めやすいシステムを構築することで、乗客の精神的ストレスの緩和に繋がると考えられる。

4.2 提案概要

本システムは、電車という様々な属性を持った乗客全てに利用してもらうことを前提としているため、事前のダウンロード等が不要な Web アプリケーションで開発を行う。また、乗客の多くが利用しているスマートフォンでの利用を想定している。

非常時に電車が急停車し、閉じ込めが発生した際、乗客は付近の QR コードをスマートフォンで読み取ることでシステムにアクセスする。システム画面には、各車両状況を把握できるタブ（以降「メインタブ」と表記）と、発生している問題を確認することができるタブ（以後「緊急タブ」と表記）が設置されている。

メインタブのページ下部には、HELP ボタンが設置されており、情報共有や疲労、体調不良等の比較的緊急度の低い問題が発生した際にタップすることで、ページが遷移し、様々な状態の入力や、救援を呼ぶことができる。また、これと同時に、当該問題に対応した掲示板が生成され、さらに詳細の情報を共有することができる。

また、緊急度の高い問題が発生した場合、本人または周囲の乗客が緊急タブのページ下部にある緊急ボタンをタップすることで、メインタブの車両イメージが緊急事態発生イメージへと遷移し、他車両に緊急事態の発生を伝えることができる。問題の緊急度によって処理を分けることで、救援を呼ぶ際の情報入力数を調整することができる。

このように、緊急度が高い場合には入力数を少なく、低い場合には入力数を多く情報量を増やすことで、それぞれの問題に適した情報量で対応に当たることができる。問題発生者以外の乗客は、メインページの車両画像の遷移状態、または掲示板を確認しておくことにより、他車両での問題発生でも把握することが可能となる。

4.3 システムの機能

本節では、提案概要に基づき作成したシステムの具体的なインタフェースを提示し、機能について説明する。

図5はシステムのメイン画面である。上述したように、メインタブ（図左）と緊急タブ（図右）に分かれており、緊急度が高い場合は緊急タブの緊急ボタン、緊急度が低い場合はメインタブのHELPボタンを用いて救援を呼ぶことができる。

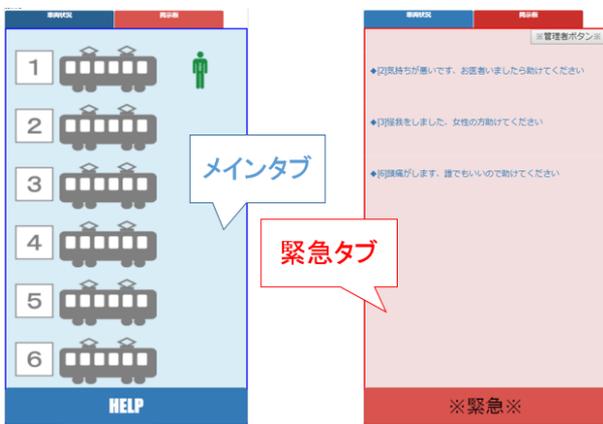


図5：システムのメイン画面

Fig5 System main screen

また、メインタブには車両イメージが表示されており、現在のその車両の状態を表している。問題が発生した場合は、図6のように車両イメージの状態が遷移し他の乗客に問題発生を伝える。車両イメージ横のアイコンはユーザ自身の車両位置を表している。このメインタブ内の車両状態は全ユーザが共有しており、ページの自動更新によって現在の車両状態の確認ができる。

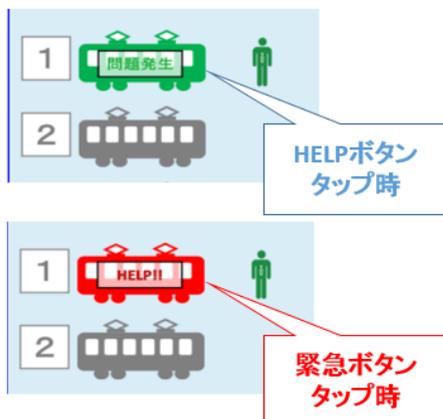


図6：車両イメージの遷移状態

Fig6 Transition state of vehicle image

緊急タブでは、問題発生者が救援を求めた際に生成された掲示板の一覧が表示されている。

図7は救援要請時の操作を示している。メインタブで救援を要請した場合、システムが比較的緊急度が低いと判断し、ピクトグラムでの情報の入力を求める。入力する情報として以下の3点を入力する。

- 求める救援者の属性
- 自身の症状
- 車両内の位置情報

この入力情報は、生成された掲示板上部に選択したピクトグラムの状態で表示される。求める救援者の属性を入力することにより、女性特有の問題を抱えている問題発生者や、医療知識を有している乗客だけが解決できる可能性を持った問題が発生した際に、このような情報を付加することで相互扶助の効率化を見込める。また、「誰でも」という情報が付加されていれば閲覧者が救援に向かいやすく扶助を受けやすい環境を設けることができる。



図7：救援時のシステムの流れ

Fig7 Flow of system during relief

このようにピクトグラムで情報入力を促すことで、問題が発生した状態でも比較的容易に情報を入力することが可能である。また、入力が終了した時点で自身の掲示板IDを掲示することで、一覧の中から自身の掲示板を容易に把握しておくことができる。

生成された掲示板には緊急タブの掲示板の題目をタップすることで目的の掲示板にアクセスする事ができる。掲示板は図8のようなインタフェースとなっており、自身の入力した情報が入力時のピクトグラムの状態で表示されている。掲示板では、救援情報の確認や細かな情報共有を想定しており、その中で問題発生者と救援者を区別するために、問題発生者の投稿は赤、救援者の投稿は青で表示される。また、問題解決時には、問題発生者が解決ボタンをタップすることで、対応する掲示板を一覧ページから非表示にすることができる。この処理を行うことで、解決した問題に対して余分な救援者が向かうことを防ぎ、一覧ページには救援を求めている問題発生者の掲示板だけを表示しておくことができる。



図 8 : システム内掲示板

Fig6 Bulletin board in this system

5. 評価

本システムを用いてユーザビリティに関するパフォーマンステストを行った。以下では、その内容と結果を述べる。

5.1 実験の流れ

本実験は、本システム評価を行うためのパフォーマンステストを実施した。実験協力者は大学生 10 名である。

表 3 実験協力者の属性

Table3 The properties and assigned role of the subjects.

実験協力者	年齢	性別	職業
A	22	男性	大学生
B	22	男性	大学生
C	21	女性	大学生
D	22	男性	大学生
E	22	男性	大学生
F	24	男性	大学生
G	22	男性	大学生
H	24	男性	大学生
I	21	男性	大学生
J	22	男性	大学生

実験では、3つのシナリオを設け、実験協力者に事前のシステム説明を行わない状態でそれぞれのシナリオに対応する操作を行ってもらい、想定通りの操作が行えているか、その正誤を測定した。その後、アンケートとインタビューを行い、そのアンケート結果に基づき評価を行う。シナリオはシステムの主な機能である緊急度の高い問題発生者が行う救援、緊急度の低い問題発生者が行う救援、掲示板の閲覧を元に設定した。設定したシチュエーションは以下の通りである。

- シナリオ 1 : 頭痛
頭が痛くなり激しさが増してくる。立てないことはないが辛く、頭痛薬が欲しい。
- シナリオ 2 : 緊急の病人が発生
閉じ込め中、隣の女性が倒れる。年齢 60 代ほど。緊急を要する
- シナリオ 3 : 他者の問題の把握
全車両でどのような問題が起きているか把握
シナリオ 1 では、自身に緊急度の低い問題が発生したと仮定してメインタブで救援を要請する。シナリオ 2 では、自身の車両内で周辺の乗客が倒れたと仮定し緊急度の高い緊急タブで救援を要請してもらい。これらの救援要請を想定された操作で行えるか評価する。また、シナリオ 3 では他の乗客に発生している問題を確認するために掲示板を確認しアクセスし、投稿内容が正しく確認できるかを評価する。

5.2 評価結果

評価実験終了時にアンケートを実施し、評価を行う。アンケートは 6 段階で評価し、自由記述を含め 13 のアンケート項目を設定した。また、各シナリオに対してのシステム操作が想定した操作通りに行えたかを測定した。その結果、表 4 に示す結果が得られた。

表 4 評価結果

Table4 Evaluation results

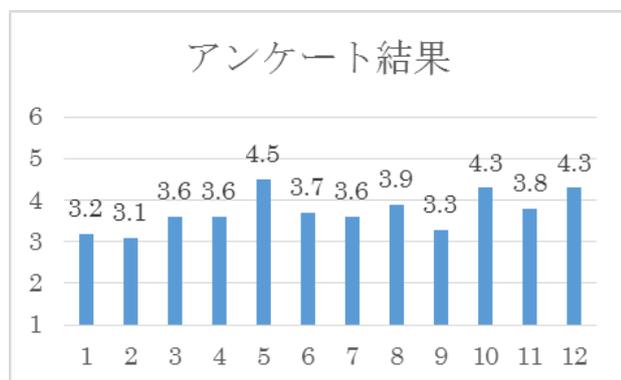
実験協力者	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3
A	○	○	○
B	×	×	×
C	○	×	○
D	○	×	×
E	×	×	○
F	○	×	○
G	×	×	×
H	○	×	×
I	○	×	○
J	○	○	○

この結果では、救援操作を想定した通りに行える実験協力者数が非常に少なく、中でもシナリオに関しては正しい操作を行えた実験協力者は 2 割という結果になった。

表 5 には、アンケート結果を集計した平均点をグラフで示す。また、記述形式のアンケートでは、以下のような回答が得られた。

- 操作完了後でも救援が呼べているのか不安だった
- 画面は見易かったが、操作説明の必要性を感じた
- 問題に対応した操作方法が不明瞭だった
- 掲示板へのテキストリンクがわかりにくい

表5 アンケート結果
Table5 Questionnaire result



アンケートの設問を以下に示す。

1. 救援を呼びやすかった
2. 他者が救援を求めていることがわかりやすかったか
3. 掲示板は使いやすかったか
4. 掲示板に表示されている情報は適切な量だったか
5. 救援を求めるのに適した機能であったか
6. マルチスレッド型掲示板(複数の掲示板)である必要性を感じたか
7. このシステムであれば相互扶助を効率的に行えると思いますか?
8. 実際に閉じ込めに遭った際、このシステムがあれば使いたいと感じますか?
9. 直観的に操作することができたか
10. 設置したピクトグラムは適切であったか
11. システム画面は見やすかったか
12. 各掲示板にアクセスしやすかったか

5.3 考察

これらの評価結果より、本システムは非常時の閉じ込めにおける有効性は低いと判断できる。その理由として、緊急度の高いシナリオ2の操作の正答率が2割と非常に少ないためである。これは誤操作防止、緊急度によって操作を変える必要があったためタブにより操作を分けそれぞれのタブに救援ボタンを設置したことにより、緊急ボタンの存在に気づかない実験協力者が多く見られた。また、掲示板で一覧では、救援により自動生成された掲示板へのテキストリンクをリンクだと認識できない実験協力者も多く見られたため、インタフェースの大幅な改善が求められる。一方、緊急度の低いメインタブでの救援は表5に示すように比較的高い評価が得られた。これはピクトグラムでの情報入力を行ったことで、自身が緊急時の場合でも容易に救援が呼べるということから高評価が得られたのだと考察できる。本システムは前段階研究の評価で得た知見から多くの機能を実装したため処理が複雑化し、直観的な操作を行えないシステムとなってしまった。本研究で得られた知見より、システムの今後の改善点としては以下の3

点が挙げられる。

- 1つの救援ボタンを設置しタップ後の操作で緊急度による処理を行う
- 掲示板のテキストリンクをわかりやすく表示する
- 直観的な操作を促すため画面遷移により操作を促す
このようなシステムの開発を行うことで、電車内における長時間の乗客閉じ込めに有効であると考えられる。

6. まとめ

本論文では、電車が緊急時に急停車し乗客が長時間閉じ込められてしまった際に、乗客同士で相互扶助を行う際に有効なシステムの検討を行った。

本システムは前段階研究の知見を元に複数の問題に対応できるシステム、発生した問題の緊急度に応じて処理を行う事のできるシステムである。しかし評価の結果、緊急時という状況下では複雑な機能、インタフェースは有効に機能しないことが知見として得られた。今後の試みとして、実用化を見据えたシステムの開発を目的とし、本研究で比較的评价の高かったピクトグラムでの情報入力、画面遷移によるシステム操作を元に、シンプルで直観的な操作を行う事のできるシステムの開発、またインタフェースの検討を行う。さらに、本実験では比較的近い属性の実験協力者による評価を行ったが、様々な属性を持つ電車という状況に伴い、実際に電車を利用し、幅広い属性を持った実験協力者を募り評価実験を行う。

参考文献

- [1] 国政調査：鉄道輸送統計調査, <http://www.mlit.go.jp/k-toukei/saisintoukei.html>, (参照日：2017/06/30).
- [2] 国土交通省：鉄軌道輸送の安全にかかわる情報（平成26年度）、2014.
- [3] 石田, 武田, 白川, 鹿島：鉄道サービスにおけるストレス軽減効果の検証；運輸政策研究, Vol. 15, No.2, pp.10-19 (2012).
- [4] 鍵谷：地域防災力”宣言、きょうせい、第8章 (2003)
- [5] 川喜田：KJ法、中央公論社 (1986).
- [6] 若江, 藤波, 西本, 伊藤, 國藤：公開型コミュニティ指向メッセージによる実世界コミュニティの活性化, <http://hdl.handle.net/10119/370>, (2002).