学校法人新潟工科大学 電波応用研究室

令和６年度事業報告書

事業名：スマートフォンを用いた災害被災者支援システムに関する研究

作成者 沢田健介（新潟工科大学准教授）

2025 年 3 月

１．　事業概要（申請内容）

１．申請事業名　スマートフォンを用いた災害被災者支援システムに関する研究
２．代表申請者　沢田　健介
３．事業の背景・必要性 我が国は自然災害が多く近年激甚化している．直ちに適切な経路で避難しないと生命が危険に晒されることもあるが，そのような場面で避難者が周辺の状況を正しく把握し適切な判断を行うことは困難だった．また，逃げ遅れた人の存在を把握したり瓦礫などの下に埋もれてしまった人を発見したりすることも極めて困難だった．このような状況を打開する必要があると考える．
４．事業の内容とその特徴及び実施スケジュール 災害が発災した際に適切な避難路を誘導する既存のシステムは存在するが，提供される情報がリアルタイムではなく予め用意されたものであり，周辺の他の避難者たちの情報を鑑みて人流の集中を避ける仕組みは無かった．また，雪崩事故に巻き込まれた登山者の捜索を目的とした電波ビーコンや災害救助犬などを使用した行方不明者の捜索手段は存在するが，いずれも狭域での捜索しかできず，広いエリアでは捜索に時間がかかる問題点があった． そこで本研究では以下の計画でこれらの課題を解決する機能を有したスマートフォンのアプリを研究開発し提供する予定である： ● 2024 年度：システム要件の検討・決定，基本アルゴリズムの検討・決定 ● 2025 年度：スマートフォンアプリの開発 ● 2026 年度：アプリの有効性を確認する実証実験を実施
５．期待される具体的な成果（北陸地域や社会資本整備への波及効果） 本アプリを社会実装することにより，平時は見守りアプリ（見守り対象者の位置情報をリアルタイムに掌握可能）として活用すると同時に生活エリアの環境を学習し，有事はアプリが相互に連係動作し，適切な避難誘導路を案内したり，行方不明者の捜索を直ちに行えるようになることが期待される．
６．成果の活用および本事業の継続の方策 本アプリが完成した後は，無償のスマートフォンアプリとして自治体等に提供し，自治体等の防災・減災サービスとして活用してもらう．本事業の研究開発に係る３か年計画は項目４で述べたとおり．

２．　事業成果

本事業による令和６年度の成果物は以下論文２編です.

成果物（論文）

論文１
金井夢人，“災害発生時にスマートフォンの移動軌跡を共有し，最適な避難経路を検索する手法の研究”，新潟工科大学卒業論文，2025年1月

論文２
酒井蒼太，“スマートフォンを用いた遭難検出システムの研究～スマートデバイス内蔵センサによる人体状態検出～”，新潟工科大学卒業論文，2025 年 1 月

上記いずれの論文も，（一社）北陸地域づくり協会による助成事業で実施されていることを論文および発表資料中に明記してあります。

次頁以降に各成果物（論文）の概要を記します.

論文１

金井夢人，“災害発生時にスマートフォンの移動軌跡を共有し，最適な避難経路を検索する手法の研究”，新潟工科大学卒業論文，2025 年 1 月

概要

背景と課題

災害発生直後に，事前に指定，または想定していた避難路が通行不能になっていた場合，迂回して避難所までの避難時間が増加してしまう問題があった（図１，および参考文献[1]）.

図１　通行不能箇所の発生により迂回して避難した例

[1]内閣府，原子力災害を想定した避難時間推計基本的な考え方と手順ガイダンス，2016年4月

問題解決のための提案手法

避難者が持つスマートフォン同士で移動軌跡をクライアントサーバアプリで共有し，自動的に通行できない場所を判別・最適な迂回路に誘導する手法を提案した（図２）.

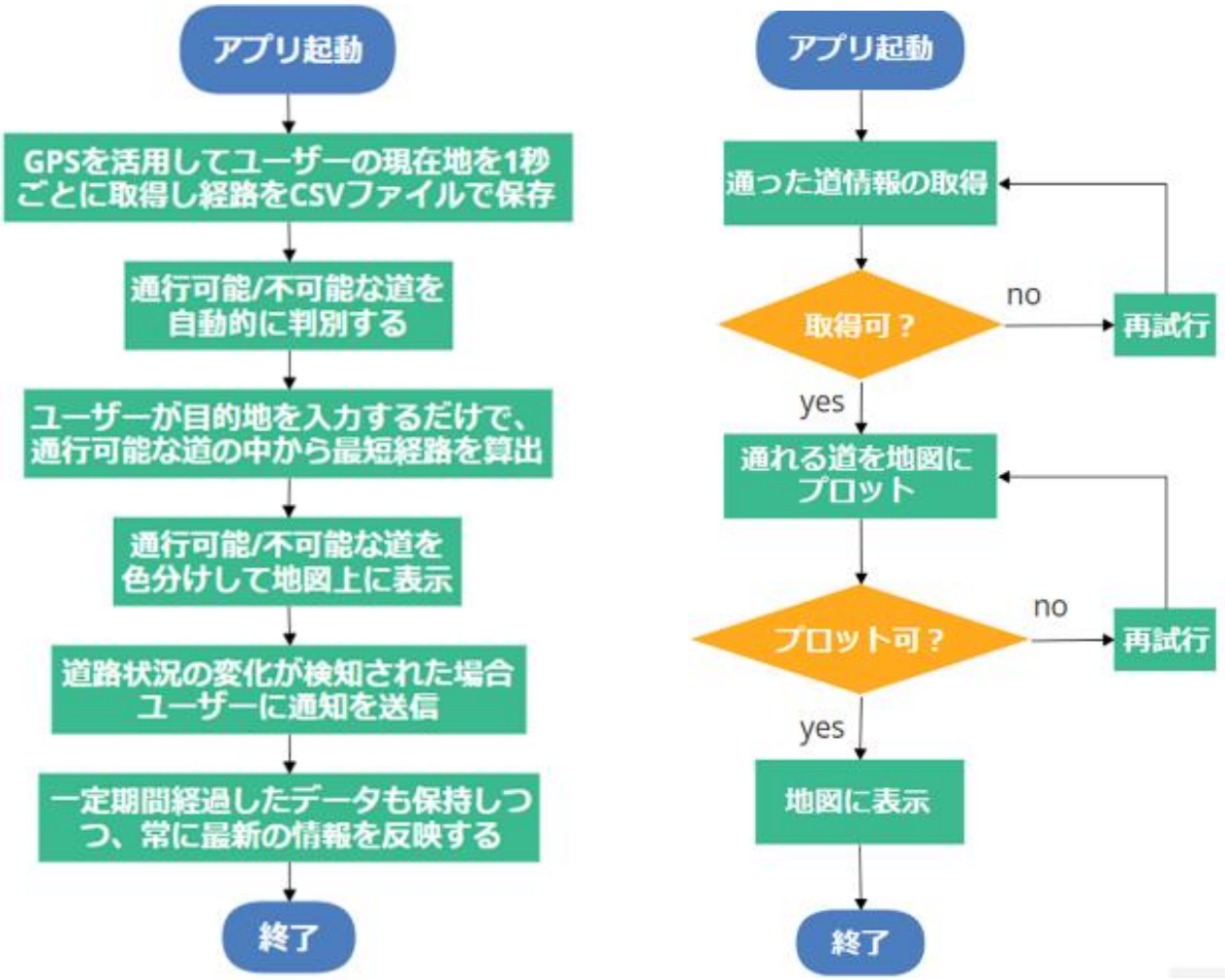


図２　提案方式（左：クライアントアプリ，右：サーバアプリ）

提案手法の評価方法

能登半島地震で輪島市に実際に設置された避難所に避難することを想定したシナリオに提案方式を適用した場合の避難時間の短縮時間を計算機によるシミュレーションにより評価した（図３）.

シナリオ１

避難開始時は，鳳至小学校に避難しようとしたが，途中の道が陥没していて通れなかったため輪島地方合同庁舎に避難

シナリオ２

避難開始時は，鳳至小学校や公民館に避難しようとしたが橋が崩れていて避難できなくなったため河井小学校に避難

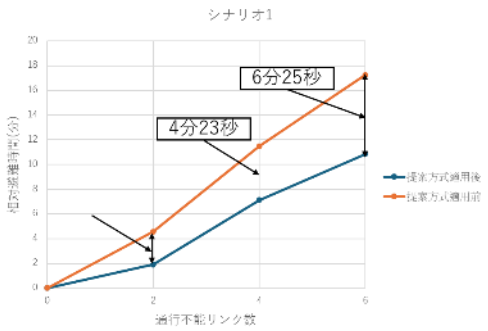
シナリオ３

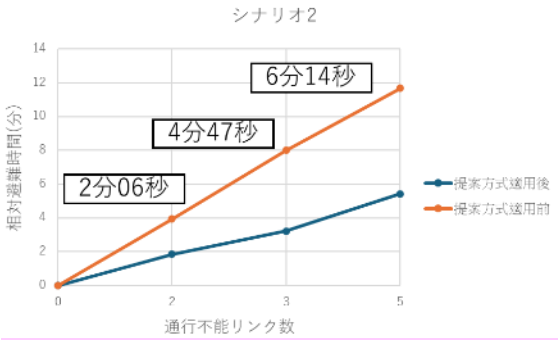
避難開始時は，大屋小学校に避難しようとしたが土砂崩れが起きていて通れなかったためふれあいプラザに避難

図３　評価シミュレーションのシナリオ

評価結果

シナリオ１～３による計算機シミュレーションの結果，本避難ルートにおける平均避難時間が４分 10 秒短縮される結果を得た（図４）.



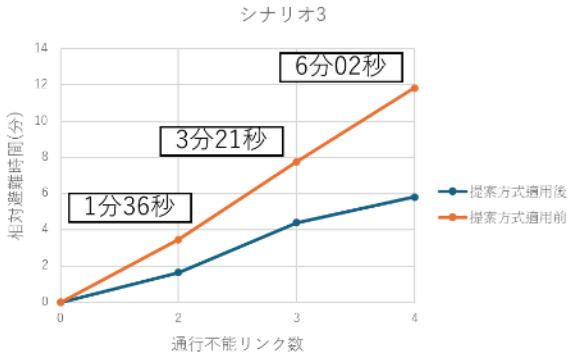


シナリオ１

避難開始時は，鳳至小学校に避難しようとしたが，途中の道が陥没していて通れなかったため輪島地方合同庁舎に避難

シナリオ２

避難開始時は，鳳至小学校や公民館に避難しようとしたが橋が崩れていて避難できなくなったため河井小学校に避難



シナリオ３

避難開始時は，大屋小学校に避難しようとしたが土砂崩れが起きていて通れなかったためふれあいプラザに避難

図４　シミュレーション結果（平均避難時間の短縮）

結論

日本では自然災害が多く避難しなくてはいけない災害も多々ある．避難している際に想定していた道が通れず逃げ遅れてしまうことも多かった．そこで，その時々に合わせた最短避難経路を検索出来れば，少しでも多くの人が避難できると考えた．そこで，本研究では，様々な利点があるスマートフォンを用いることで逃げ遅れる人を減らすための方式を検討することを目的とした．

和田友孝らの手法では，避難時間を短縮する手法を説明していたが，どの手法も専用の端末を使用したり，避難者が自分で被災情報を入力して現場の画像を撮影したりしなければならないという問題があった．

本研究では，スマートフォンの GPS 機能から避難者の緯度・経度の情報を蓄積して，通れる道と通れない道を自動で判別して通れる道の中で最短経路を検索できる手法をシミュレーションにより評価した．緯度・経度が保存された部分を通れる道，逆に保存されなかった部分は通れない道とするといった手法である．

シナリオを 3 つ用意して Spyder6 を使いシミュレーションして，どのシナリオも従来方式よりも提案方式を使った方が避難時間を短縮することに成功し，今回の提案方式の有効性を示すことができた．

今回はシナリオを３つでシミュレーションを行ったが，シナリオ数をもう少し増やして提案方式の有効性を検証していく必要がある．

今後の予定

今回のシミュレーションではシナリオ数が十分ではないため，今後はシナリオ数を増やし，より確実性のあるデータにする．また今回は，アプリを作成せずシミュレーションで評価して，提案方式の有効性を示すことが出来たが，今後はアプリを完成させて，提案方式を適用した際の有効性についても検証を行う予定である．

論文２

酒井蒼太，“スマートフォンを用いた遭難検出システムの研究～スマートデバイス内蔵センサによる人体状態検出～”，新潟工科大学卒業論文，2025 年 1 月

概要

背景と課題

災害発生直後に，要救助者が持つスマートウォッチが異常な心拍数を検出した場合にスマートフォンに遭難信号を発信させるシステムが提案されているが，心拍数以外の情報を使用していないため雪崩や土砂崩れに巻き込まれた人を適切に検出できなかった[2].

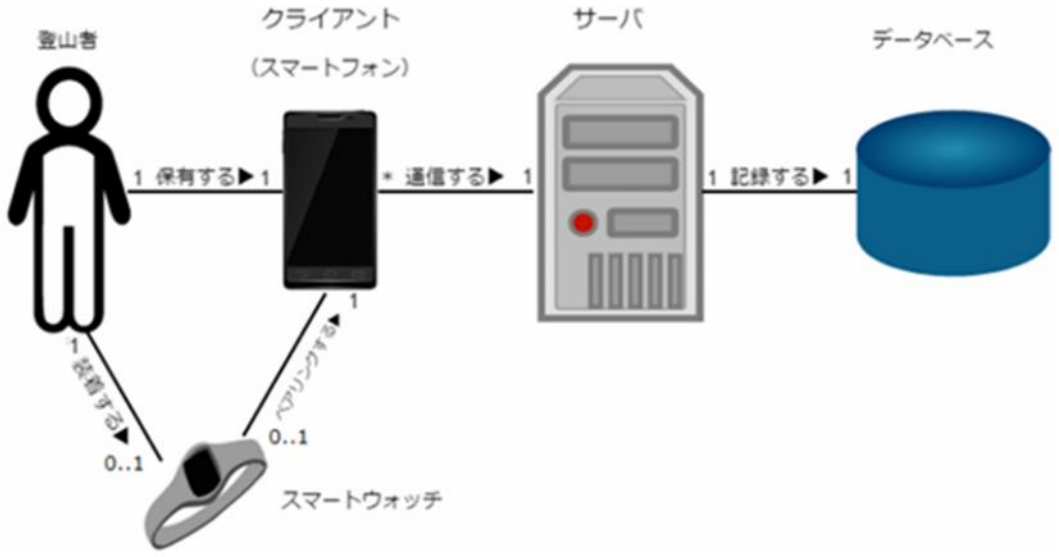


図５ 従来方式と，その課題

（[2]スマートフォンによる雪崩警戒/救助支援システム，信学技報, vol. 117, no. 480, p47-52, 2018）

問題解決のための提案手法とその課題

避難者が持つスマートウォッチのセンサデータ(Sp02，心拍数，皮膚温度)が平常値から外れたことを検出し，より細かい状況を判定する手法を提案した（図６）.

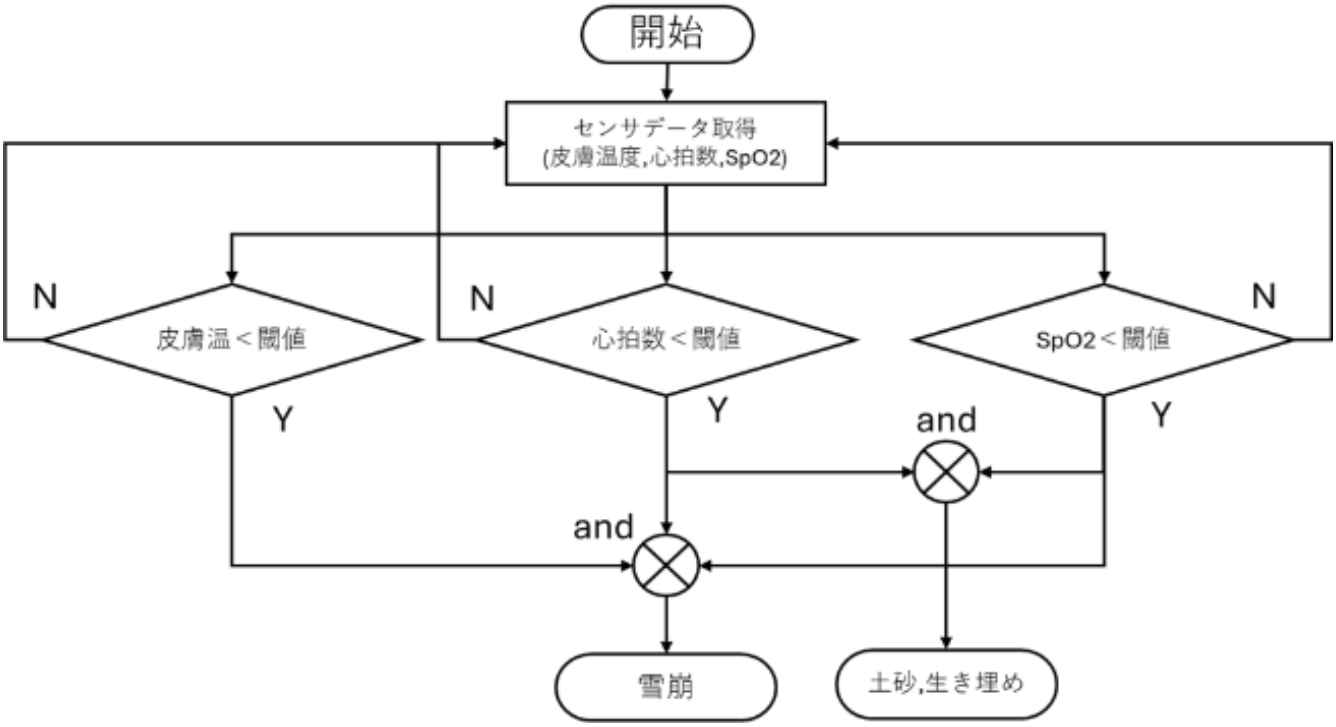


図６　提案方式のフローチャート

提案方式では，皮膚温度，心拍数，Sp02 の異常値を検出するための適切な閾値が不明だった．そこで，この閾値を明らかにすることを本研究の目的とした.

評価実験

提案方式で使用する適切な閾値を決定するために，以下の実験を行った（図７）．実験で使用した機器を図８に示す.

スマートウォッチの平常時のセンサデータ
(SpO2,心拍数,皮膚温度)を取得(16日間)

↓

累積確率密度関数に変換

↓

累積確率1％未満を異常値と決定

図７　提案方式のフローチャート

図８　実験で使用した機器（左：スマートウオッチ，右：スマートフォン）

評価実験結果

提案手法の閾値を決定するための評価実験では，16 日間スマートフォンを人体に装着して取得したデータを統計処理し，累積確率密度が 99%となる値を閾値と決定した．累積確率密度を図９に，決定した閾値を表１に，それぞれ示す．

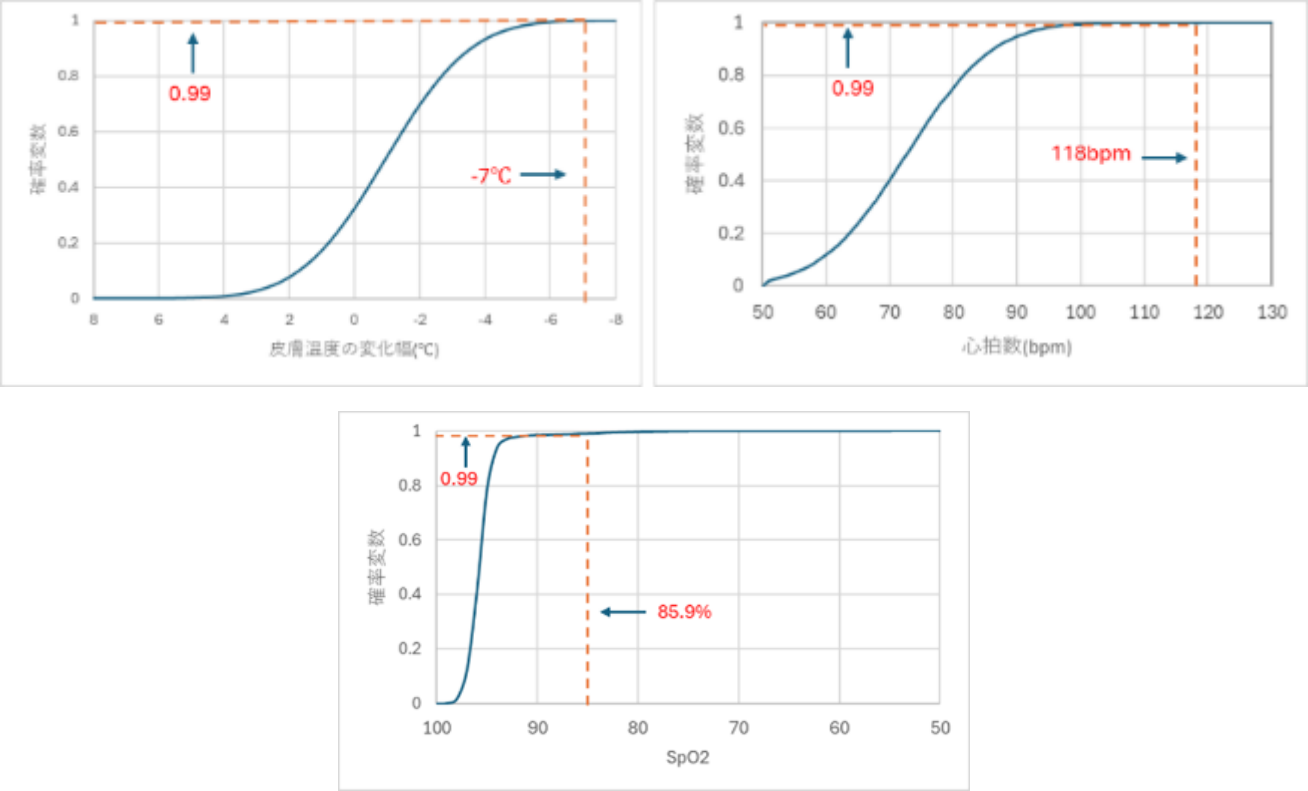


図９　評価実験結果（累積確率密度関数）

表１　評価実験によって得られた異常検出閾値

項目	閾値
皮膚温度	27℃（平均皮膚温度 34℃－7℃）
心拍数	118bpm
Sp02	118bpm

今後の予定

実際の遭難状況を想定した動作確認実験を行う予定です.

３．本事業成果の概説

１．論文１の研究による成果

論文１で示した研究は，至急避難を必要とする大災害が発生した際に，迅速に避難者を必要とする人が避難するために，その避難路を適切に示す仕組みを提供することを目的として行いました．提案方式では，実際に人が通れた道の情報を蓄積し，そうではない道，すなわち人が通っていない道の情報を自動的に収集し，避難路の候補から外すことで避難者が無駄な避難をすることなく（引き返せずに目的とする避難所に到達できる）避難できることを目指しました．

実際に能登半島地震で設置された避難所に避難する３つのシナリオをシミュレーションによる評価した結果，避難時間を短縮できることを検証することができました．

２．論文２の研究による成果

論文２で示した研究では，瓦礫や雪崩等により埋もれてしまった災害被災者を捜索する救助隊に自動的に要救助者の情報提供を行うことを可能とするシステムを提供することを目的として行いました．提案方式では，従来の心拍数だけではなく，体温の低下や呼吸困難等による容体悪化も含めたきめの細かい体調の認識が可能となります．これを実装することで救助隊が適切に救出可能な要救助者を発見することに資すると考えます．

本研究では実際に人体に装着したスマートフォンのセンサがピックアップした情報から異常状態を検出するために必要な閾値を決定することができました．今後の更なる検討により，より完成度を上げた検討が可能になると考えます．

４．　今後の予定

本事業で扱った両研究テーマとも，今後も本研究室で継続して検討を進める予定ですが，2025 年度は担当する研究者の都合により研究を休止する予定です（2026 年度に再開予定）．

以上