災害時と平時の両状況を想定した落下物報告アプリの実装と検証

櫻井 玲樹　末次 優花　伊東 英幸　五味 悠一郎

災害時における道路障害物の迅速な可視化は，緊急車両の通行や支援物資の搬送に直結する重要な課題である．平時においても，道路管理者によるロードキルの情報収集は媒体の分散やフォーマットの不統一により多大な事務コストを要しており，両者は迅速な情報共有という共通の課題を抱えている．本研究では，災害時と平時の道路インフラ問題に着目し，共通の技術的基盤となる「落下物報告アプリ」を開発した．動作確認や被験者実験により，画像からの位置情報抽出や可視化機能の有用性を確認できた．一方で，複数の認証方式を採用したことや Google スプレッドシートの制約に伴う動作不良が生じた．今後は，DBMS への移行やコード修正によるシステムの堅牢性向上に取り組む．

1　はじめに

令和 6 年 1 月に発生した能登半島地震は，石川県能登半島を中心に甚大な被害をもたらし，特に道路インフラに深刻な影響を及ぼした．被災地である能登半島を視察したところ，がれきや電柱および屋根材といった道路障害物が散乱しており，緊急車両の通行や支援物資の搬送が著しく妨げられていた．現場を通じて，道路障害物によって引き起こされるリスクを抑制するためには，早期発見や迅速な対応が必要であることを改めて強く認識した．この現地視察の経験をきっかけに，道路障害物をリアルタイムで可視化や共有ができるシステムの必要性を感じ，Web アプリ開発の検討を始めた．

道路インフラにおける問題として，ロードキル（Roadkill）が挙げられる．ロードキルとは，道路上における野生動物と車両の衝突で起こる事故である [2]．市民がれき死体を発見した場合のロードキル対応の流れは以下のようになっている [4].

1. 道路上で動物のれき死体を発見
2. 発見者が自治体等に通報
3. 自治体等が動物のれき死体を収集し，記録する

動物のれき死体以外には道路管理者が落下物として収集しているが，記録されるデータは紙と電子で媒体が分散しており，フォーマットも統一されていないため，事務処理に大きな手間と時間を要しているのが課題である [4].

道路障害物とロードキル対応の両者では発見から解決までに時間を要するため，発見者から対応者への迅速な情報共有という共通の課題を抱えている．

本研究の目的は，災害時と平時での情報を共有する共通の技術的基盤となるアプリを提案し，このアプリが緊急車両の通行を円滑にし，ロードキル対応における事務処理を効率化すると明らかにすることである．

2　類似サービス

類似サービスとして，道路緊急ダイヤル（#9910）や Google Map の通報や地図サービスが挙げられる．道路緊急ダイヤルは，電話による音声通報が主であり，正確な位置情報や現場の視覚的な状況を即座に共有することが難しいという課題がある [3].

Implementation and Verification of a Fallen Object Reporting Application Designed for Both Disaster and peacetime

Reiju Sakurai, 日本大学理工学部応用情報工学科, Dept. of Computer Engineering, College of Science and Technology, Nihon University.

Yuka Suetsugu, Hideyuki Ito, Yuichirou Gomi, 日本大学理工学部, College of Science and Technology, Nihon University.

一方で，Google Map は強力な地図情報と位置共有の機能を持つが，道路障害物やロードキルのデータを一元的に収集や管理するための特化型インタフェースを備えていない [1].

3　目標

本稿の目標は，現場からの迅速な報告や地図上での可視化と情報共有ができる「落下物報告アプリ」を開発し，そのアプリの信頼性と有用性を明らかにすることである．

4　落下物報告アプリ

本稿で開発した「落下物報告アプリ」は，ユーザーがスマートフォンやタブレットの端末を用いて，現場の写真や位置情報を即座に報告でき，地図上で簡単に情報収集できる仕様とした．専門技術を有しない道路管理者でも容易にデータを閲覧や修正ができるよう，データ基盤には Google スプレッドシートを採用した．以下の利用シーンに応じて「写真共有モード」と「落下物報告モード」を切り替えることが可能である．

- 写真共有モード: 災害時に散乱したがれきなどの道路障害物や，道路の亀裂に関する情報の報告と共有
- 落下物報告モード: 平時に発見した動物のれき死体に関する情報の報告と共有

落下物報告アプリの画面は，以下のようにした．落下物報告アプリの報告画面を図 1 に示す．

- ホーム: モードの切り替えおよびログインができる
- 地図: 地図を表示する
- 報告: 道路障害物や動物のれき死体に関する情報を報告する
- 一覧: 報告データを一覧表示する
- 設定: 表示テーマの切り替えを行う

以下の機能を実装した．

- ユーザー認証機能:Google OAuth 認証およびパスワード認証を提供する
- 位置情報の自動抽出機能: アップロードされた写真（JPEG 形式）の EXIF データから，緯度および経度を自動抽出する

図 1　落下物報告アプリの報告画面

- 報告データの地図表示機能:Maps JavaScript API を用いて，報告データを地図上にピンとしてマーカー表示する
- 報告データの一覧表示機能: 報告データをすべて取得し，ミニマップ展開機能付きのカード（スマートフォン用）またはテーブル（PC 用）として一覧表示する
- 管理者向け機能: インポート機能，エクスポート機能，データ統合機能，表示データ選択機能を提供する
  - インポート機能: 新規の報告データを一括で追加する
  - エクスポート機能:CSV または JSON 形式で報告データを出力する
  - データ統合機能: 報告された写真の緯度と経度が極端に近い報告データを抽出し，管理者が選択した一つの親データに緯度と経度以外のデータを結合する
  - 表示データ選択機能: 表示したい報告データをモード単位で選択する

5　動作確認

5.1　方法

落下物報告アプリに実装した各機能の信頼性を検証するため，以下に示す機能の動作確認を 5 回ずつ実施した.

- ユーザー認証機能における検証
  1. PC の Web ブラウザーからアプリを起動した
  2. Google OAuth 認証とパスワード認証でログインした際のログイン ID を取得し，各認証のユーザー ID が異なっているか検証した
- 位置情報の自動抽出機能における検証
  1. スマートフォンの Web ブラウザーからアプリを起動した
  2. 写真共有モードと落下物報告モードの報告画面で EXIF データを含む JPEG 形式の写真をアップロードし，自動的に座標の解析および抽出を行うか検証した
- 報告データの地図表示機能における検証
  1. スマートフォンの Web ブラウザーからアプリを起動した
  2. Maps JavaScript API を用いて，蓄積された報告データが地図上の正しい位置にピンとしてマーカー表示されているか検証した
- 報告データの一覧表示機能およびレスポンシブ性における検証
  1. スマートフォンと PC の Web ブラウザーからアプリを起動した
  2. スマートフォンの Web ブラウザーではミニマップ展開機能付きのカード，PC の Web ブラウザーではミニマップ展開機能付きのテーブルと，デバイスごとに適切な UI が表示されるか検証した
- 管理者向け
  - インポート機能における検証
    1. スマートフォンの Web ブラウザーからアプリを起動した
    2. 管理者アカウントでログインした
    3. 外部ファイル（CSV または JSON 形式）を用いたデータの一括追加が正しく動作するか検証した
  - エクスポート機能における検証
    1. スマートフォンの Web ブラウザーからアプリを起動した
    2. 管理者アカウントでログインした
    3. 既存データの出力が正しく動作するか検証した
  - データ統合機能における検証
    1. スマートフォンの Web ブラウザーからアプリを起動した
    2. 管理者アカウントでログインした
    3. 同じ場所や類似内容の報告が複数存在する場合に，それらの報告データが一つに統合されるか検証した
  - 表示データ選択機能における検証
    1. スマートフォンの Web ブラウザーからアプリを起動した
    2. 管理者アカウントと一般アカウントで，閲覧可能なデータ範囲や操作権限が適切に切り替わるか検証した

5.2　結果と考察

動作確認を行って，以下の結果が得られた.

- ユーザー認証機能における検証:Google OAuth 認証とパスワード認証でそれぞれ 5 回ログインしたが，5 回ともユーザー ID が同じになった
- 位置情報の自動抽出機能における検証: ユーザーが撮影した 1 枚の写真（JPEG 形式）を 5 回アップロードして，5 回とも正しい緯度と経度が抽出された
- 報告データの地図表示機能における検証:5 回とも地図上に報告データがピンとしてマーカー表示された
- 報告データの一覧表示機能およびレスポンシブ性における検証:5 回ともスマートフォンの Web ブラウザーではミニマップ展開機能付きカード，PC の Web ブラウザーではミニマップ展開機能付きテーブルがそれぞれ表示され，マップピンを押すと直下にミニマップが展開された

- インポート機能における検証:5 回緯度・経度・写真・コメントを変えて，5 回とも正しくデータが一括追加された
- エクスポート機能における検証:5 回 CSV または JSON 形式でデータを出力して，5 回とも正しくデータが出力された
- データ統合機能における検証: 報告された写真の緯度と経度が極端に近いデータは 5 回抽出されたが，5 回とも選択した親データに緯度と経度以外のデータは統合されなかった
- 表示データ選択機能における検証:5 回それぞれのアカウントでログインして，5 回とも管理者アカウントのみで表示データを変更できた

位置情報の自動抽出機能が仕様どおりに動作した要因は，アップロードした JPEG 形式の写真に含まれる EXIF データから緯度と経度を解析および抽出する処理が行えていたためである．報告データの地図表示機能が仕様どおりに動作した要因は，Maps JavaScript API を用いて，緯度と経度を地図上のピンとして正確に描画する処理が行えていたためである．インポートおよびエクスポート機能が仕様どおりに動作した要因は，CSV または JSON 形式と，Google スプレッドシート間のデータ変換と一括処理が正確に行えていたためである．表示データ選択機能が仕様どおりに動作した要因は，ユーザー権限に基づく条件分岐が適切に行われ，報告データの表示範囲が正しく切り替わっていたためである．

一方で，ユーザー認証機能においては，Google OAuth 認証とパスワード認証の両方で同じメールアドレスを登録した場合に，ユーザー ID の重複が発生する動作不良を確認した．この動作不良は，ログイン処理の設計において，両方の認証方式でメールアドレスをキーとしてデータベースでユーザーを検索していたことが原因である．

「データ統合機能」においても，正常にデータが統合されない動作不良を確認した．この動作不良は，データ基盤として採用した Google スプレッドシートが，1 つのセルに配列データを直接保存する機能を持たない制約が原因である．報告データは一つの地点に対して，複数の写真 URL や結合元となった複数のユーザー ID がひもづいているため，報告データを配列データとして保存できるスキーマが必要だと考える．

位置情報の自動抽出機能・報告データの地図表示機能・インポート機能・エクスポート機能・表示データ選択機能は信頼性を検証できたが，ユーザー認証機能とデータ統合機能は信頼性を検証できなかった．しかし，メールアドレスによるユーザー認証が行えていることと正確なデータの報告ができていることから，想定した信頼性には届いていないものの，一定の信頼性はあると考えられる．

6 被験者実験

6.1 方法

落下物報告アプリの有用性を検証するため，五味研究室に所属する学部 4 年生 5 名を対象に被験者実験を実施した．内容としては，落下物報告アプリを用いた報告作業を二つのモードでそれぞれ実施した．報告作業の流れを以下に示す．

1. スマートフォンまたは PC の Web ブラウザーからアプリを起動した
2. 報告画面で必要事項を入力して報告した

6.2 結果と考察

実験の結果，報告したデータがすべて地図上に表示された．一覧画面から，正しい位置情報と報告内容が表示されていたため，被験者 5 名全員が問題なく報告作業を完了できた．落下物報告アプリは専門的な知識を持たないユーザーであっても容易に情報報告が可能であり，現場の情報を迅速に報告するアプリとしての高い有用性が示された．

7 まとめと今後の課題

本稿では，落下物報告アプリを開発し，動作確認や被験者実験を通じてそのアプリの信頼性と有用性を検証した．位置情報の自動抽出機能・報告データの地図表示機能・インポート機能・エクスポート機能・表示データ選択機能は信頼性を確認できた．

一方で，ユーザー認証機能とデータ統合機能は動作不良により，信頼性を十分に確認できなかった．今回

の被験者実験では道路管理者を対象としていないため，更なる有用性を検証するためには，道路対象者による被験者実験を行う必要がある．今後の課題として以下の点が挙げられる．

- ユーザー認証機能の動作不良を解決するためのソースコードの修正
- データ統合機能の動作不良を解決するための，Google スプレッドシートから DBMS への移行
- 道路管理者を対象とした被験者実験

謝辞 本研究は日本大学特別研究の助成および日本大学理工学部プロジェクト研究助成金の援助を受けて行いました．本稿の作成にあたり協力いただいた梅田将志氏に感謝いたします．

参 考 文 献

[1] Google: Google Maps Platform Documentation, https://developers.google.com/maps/documentation. (参照 2026-08-06).
[2] 国土技術政策総合研究所: ロードキル防止技術に関する研究 －哺乳動物の生息域保全に向けて－, 国総研資料, No. 152(2004).
[3] 国土交通省: 道路緊急ダイヤル（#9910）, https://www.mlit.go.jp/road/dia/, 2024. (参照 2026-08-06).
[4] 立脇隆文, 小池文人: アンケート調査によって明らかになった日本の市区町村のロードキル記録の現状, 野生生物と社会, Vol. 3, No. 2(2016), pp. 15–28.