

観光地 BCP 対策に向けた観光防災 DX プラットフォームの開発

～雲仙温泉街を対象としたリアルタイム人流車流可視化システムの実証実験～

大成建設株式会社 田中俊成

池島由華, 羽田優太,

道越真太郎, 欄木龍大

1. はじめに

観光地ではその土地に不慣れな観光客が多数滞在し、災害時には迅速な情報提供や避難場所への誘導が求められる。しかし、従来の防災システムは災害時にのみ機能することが多く、災害発生時における即応性に課題があるうえ、コストを掛けにくいという問題も抱えている。平時と災害時の区別なく社会インフラが価値を生み出し続ける「フェーズフリー」は、持続可能な社会の構築に重要な概念である¹⁾。そこで本研究では、フェーズフリーの概念を防災と観光に適用することで、両システムを相互運用可能な観光防災 DX プラットフォームを構築した(図1)。

長崎県の島原半島に位置する雲仙温泉街では、観光客数の減少が続いており、観光業の活性化が大きな課題となっている。また、観光地としての競争力を高めるためには、訪問者に対して安全で安心できる環境を提供することが不可欠である。本研究では、これらの課題を解決するために2022年度から以下の取り組みを行っている。

2022年度: AI 画像分析技術やスマートフォン GPS 情報などのビッグデータを活用し、来訪者の賑わいや回遊行動の現状把握に関する実証実験を行った²⁾。その結果、6割以上の車が雲仙温泉街を素通りし、観光スポットの回遊性が低いことが明らかとなった。

2023年度: 回遊性向上を目的としたサイネージによる車両の誘導や人通りの少ない場所にクーポンを配布するなどの施策を実施した。

本報では、2024年度に実施した、さらなる観光スポットの回遊性向上や災害時における避難状況の把握まで応用可能なシステム基盤の実装を目指した取り組みについて述べる。具体的には、エッジ AI カメラやドローンによる映像を用いたリアルタイム画像解析結果を活用し、WEB ページやデジタルサイネージへの表示、LINEなどを介した観光客や観光局スタッフへの配信を行った事例を紹介する。

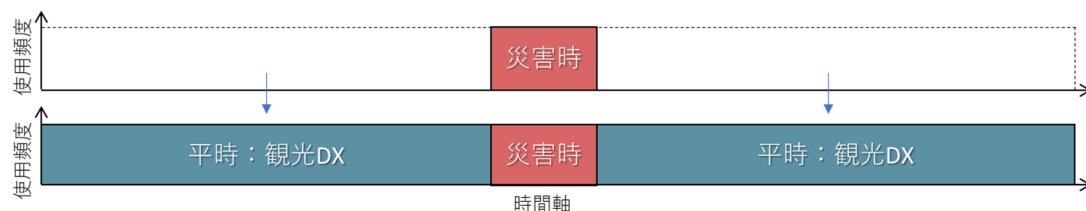


図1 フェーズフリーの考え方

2. 観光防災 DX プラットフォームの構築

国立公園内にある雲仙温泉街は案内看板の設置に制限がある。また、仁田峠は完全一方通行の道を通行するため、紅葉シーズンには駐車場の満車時に約2～3時間の渋滞が発生する。そこで、図2に示すような温泉街の回遊性の向上を図るために観光防災 DX プラットフォームをWEBベースで開発した。プラットフォームをWEBベースで構築した理由は、特定のアプリケーションのダウンロードを行わずにアクセスを容易にするためである。プラットフォームは「リアルタイム人流可視化システム」「AR 誘導システム³⁾」「駐車場混雑推定システム」で構成しており、中核技術として「AI 技術」と「AR 技術」を採用している。AI 技術では、観光地の賑わいの把握に、AR 技術では、観光名所の位置や解説等などの観光案内に活用している。これらのシステムは日常時は観光に使用し、災害時には孤立者数の把握や避難所への誘導システムに切り替えることが可能である。実証実験用の特設サイトを作成し、各コンテンツへアクセスできるようにした(図3)。

本報では、下記の 2 つのコンテンツについて報告を行う。

1. AI 画像解析技術による雲仙温泉街リアルタイム人流可視化システム
2. AI 画像解析技術による仁田峠駐車場混雑推定システム

これらの情報は、WEB ベースで構築したダッシュボードやサイネージ、LINE を通じて配信可能である。

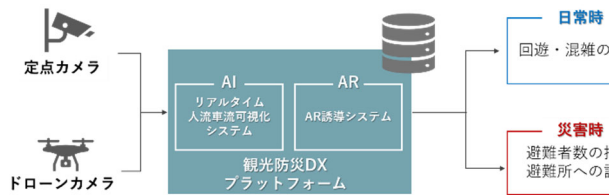


図2 観光防災 DX プラットフォームの概念図



図3 実証実験サイトメインページ

2.1 リアルタイム人流可視化システム

雲仙温泉街の賑わいをリアルタイムで配信することを目的として、紅葉シーズンに温泉街の主要観光スポット4箇所(P1: 温泉神社前、P2: 雲仙地獄前、P3: お山の情報館前、P4: 雲仙地獄内(大叫喚))にエッジAI カメラを設置した(図4)。これにより、リアルタイムに各観光スポットの賑わいや回遊状況が定量的に把握することが可能である。図5に示すように実測機器には、屋外利用可能な USB カメラと、画像解析を行うための GPU 付き小型 PC「Jetson Nano」を用いて内製エッジ AI カメラを開発した。人流可視化システムでは、物体検出に YOLOv8、人物追跡に YOLOv8 の Track アルゴリズムを用いた⁴⁾。エッジ AI カメラで計測した時系列の人流データはネットワーク経由でクラウドサーバーに転送され、その情報に基づき WEB ベースで構築されたダッシュボードに表示される。また、LINE 社の Messaging API を用いて混雑状況などの情報配信機能と連携した(図6、図7)。なお、実測中には、各カメラの下部に図5に示す案内板を設置し、滞在者に対して実測していることを周知した。



図4 カメラ設置場所



図5 機材配置図とカメラ設置場所の例

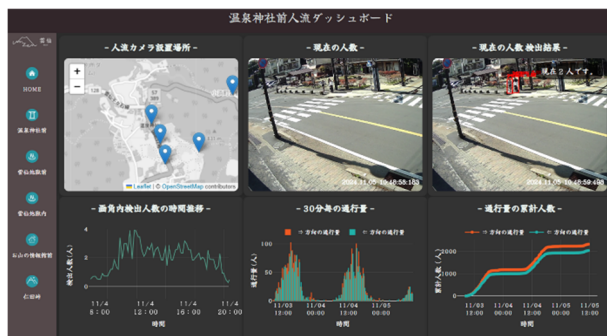


図6 WEB ダッシュボード



図7 LINE Bot システム

2.2 仁田峠駐車場混雑推定システム

仁田峠第一展望所駐車場(以降、仁田峠駐車場)は約 200 台の駐車エリアを有し、南北に細長い形状をしている。入口と出口は各 1 箇所あり、駐車場付近には街灯などの高い構造物はない。よって、駐車エリア内にカメラを設置することができないため、下記の 2 通りの方法で車両台数を推定した。

方法1:ドローン空撮画像を用いた台数の推定

ドローンにより約 30 分おきに空撮し、AI 画像解析で台数を算出した。使用したドローンは「DJI Matrice 300」であり、高性能かつ長時間の飛行が可能である。図8に示すように駐車場全体を 3 分割し、各エリアの中央付近で上空約 60m の高さで撮影した。ドローンで撮影された静止画(5280×3956 pixel・6K の高解像度)および動画を SD カードに保存し、クラウドサーバーに転送後、YOLOv11 を用いて AI 画像認識プログラムにより駐車台数を推定した^{注2}。ドローンでの撮影は、駐車場だけでなく仁田峠の紅葉風景も対象とし、観光客への情報提供に活用した。

方法2:駐車場出入口の通過台数による推定

駐車場入口と出口に設置したエッジ AI カメラで、通過台数の差から駐車台数をリアルタイムに算出した(図9)。このシステムは、人流計測で開発したエッジ AI カメラと同様の構成で検出対象を車に限定した。検出した車両を囲ったバウンディングボックスの中心座標と画面上に設定した通過判定ラインとの線分の交差判定により、通行台数を算出した。ドローン利用と比較して安価な方法である。

混雑情報は、WEB ダッシュボード、デジタルサイネージ、LINE Bot を通じて配信した(図10)。混雑状況などのリアルタイムな駐車台数の情報配信には方法1の結果を用いた。デジタルサイネージは、観光客に対して来訪を促す目的で、雲仙温泉街から約 13 km 離れた小浜温泉街の土産物屋と約 35 km 離れた熊本県長洲港ターミナル待合所に設置した。サイネージには、約 5 秒おきにドローン空撮映像がスライドショー形式で表示され、混雑状況は扇をモチーフとしたアイコンで駐車場の満車率に応じて色やキャプションが切り替わる仕様とした。



図8 方法1のドローン飛行ルート



図9 方法2のカメラ設置場所

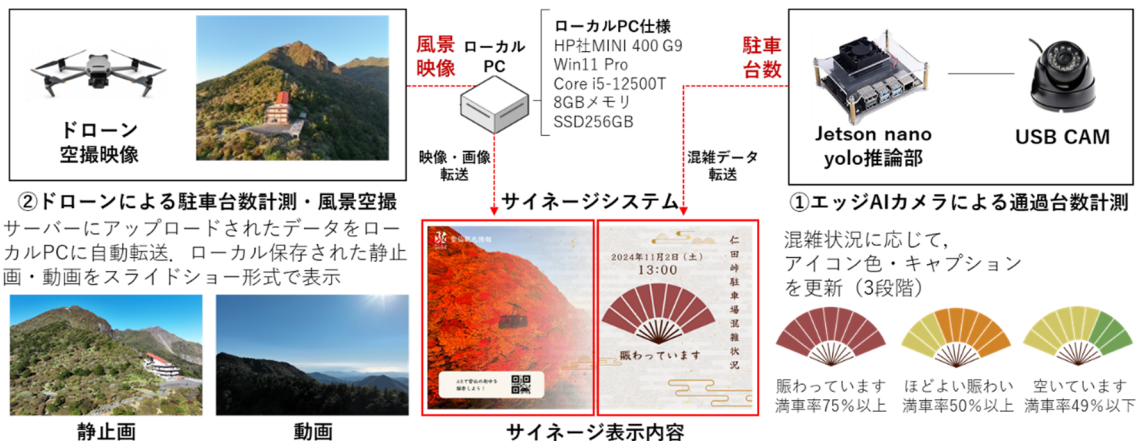


図10 データの取得方法とサイネージ連携の模式図

3. 実証実験

3.1 リアルタイム人流計測の概要

実測は観光客が増加する紅葉シーズンを対象に、2024 年 11 月 2 日から 4 日にかけて実施した^{注1}。

3.2 温泉街の人流実測結果

図11に各観光スポットにおける 10 分毎の最大検出人数の推移を示す。温泉街で最も賑わいがあったのは P1 の温泉神社前であった。両日ともに P1 から P4(雲仙地獄内)にかけて通行量が減少する傾向が見られた。これは、2022 年度および 2023 年度で観測した結果と同様であった。温泉神社が温泉街の中心部にあり、土産物屋や飲食店など様々な観光コンテンツが集中しているためと考えられる。連休中日の 11 月 3 日(日)は、宿泊施設のチェックアウト時間前後から人数が増え始め、チェックイン時間付近にピークを迎えた。17 時半以降は周辺の飲食店の閉店や宿泊施設での食事のため、急激に人数が減少した。連休最終日の 11 月 4 日(月・祝)は、昼前にピークを迎え、その後徐々に減少する傾向が見られた。土・祝日前と日・祝日における人流の時間推移のパターンは 2022 年、2023 年と同様であった。

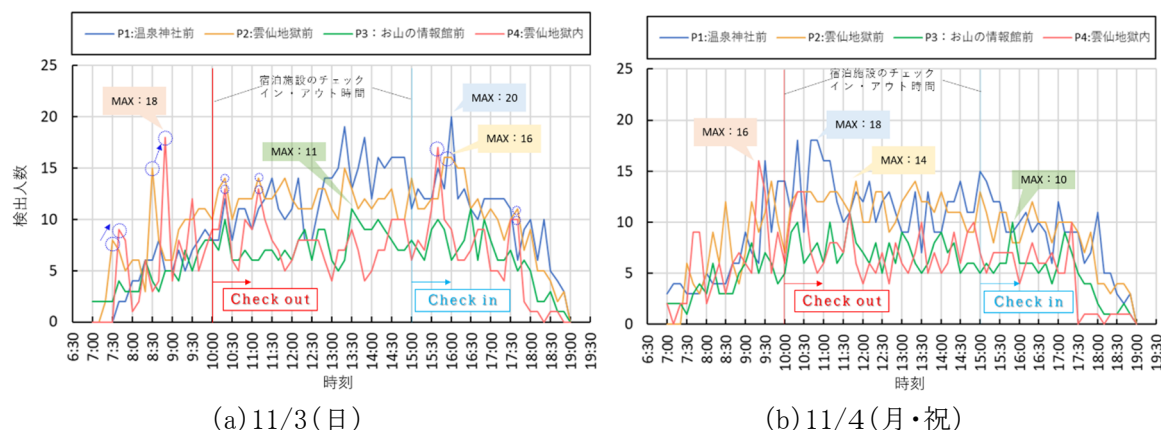


図11 10 分毎の最大検出人数時間推移

3.3 仁田峠駐車場混雑推定の実証結果

3.3.1 ドローン空撮画像を用いた推定結果

ドローンで撮影した映像を用いて車両の検出精度を検証した結果、非検出、誤検出がほとんどなく高精度に検出できることを確認した。これは、高解像度画像であること、上空からの撮影により車同士のオクルージョンがないこと、高精度の学習モデル(yolov11x.pt)を活用したことが要因であると考えられる。また、車だけでなく、人の目では確認が難しい人物の検出も可能であった(図12)。駐車台数は 2 日で延べ 4997 台であった。以降、ドローン映像による解析結果を正解データとし、エッジ AI カメラによる推定結果の精度検証に使用する。

ドローン画像による車両検出台数の推移を図13に示す^{注3}。11 月 3 日は計測開始時から満車率 75 % を超えており、13 時 30 分頃以降から徐々に減少した。11 月 4 日(月・祝)は 11 時 30 分頃にかけて駐車台数が増加し満車となり、ピーク時には 205 台の駐車を確認され、軽い渋滞が発生した。



図12 ドローン映像を用いた画像解析結果の例

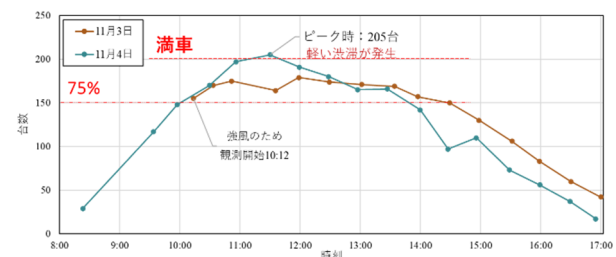


図13 ドローン画像による車両検出台数の推移

3.3.2 駐車場出入口の通過台数による推定結果

11月4日の駐車場出入口の通過台数による推定結果を図14に示す。11月3日は比較的良好な精度であったが、図14より、11月4日はドローン正解データと比較して11時頃から駐車台数を少なく算定し、14時頃に多く見積もっている。これは入口において、11時頃からは車両のループ部分の日射による反射の影響で映像が白ボケし、検出精度が低下した。14時頃については、入口付近で空きスペースを探す車の滞留により、IN方向で重複カウントが発生し、ドローンデータとの乖離が生じた。これらの課題に対し、実験終了後にプログラムの改善を図った。車両同士が近接した場合に発生する重複カウントを回避するための修正を行い、白ボケによる未検出への対策として最新モデルのYOLOv11を実装した。その結果、修正版プログラムと最新AIモデルを用いることで、ドローンによる正解データとほぼ一致する精度を確認した(図15)。

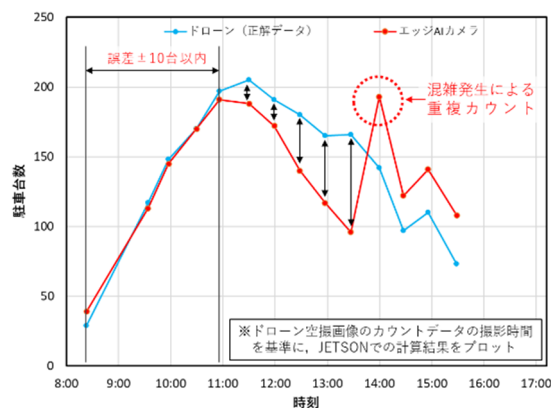


図14 エッジAIカメラとドローンとの結果比較

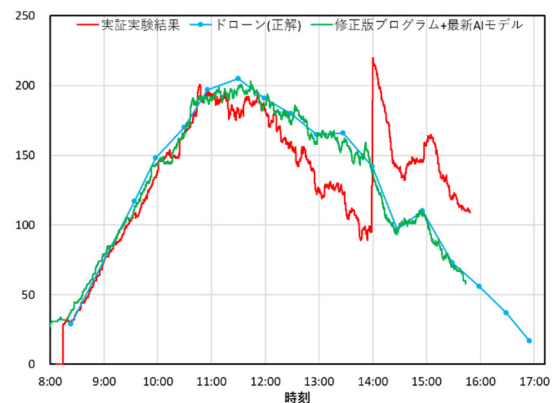


図15 プログラム修正後の結果

4. 今後の課題

本実証実験を通じて、平時に人流・車流データをリアルタイムで活用することで観光客の利便性を向上させ、事業者がデータに基づく観光戦略を立案できることを示した。さらに、災害時には避難者数の把握や土地勘のない観光客への迅速な情報伝達にシームレスに活用できる可能性を示唆した。観光客らが日常的にシステムに慣れ親しむことで災害時の実行性を高めることにもつながる。一方、実用化に向けては、いくつかの課題も明らかになった。

AI画像解析を用いた人流計測では、カメラの画角内に限定されるため、広域な観光地全体の避難者人数を正確に把握するには多数の機器設置が必要になり、それに伴い莫大なコストがかかる。主要観光スポット以外の人の流動が比較的少ない場所においては、スマートフォンから得られるGPSデータなど、他のデータソースとの連携も必要になる。

AI画像解析を用いた車流計測では、エッジAIカメラによる計測において渋滞時の重複カウントが発生したこと、ならびに撮影環境に起因する検出精度の低下を確認した。実環境では時間帯による照度条件の変化や適切な設置角度などを十分に考慮する必要がある。実証実験後に、プログラムの修正および高精度な物体検出モデルの採用により、ほぼ正解データと一致する精度まで改善できたが、計算リソースの限られた小型PCで最新のYOLOモデルをリアルタイムに解析するためには、画像の解像度と検出精度のトレードオフを考慮した検証が必要である。

観光防災DXプラットフォームとしての実用化に向けた課題については、現状のシステムは、専門知識を有する開発者でなければ、設定・運用・改良を容易に行えない。そのため、観光局のスタッフや自治体職員といった専門家ではないユーザーも直感的に操作できるUIの設計が必要である。

5. まとめ

本研究では、長崎県雲仙温泉街を対象として、観光活性化と災害時の BCP 対策を目的とする観光防災プラットフォームの開発および実証実験を実施した。AI 画像解析技術を用いたリアルタイム人流・車流可視化システムにより、取得したデータをプラットフォーム上で統合し様々な媒体を通じて情報を配信した。本研究で得られた成果は以下の通りである。

- (1) 観光スポットの人流の把握と災害時における避難者情報の把握や避難場所への迅速な避難を支援するフェーズフリーの概念に基づくシームレスなシステムを構築した。
- (2) 温泉街の賑わいや駐車場の混雑状況をリアルタイムで可視化し、観光客の利便性の向上、効果的な情報提供が実現できた。また、地元観光局は配信情報を用いて渋滞状況の監視を行うことにより、対応人数を削減することができた。
- (3) クラウドに蓄積したデータについて、Web、サイネージ、LINE など多様な情報配信媒体へ拡張可能な設計とし、多くの観光客および観光事業者へ情報を提供できる環境を構築した。

フェーズフリーの概念に基づく観光防災プラットフォームは、日常時における観光地の魅力を高めるとともに、災害時の安心安全を観光客に与えることが可能である。実用化に向けては、専門知識を持たないユーザーでも直感的に利用・運用できるような UI/UX 設計が求められる。さらに、災害時における検出漏れや動作不具合を防ぐため、システムの信頼性を高めるための継続的なテストと精度向上が不可欠である。

【謝辞】

本実測調査は、長崎県雲仙市観光物産課、一般社団法人雲仙観光局、地域事業者の多大な協力のもと実施した。ここに謝意を記す。

【注】

注1) 2024 年 11 月 2 日(土)は、大雨の影響で安全を考慮して実測を中止した。

注2) ドローンによる撮影した画像は対象の駐車場エリアを指定し、そのエリア内の台数を AI 画像解析により解析している。ドローンの撮影位置は、撮影毎に若干位置がずれてしまうため、エリアの指定を撮影の都度行う必要があり、エリア指定から解析まではすべて手動で実施した。

注3) 2024 年 11 月 3 日(日)は、午前中強風のため、当初予定していた 8:00-9:30 の飛行を中止した。

【参考文献】

- 1) 松崎元, 佐藤唯行, 泰康範ら: フェーズフリーの概念とフェーズフリーデザインへの展開, 日本デザイン学会研究発表大会概要集 65 (0), 114-115, 2018
- 2) 田中俊成, 池畠由華, 道越真太郎ら: 画像認識 AI を用いた人流実測および車流実測技術-雲仙温泉街を対象とした実測結果-, 大成建設技術センター報, No.56, pp.11.1-11.5, 2023
- 3) 羽田優太, 池畠由華, 田中俊成ら: 広域避難における webAR を用いた誘導手法に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集, 2025
- 4) Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., and Farhadi, A.: You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.779-788, 2016