

画像認識 AI を用いた人流実測および車流実測技術

大成建設株式会社 田中俊成
池島由華, 道越真太郎,
欄木龍大, 伊藤一教,
清水晶子, 竹内正信

1. はじめに

観光戦略策定には、現状の観光地の賑わいや回遊行動を把握し、課題点を抽出することが重要である。しかし、戦略策定の基となる来訪者の動向を把握するには多くの調査員や調査費用が必要であり、その後のデータ整理にも時間を要するという課題がある。一方、近年、AI 画像解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することで、人の流れや滞留地点、属性情報などの把握が可能になった。

本研究では、長崎県雲仙温泉街の現状の賑わいを把握することを目的として、温泉街に設置したクラウドカメラの画像データから、車番認識システムと自社開発の AI 人流把握システムを用いて人流および車流実測調査を実施した。また、特定のアプリ利用者のスマートフォン GPS 情報に基づくポイント型流動人口データを用いて来訪者の属性や回遊行動も調査した。

表 1 実測概要

2. 実測概要

2.1 実測場所および実測方法

観光客が増加する紅葉シーズンに実測を行った。表 1 に示すように、温泉街のメイン通りの観光スポット P1~P5(距離約 600 m) 付近の街灯に、歩道が映るように人流実測用のクラウドカメラを設置した(表 1(a))。歩道の幅員は、それぞれ P1:約 1.6m, P2:約 2.2m, P3:約 1.3m, P4:約 1.6m, P5:約 2.9m であった。

P3 には温泉街のメインスポットの雲仙地獄, P4 には観光の情報発信基地であるお山の情報館, P5 には雲仙観光局がある。

車流実測用カメラは、雲仙温泉街につながる道路沿いの 3 地点(表 1 の C1-C3)に設置し、図 1 に示すように 1 台のカメラで温泉街を入退場する車を撮影した。夜間撮影のために、カメラの下部に赤外線投光器を設置した(表 1(b))。その他ポールには PC やモバイルルーターを収納した機材ボックスを取り付けた。なお、実測中には、各カメラの下部に表 1(c)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。

ポイント型流動人口データのデータ取得対象地域は、雲仙市全域とした。

実測期間		2022年10月28日-11月6日 平日5日間, 土日祝日5日間	
カメラ 設置場所	人流カメラ Safie Go 180	P1	雲仙おもちゃ博物館前
		P2	温泉神社前
		P3	雲仙地獄前
		P4	お山の情報館前
		P5	雲仙観光局前
	車流カメラ Axis P1375-E	C1	おかげタクシー前
C2		せんべい屋前	
C3		ガソリンスタンド前	
ポイント型流動人口データ データ取得対象地域		長崎県雲仙市全域	
<p>調査対象場所およびカメラ設置場所</p>			
<p>(a)人流カメラ (b)車流カメラ (c)実測案内板の例 カメラの設置状況</p>			

2.2 分析方法

2.2.1 AI 人流把握システムを用いた人流分析

本 AI 人流把握システムでは、物体検出モデルに Yolo V5¹⁾、人物再同定および追跡モデルには Deep Sort²⁾を採用し、観光スポットの最大検出人数、通行量の算出を行った。最大検出人数は物体検出モデルを用いて、クラウドカメラの映像フレーム内の検出人数を計測することにより算出した。また、検出した人物を囲ったバウンディングボックスの中心座標と通過人数計測ラインとの線分の交差判定により、2 方向の通行量を算出した(図 2)。

2.2.2 ポイント型流動人口データを用いた人流分析

ポイント型流動人口データとは、ある特定のアプリ(本報では、「トリマ³⁾」)をインストールしたユーザーのスマートフォン GPS 情報に基づいて緯度経度の分かるポイントデータを取得できるビッグデータのことである(以降、GPS データ)。具体的には、ユーザー端末毎の ID や GPS による 2 点間の位置と時間によって算出される移動速度や移動方向、推定居住地および勤務地情報、生年や性別などの属性情報で計 36 項目のデータが格納されている。

2.2.3 AI 車流把握システムを用いた車流分析

車流の分析には、駐車場の入出庫の管理などで使用されている立山科学(株)製の車番読み取りシステム「認識番長」を利用した。「認識番長」は撮影した車両のナンバープレートを自動で検出し、文字と数値をデータ化するシステム(以降、AI 車流把握システム)である(図 3)。温泉街を訪れた観光客の発地地域や温泉街への入退場の時間差から滞在時間を集計した。

3. 実測結果

3.1 人流実測結果

3.1.1 AI 人流把握システムを用いた実測結果

(1) 各観光スポット前の断面通行量の推移

図4は、実測期間において通行量が少ない 10/28(金)と最も通行量が多い 11/6(日)の各観光スポット前の時間帯別の断面通行量を示している。最も賑わいのあった観光スポットは、P2 温泉神社前であり、P2 から P5 にかけて通行量

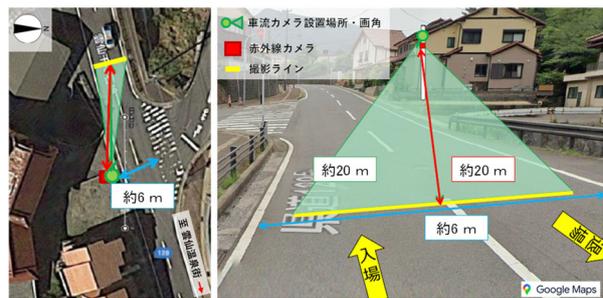


図 1 C1 カメラの設置状況と車両検出範囲

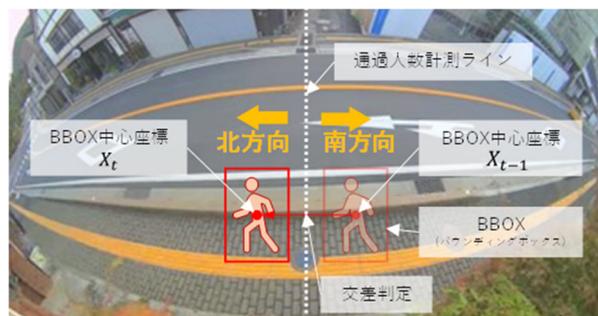


図 2 断面通行量計測方法



図 3 AI 車流把握システム操作画面

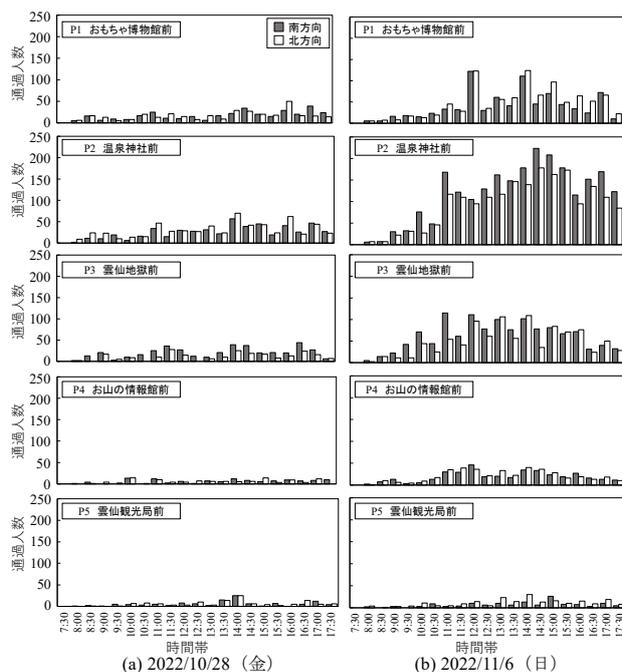


図 4 各スポット前の時間帯別の通行量

が減少する傾向がみられた。通行量に平日はあまり時刻の差がないが、休日は 10 時以降から増え始め、P2 では 14 時 30 分ごろピークとなった。

(2)各スポット前の画角内瞬間検出人数の推移

図 5 は、10/28(金)と 11/6(日)の各観光スポット前の時間帯別の画角内瞬間最大検出人数を示している。

平日は、P1 および P2 において 16 時台に検出人数が増加した。休日は、通行量が最も多い P2 において、8 時から 11 時にかけて増加し、その後は、10 人以上が継続的に滞在していた。

3.1.2 GPS データを用いた実測結果

(1)実測期間に取得したユーザー数

実測期間に取得した雲仙市全域及び雲仙温泉エリアのユーザー数を図 6 に示す。雲仙市全体で取得したユーザー数は、平日で1,090-1,205人、休日で1,317-1,561人であった。そのうち、雲仙温泉エリアに滞在したユーザー数は、全体の約 1 割程度で、平日 97-140人、休日は、161-223人であった。

(2)雲仙温泉街エリア来訪者の属性

雲仙温泉エリアに来訪したユーザーの男女比と年齢層を表 2 に示す^{注 1)}。属性はアプリ利用者の影響を受けるが、男女比はやや女性の方が多く、休日に女性の割合が増加する傾向が見られた。年齢層は、平日・休日いずれも 20 代が 25%と最も多く、30 代~50 代は 20%前後と同程度であった。

(3)雲仙温泉街内の回遊行動

雲仙温泉エリアの滞在者が特に多かった 10/30(日)と 11/3(木・祝)を対象に、温泉街を観光したユーザー個々の移動軌跡から回遊ルート进行分析した(表 3)。

雲仙温泉エリア来訪者のうち、雲仙温泉街内に速度 2m/s 以下の位置情報を持つ来訪者を「雲仙温泉街に立ち寄り」、その他を「素通り」と分類した。10/30(日)の雲仙温泉街エリア通過人数 223 人のうち温泉街に立ち寄ったユーザーは 80 人(36%)、素通りは 143 人(64%)であり、全体の約 6 割が温泉街に立ち寄らず素通りしていた。11/3(木・祝)に、雲仙温泉街に立ち寄った割合は 10%ほど高かったが、半数以上は素通りしていた。

温泉街来訪者の位置情報から、温泉街内の立ち寄り場所を分析した。最も多かった立ち寄り先は P2 の温泉神社前で 53 人、次に多かった場

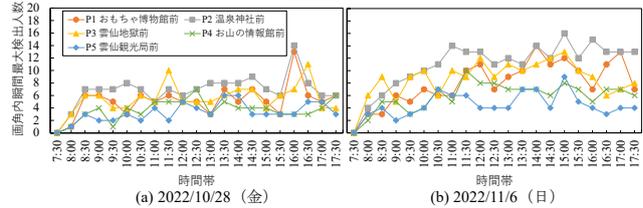


図 5 各スポット前の時間帯別画角内瞬間検出人数



図 6 雲仙市全域および雲仙温泉の滞在者人数

表 2 平日・休日別の雲仙温泉街エリア来訪者属性

	性別		年齢						
	男性	女性	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代以上
平日	48%	52%	9%	25%	17%	20%	19%	8%	2%
休日	38%	62%	4%	25%	21%	23%	18%	7%	2%

表 3 雲仙温泉街来訪者数と来訪者の立ち寄り場所

	温泉街来訪・素通り		観光スポット立ち寄り人数					雲仙地獄観光	
	来訪	素通り	P1	P2	P3	P4	P5	地獄一周	入口のみ
10/30(日)	80	143	23	53	39	7	4	14	25
11/3(木・祝)	106	115	22	51	38	7	3	19	19

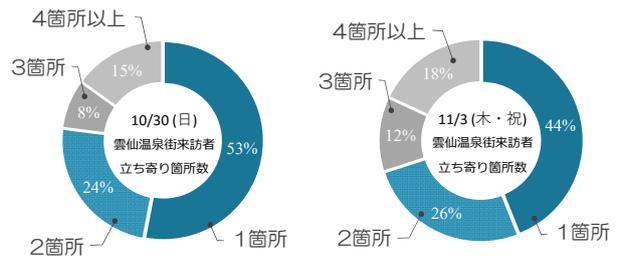


図 7 雲仙温泉街来訪者の立ち寄り箇所数

所は P3 の雲仙地獄前で 39 人であった。P2 および P3 には全体の 4 割程度が立ち寄りしていたが、P4 および P5 は全体の 1 割以下であり、他のスポットに比べて立ち寄った人数が少なかった。11/3(木・祝)も同様の傾向であった。

雲仙温泉街のメイン観光スポットである、雲仙地獄来訪者の雲仙地獄内の回遊行動を分析した。雲仙地獄内には遊歩道が整備されており、複数の見どころを巡ることができるが、雲仙地獄内を回遊した人は観光スポット立ち寄り人数のうち 3 割程度で、半数以上は入口付近のみを観光して引き返していた。温泉街来訪者の観光スポット(P1～P5)の立ち寄り箇所数を図 7 に示す。両日ともに立ち寄り箇所数 1 箇所から 2 箇所が全体の約 70%をしめており、4 箇所以上を回遊した来訪者は、全体の 20%ほどであった。

3.2 車流実測結果

3.2.1 温泉街の交通量

温泉街へ来訪した車両の延べ台数を表 4 に示す。1 日当たりの交通量の平均は、平日 4,385 台/日、休日 5,138 台/日となり、休日は 1.2 倍程度増加する。特に、仁田峠(紅葉の観光スポット)、島原方面とつながる C2 の交通量が休日になると増加している。

なお、起点、終点のどちらかで非認識となった台数の合計は 7,792 台であった。非認識の原因として、①ナンバープレートが他車両に隠れた場合、②測定期間外またはシステムダウン中に通行した場合が考えられ、②は 2,700 台程度と推定される^{注 2)}。起点、終点ともに非認識の場合も考えられ、非認識率は 10%以上^{注 3)}となり、メーカー公称値 0.5%よりも高い割合となった。認識率はカメラ角度の調整や台数を増やすことにより、向上させることが可能である。

表 4 温泉街への来訪延べ台数

		終点					合計	
		C1	C2	C3	非認識	計		
起点	C1	平日	973	3,565	959	350	5,847	12,570
		休日	979	4,285	1,090	369	6,723	
	C2	平日	2,871	2,096	3,202	722	8,891	19,977
		休日	3,394	2,747	4,040	905	11,086	
	C3	平日	918	2,454	1,513	279	5,164	10,265
		休日	820	2,493	1,426	362	5,101	
	非認識	平日	410	1,026	588	—	2,024	4,805
		休日	474	1,647	660	—	2,781	
	計	平日	5,172	9,141	6,262	1,351	21,926	—
		休日	5,667	11,172	7,216	1,636	25,691	—
		合計	10,839	20,313	13,478	2,987	47,617	—
	平均		平日：4,385台/日、休日：5,138台/日					

3.2.2 温泉街への地域別来訪台数

温泉街への来訪台数^{注 4)}の 10 日間の合計は 24,629 台であった。ナンバープレートの地域名から推定した来訪者の発地地域を図 8 に示す。95%が九州地方で、九州地方のうち長崎 72%、福岡 15%、佐賀 6%と近隣からの来訪者が殆どである。レンタカーは約 6%であった。

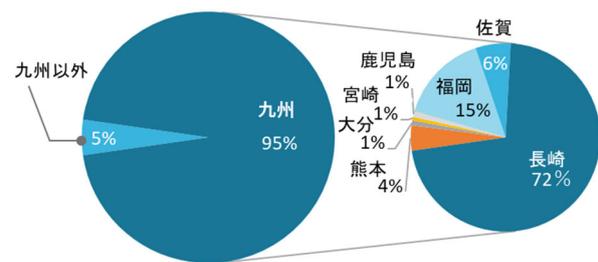


図 8 来訪者の発地地域

3.2.3 観光客の温泉街での滞在時間

ナンバープレートの分類番号や温泉街への来訪回数より観光客を定義^{注 5)}し、休日の観光客が温泉街に入場した時刻別に滞在時間を調べた結果を図 9 に示す。

温泉街での滞在時間が 20 分未満の割合は 63%であり、半数以上が素通りしている。7 時台～8 時台に入場した場合は 3 時間～10 時間未満の割合が高く、登山者と思われる。14 時以降になると宿泊者と思われる 10 時間以上の割合が増える。

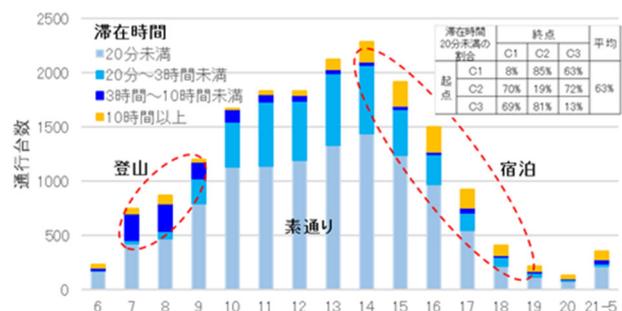


図 9 観光客の温泉街滞在時間 (休日)

4. 考察

4.1 人流実測調査

人流実測の結果、来訪者が賑わう時間帯は、休前日は 15 時以降に、休日は 10 時以降に増加する傾向があった。休前日の交通量は、時間帯で大きな変動は見られなかったものの、P1 および P2 において 16 時台に画角内最大検出人数が増加した。映像を確認すると団体客が通行していたことから、一時的な人数の増加は団体客の通行によるものと推測される。また、温泉街周辺のホテルのチェックイン時間は 15 時以降、チェックアウトは 10 時であるため、チェックイン・アウト後の滞在者が周辺を散策し、賑わいが増加したと考えられる。複数の観光スポットのうち、温泉街中心部の P2 および P3 は賑わう傾向があったが、P4 および P5 は通行量が少なかった。P2 は、温泉街の中心であり、神社や寺、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。P4、P5 は観光の情報が集積している施設であるが、来訪者にとってわかりやすい施設の案内・誘導サインが設置されていないため、誘導できなかったと考えられる。また、P3 来訪者の殆どが散策ルートを回遊していなかった。P3 の入口前に案内サインが設置されていないため来訪者に対して散策ルートを周知できず回遊しなかったと考えられる。

断面通行量は二方向に大きな差はなかった。来訪者の温泉街内立ち寄り箇所数は全体の 7 割が 1-2 箇所程度であり、また温泉街中心部の観光スポットのみが賑わっていたことから、来訪者の多くは短い時間で狭い範囲を観光していたため大きな差がなかったと考えられる。以上の結果より、来訪者の多くは、温泉街を広い範囲で回遊していないことが明らかになった。より広い範囲で来訪者を回遊させるためには、デジタルサイネージのような誘目性の高い案内板の設置など来訪者を誘導する仕掛けが効果的だと考えられる。

4.2 温泉街への来訪者を増加させるための対策

本 AI 車流把握システムは交通量だけではなく、車番の把握により、来訪者の発地地域や滞在時間を推定することができる。県内来訪者の割合を他の温泉地と比較すると、雲仙温泉は 68%、大分県由布市が 26%⁴⁾ と、雲仙温泉は県内の来訪者の割合が高いため、知名度を高める戦略が必要と考えられる。交通量が休日に大きく増加したのは C2 を通行するルートであり、観光客は仁田峠、島原方面と温泉街を結ぶ経路を利用している。C1-C2 間は温泉街の中心部を通行しないルートで、滞在時間 20 分未満の割合は 80%弱と素通りの割合が高い。C1-C2 間を通行する車両が認知できるような看板などを設置し、温泉街へ誘導する必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究は雲仙温泉街を対象に、現状の観光地の賑わいを把握することを目的として、温泉街に設置したクラウドカメラの映像から、車番認識システムと自社開発の AI 人流把握システムを用いて、人流および車流実測調査を実施した。また、特定のアプリ利用者のスマートフォン GPS 情報に基づくポイント型流動人口データを用いて来訪者の属性や回遊行動を調査した。複数のセンシング技術を駆使することで、各観光スポットの賑わいの差や時間経過に伴う相対的な人流の変動、来訪者の属性、温泉街の滞在車台数を分析できることを確認した。本研究によって得られた定量的な人流・車流データは、観光地産業に貢献できる重要な基礎データになると考えられる。また、こうした人流・車流分析技術は、地域活性化だけでなく、災害発生時刻に応じた被災者人口や帰宅困難者数の推定など、防災計画の策定にも貢献できる可能性がある。今後、人流・車流データとデジタルサイネージを連携し、災害時における避難誘導システムや来訪者の行動変容を促す仕組みを構築する予定である。

【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、大成建設(株)九州支店長崎営業所鈴木直浩所長の多大な協力のもと実施した。ここに謝意を記す。

【注】

- 注1) ユーザーの属性情報は、アプリの登録情報に基づく。表 2 および 3 の n 数に未回答ユーザーは含まれない。
- 注2) 非認識のうち、起点が 10/27 以前、終点が 11/7 以降に温泉街を通行した可能性のある台数は 936 台、システムダウンは 10/31 の 14 時 46 分～17 時 46 分に C1 で発生、平日 11/2 の同時時間帯の交通量(1,825 台)と同じとして算定(936+1,825=2,761)。
- 注3) ①5,031 台(=7,792-2,761)より、非認識率 10.6(=5,031/47,617*100)となる。
- 注4) 同じ車が複数回通過しても 1 台としてカウント。
- 注5) 分類番号より「乗用車」「普通乗合」「大型特殊(キャンピングカー:画像判断)」を観光客と定義した。また、時刻の規則性を持って、継続的に温泉街へ入場する乗用車、路線バス(画像判断)は、仕事または居住者と判断し、観光客から除外した。

【参考文献】

- 1) 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
- 2) Wojke, N., Bewley, A., and Paulus, D., "Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric", arXiv e-prints, 2017. doi:10.48550/arXiv.1703.07402.
- 3) ジオテクノロジーズ株式会社: プレスリリース, 2022.9.14., <https://geot.jp/pressrelease/pressrelease-20220914/>, (参照 2023-7-3)
- 4) 由布市: 令和 4 年 由布市観光動態調査, <https://www.city.yufu.oita.jp/uploads/files/2023/06/yuhushikankoudoutaityousa-hattibetukannkoukyakusuu.pdf>, (ダウンロード 2023-7-3)