まちのにぎわい計測におけるデジタル技術の導入プロセス及び留意点の可視化 ー熊本市での AI カメラを活用した通行量調査実証を通じてー

河野　健[1]・光安　皓[2]・安藤　裕[3]・山田　大輔[4]・工藤　文也[5]・美野田　敏寛[6]・渡邊　枢[7]

[1]正会員　パシフィックコンサルタンツ株式会社（〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地）
E-mail: takeshi.kouno@tk.pacific.co.jp(Corresponding Author)

[2]正会員　パシフィックコンサルタンツ株式会社（〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地）
E-mail: akira.mitsuyasu@ss.pacific.co.jp

[3]非会員　パシフィックコンサルタンツ株式会社（〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地）
E-mail: hiroshi.andou@tk.pacific.co.jp

[4]非会員　国土交通省 都市局 まちづくり推進課（〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3）
E-mail: yamada-d82ac@mlit.go.jp

[5]正会員　国土交通省 都市局 都市計画課（〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3）
E-mail: kudou-f22ab@mlit.go.jp

[6]非会員　熊本市 経済観光局 産業部 商業金融課（〒860-8601 熊本市中央区手取本町 1 番 1 号）
E-mail: minoda.toshihiro@city.kumamoto.lg.jp

[7]非会員　熊本市 都市建設局 都市政策部 市街地整備課（〒860-8601 熊本市中央区手取本町 1 番 1 号）
E-mail: watanabe.kaname@city.kumamoto.lg.jp

歩行者通行量・滞留量調査は，未だに人手による計測が主流である．近年のデジタル技術の急速な進展により，カメラやセンサ等のデジタル技術を用いた新たな調査手法（以下，デジタル調査）が登場してきている．しかし，調査に必要なデジタル技術の導入プロセスや留意点は実施者の経験知に留まり，体系化されているとは言い難い．本研究は，熊本市にて AI カメラを用いた実証実験を通じ，まちのにぎわい計測におけるデジタル調査の導入プロセスと留意点を可視化することを目指した．結果，デジタル調査では調査計画作成時点での負荷が大きく，設置計画策定時において画角検証だけでなく，電源確保やプライバシー対応，景観配慮等の留意事項にも大きく影響を受けることを確認した．さらに熊本市での知見の一般化を試み，これを手引きとして取りまとめた．

Key Words: *pedestrian volume，digitization，Equipment installation plan，AI Camera，liveliness*

1. はじめに

(1) 研究の背景

我が国では人口減少や少子高齢化が進み地域の活力低下が問題視されることが多いが，そうした中でも都市の魅力を向上させ，新たな価値創造などによる地域課題解決が求められている．令和元年には「都市の多様性とイノベーション創出に関する懇談会」にて，「居心地が良く歩きたくなるまちなか」の提言が行われ[注 1)]，これを踏まえ，国土交通省は令和 2 年度よりまちなかウォーカブル推進プログラムを策定した．令和 5 年度の現在も継続的に取り組まれており[注 2)]，今やウォーカブル区域を設定する市区町村は 100 を超える[注 3)]．「居心地が良く歩きたくなるまちなか」の創出にあたっては，行政主導ではなく官民一体となって取り組むことが有効とされており[注 4)]，関係者間での調整や合意形成がこれまでよりも

必要になってきたといえる．そのためには施策効果などをエビデンスとして，定期的かつ定量的に示していくEBPM の考え方が重要である[注5)]．

まちのにぎわいの評価を行うにあたり，「歩行者通行量」という指標が代表的なものとして認識されている[注6)]．実際に，各自治体の都市再生整備計画[注7)]や中心市街地活性化基本計画[注8)]の目標指標として用いられている．その他，谷本ら[1)]は大規模商業施設出店の影響を，大平ら[2)]は中心市街地における街路空間特性を，いずれも歩行者通行量という指標から分析を行っており，研究においても重要なデータであると捉えられる．これらで用いられているデータは，いずれも人手によるカウント調査によって取得されたデータであり，長年我が国で実施されてきた重要な調査手法である．しかし，コストや人手の確保という制約上，調査期間や調査地点が限定されてしまい，定期的かつ継続的，広範囲にエビデンスを得ていくという観点では課題がある．

人手によるカウント調査やパーソントリップ調査のようにアンケートから人の流動を把握する既存調査に対して，近年は左記に対応するようなデジタル技術を用いた新たな調査手法（以下，デジタル調査）が登場し，こうした人流データの活用手引きなどもまとめられている[注9)]．近年，研究においても各種技術によって得られたデータを用いた実態分析が多くなされており，例えば Wi-Fi パケットセンサーを用いた研究では寺部ら[3)]により歩行者行動や観光客の周遊行動を分析した研究の包括的レビューが行われている．直近では西堀ら[4)]が COVID-19 下における活動分析も行っており，緊急下においても急務に状況把握が可能というデジタル調査のメリットが垣間見える．他にもGPSデータを用い，歩行量を捉えた研究[5)]や滞留量をも捉えた研究[6)]が実施されている．これらは流動的な人の動きを捉えたものであるが，カメラやLiDAR を用い，とある断面の全数を捉える研究[7)8)9)]もみられる．赤外線での計測結果を用いた分析[10)]や Bluetooth を用いた交通量推定を行った研究[11)]も存在している．実態分析の他にも，そもそもの技術精度に関して取り組んだ研究[12)13)]もみられている．

これらを踏まえると，我が国の交通量調査における潮流としては，人手によるカウント調査（以下，デジタル調査に対比させ「アナログ調査」と表記する）から徐々にデジタル化が進み，デジタル技術によって取得されたデータの精度や活用方法により主眼が充てられることになると考えられる．他方で，国土交通省によってまとめられた人流データ活用の手引きにおいて，そうしたデジタル技術の種類や計測方法の紹介があるものの[注9)]，実際にデジタル技術を各現場にて，どのような手順で機器を設置し，データを計測すべきかといったプロセスを可視化した取り組みはみられない．以上から，デジタル技術に関する上位概念と，得られた結果の分析や活用方法が先行し，それを実施するに至るプロセスが暗黙知となっている可能性が懸念される．

(2) 本研究の目的と内容

前項での整理から，デジタル調査を実施するにあたってのプロセスに関する研究が不十分であると考えられる．今後さらにデジタル技術が進展し，多くの自治体等において技術の導入が見込まれると考えると，各現場担当者がどのような手順でデジタル調査を実施すればよいのかを理解し，その際に起こりうるトラブルの発生事例や対応策などを整理することは重要であるといえる．そのため本研究では，今まで先駆的な実践者の経験知のみに留まっていたデジタル技術の導入上のプロセスを整理し，各プロセスの留意点を明らかにすることを目的とする．

上記の目的を達成するにあたり，今回，熊本県熊本市にて，従来のアナログ調査と同時タイミングで AI カメラを用いた歩行者通行量計測の実施が可能だったことを契機とし，現地での取り組みをもって導入プロセスと留意点を明らかにする．また，熊本市での実験を踏まえ，さらにデジタル技術全体としての暗黙知を，メーカーヒアリングなどを通じて一般化することを試みる．

(3) 仮説・検証項目

筆者の実務経験などを通じ，**表-1** のようにまず一般的なアナログ調査におけるフェーズ及び具体の実施事項を整理した．続いて同様にデジタル調査の実施事項を検討したが，アナログ調査とデジタル調査では必要な事項が異なるため，それぞれ該当すると考えられる事項に丸を付けている．デジタル調査については，既存の資料[注6),注9)]やこれまでの実務経験等を元に項目へ落とし込んだ筆者の仮説であることに留意されたい．また，項目のみ

表-1　アナログ調査とデジタル調査の流れ

調査フェーズ		実施事項	アナログ調査	デジタル調査
①	調査計画の作成	調査内容の検討	●	●
		導入技術と使用機器の検討	ー	●
②	調査に向けた調整	設置計画の作成	ー	●
		関係者調整	●	●
		トラブル対応の想定と対策	●	●
		調査実施に向けた準備	●	●
③	調査の実施	調査機器の設置（撤去）	ー	●
		調査の実地	●	●
④	取得データの分析	取得データの検証	ー	●
		取得データ入力	●	ー
		取得データの集計・分析	ー	●

※1：オレンジは負荷が大きいもの
※2：注11)の手引きを参考に筆者にて再作成

ならず，実施にあたっての負荷も異なると考え，それぞれ負荷が高いと考えられる事項をオレンジで示している．

デジタル技術に関しては，①の「調査計画の作成」がアナログ調査よりも負担になると考えられる．これは，アナログ調査は人手の手配や設置位置を決めるのみだが，デジタル調査は環境や目的によって機器の選定をしたうえで，適切にデータの取得が可能なように画角や電源確保の問題も解決する必要があることに起因する．以上のように，1)デジタル調査において負荷がかかる事項，2)それぞれの実施事項別に具体に留意すべき事項，3)AI カメラを通じた検証結果の他のデジタル技術における汎用性の 3 点を本稿において検証する．

2. 熊本市での AI カメラを活用した通行量調査実証の概要

今回熊本市において実施した，AI カメラを用いた歩行者通行量調査に関する実験の概要を説明する．熊本市では商店街の魅力向上に係る取組の検証の基礎指標として，1968 年から継続的に商店街歩行者通行量調査を実施している[注 10]．これまで年に 1 度のアナログ調査を実施していたが，COVID-19 の影響を計測するため，継続的なモニタリングを求める声があり，今回 AI カメラを用いたデジタル調査が実施される運びとなった．今回の実験の概要を**表-2** に示す．実施主体は国土交通省都市局及び熊本市であり，2022 年 10～11 月にかけて約 1 ヶ月間に渡り計測を行った．具体の AI カメラの設置箇所を**図-1** に掲載する．この時，設置には至らなかったものの，候補となった地点についても同時に掲載している．

表-2　熊本市における実験概要

項目	デジタル調査	アナログ調査
実施主体	国土交通省都市局	熊本市
実施時期	2022年10月～11月	2022年11日(金)･13日(日)
導入技術	AIカメラ	－
設置箇所数	2箇所	45箇所
取得情報	歩行者通行量・属性（性別，年代）・滞留時間	注10　を参照
取得頻度	期間中常時24時間計測（1分単位）	



図-1　AI カメラ設置箇所

3. 熊本市での検証を通じた AI カメラ設置における手順の整理と課題

3 章では，熊本市を対象としてデジタル調査を実際に行う過程で得られた知見をもとに，(1)デジタル調査の実施手順，(2)導入時の課題及び対応策の整理を行う．

(1) デジタル調査における手順の可視化

本実証におけるデジタル調査の実施の流れを整理した結果，**表-1** に示す手順通りであることを確認した．

特に AI カメラでは，画角や画質，指定画角内での人物の映り方などを踏まえて取得データの加工方法を調整する必要がある．そのため，様々な制約の中で，適切な場所への設置が必要となるが，画角等により，設置個所が壁や電柱に限られる等，アナログ調査のように調査員が調査当日に位置を微修正することは難しい．他方で，AI カメラは一度設置すると調整の余地が少ないことから，調査計画や調査に向けた調整が非常に重要となることを整理した．従ってアナログ調査に比べて準備期間を長くとる必要があるといえる．

また，データの取得についても，取得データを事後にサーバーや HDD を介して取得するため，その場で調査員とのコミュニケーションをとりながら調整を行うことが難しい．今回使用した AI カメラのように予め個人情報を破棄した形で集計するデータについては，事後になって人物の判定条件を変えることができず，データの取得精度の検証が難しい．

熊本においては，事前に関係者で画角や人物の映り方を検討し，人物判定を調整したにもかかわらず，計測箇所のうちより交通量が少ない箇所にて，デジタル技術側で交通量が多くでるという誤差が生じる結果となった．したがって，調査計画段階で事前に設置個所それぞれにおけるデータ取得状況を事前検証しておく必要があることが確認された．

(2) デジタル調査導入における課題と対応策の例

前節に加えて，デジタル調査導入時にあたって課題として留意すべき事項を**表-3** のとおり整理した．調査計画の作成からデータの分析まで各段階で存在するが，大きくは以下の 3 点に整理され，各項ごとにその対応策の例を示す．

a)　設置計画の作成

まず，機器の性能を踏まえ，データを適切に取得可能な設置場所を探す必要があることである．今回の実証においては，調査断面の規模や画角との兼ね合い，十分な高さの確保，夜間の光源の確保の可否が課題となった．これを踏まえ，機器の性能と断面の条件が適合する箇所として，調査断面の幅が機器 1 台でカバー可能かつ，調査断面を観測可能な箇所を候補とした．

また，今回の調査では屋外の調査地点を設けたが，機器本体は防水使用ではないため，風にさらされると故障の懸念があった．この対策として，機器本体とケーブルを保護するカバーを付加し，防水性を確保した．結果として，調査期間中に降水が生じたものの，風雨による機器の故障・トラブルは発生せず，無事に調査を実施できた．

b)　調査実施に向けた関係者調整

続いて，設置場所を見つけたのちに，地権者等の関係者と機器の設置について調整が必要であることが挙げられる．今回の実証では，景観への配慮を踏まえて周辺色相に近い色の機材を使用した．また，機器側の条件を満たす設置箇所であっても，機器の電源が確保できない場合や地権者の連絡先が把握できず，設置のための交渉が進められないといった課題が生じた．

本実証では，現地の状況を把握している熊本市の担当者に地元との調整に協力を得られたため，直接連絡先を把握できない場合においても，商店街等の関係者等を通じて連絡を取ることができた．

一方で調整が難しく，調査の実施を断念した例として，**図-3** に示す辛島公園付近の調査箇所が挙げられる．この箇所は機器の設置にあたり，交差点信号や，駅の街灯への設置の必要があったが，電源の確保が難しいこと，警察等との調整に時間を要すると考えられたこと，また，断面の広さから，1 台の機器では断面全体をカバーできないことなどから実施を見送った．

c)　取得データの検証

最後に，設置した機器で取得するデータの精度を担保するための検証が必要であることが挙げられる．今回の実証では，カウント調査との比較を実施した際，一部の時間帯において他の時間帯とは異なる大きな乖離が発生するという課題が生じた．今回使用した機器では個人情報への配慮から録画したデータを機器内で処理して個人を特定できない形でカウントしたのちに即座に録画データを破棄していたため，実際の通行状況を遡って確認することはできず，発生要因の特定には至らなかった．

また，**図-4** のように計測測期間中に前後の週と比較して特異に交通量が多く，時間帯ごとの増減傾向も異なる観測日が確認された．熊本市の担当者に確認したところ，ハロウィンに伴う来訪者の増加があったと確認できた．

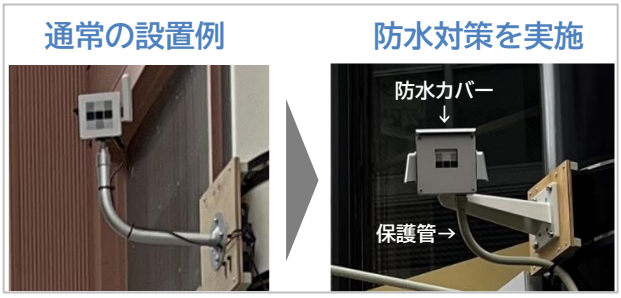


図-2　AI カメラの保護の様子

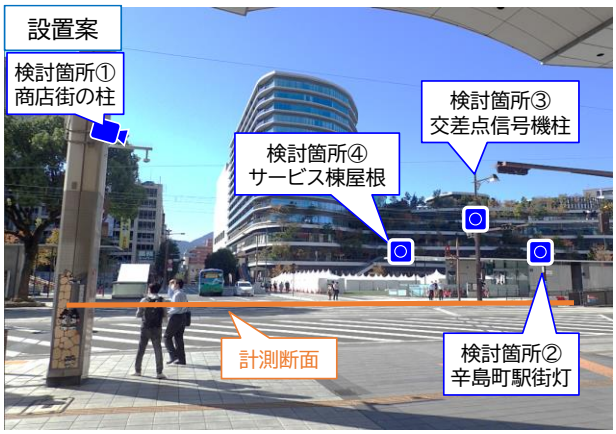




図-3　辛島公園付近の検討（計測非実施）

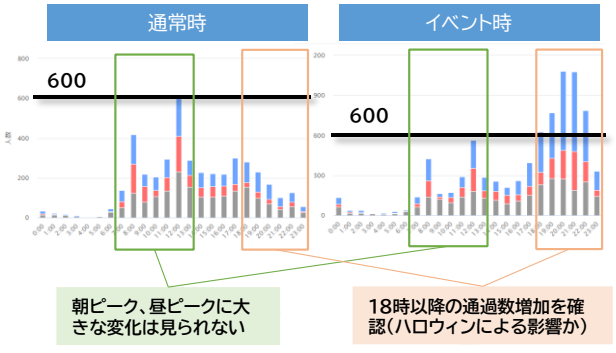


図-4　イベント開催による特異な流動の例

後述する手引き[注 11)]においては実際の導入に際して発生しうる課題事項を各段階ごとに留意点として整理するとともに，詳細な確認事項も含めてチェックリストの形で整理している．

表-3　熊本市での実験を通じて得られた導入プロセスと主な留意点

調査フェーズ		大項目	中項目	デジタル調査の特徴と主な留意点	
①	調査計画の作成	調査内容の検討			
		導入技術と使用機器の検討	調査計画への対応可能性の確認	1	調査目的を踏まえ，把握すべき内容に応じたデジタル技術の選定が必要
			調査機器の特性・諸元の確認	2	把握可能な項目，計測可能な環境，取得データの取り扱い方法など調査機器の特徴の確認が必要
②	調査に向けた調整	設置計画の作成		3	調査機器を屋外に約1ヶ月間設置する必要があり，降雨時の故障を防ぐため，調査機器及び配線ケーブルを風雨から保護する必要がある
		関係者調整	調整先の確認		
			依頼事項の整理		
			調査実施に向けた関係者調整	4	調査機器を屋外に設置するにあたり，目立たないよう景観へ配慮を行う必要がある
		トラブル対応の想定と対策	モニタリング体制の構築	5	調査箇所とモニタリング拠点とが物理的に離れているとトラブル発生時に即座に現地へ赴くことが難しくなるため，留意が必要
			責任範囲の規定	6	調査や設置作業中の事故や，データ欠損時の責任の所在について予め確認が必要
			プライバシー関係の対応の整理	7	調査機器によっては個人情報を取り扱うため，プライバシー関係の対応と周知が必要
		調査実施に向けた準備	取得データの傾向の事前検証	8	アナログ調査との比較検証を行った結果，特定の時間帯，不自然にデジタル調査の結果と乖離があった．しかし映像を保持しない機器であったため事後検証が困難となり，事前の検証などを行う必要がある
			許可・申請対応		
			設置作業に向けた準備		
③	調査の実施	調査機器の設置	設置作業の実施		
			設置状況の記録	9	継続的な調査や検証作業を実施するため，調査機器の設置状況について正確な記録が必要
		調査の実地	調査機器のモニタリング		
			調査箇所のモニタリング		
		調査機器の撤去	撤去作業の実施		
④	取得データの分析	取得データの検証		10	特異的に通行量の変化が生じた際に，イベントの開催など現地の状況を把握し，適切にデータ取得ができているか確認が必要
		取得データの集計・分析			

※1：赤枠の留意点に関して本文中で取り上げている

※2：注11)の手引きを参考に筆者にて再作成

4.　まちのにぎわい測定における各デジタル技術の導入方法について

(1)　各デジタル技術の特徴に関する整理

3 章において，熊本市を対象としてデジタル調査を実際に行う中で，実施手順，導入時の課題，導入課題に対する対応策を整理した．しかし，実証ベースの整理であるため，熊本市固有の調査手順や地域課題の整理に留まっている懸念がある．また，デジタル調査を行う上で活用可能な機器は AI カメラだけではない．そこで，既往の手引きや，これまでの実務経験に加えて他の機器を製造または構築を行うメーカーや実証実験等を行っている自治体等に対しヒアリングを行うことで，AI カメラ以外の技術の種類，技術の概要，想定される利用シーンや，収集データの特性を踏まえた個人情報の取り扱いに関する留意点に関して**表-4** のとおり整理した．ただし，下表はメーカー等への包括的な調査を実施しているわけではなく，機器によってデータの扱いが異なるため，仔細については異なる場合もあることに留意が必要である．

(2)　デジタル技術の導入方法に関する知見の整理と手引きの作成

前節における整理結果と，熊本市を対象としたデジタル調査において得られた知見を踏まえ，デジタル技術の導入方法に関する知見の整理を行った．その整理結果を**表-5** に示す．

全体を通じて確認されたこととしては，熊本市で整理したプロセスや留意事項が概ねその他のデジタル技術にも活用可能であることである．特に，設置計画の作成や調査実施に向けた関係者調整といった点については共通点が多いことが確認された．一方で，その他の一般的な留意点として，機器の設置における安全対策等を踏まえた設置計画の作成や，使用する機器によっては，取得デ

表-4　各デジタル技術の概要と電源取得や個人情報の取り扱いに関する留意点

No.	技術	技術の概要	想定利用シーン	電源取得にあたっての留意点	個人情報の取り扱いに関する留意点
1	赤外線センサ	機器が赤外線を受光することで物体の位置の特定を可能とする技術であり，人の発する遠赤外線を感知することで対象地点の人流を計測する.	屋内の通路 店舗の出入口人数	一般的に消費電力は小さく，小型バッテリーなどで長時間計測可能	個人が特定可能な情報（顔写真・氏名・住所等）を収集するわけではないため，個人情報には当たらない
2	可視光レーザー	設置されたレーザー機器によって，人やモノからの反射状況から人やモノの動き，通過人数を検知して，機器会社独自のアルゴリズムにより計測する.	屋内外の通路 店舗の出入口人数		
3	3D LiDAR	原理は光レーザーと同じものだが，より高精度な検知が可能.	街路，広場の滞留位置や通行軌跡の把握	比較的消費電力が大きいため，現地において電源確保が必要	
4	AI カメラ	カメラ画像から顔認識や骨格認識等の識別処理等を行うことにより，歩行者数を計測する．既設カメラの活用も可能.	街路，広場等の流動や属性把握		個人情報該当性の高い顔写真を取得するため，個人情報に当たる可能性がある →取得した映像の取り扱い，利用目的等について定める必要がある
5	Wi-Fi	設置されたWi-Fiアクセスポイントへの交信履歴により，人の位置情報をアクセスポイント単位で連続的に取得して歩行者流動を計測する.	面的な歩行者流動や滞留時間の把握	一般的に消費電力は小さく，小型バッテリーなどで長時間計測可能	アクセスポイント側にはmacアドレスが蓄積される．macアドレスは個人情報ではないが，端末を特定可能な情報であるため，移動履歴との突合により個人情報該当性が高くなると考えられる. →取得した位置情報の取り扱い，利用目的等について定める必要があるとともに，第三者提供時にmacアドレスは別のIDに変換する等の処理を行う必要があると考えられる
6	GPS	GPS機器の測位情報から人の位置を緯度経度として継続的に取得することで歩行者流動を計測する. ※1：属性情報の付与が可能なことも多い	面的な歩行者流動や滞留時間の把握	歩行者等が保有する端末であるため，電源確保は不要	位置情報の部分的取得のみでは個人情報には相当しないが，一連のトリップに自宅や目的地が含まれると個人情報該当性が高くなる懸念がある →取得した位置情報の取り扱い，利用目的等を定める必要がある

※1:GPSは屋内や地下空間等では取得される位置精度が著しく低下するため，利用シーンに応じて他の技術との掛け合わせが必要.
(例）屋内や地下空間での測位の場合，Bluetoothを発信するビーコン等を併用することで，精度向上を図る等の工夫が有効
※2：注11)の手引きを参考に筆者にて再作成

表-5　デジタル技術導入にあたってのプロセスごとにおける留意点

調査フェーズ中項目 ※表3の中項目に対応	熊本市での実験を元に一般化した留意点	その他想定される一般的な留意点
1 調査計画への対応可能性の確認	調査目的を踏まえ，把握すべき内容に応じたデジタル技術の選定が必要	
2 調査機器の特性・諸元の確認	把握可能な項目，計測可能な環境，取得データの取り扱い方法など調査機器の特徴の確認が必要	
3 設置計画の作成	デジタル技術使用上の留意事項を把握し，調査箇所の状況を踏まえた設置計画の作成が必要	カメラやセンサーなどは調査機器の性能上，計測の実施に一定の光量が必要なため，照明が確保できない箇所では夜間における光量確保の工夫が必要
4 調査実施に向けた関係者調整	関係者に調査機器の設置場所，電源などの提供を依頼し，関係者の意向を受けた調査・設置計画の調整が必要	・調査機器と通行者等との衝突を防ぐため，機器を高所に設置する必要がある ・また、調査機器の落下を防止するため，道路附属物等への固定を行うとともに，フェールセーフのための二重化を行う ・万が一落下した場合も想定し，通行者の直上には設置しない等の留意が必要
5 モニタリング体制の構築	調査実施時の機器の動作状況をモニタリングする体制を構築し，事故・故障時の対応の確認が必要	
6 責任範囲の規定	調査や設置作業中の事故やデータ欠損時の責任の所在について予め確認が必要	
7 プライバシー関係の対応の整理	調査機器によっては個人情報を取り扱うため，プライバシー関係の対応と周知が必要	・個人情報に該当しない場合でも，一連のトリップを把握できる場合や他の情報（macアドレス等）との掛け合わせにより個人を特定するおそれのある場合についてはデータの取り扱いに留意が必要[注12)]
8 取得データの傾向の事前検証	想定する計測環境において，どのようにデータが計測されるか，事前に確認が必要	植栽等の人以外のものを誤検知する可能性があり，事前に誤検知している対象物の把握が必要
9 設置状況の記録	継続的な調査や検証作業を実施するため，調査機器の設置状況について正確な記録が必要	
10 取得データの検証	継続的な調査や検証作業を実施するため，調査機器の設置状況について正確な記録が必要	滞留状況（地点や時間）を把握する際，座標を元に判断する機器では，調査期間中に着座対象（テーブルや椅子の位置）が移動したりすることで滞留箇所の傾向に変化が生じる可能性がある。そのため，予め着座対象を固定したり着座対象の座標を常に記録する等の対応が必要

※グレーは表3から変化がないもの

ータの事前検証をより詳細に実施する必要があることである．さらにデジタル技術により個人情報の取り扱いが異なることが確認されたため，これらを整理し，デジタル技術導入にあたってのプロセスごとの留意点として注11)に示す手引きとして取りまとめた．

5. おわりに

本研究では，デジタル調査を行う上での各技術のプロセスが暗黙知となっている可能性を懸念し，熊本市でのAIカメラを用いた実証実験を通じてデジタル技術の導入プロセスと留意点の整理・可視化を行い，さらにデジタル技術全般への一般化を試みた．主な研究成果は以下のとおりである．

1) アナログ調査に対比する形でデジタル調査の調査プロセスを体系化し，それぞれ調査フェーズにおける負担がかかる事項が異なることを整理した．
2) 現場担当者が活用可能なように各フェーズにおいて生じうる課題や留意すべき事項を，主に10点に分けて整理をした．特に重要と考えられるものとしては，設置計画の作成や調査実施に向けた関係者調整，取得データの検証が挙げられる．
3) 熊本市の実験結果の知見を元にその他のデジタル技術全般にむけた一般化を試みたところ，設置計画の作成にあたっては機器の特性を踏まえながら安全に配慮した設置個所や周辺対策に向けた工夫が必要なことや，機器のデータ取得方法に応じた個人情報配慮のデータ処理や広報対策等への留意が必要であることを整理した．

本研究では熊本市での AI カメラの実験を通じて得た知見を基本として整理を行ったが，AI カメラの機器の種類によっても具体的な課題や留意事項は異なると考えられ，今後各自治体等において発生した課題や留意事項を一つ一つ，自治体横断的に共通の知見として蓄積していくことが期待される．また，本稿ではデジタル調査に重点をおいて論じてきたが，アナログ調査とデジタル調査を組み合わせて調査を行っていくことも過渡期においては重要であろう．地点の設定位置や箇所数を工夫することにより，効率的に精度検証も行いながらデータ取得を行っていくことが可能であると考えられる．

謝辞：今回の取り組みを“まちのにぎわい測定におけるデジタル技術の活用事例と導入の手引き”としてまとめた．本手引き作成にあたっては，国土交通省都市局のまちづくり推進課・都市計画課・街路交通施設課・市街地整備課の方々や現地実証実験に際して熊本市産業部商業金融課及び都市政策部市街地整備課の多大なるご協力を得た．記して感謝申し上げる．詳細は参考資料[注 11)]をご参照されたい．

NOTES

注1) 国土交通省：都市の多様性とイノベーションの創出に関する懇談会，https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_fr_000004.html（最終閲覧 2023 年 10 月）
注2) 国土交通省：「居心地が良く歩きたくなる」まちなかづくり～ウォーカブルなまちなかの形成～，https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_tk_000072.html（最終閲覧 2023 年 10 月）
注3) 国土交通省：ウォーカブル推進都市一覧（令和 5 年 9 月 30 日時点），https://www.mlit.go.jp/toshi/content/001633534.pdf（最終閲覧 2023 年 10 月）
注4) 国土交通省：官民連携まちづくりの進め方～都市再生特別措置法等に基づく制度の活用手引き～，https://www.mlit.go.jp/toshi/useful/#susumekata（最終閲覧 2023 年 10 月）
注5) 総務省：EBPM（エビデンスに基づく政策立案）に関する有識者との意見交換会報告（議論の整理と課題等），https://www.soumu.go.jp/main_content/000579329.pdf（最終閲覧 2023 年 10 月）
注6) 国土交通省：まちの活性化を測る歩行者量調査のガイドライン（ver1.1），https://www.mlit.go.jp/common/001282666.pdf（最終閲覧 2023 年 10 月）
注7) 茨城県水戸市：都市再整備計画水戸市都市中枢地区（第 2 回変更），https://www.city.mito.lg.jp/uploaded/attachment/28714.pdf，（最終閲覧 2023 年 10 月）
注8) 熊本県熊本市：熊本市中心市街地活性化基本計画（第 1 回変更），https://www.city.kumamoto.jp/hpkiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=806（最終閲覧 2023 年 10 月）
注9) 国土交通省：地域課題解決のための人流データ利活用の手引（概要版），https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001474838.pdf（最終閲覧 2023 年 10 月）
注10)熊本県熊本市：令和 4 年度商店街通行量調査結果について，https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=23852&class_set_id=2&class_id=98（最終閲覧 2023 年 10 月）
注11)国土交通省：まちのにぎわい測定におけるデジタル技術の活用　活用事例と導入の手引き，https://www.mlit.go.jp/toshi/file/useful/まちのにぎわい測定におけるデジタル技術の活用-活用事例と導入の手引き-(令和 5 年 5 月発行）.pdf（最終閲覧 2023 年 10 月）
注12)一般社団法人無線 LAN ビジネス推進連絡会：位置情報の取得方法その活用　第 4 回　Wi-Fi による位置情報の活用（その 2），https://www.wlan-business.org/archives/23354（最終閲覧 2023 年 10 月）

REFERENCES

1) 谷本翔平，佐藤克哉，氏原岳人，阿部宏史：中心市街地における大規模商業施設の出店による歩行者通行量への影響，都市計画論文集 Vol.52，No.3，pp.255-262，2017.[Tanimoto,S.,Sato,K.,Ujihara,T.,and Abe,H.:Impact on pedestrian volume associated with opening a large-scale shopping center in city center，Collection of urban planning papers, Vol.52，No.3，pp.255-262，2017.]
2) 大平悠季，中村茉樹，福山敬，桑野将司：中心市街地に

おける施設立地を考慮した街路空間特性と歩行者通行量の関連分析，土木学会論文集 D3，Vol.75，No.6，I_317-I_327,2020.[Ohira,Y.,Nakamura,M.,Fukuyama,K.,and Kuwano,M.: RELATIONSHIPS BETWEEN PEDESTRIAN FLOW AND SPATIAL CONFIGURATIONS BASED ON STRUCTURES OF STREET NETWORKS AND LAND USE CHARACTERISTICS IN CITY CENTERS，Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3，Vol.75 No.6，I_317-I_327,2020.]

3) 寺部慎太郎，一井啓介，栁沼秀樹，小野瑞樹，田中皓介，康楠：Wi-Fi パケットセンサーを用いた歩行者行動・観光客周遊行動研究の包括的レビューとそれを踏まえた分析例示，土木学会論文集 D3 Vol.75，No.5，I_669-1_679，2019.[Terabe，S.,Ichii，K.,Yaginuma,H.，Ono，M.，Tanaka，K.，and Kang，N.:TOURISTS BEHAVIORAL SURVEY USING WI-FI PACKET SENSOR: COMPREHENSIVE REVIEW OF EXISTING RESEARCHES AND COMPARISON OF OD MATRIXES，Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3，Vol.75，No.5，I_669-1_679，2019.]

4) 西堀泰英，加藤秀樹，嚴先鏞，豊木博泰，佐々木邦明：Wi-Fi パケットセンサーデータを用いたコロナ禍における中心市街地の人々の活動分析，交通工学論文集，第 8 巻，第 2 号，B_53-B_62._2022.[Nishihori,Y.,KATO,H.，Eom,S.,Toyoki,H.,and Sasaki,K.: Analysis for people’s activities of city center in COVID-19 pandemic using Wi-Fi data, Transportation engineering paper collection, Vol.8，No.2，B_53-B_62._2022.]

5) 鎌田佑太郎，松中亮治，大庭哲治，後藤正明，辻堂史子，鈴木義康，中川大：GPS データを用いた高齢者の歩行量と中心市街地来訪行動に関する研究，土木学会論文集 D3，Vol.75，No.5，I_545-I_554，2019.[Kamada,Y.,Matsunaka,R.,Oba,T.,Goto,M.,Tsujido,F.,Suzuki,Y.,and Nakagawa,D.: ANALYSIS OF STEP COUNTS AND CITY CENTER VISITING BEHAVIOUR IN OLDER CITIZENS UTILIZING GPS DATA,Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3，Vol.75，No.5，I_545-I_554，2019.]

6) 向井明都，円山琢也：GPS データを用いた熊本空港利用者の滞在時間推定，土木学会論文集 D3，Vol.78，No.5，I_505-I_513，2023.[Mukai,A.,and Maruyama,T.: ESTIMATING TIME SPENT AT KUMAMOTO AIRPORT USING GPS DATA, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3，Vol.78，No.5，I_505-I_513，2023.]

7) 木下義昭，濵村秀亮，中村秀明：トレイルカメラと AI を用いた簡易交通量調査の無人化，インフラメンテナンス実践研究論文集，Vol,1，No.1，pp.345-355，2022. [Kinoshita,Y.,Hamamura,S.,and Nakamura,H.: UNMANNED SIMPLE TRAFFIC VOLUME SURVEY USING TRAIL CAMERAS AND AI, Infrastructure Maintenance Practices，Vol,1，No.1，pp.345-355，2022.]

8) 今井龍一，山本雄平，姜文渊，神谷大介，中原匡哉，安藤祐輝：頭部に着目した歩行者交通量調査に関する研究，土木学会論文集 F3，Vol.78，No.2，I_82-I_92，2022. [Imai,R.,Yamamoto,Y.,Jiang,W.,Kamiya,D.,Nakahara,M.,and Ando,Y.:PEDESTRIAN TRAFFIC SURVEY BY TRACKING HEADS,] Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. F3，Vol.78，No.2，I_82-I_92，2022.]

9) 井桁由貴，野上昌孝，出口敦：歩車分離道路の歩行者天国時における車道空間の歩行利用に関する研究，都市計画論文集 Vol.57，No.3，pp.1273-1280，2022.[Iketa,Y，Nogami,M.，and Deguchi，A.:Analysis on Rord Space Usage of Pedestrians in a Temporarily-Pedestrianised Street, Collection of urban planning papers Vol.57，No.3，pp.1273-1280，2022.]

10) 長田哲平，加納壮貴，大森宣暁，古池弘隆：中心市街地における受動赤外線型自動計測器を用いた歩行者通行量の分析，交通工学論文集，第 4 巻，第 1 号，B_38-B_45._2018.[Osada,T.,Kano,S.,Ohmori,N.,and Koike,H.: Anal-ysis of factors which influence on the fluctuation of pedestrian traffic volume using the passive-infrared type automatic measur-ing system, Transportation engineering paper collection,Vol.4，No.1, B_38-B_45._2018.]

11) 坪田隆宏，吉井稔雄，白柳洋俊，藤井浩史：Bluetooth 検知技術を活用した交通量推定，土木学会論文集 D3，Vol.74，No.5，I_1283-I_1289，2018.[Tsubota,T.,Yoshii,T.,Shirayanagi,H.,and Fujii,H.: A METHOD FOR ESTIMATING TRAFFIC VOLUME USING BLUETOOTH DETECTION, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3，Vol.74，No.5，I_1283-I_1289，2018.]

12) 中西賢也，吉田純土，森尾淳，石井良治：歩行者通行量調査におけるレーザースキャナの精度に関する実験的研究，土木学会論文集 D3，Vol.77，No.5，I_535-I_547，2022.[Nakanishi,K.,Yoshida,J.,Morio,J.,and Ishii,R.: EXPERIMENTAL STUDY ON THE ACCURACY OF LASER RANGE SCANNER IN PEDESTRIAN TRAFFIC SURVEYS，Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3，Vol.77，No.5，I_535-I_547，2022.]

13) 今井龍一，山本雄平，姜文渊，中原匡哉，神谷大介，野村圭哉：群衆の状態に応じた最適な人数計数手法に関する一考察，土木学会論文集，Vol.79，No.22，ID22-22025，2023.[Imai,R.,Yamamoto,Y.,Jiang,W.,Nakahara,M.,Kamiya,D.,and Nomura,K.: CONSIDERATION ON THE BEST METHOD TO COUNT THE NUMBER OF PEOPLE DEPENDING ON THE STATUS OF CROWDS, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. Vol.79，No.22，ID22-22025，2023.]